

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۱۳	فصل دوم: مقدمه‌ای بر تئوری اتمی
۲۱	فصل سوم: استوکیومتری (قسمت اول - فرمول‌های شیمیایی)
۳۵	فصل چهارم: استوکیومتری (قسمت اول - معادله‌های شیمیایی)
۵۳	فصل پنجم: شیمی حرارت
۷۱	فصل ششم: ساختار الکترونی اتم‌ها
۸۷	فصل هفتم: خواص اتم‌ها و پیوند یونی
۹۹	فصل هشتم: پیوند کووالانسی
۱۱۳	فصل نهم: شکل هندسی مولکولی، اوربیتال مولکولی
۱۳۱	فصل دهم: گازها
۱۵۷	فصل یازدهم: مایعات و جامدات
۱۸۳	فصل دوازدهم: محلول‌ها
۲۰۵	فصل سیزدهم: واکنش‌های شیمیایی در محلول آبی
۲۲۷	فصل چهاردهم: سینتیک شیمیایی
۲۵۳	فصل پانزدهم: تعادل شیمیایی

فصل ۱

مقدمه

چکیده‌ی مطالب:

شیمی علمی است، که به شناسایی، ترکیب اجزا و تبدیلات ماده می‌پردازد. ظهور شیمی مدرن در طی چند قرن در هنرهای تجربی تمدن‌های قدیم، نظریه‌های یونانی‌های باستان تا کیمیاگری و شیمی فلوزیستون می‌باشد. شیمی مدرن با خدمات آنوان لوازیه که اساس کارش بر قانون بقای جرم استوار بود، شروع شد.

دسته‌بندی مواد بر پایه‌ی شناسایی عناصر که قابل تجزیه به مواد ساده‌تر نیستند و سایر انواع ماده که از آن‌ها ساخته می‌شوند، استوار می‌باشد. هر عنصر با یک نام شیمیایی که یک تا سه حرف دارد مشخص می‌شود. عناصر با نسبت‌های ثابت و مشخص تشکیل ترکیب می‌دهند. ترکیب‌ها در اثر واکنش‌های شیمیایی تولید شده و از راه‌های شیمیایی نیز قابل تجزیه می‌باشند. عناصر و ترکیب‌ها اجسامی خاص نامیده می‌شوند. مخلوط‌ها از دو یا چند جسم خالص با نسبت‌های متفاوت تشکیل می‌شوند و با روش‌های فیزیکی نیز قابل تفکیک هستند. مخلوط‌های یکتواخت را همگن می‌نامیم و مخلوط‌های غیر یکتواخت را ناهمگن می‌نامیم.

در تمام مطالب علمی از سیستم متريک اندازه‌گيري استفاده می‌کنیم.

دستگاه بین‌المللی واحدها (SI) صورت جدید و ساده‌ی سیستم‌های قدیم‌تر می‌باشد، که امروزه از آن استفاده می‌کنیم. این دستگاه بر پایه ۷ واحد اصلی و از ۳ واحد تكميلی پایه‌ریزی شده است. سایر واحدهای SI از جمع جبری واحدهای اصلی بدست می‌آید، که به آن‌ها واحدهای فرعی می‌گویند. دقیق هر اندازه‌گیری به وسیله‌ی ارقام با معنی بیان می‌شود. پاسخ محاسبات باید با رعایت ارقام با معنی بیان شود. بسیاری از محاسبات شیمی به کمک ضرایب تبدیل ممکن می‌باشد.

تمرین‌ها

۱-۱: شباهت‌ها و تفاوت‌های عبارات زیر را بنویسید.

- الف) قانون بقای جرم و قانون نسبیت‌های معین
ب) ترکیب و عنصر ج) وزن و جرم
د) شیمی‌آلی و بیوشیمی
ه) مکامتر و میلیمتر

۱-۲: شباهت‌ها و تفاوت‌های عبارات زیر را بنویسید.

- الف) مخلوط و ترکیب ب) مخلوط ناهمگن و همگن
ج) تغییر فیزیکی و شیمیایی
د) جرم چگالی یک جسم ه) $\text{L} = 1000 \text{ cm}^3$

۱-۳: نام نشانه‌های عنصری زیر را بنویسید.

- الف) I ب) Fe ج) P د) K ه) Cu و) Co

۱-۴: نام نشانه‌های عنصری زیر را بنویسید.

- الف) Cl ب) Mg ج) Mn د) Li ه) Pb

۱-۵: نشانه‌های عناصر زیر را بنویسید.

- الف) آلومینیوم ب) آنتی موان ج) نقره
ه) سدیم د) سیلیسیم و) نئون

۱-۶: نشانه‌های عناصر زیر را بنویسید.

- الف) جیوه ب) هیدروژن ج) هلیم
ه) قلع د) استرانسیوم و) تنگستن

۱-۷: تعداد ارقام با معنی را در اعداد زیر مشخص کنید.

- الف) ۶۰۰ ب) ۶۰۶ ج) ۶۰۰۰۰۶

۱-۸: تعداد ارقام با معنی را در اعداد زیر مشخص کنید.

- الف) ۱۲۹ ب) ۰۰۴۰۰ ج) ۲۵۰/۰۳

۱-۹: محاسبات زیر را انجام داده، جواب‌ها را با رعایت ارقام با معنی بنویسید.

- الف) $26.12/625 \times 10^{-4}$ ب) 162×10^{-7} ج) $1/622$

- د) $1/1225 - 0.062$ ه) $(12/222 \times 10^{-1})/10^{-7}$

۱-۱۰: محاسبات زیر را انجام داده، جواب‌ها را با رعایت ارقام با معنی بنویسید.

- الف) $14/5 + 0.024$ ب) $12/265 - 2/10^{-6}$ ج) $20/71 \times 10^{-2}$

- د) $0.62/3225 \times 10^{-1}$ ه) $1/12076$

۱-۱۱: محاسبات زیر را انجام داده، جواب‌ها را با رعایت ارقام با معنی بنویسید.

- الف) $(1.0^5 \times 10^{-6}) + (1/223 \times 10^{-6})$ ب) $(1/25 \times 10^{-3}) - (1/0.3 \times 10^{-2})$

- ج) $(1.0^3 \times 10^{-2}) - (7/612 \times 10^{-4})$ د) $(5/52 \times 10^{-5}) - (1/10^4)$ ه) $(1.0^2 \times 10^{-4})$

۱-۱۲: محاسبات زیر را انجام داده، جواب‌ها را با رعایت ارقام با معنی بنویسید.

- الف) $(1/5 \times 10^{-6}) - (1/1223 \times 10^{-6})$ ب) $(1/225 \times 10^{-2}) - (2/225 \times 10^{-3})$

- ج) $(9/325 \times 10^{-7}) - (1/58 \times 10^{-5})$ د) $(6/50 \times 10^{-8}) - (1/58 \times 10^{-7})$

- ه) $(1.0^7 \times 10^{-9}) + (6/72 \times 10^{-9})$

۱-۱۳: الف) یک کیلومتر چند سانتیمتر است؟ ب) یک میلی‌گرم چند کیلوگرم است؟

ج) یک دکامتر چند دسیمتر است؟ د) ۱۰ میلی‌ثانیه چند نانو‌ثانیه است؟

ه) ۱۰ میکرومتر چند ترامترا است؟

۱-۱۴: الف) یک گیگاگرم چند کیلوگرم است؟ ب) ۱۰۰ کیلوگرم چند آتمتر است؟

ج) ۱۶ لیتر چند دکامتر مکعب است؟ د) هکتوگرم چند نانوگرم است؟

ه) ۶۵ میکرومتر چند میلیمتر است؟

فصل اول

- ۱۵-۱: مقدار زیر را در واحد SI به گونه‌ای بنویسید که کوچکترین عدد آن بزرگتر از یک باشد:
- (د) $1.72 \times 10^{-1} m$
 - (ب) $1.50000 m$
 - (ج) $1.50000 g$
 - (الف) $1.0120 g$
 - (ه) $2.7 \times 10^{-4} g$
 - (و) $6.3 \times 10^{-5} kg$
 - (ز) $6.3 \times 10^{-6} mm$
- ۱۶-۱: مقدار زیر را در واحد SI به گونه‌ای بنویسید که کوچکترین عدد آن بزرگتر از یک باشد:
- (د) $1.003 kg$
 - (ب) $1.7 \times 10^{-7} m$
 - (ج) $1.7 \times 10^{-8} m$
 - (الف) $2.6 \times 10^{-3} kg$
 - (ه) $3.6 \times 10^{-5} pm$
 - (و) $1.00065 Mg$
 - (ز) $1.7 \times 10^{-13} m$
- ۱۷-۱: یک لیتر یک دسیمتر مکعب است.
- ۱۸-۱: یک متر مکعب چند لیتر است؟
- ۱۹-۱: آنگستروم (\AA)، 10^{-10} متر است و از واحدهای SI نمی‌باشد.
- ۲۰-۱: یک اسکروپل 20 گندم، یک آنس 480 گندم و یک گرم 10.3215 آنس است. یک اسکروپل چند گرم است؟
- ۲۱-۱: یک فورلانگ یک هشتاد مایل است. 6 فورلانگ چند کیلومتر است؟
- ۲۲-۱: می‌دانیم یک تن چهار بشکه‌ی بزرگ است و هر بشکه‌ی بزرگ $1/5$ بشکه می‌باشد و هر بشکه 126 گالن و هر گالن 27785 لیتر است و هر لیتر $1 Dm^3$ می‌باشد. حساب کنید هر تن چند متر مکعب است؟
- ۲۳-۱: در کره‌ی مریخ یک روز، $1.0 \times 8.864 \times 10^{-4}$ ثانیه و هر سال آن $1.0 \times 5.935 \times 10^{-7}$ ثانیه است.
- ۲۴-۱: در سیاره مشتری معادل چند روز زمین است؟
- ۲۵-۱: فاصله‌ی متوسط زمین از خورشید یک 1.496×10^8 کیلومتر است. شعاع متوسط مدار ماه 2570000 است. شعاع متوسط زمین در استوا $6378 km$ است. حساب کنید فاصله‌ی زمین تا ماه معادل چند گردش حول استوا بر روی کره‌ی زمین است.
- ۲۶-۱: پارچه را بر حسب متر می‌فروشند و نه یارد. شیر را بر حسب لیتر می‌فروشند و نه کواتر و گوشت را بر حسب کیلوگرم و نه پوند. اگر یک اینچ مساوی 2.54 سانتیمتر، یک پینت مساوی $4732/2 mL$ ، یک پوند مساوی $4536 g$ باشد. مقدار درصد اضافه شده در موارد زیر را حساب کنید.
- ۲۷-۱: یک بسته چوب $128 ft^3$ حجم دارد (هر بسته، 4 فوت ارتفاع، 8 فوت طول و 4 فوت ضخامت دارد). حجم آن را بر حسب m^3 حساب کنید.
- ۲۸-۱: هر گالن $231 in^3$ است. حجم یک گالن را بر حسب cm^3 حساب کنید.
- ۲۹-۱: طلای خالص 24 عیار است. (K)
- ۳۰-۱: حلقه‌ای که از طلای K 18 ساخته شده، چند درصد طلا دارد؟
- ۳۱-۱: آلبازی از طلا شامل $87/5$ درصد Au است. عیار آن را مشخص کنید.

- ۳۰-۱: طلای خالص ۲۴ عیار است.
- الف) طلای آبی از ۳۶ گرم Au و ۱۲ گرم Fe ساخته شده است. عیار این آلیاژ را حساب کنید.
- ب) چقدر مس به ۳۵۰ گرم طلا اضافه کنیم تا طلای ۱۴K ساخته شود؟
- ۳۱-۱: چند گرم پلاتین به ۱۲۵ گرم طلا اضافه کنیم تا طلای سفید که ۶۰٪ Au و ۴۰٪ Pt دارد ساخته شود؟
- ۳۲-۱: چند گرم روی به ۲/۳۵kg مس اضافه کنیم تا آلیاژ برج که ۳۵٪ روی و ۶۵٪ مس دارد ساخته شود؟
- ۳۳-۱: یک نوع برنز Sn ۹۰٪ و Cu ۱۰٪ دارد.
- الف) برای تهیی ۱/۷۵kg از این آلیاژ چند گرم Sn مصرف می‌شود.
- ب) با ۱/۷۵kg مس چند گرم از این آلیاژ را می‌توان تهیی کرد؟
- ۳۴-۱: یک نوع سیم لحیم نقره شامل Zn ۷٪، Cu ۲۰٪، Ag ۶۳٪ است.
- الف) برای تهیی ۰/۵kg از این لحیم چند گرم مس لازم است؟
- ب) با ۰/۶۳kg نقره چند گرم از این سیم لحیم را می‌توان تهیی کرد؟
- ۳۵-۱: تقریباً یک گرم آب دریا شامل $T_g = 10^{12} \times 1/6$ طلا است. اگر جرم تمام اقیانوس‌ها باشد. چند گرم طلا در اقیانوس‌های روی زمین وجود دارد؟
- ۳۶-۱: در بدن انسان ۰/۰۰۴٪ آهن وجود دارد. یک فرد ۱۶۵ پوندی چند میلی گرم آهن دارد؟ (هر پوند ۰/۶۵g می‌باشد).
- ۳۷-۱: آلیاژ برج سفید Zn ۲۵٪، Cu ۶۰٪ و Ni ۱۵٪ دارد.
- الف) با ۱kg Cu ۲۵.۰g Zn ۲۰.۰gr Ni ۲۰.۰g چند گرم آلیاژ را می‌توان تهیی کرد؟
- ب) از هر یک از این فلزات چند گرم اضافه می‌اید؟
- ۳۸-۱: آلیاژی Sb ۱۵٪، Pb ۸۲٪ و Sn ۳٪ است.
- الف) با ۰/۲۲kg Sb ۲۵.۰g Pb ۱۰.۰g و Sn ۱۰.۰g چند گرم آلیاژ می‌توان ساخت؟
- ب) از هر فلز چقدر اضافه می‌اید؟
- ۳۹-۱: یک شناگر ۱۶۵۰ متر را در ۱۴ دقیقه و ۴۸ ثانیه طی می‌کند. سرعت وی:
- الف) بر حسب مایل بر ساعت
- ب) بر حسب متر بر ثانیه چقدر است؟
- ۴۰-۱: دونده‌ی ماراتون (۲۶ مایل و ۳/۸۵ یارд) مسافت را طی ۲ ساعت و ۲۵ دقیقه طی می‌کند. سرعت این دونده:
- الف) بر حسب مایل بر ساعت
- ب) متر بر ثانیه چقدر است؟
- ۴۱-۱: سرعت مجاز در بزرگراه‌ها ۵۵ مایل بر ساعت است. این مقدار بر حسب کیلومتر بر ساعت چقدر می‌شود؟ می‌دانیم یک مایل مساوی ۰/۵۲۸۰ فوت، یک فوت مساوی ۱۲ اینچ و یک اینچ ۰/۵۴ سانتیمتر است.
- ۴۲-۱: هر گرهی دریانی $1/150^8$ مایل در ساعت است. این سرعت را بر حسب $\frac{cm}{s}$ حساب کنید. می‌دانیم یک مایل مساوی ۰/۵۲۸۰ با ۱ پا ۱۲ اینچ و یک اینچ ۰/۱۵۴cm است.
- ۴۳-۱: یک مولکول هیدروژن در اثر برخورد با سایر مولکول‌ها $131\text{ }\mu m$ را طی می‌کند و در هر ثانیه $10^{10} \times 1/4$ برخورد انجام می‌دهد. سرعت متوسط مولکول هیدروژن در این شرایط بر حسب $\frac{m}{s}$ حساب کنید.
- ۴۴-۱: سال نوری واحدی است. برای مسافت که در نجوم استفاده می‌شود و عبارت است از مسافتی که نور در یک سال طی می‌کند. اگر سرعت نور برابر با $\frac{m}{s} = 2/9979 \times 10^8$ باشد. یک سال نوری چند کیلومتر است؟
- ۴۵-۱: شعاع زمین در استوا $km = 6/378 \times 10^3$ است.
- الف) چرخش کامل زمین حول محور خودش ۲۴ ساعت طول می‌کشد. سرعت چرخش نقطه‌ای زمین را بر حسب متر بر ثانیه و مایل در ساعت حساب کنید.
- ب) شعاع متوسط مدار زمین حول خورشید $km = 1/496 \times 10^8$ است. گردش کامل زمین دور خورشید $365/25$ روز طول می‌کشد. سرعت چرخش زمین دور خورشید را بر حسب مایل بر ساعت و متر بر ثانیه حساب کنید.

فصل اول

۱-۴۶: الف) شعاع استوایی عطارد $km = ۱۰^{۳} \times ۲/۴۳۶$ است.
 الف) یک چرخش کامل حول محور عطارد $5/۸۶۶$ روز زمینی طول می کشد. سرعت این چرخش را بر حسب مایل بر ساعت و متر بر ثانیه حساب کنید.

ب) شعاع متوسط مدار عطارد به دور خورشید $km = ۱۰^{۷} \times ۵/۷۹۶$ است و گردش کامل آن به دور خورشید $۸/۷/۹۹$ روز زمینی طول می کشد. سرعت حرکت عطارد به دور خورشید را بر حسب مایل بر ساعت و متر بر ثانیه حساب کنید.

۱-۴۷: وزن یک مکعب سدیم که طول هر وجه آن ۱۵ سانتیمتر است $۲/۲۸ kg$ می باشد. چگالی سدیم را بر حسب $\frac{g}{cm^3}$ حساب کنید.

۱-۴۸: وزن یک مکعب پلاتین که طول هر وجه آن $۲/۵$ سانتیمتر است $۳/۳۵۲ kg$ می باشد. چگالی پلاتین را بر حسب $\frac{g}{cm^3}$ حساب کنید.

۱-۴۹: چگالی الماس $\frac{g}{cm^3} = ۳/۵۱$ است. حجم یک قطعه الماس یک قیراطی را حساب کنید. (هر قیراط $mg = ۲۰۰$ است).

۱-۵۰: چگالی الماس $\frac{g}{cm^3} = ۳/۵۲$ و گرافیت $\frac{g}{cm^3} = ۲/۲۲$ است. هر دو کربن خالصند $10 g$ کرین
 (الف) به صورت گرافیت چه حجمی دارند؟

۱-۵۱: جرم خورشید $kg = ۱/۹۹۱ \times ۱۰^۳$ و چگالی آن $۱/۴۱$ است. حجم خورشید بر حسب m^3 را حساب کنید.

۱-۵۲: جرم زمین $kg = ۵/۹۲۹ \times ۱۰^{۲۴}$ و چگالی آن $۵/۵۱۹$ است. حجم زمین بر حسب m^3 را حساب کنید.

۱-۵۳: چگالی هوای خشک $\frac{g}{L} = ۱/۲۰۵$ است. یک اتاق به عرض $۳/۶۵۸ m$, طول $۴/۵۷۲ m$ و ارتفاع $۲/۴۳۸ m$ چه جرمی دارد؟

۱-۵۴: یک بشکه نفت خام $۱/۲۶$ تن متريک وزن دارد (هر تن متريک $1000 kg$ است) و حجم آن $۱۵۸/۹۸ L$ است. چگالی

نفت خام بر حسب $\frac{g}{mL}$ چقدر است؟

۱-۵۵: چگالی روغن نارگیل $\frac{g}{fl} = ۵/۷/۷$ است. حجم آن را بر حسب $\frac{g}{cm^3}$ حساب کنید. می دانیم یک پوند مساوی با $۴/۵۳/۶ g$ ، یک اینچ مساوی $2/۵۴ cm$ و یک فوت برابر با $in = ۱۲$ است.

۱-۵۶: جرم سیاره و نووس $Tg = ۴/۸۸۳ \times ۱۰^{۱۵}$ و چگالی آن $۵/۲۵۶$ است. شعاع این سیاره را حساب کنید. پاسخ مسئله را در سیستم SI به گونه ای بیان کنید که کوچکترین رقم آن بزرگتر از یک باشد.

۱-۵۷: چگالی سیاره کیوان کمتر از تمام سیارات است و برابر با $۱/۱۲۴۶$ چگالی زمین است. از طرفی جرم کیوان $۹۵/۰/۷$ برابر جرم زمین است. حجم کیوان را با حجم زمین مقایسه کنید.

۱-۵۸: لوله ای با سطح مقطع $1 cm^2$ با ارتفاع $76 cm$ با جیوه پوشیده است. در صورتی که در این لوله هموزن جیوه آب بریزیم

ارتفاع آن چقدر می شود؟ می دانیم چگالی جیوه $\frac{g}{cm^3} = ۱۳/۶$ است و آب $\frac{g}{cm^3} = ۱$ است.

۱-۵۹: مکبی با ساجمه های آهنی و آب پوشیده است. وزن تقریبی آن $10/۹۱/۸۰ g$ است. اگر به جای آب از اتیل الكل استفاده کنیم، وزن آن $10/۷۷/۱۲ g$ می شود. طول هر یال مکعب چقدر است؟ (چگالی های لازم در جدول ۱-۶ آمده است).

حل تمرین های فصل ۱

۱-۱

(الف) قانون بقای ماده بیان می نماید که در یک واکنش شیمیایی عادی تغییرات جرم نامحسوس می باشد یا به عبارتی وزن مواد اولیه و محصولات یکی می باشد.

قانون نسبت های معین بیان می نماید که ترکیبات خاص از عنصر یکسان با ترکیب وزنی مشخص بوجود می آیند.

(ب) توکیب، یک جسم خالص می باشد، که از دو یا چند عنصر با نسبت های معین تشکیل می شود.

عنصر، یک جسم خالص می باشد، که به مواد ساده تر قابل تجزیه نمی باشد.

(ج) وزن، نیروی گرانش (جاده) می باشد که از طرف زمین به جسم وارد می گردد.

جرم، مقدار ماده موجود در جسم می باشد.

(د) شیمی آلتی، علمی می باشد که به مطالعه و بررسی ترکیبات کربن می پردازد.

بیوشیمی، علمی می باشد که به مطالعه و بررسی سیستم های زیستی می پردازد. (گیاهان و حیوانات)

(ه) یک مگامتر برابر 10^{-12} یا یک میلیون متر می باشد.

یک میلی متر برابر با 10^{-3} متر می باشد.

۲-۱

(الف) مخلوط به نمونه ای از ماده می گویند که شامل دو یا چند ماده می باشد. مخلوط نسبت وزنی معین ندارد و به وسیله روش های فیزیکی می توان اجزای آن را از هم جدا نمود.

توکیب، جسم خالصی می باشد که از دو یا چند عنصر با درصد وزنی معین تشکیل می شود و می توان اجزای آن را با روش های شیمیایی به عناظر اولیه تجزیه نمود.

(پ) مخلوط ناهمگن، ترکیب یکنواختی ندارد و دارای قسمت هایی می باشد که از لحاظ فیزیکی قابل تشخیص از یکدیگر می باشند.

مخلوط همگن یکنواخت است و قسمت های تشکیل دهنده آن از لحاظ فیزیکی قابل جداسازی نمی باشند.

(ج) تغییر فیزیکی، تغییری می باشد که در آن مواد شیمیایی جدیدی به وجود نمی آید.

تغییر شیمیایی، تغییری می باشد که مواد اولیه به مواد جدید تبدیل می شوند.

(د) جرم، کمیتی از ماده می باشد. در حالی که دانسته، وزن واحد حجم می باشد.

(ه) $1/1000$ لیتر بیانگر حجم و معادل 1000 cm^3 بوده ولی 1000 cm^3 بیانگر سطح می باشد.

۳-۱

(الف) بد ب) آهن ج) فسفر د) پتاسیم ه) مس و کالت.

۴-۱

(الف) کلر ب) کروم ج) منیزیم د) منگنز ه) لیتیم و سرب.

۵-۱

(الف) Al ب) Sb ج) Ag د) Si ه) Na و Ne

۶-۱

(الف) Hg ب) H ج) He د) Sn ه) Sr و W

۷-۱

(الف) ۱) ب) ۲) ج) ۳) ۵) د) ه) ۱

۸-۱

(الف) ۴) ب) ۳) ج) ۵) د) ه) ۵

۹-۱

(الف) $10^{-3} \times 5/5$ یا 0.5778×10^{-3} . چهار رقم با معنی دارد، ب) 0.112 دو رقم با معنی دارد.

ج) $7/66$ چهار رقم با معنی دارد (با یک رقم بعد از اعشار).

د) $1/2$ با دو رقم معنی دارد (با یک رقم بعد از اعشار).

ه) $10^{-3} \times 2/2$ یا 0.0022×10^{-3} دو رقم با معنی دارد.

فصل اول

<p><u>١٥-١</u></p> <p>الف) $120 \cdot pm$ (ج) $150 \cdot kg$ (د) $1/5Mm$ (ب) $2 \cdot cg$</p> <p>هـ) $630 \cdot nm$ (و) $370 \cdot \mu m$ (ز) $120 \cdot nm$</p>	<p><u>١٦-١</u></p> <p>الف) $36Mg$ (ج) $30 \cdot Mm$ (د) $3 \cdot \mu m$ (ب) $36Mg$</p> <p>هـ) $17 \cdot fg$ (و) $6/5nm$ (ز) $17 \cdot fg$</p>	<p><u>١٧-١</u></p> <p>$?L = 1m^T \left(\frac{(1 \cdot dm)^T}{(1m)^T} \right) \left(\frac{1L}{1dm^T} \right) = 1 \cdot L$ (الف)</p> <p>$?m^T = 1L \left(\frac{1dm^T}{1L} \right) \left(\frac{(1m)^T}{(1 \cdot dm)^T} \right) = 1 \cdot ^{-T}m^T$ (ب)</p> <p><u>١٨-١</u></p> <p>$?nm = 1A^* \left(\frac{1m}{1 \cdot A^*} \right) \left(\frac{1 \cdot nm}{1m} \right) = 1 \cdot ^{-1}nm$ (الف)</p> <p>$?pm = 1A^* \left(\frac{1m}{1 \cdot A^*} \right) \left(\frac{1 \cdot ^{-1}pm}{1m} \right) = 1 \cdot ^{-1}pm$ (ب)</p> <p>$?pm = 1/99A^* \left(\frac{1 \cdot ^{-1}pm}{1A^*} \right) = 99pm$ (ج)</p> <p>$?nm = 1/99A^* \left(\frac{1 \cdot ^{-1}nm}{1A^*} \right) = 1/99nm$</p>	<p><u>١٩-١</u></p> <p>$?m = 1\text{فأتم} \cdot 55968 \left(\frac{6ft}{1\text{فأتم}} \right) \left(\frac{12in}{1ft} \right) \left(\frac{2/54cm}{1in} \right) \left(\frac{1m}{1cm} \right) = 1/0.91 \times 1 \cdot ^{-9}cm$</p>	<p><u>٢٠-١</u></p> <p>$?g = 1\text{اسكروبل} \left(\frac{1\text{گندم}}{1\text{اسكروبل}} \right) \left(\frac{1\text{اونس}}{1\text{گندم}} \right)$</p> <p>$?m = 1\text{اسكروبل} \left(\frac{1\text{گندم}}{1\text{اونس}} \right) \left(\frac{1\text{اونس}}{0.0251} \right) = 1/296g$</p>	<p><u>٢١-١</u></p> <p>باتوجه به جدول ١-٥: $1km = 1/62137 \cdot 10^6 \text{ مایل}$</p> <p>$?km = 1\text{فرلانگ} \left(\frac{1\text{مایل}}{1\text{فرلانگ}} \right) \left(\frac{1km}{10^6 \cdot \text{مایل}} \right) \left(\frac{12ft}{1m} \right) = 1/21 km$</p> <p>$?km = 1\text{فرلانگ} \left(\frac{1\text{مایل}}{1\text{فرلانگ}} \right) \left(\frac{5280 \cdot ft}{1m} \right) \left(\frac{1m}{1ft} \right) \left(\frac{1km}{1m} \right) \left(\frac{1m}{1 \cdot cm} \right) \left(\frac{1km}{1 \cdot ^{-3}m} \right) = 1/21 km$</p>	<p><u>٢٢-١</u></p> <p>الف) $14/5$ سه رقم با معنی دارد. ب) $11/200$ سه رقم با معنی دارد.</p> <p>بامعنى دارد. ج) $10^{-4} \times 1/94$ سه رقم با معنی دارد.</p> <p>د) $10^{-4} \times 1/94 \times 1/19$ یا $10^{-4} \times 1/94 \times 1/19 \times 1000$ دو رقم با معنی دارد.</p> <p>هـ) $10^{-4} \times 1/1 \times 10^4$ دو رقم با معنی دارد.</p>
<p><u>٢٣-١</u></p> <p>$?cm = 1km \left(\frac{1 \cdot ^{-T}m}{1km} \right) \left(\frac{1 \cdot cm}{1m} \right) = 1 \times 10^5 cm$ (الف)</p> <p>$?kg = 1mg \left(\frac{1g}{1 \cdot ^{-T}mg} \right) \left(\frac{1 \cdot ^{-T}kg}{1g} \right) = 1 \times 10^{-6} kg$ (ب)</p> <p><u>٢٤-١</u></p> <p>$?dm = 1dam \left(\frac{1 \cdot m}{1dam} \right) \left(\frac{1 \cdot dm}{1m} \right) = 1 \times 10^3 dm$ (ج)</p> <p>$?ns = 1 \cdot ms \left(\frac{1s}{1 \cdot ^{-T}ms} \right) \left(\frac{1 \cdot ns}{1s} \right) = 1 \times 10^{-9} ns$ (د)</p> <p>$?Tm = 1 \cdot \mu m \left(\frac{1m}{1 \cdot ^{-T}\mu m} \right) \left(\frac{1Tm}{1m} \right) = 1 \times 10^{-18} Tm$ (هـ)</p>	<p><u>٢٥-١</u></p> <p>$?kg = 1Gg \left(\frac{1 \cdot ^{-1}g}{1Gg} \right) \left(\frac{1kg}{1 \cdot ^{-1}g} \right) = 1 \times 10^6 Kg$ (الف)</p> <p><u>٢٦-١</u></p> <p>$?am = 1 \cdot pm \left(\frac{1m}{1 \cdot ^{-1}pm} \right) \left(\frac{1 \cdot ^{-1}am}{1m} \right) = 1 \times 10^8 am$ (ب)</p> <p>$?dam^T = 1E \left(\frac{1dm^T}{1E} \right) \left(\frac{(1 \cdot ^{-1}m)^T}{(1dm)^T} \right) \left(\frac{(1dam)^T}{(1 \cdot m)^T} \right) = 1/10 \times 10^{-6} dam^T$ (ج)</p> <p>$?ng = 1hg \left(\frac{1 \cdot ^{-1}g}{1hg} \right) \left(\frac{1 \cdot ^{-1}ng}{1g} \right) = 1 \times 10^{-11} ng$ (د)</p> <p>$?mm = E \Delta \mu m \left(\frac{1 \cdot ^{-3}m}{1 \mu m} \right) \left(\frac{1 \cdot ^{-3}mm}{1m} \right) = E/ \Delta \times 10^{-7} mm$ (هـ)</p>					

۱-۲۵

در ابتدا محیط استوا را بدست می آوریم:

$$C = \pi r = 2 \times \pi / 1416 \times 6378, km = 40074 \times 10^3 km$$

$$?yd = 2 / 570 \times 10^3 m \left(\frac{1/496 \times 10^3 km}{1000} \right) \left(\frac{1 \text{ دور}}{40074 \times 10^3 km} \right)$$

$$= 9/594 \text{ دور}$$

۲۶-۱

$$?yd = 100 m \left(\frac{100 cm}{1 m} \right) \left(\frac{1 m}{1/54 cm} \right) \left(\frac{1 ft}{12 m} \right) \left(\frac{1 yd}{1 ft} \right) \quad \text{(الف)}$$

$$= 100 yd$$

از آن جا که $1m = 100 yd$ می باشد پس $9/594$ ٪ افزایش داشته است.

(ب)

$$?L = 100 L \left(\frac{100 ml}{1 L} \right) \left(\frac{1 ml}{1/42 ml} \right) \left(\frac{1 \text{ بابت}}{1 \text{ بابت}} \right) \left(\frac{1 \text{ کوارت}}{472 \times 10^3 ml} \right) \quad \text{(کوارت) ?}$$

$$= 100 \text{ کوارت} \quad \text{کوارت = ? کوارت}$$

از آن جا که $1L = 100 ml$ پس 100 ٪ افزایش داشته است.

(ج)

$$?lb = 100 kg \left(\frac{100 g}{1 kg} \right) \left(\frac{1 lb}{1000 g} \right) = 2/20 lb$$

از آن جا که $1kg = 2/20 lb$ اگر هر دو بوند را یک کیلوگرم در نظر بگیریم، 100 ٪ افزایش داشته است.

۲۷-۱

$$?m^3 = 1 \left(\frac{128 ft^3}{1 \text{ بسته چوب}} \right) \left(\frac{(12/100)^3}{(1 ft)^3} \right) \quad \text{(الف)}$$

$$\left(\frac{12/54 cm}{(100)^3} \right) \left(\frac{(10^{-3} m)^3}{1 cm^3} \right) = 3/162 m^3$$

۲۸-۱

$$?cm^3 = 1 \text{ گالان} \left(\frac{1281 ln^3}{1 \text{ گالان}} \right) \left(\frac{(12/54 cm)^3}{(100)^3} \right) \\ = 3/79 \times 10^3 cm^3$$

۲۹-۱

(الف)

$$\frac{18K}{18K} \times 100\% = 100\%$$

(ب)

$$?K = 1.8715 Au \left(\frac{18K}{1.1 \times 10^3} \right) = 21K$$

$$?m^3 = \frac{1 \text{ بشکه بزرگ}}{1 \text{ تن}} \left(\frac{1 \text{ بشکه بزرگ}}{1000 \text{ بشکه}} \right) \left(\frac{1000}{1 \text{ تن}} \right) \quad \text{(الف)}$$

$$\left(\frac{126}{1 \text{ گالان}} \right) \left(\frac{1/7857}{1 \text{ گالان}} \right) \left(\frac{1/1000}{1 \text{ گالان}} \right)$$

$$\left(\frac{(1-1)m^3}{(1dm^3)} \right) = 0.954 m^3$$

$$e = \frac{M}{\text{زمان}} \quad M = \text{مربخ} \quad \text{زمان} = \frac{1}{e} \quad \text{(الف)}$$

$$1M \left(\frac{1/184 \times 10^3 s}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \text{ دقیقه}}{60 \text{ دقیقه}} \right) \left(\frac{1 \text{ ساعت}}{60 \text{ دقیقه}} \right) \quad \text{(الف)}$$

$$\left(\frac{1}{24 \text{ ساعت}} \right) = 1/0.24 e \quad \text{(ب)}$$

$$1M \left(\frac{5/935 \times 10^3 s}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \text{ دقیقه}}{60 \text{ دقیقه}} \right) \left(\frac{1 \text{ ساعت}}{60 \text{ دقیقه}} \right) \quad \text{(الف)}$$

$$\left(\frac{1}{24 \text{ ساعت}} \right) = 686/9 e \quad \text{(ج)}$$

$$M \left(\frac{5/935 \times 10^3 s}{1 \text{ سال}} \right) \left(\frac{1 \text{ روز}}{1/184 \times 10^3 s} \right) \quad \text{(الف)}$$

$$= 669/6 M$$

۲۴-۱

مشتری J

(الف)

$$J \text{ سال} = ? \text{ روز} e \quad \text{(الف)}$$

$$\left(\frac{1}{24 \text{ ساعت}} \right) = 1/41.1 e \quad \text{(ب)}$$

$$J \text{ سال} = ? \text{ روز} e \quad \text{(الف)}$$

$$\left(\frac{1}{24 \text{ ساعت}} \right) = 4332 e \quad \text{(ج)}$$

$$J \text{ سال} = ? \text{ روز} J \quad \text{(الف)}$$

$$= 1/0.56 \times 10^4 J$$

فصل اول

$$\underline{36-1} \quad ? g Fe = 165 lb \left(\frac{742/6g}{1lb} \right) \left(\frac{1.1 \times 1.1 \cdot 10^7 g Fe}{100 g} \right) \quad \underline{30-1}$$

$$\left(\frac{1.1 \cdot 10^7 mg Fe}{1 g Fe} \right) = 2/99 \times 10^7 mg Fe \quad \text{(الف)}$$

$$\underline{37-1} \quad \underline{30-1}$$

الف) ابتدا مقدار آبیاز هر کدام از سه فلز مورد نظر را حساب می‌کنیم.

$$? g Cu = (1/100 \times 10^7 g Au) \left(\frac{100 g}{5/10 g Cu} \right) \\ = 1/62 \times 10^7 g \text{ آبیاز}$$

$$? g Zn = (350 g Au) \left(\frac{100 g}{25/10 g Zn} \right) \\ = 1/40 \times 10^7 g \text{ آبیاز}$$

$$? g Ni = (200/10 g Au) \left(\frac{100 g}{15/10 g Ni} \right) \\ = 1/32 \times 10^7 g \text{ آبیاز}$$

با توجه به مقادیر بدست آمده در بالا مشخص می‌شود که نیکل محدود کننده واکنش بوده و باید مقادیر مس و روی لازم برای تهیه $10^7 g$ آبیاز را حساب و از مقادیر اصلی کم کنیم.

(ب)

$$? g Cu = 1/32 \times 10^7 g \left(\frac{5/10 g Cu}{100 g} \right) = 798 g Cu$$

$$\text{مقدار مس باقی مانده} \\ 1/100 \times 10^7 g Cu - 798 g Cu = 2 \times 10^7 g Cu$$

$$? g Zn = 1/32 \times 10^7 g \left(\frac{25/10 g Zn}{100 g} \right) \\ = 223 g Zn$$

$$\text{مقدار روی باقی مانده} \\ 350 g Zn - 223 g Zn = 17 g Zn$$

38-1

الف) ابتدا مقدار هر کدام از سه فلز مورد نظر را حساب می‌کنیم.

$$? g Pb = (1/83 \times 10^7 g Au) \left(\frac{100 g}{5/10 g Pb} \right) \\ = 1/50 \times 10^7 g \text{ آبیاز}$$

$$? g Sb = (250 g Au) \left(\frac{100 g}{15/10 g Sb} \right) = 1/67 \times 10^7 g \text{ آبیاز}$$

$$? g Au + 17 g Fe = 48 g \text{ آبیاز}$$

$$\frac{17 g Au}{100 g Au} \times 1/100 = 1/77 g Au$$

$$? K = 1/77 g Au \left(\frac{24}{100 g Au} \right) = 1.8 K$$

ب) گرم مس لازم، جهت تهیه طلا

$$24-14 = 10$$

$$? g Cu = 125 g Au \left(\frac{10 g Cu}{115 g Au} \right) = 25 g Cu$$

$$\underline{31-1} \quad ? g Pt = 125 g Au \left(\frac{10 g Pt}{5 g Au} \right) = 83/3 g Pt$$

32-1

$$? g Zn = 235 g Cu \left(\frac{10 g Zn}{50 g Cu} \right) \\ = 1/27 \times 10^7 g Zn$$

33-1

$$? g Sn = 1/75 kg Cu \left(\frac{10 g Sn}{100 g Cu} \right) \left(\frac{100 g}{1 kg} \right) \\ = 175 g Sn$$

(ب)

$$? g Cu = 1/75 kg Cu \left(\frac{100 g}{1 kg} \right) \left(\frac{100 g}{90 g Cu} \right) \\ = 1/94 \times 10^7 g \text{ آبیاز}$$

34-1
(الف)

$$? g Cu = 500 g Ag \left(\frac{20 g Cu}{100 g Ag} \right) \\ = 100 g Cu$$

(ب)

$$? g Ag = 635 g Ag \left(\frac{100 g}{57 g Ag} \right) \\ = 1/01 \times 10^7 g \text{ لحیم}$$

35-1

$$? g Au = 1/6 \times 10^{-12} Tg \left(\frac{10 g Au}{1 Tg} \right) \\ \left(\frac{4 g Au}{10 g Ag} \right) \left(\frac{10 g Au}{100 g Au} \right) \\ = 6/4 \times 10^{-12} g Au$$

۱۰ مقدمه

$$g(Sb) = (250 \text{ g}) \left(\frac{1 \text{ آلباز}}{250 \text{ g}} \right) = 250 \text{ آلباز}$$

با توجه به این که سرب عامل محدودکننده واکنش تهیه آلباز است، مقادیری از آنتیموان و قلع باقی ماند.

(ب)

$$g(Sb) = (250 \text{ g}) \left(\frac{1 \text{ آلباز}}{250 \text{ g}} \right) = 250 \text{ g آلباز}$$

مقدار Sb باقی مانده

$$250 \text{ g} - 250 \text{ g} = 0 \text{ g}$$

$$g(Sn) = (45 \text{ g}) \left(\frac{1 \text{ آلباز}}{45 \text{ g}} \right) = 45 \text{ g آلباز}$$

مقدار Sn باقی مانده

$$100 \text{ g} - 45 \text{ g} = 55 \text{ g}$$

۳۹-۱

(الف)

$$s = 14 \text{ دقیقه} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ دقیقه}} \right) = 840 \text{ s}$$

$$14 + 48 \text{ s} = 840 \text{ s} + 48 \text{ s} = 888 \text{ s}$$

$$s = \left(\frac{1 \text{ مایل}}{165 \text{ yard}} \right) \left(\frac{1 \text{ yard}}{3 \text{ feet}} \right) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ دقیقه}} \right)$$

$$\left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ دقیقه}} \right) = 3/80 \text{ ساعت / مایل}$$

(ب)

$$s = \left(\frac{165 \text{ yard}}{165 \text{ feet}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{1 \text{ yard}} \right) \left(\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ cm}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right)$$

$$= 1/70 \text{ m/s}$$

۴۰-۱

(الف)

$$s = \left(\frac{5280 \text{ feet}}{1 \text{ مایل}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{3 \text{ feet}} \right) \left(\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ cm}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right) = 138435 \text{ km/h}$$

$$25 \text{ دقیقه} = 25 \text{ دقیقه} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ دقیقه}} \right) + 2 \text{ دقیقه}$$

$$= 145 \text{ دقیقه}$$

$$s = \left(\frac{128435 \text{ feet}}{1 \text{ مایل}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{3 \text{ feet}} \right) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ دقیقه}} \right)$$

$$= 1018 \text{ ساعت / مایل}$$

$$g(m) = \left(\frac{128435 \text{ feet}}{1 \text{ مایل}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{1 \text{ in}} \right) \left(\frac{1 \text{ in}}{1 \text{ cm}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right) \left(\frac{1 \text{ دقیقه}}{60 \text{ s}} \right) = 1818 \text{ m/s}$$

۴۱-۱

$$\left(\frac{km}{1 \text{ hour}} \right) \left(\frac{1 \text{ مایل}}{1 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ مایل}}{1 \text{ feet}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{1 \text{ in}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ in}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right) \left(\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ cm}} \right) = 189 \text{ km/h}$$

۴۲-۱

$$\left(\frac{cm}{1 \text{ hour}} \right) \left(\frac{1 \text{ مایل}}{1 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ مایل}}{1 \text{ feet}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{1 \text{ in}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \right) \left(\frac{1 \text{ ساعت}}{1 \text{ دقیقه}} \right) \left(\frac{1 \text{ دقیقه}}{60 \text{ s}} \right) = 0.144 \text{ cm/s}$$

۴۳-۱

$$\left(\frac{m}{s} \right) = \left(\frac{1 \text{ بروخورد}}{1 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ بروخورد}}{1 \text{ feet}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{1 \text{ cm}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right) = 1/183 \times 10^7 \text{ m/s}$$

۴۴-۱

$$km = \left(\frac{1 \text{ سال نوری}}{1 \text{ دویز}} \right) \left(\frac{1 \text{ دویز}}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \text{ روز}}{1 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ ساعت}}{1 \text{ دقیقه}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ second}} \right) \left(\frac{1 \text{ second}}{1 \text{ minute}} \right) \left(\frac{1 \text{ minute}}{1 \text{ hour}} \right) \left(\frac{1 \text{ hour}}{1 \text{ day}} \right) \left(\frac{1 \text{ day}}{1 \text{ year}} \right) = 9.46 \times 10^{17} \text{ km}$$

۴۵-۱

(الف)

$$2\pi r = 2 \times 3/14 \times 6/378 \times 10^7 \text{ km}$$

$$= 4/0.74 \times 10^7 \text{ km}$$

$$= 4/0.74 \times 10^7 \text{ m}$$

$$\left(\frac{m}{s} \right) = \left(\frac{4/0.74 \times 10^7 \text{ m}}{1 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ ساعت}}{1 \text{ دقیقه}} \right) \left(\frac{1 \text{ دقیقه}}{60 \text{ s}} \right) =$$

$$\left(\frac{m}{s} \right) = 4/628 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\left(\frac{\text{مایل}}{\text{ساعت}} \right) = \left(\frac{4/0.74 \times 10^7 \text{ m}}{1 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ مایل}}{1 \text{ feet}} \right) \left(\frac{1 \text{ feet}}{1 \text{ in}} \right)$$

$$\left(\frac{\text{مایل}}{\text{ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ مایل}}{12 \text{ in}} \right) = 1/0.38 \times 10^7 \text{ m/s}$$

فصل اول

$$\frac{g}{cm^3} = \left(\frac{\gamma/\gamma_{kg}}{(1/10 \cdot cm)^3} \right) \left(\frac{1 \cdot g}{1 kg} \right) = 1/972 g/cm^3$$

٤٧-١

$$\frac{g}{cm^3} = \left(\frac{\gamma/\gamma_{kg}}{(1/10 \cdot cm)^3} \right) \left(\frac{1 \cdot g}{1 kg} \right)$$

٤٨-١

$$= 21/45 g/cm^3$$

٤٩-١

$$\frac{cm^3}{?} = 1/10 \cdot \left(\frac{1 \cdot g}{1 \cdot g} \right) \left(\frac{1 \cdot cm^3}{\gamma/10 \cdot g} \right) \\ = 1/10 \cdot 570 \cdot cm^3$$

٥٠-١

$$\frac{cm^3}{?} = 1/10 \cdot g \left(\frac{1 \cdot cm^3}{\gamma/10 \cdot g} \right) = 1/10 \cdot 570 \cdot cm^3$$

$$\frac{cm^3}{?} = 1/10 \cdot g \left(\frac{1 \cdot cm^3}{\gamma/22 \cdot g} \right) \\ = 1/10 \cdot 450 \cdot cm^3$$

٥١-١

$$\frac{m^3}{?} = 1/991 \times 1 \cdot 10^3 \cdot kg \left(\frac{1 \cdot g}{1 kg} \right) \left(\frac{1 \cdot cm^3}{1/10^3 \cdot g} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot m^3}{(1 \cdot cm)^3} \right) = 1/412 \times 1 \cdot 10^3 m^3$$

٥٢-١

$$\frac{m^3}{?} = 1/979 \times 1 \cdot 10^3 \left(\frac{kg \cdot 1 \cdot g}{1 kg} \right) \left(\frac{1 \cdot cm^3}{1/10^3 \cdot g} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot m^3}{(1 \cdot cm)^3} \right) = 1/412 \times 1 \cdot 10^3 m^3$$

٥٣-١

$$V = 2/85 m \times 4/572 m \times 2/438 m$$

$$V = 4 \cdot 774 m^3 \quad \text{حجم اتاق}$$

$$\frac{g}{?} = 4 \cdot 774 m \left(\frac{1 \cdot dm^3}{(1 \cdot m)^3} \right) \left(\frac{1 \cdot L}{1 dm} \right) \left(\frac{1 \cdot Y \cdot \Delta g}{1 \cdot L} \right)$$

$$= 4/913 \times 1 \cdot 10^3 g$$

٥٤-١

$$V = 2/10 m \times 2/10 m \times 2/10 m$$

$$V = 2/10 m^3 \quad \text{حجم استخر}$$

$$\frac{g}{?} = 2/10 m^3 \left(\frac{1 \cdot cm^3}{(1 \cdot m)^3} \right) \left(\frac{1 \cdot g}{1 cm^3} \right) = 2/10 \times 1 \cdot 10^3 g$$

٥٥-١

$$\frac{g}{mL} = \left(\frac{1 \cdot L}{100 \cdot mL} \right) \left(\frac{1 \cdot kg}{1 \cdot L} \right) \left(\frac{1 \cdot g}{1 kg} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot L}{1 \cdot mL} \right) = 1/100 g/mL$$

(ب) $2\pi r = 2 \times \pi/14 (1/496 \times 1 \cdot 10^8 km)$

$$= 9/3996 \times 1 \cdot 10^8 km$$

محيط مداری که در آن زمین به دور خورشید می چرخد.

$$\frac{m}{s} = \left(\frac{9/3996 \times 1 \cdot 10^8 m}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \text{ ساعت}}{24 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{1 \text{ دقیقه}}{60 \text{ دقیقه}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot \text{دقیقه}}{60 \cdot s} \right) \left(\frac{1 \cdot m}{1 km} \right) = 2/979 \times 1 \cdot 10^4 m/s$$

$$\frac{miles}{hour} = \left(\frac{9/3996 \times 1 \cdot 10^8 m}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{24 \cdot \text{ساعت}} \right) \left(\frac{1 \cdot m}{1 km} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{1 \cdot \text{ساعت}} \right) \left(\frac{1 \cdot m}{2/54 \cdot cm} \right) \left(\frac{1 \cdot ft}{12 \cdot in} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{مایل}}{5280 \cdot ft} \right)$$

$$= 6/663 \times 1 \cdot 10^4 \text{ مایل/ساعت}$$

٤٦-١
(الف)

$$2\pi r = 2 \times \pi/1416 \times 2/426 \times 1 \cdot 10^8 km$$

$$= 1/10306 \times 1 \cdot 10^8 km$$

$$\frac{miles}{hour} = \left(\frac{1/10306 \times 1 \cdot 10^8 m}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{24 \cdot \text{ساعت}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{1 \cdot \text{ساعت}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{مایل}}{2/54 \cdot cm} \right) = 0/8756$$

$$\frac{m}{s} = \left(\frac{1/8756 \times 1 \cdot 10^8 m}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{24 \cdot \text{ساعت}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{دقیقه}}{60 \cdot \text{دقیقه}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot \text{دقیقه}}{60 \cdot s} \right) \left(\frac{1 \cdot m}{1 km} \right) = 2/020 m/s$$

(ب)

$$2\pi r' = 2 \times \pi/1416 \times 2/426 \times 1 \cdot 10^8 km$$

$$= 2/8417 \times 1 \cdot 10^8 km$$

$$\frac{miles}{hour} = \left(\frac{2/8417 \times 1 \cdot 10^8 m}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{24 \cdot \text{ساعت}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{1 \cdot \text{ساعت}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{مایل}}{2/54 \cdot cm} \right) = 1/072 \times 1 \cdot 10^4 \text{ مایل/ساعت}$$

$$\frac{m}{s} = \left(\frac{1/072 \times 1 \cdot 10^4 km}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{ساعت}}{24 \cdot \text{ساعت}} \right) \left(\frac{1 \cdot \text{دقیقه}}{60 \cdot \text{دقیقه}} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot \text{دقیقه}}{60 \cdot s} \right) \left(\frac{1 \cdot m}{1 km} \right) = 4/790 \times 1 \cdot 10^4 m/s$$

$$\gamma g H_2O = \gamma \cdot / \cdot m^T H_2O \left(\frac{1g}{1cm^3} \right) = \gamma \cdot / \cdot g H_2O$$

$$m_{Fe} + m_W = 1.91/\lambda \Rightarrow$$

$$m_{Fe} + m_W = 1.91/\lambda - \gamma \cdot / \cdot = 1.21/\lambda$$

$$\gamma cm^T = 1.21/\lambda g Fe \left(\frac{1cm^T}{\gamma/\lambda g Fe} \right) = 1.21 / \cdot cm^T$$

$$V_{JF} = V_{Fe} + V_{H2O} = 1.21 / \cdot cm^T + \gamma \cdot / \cdot cm^T$$

$$= 2.0 / \cdot cm^T$$

$$V_{مکعب} = a^3 \Rightarrow a = V^{1/3} = (2.0 / \cdot cm^T)^{1/3}$$

$$= 5.85 cm$$

طول يك يال مكعب

$$\frac{g}{mL} ? = \left(\frac{\Delta Y / \gamma_{lb}}{1 / t^2} \right) \left(\frac{\epsilon \Delta T / \gamma_B}{1 / b} \right) \left(\frac{(1 / t)^T}{(1 / \tau_{in})^T} \right)$$

$$\left(\frac{(1 / t)^T}{(1 / \tau_{in})^T} \right) = 1.924 g/cm^T$$

٥٦-١٥٧-١

حجم ونوس

$$\gamma m^T = \gamma / \lambda \lambda^3 \times 1.21 T_B \left(\frac{1 / \tau_B}{1 / \tau_g} \right) \left(\frac{1 cm^{1/T}}{\Delta / \gamma \Delta \tau_B} \right)$$

$$\left(\frac{1 / \tau_m}{1 cm^T} \right) = 9.29 \times 1.21 m^T$$

$$V = \frac{\pi}{3} \pi r^3 = 9.29 \times 1.21 m^T = \frac{\pi}{3} \times 3 / 1416 \times r^3$$

$$r = 5.85 \Delta^3 \times 1.21 m = 5.85 \Delta^3 Mm$$

٥٨-١

$$d = \frac{m}{V} : d_e = \frac{m_e}{V_e} : d_s = \frac{m_s}{V_s} : V_e = \frac{m_e}{d_e}$$

$$V_s = \frac{m_s}{d_s} :$$

$$\frac{V_s}{V_c} = \frac{m_s/d_s}{m_c/d_c} = \frac{m_s \cdot d_e}{m_c \cdot d_s} = \left(\frac{m_s}{m_c} \right) \left(\frac{d_e}{d_s} \right)$$

$$\frac{V_s}{V_c} = (9.29 / 1) \left(\frac{1}{1.1115} \right) = 8.23 / .$$

٥٩-١

$$V = \text{ارتفاع} \times \text{سطح} = (1.21 \cdot cm^T) / (8.23 \cdot cm)$$

$$= 1.21 \cdot cm^T$$

$$\gamma g Hg = 1.21 \cdot cm^T Hg \left(\frac{1.21 g_{Hg}}{1.21 g_{H2O}} \right)$$

$$= 1.21 \cdot cm^T g Hg$$

$$\gamma cm^T = 1.21 \cdot cm^T \gamma H_2O \left(\frac{1 cm^T H_2O}{1.21 g_{H_2O}} \right)$$

$$= 1.21 \cdot cm^T H_2O$$

ارتفاع × سطح

$$1.21 \cdot cm^T = 1 cm^T \times \text{ارتفاع} \Rightarrow$$

$$h = 1.21 \cdot cm^T$$

٦٠-١

$$1.21 \cdot g/cm^T - 1.21 g/cm^T$$

اختلاف دانسيته

$$m_{Fe} + m_W = 1.91/\lambda \cdot g$$

$$m_{Fe} + m_e = 1.21/\lambda \cdot g$$

$$- 1.21/\lambda \cdot g$$

$$= 14.62 g$$

اختلاف وزن

$$V = \frac{14.62 g}{1.21 g/cm^T} = 12 cm^T$$

چگیده‌ی مطالعه:

نظريه‌ی نوين اتمی از آزمایش‌های جان دالتون که نظريه‌ی خود را بر قانون بقای جرم و قانون نسبت‌های معین استوار کرده بود، نشأت می‌گيرد. دالتون قانون سوم ترکيب شيميايی، يعني قانون نسبت‌های چندگانه را نيز ارائه نمود.

اتم که کوچکترین ذره‌ی تشکيل‌دهنده‌ی تركيبات شيميايی است، از ذرات ريزتری به نام ذرات بنیادي تشکيل شده است. ذرات بنیادي يعني الکترون، پروتون و نوترون از طریق آزمایش، شناسایی و موقعیت آن‌ها در اتم مشخص شد:

الکترون باز منفی (-e) دارد، پروتون دارای باز مثبت برابر با باز الکترون با علامت مخالف (+e) دارد. نوترون باز ندارد. جرم الکترون بسیار کوچکتر از اجرام پروتون و نوترون است.

پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته که مرکز اتم است، قرار دارند. اندازه‌ی هسته در مقایسه‌ی با کل اتم بسیار کوچک است. اما تقریباً کل جرم اتم را تشکیل می‌دهد و بهواسطه‌ی پروتون‌ها باز مثبت دارد. الکترون‌ها بخش اعظم حجم اتم را اشغال می‌کنند و در پیرامون هسته قرار دارند. تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در اتم خنثی برابر است. يعني کل باز منفی برابر با کل باز مثبت است. تعداد الکترون‌های یون‌های منفی، بيشتر از تعداد پروتون‌ها و تعداد الکترون‌های یون‌های مثبت، كمتر از تعداد پروتون‌ها می‌باشد.

تعداد پروتون‌های اتم با عدد اتمی مشخص می‌شود. تمام اتم‌های یک عنصر عدد اتمی یکسان دارند. موقعیت عناصر در جدول تناوبی با عدد اتمی مشخص می‌شود. عناصری که در یک ردیف افقی جدول قرار دارند، یک تناوب را تشکیل می‌دهند و عناصر یک ستون عمودی جدول، خواص شيميايی مشابهی دارند و تشکیل یک گروه را می‌دهند. عناصر در جدول به سه دسته‌ی فلز، نافلز و شبه فلز طبقه‌بندی می‌شوند.

عدد جرمی، تعداد کل پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته‌ی اتم را نشان می‌دهد. اتم‌های یک عنصر که جرم‌های متفاوت دارند، (يعني تعداد نوترون‌های شان متفاوت است) ايزوتوب نامیده می‌شوند. جرم اتم‌ها براساس جرم اتم C^{12} که دقیقاً 12amu می‌باشد تعیین شود. وزن اتمی یک عنصر شامل جرم تمام ايزوتوب‌های آن با در نظر گرفتن فراوانی آن‌ها تعیین می‌شود.

تمرین‌ها:

نظریه‌ی دالتون، قانون ترکیبات شیمیایی:

۲-۱: قانون بقای جرم و قانون نسبت‌های معین را تعریف کنید. تفاوت آن‌ها را بیان کنید. نظریه‌ی دالتون چه توضیحی در خصوص این قوانین دارد؟

۲-۲: قوانین نسبت‌های معین و چندگانه را مقایسه کنید. در توضیح خود از ترکیبات NO_2 و NO استفاده کنید.

۲-۳: در ترکیب (الف) 50.0 g اکسیژن ترکیب شده و در ترکیب (ب) 50.0 g گوگرد با 75.0 g اکسیژن ترکیب شده است. به کمک این داده‌ها قانون نسبت‌های چندگانه را شرح دهید. نظریه‌ی دالتون، این تجربه‌ها را چگونه شرح می‌دهد.

۲-۴: در متان 15 g هیدروژن با 35 g کربن ترکیب شده است. در اتیلن 30.8 g هیدروژن با 18.0 g کربن ترکیب می‌شود. قانون نسبت‌های چندگانه را با کمک این داده‌ها شرح دهید.

۲-۵: دالتون عقیده داشت، اتم‌های یک عنصر از هر نظر شبیه می‌باشند. اشکال این قسمت از نظریه چیست و چگونه اصلاح می‌شود؟

۲-۶: اتم کلر ۲ ایزوتوپ طبیعی ^{37}Cl و ^{35}Cl دارد. هیدروژن با کلر، کلرید هیدروژن (HCl) تشکیل می‌دهد. آیا مقدار هیدروژن ترکیب شده با این ایزوتوپ‌ها متفاوت است. در آن صورت قانون نسبت‌های معین را شرح دهید.

دروافت بدقیقای:

۲-۷: کدامیک از یون‌های مثبت زیر در میدان الکتریکی بیشتر منحرف می‌شوند؟ چرا؟

(الف) Ne^+ یا (ب) H^+

۲-۸: تامسون نسبت بار به جرم $\left(\frac{q}{m}\right)$ را برای الکترون بدست آورد. چرا به روش تامسون نمی‌شود q و m را جداگانه بدست اورد؟

۲-۹: در بررسی پرتوهای مثبت دیده شد که نسبت $\frac{q}{m}$ پروتون نسبت به هریون مثبت دیگری بزرگتر است. مقدار $\frac{q}{m}$ یون‌های زیر را حساب کنید.

(الف) H^+ با جرم $1.167 \times 10^{-24}\text{ g}$

(ج) Ne^{2+} با جرم $2.32 \times 10^{-23}\text{ g}$

۲-۱۰: در آزمایش قطره‌ی روغن میلیکان عددی زیر بار روی ۳ قطره‌ی روغن را نشان می‌دهد. $\text{C}^{19-} - 8.0 \times 10^{-19}\text{ C}$ و $\text{C}^{19-} - 2.4 \times 10^{-19}\text{ C}$ و $\text{C}^{19-} - 4.8 \times 10^{-19}\text{ C}$

(الف) چرا این مقادیر با هم متفاوتند؟ چگونه می‌توان واحد بار الکتریکی را از این مقادیر محاسبه کرد.

هسته‌ی اتم:

۲-۱۱: پرتوهای نشر شده از عناصر رادیواکتیو طبیعی را نام برده توضیح دهید.

۲-۱۲: رادرفورد در آزمایش‌های ذره‌ی آلفا از چند ورقه‌ی فلزی نازک استفاده کرد. تعداد انحراف‌های زاویه‌ای ورقه‌ی مس را با ورقه‌ی طلا با ضخامت یکسان مقایسه کنید.

۲-۱۳: شعاع تقریبی هسته (r) از فرمول زیر بدست می‌آید.

$$r = A^{1/3} \times 10^{-13} \text{ cm}$$

که در آن A عدد جرمی هسته است. شعاع هسته‌ی ^{27}Al چقدر است؟ می‌دانیم شعاع اتمی تقریباً 143 pm است. اگر قطر این اتم 1100 km (621 مایل) باشد، قطر هسته‌ی آن را برحسب سانتیمتر حساب کنید.

۲-۱۴: با استفاده از داده‌های مسئله‌ی ۱۳-۲ حجم هسته‌ی اتم آلمینیوم را حساب کنید. (حجم کره برابر است با $\frac{4}{3}\pi r^3$).

فصل دوم

نحوه ایجاد اتم:

- ۱۵-۲: الف) اجزای اتم As^{75} را مشخص کنید.
 ب) نشانه‌ی اتمی که ۸۰ پروتون و ۱۲۲ نوترون دارد را بدست آورید.
- ۱۶-۲: اجزای اتم Ag^{107} را مشخص کنید.
 ب) نشانه‌ی اتمی که ۷۹ پروتون و ۱۱۸ نوترون دارد را بدست آورید.
- ۱۷-۲: جدول زیر را کامل کنید.

ناماد	Z	A	پروتون	نوترون	الکترون
Cs	۵۵	۱۲۲			
Bi		۲۰۹			
	۵۶	۱۳۸			
Sn		۷۰			
Kr		۸۴			
Sc ^{۲+}		۲۴			
		۸			۱۰

۱۸-۲: جدول زیر را کامل کنید.

ناماد	Z	A	پروتون	نوترون	الکترون
Ca	۲۰	۴۰			
Ge		۷۴			
	۲۴	۵۲			
Te		۷۸			
La		۸۲	۱۳۹		
Zn ²⁺		۲۴			
		۷			۱۰

۱۹-۲: الف) یون Ag^+ چند الکترون و چند پروتون دارد. ب) یون Se^{17-} چطور؟

۲۰-۲: الف) یون $Ga^{۳+}$ چند الکترون و چند پروتون دارد. ب) یون A^- چطور؟

جدول تناوبی:

۲۱-۲: تناوب و گروه جدول تناوبی را مقایسه کنید.

۲۲-۲: چند عنصر در تناوب سوم و تناوب چهارم وجود دارد.

۲۳-۲: عناصر زیر فلز هستند یا نافلز؟

Pt (د)	P (ج)	K (ب)
Br (د)	Bi (ج)	Ba (ب)

ایزوتوپ، وزن اتمی:

۲۵-۲: نقره در طبیعت ۲ ایزوتوپ دارد. Ag^{47} با جرم اتمی $۱۰۶/۹۰۶۴$ و $Ag^{۱۰۹}$ با جرم اتمی $۱۰۸/۹۰۵$ وزن اتمی نقره $۱۰۷/۸۶۸$ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن را حساب کنید.

۲۶-۲: رنیوم در طبیعت ۲ ایزوتوپ دارد. $Re^{۷۵}$ با جرم اتمی $۱۸۴/۹۵۳۲$ و $Re^{۱۸۵}$ با جرم اتمی $۱۸۶/۹۵۶۴$ وزن اتمی آن $۱۸۶/۲۰۷۶$ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن را حساب کنید.

۲۷-۲: وانادیوم در طبیعت ۲ ایزوتوپ دارد. $V^{۵۱}$ با جرم اتمی $۴۹/۹۴۷۶$ و $V^{۵۳}$ با جرم اتمی $۵۰/۹۴۴۶$ وزن اتمی آن $۵۰/۹۴۱۵$ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن را حساب کنید.

۲۸-۲: لیتیوم در طبیعت ۲ ایزوتوپ دارد. Li^6 با جرم اتمی $6/01544$ و Li^7 با جرم اتمی $7/01664$ وزن اتمی آن $6/01941$ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن را حساب کنید.

۲۹-۲: عنصری شامل ۶۰/۱۰٪ ایزوتوپی با جرم اتمی $6/0192624$ و ۳۹/۹۰٪ ایزوتوپی به جرم اتمی $6/01925$ است. وزن اتمی آن را حساب کنید.

۳۰-۲: عنصری شامل ۹۰/۰۱٪ ایزوتوپی با جرم اتمی $6/0199224$ و ۹/۹۹٪ ایزوتوپی به جرم اتمی $6/0199442$ و ۹/۹۹٪ ایزوتوپی با جرم اتمی $6/021990$ است. وزن اتمی آن را حساب کنید.

تمرین‌های مطلب‌بندی شده:

۳۱-۲: می‌دانیم $\frac{q}{m}$ پروتون (H^+) نسبت به هریون مثبت دیگری بیشتر است.

الف) مقدار $\frac{q}{m}$ پروتون چقدر است؟
ب) بار اتم هلیون با جرم تقریبی $(g = 6/64 \times 10^{-24})$ چقدر باشد، تا یون

حاصل از آن $\frac{q}{m}$ مساوی یا بزرگتر از $\frac{q}{m}$ پروتون داشته باشد؟

ج) چرا بدست آوردن این بار الکتریکی غیرممکن است؟

۳۲-۲: مس دارای ۲ ایزوتوپ Cu^{63} با جرم اتمی $62/93044$ و Cu^{65} با جرم اتمی $64/92824$ می‌باشد. وزن اتمی آن $62/54624$ می‌باشد. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن را حساب کنید.

۳۳-۲: به کمک جدول تناوبی مشخص کنید:

الف) Cu^{63} در کدام تناوب قرار دارد.
ب) Cu^{63} فلز است یا نافلز؟

ج) چه عناصری خواص شیمیایی مشابه Cu^{63} دارند.

۳۴-۲: الف) اجزای اتم Cu^{63} و Cu^{65} هر یک چند الکترون دارند.
ب) Cu^+ و Cu^{2+} هر یک را مشخص کنید.

۳۵-۲: ایزوتوپ‌های نئون اولین ایزوتوپ‌های شناخته شده هستند. مقادیر $\frac{q}{m}$ آن‌ها عبارت است از $10^{-24} \times 1.60 \times 10^{-19}$ و $10^{-24} \times 1.66 \times 10^{-19}$. می‌دانیم بار الکترون C^{19} و یک C برابر با $g = 4/38 \times 10^{-24}$ است. برای هر یک از $\frac{q}{m}$ ها، جرم مربوط به

هر واحد بار را بحسب واحد جرم اتمی Na حساب کنید. عدد جرمی و بار مربوط به مقادیر $\frac{q}{m}$ را بدست آورید.

حل تمرین های فصل ۲

نظریه دالتون و قوانین ترکیبات شیمیایی

۱-۲

قانون بقای ماده بیان می دارد که در یک واکنش شیمیایی عادی تغییرات جرم محسوس نمی باشد. به عبارتی وزن محصولات و مواد اولیه با هم برابرند. دالتون بیان می دارد: که واکنش های شیمیایی از تجمعی یا تفکیک اتمها به وجود می آیند و در طول واکنش هیچ اتمی از بین نمی رود و هیچ اتمی به وجود نمی آید، پس وزن کل اتم هایی که در یک واکنش شرکت می کنند، ثابت می باشد.

قانون نسبت های معین بیان می کند که همیشه عناصر به نسبت های معین با هم ترکیب می شوند. دالتون بیان می کند که یک ترکیب شیمیایی، حاصل ترکیب دو یا چند عنصر، با نسبت های معین می باشد، پس عناصر با نسبت های معینی در یک ترکیب شیمیایی شرکت می نمایند.

۲-۲

قانون نسبت های معین بیان می کند که همیشه عناصر با نسبت های معینی با یکدیگر ترکیب می شوند. برای مثال، همواره ۱۴ گرم ازت با ۱۶ گرم اکسیژن، ترکیب می شوند و ۳۰ گرم NO تولید می شود، یا همواره ۱۴ گرم ازت با ۳۲ گرم اکسیژن ترکیب شده تولید ۴۶ گرم NO_2 می نمایند. قانون نسبت های چندگانه بیان می کند که اگر دو عنصر با هم ترکیب شوند و بیش از یک ماده ایجاد نمایند، اگر وزن یکی از عناصر ثابت باشد نسبت وزن عنصر متغیر، به عنصر ثابت، در این ترکیبات با اعداد ساده ای ارائه می شوند. برای مثال ۱۴ گرم ازت با ۱۶ گرم اکسیژن ترکیب شده و تولید NO می نماید و می توان گفت ۱۴ گرم ازت با دو برابر ۱۶ گرم اکسیژن ترکیب شده و NO_2 تولید می کند. پس نسبت وزن اکسیژن در این دو ترکیب به صورت یک به دو می باشد.

۳-۲

در یک مرحله ۵۵ گرم و در مرحله دیگر ۷۵ گرم اکسیژن با مقدار ثابتی گوگرد، یعنی ۵۰ گرم ترکیب شده است.

نسبت وزن عنصر متغیر یعنی اکسیژن با اعداد ساده ۲ به ۳ بیان می گردد. پس در ترکیب اول دو اتم اکسیژن با گوگرد ترکیب می شود و ایجاد ۵۰ می نماید و در ترکیب دوم سه اتم اکسیژن، با گوگرد ترکیب شده و ایجاد ۷۵ می نماید.

۴-۲

اگر مقدار هیدروژن و کربن در اتیلن را ساده کنیم متوجه می شویم که در اتیلن ۱۵ گرم هیدروژن با ۹۰ گرم کربن ترکیب می شود ولی در متان ۱۵ گرم هیدروژن با ۴۵ گرم کربن ترکیب شده است، پس وزن هیدروژن ثابت می باشد ولی وزن کربن در متان و اتیلن متغیر است. نسبت وزن کربن در متان به وزن کربن در اتیلن به صورت $2/1 = 45/90 = 1/2$ است، پس متان دارای یک اتم کربن با فرمول CH_4 و اتیلن دارای دو اتم کربن با فرمول C_2H_6 می باشد.

۵-۲

شناخت ایزوتوپها یعنی اتم هایی که دارای عدد اتمی (تعداد پروتون و الکترون) یکسان بوده ولی عدد جرمی نابرابر دارند، باعث تغییر قسمتی از تئوری های دالتون شد. ایزوتوپها از آنجایی که پروتون ها و الکترون های مساوی دارند، دارای خواص شیمیایی مشابهی می باشند. تعداد مختلف نوترон ها باعث اختلاف در وزن که از خواص فیزیکی است، می شود.

۶-۲

اتم هیدروژن می تواند با ^{37}Cl یا ^{35}Cl ترکیب شده و کلرید هیدروژن با جرم های متفاوت بوجود آورد. هر نمونه ای از کلرید هیدروژن شامل تعداد زیادی مولکول می باشد. از آن جا که دو ایزوتوپ کل در طبیعت با نسبت های معینی وجود دارند. دو نمونه HCl حاصل (یکی ^{37}Cl و دیگری ^{35}Cl) با نسبت های مشابهی می باشند. پس قانون نسبت های معین با اندازه گیری تعداد مولکول ها در یک نمونه HCl معمولی قابل تفسیر می باشد.

۱۸-۲ مقدمه‌ای بر تئوری اتم

ذره‌های درونی اتم

۷-۲

در میدان الکتریکی ذرات با بار بیشتر و جرم کمتر انحراف بیشتری پیدا می‌کنند.

(الف) یون H^{1+} بیشتر از Ne^{4+} در میدان الکتریکی منحرف می‌شود، چرا که جرم کمتری دارد.

(ب) یون Ne^{2+} به واسطه بار بیشتر در میدان الکتریکی بیشتر از Ne^{4+} منحرف می‌شود.

۸-۲

از آنجایی که بار و جرم در انحراف ذرات باردار در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی دخالت دارند، لذا در روش تامسون امکان اندازه‌گیری بار یا جرم به تنهایی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۹-۲

$$H^{1+}q/m = \frac{1/6.0 \times 10^{-19} C}{1/8.7 \times 10^{-19} g} = 9/5.8 \times 10^4 C/g$$

(ب)

$$H^{1+}q/m = \frac{1/6.0 \times 10^{-19} C}{6/6.4 \times 10^{-19} g} = 2/4.1 \times 10^4 C/g$$

(ج)

$$Ne^{4+}q/m = \frac{2(1/6.0 \times 10^{-19} C)}{(2/22 \times 10^{-19} g)} = 9/6.4 \times 10^4 C/g$$

(د)

۱۰-۲

(الف) یک قطره روغن می‌تواند تعداد زیادی الکترون از یک، دو، سه... و یا هر تعداد دیگری الکترون حمل نماید. (ب) مقادیر داده شده مضربی از مقدار $C^{-1} \times 10^{-42}$ عرب ۱- می‌باشند. اندازه‌گیری‌های متعدد نشان داده که بار الکترون برابر $C^{-1} \times 10^{-42}$ عرب ۱- می‌باشد.

هسته اتم

۱۱-۲

نام اشعة	علامت	بار	نرکیبی از	سرعت انتشار
آلفا	α	2^+	$2p+2n$	$16000 km/s$
بتا	β	$-$	e	$128000 km/s$
گاما	γ	$-$	امواج الکترو-مغناطیسی	$300000 km/s$

۱۲-۲ در آزمایش رادرفورد انحراف ذرات مثبت آلفا به علت نزدیکی با بار مثبت هسته فلز می‌باشد به همین علت هر قدر بار مثبت هسته بیشتر شود، این انحراف بیشتر خواهد بود. مس با عدد اتمی ۲۹. دارای ۲۹ بار مثبت در هسته است، ولی طلا با عدد اتمی ۷۹ دارای ۷۹ بار مثبت می‌باشد، پس انحراف ذرات آلفا در آزمایش بار طلا بیشتر از انحراف هسته مس خواهد بود.

۱۳-۲

$$r = A^{1/3} (1/3 \times 10^{-13} cm)$$

$$r = 27^{1/3} ((1/3 \times 10^{-13} cm)) = 3.9 \times 10^{-13} cm$$

$$\text{قطر هسته } D = 2r = 2 \times 3.9 \times 10^{-13} cm$$

$$= 7.8 \times 10^{-13} cm$$

$$? (cm) / 100 km = \left(\frac{1.6 \times 10^{-19} C}{1.6 \times 10^{-19} g} \right) \times \left(\frac{1.6 \times 10^{-19} C}{1.6 \times 10^{-19} g} \right)$$

۱۴-۲

$$\left(\frac{\text{حجم هسته}}{\text{حجم اتم}} \right) \times 100 = \left(\frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} \right) \times 100$$

$$= \frac{r^3}{R^3} \times 100 = \left(\frac{(3.9 \times 10^{-13} cm)^3}{(1.6 \times 10^{-13} cm)^3} \right) \times 100$$

$$= 2.2 \times 10^{-12}$$

درصد

نمادهای اتمی

۱۵-۲

(الف) $^{73}_{Z=33} Ag$ دارای ۳۳ پروتون، ۳۳ الکترون و ۴۲ نوترون می‌باشد.
(ب) $^{75}_{Z=33} Au$

$$A + Z = 202 \Rightarrow \text{عدد جرمی } ^{202}_{\Lambda} Hg$$

۱۶-۲

$$^{18}_{\Lambda} Ag : 47p, 47e, 10A - 47 = 61n$$

(الف)

(ب)

$$^{197}_{\Lambda} Au$$

عدد جرمی $197 = 79P + 118n$

ایزوتوب - اوزان اتمی

۲۵-۲

اگر درصد فراوانی Ag^{107} را x در نظر بگیریم، درصد ایزوتوب دیگر برابر $(1-x)$ خواهد شد پس:

متوسط جرم اتمی = (جرم) (فراوانی) Σ

$$(1.6/1.6u) \times x + (1.8/1.8u)(1-x) = 1.7/1.8u$$

$$X = 0.5188 \Rightarrow (1-x) = 0.4812$$

$$75.1/88^{107} Ag / 72/12^{108} Ag$$

۲۶-۲

اگر درصد فراوانی Re^{187} را برابر x در نظر بگیریم، درصد فراوانی Re^{185} برابر $(x-1)$ خواهد شد پس:

$$(1.86/1.86u)x + (1.84/1.84u)(1-x)$$

$$= 1.86/2.07u$$

$$X = 0.5261$$

$$(1-x) = 1 - 0.5261 = 0.4739$$

$$75.2/82^{187} Re / 73.7/84^{185} Re$$

۲۷-۲

$x = {}^3Li$ ایزوتوب 7Li $(1-x) = {}^6Li$ ایزوتوب

$$(0.9/9.44u)x + (4.9/9.4422u)(1-x)$$

$$= 0.9/9.44u$$

$$x = 0.9975, \quad (1-x) = 0.0025$$

$$7.99/7.5 {}^3Li, 7.0/2.5 {}^6Li$$

۲۸-۲

ایزوتوب 7Li $(1-x) = {}^3Li$ ایزوتوب

$$(7.0/1.6u)x + (2.0/1.5u)(1-x) = 6/9.41u$$

$$6.92/5 {}^7Li, 2.0/5 {}^3Li$$

متوسط جرم اتمی = (جرم) (فراوانی)

$$(7.0/229.0)(2.0/9.25u) + (2.0/229.0)(7.0/1.6u) = 6.9/9.42u$$

۲۹-۲

$$(0.9/0.51)(1.9/9.924u) + (0.0/0.27)(2.0/9.94u)$$

$$+ (0.0/0.922)(2.0/9.90u) = 2.0/1.18u$$

این عنصر Ne است
تمرین های طبقه بندی نشده

۳۱-۲

$$10^{-4} C/g \times {}^1H^+ q/m = \frac{1/9.0 \times 10^{-19} C}{1/9.7 \times 1.0^{-19} g} = 9/5.8$$

ب) اگر g/m برای پروتون و هلیم برابر باشد پس:

$${}^1Hq/m = \frac{9}{5.84 \times 1.0^{-19}} = 9/5.8 \times 10^4 C/g$$

$$\Rightarrow q = 6.36 \times 10^{-19} C$$

۳۲-۲

۱۷-۲

نماد	Z	A	بروتون‌ها	نوترون‌ها	الکترون‌ها
Cs	55	78	55	123	55
Bi	82	126	82	204	82
Ba	56	82	56	128	56
Sn	50	70	50	120	50
Kr	36	84	36	144	36
Sc ⁺	18	24	18	25	18
O ²⁻	8	16	8	16	8

۱۸-۲

نماد	Z	A	بروتون‌ها	نوترون‌ها	الکترون‌ها
Ca	20	20	20	20	20
Ge	32	42	32	74	32
Cx	24	28	24	52	24
Te	52	78	52	120	52
La	57	82	57	129	57
Zn ²⁺	30	34	30	64	30
N ³⁻	10	7	10	14	7

۱۹-۲

الف) ${}^{48}O, {}^{34}P, {}^{47}Sc^{2+}, {}^{46}Ca, {}^{47}P$: ${}^{47}Ag^+$, ب) ${}^{48}O, {}^{47}P$: ${}^{47}Ag^+$

۲۰-۲

الف) ${}^{54}Fe, {}^{53}P, {}^{57}Cr^{2+}$, ب) ${}^{24}Mg, {}^{31}P, {}^{51}Ga^{2+}$

جدول تناوبی

۲۱-۲ هر تناوب شامل تعدادی از عناصر می‌باشد که در یک ردیف افقی جدول تناوبی قرار می‌گیرند. هر گروه شامل تعدادی عنصر می‌باشد که در یک سوتون عمودی جدول تناوبی قرار گرفته‌اند. عناصری که در یک گروه قرار می‌گیرند، خواص شیمیایی مشابهی دارند. ولی عناصر یک تناوب دارای خواص شیمیایی متفاوتی هستند.

۲۲-۲

الف) ۸ عنصر؛ ب) ۱۸ عنصر

۲۳-۲

الف) Kr نافلز؛ ب) K فلز؛ ج) Cl نافلز؛ د) P فلز

۲۴-۲

الف) B نافلز؛ ب) Ba فلز؛ ج) Br فلز؛ د) Bi نافلز

۱۶- مقدمه‌ای بر تئوری اتم

$$C = 10^{-11} \times 6.36 \times 10^{-11} C / 1.6 \times 10^{-11} C = 398$$

ولی اتم هلیوم فقط دارای دو الکترون می‌باشد، لذا بوجود آمدن ${}^{He^+}$ غیرممکن می‌باشد.

۳۲-۲

اگر درصد فراوانی ${}^{64}Cu$ را برابر x در نظر بگیریم، در صد فراوانی ${}^{65}Cu$ برابر $(1-x)$ می‌باشد پس:

$$(62/930)u + (64/928)u = 63/546 u$$

$$x = 0.6912 = 0.3083$$

$$67/17 {}^{64}Cu, 7.30/83 {}^{65}Cu$$

۳۳-۲

الف) تناوب چهارم، ب) فلز، ج) Ag و Au (عناصر هم گروه آن)

۳۴-۲

الف) ${}^{29}Cu$ ۲۹ پروتون و ۳۴ نوترون در هسته و ۲۹ الکترون در اطراف هسته دارد. ${}^{29}Cu$ ۲۹ پروتون و ۳۶ نوترون در هسته و ۲۹ الکtron در اطراف هسته دارد. ب) ${}^{28}Cu$ ۲۸ الکترون و ${}^{30}Cu$ دارای ۲۷ الکترون هستند.

۳۵-۲

جرم معادل بار برای هر یک را محاسبه می‌کنیم.

$$?u = 1.6 \times 10^{-11} C \left(\frac{1g}{4/18 \times 1.7C} \right) \left(\frac{1u}{1/66 \times 1.7C} \right)$$

$$= 22/0 u$$

$$?u = 1.6 \times 10^{-11} C \left(\frac{1g}{4/20 \times 1.7C} \right) \left(\frac{1u}{1/66 \times 1.7C} \right)$$

$$= 21/0 u$$

$$?u = 1.6 \times 10^{-11} C \left(\frac{1g}{4/18 \times 1.7C} \right) \left(\frac{1u}{1/66 \times 1.7C} \right)$$

$$= 20/0 u$$

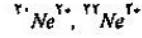
$$?u = 1.6 \times 10^{-11} C \left(\frac{1g}{4/17 \times 1.7C} \right) \left(\frac{1u}{1/66 \times 1.7C} \right)$$

$$= 19/0 u$$

$$?u = 1.6 \times 10^{-11} C \left(\frac{1g}{4/18 \times 1.7C} \right) \left(\frac{1u}{1/66 \times 1.7C} \right)$$

$$= 18/0 u$$

پس یون‌ها عبارت‌اند از:



فصل ۳

استوکیومتری

(قسمت اول - فرمول‌های شیمیایی)

چیزهای مطالعه:

استوکیومتری ترکیبات شیمیایی بر فرمول شیمیایی آن‌ها استوار است. اگر ترکیب از مولکول تشکیل شده باشد، از روی فرمول مولکولی می‌توان تعداد اتم‌های موجود در مولکول را بدست آورد و اگر ترکیب از یون‌شکیل شده باشد، فرمول، ساده‌ترین نسبت عددی یون‌های موجود در بلور را نشان می‌دهد.

تعداد اتم‌های موجود در یک مول از هر ماده برابر با عدد آووگادرو است و جرم آن‌ها برابر با وزن اتمی عنصر بر حسب گرم است. تعداد واحدهای فرمولی موجود در یک مول ترکیب برابر با عدد آووگادرو و جرم آن برابر وزن فرمولی بر حسب گرم است. با کمک فرمول ترکیبات بر مبنای مول می‌توان درصد اجزا را محاسبه و مسائل استوکیومتری را حل کرد.

اگر درصد اجزای یک ترکیب را داشته باشیم، با کمک مفهوم مول می‌توان فرمول تقریبی آن را حساب کرد. فرمول تجربی ساده‌ترین نسبت عددی اتم‌های یک ترکیب می‌باشد. فرمول مولکولی ترکیبات را می‌توان از فرمول تجربی آن‌ها به همراه وزن مولکولی‌شان بدست آورد.

تمرین‌ها:

فرمول‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها:

۱-۳: عبارات زیر را با هم مقایسه کنید.

الف) فرمول تجربی و مولکولی ب) وزن مولکولی و فرمولی

ج) فرمول مولکولی و ساختمانی

۲-۳: عبارات زیر را مقایسه نمایید.

الف) کاتیون و آئیون ب) یون تک اتمی و چند اتمی ج) SO_4^{2-} و SO_3^{2-}

۳-۳: تعداد اتم و یون ترکیبات زیر را بنویسید.

الف) Na_2O

۴-۳: تعداد اتم و یون ترکیبات زیر را بنویسید.

الف) $ZnCl_2$ ۵-۵: فرمول ترکیب حاصل از واکنش Mg با هر یک از یون‌های زیر را بنویسید.الف) Cl^- ۶-۶: فرمول ترکیب حاصل از واکنش Al^{3+} با هر یک از یون‌های زیر را بنویسید.الف) F^- ۷-۷: فرمول ترکیب حاصل از واکنش CO_3^{2-} با هر یک از یون‌های زیر را بنویسید.الف) K^+ ۸-۸: فرمول ترکیب حاصل از واکنش SO_4^{2-} با هر یک از یون‌های زیر را بنویسید.الف) Ag^+

۹-۹: فرمول تجربی هر یک از فرمول‌های مولکولی زیر را بنویسید.

الف) B_2H_6

۱۰-۱۰: فرمول تجربی هر یک از فرمول‌های مولکولی زیر را بنویسید.

الف) P_2S_5

مول، عدد آفogادرو:

۱-۱: در 250 g از ترکیبات زیر چند مول و چند مولکول وجود دارد؟الف) H_2 ۱۲-۲: در 500 g از ترکیبات زیر چند مول و چند مولکول وجود دارد؟الف) CCl_4

۱۳-۳: در ترکیبات مسئله ۱۱-۳ چند اتم وجود دارد؟

۱۴-۳: در ترکیبات مسئله ۱۲-۳ چند اتم وجود دارد؟

۱۵-۳: جرم ترکیبات زیر را بر حسب گرم بدست آورید؟

الف) O_2 مولکول O_2 مول O_2 $2/100 \times 10^{-3}$

۱۶-۳: جرم ترکیبات زیر را بر حسب گرم بدست آورید.

الف) CO_2 مولکول CO_2 مول CO_2 $5/100 \times 10^{-2}$

۱۷-۳: کیالت طبیعی تنها یک ایزوتوپ دارد. جرم این ایزوتوپ را بر حسب گرم تا ۴ رقم با معنی بدست آورید.

۱۸-۳: فسفر طبیعی یک ایزوتوپ دارد. جرم این ایزوتوپ را بر حسب کیلوگرم تا ۴ رقم با معنی تعیین کنید.

۱۹-۳: عنصر X یک ایزوتوپ دارد که جرم آن $g = 2/10^{22} \times 10^{-22}$ است. وزن اتمی این عنصر را پیدا کنید.۲۰-۳: عنصر Y یک ایزوتوپ دارد که جرم آن $g = 9/10^{22} \times 10^{-23}$ است. وزن اتمی این عنصر را پیدا کنید.

فصل سوم

۲۱-۳: استاندارد بین‌المللی کیلوگرم استوانه‌ای از جنس آلیازی با ۹۰٪ پلاتین و ۱۰٪ ابریدیوم است.
 الف) در این استوانه چند مول Pt و چند مول I₂ وجود دارد؟
 ب) چند اتم از هر یک از عناصر وجود دارد؟

۲۲-۳: نقره‌ی استرلینگ Ag ۹۲/۵٪ و Cu ۷/۵٪ است. در این آلیاز به ازای هر اتم Cu چند اتم Ag وجود دارد؟

۲۳-۳: الف) جرم یک مول C ۶ چقدر است؟ (برحسب گرم) ب) جرم یک اتم C ۶ برحسب گرم چقدر است؟

ج) هم ارز گرمی واحد جرم اتصی (۱/۰۰۰) را تا ۴ رقم با معنی حساب کنید.

۲۴-۳: یک فارادی (F) مقدار بار هم ارز با یک مول الکترون معادل ۹۶۴۸۵C می‌باشد. بار یک الکترون را برحسب کولن حساب کنید.

۲۵-۳: فاصله‌ی زمین تا خورشید $1/496 \times 10^8 km$ است. فرض کنید اتم‌های موجود در $1/1000 mol$ تا حد کره‌هایی به قطر $1/1000 cm$ بزرگ شوند. اگر این کره‌ها را در یک خط راست قرار دهیم، آیا به خورشید می‌رسند؟

۲۶-۳: مساحت قاره‌ی آمریکای شمالی $2/44 \times 10^7 km^2$ است. اگر این قاره به اندازه‌ی عدد آووگادرو به مربع‌هایی تقسیم شود طول هر یک از این مربع‌ها چقدر می‌شود؟

پاسخ مسئله را برحسب واحد SI که کوچکترین رقم آن بزرگتر از یک است، بیان کنید.

درصد ترکیبات:

۲۷-۳: ترکیبات زیر را براساس افزایش درصد گوگرد مرتب کنید.

الف) Na₂S₂O₃ ب) H₂S ج) SO₄

۲۸-۳: ترکیبات زیر را براساس افزایش درصد نیتروژن مرتب کنید.

الف) NH₄NO₃ ب) NH₃ ج) NH₄NO₂

۲۹-۳: درصد As را در H₃As₂ تا ۴ رقم با معنی حساب کنید.

۳۰-۳: درصد Ce را در Ce₂O₃ تا ۴ رقم با معنی حساب کنید.

۳۱-۳: درصد O را در KClO₃ تا ۴ رقم با معنی حساب کنید.

۳۲-۳: درصد Cr را در BaCrO₄ تا ۴ رقم با معنی حساب کنید.

۳۳-۳: جرم سرب حاصل از ۱۵۰ kg سنگ معدن که شامل ۷۷/۰٪ PbS است را حساب کنید.

۳۴-۳: جرم منگنز حاصل از ۲۵۰ kg سنگ معدن که ۶۵/۰٪ MnO₂ دارد را حساب کنید.

۳۵-۳: برای تهیه‌ی ۴۰۰ g P₂O₅ چند گرم فسفر و اکسیژن نیاز داریم؟

۳۶-۳: برای تهیه‌ی ۵/۰۰۰ g S₂Cl₂ چند گرم گوگرد و کلر نیاز داریم؟

۳۷-۳: سیمان آلتندید ترکیب موجود در روغن دارچین کربن، هیدروژن و اکسیژن دارد. از سوختن یک نمونه‌ی ۶/۰ گرمی این ترکیب $19/49 g$ CO₂ و $2/54 g$ H₂O بدست می‌آید. ترکیب درصد سیمان آلتندید را حساب کنید.

۳۸-۳: یک شیشه‌ی پلاستیکی کربن، هیدروژن و اکسیژن دارد. از سوختن یک نمونه‌ی $12/62 g$ از این پلاستیک $CO_2 27/73 g$ و $H_2O 9/09$ تولید می‌شود. ترکیب درصد پلاستیک را حساب کنید.

۳۹-۳: سنگ معدن هماتیت شامل Fe₂O₃ است. ترکیب دیگری نیز به نام کانگ در این سنگ معدن وجود دارد. اگر $5/000 kg$ این سنگ معدن شامل $2/8745 kg$ باشد. چند درصد این سنگ معدن وجود دارد. اگر

۴۰-۳: ترکیبات گوگرد دار جزء نامطبوب روغن‌ها می‌باشند. مقدار گوگرد روغن را با اکسید کردن آن به SO_4^{2-} و رسوب کردن آن به صورت BaSO₄ تعیین می‌نمایند. از $6/200 g$ نمونه از یک روغن $1/063 g$ BaSO₄ بدست آمده است. درصد گوگرد در این روغن چقدر است؟

تعیین فرمول:

۴۱-۳: فرمول مولکولی هر یک از فرمول‌های تجربی با وزن فرمولی مربوط را تعیین کنید.

الف) SNH ب) PF_3 ج) CH_2 د) NO_2 ه) C_2NH_2 و) $188/32$

۴۲-۳: فرمول مولکولی هر یک از فرمول‌های تجربی با وزن فرمولی مربوطه را تعیین کنید.

الف) $SOCl_2$ ب) PN_3H_4Cl ج) C_4H_4Cl د) HCO_3^-

۴۳-۳: ترکیبی ۳۱/۲۹٪ کلسم، ۱۸/۷۵٪ کربن و ۴۹/۹۶٪ اکسیژن دارد. فرمول تجربی آن را بدست آورید.

۴۴-۳: ترکیبی شامل ۲۲/۸۵٪ سدیم، ۲۱/۴۹٪ بور و ۵۵/۶۶٪ اکسیژن است. فرمول تجربی آن را بدست آورید.

۴۵-۳: مریستیک اسید حاصل از روغن نارگیل ۷۳/۶۱٪ کربن، ۱۲/۳۸٪ هیدروژن و ۱۴/۱٪ اکسیژن دارد. فرمول تجربی آن را بدست آورید.

۴۶-۳: آسپیرین ۶۰٪ کربن، ۴/۴۸٪ هیدروژن و ۳۵/۵۷٪ اکسیژن دارد. فرمول تجربی آن چیست؟

۴۷-۳: وانیلین که بوی خوش وانیل را در بر می‌گیرد ۶۳/۱۴٪ کربن، ۵/۳۱٪ هیدروژن و ۳۱/۵۵٪ اکسیژن دارد. فرمول تجربی آن چیست؟ آن را بدست آورید.

۴۸-۳: اسید آسکوربیک (ویتامین C) شامل ۴۰/۹۱٪ کربن، ۴/۵۹٪ هیدروژن و ۵۴/۵۰٪ اکسیژن است. فرمول تجربی آن را بنویسید.

۴۹-۳: ترکیبات بار بیتوات که از اسید بار بیتوريک به عنوان داروی آرامبخش سنتز می‌شوند، شامل ۳۷/۵۰٪ کربن، ۲/۱۵٪ هیدروژن، ۲۱/۸۷٪ نیتروژن و ۲۱/۴۷٪ اکسیژن هستند. فرمول تجربی اسید بار بیتوريک را بنویسید.

۵۰-۳: اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) ۴۱/۰٪ کربن، ۵/۵۳٪ هیدروژن، ۹/۵۸٪ نیتروژن و ۴۳/۸۰٪ اکسیژن دارد. فرمول تجربی آن را بنویسید.

۵۱-۳: ساخارین با وزن مولکولی ۱۸۳/۱۸ حاوی ۴۵/۹٪ کربن، ۲/۷۵٪ هیدروژن، ۲۶/۲۰٪ اکسیژن، ۱۷/۵٪ گوگرد و ۷/۶۵٪ نیتروژن است. فرمول مولکولی ساخارین را بنویسید.

۵۲-۳: وزن مولکولی کلسترول ۳۸۶ است. این ترکیب ۸۳/۹٪ کربن، ۱۲/۰٪ هیدروژن و ۴/۱٪ اکسیژن دارد. فرمول مولکولی آن را بنویسید.

۵۳-۳: ترکیبی فقط، کربن، هیدروژن و نیتروژن دارد. از سوختن آن g_{CO_2} , $4/225\text{ g}_{H_2O}$, $4/225\text{ g}_{CO_2}$, $7/922\text{ g}_{H_2O}$, $0/1840\text{ g}_{N_2}$ بدست می‌آید؟

الف) تعداد مول کربن، هیدروژن و نیتروژن آن را حساب کنید.

ب) فرمول تجربی ترکیب را بنویسید.

ج) جرم نمونه‌ی سوزانده شده چقدر بوده است؟

۵۴-۳: از سوختن ترکیبی CO_2 , $9/6828\text{ g}_{H_2O}$, $4/9585\text{ g}_{SO_4}$, $2/522\text{ g}$ بدست آمده است.

الف) تعداد مول CH و S را حساب کنید.

ب) فرمول تجربی ترکیب را بنویسید.

ج) جرم نمونه‌ی سوزانده شده چقدر بوده است؟

۵۵-۳: هموگلوبین خون $Fe^{+3} ۰/۳۴۲\%$ دارد. اگر هر واحد فرمولی هموگلوبین 4 یون ^{+2}Fe داشته باشد وزن فرمولی هموگلوبین را حساب کنید.

۵۶-۳: کلروفیل A (ماده‌ی سبز رنگ گیاهان) $2/22\%$, Mg دارد. اگر هر واحد فرمولی آن یک یون ^{+2}Mg داشته باشد وزن فرمولی کلروفیل را حساب کنید.

۵۷-۳: در اثر حرارت دادن $6/65\text{ g}_{NiSO_4 \cdot xH_2O}$ پس از خروج آب موجود در آن $2/67\text{ g}_{NiSO_4}$ خشک بر جای می‌ماند. مقدار x را بدست آورید.

۵۸-۳: در اثر حرارت دادن $7/5\text{ g}_{BeSO_4 \cdot xH_2O}$ پس از خروج آب موجود در آن $4/45\text{ g}_{BeSO_4}$ خشک بر جای می‌ماند. مقدار x را بدست آورید.

۵۹-۳: تجزیه $8/61\text{ g}$ نمونه که دارای کرم و کلراست، تولید $20/0\text{ g}_{AgCl}$ و $0/0\text{ g}_{AgCl}$ می‌نماید. فرمول تجربی کلرید کرم را بنویسید.

۶۰-۳: تجزیه $5/21\text{ g}$ نمونه که دارای قلع و کلراست، تولید $11/47\text{ g}_{AgCl}$ و $0/0\text{ g}_{AgCl}$ می‌نماید. فرمول تجربی کلرید قلع را بنویسید.

۶۱-۳: عنصر X با نیتروژن ترکیبی به فرمول X_2N می‌دهد اگر $40/21\%$ این ترکیب نیتروژن باشد، وزن اتمی X چقدر است؟

۶۲-۳: عنصر X با کربن ترکیبی به فرمول XC_2 می‌دهد. اگر $37/48\%$ این ترکیب کربن باشد، وزن اتمی X چقدر است؟

تمرین های مطلب مبدع نشده:

۶۳-۳: ۷ عنصر که در طبیعت به صورت اتمی یافت می شوند را بنویسید.

۶۴-۳: KCN به شدت سمی است. ۵/۰۰ mg آن به ازای هر کیلوگرم وزن بدن کشنده است.

الف) چند میلی گرم KCN منجر به مرگ یک فرد ۷۰/۰ کیلوگرمی می شود.

ب) این مقدار حاوی چند مول KCN است؟ ج) این مقدار شامل چند واحد فرمولی KCN است؟

۶۵-۳: در هر واحد فرمولی سولفید عنصر A سه اتم گوگرد موجود است که ۴۲/۷۱٪ ترکیب می باشند. وزن فرمولی ترکیب را حساب کنید.

۶۶-۳: اگر فرمول ترکیب مستقله A_xS_2 باشد، وزن اتمی A چقدر است؟ در صورتی که x

الف) ۱ ب) ۲ ج) ۳ د) ۴ باشد.

۶۷-۳: ماده خوبی ما سکون دارای فرمول مولکولی C_4H_2O است. ترکیب درصد آن را حساب کنید.

۶۸-۳: یک نمونه ۵/۰۰۰ گ از ماسکون را می سازیم.

الف) اگر تمام کربن به CO_2 تبدیل شود چه مقدار CO_2 تولید می شود؟

ب) اگر تمام هیدروژن به H_2O تبدیل شود چه مقدار H_2O بدست می آید؟

۶۹-۳: فرمول تجربی ترکیبی $O_2C_4H_6O_2$ یا $C_4H_6O_4$ است. اگر این ترکیب ۶۵/۴٪ کربن داشته باشد، کدام یک از این ۲ فرمول صحیح است؟

۷۰-۳: متبل سالیسیلات شامل ۶۳/۱۴٪ کربن، ۵/۳۱٪ هیدروژن و ۳۱/۵۵٪ اکسیژن است. فرمول تجربی آن را بنویسید.

۷۱-۲: یک مولکول از هورمون انسولین $9/5 \times 10^{-21}$ گ است. وزن مولکولی آن را حساب کنید.

حل تمرین‌های فصل ۳

فرمول‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها

۱-۳

(الف) فرمول تجربی، ساده‌ترین نسبت بین اتم‌ها را در یک ترکیب نشان می‌دهد، ولی فرمول مولکولی تعداد واقعی اتم‌ها را در یک مولکول بیان می‌کند.

(ب) وزن فرمولی، مجموع اوزان اتمی اتم‌های موجود در یک فرمول را نشان می‌دهد. ولی وزن مولکولی مجموع اوزان اتمی اتم‌های تشکیل‌دهنده یک مولکول را نشان می‌دهد.

(ج) فرمول مولکول، نشان‌دهنده ترکیب یک مولکول است و تعداد و نوع اتم‌های یک مولکول را نشان می‌دهد ولی فرمول ساختمانی نحوی قرار گرفتن اتم‌ها را در یک مولکول نشان می‌دهد. در فرمول ساختمانی اتم‌ها جدا از یکدیگر نوشته می‌شوند و به وسیله خط تیره به هم وصل خواهند شد.

۲-۳

(الف) کاتیون، یونی می‌باشد که بار مثبت دارد. به عبارتی، ذره‌ای است که الکترون از دست داده است. آنیون، یونی می‌باشد که بار منفی دارد. به عبارتی ذره‌ای است که الکترون گرفته است.

(ب) یون‌های تک اتمی فقط یک اتم دارند، مثل Mg^{2+} , Cl^{-} , Na^{+} و لی یون‌های چند اتمی بیش از یک اتم دارند، مثل NH_4^+ , SO_4^{2-} . SO_4^{2-} تری اکسید سولفور مولکولی است که در آن یک اتم گوگرد و سه اتم اکسیژن ترکیب شده‌اند و فاقد بار الکتریکی می‌باشد. ولی SO_4^{2-} یون سولفات، آنیونی می‌باشد که دارای یک اتم گوگرد و سه اتم اکسیژن با ۲ بار منفی است.

۳-۳

(الف) سه اتم و سه یون O^{2-} : Na_2O

(ب) چهار اتم و چهار یون Cl^{-} : $CrCl_4$

ج) Cu^{2+} , SO_4^{2-} : شش اتم و دو یون SO_4^{2-}
د) $Ba(OH)_2$: پنج اتم و سه یون OH^-

۴-۳

(الف) سه اتم و پنج یون Zn^{2+} , Cl^-

ب) $Ca_3(PO_4)_2$: سیزده اتم و پنج یون PO_4^{3-} , Ca^{2+}

ج) Na_2CO_3 : شش اتم و سه یون CO_3^{2-} , Na^+

د) سه اتم و دو یون KOH

۵-۳ (الف) $MgCl_2$, $MgSO_4$, ب) $MgCl_2$, ج) MgN_3

۶-۳ (الف) $AlPO_4$, ب) Al_2O_3 , ج) Al_2O_3

۷-۳ (الف) $Fe_3(CO_3)_2$, ب) $CaCO_3$, ج) $CaCO_3$

۸-۳ (الف) $Cr_2(SO_4)_3$, ب) Ag_2SO_4 , ج) Ag_2SO_4

۹-۳ (الف) I_2O_5 , ب) B_2H_6 , ج) SF_6 , د) C_6H_6

ه) HPO_4^{2-}

۱۰-۳ (الف) $H_3P_2S_5$, ب) $Fe(CO)_5$, ج) $Fe(CO)_5$

د) $PNCI_5$, ه) B_2H_6

مول - عدد آوگادرو

۱۱-۳
(الف)

$$?mol H_2 = ۷۵/۰. g H_2 \left(\frac{۱ mol H_2}{۱/۰. ۲ g H_2} \right)$$

$$= ۳۷۵/۱ mol H_2$$

$$? mol H_2 = ۷۵/۰. g H_2 \left(\frac{۱ mol H_2}{۱/۰. ۲ g H_2} \right)$$

$$= \left(\frac{۷۵/۰. ۲ \times ۱. ۰۷ mol H_2}{۱ mol H_2} \right) = ۲/۲۳ \times ۱۰^۵ mol H_2$$

$$? mol H_2O = ۷۵/۰. g H_2O \left(\frac{۱ mol H_2O}{۱/۰. ۲ g H_2O} \right)$$

$$= ۴/۱۴ mol H_2O$$

$$? mol H_2O = ۴/۱۴ mol H_2O$$

$$= \left(\frac{۴/۱۴ \times ۱. ۰۷ mol H_2O}{۱ mol H_2O} \right) = ۲/۵۱ \times ۱۰^{-۳} mol H_2O$$

$$? mol H_2SO_4 = ۷۵/۰. g H_2O \left(\frac{۱ mol H_2SO_4}{۹۸ g H_2SO_4} \right)$$

$$? mol H_2SO_4 = ۰. ۷۶۵ mol H_2SO_4$$

$$\left(\frac{۰. ۷۶۵ \times ۱. ۰۷ mol}{۱ mol} \right)$$

فصل سوم

$$= 1/75 \times 10^{-11} \text{ اتم}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } CCl_4 &= 1/96 \times 10^{-11} \text{ مولكول } CCl_4 \\ &= 9/8 \times 10^{-11} \text{ اتم} \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} ? g O_2 &= 2/0 \times 10^{-11} \text{ مولكول } O_2 \\ &= 0.159 \text{ g } O_2 \end{aligned}$$

(الف)

$$\begin{aligned} ? g O_2 &= 2/0 \times 10^{-11} \text{ mol } O_2 \left(\frac{32/0 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \right) \\ &= 0.159 \text{ g } O_2 \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} ? g CO_2 &= 0/0 \times 10^{-11} \text{ مولكول } CO_2 \\ &\left(\frac{44/0 \text{ g } CO_2}{1 \text{ مولكول } CO_2} \right) = 2/95 \times 10^{-11} \text{ g } CO_2 \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} ? g CO_2 &= 0/0 \times 10^{-11} \text{ mol } CO_2 \left(\frac{44/0 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \right) \\ &= 2/95 \text{ g } CO_2 \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} ? Co &= 1 \text{ اتم} \left(\frac{58/92 \text{ g } Co}{6/0.22 \times 10^{-11} \text{ اتم } Co} \right) \\ &= 9/786 \times 10^{-11} \text{ g } Co \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} ? g P &= 1 \text{ اتم} P \left(\frac{31/14 \text{ g } P}{6/0.22 \times 10^{-11} \text{ اتم } P} \right) \\ &= 5/143 \times 10^{-11} \text{ g } P \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} ? g X &= 1 \text{ mol } X \left(\frac{1 \text{ مولكول } X}{1 \text{ اتم } X} \right) \\ &\left(\frac{1 \text{ اتم } X}{1 \text{ مولكول } X} \right) = 126/9 \text{ g } X \end{aligned}$$

عنصر مورد نظر يد می باشد.

(ج)

$$\begin{aligned} ? g Y &= 6/0.22 \times 10^{-11} \text{ اتم } Y \left(\frac{1/117 \times 10^{-11} \text{ g } Y}{1 \text{ اتم } Y} \right) \\ &= 54/94 \text{ g } Y \end{aligned}$$

عنصر مورد نظر منگنز می باشد.

(ج)

$$= 4/61 \times 10^{-11} \text{ مولكول } H_2SO_4$$

الف

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } Cl_2 &= 0/0 \text{ g } Cl_2 \left(\frac{1 \text{ mol } Cl_2}{71/14 \text{ g } Cl_2} \right) \\ &= 0.15 \text{ mol } Cl_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } Cl_2 &= 0.15 \text{ g } Cl_2 \left(\frac{1 \text{ مولكول } Cl_2}{1 \text{ mol } Cl_2} \right) \\ &= 4/25 \times 10^{-11} \text{ مولكول } Cl_2 \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } HCl &= 0/0 \text{ g } HCl \left(\frac{1 \text{ mol } HCl}{36/5 \text{ g } HCl} \right) \\ &= 1/37 \text{ mol } HCl \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } HCl &= 1/37 \text{ mol } HCl \left(\frac{1 \text{ مولكول } HCl}{1 \text{ mol } HCl} \right) \\ &= 8/25 \times 10^{-11} \text{ مولكول } HCl \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } CCl_4 &= 0/0 \text{ g } CCl_4 \left(\frac{1 \text{ mol } CCl_4}{102/14 \text{ g } CCl_4} \right) \\ &= 0.152 \text{ mol } CCl_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } CCl_4 &= 0.152 \text{ g } CCl_4 \left(\frac{1 \text{ مولكول } CCl_4}{1 \text{ mol } CCl_4} \right) \\ &= 1/96 \times 10^{-11} \text{ مولكول } CCl_4 \end{aligned}$$

الف

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } H &= 2/23 \times 10^{-11} \text{ اتم } H \left(\frac{1 \text{ مولكول } H}{1 \text{ مولكول } H} \right) \\ &= 4/46 \times 10^{-11} \text{ اتم } H \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} ? \text{ اتم } H &= 2/01 \times 10^{-11} \text{ مولكول } H_2O \left(\frac{1 \text{ مولكول } H_2O}{1 \text{ مولكول } H_2O} \right) \\ &= 7/03 \times 10^{-11} \text{ اتم } H \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} ? \text{ اتم } H &= 4/61 \times 10^{-11} \text{ مولكول } H_2SO_4 \left(\frac{1 \text{ مولكول } H_2SO_4}{1 \text{ مولكول } H_2SO_4} \right) \\ &= 2/23 \times 10^{-11} \text{ اتم } H \end{aligned}$$

الف

$$\begin{aligned} ? \text{ اتم } Cl &= 4/25 \times 10^{-11} \text{ مولكول } Cl_2 \left(\frac{1 \text{ مولكول } Cl_2}{1 \text{ مولكول } Cl_2} \right) \\ &= 8/0 \times 10^{-11} \text{ اتم } Cl \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} ? \text{ اتم } Cl &= 8/0 \times 10^{-11} \text{ مولكول } Cl \left(\frac{1 \text{ مولكول } Cl}{1 \text{ مولكول } HCl} \right) \\ &= 8/25 \times 10^{-11} \text{ اتم } HCl \end{aligned}$$

۲۱-۳

(الف)

$$\text{? mol Pt} = ۹۰۰ / ۱۹۵ \text{ g Pt} \left(\frac{۱ \text{ mol Pt}}{۱۹۵ \text{ g Pt}} \right)$$

$$= ۴۷۱۳۵ \text{ mol Pt}$$

$$\text{? mol Ir} = ۱۰۰ / ۱۹۲ \text{ g Ir} \left(\frac{۱ \text{ mol Ir}}{۱۹۲ \text{ g Ir}} \right)$$

$$= ۰۰۲۰۲۴ \text{ mol Ir}$$

(ب)

$$\text{? اتم Pt} = ۴۷۱۳۵ \text{ mol Pt} \left(\frac{۶۰۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم Pt}}{۱ \text{ mol Pt}} \right)$$

$$= ۲۷۷۸۵ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم Pt}$$

$$\text{? اتم Ir} = ۰۰۲۰۲۴ \text{ mol Ir} \left(\frac{۶۰۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم Ir}}{۱ \text{ mol Ir}} \right)$$

$$= ۲۱۳۲۹ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم Ir}$$

۲۲-۳

$$\text{? اتم Ag} = ۱ \text{ اتم Cu} \left(\frac{۶۰ \text{ g Cu}}{۶۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم Cu}} \right)$$

$$\left(\frac{۱۰ \text{ g Ag}}{۱۰ \text{ g Cu}} \right) \left(\frac{۶۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم Ag}}{۱۰ \text{ g Ag}} \right)$$

$$= ۷۷۷۷ \text{ اتم Ag}$$

۲۳-۳

(الف) وزن یک مول C^{12} دقیقاً برابر 12 g می‌باشد

پس:

(ب)

$$\text{? g} = ۱ \text{ اتم C} \left(\frac{۱۲ \text{ g C}}{۶۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم C}} \right)$$

$$= ۲۰۰۲۷ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ g}$$

(ج)

$$\text{? g} = ۱ / ۱۰۰ \text{ u} \left(\frac{۱۲ \text{ g C}}{۱۲ \text{ uC}} \right)$$

$$= ۱۶۶۱ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ g}$$

۲۴-۳

$$\text{? C} = ۱ e \left(\frac{۱۶۶۱ \text{ g C}}{۱ \text{ mol e}} \right) \left(\frac{۱ \text{ mol e}}{۶۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ اتم e}} \right)$$

$$= ۱۶۰۲۲ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ C}$$

(الف) اگر قطر هر اتم یک سانتی‌متر باشد و اتم‌ها در یک خط مستقیم و به صورت مماس با هم قرار گرفته باشند، خطی به طول $۶۰۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ m}$ سانتی‌متر تشکیل می‌شود.

$$\text{? km} = ۶۰۰ \times ۱۰^{-۲۲} \text{ cm} \left(\frac{۱ \text{ m}}{۱۰۰ \text{ cm}} \right) \left(\frac{۱ \text{ km}}{۱ \text{ m}} \right)$$

$$= ۶۰۰۲۲ \times ۱۰^{-۱۸} \text{ km}$$

این فاصله خیلی بیشتر از فاصله زمین تا خورشید است.

۲۶-۳ مساحت بر حسب متر مربع

$$\text{? m}^2 = \frac{۲/۴۴۰}{۲/۴۴} \times ۱۰^{-۲} \text{ km}^2 \left(\frac{(۱ \text{ m})^2}{(۱ \text{ km})^2} \right)$$

$$= ۲/۴۴ \times ۱۰^{-۲} \text{ m}^2$$

مساحت مربع‌های حاصل از تقسیم مساحت فوق به عدد آووگادرو عبارت است از:

$$\frac{۲/۴۴ \times ۱۰^{-۲} \text{ m}^2}{۶ \times ۱۰^{۲۳}} = ۴/۰۵۲ \times ۱۰^{-۱۱} \text{ m}^2$$

اگر از مساحت مربع‌های کوچک جذر بگیریم، طول یک ضلع آن بدست می‌آید:

$$\sqrt{۴/۰۵ \times ۱۰^{-۱۱} \text{ m}^2} = ۶/۳۶۵ \times ۱۰^{-۵} \text{ m}$$

$$= ۶/۳۶۵ \mu\text{m}$$

درصد ترکیب مواد

۲۷-۳

(الف) CaSO_4

$$\frac{۳۲/۱۹۵}{۱۲۶/۲\text{gCaSO}_4} \times ۱۰۰ = ۷/۲۳\% S$$

(ب) SO_4

$$\frac{۳۲/۱۹\text{S}}{۳۴/۱\text{gSO}_4} \times ۱۰۰ = ۷/۵۰/۱ S$$

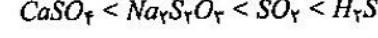
(ج) H_2S

$$\frac{۳۲/۱\text{gS}}{۳۴/۱\text{gH}_2\text{S}} \times ۱۰۰ = ۷/۹۴/۱ S$$

(د) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

$$\frac{۳۴/۲\text{gS}}{۱۵۸/۲\text{gNa}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times ۱۰۰ = ۷/۴۰/۱ S$$

پس ترتیب این اجسام براساس افزایش مقدار درصد گوگرد به قرار زیر است:



۲۸-۳

(الف) NaNNO_3

$$\frac{۱۴/۰\text{gN}}{۱۸/۰\text{gNaNNO}_3} \times ۱۰۰ = ۷/۱۶/۰ N$$

(ب) NH_3

$$\frac{۱۴/۰\text{gN}}{۱۷/۰\text{gNH}_3} \times ۱۰۰ = ۷/۸۲/۴ N$$

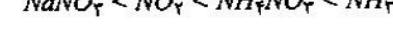
(ج) NO_2

$$\frac{۱۴/۰\text{gN}}{۴۶/۰\text{gNO}_2} \times ۱۰۰ = ۷/۳۰/۴ N$$

(د) NH_4NO_3

$$\frac{۱۸/۰\text{gN}}{۸/۰\text{gNH}_4\text{NO}_3} \times ۱۰۰ = ۷/۳۵/۰ N$$

پس ترتیب افزایش درصد ازت در ترکیبات فوق به صورت زیر می‌باشد:



فصل سوپر

$$? g H = 100 \cdot g \left(\frac{17/10 g H_2O}{18/10 g H_2O} \right) \left(\frac{17/10 g H}{18/10 g H_2O} \right) \quad ٢٩-٣$$

$$= 611 g H$$

این ترکیب دارای ۸۱/۸٪ کربن و ۶/۱۱٪ هیدروژن می‌باشد. اگر مجموع درصد کربن و هیدروژن را از صد کم کنیم، درصد اکسیژن به دست می‌آید.

$$\text{درصد کربن و هیدروژن} = \%_{\text{C}} + \%_{\text{H}} = ۸۱/۸ + ۶/۱۱ = ۸۷/۹$$

$$\text{درصد اکسیژن} = ۱۰۰ - ۸۷/۹ = ۱۲/۱ O$$

$$? g C = 100 \cdot g \left(\frac{17/17 g CO_T}{17/17 g CO_T} \right) \quad ٣٠-٣$$

$$\left(\frac{17/17 g C}{17/17 g CO_T} \right) = 59/96 g C$$

$$? g H = 100 \cdot g \left(\frac{17/10 g H_2O}{17/10 g H_2O} \right) \left(\frac{17/10 g H}{18/10 g H_2O} \right)$$

$$= 17/17 g H$$

درصد اکسیژن $= ۳۱/۹۷$
 درصد ترکیب عبارت است از: ۵۹/۹۶٪ کربن،
 ۱۷/۱۷٪ هیدروژن و ۳۱/۹۷٪ اکسیژن.

$$? kg Fe_T O_T = ۲۷/۸۴ \Delta kg Fe \left(\frac{۱۵۹/۸۹ kg Fe_T O_T}{111/۸۹ kg Fe} \right)$$

$$= ۳/۹۸۱۲ kg Fe_T O_T$$

$$\frac{۳/۹۸۱۲ kg Fe_T O_T}{۳/۹۸۱۲ \Delta \text{ سنج معدن}} \times \%_{\text{C}} = \%_{\text{Fe}_T O_T}$$

$$? g S = ۱/۰۶۳ g BaSO_T \left(\frac{۳۲/۰۶ g S}{۲۳۲/۲۳ g BaSO_T} \right) \quad ٤٠-٣$$

$$= ۰/۱۴۶ g S$$

$$\frac{۰/۱۴۶ g S}{۰/۱۴۶ \cdot ۰ g} \times \%_{\text{C}} = \%_{\text{S}}$$

تعیین فرمول

: ۱۸۸/۳۲, SNH (الف)

$$(SNH)_x = 188/32$$

$$(۳۲ + ۱۶ + ۱)x = 188/32 \Rightarrow x = ۲ \Rightarrow S_T N_T H_T$$

$$194, PF_T \quad (\text{ب})$$

$$(PF_T)_x = 137/94$$

$$(۳۱ + ۲ \times ۱۹)x = 137/94 \Rightarrow x = ۲ \Rightarrow P_T F_T$$

$$194, CH_T \quad (\text{ج})$$

$$(CH_T)_x = ۷۰/۱۵$$

$$? mol As = ۲/۷۴/۹۲ g As = ۱۴۹/۸۴ g \quad ٢٩-۴$$

$$\Delta mol S = \Delta (۳۲/۰۶ g S) = \frac{۱۶/۰۳ g}{۲۱/۱۴ g}$$

پس درصد مقدار آرسنیک برابر است با:

$$\frac{۱۴۹/۸۴ g As}{۱۶/۰۳ g As \cdot S_0} \times \%_{\text{C}} = \%_{\text{As}}/۳۱ As$$

$$? mol Ce = ۲(۱۴/۰/۱۲ g Ce) = ۲۸/۰۷۴ g Ce \quad ٣٠-۴$$

$$\Delta mol O = \Delta (۱۶/۰/۰ g O) = \frac{۴۸/۰/۰ g O}{۴۴/۰/۰ g Ce \cdot O_T}$$

$$\frac{۴۸/۰/۰ g O}{۴۴/۰/۰ g Ce \cdot O_T} \times \%_{\text{C}} = \%_{\text{O}}/۳۱ Ce$$

$$\frac{۴۸/۰/۰ g O}{۴۴/۰/۰ g Ce \cdot O_T} \times \%_{\text{C}} = \%_{\text{O}}/۳۱ O \quad ٣١-۴$$

$$\frac{۵۱/۰/۰ g Cr}{۷۵/۰/۰ g BaCrO_T} \times \%_{\text{C}} = \%_{\text{Cr}}/۳۱ Cr \quad ٣٢-۴$$

$$? g Pb = ۱۵/۰ \text{ سنج معدن} \left(\frac{۳۲/۰ \text{ kg PbS}}{\text{سنج معدن} \cdot ۱ \text{ kg}} \right) \quad ۳۳-۴$$

$$\left(\frac{۳۲/۰ \text{ kg PbS}}{۳۳/۰ \text{ kg PbS}} \right) = ۹/۰۳ Kg Pb$$

$$? kg Mn = ۲۵/۰ \text{ سنج معدن} \left(\frac{۵۶/۰ \text{ kg MnO_T}}{\text{سنج معدن} \cdot ۱ \text{ kg}} \right) \quad ۳۴-۴$$

$$\left(\frac{۵۶/۰ \text{ kg MnO_T}}{۵۶/۰ \text{ kg MnO_T}} \right) = ۱/۰۳ kg Mn$$

$$? g P = ۶/۰/۰ g P_T O_T \left(\frac{۱۲۲/۰/۰ g P}{۷۱۹/۰/۰ g P_T O_T} \right) \quad ۳۵-۴$$

$$= ۲/۳۰/۰ g P$$

$$? g P = ۶/۰/۰ g P_T O_T \left(\frac{۹۶/۰/۰ g O}{۷۱۹/۰/۰ g P_T O_T} \right)$$

$$= ۲/۶۲/۰ g O$$

$$? g S = \Delta / ۰/۰ g S_T Cl_T \left(\frac{۴۶/۰/۰ g S}{۱۳۰/۰/۰ g S_T Cl_T} \right) \quad ۳۶-۴$$

$$= ۲/۳۷۴ g S$$

$$? g Cl = \Delta / ۰/۰ g S_T Cl_T \left(\frac{۷۰/۰/۰ g Cl}{۱۳۰/۰/۰ g S_T Cl_T} \right)$$

$$= ۲/۶۲۶ g Cl$$

$$? g C = ۱۰/۰/۰ g \left(\frac{۱۹/۰/۰ g CO_T}{۶/۰/۰ g} \right) \quad ۳۷-۴$$

$$\left(\frac{۱۹/۰/۰ g CO_T}{۶/۰/۰ g} \right) = ۱/۱/۰ g C$$

۳۰ استوکیومتری

از تقسیم تعداد مول‌ها، بر کوچک‌ترین آن‌ها، ساده‌ترین نسبت مولی این عناصر حاصل می‌گردد:

$$\frac{1/561}{0.7807} = 1, \quad \frac{2/122}{0.7807} = 2, \quad \frac{4}{0.7807} = 4$$

پس فرمول تجربی این جسم $CaCrO_4$ خواهد بود.

۴۴-۳

$$? mol Na = 22/85 g Na \left(\frac{1 mol Na}{22 g Na} \right) \\ = 0.9934 mol Na$$

$$? mol B = 21/49 g B \left(\frac{1 mol B}{1.181 g B} \right) \\ = 1.988 mol B$$

$$? mol O = 55/16 g O \left(\frac{1 mol O}{16 g O} \right) = 3.479 mol O$$

از تقسیم تعداد مول‌ها بر کوچک‌ترین آن‌ها ساده‌ترین نسبت مولی به دست خواهد آمد:

$$\frac{0.9934}{0.9934} = 1, \quad \frac{1.988}{0.9934} = 2, \quad \frac{3.479}{0.9934} = 3.5$$

پس فرمول تجربی $Na_2B_2O_7$ خواهد شد.

۴۵-۳ در حل تمرین‌های فرمول تجربی ابتدا درصد عناصر را به وزن اتمی تقسیم می‌کنیم و با از روش ضریب تبدیل مثل تمرین‌های ۴۳-۳ و ۴۴-۳، تعداد مول‌های عناصر تشکیل‌دهنده مواد را بر کوچک‌ترین آن‌ها تقسیم می‌نماییم. اگر حاصل عددی کامل و صحیح شد، این اعداد کوچک‌ترین نسبت‌های مولی عناصر را در ترکیب نشان می‌دهند، ولی اگر اعداد اعشاری باشند، باید نتایج حاصل را در کوچک‌ترین عدد ممکن ضرب نماییم، تا تمام اعداد به صورت عدد کامل و صحیح درآیند. مسائل ۴۵-۳ تا ۴۵-۳ از همین روش حل خواهند شد.

۴۶-۳ $6/129 mol C, 12/26 mol H, 0/8756 mol O$ از تقسیم این اعداد بر کوچک‌ترین آن‌ها نسبت مولی به دست می‌آید.

۷:۱۴:۱

پس فرمول تجربی $C_7H_{14}O$ می‌باشد.

۴۶-۳ در یک صد گرم آسپیرین $4.996 mol C, 2.220 mol O$ و $4.44 mol H$ موجود می‌باشد. از تقسیم این اعداد بر کوچک‌ترین آن‌ها نسبت

$$(12+2)x = 70/10 \Rightarrow x = 5 \Rightarrow C_5H_1.$$

: ۴۶/۰۱, NO_2 (۵)

$(NO_2)_x = 46/01$

$$(14+2 \times 16)x = 46/01 \Rightarrow x = 1 \Rightarrow NO_2$$

: ۱۲۰/۱۰, C_1NH_1 (۶)

$(C_1NH_1)_x = 120/10$

$$(2 \times 12 + 14 + 2 \times 11)x = 120/10 \Rightarrow \\ x = 3 \Rightarrow C_6N_2H_4$$

۴۲-۴

: ۱۱۸/۹۶, $SOCl_2$ (الف)

$(SOCl_2)_x = 118/96$

$$(32+16+2 \times 35/15)x = 118/96 \Rightarrow x = 1$$

پس فرمول مولکولی $SOCl_2$ همان فرمول تجربی آن است.

: ۲۲۱/۱۲, PN_2H_4 (ب)

$(PN_2H_4)_x = 231/12$

$$(31+3 \times 14 + 4 \times 1)x = 23/12 \Rightarrow x = 3$$

پس فرمول مولکولی $P_2N_4H_{12}$ می‌باشد.

