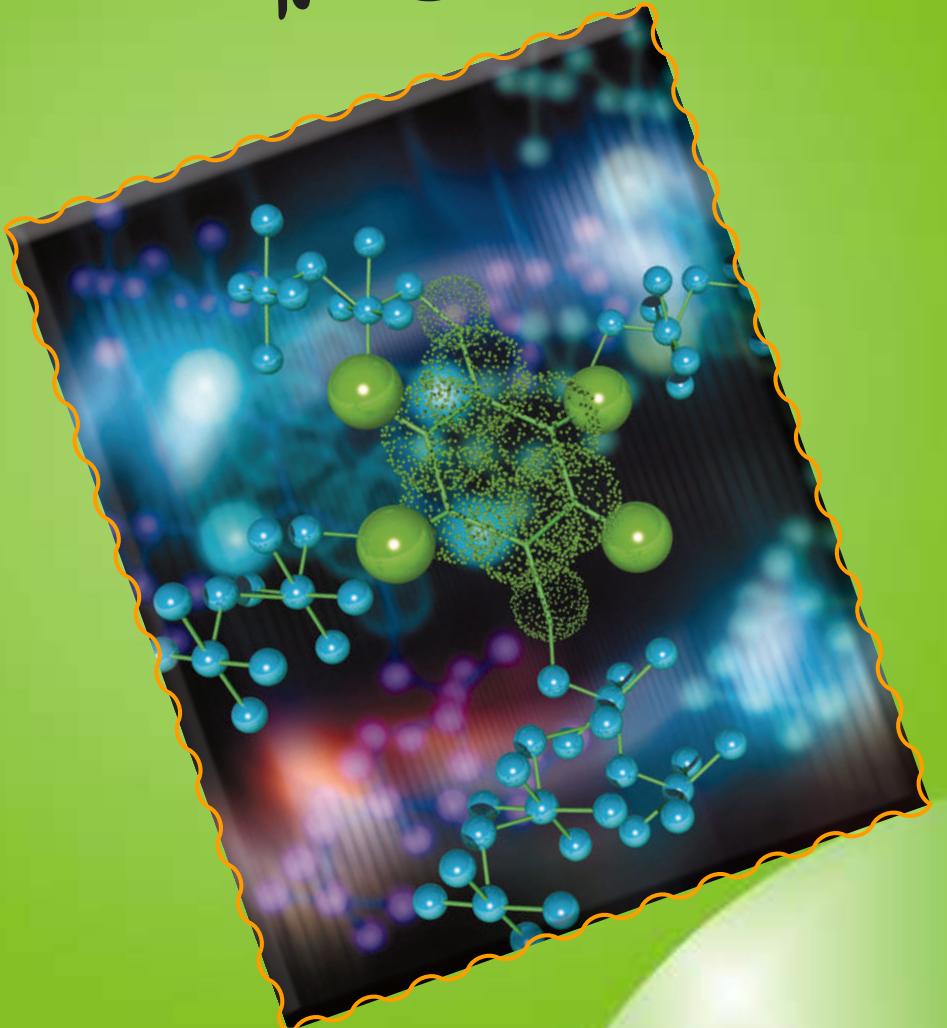


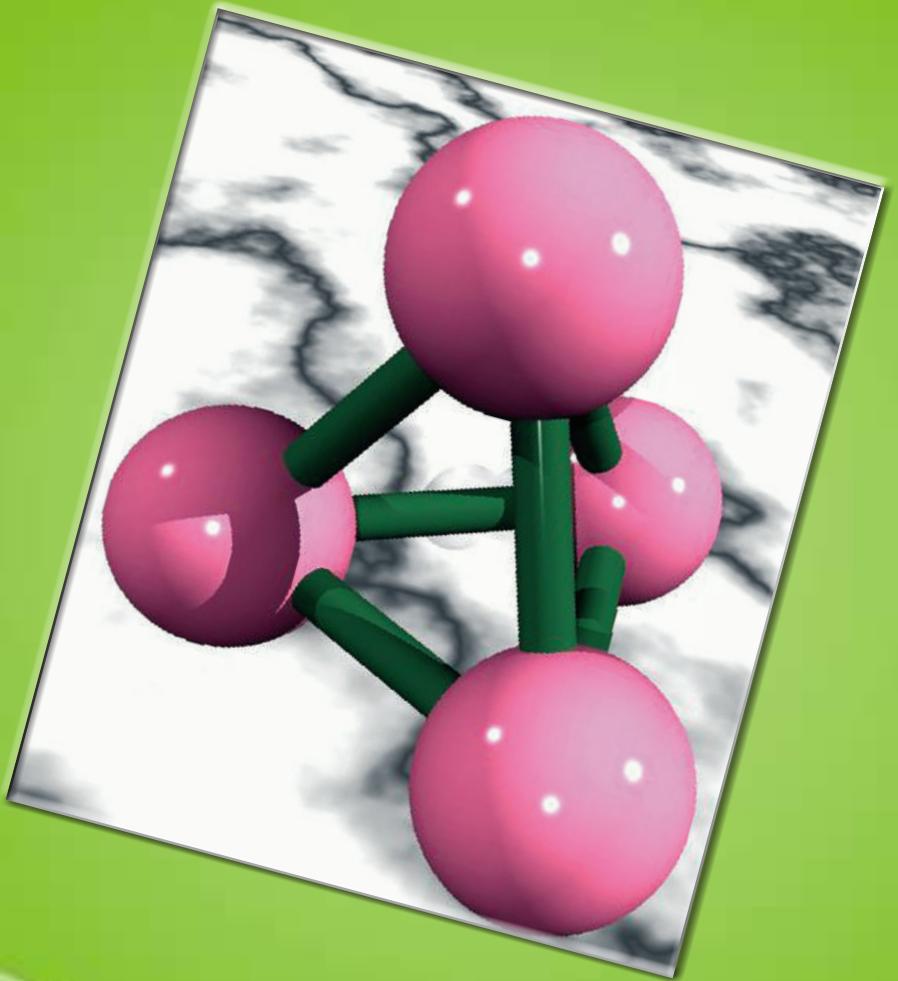


کیمیا

صف دهم



کیمیا - صفحه دهم





سرود ملی

دا عزت د هر افغان دی	دا وطن افغانستان دی
هر بچی یې قهرمان دی	کور د سولې کور د توري
د بلوڅو د ازبکو	دا وطن د ټولو کور دی
د ترکمنو د تاجکو	د پښتون او هزاره وو
پامیریان، نورستانیان	ورسره عرب، گوجردی
هم ايماق، هم پشه ٻان	براھوي دی، ڦرلاش دی
لکه لمر پرشنه آسمان	دا هېواد به تل څلپري
لکه زره وي جاويه دان	په سينه کې د آسيا به
وايو الله اکبر وايو الله اکبر	نوم د حق مودي رهبر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



کیمیا

صنف دهم

سال چاپ: ۱۳۹۸ هـ. ش

مشخصات کتاب

مضمون: کیمیا

مؤلفان: گروه مؤلفان کتاب‌های درسی دیپارتمنت کیمیا نصاب تعلیمی

ویراستاران: اعضای دیپارتمنت ویراستاری و ایدیت زبان دری

صنف: دهم

زبان متن: دری

انکشاف دهنده: ریاست عمومی انکشاف نصاب تعلیمی و تالیف کتب درسی

ناشر: ریاست ارتباط و آگاهی عامه وزارت معارف

سال چاپ: ۱۳۹۸ هجری شمسی

مکان چاپ: کابل

چاپخانه:

ایمیل آدرس: curriculum@moe.gov.af

حق طبع، توزیع و فروش کتاب‌های درسی برای وزارت معارف جمهوری اسلامی افغانستان محفوظ است. خرید و فروش آن در بازار ممنوع بوده و با متخلفان برخورد قانونی صورت می‌گیرد.

پیام وزیر معارف

اقرأ باسم ربک

سپاس و حمد بیکران آفریدگار یکتایی را که بر ما هستی بخشید و ما را از نعمت بزرگ خواندن و نوشتمن برخوردار ساخت، و درود بی پایان بر رسول خاتم - حضرت محمد مصطفیٰ ﷺ که نخستین پیام الهی بر ایشان «خواندن» است.