: ۱۴۷, C_7H_7Cl (ج)

$(C_7H_7Cl)_x = 147$

$$(3 \times 12 + 2 \times 1 + 35/15)x = 147 \Rightarrow x = 6$$

پس فرمول مولکولی $C_6H_6Cl_2$ می‌شود.

: ۹۸/۶, B_2H_2 (د)

$(B_2H_2)_x = 98/6$

$$(2 \times 10/11 + 3 \times 1)x = 98/6 \Rightarrow x = 4$$

پس فرمول مولکولی B_3H_{12} می‌باشد.

: ۹۰/۴۰, HCO_2 (ه)

$(HCO_2)_x = 90/04$

$$(1 + 12 + 2 \times 16)x = 90/04 \Rightarrow x = 2$$

پس فرمول مولکولی $H_2C_2O_4$ می‌باشد.

۴۳-۴

? mol Ca = 31/29 g Ca $\left(\frac{1 mol Ca}{4. g Ca} \right)$

$$= 0.780 mol Ca$$

? mol C = 18.75 g $\left(\frac{1 mol C}{12 g C} \right) = 1.561 mol C$

? mol O = 49.96 g O $\left(\frac{1 mol O}{16 g O} \right) = 3/123 mol O$

فصل سوم

۵۱-۳ این گونه تمرین‌ها را به ۲ روش حل می‌نمایند:

روش اول: تعداد مول‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن، گوگرد و ازت در یک مول ساخارین با وزن مولکولی $182/18$ تعیین می‌شود:

$$? \text{mol C} = 182/18 \text{ g S} \left(\frac{1 \text{ mol C}}{18 \text{ g S}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol C}}{18/18 \text{ g}} \right)$$

$$? \text{mol C} = 1 \text{ mol C}$$

$$? \text{mol H} = 182/18 \text{ g S} \left(\frac{1 \text{ mol H}}{18 \text{ g S}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol H}}{18/18 \text{ g H}} \right)$$

$$= 1 \text{ mol H}$$

$$? \text{mol O} = 182/18 \text{ g S} \left(\frac{1 \text{ mol O}}{18 \text{ g S}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol O}}{18/18 \text{ g O}} \right)$$

$$= 1 \text{ mol O}$$

$$? \text{mol S} = 182/18 \text{ g S} \left(\frac{1 \text{ mol S}}{18 \text{ g S}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol S}}{18/18 \text{ g S}} \right)$$

$$= 1 \text{ mol S}$$

$$? \text{mol N} = 182/18 \text{ g S} \left(\frac{1 \text{ mol N}}{18 \text{ g S}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol N}}{18/18 \text{ g N}} \right)$$

$$= 1 \text{ mol N}$$

پس فرمول مولکولی ساخارین $C_{12}H_{22}O_{11}SN$ می‌باشد.

روش دوم: در این روش ابتدا فرمول تجربی را پیدا می‌کنیم و سپس با استفاده از وزن مولکولی فرمول مولکولی را بدست می‌آوریم.

$$? \text{mol C} = 45.9 \text{ g C} \left(\frac{1 \text{ mol C}}{12/12 \text{ g C}} \right) = 3.82 \text{ mol C}$$

$$? \text{mol H} = 27.75 \text{ g H} \left(\frac{1 \text{ mol H}}{1/18 \text{ g H}} \right) = 27.73 \text{ mol H}$$

$$? \text{mol O} = 26.8 \text{ g O} \left(\frac{1 \text{ mol O}}{16/16 \text{ g O}} \right) = 1.64 \text{ mol O}$$

$$? \text{mol S} = 17.5 \text{ g S} \left(\frac{1 \text{ mol S}}{32/32 \text{ g S}} \right) = 0.55 \text{ mol S}$$

$$? \text{mol N} = 7.75 \text{ g N} \left(\frac{1 \text{ mol N}}{14/14 \text{ g N}} \right) = 0.55 \text{ mol N}$$

اگر بر کوچک‌ترین عدد تقسیم نماییم نسبت مولی $1:1:5:3:7$ بدست می‌آید. پس فرمول تجربی ساکارین $C_{12}H_{22}O_{11}SN$ می‌باشد.

$$(C_{12}H_{22}O_{11}SN)x = 182/17 \rightarrow x = 1$$

پس فرمول تجربی و فرمول مولکولی ساخارین یکی است.

مولی کربن، هیدروژن و اکسیژن به دست می‌آید

۲/۲۵ : ۲:۱

چون تعداد مول‌های کربن اعشاری است پس در کوچک‌ترین نسبت مولی با عدد صحیح به دست می‌آید و خواهیم داشت:

۹:۸:۴

پس فرمول تجربی آسپیرین $C_9H_8O_4$ می‌باشد.

۴۷-۳ یک صد گرم وانیلین شامل $5/26 \text{ mol H}$,

$5/26 \text{ mol C}$ و $5/257 \text{ mol O}$ می‌باشد. از

تقسیم این اعداد بر کوچک‌ترین آن‌ها نسبت $2/47:2/47:1$ به دست می‌آید. اگر این اعداد را

در سه ضرب نماییم، به صورت عدد صحیح خواهند شد.

پس فرمول تجربی وانیلین $C_{18}H_{18}O_2$ می‌باشد.

۸:۸:۳

۴۸-۳ در یک صد گرم اسکوربیک اسید

$2/40.6 \text{ mol O}$, $4/54 \text{ mol C}$ و $4/54 \text{ mol H}$

C:H:O موجود می‌باشد. پس نسبت مولی

برابر $1:1/23:1$ می‌باشد که اگر در سه ضرب

شود، این نسبت به صورت $3:4:3$ در می‌آید. پس

فرمول تجربی اسکوربیک اسید $C_6H_4O_2$ می‌باشد.

۴۹-۳ در یک صد گرم باربیتوریک اسید مقدار

$2/12 \text{ mol H}$, $2/122 \text{ mol C}$, $2/341 \text{ mol O}$,

$1/561 \text{ mol N}$ موجود می‌باشد. از تقسیم این

اعداد بر کوچک‌ترین آن‌ها نسبت $1/15:1:2:2$,

که اگر در دو ضرب شوند $3:2:4:4$ حاصل

می‌گردد. پس فرمول تجربی باربیتوریک اسید

$C_6H_4N_2O_2$ می‌باشد.

۵۰-۳ یک صد گرم EDTA شامل

$2/421 \text{ mol C}$ و $2/421 \text{ mol O}$ و 0.484 mol N

می‌باشد. از تقسیم آن‌ها بر کوچک‌ترین عدد

نسبت $1:1:4:5:5$ حاصل می‌گردد. پس فرمول

تجربی آن $C_5H_8NO_4$ می‌باشد.

$$= ۴/۹۶۰ \text{ g } C_۷H_{۱۱}S$$

۵۵-۳

$$\text{هموگلوبین } ۱ mol = \text{هموگلوبین } g \left(\frac{۱ mol Fe^{۲+}}{۱ mol \text{ هموگلوبین }} \right)$$

$$\left(\frac{۵۵/\Delta g Fe}{۱ mol Fe^{۲+}} \left(\frac{۱۰۰ g}{۷۰/۲۴ g Fe} \right) \right)$$

$$= ۶/۵۳ \times ۱۰^۴ \text{ g هموگلوبین}$$

۵۶-۳

$$\text{کلروفیل } ۱ mol = \text{کلروفیل } g \left(\frac{۱ mol Mg^{۲+}}{۱ mol \text{ کلروفیل }} \right)$$

$$\left(\frac{۱۱/\Delta g Mg}{۱ mol Mg^{۲+}} \left(\frac{۱۰۰ g}{۷۰/۲۴ g Mg} \right) \right)$$

$$= ۸/۹۳ \text{ g کلروفیل}$$

۵۷-۳ ابتدا وزن آب تبخیر شده را بدست

می آوریم.

$$۴/۴۵ g - ۳/۷۷ g = ۲/۹۸ g$$

$$\text{? mol H}_۲O = ۱ mol NiSO_۴ \left(\frac{۱۵۴/\Delta g NiSO_۴}{۱ mol NiSO_۴} \right)$$

پس فرمول سولفات نیکل آبدار به صورت $NiSO_۴ \cdot ۷H_۲O$ می باشد.

۵۸-۳

$$۷/۰۰ - ۴/۴۵ = ۲/۰۵ H_۲O$$

$$\text{? mol H}_۲O = ۱ mol BeSO_۴ \left(\frac{۱۰۵/\Delta g BeSO_۴}{۱ mol BeSO_۴} \right)$$

$$\left(\frac{۷/۰۰ g H_۲O}{۷/۴۵ g BeSO_۴} \right) \left(\frac{۱ mol H_۲O}{۱۱/\Delta g H_۲O} \right)$$

$$= ۴/۰۰ mol H_۲O$$

پس فرمول سولفات بریلیم آبدار به صورت $BaSO_۴ \cdot ۴H_۲O$ می باشد.

۵۹-۳

$$\text{? g Cl} = ۲۰/۰\Delta g AgCl \left(\frac{۷۰/\Delta g Cl}{۱۴۳/\Delta g AgCl} \right)$$

$$= ۴/۹۶۷ g Cl$$

$$۸/۸۱ g - ۴/۹۶۷ g = ۳/۸۴ g Cr$$

$$\text{? mol Cl} = ۴/۹۶۷ g Cl \left(\frac{۱ mol Cl}{۷۰/\Delta g Cl} \right) = ۰/۱۴ mol Cl$$

$$\text{? mol Cr} = ۳/۸۴ g Cr \left(\frac{۱ mol Cr}{۵۲/\Delta g Cr} \right) = ۰/۰۷۰ mol Cr$$

پس نسبت مولی $Cr:Cl$ برابر $۱:۲$ می باشد، پس فرمول تجربی به صورت $CrCl_۲$ می شود.

۵۲-۳ مانند تمرین ۳-۵۱ یک مول کلسیترول با وزن مولکولی g شامل ۱ mol O, ۲۸۶ g می باشد. پس فرمول مولکولی آن $C_۷H_{۱۱}O$ می باشد.

۵۳-۳
(الف)

$$\text{? mol C} = ۷/۹۲۲ g CO_۲ \left(\frac{۱ mol C}{۴۴/\Delta g CO_۲} \right)$$

$$= ۰/۱۸۰ mol C$$

$$\text{? mol H} = ۴/۳۲۵ g H_۲O \left(\frac{۱ mol H}{۱۸/\Delta g H_۲O} \right)$$

$$= ۰/۴۸۰ mol H$$

$$\text{? mol N} = ۰/۸۴ g N_۲ \left(\frac{۱ mol N}{۲۸/\Delta g N_۲} \right) = ۰/۰۶ mol N$$

ب) باید تعداد مولها را بر کوچکترین آنها تقسیم نماییم. پس

$$\frac{۰/۰۶}{۰/۰۶} = ۱, \frac{۰/۱۸۰}{۰/۰۶} = ۳, \frac{۰/۴۸۰}{۰/۰۶} = ۸$$

و فرمول تجربی ترکیب به صورت $C_۷H_{۱۱}N$ می باشد.

ج) با توجه به این که وزن مولکولی برابر است با:

$$(۳ \times ۱۲ + ۸ \times ۱ + ۱۴ \times ۱) = ۵۸$$

$$\text{? g } C_۷H_{۱۱}N = ۰/۱۸۰ mol C \left(\frac{۱ mol C_۷H_{۱۱}N}{۱ mol C} \right)$$

$$\left(\frac{۵۸ g C_۷H_{۱۱}N}{۱ mol C_۷H_{۱۱}N} \right) = ۳/۴۸۷ g C_۷H_{۱۱}N$$

۵۴-۳
(الف)

$$\text{? mol C} = ۹/۸۸۲ g CO_۲ \left(\frac{۱ mol C}{۴۴/\Delta g CO_۲} \right)$$

$$= ۰/۲۲۰ mol C$$

$$\text{? mol H} = ۴/۹۵۶ g H_۲O \left(\frac{۱ mol H}{۱۸/\Delta g H_۲O} \right)$$

$$= ۰/۵۵۰ mol H$$

$$\text{? mol S} = ۳/۵۲۳ g CO_۲ \left(\frac{۱ mol S}{۶۴/\Delta g SO_۲} \right)$$

$$= ۰/۰۵۵ mol S$$

ب) از تقسیم مقدار حاصل در قسمت الف بر کوچکترین آنها ساده ترین نسبت مولی به صورت $۱:۰:۱:۰:۱$ بدست می آید. پس فرمول تجربی به صورت $C_۷H_{۱۱}S$ می باشد.

ج) وزن فرمولی برابر است با:

$$۴ \times ۱۲ + ۸ \times ۱ + ۳۲ = ۹۰$$

$$\text{? g } C_۷H_{۱۱}S = ۰/۲۲۰ mol C \left(\frac{۹۰ g C_۷H_{۱۱}S}{۱ mol C} \right)$$

فصل سی و هشت

(ج)

$$\begin{aligned} & \text{واحد فرمولی} = \\ & 0.00528 \text{ mol } KCN \left(\frac{\text{واحد فرمولی}}{1 \text{ mol } KCN} \right) \\ & = 3/24 \times 10^{-11} \text{ واحد فرمولی} \end{aligned}$$

٦٥-٣

$$\begin{aligned} & ? g \text{ Cl} = \text{ترکیب } 1 \text{ mol} \left(\frac{\text{ترکیب}}{1 \text{ mol}} \right) \left(\frac{٢٤/٥\text{gCl}}{١\text{mol}} \right) \\ & = ٢/٨٣٧ \text{ g Cl} \end{aligned}$$

وزن قلع در نمونه Sn

$$571 \text{ g} - 2/84 \text{ g} = 2/37 \text{ g Sn}$$

$$\begin{aligned} & ? \text{ mol } Sn = 2/37 \text{ g } Sn \left(\frac{١\text{molSn}}{١١٨/٧\text{gSn}} \right) \\ & = 0.0200 \text{ mol } Sn \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & ? \text{ mol } Cl = 2/84 \text{ g } Cl \left(\frac{١\text{molCl}}{٢٤/٥\text{gCl}} \right) \\ & = 0.0180 \text{ mol } Cl \end{aligned}$$

از تقسیم تعداد مول‌ها بر کوچکترین آن‌ها نسبت مولی آن‌ها برابر $Sn:Cl = 1:4$ به دست می‌آید.

پس فرمول تجربی این ترکیب $SnCl_4$ می‌باشد.

٦١-٣

$$\begin{aligned} & \text{در یک صد گرم نمونه } X_2N \text{ مقدار } 4.021 \text{ g } X \\ & \text{ازت و بقیه آن } X \text{ است.} \end{aligned}$$

$$100/00 \text{ g} - 4.021 \text{ g} = 59.79 \text{ g } X$$

$$\begin{aligned} & ? \text{ g } X = 1 \text{ mol } X \left(\frac{١\text{molN}}{٢\text{molX}} \right) \left(\frac{١٤/١\text{gN}}{١\text{molN}} \right) \\ & \left(\frac{٥٩.٧٩\text{gX}}{٤.٠٢١\text{gN}} \right) = 6.944 \text{ g } X \end{aligned}$$

٦٢-٣

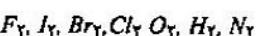
در یک صد گرم از این نمونه ۳۷/۴۸ g کربن و بقیه آن x می‌باشد.

$$\begin{aligned} & \text{وزن عنصر } X \text{ در یک صد گرم} = 42/57.8 \text{ g} \\ & ? \text{ g } X = 1 \text{ mol } X \left(\frac{٢\text{molC}}{١\text{molX}} \right) \left(\frac{١٢/٠\text{gC}}{١\text{molC}} \right) \left(\frac{٣٧/٤٨\text{gX}}{٣٧/٤٨\text{gC}} \right) \\ & = ٤٠/٠٧ \text{ g } X \end{aligned}$$

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

٦٣-٣ عناصر دو اتمی در جدول ۱-۳ کتاب

آمده‌اند:



٦٤-٣
(الف)

$$\begin{aligned} & ? mg KCN = ٧٠/٠ kg \left(\frac{\Delta mg KCN}{١kg} \right) \\ & = ٣٥ \cdot mg KCN = ٠/٣٥ \cdot g KCN \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} & ? mol KCN = ٠/٣٥ \cdot g KCN \left(\frac{١\text{molKCN}}{٦٥/١\text{gKCN}} \right) \\ & = ٠/٠٠٥٣٨ mol KCN \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & ? g Cl = 11/٤٧ g AgCl \left(\frac{٢٤/٥\text{gCl}}{١٤٣/٦\text{gAgCl}} \right) \\ & = ٢/٨٣٧ \text{ g Cl} \end{aligned}$$

$$571 \text{ g} - 2/84 \text{ g} = 2/37 \text{ g Sn}$$

براساس تمرین ٦٥-٣ وزن فرمولی g می‌شود. چرا که فرمول دارای سه اتم گوگرد می‌باشد پس:

$$\begin{aligned} & \text{گرم وزن گوگرد} = ٩٦/١٨ \\ & \text{وزن عنصر } A = ١٢٣/٨ \\ & \text{الف) } x = \text{وزن عنصر } A \text{ برابر } 123/8 \text{ گرم} \\ & \text{می‌باشد.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{ب) } x = \text{وزن عنصر } A \text{ برابر } 61/٩ \\ & \text{گرم می‌باشد.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{ج) } x = ٣ \cdot A_e S_2 = ٣ \cdot ١٢٣/٨/٣ = ٤١/٣ \\ & \text{گرم می‌باشد.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{د) } x = ٤ \cdot A_e S_2 = ٤ \cdot ١٢٣/٨/٤ = ٢/٣١ \\ & \text{گرم می‌باشد.} \end{aligned}$$

٦٧-٣ ابتدا وزن مولکولی عطر را به دست می‌آوریم.

$$16 \text{ mol C} = 16 / (١٢/٠١١ \text{ g C}) = ١٩٢/١٧٦ \text{ g C}$$

$$٣٠ \text{ mol H} = ٣٠ / (١/٠٠٧٩ \text{ g H}) = ٣٠/٢٣٧ \text{ g H}$$

$$١ mol O = ١ / (١٦/٠٠) = ١٦/٠٠٠ \text{ g O}$$

$$192/176 \text{ g} + 30/237 \text{ g} + 16/000 \text{ g} = ٢٣٨/٤١٢ \text{ g}$$

$$\frac{١٩٢/١٧٦}{٢٣٨/٤١٢} \times \% ١٠٠ = \% ١٨٠/٧٠٦ \text{ C}$$

$$\frac{٣٠/٢٣٧}{٢٣٨/٤١٢} \times \% ١٠٠ = \% ١١٢/٩٨٣ \text{ H}$$

$$\frac{١٦/٠٠٠}{٢٣٨/٤١٢} \times \% ١٠٠ = \% ٦/٧١١ \text{ O}$$

(الف) ٦٨-٣

$$? g CO_2 = ٥/٠٠ \text{ g} \left(\frac{٨/٠١٩\text{gC}}{١٠٠/٠٠ \text{ g CO}_2} \right) \left(\frac{٤٤/٠١٩\text{gO}_2}{١٢/٠١٩\text{gC}} \right)$$

$$? g CO_2 = ١٤/٧٧ \text{ g } CO_2$$

$$? g H_2O = ٥/٠٠ \text{ g} \left(\frac{١٢/٠١٩\text{gH}}{١٠٠/٠٠ \text{ g H}_2O} \right)$$

$$\left(\frac{١٨/٠١٩\text{gH}_2O}{٢/٠١٩\text{gH}} \right) = ٥/٦٥٧ \text{ g } CO_2$$

$$\text{ترکیب } g = \frac{6\text{ mol C}}{1\text{ mol}} \left(\frac{17\text{ gC}}{1\text{ mol C}} \right) = \frac{100\text{ g}}{65/4\text{ gC}}$$

فرمول تجربی درست $C_6H_6O_2$ می‌باشد، که دارای وزن مولکولی ۱۱۰ است. چون $C_6H_6O_2$ دارای وزن مولکولی ۹۴ می‌باشد.

$$\text{mol H} = \frac{5/3}{1\text{ mol}} \left(\frac{1\text{ mol H}}{1\text{ g H}} \right) = 5/2 \Delta Y \text{ mol H}$$

$$\text{mol O} = \frac{31/55}{1\text{ mol}} \left(\frac{1\text{ mol O}}{16/0\text{ g O}} \right) = 1/972 \text{ mol O}$$

از تقسیم بر کوچکترین عدد بین آن‌ها نسبت مولی $C:H:O$ برابر $2/2:67:1/972$ بودست می‌آید. اگر این نسبتها را سه برابر نماییم به عدد صحیح تبدیل می‌شوند و به صورت $8:8:3$ درمی‌آیند. پس فرمول تجربی آن به صورت $C_8H_8O_2$ خواهد شد.

$$\text{انسولین } g = \frac{1\text{ mol}}{\frac{2/2 \times 10^{-3}}{\text{انسولین } 1\text{ mol}}} \left(\frac{\text{مولکول انسولین}}{\text{انسولین } 1\text{ mol}} \right)$$

$$\text{انسولین } g = \frac{9/5 \times 10^{-3}}{\text{مولکول انسولین}} = 5/7 \times 10^{-3} \text{ g}$$

فصل ۴

استوکیومتری

(قسمت دوم - معادله‌های شیمیایی)

چکیده‌ی مطالب:

معادلات شیمیایی با کمک نمادها و فرمول‌های شیمیایی، اجسام درگیر در واکنش را نشان می‌دهند. این معادلات با استفاده از فرمول صحیح واکنش‌دهنده‌ها و محصولات نوشته می‌شوند و تعداد واحدهای فرمولی با افزودن ضرایبی موازن می‌گردد. اگر قبل از یک فرمول ضریبی نباشد به منزله یک است.

ضرائب معادلات شیمیایی در موازن، برای بدست آوردن نسبت مولی بین اجزای شرکت‌کننده در واکنش به کار می‌روند. این نسبت‌های مولی مبنای محاسبات استوکیومتری هستند و برای محاسبه‌ی مقدار نظری هر یک از مواد واکنش‌دهنده یا محصولات در یک واکنش مورد استفاده قرار می‌گیرند.

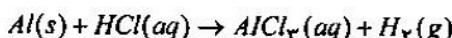
گاهی مقدار مواد واکنش‌دهنده به نسبت استوکیومتری نمی‌باشد. در این موارد واکنش‌دهنده‌ی محدود کننده، واکنش‌دهنده‌ای است که مقدار آن کمتر از بقیه بوده، مقدار فرآورده‌ها را محدود می‌کند. در حل این مسائل ابتدا باید واکنش‌دهنده‌ی محدود کننده را شناسایی و مسئله را پردازش آن حل کنیم. مقدار فرآورده‌ی یک واکنش شیمیایی که از طریق محاسبات پیش‌بینی می‌شود را اندمان یا بازده نظری نامیده می‌شود. این مقدار، بیشترین مقداری است که طی یک واکنش قابل استحصال است. معمولاً مقدار محصولات بدست آمده که بازده واقعی هستند، کمتر از بازده نظری است. از حاصل تقسیم این دو بازده واکنش را حساب می‌کنیم.

در محاسبات واکنش‌هایی که در محلول انجام می‌شوند غلظت محلول‌ها اهمیت دارند. مولاریته‌ی یک محلول، تعداد مول‌های ماده‌ی حل شده در یک لیتر از محلول است. بنابراین تعداد مول‌های ساده‌ی واکنش‌دهنده از مولاریته‌ی محلول و حجم آن در محاسبات محاسبه می‌گردد.

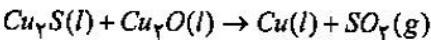
تمرین‌ها:

معادلات شیمیایی:

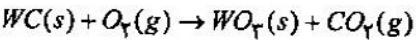
۴-۱: معادلات شیمیایی زیر را موازن کنید:



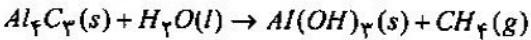
(الف)



(ب)

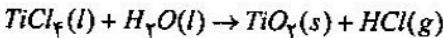


(ج)

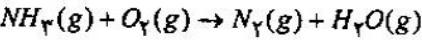


(د)

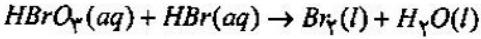
۴-۲: معادلات شیمیایی زیر را موازن کنید:



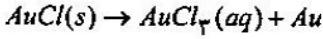
(الف)



(ب)

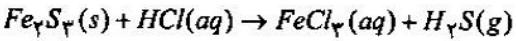


(ج)

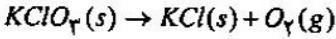


(د)

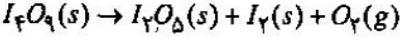
۴-۳: معادلات شیمیایی زیر را موازن کنید:



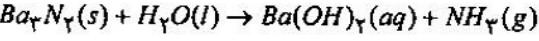
(الف)



(ب)

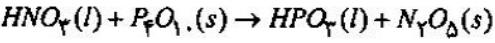


(ج)

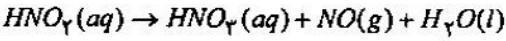


(د)

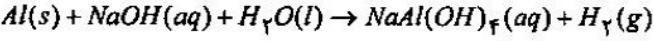
۴-۴: معادلات شیمیایی زیر را موازن کنید:



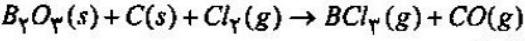
(الف)



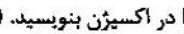
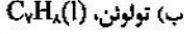
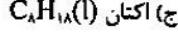
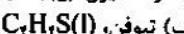
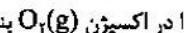
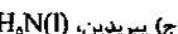
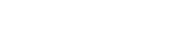
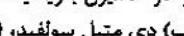
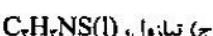
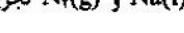
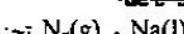
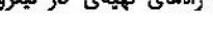
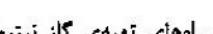
(ب)



(ج)



(د)

۵-۱: معادله‌ی سوختن ترکیبات زیر را در اکسیژن بنویسید. (O₂(g))۵-۲: معادله‌ی سوختن ترکیبات زیر را در اکسیژن بنویسید. (O₂(g))۵-۳: معادله‌ی سوختن ترکیبات زیر را در اکسیژن (O₂(g)) بنویسید.۵-۴: معادله‌ی سوختن ترکیبات زیر را در اکسیژن بنویسید. (O₂(g))

۵-۵: تمرین‌های مربوط به معادلات شیمیایی:

۹-۱: NaN₃(s) در انر گرم شدن (Na(l) + N₂(g)) تجزیه می‌شود که یکی از راههای تهیه گاز نیتروزن در آزمایشگاه می‌باشد.

الف) معادله‌ی شیمیایی واکنش را بنویسید.

ب) برای تهیه N₂(g) ۱۰۰ mol NaN₃(s) چند مول NaN₃(s) نیاز است؟ج) بر اثر تجزیه ۲/۵ g NaN₃(s) N₂(g) تولید می‌شود؟د) هنگامی که ۱/۷۵ g N₂(g) تهیه می‌شود، چند گرم Na(l) بدست می‌آید؟

فصل چهارم

۱۰-۴: $\text{POCl}_3(s)$ و $\text{P}_2\text{O}_{10}(s)$ واکنش داده تولید (I) $\text{POCl}_3(l)$ می‌کنند.

الف) معادله شیمیایی واکنش را بنویسید.

ب) از 100 mol $\text{PCl}_5(s)$ چند مول (I) POCl_3 تولید می‌شود؟

ج) برای تهیه 120 g POCl_3 چند گرم $\text{PCl}_5(s)$ لازم است؟

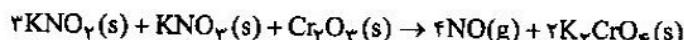
د) چند گرم (s) PCl_5 با 15 g $\text{P}_2\text{O}_{10}(s)$ واکنش می‌دهد؟

۱۱-۴: معادله زیر در دست است:



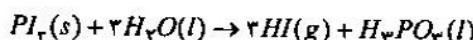
چند گرم NaN_3 و $\text{N}_2\text{O}(g)$ برای تهیه 50 g $\text{NaN}_3(s)$ لازم است. واکنش را کامل فرض کنید.

۱۲-۴: از $\text{NO}(g)$ از واکنش زیر تهیه می‌شود:



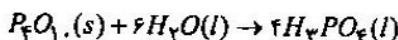
برای تهیه 50 g $\text{NO}(g)$ اگر واکنش کامل باشد، از هر یک از واکنش‌دهنده‌ها چند گرم مصرف می‌شود؟

۱۳-۴: معادله زیر را در نظر بگیرید.



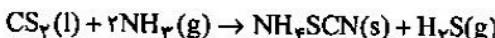
از واکنش 50 g $\text{PI}_3(s)$ چند گرم $\text{HI}(g)$ تولید می‌شود؟ واکنش را کامل فرض کنید.

۱۴-۴: معادله زیر را در نظر بگیرید:



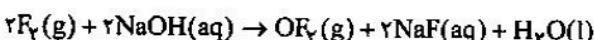
از واکنش 50 g $\text{P}_2\text{O}_5(s)$ چند $\text{H}_2\text{PO}_4(l)$ تولید می‌شود، اگر واکنش کامل باشد.

۱۵-۴: براساس واکنش زیر:



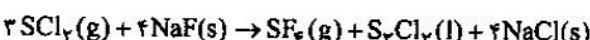
حداکثر مقدار $\text{NH}_2\text{SCN}(s)$ که می‌توان از 9 g $\text{CS}_2(l)$ و سه گرم $\text{NH}_3(g)$ تهیه کرد را حساب کنید.

۱۶-۴: براساس واکنش زیر:



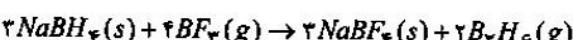
حداکثر مقدار $\text{OF}_2(g)$ که می‌توان از $2/5 \text{ g}$ $\text{F}_2(g)$ و $2/5 \text{ g}$ NaOH تهیه کرد را حساب کنید.

۱۷-۴: براساس واکنش زیر:



حداکثر مقدار $\text{SF}_6(g)$ که می‌توان از 6 g $\text{S}\text{Cl}_2(g)$ و 5 g $\text{NaF}(s)$ تهیه کرد را حساب کنید.

۱۸-۴: براساس واکنش زیر:



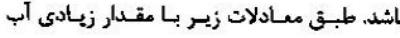
حداکثر مقدار $\text{B}_2\text{H}_6(g)$ که می‌توان از $2/5 \text{ g}$ $\text{NaBH}_4(s)$ و $4/5 \text{ g}$ $\text{BF}_3(g)$ تهیه کرد را حساب کنید.

۱۹-۴: 5 g $\text{LiBH}_4(s)$ با مقداری زیاد $\text{NH}_4\text{Cl}(s)$ ترکیب می‌شود و $2/16 \text{ g}$ $\text{Br}_2\text{N}_2\text{H}_4(l)$ تولید می‌شود. اگر معادله واکنش به صورت زیر باشد راندمان واکنش را حساب کنید.



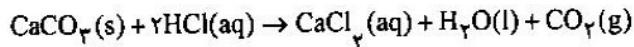
۲۰-۴: مقدار زیادی $\text{H}_2\text{O}(l)$ طبق معادله زیر واکنش می‌دهند و $1/4 \text{ g}$ $\text{PH}_3(g)$ تولید می‌شود. راندمان واکنش را حساب کنید.

۲۱-۴: یک نمونه به وزن $7/69 \text{ g}$ حاوی مخلوطی از $\text{CaO}(s)$ و $\text{CaC}_2(s)$ می‌باشد. طبق معادلات زیر با مقدار زیادی آب ترکیب می‌شود.



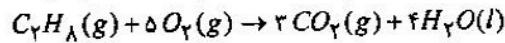
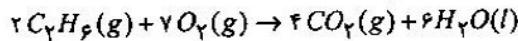
$\text{C}_2\text{H}_2(g)$ تولید می‌شود. اگر واکنش کامل باشد درصد $\text{CaC}_2(s)$ را در این مخلوط حساب کنید.

۴-۲۲: یک نمونه به وزن ۱۰ g حاوی مخلوطی از $\text{CaCO}_3(s)$ و $\text{CaCr}_2(s)$ می‌باشد. طبق واکنش زیر با مقدار زیادی HCl(aq) ترکیب می‌شود.

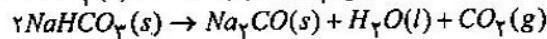
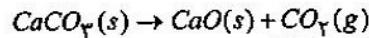


۴-۲۳: واکنش نمی‌دهد و $\text{CO}_2(g)$ تولید می‌شود. اگر واکنش کامل باشد درصد $\text{CaCO}_3(s)$ را در این مخلوط حساب کنید.

۴-۲۴: نمونه‌ی حاوی $\text{C}_7\text{H}_6(g)$ و $\text{C}_7\text{H}_8(g)$ در $\text{O}_2(g)$ سوزانده شد. H_2O ۷/۲ g و CO_2 ۱۲/۵ g تولید شد. چند درصد این مخلوط $\text{C}_7\text{H}_6(g)$ است؟ واکنش‌های آن عبارتند از:



۴-۲۵: نمونه‌ی حاوی $\text{NaHCO}_3(s)$ و $\text{CaCO}_3(s)$ در اثر حرارت تجزیه شدند.



۴-۲۶: ۱۷/۶ گرم CO_2 و ۲/۷ گرم آب تولید شده چه درصدی از مخلوط اولیه $\text{CaCO}_3(s)$ بوده است؟

سوالات

۴-۲۷: مولاریته هر یک از محلول‌های زیر را حساب کنید.

(الف) $4/00\text{ g NaOH}$ در دقیقاً 250 mL محلول

(ب) $1/50\text{ g NaCl}$ در $1/50\text{ L}$ محلول

(ج) $1/00\text{ g AgNO}_3$ در دقیقاً 350 mL محلول.

۴-۲۸: مولاریته هر یک از محلول‌های زیر را حساب کنید:

(الف) $9/45\text{ g HNO}_3$ در دقیقاً 250 mL محلول

(ب) $4/50\text{ g KMnO}_4$ در $2/000\text{ L}$ محلول

(ج) $26/6\text{ g Na}_2\text{SO}_4$ در دقیقاً 125 mL محلول.

۴-۲۹: تعداد مول‌های ماده‌ی حل شده در هر یک از محلول‌های زیر را حساب کنید.

(الف) $1/20\text{ M Ba(OH)}_2$ در $1/20\text{ L}$

(ب) $1/050\text{ M H}_2\text{SO}_4$ در $2/50\text{ mL}$

(ج) $1/00\text{ M NaCl}$ در $2/50\text{ L}$

۴-۳۰: تعداد مول‌های ماده‌ی حل شده در هر یک از محلول‌های زیر را حساب کنید.

(الف) $1/250\text{ M AgNO}_3$ در $1/50\text{ mL}$

(ب) $1/00\text{ M HCl}$ در $1/50\text{ L}$

(ج) $1/0400\text{ M NaOH}$ در $1/225\text{ L}$

۴-۳۱: برای تهییه هر یک از محلول‌های زیر به چند گرم ماده نیاز است؟

(الف) $1/050\text{ M KOH}$ در $1/000\text{ L}$

(ب) $1/000\text{ M KMnO}_4$ در $1/000\text{ mL}$

(ج) $1/0200\text{ M BaCl}_2$ در $1/000\text{ mL}$

۴-۳۲: برای تهییه هر یک از محلول‌های زیر به چند گرم ماده نیاز است؟

(الف) $1/000\text{ M NaOH}$ در $1/000\text{ mL}$

(ب) $1/000\text{ M KIO}_3$ در $1/000\text{ mL}$

(ج) $1/000\text{ M AgNO}_3$ در $1/000\text{ mL}$

۴-۳۳: برای تهییه هر یک از محلول‌های زیر به چند گرم از واکنش‌گر غلیظ (جدول ۴-۱) نیاز است؟

(الف) $1/000\text{ M HCl}$ در $1/000\text{ L}$

(ب) $1/000\text{ M HNO}_3$ در $1/000\text{ L}$

(ج) $1/000\text{ M H}_2\text{SO}_4$ در $1/000\text{ mL}$

۴-۳۴: برای تهییه هر یک از محلول‌های زیر به چند گرم از واکنش‌گر غلیظ (جدول ۴-۱) نیاز است؟

(الف) $1/000\text{ M HCl}$ در $1/000\text{ L}$

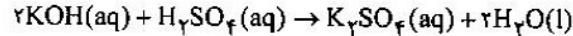
(ب) $1/000\text{ M H}_3\text{PO}_4$ در $1/000\text{ mL}$

(ج) $1/000\text{ M NH}_3$ در $1/000\text{ L}$

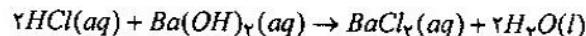
فصل چهارم

واکنش‌های داخل محلول:

۴-۳۳: چند میلی لیتر KOH با 0.25M H_2SO_4 ، 0.15mL و اکتش می‌دهد. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است.



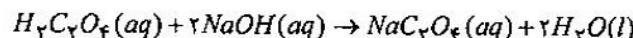
۴-۳۴: چند میلی لیتر HCl با 0.215M $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ، $0.28/4\text{mL}$ طبق معادله‌ی زیر ترکیب می‌شود.



۴-۳۵: اگر برای واکنش کامل 25mL از محلول 0.22M NaOH $27/5\text{mL}$ به $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ نیاز داشته باشیم مولاریتی

محلول چقدر است؟

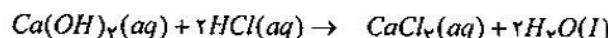
معادله‌ی واکنش عبارت است از:



۴-۳۶: اگر برای واکنش کامل 50mL از محلول 0.25M HCl، 46mL به $\text{Ca}(\text{OH})_2$ نیاز داشته باشیم مولاریتی

محلول چقدر است؟

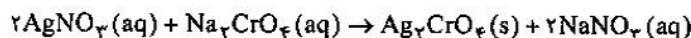
معادله‌ی واکنش عبارت است از:



۴-۳۷: اگر برای واکنش کامل $25/1\text{mL}$ از محلول 0.25M AgNO_3 ، $22/1\text{mL}$ به Na_2CrO_4 نیاز داشته باشیم

مولاریتی محلول چقدر است؟

معادله‌ی واکنش عبارت است از:



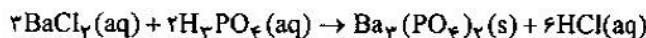
۴-۳۸: اگر برای واکنش کامل $22/16\text{mL}$ از محلول 0.15M KMnO_4 ، $22/78\text{mL}$ به KNO_3 نیاز داشته باشیم

مولاریتی محلول چقدر است؟

معادله‌ی واکنش عبارت است از:

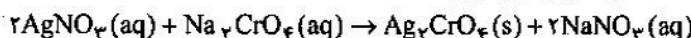


۴-۳۹: به 125mL از BaCl_2 مقداری (l) $2/26\text{g}$ H_3PO_4 اضافه می‌کنیم. $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(s)$ رسوب می‌کند. مولاریتی BaCl_2 را بدست آورید. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است:

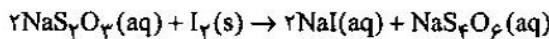


۴-۴۰: به 145mL از محلول AgNO_3 مقداری $\text{Na}_2\text{CrO}_4(l)$ اضافه می‌کنیم $2/79\text{g}$ Ag_2CrO_4 رسوب می‌کند.

مولاریتی محلول AgNO_3 را بدست آورید. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است:



۴-۴۱: چه حجمی از محلول 0.3625M NaS_2O_3 برای واکنش با 0.175g I_2 نیاز است. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است:



۴-۴۲: چه حجمی از محلول 0.125M KBrO_3 برای واکنش با $0.2/5\text{g}$ $\text{N}_2\text{H}_4(l)$ نیاز است. معادله‌ی واکنش به صورت زیر است:



۴-۴۳: اگر به نیترات نقره، آهن اضافه کنیم نقره رسوب می‌کند.



برای آن که کل نقره‌ی موجود در 2L لیتر محلول 0.165M AgNO_3 رسوب کند، چند گرم آهن نیاز است؟

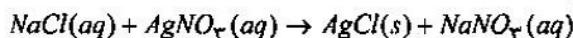
۴-۴۴: با افزودن گوگرد جامد به محلول گرم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(l)$ Na_2SO_4 تشکیل می‌شود:



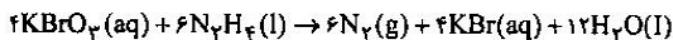
چند گرم گوگرد جامد در 150mL 0.25M Na_2SO_4 حل می‌شود؟

۴- استوکیومتری

۴۵-۴: ۲/۵ g از مخلوط (s) NaNO_3 و $\text{NaCl}(s)$ در آب حل شده به محلول ۲۰ mL ۰/۶ M AgNO_3 اضافه شد تا واکنش طبق معادله زیر کامل شود. چند درصد این مخلوط $\text{NaCl}(s)$ است؟

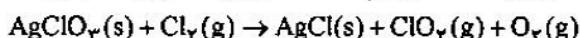
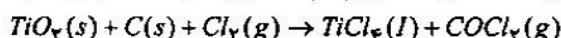
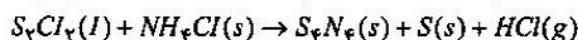


۴۶-۴: به ۰/۴۵۶۵ g از N_2H_4 ناچالص ۳۶/۴۶ mL م محلول ۰/۲۱۵۶ M KBrO_4 اضافه کردیم تا واکنش طبق معادله زیر کامل شود. این نمونه حاوی چند درصد N_2H_4 است؟



۴-۷- تصرین‌های طبق معادله لشیده:

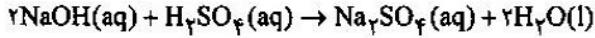
۴۷-۴: معادلات زیر را موازن کنید.



۴۸-۴: مولاریته هر یک از محلول‌های زیر را حساب کنید.
الف) ۰/۲۵ mL NaOH که به حجم ۱۰۰ mL رسیده است.

ب) ۰/۲۵ g NaOH که در ۰/۷۵ L آب حل شده است.

ج) ۰/۲۵ mL م محلول از NaOH که با ۰/۱۵ M H_2SO_4 ۰/۲۸ mL م محلول، به صورت زیر واکنش داده است.



۴۹-۴: چه حجمی از محلول ۰/۶ M HCl نیاز داریم تا:

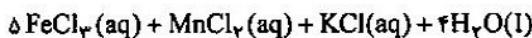
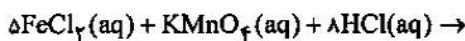
الف) ۰/۱۲۵ mL HCl پدست اوریم.

ب) ۰/۱ M HCl ۰/۱ L تهیه کنیم.

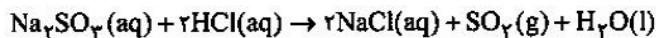
ج) با ۰/۱۵ g $\text{CaCO}_3(s)$ طبق معادله زیر واکنش داشته باشیم.



۵۰-۴: اگر برای واکنش کامل ۰/۲۲/۶۲ mL از KMnO_4 ۰/۱۲۶۲ M FeCl_3 به ۰/۱۲۶۲ M HCl ب داشته باشیم، مولاریته محلول را حساب کنید. معادله واکنش به صورت زیر است:

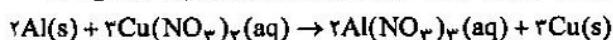


۵۱-۴: مخلوط $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ و Na_2SO_3 در آب حل شده و طبق معادلات زیر با HCl واکنش می‌دهند؟



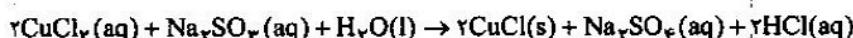
طی این واکنشها $5/59$ g $\text{SO}_2(g)$ ۰/۲۱ g $\text{S}(s)$ بدست می‌آید. چند درصد این مخلوط $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ است؟

۵۲-۴: اگر نیم گرم (۰/۰۵ g) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ به ۰/۱ L $\text{Al}(s)$ اضافه کنیم طبق معادله زیر مس رسوپ می‌کند.



الف) واکنش دهنده محدود کننده کدام است؟ ب) چند گرم مس رسوپ می‌کند؟

۵۳-۴: می‌خواهیم از واکنش زیر $5/8$ g $\text{CuCl}_2(s)$ تهیه کنیم.



اگر راندمان واکنش ۸۵٪ باشد، چند گرم CuCl_2 و Na_2SO_3 لازم است؟ می‌دانیم CuCl_2 محدود کننده واکنش است و مقدار زیادی از ۵۰٪ Na_2SO_3 استفاده شده است.

فصل چهارم

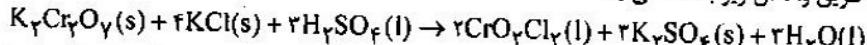
۵۴-۴: فرض کنید فلز X اکسید XO_2 را تشکیل می‌دهد. در اثر واکنش این اکسید با (g) , $H_2O(l)$ و فلز آزاد می‌شود.

الف) معادله شیمیایی واکنش را بنویسید.

ب) یک نمونه g از $XO_2(s)$ با (g) , $H_2O(l)$ ترکیب شده و g $1/24$ $H_2O(l)$ تولید شده است. وزن فرمولی XO_2 را حساب کنید.

ج) وزن اتمی X چند است؟

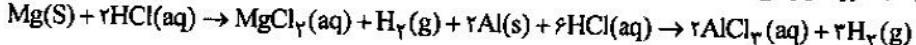
۵۵-۴: $K_2Cr_2O_7$ از طریق واکنش زیر بدست می‌آید:



در یک آزمایش 2.0 g $K_2Cr_2O_7(s)$ به کار رفته و 15.0 g $KCl(s)$ تولید شده است. راندمان واکنش را حساب کنید.

۵۶-۴: از $32/4\text{ g}$ یک آلیاژ حاوی Mg و Al به مقدار زیادی HCl اضافه می‌شود. $1/66$ مول (g) آزاد می‌شود. چند درصد این الیاژ Mg است؟

معادلات واکنش‌ها به صورت زیر می‌باشد.



حل تمرین‌های فصل ۴

معادلات شیمیایی

۱-۴	حل	معادلات شیمیایی	۱-۴
الف)	(۵)	$Ba_{\gamma}N_{\gamma}(S) + \frac{5}{2}H_{\gamma}O(l) \rightarrow \frac{3}{2}Ba(OH)_{\gamma}(aq) + \frac{1}{2}NH_{\gamma}(g)$	الف)
ب)	(۶)	$\frac{5}{2}HNO_{\gamma}(l) + P_{\frac{5}{2}}O_{\gamma}(s) \rightarrow \frac{5}{2}HPO_{\gamma}(l) + \frac{1}{2}N_{\gamma}O_5(s)$	ب)
ج)	(۷)	$\frac{1}{2}HNO_{\gamma}(aq) \rightarrow HNO_{\gamma}(aq) + \frac{1}{2}NO(g) + \frac{1}{2}H_{\gamma}O(l)$	ج)
د)	(۸)	$\frac{1}{2}Al(s) + \frac{1}{2}NaOH(aq) + \frac{5}{2}H_{\gamma}O(l) \rightarrow \frac{1}{2}NaAl(OH)_{\gamma}(aq) + \frac{1}{2}H_{\gamma}(g)$	د)
الف)	(۹)	$B_{\gamma}O_{\gamma}(S) + \frac{3}{2}C(s) + \frac{3}{2}Cl_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{1}{2}BCl_{\gamma}(g) + \frac{3}{2}CO(g)$	الف)
ب)	(۱۰)	$C_6H_{12}(l) + 9O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{1}{2}CO_{\gamma}(g) + \frac{9}{2}H_{\gamma}O(l)$	ب)
ج)	(۱۱)	$C_7H_{16}(l) + 11O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{7}{2}CO_{\gamma}(g) + \frac{11}{2}H_{\gamma}O(l)$	ج)
د)	(۱۲)	$\frac{1}{2}C_8H_{18} + \frac{1}{2}\Delta O_{\gamma} \rightarrow \frac{1}{2}CO_{\gamma}(g) + \frac{1}{2}\Delta H_{\gamma}O(l)$	د)
الف)	(۱۳)	$C_7H_{16}(g) + \Delta O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{7}{2}CO_{\gamma}(g) + \frac{1}{2}H_{\gamma}O(l)$	الف)
ب)	(۱۴)	$C_7H_{16}(l) + 11O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{7}{2}CO_{\gamma}(g) + \frac{11}{2}H_{\gamma}O(l)$	ب)
ج)	(۱۵)	$\frac{1}{2}C_8H_8(l) + \Delta O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{1}{2}CO_{\gamma}(g) + \frac{1}{2}H_{\gamma}O(l)$	ج)
الف)	(۱۶)	$\frac{1}{2}C_7H_{16}(l) + 13O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{7}{2}CO_{\gamma}(g) + \frac{13}{2}H_{\gamma}O(l)$	الف)
ب)	(۱۷)	$\frac{1}{2}Al_{\gamma}O(l) + \frac{5}{2}H_{\gamma}O(l) \rightarrow \frac{1}{2}Al(OH)_{\gamma}(s) + \frac{1}{2}H_{\gamma}(g)$	ب)
ج)	(۱۸)	$Cu_{\gamma}S(l) + \frac{1}{2}Cu_{\gamma}O(l) \rightarrow \frac{1}{2}Cu(l) + \frac{1}{2}SO_{\gamma}(g)$	ج)
د)	(۱۹)	$\frac{1}{2}WC(s) + \Delta O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{1}{2}WO_{\gamma}(s) + \frac{1}{2}CO_{\gamma}(g)$	د)
الف)	(۲۰)	$Al_{\frac{5}{2}}C_{\gamma}(S) + \frac{1}{2}H_{\gamma}O(l) \rightarrow \frac{1}{2}Al(OH)_{\gamma}(s) + \frac{1}{2}CH_{\frac{5}{2}}(g)$	الف)
ب)	(۲۱)	$TiCl_{\frac{5}{2}}(l) + \frac{1}{2}H_{\gamma}O(l) \rightarrow TiO_{\gamma}(s) + \frac{1}{2}HCl(g)$	ب)
ج)	(۲۲)	$\frac{1}{2}NH_{\gamma}(g) + \frac{1}{2}O_{\gamma}(g) \rightarrow \frac{1}{2}N_{\gamma}(g) + \frac{1}{2}H_{\gamma}O(g)$	ج)
د)	(۲۳)	$HBrO_{\gamma}(aq) + \Delta HBr(aq) \rightarrow \frac{1}{2}Br_{\gamma}(l) + \frac{1}{2}H_{\gamma}O(l)$	د)
الف)	(۲۴)	$\frac{1}{2}AuCl(s) \rightarrow AuCl_{\gamma}(aq) + \frac{1}{2}Au(s)$	الف)
ب)	(۲۵)	$Fe_{\frac{5}{2}}S_{\gamma}(S) + \frac{5}{2}HCl(g) \rightarrow \frac{5}{2}FeCl_{\gamma}(aq) + \frac{1}{2}H_{\gamma}S(g)$	ب)
ج)	(۲۶)	$\frac{1}{2}KClO_{\gamma} \rightarrow \frac{1}{2}KCl(s) + \frac{1}{2}O_{\gamma}(g)$	ج)
د)	(۲۷)	$I_{\frac{5}{2}}O_{\gamma}(s) \rightarrow I_{\frac{5}{2}}O_5(s) + \frac{1}{2}O_{\gamma}(g)$	د)

فصل ۱۵ (۶) فصل

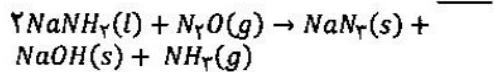
(ج)

$$\begin{aligned} ? g PCl_5 &= ۱/۰ \cdot g Cl_T PO \\ \left(\frac{۱ mol Cl_T PO}{۱۵۸/۰ g Cl_T PO} \right) \left(\frac{۵ mol PCl_5}{۱ mol Cl_T PO} \right) \left(\frac{۱۰۰/۰ g PCl_5}{۱ mol PCl_5} \right) &= \\ ۹/۷۳ g PCl_5 \end{aligned}$$

(د)

$$\begin{aligned} ? g P_F O_1 &= ۷/۰ \cdot g PCl_5 \\ \left(\frac{۱ mol PCl_5}{۷/۰ g PCl_5} \right) \left(\frac{۱ mol P_F O_1}{۵ mol PCl_5} \right) \left(\frac{۲۴/۰ g P_F O_1}{۱ mol P_F O_1} \right) &= \\ ۱/۷۳ g P_F O_1. \end{aligned}$$

۱۱-۴

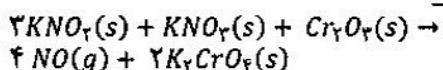


$$? g NaNH_T = ۰/۰ \cdot g NaNH_T$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{۱ mol NaN_T}{۷/۰ g NaN_T} \right) \left(\frac{۱ mol NaN_T}{۱ mol NaN_T} \right) \left(\frac{۲۴/۰ g NaN_T}{۱ mol NaN_T} \right) &= \\ ۷/۰ \cdot g NaNH_T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? g N_T O = ۰/۰ \cdot g NaN_T \\ \left(\frac{۱ mol NaN_T}{۷/۰ g NaN_T} \right) \left(\frac{۱ mol N_T O}{۱ mol NaN_T} \right) \left(\frac{۷۰/۰ g N_T O}{۱ mol N_T O} \right) &= \\ ۴۳/۰ g N_T O \end{aligned}$$

۱۲-۴



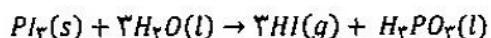
$$\begin{aligned} ? mol NO = ۷/۰ \cdot g NO \left(\frac{۱ mol NO}{۷/۰ \cdot g NO} \right) &= \\ ۰/۷۰ \cdot mol NO \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? g KNO_T = \\ ۰/۷۰ \cdot mol NO \left(\frac{۱ mol KNO_T}{۷ mol NO} \right) \left(\frac{۱۰۰/۰ g KNO_T}{۱ mol KNO_T} \right) &= \\ ۱/۷۰ g KNO_T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? g KNO_T = \\ ۰/۷۰ \cdot mol NO \left(\frac{۱ mol KNO_T}{۷ mol NO} \right) \left(\frac{۱۰۰/۰ g KNO_T}{۱ mol KNO_T} \right) &= \\ ۰/۷۰ g KNO_T \end{aligned}$$

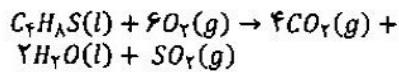
$$\begin{aligned} ? g Cr_T O_T = \\ ۰/۷۰ \cdot mol NO \left(\frac{۱ mol Cr_T O_T}{۷ mol NO} \right) \left(\frac{۱۵۷/۰ g Cr_T O_T}{۱ mol Cr_T O_T} \right) &= \\ ۱/۷۰ g Cr_T O_T \end{aligned}$$

۱۳-۴

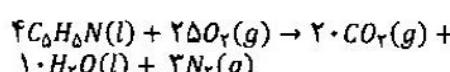


$$\begin{aligned} ? g HI = ۰/۰ \cdot g PI_T \\ \left(\frac{۱ mol PI_T}{۴۳/۰ g PI_T} \right) \left(\frac{۱ mol HI}{۱ mol PI_T} \right) \left(\frac{۲۴/۰ g HI}{۱ mol HI} \right) &= \\ ۴/۷۰ g HI \end{aligned}$$

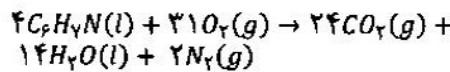
(ب)



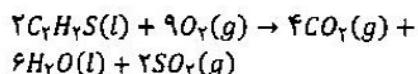
(ج)



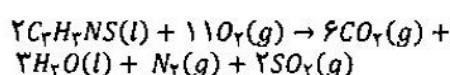
۸-۴
(الف)



(ب)

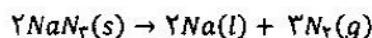


(ج)



تمرین‌های معادلات شیمیایی

۹-۴
(الف)



(ب)

$$\begin{aligned} ? mol NaN_T = ۱/۰ \cdot mol N_T \left(\frac{۱ mol NaN_T}{۷ mol N_T} \right) &= \\ ۰/۷۰ g NaN_T \end{aligned}$$

(ج)

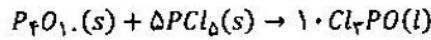
$$? g N_T =$$

$$\begin{aligned} ۰/۰ \cdot g NaN_T \left(\frac{۱ mol NaN_T}{۷/۰ g NaN_T} \right) \left(\frac{۱۰۰/۰ g N_T}{۷ mol N_T} \right) \left(\frac{۷۰/۰ g N_T}{۱ mol N_T} \right) &= \\ ۱/۷۰ g N_T \end{aligned}$$

(د)

$$\begin{aligned} ? g Na = \\ ۱/۰ \cdot g N_T \left(\frac{۱ mol N_T}{۷۰/۰ g N_T} \right) \left(\frac{۲۴/۰ g Na}{۷ mol N_T} \right) \left(\frac{۱۰۰/۰ g Na}{۱ mol Na} \right) &= \\ ۰/۹۰ g Na \end{aligned}$$

۱۰-۴
(الف)

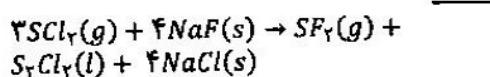


(ب)

$$\begin{aligned} ? mol Cl_T PO = ۱ mol PCl_5 \left(\frac{۱ mol Cl_T PO}{۷ mol PCl_5} \right) &= \\ ۱/۷۰ g PCl_5 \end{aligned}$$

۱۴-۴

۱۷-۴



$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ NaCl}_4 &= ۲ / \cdot \cdot \ g \text{ NaCl}_4 \left(\frac{۱ \ mol \text{ NaCl}_4}{۱ \ mol \text{ NaCl}} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۵۸۲ \ mol \text{ NaCl}_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ NaF} &= ۲ / \Delta \ g \text{ NaF} \left(\frac{۱ \ mol \text{ NaF}}{۳۹ / \cdot \ g \text{ NaF}} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۸۳۳ \ mol \text{ NaF} \end{aligned}$$

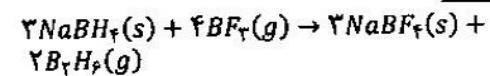
$$\frac{\cdot \cdot \cdot ۰۸۳۳ \ mol \text{ NaCl}_4}{\cdot \cdot \cdot ۰۵۸۲ \ mol \text{ NaCl}} = \cdot \cdot \cdot ۱۹۴$$

$$\frac{\cdot \cdot \cdot ۰۸۳۳ \ mol \text{ NaF}}{\cdot \cdot \cdot ۰۸۳۳ \ mol \text{ NaF}} = \cdot \cdot \cdot ۲۰۸$$

در این واکنش NaCl_4 محدود کننده می باشد.

$$\begin{aligned} ?\ g \text{ SF}_4 &= \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۵۸۲ \ mol \text{ NaCl}_4 \left(\frac{۱ \ mol \text{ SF}_4}{۱ \ mol \text{ NaCl}_4} \right) \left(\frac{۱ \ mol \text{ SF}_4}{۱ \ mol \text{ SF}_4} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۱۰ \ g \text{ SF}_4 \end{aligned}$$

۱۸-۴



$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ NaBH}_4 &= \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۸۰ \ g \text{ NaBH}_4 \left(\frac{۱ \ mol \text{ NaBH}_4}{۳۹ / \cdot \ g \text{ NaBH}_4} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۵ \ mol \text{ NaBH}_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ BF}_3 &= ۴ / \cdot \cdot \ g \text{ BF}_3 \left(\frac{۱ \ mol \text{ BF}_3}{۳۱ / \cdot \ g \text{ BF}_3} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۶ \ mol \text{ BF}_3 \end{aligned}$$

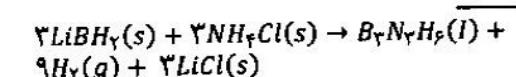
$$\frac{\cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۶ \ mol \text{ BF}_3}{\cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۵ \ mol \text{ NaBH}_4} = \cdot \cdot \cdot ۱۲۱۴$$

$$\frac{\cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۵ \ mol \text{ NaBH}_4}{\cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۶ \ mol \text{ BF}_3} = \cdot \cdot \cdot ۲۳۳۰$$

پس مقدار BF_3 محدود کننده واکنش می باشد.

$$\begin{aligned} ?\ g \text{ B}_2\text{H}_6 &= \\ & \cdot \cdot \cdot \left(\frac{۱ \ mol \text{ B}_2\text{H}_6}{۱ \ mol \text{ BF}_3} \right) \left(\frac{۲۶ / \cdot \ g \text{ B}_2\text{H}_6}{۱ \ mol \text{ BF}_3} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۶ \ g \text{ B}_2\text{H}_6 \end{aligned}$$

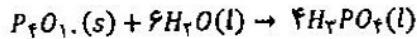
۱۹-۴



$$? \ g \text{ B}_2\text{N}_2\text{H}_6 = ۰ / \cdot \cdot \ g \text{ LiBH}_4$$

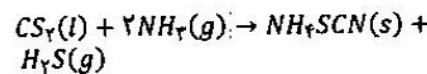
$$\left(\frac{۱ \ mol \text{ LiBH}_4}{۳۹ / \cdot \ g \text{ LiBH}_4} \right) \left(\frac{۱ \ mol \text{ B}_2\text{N}_2\text{H}_6}{۱ \ mol \text{ LiBH}_4} \right) \left(\frac{۱ \ mol \text{ B}_2\text{N}_2\text{H}_6}{۱ \ mol \text{ B}_2\text{N}_2\text{H}_6} \right)$$

۱۴-۴



$$\begin{aligned} ?\ g \text{ H}_3\text{PO}_4 &= ۶ / \cdot \cdot \ g \text{ P}_4\text{O}_{10} \left(\frac{۱ \ mol \text{ P}_4\text{O}_{10}}{۱ \ mol \text{ P}_4\text{O}_{10}} \right) \left(\frac{۱ \ mol \text{ H}_3\text{PO}_4}{۱ \ mol \text{ P}_4\text{O}_{10}} \right) \left(\frac{۹۸ / \cdot \ g \text{ H}_3\text{PO}_4}{۱ \ mol \text{ H}_3\text{PO}_4} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۲۳ \ g \text{ H}_3\text{PO}_4 \end{aligned}$$

۱۵-۴



$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ CS}_2 &= ۹ / \cdot \cdot \ g \text{ CS}_2 \left(\frac{۱ \ mol \text{ CS}_2}{۷۸ / \cdot \ g \text{ CS}_2} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۱۱ \ mol \text{ CS}_2 \end{aligned}$$

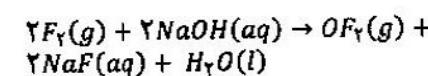
$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ NH}_3 &= ۴ / \cdot \cdot \ g \text{ NH}_3 \left(\frac{۱ \ mol \text{ NH}_3}{۱۷ / \cdot \ g \text{ NH}_3} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۱۷ \ mol \text{ NH}_3 \end{aligned}$$

با توجه به واکنش شیمیایی فوق که در آن یک مول CS_2 با دو مول NH_3 ترکیب شده، در این تمرین آمونیاک محدود کننده می باشد، پس این تمرین را بر حسب آمونیاک جل می نماییم:

$$? \ g \text{ NH}_3\text{SCN} = \cdot \cdot \cdot ۱۷ \ mol \text{ NH}_3$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{۱ \ mol \text{ NH}_3\text{SCN}}{۱ \ mol \text{ NH}_3} \right) \left(\frac{۴۹ / \cdot \ g \text{ NH}_3\text{SCN}}{۱ \ mol \text{ NH}_3\text{SCN}} \right) = \\ ۶ / \cdot \cdot \ g \text{ NH}_3\text{SCN} \end{aligned}$$

۱۶-۴



$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ F}_2 &= ۲ / \Delta \ g \text{ F}_2 \left(\frac{۱ \ mol \text{ F}_2}{۳۸ / \cdot \ g \text{ F}_2} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۶ \ mol \text{ F}_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?\ mol \text{ NaOH} &= \\ & ۲ / \Delta \ g \text{ NaOH} \left(\frac{۱ \ mol \text{ NaOH}}{۴۰ / \cdot \ g \text{ NaOH}} \right) = \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۶ \ mol \text{ NaOH} \end{aligned}$$

با توجه به واکنش شیمیایی فوق دو مول فلورور با دو مول سود ترکیب شده، پس سود محدود کننده واکنش می باشد و تمرین را با توجه به مقدار سود حل می کنیم.

$$\begin{aligned} ? \ g \text{ OF}_2 &= \\ & \cdot \cdot \cdot ۰۰۰۰۰۶ \ mol \text{ NaOH} \left(\frac{۱ \ mol \text{ OF}_2}{۱ \ mol \text{ NaOH}} \right) \left(\frac{۳۸ / \cdot \ g \text{ OF}_2}{۱ \ mol \text{ OF}_2} \right) = \\ & ۱ / \cdot \cdot \ g \text{ OF}_2 \end{aligned}$$

فصل پهله

$? mol CO_2 = 12/5 \cdot g CO_2 \left(\frac{1 mol CO_2}{44/1 g CO_2} \right) = 0.284 mol CO_2$

اگر تعداد مول های C_2H_6 را x و تعداد مول های C_2H_8 را y فرض کنیم، پس در این واکنشها $3x$ مول آب از x مول C_2H_6 و مقدار y مول آب از y مول C_2H_8 به دست می آید.

$$3x + 4y = 0.400$$

ضمناً $2x$ مول CO_2 از x مول C_2H_6 و مقدار y مول CO_2 از y مول C_2H_8 به دست می آید.

$$2x + 3y = 0.284$$

حال دو معادله و دو مجهول را حل می کنیم:

$$\begin{cases} x = 0.064 \\ y = 0.052 \end{cases}$$

$$? g C_2H_6 = 0.064 mol C_2H_6 \left(\frac{30 g C_2H_6}{1 mol C_2H_6} \right) = 1.92 g C_2H_6$$

$$? g C_2H_8 = 0.052 mol C_2H_8 \left(\frac{44 g C_2H_8}{1 mol C_2H_8} \right)$$

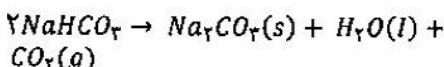
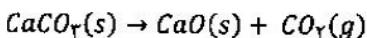
$$? g C_2H_8 = 2.29 g C_2H_8$$

$$1.92 g C_2H_6 + 2.29 g C_2H_8 = 4.21 g$$

$$\frac{1.92 g C_2H_6}{4.21 g} \times 7.100 = 0.45/5 C_2H_6$$

درصد اتان در مخلوط

۲۴-۴



$$? mol H_2O = 1/2 \cdot g H_2O \left(\frac{1 mol H_2O}{18/1 g H_2O} \right) = 0.111 mol H_2O$$

$$? mol CO_2 = 17/6 g CO_2 \left(\frac{1 mol CO_2}{44/1 g CO_2} \right) = 0.389 mol CO_2$$

$$2 mol NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ساده}} 1 mol H_2O$$

$$\xrightarrow{\text{ساده}} 1 mol CO_2$$

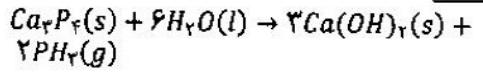
طبق واکنش ها، آب فقط از تجزیه $NaHCO_3$ حاصل می شود و از تجزیه هر دو مول بی کربنات

$$? g B_2N_2H_6 = 6/16 g B_2N_2H_6$$

وزن محصول برابر $6/16$ گرم $B_2N_2H_6$ می باشد
پس:

$$\frac{1/16 g B_2N_2H_6}{6/16 g B_2N_2H_6} \times 7.100 = 0.35/1$$

۲۰-۴



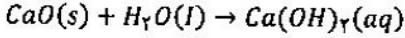
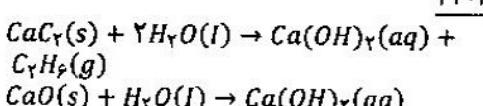
$$? g PH_3 = 6/10 g Ca_3P_2$$

$$\left(\frac{1 mol Ca_3P_2}{187/1 g Ca_3P_2} \right) \left(\frac{2 mol PH_3}{1 mol Ca_3P_2} \right) \left(\frac{34/1 g PH_3}{1 mol PH_3} \right) = 2/24 g PH_3$$

وزن PH_3 براساس محاسبه $22/4$ گرم می باشد.

$$\frac{1/16 g PH_3}{2/24 g PH_3} \times 7.100 = 0.62/5$$

درصد محصول

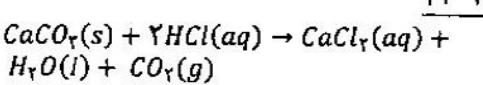


$$? g CaC_2 = 2/34 g C_2H_2$$

$$\left(\frac{1 mol CaC_2}{26/1 g CaC_2} \right) \left(\frac{2 mol CaC_2}{1 mol C_2H_2} \right) \left(\frac{64/1 g CaC_2}{1 mol CaC_2} \right) = 0/77 g CaC_2$$

$$\frac{0/77 g CaC_2}{0/77 g CaC_2} \times 7.100 = 0.77/5$$

درصد CaC_2 در مخلوط



واکنش نمی دهد

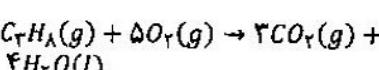
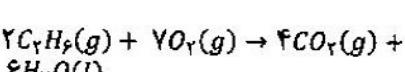
$$? g CaCO_3 = 1/2 \cdot g CO_2$$

$$\left(\frac{1 mol CO_2}{44/1 g CO_2} \right) \left(\frac{1 mol CaCO_3}{1 mol CO_2} \right) \left(\frac{100/1 g CaCO_3}{1 mol CaCO_3} \right) = 3/21 g CaCO_3$$

$$\frac{3/21 g CaCO_3}{3/21 g CaCO_3} \times 7.100 = 0.34/1 CaCO_3$$

درصد کربنات در مخلوط

۲۳-۴



$$? mol H_2O = 1/2 \cdot g H_2O \left(\frac{1 mol H_2O}{18/1 g H_2O} \right) = 0.111 mol H_2O$$

(ج)

$$? \text{mol } AgNO_3 =$$

$$1000 \text{ mL} \left(\frac{10.1 \text{ g } AgNO_3}{25.0 \text{ mL}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } AgNO_3}{169.9 \text{ g } AgNO_3} \right) = \\ 0.16 \text{ mol } AgNO_3$$

پس محلول ۰.۱۶ مولار می‌باشد.

۲۶-۴

(الف)

$$? \text{mol } HNO_3 =$$

$$1000 \text{ mL} \left(\frac{44.0 \text{ g } HNO_3}{25.0 \text{ mL}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } HNO_3}{63.0 \text{ g } HNO_3} \right) = \\ 0.60 \text{ mol } HNO_3$$

پس محلول ۰.۶ مولار می‌باشد.

(ب)

$$? \text{mol } KMnO_4 =$$

$$1000 \text{ mL} \left(\frac{25.0 \text{ g } KMnO_4}{25.0 \text{ mL}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } KMnO_4}{158.0 \text{ g } KMnO_4} \right) = \\ 0.2057 \text{ mol } KMnO_4$$

پس محلول ۰.۲۰۵۷ مولار می‌باشد.

(ج)

$$? \text{mol } Na_2SO_4 =$$

$$1000 \text{ mL} \left(\frac{14.0 \text{ g } Na_2SO_4}{25.0 \text{ mL}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } Na_2SO_4}{142.0 \text{ g } Na_2SO_4} \right) = \\ 0.10 \text{ mol } Na_2SO_4$$

پس محلول ۰.۱۰ مولار می‌باشد.

۲۷-۴ الف) برای پیدا کردن تعداد مول‌های ماده قابل انحلال در یک حجم معین از محلول می‌توان تمرین را از روش ضرب تبدیل یا از ضرب کردن حجم در مولاریته حل نماییم.

$$V \times M = \text{تعداد مول ها}$$

$$1/20 \text{ L} \times 0.10 \text{ mol/L} = 0.0600 \text{ mol } Ba(OH)_2$$

$$? \text{mol } Ba(OH)_2 =$$

$$1/20 \text{ L} \left(\frac{0.10 \text{ mol } Ba(OH)_2}{1.0 \text{ L}} \right) = \\ 0.0600 \text{ mol } Ba(OH)_2$$

(ب)

$$? \text{mol } H_2SO_4 =$$

$$25.0 \text{ mL} \left(\frac{0.10 \text{ mol } H_2SO_4}{1.0 \text{ L}} \right) =$$

$$0.15 \text{ mol } H_2SO_4$$

$$? \text{mol } NaCl =$$

$$0.250 \text{ L} \left(\frac{0.10 \text{ mol } NaCl}{1 \text{ L}} \right) =$$

$$0.025 \text{ mol } NaCl$$

یک مول CO_2 و یک مول H_2O بدست می‌آید پس معادل آب یعنی 0.15 مول CO_2 از تجزیه $NaHCO_3$ حاصل می‌شود. اگر این مقدار را از 0.15 مول گاز کربنیک تولید شده از تجزیه مخلوط کم نماییم، مقدار CO_2 حاصل از تجزیه $CaCO_3$ نیز بدست می‌آید.

مقدار CO_2 حاصل از تجزیه کربنات کلسیم

$$0.15 - 0.15 = 0.25 \text{ mol } CO_2$$

با توجه به واکنش می‌توان نتیجه گرفت که مقدار $CaCO_3$ اولیه 0.25 مول بوده می‌باشد. پس:

$$? \text{g } CaCO_3 =$$

$$0.25 \text{ mol } CaCO_3 \left(\frac{100.0 \text{ g } CaCO_3}{1 \text{ mol } CaCO_3} \right) = \\ 25.0 \text{ g } CaCO_3$$

$$? \text{g } NaHCO_3 =$$

$$0.15 \text{ mol } NaHCO_3 \left(\frac{84.0 \text{ g } NaHCO_3}{1 \text{ mol } NaHCO_3} \right)$$

$$? \text{g } NaHCO_3 = 12.0 \text{ g } NaHCO_3$$

$$25.0 \text{ g } CaCO_3 + 12.0 \text{ g } NaHCO_3 = 37.0 \text{ g } NaHCO_3$$

$$\frac{25.0 \text{ g } CaCO_3}{50.0 \text{ g } \text{ مخلوط}} \times 100\% = 50.0\% \text{ CaCO}_3$$

درصد کربنات در مخلوط

مولاریته

۲۵-۴

(الف)

$$? \text{mol } NaOH =$$

$$1000 \text{ mL} \left(\frac{14.0 \text{ g } NaOH}{25.0 \text{ mL}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } NaOH}{40.0 \text{ g } NaOH} \right) = \\ 0.40 \text{ mol } NaOH$$

پس محلول ۰.۴ مولار می‌باشد.

(ب)

$$? \text{mol } NaCl =$$

$$1/0.1 \text{ L} \left(\frac{1.0 \text{ g } NaCl}{1/0.1 \text{ L}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } NaCl}{58.5 \text{ g } NaCl} \right) = \\ 0.17 \text{ mol } NaCl$$

پس محلول ۰.۱۷ مولار می‌باشد.

(ج)

فصل مهارات

(ج)

٢٨-٤
(الف)

$$\begin{aligned} ? g AgNO_4 &= \\ ٢٥ \cdot mL &\times \left(\frac{١/١ mol AgNO_4}{١ ... mL} \right) \times \\ \left(\frac{١٦٧/١ g AgNO_4}{١ mol AgNO_4} \right) &= ٢/٢٤٨ g AgNO_4 \end{aligned}$$

٣١-٤ (الف) با كمك جدول ٤-١ كتاب

$$[HA] = ١٧/٥ M$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \Rightarrow (١٧/٥ mol /L) \times \\ (V_1) &= (٣/٥ mol /L) \times (٢٥ \cdot mL) \\ V_1 &= ٥ \cdot mL \quad \text{اسيد استيك غليظ} \end{aligned}$$

ب) طبق جدول ٤-١ كتاب

$$[HNO_4] = ١٥/٨ M$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \Rightarrow (١٥/٨ mol /L) \times (V_1) = \\ (٠/٨ \cdot mol /L) \times (١/٥ L) & \\ V_1 &= ٠/١٠ ٤٧٥ L = ٤٧/٥ mL \quad \text{اسيد نيتريك غليظ} \end{aligned}$$

ج) طبق جدول ٤-١ كتاب

$$[H_2SO_4] = ١٨/٠ M$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \Rightarrow (١٨ mol /L) \times (V_1) = \\ (٠/٩ \cdot mol /L) \times (٧٥ mL) & \\ V_1 &= ٢/٥ mL \quad \text{اسيد سولفوريك غليظ} \end{aligned}$$

٣٢-٤
(الف)

$$[HCl] = ١٢/٠ M$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \Rightarrow (١٢ mol /L) \times (V_1) = \\ (٠/٩ \cdot mol /L) \times (٠/٥ L) & \\ V_1 &= ٢٥ mL \quad \text{اسيد غليظ} \end{aligned}$$

(ب)

$$[H_3PO_4] = ١٤/٧ M$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \Rightarrow (١٤/٨ mol /L) \times \\ (V_1) &= (٥/٠ \cdot mol /L) \times (٥/٠ mL) \\ V_1 &= ١٧/٠ mL \quad \text{اسيد فسفوريك غليظ} \end{aligned}$$

(ج)

$$[NH_3] = ١٤/٨ M$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \Rightarrow (١٤/٨ mol /L) \times \\ (V_1) &= (٠/٣ \cdot mol /L) \times (٠/٧٥ L) \\ V_1 &= ١٥/٢ mL \quad \text{أمونياك غليظ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? mol HCl &= ٢/٥ L \times \left(\frac{١/٠ mol HCl}{١ ... L} \right) = \\ ٥/٠ ... mol HCl & \end{aligned}$$

$$? mol AgNO_4 =$$

$$٥/٠ ... mL \times \left(\frac{٠/١٥ ... mol AgNO_4}{١ ... mL} \right) =$$

$$٥/٠ ... mol AgNO_4$$

$$? mol NaOH =$$

$$٠/١٢٥ L \times \left(\frac{٠/١ ... mol NaOH}{١ ... L} \right) =$$

$$٠/٠٥ ... mol NaOH$$

٢٩-٤
(الف)

$$\begin{aligned} ? g KMnO_4 &= \\ ٥٠ ... mL &\times \left(\frac{٠/٠٢ ... mol KMnO_4}{١ ... mL} \right) \times \\ \left(\frac{١٦٨/٠ g KMnO_4}{١ mol KMnO_4} \right) &= ١/٥٨ ... g KMnO_4 \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} ? g KOH &= ٢/٠ ... L \times \left(\frac{١/٥ mol KOH}{١ ... L} \right) \times \\ \left(\frac{٥٦/١ ... g KOH}{١ mol KOH} \right) &= ١٦٨/٢ g KOH \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} ? g BaCl_2 &= \\ ٢٥/٠ ... mL &\times \left(\frac{٠/٢ ... mol BaCl_2}{١ ... mL} \right) \times \\ \left(\frac{٢٣٨/٢ g BaCl_2}{١ mol BaCl_2} \right) &= ١/٠٤١ g BaCl_2 \end{aligned}$$

٣٠-٤
(الف)

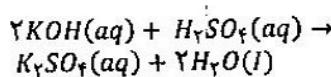
$$\begin{aligned} ? g NaOH &= \\ ١٠٠/٠ ... mL &\times \left(\frac{٠/٠ ... mol NaOH}{١ ... mL} \right) \times \\ \left(\frac{٢٤/٠ g NaOH}{١ mol NaOH} \right) &= ٢٤/٠ ... g NaOH \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} ? g KIO_4 &= ١/٥ ... L \times \left(\frac{٠/٢ ... mol KIO_4}{١ ... mol KIO_4} \right) \times \\ \left(\frac{٢١٢/٠ g KIO_4}{١ mol KIO_4} \right) &= ١٩٣ g KIO_4 \end{aligned}$$

واکنش‌های درون محلول

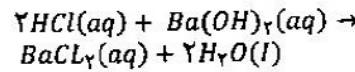
۳۲-۴



$$?mL KOH =$$

$$15.0 \cdot mL H_2SO_4 \left(\frac{1/15 \cdot mol H_2SO_4}{1.0 \cdot mL H_2SO_4} \right) \\ \left(\frac{1 \cdot mol KOH}{1 \cdot mol H_2SO_4} \right) \left(\frac{1 \cdot mL KOH}{1/15 \cdot mol KOH} \right) = 45.0 \cdot mL KOH$$

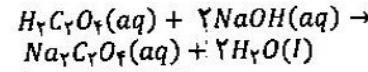
۳۳-۴



$$?mL HCl =$$

$$38.0 \cdot mL Ba(OH)_2 \left(\frac{1/38 \cdot mol Ba(OH)_2}{1.0 \cdot mL Ba(OH)_2} \right) \\ \left(\frac{1 \cdot mol HCl}{1 \cdot mol Ba(OH)_2} \right) \left(\frac{1 \cdot mL HCl}{1/38 \cdot mol HCl} \right) = 4.0 \cdot mL HCl$$

۳۴-۴

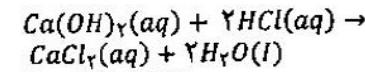


$$?mL H_2\text{C}_2\text{O}_4 =$$

$$100.0 \cdot mL H_2\text{C}_2\text{O}_4 \left(\frac{1/100 \cdot mol H_2\text{C}_2\text{O}_4}{1.0 \cdot mL H_2\text{C}_2\text{O}_4} \right) \\ \left(\frac{1 \cdot mol NaOH}{1 \cdot mol H_2\text{C}_2\text{O}_4} \right) \left(\frac{1 \cdot mL NaOH}{1/100 \cdot mol NaOH} \right) = 10.0 \cdot mol H_2\text{C}_2\text{O}_4$$

پس غلظت اسید اگرالیک برابر $10.0M$ می‌شود.

۳۵-۴

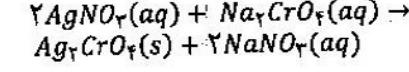


$$?mL Ca(OH)_2 =$$

$$100.0 \cdot mL Ca(OH)_2 \left(\frac{1/100 \cdot mol Ca(OH)_2}{1.0 \cdot mL Ca(OH)_2} \right) \\ \left(\frac{1 \cdot mol HCl}{1 \cdot mol Ca(OH)_2} \right) \left(\frac{1 \cdot mL HCl}{1/100 \cdot mol HCl} \right) = 10.0 \cdot mol Ca(OH)_2$$

پس غلظت هیدروکسید کلسیم برابر $10.0M$ می‌شود.

۳۶-۴



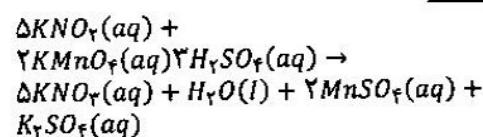
$$?mol Na_2\text{CrO}_4 = \\ 100.0 \cdot mL Na_2\text{CrO}_4 \left(\frac{1/100 \cdot mol AgNO_3}{1.0 \cdot mL Na_2\text{CrO}_4} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot mol AgNO_3}{1 \cdot mol Na_2\text{CrO}_4} \right) =$$

$$0.126 \cdot mol Na_2\text{CrO}_4$$

پس غلظت کرومات سدیم برابر $0.126M$ می‌باشد.

۳۷-۴



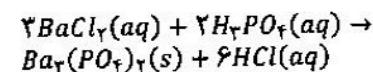
$$?mol KNO_3 =$$

$$100.0 \cdot mL KNO_3 \left(\frac{1/100 \cdot mol KMnO_4}{1.0 \cdot mL KMnO_4} \right) \\ \left(\frac{1 \cdot mol KNO_3}{1 \cdot mol KMnO_4} \right) =$$

$$0.126 \cdot mol KNO_3$$

پس غلظت نیتریت پتاسیم برابر $0.126M$ می‌باشد.

۳۸-۴



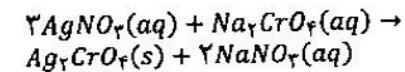
$$?mol BaCl_2 =$$

$$100.0 \cdot mL BaCl_2 \left(\frac{1/100 \cdot mol Ba_2(\text{PO}_4)_2}{1.0 \cdot mL Ba_2(\text{PO}_4)_2} \right) \\ \left(\frac{1 \cdot mol Ba_2(\text{PO}_4)_2}{1 \cdot mol BaCl_2} \right) \left(\frac{1 \cdot mol BaCl_2}{1/100 \cdot mol BaCl_2} \right) =$$

$$0.130 \cdot mol BaCl_2$$

پس غلظت کلرید باریم برابر $0.130M$ می‌باشد.

۳۹-۴



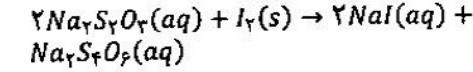
$$?mol AgNO_3 =$$

$$100.0 \cdot mL AgNO_3 \left(\frac{1/100 \cdot mol Ag_2\text{CrO}_4}{1.0 \cdot mL Ag_2\text{CrO}_4} \right) \\ \left(\frac{1 \cdot mol Ag_2\text{CrO}_4}{1 \cdot mol AgNO_3} \right) \left(\frac{1 \cdot mol AgNO_3}{1/100 \cdot mol AgNO_3} \right) =$$

$$0.116 \cdot mol AgNO_3$$

پس غلظت نیترات نقره برابر $0.116M$ می‌باشد.

۴۰-۴



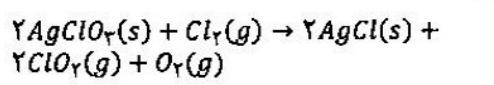
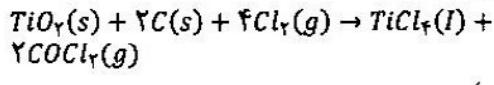
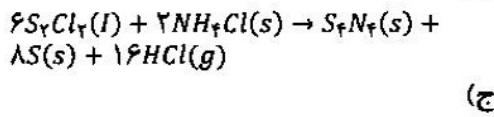
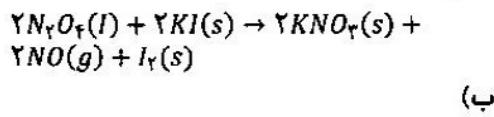
$$?mL Na_2\text{S}_2\text{O}_3 = 1/256 \cdot g I_2 \left(\frac{1 \cdot mol I_2}{127 \cdot g I_2} \right)$$

فصل چهارم

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

۴۷-۴

(الف)

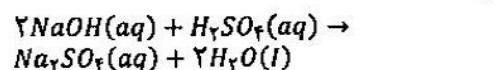


۴۸-۴

(الف)

$$M_1V_1 = M_{\text{f}}V_{\text{f}} \Rightarrow \\ (M_1) \times (100 \text{ mL}) = (0.1 \text{ M}) \times (20 \text{ mL}) \\ M_1 = 0.05 \text{ M} \quad (\text{ب})$$

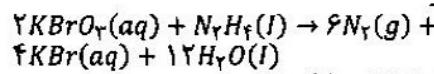
$$? \text{ mol NaOH} = \\ 1 \text{ L محلول} \left(\frac{0.1 \text{ mol NaOH}}{0.1 \text{ L محلول}} \right) \times \\ \left(\frac{1 \text{ mol NaOH}}{0.1 \text{ mol NaOH}} \right) = 0.1 \text{ mol NaOH} \\ \text{پس محلول } 0.1 \text{ M می‌باشد.} \quad (\text{ج})$$



$$? \text{ mol NaOH} = \\ 100 \text{ mL NaOH} \left(\frac{0.1 \text{ mol H}_{\text{f}}SO_{\text{f}}}{0.1 \text{ mol NaOH}} \right) \times \\ \left(\frac{0.1 \text{ mol H}_{\text{f}}SO_{\text{f}}}{0.1 \text{ mol H}_{\text{f}}SO_{\text{f}}} \right) = 0.1 \text{ mol NaOH} \\ \text{پس محلول } 0.1 \text{ M می‌باشد.}$$

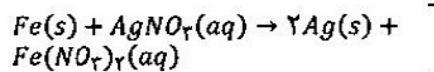
$$\left(\frac{1 \text{ mol Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}}}{1 \text{ mol H}_{\text{f}}} \right) \left(\frac{100 \text{ mL Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}}}{0.1 \text{ mol Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}}} \right) = \\ 1000 \text{ mL Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}} \quad (\text{۱})$$

۴۲-۴



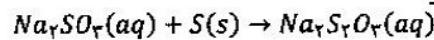
$$? \text{ mol KBrO}_{\text{f}} = ? / \Delta N_{\text{f}}H_{\text{f}} \left(\frac{1 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}}}{1000 \text{ mL KBrO}_{\text{f}}} \right) \\ \left(\frac{1 \text{ mol KBrO}_{\text{f}}}{2 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}}} \right) \left(\frac{1000 \text{ mL KBrO}_{\text{f}}}{1 \text{ mol KBrO}_{\text{f}}} \right) = \\ 500 \text{ mL KBrO}_{\text{f}} \quad (\text{۲})$$

۴۳-۴



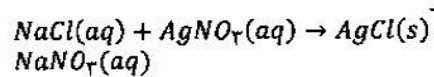
$$? \text{ g Fe} = ? / \Delta L AgNO_{\text{f}} \left(\frac{1 \text{ mol AgNO}_{\text{f}}}{1 \text{ mol AgNO}_{\text{f}}} \right) \\ \left(\frac{1 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol AgNO}_{\text{f}}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol AgNO}_{\text{f}}}{1 \text{ mol Fe}} \right) = 50 \text{ g Fe}$$

۴۴-۴



$$? \text{ g S} = \\ 100 \text{ mL Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}} \left(\frac{1 \text{ mol Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}}}{1000 \text{ mL Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}}} \right) \\ \left(\frac{1 \text{ mol S}}{1 \text{ mol Na}_{\text{f}}SO_{\text{f}}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol S}}{1 \text{ mol S}} \right) = 0.1 \text{ g S}$$

۴۵-۴

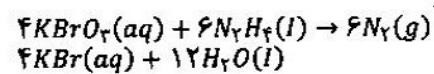


$$? \text{ g NaCl} = \\ 100 \text{ mL AgNO}_{\text{f}} \left(\frac{1 \text{ mol AgNO}_{\text{f}}}{1000 \text{ mL AgNO}_{\text{f}}} \right) \\ \left(\frac{1 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol AgNO}_{\text{f}}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol AgNO}_{\text{f}}}{1 \text{ mol NaCl}} \right) = 0.1 \text{ g NaCl}$$

$$\frac{0.1 \text{ g NaCl}}{0.1 \text{ g NaCl}} \times 100 = 100 \%$$

درصد نمک در مخلوط

۴۶-۴



$$? \text{ g N}_{\text{f}}H_{\text{f}} = \\ 100 \text{ mL KBrO}_{\text{f}} \left(\frac{1 \text{ mol KBrO}_{\text{f}}}{1000 \text{ mL KBrO}_{\text{f}}} \right) \\ \left(\frac{2 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}}}{2 \text{ mol KBrO}_{\text{f}}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}}}{1 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}}} \right) = \\ 0.1 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}} \\ \frac{0.1 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}}}{0.1 \text{ mol N}_{\text{f}}H_{\text{f}}} \times 100 = 100 \%$$

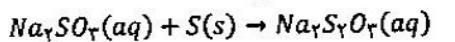
درصد خلوص هیدرژین

۴۹-۴
الف)

$$? \text{ mol } SO_4 = ۲۲ / ۱ \text{ g } SO_4 \left(\frac{۱ \text{ mol } SO_4}{۰/۴۱ \text{ g } SO_4} \right) = \\ ۰/۳۴۵ \text{ mol } SO_4$$

تمام گوگرد تولید شده مربوط به واکنش تیوسولفات سدیم می باشد و از آنجایی که یک مول تیوسولفات تولید یک مول گوگرد می نماید، پس $۰/۲۰۵$ مول تیوسولفات در مخلوط وجود خواهد داشت. پس می توان گفت که یک مول تیوسولفات تولید یک مول SO_4 می نماید، پس $۰/۲۰۵$ مول تیوسولفات تولید $۰/۲۰۵$ مول SO_4 خواهد نمود.

SO_4 حاصل از واکنش تیو سولفات سدیم $۰/۳۴۵ \text{ mol} - ۰/۲۰۵ \text{ mol} = ۰/۱۴۰ \text{ mol } SO_4$ با عنایت به استوکیومتری واکنش مقدار سولفات سدیم برابر $۱/۴ \text{ mol}$ می باشد.

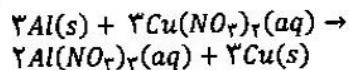


$$? \text{ g } Na_2SO_4 = \\ ۱/۴ \text{ mol } Na_2SO_4 \left(\frac{۱۲۶/۱ \text{ g } Na_2SO_4}{۱ \text{ mol } Na_2SO_4} \right) = \\ ۱۷/۷ \text{ g } Na_2SO_4$$

$$? \text{ g } Na_2S_2O_3 = \\ ۰/۲۰۵ \text{ mol } Na_2S_2O_3 \left(\frac{۱۵۸/۱ \text{ g } Na_2S_2O_3}{۱ \text{ mol } Na_2S_2O_3} \right) = \\ ۳۲/۴ \text{ g } Na_2S_2O_3$$

$$۳۲/۴ \text{ g } Na_2S_2O_3 + ۱۷/۷ \text{ g } Na_2SO_4 = \\ ۵۰/۱ \text{ g} \quad \text{مخلوط} \\ \frac{۳۲/۴ \text{ g } Na_2S_2O_3}{۵۰/۱ \text{ g}} \times ۰/۱۰۰ = ۰/۶۴/۷ \text{ g } Na_2S_2O_3$$

۵۲-۴
الف)



$$? \text{ mol } Al = ۵/۰ \text{ g } Al \left(\frac{۱ \text{ mol } Al}{۲۷/۱ \text{ g } Al} \right) = \\ ۰/۱۸۵ \text{ mol } Al$$

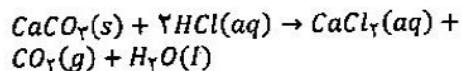
$$? \text{ mol } Cu(NO_3)_2 = \\ ۰/۱۰۰ \text{ L } Cu(NO_3)_2 \left(\frac{۰/۳۵ \cdot \text{ mol } Cu(NO_3)_2}{۱ \text{ L } Cu(NO_3)_2} \right) = \\ ۰/۳۵ \cdot \text{ mol } Cu(NO_3)_2$$

? $mL HCl =$
 $۰/۱۲۵ \text{ mol } HCl \left(\frac{۱ \text{ mol } HCl}{۰/۵ \text{ mol } HCl} \right) = \\ ۲۰\lambda \text{ mL } HCl$

(ب)

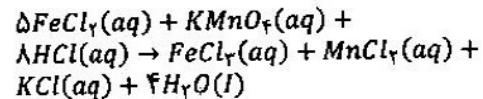
$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow (۰/۶۰ \text{ M}) \times (V_1) \\ = (۰/۱۰ \text{ M}) \times (۰/۵۰ \text{ L}) \\ V_1 = ۰/۰۸۳۳ \text{ L} = ۸۳/۳ \text{ mL } HCl$$

(ج)



$$? \text{ mL } HCl = ۱/۰ \text{ g } CaCO_3 \left(\frac{۱ \text{ mol } CaCO_3}{۱۰/۱ \text{ g } CaCO_3} \right) \\ \left(\frac{۰/۱ \text{ mol } HCl}{۱ \text{ mol } CaCO_3} \right) \left(\frac{۱ \text{ mol } HCl}{۰/۵ \text{ mol } HCl} \right) = \\ ۰/۰ \text{ mL } HCl$$

۵۰-۴

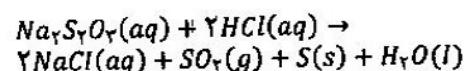
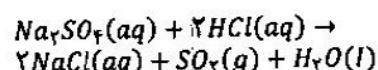


$$? \text{ mol } FeCl_3 = \\ ۱۰۰ \text{ mL } FeCl_3 \left(\frac{۷۸/۱۹ \text{ mL } KMnO_4}{۲۲/۴۲ \text{ mL } FeCl_3} \right) \\ \times \left(\frac{۰/۱۱۶ \text{ mol } KMnO_4}{۱۰۰ \text{ mL } KMnO_4} \right) \left(\frac{۰ \text{ mol } FeCl_3}{۱ \text{ mol } KMnO_4} \right) = \\ ۱/۳۶۴ \text{ mol } FeCl_3$$

پس محلول $FeCl_3$ دارای غلظت $۱/۳۶۴ \text{ M}$ باشد.

می باشد.

۵۱-۴



$$? \text{ mol } S = ۶/۵۹ \text{ g } S \left(\frac{۱ \text{ mol } S}{۳۲/۱ \text{ g } S} \right) = \\ ۰/۲۰۵ \text{ mol } S$$

فصل پهلوی

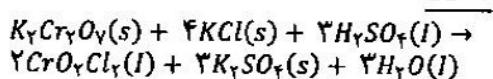
(ج)

$$XO_7 = 144 \text{ g} \Rightarrow (X + 3 \times 16 \text{ g}) = 144 \text{ g}$$

$$X = 96 \text{ g}$$

وزن اتمی ۹۶ و عنصر مورد نظر Mo می‌باشد.

۵۵-۴



$$\text{? mol} = K_7Cr_7O_7 =$$

$$20/\cdot 0 \text{ g } K_7Cr_7O_7 \left(\frac{1 \text{ mol } K_7Cr_7O_7}{197/\cdot 0 \text{ g } K_7Cr_7O_7} \right) =$$

$$\cdot 0\cdot 68 \text{ mol } K_7Cr_7O_7$$

$$\text{? mol } KCl = 20/\cdot 0 \text{ g } KCl \left(\frac{1 \text{ mol } KCl}{71/\cdot 0 \text{ g } KCl} \right) =$$

$$\cdot 288 \text{ mol } KCl$$

$$\frac{\cdot 0\cdot 68 \text{ mol } K_7Cr_7O_7}{1 \text{ mol } K_7Cr_7O_7} = \cdot 0\cdot 68 \cdot$$

$$\frac{\cdot 288 \text{ mol } KCl}{1 \text{ mol } KCl} = \cdot 0\cdot 68 \cdot$$

پس KCl محدود کننده واکنش می‌باشد پس:

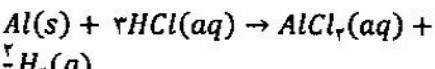
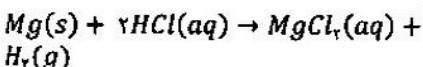
$$\text{? g } CrO_7Cl_7 =$$

$$\cdot 288 \text{ mol } KCl \left(\frac{1 \text{ mol } CrO_7Cl_7}{117/\cdot 0 \text{ g } CuCl} \right)$$

$$\left(\frac{108/\cdot 0 \text{ g } CrO_7Cl_7}{1 \text{ mol } CrO_7Cl_7} \right) = 20\cdot 76 \text{ g } CrO_7Cl_7$$

$$\frac{108/\cdot 0 \text{ g } CrO_7Cl_7}{108/\cdot 0 \text{ g } CrO_7Cl_7} \times 100 = 100 = 100 \text{ g } CrO_7Cl_7$$

۵۶-۴



اگر فرض شود x مول منیزیم و y مول آلومینیوم Mg ترکیب شوند پس با عنایت به این که مجموع Al و Al روی هم $32/\cdot 0 \text{ g}$ می‌باشند پس:

$$(24/\cdot 0)x + (27/\cdot 0)y = 32/\cdot 0 \text{ g}$$

با عنایت به استوکیومتری، دو مول Al ایجاد سه

مول H_2 می‌کند. پس y مول Al ایجاد $1/0y$ مول هیدروژن می‌نماید، پس هیدروژن تولید شده برابر

$1/66$ مول می‌باشد. پس:

$$x + 1/0y = 1/66$$

با عنایت به استوکیومتری، دو مول آلومینیوم با سه مول نیترات ترکیب می‌شود.

$$\frac{1/188 \text{ mol } Al}{1 \text{ mol } Al} = 0\cdot 00925$$

$$\frac{1/188 \cdot \text{mol } Cu(NO_7)_7}{1 \text{ mol } Cu(NO_7)_7} = 0\cdot 0117$$

پس آلومینیوم محدود کننده واکنش می‌باشد.

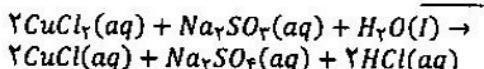
(ب)

$$\text{? g } Cu =$$

$$\cdot 0\cdot 188 \text{ mol } Al \left(\frac{1 \text{ mol } Cu}{1 \text{ mol } Al} \right) \left(\frac{64/\cdot 0 \text{ g } Cu}{1 \text{ mol } Cu} \right) =$$

$$1/76 \text{ g } Cu$$

۵۳-۴



از آن جا که ۵ گرم $CuCl$ نشان‌دهنده

محصول می‌باشد.

$$\text{? g } CuCl = 0\cdot 100 \left(\frac{64/\cdot 0 \text{ g } CuCl}{1/88 \text{ mol } CuCl} \right) =$$

$$0\cdot 88 \text{ g } CuCl$$

$$\text{? g } CuCl_7 = 0\cdot 88 \text{ g } CuCl \left(\frac{1 \text{ mol } CuCl}{117/\cdot 0 \text{ g } CuCl} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ mol } CuCl_7}{1 \text{ mol } CuCl} \right) \left(\frac{137/\cdot 0 \text{ g } CuCl_7}{1 \text{ mol } CuCl_7} \right) = 1/99 \text{ g } CuCl_7$$

$$\text{? g } Na_7SO_7 = 0\cdot 88 \text{ g } CuCl \left(\frac{1 \text{ mol } CuCl}{117/\cdot 0 \text{ g } CuCl} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ mol } Na_7SO_7}{1 \text{ mol } CuCl} \right) \left(\frac{126/\cdot 0 \text{ g } Na_7SO_7}{1 \text{ mol } Na_7SO_7} \right) =$$

$$1/74 \text{ g } Na_7SO_7$$

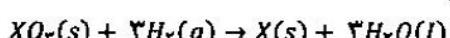
از آن جا که در تمرین گفته شده که مقدار

سولفات سدیم ۵۰٪ بیشتر می‌باشد پس:

$$1/5 \times (1/74 \text{ g } Na_7SO_7) = 0\cdot 61 \text{ g } Na_7SO_7$$

۵۴-۴

(الف)



(ب)

$$\text{? g } XO_7 =$$

$$1 \text{ mol } XO_7 \left(\frac{1 \text{ mol } H_7O}{1 \text{ mol } XO_7} \right) \left(\frac{18/\cdot 0 \text{ g } H_7O}{1 \text{ mol } H_7O} \right)$$

$$\left(\frac{18/\cdot 0 \text{ g } XO_7}{1/144 \text{ g } H_7O} \right) = 144 \text{ g } XO_7$$

۵۲ استوکیومتری

حال دو معادله و دو مجهول را حل می کنیم:

$$\begin{cases} ۲۴/۳x + ۲۷/۱y = ۳۲/۴ \\ x + ۱/۵y = ۱/۶۶ \end{cases}$$

$$y = ۰/۸۴ \text{ mol Al} \quad x = ۰/۱ \text{ mol Mg}$$

$$? \text{ g mol Mg} \left(\frac{۰/۱ \text{ g Mg}}{۱ \text{ mol Mg}} \right) = ۰/۷۷ \text{ g Mg}$$

$$\frac{۰/۷۷ \text{ g Mg}}{۲۲/۴ \text{ g}} \times ۰/۱۰ = ۰/۳ \text{ g Mg}$$

درصد منزینم Mg مخلوط

فصل ۵

چکیده‌ی مطالعه:

ترموشیمی یا شیمی حرارتی یا شیمی گرمایی به مطالعه‌ی گرمای آزاد یا جذب شده در اثر فرآیندهای شیمیابی یا فیزیکی می‌پردازد. واحد آن در تمام اندازه‌گیری‌های انرژی زول است.

مقیاس دما در اندازه‌گیری‌های علمی سلسیوس می‌باشد.

شیمی حرارت

ظرفیت گرمایی یک نمونه مقدار انرژی لازم برای افزایش دمای آن به اندازه‌ی یک درجه‌ی سلسیوس است. تغییرات گرمای واکنش را با انجام آن واکنش در دستگاه کالری‌متر و اندازه‌گیری تغییرات دمای آن و محتویات آن تعیین می‌کند. مقدار گرمای مربوطه را از این تغییر دما و ظرفیت گرمایی کل کالری متر و محتویات آن حساب می‌کنیم.

گرمای آزاد یا تولید شده در اثر یک واکنش به آنتالپی یا محتوای گرمایی آن مربوط است. اگر آنتالپی محصولات یک واکنش بیشتر از آنتالپی مواد اولیه باشد، در آن صورت واکنش با جذب گرما همراه است، که به آن واکنش گرمائیگر می‌گوییم و تغییرات آنتالپی آن (ΔH) مثبت است و بالعکس اگر آنتالپی محصولات کمتر از مواد اولیه باشد واکنش با آزاد کردن گرما همراه خواهد بود و به آن واکنش گرمایانه می‌گوییم و آن منفی است.

تمرین‌ها:

الدازه‌گیری دما، ترمومتری:

۱-۵: دمای طبیعی F $98/6^{\circ}$ است آن را بر حسب سلسیوس حساب کنید.

۲-۵: F $^{\circ}$ چند درجه سلسیوس است؟

۳-۵: F 40° چند درجه سلسیوس است؟

۴-۵: F 68° چند درجه سلسیوس است؟

۵-۵: ظرفیت گرمایی 225g آب اجتندر است؟

۶-۵: ظرفیت گرمایی چند گرم آب $J/g^{\circ}C$ می‌شود؟

۷-۵: چند کیلو زول گرما دمای $1/5\text{kg}$ آب را ز $22^{\circ}C$ به $25^{\circ}C$ می‌رساند؟

۸-۵: چند کیلو زول گرما دمای $1/75\text{kg}$ آب را ز $23^{\circ}C$ به $42^{\circ}C$ می‌رساند؟

۹-۵: برای افزایش دمای 15g آتانول از $22/7^{\circ}C$ به $26/2^{\circ}C$ 129J گرما لازم است؟ گرمای ویژه آن را حساب کنید.

۱۰-۵: برای افزایش دمای 165g آهن از $23/2^{\circ}C$ به $25/7^{\circ}C$ 186J گرما لازم است؟ گرمای ویژه آن را حساب کنید.

۱۱-۵: گرمای ویژه سرب $J/g^{\circ}C$ است. برای آن که 207g سرب از $22/25^{\circ}C$ به $27/65^{\circ}C$ گرم شود، چند زول گرمای لازم است؟

۱۲-۵: گرمای ویژه طلا $J/g^{\circ}C$ $132/0^{\circ}$ است. نمونه‌ای از طلا $95/5\text{J}$ گرما جذب می‌کند تا دمای آن از $29/35^{\circ}C$ افزایش یابد. جرم این نمونه چقدر بوده است؟

۱۳-۵: گرمای ویژه نیکل $J/g^{\circ}C$ $144/0^{\circ}$ است. اگر 50g گرما به یک نمونه $22/3\text{g}$ داده شود و دمای آن $22/25^{\circ}C$ می‌رسد. دمای اولیه نمونه چقدر بوده است؟

۱۴-۵: گرمای ویژه دی اتیل ائتر $J/g^{\circ}C$ $23/2^{\circ}$ است. اگر 112J گرما به $12/5\text{g}$ از آن داده می‌شود. دمای آن $27/25^{\circ}C$ می‌رسد. دمای اولیه نمونه چقدر بوده است؟

۱۵-۵: یک نمونه $1/45\text{g}$ از اسید استیک در یک بمب کالری متر در مجاورت اکسیژن می‌سوزد. ظرفیت گرمایی دستگاه به تنهایی C/kJ° $21/67^{\circ}$ و حاوی 0.75 kg آب است. دمای دستگاه از $24/32^{\circ}C$ به $27/95^{\circ}C$ افزایش یافته است. از سوختن یک مول اسید استیک چقدر گرما [ازد می‌شود]؟

۱۶-۵: از 23g از $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ در کالری متر سوزانده شد. ظرفیت گرمایی دستگاه C/kJ° $21/27^{\circ}$ است و حاوی یک کیلوگرم آب می‌باشد. دمای آن از $19/22^{\circ}C$ به $27/07^{\circ}C$ می‌رسد. از سوختن یک مول نمونه چه مقدار گرما [ازد می‌شود]؟

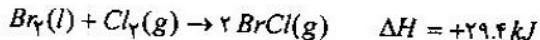
۱۷-۵: از سوختن یک مول گلوکوز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) $2/82 \times 10^3\text{ kJ}$ گرما [ازد می‌شود]. اگر $1/25\text{g}$ گلوکوز را در کالری متر حاوی 0.95kg آب بسوزانیم، دمای سیستم از $22/25^{\circ}C$ افزایش می‌باشد. ظرفیت گرمایی دستگاه را حساب کنید.

۱۸-۵: از سوختن یک مول ساکاروز ($\text{C}_12\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) $5/65 \times 10^3\text{ kJ}$ گرما [ازد می‌شود]. اگر ظرفیت گرمایی کالری متری $1/23\text{kJ}/^{\circ}C$ باشد و حاوی 6kg آب باشد، چند گرم ساکاروز باید سوزانده شود تا دمای دستگاه از $27^{\circ}C$ به $22^{\circ}C$ بررسد.

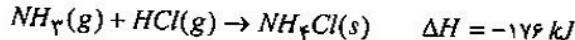
فصل پنجم

معادلات گرمایشیابی:

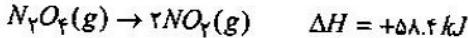
۱۹-۵: واکنش‌های زیر گرمایه هستند یا گرمایش؟



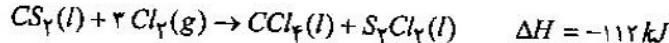
(الف)



(ب)

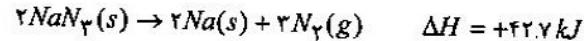


(ج)

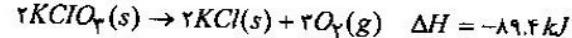


(د)

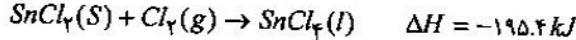
۲۰-۵: واکنش‌های زیر گرمایه هستند یا گرمایش؟



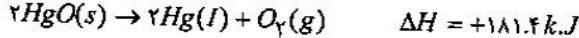
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

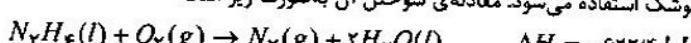
۲۱-۵: از سوختن یک گرم بنزن (C_6H_6) در $O_2(g)$ در $41/84 \text{ kJ}$ گرمایه آزاد می‌شود. محصول واکنش $CO_{\gamma}(g)$ و $H_2O(l)$ است.

معادله‌ی گرمایشیابی سوختن یک مول بنزن را بنویسید.

۲۲-۵: از سوختن یک گرم اتانون ($C_2H_6OH(l)$) در $O_{\gamma}(g)$ تولید شده و $39/69 \text{ kJ}$ گرمایه آزاد می‌شود.

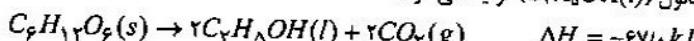
معادله‌ی ترموشیمیابی آن را بنویسید.

۲۳-۵: $N_7H_{\gamma}(l)$ (هیدرازین) در سوخت موشک استفاده می‌شود. معادله‌ی سوختن آن به صورت زیر است.



از سوختن یک گرم (l) N_7H_{γ} چقدر گرمایه آزاد می‌شود؟

۲۴-۵: در اثر تخمیر گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) اتانول ($C_2H_5OH(l)$) تولید می‌شود.



اگر 95 g $C_2H_5OH(l)$ تولید شده باشد، چقدر گرمایه آزاد می‌شود؟

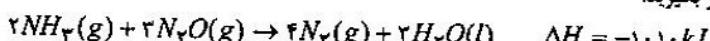
۲۵-۵: معادله‌ی ترموشیمی زیر را در نظر بگیرید:



(الف) ΔH تهیه‌ی $1/5 \text{ kg}$ $N_{\gamma}(g)$ چقدر است؟

(ب) با 125 kJ گرمایه چند گرم $NaN_{\gamma}(s)$ تجزیه می‌شود؟

۲۶-۵: معادله‌ی ترموشیمی زیر را در نظر بگیرید:

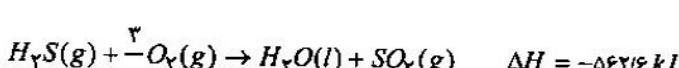


(الف) از واکنش 5.0 g N_7O با مقدار اضافی از $NH_{\gamma}(g)$ چقدر گرمایه آزاد می‌شود؟

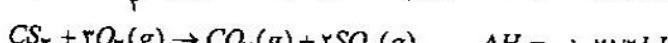
(ب) طی واکنشی که 5.0 g N_7O تولید می‌شود چه مقدار گرمایه آزاد می‌شود؟

اثانول هست:

۲۷-۵: معادلات زیر در دست است:



(الف)



(ب)



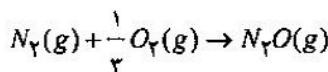
واکنش زیر را حساب کنید.

۵۶ شیمی حرارت

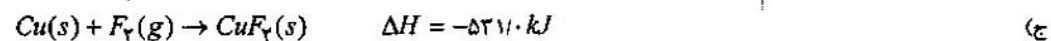
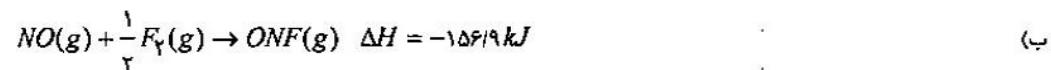
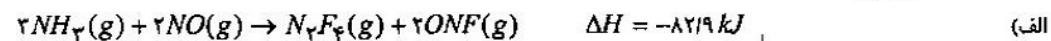
۲۸-۵: معادلات زیر در دست است:



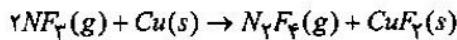
واکنش زیر را حساب کنید. ΔH



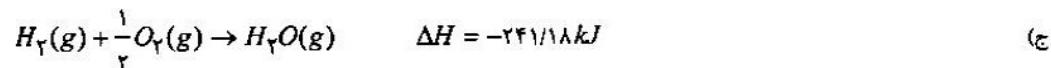
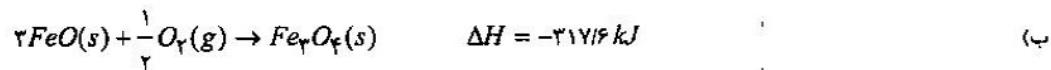
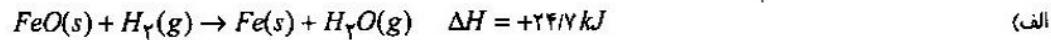
۲۹-۵: معادلات زیر در دست است:



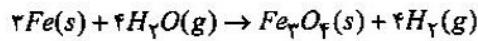
واکنش زیر را حساب کنید. ΔH



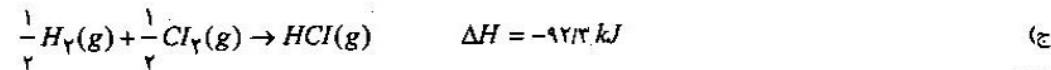
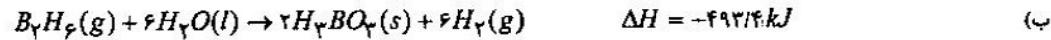
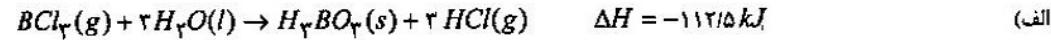
۳۰-۵: معادلات زیر در دست است:



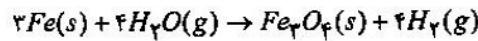
واکنش زیر را حساب کنید. ΔH



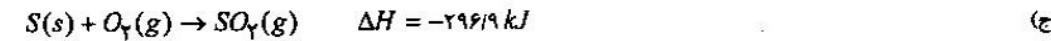
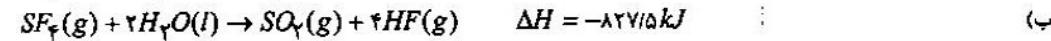
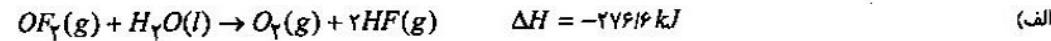
۳۱-۵: معادلات زیر در دست است:



واکنش زیر را حساب کنید. ΔH



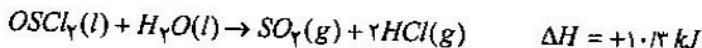
۳۲-۵: معادلات زیر در دست است:



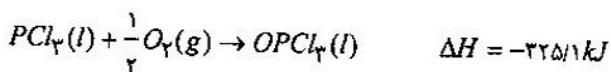
واکنش زیر را حساب کنید. ΔH

فصل پنجم

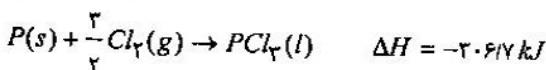
۳۴-۵: معادلات زیر در دست است:



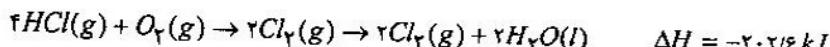
(الف)



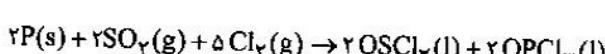
(ب)



(ج)



(د)

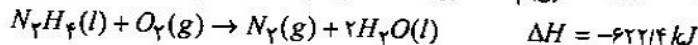


ΔH واکنش زیر را حساب کنید.

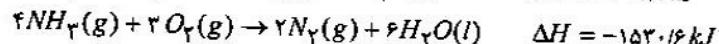
۳۴-۶: معادلات زیر در دست است:



(الف)

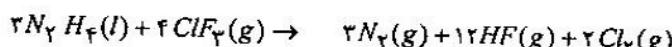


(ب)

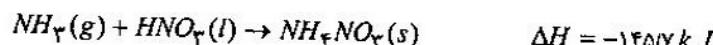


(ج)

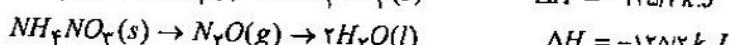
ΔH واکنش زیر را حساب کنید.



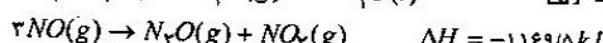
۳۵-۵: معادلات زیر در دست است:



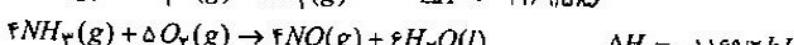
(الف)



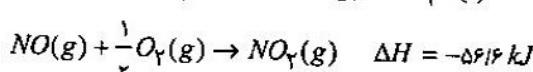
(ب)



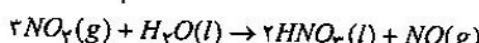
(ج)



(د)

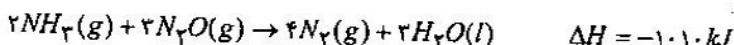


(ه)

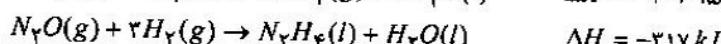


ΔH واکنش را حساب کنید.

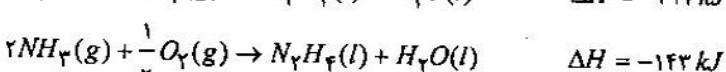
۳۶-۵: معادلات زیر در دست است:



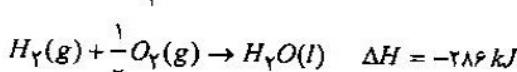
(الف)



(ب)

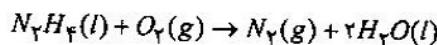


(ج)



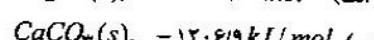
(د)

ΔH واکنش زیر را حساب کنید.

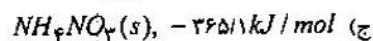


آنالیز تشکیل:

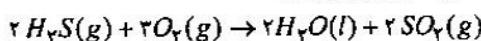
۳۷-۵: معادلات ترموشیمی مربوط به آنالیز استاندارد تشکیل زیر را بنویسید.



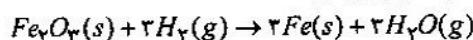
۴۸-۵: معادلات ترموشیمی مربوط به آنتالپی استاندارد تشکیل زیر را بنویسید.



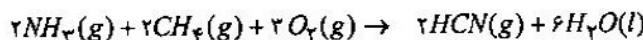
۴۹-۵: با استفاده از آنتالپی‌های تشکیل استاندارد (جدول ۱-۵) ΔH° و اکنش زیر را بنویسید.



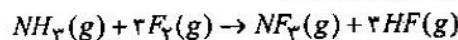
۵۰-۵: با استفاده از آنتالپی‌های تشکیل استاندارد (جدول ۱-۵) ΔH° و اکنش زیر را بنویسید.



۵۱-۵: با استفاده از آنتالپی‌های تشکیل استاندارد (جدول ۱-۵) ΔH° و اکنش زیر را بنویسید.



۵۲-۵: با استفاده از آنتالپی‌های تشکیل استاندارد (جدول ۱-۵) ΔH° و اکنش زیر را بنویسید.



۵۳-۵: (الف) معادله شیمیایی سوختن یک مول متانول (l) $\text{CH}_3\text{OH}(l)$ را در (g) بنویسید. می‌دانیم $\text{O}_2(g)$ و $\text{H}_2\text{O}(l)$ تولید می‌شود.

(ب) با استفاده از آنتالپی تشکیل استاندارد (جدول ۱-۵) مقدار ΔH° و اکنش زیر را بدست آورید.

۵۴-۵: (الف) معادله شیمیایی سوختن یک مول بنزن (l) $\text{C}_6\text{H}_6(l)$ را در (g) بنویسید. می‌دانیم $\text{CO}_2(g)$ و $\text{H}_2\text{O}(l)$ تولید می‌شود.

(ب) با استفاده از آنتالپی تشکیل استاندارد (جدول ۱-۵) مقدار ΔH° و اکنش زیر را بدست آورید.

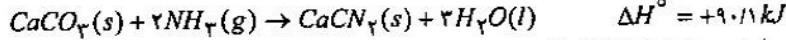
۵۵-۵: (الف) معادله شیمیایی سوختن یک مول هیدرازین (l) $\text{N}_2\text{H}_4(l)$ را در (g) بنویسید. می‌دانیم $\text{O}_2(g)$ و $\text{H}_2\text{O}(l)$ تولید می‌شود.

(ب) با استفاده از آنتالپی تشکیل استاندارد (جدول ۱-۵) مقدار ΔH° و اکنش زیر را بدست آورید.

۵۶-۵: (الف) معادله شیمیایی سوختن یک مول اوره (l) $\text{NH}_3(l)$ را در (g) بنویسید. می‌دانیم $\text{CO}_2(g)$ و $\text{H}_2\text{O}(l)$ تولید می‌شود و $\Delta H^\circ = -632 \text{ kJ}$.

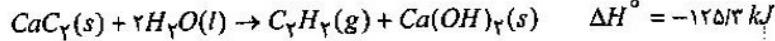
(ب) با استفاده از پاسخ خود و مقادیر موجود در جدول ۱-۵ آنتالپی استاندارد تشکیل هیدرازین را محاسبه کنید.

۵۷-۵: با استفاده از معادله ترموشیمی زیر:



و اطلاعات جدول ۱-۵ آنتالپی استاندارد تشکیل $\text{CaCN}_3(s)$ را حساب کنید.

۵۸-۵: با استفاده از معادله ترموشیمی زیر:

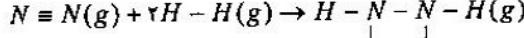


و اطلاعات جدول ۱-۵ آنتالپی تشکیل استاندارد $\text{CaC}_2(s)$ را حساب کنید.

الدوای بیوند:

۵۹-۵: با استفاده از انرژی‌های متوسط پیوند (جدول ۲-۵) آنتالپی تشکیل (g) $\text{HF}(g)$ را حساب کنید. مقدار آن را با جدول ۱-۵ مقایسه کنید.

۶۰-۵: با استفاده از انرژی‌های متوسط پیوند (جدول ۲-۵) آنتالپی تشکیل (g) $\text{N}_2\text{H}_4(g)$ را حساب کنید.



۶۱-۵: با استفاده از معادله $\text{XeF}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{HF}(g) + \text{Xe}(g) \quad \Delta H = -434 \text{ kJ}$ و انرژی‌های متوسط

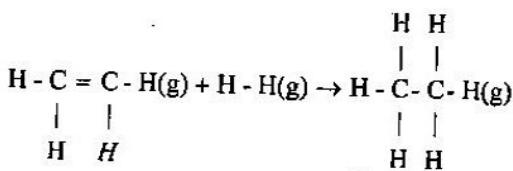
پیوند (جدول ۲-۵) انرژی متوسط پیوندی را برای پیوند $\text{Xe}-\text{F}(g)$ حساب کنید.

59 فصل پنجم

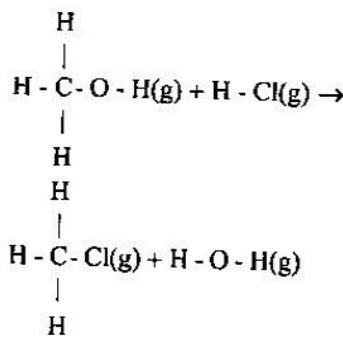
۵-۴۵: آنتالپی استاندارد تشکیل $\text{ClF}_3(g)$ ، $\Delta H^\circ = -254 \text{ kJ/mol}$

۵-۴۶: انرژی متوسط پیوند را برای $\text{Cl}-\text{F}$ در $\text{ClF}_3(g)$ حساب کنید.

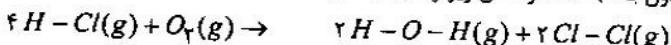
۵-۴۷: با استفاده از انرژی متوسط پیوند (جدول ۲-۵)، ΔH° واکنش زیر را حساب کنید.



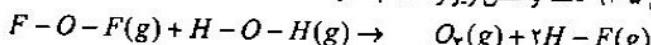
۵-۴۸: با استفاده از انرژی متوسط پیوند (جدول ۲-۵) ΔH° واکنش زیر را حساب کنید.



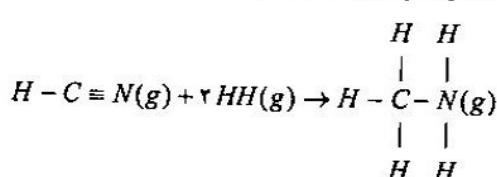
۵-۴۹: با استفاده از انرژی متوسط پیوند (جدول ۲-۵) ΔH° واکنش زیر را حساب کنید.



۵-۵۰: با استفاده از انرژی متوسط پیوند (جدول ۲-۵) ΔH° واکنش زیر را حساب کنید.

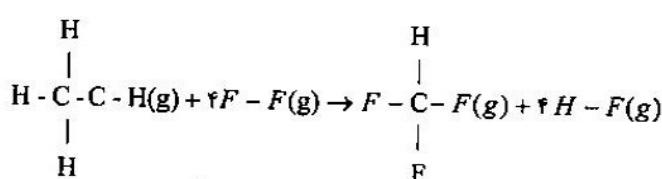


۵-۵۱: (الف) با استفاده از انرژی های متوسط پیوند (جدول ۲-۵) ΔH° واکنش زیر را حساب کنید.



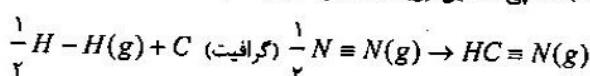
۵-۵۲: (ب) با استفاده از آنتالپی های استاندارد تشکیل (جدول ۱-۵) ΔH° واکنش را حساب کنید.

۵-۵۳: (الف) با استفاده از انرژی های متوسط پیوند (جدول ۲-۵) ΔH° واکنش زیر را حساب کنید.



۵-۵۴: (ب) با استفاده از آنتالپی های استاندارد تشکیل (جدول ۱-۵) ΔH° واکنش را حساب کنید.

۵-۵۵: (ب) با استفاده از انرژی های متوسط پیوند (جدول ۲-۵) آنتالپی تشکیل g را HCN حساب کنید.



توجه کنید که در مورد مقادیر آنتالپی تشکیل پیوند $\text{C}-\text{H}$ و $\text{C} \equiv \text{N}$ فرض بر این است که $\text{C}(g)$ به کار رفته است.

۵-۵۶: (ب) با استفاده از آنتالپی تشکیل پیوند $\text{C}-\text{H}$ و $\text{C} \equiv \text{N}$ فرض بر این است که $\text{C}(g)$ به کار رفته است.

۵-۵۷: (ب) با استفاده از آنتالپی تشکیل پیوند $\text{C}-\text{H}$ و $\text{C} \equiv \text{N}$ فرض بر این است که $\text{C}(g)$ به کار رفته است.

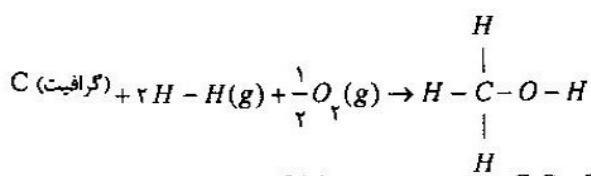
۵-۵۸: (ب) با استفاده از آنتالپی تشکیل پیوند $\text{C}-\text{H}$ و $\text{C} \equiv \text{N}$ فرض بر این است که $\text{C}(g)$ به کار رفته است.

۵-۵۹: (ب) با استفاده از آنتالپی تشکیل پیوند $\text{C}-\text{H}$ و $\text{C} \equiv \text{N}$ فرض بر این است که $\text{C}(g)$ به کار رفته است.

$$\Delta H = +217 \text{ kJ}$$

۶۰- شیمی حرارت

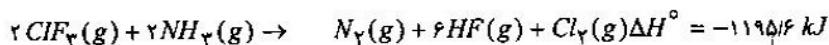
۶۰-۵ با استفاده از آنرژی‌های متوسط پیوند (جدول ۲-۵) آنتالپی تشکیل $\text{CH}_3\text{OH}(g)$ را حساب کنید.



توجه کنید که در مورد مقادیر آنتالپی تشکیل پیوند $\text{C}-\text{O}$ و $\text{C}-\text{H}$ فرض بر این است که $\text{C}(g)$ به کار رفته است.
 $\text{C}_{(\text{گرافیت})} \rightarrow \text{C}(g) \Delta H = +717 \text{ kJ}$

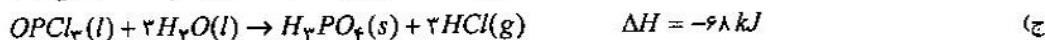
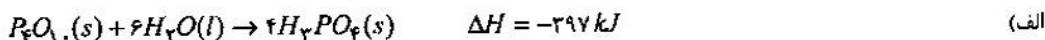
تعویض‌های طبقه‌بندی نشده:

۶۱-۵ معادله ترموشیمی زیر در دست است. آنتالپی استاندارد تشکیل $\text{ClF}_3(g)$ را حساب کنید.

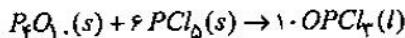


۶۲-۵ براساس معادله مسئله ۶۱-۵ حساب کنید چه مقدار گرمای افزایش کامل $\text{NH}_3(g)$ با $\text{ClF}_3(g)$ از 125 g می‌شود؟

۶۳-۵ معادلات زیر در دست است:

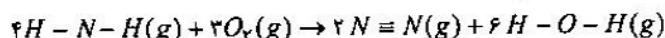


واکنش زیر را حساب کنید.



۶۴-۵ یک نمونی $1/5$ گرمی از $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7(s)$ (اسید گلوتاریک) در یک بمب کالری متر سوزانده می‌شود. ظرفیت گرمایی دستگاه به تنهایی $C_{(^\circ\text{C})} / \text{J}$ است و حاوی $1/25 \text{ kg}$ آب می‌باشد. دمای دستگاه از 22°C به $25/29^\circ\text{C}$ می‌رسد. از سوختن یک مول از این اسید چقدر گرمای افزایش می‌شود؟

۶۵-۵ با استفاده از آنرژی‌های متوسط پیوند ΔH واکنش زیر را حساب کنید.



حل تمرین های فصل ۵

اندازه‌گیری گرما - گرماسنجی

$$= (1175 \text{ kg})(41184 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}) = 7132 \text{ kJ}^{\circ}\text{C}$$

$$q = C(t_2 - t_1) = (7132 \text{ kJ}^{\circ}\text{C})$$

$$(4210^{\circ}\text{C} - 2210^{\circ}\text{C}) = 129 \text{ kJ}$$

۱-۵

$$t_C = \frac{\Delta C}{\Delta F} (t_F - T^{\circ}\text{F}) = \frac{\Delta C}{\Delta F} (418^{\circ}\text{F} - 22^{\circ}\text{C}) = 77^{\circ}\text{C}$$

$$q = C(t_2 - t_1) \Rightarrow C = \frac{q}{(t_2 - t_1)}$$

$$= \frac{129 \text{ J}}{(4210^{\circ}\text{C} - 2210^{\circ}\text{C})}$$

$$C = 2919 \text{ J}^{\circ}\text{C}$$

$$= \frac{C}{\text{جرم}} = \frac{2919 \text{ J}^{\circ}\text{C}}{101 \cdot g} = 2919 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$$

گرمای ویژه

۱۰-۵

$$C = \frac{q}{(t_2 - t_1)} = \frac{118 \text{ J}}{(2512^{\circ}\text{C} - 2212^{\circ}\text{C})}$$

$$= 1414 \text{ J}^{\circ}\text{C}$$

$$\frac{C}{\text{جرم}} = \frac{1414 \text{ J}^{\circ}\text{C}}{101} = 1414 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$$

گرمای ویژه

$$q = C(t_2 - t_1)$$

$$= (1414 \text{ J}^{\circ}\text{C})(27125^{\circ}\text{C} - 22125^{\circ}\text{C}) = 1414 \text{ J}$$

۱۱-۵

$$q = C(t_2 - t_1)$$

$$1515 \text{ J} = C(21125^{\circ}\text{C} - 2115^{\circ}\text{C}) \Rightarrow$$

$$C = 12117 \text{ J}^{\circ}\text{C}$$

$$C = (\text{گرمای ویژه}) (\text{جرم}) \Rightarrow$$

$$\rho_{\text{جرم}} = \frac{12117 \text{ J}^{\circ}\text{C}}{1132 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}} = 107 \text{ g}$$

$$t_C = \frac{\Delta C}{\Delta F} (t_F - T^{\circ}\text{F}) =$$

$$\frac{\Delta C}{\Delta F} (4^{\circ}\text{F} - 22^{\circ}\text{C}) = -4^{\circ}\text{C}$$

۱۲-۵

$$t_C = \frac{\Delta C}{\Delta F} (t_F - T^{\circ}\text{F})$$

$$= \frac{\Delta C}{\Delta F} (58^{\circ}\text{F} - 22^{\circ}\text{C}) = 1^{\circ}\text{C}$$

۱۳-۵

$$C = (\text{گرمای ویژه}) (\text{جرم}) = (2215 \text{ g}) \left(\frac{1184 \text{ J}}{g^{\circ}\text{C}} \right)$$

$$= 128 \text{ J}^{\circ}\text{C}$$

۱۴-۵

$$\rho_{\text{جرم}} = \frac{C}{(\text{گرمای ویژه})} = \frac{128 \text{ J}^{\circ}\text{C}}{41184 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}} = 125 \text{ g}$$

۱۵-۵

$$C = (\text{گرمای ویژه}) (\text{جرم})$$

$$= (101 \text{ kg})(41184 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}) = 6128 \text{ kJ}^{\circ}\text{C}$$

$$q = C(t_2 - t_1) = (6128 \text{ kJ}^{\circ}\text{C})$$

$$(2510^{\circ}\text{C} - 2210^{\circ}\text{C}) = 1818 \text{ kJ}$$

۱۶-۵

$$C = (\text{گرمای ویژه}) (\text{جرم})$$

$$\left(\frac{1818 kJ}{11 \cdot g C_f H_{12} O_7} \right) = 2112 \times 1.7 kJ$$

۱۷-۵

$$? kJ = 112 g C_f H_{12} O_7 \left(\frac{1 mol C_f H_{12} O_7}{11 \cdot g C_f H_{12} O_7} \right)$$

$$\left(\frac{2112 \times 1.7}{1 mol C_f H_{12} O_7} \right) = 198 kJ$$

$$q = C_f(t_f - t_i) \Rightarrow C_f = \frac{q}{(t_f - t_i)}$$

$$= \frac{198 kJ}{(22/25^\circ C - 21/11^\circ C)} \\ = 6122 kJ / ^\circ C$$

C_ب (گرمای ویژه آب) (جرم آب)

$$= (0.105 \cdot kg)(21184 kJ / kg^\circ C)$$

$$= 2197 kJ / ^\circ C$$

$$C_t = C_{ب} + C_{کالریمتر} \Rightarrow 2197 kJ / ^\circ C$$

$$C_{کالریمتر} = 6122 kJ / ^\circ C - 2197 kJ / ^\circ C = 2125 kJ / ^\circ C.$$

۱۸-۵

C_ب (گرمای ویژه آب) (جرم آب)

$$= (0.16 \cdot kg)(21184 kJ / kg^\circ C)$$

$$= 3151 kJ / ^\circ C$$

$$C_t = C_{ب} + C_{کالریمتر} = 3151 kJ / ^\circ C + 1122 kJ / ^\circ C$$

$$= 3174 kJ / ^\circ C$$

$$q = C(t_f - t_i)$$

$$= (3174 kJ / ^\circ C)(27/10^\circ C - 22/10^\circ C)$$

$$= 151 kJ$$

$$? g C_{12} H_{12} O_{11} = 151 \cdot kJ \left(\frac{1 mol C_{12} H_{12} O_{11}}{5165 \times 1.7 kJ} \right)$$

$$\left(\frac{151 \cdot kJ}{1 mol C_{12} H_{12} O_{11}} \right)$$

$$? g C_{12} H_{12} O_{11} = 0.19 \cdot 1 g C_{12} H_{12} O_{11}$$

۱۹-۵

$$C = (گرمای ویژه) (جرم) = (22/12 g)(0.1444 J / g^\circ C)$$

$$= 1424 J / ^\circ C$$

$$q = C(t_f - t_i)$$

$$\Delta \cdot \cdot J = (1424 J / ^\circ C)(t_f - 22/25^\circ C)t_f$$

$$= 26174^\circ C$$

۱۴-۵

$$C = (گرمای ویژه) (جرم) = (12/15 g)(2132 J / g^\circ C)$$

$$= 29112 J / ^\circ C$$

$$q = C(t_f - t_i)$$

$$112 J = (29112 J / ^\circ C)(27/25^\circ C - t_i)t_i$$

$$= 22147^\circ C$$

۱۵-۵

C_ب (گرمای ویژه آب) (جرم آب)

$$C_{ب} = (0.105 \cdot kg)(21184 kJ / kg^\circ C)$$

$$= 21128 kJ / ^\circ C$$

$$C_t = C_{ب} + C_{کالریمتر}$$

$$= 21128 kJ / ^\circ C + 21671^\circ C = 5181 kJ / ^\circ C$$

$$q = C(t_f - t_i) = (5181 kJ / ^\circ C)(27/10^\circ C - 22/10^\circ C)$$

$$= 211 kJ$$

$$1 kJ = 1 mol CH_3 COOH \left(\frac{1 \cdot g CH_3 COOH}{1 mol CH_3 COOH} \right)$$

$$\left(\frac{211 kJ}{1150 g CH_3 COOH} \right) = 182 kJ$$

۱۶-۵

C_ب (گرمای ویژه آب) (جرم آب)

$$= (0.1 \cdot kg)(21184 kJ / kg^\circ C) = 21184 kJ / ^\circ C$$

$$C_t = C_{ب} + C_{کالریمتر} = 21184 kJ / ^\circ C + 1122 kJ / ^\circ C$$

$$= 21456 kJ / ^\circ C$$

$$q = C(t_f - t_i)$$

$$= (21456 kJ / ^\circ C)(27/10^\circ C - 22/10^\circ C)$$

$$q = 5815 kJ$$

$$? kJ = 1 mol C_2 H_4 O_2 \left(\frac{1 \cdot 1 g C_2 H_4 O_2}{1 mol C_2 H_4 O_2} \right)$$

فصل پنجم

معادلات گرماسیمی

١٩-٥ الف) گرما گیر، ب) گرماز، ج) گرمائی،

د) گرمازا

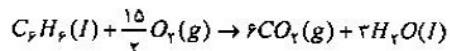
٢٠-٥ الف) گرما گیر، ب) گرمازا، ج) گرمازا،

د) گرمائی

٢١-٥

$$?kJ = 1 mol C_F H_F \left(\frac{48.11 g C_F H_F}{1 mol C_F H_F} \right) \left(\frac{41184 kJ}{1 mol C_F H_F} \right)$$

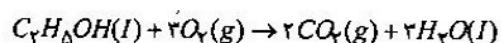
$$= 2268 kJ$$



$$\Delta H = -2268 \text{ kJ}$$

٢٢-٥

$$?kJ = 1 mol C_T H_D OH \left(\frac{46.1 \cdot 2 g C_T H_D OH}{1 mol C_T H_D OH} \right) \left(\frac{29159 kJ}{1 g C_T H_D OH} \right) = 1268 kJ$$



$$\Delta H = -1268 \text{ kJ}$$

٢٣-٥

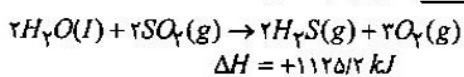
$$?kJ = 1 mol N_T H_F \left(\frac{1 mol N_T H_F}{32.05 g N_T H_F} \right) \left(\frac{62214 kJ}{1 mol N_T H_F} \right) = 1942 kJ$$

٢٤-٥

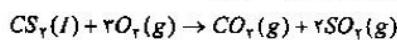
$$?kJ = 951 \cdot g C_T H_D OH \left(\frac{1 mol C_T H_D OH}{46.1 \cdot 2 g C_T H_D OH} \right) \left(\frac{871 \cdot kJ}{1 mol C_T H_D OH} \right) = 891 kJ$$

قانون هس

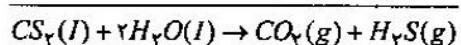
٢٧-٥ (دو برابر عکس الف + ب)



$$\Delta H = +1125/2 \text{ kJ}$$

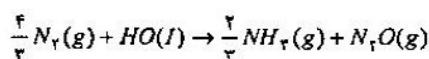


$$\Delta H = -155/2$$

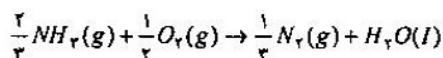


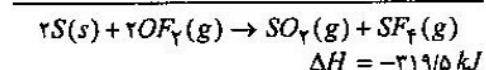
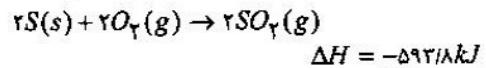
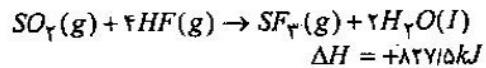
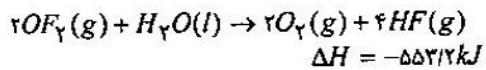
$$\Delta H = +5.1 \cdot kJ$$

٢٨-٥ (یک سوم عکس رابطه الف + یک ششم
رابطه ب)

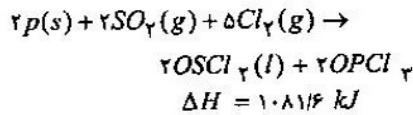
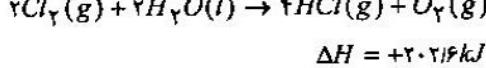
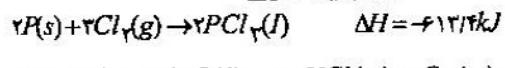
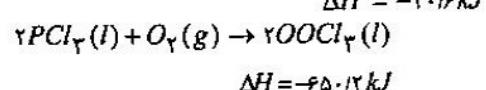
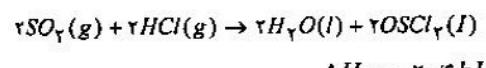


$$\Delta H = +336/7 \text{ kJ}$$

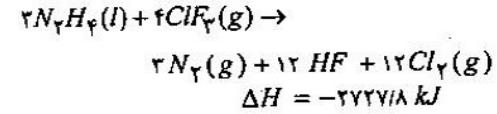
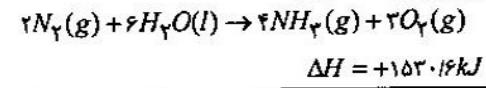
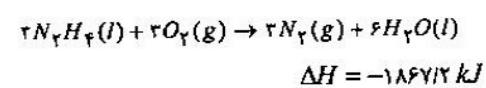
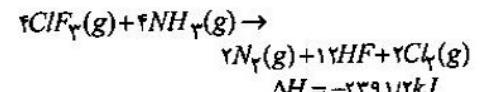




٣٣-٥
 دو برابر عکس رابطه الف + دو برابر رابطه
 ب + دو برابر رابطه ج + عکس رابطه د

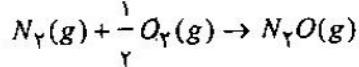


٣٤-٥
 دو برابر رابطه الف + سه برابر رابطه ب +
 عکس رابطه ج



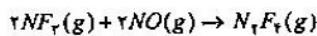
٣٥-٥
 دو برابر عکس رابطه الف + دو برابر
 عکس رابطه ب + دو برابر ج + نصف رابطه د + پنج
 برابر عکس ه

$$\Delta H = -\Delta\Delta\gamma/2 \text{ kJ}$$

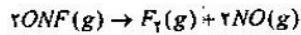


$$\Delta H = +\Delta\gamma/16 \text{ kJ}$$

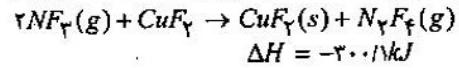
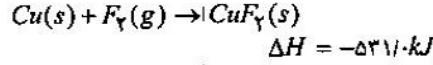
٢٩-٥ (الف + دو برابر عکس ب + ج)



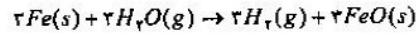
$$\Delta H = -\Delta\gamma/16 \text{ kJ}$$



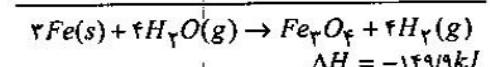
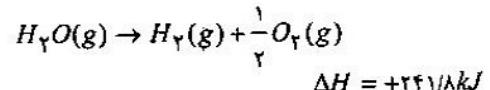
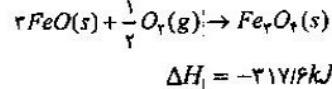
$$\Delta H = +\Delta\gamma/18 \text{ kJ}$$



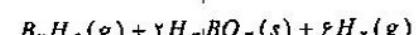
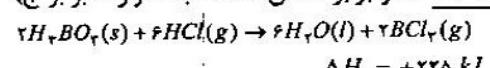
٣٠-٥ (سه برابر عکس رابطه الف + رابطه ب +
 عکس رابطه ج)



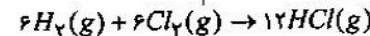
$$\Delta H = -\Delta\gamma/16 \text{ kJ}$$



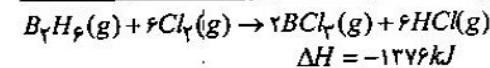
٣١-٥ (دو برابر عکس الف + ب + دوازده برابر ج)



$$\Delta H = -\Delta\gamma/16 \text{ kJ}$$



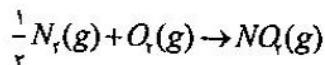
$$\Delta H = -\Delta\gamma/16 \text{ kJ}$$



٣٢-٥ (دو برابر رابطه الف + عکس رابطه ب +
 دو برابر رابطه ج)

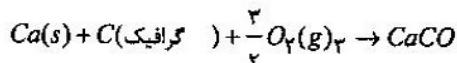
فصل پنجم

- ب



$$\Delta H_f^\circ = +221 kJ$$

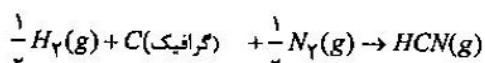
- ج



$$\Delta H_f^\circ = -12.69 kJ$$

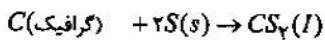
٣٨-٥

(الف)



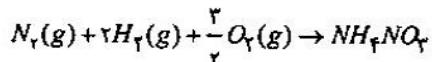
$$\Delta H_f^\circ = +12.15 kJ$$

(ب)



$$\Delta H_f^\circ = 171.86 kJ$$

(ج)



$$\Delta H_f^\circ = -226.74 kJ$$

٣٩-٦

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ_{\text{محصول}} - \sum \Delta H_f^\circ_{\text{دهنده}}$$

$$\Delta H^\circ = 2\Delta H_f^\circ(H_2O) + 2\Delta H_f^\circ(SO) - 2\Delta H_f^\circ(H_2S)$$

$$\Delta H^\circ = (2 \text{ mol})(-285.9 \text{ kJ/mol})$$

$$+ 2 \text{ mol}(-296.9 \text{ kJ/mol}) - 2 \text{ mol}(-2.12 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta H^\circ = -425.2 \text{ kJ}$$

٤٠-٦

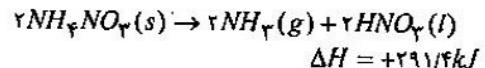
$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ_{\text{محصول}} - \sum \Delta H_f^\circ_{\text{دهنده}}$$

$$\Delta H^\circ = 2\Delta H_f^\circ(H_2O) - \Delta H_f^\circ(Fe_2O_3)$$

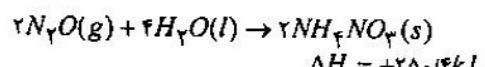
$$= (2 \text{ mol})(-241.1 \text{ kJ/mol}) - (1 \text{ mol})$$

$$(-1221.8 \text{ kJ/mol})$$

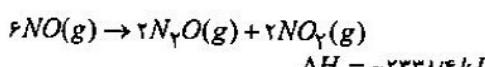
$$= +961.8 \text{ kJ}$$



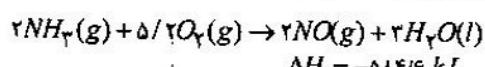
$$\Delta H = +291.4 kJ$$



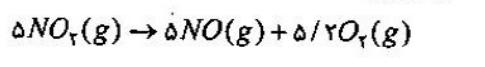
$$\Delta H = +25.14 kJ$$



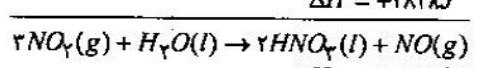
$$\Delta H = -223.8 / 4 kJ$$



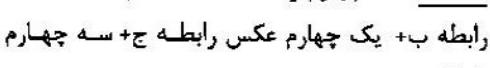
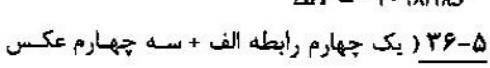
$$\Delta H = -58.4 / 2 kJ$$



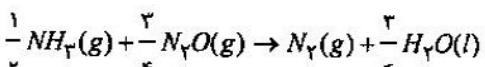
$$\Delta H = +283 kJ$$



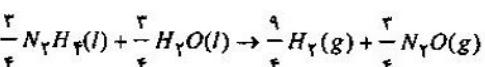
$$\Delta H = -2.98 / 2 kJ$$



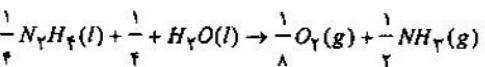
رابطه د)



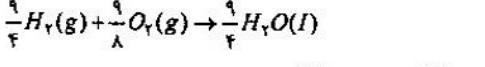
$$\Delta H = -252.5 kJ$$



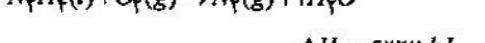
$$\Delta H = +227.75 kJ$$



$$\Delta H = +25.75 kJ$$



$$\Delta H = -443.5 kJ$$

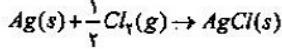


$$\Delta H = 522.5 kJ$$

گرمای تشکیل

٣٧-٦

- الف



$$\Delta H_f^\circ = -127 kJ$$

و اکشن

و اکشن

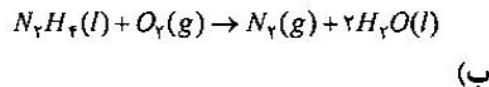
و اکشن

و اکشن

و اکشن

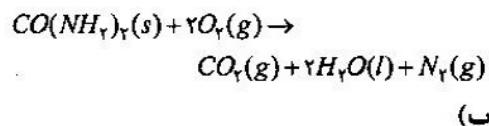
$$\begin{aligned} & (-28519 \text{ kJ/mol}) - (1 \text{ mol})(+491.4 \text{ kJ/mol}) \\ & = -32671 \text{ kJ} \end{aligned}$$

٤٥-٥
(الف)



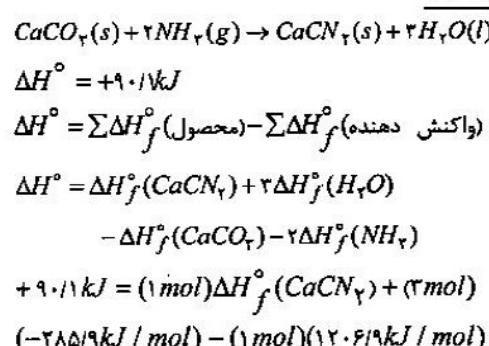
$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ - \sum \Delta H_f^\circ \text{ (محصول)} \\ \Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ (H_2O) - \Delta H_f^\circ (N_2H_4) \\ \Delta H^\circ &= (2 \text{ mol})(-28519 \text{ kJ/mol}) - (1 \text{ mol}) \\ &\quad (\Delta H_f^\circ (N_2H_4)) = -62214 \text{ kJ} \\ \Delta H_f^\circ (N_2H_4) &= +5.16 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

٤٦-٥
(الف)



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ - \sum \Delta H_f^\circ \text{ (محصول)} \\ \Delta H^\circ &= \Delta H_f^\circ (CO_2) + 2\Delta H_f^\circ (H_2O) \\ &\quad - \Delta H_f^\circ (H_2O) - \Delta H_f^\circ (CO(NH_2)_2) \\ \Delta H^\circ &= -622 \text{ kJ} = (1 \text{ mol})(-29315 \text{ kJ/mol}) \\ &\quad + (2 \text{ mol})(-28519 \text{ kJ/mol}) \\ &\quad - (1 \text{ mol})\Delta H_f^\circ (CO(NH_2)_2) \\ \Delta H_f^\circ (CO(NH_2)_2) &= -222 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

٤٧-٥



٤١-٥

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ - \sum \Delta H_f^\circ \text{ (محصول)} \\ \Delta H^\circ &= 6\Delta H_f^\circ (H_2O) + 2\Delta H_f^\circ (HCN) \end{aligned}$$

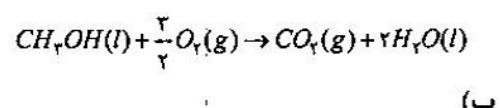
$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= (6 \text{ mol})(-28519 \text{ kJ/mol}) + (2 \text{ mol}) \\ &\quad (120615 \text{ kJ/mol}) - (2 \text{ mol})(-4619 \text{ kJ/mol}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - (2 \text{ mol})(-74185 \text{ kJ/mol}) \\ & = -121213 \text{ kJ} \end{aligned}$$

٤٢-٥

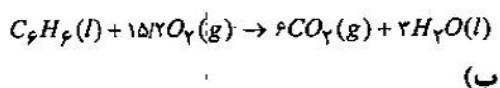
$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ - \sum \Delta H_f^\circ \text{ (محصول)} \\ \Delta H^\circ &= 7\Delta H_f^\circ (HF) + \Delta H_f^\circ (NF_3) - \Delta H_f^\circ (NH_3) \\ \Delta H^\circ &= (7 \text{ mol})(-269 \text{ kJ/mol}) + (1 \text{ mol}) \\ &\quad (-113 \text{ kJ/mol}) - (1 \text{ mol})(-46 \text{ kJ/mol}) \\ \Delta H^\circ &= -847 \text{ kJ} \end{aligned}$$

٤٣-٥
(الف)



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ - \sum \Delta H_f^\circ \text{ (محصول)} \\ \Delta H^\circ &= \Delta H_f^\circ (CO_2) + 2\Delta H_f^\circ (H_2O) - \Delta H_f^\circ (CH_3OH) \\ \Delta H^\circ &= (1 \text{ mol})(-29715 \text{ kJ/mol}) + (2 \text{ mol}) \\ &\quad (-28519 \text{ kJ/mol}) - (1 \text{ mol})(-2072 \text{ kJ/mol}) \\ \Delta H^\circ &= -76417 \text{ kJ} \end{aligned}$$

٤٤-٥
(الف)



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \sum \Delta H_f^\circ - \sum \Delta H_f^\circ \text{ (محصول)} \\ \Delta H^\circ &= 6\Delta H_f^\circ (CO_2) + 2\Delta H_f^\circ (H_2O) \\ &\quad - \Delta H_f^\circ (C_6H_6) \\ \Delta H^\circ &= (6 \text{ mol})(-29315 \text{ kJ/mol}) + (2 \text{ mol}) \end{aligned}$$

۶۷-۱) فصل پنجم

$$(2\text{ mol})(+423 \text{ kJ/mol}) = +846 \text{ kJ}$$

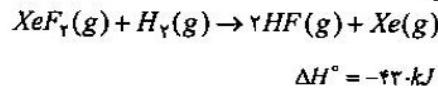
۴ mol N-H شکستن پیوند

$$(4\text{ mol})(-489 \text{ kJ/mol}) = -1956 \text{ kJ}$$

۱ mol N-N شکستن پیوند

$$\frac{(1\text{ mol})(-159 \text{ kJ/mol}) = -159 \text{ kJ}}{\Delta H^\circ = +96 \text{ kJ}}$$

۵۱-۴



۲ mol Xe-F ? = ۲x

۱ mol H-H شکستن پیوند

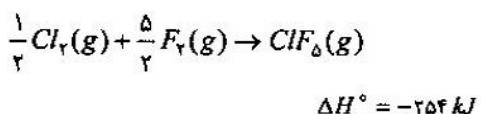
$$(1\text{ mol})(+425 \text{ kJ/mol}) = +425 \text{ kJ}$$

۲ mol H-F شکستن پیوند

$$(2\text{ mol})(-485 \text{ kJ/mol}) = -970 \text{ kJ}$$

$$\frac{\Delta H^\circ = -42 \text{ kJ} = 2x - 970 \text{ kJ}}{x = \Delta H \text{ پیوند ارزی } (Xe-F) = +122 \text{ kJ}}$$

۵۲-۴



$\frac{1}{2}$ mol Cl-Cl شکستن پیوند

$$\left(\frac{1}{2} \text{ mol}\right)(+423 \text{ kJ/mol}) = +121.5 \text{ kJ}$$

$\frac{5}{2}$ mol F-F شکستن پیوند

$$\left(\frac{5}{2} \text{ mol}\right)(+155 \text{ kJ/mol}) = +387.5 \text{ kJ}$$

۵ mol Cl-F ? = -5x

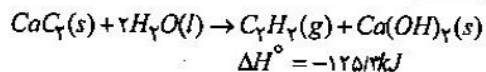
$$\Delta H^\circ = -254.8 \text{ kJ} = +5.9 \text{ kJ} - 5x$$

$$\Delta H \text{ ارزی پیوند } (Cl-F) = 152 \text{ kJ}$$

$$-(1\text{ mol})(-461.9 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta H_f^\circ(CaCN_4) = -251.5 \text{ kJ/mol}$$

۴۸-۴



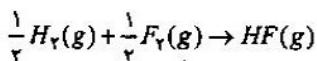
$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{محصول}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{دهنده})$$

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \Delta H_f^\circ(C_2H_2) + \Delta H_f^\circ(Ca(OH)_2) \\ &\quad - \Delta H_f^\circ(CaC_2) - 2\Delta H_f^\circ(H_2O) \\ &= -125.1 \text{ kJ} = (1\text{ mol})(+226.7 \text{ kJ/mol}) + (1\text{ mol}) \\ &\quad (-98.1 \text{ kJ/mol}) - (1\text{ mol}) \times \Delta H_f^\circ(CaC_2) \\ &\quad - (1\text{ mol})(-285.9 \text{ kJ/mol}) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \Delta H_f^\circ(CaC_2) = -481 \text{ kJ/mol}$$

انرژی پیوند

۴۹-۴



$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ mol H-H} & \left(\frac{1}{2} \text{ mol} \right) (+425 \text{ kJ/mol}) \\ &= +212.5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

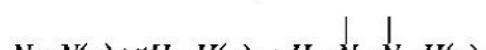
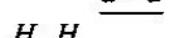
$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{ mol F-F} & \left(\frac{1}{2} \text{ mol} \right) (+155 \text{ kJ/mol}) \\ &= +77.5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol H-F} & (1\text{ mol})(-485 \text{ kJ/mol}) \\ &= -485 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\Delta H^\circ = -22 \text{ kJ}$$

مقدار انرژی داده شده در جدول (۱-۵) کتاب در سی برابر با 269 kJ/mol می باشد.

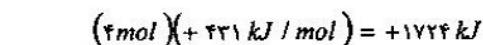
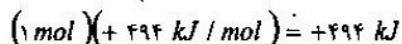
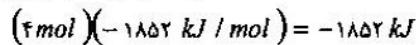
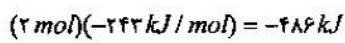
۵۰-۴



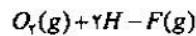
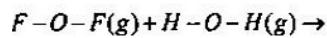
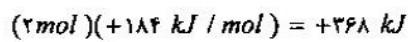
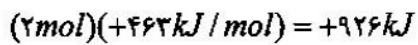
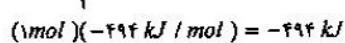
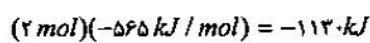
۱ mol N ≡ N شکستن پیوند

$$(1\text{ mol})(941 \text{ kJ/mol}) = +941 \text{ kJ}$$

۲ mol H-H شکستن پیوند

۵۳-۵۱: شکستن پیوند mol O_2 ۴: شکستن پیوند mol H-O ۲: تشکیل پیوند mol Cl-Cl 

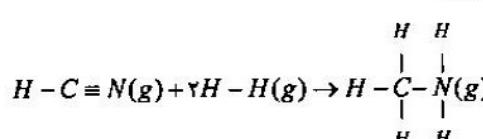
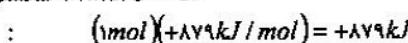
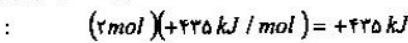
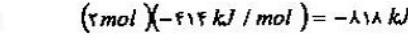
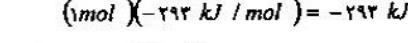
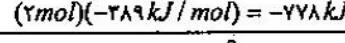
$$\Delta H^\circ = -120 \text{ kJ}$$

۵۴-۵۲: شکستن پیوند mol O-F ۲: شکستن پیوند mol O-H ۲: تشکیل پیوند mol O_2 ۲: تشکیل پیوند mol H-F 

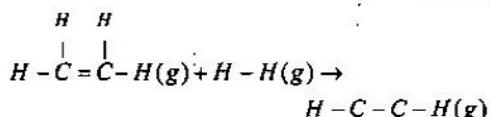
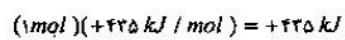
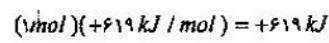
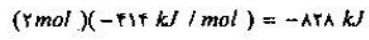
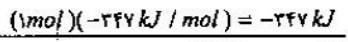
$$\Delta H^\circ = -220 \text{ kJ}$$

۵۷-۵

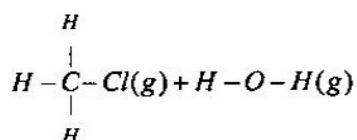
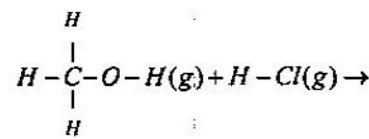
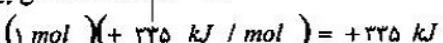
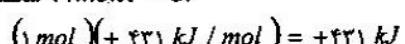
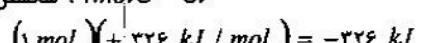
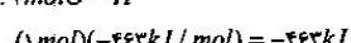
(الف)

۱: شکستن پیوند mol C=N ۲: شکستن پیوند mol H-H ۲: شکستن پیوند mol C-N ۱: شکستن پیوند mol C-N ۲: شکستن پیوند mol N-H 

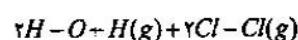
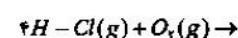
$$\Delta H^\circ = -150 \text{ kJ}$$

۱: شکستن پیوند $\frac{\Delta}{2} \text{ mol F-F}$ ۱: شکستن پیوند mol H-H ۱: شکستن پیوند mol C-C ۲: تشکیل پیوند mol C-H ۱: تشکیل پیوند mol C-C 

$$\Delta H^\circ = -121 \text{ kJ}$$

۵۴-۶۱: شکستن پیوند mol C-O ۱: شکستن پیوند mol H-Cl ۱: شکستن پیوند mol C-Cl ۱: شکستن پیوند mol O-H 

$$\Delta H^\circ = -120 \text{ kJ}$$

۵۵-۵۴: شکستن پیوند mol HCl

فصل پنجم

$$\left(\frac{1}{2} \text{ mol}\right) (+425 \text{ kJ/mol}) = 212.5 \text{ kJ}$$

گرافیت $C(g) = +212.5 \text{ kJ}$

$\frac{1}{2} \text{ mol N}_2$: شکستن پیوند

$$\left(\frac{1}{2} \text{ mol}\right) (+941 \text{ kJ/mol}) = 470.5 \text{ kJ}$$

$1 \text{ mol C} \equiv N$

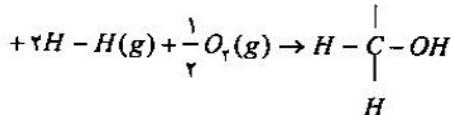
$$(1 \text{ mol})(-879 \text{ kJ/mol}) = -879 \text{ kJ}$$

$1 \text{ mol C} - H$

$$(1 \text{ mol})(-414 \text{ kJ/mol}) = -414 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = +112 \text{ kJ}$$

$$\underline{\underline{60-5}}$$



گرافیت C

$2 \text{ mol H} - H$

$$(2 \text{ mol})(+425 \text{ kJ/mol}) = 850 \text{ kJ}$$

گرافیت $C(g) = +212.5 \text{ kJ}$

$\frac{1}{2} \text{ mol O}_2$: شکستن پیوند

$$\left(\frac{1}{2} \text{ mol}\right) (+494 \text{ kJ/mol}) = 247 \text{ kJ}$$

$2 \text{ mol C} - H$

$$(2 \text{ mol})(-414 \text{ kJ/mol}) = -1242 \text{ kJ}$$

$1 \text{ mol C} - O$

$$(1 \text{ mol})(-225 \text{ kJ/mol}) = -225 \text{ kJ}$$

$1 \text{ mol O} - H$

$$(1 \text{ mol})(-462 \text{ kJ/mol}) = -462 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = -206 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{دهنده}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{محصول}) \quad (b)$$

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (CH_3NH_3) - \Delta H_f^\circ (HCN)$$

$$\Delta H^\circ = (1 \text{ mol})(-28 \text{ kJ/mol}) - (1 \text{ mol})$$

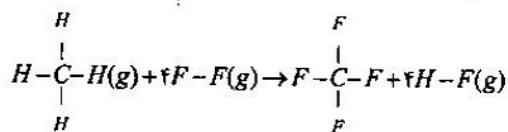
$$(+120.5 \text{ kJ/mol}) = -152 \text{ kJ}$$

تفاوت ΔH° واکنش از دو روش مختلف kJ

بدست می‌آید.

$$\underline{\underline{58-5}}$$

(الف)



$4 \text{ mol C} - H$

$$(4 \text{ mol})(+414 \text{ kJ/mol}) = +1656 \text{ kJ}$$

$4 \text{ mol F} - F$

$$(4 \text{ mol})(155 \text{ kJ/mol}) = +620 \text{ kJ}$$

$4 \text{ mol C} - F$

$$(4 \text{ mol})(-485 \text{ kJ/mol}) = -1940 \text{ kJ}$$

$4 \text{ mol H} - F$

$$(4 \text{ mol})(-565 \text{ kJ/mol}) = -2260 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = -1924 \text{ kJ}$$

(ب)

$$\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ (CF_3) + 4\Delta H_f^\circ (HF)$$

$$- \Delta H_f^\circ (CH_3)$$

$$\Delta H^\circ = (1 \text{ mol})(-912 \text{ kJ/mol}) + (4 \text{ mol})$$

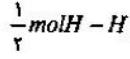
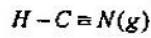
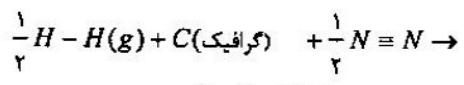
$$(-269 \text{ kJ/mol}) - (1 \text{ mol})(-240.5 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta H_f^\circ = -1915 \text{ kJ}$$

تفاوت دو روش محاسبه‌ی ΔH° واکنش برابر kJ

می‌باشد.

$$\underline{\underline{59-5}}$$



۷- شیمی حرارت

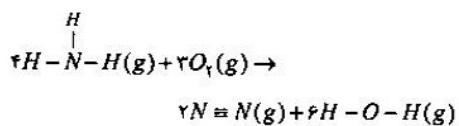
تمرین های طبقه بندی نشده

۶۱-۵

$$\Delta H = \text{mol} H_2 C_2 H_2 O_2 \left(\frac{17211 \text{ g} H_2 C_2 H_2 O_2}{\text{mol} H_2 C_2 H_2 O_2} \right)$$

$$\left(\frac{-11916 \text{ kJ}}{17211 \text{ g} H_2 C_2 H_2 O_2} \right) = 1.15 \times 1.1 \text{ kJ}$$

۶۲-۵



۱۲ mol N-H

$$(12 \text{ mol})(+289 \text{ kJ/mol}) = +588 \text{ kJ}$$

۳ mol O₂

$$(3 \text{ mol})(+494 \text{ kJ/mol}) = +1482 \text{ kJ}$$

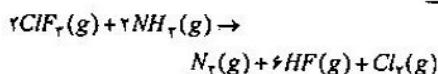
۲ mol N ≡ N

$$(2 \text{ mol})(-941 \text{ kJ/mol}) = -1882 \text{ kJ}$$

۱۲ mol O-H

$$(12 \text{ mol})(-462 \text{ kJ/mol}) = -5544 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = -1288 \text{ kJ}$$



$$\Delta H^\circ = -11916 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{محصول}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{دهنده})$$

$$\Delta H^\circ = 4\Delta H_f^\circ(HF) - 2\Delta H_f^\circ(ClF) - 2\Delta H_f^\circ(NH_3)$$

$$\Delta H^\circ = -11916 \text{ kJ} = (4 \text{ mol})(-289 \text{ kJ/mol})$$

$$- (2 \text{ mol})(-494 \text{ kJ/mol}) - (2 \text{ mol})(-941 \text{ kJ/mol})$$

$$\Rightarrow \Delta H_f^\circ(ClF) = -163 \text{ kJ/mol}$$

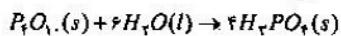
۶۲-۶

$$\Delta H = 12 \text{ mol} ClF \left(\frac{1 \text{ mol} g ClF}{17211 \text{ g} ClF} \right) \left(\frac{11916 \text{ kJ}}{1 \text{ mol} g ClF} \right)$$

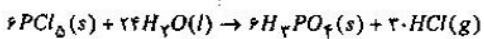
$$= 1.15 \text{ kJ}$$

۶۳-۵ (رابطه الف + شش برابر رابطه ب +

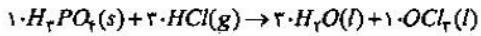
برابر عکس رابطه ج)



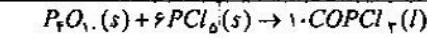
$$\Delta H^\circ = -3977 \text{ kJ}$$



$$\Delta H^\circ = -815 \text{ kJ}$$



$$\Delta H^\circ = +81 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = -532 \text{ kJ}$$

۶۴-۵

(گرمای ویره آب) (حجم آب)

$$C_{\text{آب}} = (1/125 \text{ kg})(4/184 \text{ kJ}^\circ \text{C}) = 5/22 \text{ kJ}^\circ \text{C}$$

$$C_t = C_{\text{آب}} + C = 5/22 \text{ kJ}^\circ \text{C} + 1/12 \cdot \text{kJ}^\circ \text{C}$$

$$= 7/42 \text{ kJ}^\circ \text{C}$$

$$q = C(t_2 - t_1) = 7/42 \text{ kJ}^\circ \text{C} (25/19^\circ \text{C} - 22/1^\circ \text{C})$$

$$= 24/4 \text{ kJ}$$

فصل ۶

ساختار الکترونی اتم‌ها

چکیده‌ی مطالب:

تابش‌های الکترومغناطیس دارای خواص موجی‌اند. بر پایه‌ی طول موج و فرکانس توصیف می‌شوند و با سرعت نور در فضا حرکت می‌کنند و داریم $\lambda = \frac{c}{v}$. تابش‌های الکترومغناطیسی دارای خصلت دوگانه‌ی ذره و موج هستند. جذب و نشر آن‌ها به صورت کوانتمهایی به نام فوتون بوده که بر حسب انرژی توصیف می‌شود. انرژی یک کوانتم برابر است با $E = h\nu$ که در آن h ثابت پلانک است.

اگر گازها و بخار مواد را توسط قوس الکتریکی گرم کنیم، نور منتشر می‌شود. در اثر عبور این نور از منشور یک طیف خطی به وجود می‌آید که تعداد محدودی خطوط رنگین هستند. هر عنصر خطوط طیفی منحصر به خود را دارد. براساس نظریه‌ی بور که از مطالعه‌ی ساختار الکترونی اتم هیدروژن برگرفته شده است، انرژی الکترون کوانتیده بوده و الکترون فقط در مدارها یا لایه‌های معینی از انرژی در پیرامون هسته قرار دارد و در اثر بازگشت الکترون از مدارهای با انرژی زیادتر به مدارهای با انرژی کمتر انرژی نشر می‌شود که مقدار آن برابر با تفاوت انرژی در مدار می‌باشد.

الکترون نیز مانند نور طبیعت دوگانه‌ای دارد (ذره و موج). طول موج آن از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\lambda = \frac{h}{m \times v}$$

تمرین‌ها:

تابش الکترومغناطیسی:

۶-۱: انرژی کدام یک از تابش‌های زیر بیشتر است:

- (الف) پرتو ماوراء بنفش یا ماکروویو
 (ب) نور زرد یا آبی
 (ج) موج رادیویی یا ماکروویو

۶-۲: عبارات زیر را مقایسه کنید:

- (الف) طول موج و فرکانس
 (ب) طول موج و دامنه

- (ج) کوانتوم نور و فوتون نور
 (د) سرعت نور و فرکانس نور

۶-۳: فرکانس و انرژی هر کوانتوم از پرتوهای زیر را برحسب ژول حساب کنید.

- (الف) پرتو گاما با طول موج 1.6 pm
 (ب) پرتو ماکروویو با طول موج 2.5 cm

۶-۴: فرکانس و انرژی هر کوانتوم از پرتوهای زیر را برحسب ژول حساب کنید.

- (الف) نور زرد با طول موج 585 nm
 (ب) پرتو ماوراء بنفش با طول موج 325 nm

۶-۵: طول موج و انرژی هر کوانتوم از پرتوهای زیر را برحسب ژول حساب کنید.

$$\text{الف) پرتو ماوراء بنفش با فرکانس } \frac{1}{5.21 \times 10^{14}} \text{ Hz}$$

طول موج‌ها را در دستگاه SI بیان کنید بهطوری که کوچکترین رقم آن بزرگتر از یک باشد.

۶-۶: طول موج و انرژی هر کوانتوم از پرتوهای زیر را برحسب ژول حساب کنید.

$$\text{الف) پرتو X با فرکانس } \frac{1}{3 \times 10^{19}} \text{ Hz}$$

طول موج‌ها را در دستگاه SI بیان کنید بهطوری که کوچکترین رقم آن بزرگتر از یک باشد.

۶-۷: برای کندن یک الکترون از باریوم به یک فوتون با حداقل انرژی $J = 3.97 \times 10^{-9} \text{ eV}$ نیاز داریم.

(الف) فرکانس و طول موج (برحسب nm) مربوط به این انرژی را حساب کنید.

(ب) آیا نور آبی با طول موج 450 nm قابل استفاده است؟

۶-۸: برای کندن یک الکترون از میزیم به یک فوتون با حداقل انرژی $J = 5.9 \times 10^{-19} \text{ eV}$ نیاز داریم:

(الف) فرکانس و طول موج (برحسب nm) مربوط به این انرژی را حساب کنید.

(ب) آیا نور بنفش با طول موج 400 nm قابل استفاده است؟

۶-۹: اگر فوتونی با طول موج 258 nm یا کوتاه‌تر به طلا برخورد کند یک الکترون از آن کنده می‌شود.

(الف) کمترین مقدار انرژی لازم برحسب ژول برای خارج کردن الکترون از طلا را حساب کنید.

(ب) اگر انرژی فوتون استفاده شده بیشتر از نیاز باشد انرژی اضافی به صورت انرژی حرکتی به الکترون منتقل می‌شود. اگر طول

موج 200 nm نانومتری استفاده کنیم انرژی جنبشی الکترون را برحسب ژول حساب کنید.

۶-۱۰: اگر فوتونی با طول موج 223 nm یا کوتاه‌تر به جیوه برخورد کند یک الکترون از آن کنده می‌شود.

(الف) کمترین مقدار انرژی لازم برحسب ژول برای خارج کردن الکترون از جیوه را حساب کنید.

(ب) اگر انرژی فوتون استفاده شده بیشتر از نیاز باشد انرژی اضافی به صورت انرژی حرکتی به الکترون منتقل می‌شود. اگر طول

موج 160 nm نانومتری استفاده کنیم، انرژی جنبشی الکترون را برحسب ژول حساب کنید.

۶-۱۱: سفینه‌ای از فاصله‌ی $8 \times 10^6 \text{ m}$ (یک مایل برابر است $1.6 \times 10^9 \text{ km}$) تصویری از سیاره‌ی کیوان تهیه کرده چند ثانیه

طول می‌کشد تا این تصویر به زمین برسد.

۶-۱۲: ستاره‌ای در فاصله‌ی 36 سال نوری از زمین قرار گرفته (سال نوری مسافتی است که نور در یک سال طی می‌کند) این

ستاره چند کیلومتر از زمین فاصله دارد؟

۶-۱۳: در یک سیگنال نور قرمز با طول موج 750 nm و انرژی $J = 1 \times 10^{-16} \text{ eV}$ چند فوتون وجود دارد؟

۶-۱۴: در یک سیگنال نور بنفش با طول موج 400 nm و انرژی $J = 1 \times 10^{-16} \text{ eV}$ چند فوتون وجود دارد؟

مکانیک های اتمی:

۱۵-۶: طبق نظریه بور منشا نور منتشر شده از یک ماده در طیف نما چیست؟

۱۶-۶: عبارات زیر را مقایسه کنید.

الف) طیف خطی و پیوسته
ب) حالت پایه و برانگیخته

ج) سری بالمر و لیمون
د) انرژی الکترون در لایه‌ی O, K

۱۷-۶: طول موج (برحسب نانومتر) طول موج خط طیفی انتقال الکترون از لایه‌ی $n=6$ به لایه‌ی $n=1$ در اتم هیدروژن را حساب کنید.

۱۸-۶: طول موج (برحسب نانومتر) طول موج خط طیفی انتقال الکترون از لایه‌ی $n=5$ به لایه‌ی $n=2$ در اتم هیدروژن را حساب کنید.

۱۹-۶: خطوط طیفی هیدروژن در ناحیه‌ی مرئی مربوط به انتقال الکترون از سطوح بالاتر به لایه‌ی $n=2$ است. نوع انتقال خط طیفی 434nm را بیان کنید.

۲۰-۶: خطوط طیفی هیدروژن در ناحیه‌ی مرئی مربوط به انتقال الکترون از سطوح بالاتر به لایه‌ی $n=2$ است. نوع انتقال خط طیفی 379nm را بیان کنید.

۲۱-۶: خطوط طیفی هیدروژن در طول موج‌های μm $2/229$ تا $7/495$ را سری فوند می‌نامند. انتقال الکترونی مربوط به این سری را مشخص کنید.

۲۲-۶: خطوط طیفی هیدروژن در طول موج‌های μm $1/458$ تا $4/051$ را سری برآکت می‌نامند. انتقال الکترونی مربوط به این سری را مشخص کنید.

۲۳-۶: مندلیوف و موزلی در زمان خود چند عنصر کشف نشده را پیش‌بینی کردند. اساس پیش‌بینی آن‌ها چه بود؟

۲۴-۶: موزلی چه تغییری در قانون تناوبی مندلیوف به وجود آورد؟

۲۵-۶: موزلی نشان داد که فرکانس، v ، یک خط مشخص از طیف پرتو X یک عنصر از طریق فرمول $(Z-b)\sqrt{v} = a$ که دو آن a تقریباً $\sqrt{s}/5 \times 10^7$ و b تقریباً برابر با $1/10$ است، به عدد اتمی، Z ، عنصر مربوط می‌شود. عدد اتمی عنصری که خط مربوط به طیف پرتو X آن در آلفا طول موج $1/32\text{nm}$ ظاهر می‌شود چقدر است؟ این عنصر چیست؟

۲۶-۶: موزلی نشان داد که فرکانس، v ، یک خط مشخص از طیف پرتو X یک عنصر از طریق فرمول $(Z-b)\sqrt{v} = a$ که در آن a تقریباً $\sqrt{s}/5 \times 10^7$ و b تقریباً برابر با $1/10$ است، به عدد اتمی، Z ، عنصر مربوط می‌شود. عدد اتمی عنصری که خط مربوط به طیف پرتو X آن در آلفا طول موج $1/15\text{nm}$ ظاهر می‌شود چقدر است؟ این عنصر چیست؟

۲۷-۶: طول موج خط طیف پرتو X که از فرمول مسئله‌ی ۲۵-۶ تبعیت می‌کند چقدر است؟

۲۸-۶: طول موج خط طیف پرتو X که از فرمول مسئله‌ی ۲۶-۶ تبعیت می‌کند چقدر است؟

عدد گوانتونی:

۲۹-۶: طول موج دو بروی مولکول H₂ (به جرم $g = 2/25 \times 10^{-24}$) با سرعت $m/s = 2/45 \times 10^{-24}$ را برحسب نانومتر حساب کنید.

۳۰-۶: طول موج دو بروی را برحسب نانومتر:

(الف) برای یک الکترون به جرم $g = 9/11 \times 10^{-28}$ و (ب) یک پروتون به جرم $g = 1/67 \times 10^{-24}$ را که در ۱٪ سرعت نور حرکت می‌کنند محاسبه و مقایسه کنید.

۳۱-۶: اگر طول موج دو بروی یک الکترون به جرم $g = 9/11 \times 10^{-28}$ نانومتر باشد، سرعت حرکت الکترون را حساب کنید.

۳۲-۶: اگر طول موج دو بروی یک نوترون به جرم $g = 1/67 \times 10^{-24}$ نانومتر باشد، سرعت حرکت نوترون را حساب کنید.

۳۳-۶: با استفاده از معادله‌ی ۱۳-۶ موارد زیر را بدست آورید.

(الف) عدم قطبیت سرعت یک ذره به جرم یک گرم در صورتی که عدم قطبیت مکان آن $1/01$ نانومتر باشد.

(ب) عدم قطبیت مکان یک پروتون به جرم $g = 1/67 \times 10^{-24}$ در صورتی که عدم قطبیت سرعت آن 1m/s باشد.

۷۴ ساختار الکترونی اتمها

۶-۳۴: با استفاده از معادله ۱۲-۶ موارد زیر را بدست آورید.

الف) عدم قطعیت سرعت یک نوترون به جرم $g = 1.67 \times 10^{-24}$ در صورتی که عدم قطعیت مکان آن 10 nm باشد.

ب) عدم قطعیت مکان یک گلوله‌ی تفنگ به جرم 1.98 g در صورتی که عدم قطعیت سرعت آن 1 m/s باشد.

۶-۳۵: اعداد کوانتمومی را نام برده بیان کنید؛ تعیین کننده چه چیزی هستند و ممکن است چه مقادیری داشته باشند؟

۶-۳۶: تراز $n=4$ را براساس زیر لایه‌ها، اوربیتال‌ها و الکترون‌ها بیان کنید.

۶-۳۷: مقادیر ۴ عدد کوانتمومی را برای الکترون‌های موجود در حالت پایه‌ی اتم نیتروژن را بدست آورید. (ابتدا از مقادیر مشتبه m_l و m_s استفاده کنید).

۶-۳۸: مقادیر ۴ عدد کوانتمومی را برای الکترون‌های موجود در حالت پایه‌ی اتم سدیم را بدست آورید. (ابتدا از مقادیر مشتبه m_l و m_s استفاده کنید).

۶-۳۹: اعداد کوانتمومی مقادیر زیر را حل کنید.

الف) $n=4$ و $l=1$ و $m_l=+3$ و $m_s=+$

ب) $n=2$ و $l=1$ و $m_l=-1$ و $m_s=+$

ج) $n=2$ و $l=0$ و $m_l=0$ و $m_s=+$

د) $n=4$ و $l=2$ و $m_l=1$ و $m_s=+$

ه) $n=4$ و $l=3$ و $m_l=-1$ و $m_s=+$

ج) $n=3$ و $l=1$ و $m_l=0$ و $m_s=+$

د) $n=4$ و $l=2$ و $m_l=0$ و $m_s=+$

ب) $n=3$ و $l=3$ و $m_l=0$ و $m_s=+$

ه) $n=1$ و $l=1$ و $m_l=0$ و $m_s=+$

۶-۴۰: در حالت پایه ^{22}Ar

الف) چند الکترون دارای عدد کوانتمومی $l=1$ است؟

ب) چند الکترون عدد کوانتمومی $m_l=0$ دارد؟

ج) چند الکترون عدد کوانتمومی $m_l=-1$ دارد؟

۶-۴۱: در حالت پایه ^{40}Ca

الف) چند الکترون دارای عدد کوانتمومی $l=1$ است؟

ب) چند الکترون عدد کوانتمومی $m_l=0$ دارد؟

ج) چند الکترون عدد کوانتمومی $m_l=2$ دارد؟

آرایش الکترونی:

۶-۴۲: نمودار اوربیتالی و آرایش الکترونی Ni^{+2} و نمایش الکترونی لایه‌های فرعی آن را بنویسید.

۶-۴۳: نمودار اوربیتالی و آرایش الکترونی Se^{2-} و نمایش الکترونی لایه‌های فرعی آن را بنویسید.

۶-۴۴: اتم‌هایی که آرایش الکترونی حالت پایه‌ی آن‌ها به صورت زیر است را مشخص کنید.

الف) $2s^2 2p^5 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ب) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ج) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2 4f^5$

د) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2 4f^6$ ه) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2 4f^6$

۶-۴۵: اتم‌هایی که آرایش الکترونی حالت پایه‌ی آن‌ها به صورت زیر است را مشخص کنید.

الف) $2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ ب) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ ج) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

د) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2 4f^6$ ه) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2 4f^6$

۶-۴۶: در اتم‌های مذکور در مسئله ۴۵-۶ الکترون‌های جفت نشده را مشخص کرده و بگویید کدامیک پارامغناطیس‌اند؟

۶-۴۷: در اتم‌های مذکور در مسئله ۴۶-۶ الکترون‌های جفت نشده را مشخص کرده و بگویید کدامیک پارامغناطیس‌اند؟

۶-۴۸: در اتم‌های مذکور در مسئله ۴۷-۶ نمایش لایه‌های فرعی را برای حالت پایه‌ی آرایش الکترونی اتم‌های زیر بنویسید.

الف) Ba^{+2} ب) Pb^{+4} ج) Y^{+3} د) Xe^{+2} ه) Te^{+6}

۶-۴۹: نمایش لایه‌های فرعی را برای حالت پایه‌ی آرایش الکترونی اتم‌های زیر بنویسید.

الف) Rb^{+1} ب) Sb^{+5} ج) Mn^{+7} د) Nd^{+3} ه) I^{-1} و) Au^{+1}

۶-۵۰: اتم‌های مذکور در مسئله ۴۹-۶ چند الکترون جفت نشده دارند. کدامیک پارامغناطیس هستند؟

۶-۵۱: اتم‌های مذکور در مسئله ۵۰-۶ چند الکترون جفت نشده دارند. کدامیک پارامغناطیس هستند؟

۶-۵۲: اتم‌های مذکور در مسئله ۵۰-۶ عنصر زیر را بر حسب گاز نجیب عنصر نمونه، عنصر واسطه یا واسطه‌ی داخلی دسته‌بندی کرده فلز یا غیر فلز بودن آن‌ها را مشخص کنید.

الف) پتانسیم ب) فسفر ج) پرومتویوم د) پلاتین ه) کربیتون

فصل ششم

۶-۵۴: عناصر زیر را برحسب گاز نجیب عنصر نموده، عنصر واسطه یا واسطه‌ی داخلی دسته‌بندی کرده فلز یا غیر فلز بودن آن‌ها را مشخص کنید.

- ه) اینشتانیم (الف) آرگون (ب) باریم (ج) کبات (د) دیسپروسیم

۶-۵۵: (الف) عناصری که لایه‌ی فرعی $\text{P}^{\frac{1}{2}}$ آن‌ها نیمه پر است را بنویسید.

(ب) فلزاتی که در تناوب چهارم الکترون جفت نشده دارند را بنویسید.

(ج) نافلزات تناوب دوم که یک الکترون جفت نشده دارند را مشخص کنید.

(د) در تناوب چهارم عناصری که لایه‌ی فرعی $S^{\frac{1}{2}}$ نیمه پر دارند را بنویسید.

۶-۵۶: (الف) عناصری که لایه‌ی فرعی $\text{Cl}^{\frac{1}{2}}$ نیمه پر دارند را مشخص کنید.

(ب) فلزات تناوب چهارم که یک الکترون جفت نشده دارند را مشخص کنید.

(ج) نافلزات تناوب سوم که الکترون جفت نشده دارند را فهرست کنید.

(د) چه عناصری در تناوب پنجم لایه‌ی فرعی $P^{\frac{1}{2}}$ نیمه پر دارند.

تمرین‌های ملیقه‌بندی نشده:

۶-۵۷: یک متر به صورت 1650.762m^2 برابر طول موج خط آرگون در طیف Kr^{86} تعریف می‌شود. طول موج آن را برحسب نانومتر و فرکانس آن را محاسبه کنید.

۶-۵۸: یک خط پیوسته در طیف نئون در فرکانس $\frac{1}{s} \times 10^{14} 4683\text{nm}$ ظاهر می‌شود. طول موج را برحسب نانومتر، انرژی را برحسب ژول و رنگ این نور را بدست آورید.

۶-۵۹: ترکیبی ماکسیمم جذبی در ناحیه‌ی 265nm نانومتر دارد. فرکانس انرژی آن را حساب کنید.

۶-۶۰: سرعت گلوله‌ای 220m/s است.

(الف) اگر مرد 200~g پوندی با این سرعت حرکت کند، طول موج آن برحسب متراً چقدر می‌شود؟

(ب) اگر او سریعتر از گلوله حرکت می‌کرد طول موج آن نسبت به قسمت الف بلندتر می‌شد یا کوتاه‌تر (یک پوند 453~g گرم است)؟

۶-۶۱: قطر هسته‌ی اکسیژن حدود $m^{-15} 1.6 \times 10^{-15}\text{kg}$ است. جرم پروتون‌های آن $kg^{-17} 1.7 \times 10^{-17}$ است. اگر عدم قطعیت مکان آن برابر قطر هسته باشد، عدم قطعیت سرعت این پروتون را حساب کنید.

۶-۶۲: طول موج خط طیف پرتو X عنصری که از فرمول مسئله‌ی ۲۵-۶ تبعیت می‌کند $nm^{18} 25.6$ است. عدد اتمی آن را بیدا کنید. نام عنصر چیست؟

۶-۶۳: آرایش‌های الکترونی جدول ۵-۶ را بررسی کنید. ۶ عنصر که آرایش آن‌ها با قاعده‌ی آفبا تفاوت دارد را پیدا کنید. کدامیک از این انحرافات مربوط به لایه‌ی فرعی نیمه پر و کدام موارد مربوط به لایه‌ی فرعی پر می‌باشد؟

۶-۶۴: عناصر موجود در یک تناوب و یک گروه را در موارد زیر مقایسه کنید.

(الف) آرایش الکترونی (ب) خواص شیمیایی

۶-۶۵: آرایش الکترونی حالت پایه‌ی عناصر زیر را بنویسید.

- الف) Ar^{18} (ب) Br^{35} (ج) Cd^{48} (د) Cd^{49} (ه) Rb^{77}

۶-۶۶: انرژی لازم برای جدا کردن سمت‌ترین الکترون از یک اتم در حال پایه اولین انرژی یونش عنصر می‌نامند.

(الف) فرکانس خط طیفی هیدروژن مربوط به انتقال الکترون از $n=1$ به $n=100$ را حساب کنید.

(ب) انرژی این انتقال را برحسب ژول بدست آورید.

(ج) اولین انرژی یونش هیدروژن را برحسب کیلو ژول بر مول محاسبه کنید.

حل تمرین‌های فصل ۶

تابش‌های الکترومغناطیس

۱-۶

امواج با طول موج کوتاه‌تر انرژی بیشتری نسبت به امواج با طول موج بلندتر دارند.

(الف) امواج زیر قرمز، (ب) نور آبی، (ج) میکرو ویو

۲-۶

(الف) طول موج، عبارت می‌باشد از فاصله بین دو نقطه مشابه از دو موج متالی در تابش‌های الکترومغناطیس.

فرکانس، عبارت می‌باشد از تعداد امواج تابش الکترومغناطیس که در یک ثانیه از یک نقطه عبور می‌کنند.

(ب) طول موج، عبارت می‌باشد از فاصله بین دو نقطه مشابه از دو موج متالی.

دامتنه موج، عبارت می‌باشد از ارتفاع یک برآمدگی یا عمق یک فرو رفگی در موج.

(ج) کوانتم یا فوتون، عبارت می‌باشد از ذره کوچک معینی از انرژی تابشی که می‌تواند جذب یا منتشر شود.

(د) سرعت سیر نور، عبارت می‌باشد از سرعتی که تمام امواج الکترومغناطیس در خلا دارا می‌باشند.

فرکانس، عبارت می‌باشد از تعداد امواج الکترومغناطیسی که در یک ثانیه از یک نقطه عبور می‌کند.

۳-۶ (الف)

$$\lambda = 0.600 \text{ pm} = 0.600 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$= 6.00 \times 10^{-13} \text{ m}$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 \text{ m/s}}{6.00 \times 10^{-13} \text{ m}} = 5.00 \times 10^{20} \text{ m/s}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(5.00 \times 10^{12} \text{ s}) \\ = 3.31 \times 10^{-21} \text{ J}$$

(ب)

$$\lambda = 715 \text{ cm} = 715 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 \text{ m/s}}{715 \times 10^{-2} \text{ m}} = 1.20 \times 10^{10} \text{ m/s}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(1.20 \times 10^{10} \text{ m/s}) \\ = 7.95 \times 10^{-24} \text{ J}$$

۴-۶ (الف)

$$\lambda = 585 \text{ nm} = 585 \times 10^{-9} \text{ m} = 5.85 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.85 \times 10^{-8} \text{ m}} = 5.12 \times 10^{14} \text{ m/s}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(5.12 \times 10^{14} \text{ m/s}) \\ = 3.39 \times 10^{-19} \text{ J}$$

(ب)

$$\lambda = 325 \text{ nm} = 325 \times 10^{-9} \text{ m} = 3.25 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 \text{ m/s}}{3.25 \times 10^{-8} \text{ m}} = 9.22 \times 10^{15} \text{ m/s}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(9.22 \times 10^{15} \text{ m/s}) \\ = 6.11 \times 10^{-18} \text{ J}$$

۵-۶

(الف)

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2998 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.71 \times 10^{12} \text{ s}} = 5.25 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\lambda = 525 \times 10^{-9} \text{ m} = 525 \text{ nm}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(5.71 \times 10^{12} \text{ s}) \\ = 3.78 \times 10^{-21} \text{ J}$$

(ب)

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2998 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.71 \times 10^{14} \text{ s}} = 5.25 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 525 \text{ nm}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(5.71 \times 10^{14} \text{ s}) \\ = 3.78 \times 10^{-19} \text{ J}$$

(ب)

$$\lambda = 215 \text{ cm} = 215 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 \text{ m/s}}{215 \times 10^{-2} \text{ m}} = 1.20 \times 10^{10} \text{ m/s}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(1.20 \times 10^{10} \text{ m/s}) \\ = 7.95 \times 10^{-24} \text{ J}$$

۶-۶ (الف)

فصل ششم

که انرژی آن کمتر از مینیمم انرژی لازم برای
گندن الکترون از این فلز می‌باشد.

۹-۶
(الف)

$$v = \frac{C}{\lambda}, \quad E = hv \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(2.998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(2.58 \times 10^{-7} \text{ m})} \\ = 7.7 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ب) انرژی فوتونی که طول موج آن 200 nm می‌باشد:

$$v = \frac{C}{\lambda}, \quad E = hv \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(2.998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(2.58 \times 10^{-7} \text{ m})} \\ = 7.7 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ب) انرژی فوتونی که طول موج آن 200 nm می‌باشد:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(2.998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(2.00 \times 10^{-7} \text{ m})} \\ = 9.93 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$9.93 \times 10^{-19} \text{ J} - 7.7 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.23 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۱۰-۶
(الف)

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(2.998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(7.73 \times 10^{-7} \text{ m})} \\ = 7.28 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ب) انرژی فوتون با طول موج 160 nm

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(2.998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1.60 \times 10^{-7} \text{ m})} \\ = 1.24 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$1.24 \times 10^{-18} \text{ J} - 7.28 \times 10^{-19} \text{ J} = 5.1 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۶-۶ (الف)

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m/s}}{3 \times 10^19 \text{ s}}$$

$$= 9.99 \times 10^{-14} \text{ m} = 9.99 \text{ pm}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(3 \times 10^19 \text{ s}) \\ = 1.99 \times 10^{-14} \text{ J}$$

(ب)

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m/s}}{8.66 \times 10^19 \text{ s}}$$

$$= 3.46 \text{ hm}$$

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(8.66 \times 10^19 \text{ s}) \\ = 5.74 \times 10^{-18} \text{ J}$$

۷-۶ (الف)

$$E = hv = (2.97 \times 10^{-19} \text{ J})(6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})v$$

$$v = 5.99 \times 10^{14} \text{ s}$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.99 \times 10^{14} \text{ s}} \\ = 5 \times 10^{-7} \text{ m} = 500 \text{ nm}$$

ب) از نور آبی با طول 450 nm نیز می‌توان بهره جست. چون هر قدر طول موج کوتاه‌تر باشد انرژی آن زیادتر می‌شود، پس نور آبی با طول موج کوتاه‌تر از 500 nm دارای انرژی بیش از انرژی حداقل می‌باشد.

۸-۶

(الف)

$$E = hv \Rightarrow v = \frac{E}{h} = \frac{5.90 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}}$$

$$v = 8.90 \times 10^{14} \text{ s}$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m/s}}{8.90 \times 10^{14} \text{ s}} = 3.37 \times 10^{-7} \text{ m} \\ = 337 \text{ nm}$$

ب) نور ماوراءالبنفس با طول موج 400 nm قادر به گندن الکترون از سطح فلز منیزیم نمی‌باشد چرا

متصل می‌باشند- به عبارتی مرز مشخصی بین دو رنگ مجاور وجود نخواهد داشت. رنگ قرمز تمام نشده، رنگ نارنجی شروع می‌گردد و یا رنگ نارنجی تمام نشده رنگ زرد، شروع می‌گردد. اگر نور حاصل از برگشت الکترون برانگیخته‌ی یک ماده از درون منشور عبور کند، یک طیف خطی یا ناپیوسته ایجاد می‌گردد، که در آن فقط بعضی از خطوط با طول موج‌های معین ظاهر می‌گردد.

ب) حالتی که الکترون دارای کمترین انرژی و کمترین فاصله تا هسته را دارد حالت پایه می‌نامیم. اگر به یک اتم نوری بتابانیم، بعضی الکترون‌ها با جذب انرژی به مدارهای بالاتر با سطح انرژی بیشتر می‌روند، که به آن حالت برانگیخته می‌گوییم. این حالت ناپایدار می‌باشد و این الکترون‌ها با از دست دادن انرژی به حالت اولیه خود برمی‌گردند.

ج) سری بالمر، به یکسری از خطوط در ناحیه مرئی طیف هیدروژن گفته می‌شود، که در آن الکترون از مدارهای بالاتر به مدار دوم انتقال می‌یابند. سری لیمان، به یک سری از خطوط در ناحیه فرابینفس طیف هیدروژن می‌گویند که در آن الکترون از مدارهای بالاتر به مدار اول انتقال می‌یابند.

د) از آن جا که مدار K نزدیکترین مدار به هسته می‌باشد، پس الکترون مدار K دارای کمترین انرژی ممکن می‌باشد. مدار O یعنی مدار پنجم، از هسته دورتر می‌باشد، پس الکترون این مدار دارای انرژی خیلی بیشتری نسبت به الکترون مدار K می‌باشد.

$$11-6$$

$$?s = 8/10 \times 10^{-16} \left(\frac{16.9m}{1 \text{ مایل}} \right) \left(\frac{15}{3 \times 10^8 m} \right) = 42s$$

$$12-6$$

$$\begin{aligned} ?km &= 60 \text{ ثانیه} \left(\frac{3600 \text{ دقیقه}}{1 \text{ ساعت}} \right) \left(\frac{36 \text{ ساعت}}{1 \text{ روز}} \right) \left(\frac{1 \text{ روز}}{1 \text{ بار}} \right) \\ &\quad \left(\frac{360 \times 10^6 m}{1 \text{ نانو}} \right) \left(\frac{1 km}{10^9 m} \right) \\ &= 3.14 \times 10^{11} km \end{aligned}$$

$$13-6$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} J.s)(2.998 \times 10^8 m/s)}{(7.5 \times 10^{-7} m)} = 2.65 \times 10^{-19} J$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ فوتون} &= 1/100 \times 10^{-16} J \left(\frac{1}{2.65 \times 10^{-19} J} \right) \\ &= 377 \text{ فوتون} \end{aligned}$$

$$14-6$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} J.s)(2.998 \times 10^8 m/s)}{(4.00 \times 10^{-7} m)} = 4.97 \times 10^{-19} J$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ فوتون} &= 1/100 \times 10^{-16} J \left(\frac{1}{4.97 \times 10^{-19} J} \right) \\ &= 20.1 \text{ فوتون} \end{aligned}$$

طیف‌های اتمی

۱۵-۶ وقتی الکترون از حالت برانگیخته به حالت پایه (پایدارتر) برمی‌گردد، انرژی آزاد می‌شود. این اختلاف انرژی بین سطح انرژی بالاتر و سطح انرژی پایین‌تر، به شکل کواتنوم نور ساطع می‌گردد.

۱۶-۶ الف) اگر نور سفید از درون منشور عبور کند طیف پیوسته ایجاد می‌گردد، که در آن رنگ‌های مختلف با طول موج‌های متفاوت به یکدیگر

٧٩-٦ فصل ششم

$$v = (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$= 7/552 \times 1.14 / s$$

پس انتقال الکترون، از مدار ۷ به مدار ۲ صورت می‌پذیرد.

$$n_i = 7$$

٢١-٦

$$\lambda = 2/279 \mu m = 2/279 \times 10^{-6} m$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2/998 \times 1.1^A m/s}{2/297 \times 10^{-6} m} = 1/315 \times 1.14 / s$$

$$v = (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_e^2} \right)$$

$$1/315 \times 1.14 / s = (3/298 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)$$

$$\Rightarrow n_i = 5$$

پس خطوط طیفی با طول موج $2/29 \mu m$ با انتقال الکترون هیدروژن از بینهایت به مدار پنجم مطابقت دارد.

خطوط طیفی با طول موج $7/459 \mu m$ با انتقال الکترون از مدار ۵ به مدار ۵ مطابقت دارد، پس:

$$\lambda = 7/459 \mu m = 7/459 \times 10^{-6} m$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2/998 \times 1.1^A m/s}{7/459 \times 10^{-6} m} = 4/19 \times 1.13 / s$$

$$4/19 \times 1.13 / s = (3/298 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n_e^2} \right)$$

$$\Rightarrow n_e = 6$$

پس خط طیفی با طول موج $7/459 \mu m$ با انتقال الکترون از مدار ششم به مدار پنجم مطابقت می‌کند.

١٧-٦

$$v = (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_e^2} \right)$$

$$v = (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

$$= 3/198 \times 1.10 / s$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2/998 \times 1.1^A m/s}{3/198 \times 1.10 / s} = 1/375 \times 1.1^A m$$

$$= 937.5 nm$$

١٨-٦

$$v = (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_e^2} \right)$$

$$v = (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

$$= 2/339 \times 1.14 / s$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2/998 \times 1.1^A m/s}{2/339 \times 1.14 / s} = 1/282 \times 1.1^A m$$

$$= 1282 nm$$

١٩-٦

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2/998 \times 1.1^A m/s}{(4/34 \times 1.1^A m)} = 6/90.8 \times 1.14 / s$$

$$v = (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_e^2} \right)$$

$$6/90.8 \times (3/289 \times 1.15) / s \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_e^2} \right) \Rightarrow n_e = 5$$

پس انتقال الکترون از مدار پنجم به مدار دوم صورت می‌پذیرد.

٢٠-٦

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2/998 \times 1.1^A m/s}{2/97 \times 1.1^A m} = 7/552 \times 1.14 / s$$

۲۲-۶

طول موج کوتاه‌تر بیانگر انتقال الکترون از
بی‌نهایت به مدار نزدیک‌تر به هسته می‌باشد.

$$\lambda = 1/458\mu m = 1/458 \times 10^{-6} m$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 m/s}{1/458 \times 10^{-6} m} = 2.056 \times 10^{14} / s$$

$$2.056 \times 10^{14} / s = (2998 \times 10^{15} / s) \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\Rightarrow n_i = 4/..$$

پس خط طیفی با طول موج μm 458 را با
انتقال الکترون از مدار ∞ به مدار چهارم تطابق
دارد. برای خط طیفی دیگر با طول موج
 $4.051\mu m$ انتقال الکترون از مدار خارجی به
مدار چهارم صورت می‌پذیرد، پس:

$$\lambda = 4.051\mu m = 4.051 \times 10^{-6} m$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 m/s}{4.051 \times 10^{-6} m} = 7.401 \times 10^{13} / s$$

$$v = (2998 \times 10^{15} / s) \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n_i} \right) = 7.401 \times 10^{13} / s$$

$$n_i = 5$$

پس انتقال الکترون از مدار پنجم به مدار چهارم
صورت می‌پذیرد.

قانون تناوبی

۲۳-۶ مندلیوف برای اینکه عناصر مشابه را در
زیر هم قرار دهد مجبور شد که برخی از خانه‌های
جدول را برای عناصری که تا آن زمان کشف
نشده بودند خالی نگه دارد.

موزلی با مطالعه اشعه X سی و هشت عنصر پیدا
کرد که افزایش ریشه دوم فرکانس خطوط طیفی
از یک عنصر به عنصر دیگر وقتی که این عناصر
بر حسب افزایش عدد اتمی مرتب شوند مقداری
ثابت می‌باشد. موزلی از روی منحنی رابطه‌ی

ریشه‌ی دوم فرکانس اشعه X و عدد اتمی عناصر
متوجه شد که چهار عنصر قبل از عنصر شماره
۷۹ هنوز کشف نشده‌اند.

۲۴-۶ مندلیوف باور داشت که خواص عناصر
تابعی تناوبی از افزایش وزن اتمی می‌باشند، ولی
موزلی بیان کرد، که خواص عناصر با افزایش عدد
اتمی تغییر می‌کند.

۲۵-۶

$$\lambda = 1/82 = 1/3 \times 10^{-10} m$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 m/s}{1/82 \times 10^{-10} m} = 2.96 \times 10^{17} / s$$

$$\sqrt{v} = a(Z - b) \Rightarrow$$

$$\sqrt{2.96 \times 10^{17} / s} = (5 \times 10^7 / \sqrt{s})(Z - 10)$$

$$z = 12$$

پس عنصر مورد نظر آلومینیوم با عدد اتمی
۱۳ می‌باشد.

۲۶-۶

$$\lambda = 1/15 nm = 1/15 \times 10^{-10} m$$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{2998 \times 10^8 m/s}{1/15 \times 10^{-10} m} = 2 \times 10^{18} / s$$

$$\sqrt{v} = a(Z - b) \Rightarrow$$

$$\sqrt{2 \times 10^{18} / s} = (5 \times 10^7 / \sqrt{s})(Z - 10)$$

$$z = 29$$

پس عنصر مورد نظر Cu با عدد اتمی ۲۹ می‌باشد.

۲۷-۶

$$\sqrt{v} = a(Z - b) = (5 \times 10^7 / \sqrt{s})(20 - 10) \\ = 1/4 \times 10^9 / \sqrt{s}$$

$$v = 1/1 \times 10^{18} / s$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{2998 \times 10^8 m/s}{1/1 \times 10^{18} / s} = 1/4 \times 10^{-10} / s$$

$$\lambda = 1/4 nm$$

الفصل السادس

٣٢-٦

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow$$

$$100 \times 10^{-10} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}) \times v}$$

$$v = 3.97 \times 10^7 \text{ m/s}$$

٣٣-٦
(الف)

$$\Delta x \Delta mv = \frac{h}{4\pi} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{4\pi}$$

$$= 5.27 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

$$\Delta v = \frac{\Delta / 22 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}}{m \Delta x}$$

$$= \frac{5.27 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(100 \times 10^{-10} \text{ kg})(100 \times 10^{-11} \text{ m})}$$

$$= 5.27 \times 10^{-21} \text{ m/s}$$

(ب)

$$\Delta x = \frac{\Delta / 22 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}}{m \Delta v}$$

$$= \frac{5.27 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(100 \cdot 10^6 \text{ m/s})}$$

$$= 3.18 \times 10^{-8} \text{ m} = 3.18 \text{ nm}$$

٣٤-٦
(الف)

$$\Delta x \Delta mv = \frac{h}{4\pi} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{4 \times 3.1416}$$

$$= 5.27 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

$$\Delta v = \frac{\Delta / 22 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}}{m \Delta x}$$

$$= \frac{5.27 \times 10^{-35} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(100 \times 10^{-11} \text{ m})}$$

$$= 3.18 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

$$\sqrt{v} = a(Z-b) = (\Delta \times 10^9 / \sqrt{s})(\Delta - 1/)$$

$$= 2.45 \times 10^9 / \sqrt{s}$$

$$v = 6.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}}{6.0 \times 10^8 \text{ m/s}} = \Delta \times 10^{-11} \text{ m} = 1.0 \text{ nm}$$

اعداد كvantومي

٣٩-٦

$$1j = 1 \text{ kgm}^2/\text{s}^2$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

جسم يك مولکول هیدروژن برابر می باشد با:

$$2.45 \times 10^{-24} \text{ g} \left(\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \right) = 2.45 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(2.45 \times 10^{-27} \text{ kg})(2.45 \times 10^7 \text{ m/s})}$$

$$= 1.0 \times 10^{-11} \text{ m} = 1.0 \text{ nm}$$

٣٠-٦ الف

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}$$

$$v = 100 C = 2.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(2.0 \times 10^8 \text{ m/s})}$$

$$= 3.32 \times 10^{-11} \text{ m} = 3.32 \text{ nm}$$

(ب)

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(2.0 \times 10^8 \text{ m/s})}$$

$$= 1.32 \times 10^{-11} \text{ m} = 1.32 \text{ nm}$$

٣١-٦

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow$$

$$100 \times 10^{-10} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times v}$$

$$v = 7.27 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(ب)

$$\Delta x = \frac{5/47 \times 10^{-35} \text{ kg m}^2/\text{s}}{m \Delta v}$$

$$= \frac{5/47 \times 10^{-35} \text{ kg m}^2/\text{s}}{(1/9 \times 10^{-3} \text{ kg})(1/10 \cdot m/\text{s})}$$

$$= 2/77 \times 10^{-32} \text{ m}$$

۳۵-۶

عدد کوانتومی اصلی n نشان‌دهنده فاصله نسبی الکترون از هسته می‌باشد و مقادیری برابر $= 1, 2, 3, \dots$ را دارا می‌باشد.

عدد کوانتومی فرعی l شکل اوربیتال را نشان می‌دهد و مقادیری از صفر تا $(n-1)$ را دارا می‌باشد.

$$l = 0, 1, 2, 3, \dots (n-1)$$

عدد کوانتومی مغناطیسی m_l جهت اوربیتال را نشان می‌دهد و مقادیری از -1 تا $+1$ را دارا است.

$$m_l = -l, -(l+1), \dots, 0, \dots, +l$$

عدد کوانتومی چرخشی m_s نشان‌دهنده جهت حرکت الکترون حول محور خودش می‌باشد و می‌تواند مقادیر $+1/2$ یا $-1/2$ را دارا باشد.

۳۶-۶ در مدار چهارم، $n=4$ ، چهار نوع اوربیتال مختلف $= 0, 1, 2, 3 = l$ وجود دارد که جمماً شامل ۱۶ اوربیتال بوده و حداقل ۲۲ الکترون را در خود جای می‌دهند، وجود دارد.

$$l=0 \quad m_l=0$$

$$l=1 \quad m_l=-1, 0, +1$$

$$l=2 \quad m_l=-2, -1, 0, +1, +2$$

$$l=3 \quad m_l=-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$$

۳۷-۶

m_s	m_l	۱	n	شماره الکترون
$+1/2$	۰	۰	۱	۱
$-1/2$	۰	۰	۱	۲
$+1/2$	۰	۰	۲	۳
$-1/2$	۰	۰	۲	۴

$+1/2$	$+1$	۱	۲	۵
$+1/2$	۰	۱	۲	۶
$+1/2$	-1	۱	۲	۷

۳۸-۶

m_s	m_l	۱	n	شماره الکترون
$+1/2$	۰	۰	۱	۱
$-1/2$	۰	۰	۱	۲
$+1/2$	۰	۰	۲	۳
$-1/2$	۰	۰	۲	۴
$+1/2$	$+1$	۱	۲	۵
$+1/2$	۰	۱	۲	۶
$+1/2$	-1	۱	۲	۷
$-1/2$	$+1$	۱	۲	۸
$-1/2$	۰	۱	۲	۹
$-1/2$	-1	۱	۲	۱۰
$+1/2$	۰	۰	۲	۱۱

۳۹-۶

الف) در هر مدار n اوربیتال وجود دارد و هر اوربیتال می‌تواند تنها دو الکترون در خود جای دهد، پس در مدار چهارم $= 2 \times 4^2 = 2 \times 16 = 32$ الکترون وجود خواهد داشت.

ب) اگر $n=2$ باشد، l می‌تواند فقط مقادیر صفر و یک را بپذیرد، پس در مدار دوم نمی‌تواند اوربیتالی با $= 2$ وجود داشته باشد.

ج) دو الکترون اوربیتال $2s$

د) چون عدد کوانتومی مغناطیسی فقط می‌تواند، مقادیری از $-l$ تا $+l$ را بپذیرد، پس غیر ممکن می‌باشد که الکترونی دارای عدد کوانتومی فرعی 2 و عدد کوانتومی مغناطیسی 3 باشد.

ه) دو الکترون اوربیتال $4s$

و) دو الکترون اوربیتال $3p$

ز) ۶ الکترون در اوربیتال‌های $3p$

٤٢-٦

$Ba : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 2d^1, 4s^2, 4p^6, 3d^1, 5s^2, 5p^6, 4s^2$

(الف) در هر مدار، اوربیتال d عدد کوانتومی فرعی صفر دارد، پس در اتم باریم تعداد ۱۲ الکترون دارای عدد کوانتومی فرعی صفر می باشند.

(ب) فقط اوربیتال های d الکtron می توانند عدد کوانتومی مغناطیسی $+2$ را داشته باشند. پس در اتم باریم فقط چهار الکترون وجود دارد که $m=+2$ یکی از اعداد کوانتومی آن می باشد.

(ج) اوربیتال های d دارای عدد کوانتومی فرعی $=2$ می باشند. پس در اتم باریم فقط چهار الکترون می توانند $=2$ را به عنوان یکی از اعداد کوانتومی دارا باشند.

آرایش الکترونی

٤٣-٦

$_{\text{١٨}}\text{Ni} : \begin{array}{cccccc} 1s & 2s & 2p & 3s & 3p \\ \downarrow \uparrow & \downarrow \uparrow & \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow \downarrow & \downarrow \uparrow & \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow \downarrow \end{array}$

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^8$

٤٤-٦

$_{\text{٣٤}}\text{Se} : \begin{array}{cccccc} 1s & 2s & 2p & 3s & 3p \\ \downarrow \uparrow & \downarrow \uparrow & \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow \downarrow & \downarrow \uparrow & \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow \downarrow \end{array}$

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^1, 4s^2, 4p^4$

٤٥-٦ (الف) $_{\text{٣٢}}\text{Cl}$ (ب) $_{\text{٣٣}}\text{Cr}$ (ج) $_{\text{٣٥}}\text{Pm}$

(د) $_{\text{٣٩}}\text{K}$ (ه) $_{\text{٣٧}}\text{Kr}$

٤٦-٦ (الف) $_{\text{٣٦}}\text{As}$ (ب) $_{\text{٣٨}}\text{Se}$ (ج) $_{\text{٣٩}}\text{Xe}$

(د) $_{\text{٣٩}}\text{Sm}$ (ه) $_{\text{٣٨}}\text{Sr}$

٤٧-٦ (الف) پارا مغناطیس با یک الکترون فرد، (ب) پارا مغناطیس با شش الکترون فرد، که یک الکترون آن در اوربیتال کروی d قرار دارد،

(ج) پارامغناطیس با پنج الکترون فرد،

٤٠-٦

(الف) حداکثر الکترون های یک مدار $2n^2$ می باشد، پس در مدار سوم حداکثر ۱۸ الکترون می تواند دارای عدد کوانتومی اصلی 3 باشد.

(ب) ۱۴ الکترون اوربیتال $4d$

(ج) هیچ الکترونی نمی تواند دارای عدد کوانتومی اصلی 3 و عدد کوانتومی فرعی 4 باشد.

(د) ۲ الکترون از یکی از اوربیتال های $4d$

(ه) ۲ الکترون اوربیتال $5s$

(و) هیچ الکترونی نمی تواند دارای عدد کوانتومی فرعی صفر و عدد کوانتومی مغناطیسی $+1$ باشد.

(ز) ۲ الکترون از یکی از اوربیتال های $2p$

٤١-٦

(الف) تمام الکترون های d دارای عدد کوانتومی فرعی $=1$ می باشند پس جمماً ۱۵ الکترون با عدد کوانتومی فرعی 1 در اتم آرسنیک وجود دارد.

(ب) در هر یک از دسته اوربیتال های بالا یک اوربیتال با $m=0$ وجود دارد. پس هفت اوربیتال پر دارای ۱۴ الکترون و اوربیتال نیمه پر $4p$ نیز دارای یک الکترون می باشد. لذا در اتم آرسنیک $m=15$ الکترون با عدد کوانتومی مغناطیسی $=0$ وجود دارد.

(ج) در اوربیتال های d که دارای عدد کوانتومی فرعی صفر می باشد امکان وجود اوربیتال با $m=-1$ ندارد، ولی در هر کدام از دسته های p و d یک اوربیتال با $m=-1$ وجود دارد. با توجه به اینکه اوربیتال های $2p$ ، $3p$ و $3d$ پر و اوربیتال $4p$ نیمه پر هستند. پس هفت الکترون با عدد کوانتومی مغناطیسی -1 در اتم آرسنیک وجود دارد.

۴۸-۶ ساختار الکترونی اتم‌ها

- د) دیامغناطیس با یک الکترون فرد که در اوربیتال کروی σ قرار دارد، ه) دیامغناطیس و بدون الکترون فرد

۴۸-۶

الف) پارامغناطیس با سه الکترون فرد

ب) پارامغناطیس با سه الکترون فرد

ج) دیامغناطیس بدون الکترون فرد

د) پارامغناطیس با شش الکترون فرد

ه) دیامغناطیس بدون الکترون فرد

۴۹-۶

(الف)

$^{56}_{\Lambda} Ba: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$

$2d^1, 3p^6, 4s^1, 4p^6, 5s^2$

(ب)

$^{82}_{\Lambda} Pb: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^6, 5s^2$

$4d^1, 5p^6, 6s^2, 4f^{14}, 5d^1, 6p^6$

(ج)

$^{74}_{\Lambda} Y: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1$

(د)

$^{80}_{\Lambda} Xe: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^2$

(ه)

$^{74}_{\Lambda} Yb: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^2, 4d^1, 5p^6$

(و)

$^{54}_{\Lambda} Te: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^2, 4d^1, 5p^6$

۵۰-۶

(الف)

$^{77}_{\Lambda} Rb: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^1$

(ب)

$^{75}_{\Lambda} Sb: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^2, 4d^1, 5p^6$

(ج)

$^{55}_{\Lambda} Mn: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5$

(د) دیامغناطیس با یک الکترون فرد

ه) دیامغناطیس با سه الکترون فرد

و) دیامغناطیس با سه الکترون فرد

ج) دیامغناطیس با شش الکترون فرد

د) پارامغناطیس بدون الکترون فرد

ه) پارامغناطیس با دو الکترون فرد در اوربیتال

$5p^6$

ب) پارامغناطیس با دو الکترون فرد در اوربیتال

$6p^6$

ج) پارامغناطیس با یک الکترون فرد در اوربیتال

$5d^6$

د) دیامغناطیس و بدون الکترون فرد

ه) دیامغناطیس و بدون الکترون فرد

ب) پارامغناطیس با دو الکترون فرد در اوربیتال

$6p^6$

۵۲-۶

الف) دیامغناطیس با یک الکترون فرد در

اوربیتال $5s$ (الکترون فرد اوربیتال کروی σ به عنوان تقارن اوربیتال کروی خاصیت پارامغناطیس ندارد).

ب) پارامغناطیس با سه الکترون فرد در اوربیتال

$5p^6$

ج) پارامغناطیس با پنج الکترون فرد در اوربیتال

$3d^5$

د) پارامغناطیس با چهار الکترون فرد در اوربیتال

$4f^4$

ه) پارامغناطیس با یک الکترون فرد در اوربیتال

$5p^6$

و) دیامغناطیس با یک الکترون فرد در اوربیتال

$6s^6$

۵۳-۶

الف) K , عنصر اصلی و فلز،

ب) P , عنصر اصلی و غیر فلز،

$$\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{(2998 \times 10^8 \text{ m/s})}{2626 \times 10^{-7} \text{ m}} = 1.13 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$E = h\nu = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(1.13 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}) = 7.49 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۵۹-۶

- ج) عنصر واسطه داخلی و فلز،
د) عنصر واسطه و فلز،
ه) گاز بی اثر و عنصر اصلی

$$?kg = 2 \cdot IB \left(\frac{453276g}{1lb} \right) \left(\frac{1kg}{1.2g} \right) = 9.07kg$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{(9.07kg)(22.0 \text{ m/s})}$$

$$= 2.28 \times 10^{-38} \text{ m}$$

ب) از آن جایی که ν سرعت در مخرج معادله، قرار دارد، طول موج کوچکتر خواهد شد، باید دقت شود که طول موج کوتاه‌تر، انرژی بیشتری ایجاد می‌نماید.

۶۰-۶

$$\Delta x \Delta mv = \frac{h}{4\pi} (6.626 \times 10^{-34} \text{ m})(1.13 \times 10^{15} \text{ s})$$

$$\times \Delta v = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2/\text{s}}{4.3714}$$

$$\Delta v = 4.7 \times 10^6 \text{ m/s}$$

۶۱-۶

$$\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{(2998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1.13 \times 10^{-7} \text{ m})} = 1.13 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$$

$$\sqrt{\nu} = a(Z-b)$$

$$\sqrt{1.13 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}} = (5.0 \times 10^7 \text{ s}^{-1}) (Z-1)$$

$$\Rightarrow Z = 22$$

عنصر مورد نظر کمالت می‌باشد.

۶۳-۶ عناصری که در شش ردیف اول جدول تناوبی از روش آفبا پیروی نمی‌کنند، عبارت‌اند از:

۶۰-۶
(الف)

۵۴-۶

- الف) عنصر اصلی و گاز بی اثر،
ب) عنصر واسطه و فلز،
ج) عنصر واسطه و فلز،
د) عنصر واسطه داخلی و فلز،
ه) عنصر واسطه داخلی و فلز

۵۵-۶

Cu و Cr، K (د، F و B) و Zn (ب، As و Ca)

۵۶-۶

الف) Ar و Cu، Ca، Mn (ب، Ga و ج)

Sb (د)

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

$$?nm = \left(\frac{1 \text{ m}}{165.76372 \text{ طول موج}} \right) \left(\frac{10^9 \text{ nm}}{1 \text{ m}} \right)$$

$$= 6.078 \times 10^{-6} \text{ nm}$$

$$\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{(2997925 \times 10^8 \text{ m/s})}{(6.078 \times 10^{-6} \text{ m})}$$

$$= 4.948866 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

۵۷-۶

$$\lambda = \frac{C}{\nu} = \frac{(2998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(4.948866 \times 10^{14} \text{ s}^{-1})}$$

$$\lambda = 6.02 \times 10^{-7} \text{ m} = 602 \text{ nm}$$

این طول موج نور نارنجی می‌باشد.

$$E = h\nu = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s})(4.948866 \times 10^{14} \text{ s}^{-1})$$

$$= 3.12 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۵۸-۶

۱۶ ساختار الکترونی اتم‌ها

۶۶-۶

(الف)

$$v = \left(\frac{1}{289} \times 1.15 \right) / s \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$v = \left(\frac{1}{289} \times 1.15 \right) / s \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{1}{289} \times 1.15 / s$$

(ب)

$$E = hv = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}) \left(\frac{1}{289} \times 1.15 \right) / s \\ = 2.179 \times 10^{-18} \text{ J}$$

(ج)

$$\frac{kJ}{mol} = \left(\frac{2.179 \times 10^{-18} \text{ J}}{1 \text{ اتم}} \right) \left(\frac{6.022 \times 10^{23} \text{ اتم}}{1 mol} \right) \\ \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1.0 \text{ J}} \right) = 1212 \text{ kJ/mol}$$

$_{79}Au, {}_{74}Pt, {}_{4f}Gd, {}_{4f}Ag, {}_{4d}Pd, {}_{4d}Rh, {}_{4f}Ru$

$_{72}Tc, {}_{4f}Mo, {}_{4f}Nb, {}_{4f}Cu, {}_{4f}Cr$

انحراف از روش آفبا برای عناصر با قاعده عناصر نیمه پر و انحراف از روش آفبا برای عناصر Au, Ag, Pd, Cu با قاعده عناصر پر قابل تفسیر می‌باشد.

۶۴-۶

(الف) عناصر یک گروه جدول تناوبی دارای آرایش الکترونی مشابه، در لایه آخر (مدار ظرفیتی) می‌باشند. ولی آرایش الکترونی عناصر یک دوره با افزایش الکترون به همان مدار ظرفیتی یا مدار داخلی صورت می‌گیرد و لذا هیچ دو عنصری آرایش الکترونی شبیه به هم ندارند.

(ب) خواص شیمیایی عناصر یک گروه شبیه به هم می‌باشد، در صورتی که خواص شیمیایی عناصر یک دوره متفاوت بوده و در هر دوره خواص از یک فلز فعال شروع و به یک غیرفلز فعال، خاتمه می‌پابد.

۶۵-۶

(الف)

$_{18}Ar : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$

(ب)

$_{35}Br : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^5$

(ج)

$_{48}Cd : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^2, 4d^1$

(د)

$_{39}Dy : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^2, 4d^1, 5p^6, 6s^2, 4f^1$

(ه)

$_{54}La : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^2, 4d^1, 5p^6, 6s^2, 4f^1$

(و)

$_{37}Rb : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1, 4p^6, 5s^1$

جگیده‌ی مصالب:

فصل ۷

خواص اتم‌ها و پیوند یونی

شعاع یک اتم، انرژی یونش و الکترون‌خواهی، از خواص تناوبی‌اند و به ساختار اتم بستگی دارند. درک این خواص می‌تواند ما را در یادگیری علت و چگونگی واکنش اتم‌ها و تشکیل یون‌ها پاری نماید. در واکنش یونی، اتم‌های فلزات الکترون از دست می‌دهند (و یون‌های مثبت بوجود می‌آورند) و نافلزات الکترون می‌گیرند (یون‌های منفی تولید می‌کنند). اتم‌های فلزات، به‌طور کلی بزرگترند و آسان‌تر از اتم نافلزات الکترون از دست می‌دهند و اتم نافلزات کوچکتر بوده آسان‌تر از اتم فلزات الکترون می‌گیرند. نیروی حرکتی واکنش یونی، جاذبه‌ی الکترواستاتیکی یون‌هاست.

مثبت و منفی نسبت به یکدیگر است که منجر به تشکیل یک بلور یونی و آزاد شدن انرژی شبکه می‌شود. انرژی شبکه را می‌توان با استفاده از چرخه‌ی برن-هابر با انجام عملیات ریاضی بر روی تغییرات آنتالپی مربوط به تشکیل بلورهای یونی، محاسبه کرد. این چرخه همچنین وسیله‌ای برای مطالعه‌ی اهمیت ملاحظات گوناگون انرژی مربوط به تشکیل بلورهای یونی است. چون اغلب مراحل چرخه برن-هابر گرماییر می‌باشد، انرژی شبکه (یک مرحله‌ی بهشت گرمایز) نقش اصلی در تعیین روال واکنش بین اتم‌ها و تشکیل یک ترکیب یونی دارد. نوع یون‌های تشکیل شده در واکنش (که براساس آرایش الکترونی طبقه‌بندی می‌شوند) به همبستگی بین پتانسیل یونش، الکترون‌خواهی، و انرژی شبکه بستگی دارد.

در بلورهای یونی، آنیون‌ها بزرگتر از کاتیون‌ها می‌باشند. آنیون‌ها بزرگتر و کاتیون‌ها کوچکتر از اتمی هستند که از آن بوجود می‌آیند. در نامگذاری یک ترکیب یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را می‌آورند. نام کاتیون با نام فلزی که کاتیون از آن بوجود آمده یکسان است. در مواردی که بیش از یک کاتیون از فلز بوجود می‌آید بار یون حاصل را می‌توان به‌وسیله اعداد رومی در داخل پرانتز بعد از نام فارسی فلز نوشت. نام یک آنیون یک اتمی را می‌توان با جایگزین کردن پیوند معمولی نام نافلز با پسوند ید (-ide) به‌دست آورد.

تمرین‌ها:

خواص اتم‌ها

- ۷-۱: چگونگی تغییر شعاع اتمی عناصر یک تناوب را تبیین کنید و روند مشاهده شده را شرح دهید.
- ۷-۲: چگونگی تغییر شعاع اتمی عناصر یک گروه A را تبیین کنید و روند مشاهده شده را شرح دهید.
- ۷-۳: پیش‌بینی کنید کدام جزء از هر یک از زوج‌های زیر بزرگتر می‌باشد؟
- | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| P, Al (و) | P, Na (ه) | P, Si (د) | P, Ge (ج) | Sb, P (ب) | Cl, P (ل) |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
- ۷-۴: پیش‌بینی کنید کدام جزء از هر یک از زوج‌های زیر بزرگترند؟
- | | | | | | |
|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Tl, Ga (و) | Br, Ba (ه) | Sn, In (د) | Ge, Ge (ج) | Cd, CS (ب) | B, Ba (ل) |
|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
- ۷-۵: طول پیوندهای زیر داده شده است.
- ۷-۶: طول پیوندهای زیر داده شده است.
- ۷-۷: در این داده‌ها، شعاع اتمی نیتروژن چقدر می‌باشد؟ 142 pm , $F - F$, 120 pm , $Cl - F$, 174 pm , $N - Cl$
- ۷-۸: براساس این داده‌ها، طول پیوند $As - Br$ چقدر می‌باشد؟ 228 pm , $Br - Br$, 242 pm , $I - B$, 255 pm , $As - I$
- ۷-۹: در هر یک از زوج‌های زیر اولین انرژی یونش کدام جزء بیشتر می‌باشد؟
- | | | | | | |
|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| As, Sn (و) | Ba, Cs (ه) | Sr, Ba (د) | As, S (ج) | Kr, Ar (ب) | Ar, S (ل) |
|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
- ۷-۱۰: در هر یک از زوج‌های زیر اولین انرژی یونش کدام جزء بیشتر است؟
- | | | | | | |
|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Se, Sb (و) | Cs, Rb (ه) | Mg, K (د) | Cl, Se (ج) | Xe, I (ب) | I, Cl (ل) |
|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|
- ۷-۱۱: الف) چرا دومین انرژی یونش یک عنصر معمولاً بزرگتر از اولین انرژی یونش آن است؟
- ۷-۱۲: ب) دومین انرژی یونش K، تقریباً هفت برابر اولین انرژی یونش آن است (419 kJ/mol) در مقایسه با دومین انرژی یونش Ca، تقریباً دو برابر اولین انرژی یونش آن است (مول/ 1145 kJ/mol) چرا این تفاوت برای K نسبت به Ca بزرگتر است؟
- ۷-۱۳: چرا دومین الکترون‌خواهی عناصر اغلب مقداری مثبت می‌باشد؟
- ۷-۱۴: چرا الکترون‌خواهی فلوئور از مقدار مورد انتظار برای سایر هالوژن‌ها کوچکتر می‌باشد؟
- ۷-۱۵: چرا الکترون‌خواهی بریلیم، نیتروژن و نیون در مقایسه با مقادیر مربوط به سایر عناصر تناوب دوم، خارج از خط قرار دارند؟
- ۷-۱۶: اولین الکترون‌خواهی گوگرد 200 kJ/mol است، انرژی مورد نیاز برای اضافه‌شدن دو الکترون به اتم گوگرد مول/ 322 kJ/mol است. دومین الکترون‌خواهی گوگرد چقدر است؟
- ۷-۱۷: از افزودن یک الکترون به اتم سلنیوم 195 kJ/mol انرژی آزاد می‌شود. افزایش دو الکترون به اتم سلنیوم مستلزم 225 kJ/mol است. اولین و دومین مقدار الکترون‌خواهی سلنیوم چقدر می‌باشد؟
- الدیگر شبکه، چوپهای بهمن - هابید**
- ۷-۱۸: با استفاده از داده‌های زیر انرژی شبکه‌ی بلور CsCl را بدست اورید. آنتالپی تشکیل CsCl برابر با -443 kJ/mol است. آنتالپی تسعید $\text{Cs} + 78\text{ kJ/mol}$ و اولین انرژی یونش آن $+275\text{ kJ/mol}$ است. انرژی تفکیک Cl_2 در مولکول $\text{Cl}_2 + 243\text{ kJ/mol}$ و اولین مقدار الکترون‌خواهی کلر دو اتم کلر -349 kJ/mol می‌باشد.
- ۷-۱۹: با استفاده از داده‌های زیر انرژی شبکه‌ی بلور KBr را بدست اورید. آنتالپی تشکیل KBr است. آنتالپی تسعید $\text{K} + 89\text{ kJ/mol}$ و اولین انرژی یونش آن $+418\text{ kJ/mol}$ است. تغییر مربوط به تبدیل $\text{Br}_2(g) \rightarrow 2\text{Br}(l)$ در مولکول‌های $\text{Br}_2 + 224\text{ kJ/mol}$ و اولین الکترون‌خواهی $\text{Br}_2 + 325\text{ kJ/mol}$ به ازای هر مول اتم می‌باشد؟
- ۷-۲۰: با استفاده از داده‌های زیر انرژی شبکه‌ی بلور CaO را بدست اورید. آنتالپی تشکیل CaO است. آنتالپی تسعید $\text{Ca} + 192\text{ kJ/mol}$ و نخستین انرژی یونش آن $+590\text{ kJ/mol}$ و دومین انرژی یونش آن $+1145\text{ kJ/mol}$ می‌باشد. آنتالپی تفکیک O_2 در مولکول‌های $\text{O}_2 + 494\text{ kJ/mol}$ و اولین مقدار الکترون‌خواهی O در بون‌های $\text{O}^- + 845\text{ kJ/mol}$ می‌باشد.

فصل هفتم

۷-۱۸: با استفاده از داده‌های زیر انرژی شبکه بلور BaO را بدست آورید. آنتالپی تشكیل BaO -558 kJ/mol می‌باشد. آنتالپی تصعبید مول/ kJ $\text{Ba} + 176$ ، اولین انرژی بیونش آن مول/ kJ $+503$ ، و دومین انرژی بیونش آن مول/ kJ $+965$ می‌باشد. آنتالپی تفكیک O_2 در مولکول‌های O_2 مول/ kJ $+494$ ، اولین مقدار الکترون‌خواهی O در اتم‌های O مول/ kJ -141 ، و دومین مقدار الکترون‌خواهی O در یون‌های O^- مول/ kJ $+845$ است.

۷-۱۹: با استفاده از داده‌های زیر آنتالپی تشكیل بلور Rb_2O را بدست آورید. آنتالپی تصعبید Rb $+82 \text{ kJ/mol}$ است. اولین انرژی بیونش آن مول/ kJ $+403$ است. آنتالپی تفكیک O_2 در مولکول O_2 مول/ kJ $+494$ ، اولین مقدار الکترون‌خواهی O در اتم‌های O مول/ kJ -141 ، و دومین مقدار الکترون‌خواهی آن در یون‌های O^- مول/ kJ $+845$ است. انرژی شبکه O^- مول/ kJ -225 می‌باشد.

۷-۲۰: با استفاده از داده‌های زیر آنتالپی تشكیل بلور SrCl را بدست آورید. آنتالپی تصعبید Sr $+164 \text{ kJ/mol}$ و اولین انرژی بیونش آن مول/ kJ $+549$ ، و دومین انرژی بیونش آن مول/ kJ $+1064$ است. آنتالپی تفكیک Cl_2 در مولکول Cl_2 $+242 \text{ kJ/mol}$ و اولین مقدار الکترون‌خواهی Cl در اتم‌های Cl مول/ kJ -349 است. انرژی شبکه Cl_2 -215 است.

۷-۲۱: شاعع‌های یونی زیر داده شده‌اند:
 ۲۱۶ pm, I^- , ۱۸۵ pm, S^{2-} , ۱۴۰ pm, O^{2-} , ۱۲۶ pm, F^- , ۹۹ pm, Ca^{2+} , ۱۴۸ pm, Rb^+ , ۹۹ pm, Ca^{2+}
 در هر یک از زوج‌های زیر تعیین کنید. در کدام ترتیب در اثر تشكیل بلور از یون‌های گازی شکل، انرژی بیشتری آزاد می‌گردد؟
 (ب) RbI یا RbF (ج) CaO یا CaS

۷-۲۲: شاعع‌های یونی زیر داده شده‌اند:
 ۲۱۶ pm, I^- , ۱۹۸ pm, Se^{2-} , ۱۴۰ pm, O^{2-} , ۱۲۵ pm, Ba^{2+} , ۱۱۲ pm, Sr^{2+} , ۹۵ pm, Na^+ , ۶۵ pm, Mg^{2+}
 در هر یک از زوج‌های زیر تعیین کنید در کدام ترتیب در اثر تشكیل بلور از یون‌های گازی شکل، انرژی بیشتری آزاد می‌گردد؟
 (ب) SrSe یا BaSe (ج) NaI یا MgI

۷-۲۳: انرژی شبکه‌ی MgS و Na_2S و NaBr را در نظر بگیرید. این ترکیبات را براساس افزایش مقدار انرژی آزاد شده مرتب کنید. در مورد علت انتخاب این ترتیب شرح دهد.
 ۷-۲۴: انرژی شبکه‌ی Fe_2O_3 , FeCl_3 , FeO , FeCl_2 را در نظر بگیرید. این ترکیبات را براساس افزایش مقدار انرژی آزاد شده مرتب کنید. در مورد علت انتخاب این ترتیب شرح دهد.

پیویل یونی، انواع یون‌ها

۷-۲۵: آرایش الکترونی یون‌های زیر را با مشخص کردن لایه‌های فرعی آن‌ها بنویسید:
 (الف) Co^{2+} (م) Cr^{3+} , Cu^+ (ب) Cd^{2+} (د) Cs^+ (ج) Cl^-

۷-۲۶: آرایش الکترونی یون‌های زیر را با مشخص کردن لایه‌های فرعی آن‌ها بنویسید:
 (الف) Sr^{2+} (و) La^{3+} (ه) Fe^{3+} (د) Ag^+ (ج) S^{2-} (ب)

۷-۲۷: در هر یک از یون‌هایی که در مسئله ۷-۲۵ آمده است.
 (الف) تعداد الکترون‌های زوج نشده را تعیین کنید.

(ب) انتظار دارید کدامیک از این یون‌ها دیامغناطیس و کدامیک پارامغناطیس باشند؟
 ۷-۲۸: در هر یک از یون‌هایی که در مسئله ۷-۲۶ آمده است:
 (الف) تعداد الکترون‌های زوج نشده را تعیین کنید.

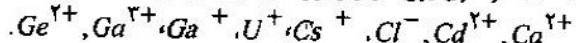
(ب) انتظار دارید کدامیک از این یون‌ها دیامغناطیس و کدامیک پارامغناطیس باشند؟
 ۷-۲۹: در هر یک از قسمت‌های زیر فرمول دو یون (کاتیون یا آنیون) هم الکترون با اتم یا یون مورد نظر را بنویسید:
 (الف) He (ب) Br^- (ج) Au^+ (د) K^+ (ه)

۷-۳۰: در هر یک از قسمت‌های زیر فرمول دو یون (کاتیون یا آنیون) هم الکترون با اتم یا یون مورد نظر را بنویسید:
 (الف) Ar (ب) F^- (ج) Ba^{2+} (د) Cd^{2+} (ه) P^5-

۷-۳۱: در سری یون‌های زیر یون‌های دارای آرایش الکترونی s^2p^6 , s^2p^5 , s^1p^5 و d^1s^1 را پیدا کنید.
 Br^- , Bi^{3+} , Be^{2+} , Ba^{2+} , Au^+ , As^{3-} , Al^{3+} , Ag^+

۹- خواص اتم‌ها و پیوند یونی

۳۲-۷: در سری یون‌های زیر یون‌های دارای آرایش الکترونی $s^2 p^6$, $s^1 d^1$ و $s^2 d^1$ را پیدا کنید.



۳۳-۷: فرمول کلرید، اکسید و نیترید سدیم، منیزیم و آلمینیوم را بنویسید.

۳۴-۷: فرمول ترکیباتی که شامل یون‌های پتاسیم، کلسیم، آهن (III) همراه با یون‌های نیترات (NO_3^-), سولفات (SO_4^{2-})، و فسفات (PO_4^{3-}) باشند را بنویسید.

شناخت یونی:

۳۵-۷: چرا یک کاتیون از اتم مشتق شده از آن کوچکتر است؟ اندازه‌ی یک اتم چگونه با شمار الکترون‌های حذف شده در طی تشکیل کاتیون آن تغییر می‌کند؟

۳۶-۷: چرا یک آنیون از اتم مشتق شده از آن بزرگتر است؟ اندازه‌ی یک اتم چگونه با شمار الکترون‌های افزوده شده در طی تشکیل آنیون آن تغییر می‌کند؟

۳۷-۷: در هر یک از زوج‌های زیر کدام جزو بزرگتر می‌باشد؟
 (الف) Cu^{2+} با O^{2-} (ب) Tl^+ با N^{3-} (ج) Te^{2-} با Cl^-

۳۸-۷: در هر یک از زوج‌های زیر کدام جزو بزرگتر می‌باشد؟
 (الف) Cr^{3+} با I^- (ب) Pb^{2+} با Sn^{4-} (ج) Ba^{2+} با Te^{2-}

۳۹-۷: در هر یک از زوج‌های زیر کدام جزو بزرگتر می‌باشد؟
 (الف) Mg^{2+} با Al^{3+} (ب) Zn^{2+} با Sc^{3+} (ج) O^{2-} با F^-

۴۰-۷: در هر یک از زوج‌های زیر کدام جزو بزرگتر می‌باشد؟
 (الف) K^+ با Cu^{2+} (ب) N^{3-} با Bi^{3+} (ج) Ca^{2+} با Cl^-

نامگذاری ترکیبات یونی:

۴۱-۷: فرمول ترکیبات زیر را بنویسید:

(الف) آمونیوم استات (ب) آلمینیوم سولفات
 (ج) کربالب (III) سولفید (د) باریم کربنات

۴۲-۷: فرمول ترکیبات زیر را بنویسید:

(الف) سدیم پراکسید (ب) نیکل (II) فسفات
 (ج) مس (I) کلرید (د) سرب (II) نیترات

۴۳-۷: فرمول ترکیبات زیر را بنویسید:
 (الف) آهن (III) کربنات (ب) منگنز (II) نیترات
 (ج) کلسیم فسفات (د) لیتیم اکسید

۴۴-۷: فرمول ترکیبات زیر را بنویسید:
 (الف) روی کلرید (ب) کلسیم کلرات
 (ج) سرب (II) سولفات (د) آلمینیوم اکسید

۴۵-۷: ترکیبات زیر را نامگذاری کنید:
 (الف) $Cr(O_7)_2$ (ب) CdI_7 (ج) $Sn(NO_3)_2$ (د) $AgClO_4$

۴۶-۷: ترکیبات زیر را نامگذاری کنید:
 (الف) $NH_4 NO_3$ (ب) $KMnO_4$ (ج) Na_2CrO_4 (د) HgO

۴۷-۷: ترکیبات زیر را نامگذاری کنید:
 (الف) Li_2SO_4 (ب) $K_2Cr_2O_7$ (ج) $Fe_2(SO_4)_3$ (د) $PbCrO_4$

۴۸-۷: ترکیبات زیر را نامگذاری کنید:
 (الف) $NaClO_4$ (ب) Na_2O_2 (ج) SnF_4 (د) $ZnCO_3$

۴۹-۷: ترکیبات زیر را نامگذاری کنید:
 (الف) $Ni(CN)_4$

تمرین‌های تکمیلی:

۷-۴۹: چرا بین تمام مراحل چرخهٔ بُرن-هابر برای تهییٰ یک ترکیب یونی، انرژی شبکهٔ بسیار مهم می‌باشد؟

۷-۵۰: فلزات و ناقلات را در موارد زیر با هم مقایسه کنید.

الف) شعاع اتمی
ب) پتانسیل یونش

۷-۵۱: طول پیوندهای زیر در دست است:

۷-۵۲: از میان تمام عناصر موجود در تناب سوم (Ar تا Na):

الف) کدامیک بیشترین شعاع اتمی را دارد؟

ب) کدامیک اولین انرژی یونش بزرگتری دارد؟

ج) کدامیک در اثر افزایش الکترون و تشكیل آئیون -۱ انرژی بیشتری در هر مول آزاد می‌کند؟

د) کدامیک واکنش پذیرترین فلز است؟

ه) کدامیک واکنش پذیرترین غیر فلز است؟

و) کدام عنصر کمترین واکنش پذیری را دارد؟

ز) چه تعدادی از این عناصر فلز هستند؟

۷-۵۳: ضمن بحث در مورد تغییرات انرژی در حین تشکیل ترکیبات یونی، شرح دهد، چرا Cu^{+} و Cu^{2+}

و Na^{+} را تشکیل می‌دهد، اما Na^{+} فقط یون Na^{+} تشکیل می‌دهد نه Na^{2+} .

۷-۵۴: با استفاده از داده‌های زیر آنتالپی تشکیل سولفید سدیم را بدست آورید. آنتالپی تصعید $\text{Na}^{+} + ۱۰۸ \text{ kJ/mol}$

انرژی یونش آن ۴۹۶ kJ/mol است. آنتالپی تغییر مربوط به تبدیل $\text{S}(s) \rightarrow \text{S}(g)$ $+ ۲۷۹ \text{ kJ/mol}$ است. اولین مقدار

الکترون خواهی S برای اتم گوگرد مول/۲۰۰ و دومین مقدار الکترون خواهی آن برای یون‌های گوگرد ۵۳۲ kJ/mol است.

انرژی شبکهٔ Na_2S مول -۲۱۹۲ kJ می‌باشد.

حل تمرین‌های فصل ۷

خواص اتم‌ها

- ب) اولین انرژی یونیزاسیون Ar بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون Kr می‌باشد.
- ج) اولین انرژی یونیزاسیون S بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون As می‌باشد.
- د) اولین انرژی یونیزاسیون Sr بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون Ba می‌باشد.
- ه) اولین انرژی یونیزاسیون Ba بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون Ca می‌باشد.
- و) اولین انرژی یونیزاسیون As بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون Sn می‌باشد.
- ۸-۷** الف) اولین انرژی یونیزاسیون Cl بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون I می‌باشد.
- ب) اولین انرژی یونیزاسیون Xe بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون I می‌باشد.
- ج) اولین انرژی یونیزاسیون Cl بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون S می‌باشد.
- د) اولین انرژی یونیزاسیون Mg بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون K می‌باشد.
- ه) اولین انرژی یونیزاسیون Rb بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون Cs می‌باشد.
- و) اولین انرژی یونیزاسیون Se بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون Sb می‌باشد.
- ۹-۷**

الف) الکترون دارای بار منفی می‌باشد، لذا جدا کردن یک بار منفی از یک کاتیون یک ظرفیتی به مراتب سخت‌تر از جدا کردن الکترون از یک اتم خنثی می‌باشد. از طرف دیگر یون مثبت کوچک‌تر است و در نتیجه الکترون به هسته نزدیک‌تر می‌باشد.

ب) آرایش الکترونی پتانسیم و کلسیم به صورت $Ca:[Na], 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$ می‌باشد. برای کلسیم اولین و دومین الکترون از مدار ظرفیتی $4s$ و دومین الکترون از مدار خیلی پایدارتر گاز بی‌اثر، یعنی $3p^{25}, 3s^2$ (مدار ما قبل

۱-۷ در یک دوره‌ی جدول تناوبی شعاع اتمی عناصر اصلی از چپ به راست کم می‌گردد، چرا که از هر عنصر به عنصر بعدی یک الکترون به همان مدار و یک پروتون به هسته اضافه می‌گردد. در نتیجه کشش الکترون‌های مدار ظرفیتی توسط هسته بیشتر و شعاع کوچک‌تر می‌گردد.

۲-۷ در یک گروه از عناصر اصلی، از بالا به پایین شعاع اتمی زیاد می‌شود، چرا که از یک اتم به اتم پایین‌تر یک مدار اضافه می‌گردد و از طرف دیگر افزایش بار هسته به وسیله اثر پوشانندگی الکترون‌های مدار ظرفیتی توسط هسته کمتر می‌گردد، لذا با افزایش عدد اتمی از بالا به پایین شعاع اتمی زیاد می‌شود.

۳-۷ الف) $Cl > P, p > Sb > P$ ، ب) $Cl > P$ ، ج) $Cl > P, Si > P$ ، ه) $Cl > P, Na > P$ ، و) $Cl > P$

۴-۷ الف) $Ge > Ga, Cs > Cd$ ، ب) $Ba > B$ ، ج) $Br > Ba, In > Se$ ، ه) $Br > Ba, In > Se$ ، و) $Br > Ba, In > Se$

۵-۷ از تقسیم فاصله $F-F$ بر دو، شعاع اتم فلور به دست می‌آید. بعد از آن شعاع کلر و در نهایت شعاع ازت به دست می‌آیند.

$$\frac{142 \text{ pm}}{2} = 71 \text{ pm}$$

$$170 - 71 = 99 \text{ pm} \quad 174 - 99 = 75 \text{ pm}$$

۶-۷ همانند مسئله ۵-

$$\frac{228 \text{ pm}}{2} = 114 \text{ pm}$$

$$247 \text{ pm} - 114 \text{ pm} = 133 \text{ pm}$$

$$255 \text{ pm} - 133 \text{ pm} = 122 \text{ pm}$$

$$122 \text{ pm} + 114 \text{ pm} = 236 \text{ pm}$$

۷-۷

الف) اولین انرژی یونیزاسیون Ar بیشتر از اولین انرژی یونیزاسیون S می‌باشد.