چنانچه بر همه گان هویداست، سال ۱۳۹۷ خورشیدی، به نام سال معارف مسمی گردید. بدین ملحوظ نظام تعلیم و تربیت در کشور عزیز ما شاهد تحولات و تغییرات بنیادینی در عرصه‌های مختلف خواهد بود؛ معلم، متعلم، کتاب، مکتب، اداره و شوراهای والدین، از عناصر شش گانه و اساسی نظام معارف افغانستان به شمار می‌روند که در توسعه و انکشاف آموزش و پرورش کشور نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. در چنین برهه سرنوشت‌ساز، رهبری و خانواده بزرگ معارف افغانستان، متوجه به ایجاد تحول بنیادی در روند رشد و توسعه نظام معاصر تعلیم و تربیت کشور می‌باشد.

از همین‌رو، اصلاح و انکشاف نصاب تعلیمی از اولویت‌های مهم وزارت معارف پنداشته می‌شود. در همین راستا، توجه به کیفیت، محتوا و فرایند توزیع کتاب‌های درسی در مکاتب، مدارس و سایر نهادهای تعلیمی دولتی و خصوصی در صدر برنامه‌های وزارت معارف قرار دارد. ما باور داریم، بدون داشتن کتاب درسی باکیفیت، به اهداف پایدار تعلیمی در کشور دست نخواهیم یافت.

برای دستیابی به اهداف ذکر شده و نیل به یک نظام آموزشی کارآمد، از آموزگاران و مدرسان دلسوز و مدیران فرهیخته به عنوان تربیت کننده گان نسل آینده، در سراسر کشور احترام‌انه تقاضا می‌گردد تا در روند آموزش این کتاب درسی و انتقال محتوای آن به فرزندان عزیز ما، از هر نوع تلاشی دریغ نورزیده و در تربیت و پرورش نسل فعال و آگاه با ارزش‌های دینی، ملی و تفکر انتقادی بکوشند. هر روز علاوه بر تجدید تعهد و حس مسؤولیت پذیری، با این نیت تدریس را آغاز کنند، که در آینده نزدیک شاگردان عزیز، شهروندان مؤثر، متمدن و معماران افغانستان توسعه یافته و شکوفا خواهند شد.