۹۴ خواص اتم‌ها و پیوند یونی

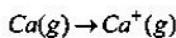
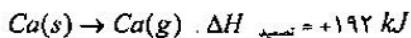
انرژی شبکه ΔH + انرژی کترون خواهی

$$-292 \text{ kJ} = +89 \text{ kJ} + 418 \text{ kJ} + 112 \text{ kJ}$$

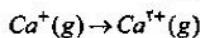
انرژی شبکه -325 kJ

$$\Delta H = -686 \text{ kJ}$$

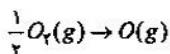
۱۷-۷



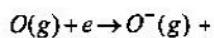
انرژی شبکه $+590 \text{ kJ}$



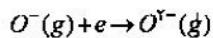
دومن انرژی پوشن $+1145 \text{ kJ}$



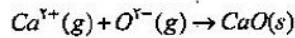
$$\frac{1}{2} \Delta H = \frac{1}{2}(494 \text{ kJ})$$



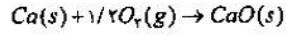
دومن انرژی خواهی -141 kJ



دومن انرژی خواهی $+845 \text{ kJ}$



انرژی شبکه $?^9$



$$\Delta H_f = -626 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^o = \Delta H + \text{تصمید}$$

اوین انرژی پوشن $+1/2 \Delta H$

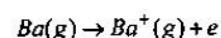
انرژی شبکه $+590 \text{ kJ}$

$$-626 \text{ kJ} = +192 \text{ kJ} + 590 \text{ kJ} + 242 \text{ kJ}$$

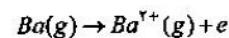
انرژی شبکه $-141 \text{ kJ} + 845 \text{ kJ} + \Delta H$

$$\Delta H = -3514 \text{ kJ}$$

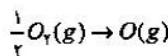
۱۸-۷



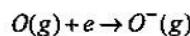
اوین انرژی پوشن $+50 \text{ kJ}$



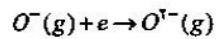
دومن انرژی پوشن 965 kJ



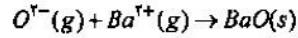
$$1/2 \Delta H = \frac{1}{2}(494 \text{ kJ})$$



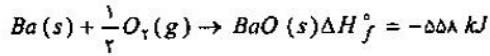
$$\Delta H = \text{اوین انرژی خواهی} - 141 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = \text{دومن انرژی خواهی} + 845 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} ?^9$$



$$\Delta H_f^o = \Delta H + \text{تصمید} + \Delta H$$

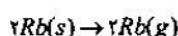
اوین انرژی خواهی $+ \Delta H$ + دومین انرژی خواهی

$$-558 \text{ kJ} = +176 \text{ kJ} + 50 \text{ kJ} + 965 \text{ kJ} + 242 \text{ kJ}$$

انرژی شبکه $-141 \text{ kJ} + 845 \text{ kJ} + \Delta H$

$$\Delta H = -3152 \text{ kJ}$$

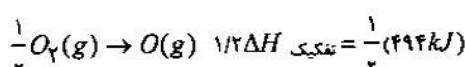
۱۹-۷



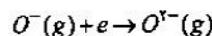
$$2 \Delta H = 2 \times (+82 \text{ kJ})$$



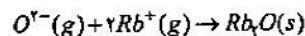
$$2 \Delta H = 2 \times (+403 \text{ kJ})$$



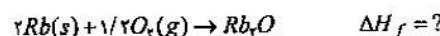
$$\Delta H = \text{اوین انرژی خواهی} - 141 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = \text{دومن انرژی خواهی} + 845 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} - 2250 \text{ kJ}$$



$$\Delta H_f^o = 2 \Delta H + 2 \Delta H$$

انرژی پوشن $+ 1/2 \Delta H$ + دومین انرژی خواهی

انرژی شبکه $+ \Delta H$ + دومین انرژی خواهی

$$= 2(82 \text{ kJ}) + 2(403 \text{ kJ}) + 1/2(494 \text{ kJ})$$

۹۴ خواص اتمها و پیوند یونی

$$\text{انرژی شبکه} + \Delta H$$

$$-392 \text{ kJ} = +89 \text{ kJ} + 418 \text{ kJ} + 112 \text{ kJ}$$

$$-325 \text{ kJ} + \Delta H$$

$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} - 886 \text{ kJ}$$

۱۷-۷

$$Ca(s) \rightarrow Ca(g) \quad \Delta H = +192 \text{ kJ}$$

$$Ca(g) \rightarrow Ca^+(g)$$

$$\Delta H = \text{اولین انرژی یونش} + 590 \text{ kJ}$$

$$Ca^+(g) \rightarrow Ca^{++}(g)$$

$$\Delta H = +1145 \text{ kJ}$$

$$\frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow O(g)$$

$$\frac{1}{2} \Delta H = \frac{1}{2} (494 \text{ kJ})$$

$$O(g) + e \rightarrow O^-(g) +$$

$$\Delta H = -141 \text{ kJ} = \text{اولین الکترون خواهی}$$

$$O^-(g) + e \rightarrow O^{--}(g) \quad \Delta H = +845 \text{ kJ}$$

$$Ca^{++}(g) + O^{--}(g) \rightarrow CaO(s)$$

$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} = ?$$

$$Ca(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CaO(s)$$

$$\Delta H_f = -926 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^o = \Delta H + \text{تصمید} + \Delta H$$

$$192 \text{ kJ} = \text{اولین انرژی یونش} + \Delta H$$

$$+ \Delta H = \text{انرژی شبکه} + \Delta H$$

$$-626 \text{ kJ} = +192 \text{ kJ} + 590 \text{ kJ} + 247 \text{ kJ}$$

$$-141 \text{ kJ} + 845 \text{ kJ} + \Delta H$$

$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} - 3514 \text{ kJ}$$

۱۸-۷

$$Ba(s) \rightarrow Ba(g) \quad \Delta H = +176 \text{ kJ}$$

$$Ba(g) \rightarrow Ba^+(g) + e$$

$$\Delta H = \text{اولین انرژی یونش} + 503 \text{ kJ}$$

$$Ba(g) \rightarrow Ba^{++}(g) + e$$

$$\Delta H = \text{دویمن انرژی یونش} = 965 \text{ kJ}$$

$$\frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow O(g)$$

$$\frac{1}{2} \Delta H = \frac{1}{2} (494 \text{ kJ})$$

$$O(g) + e \rightarrow O^-(g)$$

$$\Delta H = -141 \text{ kJ} = \text{اولین الکترون خواهی}$$

$$O^-(g) + e \rightarrow O^{--}(g) \quad \Delta H = +845 \text{ kJ}$$

$$Ba(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow BaO(s) \quad \Delta H_f^o = -558 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} = ?$$

$$\Delta H_f^o = \Delta H + \text{تصمید} + \Delta H$$

$$+ \frac{1}{2} \Delta H = \text{اولین انرژی یونش} + \Delta H$$

$$+ \Delta H = \text{انرژی شبکه} + \Delta H$$

$$-558 \text{ kJ} = +176 \text{ kJ} + 503 \text{ kJ} + 247 \text{ kJ}$$

$$-141 \text{ kJ} + 845 \text{ kJ} + \Delta H$$

$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} - 3153 \text{ kJ}$$

۱۹-۷

$$\gamma Rb(s) \rightarrow \gamma Rb(g)$$

$$2 \Delta H = 2 \times (+176 \text{ kJ})$$

$$\gamma Rb(g) \rightarrow \gamma Rb^+(g) + e$$

$$2 \Delta H = 2 \times (+503 \text{ kJ})$$

$$\frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow O(g) \quad \frac{1}{2} \Delta H = \frac{1}{2} (494 \text{ kJ})$$

$$O(g) + e \rightarrow \overline{O}(g)$$

$$\Delta H = -141 \text{ kJ} = \text{اولین الکترون خواهی}$$

$$O^-(g) + e \rightarrow O^{--}(g)$$

$$\Delta H = +845 \text{ kJ} = \text{دویمن انرژی یونش}$$

$$O^{--}(g) + \gamma Rb^+(g) \rightarrow Rb\gamma O(s)$$

$$\Delta H = \text{انرژی شبکه} = -2250 \text{ kJ}$$

$$\gamma Rb(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow Rb\gamma O \quad \Delta H_f = ?$$

$$\Delta H_f^o = 2 \Delta H + 2 \Delta H$$

$$+ \frac{1}{2} \Delta H = \text{انرژی شبکه} + \Delta H$$

$$+ \Delta H = \text{انرژی شبکه} + \Delta H$$

$$= 2(82 \text{ kJ}) + 2(403 \text{ kJ}) + \frac{1}{2}(494 \text{ kJ})$$

فصل هفتم ۹۵

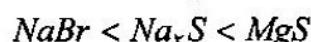
۲۲-۷

(الف) $Na-I = 311 \text{ pm}$, $(Sr-Se) = 311 \text{ pm}$ فاصله بین یون‌ها در هر دو ترکیب یکسان می‌باشد ولی بار یون‌های $SrSe$ بیشتر می‌باشد پس انرژی حاصل از تجمعی یون‌های Se , Sr بیشتر می‌باشد.

(ب) $(Sr - Se) = 311 \text{ pm}$, $(Ba - Se) = 322 \text{ pm}$ بار یون‌ها مساوی ولی فاصله بین یون‌های $Sr - Se$ کمتر می‌باشد پس انرژی حاصل از تجمعی یون‌های Se و Sr بیشتر می‌باشد.

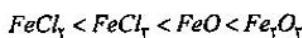
(ج) $(Na - O) = 235 \text{ pm}$, $(Mg - I) = 281 \text{ pm}$ بار یون مشابه ولی فاصله یون‌ها در Na_2O کمتر می‌باشد پس انرژی حاصل از تجمعی یون‌های سدیم و اکسیژن بیشتر می‌باشد.

۲۳-۷ از آن جا که S^{2-} کوچک‌تر از Br^- می‌باشد، پس تجمعی سدیم با S^{2-} بیشتر از تجمعی سدیم با Br^- آزاد می‌کند. از طرف دیگر چون Mg^{2+} کوچک‌تر از Na^+ و دارای بار بیشتری نسبت به Na^+ می‌باشد، پس تشکیل MgS نسبت به Na_2S آزاد بیشتری آزاد می‌کند لذا ترتیب افزایش انرژی شبکه‌ای که همان انرژی آزاد شده می‌باشد از این قرار می‌باشد:



۲۴-۷

یون O^{2-} کوچک‌تر از Cl^- می‌باشد پس تجمعی یون‌های آهن با اکسیژن انرژی بیشتری نسبت به تجمعی یون‌های آهن با کل آزاد می‌شود. از طرف دیگر Fe^{3+} نسبت به Fe^{2+} کوچک‌تر و دارای بار بیشتری می‌باشد، پس تجمعی با Fe^{3+} انرژی بیشتری آزاد می‌نماید. می‌توان گفت ترتیب افزایش انرژی آزاد شده به صورت افزایش قدر مطلق حاصل ضرب بار یون‌های ترکیب ظاهر می‌گردد.

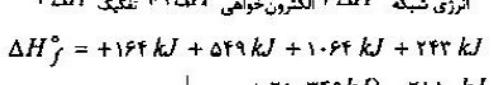
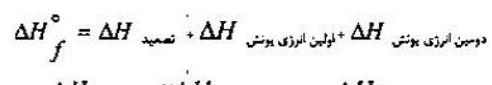
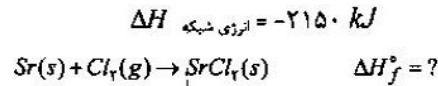
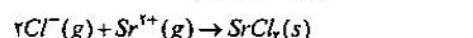
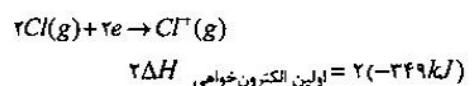
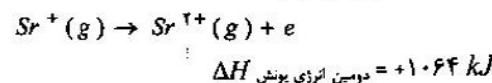
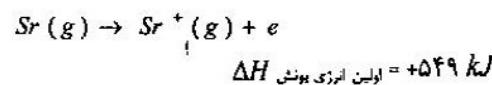


$2 \times 1 < 2 \times 1 < 2 \times 2 < 2 \times 3$

$$-141 \text{ kJ} + 145 \text{ kJ} - 225 \text{ kJ}$$

$$= -321 \text{ kJ}$$

۲۰-۷



$$= -828 \text{ kJ}$$

۲۱-۷ از تجمعی یون‌هایی با بار بیشتر و اندازه‌ی کوچک‌تر انرژی بیشتری حاصل می‌گردد.

(الف) $(Ca-S) = 284 \text{ pm}$, $(Rb-F) = 284 \text{ pm}$

فاصله بین یون‌ها، مساوی ولی بار یون‌ای CaS بیشتر می‌باشد، پس انرژی شبکه‌ای CaS بیشتر از انرژی شبکه‌ای RbF می‌باشد.

(ب) $(Rb-F) = 284 \text{ pm}$, $(Rb-I) = 364 \text{ pm}$ بار یون‌ها مساوی، ولی فاصله بین یون‌های RbF کمتر می‌باشد، پس انرژی شبکه‌ای RbF بیشتر از انرژی شبکه‌ای RbI می‌باشد.

(ج) $(Ca-O) = 239 \text{ pm}$, $(Cs-I) = 385 \text{ pm}$ فاصله بین یون‌ها در CaO کمتر از CsI می‌باشد. ضمناً بار یون‌ها در CaO بیشتر می‌باشد، پس انرژی شبکه‌ای CaO بیشتر از انرژی شبکه‌ای CsI می‌باشد.

۲۵-۷

(الف) $Cu^+ : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^1$

(ب) $Cr^{3+} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^3$

(ج) $Cl^- : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$

(د) $Cs^+ : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^1, 4s^1, 4p^6, 4d^1, 5s^1, 5p^6$

(ه) $Cd^{2+} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^6, 4d^4$

(و) $Co^{3+} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^7$

۲۶-۷

(الف) $K^+ : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$

(ب) $S^{2-} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$

(ج) $Ag^+ :$

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^6, 4d^1, 5s^1, 5p^6$

(د) $Fe^{3+} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^6, 3d^5$

(ه) $La^{3+} :$

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^6, 4d^1, 5s^1, 5p^6$

(و) $Sr^{2+} : 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^6, 3d^5$

۲۷-۷

(الف) Cu^+ الکترون فرد ندارد و دیامغناطیس می‌باشد.

(ب) Cr^{3+} با سه الکترون فرد، پارامغناطیس می‌باشد.

(ج) Cl^- فاقد الکترون فرد بوده و دیامغناطیس می‌باشد.

(د) Cs^+ فاقد الکترون فرد و دیامغناطیس می‌باشد.

(ه) Cd^{2+} فاقد الکترون فرد و دیامغناطیس می‌باشد.

(و) Co^{3+} با سه الکترون فرد، پارامغناطیس می‌باشد.

۲۸-۷

(الف) K^+ فاقد الکترون فرد و دیامغناطیس می‌باشد.

(ب) S^{2-} فاقد الکترون فرد و دیامغناطیس می‌باشد.

(ج) Ag^+ فاقد الکترون فرد و دیامغناطیس می‌باشد.

۵) Fe^{3+} با پنج الکترون فرد، پارامغناطیس می‌باشد.

ه) La^{3+} فاقد الکترون فرد و دیامغناطیس می‌باشد.

و) Sr^{2+} فاقد الکترون فرد و دیامغناطیس می‌باشد.

۲۹-۷

(الف) Be^{2+}, Li^+, H^-

(ب) $As^{3-}, Sr^{2+}, Rb^+, Se^{2-}$

(ج) Ti^+, Bi^{3+}, Pb^{2+}

(د) $Pb^{4+}, Ti^{3+}, Hg^{2+}$

(ه) $P^{3-}, S^{2-}, Cl^- , Sc^{3+}, Ca^{2+}$

۳۰-۷

(الف) $P^{3-}, S^{2-}, Cl^- , K^+$

(ب) $Al^{3+}, Mg^{2+}, Na^+, O^{2-}, N^{3-}$

(ج) $La^{3+}, Cs^+, Te^{3-}, I^-$

(د) In^{3+}, Ag^+

(ه) Sb^{3+}, Sn^{2+}, In^+

۳۱-۷

(د^۱) $Au^+, Ag^+), (s^1, p^6 : Br^-, Ba^{2+}, Al^{3+}),$
(s^۱ : $Be^{2+}), (d^{۱}, s^1 : Br^{3+}, As^{3+})$

۳۲-۷

(d^۱) $Ga^{3+}, Cu^+, Cd^{2+})$

(s^۱, p^۶ : $Cs^+, Cl^-, Ca^{3+}), (d^{۱}, s^1 : Ga^+, Ge^{3+})$

۳۳-۷

(Mg_۲N_۲, MgO, MgCl_۲),
(Na_۲N, Na_۲O, NaCl), (AlN, Al_۲O_۲, AlCl_۲)

۳۴-۷

(Ca_۲(PO_۴)_۲, Ca(NO_۳)_۲, CaSO_۴),
(K_۲PO_۴, K_۲SO_۴, KNO_۳),
(FePO_۴, Fe_۲(SO_۴)_۲, Fe(NO_۳)_۲)

شعاع یونی

۳۵-۷ در تشکیل یک کاتیون الکترون‌های آخرین مدار از اتم جدا می‌گردد. هر قدر تعداد

فصل هفتم

کلسیم، $Ca_3(PO_4)_2$ ، د) اکسید لیتیم Li_2O ه) نیتریت نقره $AgNO_3$.

۴۴-۷ (الف) کلرید روی $ZnCl_2$ ، ب) کلرات کلسیم $Ca_3(ClO_4)_2$ ، ج) سولفات سرب (II) $PbSO_4$ ، د) نیترید پتاسیم K_3N ، ه) اکسید آلومینیوم Al_2O_3 .

۴۵-۷ (الف) $CaSO_4$ سولفیت کلسیم، ب) کلرات نقره $Sn(NO_3)_2$ نیترات، قلع (II) CdI_2 یدید کادمیم، ه) $Cr(IO_3)_2$ یدات کروم (III) .

۴۶-۷ (الف) Al_2O_3 اکسید آلومینیوم، ب) HgO اکسید جیوه (II) ، ج) Na_3CrO_4 کرومات سدیم، د) $KMnO_4$ پرمنگنات پتاسیم، ه) NH_4NO_3 نیترات آمونیم.

۴۷-۷ (الف) $Mg(OH)_2$ هیدروکسید منیزیم، ب) $PbCrO_4$ کرومات سرب، ج) $Fe_2(SO_4)_3$ سولفات Li_2SO_4 آهن (II) ، د) بیکرومات پتاسیم، ه) سولفیت لیتیم.

۴۸-۷ (الف) $Ni(CN)_2$ سیانید نیکل (II) ، ب) کربنات روی $ZnCO_3$ ، ج) SnF_2 فلوراید قلع (II) ، د) $NaClO_4$ پراکسید سدیم، ه) کلرات سدیم.

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده ۴۹-۷ در یک چرخه بورن – هابر انرژی شبکه، بیشترین انرژی را آزاد می‌نماید و این همان مرحله‌ای می‌باشد که یک واکنش بهطور کلی از لحظه انرژی بررسی می‌گردد.

۵۰-۷ (الف) معمولاً شعاع اتمی فلزات بزرگ‌تر از 120 pm و شعاع اتمی غیر فلزات کمتر از 120 pm می‌باشد.

(ب) معمولاً انرژی یونیزاسیون فلزات کمتر از 1000 kJ/mol و انرژی یونیزاسیون غیر فلزات بیشتر از 1000 kJ/mol می‌باشد.

الکترون‌های جدا شده بیشتر باشند اندازه یون کوچک‌تر می‌گردد.

۳۶-۷ در تشکیل یک آنیون الکترون‌های اضافه شده به مدار ظرفیتی موجب می‌گردد که الکترون‌های مدار ظرفیتی یکدیگر را دفع نمایند، لذا مدار ظرفیتی بزرگ‌تر می‌گردد. هر قدر تعداد الکترون‌های اضافه شده، بیشتر باشند اندازه آنیون بزرگ‌تر می‌گردد.

۳۷-۷ (الف) $Ti^{3+} > Te^{3+} > Sn^{3+} > Cu^{2+}$ ب) $N^{3-} > O^{2-} > Ti^{3+}$ ه) Ti^{3+}

۳۸-۷ (الف) $Pb^{3+} > Sn^{3+}$ ب) $Ba^{2+} > Ba^{3+} > Ag^+$ ج) $Cr^{3+} > Cr^{2+} > Te^{3+} > I^-$ ه) I^-

۳۹-۷ (الف) $Cd^{2+} > Zn^{2+} > Al^{3+} > Mg^{2+}$ ب) $Mg > Mg^{2+} > Sc^{3+} > Sc^{2+}$ د) $O^{2-} > F^-$ ه) F^-

۴۰-۷ (الف) $Pb^{2+} > Bi^{3+} > N^{3-} > K^+ > Ca^{2+}$ ب) $Cu^+ > Cu^{2+}$ ه) $I^- > Cl^-$ نام‌گذاری ترکیبات یونی:

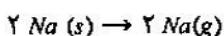
۴۱-۷ (الف) استات آمونیوم NH_4CH_3COO ، ب) سولفات آلومینیوم $Al_2(SO_4)_3$ ، ج) سولفید کبالت (III) ، د) کربنات باریم $BaCO_3$ ، ه) ارسینات پتاسیم K_3AsO_4 .

۴۲-۷ (الف) پراکسید سدیم Na_2O_2 ، ب) فسفات نیکل (II) $Ni_3(PO_4)_2$ ، ج) کلرید مس Cu_2Cl_4 ، د) نیترات سرب $Pb(NO_3)_2$ ، ه) سولفات جیوه Hg_2SO_4 ،

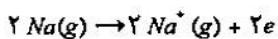
۴۳-۷ (الف) کربنات آهن (III) $Fe_3(CO_3)_2$ ، ب) نیترات منگنز (II) $Mn(NO_3)_2$ ، ج) فسفات

دو ظرفیتی Cu^{+} با کنده شدن الکترون های $4s$ و $3d$ اتم مس حاصل می گرددند. انرژی لازم برای ایجاد Cu^{+} بیشتر از انرژی لازم برای ایجاد Cu^{2+} می باشد. ولی انرژی شبکه حاصل از Cu^{+} به مراتب بیشتر از انرژی شبکه حاصل از Cu^{2+} می باشد. از طرف دیگر اختلاف انرژی تشکیل Cu^{+} در مقایسه با اختلاف انرژی $Na^{+} - Na^{2+}$ که لازم می باشد تا مدار کامل گاز بی اثر را بشکند، خیلی کمتر می باشد.

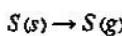
۵۴-۷



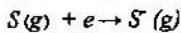
$$2 \Delta H = 2(+108 \text{ kJ})$$



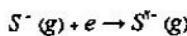
$$2 \Delta H_{\text{شبکه}} = 2(+496 \text{ kJ})$$



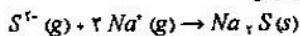
$$\Delta H = +279 \text{ kJ}$$



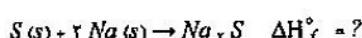
$$\Delta H = -200 \text{ kJ} \quad (\text{اوین الکترون خواهی})$$



$$\Delta H = +532 \text{ kJ} \quad (\text{دومن الکترون خواهی})$$



$$\Delta H = -2192 \text{ kJ} \quad (\text{انرژی شبکه})$$



$$\begin{aligned} \Delta H_f^\circ &= \Delta H_{\text{شبکه}} + 2 \Delta H_{\text{تسبیح}} \\ &+ \Delta H_{\text{انرژی شبکه}} + \Delta H_{\text{دومن الکترون خواهی}} + \Delta H_{\text{اوین الکترون خواهی}} \\ &\Delta H_f^\circ = +496 \text{ kJ} + 279 \text{ kJ} + 200 \text{ kJ} + 532 \text{ kJ} - 2192 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\Delta H_f^\circ = -727 \text{ kJ}$$

۵۱-۷ شعاع اتمی فسفر را می توان از تقسیم فاصله $P-P$ بر دو به دست آورد، سپس شعاع اتمی فسفر را از فاصله بین $P-I$ کم می نماییم تا شعاع I مشخص شود و در آخر شعاع I را از فاصله بین $C-I$ کم می نماییم تا شعاع C مشخص گردد.

$$\frac{P - P}{2} = \frac{220 \text{ pm}}{2} = 110 \text{ pm}$$

شعاع فسفر - فاصله بین ($P-I$)

$$= 243 \text{ pm} - 110 \text{ pm}$$

شعاع ید - فاصله بین ($C-I$)

$$= 210 \text{ pm} - 143 \text{ pm}$$

شعاع کربن

۵۲-۷

(الف) در تناوب سوم جدول تناوبی سدیم، دارای بزرگترین شعاع اتمی می باشد.

(ب) در تناوب سوم جدول تناوبی آرگون، دارای بزرگترین انرژی یونیزاسیون می باشد.

(ج) در تناوب سوم جدول تناوبی کلر، دارای بزرگترین الکترون خواهی می باشد.

(د) در تناوب سوم جدول تناوبی سدیم، فعال ترین فلز می باشد.

(ه) در تناوب سوم جدول تناوبی کلر، فعال ترین غیرفلز می باشد.

(و) در تناوب سوم جدول تناوبی آرگون غیرفعال ترین عنصر می باشد.

(ز) در تناوب سوم جدول تناوبی سه فلز Mg , Na , Al وجود دارند.

۵۳-۷

سدیم، فقط تشکیل Na^+ می دهد، چرا که انرژی لازم برای کنденس دومن الکترون از مدار پایدار و کامل گاز بی اثر، یعنی P^2 ، آن خیلی بیشتر از انرژی حاصل از ایجاد شبکه بلور توسط Na^+ می باشد. Cu^+ با از دست دادن الکترون $4s$ و مس

چکیده مطالب:

از برهم کنش اتم‌های نافلزات مولکول‌هایی تشکیل می‌شوند که به‌وسیله پیوندهای کووالانسی نگه داشته شده‌اند. در یک پیوند کووالانسی ساده زوج الکترون بین دو اتم به اشتراک گذاشته می‌شود. در یک پیوند کووالانسی دوگانه، دو زوج الکترون به اشتراک گذاشته شده‌اند و یک پیوند کووالانسی سه‌گانه شامل سه زوج الکترون مشترک می‌باشد.

فصل ۸

پیوند

کووالانسی

الکترون‌های مشترک را دو بار به حساب می‌آورند. (برای هر اتم یکبار) پیوندهای شیمیایی در اغلب ترکیبات، حد واسط یونی خالص و کووالانسی خالص‌اند. یکی از راه‌های مطالعه پیوندهای دارای خصلت بینابینی، بر واپیچیدگی یون استوار است. عقیده بر این است که کاتیون مثبت، ابر الکترونی آئیون را جذب می‌کند و شکل آن را دگرگون می‌نماید. این واپیچیدگی منجر به تقویت خصلت کووالانسی می‌شود و در حالت‌های حد می‌تواند ترکیباتی با خصلت کووالانسی قابل توجه به وجود آورد. میزان واپیچیدگی آئیون با کوچکتر شدن کاتیون زیاد می‌شود. آئیون بزرگتر شده و بار یون‌ها افزایش می‌یابد. روش دوم برای مطالعه پیوندهای دارای خصلت بینابینی، بر پایه قطبش پیوندهای کووالانسی می‌باشد. پیوند کووالانسی تشکیل شده دو اتم متفاوت، قطبی است. یعنی یک سر آن منفی‌تر از اتم دیگر می‌باشد. اینی که جاذبه‌ی بیشتری برای الکترون‌ها دارد منفی‌تر از اتم دیگر می‌شود. اگر تفاوت توانایی دو اتم برای جذب الکترون‌ها زیاد باشد، پیوند یونی به وجود می‌آید. با اندازه‌گیری گشتاور دو قطبی و طول پیوند در یک مولکول دو اتم می‌توان خصلت یونی جزئی پیوند را در آن مولکول بدست آورد.

الکترونگاتیوی، میزان توانایی نسبی یک اتم در یک مولکول برای جذب الکترون می‌باشد. این مقادیر را می‌توان برای مقایسه واکنش‌یدیری فلزات و نافلزات و پیش‌بینی ماهیت پیوند در ترکیبات شیمیایی استفاده نمود. در روش رسم ساختارهای لوویبن اجزای مولکولی کووالانسی ارائه شده است. در این ساختار برای نمایش الکترون‌های ظرفیتی از نقطه استفاده می‌شود و هر اتم مربوط به ساختار را می‌توان دارای هشت الکترون در نظر گرفت (به جز اتم هیدروژن که فقط دو الکtron دارد). پیوند کووالانسی با یک جفت نقطه یا یک خط تیره نمایش داده می‌شود. ارزیابی نتیجه‌ی این روش به توزیع بار قراردادی بستگی دارد که به صورت اختیاری با فرض تقسیم الکترون‌های پیوندی به طور مساوی بین اتم‌های متصل به یکدیگر نسبت داده می‌شود.

در بعضی موارد خواص یک مولکول یا یون کووالانسی را نمی‌توان به خوبی با یک ساختار لوویس نشان داد. در این گونه موارد دو یا چند ساختار پیوند-ظرفیتی که فرم‌های رزونانسی نامیده می‌شود، برای نمایش مولکول که هیبرید رزونانسی نام دارد به کار می‌رود (قواعد رسم فرم‌های رزونانسی در متن کتاب ارائه شده است). این قواعد عموماً به توزیع مناسب یا نامناسب بارهای قراردادی در فرم‌های رزونانسی اشاره دارند. روش نامگذاری ترکیبات کووالانسی دوتایی بیان شد، که در آن از پسوند بد (ide-) و پیشوندهایی برای نشان دادن تعداد اتم‌های هر عنصر در یک مولکول استفاده می‌شود.

تمرین:

حالت‌های گذار بین پیوندهای کووالانسی و یوئی:

۱-۸: تمام عناصر غیرفلزی را که بهضورت مولکول‌های دو اتمی وجود دارند را نام ببرید.

۲-۸: فرمول P_2Br_2 صحیح اما فرمول Ba_2Br_2 صحیح نیست چرا؟۳-۸: تفاوت ساختارهای $NaCl$ و HCl در چیست؟

۴-۸: پیوندهای کووالانسی چگونه پیوندهاین هستند. مثال‌هایی از این نوع پیوند بیاورید.

۵-۸: براساس واپیچش آئیون پیش‌بینی کنید در هر یک از زوج‌های زیر کدام جزء خصلت کووالانسی بیشتری دارد؟

(الف) CuI_2 یا CdS (ج) Fe_2O_3 یا FeO (ب) HgI_2 یا HgF_2 (د) MgO یا BeO (ه) $BiBr_3$ یا $SbBr_3$ (ه) CuI_2 یا CuI (ط) $BiCl_3$ یا $PbCl_3$ (ز) $ScCl_3$ یا KCl (ز) MgO یا MgS

۶-۸: بر اساس واپیچش آئیون پیش‌بینی کنید در هر یک از زوج‌های زیر کدام جزء خصلت کووالانسی بیشتری دارد؟

(الف) Tl_2O_3 یا Tl_2O (ب) BeS یا BeO (ج) Tl_2O_2 یا Tl (د) Al_2O_3 یا MgO (ه) Bas یا Cas (ه) Na_2Se یا $NaCl$ (ط) NaF یا Na_3N (ز) $PbCl_3$ یا SnI_3 (ز) TlI یا InI ۷-۸: طول پیوند در مولکول HBr ۱۴۲pm و گشتاور دو قطبی آن ۷۸۵/۰ می‌باشد. درصد خصلت یونی جزء پیوند $H - Br$ را بدست آورید. واحد بار $-19 c, e^-$ و $D = 1/6 \times 10^{-30} c.m$ برابر $2/34 \times 10^{-30} c.m$ می‌باشد.۸-۸: طول پیوند در مولکول HI ۱۶۲pm و گشتاور دو قطبی آن $D = 38/0$ می‌باشد. درصد خصلت یونی جزئی پیوند $H - I$ را بدست آورید. واحد بار $-19 c, e^-$ و $D = 1/6 \times 10^{-30} c.m$ برابر $2/34 \times 10^{-30} c.m$ می‌باشد.۹-۸: طول پیوند در مولکول $BrCl$ ۲۱۴pm و گشتاور دو قطبی آن $D = ۵۷/۰$ می‌باشد. درصد خصلت یونی جزئی پیوند $Br - Cl$ را بدست آورید. واحد بار $-19 c, e^-$ و $D = 1/6 \times 10^{-30} c.m$ برابر $2/34 \times 10^{-30} c.m$ می‌باشد.۱۰-۸: طول پیوند در مولکول ClF ۱۶۲pm و گشتاور دو قطبی آن $D = ۸۸/۰$ می‌باشد. درصد خصلت یونی جزئی پیوند $Cl - F$ را بدست آورید. واحد بار $-19 c, e^-$ و $D = 1/6 \times 10^{-30} c.m$ برابر $2/34 \times 10^{-30} c.m$ می‌باشد.**الکترونگاتیوی:**

۱۱-۸: توضیح دهید که چگونه الکترونگاتیوی با موقعیت یک عنصر در جدول تناوبی تغییر می‌کند و چگونه می‌توان از این واقعیت برای بی‌بردن به سرعت واکنش‌پذیری آن استفاده کرد؟

۱۲-۸: تفاوت بین معنای الکترون‌خواهی و الکترونگاتیوی را بررسی نمایید.

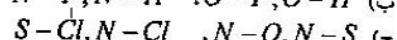
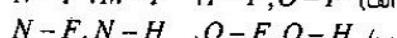
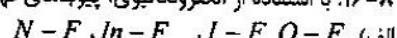
۱۳-۸: با استفاده از تفاوت الکترونگاتیوی پیش‌بینی کنید آیا پیوندهای تشکیل شده بین زوج عناصر زیر یونی (تقریباً تفاوت ۱/۷ یا بیشتر) یا کووالانسی می‌باشد. در صورت کووالانسی بودن (تقریباً تفاوت کمتر از ۱/۷)، قطبیت پیوند (تفاوت Δ) درواقع غیرقطبی، $-0/۰۵$ - $0/۱۰$ ، قطبیت کم $0/۱۶$ - $0/۱۰$ ، قطبیت متوسط $0/۱۶$ - $0/۱۱$ ، قطبیت بالا را تخمین بزنید.(الف) O, C (ه) S, C (د) Br, Rb (ج) Br, Ba (ب) Br, B (و) N, Ca (ی) N, C (ط) I, C (ج) H, C (ز) Cl, Al ۱۴-۸: با استفاده از تفاوت الکترونگاتیوی پیش‌بینی نمایید آیا پیوندهای تشکیل شده بین زوج عناصر زیر یونی (تقریباً تفاوت ۱/۷ یا بیشتر) یا کووالانسی می‌باشد. در صورت کووالانسی بودن (تقریباً تفاوت کمتر از ۱/۷)، قطبیت پیوند (تفاوت Δ) درواقع غیرقطبی، $-0/۰۵$ - $0/۱۰$ ، قطبیت کم $0/۱۶$ - $0/۱۰$ ، قطبیت متوسط $0/۱۶$ - $0/۱۱$ ، قطبیت بالا را تخمین بزنید.(الف) Cl, O (و) F, Ca (د) F, C (ج) Cl, Na (ب) Cl, N (ز) O, P (ی) Cl, P (ط) H, P (ج) H, S (ه)

۱۵-۸: با استفاده از الکترونگاتیوی، پیوندهای فهرست شده در هر بخش را بر حسب افزایش خصلت یونی مرتب نمایید.

(الف) $Cl - O, C - O$. $Ca - O, Cs - O$ (ب) $Cl - I, C - I$. $Ca - I, Cs - I$ (ج) $Cl - H, H - C$. $H - Ca, Cs - H$

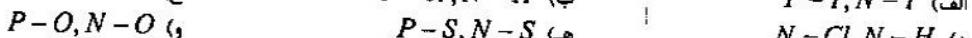
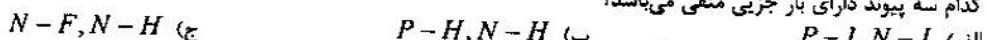
فصل هشتم ۱۰۱

۱۶-۸: با استفاده از الکترونگاتیوی، پیوندهای فهرست شده در هر بخش را بر حسب افزایش خصلت یونی مرتب نمایید.



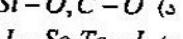
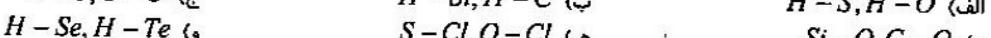
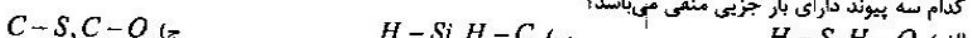
۱۷-۸: در هر یک از زوج‌های زیر با استفاده از الکترونگاتیوی تعیین نمایید کدام پیوند قطبی‌تر است. در هر مورد تعیین نمایید

کدام سه پیوند دارای بار جزئی منفی می‌باشد؟



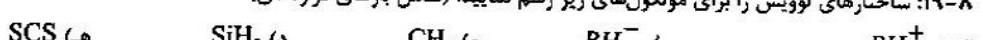
۱۸-۸: در هر یک از زوج‌های زیر با استفاده از الکترونگاتیوی تعیین نمایید کدام پیوند قطبی‌تر است. در هر مورد تعیین نمایید

کدام سه پیوند دارای بار جزئی منفی می‌باشد؟



ساختارهای لوویس:

۱۹-۸: ساختارهای لوویس را برای مولکول‌های زیر رسم نمایید. (شامل بارهای قراردادی)



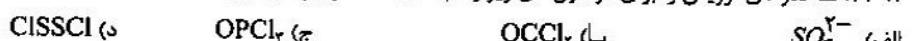
هنگامی که یک زیرنویس (اندیس) به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً و به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

۲۰-۸: ساختارهای لوویس را برای مولکول‌های زیر رسم کنید (شامل بارهای قراردادی)



هنگامی که یک زیرنویس (اندیس) به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً و به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

۲۱-۸: ساختارهای لوویس را برای مولکول‌های زیر رسم نمایید (شامل بارهای قراردادی)



هنگامی که یک زیرنویس به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً و به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

۲۲-۸: ساختارهای لوویس را برای مولکول‌های زیر رسم نمایید (شامل بارهای قراردادی).



هنگامی که یک زیرنویس به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

۲۳-۸: ساختارهای لوویس را برای یون‌های زیر رسم نمایید (شامل بارهای قراردادی).



هنگامی که یک زیرنویس به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

۲۴-۸: ساختارهای لوویس را برای یون‌های زیر رسم نمایید (شامل بارهای قراردادی).



هنگامی که یک زیرنویس به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً و به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

۲۵-۸: ساختارهای لوویس را برای مولکول‌های زیر رسم نمایید (شامل بارهای قراردادی).



هنگامی که یک زیرنویس به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

۱۰-۲ کلیپوند کووالانسی

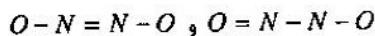
۲۶-۸: ساختارهای لوویس را برای مولکول‌های زیر رسم نمایید (شامل بارهای قراردادی).



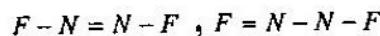
هنگامی که یک زیرنویس به یکی از نمادهای فرمول اضافه می‌شود، اتم‌های مورد نظر مستقیماً به طور جداگانه به اتم‌های قبل و بعد از خود در فرمول متصل‌اند.

روزناسی:

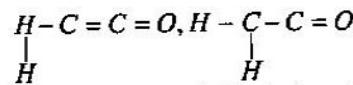
۲۷-۸: با افزودن نقطه‌هایی برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی ساختارهای لوویس زیر را برای یون هیپونیتریت $N_3O_2^-$ کامل نمایید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سهیم در هیبرید روزناسی ارزیابی نمایید.



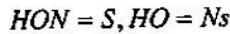
۲۸-۸: با افزودن نقطه‌هایی برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی ساختارهای لوویس زیر را برای مولکول $N_3F_4^-$ کامل نمایید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سهیم در هیبرید روزناسی ارزیابی نمایید.



۲۹-۸: با افزودن نقطه‌هایی برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی ساختارهای لوویس زیر را برای مولکول کتن HC_2O کامل نمایید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سهیم در هیبرید روزناسی ارزیابی نمایید.



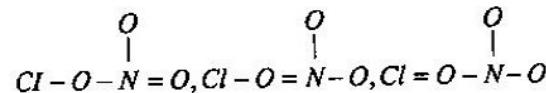
۳۰-۸: با افزودن نقطه‌هایی برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی ساختارهای لوویس زیر را برای مولکول $HONS$ کامل نمایید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سهیم در هیبرید روزناسی ارزیابی نمایید.



۳۱-۸: با افزودن نقطه‌هایی برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی، ساختارهای لوویس زیر را برای مولکول $CICN$ کامل نمایید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سهیم در هیبرید روزناسی ارزیابی نمایید.



۳۲-۸: با افزودن نقطه‌هایی برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی، ساختارهای لوویس زیر را برای مولکول $CICNO_4^-$ کامل نمایید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سهیم در هیبرید روزناسی ارزیابی نمایید.



۳۳-۸: طول پیوند N به O را در یون NO_2^- یا یون NO_3^+ مقایسه نمایید.

۳۴-۸: طول پیوند C به O را در مولکول $H_3CO_2^-$ با یون HCO_3^- مقایسه نمایید. در هر دو ترکیب H_3CO و HCO_3^- اتم C اتم مرکزی می‌باشد که تمام اتم‌های دیگر به آن متصل شده‌اند.

۳۵-۸: فرم‌های روزناسی مولکول $HNSO$ را رسم نمایید.

۳۶-۸: فرم‌های روزناسی مولکول $HNPN$ را رسم نمایید.

۳۷-۸: فرم‌های روزناسی مولکول $FNNN$ را رسم نمایید.

۳۸-۸: فرم‌های روزناسی مولکول OPN را رسم نمایید.

۳۹-۸: فرم‌های روزناسی مولکول $HC(O)NH_2$ را رسم نمایید.

فصل هشتم

۴۰-۸: فرم‌های رزونانسی مولکول H_2NNO_2 را رسم نمایید.

۴۱-۸: فرم‌های رزونانسی مولکول F_2NNO را رسم نمایید.

۴۲-۸: چهار اتم موجود در مولکول S_2N_2 به صورت یک در میان دو یک حلقه قرار گرفته‌اند. فرم‌های رزونانسی مولکول S_2N_2 را رسم نمایید.

۴۳-۸: فرم‌های رزونانسی یون اگزالت $O_2CCO_2^-$ را رسم نمایید.

۴۴-۸: فرم‌های رزونانسی مولکول $ONNO_2$ را رسم نمایید.

نامگذاری ترکیبات دولایی کووالانسی:

۴۵-۸: فرمول ترکیبات زیر را محاسبه کنید.

(الف) دی ید پنتوکسید (ب) دی کلر هگزوکسید

و گزنوں تری اکسید (د) ترافسفر اکتوکسید

ج) دی سولفور دی نیترید (ه) سولفور تراکلرید

دی ید هیتوکسید (ب) ترا فسفر بتا سولفید

و آرسینک دتا فلورید (د) دی سلنیوم دی برمید

ج) دی هیتوکسید (ه) اکسیژن دی فلورید

۴۶-۸: فرمول ترکیبات زیر را محاسبه کنید.

XeF_۶ NF_۶ SeBr_۶ IF_۶ P_۶S_۶

ج) دی سولفور تراکلرید (ب) ترا فسفر بتا سولفید

XeF_۶ ClF_۶ S_۶F_{۱۰} P_۶S_۶ N_۶F_۶

ج) دی هیتوکسید (ه) اکسیژن دی فلورید

۴۷-۸: ترکیبات زیر را نامگذاری نمایید.

(الف) S_۶F_۶ (ب) P_۶S_۶

۴۸-۸: ترکیبات زیر را نامگذاری نمایید.

(الف) XeF_۶ (ب) P_۶Cl_۶

مسائل مطبق‌بندی شده:

۴۹-۸: تفاوت الکترونگاتیوی بین I و Cl برابر ۱/۵ می‌باشد که به خصلت یونی جزیی حدود ۱۰٪ در پیوند $I - Cl$ مربوط می‌شود. طول پیوند $I - Cl$ برابر ۲۲۲ pm می‌باشد. پیش‌بینی می‌کنید که گشتاور دوقطبه مولکول ICl چقدر باشد؟ واحد بار، برابر $10^{-۱۹}$ و $D = 1/100 \times 10^{-۱۰} \text{ cm}^2/\text{V s}$ می‌باشد.

۵۰-۸: ترکیبات رو به رو هم الکترون هستند: N_2 , CN^- , NO^+ , CO .

(الف) ساختارهای لوویس هر یک از این اجزاء را همراه با بارهای قراردادی رسم نمایید.

(ب) هر یک از این چهار ترکیب با اتم‌های فلزی یا کاتیون‌های فلزی ترکیب شده کمپلکس‌هایی تشکیل می‌دهند. در تهیه‌ی این کمپلکس‌ها می‌توان چنین فرض کرد که یک زوج الکترون از این چهار ترکیب با یک اوربیتال خالی اتم فلز یا کاتیون فلزی، یک پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد. برای هر یک از اجزای ناجور هسته، بگویید کدام اتم به فلز متصل شده است؟

۵۱-۸: مفهوم رزونانس چه موقع کاربرد دارد؟ چه تفاوتی بین واژه‌های هیبرید رزونانسی و فرم رزونانسی وجود دارد.

چرا $H - N \equiv C$ و $H - C \equiv N$ فرم‌های رزونانسی یک مولکول نیستند؟ معیارهای مورد استفاده در ارزیابی اهمیت یک فرم رزونانسی معین در مشارکت در یک هیبرید رزونانسی را بهطور خلاصه بیان نمایید.

۵۲-۸: ساختارهای لوویس را برای ترکیبات زیر رسم کنید. اگر این ترکیبات هیبرید رزونانسی‌اند تمام فرم‌های رزونانسی مهم را رسم نمایید.

(الف) ONF (ب) ONF_2^+ (ج) ONF_2^- (د) NF₂ (ه) NSF₂ (و) O_2NF

۵۳-۸: با افزودن نقطه‌های برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی، ساختارهای لوویس زیر را کامل کنید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سه‌بعدی در هیبرید رزونانسی ارزیابی نمایید.



۱۰-۴ پیوند کووالنسی

۵۴-۸: با افزودن نقطه‌هایی برای نمایش الکترون‌های غیر پیوندی ظرفیتی و مشخص کردن بارهای قراردادی، ساختارهای لوویس زیر را کامل نمایید. اهمیت هر یک از این ساختارها را به عنوان یک ساختار سهیم در هیبرید رزونانسی ارزیابی نمایید.

الف) برای $F - C \equiv N$ و $F = C = N$ و $F \equiv C - N : FCN$

ب) برای $N - N \equiv N$ و $N=N=N$ و $N \equiv N - N : N\ddot{N}$

ج) برای $S - C \equiv N$ و $S=C=N$ و $S \equiv C - N : SCN$

د) برای $N - C \equiv N$ و $N=C=N$ و $N \equiv C - N : CN\ddot{N}$

حل تمرین های فصل ۸

حد واسط بین پیوند یونی و کووالانسی

۱-۸

غیر فلزات دو اتمی عبارتنداز: J_2 , Br_2 , Cl_2 , F_2 , H_2 , O_2 , N_2 .

۲-۸

P_2Br_4 با پیوند کووالانسی یک فرمول مولکولی درست می‌باشد. فرمول صحیح بین باریم و برم به صورت یونی با فرمول ساده و تجزیی درست می‌باشد، که نشان دهنده ساده ترین نسبت بین یون‌ها در شبکه بلور می‌باشد.

۳-۸

از تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- به صورت بلورهای جامد تشکیل شده می‌باشد، در صورتی که HCl به صورت مجموعه‌ای از مولکول‌های کووالانسی به صورت گاز می‌باشد.

۴-۸

پیوندهای کووالانسی با بیش از یک جفت الکترون مشترک را پیوند چندگانه، می‌نامیم، برای مثال پیوند دوگانه بین مولکول‌های $O = C = O$ و $C = O$ و $C = C$ ترکیبات اتیلنی که دارای دو جفت الکترون مشترک هستند و پیوندهای $N \equiv N$ و ترکیبات استیلنی که دارای سه جفت الکترون مشترک هستند.

۵-۸

هر قدر آبیون بزرگ‌تر یا دارای بار بیشتری باشد و هر قدر کاتیون کوچک‌تر و یا دارای بار بیشتری باشد، تمایل مولکول به سمت کووالانسی شدن، بیشتر می‌شود.

(الف) کووالانسی تراز HgI_2 می‌باشد.

(ب) کووالانسی تراز Fe_2O_2 می‌باشد.

(ج) کووالانسی تراز $CdSe$ می‌باشد.

(د) کووالانسی تراز CuI_2 می‌باشد.

(ه) کووالانسی تراز $BiBr_4$ می‌باشد.

(و) کووالانسی تراز BeO می‌باشد.

(ز) کووالانسی تراز MgO می‌باشد.

(ز) کووالانسی تراز MgS می‌باشد.

(ح) کووالانسی تراز KCl می‌باشد.

(ط) کووالانسی تراز $PbCl_2$ می‌باشد.

۶-۸

(الف) Ti_2O_2 کووالانسی تراز Ti_2O می‌باشد.

(ب) BeS کووالانسی تراز BeO می‌باشد.

(ج) $SnCl_4$ کووالانسی تراز $SnCl_2$ می‌باشد.

(د) Na_2Se کووالانسی تراز $NaCl$ می‌باشد.

(ه) CaS کووالانسی تراز BaS می‌باشد.

(و) Al_2O_2 کووالانسی تراز MgO می‌باشد.

(ز) InI کووالانسی تراز TlI می‌باشد.

(ح) SnI_2 کووالانسی تراز $PbCl_2$ می‌باشد.

(ط) Na_2N کووالانسی تراز NaF می‌باشد.

۷-۸

(فاصله) (بار) = گشتاور دوقطی

$$\mu = (1/60 \times 10^{-19} C)(1/43 \times 10^{-10} m)$$

$$\mu = 2/29 \times 10^{-29} C.m$$

$$?D = (2/29 \times 10^{-29} C.m) \left(\frac{1D}{2/24 \times 10^{-30} C.m} \right)$$

$$= 6168 D$$

$$\frac{\mu}{\mu_{\text{آزمایش شده}}} = \frac{0.78D}{6186D}$$

$$= 11 HBr$$

۸-۸

$$\mu = e \times d = (1/60 \times 10^{-19} C)(1/62 \times 10^{-10} m)$$

$$= 2/59 \times 10^{-29} C.m$$

$$?D = 2/59 \times 10^{-29} \left(\frac{1D}{2/24 \times 10^{-30} C.m} \right) C.m$$

$$= 7725 D$$

$$\frac{0.78D}{7725D} \times 1/100 = 7.49 HI$$

۹-۸

$$\mu = e \times d = (1/60 \times 10^{-19} C)(2/14 \times 10^{-10} m)$$

$$= 2/442 \times 10^{-29} C.m$$

$$?D = 2/442 \times 10^{-29} \left(\frac{1D}{2/24 \times 10^{-30} C.m} \right) C.m$$

$$= 10124 D$$

$$\frac{0.78D}{10124D} \times 1/100 = 7.51 BrCl$$

ج) $C - I$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۱)، کووالانس با قطبیت کم است.

ط) $C - N$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰)، کووالانس با قطبیت کم است.

ی) $Ca - N$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۲)، یونی می‌باشد.

۱۴-۸

(الف) $N - Cl$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۲)، کووالانس با قطبیت کم.

(ب) $Na - Cl$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۳)، یونی می‌باشد.

ج) $C - F$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۴)، کووالانس با قطبیت زیاد.

د) $Ca - F$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۰)، یونی است.

ه) $O - F$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۶)، کووالانس با قطبیت متوسط می‌باشد.

و) $Cl - O$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۰/۲)، کووالانس با قطبیت کم.

ز) $H - S$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۴)، کووالانس با قطبیت کم است.

ح) $P - H$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰)، کووالانس و غیرقطی است.

ط) $P - Cl$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۰)، کووالانس با قطبیت متوسط می‌باشد.

ی) $P - O$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۲)، کووالانس با قطبیت متوسط است.

۱۵-۸

$$Cl-O(0/0/2) < C-O(0/0/8) < Ca-O(0/0/4) < Cs-O(0/0/6)$$

(ب)

$$C-I(0/0/1) < I-Cl(0/0/5) < Ca-I(0/0/7) < Cs-I(0/0/9)$$

ج)

$$H-C(0/0/4) < H-Cl(0/0/0) < Ca-H(0/0/2) < Cs-H(0/0/4)$$

۱۰-۸

$$\mu = exd$$

$$= (1/60 \times 10^{-19} C)(1/63 \times 10^{-10} m)$$

$$= 2/61 \times 10^{-31} C.m$$

$$?D = 2/61 \times 10^{-31} \left(\frac{1D}{2/34 \times 10^{-30} C.m} \right) C.m$$

$$= 2/181 D$$

$$\frac{0.88D}{2/181D} \times 100\% = 11.11 \text{ درصد یونی } Cl/F$$

الکترونگاتیوی

۱۱-۸

بدون در نظر گرفتن گروه گازهای بی اثر در جدول تناوبی از چپ به راست و از پایین به بالا الکترونگاتیوی عناصر زیاد می‌شود، پس فلور که در گوشه بالا و سمت راست جدول قرار گرفته، کمترین الکترونگاتیوی را دارد.

۱۲-۸

الکترون خواهی، مقدار انرژی لازم برای افزایش یک الکترون به اتم گازی می‌باشد، پس نشانه توانایی یک اتم در گرفتن الکترون و تبدیل شدن به یون می‌باشد. الکترونگاتیوی توانایی نسبی یک اتم در مولکول برای جذب جفت الکترون پیوند کووالانسی می‌باشد.

۱۳-۸

(الف) $B - Br$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰)، کووالانس با قطبیت متوسط.

(ب) $Ba - Br$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۲)، یونی است.

(ج) $Rb - Br$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۲)، یونی است.

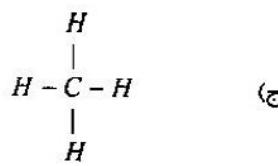
(د) $C - S$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰)، کووالانس و غیر قطبی است.

(ه) $C - O$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۰/۸)، کووالانس با قطبیت متوسط می‌باشد.

(و) $Al - C$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۰/۶)، کووالانس با قطبیت زیاد.

(ز) $H - C$ با اختلاف الکترنگاتیوی (۰/۰/۰/۴)، کووالانس با قطبیت کم است.

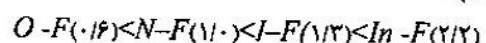
فصل هشتم



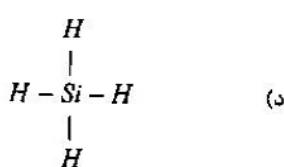
ج)

۱۶-۸

(الف)

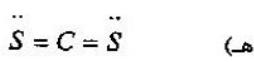
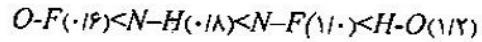


(ب)



د)

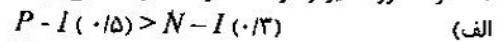
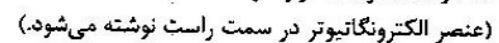
ج)



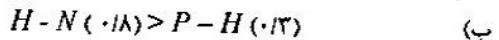
ه)

۱۷-۸

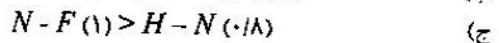
در فرمول‌های زیر بار جزئی منفی روی عنصری است که در سمت راست قرار دارد.



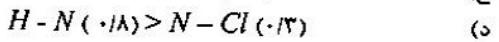
(الف)



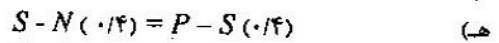
(ب)



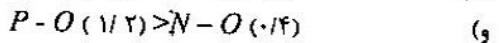
(ج)



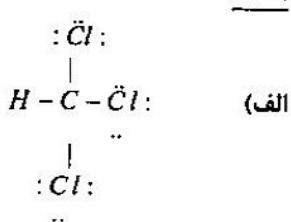
(د)



(ه)



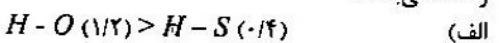
(و)



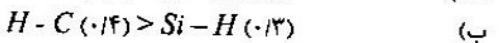
الف)

۱۸-۸

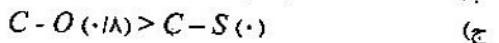
در فرمول‌های زیر بار جزئی منفی بر روی عنصر سمت راست می‌باشد.



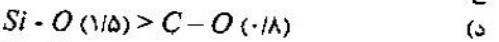
(الف)



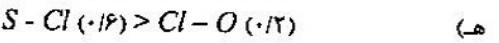
(ب)



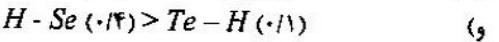
(ج)



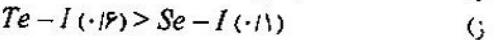
(د)



(ه)



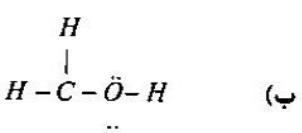
(و)



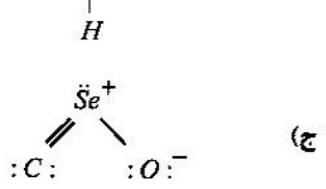
(ز)

ساختمان لوویس

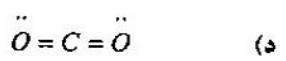
۱۹-۸



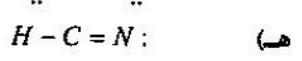
ب)



ج)



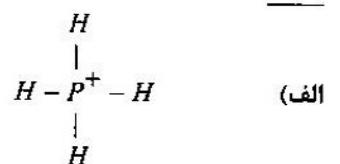
د)



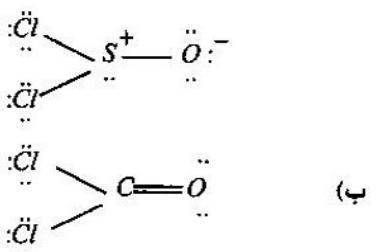
ه)

۲۱-۸

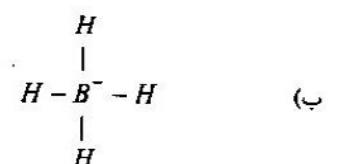
(الف)



(الف)

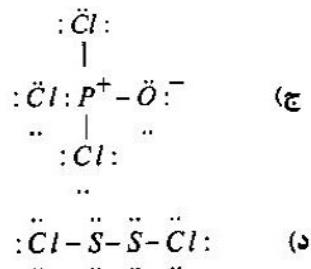
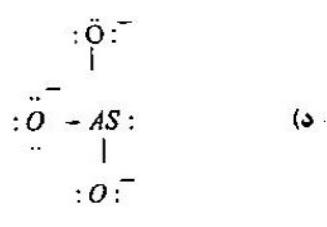


ب)

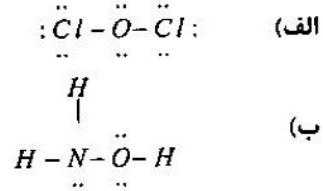
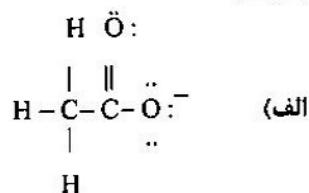


(ب)

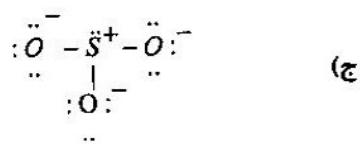
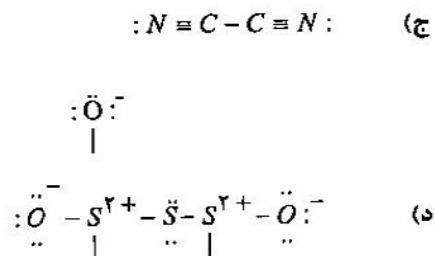
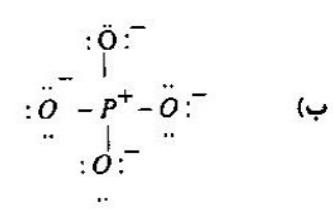
٨-١٠ بيوند كوكوالنسي



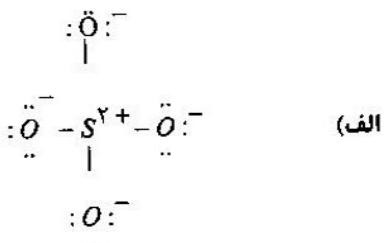
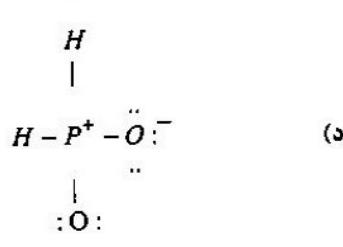
٢٤-٨



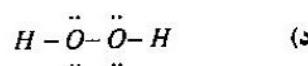
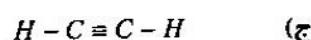
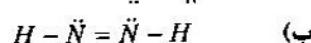
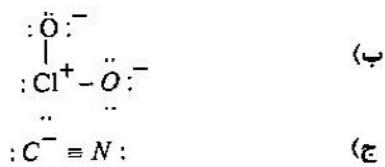
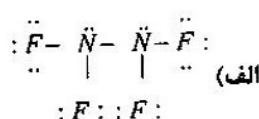
٢٢-٨



٢٣-٨



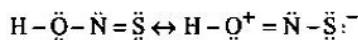
٢٥-٨



فصل هشتم

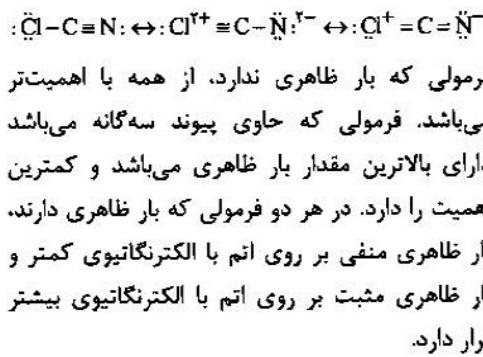
فرمول با پیوند سه گانه $O \equiv C \equiv O$ دارای بار ظاهری می‌باشد در صورتی که فرمول با پیوند دوگانه فاقد بار ظاهری می‌باشد. در ضمن بار ظاهری مثبت بر روی اتم الکترونگاتیوی کمتر قرار می‌گیرد. پس فرمول بدون بار ظاهری مهم‌تر می‌باشد.

۳۰-۸

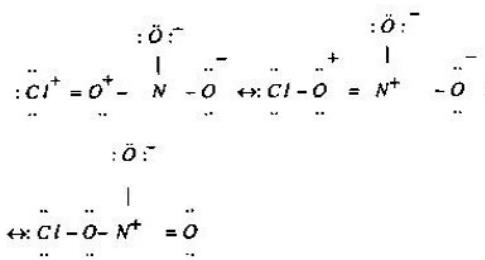


فرمولی که دارای پیوند دوگانه $S=N$ می‌باشد با اهمیت‌تر می‌باشد، چرا که فاقد بار ظاهری می‌باشد. فرمول دوم با پیوند دوگانه $O=N$ دارای بار ظاهری می‌باشد. در این فرمول بار ظاهری مثبت روی اتم الکترونگاتیوی و بار منفی بر روی اتم با الکترونگاتیوی کمتر قرار می‌گیرد.

۳۱-۸

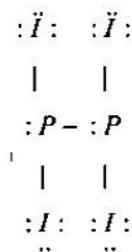


۳۲-۸

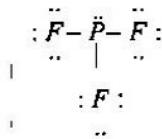
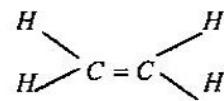


فرمولی که دارای پیوند دوگانه بین ازت و اکسیژن انتهایی می‌باشد، از همه با اهمیت‌تر است. در دو فرمول دیگر بارهای ظاهری مثبت روی اتم‌های مجاور قرار گرفته‌اند. در ضمن در هر دو فرمول یکی از اتم‌های اکسیژن دارای بار ظاهری مثبت می‌باشد.

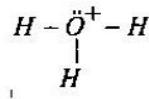
۲۶-۸
(الف)



(ب)

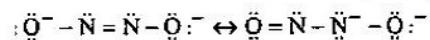


(ج)



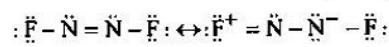
روزنانس

۲۷-۸



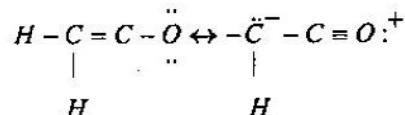
روزنانسی که پیوند دوگانه N نشان می‌دهد به واسطه پراکندگی بار می‌باشد و روزنانسی که پیوند $O=N$ نشان می‌دهد به علت قرارگرفتن بارهای همنام بر روی دو اتم مجاور، ناپایدار می‌باشد.

۲۸-۸

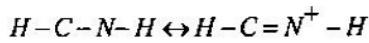


روزنانس بدون بار ظاهری پایدارتر می‌باشد. در روزنانسی که دارای بار ظاهری می‌باشد بار ظاهری مثبت بر روی اتم الکترونگاتیوی و بار ظاهری منفی بر روی اتم با الکترونگاتیوی کمتر قرار می‌گیرد، پس ناپایدار می‌باشد.

۲۹-۸

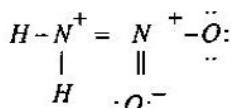
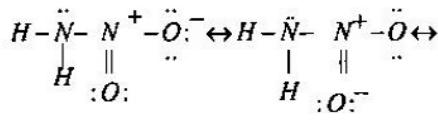


۴۹-۸



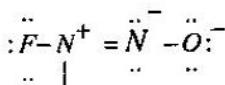
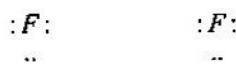
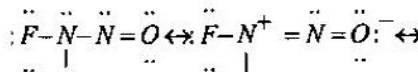
هر دو رزونانس پایدار و قابل قبول می‌باشند.

۴۰-۸



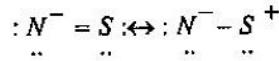
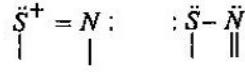
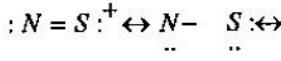
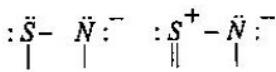
روزنانسی که دو اتم ازت مجاور، دارای بار ظاهری مشبّت هستند، ناپایدار می‌باشد ولی رزونانس دیگر پایدار و قابل قبول می‌باشد.

۴۱-۸

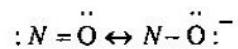
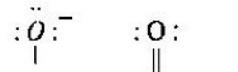


روزنانسی که بر روی اتم‌های مجاور بار ظاهری مشابه وجود دارد، ناپایدار و فاقد ارزش می‌باشد ولی دو رزونانس دیگر پایدار و قابل قبول می‌باشد.

۴۲-۸



۴۳-۸

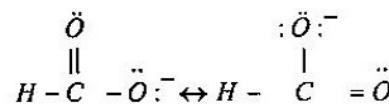
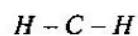


طول پیوند $N-O$ در نیترونیوم $115 pm$ کوتاه‌تر از طول پیوند $N-O$ در نیتریت، یعنی $124 pm$ می‌باشد. یون نیتریت به صورت هیبرید رزونانس با درجه پیوندی $1/5$ و یون نیترونیوم دارای درجه پیوندی 2 می‌باشد.

۴۴-۸

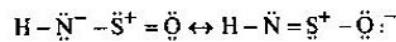


||



طول پیوند $C-O$ در H_2CO کوتاه‌تر از طول پیوند HCO^- می‌باشد. درجه پیوندی O در مولکول H_2CO برابر 2 ولی در HCO^- تقریباً $1/5$ می‌باشد.

۴۵-۸



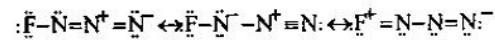
هر دو رزونانس پایدار و قابل قبول می‌باشند.

۴۶-۸



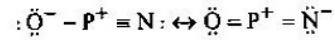
هر دو رزونانس پایدار و قابل قبول می‌باشند.

۴۷-۸



روزنانسی که بار ظاهری مشبّت بر روی اتم الکترونگاتیو فلور قرار دارد، اهمیت چندانی ندارد.

۴۸-۸



هر دو رزونانس پایدار و قابل قبول می‌باشند.

فصل هشتم

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

۴۹-۸

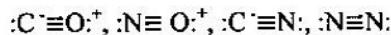
$$\mu = e \times d = (1/80 \times 10^{-19} C)(2/32 \times 10^{-11} m) \\ = 2/71 \times 10^{-31} C.m$$

$$?D = 2/71 \times 10^{-31} C.m \left(\frac{1D}{\frac{3/34 \times 10^{-31}}{C.m}} \right) \\ = 11/11 D$$

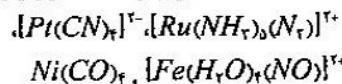
$$\frac{\mu \text{ مشاهده شده}}{\mu \text{ محاسبه شده}} = \frac{\mu}{11/11 D} = 1/6 \\ \mu = 1/6 D$$

۵۰-۸

(الف)



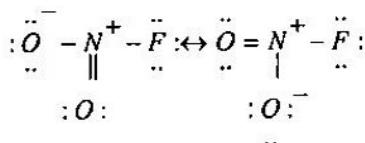
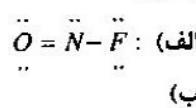
ب) دانسته کترونی روی اتم کربن در CO ، ازت در CN^- ، کربن در NO ، کربن در NO^- به گونه‌ای می‌باشد که مستقیماً با فلز پیوند برقرار می‌سازند. نمونه‌هایی از ترکیبات کمپلکس شامل این پیوندها به قرار زیر هستند:



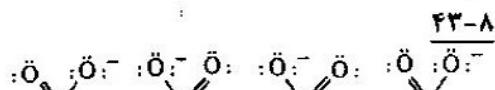
۵۱-۸

وقتی نمی‌توان یک مولکول را بایک ساختمان لوویس نشان داد، از رزونانس استفاده می‌شود. ساختمان‌های رزونانسی مختلف که برای نشان‌دادن یک ساختمان مولکول استفاده می‌گردند، فرم رزونانسی نامیده می‌شوند. ساختمان واقعی ذرات کووالانسی راهی‌برید رزونانس می‌نمایم. در رسم ساختمان رزونانسی یک مولکول جای اتم‌ها ثابت می‌باشد، پس $H - C \equiv N$ دو مولکول متفاوت می‌باشند.

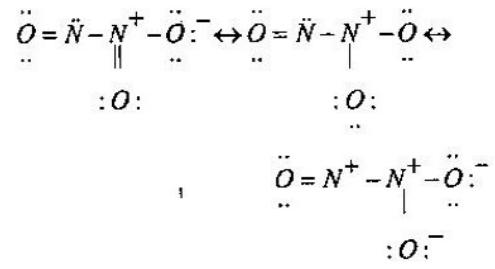
۵۲-۸



هر چهار ساختمان رزونانس پایدار و قابل قبول می‌باشند.



۴۴-۸



ساختمان رزونانسی که دو اتم ازت مجاور دارای بارهای مشابه می‌باشند، ناپایدار، ولی دو ساختمان دیگر پایدار و قابل قبول می‌باشند.

نام‌گذاری ترکیبات دوتایی کووالانسی

۴۵-۸

الف) I_2O_5 ، ب) I_2O_4 ، ج) Cl_2O_4

د) XeO_2 ، ه) SCl_4 ، و) P_2O_5

۴۶-۸

الف) S_2N_2 ، ب) P_2S_3 ، ج) I_2O_7

د) AsF_5 ، ه) OF_2 ، و) Se_2Br_2

۴۷-۸

الف) دی سولفور دی فلورید، ب) تترا فسفر هبتا

سولفید، ج) بدو پنتا فلورید، د) سلئنیوم تترا برید.

ه) نیتروژن تری فلورید، و) گزnon تترا فلورید.

۴۸-۸

الف) دی فسفر تراکلرید، ب) دی نیتروژن دی فلورید،

ج) تترافسفر تری سولفید، د) دی سولفید دکافلورید،

ه) کلرو تری فلورید، و) گزnon هگزا فلورید.

(ب)

$$\begin{array}{c} \text{۲-} \\ : \ddot{N}^+ - N^+ \equiv N : \quad : \ddot{N}^- = N^+ = \ddot{N}^- \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{۲-} \\ : \ddot{N} \equiv N^+ - \ddot{N} \end{array}$$

ساختمان رزونانس دوم به خاطر توزيع بهتر بار با اهميت ترين آنها مي باشد. دو رزونانس ديگر داراي يك اتم با دو بار ظاهري مي باشند.

(ج)

$$\begin{array}{c} \text{۲-} \\ : \ddot{S} - C \equiv N : \quad \ddot{S} = C = \ddot{N} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{۲-} \\ : S^+ \equiv C - \ddot{N} \end{array}$$

ساختمان دوم از همه با اهميت تر مي باشد. ساختمان رزونانس اولی که در آن بار منفي بر روی اتم با الکترونگاتيوي کمتر مي باشد و ساختمان سومی با بار ظاهري ۲- اهميت خيلي کمتری دارند.

$$\begin{array}{c} \text{۲-} \\ : \ddot{N}^+ - C \equiv N : \quad : \ddot{N}^- = C = \ddot{N}^- \end{array}$$

(د)

$$\begin{array}{c} \text{۲-} \\ : N \equiv C - \ddot{N} \end{array}$$

رزونانس دوم به خاطر توزيع بهتر بار با اهميت ترين فرم رزونانس مي باشد. دو رزونانس ديگر مشابه و داراي اهميت کمتری هستند.

(ج)

$$\begin{array}{c} \ddot{F} \\ | \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{۲-} \\ : \ddot{N}^+ - S^+ - F \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \ddot{F} \\ | \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \ddot{F} - \ddot{N} - \ddot{F} \\ | \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \ddot{F} \\ | \end{array}$$

$$\begin{array}{c} O \\ || \end{array}$$

$$\begin{array}{c} N^+ - F \\ | \end{array}$$

$$\begin{array}{c} F \\ | \end{array}$$

(د)

۵۳-۸

(الف)

$$\begin{array}{c} H - \ddot{N} - C \equiv N : \quad H - \ddot{N}^+ = C = \ddot{N}^- \\ | \qquad \qquad | \qquad \qquad | \end{array}$$

ساختمان رزونانسي که بار ظاهري ندارد، با اهميت تر مي باشد.

(ب)

$$\begin{array}{c} H - C - N^+ \equiv N : \quad H - C^- - N^+ \equiv N : \\ | \qquad \qquad | \qquad \qquad | \end{array}$$

ساختمان رزونانسي که در آن ازت داراي بار ظاهري منفي مي باشد با اهميت تر مي باشد.

(ج)

$$\begin{array}{c} N^- = S^- - F : \quad N^+ - S^+ - F : \\ | \qquad \qquad | \qquad \qquad | \end{array}$$

ساختمان رزونانسي که اتم های مجاور داراي بار های مشابه هستند قابل قبول نیست.

۵۴-۸

(الف)

$$\begin{array}{c} \ddot{F} - C \equiv N : \quad \ddot{F}^+ = C = \ddot{N}^- \\ | \qquad \qquad | \qquad \qquad | \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \ddot{F}^+ \equiv C^- \ddot{N} \\ | \end{array}$$

ساختمان بدون بار ظاهري با اهميت ترين آنها مي باشد در رزونانس های ديگر اتم فلوبور با الکترونگاتيوي بيشتر حامل بار ظاهري مشبت مي باشد.

چکیده مطالب:

فصل ۹

شکل هندسی

مولکولی،

اور بیتال مولکولی

بعضی از مولکول‌ها آرایش الکترونی شان با آن‌چه که براساس اصل هشت‌تایی پیش‌بینی می‌شود، مغایرت داشت. تعداد الکترون‌های ظرفیتی در بعضی مولکول‌ها فرد است؛ پس یکی از اتم‌ها باید الکترون جفت نشده داشته باشد. لایه‌ی ظرفیتی مولکول‌های دیگر بیشتر یا کمتر از هشت الکترون دارند. پس ساختارهای پیوند ظرفیتی این مولکول از اصل هشت‌تایی لوویس پیروی نماید.

آرایش هندسی اتم‌ها را می‌توان در مولکول‌ها و یون‌ها با استفاده از نظریه‌ی دافعه زوج الکترون لایه‌ی ظرفیتی پیش‌بینی نمود. در اجزای کووالانسی که دارای یک اتم مرکزی هستند زوج الکترون‌های لایه‌ی ظرفیتی این اتم مرکزی برای کاهش اثر دافعه‌ی بین زوج الکترون‌ها حداکثر فاصله را از یکدیگر خواهد داشت. به این ترتیب شکل مولکول یا یون‌ها، حاصل از دافعه‌ی این زوج الکترون‌ها می‌باشد. در تعیین آرایش هندسی یک مولکول یا یون زوج الکترون‌های پیوندی و ضد پیوندی اتم مرکزی را در نظر می‌گیریم. از این روش می‌توان مولکول‌های پیجیده‌تر و هیبریدهای رزونانسی را نیز بررسی نمود.

شکل مولکول‌ها و یون‌های کووالانسی را براساس نظریه دافعه زوج الکترون‌های لایه‌ی ظرفیتی می‌توان تشریح کرد. شرح این اشكال براساس شکل اوربیتال‌های اتمی و نظریه‌ی پیوند ظرفیتی مشکل می‌باشد. تبیین شکل هندسی اجزای کووالانسی براساس همپوشانی اوربیتال‌های اتمی با روش اوربیتال‌های هیبریدی نیز قابل بیان می‌باشد. در این روش توابع موجی اوربیتال‌های اتمی مربوط به اتم مرکزی به صورت ریاضی جمع (یا هیبرید) می‌شود تا توابع موجی مجموعه‌ای از اوربیتال‌های هیبریدی بدست آیند. با استفاده از این اوربیتال‌های هیبریدی تشکیل پیوند و شکل هندسی این اجزا را براساس همپوشانی اوربیتال می‌توان تشریح کرد.

تشکیل پیوند در مولکول‌ها و یون‌ها را با روش اوربیتال مولکولی نیز می‌توان توضیح داد. در این روش تشکیل پیوند در مولکول‌ها بر مبنای اوربیتال‌های مستقر بر روی اتم‌های ساختار قابل تشریح نمی‌باشد. اوربیتال‌های مولکولی به تمام مولکول تعلق دارند. ساختار الکترونی مولکول را با قرار دادن الکترون‌ها در اوربیتال‌های مولکولی و با رعایت ترتیب آن‌ها می‌توان بدست آورده. اوربیتال‌های مولکولی متنوع هستند. (اوربیتال‌های سیگما و پی) و برای هر نوع اوربیتال مولکولی اوربیتال‌های پیوندی و ضد پیوندی وجود دارند. درجه‌ی پیوندی یک مولکول دو اتمی برابر با نصف تعداد الکترون‌های پیوندی، منهای نصف تعداد الکترون‌های ضد پیوندی است.

در ترکیبات مربوط به عناصر تناوب سوم و تناوب‌های بالاتر، اتم‌های این عناصر می‌توانند در پیوند $p\pi - d\pi$ - $d\pi - d\pi$ درگیر شوند. پیوند π حاصل همپوشانی یک اوربیتال d مربوط به این نوع اتم با یک اوربیتال p اتم دیگر است. برای مثال در اسید فسفریک، اتم P می‌تواند با استفاده از اوربیتال $2d$ ، با یک اتم O که اوربیتال $2p$ را به کار می‌گیرد، پیوند π تشکیل دهد. در ساختار حاصل، اتم P دارای پنج پیوند دو الکترونی است و به این ترتیب از قاعده‌ی هشت‌تایی پیروی نمی‌کند اما ساختار دارای پیوند $d\pi - d\pi$ - $p\pi$ بار قراردادی نخواهد داشت.

پس از لحاظ انرژی مناسب‌تر از ساختار لوویس که در آن بار قراردادی وجود دارد می‌باشد.

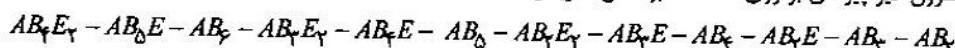
تمرین‌ها:

نظریه VSEPR، اوربیتال هیبریدی:

۱-۹: پیوند در NO و PCl_5 از قاعده‌ی هشت تابی پیروی نمی‌کند. این انحراف چگونه به وجود می‌آید؟ چرا این مورد در مولکول‌های که اتم مرکزی آن‌ها N است، هرگز دیده نمی‌شود؟

۲-۹: چرا فرض هیبرید شدن اوربیتال‌های C برای تبیین تشکیل پیوند و مولکول CH_4 از طریق همپوشانی اوربیتال‌های اتمی ضروری می‌باشد؟

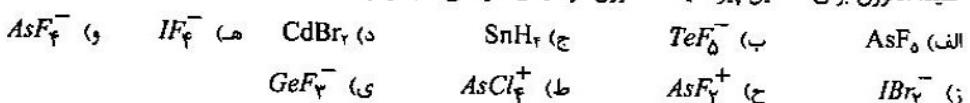
۳-۹: A را اتم مرکزی فرض کنید. B نمایانگر اتمی است که بهوسیله‌ی یک زوج الکترون با A پیوند دارد و E نشان‌دهنده‌ی یک زوج الکترون غیر پیوندی بر روی A است. براساس نظریه‌ی VSEPR برای مولکول‌های زیر اشکال را پیش‌بینی نمایید.



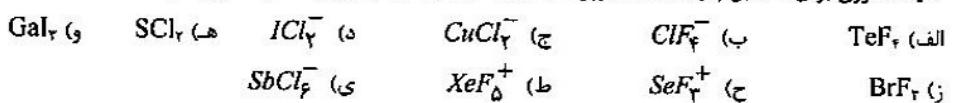
۴-۹: A نشان‌دهنده‌ی اتم مرکزی و B نمایانگر اتمی است که بهوسیله‌ی یک زوج الکترون با A پیوند دارد. زوایای پیوندی در مولکول‌های زیر چقدر است؟



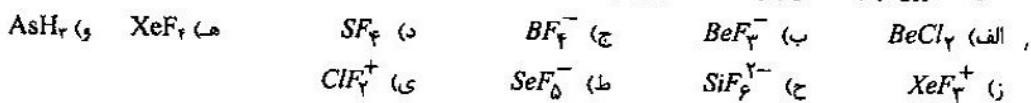
۵-۹: با استفاده از نظریه‌ی VSEPR شکل هندسی مولکول‌ها و یون‌های زیر را پیش‌بینی کنید. تمام پیوندها ساده‌اند. فرض کنید. هالوژن برای تشکیل پیوند یک الکترون در لایه‌ی ظرفیتی اتم مرکزی به اشتراک می‌گذارد.



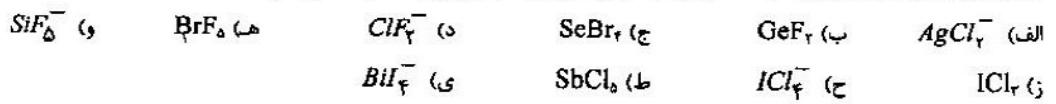
۶-۹: با استفاده از نظریه‌ی VSEPR شکل هندسی مولکول‌ها و یون‌های زیر را پیش‌بینی کنید. تمام پیوندها ساده‌اند. فرض کنید. هالوژن برای تشکیل پیوند یک الکترون در لایه‌ی ظرفیتی اتم مرکزی به اشتراک می‌گذارد.



۷-۹: با استفاده از نظریه‌ی VSEPR شکل هندسی مولکول‌ها و یون‌های زیر را پیش‌بینی کنید. تمام پیوندها ساده‌اند. فرض کنید. هالوژن برای تشکیل پیوند یک الکترون در لایه‌ی ظرفیتی اتم مرکزی به اشتراک می‌گذارد.



۸-۹: با استفاده از نظریه‌ی VSEPR شکل هندسی مولکول‌ها و یون‌های زیر را پیش‌بینی کنید. تمام پیوندها ساده‌اند. فرض کنید. هالوژن برای تشکیل پیوند یک الکترون در لایه‌ی ظرفیتی اتم مرکزی به اشتراک می‌گذارد.



۹-۹: در هر یک از اجزای فهرست شده در مسئله ۵-۹ اتم مرکزی از چه نوع اوربیتال هیبریدی استفاده می‌نماید؟

۱۰-۹: در هر یک از اجزای فهرست شده در مسئله ۶-۹ اتم مرکزی از چه نوع اوربیتال هیبریدی استفاده می‌نماید؟

۱۱-۹: در هر یک از اجزای فهرست شده در مسئله ۷-۹ اتم مرکزی از چه نوع اوربیتال هیبریدی استفاده می‌نماید؟

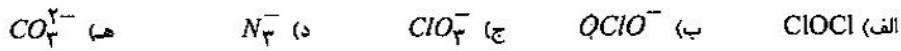
۱۲-۹: در هر یک از اجزای فهرست شده در مسئله ۸-۹ اتم مرکزی از چه نوع اوربیتال هیبریدی استفاده می‌نماید؟

۱۳-۹: ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه‌ی VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید:

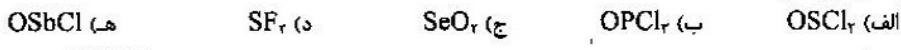


فصل نهم

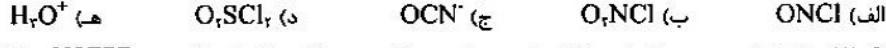
۱۴-۹: ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید:



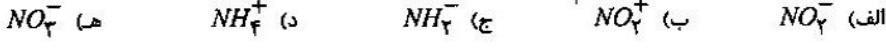
۱۵-۹: ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید:



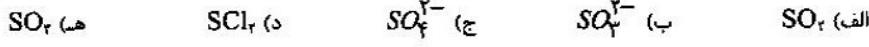
۱۶-۹: ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید:



۱۷-۹: ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید:



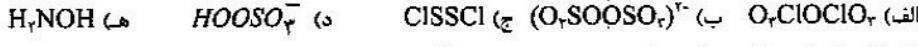
۱۸-۹: ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید:



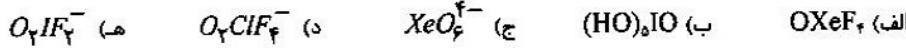
۱۹-۹: ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید:



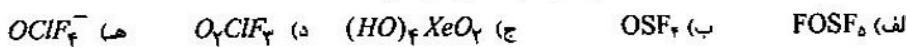
۲۰-۹: ساختار لوویس هر یک از اجزای زیر را رسم کرده و با استفاده از نظریه VSEPR شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نمایید.



۲۱-۹: ساختار نقطه‌ای مولکول‌ها و یون‌های زیر را که در آن‌ها اتم مرکزی از قاعده‌ی هشت‌تایی تبعیت نمی‌کند (گرچه سایر اتم‌ها تبعیت کنند) رسم کنید شکل هندسی هر یک را پیش‌بینی نمایید.



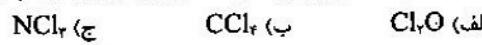
۲۲-۹: ساختار نقطه‌ای مولکول‌ها و یون‌های زیر را که در آن‌ها اتم مرکزی از قاعده‌ی هشت‌تایی تبعیت نمی‌کند (گرچه سایر اتم‌ها تبعیت کنند) رسم کنید شکل هندسی هر یک را پیش‌بینی نمایید.



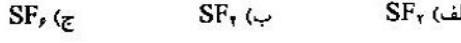
۲۳-۹: چنین فرض می‌شود که حجم موثر یک زوج پیوندی با افزایش الکترونگاتیوی اتم متصل به اتم مرکزی کم می‌شود. انتظار دارید اتم‌های Cl، مولکول هرمی مثلث القاعده PCl_3F_2 مکان‌های محوری را اشغال کنند یا استوایی؟

۲۴-۹: با توجه به جمله اول مسئله ۲۳-۹ پیش‌بینی نمایید کدام‌یک از مولکول‌های PX_2 که در آن‌ها X می‌تواند باشد، کوچکترین زاویه‌ی پیوندی $X - P - X$ را دارد؟

۲۵-۹: ترکیبات زیر را براساس کاهش زاویه‌ی پیوندی مرتب نمایید.

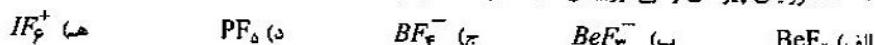


۲۶-۹: زوایای پیوندی مولکول‌های زیر را با حداقل دقت ممکن تعیین نمایید.

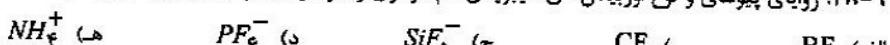


۱۱۶ اشکل هندسی مولکولی، اوربیتال مولکولی

۲۷-۹: زوایای پیوندی و نوع اوربیتال‌های هیبریدی اتم مرکزی را در هر یک از اجزای زیر تعیین نمایید.



۲۸-۹: زوایای پیوندی و نوع اوربیتال‌های هیبریدی اتم مرکزی را در هر یک از اجزای زیر تعیین کنید.

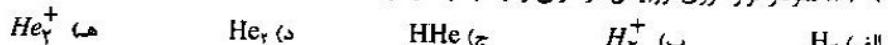


اوربیتال‌های مولکولی پیوند - $d\pi - p\pi$

۳۹-۹: روش پیوند خلرفیتی و روش اوربیتال مولکولی را در مولکول N_2 با هم مقایسه نمایید.

۳۰-۹: براساس توزیع الکترونی و انرژی چه تفاوتی بین اوربیتال مولکولی پیوندی و ضد پیوندی وجود دارد؟

۳۱-۹: نمودار تراز انرژی اوربیتال مولکولی را رسم کرده و درجهٔ پیوند را در هر یک از اجزای زیر تعیین نمایید.



۳۲-۹: با استفاده از نمودار تراز انرژی اوربیتال مولکولی، پیوند مولکول‌های دو اتمی کدام هستند. عناصر تناوب دوم را توصیف

کنید. درجهٔ پیوند هر مولکول را تعیین کرده و بگویید مولکول پارامغناطیسی است یا دیامغناطیسی؟

۳۳-۹: آئیون کلسیم، کاربید CaC_2 را باید به صورت صحیح یون استیلید C_2^- نامید.

الف) نمودار تراز انرژی اوربیتال مولکولی را برای C_2 و C_2^- رسم نمایید.

ب) درجهٔ پیوند را در C_2 و C_2^- تعیین نمایید.

ج) C_2^- با کدام مولکول خنثی هم الکترون می‌باشد؟

۳۴-۹: اکسیژن ترکیباتی حاوی یون‌های دی اکسیژنیل، O_2^+ (مثل O_2PtF_6)، یون سوپراکسید، O_2^- (مثل KO_2^-) یا یون پرس

اکسید، O_2^{2-} (مثل Na_2O_2) ایجاد می‌کند. نمودار تراز انرژی O_2^+ , O_2 , O_2^- و O_2^{2-} را رسم نمایید.

الف) مرتبهٔ پیوند آن‌ها را بنویسید. ب) کدام یک پارامغناطیسی می‌باشد؟ تعداد الکترون‌های جفت نشده آن‌ها را مشخص نمایید.

۳۵-۹: طول پیوند N_2 , N_2^+ , 109 pm , 112 pm , 112 pm , در O_2 , 112 pm و در O_2^+ 112 pm می‌باشد. نمودار تراز انرژی

اوربیتال مولکولی آن‌ها را رسم نمایید و در خصوص طول پیوند آن‌ها بحث نمایید.

۳۶-۹: الف) نمودار تراز انرژی اوربیتال مولکولی CO و NO را رسم نمایید.

ب) از نمودارهای رسم شده در قسمت الف استفاده کرده و مرتبهٔ پیوند NO^+ , NO , CO^- , CO^+ , CO , NO^+ و NO^- را بدست آورید.

ج) تعداد الکترون‌های جفت نشده ترکیبات پارامغناطیس را مشخص نمایید.

۳۷-۹: در یون SiO_4^{4-} , طول پیوند $Si-O$ 162 pm می‌باشد. در حالی که طول پیوند حاصل از جمع شفاعه‌های اتمی آن‌ها

176 pm می‌شود. علت این تفاوت را توضیح دهید.

۳۸-۹: شعاع اتمی هیدروژن، 22 pm , شعاع اتمی F 64 pm و شعاع اتمی P 110 pm می‌باشد. می‌دانیم در طول PH_3

پیوند $P-H$ 142 pm و در PF_3 طول پیوند $P-F$ 155 pm می‌باشد. طول پیوندهای مذکور را با طول‌های پیوند محاسبه

شده به کمک شعاع اتمی مقایسه کنید. دلیل اختلاف را شرح دهید.

تمرین‌های ملچه‌بندی نشده:

۳۹-۹: به کمک نظریه دافعه جفت الکترون‌های مدار ظرفیت، شکل هندسی یون‌ها و مولکول‌های زیر را پیش‌بینی نمایید. تمام

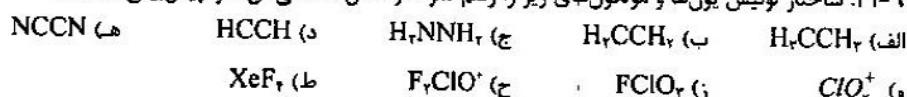
پیوندها ساده می‌باشند:



۴۰-۹: نوع اوربیتال هیبریدی اتم مرکزی ترکیب‌های تمرین ۳۹-۹ را مشخص کنید.

فصل نهم

۴۱-۹: ساختار لوئیس یون‌ها و مولکول‌های زیر را رسم نموده و شکل هندسی آن‌ها را پیش‌بینی نماید.



۴۲-۹: ساختمان NO_7^- را از نظر رزونانس و حالت پیوندی π غیر مستقر مورد بحث قرار دهید.

۴۳-۹: اشکال رزونانسی O₂ و SO₂ را رسم نمایید، می‌دانیم طول پیوند O-O در ۱۲۷ pm می‌باشد که بین طول پیوند O-O ساده (۱۴۸ pm) و O=O (۱۱۰ pm) است. از طرفی می‌دانیم طول پیوند S-O در ۱۴۳ pm، SO₂ در ۱۶۳ pm است که هم از پیوند ساده S-O (۱۷۰ pm) و هم از (۱۴۸ pm) S=O کوتاه‌تر می‌باشد. علت این کوتاهی نامعمول را شرح دهید.

۴۴-۹: با کمک اطلاعات مندرج در جدول ۳-۹ موارد ذیل را فهرست نماید.

(الف) درجه پیوند تمام مولکول‌های جدول ب) درجه پیوند ترکیباتی که با حذف یک الکترون از هر مولکول بدست می‌آید.
 (ج) درجه پیوند تمام ترکیباتی که با اضافه کردن یک الکترون به هر یک از مولکول‌ها بدست می‌آید. (به جز مولکول Ne₂).

نظریه دافعه جفت الکترون‌های مدار والانس، اوربیتال‌های هیبریدی

۱-۹

مولکول NO دارای الکترون فرد در مدار والانس می‌باشد (۱۱ الکترون). در مولکول PCl_5 اتم فسفر دارای ۱۰ الکترون والانس می‌باشد و ایجاد پنج پیوند با کلر می‌کند. اتم ازت فقط دارای چهار اوربیتال $2s$ و $2p$ می‌باشد و می‌تواند، حداکثر چهار پیوند ایجاد کند ولی فسفر دارای ۹ اوربیتال $3s$ ، $3p$ ، $3d$ می‌باشد.

۲-۹

تمام چهار پیوند مولکول CH_4 کاملاً با هم مساوی می‌باشد. در حالت پایه اتم کربن دارای دو الکترون فرد در اوربیتال $2p$ می‌باشد و در حالت برانگیخته دارای چهار الکترون فرد در اوربیتال‌های $2s$ ، $2p$ می‌باشد. از هیبریداسیون یک اوربیتال $2s$ و سه اوربیتال $2p$ چهار اوربیتال هیبریدی sp^3 ایجاد می‌شود.

۳-۹

AB_2 خطی، AB_2 مسطح مثلثی، AB_4 زاویه‌ای، AB_2E چهار وجهی، AB_2E هرم مثلث القاعده، AB_2E_2 هرم مثبت القاعده، زاویه‌ای، AB_5 دو هرمی مثلثی AB_4E چهار وجهی کج، AB_2E_2T به شکل T خطی، AB_4 هشت وجهی، AB_5E هرم مربع القاعده، AB_4E_2 مسطح مربعی.

۴-۹

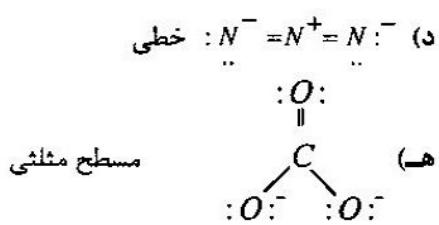
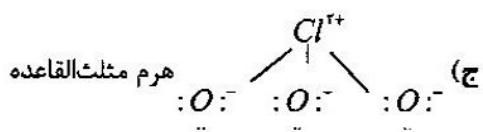
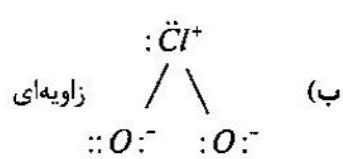
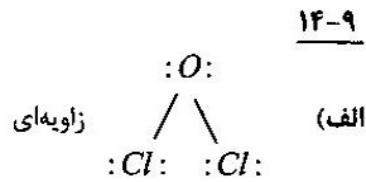
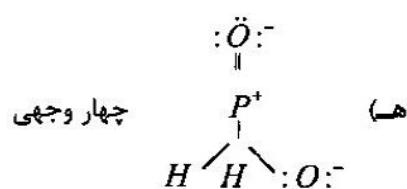
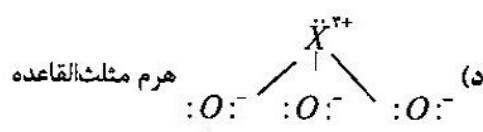
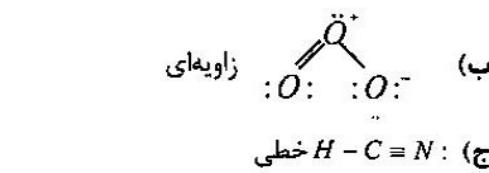
AB_2 با زاویه 180° درجه، AB_4 با زاویه 120° درجه، AB_2 با زاویه $109/5^\circ$ درجه، AB_5 با زاویه 120° و 90° درجه، AB_6 با زاویه 90° درجه.

AB_n	الكترون				جفت الكترون			شكل ذره
	A	B	بار	كل	كل	غير بيوندي	بيوندي	
الف AsF_5^-	۵	۵	-	۱۰	۵	۵	۰	دو هرمی مثلثی
ب TeF_5^-	۶	۵	+1	۱۲	۶	۵	۱	هرم مربع القاعده
ج SnH_4^+	۴	۴	-	۸	۴	۴	۰	چهار وجهی
د $CdBr_4^+$	۲	۲	-	۴	۲	۲	۰	خطی
ه IF_4^-	۷	۴	+1	۱۲	۶	۴	۲	مسطح مربعی
و AsF_4^-	۵	۴	+1	۱۰	۵	۴	۱	چهار وجهی کج شده
ز IBr_4^-	۷	۲	+1	۱۰	۵	۲	۳	خطی
ح AsF_3^+	۵	۲	-1	۶	۳	۲	۱	زاویه ای
ط $AsCl_3^+$	۵	۴	-1	۸	۴	۴	۰	چهار وجهی
ى GeF_4^-	۴	۳	+1	۸	۴	۳	۱	هرم مثلث القاعده

AB_n	الكترون				جفت الكترون			شكل ذره
	A	B	بار	كل	كل	غير بيوندي	بيوندي	
الف TeF_4^-	۶	۴	-	۱۰	۵	۴	۱	چهار وجهی کج شده
ب ClF_4^-	۷	۴	+1	۱۲	۶	۴	۲	مسطح مربعی
ج $CuCl_4^-$	۱	۲	+1	۴	۲	۲	۰	خطی
د ICl_4^-	۷	۲	+1	۱۰	۵	۲	۳	خطی
ه SCl_4^-	۶	۲	-	۸	۴	۲	۲	زاویه ای
و Gal_4^-	۳	۳	-	۶	۳	۳	۰	مسطح مثلثی
ز BrF_4^-	۷	۳	-	۱۰	۵	۳	۲	شكل - T
ح SeF_4^+	۶	۳	-1	۸	۴	۳	۱	هرم مثلث القاعده
ط XeF_4^+	۸	۰	-1	۱۲	۶	۵	۱	هرم مربع القاعده
ى $SbCl_4^-$	۵	۶	+1	۱۲	۶	۶	-	هشت وجهی

AB_n		الكترون				جفت الکترون			شكل ذره
		A	B	بار	كل	كل	غير پيوندي	پيوندي	
الف	$BeCl_2$	۲	۲	-	۴	۲	۲	۰	خطی
ب	BeF_2^-	۲	۳	+۱	۶	۳	۳	۰	
ج	BF_3^-	۳	۴	+۱	۸	۴	۴	-	
د	SF_4	۶	۴	-	۱۰	۵	۴	۱	
هـ	XeF_4	۸	۴	-	۱۲	۶	۴	۲	
و	AsH_3	۵	۳	-	۸	۴	۳	۱	
ز	XeF_4^+	۸	۳	-۱	۱۰	۵	۳	۲	
حـ	SiF_4^-	۴	۶	+۲	۱۲	۶	۶	-	
طـ	SeF_6^+	۶	۵	+۱	۱۲	۶	۵	۱	
يـ	ClF_3^+	۷	۲	-۱	۸	۴	۲	۲	

AB_n		الكترون				جفت الکترون			شكل ذره
		A	B	بار	كل	كل	غير پيوندي	پيوندي	
الفـ	$AgCl_2^-$	۱	۲	+۱	۴	۲	۲	-	خطی
بـ	GeF_2	۴	۲	-	۶	۳	۲	۱	
جـ	$SeBr_2$	۶	۲	-	۸	۴	۲	۲	
دـ	CIF_2^-	۷	۲	+۱	۱۰	۵	۲	۳	
هــ	BrF_5	۷	۵	-	۱۲	۶	۵	۱	
وــ	SiF_6^-	۴	۵	+۱	۱۰	۵	۵	-	
زــ	ICl_3	۷	۳	-	۱۰	۵	۳	۲	
حــ	ICl_4^-	۷	۴	+۱	۱۲	۶	۴	۲	
طــ	$SbCl_5$	۵	۵	-	۱۰	۵	۵	-	
يــ	BiI_4^-	۵	۴	+۱	۱۰	۵	۴	۱	



۹-۹
د $dsp^3 TeF_5$ (ب) $dsp^3 AsF_5$ (الف)

ج $sp^3 CdBr_4$ (د) $sp^3 SnH_4$ (ج)

ه $d^3 sp^3 dF_4$ (و) $d^3 sp^3 dF_4$ (ه)

ز $sp^3 AsF_7$ (ح) $dsp^3 IBr_4$ (ز)

ط $sp^3 GeF_4$ (ي) $sp^3 AsCl_4$ (ط)

۱۰-۹
ب $dsp^3 ClF_4$ (ب) $dsp^3 TeF_4$ (الف)

ج $dsp^3 ICl_4$ (د) $sp^3 CuCl_4$ (ج)

ه $sp^3 GaI_4$ (و) $sp^3 SCl_4$ (ه)

ز $sp^3 SeF_4$ (ح) $dsp^3 BrF_4$ (ز)

ط $d^3 sp^3 SbCl_4$ (ي) $d^3 sp^3 XeF_5$ (ط)

۱۱-۹
ب $sp^3 BeF_4$ (ب) $sp^3 BeCl_4$ (الف)

ج $dsp^3 SF_4$ (د) $sp^3 BF_4$ (ج)

ه $sp^3 AsH_4$ (و) $d^3 sp^3 XeF_4$ (ه)

ز $d^3 sp^3 SiF_4$ (ح) $dsp^3 XeF_4$ (ز)

ط $sp^3 ClF_4$ (ي) $d^3 sp^3 XeF_5$ (ط)

۱۲-۹
ب $sp^3 GeF_4$ (ب) $sp^3 AgCl_4$ (الف)

ج $dsp^3 ClF_4$ (د) $sp^3 SeBr_4$ (ج)

ه $dsp^3 SiF_5$ (و) $d^3 sp^3 BrF_5$ (ه)

ز $d^3 sp^3 JCl_4$ (ح) $dsp^3 JCl_4$ (ز)

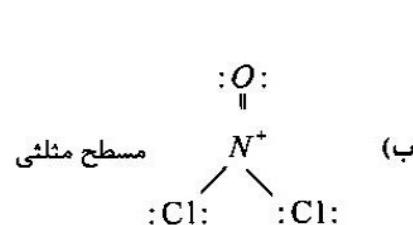
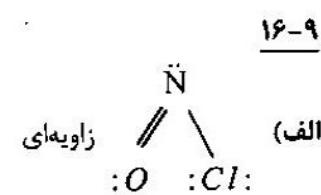
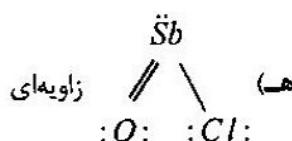
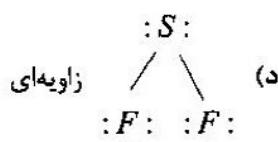
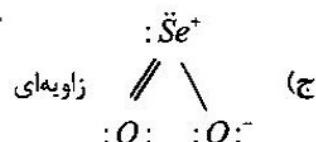
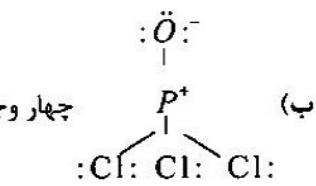
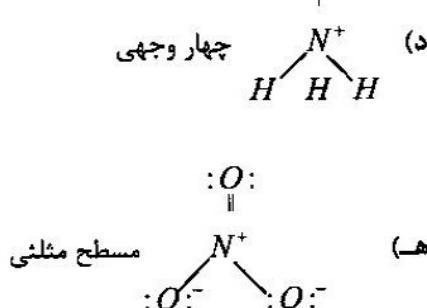
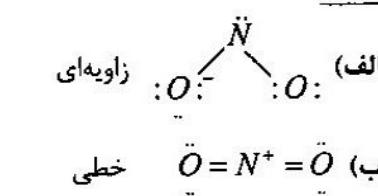
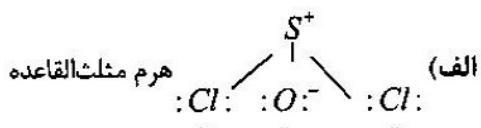
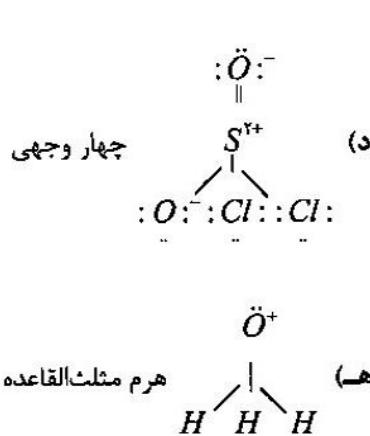
ط $dsp^3 BiF_4$ (ي) $dsp^3 SbCl_5$ (ط)

۱۳-۹
ب $sp^3 O_2$ (ب) $sp^3 O_2$ (الف)

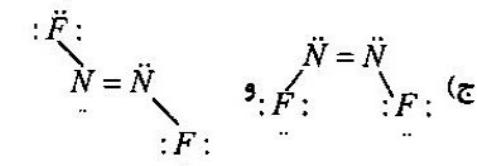
ه $sp^3 C_2$ (ه) $sp^3 C_2$ (ه)

خطی $\text{:}\ddot{\text{O}}^- - \text{C} \equiv \text{N}:$

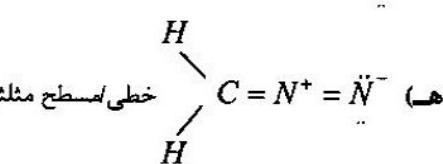
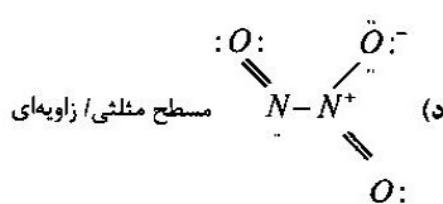
۱۵-۹



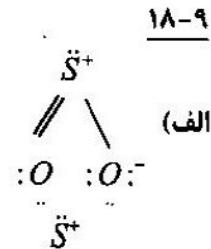
فصل نهم



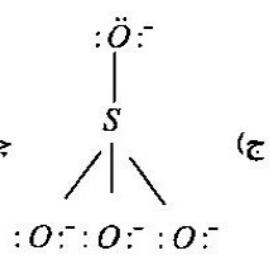
ترانس سیس
زاویه‌ای / زاویه‌ای



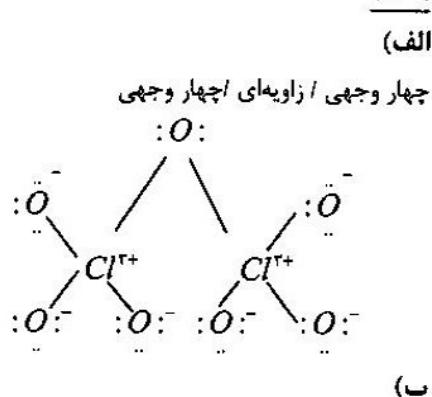
زاویه‌ای (الف)



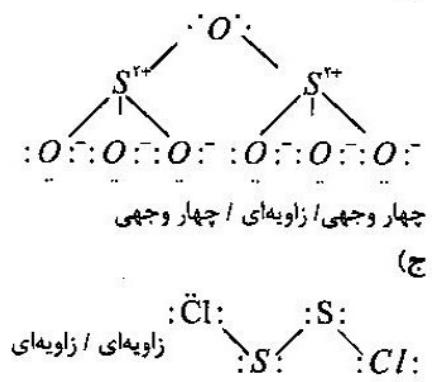
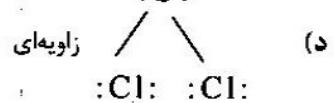
هرم مثلث القاعده (ب)



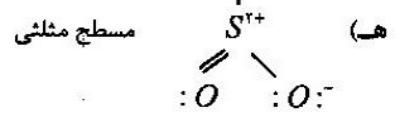
چهار وجهی (ج)



چهار وجهی / زاویه‌ای / چهار وجهی



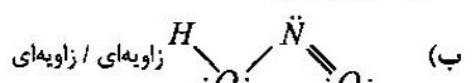
چهار وجهی / زاویه‌ای / چهار وجهی



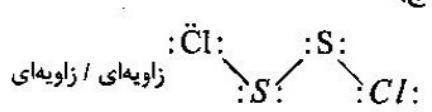
مسطح مثلثی (د)



خطی (الف)



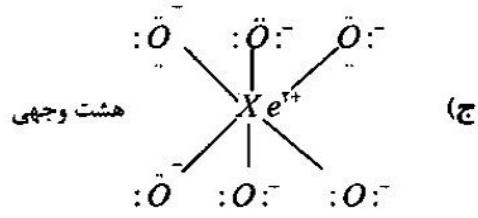
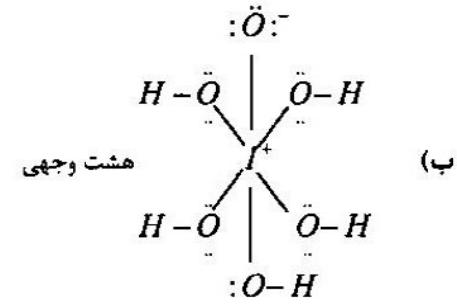
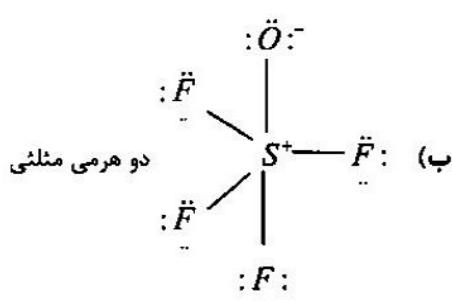
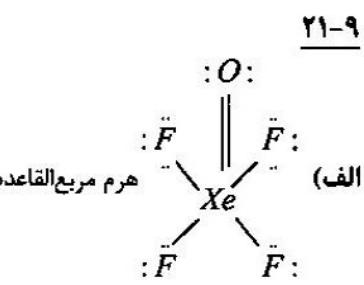
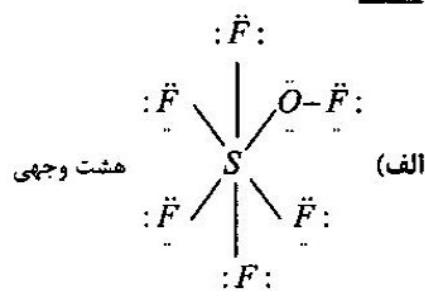
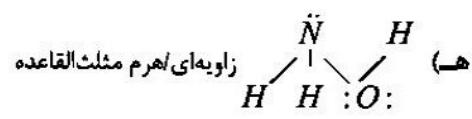
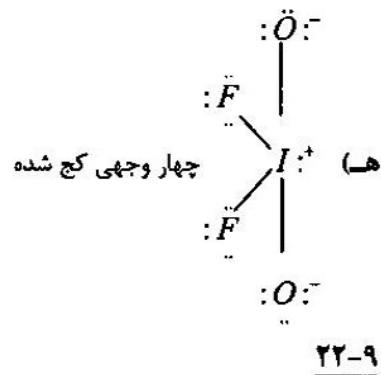
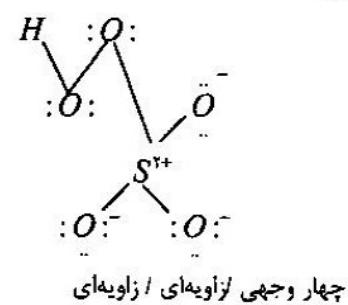
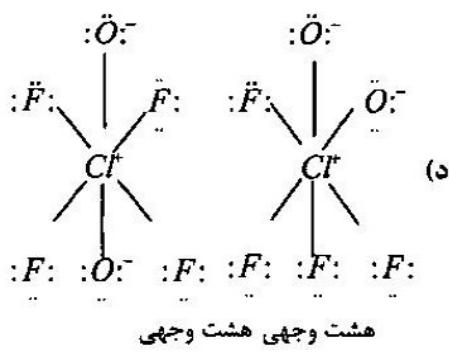
خطی / زاویه‌ای (ب)

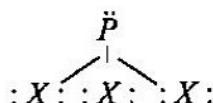


زاویه‌ای / زاویه‌ای



خطی / زاویه‌ای (ج)





جفت الکترون آزاد اتم P بر روی جفت پیوندی $P-F$. بیشترین اثر را گذاشته پس زاویه $P-F$ کوچکترین زاویه در بین ترکیبات PX_3 زاویه بزرگ‌ترین زاویه است.
 $F-\hat{P}-F < Cl-\hat{P}-Cl < Br-\hat{P}-Br < I-\hat{P}-I$

۲۵-۹

زاویه $Cl-C-Cl$ در چهار وجهی مساوی $109/5^\circ$ درجه می‌باشد. اثر یک جفت الکترون غیرپیوندی در مولکول NCI_2 با ساختمان هرم مثلث القاعده این زاویه را کم می‌کند. در مولکول Cl_2O وجود دو جفت الکترون غیرپیوندی زاویه مولکول را باز هم کوچکتر می‌کند، پس CCl_4 بزرگ‌ترین زاویه و Cl_2O کوچک‌ترین زاویه را دارا می‌باشند.

۲۶-۹

(الف) شکل هندسی مولکول SF_4 از فرمول کلی AB_4E_2 تبعیت می‌کند. پس زاویه FSF تحت اثر جفت الکترون‌های آزاد و غیرپیوندی S کمتر از زاویه چهار وجهی، یعنی $109/5^\circ$ درجه می‌باشد.

(ب) مولکول SF_4 از فرمول عمومی AB_4E که دارای شکل هندسی چهار وجهی کج شده می‌باشد تبعیت می‌کند، پس زوایای SF_4 نزدیک به 90° و 120° می‌باشد.

(ج) SF_6 دارای ساختمان منظم هشت وجهی با زوایای 90° می‌باشد.

۲۷-۹

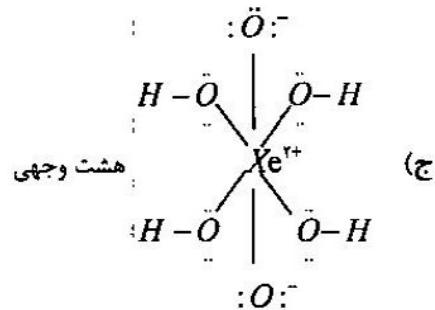
(الف) BeF_2 : sp با زاویه 180°

(ب) BeF_2^- : sp^3 با زاویه 120°

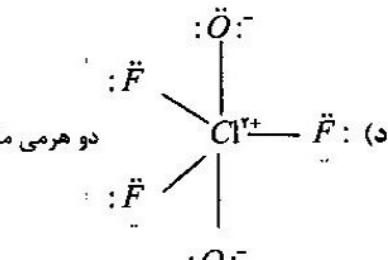
(ج) BF_4^- : sp^3 با زاویه $109/5^\circ$

(د) PF_5 : dsp^3 با زاویه 90° و 120°

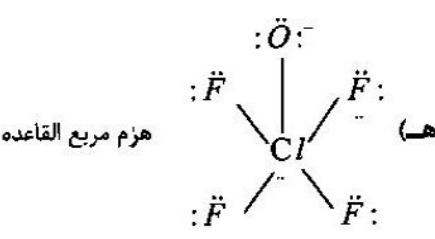
(ه) IF_6 : d^3sp^3 با زاویه 90°



هشت وجهی



دو هرمی مثلثی



هرم مربع القاعده

جفت الکترون پیوندی $P-F$ حجم کمتری نسبت به جفت الکترون پیوندی $P-Cl$ اشغال می‌کند. پس اتم Cl در موقعیت استوایی قرار می‌گیرد. با وجود جفت پیوند دیگر زاویه 190° درجه ایجاد می‌کند. این پیش‌بینی به وسیله مشاهدات تجربی تأیید می‌شود.

۲۳-۹

مولکول‌های PX_3 به شکل هرم مثلث القاعده می‌باشد. جفت الکترون پیوندی $P-F$ کمترین حجم مؤثر را دارد.

۲۴-۹

اوربیتالی می باشد که دانسیته الکترونی در ناحیه بین دو هسته کم بوده و در این حالت نیروی دافعه ای بین هسته ها به وجود می آید. انرژی اوربیتال مولکولی پیوندی کمتر و انرژی اوربیتال مولکولی ضد پیوندی بیشتر از، انرژی اوربیتال های اتمی تشکیل دهنده اوربیتال های مولکولی می باشد.

۳۱-۹
(الف)

$$\sigma_{1s^2} = \frac{2-0}{2} = 1 : H_2 \quad \text{درجه پیوند و } \sigma_{1s^2}$$

(ب)

$$\sigma_{1s^2} = \frac{1-0}{2} = 0.5 : H_2^+ \quad \text{درجه پیوند و } \sigma_{1s^1}$$

(ج)

$$\sigma_{1s^2}, \sigma_{1s^1} = \frac{2-1}{2} = 0.5 : HHe \quad \text{درجه پیوند و } \sigma_{1s^1}$$

(د)

$$\sigma_{1s^2}, \sigma_{1s^1} = \frac{2-2}{2} = 0 : He_2 \quad \text{درجه پیوند و } \sigma_{1s^2}$$

(ه)

$$\sigma_{1s^2} = \frac{2-1}{2} = 0.5 : He_2^+ \quad \text{درجه پیوند و } \sigma_{1s^1}$$

(ز)

۳۲-۹

۲۸-۹
الف) BF_2 : sp^2 با زاویه 120°

ب) CF_4 : sp^3 با زاویه 109.5°

ج) SiF_4 : dsp^3 با زاویه 90° و 120°

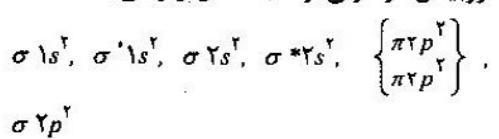
د) PF_6^- : d^3sp^3 با زاویه 90°

ه) NH_4^+ : sp^3 با زاویه 109.5°

اوربیتال های مولکولی - پیوندهای $\pi-\pi$ -dπ

۲۹-۹

ساختمان لوویس N_2 نمایش دهنده وجود پیوند سه گانه ($N \equiv N$) می باشد، نمودار سطوح انرژی اوربیتال مولکولی ازت به شکل زیر می باشد.



درجه پیوندی سه، برای N_2 نمایش می دهد که شامل یک پیوند σ و دو پیوند می باشد.

۳۰-۹

اوربیتال مولکولی پیوندی اوربیتالی می باشد که دانسیته الکترون در ناحیه بین هسته ها زیاد می باشد. نیروی جاذبه هسته بر روی این بار باعث نگه داشتن مولکول می شود. اوربیتال مولکولی ضد پیوندی

مولکول	تمداد الکترون ها در اوربیتال های مولکولی												درجه پیوند	خاصیت مغناطیسی
	σ_{1s}	σ^{*2s}	σ_{2s}	σ^{*2s}	π_{2p}	π_{2p}	σ_{2p}	π^{*1p}	π^{*2p}	σ^{*2p}				
L_2	۲	۲	۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱	دیا مغناطیسی
Be_2	۲	۲	۲	۲									۰	دیا مغناطیسی
B_2	۲	۲	۲	۲	۱	۱							۱	پارا مغناطیسی
C_2	۲	۲	۲	۲	۲	۲							۰	دیا مغناطیسی
N_2	۲	۲	۲	۲	۲	۲							۰	دیا مغناطیسی
O_2	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱				۲	پارا مغناطیسی
F_2	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲				۱	دیا مغناطیسی
Ne_2	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲			۰	دیا مغناطیسی

$$O_2^+ = \frac{10 - 2}{2} = 4/\Delta$$

$$O_2^- = \frac{10 - 4}{2} = 3/\Delta$$

ج) O_2^+ پارامغناطیس با یک الکترون فرد
 O_2^- پارامغناطیس با دو الکترون فرد
 O_2^- پارامغناطیس با یک الکترون فرد
 O_2^- دیامغناطیس و بدون الکترون فرد
 هستند.

۳۳-۹
(الف)

$C_2: \sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2,$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi 2p^2 \\ \pi^* 2p^2 \end{array} \right\}$$

$C_2^-: \sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2,$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi 2p^2 \\ \pi^* 2p^2 \end{array} \right\}, \sigma 2p^2$$

(ب)

$$C_2 = \frac{8 - 4}{2} = 2$$

$$C_2^- = \frac{10 - 4}{2} = 3$$

ج) C_2^- با مولکول N_2 و CO ایزو الکترونیک
 می باشد.

۳۴-۹
(الف)

$O_2^+: \sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p^2,$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi 2p^2 \\ \pi^* 2p^2 \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} \pi^* 2p^1 \\ \pi^* 2p^1 \end{array} \right\}$$

$O_2^-: \sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p^2,$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi 2p^2 \\ \pi^* 2p^2 \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} \pi^* 2p^1 \\ \pi^* 2p^1 \end{array} \right\}$$

$O_2^-: \sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p^2,$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi 2p^2 \\ \pi^* 2p^2 \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} \pi^* 2p^1 \\ \pi^* 2p^1 \end{array} \right\}$$

$O_2^-: \sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p^2,$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi 2p^2 \\ \pi^* 2p^2 \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} \pi^* 2p^1 \\ \pi^* 2p^1 \end{array} \right\}$$

$O_2^-: \sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p^2,$

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi 2p^2 \\ \pi^* 2p^2 \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} \pi^* 2p^1 \\ \pi^* 2p^1 \end{array} \right\}$$

(ب)

$$O_2^+ = \frac{10 - 5}{2} = 2/\Delta$$

$$O_2^- = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

$$N_2^+ = \frac{9 - 4}{2} = 2/\Delta$$

$$O_2^- = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

$$O_2^+ = \frac{10 - 5}{2} = 2/\Delta$$

درجه پیوند N_2^+ کمتر از درجه پیوند N_2
 می باشد، پس طول N_2^+ کوتاهتر از طول پیوند
 می باشد. درجه پیوند O_2^+ بیشتر از درجه
 پیوند O_2 می باشد، پس طول پیوند O_2^+ کوتاهتر
 از طول پیوند O_2 می باشد.

۳۷-۹

در یون SiO_4^{4-} علاوه بر پیوند کووالانسی معمولی بین Si و O با توجه به وجود اوربیتال خالی $3d$ در سیلیسیم و جفت الکترون‌های غیرپیوندی p در اتم اکسیژن یک نوع نیروی جاذبه به نام $\pi d - \pi d$ وجود دارد که در آن اکسیژن جفت الکترون‌های اوربیتال p خود را در اوربیتال خالی $3d$ سیلیسیم قرار می‌دهد، لذا طول پیوند $O-Si-O$ کوتاه‌تر می‌شود.

۳۸-۹

طول پیوندهای $P-H$ و $P-F$ براساس شعاع اتمی مساوی می‌باشد با:

$$d(P-H) = 110 \text{ pm} + 32 \text{ pm} = 142 \text{ pm}$$

$$d(P-F) = 110 \text{ pm} + 64 \text{ pm} = 174 \text{ pm}$$

طول پیوند $P-H$ محاسبه شده و طول پیوند اندازه‌گیری شده با هم مساوی می‌باشد. ولی در طول پیوند $P-F$ مشاهده شده از طول پیوند محاسبه شده کمتر می‌باشد.
(۱۵۵ pm < ۱۷۴ pm)

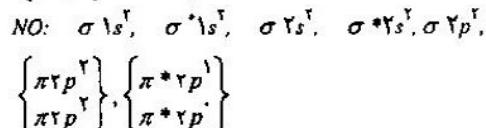
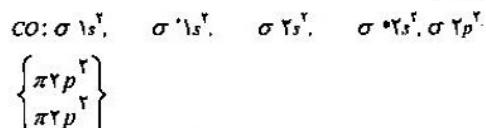
دلیل کمتر شدن طول پیوند $P-F$ وجود پیوند $p\pi-d\pi$ است که در آن جفت الکترون اوربیتال‌های بر $2p$ اتم فلئور در اختیار اوربیتال‌های خالی $3d$ اتم سیلیسیم قرار می‌گیرند.

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده:

۳۹-۹

۳۶-۹

(الف)



(ب)

$$CO = \frac{10-4}{2} = 3 \quad \text{درجه پیوند}$$

$$CO^+ = \frac{9-4}{2} = 2/5 \quad \text{درجه پیوند}$$

$$NO = \frac{10-5}{2} = 2/5 \quad \text{درجه پیوند}$$

$$CO^+ = \frac{10-5}{2} = 2/5 \quad \text{درجه پیوند}$$

$$NO = \frac{10-6}{2} = 2 \quad \text{درجه پیوند}$$

$$NO^+ = \frac{10-4}{2} = 3 \quad \text{درجه پیوند}$$

ج) CO دیامغناطیس می‌باشد الکترون فرد تدارد.

NO پارامغناطیس با یک الکترون فرد، CO^+

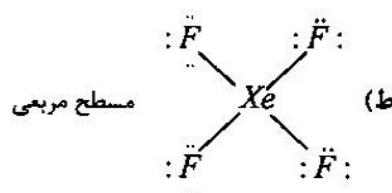
پارامغناطیس با یک الکترون فرد، CO

پارامغناطیس با یک الکترون فرد، NO^+

دیا مغناطیس و بدون الکترون فرد NO

پارامغناطیس با دو الکترون فرد هستند.

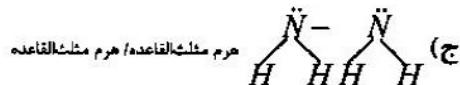
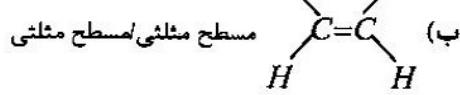
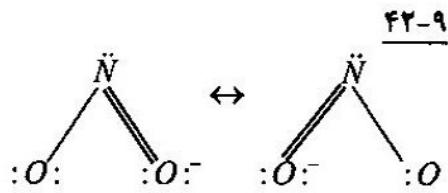
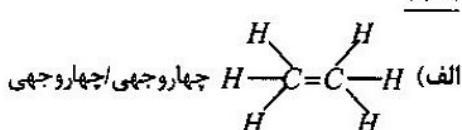
شماره ترتیب	AB_n	تعداد الکترون‌ها				جفت الکترون‌ها			شكل ذره	هیبرید اوربیتال
		A	B	بار	کل	کل	پیوندی	غیر پیوندی		
الف	IF_7^+	۷	۲	-۱	۸	۴	۲	۲	زاویه‌ای	sp^1
ب	IF_7^-	۷	۲	+۱	۱۰	۵	۲	۳	خطی	dsp^1
ج	IF_6	۷	۲	۰	۱۰	۵	۲	۲	شکل-T	dsp^1
د	CIF_6^+	۷	۴	-۱	۱۰	۵	۴	۱	چهار وجهی کج شده	dsp^1
هـ	CIF_6^-	۷	۴	+۱	۱۲	۶	۴	۲	مسطح مربعی	d^2sp^1
و	CIF_5	۷	۵	۰	۱۲	۶	۵	۱	هرم مربع القاعده	d^2sp^1



پاسخ در ستون آخر جدول تمرین ۳۹-۹ می‌باشد

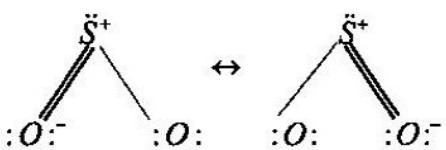
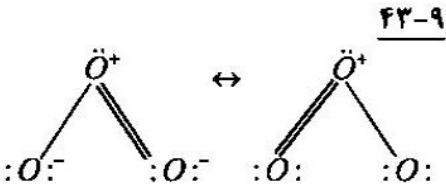
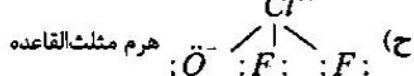
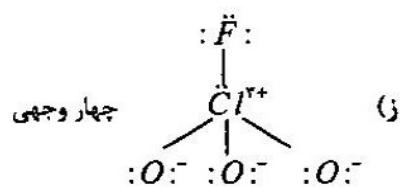
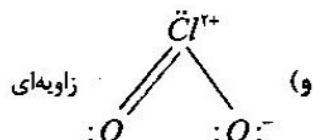
۴۰-۹

۴۱-۹



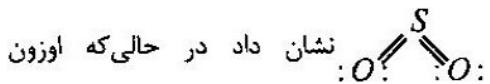
د) خطی $H - C \equiv C - H$

ه) خطی $:N \equiv C \equiv N:$



شکل رزونانس هر دو مولکول شبیه می‌باشند.
در مولکول اوزون پیوند $O-O-O$ بین پیوند ساده
و پیوند مضاعف اکسیژن-اکسیژن می‌باشد.
در مولکول SO_2 با حذف بار ظاهری می‌توان به
کمک پیوند $d\pi - d\pi$ پیوند دوگانه را به شکل

۱۳- شکل هندسی مولکولی، اوربیتال مولکولی



به علت نداشتن اوربیتال d در آتم اکسیژن قادر به تشکیل ساختمان مشابه نیست. پس طول پیوند $S-O$ در SO_2 از پیوند ساده و دوگانه کوتاهتر می‌باشد.

۴۴-۹

(الف)

مولکول	Li_r	Be_r	B_r	C_r	N_r	O_r	F_r
درجه پیوند	۱	۰	۱	۲	۳	۲	۱

(ب)

کاتیون	Li_r^+	Be_r^+	B_r^+	C_r^+	N_r^+	O_r^+	F_r^+
درجه پیوند	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱/۵	۲/۵	۲/۵	۱/۵

(ج)

کاتیون	Li_r^-	Be_r^-	B_r^-	C_r^-	N_r^-	O_r^-	F_r^-
درجه پیوند	۱/۵	۰/۵	۰/۵	۱/۵	۲/۵	۲/۵	۱/۵

چکیده مطالب:

جهت معرفی یک گاز C، چهار متغیر حجم، فشار، دما و مقدار آن گاز را باید بیان نمود. حجم (V) معمولاً بر حسب لیتر (L)، فشار (P) بر حسب پاسکال (Pa). واحد SI برای فشار) یا بر حسب تور (torr)، فشار (P₀) برابر 1 mm جیوه (Pa) یا جو استاندارد (atm) برابر $76 \text{ torr} = 101325 \text{ Pa}$ (atm) ارائه می‌گردد. دما بر حسب کلوین (K) که با افزودن $273/15$ به دمای سلسیوس بدست می‌آید (ارائه می‌گردد. مقدار گاز موجود در نمونه نیز بر حسب مول (mol) واحد SI برای مقدار ماده) ارائه می‌گردد.

قانون ساده گازها، رابطه بین دو متغیر از چهار متغیر را در مواردی که دو متغیر دیگر ثابت باشند، بیان می‌نماید. براساس قانون بولیل، P در T و n ثابت، با V رابطه معکوس دارد. قانون شازل می‌گوید در P و n ثابت، بین

V/T رابطه مستقیم برقرار می‌باشد. قانون آмонтون بیان می‌کند که در V و n ثابت، بین P و T رابطه مستقیم برقرار می‌باشد. معادله حرکت یک گاز ایده‌آل (PV=nRT)، بیانگر رابطه بین این چهار متغیر می‌باشد. ثابت این معادله، یعنی R، به ثابت گاز ایده‌آل مشهور است. با قرار دادن M/g (که در آن g جرم نمونه گاز و M وزن مولکولی گاز است) به جای n در معادله گاز ایده‌آل، صورت مفیدی از این معادله بدست می‌آید. با استفاده از این معادله مسائل مربوط به چگالی گازها (V/g) و مسائل مربوط به وزن مولکولی گازها را می‌توان بدست آورد.

برای واکنش مربوط به گازها، قانون گاز ایده‌آل را می‌توان برای حل مسائل استوکیومتری که در آن حجم گاز داده شده یا خواسته شده باشد استفاده نمود. قانون ترکیب حجمی کیلوساک بیانگر رابطه بین حجم دو گاز در گیر در واکنش شیمیایی می‌باشد و اصل آنکه در تبیین برای قانون گیلوساک به دست می‌دهد. قانون فشارهای جزیی دالتون بیان می‌کند که فشار کل مخلوطی از گازها، برابر با مجموعه فشارهای جزیی گازهای تشکیل‌دهنده آن مخلوط می‌باشد. فشار جزیی یک گاز در مخلوط برابر است با فشار اعمال شده به سیله آن گاز در صورتی که به تنها یی و در همان شرایط ظرف را اشغال کرده بود. نظریه جنبشی گازها، رفتار گازها را براساس یک الگو ارائه می‌نماید. براساس این نظریه، گازها شامل مولکول‌هایی می‌باشند که با فاصله زیاد از یکدیگر در فضا قرار گرفته، حجم آن‌ها در مقایسه با حجم گاز به طور کلی، قابل صرف‌نظر کردن می‌باشد. نیروهای جاذبه بین آن‌ها قابل چشم‌پوشی و در حرکت مداوم می‌باشند. انرژی جنبشی این مولکول‌ها به دما بستگی دارد. سرعت و انرژی جنبشی مولکول‌های گاز در گستره‌ی قابل ملاحظه‌ای توزیع شده است. (توزیع ماکسول-بولتزمان). نظریه جنبشی را می‌توان برای معادله‌های مربوط به جذر میانگین مجذور سرعت مولکول‌ها در نمونه گاز و انرژی جنبشی متوسط (میانگین) هر مولکول استفاده کرد. قانون گراهام، سرعت نفوذ مولکولی دو گاز را مقایسه می‌نماید.

رفتار یک گاز حقیقی یا رفتار توصیف شده برای یک گاز ایده‌آل برای مبنای قانون گاز ایده‌آل متفاوت است. مولکول‌های گاز حقیقی دارای حجم معینی می‌باشند و نیروی جاذبه مشخصی را بر یکدیگر وارد می‌نمایند. معادله وان در والس که فرم اصلاح شده معادله حالت برای یک گاز ایده‌آل می‌باشد، این دو منشاً انحراف را در نظر می‌گیرد. میزان انحراف یک گاز از حالت ایده‌آل، در فشارهای بالا و در دمای پایین، شدیدتر می‌باشد. در این شرایط، مولکول‌های گاز به یکدیگر نزدیک‌اند و انرژی جنبشی کمی دارند. در حالت حد این شرایط، گاز به صورت مایع در می‌آید.

فصل ۱۰

گازها

۱۰-۱: قوانین زیر را تعریف کنید:

الف) قانون بولل ب) قانون شارل ج) قانون آмонтون

۱۰-۲: در هر یک از زوج متغیرهای زیر، کدامیک به اندازه‌گیری‌های یک گاز ایده‌آل مربوط می‌شود؟ با رسم یک نمودار تقریبی چگونگی تغییر یکی از این مقادیر را با مقدار دیگر نشان دهید:

الف) P نسبت به V ، در دمای ثابت ب) T نسبت به V در فشار ثابت ج) P نسبت به T در حجم ثابت

د) PV نسبت به V در دمای ثابت.

۱۰-۳: حجم یک نمونه گاز در فشار $1/60\text{ atm}$ برابر 450 mL می‌باشد. فرض کنید دما ثابت باشد.

الف) حجم این نمونه در فشار $2/00\text{ atm}$ چقدر می‌باشد؟

ب) فشار نمونه‌ای با حجم $1/000\text{ mL}$ چقدر می‌باشد؟

ج) فشار نمونه‌ای با حجم 500 mL چقدر می‌باشد؟

۱۰-۴: حجم یک نمونه گاز در فشار $1/65\text{ atm}$ برابر با $1/65\text{ L}$ می‌باشد. فرض کنید دما ثابت باشد.

الف) حجم این نمونه در فشار $1/00\text{ atm}$ چقدر می‌باشد؟

ب) فشار نمونه‌ای با حجم $1/00\text{ L}$ چقدر می‌باشد؟

ج) فشار نمونه‌ای با حجم $2/75\text{ L}$ چقدر می‌باشد؟

۱۰-۵: حجم یک نمونه گاز در $2/00\text{ L}$ در 50°C است. فرض کنید فشار ثابت باشد.

الف) حجم این گاز در 10°C چقدر می‌باشد؟

ب) در چه دمایی (برحسب $^\circ\text{C}$) حجم این گاز $1/25\text{ L}$ چقدر می‌باشد؟

ج) در چه دمایی برحسب $^\circ\text{C}$ حجم آن $2/75\text{ L}$ چقدر می‌باشد؟

۱۰-۶: حجم نمونه گاز در 10°C 136 mL است. فرض کنید فشار ثابت باشد.

الف) حجم این گاز در 25°C چقدر می‌باشد؟

ب) در چه دمایی حجم گاز 100 mL می‌شود؟

ج) در چه دمایی (برحسب $^\circ\text{C}$) حجم این گاز 250 mL می‌شود؟

۱۰-۷: ظرفی در فشار $1/50\text{ atm}$ در 20°C با یک گاز پر شده است.

الف) در صورتی که این ظرف سریسته را تا دمای 60°C گرم کنیم فشار آن چقدر می‌شود؟

ب) در چه دمایی (برحسب $^\circ\text{C}$) فشار به 300 atm می‌رسد؟

ج) در چه دمایی (برحسب $^\circ\text{C}$) فشار به $1/00\text{ atm}$ می‌شود؟

۱۰-۸: ظرفی در فشار $50/0\text{ atm}$ در 50°C با یک گاز پر شده است.

الف) در صورتی که این ظرف سریسته را تا دمای 20°C گرم کنیم، فشار آن چقدر می‌شود؟

ب) در چه دمایی (برحسب $^\circ\text{C}$) فشار به 100 atm می‌رسد؟

ج) در چه دمایی (برحسب $^\circ\text{C}$) فشار به 460 atm می‌شود؟

۱۰-۹: یک دماسنچ گازی حاوی $250/00\text{ mL}$ گاز در دمای 0°C و فشار $1/00\text{ atm}$ است. در صورتی که فشار در $1/00\text{ atm}$ ثابت باقی بماند، در ازای هر درجه نسلیوس افزایش دما چند میلی‌لیتر به حجم افزوده می‌شود؟

۱۰-۱۰: فشارسنج مک لود وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری فشارهای بی‌نهایت کم به کار می‌رود. فرض کنید نمونه‌ای به حجم 250 mL از یک گاز از یک سیستم کم فشار به داخل فشارسنج مک لود تا حجم 10525 mL متراکم شده و فشار نمونه به 355 atm رسیده است. فشار گاز در این سیستم چقدر می‌باشد؟

قانون گاز ایدهآل:

۱۰-۱۱: جدول زیر را که به نمونه‌هایی از یک گاز ایدهآل مربوط می‌باشد کامل نمایید.

دما T	مول n	حجم V	فشار P
۱۰۰ °C	۱/۵۰ mol	---	۲/۰۰ atm
۱۰۰ K	---	۱/۰۰ L	۰/۹۰ atm
---	۰/۰۱۰۵ mol	۰/۰۱ mL	۴/۴۵ atm
۷۵ °C	۲/۶۰ mol	۱/۲۵ L	---

۱۲- جدول زیر را که به نمونه‌هایی از یک گاز ایدهآل مربوط است کامل کنید.

دما T	مول n	حجم V	فشار P
۱۲۰ °C	۰/۶۰ mol	---	۰/۱۵ atm
۶ °C	---	۲۵۲ mL	۱/۵ atm
۲ °C	۲/۷۵ mol	۴۰/۱ L	---
—	۲/۰۵ mol	۲/۲۶ L	۲۶/۳ atm

۱۳- نمونه‌ای از یک گاز حجم ۶۵۰ mL را در STP اشغال می‌کند. این نمونه در ۱۰۰ °C و فشار ۵/۰۰ atm چه حجمی را اشغال می‌نماید؟

۱۴- نمونه‌ای از یک گاز حجم ۰.۲۱۴ L را در ۲۵ °C و فشار ۰/۵۷۵ atm اشغال می‌کند. این نمونه در STP چه حجمی را اشغال می‌نماید؟

۱۵- حجم نمونه‌ای از یک گاز در ۰ °C ۷۵ atm و ۰.۷۵۰ mL برابر ۰.۷۵ atm می‌باشد. در چه دمایی (برحسب °C) این نمونه تحت فشار ۱/۰۰۰ atm ۱/۰۰۰ L حجم را اشغال خواهد کرد؟

۱۶- نمونه‌ای از یک گاز در ۰ °C ۰.۱۲۵ atm و ۰.۲۵ atm جمع‌آوری شده است. در صورتی که حجم این گاز ۰.۴۰۰ L باشد، فشار آن در ۰ °C چقدر می‌باشد؟

۱۷- ۰.۵۰۰ g گاز N₂O در دمای ۰ °C و فشار ۱۲۰ atm چه حجمی را اشغال خواهد کرد؟

۱۸- ۰.۱۶۰ g گاز O₂ در دمای ۰ °C و فشار ۰.۳۵۰ atm چقدر می‌باشد؟

۱۹- جرم ۰.۲۵۰ mL گاز Cl₂ در ۰ °C و فشار ۰.۲۵۰ atm چقدر می‌باشد؟

۲۰- جرم ۰.۶۵۰ L گاز N₂ در ۰ °C ۰.۲۵ atm و فشار ۱۲/۵ atm چقدر می‌باشد؟

۲۱- چگالی گاز CH₄ در ۰ °C ۰.۲۵ atm و ۰.۱۵ atm چقدر می‌باشد؟

۲۲- چگالی گاز SO₂ در ۰ °C ۰.۱۰۰ atm و ۰.۷۵ atm چقدر می‌باشد؟

۲۳- اگر دما در ۰ °C ثابت نگه داشته شود، در چه فشاری چگالی گاز آرگون ۱۰۰ g/L ۱۰۰ g/L خواهد شد؟

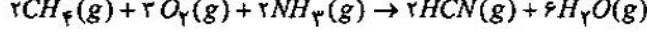
۲۴- اگر فشار در ۰.۶۵۰ atm ثابت نگه داشته شود، در چه دمایی (برحسب سلسیوس) چگالی گاز H₂S ۰.۶۵۰ g/L H₂S می‌شود؟

۲۵- چگالی گازی در ۰ °C ۰.۶۵ atm و ۰.۸۸۶ g/L برابر ۰.۶۴۵ g/L است. وزن مولکولی این گاز چقدر می‌باشد؟

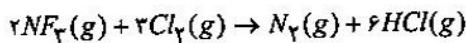
۲۶- چگالی گازی در ۰ °C ۰.۲۷ atm و ۰.۱۳۵ g/L برابر ۰.۱۵۹ g/L است. وزن مولکولی این گاز چقدر می‌باشد؟

قانون ترکیب حجمی گیلوساک واصل آووگادرو:

۲۷- هیدروژن سیانید، (g) HCN، ترکیبی است بسیار سختی که به صورت تجاری از طریق واکنش زیر در دمای بالا و در مجاورت کاتالیزور تهیه می‌شود:

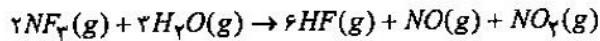


- برای تهیه $\text{L} = ۱۵/۰$ (g) HCN چند لیتر (g) $\text{CH}_۴(g)$, $\text{O}_۲(g)$ و $\text{NH}_۳(g)$ مورد نیاز است و چند لیتر (g) $\text{H}_۲\text{O}(g)$ تولید می شود؟ فرض کنید حجم تمام گازها در شرایط یکسان دما و فشار اندازه گیری می شود؟
- ۹-۸-۱۰: روش تهیه (g) HCN را به صورتی که در مسئله ۹-۱۰ آمده است، در نظر بگیرید. اگر $\text{L} = ۷/۰$ $\text{CH}_۴(g)$ وارد واکنش شود، چند لیتر (g) $\text{O}_۲(g)$ و $\text{NH}_۳(g)$ برای این واکنش لازم است و چند لیتر (g) HCN و $\text{H}_۲\text{O}(g)$ طی این واکنش تولید می شود؟ فرض کنید حجم تمام گازها در شرایط دما و فشار یکسان اندازه گیری می شود.
- ۹-۹-۱۰: آمونیاک، (g) $\text{NH}_۳(g)$, در مجاورت کاتالیزور Pt با گاز اکسیژن ترکیب شده و (g) $\text{NO}(g)$ و $\text{H}_۲\text{O}(g)$ تولید می کند. (الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.
- ۹-۱۰-۱: از واکنش $\text{L} = ۱۶/۰$ $\text{NH}_۳(g)$ و $\text{O}_۲(g)$, (g) $\text{NO}(g)$ می توان به دست آورده حجم تمام گازها در شرایط یکسان اندازه گیری می شود.
- ۹-۱۰-۲: آمونیاک، (g) $\text{NH}_۳(g)$, در غیاب کاتالیزور با گاز اکسیژن ترکیب شده و گاز نیتروژن و (g) $\text{H}_۲\text{O}(g)$ تولید می نماید. (الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.
- ۹-۱۰-۳: از واکنش $\text{L} = ۹/۰$ $\text{NH}_۳(g)$ و $\text{O}_۲(g)$, (g) $\text{NO}(g)$ می توان به دست آورده حجم تمام گازها در شرایط یکسان اندازه گیری می شود.
- ۹-۱۰-۴: از واکنش $\text{L} = ۱/۰$ $\text{NH}_۳(g)$ و $\text{Cl}_۲(g)$, (g) $\text{HCl}(g)$ مخلوطی تهیه شده است. این مواد براساس واکنش زیر با هم ترکیب می شوند:



در صورتی که حجم تمام گازها در شرایط یکسان دما و فشار اندازه گیری شده باشد، حجم تمام مواد موجود در پایان واکنش را بنویسید.

۹-۱۰-۵: از واکنش $\text{mL} = ۱۲/۰$ $\text{NF}_۳(g)$, $\text{mL} = ۲۰/۰$ $\text{H}_۲\text{O}(g)$ و $\text{mL} = ۲۰/۰$ $\text{Cl}_۲(g)$ یک مخلوط گاز C تهیه شده است. اگر این مخلوط گازی با جرقه افروخته شود، واکنش زیر صورت می گیرد:



اگر حجم تمام گازها در شرایط دما و فشار یکسان اندازه گیری شده باشد، حجم تمام مواد موجود در پایان واکنش را بنویسید.

۹-۱۰-۶: از واکنش (g) $\text{F}_۲(g)$ و $\text{NH}_۳(g)$ در مجاورت کاتالیزور مس، (g) $\text{NF}_۳(g)$ و $\text{NH}_۳\text{F}(s)$ به دست می آید.

(الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.

۹-۱۰-۷: برای تهیه $\text{mL} = ۵/۰$ $\text{NF}_۳(g)$ چند میلی لیتر (g) $\text{NH}_۳(g)$ و (g) $\text{F}_۲(g)$ مورد نیاز است؟ در صورتی که راندمان واکنش $\% = ۶۵/۰$ باشد، فرض کنید تمام گازها در شرایط دما و فشار یکسان اندازه گیری شده اند.

۹-۱۰-۸: از واکنش (g) $\text{SF}_۶(g)$ و $\text{SO}_۴\text{F}_۳(g)$ در $^{\circ}\text{C} = ۳۰/۰$ $\text{SO}_۴\text{F}_۳(g)$ تولید می شود؟

(الف) معادله شیمیایی واکنش را بنویسید.

۹-۱۰-۹: برای تهیه $\text{mL} = ۷/۵$ $\text{SO}_۴\text{F}_۳(g)$ چند میلی لیتر (g) $\text{SF}_۶(g)$ و (g) $\text{SO}_۴(g)$ مورد نیاز است؟ در صورتی که راندمان واکنش $\% = ۴۲/۵$ باشد، فرض کنید تمام گازها در شرایط دما و فشار یکسان اندازه گیری شده اند.

۹-۱۰-۱۰: با استفاده از اصل آوغادرو چگالی (g) $\text{N}_۲\text{O}(g)$ را در STP تعیین نمایید.

۹-۱۰-۱۱: با استفاده از اصل آوغادرو چگالی (g) $\text{SF}_۶(g)$ را در STP تعیین نمایید.

۹-۱۰-۱۲: با استفاده از اصل آوغادرو وزن مولکولی گازی را که چگالی آن در STP $\text{g/L} = ۵/۷۱$ است، را تعیین نمایید.

۹-۱۰-۱۳: با استفاده از اصل آوغادرو وزن مولکولی گازی را که چگالی آن در STP $\text{g/L} = ۹/۰$ است، را تعیین نمایید.

۹-۱۰-۱۴: براساس استانداردهای بین المللی، مقدار مجاز (g) $\text{SO}_۴(g)$ در $\text{m}^۳ = ۸/۰$ $\mu\text{g/m}^۳$ است. یک متر مکعب برابر $\text{L} = ۱/۰۰ \times ۱/۰$ است.

(الف) این مقدار (g) $\text{SO}_۴(g)$ معادل چند گرم می باشد؟

(ب) چند مول (g) $\text{SO}_۴(g)$ می باشد؟

۹-۱۰-۱۵: فشار جزئی $\text{SO}_۴(g)$ در STP در هوا بی که حاوی $\text{SO}_۴(g) = ۸/۰ \mu\text{g/m}^۳$ است چقدر می باشد؟

۹-۱۰-۱۶: چند درصد شمار کل مولکول ها در این نمونه هوا، مولکول های $\text{SO}_۴(g)$ هستند؟

فصل دهم ۱۳۵

۱۰-۴۰: براساس استانداردهای بین‌المللی، مقدار مجاز (g) CO در هوا $\frac{1}{m^3} \mu\text{g}$ است. یک متر مکعب برابر $1000 \times 10^{-3} \text{ L}$ است.

الف) با توجه به این استاندارد، ماکزیمم فشار جزئی (g) CO در هوا در STP چقدر می‌باشد؟

ب) در 100 L از این هوا چند مولکول CO وجود خواهد داشت؟

ج) چند درصد شمار کل مولکول‌های هوا، مولکول‌های CO هستند؟

استوکیومتری و حجم گازها:

۱۰-۴۱: از واکنش کلسیم هیدرید، $\text{CaH}_2(g)$ با آب $\text{Ca}(\text{OH})_2(s)$, $\text{H}_2(g)$ تولید می‌شود.

الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.

ب) برای تهیه 100 L $\text{H}_2(g)$ در STP چند گرم $\text{CaH}_2(s)$ مورد نیاز می‌باشد؟

۱۰-۴۲: از واکنش فلز کلسیم، $\text{Ca}(\text{OH})_2(s)$, $\text{H}_2(g)$ با آب، $\text{Ca}(\text{OH})_2(s)$, $\text{CH}_4(g)$ تولید می‌شود.

الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.

ب) برای تهیه 100 L $\text{H}_2(g)$ در STP چند گرم Ca (s) مورد نیاز است؟ پاسخ خود را با مسئله ۱۰-۴۱ مقایسه نمایید.

۱۰-۴۳: از واکنش الومینیم کاربید، $\text{Al}_3\text{C}_2(s)$ با آب، گاز متان $\text{CH}_4(g)$ و $\text{AL}(\text{OH})_3(s)$ تولید می‌شود.

الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.

ب) از واکنش 100 g $\text{Al}_3\text{C}_2(s)$ چه حجم CH_4 (اندازه‌گیری شده در 25°C و 101.325 atm) به دست خواهد آمد؟

۱۰-۴۴: از واکنش لاتانیم کاربید، $\text{Li}(s)$, $\text{C}_2(s)$ با آب، گاز استیلن، $\text{C}_2\text{H}_2(g)$, $\text{Li}(\text{OH})_2(s)$ تولید می‌شود.

الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.

ب) از واکنش 100 g $\text{Li}(\text{C}_2)_2(s)$ چه حجم C_2H_2 (اندازه‌گیری شده در 20°C و 101.325 atm) به دست خواهد آمد؟

۱۰-۴۵: از واکنش NH_3 و F_2 در مجاورت کاتالیزور مس، NF_3 و $\text{NH}_3\text{F}(s)$ تولید می‌شود. بازده نظری NF_3 (بر حسب گرم در واکنشی که 100 mL NH_3 , 250 mL F_2 , 250 mL H_2O به کار می‌رود چقدر می‌باشد؟

فرض کنید تمام گازها در STP اندازه‌گیری شده‌اند.

۱۰-۴۶: سیانوژن، C_2N_2 , گازی قابل اشتعال و بسیار سمی است. این گاز را می‌توان از واکنش کاتالیز شده فاز گازی بین NO_2 و HCN تهیه کرد. فرآورده‌های این واکنش C_2N_2 , NO , H_2O , NO_2 , NO_3 هستند.

الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.

ب) بازده نظری C_2N_2 (بر حسب گرم) در واکنشی که 100 mL HCN و 120 mL NO_2 , به کار می‌رود چقدر می‌باشد؟ فرض کنید تمام گازها در STP اندازه‌گیری شده‌اند.

۱۰-۴۷: برای سوختن 120 mL از یک ترکیب گازی که فقط شامل H_2C است. 900 mL O_2 مورد نیاز می‌باشد. 400 mL CO_2 و 100 mL $\text{H}_2\text{O}(l)$ تولید می‌شود. تمام اندازه‌گیری‌های گازی در STP صورت گرفته می‌شود.

الف) شمار مول‌های هر یک از مواد در گیر در این واکنش را محاسبه نمایید.

ب) با استفاده از پاسخ‌های خود در قسمت الف ضرایب عددی معادله شیمیایی این واکنش را تعیین نمایید.

ج) فرمول این هیدروکربن را تعیین کرده و معادله واکنش را بنویسید.

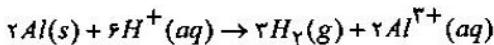
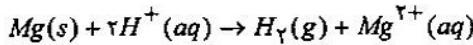
۱۰-۴۸: برای سوختن 135 mL از یک ترکیب گازی که فقط شامل H_2C است. 675 mL $\text{O}_2(g)$ مورد نیاز است. 405 mL CO_2 و 100 mL H_2O تولید می‌شود. تمام اندازه‌گیری‌های گازی در STP صورت گرفته است.

الف) شمار مول‌های هر یک از مواد در گیر در این واکنش را محاسبه کنید.

ب) با استفاده از پاسخ‌های خود در قسمت الف ضرایب عددی معادله شیمیایی این واکنش را تعیین کنید.

ج) فرمول این هیدروکربن را تعیین کرده و معادله واکنش را بنویسید.

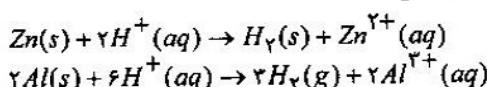
۱۰-۴۹: متیزیم و الومینیم با محلول اسیدها ترکیب شده و گاز هیدروژن به دست می‌دهند:



از واکنش 12.5 g نمونه از یک آلیاژ Mg و Al با یک اسید 1434 L گاز H_2 (اندازه‌گیری شده در STP) تولید شده است.

چند درصد این آلیاژ Al می‌باشد؟

۵۰- روی و آلومنیم با محلول اسیدها ترکیب شده و گاز هیدروژن تشکیل می‌دهند:



از واکنش ۳۰ g نمونه از یک آلیاژ Zn و Al با یک اسید ۱/۹ گاز H_2 (اندازه‌گیری شده در STP) تولید شده است. چند درصد این آلیاژ Z می‌باشد؟

قانون فشار جزیی دالتون:

۵۱- محلوطنی از O_2 ۰/۵۶۰ g و N_2 ۰/۵۶۰ atm دارای فشار ۱/۶ است. فشار جزیی هر یک از این گازها، چقدر می‌باشد؟

۵۲- محلوطنی از N_2O ۰/۹۲۴ g و NO ۰/۸۲۵ atm دارای فشار ۱/۳۲ است. فشار جزیی هر یک از این گازها، چقدر می‌باشد؟

۵۳- فشار جزیی CH_4 و C_2H_6 در محلوطنی از این دو گاز به ترتیب $0/225$ atm و $0/165$ atm می‌باشد.

(الف) کسر مولی هر یک از این گازها در محلوطن چقدر می‌باشد؟
(ج) در این محلوطن چند گرم از هر یک از گازها وجود دارد؟

۵۴- فشار جزیی Ne و Ar در محلوطنی از این دو گاز به ترتیب $0/225$ atm و $0/75$ atm می‌باشد.

(الف) کسر مولی هر یک از این گازها در محلوطن چقدر می‌باشد؟

(ب) اگر این محلوطن در $0/10^\circ\text{C}$ ۱۰۰ L حجم $0/37$ را اشغال کند شمار کل مول‌های گاز در این محلوطن چقدر می‌باشد؟
(ج) در این محلوطن چند گرم از هر یک از گازها وجود دارد؟

۵۵- ۵۰۰ mL نمونه‌ای از یک گاز در $0/30^\circ\text{C}$ بر روی آب جمع‌آوری شده و فشار آن $0/10$ atm می‌باشد. اگر این گاز در $0/100^\circ\text{C}$ و فشار 1atm خشک شود چه حجمی را اشغال خواهد کرد؟

۵۶- ۶۲۵ mL نمونه‌ای از یک گاز در $0/20^\circ\text{C}$ بر روی آب جمع‌آوری شده و فشار آن $0/983$ atm است. اگر این گاز را خشک کرده و در یک ظرف $0/27^\circ\text{C}$ در 250 mL 27°C جای دهیم، فشار آن چقدر می‌باشد؟

۵۷- نمونه‌ای از یک گاز که در $0/50^\circ\text{C}$ بر روی آب جمع‌آوری شده حجم 1L را اشغال می‌کند. فشار گاز مرتبط 1atm می‌باشد. هنگامی که این نمونه گاز در $0/95^\circ\text{C}$ خشک می‌شود، حجم 1L را اشغال کرده و فشار آن 1atm است. فشار بخار آب در $0/50^\circ\text{C}$ چقدر است؟

۵۸- نمونه‌ای از یک گاز که در $0/75^\circ\text{C}$ بر روی آب جمع‌آوری شده حجم $1/150$ atm را اشغال می‌نماید. فشار گاز مرتبط $1/10$ atm می‌باشد. هنگامی که این نمونه گاز در $0/41^\circ\text{C}$ خشک می‌شود، حجم 560 mL را اشغال کرده و فشار آن $1/5$ atm است. فشار بخار آب در $0/75^\circ\text{C}$ چقدر است؟

نظیره چنیشی گازها، قانون گردابام:

۵۹- جذر میانگین مجدد سرعت برای مولکول N_2 در $0/100^\circ\text{K}$ و $0/500^\circ\text{K}$ چقدر می‌باشد؟

۶۰- جذر میانگین مجدد سرعت برای مولکول CO_2 در $0/125^\circ\text{K}$ و $0/650^\circ\text{K}$ چقدر می‌باشد؟

۶۱- در چه دماهی جذر میانگین مجدد سرعت مولکول N_2O مساوی جذر میانگین مجدد سرعت مولکول N_2 در $0/400^\circ\text{K}$ می‌باشد؟

۶۲- در چه دماهی جذر میانگین مجدد سرعت مولکول F_2 مساوی جذر میانگین مجدد سرعت مولکول Cl_2 در $0/400^\circ\text{K}$ می‌باشد؟

۶۳- سرعت نفوذ مولکولی N_2O را با $0/100^\circ\text{K}$ در شرایط یکسان مقایسه نمایید.

۶۴- سرعت نفوذ مولکولی F_2 را با $0/100^\circ\text{K}$ در شرایط یکسان مقایسه نمایید.

۶۵- سرعت نفوذ مولکولی گاز X، در شرایط یکسان، $0/100^\circ\text{K}$ برابر گاز O_2 است. وزن مولکولی گاز X چقدر می‌باشد؟

۶۶- سرعت نفوذ مولکولی گاز Y، در شرایط یکسان، $0/100^\circ\text{K}$ برابر گاز SO_2 است. وزن مولکولی گاز Y چقدر می‌باشد؟

فصل دهم

۶۷-۱۰: چگالی N_2 در $C = 25^\circ$ و $P = 522 \text{ g/L}$ برابر $\frac{1}{5} \text{ atm}$ است. سرعت نفوذ مولکولی N_2 از یک مایع $9/5 \text{ mL/s}$ می‌باشد.
 (الف) چگالی نمونه‌ای از یک گاز که سرعت نفوذ مولکولی آن از همان مانع در همان شرایط $6/428 \text{ mL/s}$ است چقدر می‌باشد؟
 (ب) وزن مولکولی این گاز چقدر می‌باشد؟

۶۸-۱۰: چگالی X در 456 atm و $C = 55 \text{ g/L}$ است. 15 mL گاز X در 100°S از یک مانع عبور می‌کند. سرعت نفوذ مولکولی گاز Y از همان مانع و در همان شرایط $20/4 \text{ mL/s}$ می‌باشد.
 (الف) چگالی گاز Y را در شرایط آزمایشگاهی محاسبه نماید.
 (ب) وزن مولکولی گاز Y چقدر می‌باشد؟

۶۹-۱۰: در صورتی که حجم معینی از یک گاز در ۵ دقیقه از یک مانع عبور کند و همان حجم اکسیژن، در همان دما و فشار در $6/3$ دقیقه از این مانع بگذرد چگالی گاز مورد نظر چقدر می‌باشد؟

۷۰-۱۰: اگر حجم معینی از یک گاز در 5°C از یک مانع عبور کند و همان حجم CH_4 در همان شرایط دما و فشار در 219 S از این مانع بگذرد، با استفاده از قانون گراهام وزن مولکولی این گاز را محاسبه نماید.

گازهای حقیقی:

۷۱-۱۰: انتظار دارید کدام‌یک از گازهای فهرست شده در جدول ۴-۱۰ را داشته باشد؟

- (الف) دارای بیشترین دمای بحرانی نکند؟
- (ب) بیشتر از قانون گاز ایده‌آل پیروی نمایند؟
- (ج) دارای کمترین دمای بحرانی باشند؟
- (د) بیشترین حجم مولکولی را داشته باشند؟
- (ه) ضعیف‌ترین نیروهای بین مولکولی را داشته باشند؟

۷۲-۱۰: در هر یک از زوج‌های زیر کدام جزء بیشتر از قانون گاز ایده‌آل پیروی می‌کند؟
 (الف) H_2 (وزن مولکولی $2/0$) یا HI (وزن مولکولی $127/9$)

(ب) یک گاز در 100°C یا همان گاز در 100°K

(ج) یک گاز در فشار $1/0 \text{ atm}$ یا همان گاز در فشار 100° atm

(د) یک گاز با دمای بحرانی 100°K یا گازی با دمای بحرانی 100°C برای پیش‌بینی‌های خود دلیل آورید.

۷۳-۱۰: فشار اعمال شده به وسیله $1/0 \text{ mol O}_2$ محبوس شده در حجم $1/0 \text{ L}$ در دمای 0°C را

(الف) با قانون گاز ایده‌آل و (ب) با معادله و اندروالس محاسبه کنید. (ج) نتایج را مقایسه نماید.

۷۴-۱۰: فشار اعمال شده به وسیله $1/0 \text{ mol NH}_3$ محبوس شده در حجم $1/0 \text{ L}$ را در دمای 0°C را

(الف) با قانون گاز ایده‌آل و (ب) با معادله و اندروالس محاسبه کنید. (ج) نتایج را مقایسه نماید.

۷۵-۱۰: فشار اعمال شده به وسیله $1/0 \text{ mol O}_2$ محبوس شده در حجم $1/0 \text{ L}$ در دمای 0°C را

(الف) با قانون گاز ایده‌آل و (ب) با معادله و اندروالس محاسبه کنید.

(ج) نتایج را با یکدیگر و با نتایج مسئله ۷۳-۱۰ مقایسه کنید.

۷۶-۱۰: فشار اعمال شده به وسیله $1/0 \text{ mol O}_2$ محبوس شده در حجم $1/0 \text{ L}$ در دمای 127°C را

(الف) با قانون گاز ایده‌آل و (ب) با معادله و اندروالس بدست آورید.

(ج) نتایج را با یکدیگر و با نتایج مسئله ۷۳-۱۰ مقایسه کنید.

۷۷-۱۰: (الف) با استفاده از ثابت واندروالس، b برای CO_2 (بر حسب لیتر) را محاسبه نمایید.
 (ب) نتایج را با یکدیگر و با نتایج مسئله ۷۳-۱۰ مقایسه کنید.

۷۸-۱۰: مقدار ثابت واندروالس، b برای CO_2 (بر حسب g/mol) $10/427 \text{ L/mol}$ را محاسبه نمایید.

(الف) در STP چند درصد حجم کل CO_2 را حجم مولکولی تشکیل می‌دهد؟

۷۹-۱۰: مقدار ثابت واندروالس، b برای Kr (بر حسب g/mol) $10/398 \text{ L/mol}$ است. با استفاده از این مقدار، شعاع اتم کربیتون را محاسبه نمایید.

تمرین‌های ملبده‌بلندی شده:

۷۹-۱۰: یک مخزن 10 L یتری با هلیم پر شده و فشار آن به 150 atm رسیده است. با هلیم موجود در این مخزن چند بالن اسباب‌بازی $1/5 \text{ L}$ یتری را در فشار $1/0 \text{ atm}$ می‌توان پر کرد. فرض کنید دما تغییر نکند. توجه داشته باشید که فشار مخزن را نمی‌توان پایین‌تر از $1/0 \text{ atm}$ آورد.

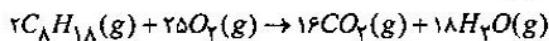
۸۰-۱۰: در دمای بالاتر ${}^{\circ}C$ ۵۰ نیتروژن اکسید، NO تجزیه شده، نیتروژن اکسید (N_2O) و نیتروژن دی اکسید، NO_2 تولید می‌نماید.

الف) معادله شیمیایی این واکنش را بنویسید.

ب) در مجموع چه حجم گاز از تجزیه NO ، ۲۵/۰ mL در ${}^{\circ}C$ ۲۰۰ و 986 atm در شرایط یکسان اندازه گیری شده‌اند.

ج) فشار جزیی N_2O در این مخلوط گازی چقدر می‌باشد؟

۸۱-۱۰: از سوختن کامل اکتان، دیواکسید کربن و آب به دست می‌آید:



از سوختن کامل ۴۶۵۰ g در دمای ${}^{\circ}C$ ۴۵۰ و فشار ۱۲/۵ atm چه حجم گاز به دست می‌آید؟

۸۲-۱۰: از سوختن کامل ۴۳۰ g از یک ترکیب که فقط شامل H_2C است. CO_2 ۶۷۲ mL گاز (اندازه گیری شده در STP) و H_2O ۱۶۲۰ g به دست می‌آید. این مقدار گاز در ${}^{\circ}C$ ۵۰ و 885 atm ۱۵۶ mL را اشغال می‌کند. فرمول مولکولی این ترکیب چیست؟

۸۳-۱۰: یک مول N_2O_4 در یک ظرف قرار گرفته و تفکیک شده است: $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

مخلوط حاصل از این تفکیک NO_2 و N_2O_4 در فشار کل 110 atm ${}^{\circ}C$ ۴۵/۱۷ L را اشغال می‌کند.

الف) با استفاده از معادله حالت شمار کل مولکول‌های گازی موجود را پیدا نمایید.

ب) شمار مول‌های N_2O_4 تفکیک شده را برابر X قرار دهید. در اثر این تفکیک چند مول NO_2 بر حسب X تولید شده است؟ با استفاده از مقدار به دست آمده در قسمت الف شمار مول‌های N_2O_4 و NO_2 را محاسبه کنید.

ج) کسر مولی N_2O_4 و NO_2 در این مخلوط چقدر می‌باشد؟

د) فشار جزیی N_2O_4 و NO_2 چقدر می‌باشد؟

۸۴-۱۰: نمودارهای تقریبی زیر را برای مجموعه‌ای از مولکول‌ها رسم نمایید.

ب) توزیع انرژی‌های مولکولی

الف) توزیع سرعت مولکولی در دو دمای متفاوت،

۸۵-۱۰: الف) فرض‌های مربوط به نظریه جنبشی گازها را بنویسید.

ب) علت انحراف رفتار گازهای حقیقی نسبت به گازهای ایده‌آل چیست؟

۸۶-۱۰: 86 mol CO_2 را در دمای ${}^{\circ}C$ ۲۵ در نظر بگیرید. در فشار $75/0\text{ atm}$ حجم این نمونه L ۰/۳۲۴ است و در 800 atm حجم آن $L/0.533$ می‌باشد.

الف) حجم این گاز براساس قانون گازهای ایده‌آل باید چقدر باشد؟

ب) علت این تفاوت در حجم را توضیح دهید.

ج) مقدار PV/RT در این دو فشار چقدر می‌باشد؟

حل تمرین‌های فصل ۱۰

قوانين گازهای ساده

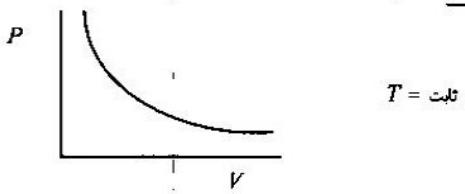
۱-۱۰

(الف) قانون بولیل: در یک درجه حرارت ثابت حجم یک نمونه گازی با فشار آن نسبت معکوس دارد یعنی با افزایش فشار حجم کمتر می‌شود.

(ب) قانون شارل: در یک فشار ثابت حجم با درجه حرارت مطلق نسبت مستقیم دارد، یعنی برای یک نمونه گازی در فشار ثابت اگر درجه حرارت مطلق نصف شود حجم گاز نصف می‌شود.

(ج) قانون آمانتون: در حجم ثابت فشار با درجه حرارت مطلق نسبت مستقیم دارد یعنی برای یک نمونه گازی در فشار ثابت اگر درجه حرارت مطلق دو برابر شود فشار گاز دو برابر خواهد شد.

۲-۱۰ (الف)



۳-۱۰ (الف)



۴-۱۰

ثابت

$$?L = 85 \cdot mL \left(\frac{16 \cdot atm}{21 \cdot atm} \right) = 52 \cdot mL \quad (الف)$$

$$?atm = 16 \cdot atm \left(\frac{52 \cdot mL}{100 \cdot mL} \right) = 10.4 \cdot atm \quad (ب)$$

$$?atm = 16 \cdot atm \left(\frac{52 \cdot mL}{50 \cdot mL} \right) = 11.8 \cdot atm \quad (ج)$$

۴-۱۰

ثابت

$$?L = 165 \left(\frac{165 \cdot L}{150 \cdot L} \right) = 215 \cdot L \quad (الف)$$

$$?atm = 165 \cdot atm \left(\frac{165L}{110L} \right) = 11.2 \cdot atm \quad (ب)$$

$$?atm = 165 \cdot atm \left(\frac{165L}{215L} \right) = 0.89 \cdot atm \quad (ج)$$

۵-۱۰

ثابت

$$T_1 = 50 + 273 = 323 \text{ K} \quad (الف)$$

$$T_r = 273 - 10 = 263 \text{ K}$$

$$?L = 165 \cdot L \left(\frac{263K}{323K} \right) = 14.4 \cdot L$$

$$K = 273 \cdot K \left(\frac{14.4L}{165L} \right) = 162 \text{ K} \quad (ب)$$

$$T = 273 + t \Rightarrow t = 162 - 273 = -111^\circ\text{C}$$

$$?K = 273K \left(\frac{215L}{165L} \right) = 55K \quad (ج)$$

$$t = 55K - 273K = 82^\circ\text{C}$$

۶-۱۰

ثابت

$$T_1 = 273 \text{ K}, T_r = 273 + 25 = 298 \text{ K} \quad (الف)$$

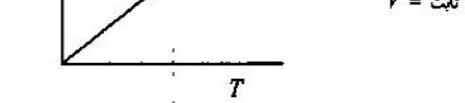
$$?mL = 126mL \left(\frac{298K}{273K} \right) = 148 \cdot mL$$

$$?K = 273 \left(\frac{148mL}{126mL} \right) = 201 \text{ K} \quad (ب)$$

$$t = 201 - 273 = -72^\circ\text{C}$$

۷-۱۰ (ب)

ثابت



۸-۱۰ (ج)

ثابت



قانون گازهای ایده‌آل

۱۱-۱۰

فشار <i>p</i>	حجم <i>V</i>	مول <i>n</i>	دما <i>T</i>
۱۰۰ °C	۱/۰ mol	۲۰/۰ L	۱۰۰ atm
۱۰۰ K	۰/۰۲۳ mol	۱/۰ L	۰/۹۰ atm
-10 °C	۰/۰۱۰ mol	۰/۰۱ L	۰/۹۸ atm
۷۰ °C	۰/۰۷ mol	۰/۰۷ L	۰/۹۷ atm

۱۲-۱۰

فشار <i>p</i>	حجم <i>V</i>	مول <i>n</i>	دما <i>T</i>
۱۰ °C	۰/۹۰ atm	۰/۰۱۰ L	۰/۱۰ atm
۶۰ K	۰/۰۱۹۷ mol	۰/۰۱ mL	۱/۰ atm
۲۰ °C	۰/۰۷۵ mol	۰/۰۲ L	۰/۹۲ atm
۱۰ °C	۰/۰۵۰ mol	۰/۰۲۵ L	۰/۹۰ atm

$$T_1 + 100 = 273K$$

۱۳-۱۰

$$\frac{?mL}{mL} = \frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{mL}{mL} \left(\frac{273K}{273K} \right) \left(\frac{1/0 \cdot atm}{0/1 \cdot atm} \right) = 1/0 atm$$

۱۴-۱۰

$$STP: P = 1 atm, t = -10^\circ C, T = 273 K$$

$$T_1 = 273 + 10 = 283 K$$

$$\frac{?L}{L} = \frac{1/0 \cdot L}{1/0 \cdot atm} \left(\frac{273K}{283K} \right) = 0/95 L$$

۱۵-۱۰

$$T_1 = 273 + 70 = 343 K$$

$$V = 70 \cdot mL = 0/70 L$$

$$\frac{?K}{K} = \frac{273}{343} \left(\frac{1/0 \cdot atm}{0/1 \cdot atm} \right) \left(\frac{1/0 \cdot L}{0/1 \cdot L} \right) K = 0/19 K$$

$$T = 0/19 K \Rightarrow t = 0/19 - 273 = -254^\circ C$$

۱۶-۱۰

$$T_1 = 273 + 20 = 293 K$$

$$T_2 = 20 + 273 = 293 K$$

$$\frac{?atm}{atm} = \frac{1/0 \cdot atm}{1/0 \cdot atm} \left(\frac{273K}{293K} \right) \left(\frac{1/0 \cdot L}{0/1 \cdot L} \right) = 0/96 atm$$

۱۷-۱۰

$$\frac{?K}{K} = \frac{273}{293} \left(\frac{1/0 \cdot mL}{1/0 \cdot mL} \right) = 0/2 K$$

$$t = 0/2 - 273 = 229^\circ C$$

۷-۱۰

$$T_1 = 273 + 20 = 293 K$$

$$T_2 = 273 - 60 = 223 K$$

$$\frac{?atm}{atm} = \frac{1/0 atm}{1/0 atm} \left(\frac{293K}{223K} \right) = 1/8 atm$$

(ج)

$$\frac{?K}{K} = \frac{293}{223} \left(\frac{1/0 \cdot atm}{1/0 \cdot atm} \right) = 0/86 \times 1^\circ K$$

$$t = 0/86 \times 1^\circ - 273 = 0/59 \times 1^\circ C$$

(ج)

$$\frac{?K}{K} = \frac{293}{273} \left(\frac{1/0 \cdot atm}{1/0 \cdot atm} \right) = 1/94 K$$

$$t = 194 - 273 = -79^\circ C$$

۸-۱۰

$$T_1 = 273 K, T_2 = 273 + 20 = 293 K$$

$$\frac{?atm}{atm} = \frac{0/1 \cdot atm}{1/0 \cdot atm} \left(\frac{293K}{273K} \right) = 0/27 atm$$

$$\frac{?K}{K} = \frac{273}{293} \left(\frac{1/0 \cdot atm}{0/1 \cdot atm} \right) = 0/46 K$$

$$t = 0/46 - 273 = 273^\circ C$$

۹-۱۰

$$T_1 = 273 K, T_2 = 273 + 1 = 274 K$$

$$\frac{?mL}{mL} = \frac{0/1 \cdot mL}{1/0 \cdot mL} \left(\frac{274K}{273K} \right) mL = 0/52 mL$$

$$25/52 mL - 25/10 mL = 0/12 mL$$

افزایش حجم به ازای هر درجه سانتیگراد.

۱۰-۱۰

$$\frac{?atm}{atm} = \frac{0/1 \cdot atm}{1/0 \cdot atm} \left(\frac{0/525 mL}{25 mL} \right)$$

$$= 0/46 \times 1^\circ atm$$

فصل دهم

$$M_{CH_4} = 16 \text{ g/mol}$$

$$T = 25 + 273 = 298 K$$

$$PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

دانسیته برابر وزن یک لیتر می باشد می توان حجم را برابر یک لیتر در نظر گرفت و تمرين را حل نمود.

$$(1/\Delta atm)(1/L) = \left(\frac{g}{16 \text{ g/mol}} \right)$$

$$(1/1.821 \text{ L.atm/K.mol})(298K)$$

$$d = 0.981 \text{ g/L}$$

$$g = 0.981 \text{ g}$$

٢١-١٠

$$T = 50 + 273 = 323 K$$

$$m_{N_2O} = 44 \text{ g/mol}$$

$$PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

$$(1/1.821 \text{ L.atm/K.mol})(323K)$$

$$V = 0.751 \text{ L}$$

$$M_{O_2} = 32 \text{ g/mol}$$

$$T = 273 + 1 = 274 K$$

$$PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

$$(1/1.821 \text{ L.atm/K.mol})(274K)$$

٢٨-١٠

$$M_{SO_4} = 96 \text{ g/mol}, T = 100 + 273 K$$

$$PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

شبیه تمرين قبل وزن یک لیتر گاز را محاسبه می نماییم.

$$(1/1.821 \text{ L.atm/K.mol})(273K)$$

$$g = 1.07 g$$

$$d = 1.07 g/L$$

٢٣-١٠

$$T = 273 - 1 = 272 K$$

$$P = ? \quad d = 1.0 \text{ g/L}$$

با کمک دانسیته می توان نوشت:

$$g = 1 \text{ g}, V = 1.0 \text{ L}$$

$$M_{Ar} = 39.9 \text{ g/mol}$$

$$PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

$$M_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$$

$$T = 75 + 273 = 323 K$$

$$PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

$$(1/1.821 \text{ L.atm/K.mol})(323K)$$

$$(1/1.821 \text{ L.atm/K.mol})(323K)$$

٢٩-١٠

$$\text{مقدار متان مورد نیاز} = ۱۵۱ \cdot L \text{CH}_4$$

$$?L O_2 = ۱۵۱ \cdot L \text{HCN} \left(\frac{۲L O_2}{۲L \text{HCN}} \right)$$

$$\text{مقدار اکسیژن مورد نیاز} = ۲۲ / ۵ L O_2$$

$$?L NH_3 = ۱۵۱ \cdot L \text{HCN} \left(\frac{۲L NH_3}{۲L \text{HCN}} \right)$$

$$\text{مقدار آمونیاک مورد نیاز} = ۱۵۱ \cdot L NH_3$$

$$?L H_2O = ۱۵۱ \cdot L \text{HCN} \left(\frac{۶L CH_4}{۲L \text{HCN}} \right)$$

$$\text{مقدار آب بدست آمده} = ۴۵ / ۰ L H_2O$$

۲۸-۱۰

$$?L O_2 = ۷ / ۰ L CH_4 \left(\frac{۲L O_2}{۲L CH_4} \right)$$

$$\text{مقدار اکسیژن مورد نیاز} = ۱ / ۰ / ۵ L O_2$$

$$?L NH_3 = ۷ / ۰ L CH_4 \left(\frac{۲L NH_3}{۲L CH_4} \right)$$

$$\text{مقدار آمونیاک مورد نیاز} = ۷ / ۰ \cdot L NH_3$$

$$?L HCN = ۷ / ۰ L CH_4 \left(\frac{۲L HCN}{۲L CH_4} \right)$$

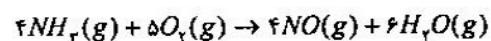
$$\text{مقدار HCN بدست آمده} = ۷ / ۰ \cdot L HCN$$

$$?L H_2O = ۱۵ / ۰ L CH_4 \left(\frac{۶L H_2O}{۲L CH_4} \right)$$

$$\text{مقدار H}_2O \text{ بدست آمده} = ۲۱ / ۰ L H_2O$$

۲۹-۱۰

(الف)



ب) با حجم اکسیژن و آمونیاک داده شده ابتدا عامل محدودکننده را تعیین می‌نماییم. قانون گیلوساک و اصل آووگادرو می‌گویند، که برای گازها در شرایط یکسان اندازه‌گیری نسبت حجمی آن‌ها برابر نسبت مولی آن‌ها می‌باشد. حجم یک مول از هر گازی در شرایط متعارفی برابر $۲۲ / ۴ L$ می‌باشد.

$$P(1 / \cdot L) = \left(\frac{1g}{۲۲ / ۴ g} \right)$$

$$(\cdot / ۰.۸۲۱ L \text{ atm} / K \cdot mol)(۲۶۳K)$$

$$\Rightarrow P = \cdot / ۰.۸۲۱ \text{ atm}$$

۲۴-۱۰

$$d_{H_2S} = \cdot / ۰.۰۵ \cdot g / L \Rightarrow g = \cdot / ۰.۰۵ \cdot , V = ۱ / \cdot L,$$

$$M_{H_2S} = ۳۴ / ۱ g / mol$$

$$(\cdot / ۰.۰۵ \cdot atm)(1 / \cdot L) = \left(\frac{\cdot / ۰.۰۵ \cdot g}{۳۴ / ۱ g / mol} \right)$$

$$(\cdot / ۰.۸۲۱ L \text{ atm} / K \cdot mol)(T)$$

$$T = ۲۹۱K \quad t = ۲۹۱ - ۲۷۳ = ۱۸^{\circ}C$$

۲۵-۱۰

$$d = \cdot / ۰.۰۴ \cdot g / L \Rightarrow g = \cdot / ۰.۰۴ \cdot g$$

$$V = ۱ / \cdot L$$

$$T = ۲۷۳ + ۶۵ = ۳۳۸K, PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

$$(\cdot / ۰.۸۸۶ atm)(1 / \cdot L) = \left(\frac{\cdot / ۰.۰۴ \cdot g}{M} \right)$$

$$(\cdot / ۰.۸۲۱ L \text{ atm} / K \cdot mol)(338K)$$

این گاز نيون می‌باشد.

۲۶-۱۰

$$T = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۱ \cdot K, g = ۱ / ۰.۵ \cdot$$

$$V = ۱ / \cdot L$$

$$(1 / ۰.۳۵ atm)(1 / \cdot L) = \left(\frac{۱ / ۰.۵ \cdot g}{M} \right)$$

$$(\cdot / ۰.۸۲۱ L \text{ atm} / K \cdot mol)(31 \cdot K)$$

$$M = ۳ \cdot ۰ \cdot g / mol$$

این گاز NO می‌باشد.

قانون ترکیب حجمی گیلوساک و اصل آووگادرو

۲۷-۱۰

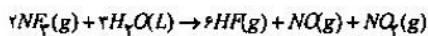
$$?L CH_4 = ۱۵ / ۰ L \text{HCN} \left(\frac{۲L CH_4}{۲L \text{HCN}} \right)$$

فصل دهم

۳۲-۱۰ ابتدا عامل محدودکننده واکنش را تعیین می‌نماییم.

$$\frac{130 \cdot mL NF_3}{2 mL NF_3} = 65 \quad \frac{200 \cdot mL H_2O}{2 mL H_2O} = 100$$

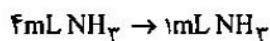
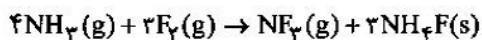
NF_3 عامل محدود کننده واکنش می‌باشد.



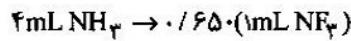
۱۳۰ mL	۲۰۰ mL	-	-	-	مقادیر اولیه
-۱۳۰	-۱۹۵	+۶۵	+۶۵	+۶۵	مقادیر بدست
		+۶۵	+۶۵	+۶۵	امده یا مصرفی
-	-	۵ mL	۲۹۰ mL	۹۵ mL	مقادیر نهایی

۳۳-۱۰

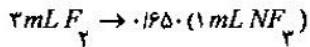
(الف)



راندمان واکنش ۶۵٪ می‌باشد پس:



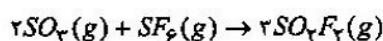
رابطه مشابه برای فلورور عبارت خواهد شد با:



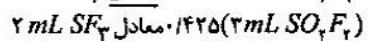
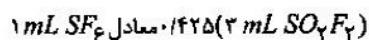
$$?mL NH_3 = 0.1 \cdot mL NF_3 \left(\frac{4mL NH_3}{0.65 \cdot (1mL NF_3)} \right) \\ = 2.4mL NH_3$$

$$?mL F_2 = 0.1 \cdot mL NF_3 \left(\frac{2mL F_2}{0.65 \cdot (1mL NF_3)} \right) \\ = 2.2mL F_2$$

۳۴-۱۰ (الف)



(ب)



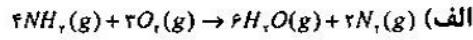
پس طبق واکنش شیمیایی مقدار ۴L گاز آمونیاک با ۵L گاز اکسیژن واکنش می‌دهد.

$$\frac{16 \cdot L NH_3}{5L NH_3} = 4/.. \quad \frac{16 \cdot L O_2}{5L O_2} = 2/20$$

پس گاز اکسیژن در این واکنش عامل محدود کننده می‌باشد.

$$?L NO = 16 \cdot L O_2 \left(\frac{4L NO}{5L O_2} \right) = 12.8L NO$$

۳۰-۱۰



ب) مانند تمرین قبل عمل می‌نماییم.

$$\frac{9L NH_3}{4L NH_3} = 2/25 \quad \frac{9/100 L O_2}{2L O_2} = 2/..$$

پس آمونیاک عامل محدود کننده واکنش می‌باشد.

$$?NH_3 = 9/100 L NH_3 \left(\frac{2L NH_3}{4L NH_3} \right) = 4/5 \cdot LN_2$$

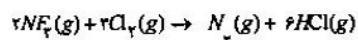
۳۱-۱۰

ابتدا عامل محدود کننده واکنش را تعیین می‌نماییم.

$$\frac{0.9L NH_3}{2L NH_3} = 0.45.$$

$$\frac{1/2 L Cl_2}{2L Cl_2} = 0.15.$$

پس کلر محدود کننده می‌باشد.



مقادیر اولیه

مقادیر بدست

امده یا مصرفی

مقادیر نهایی

وزن مولکولی این گاز برابر $20/2$ است (این گاز نئون می‌باشد).

۳۹-۱۰

(الف)

$$\text{?g } SO_2 = \lambda \cdot \mu g SO_2 \left(\frac{1 \cdot 10^{-6} \text{ g } SO_2}{1 \mu \text{g } SO_2} \right)$$

$$= 11 \cdot 10^{-6} \text{ g } SO_2$$

(ب)

$$\text{?mol } SO_2 = \lambda \cdot 10^{-6} \text{ g } SO_2 \left(\frac{1 \text{ mol } SO_2}{64/1 \text{ g } SO_2} \right)$$

$$\text{?mol } SO_2 = 1/25 \times 10^{-6} \text{ mol } SO_2$$

(ج)

$$\text{?mol جی} = 1 \times 10^{-6} \text{ g } SO_2 \left(\frac{1 \text{ mol جی}}{22/4 \text{ L}} \right)$$

$$= 44/6 \text{ mol جی}$$

$$\chi SO_2 = \frac{n_{SO_2}}{n_{جی}} = \frac{1/25 \times 10^{-6} \text{ mol } SO_2}{44/6 \text{ mol جی}}$$

$$= 21/8 \times 10^{-8}$$

$$PSO_2 = \chi SO_2 P_{کل} = (1/25 \times 10^{-6}) (110 \text{ atm})$$

$$= 21/8 \times 10^{-8} \text{ atm}$$

د) درصد مولکول‌های SO_2

$$\frac{1/25 \times 10^{-6} \text{ mol } SO_2}{44/6 \text{ mol جی}} \times 100\% = 21/8 \times 10^{-6} \%$$

۴۰-۱۰

(الف)

$$\gamma(g/m^3)CO = (10 \dots \mu g/m^3)CO \left(\frac{100}{10 \mu g CO} \right)$$

$$= 1 \times 10^{-3} g/m^3 CO$$

$$\text{?mL } SF_6 = 451 \cdot mL SO_2 F_2 \left(\frac{1 \text{ mol } SF_6}{14250 \text{ mL } SO_2 F_2} \right)$$

$$= 51 \cdot 1 \text{ mL } SF_6$$

$$\text{?SO}_2 = 451 \cdot mL SO_2 F_2 \left(\frac{1 \text{ mol } SF_6}{14250 \text{ mL } SO_2 F_2} \right)$$

$$= 117/8 \text{ mL } SO_2$$

۳۵-۱۰

$$\text{?g } N_2 O(g) = 1L N_2 O \left(\frac{1 \text{ mol } N_2 O}{22/4 L N_2 O} \right)$$

$$\left(\frac{44/1 \text{ g } N_2 O}{1 \text{ mol } N_2 O} \right) = 1/96 \text{ g } N_2 O$$

پس دانسیته $N_2 O$ در شرایط متعارفی g/L برابر $1/96$ می‌باشد.

۳۶-۱۰

$$\text{?g } SF_6 = 1LSF_6 O \left(\frac{1 \text{ mol } SF_6}{22/4 LSF_6} \right) \left(\frac{14250 \text{ g } SF_6}{1 \text{ mol } SF_6} \right)$$

$$= 2/25 \text{ g } SF_6$$

پس دانسیته SF_6 برابر $2/25 \text{ g/L}$ می‌باشد.

۳۷-۱۰

$$\text{?g } X = 1 \text{ mol } X \left(\frac{22/4 L X}{1 \text{ mol } X} \right) \left(\frac{5/11 \text{ g } X}{1 L X} \right)$$

$$= 128/1 \text{ g } X$$

وزن مولکولی گاز X برابر $128/1$ است (این گاز H_2 می‌باشد).

۳۸-۱۰

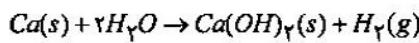
$$\text{?g } X = 1 \text{ mol } X \left(\frac{22/4 L X}{1 \text{ mol } X} \right) \left(\frac{0/9 \text{ g } X}{1 L X} \right)$$

$$= 20/1 \text{ g } X$$

$$\text{?g CaH}_\gamma = \frac{1}{1} \times 1 \text{ L H}_\gamma \left(\frac{1 \text{ mol H}_\gamma}{1 \text{ L H}_\gamma} \right) \left(\frac{1 \text{ mol CaH}_\gamma}{1 \text{ mol H}_\gamma} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ g CaH}_\gamma}{1 \text{ mol CaH}_\gamma} \right) = 1 / 1 \text{ g CaH}_\gamma$$

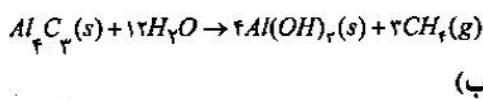
42-10
(الف)



$$\text{?g Ca} = \frac{1}{1} \times 1 \text{ L H}_\gamma \left(\frac{1 \text{ mol H}_\gamma}{1 \text{ L H}_\gamma} \right) \left(\frac{1 \text{ mol Ca}}{1 \text{ mol H}_\gamma} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} \right) = 1 / 1 \text{ g Ca}$$

43-10
(الف)



$$\text{? mol CH}_\gamma = \frac{1}{1} \times 12 \text{ g Al}_f C_3 \left(\frac{1 \text{ mol Al}_f C_3}{144 \text{ g Al}_f C_3} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ mol CH}_\gamma}{1 \text{ mol Al}_f C_3} \right) = 1 / 12 \text{ mol CH}_\gamma$$

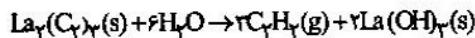
$$PV = nRT$$

$$(1.013 \text{ atm})(V) = (1 / 12 \text{ mol})$$

$$(1.013 \text{ L.atm / K.mol})(273 \text{ K})$$

$$V = 1 / 12 \text{ L}$$

44-10
(الف)



وزن مولکول CO برابر با 28 g/mol است.

$$PV = \left(\frac{g}{M} \right) RT$$

$$P(1 \times 1 \text{ L}) = \left(\frac{1 \times 1 \times 1 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} \right)$$

$$(1.013 \text{ Latm / K.mol})(273 \text{ K})$$

$$P = 1 / 1 \times 1 \text{ atm}$$

ب) تعداد مول را از رابطه $PV=nRT$ محاسبه می نماییم.

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1 \times 1 \times 1 \text{ atm})(1 \text{ L})}{(1.013 \text{ Latm / K.mol})(273 \text{ K})}$$

$$= 1 / 15 \times 1 \text{ mol}$$

$$\text{? mol CO} = \frac{6 / 0.2 \times 10^{-3} \text{ مولکول CO}}{1 \text{ mol CO}}$$

$$= 1 / 15 \times 1 \text{ mol}$$

راه حل دوم:

$$\text{CO} = 1 / 1 \text{ L} \left(\frac{1 \times 1 \times 1 \text{ g CO}}{1 \times 1 \text{ L}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} \right)$$

$$\times \left(\frac{6 / 0.2 \times 1.23 \text{ مولکول CO}}{1 \text{ mol CO}} \right) = 1 / 15 \times 1 \text{ mol}$$

ج) هوا در شرایط متعارفی می باشد پس:

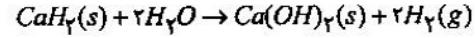
$$\frac{1 / 1 \times 1 \text{ atm}}{1 / 1 \text{ atm}} \times 1 / 1 \text{ mol}$$

$$= 1 / 1 \times 1 \text{ mol CO}$$

درصد مولکول CO

استوکیومتری و حجم گازها

41-10
(الف)



$$\begin{aligned} ?g C_2N_2 &= .1175 L HCN \left(\frac{1 \text{ mol HCN}}{22/4 \text{ L HCN}} \right) \\ &\quad \left(\frac{1 \text{ mol } C_2N_2}{2 \text{ mol HCN}} \right) \left(\frac{52/1 \cdot g C_2N_2}{1 \text{ mol } C_2N_2} \right) \\ &= .1202 g C_2N_2 \end{aligned}$$

۴۷-۱۰

(الف)

$$\begin{aligned} ?mol X &= .112 \cdot L X \left(\frac{1 \text{ mol } X}{22/4 \text{ L } X} \right) \\ &= .100526 mol X \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?mol O_2 &= .190 \cdot L O_2 \left(\frac{1 \text{ mol } O_2}{22/4 \text{ L } O_2} \right) \\ &= .10402 mol O_2 \end{aligned}$$

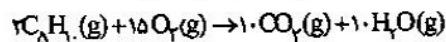
$$\begin{aligned} ?mol CO_2 &= .160 \cdot L CO_2 \left(\frac{1 \text{ mol } CO_2}{22/4 \text{ L } CO_2} \right) \\ &= .10268 mol CO_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?mol H_2O &= .1482 g H_2O \left(\frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.0 \text{ g } H_2O} \right) \\ &= .10268 mol H_2O \end{aligned}$$

ب) از تقسیم این مقادیر بر کوچکترین آنها نسبت‌های زیر بدست می‌آید.

$1 \text{ mol } X : 7/15 \text{ mol } O_2 : 5 \text{ mol } CO_2 : 5 \text{ mol } H_2O$
که از ضرب این مقادیر در ۲ نسبت‌های کامل زیر حاصل می‌شود.

$2 \text{ mol } X : 15 \text{ mol } O_2 : 1 \cdot mol CO_2 : 1 \cdot mol H_2O$
ج) براساس نسبت‌های بالا مقدار ۱۰ mol کربن و ۲۰ mol هیدروژن در دو مول X وجود دارد، پس فرمول X به صورت $C_{10}H_{20}$ می‌باشد.



$$\begin{aligned} ?mol C_2H_2 &= .180 \cdot g La_2(C_2)_2 \\ &\quad \left(\frac{1 \text{ mol } La_2(C_2)_2}{279/1 \text{ g } La_2(C_2)_2} \right) \left(\frac{2 \text{ mol } C_2H_2}{1 \text{ mol } La_2(C_2)_2} \right) \\ &= 5/15 \times 1.7 \text{ mol } C_2H_2 \end{aligned}$$

$$PV = nRT \quad T = 273 + 2 = 275 K$$

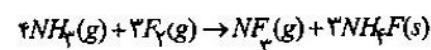
$$(0.125 \text{ atm}) V = (0.100526 \text{ mol})$$

$$(0.100526 \text{ L atm / K mol})(275 \text{ K})$$

$$V = 0.526 \text{ L}$$

۴۸-۱۰

(الف)



ب) با نسبت حجمی عامل محدودکننده را تعیین می‌نماییم.

$$\frac{25 \cdot \text{mL } NH_3}{4 \cdot \text{mL } NH_3} = 87/4, \quad \frac{25 \cdot \text{mL } F_2}{2 \cdot \text{mL } F_2} = 125/2$$

پس فلور اکسیژن عامل محدودکننده می‌باشد.

$$\begin{aligned} ?g NF_3 &= .125 \cdot L F_2 \left(\frac{1 \text{ mol } F_2}{22/4 \text{ L } F_2} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } NF_3}{2 \text{ mol } F_2} \right) \\ &\quad \left(\frac{11.0 \cdot g NF_3}{1 \text{ mol } NF_3} \right) = .1264 g NF_3 \end{aligned}$$

۴۹-۱۰

(الف)



ب) با نسبت حجمی، عامل محدودکننده را تعیین می‌نماییم.

$$\frac{175 \cdot \text{mL } HCN}{2 \cdot \text{mL } HCN} = 87/4, \quad \frac{12 \cdot \text{mL } NO_2}{1 \cdot \text{mL } NO_2} = 120$$

پس HCN عامل محدودکننده واکنش می‌باشد.

فصل دهم ۱۴۷

اگر فرض نماییم تعداد مول های آلمینیم برابر x و مقدار مول منیزیم y باشد، می توان دو معادله، یکی براساس وزن نمونه و دیگری براساس تعداد مول ها نوشت:

$$\left(\frac{x \text{ mol}}{26.98 \text{ g/mol}} \right) \left(\frac{y \text{ mol}}{24.31 \text{ g/mol}} \right) = 12.5 \text{ g}$$

$$26.98x + 24.31y = 12.5$$

$$x \text{ mol Al} \left(\frac{2 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Al}} \right) + y \text{ mol Mg} \left(\frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Mg}} \right) = 0.640 \text{ H}_2$$

$$1/50 \cdot x + y = 0.640$$

اکنون به کمک این دو معادله مقدار x را بدست می آوریم.

$$x = 0.322 \text{ mol Al}$$

$$?g Al = 0.322 \text{ mol Al} \left(\frac{26.98 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \right) = 8.69 \text{ g Al}$$

$$\frac{8.69 \text{ g Al}}{12.5 \text{ g}} \times 100 = 70.9\% \text{ Al}$$

$$?mol H_2 = 24/1 \cdot L H_2 \left(\frac{1 \text{ mol H}_2}{22/4 \text{ L H}_2} \right)$$

$$= 1.057 \text{ mol H}_2$$

اگر مقدار مول های Zn را x و مقدار مول های Al را y فرض نماییم،

$$(x \text{ mol})(65.48 \text{ g/mol}) + (y \text{ mol})(26.98 \text{ g/mol}) = 2.1 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$65.48x + 26.98y = 2.1 \cdot 10^{-3}$$

$$(x \text{ mol Zn}) \left(\frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}} \right) + (y \text{ mol Al}) \left(\frac{2 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Al}} \right) = 1.057 \text{ mol H}_2$$

$$x + 1/2y = 1.057$$

از حل معادلات بالا

۴۸-۱۰
الف)

$$?mol X = 0.135 L X \left(\frac{1 \text{ mol X}}{22/4 \text{ L X}} \right)$$

$$= 0.0064 mol X$$

$$?mol O_2 = 0.1575 L O_2 \left(\frac{1 \text{ mol O}_2}{22/4 \text{ L O}_2} \right) = 0.0301 mol O_2$$

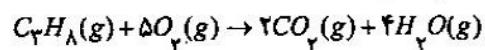
$$?mol CO_2 = 0.1415 L CO_2 \left(\frac{1 \text{ mol CO}_2}{22/4 \text{ L CO}_2} \right) = 0.0181 mol CO_2$$

$$?mol H_2O = 0.1444 L H_2O \left(\frac{1 \text{ mol H}_2O}{18/1 \text{ g H}_2O} \right) = 0.0241 mol H_2O$$

ب) این اندازه ها را بر کوچک ترین آن ها یعنی ۰.۰۰۶۰۳ مول تقسیم می نماییم تا نسبت مولی آن ها به صورت زیر بدست آید.

$$1 \text{ mol X} : 5 \text{ mol O}_2 : 2 \text{ mol CO}_2 : 4 \text{ mol H}_2O$$

ج) براساس نسبت مولی بدست آمده در مرحله دوم یک مول X دارای سه مول کربن و هشت مول هیدروژن می باشد، پس فرمول X به صورت C_3H_8 می باشد.



۴۹-۱۰

$$?mol H_2 = 14/24 L H_2 \left(\frac{1 \text{ mol H}_2}{18/1 \text{ g H}_2O} \right)$$

$$= 0.640 \text{ mol H}_2$$

۵۲-۱۰

$$\begin{aligned} ?\text{mol N}_2\text{O} &= ۰.۹۷\text{g N}_2\text{O} \left(\frac{۱\text{mol N}_2\text{O}}{۳۲\text{g N}_2\text{O}} \right) \\ &= ۰.۲۱\text{ mol N}_2\text{O} \\ \underline{n} &= ۰.۲۱\text{ mol} + ۰.۲۷\text{ mol} = ۰.۴۸\text{ mol} \\ \chi_{\text{N}_2\text{O}} &= \frac{۰.۲۱\text{ mol}}{۰.۴۸\text{ mol}} = ۰.۴۴, \\ \chi_{\text{NO}} &= \frac{۰.۲۷\text{ mol}}{۰.۴۸\text{ mol}} = ۰.۵۶, \\ P &= \chi_{\text{N}_2\text{O}} P_{\text{total}} = (۰.۴۴)(۱/۷۷\text{atm}) = ۰.۳۷\text{atm} \\ P_{\text{NO}} &= \chi_{\text{NO}} P_{\text{total}} = (۰.۵۶)(۱/۷۷\text{atm}) \\ &= ۰.۴۸\text{atm} \end{aligned}$$

(الف) ۵۳-۱۰

$$\begin{aligned} P_t &= P_{\text{CH}_4} + P_{\text{C}_2\text{H}_6} = ۰.۲۲\text{ atm} + ۰.۱۶\text{ atm} \\ &= ۰.۳۸\text{ atm} \\ \chi_{\text{CH}_4} &= \chi_{\text{CH}_4} P_t \\ &\Rightarrow ۰.۲۲\text{ atm} = \chi_{\text{CH}_4} (۰.۳۸\text{ atm}) \\ \chi_{\text{CH}_4} &= ۰.۵۷ \\ P_{\text{C}_2\text{H}_6} &= \chi_{\text{C}_2\text{H}_6} P_t \Rightarrow \\ ۰.۱۶\text{ atm} &= \chi_{\text{C}_2\text{H}_6} (۰.۳۸\text{ atm}) \Rightarrow \\ \chi_{\text{C}_2\text{H}_6} &= ۰.۴۳ \end{aligned}$$

(ب)

$$PV = nRT$$

$$(۰.۳۸\text{ atm})(۹/۷۷L) = n(۰.۰۸۳\text{ L.atm/K.mol})$$

$$(۳\text{ K}) \Rightarrow n = ۰.۱۵\text{ mol}$$

$$y = ۰.۱\text{ mol Al}$$

$$\begin{aligned} ?\text{g Al} &= ۰.۱\text{ mol Al} \left(\frac{۲۶.۹\text{ g Al}}{۱\text{ mol Al}} \right) = ۲.۶۹\text{ g Al} \\ \frac{۲.۶۹\text{ g Al}}{۳۰.۰\text{ g}} \times ۱۰۰ &= ۸.۹\% \text{ آلات} \end{aligned}$$

قانون فشارهای جزئی دالتون

۵۱-۱۰

$$\begin{aligned} ?\text{mol O}_2 &= ۰.۱۵\text{ g O}_2 \left(\frac{۱\text{ mol O}_2}{۳۲.۰\text{ g O}_2} \right) \\ &= ۰.۰۴۷\text{ mol O}_2 \\ ?\text{mol N}_2 &= ۰.۱۵\text{ g N}_2 \left(\frac{۱\text{ mol N}_2}{۴۶.۰\text{ g N}_2} \right) \\ &= ۰.۰۳۲\text{ mol N}_2 \\ n_{\text{total}} &= n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} = ۰.۰۴۷\text{ mol} + ۰.۰۳۲\text{ mol} \\ &= ۰.۰۷۹\text{ mol} \\ \chi_{\text{O}_2} &= \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2}} = \frac{۰.۰۴۷\text{ mol}}{۰.۰۷۹\text{ mol} + ۰.۰۳۲\text{ mol}} \\ &= ۰.۴۶ \\ \chi_{\text{N}_2} &= \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2}} = \frac{۰.۰۳۲\text{ mol}}{۰.۰۷۹\text{ mol} + ۰.۰۳۲\text{ mol}} \\ &= ۰.۵۳ \\ P_{\text{O}_2} &= \chi_{\text{O}_2} P_{\text{total}} = ۰.۴۶(۰.۰۷۹\text{ atm}) \\ &= ۰.۳۸\text{ atm} \\ P_{\text{N}_2} &= \chi_{\text{N}_2} P_{\text{total}} = ۰.۵۳(۰.۰۷۹\text{ atm}) \\ &= ۰.۴۲\text{ atm} \end{aligned}$$

۵۵-۱۰

فشار بخار آب در $30^{\circ}C$ برابر می‌باشد.

$$1/1.1 \cdot atm - 1/1.42 atm = 1/1.68 atm$$

$$\begin{array}{ccc} P & V & T \\ 1/1.68 atm & 500 L & 273 K \\ 1/1.0 atm & ? & 273 K \end{array}$$

$$?L = 1/1.5 \cdot L \left(\frac{273 K}{273 K} \right) \left(\frac{1/1.68 atm}{1/1.0 atm} \right) = 1/1.596 L$$

$$= 596 mL$$

۵۶-۱۰

فشار بخار آب در $60^{\circ}C$ برابر می‌باشد.

$$1/1.913 atm - 1/1.301 atm = 1/1.612 atm$$

$$\begin{array}{ccc} P & V & T \\ 1/1.612 atm & 625 mL & 242 K \\ ? & 750 mL & 300 K \end{array}$$

$$? atm = 1/1.612 atm \left(\frac{625 mL}{750 mL} \right) \left(\frac{300 K}{242 K} \right)$$

$$= 1/1.492 atm$$

در $15^{\circ}C$ برابر یک اتمسفر دارد. باید فشاری که گاز خشک در $322 K$ در حجم ثابت اعمال می‌نماید بدست آوریم:

$$? atm = 1/1.0 atm \left(\frac{322 K}{268 K} \right) = 1/1.878 atm$$

گاز مرطوب در $50^{\circ}C$ فشاری برابر $1 atm$ اعمال می‌نماید.

$$1/1.0 atm - 1/1.878 atm = 1/1.122 atm$$

فشار بخار آب در $50^{\circ}C$ درجه سانتیگراد

(ج)

$$\chi_{CH_4} = \frac{n_{CH_4}}{n_{\text{کل}}} \Rightarrow 1/1.5 = \frac{n_{CH_4}}{1/1.5 \cdot mol}$$

$$\Rightarrow n_{CH_4} = 1/1.866 mol$$

$$\chi_{C_2H_6} = \frac{n_{C_2H_6}}{n_{\text{کل}}} \Rightarrow 1/1.423 = \frac{n_{C_2H_6}}{1/1.5 \cdot mol}$$

$$\Rightarrow n_{C_2H_6} = 1/1.532 mol$$

(الف) ۵۴-۱۰

$$\begin{aligned} P_t &= P_{Ne} + P_{Ar} = 1/1.225 atm + 1/1.75 atm \\ &= 1/1.975 atm \end{aligned}$$

$$\chi_{Ne} = \frac{P_{Ne}}{P_t} = \frac{1/1.225 atm}{1/1.975 atm} = 1/1.221$$

$$\chi_{Ar} = \frac{P_{Ar}}{P_t} = \frac{1/1.75 atm}{1/1.975 atm} = 1/1.759$$

(ب)

$$PV = nRT$$

$$T = 273 + 100 = 373 K$$

$$(1/1.975 atm)(5/1 \cdot L)$$

$$= n(1/1.821 L \cdot atm / K \cdot mol)(3.7 K)$$

$$\Rightarrow n = 1/1.62 mol$$

(ج)

$$n_{Ne} = \chi_{Ne} n_t = (1/1.221)(1/1.62 mol)$$

$$n_{Ne} = 1/1.374 mol Ne$$

$$n_{Ar} = \chi_{Ar} n_t = (1/1.759)(1/1.62 mol)$$

$$= 1/1.125 mol Ar$$

$$? g Ne = 1/1.221 mol Ne \left(\frac{20/2 g Ne}{1 mol Ne} \right)$$

$$= 1/1.855 g Ne$$

$$? g Ar = 1/1.125 mol Ar \left(\frac{36/4 g Ar}{1 mol Ar} \right)$$

$$= 4/99 g Ar$$

۶۱-۱۰

$$N_2: \begin{cases} M = ۲۸ g/mol \\ T = ۳۰ K \end{cases}$$

$$N_2O: \begin{cases} M = ۴۴ g/mol \\ T = ? \end{cases}$$

$$V_{N_2} = \sqrt{\frac{rR(300K)}{28g/mol}} = V_{N_2O} = \sqrt{\frac{rRx}{44g/mol}}$$

اگر طرفین معادله فوق را به توان ۲ برسانیم و بعد بر $2R$ تقسیم نماییم رابطه ساده زیر بدست می آید.

$$\frac{300K}{28g/mol} = \frac{x}{44g/mol} \Rightarrow x = ۴۱۷K = T_{N_2O}$$

۶۲-۱۰

$$F_2: \begin{cases} M = ۲۸ g/mol \\ T = ? \end{cases} Cl_2: \begin{cases} M = ۷۰.۹ g/mol \\ T = ۳۰ K \end{cases}$$

$$V_{F_2} = \sqrt{\frac{rRx}{28g/mol}} = V_{Cl_2} = \sqrt{\frac{rR(300K)}{70.9g/mol}}$$

مانند تمرین ۶۱-۱۰ عبارات رادیکالی را ساده نماییم.

$$\frac{x}{280.9g/mol} = \frac{300K}{70.9g/mol} \Rightarrow x = ۲۱۴K$$

۶۳-۱۰

$$\frac{r_{N_2O}}{r_{N_2}} = \sqrt{\frac{M_{N_2}}{M_{N_2O}}} = \sqrt{\frac{28g/mol}{44g/mol}} = ۰.۷۹۸$$

سرعت نفوذ N_2O به اندازه ۰.۷۹۸ برابر سرعت نفوذ N_2 می باشد.

۶۴-۱۰

$$\frac{r_{F_2}}{r_{Cl_2}} = \sqrt{\frac{M_{Cl_2}}{M_{F_2}}} = \sqrt{\frac{70.9g/mol}{28g/mol}} = ۱.۳۷$$

وقتی که گاز خشک در $40^\circ C$ حجمی برابر $۵۶۰ mL$ و فشاری برابر $۱۰۰ atm$ اعمال می نماید می توان فشار گاز خشک را که در $25^\circ C$ حجمی برابر $۱۰۰ L$ اشغال می نماید را بدست آورد.

$$? atm = ۱۰۰ atm \left(\frac{۲۴۸K}{۲۱۴K} \right) \left(\frac{۱۰۶L}{۱۰۰L} \right)$$

$$= ۱۶۲۱ atm$$

فشار گاز مرطوب در $25^\circ C$ برابر $۱۰۰ atm$ می باشد، فشار بخار آب برابر می باشد با:

$$100 atm - 1621 atm = 8379 atm$$

نظریه سینیتیک گازها، قانون گراهام

۶۹-۱۰

$$v = \sqrt{rRT/M}$$

$$v = \sqrt{r[۸/۳۱۴ \times ۱.۳ g.m^3/s^2.K.mol]} \quad (100K) / 28g/mol = ۲۹۸ m/s$$

$$v = \frac{\sqrt{r[۸/۳۱۴ \times ۱.۳ g.m^3/s^2.K.mol](125K)}}{28g/mol} \\ = ۶۶۷ m/s$$

جذر میانگین مجدور سرعت در $100K$

۶۰-۱۰

$$v = \sqrt{\frac{rRT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{r[۸/۳۱۴ \times ۱.۳ g.m^3/s^2.K.mol](125K)}{(44g/mol)}}$$

$$v = ۲۶۶ m/s$$

$$v = \frac{\sqrt{r[۸/۳۱۴ \times ۱.۳ g.m^3/s^2.K.mol](125K)}}{(44g/mol)} \\ = ۶.۷ m/s$$

جذر میانگین مجدور سرعت در $125K$

(الف) ۱۶۸-۱۰

$$\frac{r_x}{r_y} = \sqrt{\frac{d_y}{d_x}} : \frac{15 \text{ mL/s}}{2.14 \text{ g/L}} = \sqrt{\frac{d_y}{125 \text{ g/L}}}$$

$$\Rightarrow d_y = 0.676 \text{ g/L}$$

(ب)

$$PV = \left(\frac{g}{M}\right)RT$$

$$(0.156 \text{ atm})(1 \text{ L}) = \left(\frac{0.676 \text{ g}}{M}\right)$$

$$(0.1821 \text{ L.atm/K.mol})(298 \text{ K})$$

$$M = 31.9 \text{ g/mol}$$

۶۹-۱۰ با توجه به مدت زمان نفوذ x در ۵ دقیقه و اکسیژن در ۶/۳۰ دقیقه می‌توان گفت قابلیت نفوذ این گاز ۱/۲۶ برابر گاز اکسیژن می‌باشد.

$$\frac{6/30 \text{ min}}{5/1 \text{ min}} = 1/26$$

$$\frac{r_x}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_x}} = \sqrt{\frac{32.0 \text{ g/mol}}{M_x}} = 1/26$$

$$M_x = 20.16 \text{ g/mol}$$

$$?g = 1 \text{ L} \left(\frac{1 \text{ mol}}{22.4 \text{ L}} \right) \left(\frac{20.16 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \right) = 0.900 \text{ g}$$

پس دانسته گاز x برابر 0.900 g/L می‌باشد.

۷۰-۱۰ نفوذ گاز x در ۵ ۳۰۰ و نفوذ گاز CH_4 در ۵ ۲۱۹ انجام می‌پذیرد. پس سرعت نفوذ گاز مورد نظر 0.730 برابر CH_4 می‌باشد.

$$\frac{219}{300} = 0.730$$

$$\frac{r_x}{r_{\text{CH}_4}} = \sqrt{\frac{M_{\text{CH}_4}}{M_x}}$$

$$0.730 = \sqrt{\frac{16 \text{ g/mol}}{M_x}} \Rightarrow x = 20.1 \text{ g/mol}$$

سرعت نفوذ فلور ۱/۳۷ برابر سرعت نفوذ کلر می‌باشد.

۶۵-۱۰

$$\frac{r_Y}{r_{\text{SO}_2}} = 1/37 = \sqrt{\frac{M_{\text{SO}_2}}{M_Y}} = \sqrt{\frac{64.1 \text{ g/mol}}{M_Y}}$$

$$\Rightarrow M_Y = 58.1 \text{ g/mol}$$

۶۶-۱۰

$$\frac{r_Y}{r_{\text{SO}_2}} = 1/15 = \sqrt{\frac{M_{\text{SO}_2}}{M_Y}} = \sqrt{\frac{64.1 \text{ g/mol}}{M_Y}}$$

$$\Rightarrow M_Y = 58.1 \text{ g/mol}$$

۶۷-۱۰

$$\frac{r_N}{r_x} = \sqrt{\frac{d_x}{d_{N_2}}} \cdot \frac{(15 \text{ mL/s})}{(41.2 \text{ mL/s})} = \sqrt{\frac{x}{0.1572 \text{ g/l}}}$$

$$\Rightarrow x = 1.21 \text{ g/l}$$

(ب)

$$\frac{r_N}{r_x} = \sqrt{\frac{M_x}{M_{N_2}}} \Rightarrow \frac{9/5 \text{ mL/s}}{41.2 \text{ mL/s}} = \sqrt{\frac{M_x}{28 \text{ g/mol}}}$$

$$\Rightarrow M_x = 64.1 \text{ g/mol}$$

می‌توان وزن مولکولی گاز x را از رابطه $PV = (g/M)RT$ نیز بدست آورد.

$$(0.15 \text{ atm})(1.0 \text{ L}) = \left(\frac{0.1572 \text{ g}}{M} \right)$$

$$(0.1821 \text{ L.atm/K.mol})(298 \text{ K})$$

$$M = 64.1 \text{ g/mol}$$

گازهای حقیقی

۷۱-۱۰ الف) Cl_2 ب) He (ج) He (د) Cl_2 ه)

۷۲-۱۰

(الف) H_2 (مولکول با حجم کمتر) ب) گاز در $100^\circ C$ (مولکولهای گازی شکل در درجه حرارت‌های بالاتر سریع‌تر حرکت می‌کنند).
 (ج) گاز در فشار 100 atm (مولکول‌ها در فشار کمتر فاصله بیشتری دارند و نیروی جاذبه بین مولکولی اهمیت کمتری دارند پس حجم مولکول جزء کوچکتری از حجم کل می‌باشد.)

(د) گاز با درجه حرارت بحرانی $100^\circ K$ ، (گازها با درجه حرارت بحرانی پایین‌تر نیروی جاذبه بین مولکولی کمتری دارند).

۷۳-۱۰ الف)

$$PV = nRT \\ P(100 \text{ L}) = (100 \text{ mol})(0.0821 \text{ L.atm} / \text{K.mol}) (273/15 \text{ K})$$

ب) $P = 22/41 \text{ atm}$

$$O_2 : \left\{ \begin{array}{l} a = 1/12 \text{ L}^2 \text{ atm} / \text{mol}^2 \\ b = -0.0218 \text{ L/mol} \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} n = 100 \text{ mol} \\ V = 100 \text{ L} \\ T = 273/15 \text{ K} \end{array} \right.$$

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

$$\left(P + \frac{(100 \text{ mol})^2 (1/12 \text{ L}^2 \text{ atm} / \text{mol}^2)}{(100 \text{ L})^2} \right)$$

$$[100 \text{ L} - (100 \text{ mol})(-0.0218 \text{ L} / \text{mol})]$$

$$= (100 \text{ mol})(0.0821 \text{ L.atm} / \text{K.mol}) (273/15 \text{ K})$$

$$(P + 1/26 \text{ atm})(100 \text{ L} - 0.0218 \text{ L}) \\ = (0.0821 \times 273/15 \text{ L.atm})$$

$$P = 21/79 \text{ atm}$$

ج) فشار محاسبه شده از معادله واندروالس با اندازه $2/8 \%$ کمتر از فشار حالت ایده‌آل است و این تفاوت به علت منظور ننمودن نیروی جاذبه بین مولکولی اکسیژن می‌باشد.

۷۴-۱۰

(الف)

$$PV = nRT : (P)(100 \text{ L}) = (1 \text{ mol}) \\ (0.0821 \text{ L.atm} / \text{K.mol}) (273/15 \text{ K})$$

$$P = 22/41 \text{ atm}$$

(ب)

$$NH_3 : \left\{ \begin{array}{l} a = 4/12 \text{ L}^2 \text{ atm} / \text{mol}^2 \\ b = -0.0218 \text{ L/mol} \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} n = 100 \text{ mol} \\ V = 100 \text{ L} \\ T = 273/15 \text{ K} \end{array} \right.$$

اگر مقادیر بالا را در رابطه واندروالس یعنی $(P + n^2 a / V^2)(V - nb) = nRT$ جاگذاری کنیم فشار گاز برابر $atm = 19/11$ بدست می‌آید.

ج) فشار بدست آمده از معادله واندروالس مقدار $14/7 \%$ کمتر از فشار حالت ایده‌آل است چرا که نیروی جاذبه بین مولکولی در حالت ایده‌آل فرض شده است.

۷۵-۱۰ الف)

$$PV = nRT$$

$$(P)(100 \text{ L}) = (100 \text{ mol})(0.0821 \text{ L.atm} / \text{K.mol}) (273/15 \text{ K})$$

$$P = 2/241 \text{ atm}$$

ب) با کمک رابطه واندروالس:

$$\left(P + \frac{(1 \text{ mol})^2 (1/12 \text{ L}^2 \text{ atm} / \text{mol}^2)}{(100 \text{ L})^2} \right) \\ [100 \text{ L} - (1 \text{ mol})(-0.0218 \text{ L} / \text{mol})]$$

$$= (1 \text{ mol})(0.0821 \text{ L.atm} / \text{K.mol}) (273/15 \text{ K})$$

$$P = 2/225 \text{ atm}$$

ج) فشار واندروالس حدود 0.03% کمتر از فشار

فصل دهم

$$b = \frac{b}{4N} \Rightarrow V = \frac{b}{\frac{4N}{461.02 \times 10^{-23}}} = \frac{0.10427 L/mol}{461.02 \times 10^{-23}}$$

$$V = 1.77 \times 10^{-26} L/mol$$

ب) در شرایط متعارفی یک مول CO_2 حجمی برابر $22/4 L$ اشغال می‌نماید. حجم یک مول از مولکول‌های CO_2 برابر می‌باشد با

$$\left(\frac{0.10427 L/mol}{4} \right) = 0.10427 L,$$

$$\frac{0.10427 L}{22/4 L} \times 100 = 100 \times 0.10427$$

۷۸-۱۰

$$b = (0.10427 L/mol) \left(\frac{1m^3}{1.77 L} \right)$$

$$= 3.98 \times 10^{-5} m^3/mol$$

$$b = \frac{4N}{3} \left(\frac{1}{\pi r^3} \right)$$

$$3.98 \times 10^{-5} m^3/mol = 4(6.02 \times 10^{23})$$

$$\left(\frac{4}{3} \times \frac{1}{1416 \times r^3} \right)$$

$$r = 1.08 \times 10^{-1} m = 1.08 pm$$

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

۷۹-۱۰ وقتی فشار گاز هلیم درون مخزن از $150 atm$ به $100 atm$ کم می‌شود، گاز منبسط می‌شود. به هر حال مخزن گاز را نمی‌توان در فشار کمتر از یک اتمسفر تخلیه نمود.

$$?L = 100 L \left(\frac{149 atm}{110 atm} \right) = 149 L$$

$$?L = 100 L \left(\frac{1}{1.15} \right) = 86.9 L$$

حالت ایده‌آل می‌باشد. این اختلاف کمتر از اختلاف فشار تمرین ۷۳-۱۰ می‌باشد و این به خاطر حجم بیشتر می‌باشد که در آن اختلاف نیروی جاذبه بین مولکولی به علت فاصله بیشتر از همه ترکیبات، به مرتبه کوچک‌تر می‌شود. از طرف دیگر حجم مولکولی جزء، خیلی کوچک‌تر از حجم کل می‌باشد.

۷۶-۱۰

(الف)

$$PV = nRT$$

$$T = 127 + 273 = 400 K$$

$$P(100 L) = (100 mol)(0.0821 L.atm/K.mol)$$

$$(400 K)$$

$$P = 32184 atm$$

(ب)

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

$$\left(P + \frac{(100 mol)^2 (0.0821 L.atm/mol^2)}{(100 L)^2} \right)$$

$$[100 L - (100 mol)(0.0821 L/mol)]$$

$$= (100 mol)(0.0821 L.atm/K.mol)(400 K)$$

$$P = 32184 atm$$

ج) فشار بدست آمده از رابطه واندروالس حدود $10/9$ کمتر از حالت ایده‌آل می‌باشد. اختلاف کمتر این فشار نسبت به تمرین ۷۳-۱۰ به علت درجه حرارت بالاتر می‌باشد، چرا که در درجه حرارت بالاتر انرژی سینتیک مولکول بیشتر است پس نیروی جاذبه بین مولکولی کم می‌شود.

۷۷-۱۰

(الف)

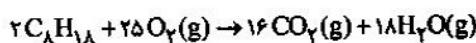
$$4 \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) = 4V$$

الف) ۸۰-۱۰

ب) ۲۵ mL گاز براساس رابطه بالا سه حجم است
پس یک حجم گاز N_2O $25/2 \text{ mL} = 11.7 \text{ mL}$
از تجزیه $25/3 \text{ mL}$ NO گاز 11.7 mL NO_2 گاز 11.7 mL تولید می‌نماید.

ج) حجم گازهای NO_2 و N_2O با هم برابر است
پس جزو مولی هر یک از آنها $1/5$ می‌باشد و در
نهایت فشار جزیی هر کدام نصف فشار کل
می‌باشد.

$$\begin{aligned} P_{N_2O} &= P_{NO_2} = \chi P_t = 1/5(0.986 \text{ atm}) \\ &= 0.197 \text{ atm} \end{aligned}$$

۸۱-۱۰

$$\begin{aligned} ?\text{mol} C_8H_{18} &= 0.95 \text{ g} C_8H_{18} \left(\frac{1 \text{ mol } C_8H_{18}}{114/2 \text{ g } C_8H_{18}} \right) \\ &= 0.00569 \text{ mol } C_8H_{18} \\ \text{واکنش شیمیایی نشان می‌دهد که از هر دو مول} \\ \text{Tعداد ۳۴ مول } C_8H_{18} \text{ گاز بدست} \\ \text{می‌آید.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?\text{mol } O_2 &= 0.00569 \text{ mol } C_8H_{18} \left(\frac{24 \text{ mol}}{2 \text{ mol } C_8H_{18}} \right) \\ &= 0.10967 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$T = 273 + 45 = 318K$$

$$\begin{aligned} PV &= nRT; (12/5 \text{ atm})(V) \\ &= (0.10967 \text{ mol})(0.821 \text{ L atm/K mol})(318K) \end{aligned}$$

$$V = 0.456 \text{ L}$$

۸۲-۱۰

$$\begin{aligned} PV &= \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = 273 + 50 = 323K \\ (0.185 \text{ g atm}) &\left(\frac{0.493 \text{ g}}{M} \right) = \left(\frac{0.185 \text{ g}}{M} \right) \\ (0.185 \text{ L atm/K mol}) &(323K) \\ M &= 16 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?\text{mol C} &= 1 \text{ mol} \times \left(\frac{16/1.0 \text{ g}}{1 \text{ mol} \times 162 \text{ g}} \right) \left(\frac{0.1622 \text{ L } CO_2}{0.142 \text{ g}} \right) \\ &\left(\frac{1 \text{ mol } CO_2}{22/1.4 \text{ L } CO_2} \right) = 0.100 \text{ mol C} \\ ?\text{mol H} &= 1 \text{ mol} \times \left(\frac{16/1.0 \text{ g}}{1 \text{ mol} \times 162 \text{ g}} \right) \left(\frac{0.1620 \text{ g } H_2O}{0.142 \text{ g}} \right) \\ &\left(\frac{1 \text{ mol H}}{18/1.0 \text{ g } H_2O} \right) = 0.100 \text{ mol H} \end{aligned}$$

پس فرمول مولکولی C_6H_{14} می‌باشد.

الف) ۸۳-۱۰

$$\begin{aligned} PV &= nRT \quad T = 273 + 65 = 338K \\ (1/100 \text{ atm})(45/1.7 \text{ L}) &= n(0.185 \text{ L atm/K mol})(338K) \end{aligned}$$

$$n = 0.928 \text{ atm}$$

ب) اگر x تعداد مول‌های N_2O_4 باشد و $2x$ مول N_2O_4 بدست آمده باشد، پس $(1-x)$ مول NO_2 و $2x$ مول NO_2 وجود دارد.

$$(1/100 - x) + 2x = 1/100 + x$$

$$1/100 + x = 1/92.8 \text{ mol} \Rightarrow x = 0.078 \text{ mol}$$

$$NO_2: \quad 2(0.078) = 0.156 \text{ mol}$$

$$N_2O_4: \quad (1/100 - 0.078) = 0.022 \text{ mol}$$

الف) ۸۶-۱۰

ج)

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$$

$$V = \frac{(۱۰۰\text{ mol})(۰.۰۸۲۱\text{ Latm/K.mol})(۲۹۸\text{ K})}{(۷۵\text{ atm})} \\ = ۰.۳۲۶\text{ L}$$

$$V = \frac{(۱۰۰\text{ mol})(۰.۰۸۲۱\text{ Latm/K.mol})(۲۹۸\text{ K})}{(۸۰\text{ atm})} \\ = ۰.۳۰۴\text{ L}$$

ب) انحراف از حالت ایده‌آل در فشار پایین، کمتر و در فشارهای بالا زیادتر می‌باشد. در فشار بالا اثر نیروی جاذبه بین مولکولی بیشتر جس می‌شود و حجم مولکولی جزء بیشتری از حجم کل می‌باشد.

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(۷۵\text{ atm})(۰.۳۲۶\text{ L})}{(۰.۰۸۲۱\text{ Latm/K.mol})(۲۹۸\text{ K})} \\ = ۰.۹۹۲\text{ mol}$$

در فشار ۸۰ atm

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(۸۰\text{ atm})(۰.۳۰۴\text{ L})}{(۰.۰۸۲۱\text{ Latm/K.mol})} \\ = ۱.۰۰\text{ mol}$$

$$\chi_{N_2O_4} = \frac{n_{N_2O_4}}{n_{N_2O_4} + n_{NO_2}}$$

$$= \frac{۰.۳۲۶\text{ mol}}{۱.۲۵۶\text{ mol} + ۰.۳۲۲\text{ mol}} = ۰.۲۲۸۵$$

$$\chi_{NO_2} = \frac{n_{NO_2}}{n_{N_2O_4} + n_{NO_2}}$$

$$= \frac{۰.۳۲۲\text{ mol}}{۱.۲۵۶\text{ mol} + ۰.۳۲۲\text{ mol}} = ۰.۷۷۱۵$$

(د)

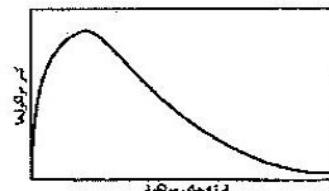
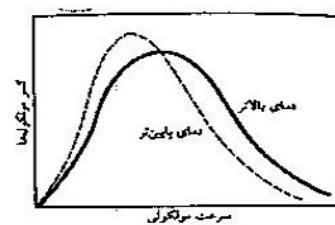
$$P_{N_2O_4} = \chi_{N_2O_4} P_{\text{نار}} = ۰.۲۲۸۵(۱۰۰\text{ atm})$$

$$= ۰.۲۲۸۵\text{ atm}$$

$$P_{NO_2} = \chi_{NO_2} P_{\text{نار}} = ۰.۷۷۱۵(۱۰۰\text{ atm})$$

$$= ۰.۷۷۱۵\text{ atm}$$

۸۴-۱۰



۸۵-۱۰

الف) چهار عبارت درج شده در بخش ۱۰-۶

کتاب درسی

ب) دلایل درج شده در بخش ۱۰-۱۳ کتاب

درسی



چکیده مطالب:

مایعات و جامدات

مولکول‌ها در حالت‌های متراکم (مایع و جامد) توسط نیروهای جاذبه بین مولکولی در کنار هم نگه داشته می‌شوند. سه نوع از این نیروها بررسی شدند. نیروهای دو قطبی- دو قطبی که بین مولکول‌های دارای دو قطبی دائمی وجود دارد، ناشی از جاذبه‌ی متقابل قطب‌های مثبت و منفی مولکول‌ها می‌باشد. نیروهای لاندن ناشی از دو قطبی‌های لحظه‌ای می‌باشد که از حرکت الکترون‌ها در مولکول پدید می‌آید. پیوند هیدروژنی که نوعی نیروی بین مولکولی قوی و غیر عادی می‌باشد بین یک اتم هیدروژن (که بواسطه پیوند آن به یک اتم الکترونگاتیو در یک مولکول، دارای بار زیاد^۵ می‌باشد) و یک زوج الکترون از اتم کوچک با الکترونگاتیوی زیاد از مولکول دیگر (اصلًا N₂ یا F₂) تشکیل می‌شود. خواص مایعات و جامدات را می‌توان بر حسب نظریه‌ی جنبشی شرح داد. نیروی جاذبه‌ی بین مولکولی باعث می‌شود که مولکول‌های یک مایع بیش از مولکول‌های گاز نزدیک یکدیگر قرار گیرند. مولکول‌های یک مایع در حجم نسبتاً محدود آزادی حرکتی دارند و فضای آزاد بین آن‌ها کم می‌باشد. مایعات دارای حجم معینی می‌باشند ولی شکل معینی ندارند. در جامدات بلوری مولکول‌ها در مکان‌های معین از طرح هندسی سه بعدی همدیگر را نگه می‌دارند و حرکت مولکول‌ها به نوسان در اطراف این مکان‌های ثابت محدود می‌باشد. جامدات، حجم و شکل مشخصی دارند.

مقدار گرمای جذب شده برای تبدیل یک مول از مایع به گاز در دمای معین را آنتالپی تبخیر مولی در آن دما می‌گوییم. فشار بخار یک مایع عبارت از فشار بخار آن در حالت تعادل با مایع در دمای معین می‌باشد. نقطه‌ی جوش یک مایع دمایی می‌باشد که در آن فشار بخار مایع با فشار بیرونی برابر می‌شود. نقطه‌ی جوش عادی یک مایع دمایی می‌باشد که در آن فشار بخار مایع برابر 1atm می‌باشد. معادله کلازیوس- کلابیرون رابطه‌ی بین فشار بخار یک مایع در دو دما و آنتالپی تبخیر آن مایع را بیان می‌نماید. نقطه‌ی انجماد عادی یک مایع دمایی می‌باشد که در آن جامد و مایع در فشار کل 1atm با یکدیگر در حالت تعادل‌اند. تبدیل یک مول از مایع به جامد آنتالپی مولی تبلور را آزاد می‌نماید. فشار بخار جامدات به مراتب پایین‌تر از فشار بخار مایعات می‌باشد. نمودار فاز، تغییرات حالت را نیز نمایش می‌دهد.

جامدات بلورین را می‌توان بر حسب نوع ذرات تشکیل‌دهنده و نیروهای نگهدارنده این ذرات دسته‌بندی نمود. بلورها چهار نوع‌اند. یونی- مولکولی- مشبک و فلزی. سلول واحد هر بلور کوچک‌ترین بخش آن بلور می‌باشد. بهطوری که اگر در سه بعد تکرار شود همان بلور تولید می‌شود. با استفاده از سلول واحد سیستم مکعبی (ساده، مکعبی- مرکز پر و مکعبی با وجود مرکز پر) مسائلی مطرح می‌شود که می‌توان آن‌ها را با معلوم بودن نوع و ایجاد سلول واحد حل نمود. فاصله‌ی بین سطوح یک بلور را می‌توان با استفاده از نتایج بررسی‌های تنگچین (شش گوشه‌ای تنگچین و مکعبی با وجود مرکز پر) متبلاور بیان نمود. در این آرایش‌ها اتم‌ها چنان نزدیک یکدیگر قرار می‌گیرند که حداقل تعداد اتم‌ها در حجم معینی وجود دارد و هر اتم دارای عدد کثوردیناسیون ۱۲ می‌باشد. برخی از فلزات در ساختار مکعبی مرکز پر متبلاور می‌شوند. این ساختار اندکی بارزتر از آرایش‌های متراکم می‌باشد و در آن عدد کثوردیناسیون هر اتم ۸ می‌باشد.

بلورهای یونی باستی یون‌های دارای بار مخالف با اندازه‌های متفاوت را با نسبت استوکیومتری مناسب چنان دربر گیرند که جاذبه‌های الکترواستاتیکی بر دافعه‌های الکترواستاتیکی غالب باشند. بیشتر ترکیبات یونی با فرمول MX در یکی از ساختارهای سدیم کلرید یا روی سوئفید طبیعی متبلور می‌شوند. ترکیبات یونی با فرمول M_2X یا MX_2 در ساختارهای آنتی فلوئوریت، دوتیل یا فلوئوریت متبلور می‌شوند.

انواع نقش‌ها در ساختار بلورها اعبارت‌اند از جایه‌جایی‌ها، فقدان یون‌ها در جای خود، قرار نگرفتن یون‌ها، داخل شدن اتم فلزات و نافلزات به جای یون‌ها (این عوامل باعث غیر استوکیومتری شدن می‌شوند).

تمرین‌ها:

نیدوهای جاذبه بین مولکولی

۱-۱: شرح دهید که چرا:

الف) گشتاور دو قطبی OF_2 برابر با $D_{\frac{1}{2}0}$ ولی گشتاور دو قطبی BeF_2 صفر می‌باشد.ب) گشتاور دو قطبی PF_2 برابر $D_{\frac{1}{2}0}$ ولی گشتاور دو قطبی BF_2 صفر می‌باشد.ج) گشتاور دو قطبی SF_4 برابر $D_{\frac{1}{2}3}$ ولی گشتاور دو قطبی SnF_4 صفر می‌باشد.

۱-۲: اختلاف بین نیروهای لاندن و نیروهای دو قطبی را بیان نمایید. هر یک از این نیروها در چه نوع از مواد مولکولی وجود

دارد؟ در مولکول‌هایی که هر دو نیرو وجود دارد، کدام یک قوی‌تر می‌باشد؟

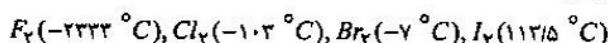
۱-۳: به نظر شما کدام‌یک از مولکول‌های یون‌های داده شده در جدول زیر دارای گشتاور دو قطبی صفر می‌باشد؟

تعداد زوج‌های الکترون‌ها			شکل مولکول یا یون	مثال
کل	پیوندی	نایپوندی		
۲	۲	۰	خطی	$HgCl_2, CuCl_2^-$
۳	۳	۰	سه گوشی مسطوح	$BF_3, HgCl_3^-$
۴	۳	۱	زاویه دار	$SnCl_4, NO_4^-$
۴	۴	۰	چهار وجهی	CH_4, BF_4^-
۴	۳	۱	هرمی مثلث القاعده	NH_3, PF_3
۴	۲	۲	زاویه دار	H_2O, ICl_4^+
۵	۵	۰	دو هرمی مثلث القاعده	$PCl_5, SnCl_5^-$
۵	۴	۱	چهار وجهی نامنظم	$TeCl_4, IF_4^+$
۵	۳	۲	T-شکل	ClF_3, BrF_3
۶	۲	۴	خطی	XeF_2, ICl_6^-
۶	۶	۰	هشت وجهی	SF_6, PF_6^-
۶	۵	۱	هرمی مریع القاعده	IF_5, SbF_5^-
۶	۴	۲	مریع مسطوح	BrF_4^-, XeF_4

۱-۴: به کمک اندازه‌گیری گشتاور دو قطبی مولکول هرمی مثلثی PCl_3F_2 چگونه می‌توان مشخص کرد که اتم‌های Cl موقیت‌های محوری یا استوایی را اشغال می‌کنند؟۱-۵: شرح دهید که چرا گشتاور دو قطبی SCO برابر $D_{\frac{1}{2}2}$ ولی گشتاور دو قطبی CO_2 صفر می‌باشد. آیا ممکن است Cl_2 گشتاور دو قطبی داشته باشد؟۱-۶: مقادیر الکترونگاتیوی داده شده در جدول ۱-۸ برای C و O به ترتیب، $\frac{3}{4}$ و $\frac{5}{4}$ می‌باشد. از سوی دیگر، گشتاور دو قطبی CO فقط $D_{\frac{1}{2}0}$ می‌باشد و این بدین معنی است که نیروهای دو قطبی-دو قطبی برای مولکول CO خیلی کوچک می‌باشد. ساختار لوویس مولکول CO را رسم کرده و توضیحی برای پایین بودن گشتاور دو قطبی CO ارائه کنید.۱-۷: گشتاور دو قطبی PF_2 برابر $D_{\frac{1}{2}3}$ ولی گشتاور دو قطبی PF_5 صفر است. در این مورد شرح دهید.۱-۸: گشتاور دو قطبی NH_4^+ ($D_{\frac{1}{2}9}$) بزرگتر از گشتاور دو قطبی NF_2 ($D_{\frac{1}{2}4}$) می‌باشد. از سوی دیگر، گشتاور دو قطبی PH_3 کمتر از گشتاور دو قطبی PF_2 ($D_{\frac{1}{2}3}$) است. این نتایج را تفسیر نمایید.

۱۶۰ مایعات و جامدات

۹-۱۱: ترتیب نقاط ذوب F_2 , Cl_2 , Br_2 و I_2 به قرار زیر می‌باشد:



علت این ترتیب را شرح دهید.

۱۰-۱۱: مولکول‌های زیر را در نظر بگیرید که هر یک از آن‌ها ساختار چهار وجهی دارند و اتم C بعنوان اتم مرکزی می‌باشد:
 CH_4 , CH_2Cl , CH_2Cl_2 , $CHCl_3$, CCl_4

در کدامیک از این ترکیبات در حالت مایع نیروهای دو قطبی- دو قطبی وجود دارد؟ و به نظر شما ترتیب نقاط جوش این ترکیبات چگونه می‌باشد؟

پیوند هیدروژن:

۱۱-۱۱: ماده‌ی مرکب KHF_2 را می‌توان از واکنش KF و HF در محلول آبی تهیه کرد. ساختار یون HF_2^- را شرح دهید.

۱۲-۱۱: اگرچه پیوند هیدروژن $H_3...F$ قوی‌ترین پیوند هیدروژنی شناخته شده است ولی مشاهدات تجربی تاثیر پیوند هیدروژنی بر روی خواص هیدریدهای زیر، به این ترتیب می‌باشد:



علت چیست؟

۱۳-۱۱: علی‌رغم موارد استثنایی، اغلب نمک‌های اسیدی (مانند $NaHSO_4$) بیش از نمک‌های معمولی مربوط (مانند Na_2SO_4) در آب حل می‌شوند. توضیحی برای آن ارائه نمایید.

۱۴-۱۱: ساختار مولکول‌های زیر را رسم نمایید و شرح دهید که چگونه انحلال پذیری هر یک از این ترکیبات در آب، توسط پیوند هیدروژنی افزایش می‌باشد:



۱۵-۱۱: نقطه جوش عادی اتیلن دی‌آمین، $H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$ و پروپیل آمین، $H_3N-CH_2-CH_2-CH_3$ به ترتیب $117^\circ C$ و $49^\circ C$ می‌باشد. ولی اندازه و وزن مولکولی آن‌ها یکسان می‌باشد. دلیل این اختلاف چیست؟

۱۶-۱۱: مخلوط کلروفرم، $CHCl_3$ و استون، در دمایی بالاتر از هر یک از آن‌ها به صورت خالص می‌جوشد. علت را شرح دهید.

حالت هایع:

۱۷-۱۱: به طور خلاصه شرح دهید که چگونه و چرا هر یک از کمیت‌های زیر نشانگر قدرت نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی می‌باشد؟

- | | | | |
|------------------|--------------------|-----------|--------------|
| الف) دمای بحرانی | ب) کشنش سطحی | ج) گرانوی | د) فشار بخار |
| ه) آنتالپی تبخیر | و) نقطه‌ی جوش عادی | | |

۱۸-۱۱: به کمک منحنی توزیع ماکسول-بولتمن شرح دهید که چرا مایعات به هنگام تبخیر سرد می‌شوند. اگر مایعی در یک ظرف سر بسته بخار شود چه وضعیتی برقرار می‌شود؟ شرح دهید.

۱۹-۱۱: الف) چرا نقطه‌ی جوش یک مایع با فشار تغییر می‌کند؟ ب) نقطه‌ی جوش عادی چیست؟

ج) به کمک منحنی‌های شکل ۹-۱۱، نقطه‌ی جوش دی‌اتیلن اتر، اتیلن الکل و آب را در $atm = 0/50$ براورد نمایید.

۲۰-۱۱: به کمک داده‌های جدول ۱۰-۱، نقطه‌ی جوش آب را در:

الف) $atm = 0/10$ ب) در $atm = 0/25$ براورد نمایید.

۲۱-۱۱: فشار بخار نیتروبنزن در $C = 115^\circ C$ و در $atm = 0/126$ به ترتیب، $atm = 0/051$ و $atm = 0/010$ می‌باشد. آنتالپی مولی تبخیر نیتروبنزن در این محدوده‌ی دمایی چقدر می‌باشد؟

۲۲-۱۱: فشار بخار تراکلرید کربن در $C = 50^\circ C$ و در $atm = 0/417$ به ترتیب، $atm = 0/093$ و $atm = 0/059$ می‌باشد. آنتالپی مولی تبخیر تراکلرید کربن در این محدوده‌ی دمایی چقدر می‌باشد؟

فصل پاندهم

۱۱-۲۳: فشار بخار متیل الکل در ${}^{\circ}\text{C}$ ۵۰ برابر 0.530 atm و آنتالپی مولی تبخیر آن 37.6 kJ/mol می‌باشد. نقطه جوش عادی متیل الکل چقدر می‌باشد؟

۱۱-۲۴: فشار بخار سیکلوهگزان در ${}^{\circ}\text{C}$ ۲۵ برابر 0.12 atm و آنتالپی مولی تبخیر آن 31.8 kJ/mol می‌باشد. نقطه جوش عادی سیکلوهگزان چقدر می‌باشد؟

۱۱-۲۵: فشار بخار تولوئن در ${}^{\circ}\text{C}$ ۹۰ برابر 0.532 atm و آنتالپی مولی تبخیر آن 35.9 kJ/mol می‌باشد. فشار بخار تولوئن در ${}^{\circ}\text{C}$ ۱۰۰ چقدر می‌باشد؟

۱۱-۲۶: فشار بخار سیکلوهگزان در ${}^{\circ}\text{C}$ ۶۱ برابر 0.527 atm و آنتالپی مولی تبخیر آن 31.8 kJ/mol است. فشار بخار سیکلوهگزان در ${}^{\circ}\text{C}$ ۵۰ چقدر است؟

۱۱-۲۷: نقطه‌ی جوش عادی آب ${}^{\circ}\text{C}$ ۱۰۰ و آنتالپی مولی تبخیر آن 40.7 kJ/mol می‌باشد. نقطه‌ی جوش آب در فشار 0.1500 atm چقدر می‌باشد؟

۱۱-۲۸: نقطه‌ی جوش عادی کلروبنزن ${}^{\circ}\text{C}$ ۱۳۲ و آنتالپی مولی تبخیر آن 36.5 kJ/mol می‌باشد. نقطه‌ی جوش کلروبنزن در فشار 0.100 atm چقدر می‌باشد؟

دیاگرام‌های فاز:

۱۱-۲۹: به کمک داده‌های زیر، نمودار تقریبی فاز را برای هیدروژن رسم نمایید: نقطه ذوب عادی $\text{K} 140.1$ ، نقطه جوش عادی

۱۱-۳۰: نقطه سه‌گانه $\text{K} 129.5$ و ${}^{\circ}\text{C} -2 \times 10^{-2}$ ، نقطه بحرانی $\text{K} 33/3$ و 12.8 atm و فشار بخار جامد در $\text{K} 10$ برابر با

$1 \times 10^{-3} \text{ atm}$ می‌باشد.

۱۱-۳۱: به کمک داده‌های زیر، نمودار تقریبی فاز را برای کربن پیوند رسم نمایید: نقطه جوش عادی ${}^{\circ}\text{C} 152$ ، نقطه ذوب عادی

۱۱-۳۲: نقطه سه‌گانه ${}^{\circ}\text{C} 152$ و 0.175 atm و ${}^{\circ}\text{C} -63$ و 54.2 atm و فشار بخار جامد در ${}^{\circ}\text{C} 152$ برابر با

$1 \times 10^{-3} \text{ atm}$ می‌باشد.

۱۱-۳۳: شکل ۱۱-۱۱ نمودار فاز آب را نشان می‌دهد. اگر فشار بر روی سیستم H_2O به تدریج زیاد شود، تغییرات فاز و

فشارهای تقریبی مربوط به این تغییرات را در هر یک از دماهای ثابت زیر بیان نمایید:

(الف) ${}^{\circ}\text{C} -1$ (ب) ${}^{\circ}\text{C} 50$ (ج) ${}^{\circ}\text{C} -50$

۱۱-۳۴: شکل ۱۱-۱۱ نمودار فاز دی‌اکسید کربن را نشان می‌دهد. اگر فشار بر روی سیستم CO_2 به تدریج زیاد شود، تغییرات فاز و فشارهای تقریبی مربوط به این تغییرات را در هر یک از دماهای ثابت زیر بیان نمایید:

(الف) ${}^{\circ}\text{C} -6$ (ب) ${}^{\circ}\text{C} 55$ (ج) ${}^{\circ}\text{C} -55$

۱۱-۳۵: با مراجعه به شکل ۱۱-۱۱، تغییرات فاز و دماهای تقریبی مربوط به این تغییرات را برای آب، وقتی که در هر یک از

فشارهای زیر از ${}^{\circ}\text{C} -30$ به ${}^{\circ}\text{C} 110$ گرم می‌شود بیان نمایید:

(الف) ${}^{\circ}\text{C} -3 \times 10^{-3}$ (ب) ${}^{\circ}\text{C} 0.15$ (ج) ${}^{\circ}\text{C} 1/1$

۱۱-۳۶: با مراجعه به شکل ۱۱-۱۲ تغییرات فاز و دماهای تقریبی مربوط به این تغییرات را برای دی‌اکسید کربن وقتی که در

هر یک از فشارهای زیر از ${}^{\circ}\text{C} -20$ به ${}^{\circ}\text{C} 80$ گرم می‌شود بیان نمایید:

(الف) ${}^{\circ}\text{C} 1$ (ب) ${}^{\circ}\text{C} 5/5$ (ج) ${}^{\circ}\text{C} 70$

۱۱-۳۷: برای خالص‌کردن جامدات گاهی از روش تصعید استفاده می‌شود. در این روش، ماده ناخالص را گرم می‌کنیم تا محصول بلوری خالص بر سطحی سرد متراکم گردد. آیا تخلیص بخ با این روش امکان‌پذیر می‌باشد؟ در چه شرایطی؟

۳۶-۱۱: به طور خلاصه شرح دهد که چگونه و چرا شبیث منحنی نقطه ذوب در نمودار فاز یک ماده به چگالی نسبی آن در حالت جامد و مایع آن بستگی دارد.

الواع جامدات بلورین:

۳۷-۱۱: برای ذوب کردن بلور مواد زیر بر چه نیروهایی باید غلبه نمود؟

(الف) PF_2 (ب) BF_3 (ج) BaF_2 (د) Si

۳۸-۱۱: برای ذوب کردن بلور مواد زیر بر چه نیروهایی باید غلبه نمود؟

(الف) CaO (ب) CaCl_2 (ج) Cl_2O (د) O_2

۳۹-۱۱: به نظر شما کدام ماده در هر یک از زوج‌های زیر نقطه ذوب بالاتر را دارد؟ علت را بیان نمایید.

(الف) ClF (ب) BrCl (ج) CsBr (د) C (الماس) یا Cl_2

۴۰-۱۱: به نظر شما کدام ماده در هر یک از زوج‌های زیر، نقطه ذوب بالاتر است؟ علت را بیان نمایید.

(الف) SiCl_4 (ب) SiBr_4 (ج) SiCl_4 یا SrCl_2 (د) SiCl_4 یا SiC

(ه) SiC (کربوراندوم) یا SiCl_4

بلورها:

۴۱-۱۱: زنون (Xe) در سیستم مکعبی با وجوده مرکز پر متبلور می‌شود و طول هر یال سلول واحد آن 620 pm می‌باشد. چگالی زنون در حالت بلورین چقدر می‌باشد؟

۴۲-۱۱: وانادیم در سیستم مکعبی مرکز پر متبلور می‌شود و طول هر یالی از سلول واحد آن 305 pm می‌باشد. چگالی وانادیم چقدر می‌باشد؟

۴۳-۱۱: نفره در سیستم مکعبی متبلور می‌شود و طول هر یال از سلول واحد آن 408 pm می‌باشد. اگر چگالی نفره 1.06 g/cm^3 باشد، هر سلول واحد شامل چند اتم Ag است؟ سلول واحد Ag از چه نوع می‌باشد؟

۴۴-۱۱: تانتال (Ta) در سیستم مکعبی متبلور می‌شود و طول هر یال از سلول واحد آن 320 pm می‌باشد. اگر چگالی تانتال 1.66 g/cm^3 باشد، هر سلول شامل چند اتم Ta است؟ سلول واحد Ta از چه نوع می‌باشد؟

۴۵-۱۱: عنصری در سیستم مکعبی با وجوده مرکز پر متبلور می‌شود و طول هر یال از سلول واحد آن 286 pm می‌باشد. اگر چگالی این عنصر 7.92 g/cm^3 باشد، وزن اتمی این عنصر چقدر می‌باشد؟

۴۶-۱۱: عنصری در سیستم مکعبی با وجوده مرکز پر متبلور می‌شود. اگر چگالی این عنصر 392 pm می‌باشد. اگر چگالی این عنصر 21.5 g/cm^3 باشد، وزن اتمی آن عنصر چقدر می‌باشد؟

۴۷-۱۱: کلسیم (Ca) در سیستم مکعبی با وجوده مرکز پر متبلور می‌شود. اگر چگالی این عنصر 1.55 g/cm^3 باشد طول هر یال از سلول واحد آن چقدر می‌باشد؟

۴۸-۱۱: مس (Cu) در شبکه مکعبی با وجوده مرکز پر متبلور می‌شود. اگر چگالی این عنصر 8.93 g/cm^3 باشد، طول هر یال از سلول واحد آن چقدر می‌باشد؟

۴۹-۱۱: پالادیم در یک سیستم مکعبی مرکز وجوه پر متبلور می‌شود و طول واحد سلول آن 389 pm است. ابعاد مکعبی را که بتواند یک مول Pd (106 g) را در خود جای دهد محاسبه کنید.

۵۰-۱۱: سدیم در یک سیستم مکعبی مرکز پر متبلور می‌شود و طول واحد سلول آن 430 pm است. ابعاد مکعبی را که بتواند یک مول سدیم (2210 g) را در خود جای دهد بدست آورید.