همچنین از دانش آموزان خوب و دوست داشتنی به مثابه ارزشمندترین سرمایه‌های فردای کشور می‌خواهم تا از فرصت‌ها غافل نبوده و در کمال ادب، احترام و البته کنجکاوی علمی از درس معلمان گرامی استفاده بهتر کنند و خوش چین دانش و علم استادان گرامی خود باشند.

در پایان، از تمام کارشناسان آموزشی، دانشمندان تعلیم و تربیت و همکاران فنی بخش نصاب تعلیمی کشور که در تهیه و تدوین این کتاب درسی مجданه شبانه روز تلاش نمودند، ابراز قدردانی کرده و از بارگاه الهی برای آن‌ها در این راه مقدس و انسان‌ساز موفقیت استدعا دارم. با آرزوی دستیابی به یک نظام معارف معیاری و توسعه یافته، و نیل به یک افغانستان آباد و مترقی دارای شهروندان آزاد، آگاه و مرتفعه.

دکتور محمد میرویس بلخی

وزیر معارف

فهرست عناوین

صفحه

عنوان

فصل اول

۱	تیوری انکشاف اтомی
۲	۱- تاریخچه انکشاف تیوری اتمی
۳	۲- ساختمان اtom
۴	۳- طیف اتمی
۹	۴- تیوری اتمی بور
۱۲	۵- تیوری معاصر اتمی
۱۸	۶- ساختمان الکترونی اtom های چندین الکترونی
۲۵	خلاصه فصل اول
۲۹	تمرین
۳۱	تمرين

فصل دوم

۳۴	ترتیب الکترونی و خواص دوره بی عناصر
۳۵	۱- تاریخچه ساختمان سیستم پریودیک
۴۰	۲- ساختمان الکترونی عناصر
۴۳	۳- خواص عناصر و تغیر متناوب آن در جدول دوره بی عناصر
۵۲	۴- خواص عنصر انتقالی (d-Elements)
۵۶	خلاصه فصل
۵۷	تمرین فصل

فصل سوم

۶۰	روابط کیمیاوی (Chemical Bonds)
۶۱	۱- مشخصات روابط کیمیاوی و سمبل های لیویس
۶۲	۲- قانون اوکتیت و ساختمان لیویس
۶۶	۳- انواع روابط کیمیاوی :
۶۶	۳-۱- رابطه آیونی : (Electro Volant bond)
۷۲	۳-۲- رابطه اشتراکی (Covalent bond)
۷۲	۳-۳- رابطه اشتراکی (Covalent bond)
۸۶	خلاصه فصل سوم
۸۷	تمرین فصل سوم

فصل چهارم

۹۰	ساختمان مالیکول ها و قطیبت آن ها
۹۱	۱- قشر ولانسی اtom مرکزی مالیکول ها
۹۴	۲- مالیکول های خطی (دو جوره الکترونی)
۹۵	۳- مالیکول های مسطح (سه جوره الکترونی)
۹۶	۴- مالیکول های چهار سطحی (چهار جوره الکترونی)

فهرست عناوین

صفحه

عنوان

۱۰۲.....	۴-۵ : ساختمان مالیکول آب
۱۰۴.....	ساختمان مالیکول امونیا
۱۰۵.....	انواع مالیکول ها(قطبی، غیر قطبی، آیونی)
۱۰۸.....	خلاصه فصل چهارم
۱۰۹.....	تمرین فصل چهارم

فصل پنجم

۱۱۲.....	قوای بین مالیکولی
۱۱۳.....	۵-۱ : تفاوت ها بین روابط کیمیاوی و قوه بین مالیکولی
۱۱۴.....	۵-۲ : انواع قوه جذب بین مالیکولی
۱۲۵.....	۵-۳ : تأثیر قوه ها بالای خواص فزیکی مواد
۱۳۰.....	خلاصه فصل پنجم
۱۳۱.....	تمرین فصل پنجم

فصل ششم

۱۴۴.....	حالات ماده
۱۴۵.....	۶-۱ : جامدات، مایعات و گازات
۱۴۶.....	۶-۱-۱ : بعضی مشاهدات اولیه جامدات:
۱۴۷.....	۶-۱-۲ : بلورها(Crystal)
۱۴۸.....	۶-۱-۳ : انواع جامدات
۱۴۹.....	۶-۱-۴ : خواص جامدات
۱۵۰.....	۶-۲ : مایعات
۱۵۱.....	۶-۲-۱ : خواص عمومی مایعات
۱۵۲.....	۶-۲-۱-۱ : مقایسه انتشار مایعات با گازات
۱۵۳.....	۶-۲-۱-۲ : تبخیر و فشار بخار مایعات
۱۵۴.....	۶-۲-۱-۳ : درجه غلیان مایعات
۱۵۵.....	۶-۲-۱-۴ : حرارت و تغییرات ماده
۱۵۶.....	۶-۲-۱-۵ : انجماد مایعات
۱۵۷.....	۶-۳-۱-۱ : گازات
۱۵۸.....	۶-۳-۱-۲ : صفات گازات
۱۵۹.....	۶-۳-۱-۳ : قانون بایل (Boyl's Law)
۱۶۰.....	۶-۳-۱-۳-۱ : قانون چارلس (تأثیر حرارت بالای گازات)
۱۶۱.....	۶-۳-۱-۴ : اصل اوگدر و
۱۶۲.....	۶-۳-۱-۵ : قوانین گازات ایدیال
۱۶۳.....	۶-۳-۲ : محاسبه حجم مولی یک گاز آیدیال در شرایط STP
۱۷۶.....	خلاصه فصل ششم

فهرست عناوین

صفحه

عنوان

۱۷۷	سؤالهای فصل ششم.....
	فصل هفتم
۱۸۰	تعاملات کیمیاوی.....
۱۸۱	۱- مفهوم معادله کیمیاوی.....
۱۸۴	۲- انواع تعاملات کیمیاوی.....
۲۰۲	خلاصه فصل هفتم.....
۲۰۳	تمرین فصل هفتم
	فصل هشتم
۲۰۶	تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن.....
۲۰۷	۱- تعریف اکسیدیشن و ریدکشن
۲۰۷	۲- نمبر اکسیدیشن عناصر.....
۲۱۱	۳- انواع تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن.....
۲۱۲	۴- میتد ترتیب بیلانس تعاملات Oxidation – Reduction
۲۱۵	۵-۸ : تعاملات Redox در محیط های مختلف.....
۲۲۱	۶-۸ : ترتیب بیلانس تعاملات کیمیاوی اکسیدیشن - ریدکشن به اشتراک پراکسایدها.....
۲۲۳	۷-۸ : حالت های خاص ترتیب و توازن تعاملات ریدوکس
۲۲۶	خلاصه فصل هشتم.....
۲۲۶	سؤالهای فصل هشتم
	فصل نهم
۲۲۸	قوانين و محاسبات در کیمیا.....
۲۲۹	۱- پایه های مسایل علمی
۲۳۱	۲- قانون بقای ماده و یا تحفظ کتله
۲۳۳	۳-۹ : قانون نسبت ها ثابت(1807 Proust) :.....
۲۳۳	۴-۹ : قانون نسبت های متعدد یا قانون دالتون(Dalton)
۲۳۸	۶-۹ : قانون نسبت ها حجمی
۲۳۹	۷-۹ : قانون اوگدرو.....
۲۴۱	۸-۹ : کتله اтомی نسبتی
۲۴۳	۹-۹ : کتله مالیکولی نسبتی
۲۴۴	۱۰-۹ : مول (atom- گرام و مالیکول- گرام)
۲۴۶	۱۱-۹ : دریافت فیصدی عناصر مشکله مالیکول های مرکبات
۲۴۷	۱۲-۹ : فورمول تجربی و فورمول مالیکولی.....
۲۵۰	خلاصه فصل نهم :
۲۵۱	تمرین فصل نهم

مقدمه

کیمیا علمی است که از ساختمان، خواص، تغییرات و تبدلات کیفی ماده بحث می‌کند، این علم بخشی از علوم طبیعی بوده که به اساس تجربه و تحقیقات قرن‌های متتمادی انسان‌ها به میان آمده است. کیمیا، دارای رشته‌های زیاد بوده که از جمله یکی هم کیمیای عمومی می‌باشد. کیمیای صنف دهم فشرده قسمتی از کیمیای عمومی است که به طور عمده فضول و عناوین ذیل در این کتاب کیمیا مطالعه و مورد بحث قرار گرفته است:

در فصل اول تیوری انکشاپ اтомی، تاریخچه انکشاپ تیوری اтомی، ساختمان اatom، طیف اatomی، میخانیک کوانتمی و یا تیوری معاصر اatomی توضیح گردیده است. در فصل دوم در مورد تاریخچه ساختمان سیستم پریودیک، ساختمان الکترونی عناصر، خواص عناصر و تغییر متناوب آن در جدول دوره‌یی عناصر و خواص عناصر انتقالی بحث به عمل آمده است. در فصل سوم روابط کیمیاوی (Chemical Bonds) با تمام مشخصات و انواع آن، و سمبل‌های لیویس، قانون اوکتیت و ساختمان لیویس توضیح گردیده است.

در فصل چهارم راجع به ساختمان مالیکول‌ها و قطبیت آن‌ها معلومات ارائه گردیده است. در فصل پنجم قوای بین مالیکولی و انواع قوهای تشریح گردیده است که قوه عمل متقابل دایپول - دای پولی، قوهای واندر - والس (Vander - Walls Forces) و لندون، رابطه هایدروجنی و تأثیر قوهای بالای خواص فزیکی مواد توضیح شده است.