۵۱-۱۱: الومینیوم در یک سیستم مکعبی مرکز وجوه پر متبلور می‌شود و طول واحد سلول آن 405 pm است. شعاع اتمی Al را بدست آورید.

۵۲-۱۱: کروم در یک سیستم مکعبی مرکز وجوه پر متبلور می‌شود و طول واحد آن 2875 pm است. شعاع اتمی Cr را بدست آورید.

فصل یازدهم

۵۴-۱۱: مولکول‌های گزنوں دی فلورید، XeF_4 در یک سیستم چهار گوش‌های مرکز پر متبلور می‌شوند. در این بلور قاعده‌ی واحد سلولی مربوطی به طول 422 pm است و ارتفاع واحد سلولی 699 pm است. فرض کنید مولکول‌ها موقعیت‌های واحد سلولی را اشغال کرده باشند. چگالی XeF_4 چقدر می‌باشد؟

تعیین ساختار مولکولی با پروتو پرتو X

۵۵-۱۱: در مطالعه پرتو ایکس یک بلور با استفاده از پرتوهای ایکس به طول موج 710 pm یک انعکاس مرتبه‌ی یک با زاویه 120° دیده می‌شود. فاصله بین صفحات به وجود آورده این بازتاب چقدر می‌باشد؟ سینوس $120^\circ = 0.808$.

۵۶-۱۱: در مطالعه پرتو ایکس یک بلور طلا با استفاده از پرتوهای ایکس به طول موج 154 pm یک انعکاس مرتبه‌ی یک با زاویه 2212° دیده می‌شود. فاصله بین صفحات مسئول این بازتاب چقدر می‌باشد؟ سینوس $2212^\circ = 0.377$.

۵۷-۱۱: در مطالعه پرتو ایکس یک بلور، دسته‌ای از صفحات بلوری با $d=180\text{ pm}$ یک انعکاس مرتبه‌ی یک با زاویه 220° دارند. طول موج پرتو X بکار رفته چقدر می‌باشد؟ سینوس $220^\circ = 0.375$.

۵۸-۱۱: در مطالعه پرتو ایکس یک بلور، دسته‌ای از صفحات بلوری با $d=248\text{ pm}$ عامل پیدایش یک انعکاس مرتبه‌ی یک با زاویه 821° هستند. طول موج پرتو X بکار رفته چقدر می‌باشد؟ سینوس $821^\circ = 0.1428$.

۵۹-۱۱: در مطالعه پرتو ایکس یک بلور با استفاده از پرتوهای ایکس به طول موج 154 pm یک انعکاس مرتبه‌ی یک با زاویه 110° به دست آمده است. طول موج پرتوهای ایکسی که چنین بازتابی را با زاویه 1292° نشان می‌دهند چقدر می‌باشد؟ سینوس $110^\circ = 0.191$ و سینوس $1292^\circ = 0.241$.

۶۰-۱۱: در مطالعه پرتو ایکس یک بلور با استفاده از پرتوهای ایکس به طول موج 154 pm یک انعکاس مرتبه‌ی یک با زاویه 160° به دست می‌آید. طول موج پرتوهای ایکسی که چنین بازتابی را با زاویه 2033° نشان می‌دهند چقدر است؟ سینوس $160^\circ = 0.276$ و سینوس $2033^\circ = 0.347$.

۶۱-۱۱: در مطالعه گروهی از صفحات بلوری $d=204\text{ pm}$ با استفاده از پرتوهای ایکس به طول موج 154 pm در چه زاویه‌ای یک انعکاس مرتبه‌ی یک دیده می‌شود؟ در چه زاویه‌ای یک انعکاس مرتبه دوم دیده می‌شود؟

۶۲-۱۱: در مطالعه دسته‌ای از صفحات بلوری $d=302\text{ pm}$ با استفاده از پرتوهای ایکس به طول موج 710 pm در چه زاویه‌ای یک انعکاس مرتبه‌ی یک دیده می‌شود؟ در چه زاویه‌ای یک انعکاس مرتبه دوم دیده می‌شود؟

بلورهای یونی:

۶۳-۱۱: (الف) در سلول واحد بلور کلرید سدیم که در شکل ۲۳-۱۱ نشان داده شده، چند نوع یون از هر نوع وجود دارد؟

(ب) چگالی کلرید نقره که در ساختار بلوری سدیم کلرید متبلور می‌شود برابر $5/57\text{ g/cm}^3$ می‌باشد. طول ضلع سلول واحد $AgCl$ مشابه با $NaCl$ (شکل ۲۳-۱۱) چقدر می‌باشد؟

(ج) با استفاده از معادلات داده شده در بخش ۱۲-۱۱ کوتاه‌ترین فاصله بین Ag^+ و یون Cl^- را تعیین نمایید.

۶۴-۱۱: (الف) در سلول واحد بلور سدیم کلرید که در شکل ۲۳-۱۱ نشان داده شده است. چند نوع یون از هر نوع وجود دارد؟ (ب) چگالی فلورورید پتانسیم که در ساختار بلوری کلرید سدیم متبلور می‌شود برابر $2/468\text{ g/cm}^3$ می‌باشد. طول ضلع سلول واحد KF مشابه با $NaCl$ و شکل ۲۳-۱۱، چقدر می‌باشد؟

(ج) با استفاده از معادلات داده شده در بخش ۱۲-۱۱ کوتاه‌ترین فاصله بین یون K^+ و یون F^- را تعیین نمایید.

۶۵-۱۱: (الف) در سلول واحد بلور کلرید سزیم که در شکل ۲۳-۱۱ نشان داده شده می‌باشد چند نوع یون از هر نوع وجود دارد؟ (ب) چگالی کلرید سزیم برابر $3/99\text{ g/cm}^3$ است. طول ضلع سلول واحد $CsCl$ نشان داده شده در شکل ۲۳-۱۱ چقدر می‌باشد؟

(ج) با استفاده از معادلات داده شده در بخش ۱۲-۱۱ کوتاه‌ترین فاصله بین یون Cs^+ و یون Cl^- را تعیین نمایید.

۶۶-۱۱: (الف) در سلول واحد بلور سولفید روی که در شکل ۲۳-۱۱ نشان داده شده است چند نوع یون از هر نوع وجود دارد؟
ب) چگالی کلرید مس (I) در ساختار بلوری متیلور می‌شود برابر $4/14 \text{ g/cm}^3$ می‌باشد. طول ضلع سلول واحد CuCl مشابه با ZnS (شکل ۲۳-۱۱) چقدر می‌باشد؟

ج) با استفاده از معادلات داده شده در بخش ۱۲-۱۱ کوتاهترین فاصله بین یون Cu^{+} و یون Cl^{-} را تعیین نمایید.
۶۷-۱۱: (الف) سولفید سرب (II) در ساختار کلرید سدیم متیلور می‌شود. کوتاهترین فاصله یون Pb^{2+} و S^{2-} برابر 292 pm می‌باشد. طول ضلع سلول واحد PbS مشابه با NaCl (شکل ۲۳-۱۱) چقدر می‌باشد؟

ب) چگالی PbS بر حسب g/cm^3 چقدر می‌باشد?
۶۸-۱۱: (الف) کلرید پتاسیم در ساختار کلرید سدیم متیلور می‌شود. کوتاهترین فاصله یون K^{+} و Cl^{-} برابر $2/4 \text{ pm}$ می‌باشد. طول ضلع سلول واحد KCl مشابه با NaCl (شکل ۲۳-۱۱) چقدر می‌باشد؟

ب) چگالی KCl بر حسب g/cm^3 چقدر می‌باشد?
۶۹-۱۱: کلرید تالیم (I) در ساختار کلرید سدیم متیلور می‌شود. کوتاهترین فاصله یون Tl^{+} و Cl^{-} برابر 222 pm می‌باشد. طول ضلع سلول واحد TlCl مشابه با CsCl (شکل ۲۳-۱۱) چقدر می‌باشد؟

ب) چگالی TlCl بر حسب g/cm^3 چقدر می‌باشد?
۷۰-۱۱: سولفید کادمیم در ساختار بلوری سولفید روی متیلور می‌شود. کوتاهترین فاصله بین یون Cd^{2+} و S^{2-} برابر 253 pm می‌باشد. طول ضلع سلول واحد CdS مشابه با ZnS (شکل ۲۳-۱۱) چقدر می‌باشد؟

ب) چگالی CdS بر حسب g/cm^3 چقدر می‌باشد?
۷۱-۱۱: در یک بلور معین، فاصله بین مرکز کاتیون‌ها و آئیون مجاورشان تقریباً برابر با مجموع شعاع یونی این دو یون است. برخی از شعاع‌های یونی عبارتند از: Na^{+} , 95 pm , K^{+} , 132 pm , Ca^{2+} , 99 pm , Ni^{2+} , 125 pm , Ba^{2+} , 112 pm , Ag^{+} , 69 pm , Sr^{2+} , 126 pm , Cl^{-} , 126 pm , Br^{-} , 181 pm , S^{2-} , 140 pm , O^{2-} , 195 pm , F^{-} , 80 pm , I^{-} , 136 pm , L^{2-} , 184 pm . با توجه به معادله ۱۲-۱۱ همین فصل بلورهای زیر را (که هر کدام در سیستم کلرید سدیم متیلور می‌شوند) بر حسب کاهش انرژی شبکه (ابتدا منفی ترین مقدار) مرتب کنید:
 NiS , NaBr , KCl , CaS , BaO , AgCl

۷۲-۱۱: در یک بلور معین، فاصله بین مرکز کاتیون و آئیون مجاورشان تقریباً برابر با مجموع شعاع یونی این دو یون می‌باشد. برخی از شعاع‌های یونی عبارتند از: Na^{+} , 95 pm , K^{+} , 132 pm , Mg^{2+} , 65 pm , Ag^{+} , 126 pm , Sr^{2+} , 112 pm , Mn^{2+} , 112 pm , O^{2-} , 195 pm , F^{-} , 80 pm , I^{-} , 136 pm , L^{2-} , 184 pm , S^{2-} , 140 pm , Cl^{-} , 126 pm . با توجه به معادله ۱۲-۱۱ که در بخش ۱۲-۱۱ آمده، بلورهای زیر را (که هر کدام در سیستم سدیم کلرید متیلور می‌شوند) بر حسب انرژی شبکه (ابتدا منفی ترین مقدار) مرتب نمایید:
 MnO , MgS , NaI , MgO , KF , AgF

ساختارهای ناقص:

۷۳-۱۱: اکسید کادمیم، CdO در سیستم کلرید سدیم با چهار یون Cd^{2+} و O^{2-} در هر سلول واحد متیلور می‌شود (شکل ۲۳-۱۱ را ببینید). بهر حال، این ترکیب معمولاً غیر استوکیومتری است و فرمول تقریبی آن $\text{CdO}_{0.915}$ می‌باشد. علت پدیده آمدن نقص در این ساختار، قرار گرفتن اتم‌های Cd به جای یون‌های Cd^{2+} است و به همین تعداد موقعیت‌های آئیونی خالی می‌ماند.

الف) چند درصد مواضع آئیونی خالی می‌باشد?
ب) اگر طول سلول واحد $469/5 \text{ pm}$ باشد، چگالی بلور کامل چقدر می‌باشد?
ج) چگالی بلور غیر استوکیومتری چقدر می‌باشد؟ وزن اتمی Cd را $112/40$ و وزن اتمی O را $16/00$ در نظر بگیرید.
۷۴-۱۱: (الف) طول ضلع سلول واحد NaCl در شکل ۲۳-۱۱ برابر $563/8 \text{ pm}$ و چگالی آن، $2/165 \text{ g/cm}^3$ است. با استفاده از این داده‌ها وزن مولکولی ظاهری NaCl را تا چهار رقم با معنی بدست آورید.

فصل یازدهم ۱۶۵

ب) تفاوت بین مقدار محاسبه شده از روی داده های بلور و وزن مولکولی واقعی NaCl (۵۸/۴۴) به نقص بلور نسبت داده شده که در آن اتم های Na جایگزین یون های Na^+ شده و همین تعداد یون های Cl^- از موضع بلور حذف می شود. براساس پاسخ خود در قسمت (الف)، درصد مواضع آئیونی خالی را در بلور بدست آورید.

تمرین های ملقبندی نشده:

۷۵-۱۱: در هر یک از زوج های زیر کدام ماده دارای ذوب بالاتری می باشد؟

- | | |
|---|---|
| الف) LiCl یا LiH_2 | ب) LiH_2 یا LiCl |
| ج) LiH_2 یا LiCl | د) LiH_2 یا LiCl |
| ه) HCl یا H_2S | و) H_2S یا HCl |
| ز) CH_4 یا SiH_4 | س) CH_4 یا SiH_4 |

۷۶-۱۱: فشار بخار هپتان در ${}^{\circ}\text{C}$ ۹۰ برابر atm و در ${}^{\circ}\text{C}$ ۲۷۵ برابر atm است. مقدار آنتالیی تبخیر مولی را بدست آورید. دمای جوش نرمال هپتان چقدر می باشد؟

۷۷-۱۱: لیتیم در سیستم مکعبی مرکز پر متبلور می شود و طول ضلع سلول واحد آن 350 pm می باشد. وزن اتمی لیتیم ۶/۹۴ و چگالی آن 3 g/cm^3 است. با استفاده از این داده ها عدد آوغادرو را بدست آورید.

۷۸-۱۱: شاعع اتمی مولیبدن برابر 136 pm است و در یک سیستم مکعبی مرکز پر متبلور می شود طول ضلع یک سلول واحد آن چقدر است؟ چگالی M_0 چقدر می باشد؟

۷۹-۱۱: در مطالعه پرتو ایکس یک بلور با استفاده از پرتوهای ایکس به طول موج 193 pm . یک انعکاس مرتبه ی یک با زاویه $25/9^\circ$ بدست می آید. فاصله d بین صفحات به وجود آورده ای بن بازتاب جقدر است؟ سینوس $25/9^\circ$ برابر $0/4368$ می باشد.

۸۰-۱۱: فرض کنید اتم های صلب کروی به شاعع d یک سلول واحد مکعبی مرکز پر تشکیل می دهند. با استفاده از معادلات بخش ۱۲-۱۱ مقداری زیر را بر حسب d بدست آورید:

الف) طول ضلع یک سلول واحد ب) حجم یک سلول واحد

ج) حجم کل اتم هایی که یک سلول واحد را تشکیل می دهد د) درصد حجم یک سلول واحد که فضای خالی می باشد.

۸۱-۱۱: فرض کنید اتم های صلب کروی به شاعع d یک سلول واحد مکعبی مرکز پر تشکیل می دهند. با استفاده از معادلات بخش ۱۲-۱۱ مقداری زیر را بر حسب d بدست آورید.

الف) طول ضلع یک سلول واحد ب) حجم یک سلول واحد

ج) حجم کل اتم هایی که یک سلول واحد را تشکیل می دهد د) درصد حجم یک سلول واحد که فضای خالی است.

پاسخ خود را با تمرین ۸۰-۱۱ مقایسه نمایید. کدام یک از این دو سلول واحد، مرکز وجوه پر یا مرکز پر، به صورت متراکم تری چیزهای شده اند؟

۸۲-۱۱: نقص های بلوری که سبب تغییر استوکیومتری بلور یا عدم تغییر آن می شوند را نام ببرید.

۸۳-۱۱: اکسید آهن (II) در ساختار NaCl با چهار کاتیون و چهار آئیون در هر سلول واحد متبلور می شود (شکل ۲۳-۱۱ را ببینید) ولی این بلورها معمولاً کمبود آهن دارند. برخی از مواضع کاتیونی خالی هستند و برخی به جای یون های Fe^{2+}

یون های Fe^{3+} دارند اما ترکیب یون ها چنان می باشد که ساختار بلوری از نظر الکتریکی خنثی می باشد.

فرمول این بلور $\text{Fe}_{0.95} \text{O}$ است.

الف) نسبت یون های Fe^{3+} به یون های Fe^{2+} در بلور چقدر می باشد؟

ب) چند درصد از مواضع کاتیونی خالی هستند؟ راهنمایی: بلوری شامل $100/0$ یون O^{2-} را در نظر بگیرید.

حل تمرین های فصل ۱۱

نیروهای جاذب بین مولکول

۱-۱۱

(الف) BeF_2 یک مولکول خطی از نوع AB_2 می باشد که در آن قطبیت پیوندها یکدیگر را خنثی می نمایند. OF_2 یک مولکول زاویه دار از نوع AB_2E_2 می باشد که در آن قطبیت پیوندها خنثی نیست. در ضمن جفت الکترون های آزاد اتم اکسیژن هم در قطبیت مولکول اثر می گذارد.

(ب) BF_3 یک مولکول مسطح مثلثی از نوع AB_3 می باشد که زوایای بین پیوندی آن 120° است و قطبیت پیوندها یکدیگر را خنثی می نمایند ولی PF_3 یک مولکول با شکل هندسی هرم مثلث القاعده و فرمول عمومی AB_3E می باشد که در آن قطبیت پیوندها یکدیگر را خنثی نمی نمایند، در ضمن جفت الکترون های آزاد روی اتم فسفر هم در قطبیت مولکول اثر می گذارد.

۲-۱۱

نیروهای لاندن نیروهایی می باشند که بین مولکول ها وجود دارند و از اثر قطبیت لحظه ای مولکول در اثر حرکت الکترون ها در مولکول حاصل می شوند. نیروهای دوقطبی - دو قطبی نیروهای جاذبه دو طرفه ای می باشند که بین قطب های مخالف مولکول های مجاور هم حاصل می شوند. نیروهای جاذبه بین مولکولی لاندن در تمام مولکول ها وجود دارد.

۳-۱۱

تمام مولکول هایی که ساختمانی متقارن دارند، اثر قطبیت پیوندهای خود را خنثی نموده و دارای گشتاور دو قطبی صفر می باشند. از مولکول های جدول

۱-۹ امولکول های:

XeF_4 , SF_6 , XeF_4 , PCl_5 , CH_4 , BF_3 , $HgCl_4$ دارای گشتاور دو قطبی صفر می باشند.

۴-۱۱

اگر هر دو اتم Cl موقعیت های محوری PCl_3F_2 را اشغال نمایند پیوندها متقارن می باشد و مولکول ها دارای گشتاور دو قطبی صفر می شوند. ولی اگر دو اتم کلر موقعیت استوایی و یا یک اتم در موقعیت استوایی و دیگری در موقعیت محوری قرار گیرد مولکول به علت عدم تقارن ابر الکترونی اطراف P قطبی و مولکول دارای گشتاور دو قطبی خواهد شد.

۵-۱۱

هر دو مولکول CO_2 و SCO خطی هستند.
 $O=C=O \mu = 0$, $S=C=O \mu = 0.172D$
 در مولکول CO_2 قطبیت هر پیوند C - O توسط پیوند دیگر که هم اندازه اند خنثی شده، پس گشتاور دو قطبی مولکول صفر می گردد. ولی در مولکول SCO قطبیت پیوندهای $S-C$ و $C-O$ با هم برابر نیستند، پس مولکول قطبی می گردد. در مولکول CS_2 مانند CO_2 هر دو پیوند C - S با هم برابراند پس قطبیت مولکول صفر می گردد.

۶-۱۱

در ساختار لوویس مولکول CO اتم اکسیژن دارای بار جزئی مثبت و اتم کربن دارای بار جزئی منفی می باشد: $C^+ = O^-$: که ایجاد یک مولکول دو قطبی بر خلاف جهت اختلاف الکترونگاتیوی می نماید. این دو اثر متقابل باعث می شوند که قطبیت مولکول کم گردد.

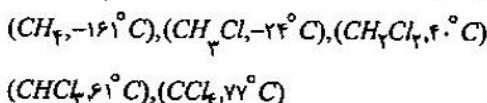
باعث می‌گردد که گشتاور دوقطبی PF برابر $\mu = 1.03D$ و بیشتر از NF می‌گردد.

۹-۱۱

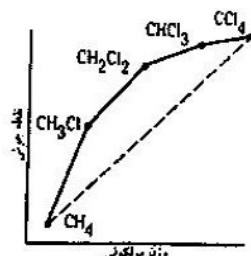
نقشه جوش با افزایش اندازه مولکول زیاد می‌گردد. بزرگتر شدن مولکول بدین معنی می‌باشد که ابر الکترونی بزرگتر و از هسته دورتر است پس ساده‌تر منحرف می‌گردد. پس نیروهای لاندن بین مولکول‌های بزرگتر، قوی‌تر از نیروهای لاندن بین مولکول‌های کوچکتر می‌باشد.

۱۰-۱۱

نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی دوقطبی - دوقطبی در تمام این مولکول‌ها به غیر از CH_4 و CCl_4 وجود دارد. نیروهای جاذبه بین مولکولی اصلی این ترکیبات همان نیروهای لاندن می‌باشد. نقاط جوش این ترکیبات با افزایش ابر الکترونی که خود با افزایش وزن مولکولی منطبق است، زیاد می‌گردد.



در منحنی تغییرات نقطه جوش دلیل انحراف از خط مستقیم وجود نیروهای دوقطبی - دو قطبی مولکول‌ها می‌باشد.

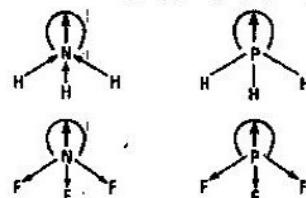
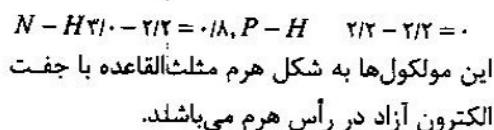


۷-۱۱

مولکول PF هرم مثلث القاعده با یک جفت الکترون غیرپیوندی در رأس هرم می‌باشد و از نوع مولکول‌های AB_3E است، پس دارای گشتاور دوقطبی می‌باشد. از طرف دیگر مولکول PF یک دو هرمی مثلثی از نوع AB_3 است که در آن اتم فسفر جفت الکترون آزاد نداشته و قطبیت پیوند‌ها توسط یکدیگر خنثی می‌گردد پس گشتاور دوقطبی مولکول صفر است.

۸-۱۱

قطبیت یک پیوند متناسب با اختلاف الکترونگاتیوی اتم‌های آن پیوند می‌باشد.



پیکان سر منفی یک پیوند مجزا را که در نهایت ایجاد قطبیت می‌نماید نشان می‌دهد. در مولکول NH_3 قطبیت پیوند‌ها و جفت الکترون آزاد در یک جهت می‌باشد پس قطبیت مولکول زیاد و برابر $\mu = 1.49D$ می‌گردد در مولکول PH_3 پیوند‌ها غیرقطبی می‌باشد و قطبیت مولکول به علت وجود جفت الکترون غیرپیوندی فسفر است پس دارای قطبیت کم و برابر $\mu = 0.55$ است. در هر دو ترکیب NF_3 و PF_3 قطبیت پیوند‌ها و قطبیت حاصل از جفت الکترون غیرپیوندی در دو جهت مخالفاند و سعی در خنثی کردن یکدیگر دارند. از آنجا که پیوند $F - P$ به علت اختلاف الکترونگاتیوی بیشتر دارای قطبیت بیشتر است،

هیدروژنی بیشتری با آب بوجود می‌آورند. الکترون‌های آزاد اتم اکسیژن آئیون‌های اسیدی می‌توانند نقش گیرنده پروتون در پیوندهای هیدروژنی داشته باشند. و آئیون‌های متصل به اتم اکسیژن می‌توانند نقش دهنده پروتون را داشته باشند پس ایجاد پیوند هیدروژنی بیشتری می‌نمایند.

۱۴-۱۱



(تمام هیدروژن‌ها) یا به صورت گیرنده پروتون با جفت الکترون آزاد ازت.

ب) $\begin{array}{c} H \\ | \\ H-N-O-H \\ | \\ H \end{array}$ دهنده پروتون (تمام هیدروژن‌ها) و گیرنده پروتون جفت الکترون‌های آزاد اتم ازت و اکسیژن.

ج) $\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-O-H \\ | \\ H \end{array}$ دهنده پروتون (فقط هیدروژن گروه OH) و پروتون گیرنده جفت الکترون‌های آزاد اکسیژن.

د) $\begin{array}{c} H \\ \backslash \\ C=O \\ / \\ H \end{array}$ فقط گیرنده پروتون با جفت الکترون‌های آزاد اکسیژن.

(هیدروژن‌های متصل به اتم کربن خاصیت پیوند هیدروژنی ندارند.)

پیوند هیدروژنی

۱۱-۱۱

در یون $F-H...H$ پیوند هیدروژنی قوی و غیرمعمول ($113 kJ/mol$) در مقایسه با انرژی پیوند هیدروژنی مولکول آب ($21 kJ/mol$) موجود می‌باشد. در این ساختمان هیدروژن دقیقاً در وسط دو اتم فلوروژن با طول پیوند برابر قرار می‌گیرد.

۱۲-۱۱

قدرت پیوندهای هیدروژنی جدا به ترتیب:

$N-H...N < O-H...O < F-H...F$ می‌باشد که به موازات خاصیت الکترونگاتیوی اتم متصل به هیدروژن زیاد می‌گردد. در مورد آمونیاک و فلورید هیدروژن، متوسط پیوند هیدروژنی برای هر مولکول یک پیوند می‌باشد (در HF فقط یک اتم H در هر مولکول و در آمونیاک فقط یک جفت الکترون غیرپیوندی روی اتم ازت موجود است) در آب متوسط پیوند هیدروژنی در مولکول می‌تواند تا دو پیوند باشد (هر مولکول آب دو اتم هیدروژن و دو جفت الکترون غیرپیوندی دارد). این عوامل باعث می‌شوند که خاصیت پیوند هیدروژنی بر روی H_2O اثر بیشتری نسبت به HF بگذارد.

۱۳-۱۱

آنیون نمک‌های اسیدی مانند HSO_4^- نسبت به آنیون خنثی SO_4^{2-} دارای بار کمتری می‌باشد پس انرژی شبکه‌ای آن‌ها کمتر است. وقتی نمکی در آب حل گردد مقدار انرژی شبکه‌ای لازم توسط فرآیند انحلال تأمین می‌گردد، پس نمک‌های اسیدی راحت‌تر در آب حل می‌شوند. علاوه بر این آنیون‌های اسیدی تمداد پیوندهای

در درجات حرارت بالا با انرژی سینتیک نسبتاً زیاد قوی می‌باشند.

ب) مولکول‌هایی که در مرکز مایع قرار گرفته‌اند از طرف مولکول‌های پیرامون در تمام جهات به صورت یکنواخت و برابر جذب می‌شوند. مولکول‌هایی که در سطح قرار گرفته‌اند فقط از طرف داخل مایع جذب می‌شوند. نیروهای جاذبه بین مولکولی قوی باعث اعمال کشش سطحی قوی می‌شوند.

ج) در مواد با نیروی جاذبه بین مولکولی زیاد، مولکول‌ها نمی‌توانند به سادگی روی هم حرکت نمایند، پس دارای ویسکوزیته بالا می‌باشند.

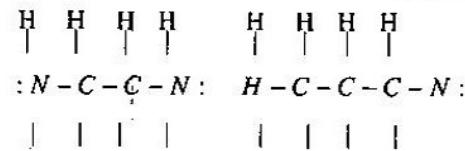
د) مولکول‌های مایع در صورتی می‌توانند از مایع جدا شوند و به صورت گاز در آیند که بر انرژی جاذبه بین مولکولی مایع غلبه نمایند. نیروهای جاذبه بین مولکولی قوی نشان دهنده آن است که تعداد مولکول‌های کمتری دارای انرژی مناسب برای رفتن از حالت مایع به حالت گاز می‌باشند. ه) آنتالپی تبخیر بالا، نشان دهنده نیروهای جاذبه بین مولکولی قوی می‌باشد، پس انرژی زیادی برای غلبه بر این نیروهای جاذبه بین مولکولی لازم می‌باشد.

و) نقطه جوش نرمال، درجه حرارتی می‌باشد که فشار بخار مایع در آن درجه حرارت برابر اتمسفر می‌گردد. نیروهای جاذبه بین مولکولی قوی بیانگر این می‌باشد که جهت رسیدن به فشار بخار یک اتمسفر، درجه حرارت بالاتری لازم می‌باشد.

۱۸-۱۱

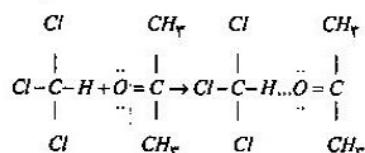
در یک مایع فقط مولکول‌های با انرژی نسبتاً بالا می‌توانند بر نیروهای جاذبه بین مولکولی مایع غلبه کنند و به فاز گازی بروند. در اثر تبخیر

۱۵-۱۱



از آن جا که اندازه و شکل مولکول‌ها شبیه‌اند نیروهای جاذبه بین مولکولی لاندن نیز شبیه می‌باشند. پیوند هیدروژنی در مولکول اتیلن دی‌آمین بیشتر از مولکول پروپیل آمین می‌باشد زیرا در پروپیل آمین فقط یک گروه NH_2 وجود دارد که در پیوندهای هیدروژنی شرکت می‌نمایند (هیدروژن‌های متصل به اتم کربن خاصیت پیوند هیدروژنی ندارند).

۱۶-۱۱



در مخلوط استن - کلروفرم ایجاد پیوند هیدروژنی، بین هیدروژن متصل به اتم کربن کلروفرم و اکسیژن استن باعث افزایش نقطه جوش مخلوط نسبت به هر یک از مواد اولیه می‌گردد. کلروفرم و یا استن به تهابی قادر به ایجاد پیوند هیدروژنی نمی‌باشند. هیدروژن کلروفرم به علت وجود سه اتم الکترونگاتیو کلر در مولکول کلروفرم خاصیت پیوند هیدروژنی پیدا می‌نمایند ولی هیدروژن‌های استن فاقد چنین خاصیتی‌اند.

حالت مایع

۱۷-۱۱

الف) موادی با نیروی جاذبه بین مولکولی قوی دارای درجه حرارت بحرانی بالا می‌باشند، زیرا نیروی نگهدارنده مولکول‌ها در حالت مایع حتی

معادله کلازیوس - کلابیرون

۲۱-۱۱

$$\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_v}{273.15 R}\right) \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right)$$

$$T_1 = 273 + 85 = 358K$$

$$T_2 = 273 + 115 = 388K$$

$$\log\left(\frac{0.151atm}{0.126atm}\right) = \left(\frac{\Delta H_v}{273.15(8/214 J/K.mol)}\right)$$

$$\left(\frac{388K - 358K}{(358K)(388K)}\right)$$

$$\Delta H_v = 85 \times 10^3 J/mol = 85 kJ/mol$$

$$22-11$$

$$\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_v}{273.15 R}\right) \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right)$$

$$T_1 = 273 + 50 = 323K$$

$$T_2 = 273 + 60 = 333K$$

$$\log\left(\frac{0.1517atm}{0.1417atm}\right) = \left(\frac{\Delta H_v}{273.15(8/214 J/K.mol)}\right)$$

$$\left(\frac{333K - 323K}{(323K)(333K)}\right)$$

$$\Delta H_v = 10 \times 10^3 J/mol = 10 kJ/mol$$

$$23-11$$

اگر T_2 درجه حرارت نقطه جوش نرمال باشد در این صورت $P_2 = 100 atm$ می‌باشد.

$$\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_v}{273.15 R}\right) \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right)$$

$$\log\left(\frac{100 atm}{0.1517 atm}\right) = \left(\frac{37600 J/mol}{273.15(8/214 J/K.mol)}\right)$$

$$\left(\frac{T_2 - 323K}{(323K)(T_2)}\right)$$

$$T_2 = 328 \quad t = 328 - 273 = 55^\circ C$$

مولکول‌های پرانرژی مایع فوار، متوسط انرژی مولکول‌های باقیمانده کم و مایع سرد می‌گردد. شکل ۸-۱۱ کتاب خارج‌شدن مولکول‌های پر انرژی و باقی ماندن مولکول‌های کم انرژی را نشان می‌دهد.

در تبخر یک مایع، در یک سیستم بسته بعضی از مولکول‌های بخار که از مایع جدا شده‌اند در بالای مایع در اثر برخورد با یکدیگر به سطح مایع بر می‌گردند. در ابتدا فشار بخار مایع کم می‌باشد ولی با افزایش درجه حرارت، فشار بخار زیاد شده و برخورد مولکول‌های گازی زیادتر می‌گردد و به جایی می‌رسد که سرعت فرار مولکول‌های مایع و سرعت برگشت مولکول‌های گازی به درون مایع برابر می‌شوند و این همان حالت تعادل می‌باشد.

۱۹-۱۱

(الف) نقطه جوش یک محلول درجه حرارتی می‌باشد که در آن فشار بخار مایع برابر فشار محیط می‌گردد. اگر فشار محیط زیاد گردد درجه حرارت مایع باید افزایش یابد تا فشار بخار آن برابر با فشار محیط گردد.

(ب) نقطه جوش نرمال درجه حرارتی می‌باشد که در آن فشار بخار محلول برابر یک اتمسفر است.

(ج) براساس منحنی شکل ۹-۱۱ کتاب درسی در فشار $100 atm$ نقطه‌های جوش دی اتیل اتر $15^\circ C$ و اتیل الکل $6^\circ C$ و آب $0^\circ C$ می‌گردد.

۲۰-۱۱

(الف) آب در فشار $100 atm$ در حدود $71^\circ C$ جوش می‌آید.

(ب) آب در فشار $200 atm$ در حدود $213^\circ C$ جوش می‌آید.

فصل یازدهم

۲۷-۱۱

$$T_Y = 273 + 1 \cdot \cdot = 273, P_Y = 1 \cdot \cdot atm, T_1 = ?$$

$$P_1 = 0.15 atm$$

$$\log\left(\frac{P_Y}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_V}{1/2 \cdot 2 R}\right) \left(\frac{T_Y - T_1}{T_1 T_Y}\right)$$

$$\log\left(\frac{1 \cdot \cdot atm}{0.15 atm}\right) = \left(\frac{21800 J/mol}{1/2 \cdot 2(8/214 J/K.mol)}\right)$$

$$\left(\frac{273K - T_1}{(T_1)(273K)}\right)$$

$$T_1 = 254$$

$$t_1 = 254 - 273 = -19^{\circ}C$$

۲۸-۱۱

$$T_Y = 273 + 1 \cdot \cdot = 273 K, P_Y = 1 \cdot \cdot atm,$$

$$P_1 = 0.1 \cdot \cdot atm, T_1 = ?$$

$$\log\left(\frac{P_Y}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_V}{1/2 \cdot 2 R}\right) \left(\frac{T_Y - T_1}{T_1 T_Y}\right)$$

$$\log\left(\frac{1 \cdot \cdot atm}{0.1 \cdot \cdot atm}\right) = \left(\frac{21800 J/mol}{1/2 \cdot 2(8/214 J/K.mol)}\right)$$

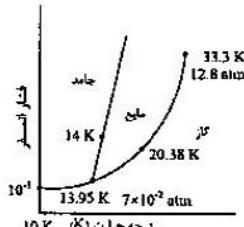
$$\left(\frac{273K - T_1}{(T_1)(273K)}\right)$$

$$T_1 = 274$$

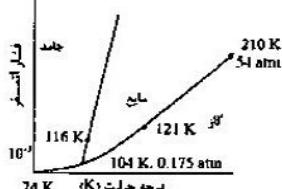
$$t_1 = 274 - 273 = 1^{\circ}C$$

دیاگرام فازها

۲۹-۱۱



۳۰-۱۱



۲۴-۱۱

$$T_Y = 273 + 1 \cdot \cdot = 273 K, P_Y = 1 \cdot \cdot atm$$

$$T_1 = 273 + 2 \cdot \cdot = 295 K$$

$$\log\left(\frac{P_Y}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_V}{1/2 \cdot 2 R}\right) \left(\frac{T_Y - T_1}{T_1 T_Y}\right)$$

$$\log\left(\frac{1 atm}{1/2 \cdot 2 atm}\right) = \left(\frac{21800 J/mol}{1/2 \cdot 2(8/214 J/K.mol)}\right)$$

$$\left(\frac{273K - 295K}{(273K)(295K)}\right)$$

$$T_1 = 295$$

$$t_1 = 295 - 273 = 22^{\circ}C$$

۲۵-۱۱

$$P_Y = \text{فشار بخار نولون}$$

$$T_Y = 273 + 1 \cdot \cdot = 273 K$$

$$T_1 = 273 + 9 \cdot \cdot = 282 K$$

$$\log\left(\frac{P_Y}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_V}{1/2 \cdot 2 R}\right) \left(\frac{T_Y - T_1}{T_1 T_Y}\right)$$

$$\log\left(\frac{P_Y}{0.1522 atm}\right) = \left(\frac{21800 J/mol}{1/2 \cdot 2(8/214 J/K.mol)}\right)$$

$$\left(\frac{273K - 282K}{(273K)(282K)}\right)$$

$$P_Y = 0.1522 atm$$

۲۶-۱۱

$$P_Y = \text{فشار بخار سیکلو هگزان}$$

$$T_Y = 273 + 5 \cdot \cdot = 278 K$$

$$T_1 = 273 + 6 \cdot \cdot = 279 K$$

$$\log\left(\frac{P_Y}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_V}{1/2 \cdot 2 R}\right) \left(\frac{T_Y - T_1}{T_1 T_Y}\right)$$

$$\log\left(\frac{P_Y}{0.1547 atm}\right) = \left(\frac{21800 J/mol}{1/2 \cdot 2(8/214 J/K.mol)}\right)$$

$$\left(\frac{273K - 279K}{(273K)(279K)}\right)$$

$$P_Y = 0.1547 atm$$

۳۱-۱۱

آب مایع در اثر جوشیدن به بخار تبدیل می‌گردد.

۳۴-۱۱

(الف) در فشار یک اتمسفر در درجه حرارت $78/5^{\circ}C$ - گاز کربنیک جامد در اثر تضعیف به بخار تبدیل می‌گردد.

(ب) در فشار $5/5 atm$ در درجه حرارت $55/9^{\circ}C$ - گاز کربنیک جامد در اثر ذوب به مایع تبدیل می‌گردد و در $54/9^{\circ}C$ - مایع در اثر جوشیدن به گاز تبدیل می‌گردد.

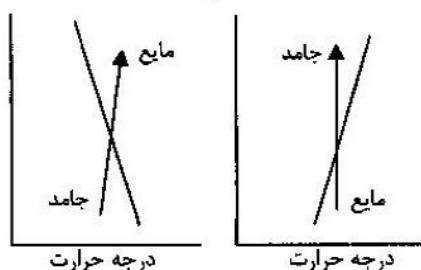
(ج) در $20 atm$ در درجه حرارت $53/5^{\circ}C$ - جامد به مایع تبدیل می‌گردد و در $29/3^{\circ}C$ مایع در اثر جوشیدن تبدیل به بخار می‌گردد.

۳۵-۱۱

می‌توان توسط تضعیف، بخ را خالص نمود. فشار لازم باید از فشار نقطه سه گانه کمتر باشد. به کمک منحنی می‌توان با مشخص کردن فشار، درجه حرارت مربوط به آن فشار را مشخص نمود و آن درجه حرارت حداقل، برای تبدیل گاز به جامد می‌باشد.

۳۶-۱۱

اگر شیب منحنی ذوب به سمت راست باشد فشار



(الف) درجه حرارت $1^{\circ}C$ - و فشار بخار کمتر از $10^{-2} atm$ می‌باشد. در نقطه‌ای که منحنی درجه حرارت $1^{\circ}C$ - منحنی OA و OB را قطع می‌نماید به ترتیب نقاط تبدیل بخار به جامد و ذوب شدن جامد می‌باشد.

(ب) در $5^{\circ}C$ - فشار بخار در حدود $1122 atm$ تبدیل بخار به مایع

(ج) در $5^{\circ}C$ - فشار خیلی کم و تراکم بخار به جامد

۳۲-۱۱

(الف) در $60^{\circ}C$ - فشار بخار در حدود $4 atm$ و در اثر افزایش تدریجی فشار فاز بخار به جامد تبدیل می‌گردد.

(ب) $55^{\circ}C$ بالاتر از نقطه بحرانی CO_2 می‌باشد، بنابراین تبدیل بخار به مایع یا جامد غیرممکن می‌باشد.

(ج) در $20^{\circ}C$ - فشار بخار در حدود $34 atm$ و تبدیل بخار به مایع

۳۳-۱۱

(الف) وقتی آب را در فشار $1 \times 10^{-3} atm$ حرارت می‌دهیم تنها تغییر فاز تبدیل جامد به گاز در حدود $20^{\circ}C$ - صورت می‌گیرد.

(ب) در فشار $1/15 atm$ آب جامد در درجه حرارت نزدیک صفر (حدود $0.16^{\circ}C$) به مایع تبدیل می‌گردد و در درجه حرارت نزدیک $8^{\circ}C$ مایع به بخار تبدیل می‌گردد.

(ج) در $1/1 atm$ در درجه حرارت نزدیک صفر آب جامد ذوب می‌گردد و در درجه حرارت حدود

ج) یونی و دارای نقطه ذوب بالاتری نسبت به $BrCl$ کوالانسی می‌باشد.
د) فلز Cs , زیرا دارای نقطه ذوب بیشتری نسبت به غیر فلز می‌باشد.
ه) الماس، زیرا دارای ساختمان مشبک کوالانسی می‌باشد. در صورتی که Cl_2 فقط دارای نیروهای جاذبه بین مولکول لاندن می‌باشد.

۴۰-۱۱

الف) فلز Sr نقطه ذوب بالاتری نسبت به غیر فلز Cl_2 دارد (Sr یک جامد و Cl_2 یک گاز می‌باشد).
ب) $SrCl_2$ یونی دارای نقطه ذوب بالاتری نسبت به $SiCl_4$ کوالانسی می‌باشد.
ج) هر دو مولکول $SiBr_4$ و $SiCl_4$ چهار وجهی و غیرقطبی می‌باشند. ولی نیروی جاذبه بین مولکولی لاندن پهUlt $SiBr_4$ بزرگ‌بودن مولکول بیشتر می‌شود پس دارای نقطه ذوب بالاتری می‌باشد.
د) مولکول $SiCl_4$ با شکل هندسی چهار وجهی منحرف شده که دارای نیروی جاذبه بین مولکولی دوقطبی - دوقطبی می‌باشد و نسبت به $SiCl_4$ با شکل هندسی چهار وجهی و نیروی جاذبه بین مولکولی لاندن دارای نقطه ذوب بالاتری می‌باشد.
ه) SiC شبیه الماس دارای ساختمان کوالانسی مشبک می‌باشد و نسبت به $SiCl_4$ که ساختمان کوالانسی ساده دارد دارای نقطه ذوب بالاتری می‌باشد.

۴۱-۱۱

از آنجا که دانسیته بر حسب g/cm^3 بیان می‌شود، طول مکعب را از pm به cm تبدیل می‌نماییم، مکعب با مرکز وجوده پر دارای ۴ اتم

دانسیته جسم جامد بیشتر از مایع می‌باشد و در یک درجه حرارت ثابت با افزایش فشار مایع به جامد (فاز متراکمتر) تبدیل می‌گردد. اگر شیب منحنی ذوب به سمت چپ باشد فاز مایع متراکمتر از فاز جامد می‌باشد، بنابراین در یک درجه حرارت ثابت با افزایش فشار فاز جامد به فاز متراکم تبدیل می‌گردد.

انواع جامدات بلوری

۳۷-۱۱ الف) پیوند کوالانسی (Si به صورت کریستال شبکه‌ای متبلور می‌گردد، ب) پیوند فلزی (ج) نیروهای جاذبه بین مولکولی لاندن، (د) پیوند یونی، (ه) نیروهای جاذبه بین مولکولی لاندن، و) نیروی جاذبه بین مولکولی دو قطبی - دوقطبی و لاندن.

۳۸-۱۱

الف) نیروهای جاذبه بین مولکولی لاندن ب) نیروهای جاذبه بین مولکولی لاندن
ج) نیروهای جاذبه بین مولکولی دو قطبی - دو قطبی و لاندن (د) پیوند فلزی، (ه) پیوند یونی، و) پیوند یونی.

۳۹-۱۱

الف) نقطه ذوب BrF بیشتر از نقطه ذوب ClF می‌باشد. اختلاف الکترونگاتیوی بیشتر بین Br , F باعث ایجاد گشتاور دو قطبی بزرگ‌تر در مولکول BrF می‌باشد پس نقطه ذوب بیشتر می‌گردد.
ب) نقطه ذوب $BrCl$ بیشتر از آن Cl_2 می‌باشد. اختلاف الکترونگاتیوی Br و Cl باعث ایجاد گشتاور دو قطبی در مولکول $BrCl$ می‌گردد، پس نیروی جاذبه بین مولکولی بیشتر، پس نقطه ذوب بالاتری خواهد داشت.

از آن جا که چهار اتم نقره در واحد سلولی کریستال نقره وجود دارد پس کریستال آن مکعب با مرکز وجوده پر می‌باشد.

۴۴-۱۱

$$\begin{aligned} ۳۲ \cdot pm &= ۲/۳ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm \\ ?_{\text{atom}} \text{Ta} &= (۲/۳ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm)^3 \left(\frac{۱۶/۹ g \text{Ag}}{1 \text{cm}^3} \right) \\ &\quad \left(\frac{۶۰/۲۲ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm \text{Ta}}{۱۸/۹ g \text{Ta}} \right) = ۲ \text{atom Ta} \end{aligned}$$

پس کریستال Ta به صورت مکعب با مرکز پر می‌باشد.

۴۵-۱۱

مکعب مرکز دار دارای واحد اتم ۲ می‌باشد.

$$۲۸۶ pm = ۲/۸۶ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm$$

$$\begin{aligned} ?g &= ۶۰/۲۲ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm^3 \left(\frac{(۲/۸۶ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm)^3}{2 \text{atom}} \right) \\ &\quad \left(\frac{۷/۹۲ g}{1 \text{cm}^3} \right) = ۵۵/۱۸ g/mol \\ &\text{عنصر آهن می‌باشد.} \end{aligned}$$

۴۶-۱۱

مکعب با مرکز وجوده پر، دارای واحد اتم ۴ می‌باشد.

$$\begin{aligned} ?g &= (۶۰/۲۲ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm)^3 \left(\frac{(۳/۹۲ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm)^3}{4 \text{atom}} \right) \\ &\quad \left(\frac{۲۱/۱۰ g}{1 \text{cm}^3} \right) = ۱۹۰ g/mol \end{aligned}$$

عنصر Pb می‌باشد.

۴۷-۱۱ مکعب با مرکز وجوده پر شامل چهار اتم در هر واحد سلولی می‌باشد.

در واحد می‌باشد. پس:

$$\begin{aligned} ?cm &= ۹۲ \cdot pm \left(\frac{۱ \cdot ۱\text{-}m}{1 pm} \right) \left(\frac{1 \cdot cm}{1 m} \right) \\ &= ۶/۲۰ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?g Xe &= 1 \text{cm}^3 \left(\frac{4 \text{atom Xe}}{6/۲۰ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm} \right) \\ &\quad \left(\frac{۱۲/۱ g Xe}{6/۲۰ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm Xe} \right) = ۳/۶۶ g \end{aligned}$$

پس دانسیته برابر $۳/۶۶ g/cm^3$ می‌باشد.

روش دیگر:

$$d = \left(\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \right) = \left(\frac{(f Xe) \text{ واحد اتم}}{(6/۲۰ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm)^3 \text{ واحد}} \right) \left(\frac{18/۱ g/Xe}{6/۲۰ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm} \right)$$

$$d = ۳/۶۶ g/cm^3$$

۴۲-۱۱

طول یک یال واحد سلولی برابر می‌باشد با: $۳/۰/۵ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm = ۳/۰/۵ pm$. یک مکعب مرکز پر دارای دو اتم در هر واحد سلولی می‌باشد.

$$\begin{aligned} ?g V &= 1 \text{cm}^3 \left(\frac{2 \text{atom}}{(۳/۰/۵ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm)^3} \right) \\ &\quad \left(\frac{۵/۹۴ g}{(6/۰/۲۲ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm) V} \right) = ۵/۹۶ g/V \end{aligned}$$

پس دانسیته وانادیم برابر $۵/۹۶ g/cm^3$ می‌باشد.

۴۳-۱۱

$$\begin{aligned} ?g Ag &= (۴/۰/۸ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm)^3 \left(\frac{1/۰/۸ g Ag}{1 \text{cm}^3} \right) \\ &\quad \left(\frac{۶۰/۲۲ \times ۱ \cdot ۱\text{-}cm Ag}{1 \cdot ۷/۹ g Ag} \right) = ۴ \text{atom Ag} \end{aligned}$$

فصل باردهم ۱۷۵

$$\begin{aligned} ?cm^3 &= \frac{61.22 \times 1.22}{\text{اتم}} Na \left(\frac{(41.20 \times 1.10 cm)^3}{\text{اتم} Na} \right) \\ &= 22194 cm^3 \\ \text{وجه} &= V^{1/3} = (22194 cm^3)^{1/3} = 2188 cm \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?cm^3 &= \frac{4 \text{ اتم}}{\text{اتم}} Ca \left(\frac{4.11 g Ca}{61.22 \times 1.22 \text{ اتم} Ca} \right) \\ &\quad \left(\frac{1 cm^3 Ca}{1.055 g Ca} \right) \\ &= 1/119 \times 1.22 cm^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{قطر یک وجه} &= a\sqrt{2} = 4.0 pm (1/414) \\ &= 5727 pm \end{aligned}$$

در یک مکعب مرکز پر قطر مکعب چهار برابر
شعاع اتمی می‌باشد. پس:

$$4r = 5727 pm \Rightarrow r = 143 pm \quad Al \text{ اتم}$$

۵۲-۱۱

$$\begin{aligned} \text{قطر} &= a\sqrt{3} = (2875 pm)(1/1732) = 4981 pm \\ \text{مکعب} & \end{aligned}$$

در یک مکعب مرکز پر قطر مکعب چهار برابر
شعاع اتمی می‌باشد. پس:

$$4r = 4981 pm \Rightarrow r = 1245 pm \quad \text{شعاع اتم کروم}$$

۵۳-۱۱

حجم واحد سلولی برابر سطح قاعده ضربدر ارتفاع
می‌باشد. پس:

$$\begin{aligned} V &= (4/58 \times 1.22 cm)^2 (4/94 \times 1.10 cm) \\ &= 11.36 \times 1.22 cm^3 \\ ?gIn &= 1 cm^3 \left(\frac{4 \text{ اتم} In}{11.36 \times 1.22 cm^3} \right) \\ &\quad \left(\frac{114.8 g In}{61.22 \times 1.22 \text{ اتم} In} \right) \\ &= 7/36 g In \end{aligned}$$

پس دانسیته In برابر $7/36 g/cm^3$ می‌باشد.

$$\begin{aligned} \text{وجه} &= V^{1/3} = 1/119 \times 1.22 cm^3 \\ &\quad \text{وجه} = 5/56 \times 1.10 cm = 556 pm \end{aligned}$$

۴۸-۱۱ مکعب با مرکز وجوده پر دارای چهار اتم در
هر واحد سلولی می‌باشد.

$$\begin{aligned} ?cm^3 &= \frac{4 \text{ اتم}}{\text{اتم}} Cu \left(\frac{62/5 g Cu}{61.22 \times 1.22 \text{ اتم} Cu} \right) \\ &\quad \left(\frac{1 cm^3 Cu}{8/92 g Cu} \right) \\ &= 4/725 \times 1.22 cm^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{وجه} &= (4/725 \times 1.22 cm^3)^{1/3} \\ &= 3/62 \times 1.10 cm = 262 pm \end{aligned}$$

۴۹-۱۱

مکعب با مرکز وجوده پر شامل چهار اتم در هر
واحد سلولی می‌باشد.

$$\begin{aligned} 389 pm &= 3/89 \times 1.10 cm \\ ?cm^3 &= 61.22 \times 1.22 \text{ اتم} Pd \left(\frac{(3/89 \times 1.10 cm)^3}{4 \text{ اتم} Pd} \right) \\ &= 8/862 cm^3 \\ &= V^{1/3} = (8/862 cm^3)^{1/3} = 21.4 cm \end{aligned}$$

طول یک یال مکعبی که شامل یک مول پالادیم
می‌باشد.

۵۰-۱۱

مکعب با مرکز پر دارای دو اتم سدیم در هر واحد
سلولی می‌باشد.

$$43. pm = 4/30 \times 1.10 cm$$

٥٩-١١

$$d = \frac{n\lambda_1}{\sin \theta_1}, d = \frac{n\lambda_2}{\sin \theta_2}$$

$$\frac{\lambda_1}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_2}{\sin \theta_2}$$

$$\frac{154 pm}{1.191} = \frac{\lambda_2}{1.241} \Rightarrow \lambda_2 = 194 pm$$

٥٠-١١

شبیه تمرين ٥٩-١١

$$\frac{\lambda_1}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_2}{\sin \theta_2} \Rightarrow \frac{145 pm}{1.276} = \frac{\lambda_2}{1.374}$$

$$\lambda_2 = 194 pm$$

٥١-١١

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{rd} = \frac{1(154 pm)}{1(1.241 pm)} = 1.1777 \Rightarrow$$

$$\theta = 22.2^\circ$$

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{rd} = \frac{1(154 pm)}{1(1.241 pm)} = 1.1777 \Rightarrow$$

$$\theta = 22.2^\circ$$

٥٢-١١

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{rd} = \frac{1(1.1 pm)}{1(1.2 pm)} = 1.1111 \Rightarrow$$

$$\theta = 6.5^\circ$$

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{rd} = \frac{1(1.1 pm)}{1(1.2 pm)} = 1.1111 \Rightarrow$$

$$\theta = 6.5^\circ$$

٥٤-١١

$$V = (4/32 \times 1.7 cm)^3 (6/199 \times 1.7 cm)$$

$$= 1/3 \cdot 5 \times 1.7^{22} cm^3$$

$$? g XeF_2 = 1 cm^3 \left(\frac{XeF_2 \text{ مولکول}}{1/3 \cdot 5 \times 1.7^{22} cm^3} \right)$$

$$\left(\frac{169/2 g XeF_2}{6/1.22 \times 1.7^3 XeF_2 \text{ مولکول}} \right)$$

$$= 4/31 g XeF_2$$

پس دانسیته XeF_2 برابر $4/31 g/cm^3$ می باشد.

تعیین ساختار بلور به وسیله تفرق اشعه

ایکس

٥٥-١١

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \theta} = \frac{1(1.1 pm)}{1(1.2 \cdot 1.1)} = 171 pm$$

٥٦-١١

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \theta} = \frac{1(15411 pm)}{1(\sin 22.1^\circ)} = \frac{1 \times 154 pm}{1(1.377)} \\ = 1.1 pm$$

٥٧-١١

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \theta} \Rightarrow$$

$$d = \frac{rd \sin \theta}{n\theta} = \frac{1(1.1 pm)(1.1777)}{1} = 170 pm$$

٥٨-١١

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \theta} \Rightarrow$$

$$d = \frac{rd \sin \theta}{n\theta} = \frac{1(1.1 pm)(1.1777)}{1} = 170 pm$$

فصل پانزدهم

$$?cm^3 = f(CS + Cl^-) \left(\frac{148.4 g (Cs^+ Cl^-)}{6.22 \times 10^{-22} (Cs^+ Cl^-)} \right)$$

$$\left(\frac{1cm^3}{148.4 g Cs + Cl^-} \right) = 1/6.22 \times 10^{-22} cm^3$$

$$(V)^{1/3} = V \Rightarrow \text{وجه} = (1/6.22 \times 10^{-22} cm^3)^{1/3}$$

$$= 412 pm$$

ج) کوتاهترین فاصله بین Cs^+ و Cl^- نصف قطر مکعب می باشد.

$$a\sqrt{3} = 412 pm \quad (\text{قطر مکعب})$$

۶۶-۱۱

الف) Cl^- و Zn^{2+}

ب) در یک مول $CuCl$ یعنی ۹۹g مقدار $Cu^+ Cl^-$ واحد 6.22×10^{-22} وجود دارد.

$$?cm^3 = f(Cu^+ Cl^-) \left(\frac{99 g CuCl}{6.22 \times 10^{-22} (Cu^+ Cl^-)} \right)$$

$$\left(\frac{1cm^3}{99 g CuCl} \right) = 1/6.22 \times 10^{-22} cm^3$$

$$(V)^{1/3} = V = 1/6.22 \times 10^{-22} cm^3 \Rightarrow$$

$$= 542 pm \quad (\text{وجه})$$

ج) کوتاهترین فاصله بین Cu^+ و Cl^- یک چهارم قطر مکعب می باشد که برابر $a\sqrt{3}/4$ می باشد.

$$= \frac{a\sqrt{3}}{4} = \frac{542 pm}{4} = 135 pm$$

۶۷-۱۱

الف) کوتاهترین فاصله بین کاتیون و آنیون در ساختار بلور $NaCl$ نصف طول یال واحد سلولی می باشد. در بلور PbS کوتاهترین فاصله بین Pb^{2+} و S^{2-} برابر ۲۹۷ pm می باشد. بنابراین

بلورهای یونی

۶۳-۱۱

الف) Cl^- و Na^+

ب) اگر هر واحد سلولی $AgCl$ را به صورت $(Ag^+ Cl^-)$ در نظر بگیریم:

$$?cm^3 = f(Ag^+ Cl^-) \left(\frac{143.5 g AgCl}{6.22 \times 10^{-22} (Ag^+ Cl^-)} \right)$$

$$\left(\frac{1cm^3}{143.5 g AgCl} \right) = 1/6.22 \times 10^{-22} cm^3$$

$$(V)^{1/3} = V \Rightarrow$$

$$= 1/6.22 \times 10^{-22} cm^3$$

$$= 55 pm$$

ج) کوتاهترین فاصله برابر نصف طول یال می باشد.

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} (55 pm) = 27.5 pm$$

الف) Cl^- و Na^+ ۶۴-۱۱

ب)

$$?cm^3 = f(K^+ F^-) \left(\frac{58.9 g KF}{6.22 \times 10^{-22} (K^+ F^-)} \right)$$

$$\left(\frac{1cm^3}{58.9 g KF} \right) = 1/6.22 \times 10^{-22} cm^3$$

$$(V)^{1/3} = V = 1/6.22 \times 10^{-22} cm^3$$

$$= 53.8 pm \quad (\text{وجه})$$

ج) کوتاهترین فاصله برابر نصف طول یال می باشد.

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} (53.8 pm) = 26.9 pm$$

۶۵-۱۱

الف) یک Cs^+ و یک Cl^-

ب) هر مول برابر $(Cs^+ Cl^-)$ می باشد.

طول یک یال دو برابر آن یعنی: $2(۲۹۷\text{ pm}) = ۵۹۴\text{ pm}$

می باشد.

(ب)

$$\text{?g PbS} = 1\text{ cm}^3 \left(\frac{4(\text{Pb}^{2+}\text{S}^{2-})}{(5/94 \times 1.7\text{ cm})^3} \right)$$

$$\left(\frac{1239/2\text{ g PbS}}{6/0.22 \times 1.7^3\text{ Pb}^{2+}\text{S}^{2-}} \right) = ۷/۵۸\text{ g}$$

پس دانسیته PbS برابر $۷/۵۸\text{ g/cm}^3$ می باشد.

۶۷-۱۱

الف) کوتاهترین فاصله بین کاتیون و آنیون در ZnS یک چهارم قطر مکعب واحد سلولی می باشد. از آنجا که کوتاهترین فاصله بین Cd^{2+} و S^{2-} در مولکول CdS برابر ۲۵۳ pm می باشد. پس قطر مکعب برابر $2(۲۵۳\text{ pm}) = ۱۰۱۲\text{ pm}$ می گردد.

$$\text{قطر مکعب} = a\sqrt{3} = ۱۰۱۲\text{ pm}$$

(ب)

$$\text{?g CdS} = 1\text{ cm}^3 \left(\frac{4(\text{Cd}^{2+}\text{S}^{2-})}{(5/18 \times 1.7\text{ cm})^3} \right)$$

$$\left(\frac{144/5\text{ g CdS}}{6/0.22 \times 1.7^3\text{ Cd}^{2+}\text{S}^{2-}} \right) = ۴/۸۲\text{ g CdS}$$

پس دانسیته CdS برابر $۴/۸۲\text{ g/cm}^3$ می گردد.

۷۱-۱۱

اگر q_1 و q_2 بارهای کاتیون و آنیون و d فاصله بین آنها باشد نیروی جاذبه بین آنها از رابطه $P.E. = Kq_1q_2/d$ بدست می آید.

	q_1q_2	d	
AgCl	$(+)(-)$	$1 -$	$۱۲۶ + ۱۸۱ = ۳۰۷\text{ pm}$
BaO	$(2+)(2-)$	$4 -$	$۱۳۵ + ۱۴ = ۲۷۹\text{ pm}$
CaS	$(2+)(2-)$	$4 -$	$۹۹ + ۱۸۴ = ۲۸۳\text{ pm}$
KCl	$(+)(-)$	$1 -$	$۱۳۳ + ۱۸ = ۳۱۴\text{ pm}$
NaBr	$(+)(-)$	$1 -$	$۹۵ + ۱۹۵ = ۲۹۰\text{ pm}$
NiS	$(2+)(2-)$	$4 -$	$۸۹ + ۱۸۴ = ۲۷۳\text{ pm}$

الف) کوتاهترین فاصله بین کاتیون و آنیون در ساختار بلور NaCl نصف طول یال واحد سلولی می باشد. در بلور KCl کوتاهترین فاصله بین یونها برابر ۳۱۴ pm می باشد. پس طول یک یال برابر با $۲(۳۱۴\text{ pm}) = ۶۲۸\text{ pm}$ می باشد!

(ب)

$$\text{?g KCl} = 1\text{ cm}^3 \left(\frac{4(\text{K}^+\text{Cl}^-)}{(8/28 \times 1.7\text{ cm})^3} \right)$$

$$\left(\frac{۷۷۵\text{ g KCl}}{6/0.22 \times 1.7^3\text{ K}^+\text{Cl}^-} \right) = ۱۰۰\text{ g KCl}$$

پس دانسیته KCl برابر ۱۰۰ g/cm^3 می باشد.

۶۹-۱۱

الف) کوتاهترین فاصله بین کاتیون و آنیون در ساختار بلور CsCl نصف قطر مکعب واحد سلولی Ti^+ می باشد. در بلور TiCl_3 کوتاهترین فاصله بین Cl^- و Ti^+ برابر ۳۳۳ pm می باشد. پس طول یک یال برابر با $۲(۳۳۳\text{ pm}) = ۶۶۶\text{ pm}$ می باشد.

$$\text{قطر مکعب} = a\sqrt{3} = ۶۶۶\text{ pm}, a = ۳۸۵\text{ pm}$$

فصل بازدهم ۱۷۹

موقعیت‌های اکسیژن اشغال شده، پس وزن مولکولی موثر برابر می‌باشد با:

$$112/40 + 0.995(16/00) = 128/32$$

$$(8/241 g/cm^3) \left(\frac{128/32}{128/40} \right) = 8/226 g/cm^3$$

۷۴-۱۱

(الف) یک واحد سلولی دارای Cl^- و Na^+ می‌باشد.

$$\begin{aligned} ?g NaCl &= 61.022 \times 1.23 \text{ Na}^+ Cl^- \left(\frac{(5/32 \times 1.8 \text{ cm})^3}{\pi(\text{Na}^+, Cl^-)} \right) \\ &\quad \left(\frac{2/165 \text{ g NaCl}}{1 \text{ cm}^3} \right) \end{aligned}$$

$$= 8/41 \text{ g NaCl}$$

(ب)

$$8/41 \text{ g/mol} - 8/41 \text{ g/mol} = 0.1 \text{ g/mol}$$

متداول بود. در یک مول باید $35/45 \text{ g}$ یعنی یک مول Cl^- باشد.

$$\frac{0.1 \text{ g}}{35/45 \text{ g}} \times 100 = 7.10\%$$

درصد موقعیت‌های خالی آنیون.

هرقدر مقدار d بیشتر و d کوچکتر شود انرژی پتانسیل بیشتر می‌گردد. در ضمن مقدار d بر اثر فاصله یعنی اندازه d برتری دارد. پس:

$$NiS > BaO > CaS > NaBr > AgCl > KCl$$

۷۲-۱۱

شبیه تمرین ۱۱-۷۱ :

	$q_1 q_2$	d
AgF	$(1+)(1-) = 1-$	$126 + 136 = 262 \text{ pm}$
KF	$(1+)(1-) = 1-$	$122 + 136 = 258 \text{ pm}$
MgO	$(2+)(2-) = 4-$	$65 + 140 = 205 \text{ pm}$
NaI	$(1+)(1-) = 1-$	$95 + 216 = 311 \text{ pm}$
MgS	$(2+)(2-) = 4-$	$65 + 184 = 249 \text{ pm}$
MnO	$(2+)(2-) = 4-$	$80 + 140 = 220 \text{ pm}$



ساختارهای ناقص

۱۱-۷۳ (الف) اگر تمام موقعیت‌های آنیون پر بود فرمول جسم بهجای $CaO_{0.915}$ بهصورت CaO در می‌آمد.

$$\left(\frac{100 - 0.995}{100} \right) \times 100 = 0.5\%$$

درصد موقعیت‌های خالی آنیون

(ب)

$$\begin{aligned} ?g CdO &= 1 \text{ cm}^3 \left(\frac{\pi(Cd^{2+} O^{2-})}{(4/695 \times 1.8 \text{ cm})^3} \right) \\ &\quad \left(\frac{128/4 \text{ g CdO}}{61.022 \times 1.23 \text{ Cd}^{2+} O^{2-}} \right) \end{aligned}$$

$$= 8/241 \text{ g CdO}$$

پس دانسیته CdO برابر $8/241 \text{ g/cm}^3$ می‌باشد.

(ج) حجم واحد سلولی تغییر نمی‌نماید ولی جرم آن کم می‌شود. از آنجا که فقط $99/5$ از

$$P_1 = 0.1775 \text{ atm}, T_1 = 262 K, P_2 = 1.0 \text{ atm}$$

$$\log\left(\frac{1.0 \text{ atm}}{0.1775 \text{ atm}}\right) = \left(\frac{24700 \text{ J/mol}}{2120.2(8.314 \text{ J/K.mol})}\right)$$

$$\left(\frac{T_2 - 262 \text{ K}}{(262 \text{ K})(T_2)}\right)$$

$$T_2 = 271 \text{ K} \quad t = 271 - 273 = 9^\circ \text{C}$$

۷۷-۱۱

یک بلور با ساختار مکعبی مرکزدار دارای دو اتم در هر واحد سلولی می‌باشد.

$$25.0 \text{ pm} = 2.50 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$? \text{ g Li} = 6.49 \text{ g Li} \left(\frac{1 \text{ cm}^3}{0.1594 \text{ g Li}} \right)$$

$$\left(\frac{2 \text{ اتم Li}}{(2.50 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} \right) = 6.06 \times 10^{23} \text{ اتم Li}$$

۷۸-۱۱

در یک بلور مکعبی مرکزدار شعاع اتمی یک چهارم قطر مکعب می‌باشد.

$$a\sqrt{3} = 4r = 4(126 \text{ pm})$$

طول یک بال $a = 214 \text{ pm}$

$$? \text{ g Mo} = 1 \text{ cm}^3 \left(\frac{2 \text{ اتم Mo}}{(2.14 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} \right)$$

$$\left(\frac{95.96 \text{ g Mo}}{6.022 \times 10^{23} \text{ اتم Mo}} \right) = 1.013 \text{ g}$$

پس دانسته Mo برابر 1.013 g/cm^3 می‌باشد.

۷۹-۱۱

$$n\lambda = r d \sin \theta \Rightarrow d = \frac{n\lambda}{r \sin \theta} = \frac{1(196 \text{ pm})}{2(0.12288)} = 222 \text{ pm}$$

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده:

۷۵-۱۱

(الف) Li : زیرا Li فلز و H_2 غیرفلز می‌باشد.
(ب) LiH : زیرا LiH یونی در صورتی که H_2 کوالانسی می‌باشد.

(ج) زیرا LiH یک ترکیب یونی می‌باشد. در صورتی که Li یک فلز با نقطه جوش پایین می‌باشد.

(د) Cl_2 : زیرا بزرگتر از H_2 می‌باشد، پس نیروهای جاذب بین مولکولی لاندن بزرگتری دارد.

(ه) HCl : زیرا اولاً HCl بزرگتر از H_2 می‌باشد، پس نیروی جاذب بین مولکولی لاندن بزرگتری دارد، ثانیاً چون HCl قطبی می‌باشد نیروی جاذب بین مولکولی دوقطبی - دو قطبی دارد.

(و) H_2O : زیرا H_2O دارای پیوند هیدروژنی قوی می‌باشد در صورتی که H_2S قادر به این خاصیت می‌باشد.

(ز) SiH_4 : زیرا SiH_4 بزرگتر از CH_4 می‌باشد، پس نیروی لاندن قوی‌تری در آن وجود دارد.

۷۶-۱۱

$$\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \left(\frac{\Delta H_v}{2120.2 R}\right) \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right)$$

$$T_1 = 273 + 60 = 333 K, T_2 = 273 + 90 = 363 K$$

$$\log\left(\frac{0.1775 \text{ atm}}{0.1775 \text{ atm}}\right) = \left(\frac{\Delta H_v}{2120.2(8.314 \text{ J/K.mol})}\right)$$

$$\left(\frac{363 K - 333 K}{(333 K)(363 K)} \right)$$

$$\Delta H_v = 24700 \times 10^3 \text{ J/mol} = 24700 \text{ kJ/mol}$$

اگر فرض نماییم نقطه جوش نرمال $T_2 =$

فصل پانزدهم

۸۰-۱۱

$$d) \text{ فضای خالی} = \frac{12/318r^3 - 8/378r^3}{12/318r^3} \times 100 = 31/98$$

۸۲-۱۱

در قسمت ۱۶-۱۱ کتاب درسی به طور کامل آمده است.

۸۳-۱۱

از آنجا که فرمول بلور به صورت $Fe_{0.95}O$ می‌باشد، پس در مقابل هر صد یون اکسید ۹۵ یون آهن وجود دارد. اگر تعداد یون‌های Fe^{2+} را برابر x و تعداد یون‌های Fe^{3+} را y در نظر بگیریم؛ معادله اول

$x + y = 95$

هر یون دو مثبت دارای دو بار مثبت و هر یون سه مثبت دارای سه بار مثبت می‌باشد، پس کل بارهای مثبت مربوط به آهن برابر $2x + 3y$ می‌گردد که برابر می‌باشد با کل بارهای منفی اکسید یعنی:

$$2x + 3y = 200 \quad \text{معادله دوم}$$

اگر از معادله اول مقدار x را حساب و در معادله دوم قرار دهیم:

$$x = 95 - y$$

$$\begin{cases} 2x + 3y = 200 \\ 2(95 - y) + 3y = 200 \end{cases} \Rightarrow y = 10$$

پس $x = 95 - 10 = 85$ و نسبت به Fe^{3+} / Fe^{2+} برابر $85/10 = 8.5$ می‌گردد. در مقابل هر صد یون اکسید فقط ۹۵ یون آهن وجود دارد، پس درصد کاتیون‌های خالی ۵٪ می‌باشد.

تعداد آهن‌های حذف شده ۵

$$\frac{5}{100} \times 100 = 5\%$$

درصد فضای خالی آهن ۵٪

الف) قطر یک وجه یعنی $\sqrt{2}$ چهار برابر شعاع اتمی می‌باشد. پس:

$$a\sqrt{2} = 4r \Rightarrow a = \frac{4r}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}r$$

(ب)

$$V = a^3 = \left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3 = 22/631r^3$$

$$V' = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad \text{حجم یک اتم}$$

در مکعب با مرکز وجود پر چهار اتم وجود دارد.

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{16\pi r^3}{3} = 16/755r^3 \quad \text{حجم اتمها}$$

$$d) \text{ فضای خالی} = 5/876r^3 = 22/631r^3 - 16/755r^3$$

$$\frac{5/876r^3}{22/631r^3} \times 100 = 25/96$$

۸۱-۱۱

یک مکعب مرکز پر دارای قطری برابر $\sqrt{3}$ می‌باشد که چهار برابر شعاع اتمی می‌باشد.

$$a\sqrt{3} = 4r \Rightarrow a = \frac{4r}{\sqrt{3}} = 2/3\cdot 95r$$

(ب)

$$V = a^3 = \left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3 = (2/3\cdot 95r)^3 = 12/318r^3$$

ج) در یک مکعب مرکز پر دو اتم در هر واحد سلولی وجود دارد پس:

$$V' = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad \text{حجم یک اتم}$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{8}{3}\pi r^3 = 8/378r^3 \quad \text{حجم اتمها}$$

چکیده‌ی مطالب:

محلول‌ها مخلوط‌های همگنی هستند. جزئی که بیشترین مقدار را در محلول دارد حلال نامیده شده و به سایر اجزا حل‌شونده می‌گوییم. مقدار ماده‌ی حل شده در مقدار مشخصی از حلال را غلظت محلول نامیم. محلول‌های رفیق غلظت کمی دارند و محلول‌های غلظت غلظت بالایی دارند. محلولی که بیشترین مقدار ماده‌ی حل‌شونده را دارد است محلول سیر شده نام دارد و محلول‌های دیگر محلول‌های سیر نشده نامیده می‌شوند.

فصل ۱۲

محلول‌ها

میزان انحلال پذیری مواد حل‌شونده در حلال به ماهیت و قدرت نیروهای جاذبه‌ی بین ذرات حل‌شونده - حل‌شونده، حلال - حل و

حل‌شونده - حلال دارند. حداکثر انحلال را زمانی مشاهده می‌کنیم که این نیروها مشابه باشند (نظیر در نظریر حل می‌شوند). آنتالپی محلول مربوط به انرژی لازم برای گستین پیوندها و جاذبه‌های موجود در محلول و انرژی آزاد شده در اثر تشکیل پیوند و جاذبه‌های جدید در محلول می‌باشد. اگر حلال آب باشد به فرآیند جاذبه‌ی بین حل‌شونده و حلال، آبپوشی گفته می‌شود و به انرژی آزاد شده آنتالپی آبپوشی می‌گوییم.

برای پیش‌بینی اثر تغییرات دما بر میزان انحلال پذیری مواد از اصل اوشاتولیه استفاده می‌کنیم. اگر انحلال گرم‌گیر باشد با افزایش دما انحلال پذیری زیاد می‌شود و در صورتی که فرآیند انحلال گرم‌گاز باشد با افزایش دما انحلال پذیری کم می‌شود. در انحلال مواد مایع و جامد تغییرات فشار اثر خیلی کمی دارد ولی انحلال پذیری گازها در محلول‌های مایع با فشار جزئی گاز بالای محلول تناسب دارد (قانون هنری).

غلظت محلول‌ها بر حسب درصد جرمی، کسر مولی (X), مولاریته (M), مولالیته (m) و نرمالیته (N) بیان می‌شود.

فشار بخار کل یک محلول برابر است با مجموع فشارهای جزئی اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن. در خصوص محلول‌های ایده‌آل قانون رائول بیان می‌کند که فشار جزئی هر جز فرار برابر با کسر مولی آن جز ضرب در فشار بخار جزء خالص است.

طبق قانون رائول برای محلول‌های رفیق که از یک ماده‌ی حل‌شونده‌ی غیر فرار در یک حلال فرار تشکیل شده فشار بخار کل محلول برابر با فشار جزئی حلال است.

پس فشار بخار و دمای انجامد محلول کمتر و دمای جوش آن بیشتر از مقدار مربوط به حلال خالص است. خواص کولیگاتیو فقط به غلظت مواد حل‌شونده در محلول بستگی دارند و ارتباطی به ماهیت آن‌ها ندارند. خواص کولیگاتیو شامل کاهش فشار بخار، کاهش دمای انجامد، افزایش دمای جوش و فشار اسمزی می‌باشد. فشار اسمزی یک محلول برابر با فشار پدیده‌ای است که طی آن مولکول‌های حلال از یک غشای نیمه تراوا که بین دو محلول قرار گرفته است عبور می‌کنند. جهت حرکت از محلول رفیق به سمت محلول غلظت‌تر می‌باشد.

الکتروولیت‌ها مواد حل‌شونده‌ای هستند که در محلول‌های آبی تولید یون می‌نمایند. به همین علت محلول‌های الکتروولیت هدایت الکتریکی بهتری از آب خالص دارند. الکتروولیت‌های قوی به طور کامل یونیزه می‌شوند ولی الکتروولیت‌های ضعیف کامل یونیزه نمی‌شوند. از آن جایی که به ازای هر مول الکتروولیت حل

شده در آب بیش از یک مول یون به وجود می‌آید خواص کولیگاتیو محلول‌های الکترولیت با خواص محلول‌های مولکولی متفاوت می‌باشد.

تمرین‌ها:

الحال:

۱۲-۱: آنتالپی محلول ΔH_{m} در CCl_4 تقریباً برابر با آنتالپی ذوب شدن ΔH_{fus} خالص است، توضیح دهد چرا چنین موضوعی در خصوص مواد یونی صادق نمی‌باشد.

۱۲-۲: چرا Br_2 بیشتر از I_2 در CCl_4 حل می‌شود؟

۱۲-۳: چرا مواد حل شونده‌ی یونی آنتالپی آبپوشی بالایی دارند؟

۱۲-۴: سه روش برای آنتالپی بلورها توسط آب ذکر نمایید.

۱۲-۵: بین زوج‌های زیر کدامیک بیشتر در آب حل می‌شوند؟

الف) CH_3F با CH_3Cl یا CH_3OH یا NaCl با CCl_4 یا CH_3OH یا CH_3Cl

۱۲-۶: بین زوج‌های زیر کدامیک بیشتر در آب حل می‌شوند؟

الف) NF_3 یا N_2O یا NaF یا N_2

۱۲-۷: کدامیک از زوج‌های زیر بیشتر در آب پوشیده می‌شوند؟

الف) Li^+ یا Fe^{2+} یا Fe^{3+} یا Li^+

۱۲-۸: کدامیک از زوج‌های زیر بیشتر در آب پوشیده می‌شوند؟

الف) Be^{2+} یا S^{2-} یا O^{2-} یا Li^+

۱۲-۹: در کدام فرآیند زیر انرژی بیشتری آزاد می‌شود؟

الف) Pb^{2+} با Sn^{2+} یا Al^{3+} با Mg^{2+} یا Co^{3+} با Ca^{2+} یا K^+

۱۲-۱۰: اهمیت آنتالپی آبپوشی را برای انحلال ترکیبات یونی توضیح دهد.

۱۲-۱۱: انرژی شبکه‌ی $\text{SrCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -۲۱۵۰ kJ/mol است. آنتالپی آبپوشی آن را در 298 K و رقت بینهایت، آنتالپی انحلال آن را در 298 K برای تهیه‌ی محلول بسیار رقيق بدست آورید.

۱۲-۱۲: انرژی شبکه‌ی $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -۲۵۲۵ kJ/mol است. آنتالپی آبپوشی آن را در 298 K و رقت بینهایت،

۱۲-۱۳: انرژی شبکه‌ی KF در 298 K برای تهیه‌ی محلول خیلی رقيق بدست آورید.

۱۲-۱۴: آنتالپی انحلال KI در 298 K برای تهیه‌ی محلول خیلی رقيق -2680 kJ/mol است. آنتالپی آبپوشی آن را در 298 K حساب کنید.

۱۲-۱۵: قانون هنری را می‌توان به صورت $P = K \cdot X$ نشان داد که در آن P فشار جزئی گاز در محلول اشبع، X کسر مولی گاز حل شده و K مقداری ثابت است. برای محلول آبی N_2O (g) در 0°C در 10°C 1.74×10^{-9} اتمسفر است. چند مول از این گاز در 0°C در 270 kPa آب حل می‌شود. اگر فشار جزئی آن $1/5$ اتمسفر باشد وزن گاز حل شده را بحسب گرم بدست آورید.

۱۲-۱۶: قانون هنری را می‌توان به صورت $P = K \cdot X$ نشان داد که در آن P فشار جزئی گاز در محلول اشبع، X کسر مولی گاز حل شده و K مقداری ثابت است. برای محلول آبی CO_2 (g) در 0°C در 10°C 2.72×10^{-7} اتمسفر است. چند مول از این گاز در 0°C در 225 kPa آب حل می‌شود. اگر فشار جزئی آن $2/5$ اتمسفر باشد وزن گاز حل شده را بحسب گرم بدست آورید.

عملظلت محلول‌ها:

۱۷-۱۲: کسر مولی اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) را در محلول آبی 39% جرمی آن حساب کنید.

۱۸-۱۲: محلول $20/3\%$ جرمی فنول ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) در اتانول در دست است. کسر مولی فنول را حساب کنید.

- ۱۹-۱۲: کسر مولی نفتالن C_10H_8 در تولوئن C_7H_8 , $0.1/2$ است. درصد جرمی آن را حساب کنید.
- ۲۰-۱۲: کسر مولی اوره (CON_2H_4) در محلول آبی $0.1/12$ است. درصد جرمی آن را حساب کنید.
- ۲۱-۱۲: برای تهیه 250 mL محلول $0.1/6\text{ M}$ چند گرم از آن مصرف می شود؟
- ۲۲-۱۲: برای تهیه $2/5\text{ L}$ محلول $0.1/12\text{ M}$ از $KMnO_4$ چند گرم از آن مصرف می شود؟
- ۲۳-۱۲: HBr غلیظ 48% جرمی است و چگالی آن $1/5\text{ g/mL}$ است.
- الف) برای تهیه 750 mL محلول $0.1/5\text{ M}$ از آن چند گرم از HBr غلیظ مصرف می شود؟
- ب) این مقدار معادل چند میلی لیتر HBr غلیظ است.
- ۲۴-۱۲: HI غلیظ 47% جرمی است و چگالی آن $1/5\text{ g/mL}$ است.
- الف) برای تهیه $1/5\text{ L}$ محلول $0.1/6\text{ M}$ از آن چند گرم از HI غلیظ مصرف می شود.
- ب) این مقدار معادل چند میلی لیتر HI غلیظ است.
- ۲۵-۱۲: الف) مولاریته محلول 48% جرمی HF با چگالی $1/12\text{ g/mL}$ را حساب کنید.
- ب) مولاریته آن را حساب کنید.
- ۲۶-۱۲: الف) مولاریته محلول 10% جرمی $AgNO_3$ با چگالی $1/10\text{ g/mL}$ را حساب کنید.
- ب) مولاریته آن را حساب کنید.
- ۲۷-۱۲: محلول غلیظ سود $(NaOH)$ 50% جرمی با چگالی $1/54\text{ g/mL}$ می باشد. اگر 25 mL از آن را به حجم 750 mL برسانیم، مولاریته محلول حاصل چقدر می شود؟
- ۲۸-۱۲: محلول غلیظ پتاس (KOH) 45% جرمی با چگالی $1/46\text{ g/mL}$ می باشد. اگر 125 mL از آن را به حجم $1/5\text{ L}$ برسانیم، مولاریته محلول حاصل چقدر می شود؟
- ۲۹-۱۲: چگالی محلول $23/6\text{ M}$ اسید فرمیک $(HCHO_2)$, $1/2\text{ g/mL}$ است. غلظت آن را بحسب درصد جرمی بدست آورید.
- ۳۰-۱۲: چگالی محلول $11/7\text{ M}$ پرکلریک اسید $(HClO_4)$, $1/67\text{ g/mL}$ است. غلظت آن را بحسب درصد جرمی بدست آورید.
- ۳۱-۱۲: با استفاده از جدول ۱-۴ محاسبه کنید که برای تهیه 250 mL محلول $0.1/6\text{ M}$ اسید نیتریک چه حجمی از اسید نیتریک غلیظ مورد نیاز است؟
- ۳۲-۱۲: با استفاده از جدول ۱-۴ محاسبه کنید که برای تهیه $3/5\text{ mL}$ محلول $0.1/5\text{ M}$ اسید نیتریک چه حجمی از اسید نیتریک غلیظ مورد نیاز است؟
- ۳۳-۱۲: 35 mL H_3PO_4 غلیظ را به حجم 250 mL می رسانیم، مولاریته محلول را با کمک جدول ۱-۴ حساب کنید.
- ۳۴-۱۲: 150 mL NH_3 محلول 500 mL غلیظ را به حجم 500 mL می رسانیم، مولاریته محلول را با کمک جدول ۱-۴ حساب کنید.
- ۳۵-۱۲: با اضافه کردن مقداری سدیم به آب 50 mL گاز هیدروژن خشک در شرایط STP و 125 mL محلول $NaOH$ به دست می آید.
- الف) معادله شیمیایی واکنش را بنویسید.
- ب) مولاریته آن را حساب کنید.
- ۳۶-۱۲: با اضافه کردن مقداری پر اکسید سدیم (Na_2O_2) به آب 84 mL گاز اکسیژن خشک در شرایط STP و محلول سود به دست می آید.
- الف) معادله شیمیایی واکنش را بنویسید.
- ب) مولاریته آن را حساب کنید.
- ۳۷-۱۲: کسر مولی ماده ای که در یک محلول 1 m تولوئن (C_7H_8) حل شده را حساب کنید.
- ۳۸-۱۲: کسر مولی ماده ای که در یک محلول 1 m سیکلوهگزان (C_6H_{14}) حل شده را حساب کنید.
- ۳۹-۱۲: مولاریته محلول آبی $12/5\%$ جرمی ساکاروز $(C_12H_{22}O_{11})$ را حساب کنید.
- ۴۰-۱۲: مولاریته محلول آبی 10% جرمی اوره (CON_2H_4) را حساب کنید.

فشار بخار، دمای انجماد، دمای جوش محلول‌ها:

۴۱-۱۲: متانول (CH₃OH) و اتانول (C₂H₅OH) در ۰°C ۵۰ g به صورت محلول ایده‌آل می‌باشند. فشار بخار خالص آن‌ها به ترتیب ۰/۵۲۹ atm و ۰/۲۹۲ atm است. فشار بخار محلولی که ۲۴g متانول و ۵/۷۶g اتانول دارد در ۰°C ۵۰ را حساب کنید.

۴۲-۱۲: هپتان (C₆H₁₄) و اکтан (C₇H₁₆) در ۰°C ۸۰ g محلول ایده‌آل بوجود می‌آورند. فشار بخار خالص آن‌ها به ترتیب ۰/۵۶۱ atm و ۰/۲۳۰ atm است. فشار بخار محلولی که از ۰ g هپتان و ۹۸ g اکтан در ۰°C ۸۰ به دست می‌آید را حساب کنید.

۴۳-۱۲: با استفاده از اطلاعات مسئله‌ی ۴۱-۱۲ کسر مولی متانول را در محلول حاوی متانول و اتانول که فشار بخار آن در ۰°C ۵۰ atm است را حساب کنید.

۴۴-۱۲: با استفاده از اطلاعات مسئله‌ی ۴۲-۱۲ کسر مولی اکтан را در محلول حاوی هپتان و اکтан که فشار بخار آن در ۰°C ۸۰ atm است را حساب کنید.

۴۵-۱۲: بنزن (C₆H₆) و تولوئن (C₇H₈) در ۰°C ۹۰ تشكیل محلول ایده‌آل می‌دهند. فشار بخار خالص آن‌ها به ترتیب ۱/۳۲۶ atm و ۰/۵۳۲ atm است. کسر مولی تولوئن را در محلولی که فشار بخار آن atm است حساب کنید.

۴۶-۱۲: کلروفرم CHCl₃ و تراکلرید کربن CCl₄ در ۰°C ۷۰ تشكیل محلول ایده‌آل می‌دهند. فشار بخار خالص آن‌ها به ترتیب ۰/۸۱۹ atm و ۱/۳۴۱ atm است. کسر مولی کلروفرم را در محلولی که فشار بخار آن atm است حساب کنید.

۴۷-۱۲: فشار بخار محلولی که حاوی یک مول استن و ۱/۵ مول کلروفرم (در ۰°C ۳۵) می‌باشد برابر atm است. در این دما فشار بخار استن خالص ۰/۴۵۳ atm و فشار بخار کلروفرم خالص ۰/۳۸۸ atm می‌باشد.

(الف) فشار بخار محلول را با فرض ایده‌آل بودن آن حساب کنید.

(ب) فشار بخار محاسبه شده نسبت به مقدار پیش‌بینی شده با توجه به قانون راول انحراف مثبت دارد یا منفی؟

(ج) تهیه‌ی این محلول گرمایش است یا گرماییر؟

(د) این محلول آزوتروب با دمای جوش مینیمم تشكیل می‌دهد یا ماکزیمم؟

۴۸-۱۲: محلولی شامل ۰/۲۵ mol اتانول و ۰/۳۷۵ mol کلروفرم در ۰°C ۳۵ فشار بخاری معادل atm است. در این دما

(الف) با فرض ایده‌آل بودن محلول فشار بخار آن را حساب کنید.

(ب) با در نظر گرفتن قانون راول بررسی کنید فشار بخار محاسبه شده در مقایسه با مقدار پیش‌بینی شده انحراف مثبت دارد یا منفی؟

(ج) تهیه‌ی این محلول گرمایش است یا گرماییر؟

(د) اتانول و کلروفرم آزوتروب با دمای جوش مینیمم تشكیل می‌دهند یا ماکزیمم؟

۴۹-۱۲: فشار بخار محلولی که از انحلال ۹۶ گرم از یک ماده غیر فرار و غیر قابل تفكیک در ۰/۵۲۵ atm تولوئن بدست می‌آید، ۰/۱۶۱ atm می‌باشد (در ۰°C ۶۰) وزن مولکولی این ماده چقدر بوده است؟ می‌دانیم فشار بخار تولوئن خالص در این دما ۰/۱۸۴ atm است.

۵۰-۱۲: فشار بخار محلولی که از انحلال ۱۹۶ g از یک ماده غیر فرار و غیر قابل تفكیک در ۰/۵ atm آب بدست می‌آید.

۰/۳۱۲ atm است (در ۰°C ۷۵) وزن مولکولی این ماده چقدر بوده است؟ می‌دانیم فشار بخار آب خالص در این دما ۰/۳۸۰ atm است.

۵۱-۱۲: اتیلن گلیکول (C₂H₅OH) معمولاً در دادیاتور اتمبیل به عنوان ضد بیخ استفاده می‌شوند. چند گرم از آن را به یک کیلوگرم آب اضافه کنیم تا محلول بدست آمده در ۰°C ۱۵ منجمد شود.

۵۲-۱۲: چند گرم گلوکز C₆H₁₂O₆ یه ۰/۲۵ g آب اضافه کنیم تا نقطه‌ی انجماد محلول حاصل ۰°C ۲/۵ شود؟

۵۳-۱۲: محلولی حاوی ۴/۲۲ g نفتالن (C₁₀H₈) و ۱۵۰ g اتیلن دی برمید در ۰°C ۷/۱۳ منجمد می‌شود می‌دانیم اتیلن دی برمید خالص مولار در ۰°C ۹/۷۹ منجمد می‌شود. ثابت دمای انجماد (k_f) اتیلن دی برمید را حساب کنید.

۵۴-۱۲: محلولی حاوی ۱۴/۸ g نفتالن (C₁₀H₈) و ۰/۳۰ g نیترو بنزن در ۰°C ۳ منجمد می‌شود. می‌دانیم نیترو بنزن خالص مولار در ۰°C ۵/۷ منجمد می‌شود. ثابت دمای انجماد (k_f) نیترو بنزن را حساب کنید.

۱۲-۵۵: دمای انجماد محلول حاصل از $g = 64/3$ ساکلروز و $g = 200$ آب را بدست آورید.

۱۲-۵۶: دمای انجماد محلول حاصل از $g = 61$ اسید بنزوئیک و $g = 125$ کافور را بدست آورید.

۱۲-۵۷-۱۲: $g = 12/2$ از ماده‌ای در 250 g ، CCl_4 حل شده اگر محلول در $C = -22^\circ$ - منجمد شود وزن مولکولی ماده‌ی حل شده چقدر بوده است؟

۱۲-۵۸-۱۲: $g = 22$ اسید اسکوربیک (وبتامین. C) در 100 g آب حل شده است. این محلول در $C = -2/33^\circ$ - منجمد می‌شود. وزن مولکولی اسید اسکوربیک را حساب کنید.

۱۲-۵۹: دمای جوش محلول حاوی $g = 40/5$ گلیسرول $[\text{C}_2\text{H}_5(\text{OH})_2]$ و 100 g آب را بدست آورید.

۱۲-۶۰: دمای جوش محلول حاوی $g = 12/5$ بی‌فنیل $(\text{C}_{12}\text{H}_{10})$ و 100 g برمونزن را بدست آورید. دمای جوش برمونزن نرمال

$$\frac{C}{m} = 156^\circ \text{C} \text{ و } (K_b)_{\text{آن}} = \frac{C}{26} + 6 \text{ می‌باشد.}$$

۱۲-۶۱: دمای جوش محلول حاوی $g = 8/6$ از ماده‌ی X و $g = 150$ اتیل استات $C = 78/21^\circ$ می‌باشد. وزن مولکولی X را بدست

آورید. می‌دانیم دمای جوش نرمال اتیل استات $C = 77/10.6^\circ$ و $(K_b)_{\text{آن}} = \frac{C}{2/22} + 6$ می‌باشد.

۱۲-۶۲-۶: لوریل الکل از روغن نارگیل استخراج شده و در نهیه‌ی شوینده‌ها به کار می‌آید. محلول حاوی $g = 5$ از آن و 100 g بنزن در دمای $C = 8/0/10^\circ$ می‌جوشد و K_b بنزن $= 2/53^\circ \text{C}/m$ می‌باشد. وزن مولکولی آن را بدست آورید.

فشار اسمزی:

۱۲-۶۳-۶: فشار اسمزی محلول آبی حاوی $g = 2$ گلوکز و $mL = 250$ آب را در $C = 25^\circ$ بدست آورید.

۱۲-۶۴-۶: فشار اسمزی محلول آبی حاوی $g = 6$ اوره در $mL = 400$ آب را در $C = 20^\circ$ بدست آورید.

۱۲-۶۵: فشار اسمزی محلولی حاوی $g = 9/2$ هموگلوبین در $mL = 200$ محلول $atm = 0/0/17$ می‌باشد (در $C = 27^\circ$) وزن مولکولی هموگلوبین را بدست آورید.

۱۲-۶۶: فشار اسمزی محلولی حاوی $g = 10/7$ پنی‌سیلین در $mL = 100$ محلول $atm = 0/0/115$ می‌باشد (در $C = 25^\circ$) وزن مولکولی پنی‌سیلین را بدست آورید.

۱۲-۶۷-۶: فشار اسمزی محلولی حاوی $g = 1$ لوریل الکل در $L = 1$ محلول، $atm = 0/0/448$ می‌باشد (در $C = 20^\circ$) وزن مولکولی لوریل الکل را بدست آورید.

۱۲-۶۸-۶: فشار اسمزی محلولی حاوی $g = 4/5$ پروتئین در $mL = 100$ محلول، $atm = 0/0/157$ می‌باشد (در $C = 25^\circ$) وزن مولکولی پروتئین را بدست آورید.

۱۲-۶۹-۶: وزن مولکولی یک پروتئین $= 3000$ می‌باشد. فشار اسمزی محلول اشباع آن در آب، $atm = 0/0/274$ است.

(الف) در یک لیتر از این محلول اشباع چند گرم پروتئین وجود دارد؟

(ب) مولاریته‌ی محلول را بدست آورید.

۱۲-۷۰-۶: وزن مولکولی کدئین $= 317$ می‌باشد. فشار اسمزی محلول اشباع آن را در آب $atm = 0/0/641$ است (در $C = 25^\circ$):

(الف) در یک لیتر از این محلول اشباع چند گرم کدئین وجود دارد؟

(ب) مولاریته‌ی محلول را بدست آورید.

محلول‌های الکتروولیت:

۱۲-۷۱-۶: محلولی حاوی $g = 2$ گرم CaCl_2 و $g = 9/8$ گرم آب در $C = 0/188^\circ$ - منجمد می‌شود. ضریب وانت هف (i) دمای انجماد آن را حساب کنید.

۱۲-۷۲-۶: محلولی حاوی $g = 2/0$ گرم H_2SO_4 و $g = 19/8$ گرم آب در $C = 0/15^\circ$ - منجمد می‌شود. ضریب وانت هف (i) دمای انجماد آن را حساب کنید.

۱۲-۷۳-۶: محلولی حاوی $g = 3$ گرم NaOH و $g = 75$ گرم آب در دست است. می‌دانیم ضریب وانت هف دمای انجماد آن، $0/183$ است. این محلول در چه دمایی منجمد می‌شود؟

- ۷۴-۱۲: محلولی به حجم 400 mL حاوی $3/81$ گرم MgCl_2 است. در 25°C ضریب وانت هف فشار اسمزی آن $2/61$ می‌باشد. فشار اسمزی آن را حساب کنید.
- ۷۵-۱۲: محلولی آبی حاوی یک اسید ضعیف (HX) به غلظت 0.125 M در صورتی که بدانیم اسید حدود 4% یونیزه می‌شود و از نیروی جاذبه‌ی بین یونی صرفنظر کنیم در چه دمایی منجمد می‌شود؟
- ۷۶-۱۲: محلولی به غلظت 0.1 M یک اسید ضعیف (HY) در $0^\circ\text{C}-10^\circ\text{C}$ - منجمد می‌شود. درصد یونیزاسیون این اسید را حساب کنید. از نیروهای جاذبه‌ی بین یونی صرفنظر می‌کنیم.

مسائل طبقه‌بندی نشده:

- ۷۷-۱۲: چگونه می‌توان از روی آنتالپی یک محلول اثر تغییرات دما را بر انحلال پذیری ماده‌ی حل شونده مشخص نمود.
- ۷۸-۱۲: انرژی شبکه $\text{LiF} = 1049\text{ kJ/mol}$ و برای $\text{LiCl} = 862\text{ kJ/mol}$ می‌باشد. می‌دانیم آنتالپی آبپوشی محلول رفق آن‌ها در 298 K به ترتیب $-1044/3\text{ kJ/mol}$ و -899 kJ/mol می‌باشد. آنتالپی انحلال محلول رقيق هر یک از این ترکیبات را حساب کنید. نتایج بدست آمده را برای LiCl و LiF مقایسه کرده دلایل این تفاوت را بنویسید.
- ۷۹-۱۲: در اثر تغییرات دما حجم محلول تغییر می‌کند. پس غلظت محلول‌ها نیز وابسته به دما می‌باشد. کدام یک از روش‌های بیان غلظت به دما پستگی دارد و کدام یک ندارند؟ چرا؟
- ۸۰-۱۲: چگالی یک محلول آبی یک ماده‌ی حل شونده‌ی معجهول که $Y\%$ جرمی ماده‌ی حل شونده دارد. $\text{Molality} = \frac{x}{M}$ است. مولاریته (M) و مولالیته (m) محلول را بدست آورید.
- ۸۱-۱۲: مایع‌های A و B محلول ایده‌آل تشکیل می‌دهند. فشار بخار A در دمای جوش محلولی که حاوی 0.25 mol از A و 0.15 mol از B می‌باشد، برای $1/4\text{ atm}$ است. فشار بخار B خالص را در این دما بدست آورید.
- ۸۲-۱۲: محلولی شامل 20 g حل شونده غیر فرار در یک mol حلال فرار در 20°C تهیه شده، فشار بخار آن $1/5\text{ atm}$ است. اگر یک مول دیگر حلال به آن اضافه کنیم، فشار بخار آن $1/55\text{ atm}$ می‌شود.
- (الف) وزن مولکولی ماده‌ی حل شونده را بدست آورید.
 (ب) فشار بخار حلال خالص را محاسبه کنید.
- ۸۳-۱۲: حدود 80% حجم N_2 و 20% O_2 را O_2 را تشکیل می‌دهد.
 (الف) فشار جزئی N_2 و O_2 را اگر فشار کل هوا یک اتمسفر باشد محاسبه کنید.
- ب) قانون هنری را می‌توان به صورت $P = K_X P_{\text{total}}$ نشان داد که در آن P فشار جزئی گاز بر روی یک محلول اشباع، X کسر مولی گاز حل شده و K مقداری ثابت می‌باشد. در 0°C ، مقدار K برای N_2 و O_2 به ترتیب $2/51 \times 10^4\text{ atm}$ و $5/38 \times 10^4\text{ atm}$ می‌باشد. کسر مولی N_2 و O_2 را در محلول آبی اشباع، در 0°C و فشار 1 atm محاسبه کنید.
- ۸۴-۱۲: محلولی از یک ترکیب ناشناخته و 75 g اسید استیک تشکیل شده. دمای انجامداد آن $14/4^\circ\text{C}$ می‌باشد. اگر همین مقدار ماده را در 75 g سیکلوهگزان حل کنیم نقطه‌ی جوش محلول حاصل $18/22^\circ\text{C}$ می‌شود. می‌دانیم دمای انجامداد نرمال اسید استیک $C = 16/6^\circ\text{C}$ و $k_b = 1/29\text{ M}^{-1}$ است و دمای جوش نرمال سیکلوهگزان $18/74^\circ\text{C}$ می‌باشد. ثابت دمای جوش (k_b) سیکلوهگزان را حساب کنید.
- ۸۵-۱۲: محلولی از $4/2\text{ g}$ از یک ماده‌ی ناشناخته و 200 g کلروفرم تهیه شده، که در دمای $62/29^\circ\text{C}$ می‌جوشد. وزن مولکولی ماده‌ی حل شونده را بدست آورید.
- ۸۶-۱۲: وزن مولکولی انسولین 5700 g/mol می‌باشد و لی در آب تشکیل دیمری با وزن مولکولی 11400 g/mol دهد. فشار اسمزی محلول آبی که در دمای 20°C از $2/25\text{ g/cm}^3$ انسولین در 50 mL محلول تشکیل شده را بدست آورید.
- ب) چگالی این محلول انسولین 1 g/cm^3 است. در اندازه‌گیری فشار، ارتفاع ستون آب $13/6\text{ cm}$ برابر ستون جیوه می‌شود. مطابق شکل ۱۲-۶ اختلاف ارتفاع در دو بازوی دستگاه قدر می‌شود؟
- ۸۷-۱۲: محلولی از یک حل شونده‌ی نامشخص و 20 g بتنز تهیه شده که در 0°C پایین‌تر از دمای انجامداد بتنز خالص منجمد می‌شود. اگر همان مقدار ماده را به 20 g آب اضافه کنیم دمای انجامداد محلول حاصل $0/4185^\circ\text{C}$ می‌شود. فرض کنید ماده‌ی حل شده در بتنز غیرقابل تفکیک، و در محلول آب کاملاً یونیزه می‌باشد. از یونیزاسیون یک مولکول از این ماده‌ی حل شونده در آب چند یون تشکیل می‌شود؟

حل تمرین های فصل ۱۲

فرایند اتحال

۱-۱۲

وقتی که I_1 جامد ذوب و یا در CCl_4 حل می‌گردد باید مقداری انرژی جهت غلبه کردن بر نیروی جاذبه بین مولکولی I_1 به سیستم وارد کنیم. نیروهای جاذبه بین مولکول های I_1 مایع و نیروهای جاذبه بین مولکول های I_2 در محلول از لحاظ اندازه و ماهیت شبیه هستند. وقتی که یک ترکیب یونی در آب حل می‌گردد مقدار زیادی انرژی که همان انرژی شبکه‌ای می‌باشد لازم می‌باشد تا یون‌های مخالف را از همدیگر جدا نماید. تمام یا مقداری از این انرژی توسط انرژی آبدار شدن تأمین می‌گردد، ولی وقتی که یک جسم یونی ذوب می‌گردد هیچ انرژی شبیه انرژی آبدار شدن وجود ندارد.

۲-۱۲

نیروی جاذبه بین مولکولی Br_2 ضعیفتر از نیروی جاذبه بین مولکولی I_2 می‌باشد. (Br_2 مایع ولی I_2 جامد می‌باشد). مولکول I_2 بزرگتر است در نتیجه دارای ابر الکترونی بزرگتری می‌باشد که ساده‌تر منحرف می‌شود پس دارای نیروی جاذبه بین مولکولی بیشتری از Br_2 می‌باشد. انرژی حاصل از سولواتاسیون Br_2 و I_2 شبیه‌اند، پس Br_2 بیشتر از I_2 در CCl_4 حاصل می‌گردد.

۳-۱۲

عواملی که باعث آنتالپی آبدارشدن بالا می‌گردد عبارتند از:

۴-۱۲

مولکول آب می‌تواند به صورت‌های زیر در یک بلور موجود باشد.

الف) ایجاد پیوند داتیو با کاتیون مثل $Cu(H_2O)_6^{+}$ و پیوند هیدروژنی مثل $SO_4(H_2O)_3^{-}$

ب) اشغال موقعیت‌هایی در شبکه بلور مثل $BaCl_2 \cdot 2(H_2O)$

ج) قرار گرفتن در فضای خالی و حفرات شبکه کریستالی مثل زئولیت‌ها.

۵-۱۲

الف) CH_3OH در آب بیشتر از $CH_3 - CH_2 - CH_3$ حل می‌گردد، چرا که ایجاد پیوند هیدروژنی قوی می‌نماید.

ب) $NaCl$ بیشتر از CCl_4 حل می‌گردد، چرا که Cl^- به Na^+ تبدیل شده و هر کدام به شدت آبدار می‌گردند.

ج) CH_3F نسبت به CH_3Cl دارای قطبیت بیشتری می‌باشد، پس بیشتر از CH_3Cl در آب حل می‌گردد.

۶-۱۲

الف) NaF یونی می‌باشد و به یون‌های F^- و Na^+ تفکیک می‌گردد که هر کدام از آن‌ها به شدت آبدار می‌شوند. پس بیشتر از NF_3 که ماهیت کووالانسی دارند در آب حل می‌گردد.

ب) N_2O که قطبی می‌باشد و بیشتر از N_2 که غیرقطبی می‌باشد در آب حل می‌گردد.

ه) Co^{3+} نسبت به Co^{2+} دارای بار بزرگتر و اندازه کوچکتر می‌باشد، پس بهتر از Co^{3+} آبدار می‌گردد.

۹-۱۲

آنالپی آبدارشدن محلول‌های رقیق بیشتر از آنالپی آبدارشدن محلول‌های غلیظ می‌باشد، چرا که در محلول‌های رقیق نیروهای جاذبه بین مولکول‌های حل شونده و آب به مراتب بیشتر از محلول‌های غلیظ می‌باشد.

۱۰-۱۲

در فرایند انحلال، انرژی زیادی (انرژی شبکه‌ای) برای تفکیک یون‌ها لازم می‌باشد که این انرژی از آنالپی آبده‌ی تامین می‌گردد.

۱۱-۱۲

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta H_{\text{انرژی شبکه‌ای}} - \Delta H_{\text{انگردی محلول}} \\ &= -220 \text{ kJ/mol} - (-215 \text{ kJ/mol}) \\ &= -5 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

۱۲-۱۲

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta H_{\text{انرژی شبکه‌ای}} - \Delta H_{\text{انگردی محلول}} \\ &= -2680 \text{ kJ/mol} - (-2525 \text{ kJ/mol}) \\ &= -155 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

۱۳-۱۲

$\Delta H = \Delta H_{\text{انرژی شبکه‌ای}} - \Delta H_{\text{انگردی محلول}}$

 $-18 \text{ kJ/mol} = x - (-812 \text{ kJ/mol})$
 $\Delta H = x = -830 \text{ kJ/mol}$

انرژی آبدارشدن، انرژی حاصل از آبدارشدن یون‌های گازی می‌باشد. این انرژی در حقیقت مجموع دو انرژی دیگر می‌باشد. یکی از انرژی‌های لازم برای شکستن پیوندهای هیدروژنی آب و دیگری انرژی حاصل از تجمعیت مولکول‌های آب با یون‌های حل شونده می‌باشد.

ج) NH_4^+ با شکل هندسی هرم مثلث القاعده که از فرمول AB_3E پیروی می‌کنند قطبی می‌باشد، پس بیشتر از CH_4 غیرقطبی با فرمول AB_4 در آب حل می‌گردد.

۷-۱۲

هرچه یون کوچکتر و یا بار آن بیشتر باشد، قویتر آبدار می‌گردد.

الف) Li^+ کوچکتر از Na^+ می‌باشد پس بهتر آبدار می‌گردد.

ب) Fe^{3+} دارای بار بیشتر از Fe^{2+} و اندازه‌ای کوچکتر دارد پس بهتر آبدار می‌گردد.

ج) Ca^{2+} دارای بار بیشتر از K^+ و اندازه‌ای کوچکتر دارد پس بهتر آبدار می‌گردد.

د) F^- کوچکتر از Br^- می‌باشد پس بهتر آبدار می‌گردد.

ه) Be^{2+} کوچکتر از Ba^{2+} می‌باشد پس بهتر آبدار می‌گردد.

۸-۱۲

الف) Be^{2+} کوچکتر از Li^+ می‌باشد و بار آن بیشتر می‌باشد، پس بهتر آبدار می‌گردد.

ب) O^{2-} کوچکتر از S^{2-} می‌باشد، پس بهتر آبدار می‌گردد.

ج) Sn^{2+} کوچکتر از Pb^{2+} می‌باشد، پس بهتر آبدار می‌گردد.

د) Al^{3+} دارای بار بیشتری از Mg^{2+} می‌باشد، در ضمن اندازه آن کوچکتر می‌باشد، پس بهتر آبدار می‌گردد.

فصل دوازدهم

$$\frac{n_{CO_2}}{n_{CO_2} + 12/10 \text{ mol}} = 0.429 \times 10^{-3}$$

$$n_{CO_2} = 0.429 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} ? g CO_2 &= 0.429 \text{ mol } CO_2 \left(\frac{44.0 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \right) \\ &= 18.9 \text{ g } CO_2 \end{aligned}$$

غلظت محلول‌ها

17-12

الكل ۳۹٪ يعني در هر یک صد گرم الكل مقدار ۳۹g آب وجود دارد.

$$? \text{ mol } C_2H_5OH = 21.0 \text{ g } C_2H_5OH$$

$$\begin{aligned} &\left(\frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46.1 \text{ g } C_2H_5OH} \right) \\ &= 0.446 \text{ mol } C_2H_5OH \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } H_2O &= 21.0 \text{ g } H_2O \left(\frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.0 \text{ g } H_2O} \right) \\ &= 1.167 \text{ mol } H_2O \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{C_2H_5OH} &= \frac{n_{C_2H_5OH}}{n_{C_2H_5OH} + n_{H_2O}} \\ &= \frac{0.446 \text{ mol}}{0.446 \text{ mol} + 1.167 \text{ mol}} = 0.29 \end{aligned}$$

18-12

در یک صد گرم محلول ۲۰/۳ g فل و ۷۹/۷ g الكل وجود دارد.

$$? \text{ mol } C_2H_5OH = 2.0 \text{ g } C_2H_5OH$$

$$\begin{aligned} &\left(\frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46.1 \text{ g } C_2H_5OH} \right) \\ &= 0.216 \text{ mol } C_2H_5OH \end{aligned}$$

$$\Delta H_{\text{محلول}} = \Delta H_{\text{آب}} - \Delta H_{\text{نیتریک اسید}}$$

$$+ 20 \text{ kJ/mol} = \Delta H_{\text{آب}} - (-627 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta H_{\text{آب}} = -627 \text{ kJ/mol}$$

توضیح این تمرین شبیه تمرین ۱۲-۱۳ می‌باشد.

15-12

$$\begin{aligned} p = K\chi &\Rightarrow \chi_{N_2O} = \frac{p}{K} = \frac{10 \text{ atm}}{9.74 \times 10^{-3} \text{ atm}} \\ &= 104 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } H_2O &= 22.0 \text{ g } H_2O \left(\frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.0 \text{ g } H_2O} \right) \\ &= 1.22 \text{ mol } H_2O \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{N_2O} &= \frac{n_{N_2O}}{n_{N_2O} + n_{H_2O}} = \frac{n_{N_2O}}{n_{N_2O} + 1.22} \\ &= 104 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$n_{N_2O} = 0.122 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ g } N_2O &= 0.122 \text{ mol} \left(\frac{44.0 \text{ g } N_2O}{1 \text{ mol } N_2O} \right) \\ &= 5.36 \text{ g } N_2O \end{aligned}$$

16-12

$$\begin{aligned} x_{CO_2} &= \frac{p}{K} = \frac{10 \text{ atm}}{9.74 \times 10^{-3} \text{ atm}} \\ &= 104 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ? \text{ mol } H_2O &= 22.0 \text{ g } H_2O \left(\frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.0 \text{ g } H_2O} \right) \\ &= 1.22 \text{ mol } H_2O \end{aligned}$$

$$x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{CO_2} + n_{H_2O}}$$

٢١-١٢

$$\begin{aligned} ?g AgNO_4 &= \text{محلول } ٢٥ \cdot mL \left(\frac{٠٦٠ \cdot mol AgNO_4}{١ \cdot mL} \right) \\ &\left(\frac{١٦٩/٩ g AgNO_4}{١ mol g AgNO_4} \right) \\ &= ٢٥/٨ g AgNO_4 \end{aligned}$$

٢٢-١٢

$$\begin{aligned} ?g KMnO_4 &= \text{محلول } ٢/٥ L \left(\frac{٠١٢ \cdot mol KMnO_4}{١ L} \right) \\ &\left(\frac{١٥٨ g KMnO_4}{١ mol g KMnO_4} \right) \\ &= ٣/٣ g KMnO_4 \end{aligned}$$

٢٣-١٢

(الف)

$$\begin{aligned} ?g HBr &= \text{محلول } ٧٥ \cdot mL \left(\frac{١/٥ \cdot mol / HBr}{١ \cdot mL} \right) \\ &\left(\frac{٨ \cdot ٤ HBr}{١ mol / HBr} \right) \left(\frac{١ \cdot g HBr}{٤ HBr} \right) \\ &= ١٩ \cdot g HBr \quad (\text{غليظ}) \end{aligned}$$

(ب)

$$?mL HBr = ١٩ \cdot g HBr \quad (\text{غليظ})$$

$$\left(\frac{١/٠ \cdot mL HBr \quad (\text{غليظ})}{١/٥ \cdot g HBr \quad (\text{غليظ})} \right) = ١٢٧ mL HBr \quad (\text{غليظ})$$

٢٤-١٢

(الف)

$$\begin{aligned} ?g HI &= \text{محلول } ١/٥ L \left(\frac{٠٦ mol HI}{١ L} \right) \\ &\left(\frac{١٢٧/٩ g HI}{١ mol HI} \right) \left(\frac{١ \cdot ٠ g HI \quad (\text{غليظ})}{٤٧ \cdot g HI} \right) \\ &= ٢٤٥ g HI \quad (\text{غليظ}) \end{aligned}$$

?mol $C_2H_5OH = ٧٩/٧ g C_2H_5OH$

$$\left(\frac{١ mol C_2H_5OH}{٤٧/١ g C_2H_5OH} \right)$$

$$= ١/٧٣ mol C_2H_5OH$$

$$\begin{aligned} x_{C_2H_5OH} &= \frac{n_{C_2H_5OH}}{n_{C_2H_5OH} + n_{C_2H_5OH}} \\ &= \frac{٠١٢١٦ mol}{١/٧٣ mol + ٠١٢١٦ mol} = ٠/١١١ \end{aligned}$$

١٩-١٢

وقتی که جزء مولی نفتالین $٢٠٠/٠$ می باشد، یعنی در مقابل هر $٢٠٠/٠$ مول $C_1.H_A$ مقدار $٠/٨٠٠$ مول C_2H_5 وجود دارد.

$$\begin{aligned} ?g C_1.H_A &= ٠/٢٠٠ mol C_1.H_A \left(\frac{١٢٨/٢ g C_1.H_A}{١ mol C_1.H_A} \right) \\ &= ٢٥/٦ g C_1.H_A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?g C_2H_5 &= ٠/٨٠٠ mol C_2H_5 \left(\frac{٩٢/١ g C_2H_5}{١ mol C_2H_5} \right) \\ &= ٧٣/٧ g C_2H_5 \end{aligned}$$

$$\frac{٢٥/٦ g}{٢٥/٦ g + ٧٣/٧ g} \times ٠/١٠٠ = ٠/٢٥١٨ C_1.H_A$$

٢٠-١٢

$$\begin{aligned} ?mol (NH_4)_2CO &= ٠/١٢ mol (NH_4)_2CO \\ &\left(\frac{٩ \cdot g (NH_4)_2CO}{٠/١ mol (NH_4)_2CO} \right) \\ &= ٧١٨ \cdot g (NH_4)_2CO \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ?mol H_2O &= ٠/٧٨ mol H_2O \left(\frac{١٨ \cdot g H_2O}{١ mol H_2O} \right) \\ &= ١٥/٦٤ g H_2O \end{aligned}$$

$$\frac{٧١٨ \cdot g}{(٧١٨ + ١٥/٦٤ g)} \times ٠/١٠٠ = ٠/٣٧/٢ (NH_4)_2CO$$

فصل دوازدهم ۱۹۳

٢٧-١٢

$$\text{?mol NaOH} = \frac{\text{محلول}}{\text{محلول}} \times \text{محلول} \left(\frac{1154}{1100 \text{ mL}} \right)$$

$$\left(\frac{50.1 \text{ g NaOH}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol}}{40.0 \text{ g NaOH}} \right)$$

$$\text{?mol NaOH} = 11.25 \text{ mol NaOH}$$

محلول $19/25 M$ می باشد.

$$\begin{cases} M_1 = 19/25 M \\ V_1 = 25.0 \text{ mL} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_2 = ? \\ V_2 = 75.0 \text{ mL} \end{cases}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$(19/25 M)(25.0 \text{ mL}) = (M_2)(75.0 \text{ mL}) \Rightarrow$$

$$M_2 = 0.1942$$

٢٨-١٢

$$\text{?mol KOH} = \frac{\text{محلول}}{\text{محلول}} \times \text{محلول} \left(\frac{56.1 \text{ g KOH}}{1100 \text{ mL}} \right)$$

$$\left(\frac{45.1 \text{ g KOH}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol KOH}}{56.1 \text{ g KOH}} \right)$$

$$= 11/21 \text{ mol KOH}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 (11/21 M)(0.125) = (M_2)(0.15 \text{ L})$$

$$M_2 = 0.1976 \text{ M}$$

$$?g \text{ HCHO}_r =$$

٢٩-١٢

$$100 \text{ g} \left(\frac{\text{محلول}}{\text{محلول}} \times \text{محلول} \right) \left(\frac{11.2 \text{ mol HCHO}_r}{100 \text{ mL}} \right) \left(\frac{11.2 \text{ g HCHO}_r}{1 \text{ mol HCHO}_r} \right)$$

$$= 1.10 \text{ g HCHO}_r$$

پس محلول دارای غلظت 1.10 g HCHO_r می باشد.

(ب)

$$\text{?mL HI} = \frac{\text{غليطان}}{\text{غليطان}} \times \text{غليطان} \left(\frac{11.0 \text{ mol HI}}{110.0 \text{ g HI}} \right)$$

$$= 16.2 \text{ mL HI}$$

٢٥-١٢

(الف)

$$\text{?mol HF} = \frac{\text{محلول}}{\text{محلول}} \times \text{محلول} \left(\frac{48.1 \text{ g HF}}{1100 \text{ g}} \right)$$

$$\left(\frac{48.1 \text{ g HF}}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol HF}}{48.1 \text{ g HF}} \right)$$

$$= 1.0 \text{ mol HF}$$

(ب)

$$\text{mol HF} = 100 \text{ g H}_2\text{O} \left(\frac{1 \text{ mol HF}}{56.1 \text{ g H}_2\text{O}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol HF}}{1.0 \text{ g HF}} \right)$$

$$= 46/2 \text{ mol HF}$$

پس محلول $46/2 \text{ mol HF}$ مولال می باشد.

٢٦-١٢

(الف)

$$\text{?mol AgNO}_r = \frac{\text{محلول}}{\text{محلول}} \times \text{محلول} \left(\frac{1.0 \text{ g AgNO}_r}{169.9 \text{ g AgNO}_r} \right)$$

$$\left(\frac{1.0 \text{ g AgNO}_r}{100 \text{ g}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol AgNO}_r}{169.9 \text{ g AgNO}_r} \right)$$

$$= 0.0042 \text{ mol AgNO}_r$$

محلول $0.0042 \text{ mol AgNO}_r$ می باشد.

(ب)

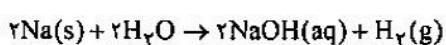
$$\text{?mol AgNO}_r = 100 \text{ g H}_2\text{O} \left(\frac{1.0 \text{ g AgNO}_r}{169.9 \text{ g AgNO}_r} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ AgNO}_r \text{ mol}}{169.9 \text{ g AgNO}_r} \right)$$

$$\approx 0.0042 \text{ mol}$$

محلول $0.0042 \text{ mol AgNO}_r$ می باشد.

الف ۳۵-۱۲



(ب)

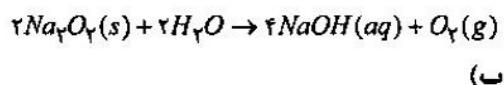
$$\begin{aligned} ?\text{mol NaOH} &= 50 / 4\text{mLH}_2\left(\frac{2\text{mol NaOH}}{2240 \cdot \text{mLH}_2}\right) \\ &= 0.045 \cdot \text{mol NaOH} \end{aligned}$$

$$?\text{mol NaOH} = 1000 \cdot \text{محلول mL}$$

$$\left(\frac{0.045 \cdot \text{mol NaOH}}{175 \cdot \text{محلول mL}} \right)$$

پس محلول دارای غلظت ۰.۰۲۷۵M می‌باشد.

الف ۳۶-۱۲



(ب)

$$?\text{mol NaOH} = 8 / 4\text{mL O}_2\left(\frac{4 \cdot \text{mol NaOH}}{2240 \cdot \text{mLO}_2}\right)$$

$$?\text{mol NaOH} = 0.144 \cdot \text{mol NaOH}$$

$$= \frac{0.144 \cdot \text{mol NaOH}}{175 \cdot \text{محلول mL}}$$

$$= 0.015 \cdot \text{mol NaOH}$$

۳۷-۱۲

$$?\text{mol C}_2\text{H}_4 = 1000 \cdot \text{g C}_2\text{H}_4 \left(\frac{1 \cdot \text{mol C}_2\text{H}_4}{92 / 1 \cdot \text{g C}_2\text{H}_4} \right)$$

$$= 10.86 \cdot \text{mol C}_2\text{H}_4$$

$$\begin{aligned} \chi &= \frac{n_{\text{حل شده}}}{n_{\text{حل شده}} + n_{\text{نرمان}}} \\ &= \frac{(1 \cdot \text{mol})}{(1 \cdot \text{mol} + 10.86 \cdot \text{mol})} = 0.0842 \end{aligned}$$

۳۰-۱۲

$$?g\text{HClO}_4 = 1000 \cdot \text{محلول g} \left(\frac{10 \cdot \text{mL}}{187 \cdot \text{محلول g}} \right)$$

$$\begin{aligned} &\left(\frac{10 \cdot 10^{-3} \text{mol HClO}_4}{1000 \cdot \text{mL}} \right) \left(\frac{100 \cdot 10^{-3} \text{g HClO}_4}{1 \cdot \text{mol HClO}_4} \right) \\ &= 0.14 \cdot 10^{-3} \text{g HClO}_4 \end{aligned}$$

پس محلول دارای غلظت ۰.۰۰۱۴M وزنی می‌باشد.

۳۱-۱۲

غلظت اسید استیک غلیظ M ۱۷/۵ می‌باشد پس:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow (17/5 M)(V_1) = (5 \cdot M) = (25 \cdot mL)$$

$$V_1 = 85/17 \text{ mL}$$

۳۲-۱۲

اسید نیتریک دارای غلظت M ۱۵/۸ می‌باشد

پس:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow (15/8 M)(V_1) = (0.15 \cdot M)(2/5) \text{ (۰.۳۰M)}$$

$$V_1 = 0.222 = 22/2 \text{ mL}$$

۳۳-۱۲

اسیدفسفریک غلیظ دارای غلظت M ۱۴/۷M

می‌باشد، پس:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow (14/7 M)(25 \cdot mL) = M_2 (25 \cdot mL)$$

$$M_2 = 2 \cdot 14/7 M = 22/7 \text{ mL}$$

۳۴-۱۲

آمونیاک غلیظ دارای غلظت M ۱۴/۸ می‌باشد.

پس:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow (14/8 M)(15 \cdot mL) = M_2 (5 \cdot mL)$$

$$M_2 = 4/44 M$$

فصل دوازدهم

$$\chi_{CH_3OH} = \frac{n_{CH_3OH}}{n_{CH_3OH} + n_{C_2H_5OH}}$$

$$= \frac{\cdot 185 \cdot mol}{\cdot 185 \cdot mol + \cdot 125 \cdot mol} = \cdot 1.85$$

$$\chi_{C_2H_5OH} = \frac{n_{C_2H_5OH}}{n_{CH_3OH} + n_{C_2H_5OH}}$$

$$= \frac{\cdot 125 \cdot mol}{\cdot 185 \cdot mol + \cdot 125 \cdot mol} = \cdot 0.65$$

$$P_t = \chi_{C_2H_5OH} P^\circ_{CH_3OH} + \chi_{CH_3OH} P^\circ_{C_2H_5OH}$$

$$P_t = \cdot 1.85 (\cdot 0.529 \text{ atm}) + \cdot 0.65 (\cdot 0.292 \text{ atm})$$

$$= \cdot 1.05 \text{ atm}$$

$$? mol C_2H_{18} = \cdot 1 \cdot g C_2H_{18} \left(\frac{1 \text{ mol } C_2H_{18}}{114.18 \text{ g } C_2H_{18}} \right)$$

$$= \cdot 1.0 \text{ mol } C_2H_{18}$$

$$? mol C_2H_{18} = \cdot 1 \cdot g C_2H_{18} \left(\frac{1 \text{ mol } C_2H_{18}}{114.18 \text{ g } C_2H_{18}} \right)$$

$$= \cdot 1.0 \text{ mol } C_2H_{18}$$

$$\chi_{C_2H_{18}} = \frac{\cdot 1.0 \cdot mol}{\cdot 1.0 \cdot mol + \cdot 1.0 \text{ mol}} = \cdot 0.5$$

$$\chi_{C_2H_{18}} = \frac{\cdot 1.0 \cdot mol}{\cdot 1.0 \cdot mol + \cdot 1.0 \text{ mol}} = \cdot 0.5$$

$$P_t = \cdot 0.5 (\cdot 105 \text{ atm}) + \cdot 0.5 (\cdot 0.23 \text{ atm})$$

$$= \cdot 0.54 \text{ atm}$$

۴۳-۱۲
 اگر x را جزو مولی CH_3OH در نظر بگیریم،
 برابر جزو مولی C_2H_5OH می‌گردد.

$$\underline{38-12}$$

$$? mol C_2H_{18} = \cdot 1 \cdot g C_2H_{18} \left(\frac{1 \text{ mol } C_2H_{18}}{114.18 \text{ g } C_2H_{18}} \right)$$

$$= \cdot 1.0 \text{ mol } C_2H_{18}$$

$$\chi_{C_2H_{18}} = \frac{\cdot 1.0 \cdot mol}{(\cdot 1.0 \cdot mol + \cdot 1.0 \text{ mol})} = \cdot 0.5$$

$$\underline{39-12}$$

$$? mol_{سکارز} = \cdot 1 \cdot g H_2O \left(\frac{12.01 \text{ g}}{18.01 \text{ g } H_2O} \right)$$

$$\left(\frac{1 \text{ mol}}{12.01 \text{ g } H_2O} \right) = \cdot 0.833 \text{ mol } H_2O$$

$$= \cdot 0.833 \text{ mol } C_{17}H_{34}O_{11}$$

$$\underline{40-12}$$

$$? mol (NH_3)_2CO = \cdot 1 \cdot g H_2O$$

$$\left(\frac{1 \text{ mol } (NH_3)_2CO}{9.01 \cdot g H_2O} \right) \left(\frac{1 \text{ mol } (NH_3)_2CO}{9.01 \cdot g (NH_3)_2CO} \right)$$

$$= \cdot 1.0 \text{ mol } (NH_3)_2CO$$

فشار بخار، نقطه انجماد، نقطه جوش محلولها

$$\underline{41-12}$$

$$? mol CH_3OH = \cdot 1 \cdot g CH_3OH$$

$$\left(\frac{32.04 \text{ g } CH_3OH}{32.04 \text{ g } CH_3OH} \right)$$

$$= \cdot 1.0 \text{ mol } CH_3OH$$

$$? mol C_2H_5OH = \cdot 1 \cdot g C_2H_5OH$$

$$\left(\frac{46.07 \text{ g } C_2H_5OH}{46.07 \text{ g } C_2H_5OH} \right)$$

$$= \cdot 1.0 \text{ mol } C_2H_5OH$$

(الف) ۴۷-۱۲

$$\chi_{(CH_3)_2CO} = \frac{n_{(CH_3)_2CO}}{n_{(CH_3)_2CO} + n_{CHCl_3}}$$

$$= \frac{11\text{-}mol}{11\text{-}mol + 15\text{-}mol} = 0.44$$

$$\chi_{CHCl_3} = \frac{15\text{-}mol}{15\text{-}mol + 15\text{-}mol} = 0.50$$

$$P_t = \chi_{(CH_3)_2} P^\circ_{(CH_3)_2CO} + \chi_{CHCl_3} P^\circ_{CHCl_3}$$

$$P_t = 0.44 \cdot (0.1452 \text{ atm}) + 0.50 \cdot (0.1388 \text{ atm})$$

$$= 0.1414 \text{ atm}$$

ب) فشار کل اندازه‌گیری شده
می‌باشد، پس انحراف منفی می‌باشد.

ج) از آن جا که فشار بخار اندازه‌گیری شده کمتر از فشار بخار پیش‌بینی شده از قانون رائول می‌باشد، پس محلول دارای نیروی جاذبه بین مولکولی قوی‌تری از مواد خالص می‌باشد.

به وجود آمدن نیروی جاذبه بین مولکولی قوی‌تر در محلول انرژی بیشتری از انرژی لازم برای شکستن نیروی جاذبه بین مولکولی مواد خالص آزاد می‌سازد. پس مقداری انرژی آزاد می‌گردد.

د) از آن جا که فشار بخار محلول کمتر از فشار بخار قابل انتظار می‌باشد، پس محلول در درجه حرارت بیشتری به جوش می‌آید و محلول آزوتrop با نقطه جوش ماکریسم می‌باشد.

$$P_t = \chi_{CH_3OH} P^\circ_{CH_3OH} + \chi_{C_2H_5OH} P^\circ_{C_2H_5OH}$$

$$0.44 \text{ atm} = x(0.1529 \text{ atm}) + (1-x)(0.1292 \text{ atm})$$

$$x = 0.408$$

$$x = 0.184$$

$$\text{جزء مولی } C_2H_5OH$$

$$\text{جزء مولی } CH_3OH$$

۴۴-۱۲

$$x = C_2H_18$$

$$(1-x) = C_2H_16$$

$$P_t = \chi_{C_2H_16} P^\circ_{C_2H_16} + \chi_{C_2H_18} P^\circ_{C_2H_18}$$

$$0.50 \text{ atm} = x(0.123 \text{ atm}) + (1-x)(0.1561 \text{ atm})$$

$$x = 0.184$$

$$\text{جزء مولی } C_2H_18$$

۴۵-۱۲

$$x = C_2H_16 \quad (1-x) = C_2H_14 \quad \text{و جزء مولی}$$

$$P_t = \chi_{C_2H_16} P^\circ_{C_2H_16} + \chi_{C_2H_14} P^\circ_{C_2H_14}$$

$$0.44 \text{ atm} = x(0.107 \text{ atm}) + (1-x)(0.137 \text{ atm})$$

$$x = 0.411$$

$$\text{جزء مولی } C_2H_14$$

۴۶-۱۲

$$x = \chi_{CHCl_3}, \quad (1-x) = \chi_{CCl_4}$$

$$P_t = \chi_{CHCl_3} P^\circ_{CHCl_3} + \chi_{CCl_4} P^\circ_{CCl_4}$$

$$0.40 \text{ atm} = x(0.134 \text{ atm}) + (1-x)(0.1819 \text{ atm})$$

$$x = 0.347$$

$$\text{جزء مولی کلروفرم}$$

۴۹-۱۲

۴۸-۱۲

(الف)

$$P_t = \chi_{C_2H_5} P^\circ_{C_2H_5}$$

$$0.118 \text{ atm} = \chi_{C_2H_5} (0.1184 \text{ atm})$$

$$\chi_{C_2H_5} = 0.1875$$

$$\chi_{C_2H_5} = \frac{n_{C_2H_5}}{n_{C_2H_5} + n_{\text{حل شده}}}$$

$$0.1875 = \frac{0.125 \text{ mol}}{0.125 \text{ mol} + n_{\text{حل شده}}}$$

$$n_{\text{حل شده}} = 0.175 \text{ mol}$$

$$? g = \frac{196 \text{ g}}{0.175 \text{ mol}} \times 0.1 \text{ mol} = 112 \text{ g}$$

$$\text{حل شده} = 112 \text{ g}$$

پس وزن مولکولی ماده حل شدنی برابر
 $M.W = 112 \text{ g/mol}$ می باشد.

۵۰-۱۲

$$P_t = \chi_{H_2O} P^\circ_{H_2O}$$

$$0.122 \text{ atm} = \chi_{H_2O} (0.1184 \text{ atm})$$

$$\chi_{H_2O} = 0.1821$$

$$\chi_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_{H_2O} + n_{\text{حل شده}}} = \frac{0.1 \text{ mol}}{(0.1 \text{ mol}) + n_{\text{حل شده}}} = 0.1821$$

$$n_{\text{حل شده}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$? g = \frac{196 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}} \times 0.1 \text{ mol} = 18.6 \text{ g}$$

پس وزن مولکولی ماده غیر فشار برابر
 18.6 g/mol می باشد.

$$\chi_{C_2H_5OH} = \frac{0.125 \text{ mol}}{0.125 \text{ mol} + 0.1375 \text{ mol}} = 0.400$$

$$\chi_{CHCl_3} = \frac{0.1375 \text{ mol}}{0.125 \text{ mol} + 0.1375 \text{ mol}} = 0.600$$

$$P_t = \chi_{C_2H_5OH} P^\circ_{C_2H_5OH} + \chi_{CHCl_3} P^\circ_{CHCl_3}$$

$$P_t = 0.400 \times (0.126 \text{ atm}) + 0.600 \times (0.1388 \text{ atm}) = 0.287 \text{ atm}$$

ب) از آن جا که فشار بخار اندازه گیری شده
 $P_t = 0.328 \text{ atm}$ زیادتر از فشار بخار محاسبه
شده می باشد، پس انحراف مثبت می باشد.

ج) از آن جا که فشار بخار بیشتر از فشار بخار
پیش بینی شده از قانون راتول می باشد، پس
نیروی جاذبه بین مولکولی محلول ضعیفتر از
نیروی جاذبه بین مولکولی مواد خالص می باشد.
شکستن نیروی جاذبه بین مولکولی حاصل در
 محلول احتیاج به انرژی دارد، لذا در عمل اتحلال
 انرژی جذب می گردد.

د) از آن جا که فشار بخار محلول بیشتر از فشار
پیش بینی شده می باشد محلول در درجه حرارت
 کمتری به جوش می آید و محلول آزوتrop با
 نقطه جوش مینیمم می باشد.

$$? mol C_1.H_A = ۱۰۰ g C_1 H_A \Delta NO_T$$

$$\left(\frac{۱۴۱۸ g C_1.H_A}{۲۰ g C_1 H_A \Delta NO_T} \right) \left(\frac{۱ mol C_1.H_A}{۱۲۸/۲ g C_1.H_A} \right)$$

$$= ۰.۱۸۸ mol C_1.H_A$$

$$\Delta t_f = mK_f \quad -۲۷۴^\circ C = (۰.۱۸۸ m)K_f$$

$$K_f = -۷۶.۱^\circ C / m$$

۵۱-۱۲

$$? mol_{سکارز} = ۱۰۰ \cdot H_2O \left(\frac{۶۴/۲ g}{۲۰ \cdot g H_2O} \right)$$

$$\left(\frac{۱ mol}{۲۴۲/۲ g} \right)$$

$$= ۰.۱۳۹ mol C_1H_۲O_{۱۱}$$

$$\Delta t_f = mK_f = (۰.۱۳۹ m)(-۱۸۶^\circ C / m)$$

$$= -۱۷۵^\circ C$$

پس محلول ۰/۹۳۹ مولال می‌باشد.

۵۲-۱۲

$$? mol_{گلوكز} = ۱۰۰ \cdot g \left(\frac{۶/۱ g}{۱۲\Delta g} \right)$$

$$\left(\frac{۱ mol}{۱۲۲/۱ g} \right)$$

$$= ۰.۱۴۰ mol$$

$$\Delta t_f = mK_f = (۰.۱۴۰ m)(-۳۹/۴^\circ C / m)$$

$$= -۱۵/۹^\circ C$$

از آن جا که نقطه انجماد کافور $۱۷۹^\circ C$ است، پس

$$\text{محلول در } ۱۷۹^\circ C - ۱۵/۹^\circ C = ۱۶۳/۱^\circ C \text{ منجمد}$$

می‌گردد.

$$\Delta t_f = mK_f$$

$$\text{از } -۱۵^\circ C = m(-۱۸۶^\circ C / m) \Rightarrow m = ۱۱.۶$$

آن جا که ۱۰۰ g حلال برداشته‌ایم پس محلول

۱۱.۶ مولال دارای ۱۱.۶ مول جسم حل شدنی

اتین گلیکول می‌باشد.

$$? g = ۱۱.۶ mol C_۲H_۴(OH)_۲$$

$$\left(\frac{۶۲/۱ g C_۲H_۴(OH)_۲}{۱ mol C_۲H_۴(OH)_۲} \right)$$

$$= ۶۰.۱ g C_۲H_۴(OH)_۲$$

۵۲-۱۲

$$\Delta t_f = mK_f$$

$$-۲/۵^\circ C = m(-۱۸۶^\circ C / m) \Rightarrow m = ۱/۳۴ m$$

$$? mol_{گلوكز} = ۲۵ \cdot g H_۲O \left(\frac{۱/۳۴ mol}{۱ \cdot g H_۲O} \right)$$

$$\left(\frac{۱۸.۰/۲ g}{۱ mol} \right)$$

$$گلوكز = ۶.۰/۴ g$$

۵۳-۱۲

$$\Delta t_f = ۷/۱۲^\circ C - ۹/۷۹^\circ C = -۲/۶۶^\circ C$$

$$? mol C_۱.H_A = ۱۰۰ g C_۱H_A Br_f$$

$$\left(\frac{۴/۳۴ g C_۱.H_A}{۱۰ g C_۱H_A Br_f} \right) \left(\frac{۱ mol C_۱.H_A}{۱۲۸/۲ g C_۱.H_A} \right)$$

$$= ۰.۱۲۲ mol C_۱.H_A$$

$$\Delta t_f = mK_f \quad -۲/۶۶^\circ C = (۰.۱۲۲ m)K_f$$

$$K_f = -۱۱/۸^\circ C / m$$

۵۴-۱۲

$$\Delta t_f = ۷/۱۰^\circ C - ۵/۷۴^\circ C = -۲/۷۴^\circ C$$

نزول نقطه انجماد

فصل دوازدهم

$$\begin{aligned} ? mol C_{12}H_11 &= 1 \cdot g C_6H_5Br \\ &\left(\frac{12 \cdot 1 \cdot g C_{12}H_{11}}{15 \cdot g C_6H_5Br} \right) \left(\frac{1 \cdot mol C_{12}H_{11}}{15 \cdot 12 \cdot g C_{12}H_{11}} \right) \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1 mol C_{12}H_{11} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta t_b &= mK_b = (1 \cdot 1 \cdot 1 m) + (1 \cdot 2 \cdot 6^\circ C / m) \\ &= +1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C \\ 15 \cdot 1 \cdot 1^\circ C + 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C &= 16 \cdot 1 \cdot 1^\circ C \end{aligned}$$

٦٠-١٢

$$\begin{aligned} \Delta t_f &= -22^\circ C - (-22 \cdot 1^\circ C) = -1 \cdot 1 \cdot 2^\circ C \\ \Delta t_f &= mK_f \Rightarrow -1 \cdot 1 \cdot 2^\circ C = m(-22 \cdot 1^\circ C / m) \\ m &= 1 \cdot 1 \cdot 2 \text{ مول} \\ 1 \cdot 1 \cdot 2 \text{ مول} \cdot \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g CCl_4}{15 \cdot 12 \cdot 1 \cdot g CCl_4} &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 mol \end{aligned}$$

٦١-١٢

$$\begin{aligned} \Delta t_b &= 27 \cdot 2 \cdot 1^\circ C - 27 \cdot 1 \cdot 6^\circ C = +1 \cdot 1 \cdot 5^\circ C \\ \Delta t_b &= mK_b = +1 \cdot 1 \cdot 5^\circ C = m(27 \cdot 2 \cdot 1^\circ C / m), \\ m &= 1 \cdot 1 \cdot 5 \text{ مول} \\ ? gx &= 1 mol \left(\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g}{1 \cdot 1 \cdot 5 mol} \right) \left(\frac{27 \cdot 2 \cdot 1 \cdot gx}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g} \right) \\ &= 17 \cdot 6 \cdot gx \end{aligned}$$

٦٢-١٢

$$\Delta t_b = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C - 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C$$

$$\Delta t_b = mK_b \Rightarrow 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C = m(1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C)$$

$$m = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} ? g &= 1 mol \left(\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot mol} \right) \left(\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g} \right) \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g \end{aligned}$$

٦٣-١٢

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = 273 + 25 = 298 K$$

$$\begin{aligned} \pi (1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) &= \left(\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g/mol} \right) \\ &= (1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot L \cdot atm / K \cdot mol)(298 K) \end{aligned}$$

$$\pi = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot atm$$

٦٤-١٢

$$\begin{aligned} \Delta t_f &= -22^\circ C - (-22 \cdot 1^\circ C) = -1 \cdot 1 \cdot 2^\circ C \\ \Delta t_f &= mK_f \Rightarrow -1 \cdot 1 \cdot 2^\circ C = m(-22 \cdot 1^\circ C / m) \\ m &= 1 \cdot 1 \cdot 2 \text{ مول} \\ 1 \cdot 1 \cdot 2 \text{ مول} \cdot \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g H_2O}{15 \cdot 12 \cdot 1 \cdot g H_2O} &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 mol \end{aligned}$$

٦٥-١٢

$$\begin{aligned} \Delta t_f &= mK_f = -2 \cdot 2 \cdot 2^\circ C = m(-1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C / m) \\ m &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \text{ مول} \\ 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \text{ مول} \cdot \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g H_2O}{15 \cdot 12 \cdot 1 \cdot g H_2O} &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 mol \end{aligned}$$

پس وزن مولکولی اسید اسکوربیک 176 g/mol می باشد.

٦٦-١٢

$$\begin{aligned} ? mol &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g H_2O \left(\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g} \right) \\ &= \left(\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot mol}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot g} \right) \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot mol \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta t_b &= mK_b = (1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot mol)(+1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C / m) \\ &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C \\ 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C + 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C &= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1^\circ C \end{aligned}$$

٦٨-١٢

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ٢٧٣ + ٢٥ = ٢٩٨ K$$

$$(٠.١٥٧ atm)(٠.١ L) = \left(\frac{٥٥.٥ g}{M} \right)$$

$$(٠.١٨٢ L.atm / K.mol)(٢٩٨ K)$$

$$M = ٥٧.١ \times ١٠٤ g \quad \text{بروتين / mol}$$

٦٩-١٢ (الف)

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ٢٧٣ + ٢٥ = ٢٩٨ K$$

$$(٠.١٧٤ atm)(٠.١ L) = \left(\frac{x g}{٢٠٠ g/mol} \right)$$

$$(٠.١٨٢ L.atm / K.mol)(٢٩٨ K)$$

$$x = ٣٣٦ g \quad \text{بروتين / mol}$$

(ب)

$$? mol = \frac{٣٣٦ g}{\frac{٣٣٦ g}{٢٠٠ g/mol}} = ٠.١١٢ mol$$

پس محلول ١١٢ mol ٠/٠ می باشد.

٧٠-١٢

(الف)

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ٢٧٣ + ٢٥ = ٢٩٨ K$$

$$(٠.٤٤١ atm)(٠.١ L) = \left(\frac{x g}{٣١٧ g/mol} \right)$$

$$(٠.١٨٢ L.atm / K.mol)(٢٩٨ K)$$

$$x = ٨/٣١ g \quad \text{كدين / mol}$$

(ب)

$$\frac{٨/٣١ g}{٣١٧ g/mol} = ٠.٢٦٢ mol$$

پس محلول ٠٢٦٢ mol می باشد.

٦٤-١٢

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ٢٧٣ + ٢٠ = ٢٩٣ K$$

$$(٠.١٤٠١) = \left(\frac{٥٦.٠ g}{٥٠.٠ g/mol} \right)$$

$$(٠.١٨٢ L.atm / K.mol)(٢٩٣ K)$$

$$\pi = ٩١.١ atm$$

٦٥-١٢

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ٢٧٣ + ٢٧ = ٣٠٠ K$$

$$(٠.١٧١ atm)(٠.٢٠٠) = \left(\frac{٤٣.٣ g}{M} \right)$$

$$(٠.١٨٢ L.atm / K.mol)(٣٠٠ K)$$

$$M = ٥٧.٠ \times ١٠٤ g \quad \text{هموغلوبين / mol}$$

٦٦-١٢

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ٢٧٣ + ٢٥ = ٢٩٨ K$$

$$(٠.١١٥ atm)(٠.١١٠) = \left(\frac{١٥٧ g}{M} \right)$$

$$(٠.١٨٢ L.atm / K.mol)(٢٩٨ K)$$

$$M = ٣٣٤ g G \quad \text{بنى سيلين / mol}$$

٦٧-١٢

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ٢٧٣ + ٢٠ = ٢٩٣ K$$

$$(٠.٤٤٨ atm)(٠.١ L) = \left(\frac{١٠.٠ g x}{M} \right)$$

$$(٠.١٨٢ L.atm / K.mol)(٢٩٣ K)$$

$$M = ٥٣٧ g \quad \text{جل شده / mol}$$

فصل دوازدهم

$$\begin{aligned} \text{محلول} &= 100 \text{ mL} \left(\frac{181 \text{ g } MgCl_2}{400 \text{ mL}} \right) \\ &= 45.25 \text{ g } MgCl_2 \\ &= 0.11 \text{ mol } MgCl_2 \end{aligned}$$

این محلول ۰.۱M می‌باشد.

$$\pi = i MRT = (2/1)(0.11 \text{ mol/L})$$

$$(0.11 \text{ L atm} / \text{K mol})(298 \text{ K})$$

$$\pi = 6.39 \text{ atm}$$

اگر ۴٪ اسید HX یونیزه گردد مقدار ۹۶٪ به صورت

$$\text{مولکول HX باقی می‌ماند پس:} \\ i = 0.96 + 0.1 \cdot 4 + 0.1 \cdot 4 = 1.04$$

$$\Delta t_f = i m K_f = (1.04)(0.125 \text{ mol})(-118^\circ \text{C/mol}) \\ = -0.142^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_f = i m K_f \\ -0.142^\circ \text{C} = i(0.125 \text{ mol})(-118^\circ \text{C/mol})$$

$$i = 1.04$$

اگر x جزوی از HY باشد که یونیزه شده می‌باشد
در این صورت x مول H^+ , x مول Y و مقدار (1-x)
مول HY باقی می‌ماند، پس مجموع ذرات برابر
می‌شود با:

$$x + x + (1-x) = 1+x$$

پس ۲/۵٪ از اسید HY یونیزه می‌گردد.

$$(1+x) = 1.04 \Rightarrow x = 0.04$$

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

۷۷-۱۲

آنالیپی محلول را برای محلول‌هایی با غلظت نزدیک اشباع در نظر می‌گیریم. اگر با انحلال ماده حل شدنی انرژی آزاد گردد (ΔH منفی) در این

محلول الکتروولیت‌ها

$$\begin{aligned} \text{محلول} &= 100 \text{ mL} \left(\frac{100 \text{ g } CaCl_2}{98.1 \text{ g } H_2O} \right) \\ &= 1.01 \text{ mol } CaCl_2 \\ &= 1.184 \text{ mol } CaCl_2 \end{aligned}$$

$$\Delta H_f = i m k_f \Rightarrow$$

$$i = \frac{\Delta H_f}{m k_f} = \frac{(-118^\circ \text{C})}{(0.1184 \text{ mol})(-118^\circ \text{C/mol})} = 1.04$$

$$\begin{aligned} \text{محلول} &= 100 \text{ mL} \left(\frac{100 \text{ g } NiSO_4}{148 \text{ g } H_2O} \right) \\ &= 0.652 \text{ mol } NiSO_4 \end{aligned}$$

پس محلول ۰.۶۵۲ مولال می‌باشد.

$$\Delta H_f = i m k_f$$

$$i = \frac{\Delta H_f}{m k_f} = \frac{-115^\circ \text{C}}{(0.652 \text{ mol})(-118^\circ \text{C/mol})} = 1.23$$

$$\begin{aligned} \text{محلول} &= 100 \text{ mL} \left(\frac{100 \text{ g } NaOH}{40 \text{ g } H_2O} \right) \\ &= 2.5 \text{ mol } NaOH \end{aligned}$$

پس محلول ۲.۵M می‌باشد.

$$\begin{aligned} \Delta H_f &= i m k_f = (1.83)(1.0 \text{ mol})(-118^\circ \text{C/mol}) \\ &= -2.4^\circ \text{C} \end{aligned}$$

جسم حل شدنی می‌باشد. می‌توان نوشت، وزن ماده حل شونده در یک لیتر محلول برابر با $y/100$ ضریب x می‌باشد. حال می‌توان وزن حلال را از کم کردن وزن حل شونده از وزن محلول حساب کرد: $y/x = 100 - 100x/y = 1000 - 100x$ وزن حلال برای حساب کردن مولاریته از ضریب تبدیل زیر استفاده می‌کنیم.

$$\text{حل شده mol} = \frac{\text{حل شده M mol}}{1000 - 100x}$$

$$\text{حل شده mol} = \frac{1000 M}{1000 - 100x}$$

$$m = \frac{1000 M}{1000 - 100x} \quad \text{یا} \quad m = \frac{100 M}{1000 - 100x}$$

۸۱-۱۲

$$\chi_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{0.165 \text{ mol}}{(0.165 \text{ mol} - 0.125 \text{ mol})}$$

$$\chi_A = 0.722$$

$$P_f = 100 \text{ atm} \quad \text{فشار بخار در نقطه جوش نرمال}$$

$$\chi_B = 1 - \chi_A = 1 - 0.722 = 0.278$$

$$P_f = \chi_A P_A^0 + \chi_B P_B^0$$

$$100 \text{ atm} = 0.722(100 \text{ atm}) + 0.278(P_B^0)$$

$$P_B^0 = 178 \text{ atm}$$

۸۲-۱۲

(الف) اگر تعداد مول‌های حل شونده در 20 g را برابر

x فرض کنیم:

$$P_f = \frac{P_1}{\chi} = \frac{\text{حل شده}}{\text{حل شده}} \Rightarrow \text{حل شده} = \frac{P_1}{\chi}$$

$$\text{حل شده} = \frac{(0.165 \text{ atm})}{\left(\frac{1}{1+x}\right)}$$

$$\text{حل شده} = \frac{(0.165 \text{ atm})}{\left(\frac{x}{x+1}\right)}$$

چون فشار به حالت آزاد حلال در هر دو یک می‌باشد پس:

صورت با افزایش درجه حرارت انحلال کم می‌گردد (طبق اصل لوشاپولیه). اگر با انحلال ماده حل شدنی انرژی جذب ΔH (مثبت) در این صورت با افزایش درجه حرارت انحلال زیاد می‌گردد.

۷۸-۱۲

انرژی شبکه‌ای $\Delta H_{\text{محلول}} = \Delta H - \Delta H_{\text{ابغیری}}$

$$\text{LiF : } +412 \text{ kJ/mol} = -1044 \text{ kJ/mol} - (-10490 \text{ kJ/mol})$$

$$\text{LiCl : } -371 \text{ kJ/mol} = -899 \text{ kJ/mol} - (-862 \text{ kJ/mol})$$

از آن جاکه F^- کوچکتر از Cl^- می‌باشد در فرآیند آبدار شدن انرژی بیشتری آزاد می‌نماید که این موضوع در آنتالپی آبدار شدن منعکس می‌گردد. کوچکتر بودن اندازه F^- نسبت به Cl^- همچنین باعث می‌گردد که انرژی لازم برای تفکیک یون‌های LiF نسبت به $LiCl$ بیشتر شود (عکس انرژی شبکه‌ای). ثابت بودن گرمایی انحلال LiF (گرمایی بودن انحلال) نسبت به گرمایی انحلال $LiCl$ با علامت منفی (گرمایی بودن انحلال) مربوط به انرژی شبکه‌ای زیادتر LiF می‌باشد.

۷۹-۱۲

غلظت‌هایی که به صورت درصد وزنی، مولالیته و جزء مولی بیان می‌شوند به درجه حرارت بستگی ندارند. در صورتی که غلظت‌هایی که به صورت نرمالیته، مولاریته، فرمولیته و درصد حجمی بیان می‌شوند به درجه حرارت بستگی دارند.

۸۰-۱۲

از آن جا که دانسیته برابر $x \text{ g/mL}$ می‌باشد، پس وزن یک لیتر از محلول 1000 برابر آن یعنی $x 1000$ می‌باشد. از طرفی محلول دارای $y\%$ از

فصل دوازدهم

$$1\cdots mol - 2/29 \times 10^{-3} mol \approx 1\cdots mol$$

$$= 18 g H_2O$$

$$\text{?mol}_2 = 1\cdots g H_2O \left(\frac{2/29 \times 10^{-3} mol}{18 g H_2O} \right) \\ = 1.127 mol$$

$$\Delta t_f = mK_f = (1.127 mol)(-1186^\circ C/m) \\ = -110226^\circ C$$

۸۴-۱۲

برای اسید استیک

$$\Delta t_f = 14.4^\circ C - 16.6^\circ C = -2.2^\circ C$$

$$\Delta t_f = mK_f \Rightarrow$$

$$m = \frac{\Delta t_f}{K_f} = \frac{-2.2^\circ C}{-29^\circ C/m} = 0.074 m$$

برای سیکلو هگزان:

$$\Delta t_b = 82.2^\circ C - 81.1^\circ C = +1.1^\circ C$$

$$\Delta t_b = mK_b \Rightarrow K_b = \frac{\Delta t_b}{m} = \frac{+1.1^\circ C}{0.074 m} \\ = 14.9 \text{ C/m}$$

۸۵-۱۲

$$\Delta t_b = 82.2^\circ C - 81.1^\circ C = 1.1^\circ C$$

$$\Delta t_b = mK_b \Rightarrow m = \frac{\Delta t_b}{K_b} = \frac{1.1^\circ C}{14.9 \text{ C/m}} \\ = 0.074 m$$

$$\text{?g } x = 1 mol \times \left(\frac{1\cdots g CHCl_3}{0.074 m} \right) \left(\frac{412.0 g x}{29.0 g CHCl_3} \right) \\ = 7.1 \cdot g x$$

$$\frac{1\cdots atm}{(1+x)} = \frac{1\cdots atm}{(2+x)} \Rightarrow x = 1/222 mol$$

$$\text{?g } x = 1 mol \left(\frac{20.0 g}{1/222 mol} \right) \\ = 9.11 g$$

ب) برای محلول اول:

$$x = 1/222 = 1/1818 \text{ حل شده}$$

$$P_t^o = \frac{P_t}{x} = \frac{1\cdots atm}{1/1818} = 1611 atm$$

۸۳-۱۲

(الف)

$$P_{N_2} = 1\cdots atm, \quad P_{O_2} = 0.2\cdots atm$$

(ب)

$$P = \chi_K \begin{cases} \chi_{N_2} = \frac{P_{N_2}}{K_{N_2}} = \frac{1\cdots atm}{5/29 \times 1.4 atm} = 1/29 \times 1.4 \\ \chi_{O_2} = \frac{P_{O_2}}{K_{O_2}} = \frac{0.2\cdots atm}{2/29 \times 1.4 atm} = 7/29 \times 1.4 \end{cases}$$

ج) مجموع جزء مولی گازهای اکسیژن و ازن
برابر می باشد با:

$$1/29 \times 1.4 + 7/29 \times 1.4 = 2/29 \times 1.4 \\ \text{از آنجا که مقدار } 2/29 \times 1.4 \text{ مول گاز در مقدار} \\ \text{کافی آب حل شده تا جمعاً یک مول گردد.} \\ \text{می توان تعداد مول های آب را حساب کرد.}$$

(الف)

$$\pi V = \left(\frac{g}{M} \right) RT \quad T = ۲۷۳ + ۲۰ = ۲۹۳ K$$

$$\pi (۰/۱۰۵ L) = \left(\frac{۱۱۴۰. g}{۱۱۴۰. g/mol} \right)$$

$$(۰/۰۸۲۱ L.atm / K.mol)(۲۹۳ K)$$

$$\pi = ۰/۱۰۵ atm$$

(ب)

$$7 mmHgO = ۰/۱۰۵ atm \left(\frac{۱۶. mmHg}{۱ atm} \right)$$

$$\left(\frac{۱۳۷۶ mmHgO}{۱ mmHg} \right) = ۱۳۷۶ mmHgO$$

در محلول بنزن :

$$\Delta t_f = mK_f \Rightarrow m = \frac{\Delta t_f}{K_f} = \frac{-۰/۳۸۴^{\circ}C}{-۵/۱۲^{\circ}C/m} = ۰/۰۷۵ m$$

در محلول آب :

$$m = \frac{\Delta t_f}{K_f} = \frac{-۰/۴۱۸۵^{\circ}C}{-۱/۸۳^{\circ}C/m} = ۰/۰۲۲۵ m$$

از آن‌جا که مقدار ۰/۰۷۵ مول ماده حل شونده ایجاد ۰/۰۲۲۵ مول یون می‌نماید پس هر مول دارای سه یون می‌باشد.

$$\frac{۰/۰۲۲۵ mol}{۰/۰۷۵ mol} = ۳/۰ یون$$

فصل ۱۳

چکیده‌ی مطالب:

واکنش‌های جانشینی در محیط آب ساختار کلی زیر را دارند.



و همراه با تشکیل رسوب، تولید گاز یا تشکیل یک الکتروولیت ضعیف می‌باشند. محصولات این واکنش‌ها به همراه قواعد انحلال پذیری درباره‌ی تشکیل گازها و الکتروولیت‌های ضعیف و قوی اطلاعاتی در اختیار می‌گذارند.

به کمک چند قانون (قانون اختیاری) عدد اکسایش اتم‌ها را در حالت آزاد و در ترکیبات شیمیایی بدست می‌آوریم. واکنش‌های اکسید-احیا (واکنش‌های ریداکس) نوع دیگری از واکنش‌های محلول‌های آبی می‌باشند. در نیمه واکنش اکسید، الکترون حذف می‌شود (یعنی عدد اکسایش یکی از اتم‌ها زیاد می‌شود) در نیمه واکنش دیگر الکترون جذب می‌شود (عدد اکسایش یکی از اتم‌ها کم می‌شود) اصطلاحاً احیا می‌شود. معادلات شیمیایی واکنش‌های ریداکس را به روش یون-الکترون یا با روش عدد اکسایش موازن می‌کنیم.

به بیان آرنیوس اسید ماده‌ای است که در آن یون H_3O^+ (aq) تولید می‌کند و باز ماده‌ای است که تولید OH^- می‌نماید و یا در اثر انحلال آن در آب یون OH^- تولید می‌شود. واکنش یک اسید و یک باز که منجر به تولید آب و نمک می‌شود، واکنش خنثی‌شدن نامیده می‌شود. اکسید فلزات، اکسیدهای بازی می‌باشند. واکنش این اکسیدهای با آب تولید نمک می‌نماید، و از واکنش بعضی از آن‌ها با آب هیدروکسید تولید می‌شود. تعداد زیادی از اکسیدهای تافلزات، اکسیدهای اسیدی می‌باشند که از واکنش آن‌ها با آب اکسی اسید و از واکنش آن‌ها با باز، نمک تولید می‌شود. در این فصل نامگذاری اسیدهای هیدروکسیدها و نمک‌ها بیان شده‌اند.

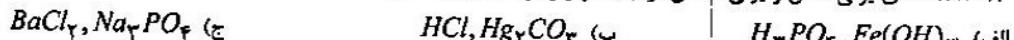
واکنش‌های درون محلول‌های آبی را می‌توان اساس آزمایش‌های تجزیه‌ای قرار داد. سه نوع از متداول‌ترین روش‌های حجم‌سنجی (تیتراسیون) شامل رسوب‌گیری، واکنش‌های اکسید-احیا و واکنش‌های خنثی‌سازی می‌باشند. مسائل تیتراسیون را می‌توان با استفاده از مولاریته به عنوان واحد غلظت و تعداد مول به عنوان مقدار ماده‌ی واکنش‌دهنده و یا با استفاده از نرمالیته به عنوان واحد غلظت و همارز برای مقدار ماده‌ی واکنش‌دهنده، حل نمود.

۲۰۴ واکنش‌های شیمیایی در محلول آبی

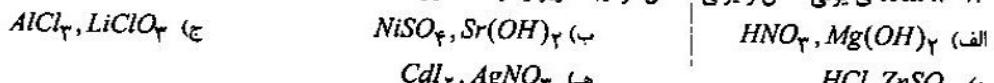
تمرین‌ها:

و واکنش‌های جالشینی:

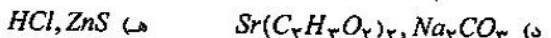
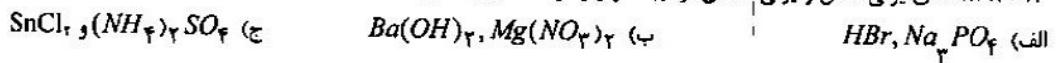
۱-۱۳: معادله‌ی یونی کامل و یونی خالص ترکیبات زیر را نوشه، موازنه کنید.



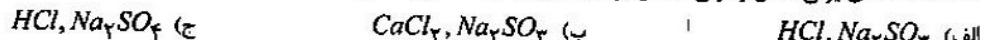
۲-۱۳: معادله‌ی یونی کامل و یونی خالص ترکیبات زیر را نوشه، موازنه کنید.



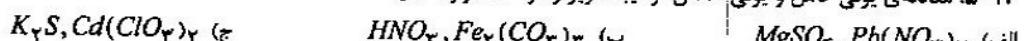
۳-۱۳: معادله‌ی یونی کامل و یونی خالص ترکیبات زیر را نوشه، موازنه کنید.



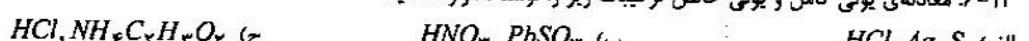
۴-۱۳: معادله‌ی یونی کامل و یونی خالص ترکیبات زیر را نوشه، موازنه کنید.



۵-۱۳: معادله‌ی یونی کامل و یونی خالص ترکیبات زیر را نوشه، موازنه کنید.

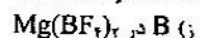
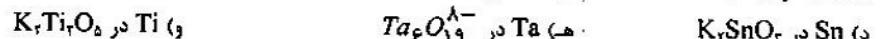
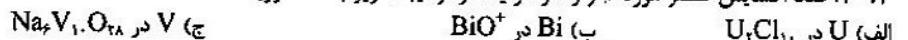


۶-۱۳: معادله‌ی یونی کامل و یونی خالص ترکیبات زیر را نوشه، موازنه کنید.

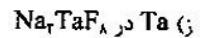
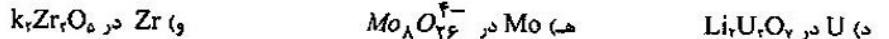
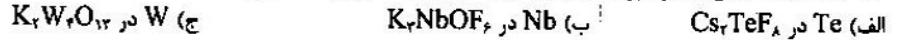


اعداد اکسایش:

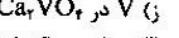
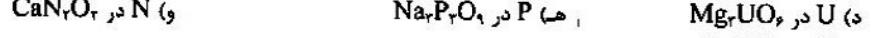
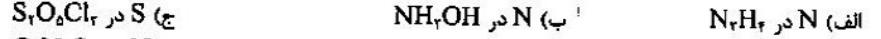
۷-۱۳: عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در هر یک از ترکیبات زیر بدست آورید.



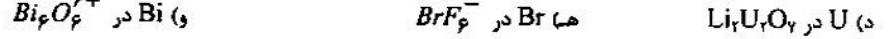
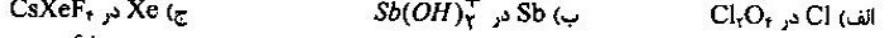
۸-۱۳: عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در هر یک از ترکیبات زیر بدست آورید.



۹-۱۳: عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در هر یک از ترکیبات زیر بدست آورید.

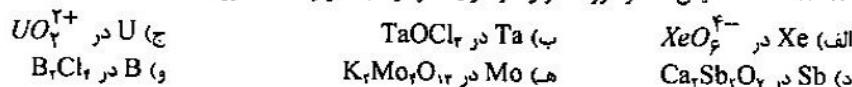


۱۰-۱۳: عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در هر یک از ترکیبات زیر بدست آورید.

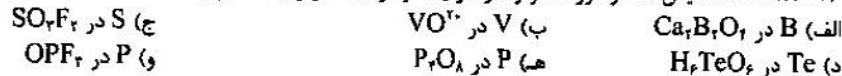


فصل سیزدهم

۱۱-۱۳: عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در هر یک از ترکیبات زیر بدست آورید.



۱۲-۱۴: عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در هر یک از ترکیبات زیر بدست آورید.



۱۵- واکنش‌های اکسید-احیا

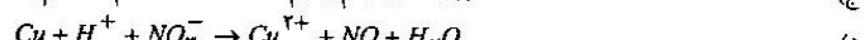
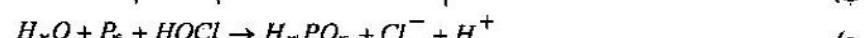
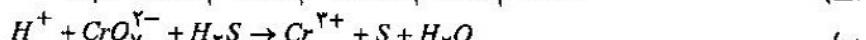
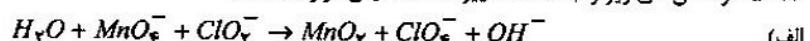
۱۳-۱۴: در واکنش‌های زیر مواد اکسید شده (عامل احیا) و مواد احیا شده (عامل اکسید) را تعیین نمایید.



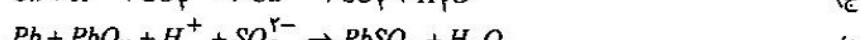
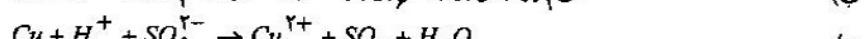
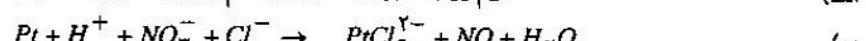
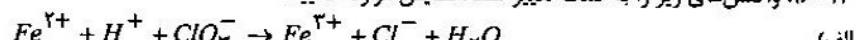
۱۴-۱۵: در واکنش‌های زیر مواد اکسید شده (عامل احیا) و مواد احیا شده (عامل اکسید) را تعیین نمایید.



۱۵-۱۶: واکنش‌های زیر را به کمک تغییر عدد اکسایش موازن نمایید.



۱۶-۱۷: واکنش‌های زیر را به کمک تغییر عدد اکسایش موازن نمایید.



۱۷-۱۸: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید.

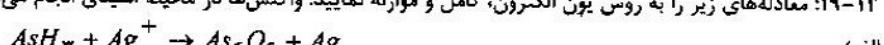


۲۰-۸ واکنش‌های شیمیایی در محلول آبی

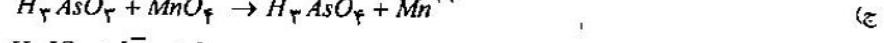
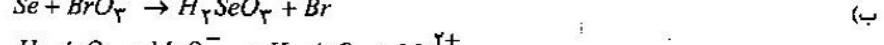
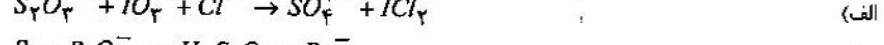
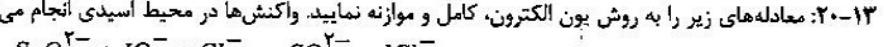
۱۸-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط اسیدی انجام می‌شود.



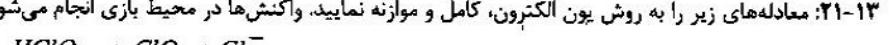
۱۹-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط اسیدی انجام می‌شود.



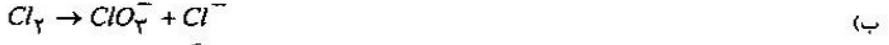
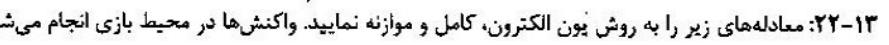
۲۰-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط اسیدی انجام می‌شود.



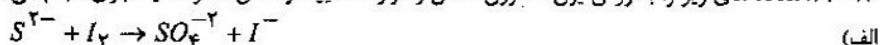
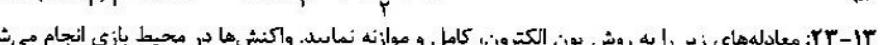
۲۱-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط بازی انجام می‌شود.



۲۲-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط بازی انجام می‌شود.



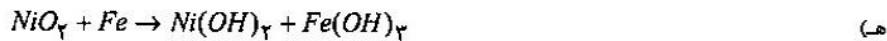
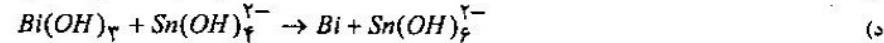
۲۳-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط بازی انجام می‌شود.



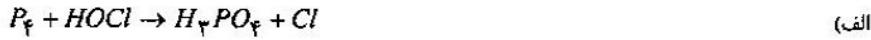
فصل سیزدهم ۲۰۹



۲۴-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط بازی انجام می‌شود.



۲۵-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط بازی انجام می‌شود.



۲۶-۱۳: معادله‌های زیر را به روش یون الکترون، کامل و موازن نمایید. واکنش‌ها در محیط بازی انجام می‌شود.

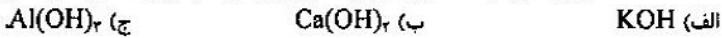


اسید و باز، اکسیدهای اسیدی و بازی

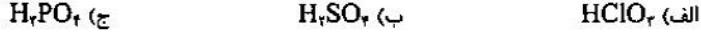
۲۷-۱۳: اکسید امفوتنی چیست؟ یون‌های حاصل از ZnO را در محیط اسیدی و بازی مشخص کنید.

۲۸-۱۳: چند اسید تک پروتونی و چند پروتونی، نمک‌های اسیدی و معمولی نام ببرید.

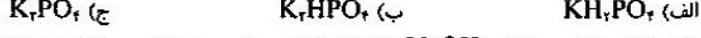
۲۹-۱۳: معادله‌ی واکنش HNO_2 را با ترکیبات زیر بنویسید. فرض بر خنثی شدن کامل است.



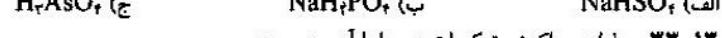
۳۰-۱۳: معادله‌ی واکنش $NaOH$ را با ترکیبات زیر بنویسید. فرض بر خنثی شدن کامل است.



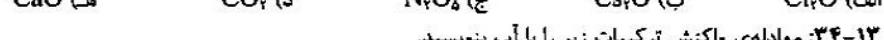
۳۱-۱۳: معادله‌ی واکنش بین KOH و $H_2PO_4^-$ را که در اثر ترکیبات زیر تشکیل می‌شود را بنویسید.



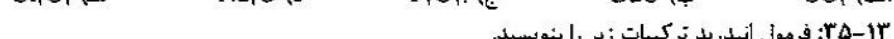
۳۲-۱۳: معادله‌ی واکنش $NaOH$ را با ترکیبات زیر بنویسید. فرض بر خنثی شدن کامل است.



۳۳-۱۳: معادله‌ی واکنش ترکیبات زیر را با آب بنویسید.



۳۴-۱۳: معادله‌ی واکنش ترکیبات زیر را با آب بنویسید.



۳۵-۱۳: فرمول آندرید ترکیبات زیر را بنویسید.



۲۱- واکنش‌های شیمیایی در محلول آب

۳۶-۱۳: فرمول آنیدرید ترکیبات زیر را بنویسید.



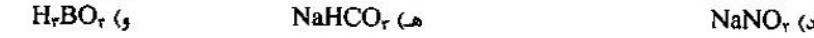
۳۷-۱۳: نام ترکیبات زیر را بنویسید.



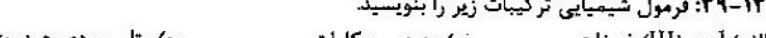
۳۸-۱۳: نام ترکیبات زیر را بنویسید.



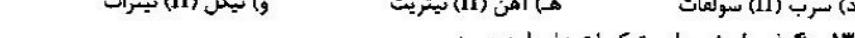
۳۹-۱۳: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.



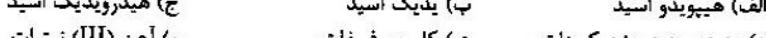
۴۰-۱۳: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.



۴۱-۱۳: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.



۴۲-۱۳: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.



۴۳-۱۳: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.



۴۴-۱۳: جم سنجی:

۴۱-۱۳: برای خنثی شدن کامل 25 mL از محلول H_2SO_4 $22/15\text{ mL}$ محلول $NaOH$ به غلظت $M/6$ مصرف می‌شود.

مولاریتهٔ محلول اسید را بدست آورید.

۴۲-۱۳: برای خنثی شدن کامل 25 mL از محلول $Ba(OH)_2$ $15/22\text{ mL}$ محلول HCl به غلظت $M/1$ مصرف می‌شود.

مولاریتهٔ محلول باز را بدست آورید.

۴۳-۱۳: برای خنثی نمودن g از یک نمونهٔ ناخالص، $M/6\text{ M}$ HCl $29/5\text{ mL}$ $Mg(OH)_2$ مصرف می‌شود. اگر

ناخالصی نمونه $MgCl_2$ باشد درصد جرمی $Mg(OH)_2$ را بدست آورید.

۴۴-۱۳: $g/3\text{ g}$ نمونهٔ ناخالص اسید اکزالیک ($H_2C_6O_4$) با 22 mL $M/179\text{ M}$ $NaOH$ خنثی می‌شود. درصد

جرمی اسید چقدر بوده است؟

۴۵-۱۳: پتاسیم هیدروژن فتالات ($KHC_6H_4O_4$ ، یک اسید تک پروتونی است. g از نمونهٔ ناخالص آن با $34/3\text{ mL}$

$M/145\text{ M}$ $NaOH$ خنثی می‌شود. چند درصد نمونه پتاسیم هیدروژن فتالات بوده است؟

۴۶-۱۳: پتاسیم هیدروژن فتالات ($KHC_6H_4O_4$ ، یک اسید تک پروتونی است. 625 mg از نمونهٔ خالص آن با $27/8\text{ mL}$

$NaOH$ خنثی می‌شود. مولاریتهٔ محلول $NaOH$ را حساب کنید.

۴۷-۱۳: یک نمونهٔ ۵ گرمی ناخالص $NaNO_3$ مقداری $NaCl$ دارد. برای آن که کل کلرید موجود در این محلول رسوب کند

$15/3\text{ mL}$ $M/0.5\text{ M}$ $AgNO_3$ مصرف می‌شود.

(الف) جرم $NaCl$ موجود در نمونه را بدست آورید.

(ب) درصد جرمی $NaCl$ در نمونه چقدر بوده است؟

۴۸-۱۳: یک گرم نمونهٔ حاوی ^{+2}Fe را در 1 mL آب حل نموده‌ایم. محلول حاصل را با $M/0.2\text{ M}$ $KMnO_4$ تیتر می‌کنیم.

$35/8\text{ mL}$ از آن مصرف می‌شود تا به نقطهٔ هم‌ازی برسیم. در این واکنش ^{+2}Fe به ^{+3}Fe اکسید می‌شود و MnO_4^- به Mn^{2+} احیا می‌شود.

(الف) معادلهٔ شیمیایی واکنش را بنویسید.

(ب) درصد جرمی Fe را در نمونه بدست آورید.

۴۹-۱۳: هیدرازین (N_2H_4) در محیط اسیدی با BrO_3^- ترکیب شده و N_2 و Br^- تولید می‌شود.

(الف) معادلهٔ شیمیایی واکنش را بنویسید.

(ب) $g/122\text{ g}$ هیدرازین ناخالص، $38/3\text{ mL}$ $M/172\text{ M}$ $KBrO_3$ مصرف می‌کند تا واکنش کامل شود. درصد جرمی هیدرازین

در نمونه را بدست آورید.

فصل سیزدهم

۵۰-۵: ۵ گرم هموگلوبین را در آب به مولکول و یون‌های کوچک تجزیه می‌کنیم. یون آهن حاصل را به Fe^{+2} احیا می‌کنیم و با KMnO_4 استاندارد تیتر می‌نماییم تا Fe^{+2} به Fe^{+3} اکسید شده و MnO_4^- به Mn^{+2} احیا شود. در این تیتراسیون از $20/5 \text{ mL KMnO}_4$ مصرف می‌شود. درصد جرمی آهن در نمونه‌ی هموگلوبین را بدست آورید.

وزن‌های هم‌ارز و محلول‌های لرمال:

۵۱-۵: یک وزن همارز از ترکیبات زیر چند مول از ماده را شامل می‌شود؟

(الف) N_2H_4 در واکنشی که تولید N_2 می‌نماید. (ب) KBrO_4 در واکنشی که تولید Br^- می‌نماید.

(ج) KBrO_4 در واکنشی که تولید Br_2 می‌نماید. (د) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ در واکنشی که تولید Cr^{+3} می‌نماید.

(ه) H_2PO_4^- در واکنشی که تولید HPO_4^{2-} می‌نماید. (و) $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ در واکنشی که تولید Cl^- می‌نماید.

۵۲-۵: یک وزن همارز از ترکیبات زیر چند مول از ماده شیمیابی را شامل می‌شود؟

(الف) As_2O_3 در واکنشی که تولید H_2AsO_4 می‌نماید. (ب) Se در واکنشی که تولید H_2SeO_4 می‌نماید.

(ج) H_2SeO_4 در واکنشی که تولید NaHSO_4 می‌نماید. (د) HIO_4 در واکنشی که تولید H_2IO_6 می‌نماید.

(ه) HIO_4 در واکنشی که تولید KIO_4 می‌نماید. (و) KIO_4 در واکنشی که تولید I^- می‌نماید.

۵۳-۵: نرمالیته‌ی محلول‌های زیر را حساب کنید. (فرض کنید اسیدها به طور کامل خنثی می‌شوند).

(۶۰۰ M, H_3PO_4), (۶۰۰ M, H_2SO_4), (۶۰۰ M, HCl)

۵۴-۱۳: نرمالیته‌ی محلول‌های زیر را حساب کنید. (فرض کنید اسیدها به طور کامل خنثی می‌شوند).

(۶۰۰ M, H_3PO_4), (۶۰۰ M, H_2SO_4), (۶۰۰ M, HCl)

۵۵-۱۳: برای خنثی کردن ۲۸ mL سود با غلظت $\text{N}/45$ چند میلی‌لیتر H_2SO_4 به غلظت $\text{N}/2$ مصرف می‌شود.

۵۶-۱۳: برای خنثی کردن H_2SO_4 ۲۵ mL با غلظت $\text{N}/52$ چند میلی‌لیتر سود $\text{N}/6$ مصرف می‌شود.

۵۷-۱۳: از یک محلول اسید با $42/5 \text{ mL}$ سود $42/5 \text{ mL}$ خنثی می‌شود. نرمالیته‌ی اسید را حساب کنید.

۵۸-۱۳: از یک محلول باز با H_2SO_4 $37/2 \text{ mL}$ خنثی می‌شود. نرمالیته‌ی باز را حساب کنید.

۵۹-۱۳: اسید لاکتیک خالص ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) با $39/3 \text{ mL}$ سود $17/3 \text{ N}$ خنثی می‌شود.

(الف) وزن همارز اسید لاکتیک را حساب کنید.

(ب) هر مولکول اسید چند هیدروژن اسیدی دارد.

۶۰-۱۳: اسید سیتریک ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) با $42/5 \text{ mL}$ سود 21 N خنثی می‌شود.

(الف) وزن همارز اسید سیتریک را حساب کنید.

(ب) هر مولکول اسید چند هیدروژن اسیدی دارد؟

۶۱-۱۳: نمونه‌ای حاوی Fe^{+2} از $0/02 \text{ M K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ را برای آن که Fe^{+2} به Fe^{+3} اکسید شود مصرف می‌کند. طی

این واکنش $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ به Cr^{+3} احیا می‌شود. نمونه‌ای مشابه $41/6 \text{ mL KMnO}_4$ را مصرف می‌کند تا Fe^{+2} به Fe^{+3} اکسید

شده و MnO_4^- به Mn^{+2} احیا شود.

(الف) نرمالیته‌ی $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ را بدست آورید.

(ج) مولاریته‌ی KMnO_4 را بدست آورید.

۶۲-۱۳: ۰/۶۳۲۴ g از یک سنگ معدن آهن را در اسید حل می‌کنیم تا تمام آهن موجود در آن به Fe^{+3} تبدیل شود. محلول

حاصل $22/32 \text{ mL}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ با غلظت $\text{N}/20/24$ را مصرف می‌کند تا Fe^{+2} به Fe^{+3} اکسید شده و CrO_4^{2-} به Cr^{+3}

احیا شود. درصد جرمی آهن در این سنگ معدن را حساب کنید.

تعریف‌های مطبوع‌بندی شده:

۶۳-۱۳: عدد اکسایش اتم‌ها را (به جز اکسیژن) در اکسی آئیون‌های جدول ۵-۷ بدست آورید.

۶۴-۱۳: عدد اکسایش عنصر مورد نظر را در ترکیبات زیر مشخص کنید.

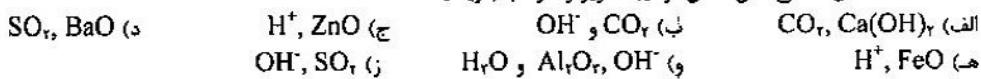
(الف) Mo در WCl_9^{2-} (ب) U در U(OH)^+ (ج) $\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{Br}_9$

(د) $\text{Ge}_2\text{O}_9^{6-}$ در Ge (ه) XeOF_4 در Xe (و) NO_3^+ در N

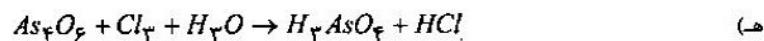
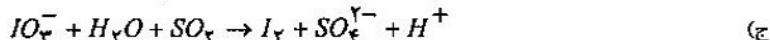
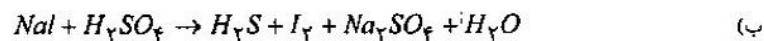
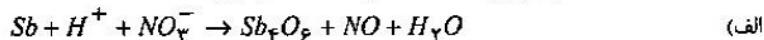
(ز) $\text{Ge}_2\text{O}_9^{4-}$ در Ge (ه) XeOF_4 در Xe

۲۱۲ واکنش‌های شیمیایی در محلول آب

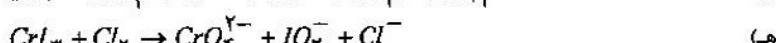
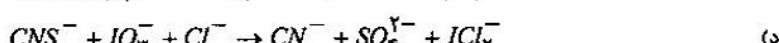
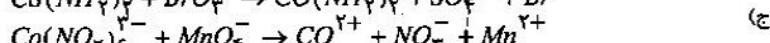
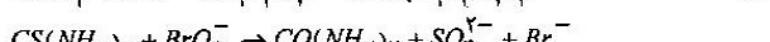
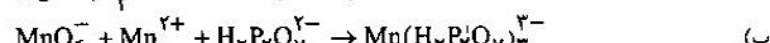
۶۵-۱۳: معادلهٔ خنثی‌شدن کامل ترکیبات زیر را در آب بنویسید.



۶۶-۱۳: معادلات شیمیایی زیر را با کمک تغییر عدد اکسایش موازن نمایید.



۶۷-۱۳: معادلات زیر را به روش یون-الکترون کامل موازن نمایید. (واکنش‌ها در محیط اسیدی انجام می‌شود).



۶۸-۱۳: ید (I_۲) با یون تیوسوفات ($S_2O_3^{2-}$) واکنش دارد، یون پدید I^- و یون تتراتیونات ($S_4O_6^{2-}$) تولید می‌شود.

(الف) معادلهٔ واکنش را بنویسید.

(ب) چند گرم I_۲ با ۰.۲۵ M Na₂S₂O_۳, ۰.۱۵ M H₂O_۲ و واکنش می‌دهد.

۶۹-۱۳: پراکسید هیدروژن (H₂O_۲) می‌تواند نقش احیاکنندهٔ یا اکسید کننده را ایفا نماید (به O_۲ اکسید یا به H₂O احیا شود). معادلات واکنش‌های زیر بنویسید و به روش یون-الکترون موازن نمایید.

(الف) اکسیداسیون PbSO₄ به PbS در محیط اسیدی (ب) اکسیداسیون Cr(OH)_۲ به CrO₄²⁻ در محیط بازی

(ج) احیای MnO₄⁻ به Mn²⁺ در محیط اسیدی (د) احیای Ag₂O به Ag در محیط بازی

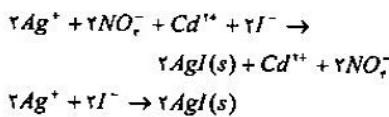
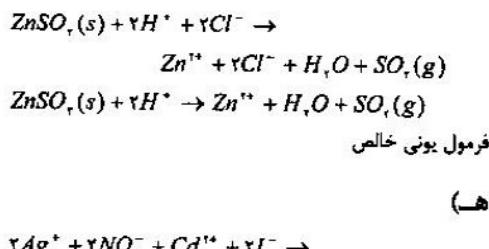
۷۰-۱۳: BaO_۲, ۰.۲۴ g Nاخالص در آب (حاوی H⁺(aq)) حل شده تولید (aq) می‌نماید. H₂O_۲ حاصل را با

KMnO₄, ۰.۶۵ M تیتر می‌کنیم تا MnO₄⁻ به Mn²⁺ احیا شده و H₂O_۲ به O_۲ اکسید شود. ۰.۲۲ mL مصرف می‌شود. در صد BaO_۲ در نمونه را حساب کنید.

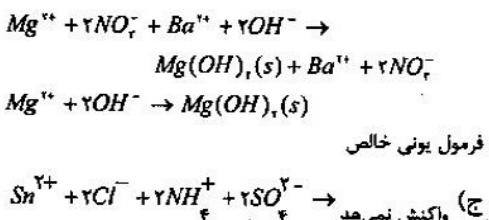
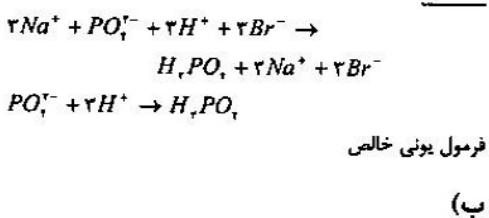
حل تمرین های فصل ۱۳

واکنش های استخلافی

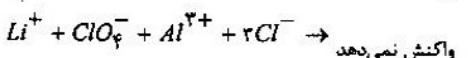
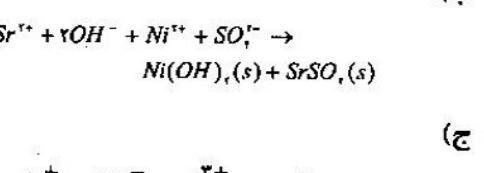
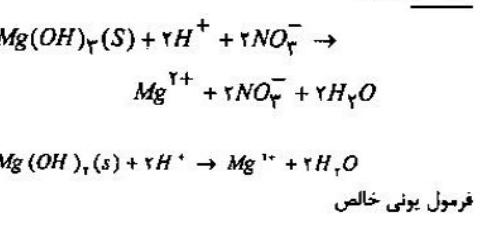
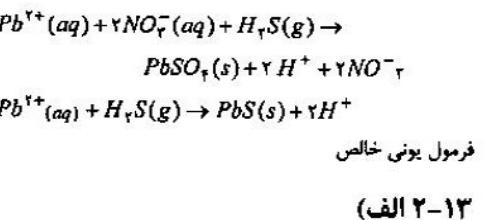
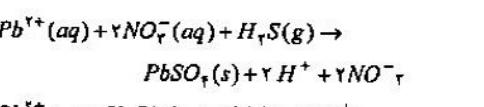
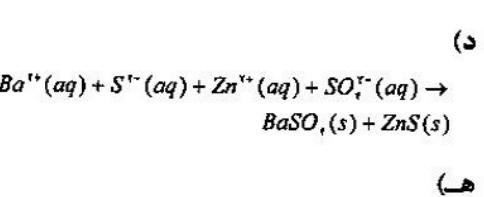
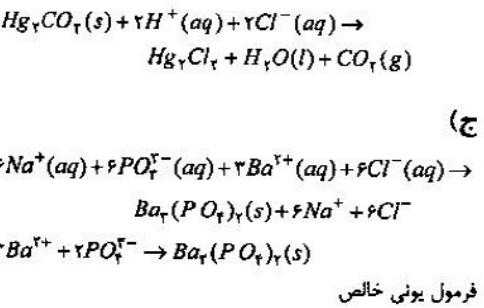
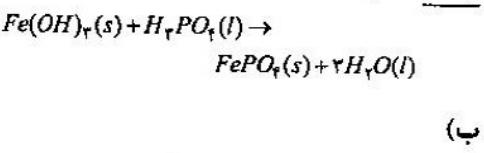
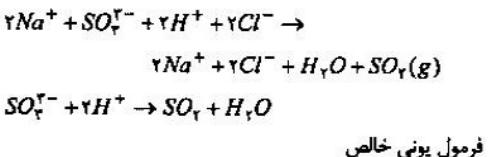
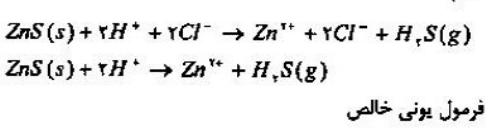
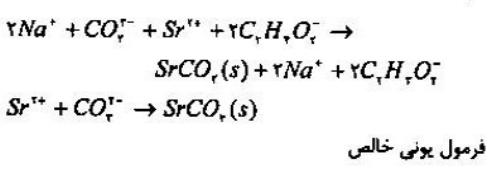
۱-۱۳ (الف)



۳-۱۳ (الف)

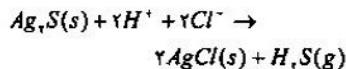
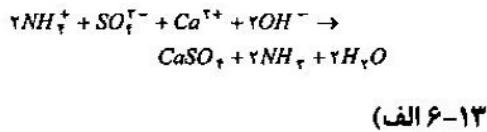


(د)

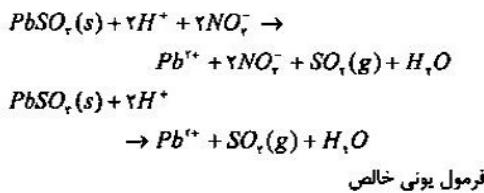


واکنش نمی دهد

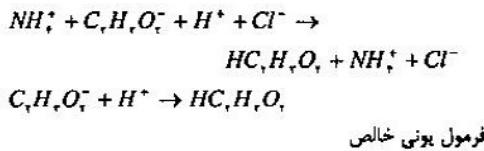
(ه)



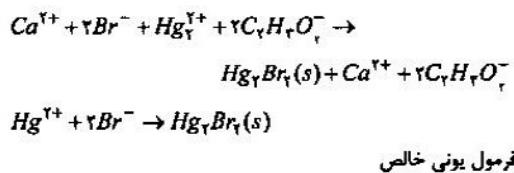
(ب)



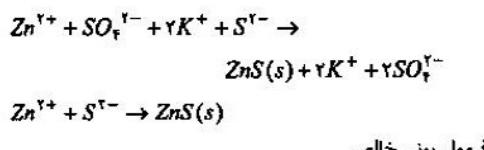
(ج)



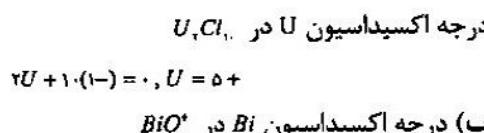
(د)



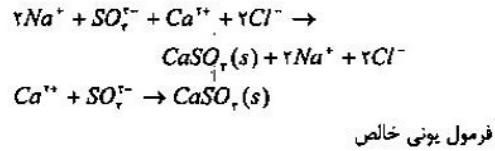
(ه)



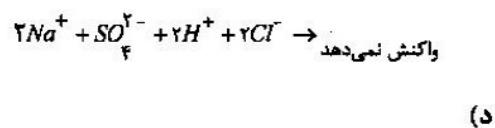
۷-۱۳ (الف)



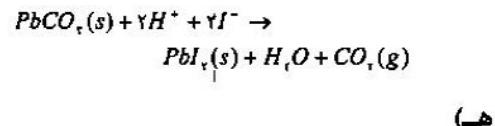
(ب)



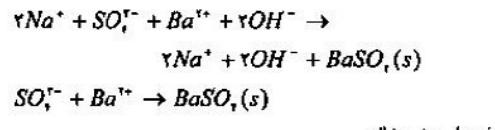
(ج)



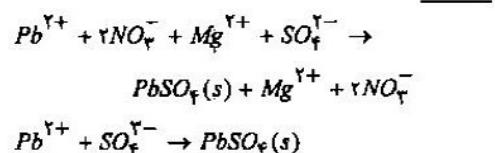
(د)



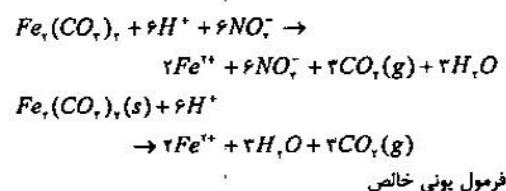
(ه)



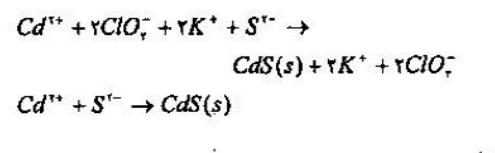
۵-۱۳ (الف)



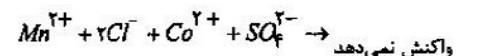
(ب)



(ج)



(د)



فصل سیزدهم

ب) درجه اکسیداسیون N در NH_4OH

$$N + 2(+1) + (-2) + (1+) = 0, N = 1-$$

ج) درجه اکسیداسیون S در $S_2O_3Cl_2$

$$2S + 5(-2) + 2(-1) = 0, S = 6+$$

د) درجه اکسیداسیون U در Mg_2UO_6

$$2(+2) + U + 6(-2) = 0, U = 6+$$

ه) درجه اکسیداسیون P در $Na_3P_2O_6$

$$3(+1) + 2P + 9(-2) = 0, P = 5+$$

و) درجه اکسیداسیون N در CaN_3O_6

$$2(+1) + 2N + 6(-2) = 0, N = 1+$$

ز) درجه اکسیداسیون V در $CaVO_4$

$$2(+2) + V + 4(-2) = 0, V = 4+$$

۱۰-۱۲

الف) درجه اکسیداسیون Cl در Cl_2O_7

$$2Cl + 4(-2) = 0, Cl = 4+$$

ب) درجه اکسیداسیون Sb در $Sb(OH)_6$

$$Sb + 2(-2+1) = 1+, Sb = 2+$$

ج) درجه اکسیداسیون Xe در $CsXeF_6$

$$1(+1) + Xe + 6(-2) = 0, Xe = 6+$$

د) درجه اکسیداسیون U در Li_2UO_4

$$2(+1) + 2U + 6(-2) = 0, U = 6+$$

ه) درجه اکسیداسیون Br در BrF_6^-

$$Br + 6(-1-) = 1-, Br = 5+$$

و) درجه اکسیداسیون Bi در Bi_2O_3

$$6Bi + 6(-2) = 6+, Bi = 2+$$

ج) درجه اکسیداسیون V در $Na_2V_2O_7$

$$2(+1) + 10V + 2A(-2) = 0, V = 5+$$

د) درجه اکسیداسیون Sn در K_2SnO_3

$$2(+1) + Sn + 3 \times (-2) = 0, Sn = 4+$$

ه) درجه اکسیداسیون Ta در Ta_2O_7

$$5Ta + 19(-2) = 1-, Ta = 5+$$

و) درجه اکسیداسیون Ti در K_2TiO_3

$$2(+1) + 2Ti + 6(-2) = 0, Ti = 4+$$

ز) درجه اکسیداسیون B در $Mg(BF_4)_2$

$$2(+2) + 2B + 4(-1-) = 0, B = 2+$$

۸-۱۳

الف) درجه اکسیداسیون Te در Cs_2TeF_6

$$2(+1) + Te + A(-1-) = 0, Te = 6+$$

ب) درجه اکسیداسیون Nb در K_2NbOF_6

$$2(+1) + Nb + (-2) + 6(-1-) = 0, Nb = 5+$$

ج) درجه اکسیداسیون W در $K_2W_2O_7$

$$2(+1) + 4W + 12(-2) = 0, W = 6+$$

د) درجه اکسیداسیون U در Li_2UO_4

$$2(+1) + 2U + 6(-2) = 0, U = 6+$$

ه) درجه اکسیداسیون Mo در Mo_2O_7

$$4Mo + 2P(-2) = 4-, Mo = 5+$$

و) درجه اکسیداسیون Zr در K_2ZrO_4

$$2(+1) + 2Zr + 6(-2) = 0, Zr = 4+$$

ز) درجه اکسیداسیون Ta در Na_2TaF_6

$$2(+1) + Ta + A(-1-) = 0, Ta = 5+$$

۹-۱۳

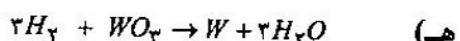
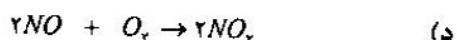
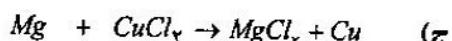
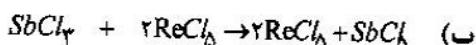
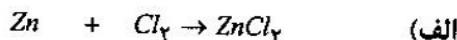
الف) درجه اکسیداسیون N در N_2H_4

$$2N + 4(+1) = 0, N = 2-$$

واکنش‌های اکسیداسیون و احیا

۱۱-۱۳

۱۲-۱۳

(عامل اکسید کننده) (عامل احیا کننده)
ماهه احیا شده ماده اکسید شدهالف) درجه اکسیداسیون Xe در XeO_4^{+}

$$Xe + 6(1-) = 4-, Xe = 8+$$

ب) درجه اکسیداسیون Ta در $TaOCl_4$

$$Ta + 6(1-) + 2(1-) = 5+, Ta = 5+$$

ج) درجه اکسیداسیون U در UO_4^{+}

$$U + 6(1-) = 2+, U = 6+$$

د) درجه اکسیداسیون Sb در Ca_3SbO_6

$$2(2+) + 2Sb + 4(2-) = 0, Sb = 5+$$

ه) درجه اکسیداسیون Mo در K_2MoO_4

$$2(1+) + 4Mo + 12(2-) = 0, Mo = 6+$$

و) درجه اکسیداسیون B در B_2Cl_4

$$2B + 4(1-) = 0, B = 2+$$

۱۲-۱۳

الف) درجه اکسیداسیون B در $Ca_3B_2O_9$

$$2(2+) + 2B + 4(2-) = 0, B = 2+$$

ب) درجه اکسیداسیون V در VO_4^{+}

$$V + (2-) = 2+, V = 4+$$

ج) درجه اکسیداسیون S در SO_3F_2 با توجه به

اتصال یک اتم F به اکسیژن برابر ۶ است.

د) درجه اکسیداسیون Te در H_2TeO_6

$$6(1+) + Te + 6(2-) = 0, Te = 6+$$

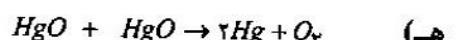
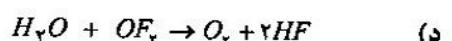
ه) درجه اکسیداسیون P در P_2O_5

$$4P + 4(2-) = 0, P = 4+$$

ز) درجه اکسیداسیون P در OPF_3

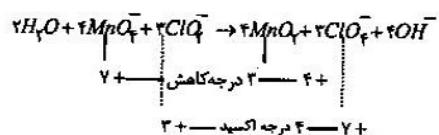
$$4P + 4(2-) = 0, P = 4+$$

۱۴-۱۳

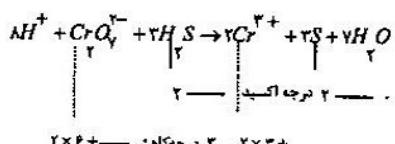
(عامل اکسید کننده) (عامل احیا کننده)
ماهه احیا شده ماده اکسید شده

۱۵-۱۳

(الف)



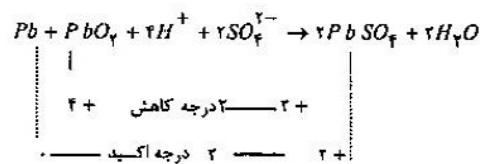
(ب)



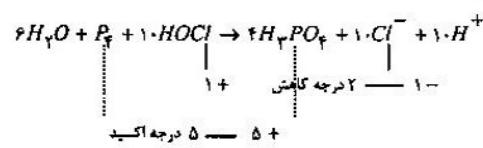
(ج)

فصل سیزدهم ۲۱۷

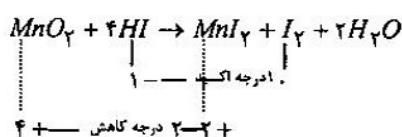
(د)



(ج)



(ه)



۱۷-۱۳

موازنہ واکنش‌ها به طریق یون-کترون در محیط اسیدی شامل پنج مرحله جدالگانه است. اول تقسیم واکنش به نیم واکنش اکسید و احیا. دوم موازنہ اکسیژن و هیدروژن نیم واکنش‌ها با افزایش H^+ و H_2O . سوم موازنہ نیم واکنش‌ها از لحظات بار الکتریکی با اضافه کردن الکترون. چهارم برایر کردن بار نیم واکنش‌ها و مرحله پنجم شامل افزایش دو نیم واکنش به یکدیگر.

(الف)

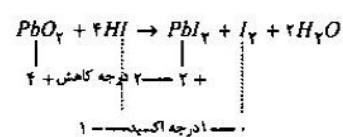
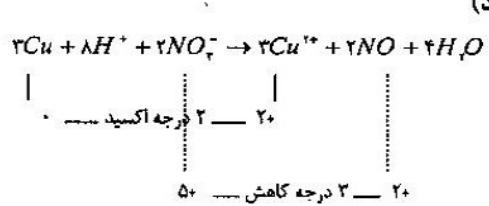
$$(1) \begin{cases} ClO_4^- \rightarrow Cl^- \\ 2I^- \rightarrow I_2 \end{cases}$$

$$(2) \begin{cases} ClO_4^- + 6H^+ \rightarrow Cl^- + 2H_2O \\ 2I^- \rightarrow I_2 \end{cases}$$

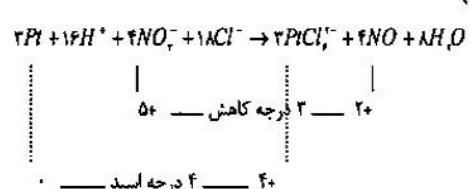
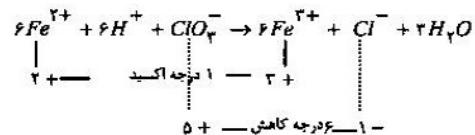
$$(3) \begin{cases} ClO_4^- + 6H^+ + 6e \rightarrow Cl^- + 2H_2O \\ 2I^- \rightarrow I_2 + 2e \end{cases}$$

$$(4) \begin{cases} ClO_4^- + 6H^+ + 6e \rightarrow OCl + 2H_2O \\ 2I^- \rightarrow 2I_2 + 2e \end{cases}$$

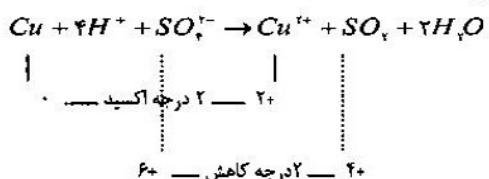
$$(5) \begin{cases} ClO_4^- + 6H^+ + 6I^- \rightarrow Cl^- + 2I_2 + 2H_2O \end{cases}$$



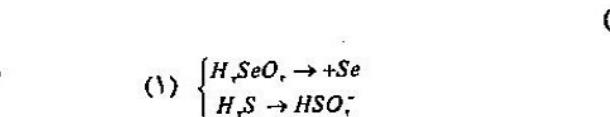
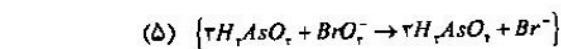
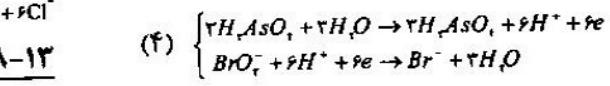
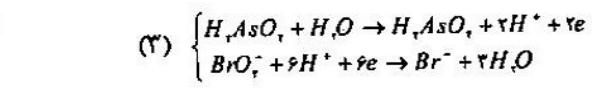
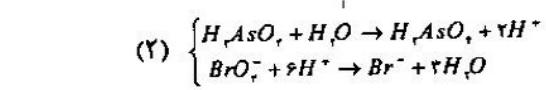
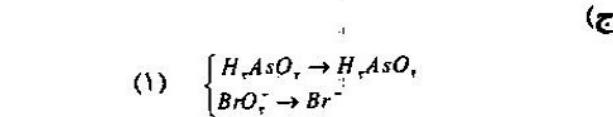
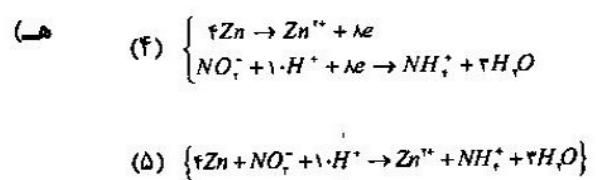
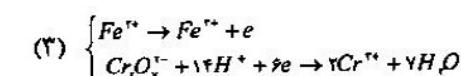
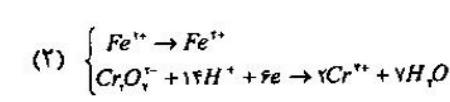
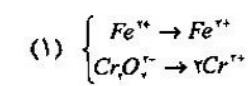
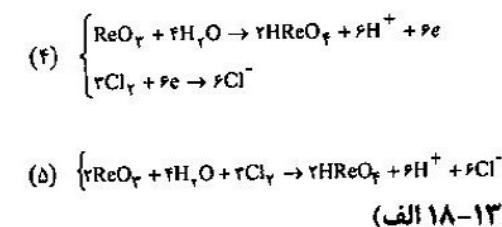
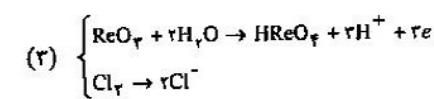
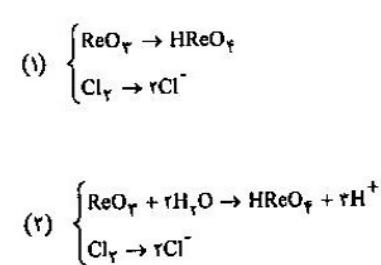
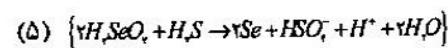
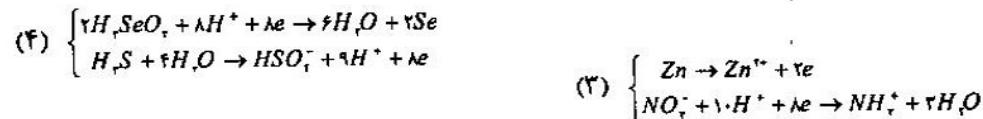
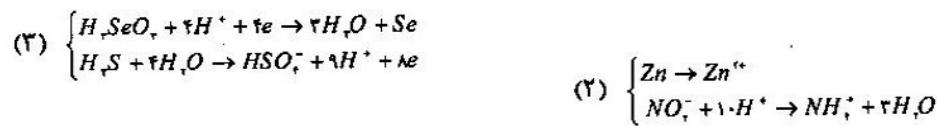
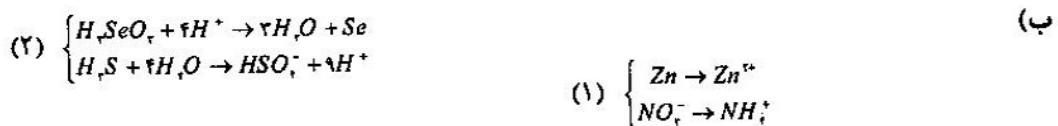
۱۶-۱۳ (الف)



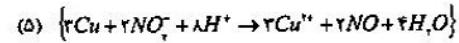
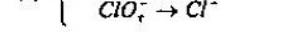
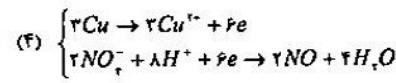
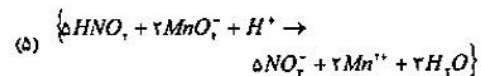
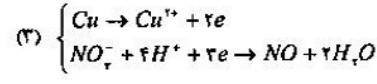
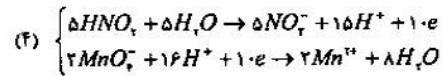
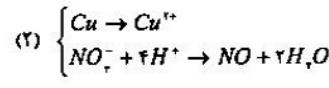
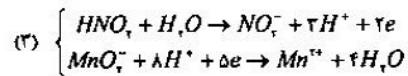
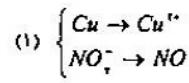
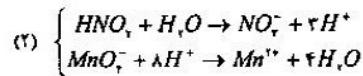
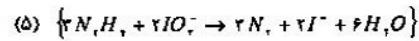
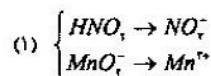
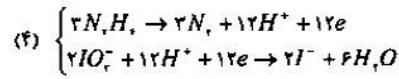
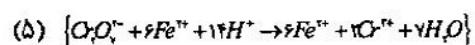
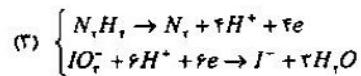
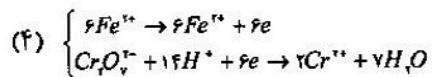
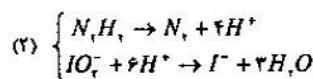
(ب)



(ج)

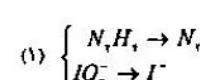
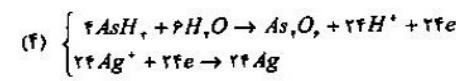
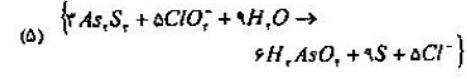
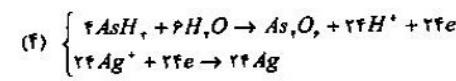
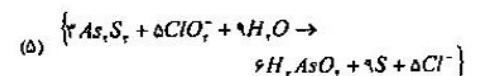
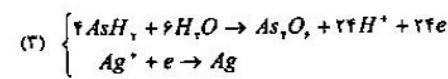
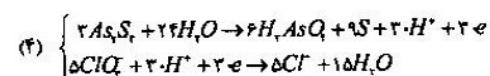
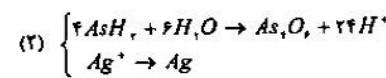
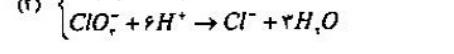
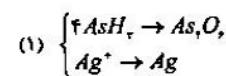


فصل سیزدهم



۱۹-۲۲

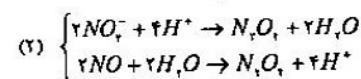
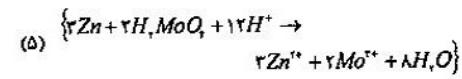
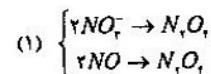
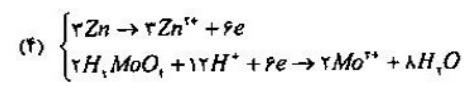
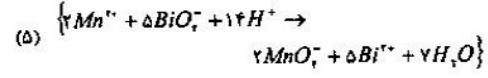
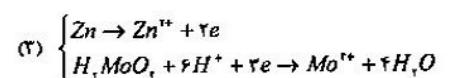
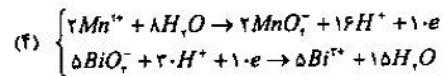
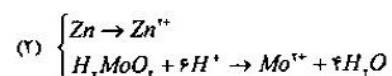
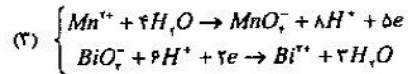
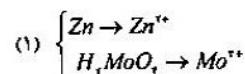
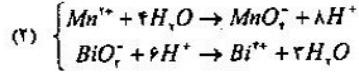
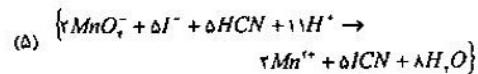
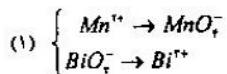
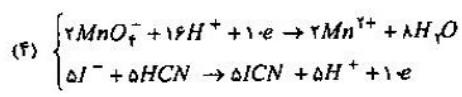
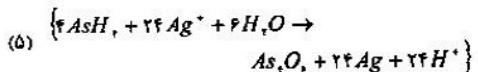
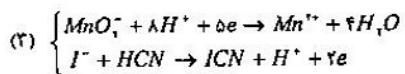
الف



(۲)

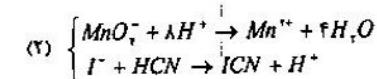
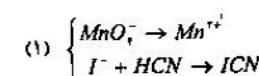
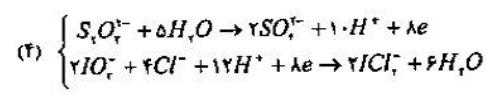
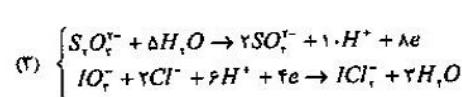
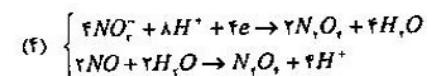
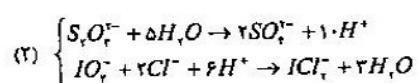
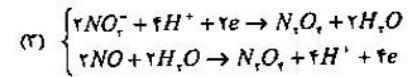
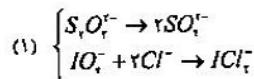
(۳)

۲۲- واکنش‌های شیمیابی در محلول آب



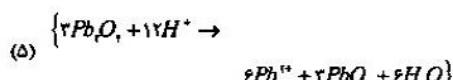
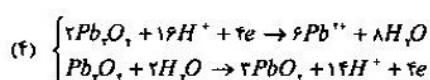
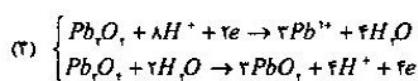
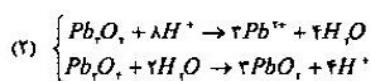
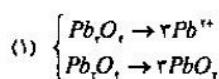
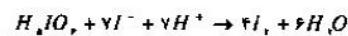
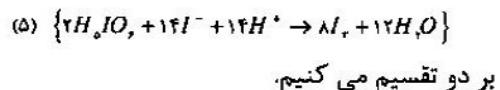
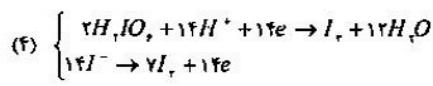
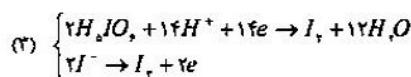
۲۰-۱۳

(الف)



(د)

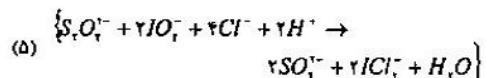
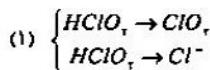
فصل سیزدهم



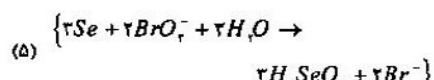
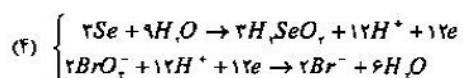
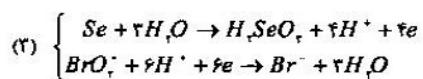
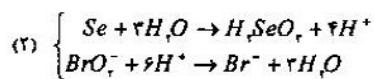
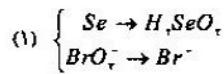
۲۱-۱۳

موازنی از طریق پون - الکترون در محیط قلیایی شامل پنج مرحله جداگانه به شرح زیر است: اول تقسیم واکنش به دو نیم واکنش اکسید و احیا، دوم موازنی اکسیژن و هیدروژن نیم واکنش‌ها، با افزایش OH^- و H_2O . سوم موازنی بارالکتریکی نیم واکنش‌ها با اضافه کردن الکترون، چهارم برآبرسازی بارهای نیم واکنش‌ها و پنجم جمع کردن نیم واکنش‌ها با یکدیگر.

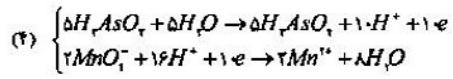
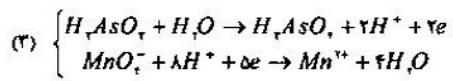
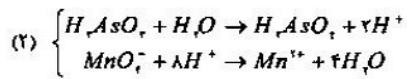
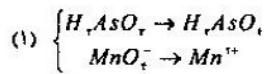
(الف)



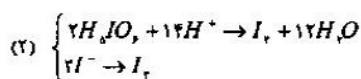
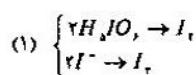
(ب)

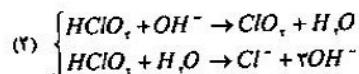
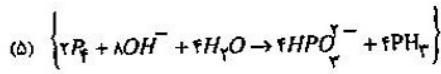


(ج)

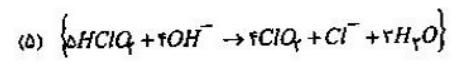
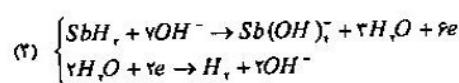
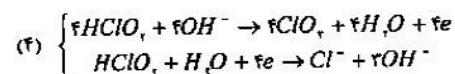
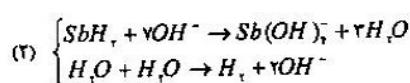
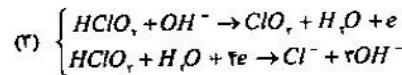
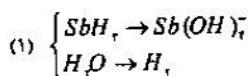


(د)

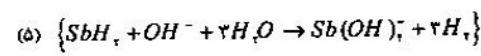
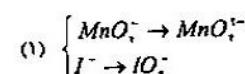
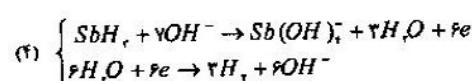




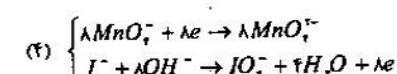
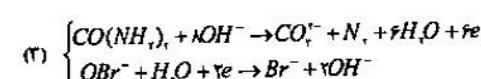
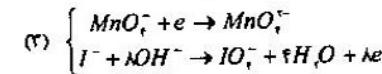
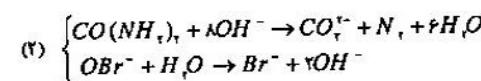
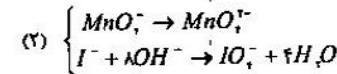
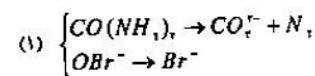
(۳)



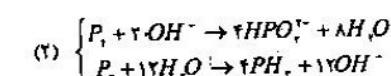
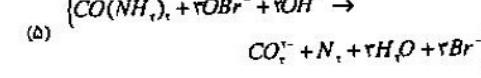
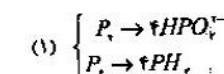
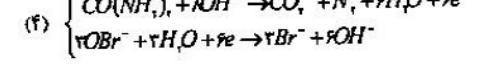
(۱۰)



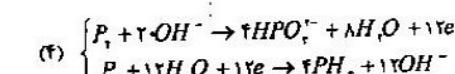
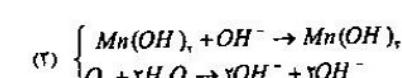
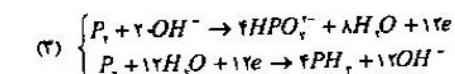
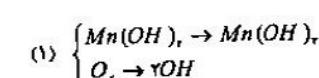
(۱۴)



(۱۵)



(۱۶)



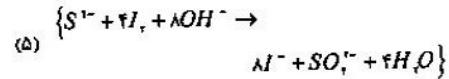
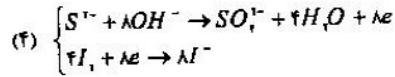
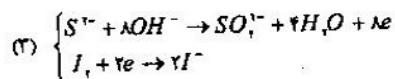
الف

۲۲-۱۳

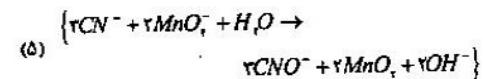
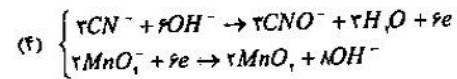
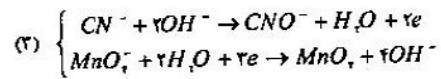
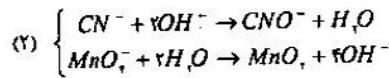
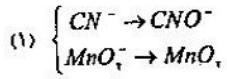
فصل سیزدهم

- (د)
- (۱) $\begin{cases} As \rightarrow AsO_4^{4-} \\ \gamma OH^- \rightarrow H_2 \end{cases}$
- (۲) $\begin{cases} As + \gamma OH^- \rightarrow AsO_4^{4-} + \gamma H_2O \\ \gamma OH^- + \gamma H_2O \rightarrow H_2 + \gamma OH^- \end{cases}$
- (۳) $\begin{cases} As + \gamma OH^- \rightarrow AsO_4^{4-} + \gamma H_2O + \gamma e \\ \gamma H_2O + \gamma e \rightarrow H_2 + \gamma OH^- \end{cases}$
- (۴) $\begin{cases} \gamma As + \gamma OH^- \rightarrow \gamma AsO_4^{4-} + \gamma H_2O + \gamma e \\ \gamma H_2O + \gamma e \rightarrow \gamma H_2 + \gamma OH^- \end{cases}$
- (۵) $\{\gamma As + \gamma OH^- \rightarrow \gamma AsO_4^{4-} + \gamma H_2\}$
- (ب)
- (۱) $\begin{cases} Cl_i \rightarrow \gamma ClO_4^- \\ Cl_i \rightarrow \gamma Cl^- \end{cases}$
- (۲) $\begin{cases} Cl_i + \gamma OH^- \rightarrow \gamma ClO_4^- + \gamma H_2O \\ Cl_i \rightarrow \gamma Cl^- \end{cases}$
- (۳) $\begin{cases} Cl_i + \gamma OH^- \rightarrow \gamma ClO_4^- + \gamma H_2O + \gamma e \\ Cl_i + \gamma e \rightarrow \gamma Cl^- \end{cases}$
- (۴) $\begin{cases} Cl_i + \gamma OH^- \rightarrow \gamma ClO_4^- + \gamma H_2O + \gamma e \\ \gamma Cl_i + \gamma e \rightarrow \gamma Cl^- \end{cases}$
- (۵) $\{\gamma Cl_i + \gamma OH^- \rightarrow \gamma ClO_4^- + \gamma Cl^- \}$
- طرفین معادله را بر دو تقسیم می کنیم:
 $\gamma Cl_i + \gamma OH^- \rightarrow ClO_4^- + \gamma Cl^-$
- (ج)
- (۱) $\begin{cases} HXeO_4^- \rightarrow XeO_4^{4-} + O_i \\ HXeO_4^- \rightarrow Xe \end{cases}$
- (۲) $\begin{cases} HXeO_4^- + \gamma OH^- \rightarrow XeO_4^{4-} + O_i + \gamma H_2O \\ HXeO_4^- + \gamma H_2O \rightarrow Xe + \gamma OH^- \end{cases}$
- (۳) $\begin{cases} HXeO_4^- + \gamma OH^- \rightarrow XeO_4^{4-} + O_i + \gamma H_2O + \gamma e \\ HXeO_4^- + \gamma H_2O + \gamma e \rightarrow Xe + \gamma OH^- \end{cases}$
- (۴) $\begin{cases} HXeO_4^- + \gamma OH^- \rightarrow XeO_4^{4-} + O_i + \gamma H_2O + \gamma e \\ HXeO_4^- + \gamma H_2O + \gamma e \rightarrow Xe + \gamma OH^- \end{cases}$
- (۵) $\{\gamma HXeO_4^- + \gamma OH^- \rightarrow XeO_4^{4-} + O_i + \gamma H_2O + Xe\}$
-
- الف
- ۲۳-۱۳
- (۱) $\begin{cases} S^{2-} \rightarrow SO_4^{4-} \\ I_i \rightarrow \gamma I^- \end{cases}$
- (۲) $\begin{cases} S^{2-} + \gamma OH^- \rightarrow SO_4^{4-} + \gamma H_2O \\ I_i \rightarrow \gamma I^- \end{cases}$

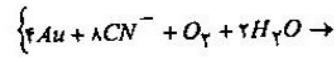
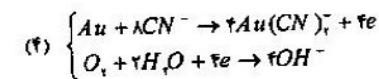
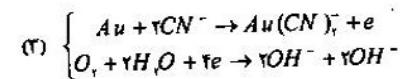
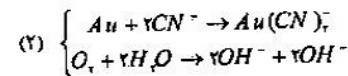
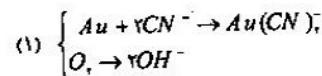
(۵)



(ب)

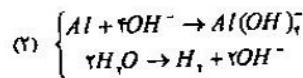
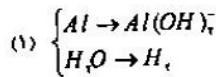


(ج)



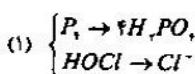
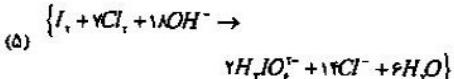
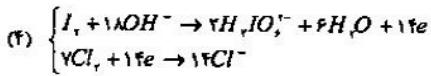
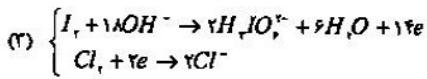
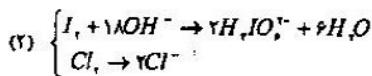
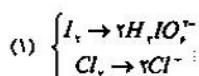
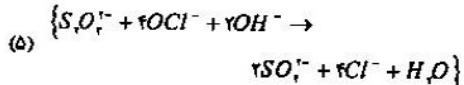
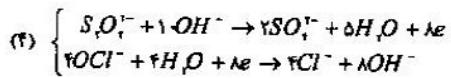
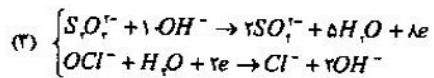
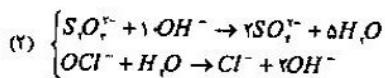
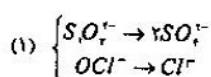
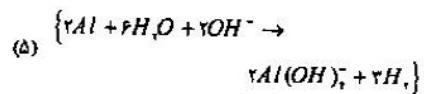
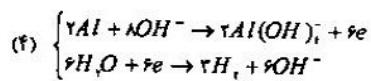
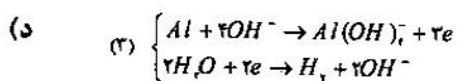
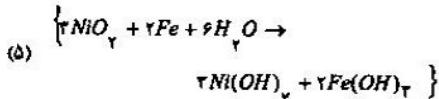
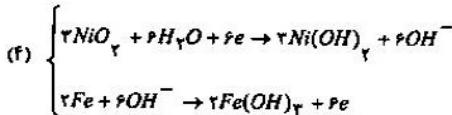
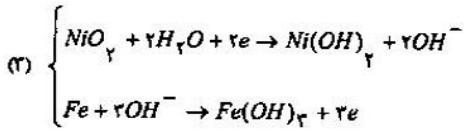
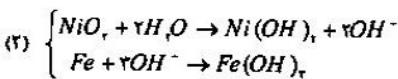
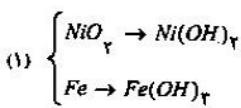
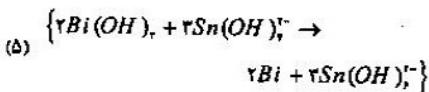
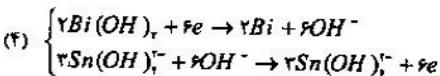
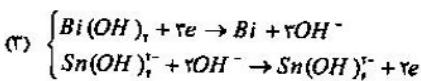
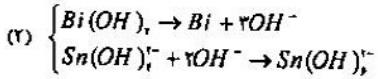
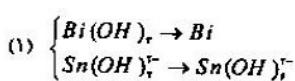
۲۴-۱۳

(الف)



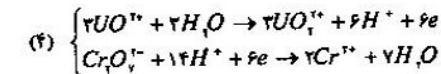
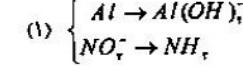
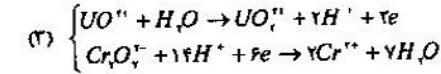
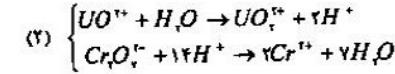
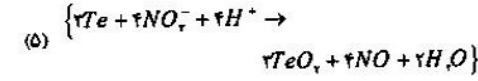
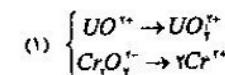
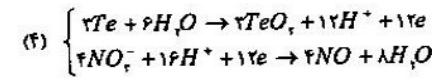
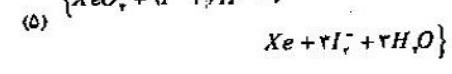
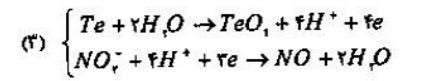
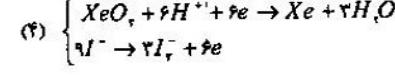
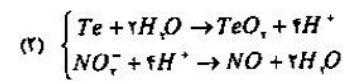
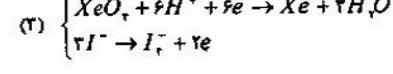
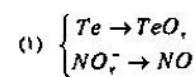
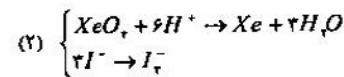
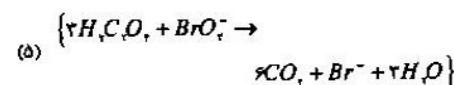
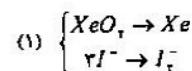
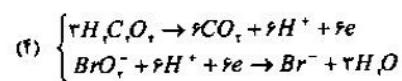
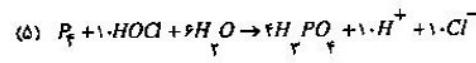
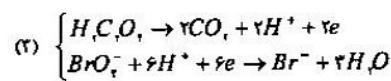
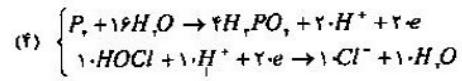
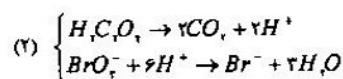
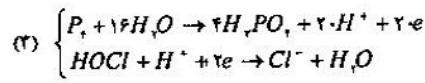
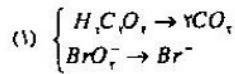
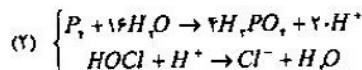
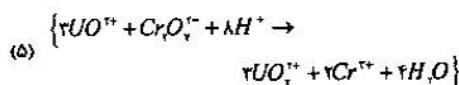
۲۴-۱۳

(الف)



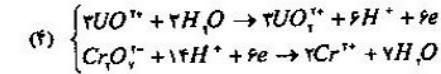
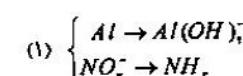
٢٥-١٣

الف)

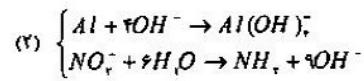
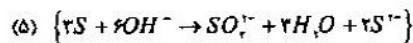


۲۶-۱۳

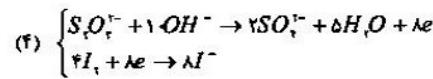
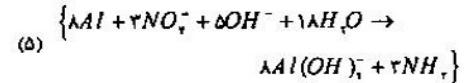
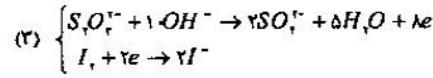
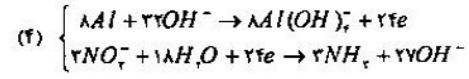
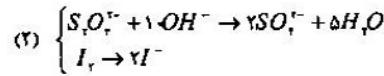
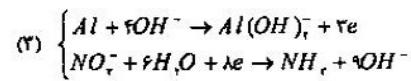
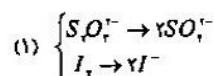
(الف)



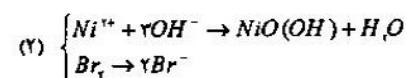
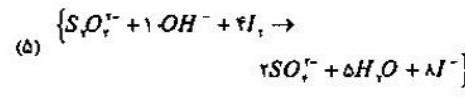
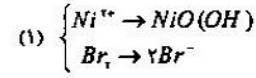
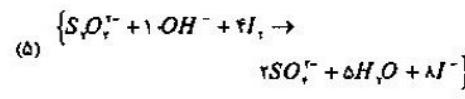
فصل سیزدهم



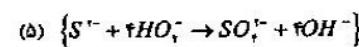
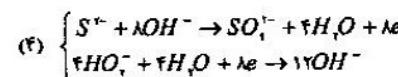
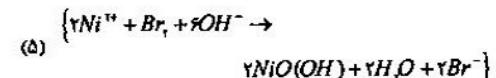
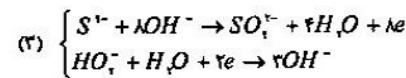
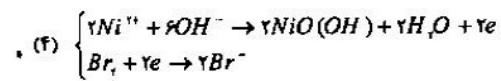
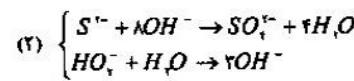
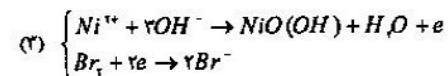
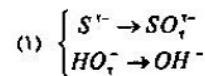
(5)



(9)



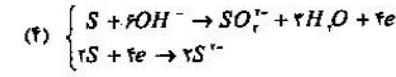
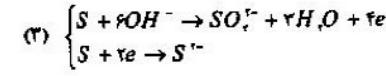
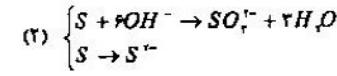
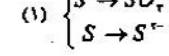
(11)



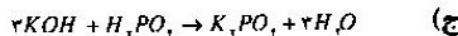
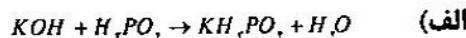
اسیدها و بازها: اکسیدهای اسیدی و بازی

۲۷-۱۳

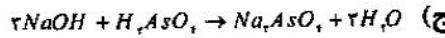
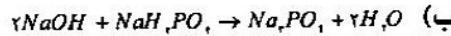
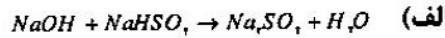
اسیدها و هیدروکسیدهای آمفوتر در آب نامحلول می‌باشند ولی در اسیدها و بازها محلول‌اند. اکسید آمفوتر روی ZnO در اسیدها حل شده و ایجاد Zn^{2+} و در بازها حل شده یون



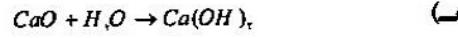
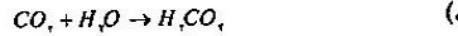
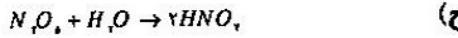
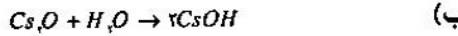
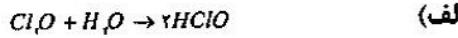
۳۱-۱۳



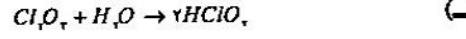
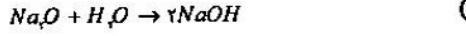
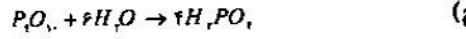
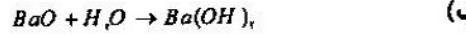
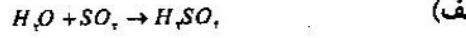
۳۲-۱۳



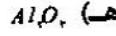
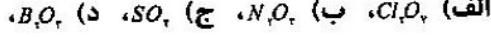
۳۳-۱۳



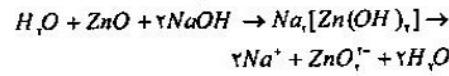
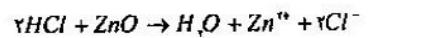
۳۴-۱۳



۳۵-۱۳

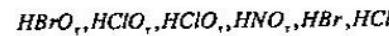


ZnO²⁻ یا به عبارت دیگر یون زنکات Zn²⁺ تولید می‌کند.

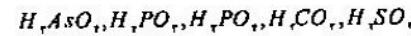


۲۸-۱۳

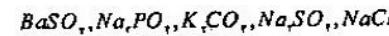
اسیدهای یک طرفیتی:



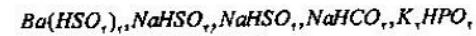
اسیدهای چند طرفیتی:



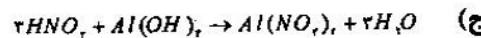
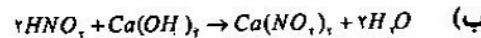
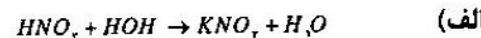
نمک‌های خنثی:



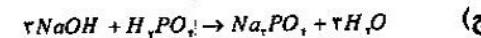
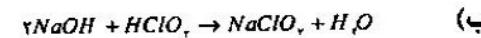
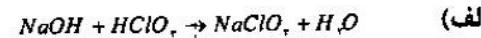
نمک‌های اسیدی:



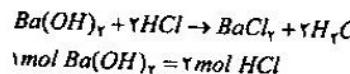
۲۹-۱۳



۳۰-۱۳



فصل سیزدهم

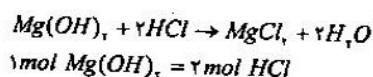


$$\left(\frac{10725 \cdot mL HCl}{25mL Ba(OH)_2} \right) \left(\frac{1 \cdot mol HCl}{1 \cdot mol HCl} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot mol Ba(OH)_2}{1 \cdot mol HCl} \right)$$

$$= 0.4054 mol Ba(OH)_2$$

پس محلول 0.3054 مولار است.



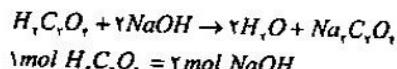
$$? g Mg(OH)_2 = 29/5 \cdot mL HCl \left(\frac{0.18 \cdot mol HCl}{1 \cdot mol HCl} \right)$$

$$\left(\frac{1 \cdot mol Mg(OH)_2}{1 \cdot mol HCl} \right) \left(\frac{58.32 g Mg(OH)_2}{1 \cdot mol Mg(OH)_2} \right)$$

$$= 0.1816 g Mg(OH)_2$$

$$\frac{0.1816 g Mg(OH)_2}{1/25 \text{ g}} \times 100 = 7.41\%$$

درصد $Mg(OH)_2$



$$? g H_2C_2O_4 = 1/1 \cdot mL NaOH$$

$$\left(\frac{0.1 \cdot mol NaOH}{1 \cdot mol NaOH} \right) \left(\frac{1 \cdot mol H_2C_2O_4}{1 \cdot mol NaOH} \right)$$

$$\left(\frac{9.0 \cdot g H_2C_2O_4}{1 \cdot mol H_2C_2O_4} \right)$$

$$= 0.1112 g H_2C_2O_4$$

$$\frac{0.1112 g H_2C_2O_4}{1/20 \text{ g}} \times 100 = 7.77\%$$

درصد اسید اگزالبک

٤٢-١٣

الف) Fe_2O_3 , (د) K_2O , (ج) ZnO , (ب) SeO_2

هـ) FeO

٣٧-١٣

الف) اسیدبرمیک (ب) اسید نیتریک (ج) اسید سولفور و (د) پتاسیم هیدروژن سولفات

هـ) پتاسیم سولفات و (مس) (II) کلرات

٣٨-١٣

الف) سدیم برومات (ب) سدیم برمید (ج) اسید برمیدریک (د) سدیم نیتریت (هـ) سدیم هیدرژن کربنات و (و) اسید بوریک

٣٩-١٣

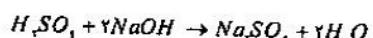
الف) KH_2PO_4 , (ج) $Mg(ClO_4)_2$, (ب) $FePO_4$, (د) $Ni(NO_3)_2$, (و) $Fe(NO_3)_2$, (هـ) $PbSO_4$

٤٠-١٣

الف) H_2 , $HOIO_3$, (ب) HOI , (ج) $Fe(NO_3)_2$, (و) $Ca_3(PO_4)_2$, (هـ) $Mg(HCO_3)_2$, (د)

تجزیه حجمی

٤١-١٣



$1\text{mol } H_2SO_4 = 1\text{mol NaOH}$

$$? mol H_2SO_4 = 1\text{mol NaOH} \left(\frac{22/15 \text{ mL NaOH}}{25mL H_2SO_4} \right)$$

$$\left(\frac{0.18 \cdot mol NaOH}{1 \cdot mol NaOH} \right) \left(\frac{1 \cdot mol H_2SO_4}{1 \cdot mol NaOH} \right)$$

$$= 0.1885 mol H_2SO_4$$

پس محلول 0.3858 مولار است.

۴۳- واکنش‌های شیمیایی در محلول آبی

$$?g \text{ NaCl} = ۱۵/۰\text{mL AgNO}_3$$

$$\left(\frac{۰/۰۵\text{ mol AgNO}_3}{۱\text{ mL AgNO}_3} \right) \left(\frac{۱\text{ mol NaCl}}{۱\text{ mol AgNO}_3} \right)$$

$$\left(\frac{۰/۰۵\text{ g NaCl}}{۱\text{ mol NaCl}} \right)$$

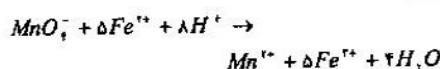
$$= ۰/۰۵\text{ g NaCl}$$

(ب)

$$\frac{۰/۰۵\text{ g NaCl}}{۰/۰\text{ g نمونه}} \times ۷/۱۰ = ۰/۰۹۴\text{ g NaCl}$$

درصد نسبت در نمونه

۴۸-۱۲ الف



(ب)

$$?g \text{ Fe} = ۲۰/۰\text{mL KMnO}_4$$

$$\left(\frac{۰/۰\text{ mol KMnO}_4}{۱\text{ mL KMnO}_4} \right) \left(\frac{۵\text{ mol Fe}^{۲+}}{۱\text{ mol KMnO}_4} \right)$$

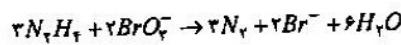
$$\left(\frac{۰/۰\text{ g Fe}^{۲+}}{۱\text{ mol Fe}^{۲+}} \right)$$

$$= ۰/۰۰\text{ g Fe}$$

درصد آهن در نمونه

۴۹-۱۳

(الف)



(ب)

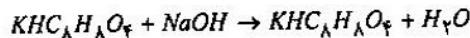
$$?g \text{ N}_7\text{H}_4 = ۲۰/۰\text{mL KBrO}_4$$

$$\left(\frac{۰/۰\text{ mol KBrO}_4}{۱\text{ mL KBrO}_4} \right) \left(\frac{۲\text{ mol N}_7\text{H}_4}{۱\text{ mol KBrO}_4} \right)$$

$$\left(\frac{۰/۰\text{ g N}_7\text{H}_4}{۱\text{ mol N}_7\text{H}_4} \right)$$

$$= ۰/۰۱۶\text{ g N}_7\text{H}_4$$

۴۵-۱۳



$$۱\text{ mol KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴ = ۱\text{ mol NaOH}$$

$$?g \text{ KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴ = ۲۰/۰\text{mL NaOH}$$

$$\left(\frac{۰/۰\text{ mol NaOH}}{۱\text{ mL NaOH}} \right) \left(\frac{۱\text{ mol KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴}{۱\text{ mol NaOH}} \right)$$

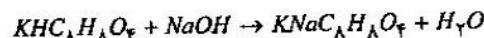
$$\left(\frac{۰/۰\text{ g KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴}{۱\text{ mol KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴} \right)$$

$$= ۰/۰۱۶\text{ g KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴$$

$$\frac{۰/۰\text{ g KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴}{۰/۰\text{ g نمونه}} \times ۷/۱۰ = ۰/۰۹۰\text{ g}$$

درصد پتانسیم هیدروژن فتالات

۴۶-۱۳



$$۱\text{ mol KHC}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴ = ۱\text{ mol NaOH}$$

$$?mol \text{ NaOH} = ۱\text{ mL NaOH}$$

$$\left(\frac{۰/۰\text{ mol NaOH}}{۰/۰\text{ mL NaOH}} \right) \left(\frac{۱\text{ mol KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴}{۰/۰\text{ g KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴} \right)$$

$$\left(\frac{۱\text{ mol NaOH}}{۱\text{ mol KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴} \right)$$

$$= ۰/۰۱\text{ mol NaOH}$$

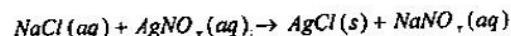
پس محلول سود سوز ۰/۰۱۱ مولار است.

$$\frac{۰/۰\text{ g KHCO}_۶\text{H}_۴\text{O}_۴}{۰/۰\text{ g نمونه}} \times ۷/۱۰ = ۰/۰۹۰\text{ g}$$

درصد پتانسیم هیدروژن فتالات

۴۷-۱۳

(الف)



فصل سیزدهم ۲۳۱

ه) در واکنش تبدیل HPO_4^{2-} به $H_2PO_4^-$ تعداد دو پروتون استخلاف می‌گردد. پس اکی‌والان برابر یک دوم است.

و) در واکنش تبدیل $Ca(OCl)_2$ به Cl^- تعداد دو اتم کلر و هر اتم کلر دو الکترون می‌گیرد پس با در نظر گرفتن انتقال چهار الکترون اکی‌والان آن برابر یک چهارم است.

۵۲-۱۳

الف) در واکنش تبدیل AsO_3^{3-} به As_3O_3 به H_3AsO_3 تعداد چهار اتم ارسنیک و هر کدام دو الکترون از دست می‌دهند. پس اکی‌والان آن یک هشتم مول است.

ب) در واکنش تبدیل SeO_3^{2-} به H_2SeO_4 تعداد چهار الکترون از دست می‌دهد پس اکی‌والان آن برابر یک چهارم مول است.

ج) در واکنش تبدیل $NaHSO_4$ به H_2SO_4 تعداد یک پروتون استخلاف شده است پس اکی‌والان آن برابر یک مول است.

د) در واکنش تبدیل HIO_3 به H_2IO_3 اتم ید دو الکترون از دست می‌دهد پس اکی‌والان آن برابر یک دوم است.

ه) در واکنش تبدیل KIO_3 به HIO_3 یک پروتون با پتانسیم استخلاف شده است پس اکی‌والان آن برابر یک مول است.

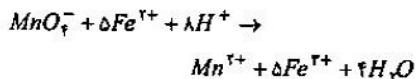
و) در واکنش تبدیل KIO_3 به I^- تعداد شش الکترون مبادله می‌شود پس اکی‌والان آن برابر یک ششم مول است.

$$\frac{0.21 \text{ g } N_2H_4}{0.122 \text{ g}} \times 100 = 174\% \text{ نمونه}$$

$$\frac{0.20 \text{ g } Fe}{0.100 \text{ g}} \times 100 = 200\% \text{ نمونه}$$

درصد هیدرازین در نمونه

۵۰-۱۳



$$? \text{ g Fe} = 2.15 \text{ mL KMnO}_4$$

$$\left(\frac{0.020 \text{ mol } KMnO_4}{1.00 \text{ mL } KMnO_4} \right) \left(\frac{5 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol } KMnO_4} \right)$$

$$\left(\frac{55.8 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \right)$$

$$= 0.170 \text{ g Fe}$$

$$\frac{0.170 \text{ g Fe}}{0.100 \text{ g}} \times 100 = 170\% \text{ Fe}$$

درصد آهن در هموگلوبین

اکی‌والان گرم و محلول‌های نرمال

۵۱-۱۳

الف) در واکنش تبدیل هیدرازین به N_2 تعداد چهار الکترون مبادله می‌شود پس اکی‌والان هیدرازین برابر یک چهارم مول است.

ب) در واکنش تبدیل $KBrO_3$ به Br_2^- تعداد شش الکترون مبادله می‌شود پس اکی‌والان $KBrO_3$ برابر یک ششم مول است.

ج) در واکنش تبدیل $KBrO_3$ به Br_2^- تعداد ۵ الکترون مبادله می‌شود. پس اکی‌والان $KBrO_3$ برابر یک پنجم مول است.

د) در واکنش تبدیل $K_2Cr_2O_7$ به Cr^{3+} تعداد ۶ الکترون مبادله می‌شود. پس اکی‌والان $K_2Cr_2O_7$ برابر یک ششم مول است.

الف ۵۹-۱۳

$$e_a = N_b V_b = (\text{اکی والان}/L)(\cdot ۰۰۳۹۳ L)$$

هم از اکی والان = $\cdot ۰۰۶۸۰$

اکی والان اسید لاکتیک = اسید لاکتیک g

$$\left(\frac{\cdot ۰۰۶۸۰}{\cdot ۰۰۶۸۰} \right) \text{ اکی والان اسید سیتریک}$$

اسید لاکتیک = $\cdot ۹۰ g$

ب) از آن جا که وزن مولی اسید لاکتیک برابر $\cdot ۹۰$

است پس اسید لاکتیک یک ظرفیتی و دارای یک هیدروژن اسیدی است.

۶۰-۱۳

(الف)

$$e_a = N_b V_b = (\text{اکی والان}/L)(\cdot ۰۰۴۲۵ L)$$

هم از اکی والان = $\cdot ۰۰۸۹۲۵$

اکی والان اسید سیتریک = اسید سیتریک g

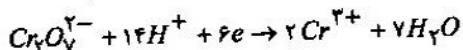
$$\left(\frac{\cdot ۰۰۸۹۲۵}{\cdot ۰۰۸۹۲۵} \right) \text{ اکی والان اسید سیتریک}$$

اسید سیتریک = $\cdot ۶۴۰ g$

ب) از آن جا که وزن مولی اسید سیتریک برابر

۱۹۲ است پس اسید سیتریک دارای سه هیدروژن اسیدی است.

الف ۶۱-۱۳



$$N = aM = (\text{اکی والان}/mol)(\cdot ۰۰۲۰۰ mol/L)$$

اکی والان / L

$$N = \cdot ۰۱۲۰۰ N K_2Cr_3O_4$$

۵۳-۱۳

مقدار هیدروژن‌های اسیدی = a

$$N_{HCl} = \cdot ۱ \times \cdot ۶۰۰ = \cdot ۶۰۰ N HCl$$

$$N_{H_2SO_4} = \cdot ۲ \times \cdot ۶۰۰ = \cdot ۱۲۰ N H_2SO_4$$

$$N_{H_3PO_4} = \cdot ۳ \times \cdot ۶۰۰ = \cdot ۱۸۰ N H_3PO_4$$

۵۴-۱۳

مقدار هیدروژن‌های اسیدی = a

$$M_{HCl} = \frac{\cdot ۶۰۰}{\cdot ۱} = \cdot ۶۰۰ M HCl$$

$$M_{H_2SO_4} = \frac{\cdot ۱۲۰}{\cdot ۲} = \cdot ۱۲۰ M H_2SO_4$$

$$M_{H_3PO_4} = \frac{\cdot ۱۸۰}{\cdot ۳} = \cdot ۱۸۰ M H_3PO_4$$

۵۵-۱۳

$$N_a V_a = N_b V_b$$

$$(\cdot ۰۳۰ N)(V_a) = (\cdot ۰۴۵ N)(\cdot ۴۸ mL)$$

$$V_a = \cdot ۰۷۱ mL$$

۵۶-۱۳

$$N_a V_a = N_b V_b$$

$$(\cdot ۰۱۵۲ N)(\cdot ۴۵ mL) = (\cdot ۰۱۵۰ N)(V_b)$$

$$V_b = \cdot ۰۱۴ mL$$

۵۷-۱۳

$$N_a V_a = N_b V_b$$

$$(N_a)(\cdot ۴۵ mL) = (\cdot ۰۱۲۵ N)(\cdot ۴۷۵ mL)$$

$$N_a = \cdot ۰۴۹ N$$

۵۸-۱۳

$$N_a V_a = N_b V_b$$

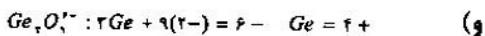
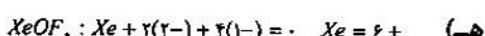
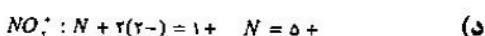
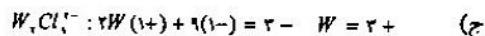
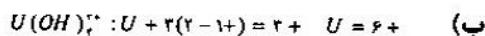
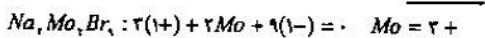
$$(\cdot ۰۱۲۵ N)(\cdot ۴۷۵ mL) = (N_b)(\cdot ۰۱۰ mL)$$

$$N_b = \cdot ۰۴۶۵ N$$

فصل سیزدهم ۲۳۳

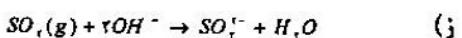
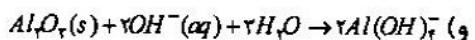
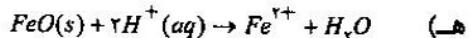
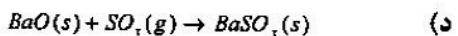
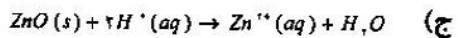
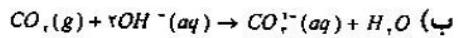
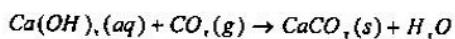
عدد اکسیداسیون گوگرد در SO_4^{2-} برابر $6+$
عدد اکسیداسیون ارسنیک در AsO_4^{3-} برابر $5+$
عدد اکسیداسیون فسفر در PO_4^{3-} برابر $5+$ است.