در فصل ششم حالات ماده (جامدات، مایعات و گازات) و قوانین گازات تحت بحث قرار گرفته و در فصل هفتم تعاملات کیمیاوی ارائه شده است، در مورد مفهوم معادله کیمیاوی، انواع تعاملات کیمیاوی توضیحات داده شد است. فصل هشتم تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را با ارائه مطالب تعریف اکسیدیشن و ریدکشن، نمبر اکسیدیشن عناصر، انواع تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن و میتوود ترتیب بیلانس تعاملات - Reduction توضیح می‌نماید.

فصل نهم قوانین و محاسبات در کیمیا را ارائه داشته و قوانین عمدۀ کیمیا را توضیح می‌نماید.

در پایان هر فصل خلاصه هر فصل و سوالات ناحل شده غرض مشق و تمرین شاگردان ارائه شده تا با حل آن شاگردان بیشتر و بهتر بیاموزند. در این کتاب کوشش شده است تا شاگردان در مطالب دخیل و در آموزش شان سهولت‌ها ایجاد گردد.

فصل اول

تیوری انکشاف اтомی

atom چیست؟ کدام علمای ساینس درمورد ساختمان اтом تحقیق نموده و چگونه گی اтом‌ها، فعل و افعال و ساختمان اтом‌ها را توضیح نموده‌اند؟ اтом‌ها از کدام ذرات اساسی تشکیل گردیده‌اند؟ وضعیت و حرکت الکترون‌ها به دور هسته اتم به کدام شکل است؟ مشخصات الکترون‌ها رابه دور هسته اتم به کدام نمبرهای کوانتم می‌توان توضیح کرد؟ با مطالعه این فصل میتوانید در باره اтом و ساختمان الکترونی اтом معلومات حاصل و به حل سؤالهای فوق نایل گردید.

۱-۱: تاریخچه انکشاف تیوری اтомی

یکی از تیوری‌های قدیم در تاریخ علوم حاکی از آن است که: مواد تا حدودی به ذرات کوچک تقسیم شده می‌تواند که دیگر نمی‌توان آن‌ها را به ذرات کوچک‌تری تقسیم کرد. این تیوری در سال ۴۰۰ ق.م توسط فیلسفه یونانی به نام دیموکراتس (Democritus) پیشنهاد گردید. عالم مذکور این ذرات را به نام اтом‌ها (Atoms)^۱ یادنمود.

نظریه دموکراتس در آن زمان مورد قبول علمای دیگر قرار نه گرفت، سر انجام در قرن ۱۸ کیمیادان‌ها دوباره تیوری اتمی را مورد توجه قرار دادند. علماء در مورد توضیح نسبت کتلولی مواد تعامل کننده با هم دیگر در تحقیقات تجربی خویش از تیوری اتمی استفاده به عمل آورده‌اند و طبق این تیوری هر یک از عناصر کیمیاً کتله اتمی معین را دارا می‌باشدند.

در سال ۱۸۰۳ م کیمیادان انگلیسی به نام دالتون (Dalton) تیوری اتمی را بینان گذاری کرد، طبق این تیوری تمامی مواد از ذرات بسیار کوچک به نام اтом‌ها ساخته شده است، این اтом‌ها نمی‌توانند خلق شوند و هم نمی‌توانند به کلی از بین بروند. نکات عمده تیوری دالتون قرار ذیل است:

- ۱ - مواد از ذرات غیر قابل تقسیم به نام اтом‌ها ساخته شده اند.
- ۲ - تمامی اatom‌های عناصر کیمیاً با هم مشابه و یکسانند.
- ۳ - اatom‌ها نه تشکیل شده و نه از بین می‌روند.
- ۴ - اatom‌های عناصر مختلف با هم یکجا شده، مالیکول‌های مرکبات را تشکیل می‌دهند.
- ۵ - اtom‌های عناصر مختلف کتله‌ها و خواص کیمیاً مختلف را دارند.
- ۶ - در هر مالیکول مرکب معین، انواع و تعداد نسبتی اatom‌های متشكله آن‌ها یکسان است.
- ۷ - تعاملات کیمیاً عبارت از استقرار اatom‌ها و تشکیل روابط اatom‌ها در مالیکول مرکبات بوده که در این تعاملات کیمیاً اatom‌های عناصر تغییر نمایند.

بالاخره کیمیادان‌ها الی قرن ۱۹ تیوری اتمی دالتون را تحلیل نموده اند، با وجودی که بعضی از نکات تیوری اتمی دالتون؛ به طور مثال؛ غیر قابل تقسیم بودن اatom و یکسان بودن اatom‌های عین عنصر غیر مدلل ثابت گردید و امروز مورد تایید علماء قرار نه گرفته است؛ اما با آن هم تیوری اتمی دالتون در علم کیمیاً مفید بوده و یک گام مثبت در عرصه کیمیا می‌باشد.

۱- اтом کلمه یونانی بوده، که از tom (قابل تقسیم) و A (نفی) گرفته شده است که به معنی غیر قابل تقسیم می‌باشد.