۶۴-۱۳ (الف)



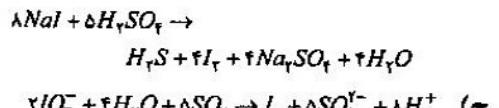
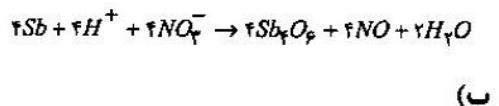
۶۵-۱۳

(الف)



۶۶-۱۳

(الف)



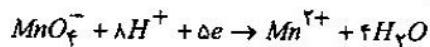
ب) تعداد اکسیداسیون پرمگنات و اکسیداسیون بیکرومات که یک مقدار مشخص از Fe^{2+} را اکسید می‌کنند با یکدیگر برابر است پس:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$(N_1)(41/6mL) = (1/120 \cdot N)(24/1 \cdot mL)$$

$$N_1 = 1/120 \cdot N$$

ج



$$M = \frac{N}{a} = \frac{1/120 \cdot N}{1/120 \cdot mol/L} = 1/120 \cdot mol/L$$

پس محلول پرمگنات $150 \text{ g}/\text{L}$ مولار است.

۶۲-۱۳

$$e = NV = (1/2024 \text{ ل}) / L \cdot (1/0.2222 \text{ L})$$

$$= 1/1006552$$

$$?g Fe = 1/1006552 \cdot Fe \left(\frac{55.85 \text{ g Fe}}{1 \text{ آکی و لان}} \right) = 1/2659 \text{ g Fe}$$

$$\frac{1/2659 \text{ g Fe}}{1/2224 \text{ g}} \times 1/100 = 1.57/\text{kg Fe}$$

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

۶۳-۱۳ (الف)

عدد اکسیداسیون کلر در ClO_4^- برابر $6+$

عدد اکسیداسیون کلر در ClO_3^- برابر $5+$

عدد اکسیداسیون هیدروژن در OH^- برابر $1+$

عدد اکسیداسیون کلر در ClO^- برابر $5+$

عدد اکسیداسیون ازت در NO_3^- برابر $5+$

عدد اکسیداسیون ازت در NO_2^- برابر $3+$

عدد اکسیداسیون کلر در ClO_2^- برابر $3+$

عدد اکسیداسیون منگنز در MnO_4^- برابر $7+$

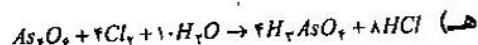
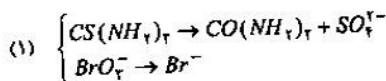
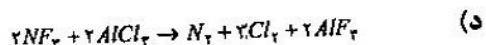
عدد اکسیداسیون کربن در CO_3^{2-} برابر $4+$

عدد اکسیداسیون کروم در CrO_4^{2-} برابر $6+$

عدد اکسیداسیون کروم در CrO_3^- برابر $5+$

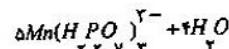
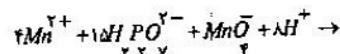
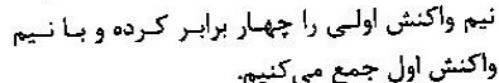
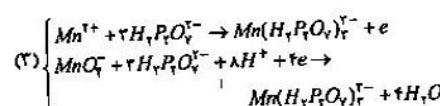
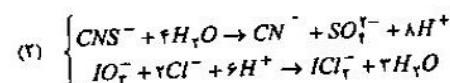
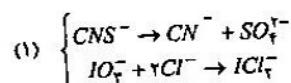
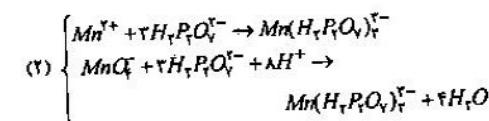
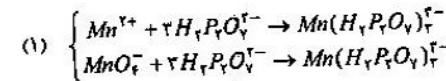
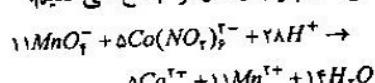
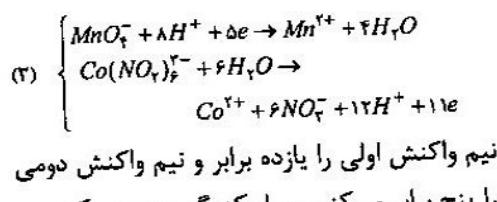
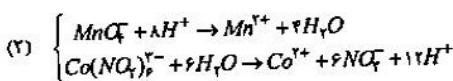
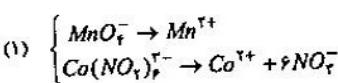
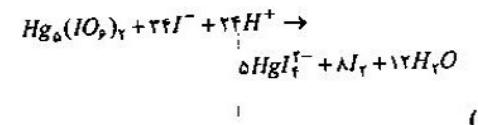
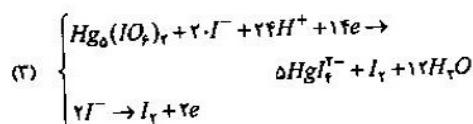
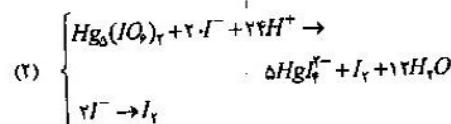
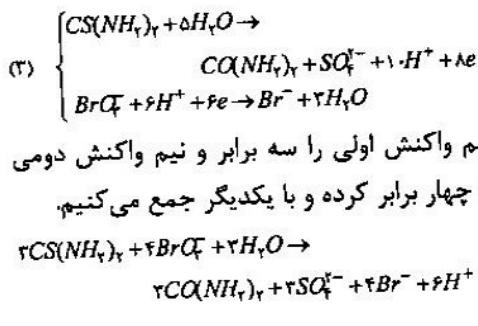
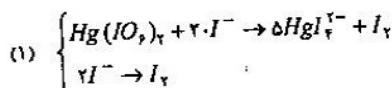
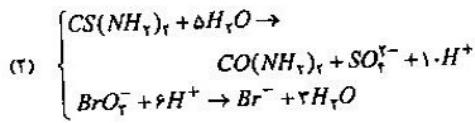
عدد اکسیداسیون گوگرد در SO_4^{2-} برابر $6+$

(ج)

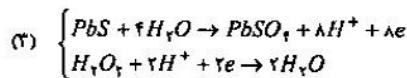


۶۷-۱۳

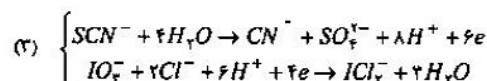
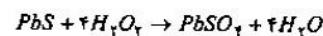
(الف)



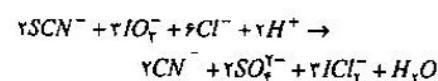
فصل سیزدهم



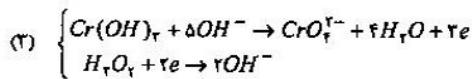
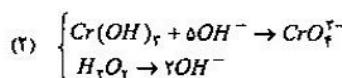
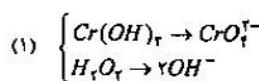
نیم واکنش دوم را چهار برابر کرده و با نیم واکنش اول جمع می‌کنیم.



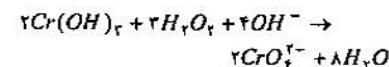
نیم واکنش اولی را دو برابر و نیم واکنش دومی را سه برابر کرده و با یکدیگر جمع می‌کنیم.



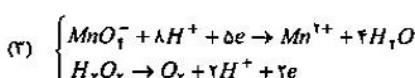
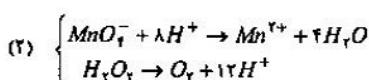
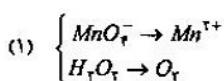
(و)



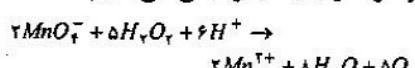
نیم واکنش اولی را دو برابر و نیم واکنش دوم را سه برابر کرده و با یکدیگر جمع می‌کنیم.



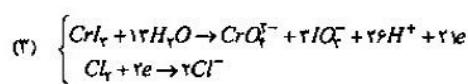
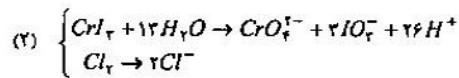
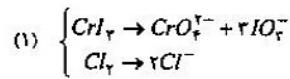
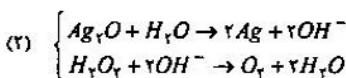
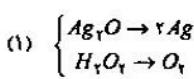
(ج)



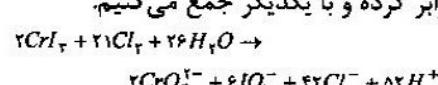
نیم واکنش اولی را دو برابر و نیم واکنش دوم را پنج برابر کرده و با یکدیگر جمع می‌کنیم.



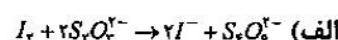
(د)



نیم واکنش اولی را دو برابر و نیم واکنش دوم را سه برابر کرده و با یکدیگر جمع می‌کنیم.



۶۸-۱۳

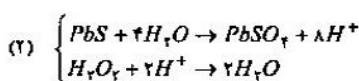
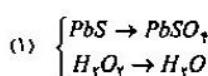


(ب)

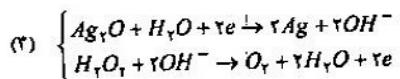
$$\begin{aligned} ?g I_2 &= 16 \cdot mL S_2O_3^{2-} \left(\frac{1000 \cdot mol S_2O_3^{2-}}{1000 \cdot mL S_2O_3^{2-}} \right) \\ &\left(\frac{1 \cdot mol I_2}{1 \cdot mol S_2O_3^{2-}} \right) \left(\frac{16 \cdot g I_2}{1 \cdot mol I_2} \right) \\ &= 16 \cdot 16 \cdot g I_2 \end{aligned}$$

۶۹-۱۳

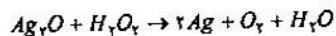
(الف)



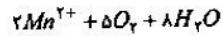
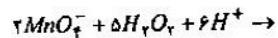
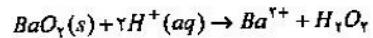
۱۳۶ واکنش‌های شیمیایی در محلول آب



نیم واکنش‌ها را با یکدیگر جمع می‌کنیم



۷۰-۱۳



$$? g BaO_2 = 223 mol MnO_4^-$$

$$\left(\frac{-190 \cdot mol MnO_4^-}{1 \cdot mol MnO_4^-} \right) \left(\frac{2 mol H_2O_2}{1 mol MnO_4^-} \right)$$

$$\left(\frac{1 mol BaO_2}{1 mol H_2O_2} \right) \left(\frac{199.1 g BaO_2}{1 mol BaO_2} \right)$$

$$= 199.1 g BaO_2$$

$$\frac{199.1 g BaO_2}{199.1 g} \times 100 = 100\% BaO_2$$

درصد BaO_2 در نمونه

فصل ۱۴

سینتیک شیمیایی

چکیده‌ی مطالب:

سرعت یک واکنش را بر حسب کاهش غلظت یک واکنش دهنده در واحد زمان، یا افزایش غلظت یک محصول در واحد زمان می‌توان بیان کرد. سرعت یک واکنش معمولاً با غلظت واکنش دهنده‌ها با توان عددی (شامل صفر) نسبت مستقیم دارد. عبارت ریاضی که سرعت واکنش را به غلظت واکنش دهنده‌ها مربوط می‌سازد به معادله سرعت یا قانون سرعت موسوم است. ثابت تناسب در معادله سرعت، k ، به ثابت سرعت موسوم است. مرتبه یک واکنش برابر با حاصل جمع نمایه‌های عبارات غلظت، در معادله سرعت است. نوع معادله سرعت با اندازه‌گیری سرعت‌های اولیه تعدادی از واکنش‌های با غلظت‌های اولیه متفاوت واکنش دهنده‌ها، تعیین می‌شود. معادلات سرعت (که رابطه‌ای بین سرعت‌ها و غلظت‌های سرعت) را می‌توان به عبارات ریاضی تبدیل نمود. این عبارات، غلظت‌ها را به زمان سپری شده واکنش مربوط می‌سازد. از این عبارات می‌توان برای پیدا کردن غلظت در زمانی معین و یا تشخیص مرتبه واکنش استفاده کرد.

نیمه عمر واکنش، زمان لازم برای تبدیل نیمی از واکنش دهنده به محصولات است. برای واکنش‌های مرتبه اول، نیمه عمر به غلظت اولیه واکنش دهنده وابسته نیست. برای واکنش‌هایی از مرتبه‌های دیگر نیمه عمر با غلظت‌های اولیه تغییر می‌کند.

نظریه برخورد، براساس برخوردهای بین مولکول‌های واکنش دهنده، سرعت یک واکنش شیمیایی را توجیه می‌کند. برای یک برخورد موثر (برخوردی که به یک واکنش منتهی می‌شود) حداقل انرژی و همسو شدن مناسب مولکول‌های واکنش دهنده لازم است.

نظریه حالت گذار مرحله‌ای از واکنش را توصیف می‌کند که در آن یک حالت گذار (یک کمپلکس فعال شده) فرا می‌رسد. از نمودار انرژی پتانسیل می‌توان برای نشان دادن انرژی پتانسیل واکنش دهنده‌ها، کمپلکس فعال شده و محصولات استفاده کرد. انرژی فعال سازی، اختلاف بین انرژی پتانسیل واکنش دهنده، و انرژی پتانسیل کمپلکس فعال شده است. انرژی فعال سازی، سد انرژی پتانسیل بین واکنش دهنده‌ها و محصولات است. هر چند انرژی فعال سازی کمتر باشد، واکنش سریع تر رخ می‌دهد. مکانیسم واکنش‌هایی که ممکن است یک مرحله‌ای یا چند مرحله‌ای باشد، راه انجام واکنش را در سطح اتمی، مولکولی یا یونی، تشریح می‌کند. مولکولاریته یک مرحله منفرد از مکانیسم یک واکنش، مرتبه واکنش را تعیین می‌نماید. معادلات سرعت مراحل یک مکانیسم پیشنهادی را باید مورد بررسی قرار دهیم تا به طور تجربی معادله سرعت واکنش بدست آید.

بالا بردن دما، کسر مولکول‌های با انرژی بالاتر از انرژی فعال سازی را افزایش می‌دهد، در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد. معادله آرنیوس، ثابت سرعت K (که با افزایش دما، زیاد می‌شود). انرژی فعال سازی، E و دمای مطلق، T را به هم ارتباط می‌دهد.

سرعت واکنش‌ها همچنین با افزودن کاتالیزور افزایش می‌یابد. مکانیسم یک واکنش کاتالیز شده، با مکانیسم یک واکنش کاتالیز نشده، متفاوت است. راه واکنش کاتالیز شده دارای انرژی فعال سازی کمتری است، بدین ترتیب واکنش سریع‌تر است.

تمرین‌ها:

سرعت واکنش‌ها، معادلات سرعت

۱-۱۴: برای واکنشی که در آن A و B به C تبدیل می‌شوند، داده‌های زیر از طریق ۳ آزمایش به دست آمده است.

C سرعت تشکیل (mol/L.s)	[B] (mol/L)	[A] (mol/L)
$7/0 \times 10^{-4}$	۰/۱۵	۰/۳۰
$2/8 \times 10^{-3}$	۰/۲۰	۰/۶۰
$1/4 \times 10^{-2}$	۰/۳۰	۰/۷۰

الف) معادله سرعت واکنش چیست؟ ب) مقدار عددی ثابت سرعت، k، چقدر است؟

۲-۱۴: برای واکنشی که در آن A و B به C تبدیل می‌شوند، داده‌های زیر از طریق ۳ آزمایش به دست آمده است.

C سرعت تشکیل (mol/L.s)	[B] (mol/L)	[A] (mol/L)
$0/30 \times 10^{-4}$	۰/۳۰	۰/۳۰
$1/20 \times 10^{-4}$	۰/۶۰	۰/۶۰
$2/70 \times 10^{-4}$	۰/۹۰	۰/۹۰

الف) معادله سرعت واکنش چیست؟ ب) مقدار عددی ثابت سرعت، k، چقدر است؟

۳-۱۴: معادله سرعت واکنش $A \rightarrow B + C$ به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\text{سرعت از میان رفتن } A = k[A]^x$$

مقدار ثابت سرعت، K، برابر با $0/100$ (واحد مشخص نیست) و $[A] = 0/15 \text{ mol/L}$ برابر با واحد k چیست؟ و سرعت واکنش بر حسب mol/L.s چقدر خواهد بود؟ اگر الف) واکنش نسبت به A مرتبه صفر باشد، ب) واکنش نسبت به A مرتبه اول باشد، ج) واکنش نسبت به A مرتبه دوم باشد.

۴-۱۴: معادله سرعت واکنش $A \rightarrow B + C$ را فقط می‌توان بر حسب غلظت A بیان کرد. وقتی که $[A] = 0/20 \text{ mol/L}$ باشد، سرعت از میان رفتن A اگر واکنش نسبت به A مرتبه صفر باشد، ب) مرتبه اول باشد، ج) مرتبه دوم باشد را حساب کنید.

۴-۱۵: واکنش $2\text{NO}(g) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{ONCl}(g)$

نسبت به $\text{NO}(g)$ مرتبه دوم، نسبت به $\text{Cl}_2(g)$ مرتبه اول و بهطور کلی مرتبه سوم است. سرعت اولیه واکنش مخلوط $\text{NO}(g)$ و $\text{Cl}_2(g)$ در ظرفی یک لیتری را با (الف) سرعت واکنش هنگامی که نیمی از $\text{NO}(g)$ مصرف شده است، (ب) سرعت واکنش وقتی که نیمی از $\text{Cl}_2(g)$ به مصرف رسیده است، (ج) سرعت واکنش هنگامی که دو سوم از $\text{NO}(g)$ مصرف شده است. (د) سرعت اولیه مخلوطی از $0/04 \text{ mol/L}$ از $\text{NO}(g)$ و $0/02 \text{ mol/L}$ از $\text{Cl}_2(g)$ در ظرفی یک لیتری و (ه) سرعت اولیه مخلوطی از $0/04 \text{ mol/L}$ از $\text{NO}(g)$ و $0/02 \text{ mol/L}$ از $\text{Cl}_2(g)$ در یک ظرف $0/05 \text{ L}$ را مقایسه کنید.

۴-۱۶: واکنش یک مرحله‌ای: $\text{NO}_2(g) + \text{ONCl}(g) \rightarrow \text{NO}_2\text{Cl}(g) + \text{NO}(g)$ برگشت پذیر است. $E_{\text{a},\text{f}} = 28/9 \text{ kJ}$ برابر با $E_{\text{a},\text{i}} = 41/8 \text{ kJ}$ می‌باشد. نمودار انرژی پتانسیل را برای واکنش رسم کنید. بر روی دیاگرام $E_{\text{a},\text{f}}$ و $E_{\text{a},\text{i}}$ و ΔH را مشخص کنید.

۴-۱۷: چرا برخی از برخوردهای بین مولکول‌ها موثر نیستند؟

۴-۱۸: یک اشتباه متدالو و جدی این است که فرض شود، معادله یک واکنش را می‌توان از روی معادله موازن شده واکنش با استفاده از ضرایب معادله به عنوان نمایه‌های معادله سرعت، به دست آورد. چرا نمی‌توان به این طریق معادلات سرعت را به دست آورد؟

غلظت و زمان:

۴-۱۹: واکنش زیر $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}(g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{HCl}(g)$ نسبت به $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ مرتبه اول است. ثابت سرعت برای واکنش انجام شده در $K = 550 \text{ s}^{-1} \times 10^{-6}$ است. در یک بررسی تجزیه‌ای از $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}(g)$ با غلظت اولیه $0/165 \text{ mol/L}$ استفاده شد.

الف) پس از گذشت ۱۲۵ ساعت، غلظت $C_2H_5Cl(g)$ چقدر است؟

ب) پس از چند ساعت غلظت C_2H_5Cl به $1 \times 10^{-1} mol/L$ کاهش خواهد یافت؟

ج) پس از چند ساعت 75% از $C_2H_5Cl(g)$ تجزیه خواهد شد؟

۱۰-۱۴: واکنش $S_2F_1(g) + SF_4(g) \rightarrow SF_6(g) + SF_2(g)$ مرتبه اول است ثابت سرعت برای واکنش

انجام شده در $K = 448$, برابر با $s^{-1} / s = 494 \times 10^{-9}$ است. در یک برسی تجزیه (g) , S_2F_1 , از غلظت $0.225 mol/L$

استفاده شد. الف) پس از گذشت $32/5$ ساعت، غلظت (g) , S_2F_1 چقدر است؟ ب) پس از چند ساعت، غلظت $S_2F_1(g)$

به $0.120 mol/L$ تنزل خواهد کرد؟ ج) پس از چند ساعت 75% از S_2F_1 , تجزیه خواهد شد؟

۱۱-۱۴: با استفاده از داده‌های مسأله ۹-۱۴ نیمه عمر (برحسب ساعت) تجزیه $C_2H_5Cl(g)$ را در $650 K$ تعیین کنید.

۱۲-۱۴: با استفاده از داده‌های مسأله ۱۰-۱۴ نیمه عمر (برحسب ساعت) تجزیه S_2F_1 را در $448 K$ تعیین کنید.

۱۳-۱۴: تجزیه $2NO_2(g) + 2NO(g) + O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$

یک واکنش مرتبه دوم است. برای واکنش انجام شده در $K = 60.3$ ثابت سرعت برابر با $0.755 L/(mol.s)$ است. غلظت اولیه

$NO_2(g)$ برابر با $0.065 mol/L$ می‌باشد. الف) پس از گذشت 125 ساعت، غلظت $NO_2(g)$ چقدر است؟ ب) پس از چند ثانیه،

غلظت $NO_2(g)$ به $0.0010 mol/L$ تنزل خواهد کرد؟

۱۴-۱۴: تجزیه $2NOCl(g) + 2NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow NOCl(g)$ یک واکنش مرتبه دوم است. برای واکنش انجام شده

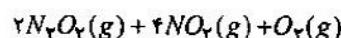
در $200^\circ C$ ثابت سرعت برابر با $0.480 L/(mol.s)$ می‌باشد. در آزمایشی در $200^\circ C$, غلظت اولیه $Cl_2(g)$, برابر با

$0.400 mol/L$ بود. الف) پس از گذشت 150 min, غلظت $NOCl(g)$ چقدر است؟ ب) پس از چند دقیقه، غلظت $NOCl(g)$ به $0.15 mol/L$ تنزل خواهد کرد؟

۱۵-۱۴: نیمه عمر تجزیه $NO_2(g)$ توصیف شده در مسأله ۱۳-۱۴ را تعیین کنید.

۱۶-۱۴: نیمه عمر تجزیه $NOCl(g)$ توصیف شده در مسأله ۱۴-۱۴ را تعیین کنید.

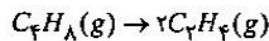
۱۷-۱۴: تجزیه $N_2O_5(g)$:



مرتبه اول است. نیمه عمر این واکنش در $45^\circ C$ برابر با 218 min می‌باشد. در این دما ثابت سرعت واکنش (برحسب

$/s$) چقدر است؟

۱۸-۱۴: تجزیه سیلکو بوتان، $C_4H_8(g)$



مرتبه اول است. در $K = 200$, نیمه عمر این واکنش $1/57$ ساعت است. در این دما ثابت سرعت واکنش (برحسب $/s$) چقدر

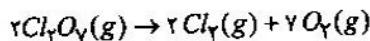
است؟

۱۹-۱۴: مطالعه تجزیه $SO_2Cl_2(g) \rightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$ در $420^\circ C$ داده‌های زیر به دست آورده شده است:

$[SO_2Cl_2](mol/L)$	زمان (دقیقه)
0.0450	-
0.0394	100
0.0345	200
0.0302	300
0.0233	500
0.0179	700

با استفاده از این داده‌ها از طریق رسم نمودار، تعیین کنید که آیا واکنش نسبت به SO_2Cl_2 مرتبه صفر، مرتبه اول یا مرتبه دوم است.

۱۴-۲۰: مطالعه تجزیه $Cl_2O_7(g)$ در $100^{\circ}C$



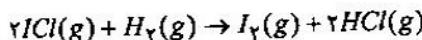
داده‌های زیر را به دست داده است:

$[Cl_2O_7](mol/L)$	زمان (دقیقه)
۰/۰۶۰۰	-
۰/۰۴۸۲	۱۵/۵
۰/۰۴۲۱	۲۵/۰
۰/۰۲۹۵	۵۰/۰
۰/۰۲۵۶	۶۰/۰
۰/۰۲۱۴	۷۲/۵

با استفاده از این داده‌ها از طریق رسم نمودار، تعیین کنید که آیا واکنش نسبت به Cl_2O_7 از مرتبه صفر، اول یا مرتبه دوم است.

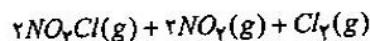
مکانیسم واکنش‌ها، کاتالیزورها:

۱۴-۲۱: واکنش زیر:



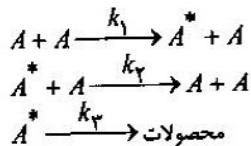
در دماهای بالاتر از $200^{\circ}C$ نسبت به $ICl(g)$ و $H_2(g)$ مرتبه اول است. مکانیسمی دو مرحله‌ای برای این واکنش پیشنهاد کنید. مرحله اول مرحله تعیین‌کننده سرعت است و معادله سرعت را به دست می‌دهد.

۱۴-۲۲: واکنش:



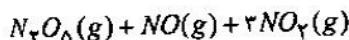
نسبت به $NO_2Cl(g)$ مرتبه اول است. مکانیسمی دو مرحله‌ای برای این واکنش پیشنهاد کنید. مرحله اول مرحله تعیین‌کننده سرعت است و معادله سرعت را به دست می‌دهد.

۱۴-۲۳: طبق نظریه برخورد، تجزیه مرتبه اول، (محصولات A) به صورت زیر انجام می‌شود.



در مرحله ۱، دو مولکول A با هم برخورد می‌کنند. انرژی مبادله می‌شود و یک مولکول (A^*) به حالت پر انرژی می‌رسد. برخورد بعدی A^* ممکن است باعث برگشت پذیری فرآیند شود (مرحله ۲) اما برخی از مولکول‌های A^* تجزیه شده در مرحله تعیین‌کننده سرعت به محصولات تبدیل می‌شوند. با فرض این که پس از سپری شدن زمانی از واکنش، $[A^*]$ ثابت بماند (یعنی A^* به محض تشکیل مصرف گردد)، معادله سرعت را از این مکانیسم به دست آورید. به خاطر داشته باشید با توجه به این که مرحله ۳، کند است، k_3 بسیار کوچکتر از k_2 می‌باشد.

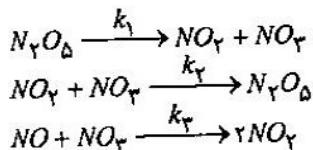
۱۴-۲۴: برای واکنش:



معادله سرعت به صورت زیر است:

$$N_2O_5 = \frac{k_1 k_2 [N_2O_5][NO]}{k_2 [NO_2] + k_3 [NO]}$$

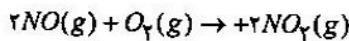
و مکانیسم پیشنهادی به قرار زیر است:



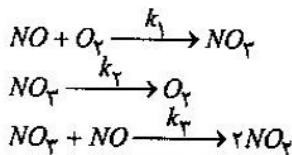
۲۴۱ فصل چهاردهم

فرض کنید پس از سپری شدن زمانی از واکنش $[NO_2] = \text{ثابت}$ بماند (یعنی NO_2 به محض تشکیل مصرف گردد) نشان دهد که این مکانیسم، معادله سرعت مشاهده شده را به دست می‌دهد.

۲۵-۱۴: معادله سرعت برای واکنش

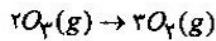


نسبت به $NO(g)$ مرتبه دوم و نسبت به $O_2(g)$ مرتبه اول است. برای این واکنش مکانیسم زیر پیشنهاد شده است.



در این مکانیسم، مرحله سوم، مرحله تعیین‌کننده سرعت است. فرض کنید پس از سپری شدن زمانی $[NO_2] = \text{ثابت}$ بماند (یعنی NO_2 به محض تشکیل مصرف شود) نشان دهد که از این مکانیسم، معادله سرعت مشاهده شده به دست می‌آید. به خاطر داشته باشید که k_2 بسیار کوچکتر از k_1 و k_3 است.

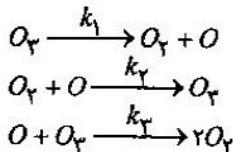
۲۶-۱۴: معادله سرعت برای واکنش زیر:



به صورت تجربی تعیین شده به قرار زیر است:

$$k = \frac{[O_2]^2}{[O_2]} = \text{سرعت از بین رفت}$$

مکانیسم زیر برای تجزیه اوزون در نظر گرفته شده است:



مرحله سوم این مکانیسم، مرحله تعیین‌کننده سرعت است. فرض کنید پس از سپری شدن زمانی از واکنش $[O] = \text{ثابت}$ بماند (یعنی O به محض تشکیل مصرف شود)، نشان دهد که از این مکانیسم معادله سرعت مشاهده شده به دست می‌آید.

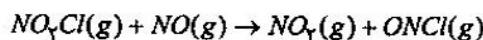
به خاطر داشته باشید که k_2 بسیار کوچکتر از k_1 و k_3 است.

۲۷-۱۴: با استفاده از نمودارهای انرژی پتانسیل، عمل کاتالیزور را توصیف کنید. آیا یک کاتالیزور بر ΔH واکنش تاثیر می‌گذارد؟ آیا کاتالیزور واکنش را کند؟ آیا کاتالیزور فقط بر واکنش رفت و در یک واکنش برگشت پذیر موثر است؟ هر یک از پاسخ‌های خود را توضیح دهید.

۲۸-۱۴: برای مکانیسم تجزیه اوزون که در مساله ۲۶-۱۴ خلاصه شده است، انرژی‌های فعال‌سازی پیشنهادی برای این سه مرحله عبارتند از: kJ ۱۰۰، ۴۰ و $24 kJ$ برای واکنش کل $285 kJ$ است. نمودار انرژی پتانسیل برای واکنش را رسم کنید.

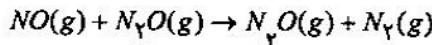
معادلات سرعت و دما:

۲۹-۱۴: برای واکنش

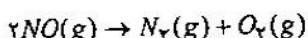


A برابر با $8/3 \times 10^8$ و E_a برابر با $2819 kJ/mol$ است. معادله سرعت نسبت به NO_2Cl و NO مرتبه اول است. ثابت سرعت k برای واکنش در K چقدر است؟

۳۰-۱۴: مرتبه برای واکنش:

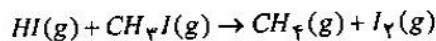


A برابر با $2/5 \times 10^{11}$ و E_a برابر با $209 kJ/mol$ است. معادله سرعت نسبت به NO و N_2O مرتبه اول است. ثابت سرعت k برای واکنش در K چقدر است؟



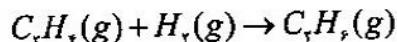
نسبت به $NO(g)$ مرتبه دوم است. ثابت سرعت این واکنش در $K = 1400 L/mol.s$ ، برابر با $1500 L/mol.s$ است. انرژی فعال‌سازی واکنش چقدر است؟

۳۲-۱۴: واکنش:



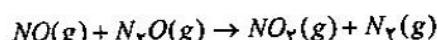
نسبت به هر یک از واکنش‌دهنده‌ها، مرتبه اول و به طور کلی مرتبه دوم است. ثابت سرعت این واکنش در $K = 430 L/mol.s$ برابر با $1.7 \times 10^{-5} L/mol.s$ است. انرژی فعال‌سازی واکنش چقدر است؟

۳۳-۱۴: واکنش:



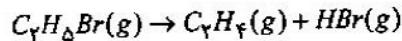
نسبت به H_2 و C_7H_6 ، مرتبه اول و به طور کلی مرتبه دوم است. انرژی فعال‌سازی این واکنش برابر با $k = 181 kJ/mol$ برای این واکنش در $K = 700 L/mol.s$ برابر با $1.0 \times 10^{-3} L/mol.s$ است. مقدار k برای واکنش انجام شده در $K = 730$ چقدر است؟

۳۴-۱۴: واکنش:



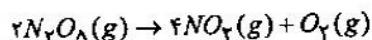
نسبت به هر واکنش‌دهنده مرتبه اول و به طور کلی مرتبه دوم است. انرژی فعال‌سازی این واکنش برابر با $20.9 kJ/mol$ برای این واکنش در $K = 950 L/mol.s$ است. مقدار k برای واکنش انجام شده در $K = 1000$ چقدر است؟

۳۵-۱۴: واکنش:



نسبت به C_7H_8Br مرتبه اول است. ثابت سرعت k در $K = 650 L/mol.s$ برابر با $2.0 \times 10^{-5} s^{-1}$ و انرژی فعال‌سازی، E_a ، برابر با $346 kJ/mol$ می‌باشد. در چه دمایی، ثابت سرعت برابر با $4.0 \times 10^{-5} s^{-1}$ خواهد بود؟

۳۶-۱۴: واکنش:

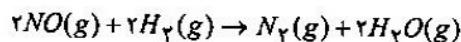


نسبت به C_7H_8Br مرتبه دوم است. در $K = 650 L/mol.s$ ثابت سرعت، برابر با $2.0 \times 10^{-5} s^{-1}$ و انرژی فعال‌سازی، E_a ، برابر با $226 kJ/mol$ می‌باشد. در چه دمایی ثابت سرعت، s^{-1} می‌باشد؟

۳۷-۱۴: ۵۰ درصد از یک واکنش خاص در $1/5 \text{ min}$ ، در دمای $K = 400$ کامل می‌شود. چنان‌چه ۵۰ درصد از این واکنش در $1/5 \text{ min}$ کامل شود، انرژی فعال‌سازی واکنش چقدر است؟

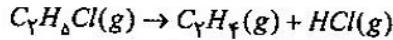
۳۸-۱۴: سرعت واکنشی با بالا بردن دما از $K = 300$ به $K = 310$ ده برابر افزایش می‌یابد. انرژی فعال‌سازی این واکنش چقدر است؟

تمرین های مطبق پندت شده:
۳۹-۱۴: معادله سرعت برای واکنش:



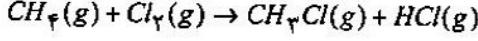
نسبت به $NO(g)$ مرتبه دوم و نسبت به $H_2(g)$ مرتبه اول است. الف) معادله سرعت از بین رفتن $N_2(g)$ را بنویسید.
ب) اگر غلظتها بر حسب mol/L بیان شوند، ثابت سرعت، k چه واحدی خواهد داشت؟ ج) معادله‌ای برای سرعت از بین رفتن $NO(g)$ بنویسید. آیا در این معادله، k دارای مقدار عددی برابر با k در معادله قسمت (الف) خواهد بود؟

۴۰-۱۴: واکنش:



نسبت به C_2H_5Cl ، مرتبه اول است. ثابت سرعت برای واکنش انجام شده در $K = 6 \times 10^{-4}$ و برای واکنش انجام شده در $K = 5 \times 10^{-3}$ است. انرژی فعال‌سازی این واکنش چقدر است؟
۴۱-۱۴: با استفاده از داده‌های مساله ۴۰-۱۴، نیمه عمر تجزیه C_2H_5Cl را (الف) در $K = 6 \times 10^{-4}$ محاسبه کنید.

۴۲-۱۴: واکنش:



از طریق مکانیسمی زنجیری پیشافت می‌کند. اتم‌های Cl^+ و رادیکال‌های CH_3^+ ، انتشاردهنده‌ای واکنش هستند و اعتقاد بر این است که اتم‌های H^+ در مرحله انتشار دخالتی ندارند. مکانیسم واکنش را با استفاده از معادلاتی نوشته، مراحل آغاز، انتشار و پایان یافتن زنجیر را مشخص کنید.

۴۳-۱۴: تفاوت بین یک کاتالیزور همگن و ناهمگن در چیست؟ عملکرد هر یک از این نوع کاتالیزورها را مشخص کنید.

۴۴-۱۴: سنتز پربرمات‌ها، اخیراً صورت گرفته است. بهترین راه تهیه، شامل اکسایش برمات‌ها توسط فلورور در محلول قلیایی است. مشکلات احتمالی سنتز پربرمات‌ها را چگونه توجیه می‌کند؟ انتظار دارید پربرمات‌ها تا چه حد به عنوان عوامل اکساینده، کارساز باشند؟

حل تمرین‌های فصل ۱۴

سرعت واکنش - معادله‌ی سرعت

۱-۱۴

(الف) درجه صفر: واحد k بر حسب $mol/L.s$ است.

$$k[A]^0 = (0.100 \cdot mol / L.s)^{(1)} \\ = 0.100 \cdot mol / L.s$$

(ب) درجه یک: واحد k بر حسب عکس ثانیه است.

$$k[A] = (0.100 / s)(0.105 \cdot mol / L) \\ = 5 \times 10^{-3} \cdot mol / L.s$$

(ج) درجه دو: واحد k بر حسب $L/mol.s$ است.

$$k[A]^2 = \frac{\text{سرعت ناپدید شدن}}{A} \\ = (0.100 \cdot L / mol.s)(0.105 \cdot mol / L)^2 \\ = 2.10 \times 10^{-4} \cdot mol / L.s$$

۴-۱۴

(الف) درجه صفر: ۱

$$k = \frac{A}{\text{سرعت ناپدید شدن}} = \frac{0.100 \cdot mol / L.s}{[A]^0} \\ = 0.100 \cdot mol / L.s$$

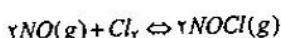
(ب) درجه یک:

$$k = \frac{A}{\text{سرعت ناپدید شدن}} = \frac{(0.100 \cdot mol / L.s)}{[A]} \\ = 0.100 \cdot mol / L.s$$

(ج) درجه دو:

$$k = \frac{A^2}{\text{سرعت ناپدید شدن}} = \frac{(0.100 \cdot mol / L.s)^2}{[A]^2} \\ = 0.010 \cdot mol / L.s$$

۵-۱۴



$$\text{سرعت واکنش} = k[NO]^2[Cl_2]$$

(الف) وقتی که نصف NO مصرف گردد یک چهارم مقدار Cl_2 مصرف می‌شود پس سه‌چهارم کلر باقی می‌ماند پس سرعت واکنش:

حل تمرین‌های فصل ۱۴

سرعت واکنش - معادله‌ی سرعت

۱-۱۴

(الف) از مقایسه آزمایش سوم با آزمایش اول می‌بینیم که مقدار A ثابت ولی مقدار B دو برابر شده، سرعت واکنش (سرعت تشکیل C) نیز دو برابر شده و از مقایسه آزمایش سوم و آزمایش دوم با ثابت در نظر گرفتن مقدار B می‌بینیم که با دو برابر شدن مقدار A سرعت دو برابر می‌گردد. پس معادله‌ی سرعت واکنش به صورت $k[A][B] = \text{سرعت تشکیل C}$ می‌گردد.

(ب)

$$k = \frac{\text{سرعت تشکیل ماده}}{[A][B]} \\ = \frac{(0.10 \times 10^{-4} \cdot mol / L.s)}{(0.10 \cdot mol / L)(0.105 \cdot mol / L)} \\ = 1.6 \times 10^{-4} \cdot L / mol.s$$

(الف) از مقایسه آزمایش سوم با آزمایش دوم می‌بینیم که مقدار A ثابت است ولی مقدار B با ضریب $1/5$ افزایش می‌یابد. سرعت واکنش $2/25$ برابر می‌شود پس، $k[B]^2 = k[B]$ سرعت، حال با در نظر گرفتن آزمایش اول و آزمایش دوم می‌بینیم که با دو برابر شدن مقدار B سرعت واکنش چهار برابر می‌شود. به عبارتی $k[B]^2 = k[B]$ سرعت، پس می‌توان گفت که سرعت واکنش مستقل از غلظت A است. پس:

$$\text{سرعت تشکیل C} = k[B]^2$$

(ب)

$$k = \frac{\text{سرعت تشکیل C}}{[B]^2} = \frac{(2.10 \times 10^{-4} \cdot mol / L.s)}{(0.10 \cdot mol / L)^2}$$

$$k = 2.10 \times 10^{-4} \cdot L / mol.s$$

فصل چهاردهم

در یک مرحله انجام شود. بیشتر واکنش‌ها در چند مرحله انجام پذیرند و سرعت کلی بستگی به سرعت مراحل مختلف دارد.

غلظت و زمان

۹-۱۴

(الف) از آن‌جا که صورت تعریف زمان را بر حسب ساعت داده، پس:

$$k = \left(\frac{1/60 \times 10^{-6}}{\text{ساعت}} \right) \left(\frac{60}{\text{دقیقه}} \right) \left(\frac{60}{\text{دقيقة}} \right) \left(\frac{1}{\text{ساعت}} \right)$$

$$= 0.76 \times 10^{-3} \text{ ساعت}^{-1}$$

$$\log \left(\frac{[C_2H_5Cl]_0}{[C_2H_5Cl]} \right) = \frac{kt}{2102}$$

$$\log \left(\frac{(0.165 \text{ mol/L})}{[C_2H_5Cl]} \right) = \frac{(0.76 \times 10^{-3}) \text{ ساعت}}{2102}$$

$$[C_2H_5Cl] = 0.108 \cdot 3 \text{ mol/L}$$

(ب)

$$\log \left(\frac{(0.165 \text{ mol/L})}{(0.108 \cdot 3 \text{ mol/L})} \right) = \frac{(0.76 \times 10^{-3}) \text{ ساعت}}{2102}$$

$$\Rightarrow t = 870 \text{ ساعت}$$

(ج)

$$\log \left(\frac{[CH_3Cl]_0}{0.125 [C_2H_5Cl]_0} \right) = \left(\frac{(0.76 \times 10^{-3}) \text{ ساعت}}{2102} \right)$$

$$\Rightarrow t = 241 \text{ ساعت}$$

۱۰-۱۴

از آن‌جا که صورت تعریف زمان را بر حسب ساعت داده، پس:

(الف)

$$k = \left(\frac{4/94 \times 10^{-6}}{\text{ساعت}} \right) \left(\frac{60}{\text{دقیقه}} \right) \left(\frac{60}{\text{دقيقة}} \right) \left(\frac{1}{\text{ساعت}} \right)$$

$\overset{2}{=} 2/16 = 1/8$ برابر سرعت اصلی واکنش می‌گردد.

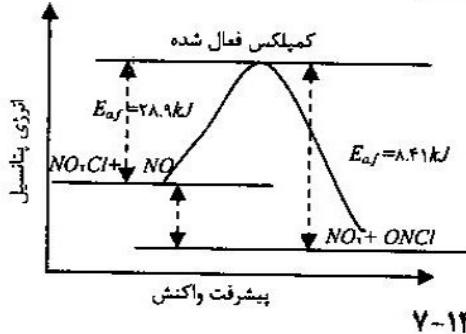
(ب) وقتی که نصف C_2H_5Cl مصرف می‌گردد تمام NO مصرف می‌گردد، پس سرعت واکنش برابر صفر است.

(ج) وقتی که دو سوم NO مصرف گردد مقدار یک سوم C_2H_5Cl مصرف می‌گردد پس مقدار یک سوم NO و دو سوم کلر باقی می‌ماند، پس سرعت واکنش $\overset{2}{=} 2/27 = 2/3$ سرعت اولیه واکنش است.

(د) وقتی که مقدار NO دو برابر می‌گردد با توجه به این که سرعت واکنش مناسب با مربع غلظت NO است. پس سرعت واکنش چهار برابر می‌گردد.

(ه) وقتی که حجم نصف می‌گردد غلظت هر دو ماده اولیه دو برابر می‌گردد، پس سرعت واکنش $\overset{2}{=} 8$ برابر سرعت اولیه واکنش می‌گردد.

۶-۱۴



مولکول‌های مواد اولیه احتمال دارد در یک راستای معین قرار نگیرند و یا برخوردها به اندازه‌ای آرام باشند که منجر به ایجاد پیوند نگردد.

۸-۱۴

در صورتی سرعت واکنش برابر حاصل ضرب غلظت مواد اولیه به توان ضرایب آن‌ها است، که واکنش

$$kt = \frac{1}{(0.100 \cdot mol/L)} - \frac{1}{(0.100 \cdot mol/L)}$$

$$kt = 1.778 \times 10^{-2} \text{ ساعت}$$

$$t = \frac{1.778 \times 10^{-2}}{1.778 \cdot mol/L} = 1.00 \text{ ساعت}$$

١٤-١٤

از آن جا که صورت تمرین بر حسب دقیقه داده شده، پس:

(الف)

$$k = \left(\frac{0.1778 L}{1 \cdot mol.s} \right) \left(\frac{60 \cdot s}{1 \cdot \text{دقیقه}} \right) = 1.00 \text{ L/mol. دقیقه}$$

$$\frac{1}{[NOCl]} = kt + \frac{1}{[NOCl]_0}$$

$$= (1.00 \text{ L/mol. min})(60 \cdot \text{min}) + \frac{1}{(0.100 \cdot mol/L)}$$

$$[NOCl] = 0.0219 \text{ mol/L}$$

(ب)

$$kt = \frac{1}{[NOCl]} - \frac{1}{[NOCl]_0}$$

$$= \left(\frac{1}{(0.100 \cdot mol/L)} \right) - \left(\frac{1}{(0.100 \cdot mol/L)} \right)$$

$$= 1.778 \text{ L/mol}$$

$$t = \frac{1.778 \text{ L/mol}}{1.00 \text{ L/mol}} = 1.778 \text{ دقیقه}$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{k[NOCl]_0}$$

$$= \frac{1}{(0.1778 \cdot L \cdot mol \cdot s)(0.100 \cdot mol/L)}$$

$$= 5.48 \text{ s}$$

١٥-١٤

$$t_{1/2} = \frac{1}{k[NOCl]}$$

$$= \frac{1}{(0.1778 \cdot L \cdot mol \cdot s)(0.100 \cdot mol/L)}$$

$$= 5.48 \text{ s}$$

$$\log \left(\frac{[S_2F_1]_0}{[S_2F_1]} \right) = \frac{kt}{273.2}$$

$$\log \left(\frac{(0.1225 \text{ mol/L})}{[S_2F_1]} \right)$$

$$= \frac{1.778 \times 10^{-2} \text{ ساعت}}{273.2} = 32.0 \text{ ساعت}$$

$$[S_2F_1] = 0.1122 \text{ mol/L}$$

(ج)

$$\log \left(\frac{0.1225 \text{ mol/L}}{0.122 \text{ mol/L}} \right) = \left(\frac{1.778 \times 10^{-2} \text{ ساعت}}{273.2} \right) t$$

$$\Rightarrow t = 1.00 \text{ ساعت}$$

(ج)

$$\log \left(\frac{0.100}{0.122} \right) = \left(\frac{1.778 \times 10^{-2} \text{ ساعت}}{273.2} \right) t$$

$$\Rightarrow t = 24.2 \text{ ساعت}$$

١١-١٤

$$t_{1/2} = 0.693/k = \frac{0.693}{0.1778 \times 10^{-2}} = 39.0 \text{ ساعت}$$

١٢-١٤

$$t_{1/2} = 0.693/k = \frac{0.693}{1.778 \times 10^{-2}} = 39.0 \text{ ساعت}$$

١٣-١٤

$$\frac{1}{[NO_2]} = kt + \frac{1}{[NO_2]_0} = (0.1778 \text{ L/mol.s})$$

$$+ \frac{1}{(0.100 \cdot mol/L)}$$

$$[NO_2] = 0.100 \cdot mol/L$$

(د)

$$kt = \frac{1}{[NO_2]_0} - \frac{1}{[NO_2]}$$

فصل چهاردهم

۵۰/۰	-۰/۰۲۹۵	-۱/۰۳۰	۳۳/۹
۶۰/۰	-۰/۰۲۵۶	-۱/۰۹۲	۳۹/۱
۷۲/۵	-۰/۰۲۱۴	-۱/۰۷۰	۴۶/۷

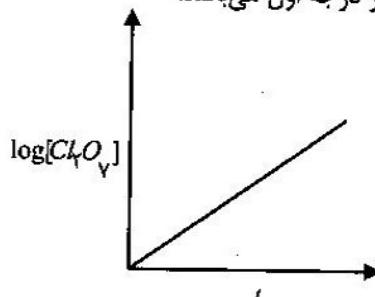
۱۷-۱۴

$$t_{1/2} = \frac{60}{k} \text{ دقیقه} = ۱۳۰.۸ \text{ دقیقه}$$

$$t_{1/2} = ۰/۰۶۹۳ / k = ۱۳۰.۸ \text{ s}$$

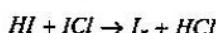
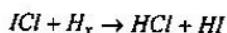
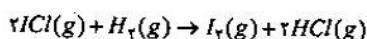
$$k = ۵/۳۰ \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

از آن جا که منحنی تغییرات $\log[Cl_4O_7]$ در مقابل زمان یک خط راست است پس واکنش نسبت از درجه اول می‌باشد.



مکانیسم واکنش‌ها - کاتالیزورها

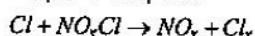
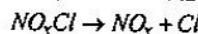
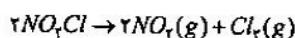
۲۱-۱۴



از آن جا که مرحله اول، تعیین‌کننده سرعت واکنش است پس معادله سرعت واکنش مرحله اول سرعت واکنش کلی می‌باشد.

$$\text{سرعت واکنش} = k[ICl][H_2]$$

۲۲-۱۴



از آن جا که مرحله اول مرحله تعیین‌کننده سرعت واکنش است پس معادله سرعت مرحله اول همان معادله سرعت واکنش کلی می‌باشد.

$$\text{سرعت واکنش} = k[NO_2Cl]^2$$

۲۳-۱۴

سرعت مصرف شدن A^+ = سرعت تولید A^+

$$k_r[A]^r = k_r[A^+][A] + k_t[A^+] = A^+(k_r + k_t[A])$$

$$t_{1/2} = \frac{60}{k} \text{ دقیقه} = ۱۳۰.۸ \text{ دقیقه}$$

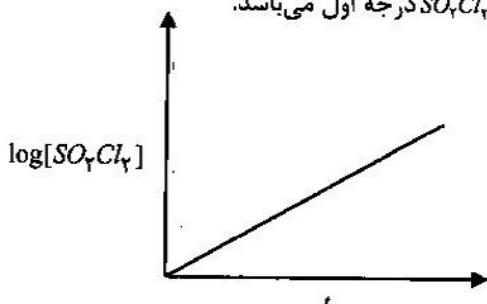
$$t_{1/2} = ۰/۰۶۹۳ / k = ۱۳۰.۸ \text{ s}$$

$$k = ۵/۳۰ \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

۱۸-۱۴

	[SO ₂ Cl ₂] mol/L	log[SO ₂ Cl ₂] ۱/[SO ₂ Cl ₂]	(دقیقه)
۰	-۰/۰۴۵۰	-۱/۳۴۷	۲۲/۲
۱۰۰	-۰/۰۲۹۴	-۱/۴۰۴	۲۵/۴
۲۰۰	-۰/۰۲۴۵	-۱/۴۶۲	۲۹/۰
۳۰۰	-۰/۰۲۰۲	-۱/۵۲۰	۳۳/۱
۵۰۰	-۰/۰۱۳۳	-۱/۶۳۲	۴۲/۹
۷۰۰	-۰/۰۱۷۹	-۱/۷۴۷	۵۵/۹

از آن جا که منحنی $\log[SO_2Cl_2]$ در مقابل زمان یک خط راست است، پس واکنش نسبت به SO_2Cl_2 درجه اول می‌باشد.



۲۰-۱۴

	[Cl ₄ O ₇] mol/L	log[Cl ₄ O ₇] ۱/[Cl ₄ O ₇]	(دقیقه)
۰	-۰/۰۶۰۰	-۱/۲۲۲	۱۸/۷
۱۵/۵	-۰/۰۴۸۲	-۱/۳۱۷	۲۰/۷
۲۵/۰	-۰/۰۴۲۱	-۱/۳۷۶	۲۳/۸

$$k_1[O_r] = k_r[O_r][O] + k_r[O][O_r]$$

با توجه به این که $k_r \gg k_1$ است پس:

$$k_1[O_r] = k_r[O_r][O], \quad [O] = \frac{k_1[O_r]}{k_r[O_r]}$$

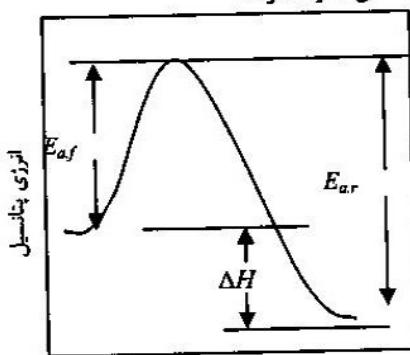
مقدار O را در معادله سرعت مرحله سوم می‌گذاریم.

$$O_r = \frac{k_1[O_r]}{k_r} = \text{سرعت مصرف شدن } O_r \left(\frac{k_1[O_r]}{k_r[O_r]} \right)$$

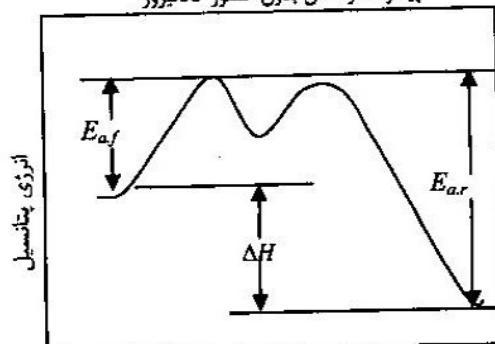
$$= \frac{k_1 k_r [O_r]^2}{k_r [O_r]} = k \frac{[O_r]^2}{[O_r]}$$

۲۷-۱۴

کاتالیزورها باعث پایین آمدن انرژی اکتیواسیون می‌گردند و در نتیجه تعداد بیشتری از مولکول‌ها توانایی عبور از سد انرژی اکتیواسیون را پیدا می‌نمایند و واکنش سریع‌تر می‌گردد. ΔH یک واکنش مستقل از انرژی اکتیواسیون است و فقط بستگی به سطوح انرژی مواد اولیه و مواد حاصل دارد. با توجه به نقش کاتالیزورها در پایین‌آوردن انرژی اکتیواسیون کاتالیزورها توان کند که دن واکنش‌ها را ندارند.



پیشرفت واکنش بدون حضور کاتالیزور



$$[A^*] = \frac{k_1[A]^r}{k_r[A]} = \left(\frac{k_1}{k_r} \right) [A] \quad k_r \ll k_1$$

مرحله سوم مرحله تعیین کننده سرعت است.

$$k_1[A^*] = k_r[A^*] = k_r \left(\frac{k_1}{k_r} \right) [A] = \frac{k_1 k_r}{k_r} [A]$$

۲۴-۱۴

سرعت مصرف شدن NO_r = سرعت تولید NO_r

$$k_1[N_r O_5] = k_r[NO_r][NO_r] + k_r[NO][NO_r]$$

$$[NO_r] = \frac{k_1[N_r O_5]}{k_r[NO_r] + k_r[NO]}$$

برای واکنش کلی:

سرعت مصرف شدن $N_r O_5$

$$= k_1[N_r O_5] - k_r[NO_r][NO_r]$$

با جایگزینی مقدار NO_r

$$= k_1[N_r O_5] - \frac{k_1 k_r [NO_r][N_r O_5]}{k_r[NO_r] + k_r[NO]}$$

$$= \frac{k_1 k_r [N_r O_5][NO_r] + k_1 k_r [N_r O_5][NO]}{k_r[NO_r] + k_r[NO]} \dots$$

$$\dots \frac{k_1 k_r [NO_r][N_r O_5]}{k_r[NO_r] + k_r[NO]}$$

همان مخرج

$$= \frac{k_1 k_r [N_r O_5][NO]}{k_r[NO_r] + k_r[NO]}$$

۲۵-۱۴

سرعت مصرف شدن NO_r = سرعت تولید NO_r

$$k_1[NO][O_r] = k_r[NO_r] + k_r[NO_r][NO]$$

از آنجا که $k_r \gg k_1$ است پس از قسمتی که

k_r دارد در مقابل k_1 صرف نظر می‌نماییم. پس:

$$k_1[NO][O_r] = k_r[NO_r]$$

$$[NO_r] = \frac{k_1}{k_r}[NO][O_r]$$

حال مقدار NO_r را در معادله سرعت مرحله سوم می‌گذاریم.

$$NO_r = k_r[NO_r][NO]$$

$$= \frac{k_1 k_r}{k_r} [NO^2][O_r]$$

۲۶-۱۴

سرعت مصرف شدن O = سرعت تولید O

فصل چهاردهم

۳۱-۱۴

$$E_a = \frac{RT}{T_f - T_i} \left(\log \frac{k_f}{k_i} \right)$$

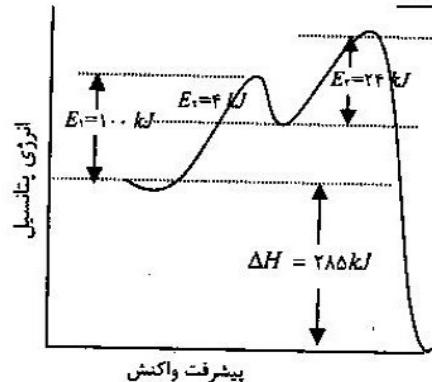
$$= \frac{RT}{T_f - T_i} (\lambda / 214 J / K \cdot mol) \left(\frac{(140 \cdot K)(150 \cdot K)}{150 \cdot K - 140 \cdot K} \right)$$

$$\log \left(\frac{1.05 \times 10^{-4} L/mol.s}{1.02 \times 10^{-4} L/mol.s} \right)$$

$$E_a = 1.02 \times 10^{-4} L/mol.s$$

کاتالیزورها در پایین آوردن انرژی اکتیواسیون واکنش رفت و واکنش برگشت مساوی عمل می‌کنند.

۲۸-۱۴



معادلات سرعت و درجه حرارت

۲۹-۱۴

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{RT}$$

$$\log k = \log (1.0 \times 10^A) - \frac{(28900 J/mol)}{(214 \cdot 2)(\lambda / 214 J / K \cdot mol)(\Delta \cdot K)}$$

$$= 0.0001$$

$$k = 1.0 \times 10^{-4} L/mol.s$$

۳۰-۱۴

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{RT} = \log (1.0 \times 10^{11}) - \frac{(2.9 \cdot 10^4 J/mol)}{(214 \cdot 2)(\lambda / 214 J / K \cdot mol)(\Delta \cdot K)}$$

$$= 0.028$$

$$k = 1.0 \cdot 10^{11} L/mol.s$$

۳۱-۱۵

$$\log \left(\frac{k_f}{k_i} \right) = \frac{E_a}{RT} \left(\frac{T_f - T_i}{T_i T_f} \right)$$

$$= \frac{(18100 J/mol)}{(214 \cdot 2)(\lambda / 214 J / K \cdot mol)} \left(\frac{150 \cdot K - 140 \cdot K}{(150 \cdot K)(140 \cdot K)} \right)$$

$$= 0.0001$$

$$\frac{k_f}{k_i} = 1.0 \times 10^{-4}$$

$$k_f = 1.0 \times 10^{-4} L/mol.s$$

$$\frac{k_f}{k_i} = 1.0 \times 10^{-4} \quad k_f = 1.0 \times 10^{-4} L/mol.s$$

۳۸-۱۴

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{\gamma R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

$$\log(v) = \frac{E_a}{(\gamma/2 \cdot 2 \times 8/214 J/K \cdot mol)} \left(\frac{(21 \cdot K - 20 \cdot K)}{(20 \cdot K)(21 \cdot K)} \right)$$

$$E_a = 1/18 \times 1^{\circ} J/mol = 128 kJ/mol$$

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده:

۳۹-۱۴

$$(f) N_2 = k [NO_2]^x [H_2]$$

ب) بر حسب $L^3/mol^2 \cdot s$ است

ج) $N_2 = k [NO_2][H_2]$ سرعت مصرف شدن NO
 اندازه عددی k در این معادله با اندازه k در مرحله
 الف یکسان نیست چراکه دو مول NO در مقابل
 تولید یک مول N_2 مصرف می‌گردد پس سرعت
 مصرف شدن NO دو برابر سرعت تولید N_2 است.

۴۰-۱۴

$$E_a = \gamma/2 \cdot 2R \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \log\left(\frac{k_2}{k_1}\right)$$

$$= (\gamma/2 \cdot 2 \times 8/214 J/K \cdot mol) \left(\frac{(20 \cdot K)(25 \cdot K)}{(25 \cdot K - 20 \cdot K)} \right)$$

$$\log\left(\frac{16 \times 10^{-4} / s}{25 \times 10^{-4} / s}\right)$$

$$= 1/18 \times 1^{\circ} J/mol = 128 kJ/mol$$

۴۱-۱۴
(الف)

$$k_{1/2} = \frac{1/893}{k} = \frac{1/893}{25 \times 10^{-4} / s} = 2 \times 10^{-7}$$

۳۵-۱۴

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{\gamma R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \log\left(\frac{21 \times 10^{-4} / s}{20 \times 10^{-4} / s}\right)$$

$$= \frac{(224 \cdot 10^3 J/mol)}{(\gamma/2 \cdot 2 \times 8/214 J/K \cdot mol)} \left(\frac{T_2 - 25 \cdot K}{(25 \cdot K) T_1} \right)$$

$$T_1 = 6671 K = 295^{\circ}C$$

۳۶-۱۴

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{\gamma R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \log\left(\frac{21 \times 10^{-4} / s}{20 \times 10^{-4} / s}\right)$$

$$= \frac{(224 \cdot 10^3 J/mol)}{(\gamma/2 \cdot 2 \times 8/214 J/K \cdot mol)} \left(\frac{T_2 - 25 \cdot K}{(25 \cdot K) T_1} \right)$$

$$\therefore 1/4771 = (1/18 \times 1^{\circ} K) \left(\frac{T_2 - 25 \cdot K}{(25 \cdot K) T_1} \right)$$

$$T_1 = 6671 K$$

۳۷-۱۴

$$T_1 = 40 \cdot K, \quad T_2 = 42 \cdot K$$

سرعت واکنش در T_2 سه برابر سرعت واکنش در T_1 است. (مدت زمان لازم برای واکنش در T_2 یک سوم مدت زمان واکنش در T_1 است). پس

$$k_2 = 2k_1$$

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \log\left(\frac{2k_1}{k_1}\right) = \log(2) = 1/4771$$

$$\log\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \frac{E_a}{\gamma R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

$$\therefore 1/4771 = \frac{E_a}{(\gamma/2 \cdot 2 \times 8/214 J/K \cdot mol)} \left(\frac{42 \cdot K - 40 \cdot K}{(40 \cdot K)(42 \cdot K)} \right)$$

$$E_a = 5/24 \times 1^{\circ} J/mol = 52/4 kJ/mol$$

فصل چهاردهم

واکنش‌های جانبی باشد. بهمین علت پربرمات یک اکسید کننده کند به حساب می‌آید.

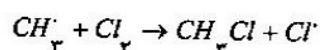
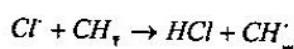
$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k} = \frac{0.693}{1.6 \times 10^{-6} / s} = 4.3 \times 10^5 s \quad (b)$$

۴۲-۱۴

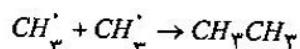
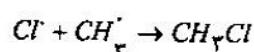
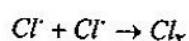
مرحله شروع واکنش زنجیره‌ای:



مرحله پیشرفت



مرحله پایانی زنجیره

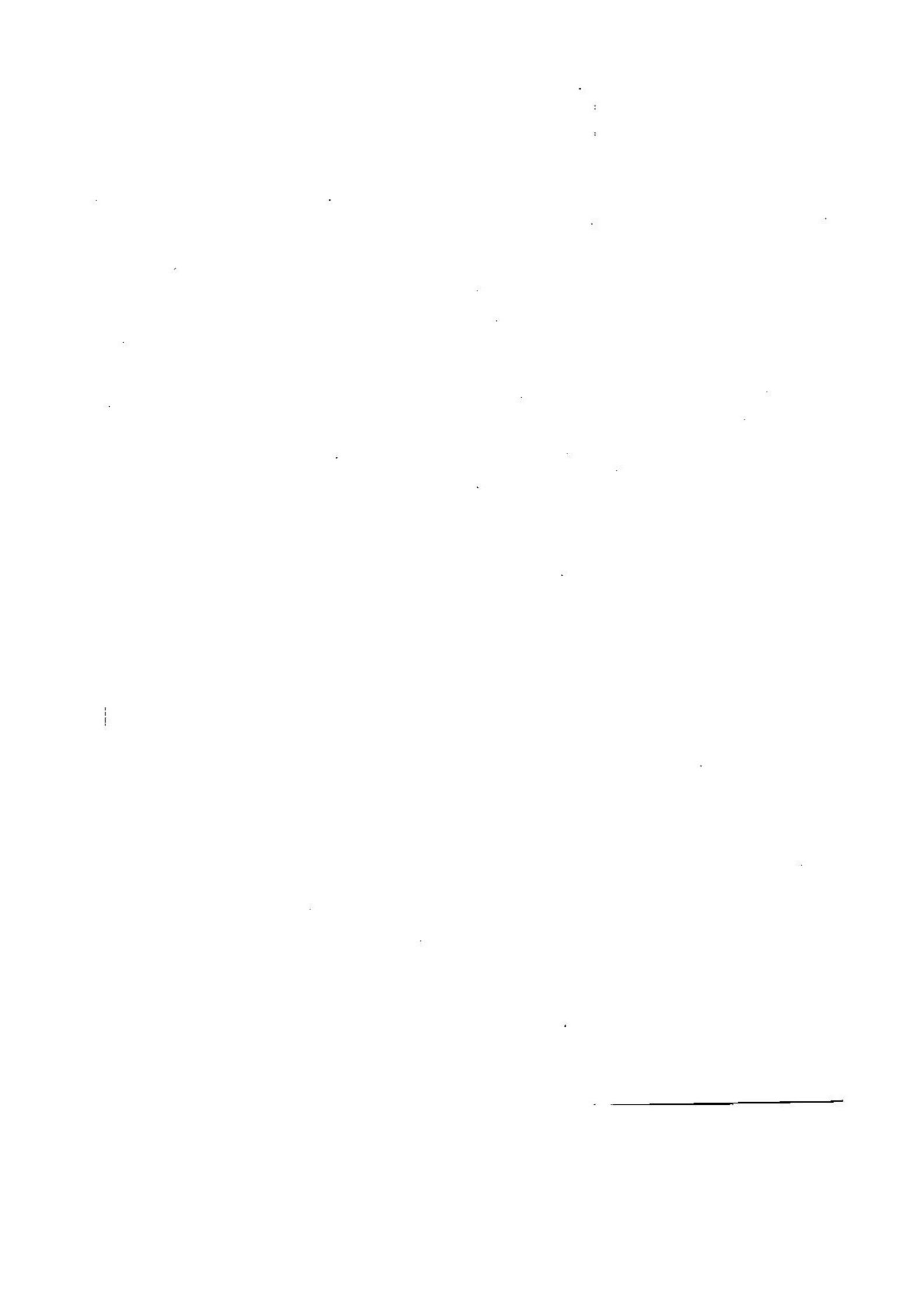


۴۳-۱۴

کاتالیزورهای همگن کاتالیزورهایی هستند که با مواد واکنش‌دهنده در یک فاز باشند و در آخر آزمایش در همان فاز بازیافت شوند. کاتالیزورهای ناهمگن با مواد واکنش‌دهنده در دو فاز متفاوت می‌باشند. وقتی که یک جسم جامد در یک واکنش گازی در نقش کاتالیزور باشد، مولکول‌های گازی جذب کاتالیزور جامد شده و فرصت لازم برای ترکیب مولکول‌های مواد واکنش‌دهنده فراهم می‌گردد.

۴۴-۱۴

انرژی اکتیواسیون تبدیل BrO_4^- به BrO_3^- به احتمالاً بالا است و این باعث می‌گردد که سرعت واکنش تبدیل برومات به پربرمات کنتر از دیگر



چندین مطلب:

اگر مواردی را که در یک واکنش برگشت‌پذیر باید شرکت کنند در ظرفی با هم مخلوط کنیم، به طرقی با هم واکنش می‌دهند یا یک حالت تعادل متوجه ایجاد گردد. در حال تعادل سرعت واکنش‌های رفت و برگشت یکسان است و بدین ترتیب، غلظت مواد شرکت‌کننده نیز ثابت می‌ماند. از این غلظت‌ها می‌توان به دست آوردن، یک ثابت تعادل، K استفاده کرد. برای واکنش عمومی زیر،

$$K = \frac{[Y]^y [Z]^z}{[W]^x [X]^y}$$

مقدار عددی K با دما تغییر می‌کند. با تغییر مقادیر مواد موجود در حال تعادل، تغییر فشار یا حضور یک کاتالیزور مقدار ثابت K تغییر نمی‌کند. ثابت تعادلی را که در آن غلظت‌ها بر حسب مول بر لیتر بیان شوند، به K_C نمایش داده می‌شود. اگر K مقدار بزرگی باشد، واکنش پیشرفت تقریباً کامل است، در حالی که اگر K مقدار کوچکی باشد، واکنش بازگشت تقریباً کامل است.

بهره (خارج قسمت)، یک واکنش، Q ، مانند K است، اما از آن برای تعیین چگونگی برقراری تعادل بین تعدادی از واکنش‌دهنده‌ها استفاده می‌شود. اگر Q مقداری کمتر از K_C داشته باشد، واکنش برگشت‌پذیر به سمت راست متمایل شده، تعادل برقرار می‌گردد. اگر Q بزرگتر از K_C باشد، واکنش به طرف چپ میل پیدا می‌کند. تعادل بین مواد در دو یا چند فاز به تعادل ناهمگن موسوم است. در عبارت K_C برای چنین سیستمی جملات مربوط به جامدات یا مایعات خالص، وجود ندارند.

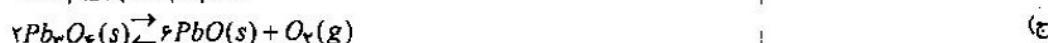
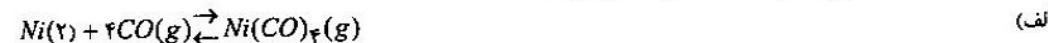
ثابت تعادل واکنش‌های شامل گازها را می‌توان بر حسب فشار جزئی گاز (بر حسب اتمسفر) نوشت و آن را به صورت K_p نمایش داد. دو ثابت K_C و K_p با هم در ارتباط هستند.

$$K_p = K_C = (RT)^{\Delta n}$$

هنگامی که معادله از چپ به راست خوانده شود، عبارت Δn ، تغییر در تعداد مول گازها است. از K_p و K_C می‌توان برای پیدا کردن غلظت‌های در حال تعادل، استفاده کرد. اصل لوشاتولیه نجوه برخورد یک سیستم در حال تعادل را با تغییرات شرایط آزمایش، پیش‌بینی می‌کند، افزایش در غلظت یک گاز با جایه‌جایی جهت تعادل برای کاهش غلظت آن گاز توازن خواهد بود. خارج کردن یک ماده باعث می‌شود که جهت تعادل برای ایجاد آن ماده جایه‌جا شود. افزایش فشار باعث تغییر تعادل در جهتی می‌شود که تعداد مول‌های گاز کاهش یابد. افزایش دما باعث می‌شود تا واکنش به طرف یک تغییر گوماگیر جهت‌گیری کند و در نتیجه مقادیر عددی K و K_p تغییر می‌کنند. افزایش یک کاتالیزور باعث می‌شود سیستم سریع‌تر به تعادل برسد اما تغییری در جهت تعادل ایجاد نمی‌شود.

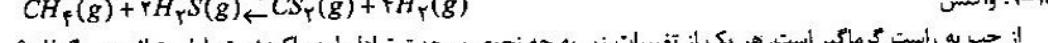
تمرین‌ها:

تعادل شیمیایی، اصل نوشتارهای

۱۵-۱: برای واکنش‌های زیر، عبارت ثابت تعادل K را بنویسید.۱۵-۲: برای واکنش‌های زیر، عبارت ثابت تعادل K را بنویسید.

۱۵-۳: با افزایش فشار، جهت تعادل واکنش‌های مسأله ۱-۱۵ به کدام طرف متمایل می‌شود؟

۱۵-۴: با افزایش فشار، جهت تعادل واکنش‌های مسأله ۲-۱۵ به کدام طرف متمایل می‌شود؟

۱۵-۵: عبارت ثابت تعادل، K_p را برای واکنش‌های مسأله ۱-۱۵ بنویسید. در هر مورد معادله‌ای که K_p را به K مربوط می‌کند، نیز مشخص کنید.۱۵-۶: عبارت ثابت تعادل، K_p را برای واکنش‌های مسأله ۲-۱۵ را بنویسید. در هر مورد معادله‌ای که K_p را به K مربوط می‌کند، نیز مشخص کنید.در $K = 2000$ در $K_p = 4.0 \times 10^{-4}$ و در $K_C = 2500$ برابر با 4.0×10^{-3} است. آیا واکنش گرمaza است یا گرمagir؟در $K = 926$ برابر با 4.0×10^{-3} در $K_C = 1125$ برابر با 1.0×10^{-3} است. آیا واکنش گرمaza است یا گرمagir؟

از چپ به راست گرمaga است. هر یک از تغییرات زیر به چه نحوی بر جهت تعادل این واکنش تأثیر می‌گذارد؟

(الف) افزایش دما، (ب) افزودن (g) ، (ج) خارج کردن (g) ، (د) افزایش فشار، (ه) افزودن یک کاتالیزور

از چپ به راست گرمaga است. هر یک از تغییرات زیر به چه صورت بر جهت تعادل این واکنش تأثیر می‌گذارد؟

(الف) افزایش دما، (ب) کاهش فشار (ج) خارج کردن (g) ، (د) افزودن یک کاتالیزور

از چپ به راست گرمaza است. هر یک از تغییرات زیر به چه صورت بر جهت تعادل این واکنش تأثیر موقت است؟

(الف) کاهش دما، (ب) کاهش فشار (ج) افزودن $NiO(s)$ ، (د) افزودن $CO(g)$ ، (ه) خارج کردن $CO_2(g)$ از چپ به راست گرمaga است. هر یک از تغییرات زیر چگونه بر جهت تعادل این واکنش تأثیر موقت است؟ (الف) افزودن $CO_2(g)$ ، (ب) خارج کردن $C(s)$ ، (ج) افزایش دما، (د) کاهش فشار (ه) خارج کردن $CO(g)$.

فصل پانزدهم

- ۱۳-۱۵: برای تعادل $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ در $25^\circ C$, $K_C = 48$ است. اگر 0.20 mol $O_2(g)$ از 0.20 mol $H_2O(g)$ در یک ظرف یک لیتری با هم مخلوط شوند، واکنش در چه جهتی پیش خواهد رفت؟
- ۱۴-۱۵: برای تعادل $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 2H_2(g)$ در $25^\circ C$, $K_C = 5/67$ است. اگر 0.20 mol $CH_4(g)$ و 0.20 mol $H_2O(g)$ در یک ظرف یک لیتری با هم مخلوط شوند، واکنش در چه جهتی پیش خواهد رفت؟
- ۱۵-۱۵: برای تعادل $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ در $K = 1800$, K_C برابر با $10^{-4} \times 1/2$ است. اگر 0.25 mol $N_2(g)$ و 0.25 mol $O_2(g)$ در ظرفی یک لیتری با هم مخلوط شوند، در $K = 1800$ واکنش در چه جهتی پیش خواهد رفت؟
- ۱۶-۱۵: برای تعادل $NH_4HS(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + H_2S(g)$ در $25^\circ C$, K_C برابر با $1/58 \times 10^{-4}$ است. اگر 0.20 mol $NH_4HS(s)$ با مقدار اضافی از NH_3 جامد، در یک لیتری در $25^\circ C$ مخلوط شوند، واکنش در چه جهتی پیش خواهد رفت؟
- ثابت تعادل:** $K =$
- ۱۷-۱۵: برای سیستم تعادلی $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ مقدار K تعادل را در $25^\circ C$ غلظت‌های در حال تعادل ذکر شده به دست آورید.
- ۱۸-۱۵: در یک درجه حرارت معین، $PCl_5(g)$ به ظرفی یک لیتری وارد می‌شود و تعادل زیر برقرار می‌گردد.
- $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_4(g) + Cl_2(g)$ در دمای تعادل، غلظت $PCl_4(g) = 0.500\text{ mol/L}$ است. الف) غلظت‌های $Cl_2(g)$ و $Cl(g)$ در حال تعادل چقدر است؟
- ب) مقدار K در دمای آزمایش چقدر است؟
- ۱۹-۱۵: اگر 0.60 mol $SO_2(g)$ در 1000 K در یک ظرف یک لیتری قرار گیرد، با برقراری تعادل 7.36×10^{-7} از آن تفکیک می‌گردد.
- الف) غلظت‌های تعادل $SO_2(g)$, $SO_3(g)$, $O_2(g)$ و $NO(g)$ چقدر است؟ ب) مقدار K را برای تعادل در 1000 K محاسبه کنید.
- ۲۰-۱۵: اگر 0.20 mol $NO(g)$ در 2600 K در یک ظرف یک لیتری قرار گیرد، با برقراری تعادل 2.2×10^{-6} از آن تفکیک می‌شود.
- $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ الف) غلظت‌های تعادلی $NO(g)$, $N_2(g)$ و $O_2(g)$ چقدر است؟ ب) مقدار K را برای تعادل در 2600 K محاسبه کنید.
- ۲۱-۱۵: برای تعادل $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ در $25^\circ C$, K_C برابر با $10/2 \text{ L}^2/\text{mol}^2$ است. در حال تعادل، غلظت $CO(g)$ برابر با 0.25 mol/L و غلظت $CH_3OH(g)$ در حال تعادل چقدر است؟
- ۲۲-۱۵: برای تعادل $2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$ در $K = 1800$, K_C برابر با $8/36 \times 10^{-3}$ است. چه غلظتی از $NO(g)$ به $N_2(g)$ با غلظت 0.56 mol/L و $O_2(g)$ با غلظت 0.745 mol/L در حال تعادل است؟
- ۲۳-۱۵: برای تعادل $H_2O(g) + CO(g) \rightleftharpoons H_2(g) + CO_2(g)$ در $25^\circ C$, K_C برابر با $1/30$ است. اگر 0.600 mol $H_2O(g)$ و 0.600 mol $CO(g)$ در یک ظرف یک لیتری مخلوط شوند، با برقراری تعادل، غلظت هر یک از چهار داده، چقدر خواهد بود؟



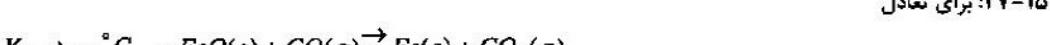
در $15^\circ C$ ، $K_c = 10^{-3}$ برابر با است. اگر mol $1/0.600$ از $IBr(g)$ در $15^\circ C$ در یک ظرفی یک لیتری قرار گیرد، با برقراری تعادل، غلظت هر یک از سه گاز چقدر خواهد بود؟



در $425^\circ C$ ، $K_c = 54/8$ است. اگر mol $1/0.000$ از $H_2(g)$ و $I_2(g)$ و mol $1/0.000$ از $HI(g)$ در $425^\circ C$ در یک ظرف یک لیتری قرار گیرند، با برقراری تعادل، غلظت هر یک از سه گاز چقدر خواهد بود؟

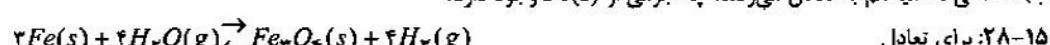


در $400^\circ K$ ، $K_c = 70$ است. اگر mol $1/0.45$ از $Br_2(g)$ و mol $1/0.45$ از $Cl_2(g)$ و mol $1/0.45$ از $BrCl(g)$ در $400^\circ K$ در یک ظرف یک لیتری قرار گیرند، پس از برقراری تعادل، غلظت هر یک از گازها چقدر است؟



برابر با 10^3 است. الف) اگر mol $1/0.500$ از $CO(g)$ و مقدار اضافی از FeO جامد در $1000^\circ C$ در یک ظرف یک لیتری قرار گیرند، پس از برقراری تعادل، غلظت‌های $CO(g)$ و $CO_2(g)$ چقدر است؟

ب) هنگامی که سیستم به تعادل می‌رسد، چه جرمی از $Fe(s)$ وجود دارد؟



در $900^\circ C$ ، $K_p = 5/1$ است. الف) اگر mol $1/0.500$ از $H_2O(g)$ و مقدار اضافی از Fe جامد در $900^\circ C$ در یک ظرف یک لیتری قرار گیرند، پس از برقراری تعادل، غلظت‌های $H_2O(g)$ و $H_2(g)$ چقدر است؟

ب) هنگامی که سیستم به تعادل می‌رسد چه جرمی از Fe_2O_3 وجود دارد؟

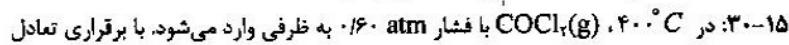
ثابت تعادل: K_p

$29-15$: در $1000^\circ C$ ، کربن جامد در یک لیتری که در فشار atm از $H_2(g)$ پر است، وارد می‌شود. با برقراری تعادل

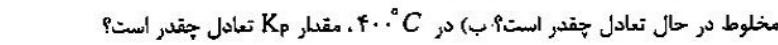


فشار جزیی ($CH_4(g)$) در آن مخلوط تعادلی، برابر با $128\ atm$ است. الف) فشار جزیی ($H_2(g)$) در مخلوط در حال تعادل چقدر است؟

ب) در $1000^\circ C$ ، مقدار K_p تعادل چقدر است؟

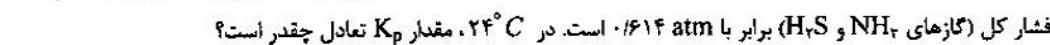


فشار جزیی ($CO(g)$) در مخلوط در حالت تعادل، برابر با $14\ atm$ است. الف) فشار جزیی ($COCl_2(g)$ و $Cl_2(g)$) در مخلوط در حال تعادل چقدر است؟ ب) در $400^\circ C$ ، مقدار K_p تعادل چقدر است؟



فشار کل (گازهای H_2S و NH_3) برابر با $1614\ atm$ است. در $24^\circ C$ ، مقدار K_p تعادل چقدر است؟

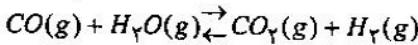
32-15: در $450^\circ C$ ، HgO جامد به یک ظرف خالی از هوا، وارد می‌شود. با برقراری تعادل



فشار کل (گازهای Hg و O_2) برابر با $1107\ atm$ است. در $450^\circ C$ ، مقدار K_p تعادل چقدر است؟

33-15: مخلوطی شامل mol $1/0.000$ از $CO(g)$ و mol $1/0.000$ از $H_2O(g)$ در $800^\circ K$ در ظرفی به حجم L قرار گیرند. در حال تعادل mol $1/665$ از $CO_2(g)$ و mol $1/665$ از $H_2(g)$ وجود دارند.

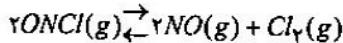
فصل پانزدهم



الف) غلظت تعادلی هر یک از چهار گاز چقدر است؟ ب) در $K_p = 800$ مقدار K_p تعادل چقدر است؟

ج) در $K_p = 800$ مقدار K_p تعادل چقدر است؟

د) مقدار عددی K_p در $K = 34-15$ و فشار کل 585 atm از $ONCl(g)$ تفکیک می‌شود:



فرض کنید قبل از تفکیک، $1/1000 \text{ mol}$ از $ONCl(g)$ وجود داشته است.

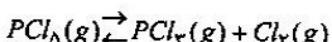
الف) چند مول $(Cl_2(g), NO(g), ONCl(g))$ در حال تعادل وجود دارد؟

ب) تعداد کل مول‌های گاز در حال تعادل چقدر است؟

ج) فشار جزئی گازهای در حال تعادل چقدر است؟

د) مقدار عددی K_p تعادل، در $K = 585$ چقدر است؟

۳۵-۱۵ در $25^\circ C$ ، 250 atm تا رسیدن به فشار $1/1000 \text{ atm}$ $PCl_5(g)$ با برقراری تعادل

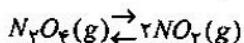


فشار داخل ظرف به $1/714 \text{ atm}$ می‌رسد. الف) فشارهای جزئی $PCl_3(g)$ و $Cl_2(g)$ در مخلوط تعادلی چقدر است؟

ب) در $C = 25^\circ$ مقدار k_p تعادل چقدر است؟

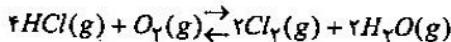
۳۶-۱۵ در N_2O_4 ، $55^\circ C$ تا رسیدن به فشار $1/625 \text{ atm}$ به یک ظرف خالی از هوا وارد می‌شود.

با برقراری تعادل



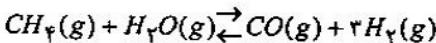
فشار داخل ظرف به $1/980 \text{ atm}$ می‌رسد. الف) فشارهای جزئی $NO_2(g)$ و $N_2O_4(g)$ در مخلوط تعادلی چقدر است؟ ب) در

$55^\circ C$ مقدار k_p تعادل چقدر است؟



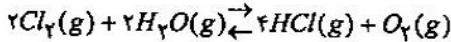
در $C = 48^\circ$ برابر با $K_p = 889 \text{ L/mol}$ است. در $48^\circ C$ ، K_p تعادل چقدر است؟

۳۷-۱۵ برای تعادل



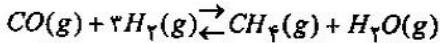
در $C = 150^\circ$ برابر با $K_p = 5/57 \text{ mol}^2/L^2$ است. در $150^\circ C$ تعادلی چقدر است؟

۳۹-۱۵ با استفاده از داده‌های مسأله ۳۷-۱۵، K_p و K_c را برای تعادل

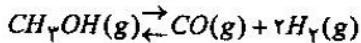


در $48^\circ C$ تعیین کنید.

۴۰-۱۵ با استفاده از داده‌های مسأله ۱۵، K_p و K_c را برای تعادل

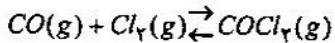


در $150^\circ C$ تعیین کنید.



۴۱-۱۵ برای تعادل

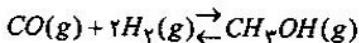
در $C = 275^\circ$ برابر با $K_p = 1/14 \times 10^{-7} \text{ atm}^2$ است. در $275^\circ C$ تعادل چقدر است؟



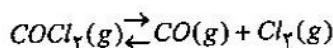
۴۲-۱۵ برای تعادل

در $C = 100^\circ$ برابر با $K_p = 1/49 \times 10^{-4} \text{ atm}^2$ است. در $100^\circ C$ تعادل چقدر است؟

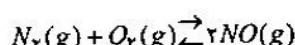
۴۳-۱۵ با استفاده از داده‌های مسأله ۱۵، K_p و K_c را برای تعادل



۱۵-۴۴: با استفاده از داده‌های مسأله ۱۵، K_c و K_p را برای تعادل

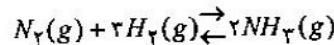


در $100^\circ C$ تعیین کنید.



۱۵-۴۵: برای تعادل

در $2400 K$ برابر $2/5 \times 10^{-3}$ است. فشار جزیی $N_2(g)$ atm و فشار جزیی $O_2(g)$ atm در مخلوط دو گاز است. با برقراری تعادل در $2400 K$ ، فشار جزیی $NO(g)$ چقدر است؟



۱۵-۴۶: برای تعادل

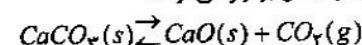
در $350^\circ C$ برابر $2 \times 10^{-4} atm^2$ است. (الف) اگر در $25^\circ C$ در یک مخلوط در حال تعادل فشار جزیی $N_2(g)$ و فشار جزیی $H_2(g)$ atm $28/10$ باشد، فشار جزیی $NH_3(g)$ چقدر خواهد بود؟ (ب) فشار کل چقدر است؟ (ج) چه کسر مولی از $NH_3(g)$ وجود دارد؟

تمرین‌های مطلب‌بلند نشده:

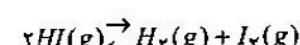
۱۵-۴۷: یک سیستم تعادلی که بهوسیله یک معادله شیمیایی تشریح شده است را در نظر بگیرید. در این معادله شیمیایی $\Delta n = 0$ است. (الف) واحد K_p چیست؟ (ب) تغییر در جهت تعادل با افزایش فشار چگونه است؟ (ج) برای تعادل، رابطه بین K_p و K_c چیست؟

۱۵-۴۸: واکنش $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ بهصورتی که نوشته شده است، گرمایانه باشد. فرض کنید تعادل برقرار است. غلظت $C(g)$ چگونه با تغییرات زیر تغییر می‌کند؟ (الف) افزایش دما، (ب) افزایش فشار، (ج) افزودن یک کاتالیزور، (ه) خارج شدن $B(g)$ ؟ (د) مقدار عددی K_p چگونه با تغییرات زیر، تغییر می‌کند و (ه) افزایش دما، (ز) افزایش فشار، (ح) افزودن یک کاتالیزور، (ی) افزودن $A(g)$ ؟

۱۵-۴۹: مقداری از $CaCO_3$ جامد در یک ظرف خالی از هوا، در $80^\circ C$ وارد می‌شود و تعادل برقرار می‌گردد.



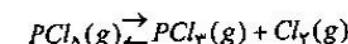
فشار $CO_2(g)$ در حال تعادل $220 atm$ است. در $80^\circ C$ مقدار k_p تعادل چقدر است؟



۱۵-۵۰: برای تعادل

در $425^\circ C$ برابر با $1/82 \times 10^{-2}$ است. فرض کنید با افزودن فقط $HI(g)$ به ظرف واکنش در $425^\circ C$ تعادل برقرار گردد. (الف) غلظت‌های $H_2(g)$ و $I_2(g)$ در حال تعادل با $0.1 mol/L$ از $HI(g)$ چقدر است؟ (ب) قبل از برقراری تعادل، غلظت اولیه $HI(g)$ چقدر بوده است؟ (ج) چه درصدی از $HI(g)$ افزوده شده، در حال تعادل تفکیک می‌گردد؟

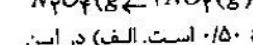
۱۵-۵۱: برای سیستم تعادلی $4HCl(g) + O_2(g) + 2C_2H_4Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ چه معادله‌ای k_p و k_c را به هم مربوط می‌سازد؟



۱۵-۵۲: برای تعادل

در دمایی معین، K_p برابر با $2/25 atm$ است. در همان دمای معین، مقداری از $PCl_5(g)$ به یک بالان خالی از هوا، اضافه می‌شود. با برقراری تعادل، فشار جزیی $PCl_5(g)$ به $0.25 atm$ می‌رسد. (الف) فشار جزیی $Cl_2(g)$ و $PCl_4(g)$ در حال تعادل چقدر است؟ (ب) فشار اولیه $PCl_5(g)$ قبل از آن که به $PCl_4(g)$ و $Cl_2(g)$ تفکیک شود، چقدر بوده است؟ (ج) در حال تعادل چه درصد مولی از $PCl_5(g)$ تفکیک شده است؟

۱۵-۵۳: در دمایی معین تعادل زیر برقرار شده است:



در مخلوط در حال تعادل، فشار جزیی $N_2O_4(g)$ $0.150 atm$ و فشار جزیی $NO_2(g)$ برابر $0.150 atm$ است. (الف) در این دما، مقدار K_p چقدر است؟ (ب) اگر فشار کل از $1/00 atm$ به $2/00 atm$ افزایش یابد و دما ثابت باشد، فشار جزیی اجزای مخلوط در حال تعادل چقدر است؟ تایان ذکر است که برای حل این مسأله باید از معادله درجه دوم استفاده شود.

حل تمرین های فصل ۱۵

تعادلات شیمیایی، اصل لوشاتولیه

۱-۱۵

$$(d) \quad \begin{aligned} \gamma Ag_r O(s) &\leftrightarrow \gamma Ag(s) + O_r(g) \\ [O_r] &= K_c \end{aligned}$$

(ه)

$$\begin{aligned} (e) \quad \begin{aligned} \gamma NH_r(g) + \delta O_r(g) &\leftrightarrow \gamma NO(g) + \delta H_r O(g) \\ \frac{[NO]^{\gamma} [H_r O]^{\delta}}{[NH_r]^{\gamma} [O_r]^{\delta}} &= K_c \\ \underline{\underline{3-15}} \end{aligned} \end{aligned}$$

زیادشدن فشار باعث می‌گردد تا سیستم به سمتی که تعداد مول‌های گازی کمتری است پیش روی کند. (الف) چپ (ب) راست (ج) چپ (د) چپ (ه) بدون تغییر

۴-۱۵

زیادشدن فشار باعث می‌گردد تا سیستم به سمتی که تعداد مول‌های گازی کمتری دارد پیش روی کند. (الف) راست، (ب) بدون تغییر (ج) چپ (د) چپ (ه) چپ

۵-۱۵

(الف)

$$\begin{aligned} (f) \quad \begin{aligned} \gamma H_r S(g) + CH_r(g) &\leftrightarrow CS_r(g) + \gamma H_r(g) \\ \frac{(P_{CS_r})(P_{H_r})^{\gamma}}{(P_{H_r S})^{\gamma} (P_{CH_r})} &= K_P \quad K_P = K_C (RT)^{\gamma+1} \end{aligned} \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} (g) \quad \begin{aligned} \gamma NO_r(g) &\leftrightarrow N_r O_r(g) \\ \frac{(P_{N_r O_r})}{(P_{NO_r})^{\gamma}} &= K_P \quad K_P = K_C (RT)^{-1} \end{aligned} \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} (h) \quad \begin{aligned} \gamma Pb_r O_f(s) &\leftrightarrow \gamma PbO(s) + O_r(g) \\ (P_{O_r}) &= K_p \quad K_p = K_c (RT)^{+1} \end{aligned} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (الف) \quad \begin{aligned} \gamma H_r S(g) + CH_f(g) &\leftrightarrow CS_r(g) + \gamma H_r(g) \\ \frac{[CS_r][H_r]^{\gamma}}{[H_r S]^{\gamma} [CH_f]} &= K_c \end{aligned} \end{aligned}$$

(ب)

$$\begin{aligned} (c) \quad \begin{aligned} \gamma NO_r(g) &\leftrightarrow N_r O_f(g) \\ \frac{[N_r O_f]}{[NO_r]^{\gamma}} &= K_c \end{aligned} \end{aligned}$$

(ج)

$$\begin{aligned} (d) \quad \begin{aligned} \gamma Pb_r O_f(s) &\leftrightarrow \gamma PbO(s) + O_r(g) \\ \frac{[PbO]^{\gamma} [O_r]}{[Pb_r O_f]} &= [O_r] = K_c \end{aligned} \end{aligned}$$

$$(e) \quad C(s) + CO_r(g) \leftrightarrow CO(g)$$

$$\begin{aligned} (f) \quad \begin{aligned} \frac{[CO]^{\gamma}}{[CO_r]} &= K_c \\ \gamma NO(g) &\leftrightarrow N_r(g) + O_r(g) \end{aligned} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (g) \quad \begin{aligned} \frac{[N_r][O_r]}{[NO]^{\gamma}} &= K_c \\ \gamma-15 \end{aligned} \end{aligned}$$

$$(h) \quad Ni(s) + \gamma CO(g) \leftrightarrow Ni(CO)_f(g)$$

$$\begin{aligned} (i) \quad \begin{aligned} \frac{[Ni(CO)_f]}{[CO]^{\gamma}} &= K_c \\ CO(g) + H_r O(g) &\leftrightarrow CO_r(g) + H_r(g) \end{aligned} \end{aligned}$$

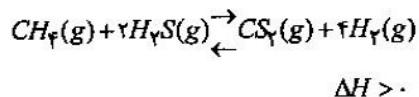
$$\begin{aligned} (j) \quad \begin{aligned} \frac{[H_r O][CO_r]}{[H_r O][CO]} &= K_c \\ \gamma CO_r(g) &\leftrightarrow \gamma CO(g) + O_r(g) \end{aligned} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (k) \quad \begin{aligned} \frac{[CO]^{\gamma} [O_r]}{[CO_r]} &= K_c \end{aligned} \end{aligned}$$

$$\frac{(P_{H_2O})^{\tau} (P_{NO})^{\tau}}{(P_{NH_3})^{\tau} (P_{O_2})^{\delta}} = K_p \quad K_p = K_C (RT)^{+1}$$

۷-۱۵ از آن جا که با زیادشدن دما ثابت تعادل زیاد می‌شود و واکنش به سمت راست پیشروی می‌کند. پس واکنش گرماییر است.

۸-۱۵ از آن جا که زیادشدن دما باعث کم شدن ثابت تعادل K_C می‌گردد و واکنش به سمت راست پیشروی می‌کند، پس واکنش گرمایرا است.



(الف) زیادشدن درجه حرارت واکنش را به سمت راست هدایت می‌کند.

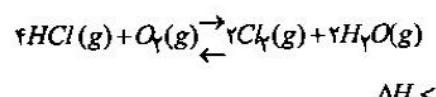
(ب) زیادشدن مقدار H_2S واکنش را به سمت راست هدایت می‌کند.

(ج) کم شدن مقدار CS_2 واکنش را به سمت راست هدایت می‌کند.

(د) زیادشدن فشار واکنش را به سمت چپ هدایت می‌کند.

(ه) زیادشدن مقدار کاتالیزور تغییری در جهت واکنش ایجاد نمی‌کند.

۹-۱۵

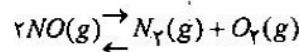


(الف) زیادشدن درجه حرارت باعث می‌گردد که واکنش به سمت چپ پیش روی کند.

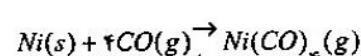
(ب) کم شدن فشار باعث می‌گردد که واکنش به سمت چپ پیشروی کند.

$$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) \quad (5)$$

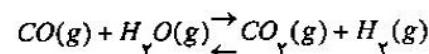
$$\frac{(P_{CO})^{\tau}}{(P_{CO_2})^{\delta}} = K_p \quad K_p = K_C (RT)^{+1} \quad (ه)$$



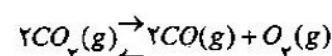
$$\frac{(P_{O_2})^{\tau} (P_{N_2})^{\delta}}{(P_{NO})^{\tau}} = K_p \quad K_p = K_C (RT)^{\circ} = K_C \quad (6-۱۵)$$



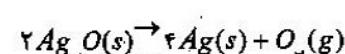
$$\frac{(P_{Ni(CO)_4})}{(P_{CO})^4} = K_p \quad K_p = K_C (RT)^{-\tau} \quad (ب)$$



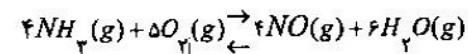
$$\frac{(P_{H_2}) (P_{CO_2})}{(P_{CO}) (P_{H_2O})} = K_p \quad K_p = K_C (RT)^{\circ} \quad (ج)$$



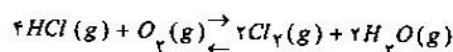
$$\frac{(P_{CO})^{\tau} (P_{O_2})^{\delta}}{(P_{CO_2})^{\tau}} = K_p \quad K_p = K_C (RT)^{+1} \quad (5)$$



$$P_{O_2} = K_p \quad K_p = K_C (RT)^{+1} \quad (ه)$$



۱۳-۱۵



$$Q = \frac{[Cl_2]^2 [H_2O]^2}{[HCl]^2 [O_2]^2}$$

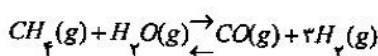
$$Q = \frac{(0.18 \cdot mol/L)^2 (0.14 \cdot mol/L)^2}{(0.12 \cdot mol/L)^2 (0.14 \cdot mol/L)^2}$$

$$= 0.18 \times 1.4 L/mol$$

$$K_C = 889 L/mol \quad Q \geq K_C$$

واکنش به طرف چپ پیش روی می کند.

۱۴-۱۵



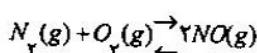
$$Q = \frac{[CO][H_2]^2}{[CH_4][H_2O]} = \frac{(0.12 \cdot mol/L)(0.15 \cdot mol/L)^2}{(0.12 \cdot mol/L)(0.18 \cdot mol/L)}$$

$$= 0.12 mol^2/L^2$$

$$K_C = 5.42 mol^2/L^2 \quad Q < K_C$$

واکنش به سمت راست پیش روی می کند.

۱۵-۱۵



$$Q = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]}$$

$$= \frac{(0.10 \cdot 25 mol/L)^2}{(0.16 \cdot mol/L)(0.175 mol/L)}$$

$$= 1.39 \times 10^{-5}$$

$$K_C = 1.20 \times 10^{-4} \quad Q < K_C$$

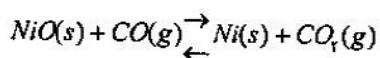
واکنش به سمت راست پیش روی می کند.

ج) زیاد شدن مقدار H_2O باعث می گردد که واکنش به سمت چپ پیش روی کند.

د) کم شدن مقدار HCl باعث می گردد که واکنش به سمت چپ پیش روی کند.

ه) زیاد شدن مقدار کاتالیزور تغییری در جهت واکنش نمی دهد.

۱۱-۱۵



$$\Delta H < 0$$

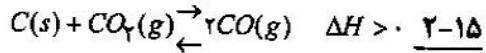
الف) کم شدن درجه حرارت باعث می گردد واکنش به سمت راست پیش روی کند.

ب) کم شدن فشار تغییری در وضعیت تعادل نمی دهد.

ج) زیاد شدن مقدار NiO تغییری در وضعیت تعادل نمی دهد.

د) زیاد شدن مقدار CO باعث می گردد واکنش به سمت راست پیش روی کند.

ه) کم شدن مقدار CO_2 باعث می گردد واکنش به سمت راست پیش روی کند.



الف) زیاد شدن مقدار CO_2 باعث می گردد واکنش به سمت راست پیش روی کند.

ب) کم شدن مقدار کربن جامد تغییری در وضعیت تعادل نمی دهد.

ج) زیاد شدن درجه حرارت باعث می گردد که واکنش به سمت راست پیش روی کند.

د) کم شدن فشار باعث می گردد واکنش به سمت راست پیش روی کند.

ه) کم شدن مقدار CO باعث می گردد واکنش به سمت راست پیش روی کند.

۱۶-۱۵

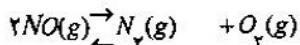
(ب)

$$K_C = \frac{[SO_3^2][O_2]}{[SO_3^2]} = \frac{(0.122 mol/L)(0.111 mol/L)}{(0.128 mol/L)^2} \\ = 2.69 \times 10^{-3} mol/L$$

۲۰-۱۵

(الف)

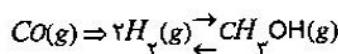
در صد NO تغییر کرده در حال تعادل:
 $(0.120 mol/L)(0.122) = 0.144$



شرط ازماش: $-0.20 mol/L$
 $-0.156 mol/L$ $-0.22 mol/L$ $-0.22 mol/L$

(ب)

$$K_C = \frac{[N_2][O_2]}{[NO]^2} = \frac{(0.144 mol/L)^2}{(0.146)^2} = 1.99 \times 10^{-3} mol/L$$

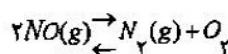
۲۱-۱۵

$$K_C = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]} = \frac{[CH_3OH]}{(0.175 mol/L)(0.16 mol/L)}$$

$$K_C = 1.7 L^2 mol^{-2}$$

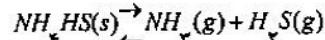
$$[CH_3OH] = 2.18 \times 10^{-3} mol/L$$

غلظت الكل در حال تعادل

۲۲-۱۵

$$K_C = \frac{[N_2][O_2]}{[NO]^2} = \frac{(0.158 mol/L)(0.124 mol/L)}{[NO]^2} \\ = 1.36 \times 10^{-3}$$

$$[NO] = 1.6 \times 10^{-3} mol/L$$

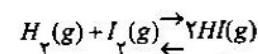
غلظت NO در حال تعادل

$$Q = \frac{[NH_3][H_2S]}{[NH_4HS]}$$

$$= \frac{(0.120 mol/L)(0.107 mol/L)}{1}$$

$$Q = 1.04 \times 10^{-4} mol^2/L^2$$

$$K_C = 1.08 \times 10^{-4} mol^2/L^2 \quad Q < K_C$$

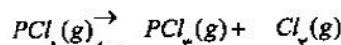
ثابت تعادل K_c ۱۷-۱۵

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$= \frac{(0.125 mol/L)^2}{(0.108 mol/L)(0.115 mol/L)} = 61$$

۱۸-۱۵

(الف)



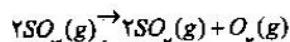
شرط ازماش: $-0.240 mol/L$
 $-0.240 mol/L$ $-0.500 mol/L$ $-0.500 mol/L$

(ب)

$$K_C = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{(0.150 mol/L)^2}{(0.124 mol/L)} \\ = 1.14 mol/L$$

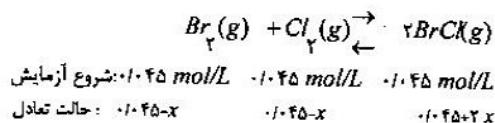
۱۹-۱۵در صد SO_2 تغییر کرده در حال تعادل

$$(0.140 mol/L)(0.277) = 0.112$$



شرط ازماش: $-0.6 mol/L$
 $-0.480 mol/L$ $-0.22 mol/L$ $-0.11 mol/L$

۲۶-۱۵



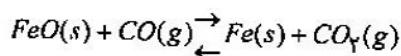
$$K_C = \frac{[BrCl]^{\gamma}}{[Br]_{\gamma}[Cl]_{\gamma}} = \frac{(0.45+x)^{\gamma}}{(0.45-x)(0.45-x)}$$

$$= 1.$$

$$x = 0.15 \text{ mol/L} \quad [BrCl] = 0.47 \text{ mol/L}$$

$$[Br]_{\gamma} = [I]_{\gamma} = 0.29 \text{ mol/L}$$

۲۷-۱۵



$$\frac{[CO_{\gamma}]}{[CO]} = K_C \quad \frac{x}{(0.45-x)} = 0.4$$

$$x = 0.144 \text{ mol/L}$$

$$[CO_{\gamma}] = 0.144 \text{ mol/L}$$

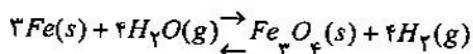
$$[CO] = 0.356 \text{ mol/L}$$

ب) از آن جا که در واکنش فوق مقدار 0.144 mol گاز کربنیک تولید می‌شود پس معادل آن یعنی 0.144 mol آهن تولید می‌شود.

$$? g Fe = 0.144 \text{ mol Fe} \left(\frac{56/18 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \right)$$

$$= 0.4 \text{ g Fe}$$

(الف) ۲۸-۱۵

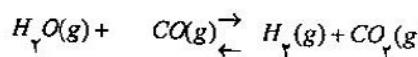


$$\frac{[H_{\gamma}]}{[H_{\gamma}O]}^{\gamma} = K_C \quad \frac{(x)^{\gamma}}{(0.45-x)^{\gamma}} = 0.1$$

$$x = 0.3$$

$$[H_{\gamma}O] = 0.2 \text{ mol/L}$$

$$[H_{\gamma}O] = 0.2 \text{ mol/L}$$



شروع آزمایش:

$$0.6 \text{ mol/L} \quad 0.6 \text{ mol/L} \quad - \quad -$$

حالت تعادل:

$$(0.6-x) \text{ mol/L} \quad (0.6-x) \text{ mol/L} \quad x \text{ mol/L} \quad x \text{ mol/L}$$

$$K_C = \frac{[H_{\gamma}][CO_{\gamma}]}{[H_{\gamma}O][CO]}$$

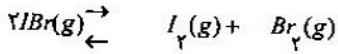
$$= \frac{(x \text{ mol/L})(x \text{ mol/L})}{((0.6-x) \text{ mol/L})((0.6-x) \text{ mol/L})}$$

$$= 1/3.$$

$$x = [H_{\gamma}] = [CO_{\gamma}] = 0.32 \text{ mol/L}$$

$$= 0.32 \text{ mol/L}$$

۲۹-۱۵



شروع آزمایش: 0.6 mol/L
 حالت تعادل: $0.6-x \text{ mol/L}$ $x \text{ mol/L}$ $x \text{ mol/L}$

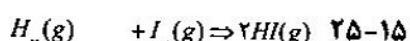
$$K_C = \frac{[I_{\gamma}][Br_{\gamma}]}{[IBr]^{\gamma}} = \frac{(x \text{ mol/L})^{\gamma}}{((0.6-x) \text{ mol/L})^{\gamma}}$$

$$= 1/5 \times 1^{-\gamma}$$

$$x = [I_{\gamma}] = [Br_{\gamma}] = 0.6 \times 1^{-\gamma} \text{ mol/L}$$

$$[IBr] = 0.6 - x = 0.6 - 2(0.6 \times 1^{-\gamma})$$

$$= 0.4 \text{ mol/L}$$



شروع آزمایش: 0.4 mol/L 0.4 mol/L 0.4 mol/L
 حالت تعادل: $0.4-x \text{ mol/L}$ $0.4-x \text{ mol/L}$ $0.4-x \text{ mol/L}$

$$K_C = \frac{[HI]^{\gamma}}{[H_{\gamma}][I_{\gamma}]} = \frac{(0.4-x)^{\gamma}}{(0.4-x)(0.4-x)}$$

$$= 0.4/4$$

$$x = 0.81 \text{ mol/L} \quad [H_{\gamma}] = [I_{\gamma}] = 0.189 \text{ mol/L}$$

$$HI = 0.367 \text{ mol/L}$$

۲۶-تعادل شیمیایی

۳۲-۱۵

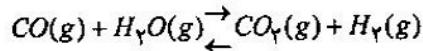
از آن جا که $O_2(g), Hg(g)$ حاصل با نسبت مولی دو به یک ایجاد می‌گردد پس:

$$P_{O_2} = \frac{1}{2} P_{کل} = \frac{1}{2} (11.2 \text{ atm}) = 0.56 \text{ atm}$$

$$P_{Hg} = \frac{1}{2} P_{کل} = \frac{1}{2} (11.2 \text{ atm}) (11.2 \text{ atm}) \\ = 0.56 \text{ atm}$$

$$K_p = (P_{Hg})^2 / (P_{O_2}) = (0.56 \text{ atm})^2 / (0.56 \text{ atm}) \\ = 0.316 \text{ atm}^2$$

۳۳-۱۵



شروع آزمایش:

$$1/1000 \text{ mol} \quad 1/1000 \text{ mol} \quad - \quad -$$

حالت تعادل:

$$0.125 \text{ mol} \quad 0.125 \text{ mol} \quad 0.665 \text{ mol} \quad 0.665 \text{ mol}$$

$$[CO_2] = [H_2O] = 1/1000 - 0.125 = 0.875 \text{ mol}$$

$$[CO_2] = [H_2] = 0.665 \text{ mol}$$

(ب)

$$K_p = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]}$$

$$= \frac{(0.665 \text{ mol})(0.665 \text{ mol})}{(0.125 \text{ mol})(0.125 \text{ mol})} = 3.94$$

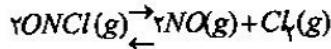
(ج)

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (Rn)^{\circ} = K_c = 3.94$$

۳۴-۱۵

مقدار $ONCl$ تفکیک نشده

$$(1/1000 \text{ mol}) \times 0.56 = 0.056 \text{ mol}$$



$$1/1000 \text{ mol} \quad - \quad -$$

$$0.426 \text{ mol} \quad 0.056 \text{ mol} \quad 0.128 \text{ mol}$$

$$K_p = (P_{NO})(P_{Cl_2}) = (0.128 \text{ atm})(0.056 \text{ atm})$$

$$= 0.072 \text{ atm}^2$$

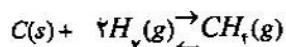
۲۷-تعادل شیمیایی

ب) از آن جا که در واکنش فوق مقدار 0.30 mol هیدروژن تولید می‌شود، پس بر اساس روابط استوکیومتری مقدار 0.25 mol Fe_3O_4 تولید می‌گردد.

$$? g Fe_3O_4 = 0.10075 \text{ mol } Fe_3O_4 \left(\frac{231.5 \text{ g } Fe_3O_4}{1 \text{ mol } Fe_3O_4} \right) \\ = 11.75 \text{ g } Fe_3O_4$$

ثابت تعادل K_p

۲۹-۱۵



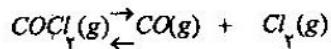
$$1/1000 \text{ atm} \quad - \quad -$$

$$0.1724 \text{ atm} \quad 0.138 \text{ atm} \quad -$$

(ب)

$$K_p = \frac{[P_{CH_4}]}{[P_{H_2}]^2} = \frac{0.138 \text{ atm}}{(0.1724 \text{ atm})^2} \\ = 0.363 \text{ atm}$$

۳۰-۱۵



$$0.18 \text{ atm} \quad - \quad -$$

$$0.14 \text{ atm} \quad 0.14 \text{ atm} \quad 0.14 \text{ atm}$$

(ب)

$$K_p = \frac{[P_{Cl_2}][P_{CO}]}{[P_{COCl_2}]} = \frac{(0.14 \text{ atm})(0.14 \text{ atm})}{(0.14 \text{ atm})} \\ = 0.196 \times 10^{-2} \text{ atm}$$

۳۱-۱۵

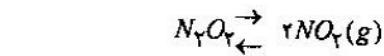
از آن جا که تفکیک NH_4HS به آمونیاک و هیدروژن سولفید با نسبت مولی انجام می‌گیرد، پس فشار جزئی هر کدام $0.307 \text{ atm} / 2 = 0.1535 \text{ atm}$

$$K_p = (P_{NH_3})(P_{H_2S}) = (0.1535 \text{ atm})(0.1535 \text{ atm})$$

$$= 0.0234 \text{ atm}^2$$

۳۶-۱۵

(ب)



- شروع آزمایش $\cdot ۱۶۵ \text{ atm}$

$\cdot ۱۶۵ - x \text{ mol}$: حالت تعادل

$$P_{\text{کل}} = P_{NO_2} + P_{N_2O_2}$$

$$\cdot ۱۹۸ \text{ atm} = 2x \text{ mol} + (\cdot ۱۶۵ - x) \text{ mol}$$

$$x = \cdot ۱۲۲ \text{ atm}$$

$$P_{NO_2} = 2x = \cdot ۲۴ \text{ atm}, P_{N_2O_2} = \cdot ۱۷ \text{ atm}$$

(ب)

$$\cdot ۱۴۴ \text{ mol} + \cdot ۱۶۴ \text{ mol} + \cdot ۱۸۲ \text{ mol} \\ = \cdot ۴۸ \text{ mol}$$

(ج)

$$P_{NO} = \left(\frac{\cdot ۱۶۴ \text{ mol}}{\cdot ۴۸ \text{ mol}} \right) (\cdot ۱ \cdots \text{ atm}) = \cdot ۱۴ \text{ atm}$$

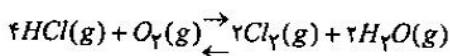
$$P_{Cl_2} = \left(\frac{\cdot ۱۸۲ \text{ mol}}{\cdot ۴۸ \text{ mol}} \right) (\cdot ۱ \cdots \text{ atm}) = \cdot ۱۲ \text{ atm}$$

$$P_{ONCl} = \left(\frac{\cdot ۱۴ \text{ mol}}{\cdot ۴۸ \text{ mol}} \right) (\cdot ۱ \cdots \text{ atm}) = \cdot ۰۷ \text{ atm}$$

(د)

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_2})} = \frac{(\cdot ۲۴ \text{ atm})^2}{(\cdot ۱۷ \text{ atm})} = \cdot ۱۸ \text{ atm}$$

۳۷-۱۵



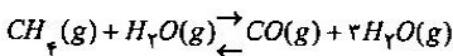
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^{-1}$$

$$K_p = (۱۸۹ L/mol)[(\cdot ۱۸۲ L.atm/K.mol)$$

$$(\cdot ۱۵۲ K)]^{-1}$$

$$= \cdot ۱۴ / \text{atm}$$

۳۸-۱۵



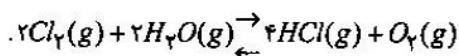
$$\Delta n = ۲ - ۲ = ۰$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = (\Delta / ۰۰۰ mol^2 / L^2)$$

$$[(\cdot ۱۸۲ L.atm / K.mol)(\cdot ۱۵۲ K)]$$

$$= \cdot ۱۲ \times ۱^0 atm$$

۳۹-۱۵

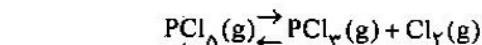


از آن جا که واکنش عکس شده است ثابت های تعادل

به ترتیب $1/K_p$ و $1/K_p$ می گردد.

$$K_p = \frac{(P_{Cl_2})^2 (P_{H_2O})}{(P_{HCl})^2} \\ = \frac{(\cdot ۱۴ \text{ mol})^2 (\cdot ۱۲ \text{ mol})}{(\cdot ۰۷ \text{ mol})^2} = \cdot ۱۷ \text{ atm}$$

۳۵-۱۵ (الف)



- شروع آزمایش $\cdot ۱ \cdots \text{ atm}$

$\cdot ۱ \cdots - x \text{ mol}$: حالت تعادل $x \text{ mol}$

$$P_{\text{کل}} = P_{PCl_3} + P_{PCl_5} + P_{Cl_2}$$

$$\cdot ۱۷ \text{ atm} = (\cdot ۱ \cdots x) \text{ atm} + x \text{ atm} + x \text{ atm}$$

$$x = \cdot ۰۱ \text{ atm}$$

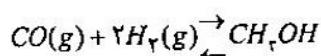
$$P_{PCl_3} = P_{Cl_2} = \cdot ۰۰۱ \text{ atm}, P_{PCl_5} = \cdot ۰۰۰ \text{ atm}$$

(ب)

$$K_p = \frac{(P_{PCl_3})(P_{Cl_2})}{(P_{PCl_5})}$$

$$= \frac{(\cdot ۰۰۱ \text{ mol})(\cdot ۰۰۱ \text{ mol})}{(\cdot ۰۰۰ \text{ mol})} = \cdot ۱۰ \text{ atm}$$

۴۳-۱۵



$$K_c = \frac{1}{1.14 \times 1.2 \text{ atm}^2} = 1.11 \times 10^{-4} \text{ L/mol}^2$$

$$K_c = \frac{1}{1.08 \times 10^{-4} \text{ mol}^2 / \text{L}^2}$$

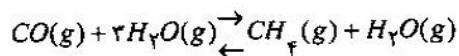
$$= \frac{1.11 \times 10^{-4} / \text{atm}^2}{[(1.11 \text{ L.atm} / \text{K.mol})(10^4 K)]^2}$$

$$= 1.11 \text{ L} / \text{mol}^2$$

$$K_p = \frac{1}{1.14 \text{ atm}} = 0.894$$

$$K_c = \frac{1}{1.11 \times 10^{-4} \text{ mol} / \text{L}} = 1.11 \times 10^{-4} \text{ mol} / \text{L}$$

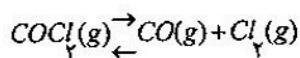
۴۰-۱۵



از آن جا که واکنش عکس شده است پس ثابت های تعادل به ترتیب برابر K_c / K_p و $1 / K_p$ است.

$$K_c = \frac{1}{1.08 \times 10^{-4} \text{ mol}^2 / \text{L}^2} = 1.11 \text{ L}^2 / \text{mol}^2$$

$$K_p = \frac{1}{1.11 \times 10^{-4} \text{ atm}^2} = 1.11 \times 10^{-4} / \text{atm}^2$$

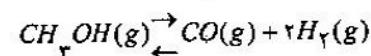


$$K_c = \frac{1}{1.14 \times 1.2 \text{ atm}} = 0.89 \times 10^{-4} \text{ atm}$$

$$K_c = \frac{1}{1.08 \times 10^{-4} \text{ L.atm}}$$

$$= \frac{1}{[(1.11 \text{ L.atm} / \text{K.mol})(10^4 K)]^{+1}}$$

$$= 1.11 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$



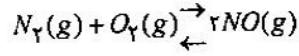
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^{+1}$$

$$1.14 \times 1.2 \text{ atm} =$$

$$K_c [(1.11 \text{ L.atm} / \text{K.mol})(10^4 K)]^{+1}$$

$$K_c = 1.08 \times 10^{-4} \text{ L}^2$$

۴۱-۱۵

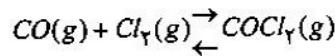


شروع از مایش $\rightarrow 10 \text{ atm}$ $\rightarrow 10 \text{ atm}$
حالات تعادل $\rightarrow (10-x) \text{ atm}$ $\rightarrow (10-x) \text{ atm}$ $\rightarrow x \text{ atm}$

$$K_p = \frac{(P_{NO})^2}{(P_N)(P_O)}$$

$$= \frac{(x)^2}{(10-x)(10-x)} = 10 \times 10^{-4}$$

$$x = P_{NO} = 10 \text{ atm}$$



$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^{-1}$$

$$1.14 \times 1.2 \text{ atm} =$$

$$K_c [(1.11 \text{ L.atm} / \text{K.mol})(10^4 K)]^{-1}$$

$$K_c = 1.08 \times 10^{-4} \text{ L/atm}$$

۴۲-۱۵

فصل پانزدهم

ج) زیاد شدن ماده اولیه A باعث زیاد شدن غلظت C می‌گردد.

د) زیاد شدن کاتالیزور تغییری در غلظت C به وجود نمی‌آورد.

ه) کم شدن غلظت B باعث کم شدن غلظت C می‌گردد.

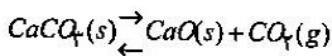
و) زیاد شدن درجه حرارت باعث کم شدن غلظت C و در نهایت باعث کم شدن اندازه عددی K_c می‌گردد.

ز) زیاد شدن فشار باعث زیاد شدن مقدار غلظت C و لذا باعث زیاد شدن اندازه عددی K_c می‌گردد.

ح) زیاد شدن کاتالیزور تغییری در اندازه عددی K_c به وجود نمی‌آورد.

ط) زیاد شدن ماده اولیه A باعث زیاد شدن غلظت C و لذا باعث زیاد شدن اندازه عددی K_c می‌گردد.

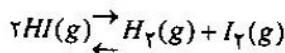
۴۹-۱۵



$$K_p = (P_{CO_2}) = 0.122 \cdot atm \quad K_p = K_C (RT)^1$$

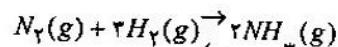
$$K_C = \frac{K_p}{(RT)} = \frac{0.122 \cdot atm}{[(0.122 \cdot atm / K \cdot mol)(1 \cdot K)]} \\ = 2.35 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

(الف) ۵۰-۱۵



$$K_c = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$$

$$1.12 \times 10^{-2} = \frac{[H_2]^2}{(0.1 \cdot mol/L)^2} \\ = \frac{[I_2]}{(0.1 \cdot mol/L)^2} \\ [H_2] = [I_2] = 0.125 \text{ mol/L} \\ = 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$



$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^2}$$

$$7.73 \times 10^{-4} \text{ atm}^2 = \frac{(P_{NH_3})^2}{(9.4 \text{ atm})(28 \cdot atm)^2}$$

$$P_{NH_3} = 12.6 \text{ atm}$$

(ب)

$$P_{\text{کل}} = P_{NH_3} + P_{N_2} + P_{H_2}$$

$$P_{\text{کل}} = 12.6 \text{ atm} + 9.4 \text{ atm} + 28 \cdot atm = 51.1 \text{ atm}$$

(ج)

$$\chi_{NH_3} = \frac{P_{NH_3}}{P_{\text{کل}}} = \frac{12.6 \text{ atm}}{51.1 \text{ atm}} = 0.252$$

تمرین‌های طبقه‌بندی نشده

۴۷-۱۵

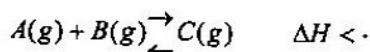
الف) وقتی که $\Delta n = 0$ می‌باشد یعنی تعداد مول‌های مواد اولیه و محصولات با هم برابرند پس ثابت تعادل K_c واحد ندارد.

ب) زمانی که $\Delta n = 0$ می‌باشد یعنی تعداد مول‌های مواد اولیه و محصولات با هم برابرند و زیاد شدن فشار تغییری در وضعیت تعادل ایجاد نمی‌کند.

(ج)

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^0 = K_c \Rightarrow K_p = K_c$$

۴۸-۱۵



الف) زیاد شدن درجه حرارت باعث کم شدن غلظت C می‌گردد.

ب) زیاد شدن فشار باعث زیاد شدن غلظت C می‌گردد.

$$K_P = \frac{(P_{NO})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{(0.15 \text{ atm})^2}{(0.15 \text{ atm})} = 0.15 \text{ atm}$$

ب) زمانی که فشار کل به 2 atm زیاد شود، اگر مقدار فشار NO_2 را برابر x اتمسفر در نظر بگیریم فشار N_2O_4 برابر atm ($2-x$) می‌گردد.

$$P_{NO_2} = x \text{ atm} \quad P_{N_2O_4} = (2-x) \text{ atm}$$

$$K_P = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{x^2}{2-x}$$

$$x^2 + 0.15x - 0.3 = 0$$

$$x = \frac{-0.15 \pm \sqrt{(0.15)^2 - 4 \cdot 0.3}}{2} = 0.175$$

$$x = P_{NO_2} = 0.175 \text{ atm}$$

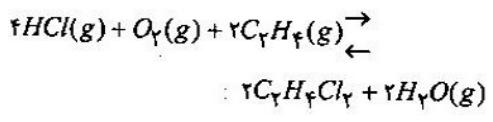
$$P_{N_2O_4} = (2 \text{ atm} - 0.175 \text{ atm}) = 1.825 \text{ atm}$$

(ب)

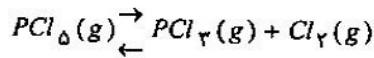
$$[HI] = 0.1 \text{ mol/L} + 2(0.1 \text{ mol/L})$$

$$= 0.12 \text{ mol/L}$$

$$\frac{0.12 \text{ mol/L}}{0.12 \text{ mol/L}} \times 100 = 100\%$$

درصد HI تفکیک شده۵۱-۱۵

$$\Delta n = -2 \quad K_P = K_C (RT)^{-2}$$

۵۲-۱۵

$$K_P = 1/15 \text{ atm}$$

$$K_P = \frac{(P_{PCl_3})(P_{Cl_2})}{(P_{PCl_5})} = \frac{(P_{PCl_3})^2}{0.15 \text{ atm}}$$

$$= \frac{(P_{Cl_2})^2}{0.15 \text{ atm}} = 1/15 \text{ atm}$$

$$P_{Cl_2} = P_{PCl_3} = 0.15 \text{ atm}$$

(ب)

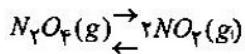
$$(P_{PCl_5}) = 0.15 \text{ atm} + 0.15 \text{ atm} = 0.3 \text{ atm}$$

(ج)

$$\frac{0.15 \text{ atm}}{0.3 \text{ atm}} \times 100 = 50\%$$

درصد PCl_5 تفکیک شده۵۳-۱۵

(الف)

درصد N_2O_4 تفکیک شده