تیوری ساختمان اтомی ماده که به اساس تجارت علمی علمی کیمیا به میان آمد است، قرار ذیل است:

- 1 - تمام مواد از ذرات کوچک به نام اтомها تشکیل گردیده اند.
- 2 - اтомها ذرات کوچکی اند که توسط وسائل ساده کیمیاوی تجزیه نگردیده و هر یکی از اтомهای عناصر مختلف به نام عنصر کیمیاوی یاد می شوند.
- 3 - اтомهای عناصر کیمیاوی به طور دایم (همیشه) حال حرکت بوده، با ازدیاد حرارت سرعت حرکت آنها زیاد می گردد و این حرکت آنها باعث تعامل بین آنها می شود.
- 4 - اтомهای عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق دارند.

اندازه اatom

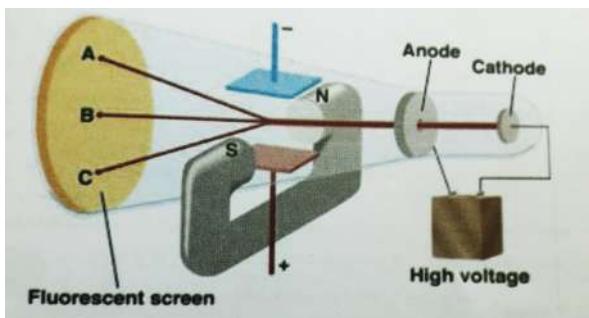
تحقیقاتی که در قرن 20 به اساس تشعشعات رونتگین صورت گرفت، دریافت گردید که قطر اatom به صورت تقریبی $m = 2 \cdot 10^{-10}$ یا (0.2nm) است.

کتله اatomها بین $g = 10^{-24} - 10^{-22}$ و یا $10^{-27} - 10^{-25}\text{ kg}$ قرار دارد. چون این کمیت کتلوی فوق العاده کوچک بوده، از این سبب کتله اatomی نسبتی را برای اтомها تعیین نموده اند که به اساس قیمت $\text{amu} = 1.661 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ (amu = $1.661 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$) مشخص گردیده است.

۱ - ۲ : ساختمان اtom

در سال 1900 علمای فریک به اثبات رسانیده اند که اтомها از ذرات کوچکتر ساخته شده اند.

مودل تامسن



شکل (1 - 1) دستگاه تحقیقاتی تامسن

فریک دان انگلیسی به نام تامسن (J.J. Thomson) انحراف اشعه کتود را در ساحة برقی و مقناطیسی مطالعه نمود. در شکل (1-1) ساختمان دستگاه که تامسن در تحقیق خویش به کار برده است، نشان داده شده است.

توضیح دستگاه تامسن قرار ذیل است:

شکل (1-1): تیوب اشعه کتودیک مرتب با ساحة ایجاد شده برقی در داخل تیوب و ساحة مقناطیسی در خارج تیوب. ساحتات برقی و مقناطیس بالای مسیر حرکت اشعه کتودیک به صورت عمود قرار دارد. سمبولهای N و S قطباهای شمال و جنوب مقناطیس را مشخص می سازند. اشعه کتودیک با اعمال ساحة مقناطیس بر نقطه A با تطبیق ساحة برقی بر نقطه C و در نبود ساحتات مقناطیسی و برقی (و یا ختنی شدن متقابل ساحة برقی توسط ساحة مقناطیسی) بر نقطه B صفحه تشخیص تیوب اصابت می کند.

تامسن در تحقیقات خویش نسبت $\frac{e}{m}$ را محاسبه نمود که کمیت $1.76 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg}$ دست آورد. در اینجا (C) کولمب بوده که واحد بین المللی مقدار چارج است. تامسن همچنان دریافت نمود که استعمال گاز در دستگاه و هم نوعیت الکتروودها (انود و کنود) نمی‌توانند مشخص و معین باشد.

توجه نمایید

تامسن به این نتیجه رسید که این ذرات چارج دار منفی در تمام مواد محسوس بوده و این ذرات را به نام الکتروون‌ها (Electrons) مسمی ساخت. این نام از کلمه الکتریک گرفته شده و به ذراتی گفته می‌شود که در نتیجه حرکت آن‌ها جریان برق به وجود می‌آید.

فعالیت

- 1 - اشعه که از کنود در تیوب تخلیه تجزیه تامسن خارج می‌گردد، به کدام سمت منحرف می‌گردد؟
- 2 - اشعه کنود دارای کدام چارج است؟

نکته مهم

قیمت چارج بر قی الکترون توسط عالم امریکایی به نام ملیکان (Millikan) مشخص گردید، موصوف این کمیت را در سال‌های ۱۹۰۹-۱۹۱۷ در قطرات تیل کشف کرد که مساوی به $1.602 \cdot 10^{-19} C$ است. این کمیت را به حیث واحد اولی چارج ذرات چارج دار قبول نموده اند. بدین اساس کنله الکترون عبارت است از:

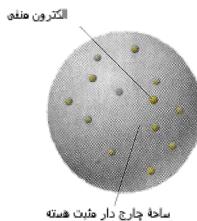
$$1.76 \cdot 10^{11} C/kg = \frac{e}{m}$$

$$m = \frac{e}{1.76 \cdot 10^{11} C/kg} = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} C \cdot kg}{1.76 \cdot 10^{11} C}$$

$$m = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$$

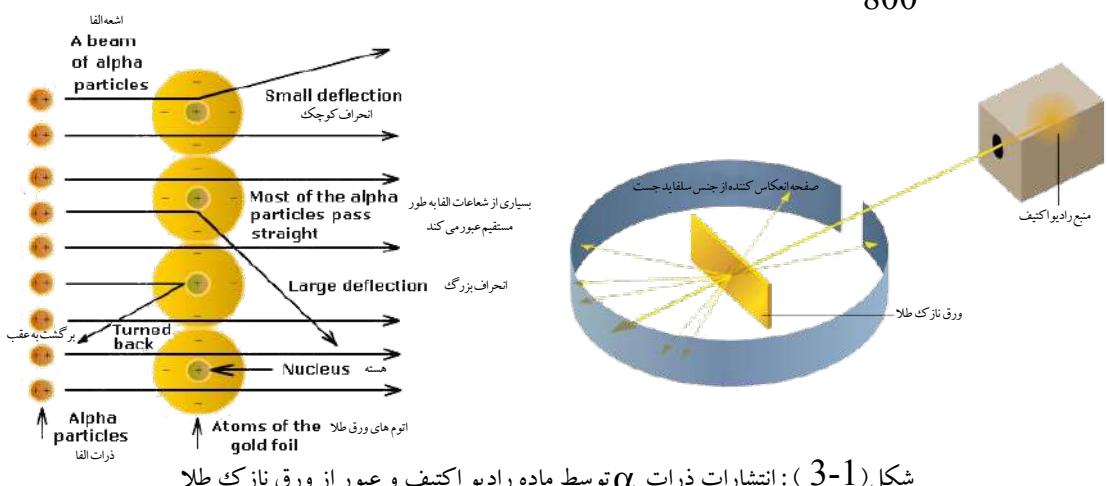
پس کتله یک الکترون مساوی به $\frac{1}{1840} \text{ kg}$ یا $9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ام حصه کتله یک اтом هایدروژن (پروتون) است.

در سال 1898 تامسن در نتیجه تحقیقات ابراز نظر نمود: اтом‌ها متشکل از یک هسته چارج دار مثبت بوده که به اطراف آن الکترون‌ها دارای چارج منفی منتشر گردیده است. مدل اتمی تامسن مشابه به ساختمان کیک کشمش در کیک مانند الکترونها در بین هسته‌ها را نشان می‌دهد:



شکل (1 - 2) مدل اتمی تامسن

در سال 1909 همکاران رادرفورد، کایگر (Geiger) و مرسدن (Merssden) پیشنهاد تامسن را مورد مطالعه قرار داده اند و کشف کردند که ذرات از ورقه‌های نازک طلا عبور نموده؛ اما $\frac{1}{800}$ حصه آن‌ها دوباره بازگشت و یا منتشر می‌گردند. (شکل ذیل را ملاحظه نمایید)



شکل (3-1) : انتشارات ذرات α توسط ماده رادیواکتیف و عبور از ورق نازک طلا

خلاصه نتیجه تجربه رادرفورد:

اگر ذرات الفا (α) که دارای چارج دو مثبت (+2) است حین عبور از صفحه نازک طلا نزدیک به هسته قسمًا انحراف می‌کند و اگر از هسته دورتر باشد مستقیم عبور می‌کند و اگر مقابل هسته قرار گیرد بازگشت می‌کند از این نتیجه می‌شود که هسته دارای چارج مثبت بوده و یک قسمت کوچکی از ساحه اтом را تشکیل می‌دهد.

رادرفورد در این مورد ابراز نظر نموده اند «... تقریباً غیر قابل باور است که اگر ما مرمری را از فاصله 4,5m به ورق کاغذ قطی سگرت فیر نماییم و این مرمری بعد از تصادم دوباره بازگشت نموده و به شما برخورد نماید.» رادرفورد دریافت کرد که کتله و چارچ مثبت حتماً در یک قسمت کوچک حجم اтом متراکم گردیده و به نام هسته یاد می شود. ذرات α زمانی بعد از تصادم دوباره بازگشت می نمایند که با هسته اصابت نموده باشد. قسمت زیادی از ذرات α از طریق فضای بین هسته اтом ها عبور می نمایند. شکل فوق مودل اتمی بوده، شکل حقیقی اتم نیست. در صورت که هسته اتم به اندازه (۰) باشد، اتم دارای حجم مساوی به حجم یک اطاق درسی خواهد بود. اتمی که قطر آن $m^{-8} 10^{15}$ باشد، هسته آن قطر m^{-10} خواهد داشت.

رادرفورد در سال 1911 مدلی را پیشنهاد نمود که سیستم نظام شمس را خاطر نشان می سازد؛ طوری که هسته مانند آفتاب در مرکز قرار داشته و الکترون ها مانند سیاره ها به دور هسته در مدارهای معین در حال حرکت است.

فکر کنید

- 1 - وقتیکه شعاع الفا بالای ورق نازک طلا تصادم می کند، چی اتفاقی افتید؟
- 2 - چرا بعضی از ذرات بازگشت نموده اند؟
- 3 - چرا بعضی از ذرات الفا منحرف شده اند؟

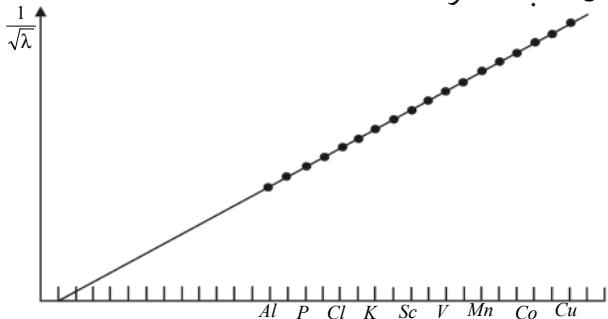
نمبر اتمی

در سال 1913 فیزیک دان انگلیسی به نام موزلی (G. Moseley) اشعه رونتگین را که از فلزات مختلف در تیوب کتوودی منتشر می گردد، مطالعه نمود، موصوف گراف وابستگی کمیت معکوس جذر مربع طول موج اشعه رونتگین $\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ را با نمبر ترتیبی عناصر در سیستم پریودیک ترسیم کرد (عناصریکه نمبر اتمی آن زیاد بوده طول موج اشعه X آن کمتر می باشد، انرژی بیشتر دارد). شکل ذیل را ملاحظه نمایید. گراف داده شده نشان می دهد که نمبر اتمی عناصر کدام یکی از مشخصات مهم عناصر را انعکاس می دهد.

موزلی ابراز نظر نمود که این خاصیت را چارچ هسته اتم از خود نشان می دهد و هم این ذرات در اثر عبور از یک عنصر به عنصر مابعد آن به اندازه یک واحد به شکل متناوب زیاد می گردد.

موقعیت عناصر در سیستم پریودیک (محور افقی) تعداد پروتون ها را در هسته آنها تعیین

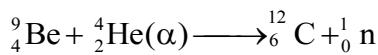
می‌نماید موزلی نمبر ترتیبی عناصر را در سیستم پرویودیک به نام نمبر اтомی یاد کرد و به سمبول (Z) افade نمود. بالاخره دانسته شد که نمبر ترتیبی عناصر با تعداد پروتون‌های آن عنصر در اтом آن مطابقت دارد.



مطابق به اظهارات موزلی نمبر اتمی عناصر مساوی به چارج هسته آن بوده و تعداد پروتون‌ها را در هسته نشان می‌دهد. «پروتون» کلمه لاتین بوده و به معنی اولی و یا سابقه ترین از همه می‌باشد»

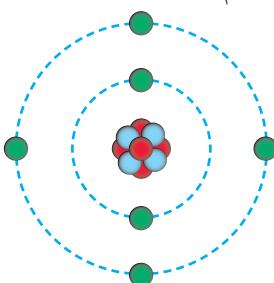
چون اтом‌های عناصر کیمیاوی از لحاظ چارج بر قی خنثی بوده؛ بنابراین تعداد پروتون‌ها مساوی به تعداد الکترون‌ها در اтом‌های عناصر است.

نیوترون: کتله اتمی یک عنصر نسبت به کتله مجموعی پروتون‌های هسته آن بزرگتر است، غرض توضیح این تفاوت کتله، رادرفورد پیش‌بینی کرد که در هسته اatom ذرات خنثی نیز موجود بوده، کتله فی واحد آن‌ها معادل کتله پروتون است و از لحاظ چارج خنثی می‌باشد؛ از این سبب به نام نیوترون (Neutron) (خنثی) یاد شده‌اند. چادویک (Chadwick) در سال 1932 در نتیجه تعاملات هسته بی نیوترون را کشف کرد، موصوف هسته بیریلم را توسط ذره α بمباردمان کرد، در نتیجه نیوترون را به دست آورد. معادله تعامل آن قرار ذیل است:



در این معادله سمبول نیوترون (${}_{\frac{0}{1}}^{\text{n}}$)، ${}_{\frac{9}{4}}^{\text{Be}}$ ، ${}_{\frac{2}{4}}^{\text{He}}$ و ${}_{\frac{6}{6}}^{12}\text{C}$ نوکلوئیدهای (هسته) عناصر بیریلم، هیلیم و کاربن را نشان می‌دهد.

ذرات اساسی اтом: مجموعه پروتون‌ها و نیوترون‌ها را به نام نویکلئون یاد می‌نماید و به نام نمبر کتله نیز یاد می‌گردد.



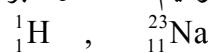
$$\Sigma p + \Sigma n = \text{Nuclion}$$

جدول ذیل بعضی از خصوصیات فزیکی ذرات اساسی اтом را نشان می‌دهند:
جدول (1-1) خصوصیات فزیکی ذرات اساسی اтом

ذرات	کتله به کیلو گرام	چارج نسبتی	چارج به کولمب	کتله نسبتی
پروتون	$1.6726 \cdot 10^{-27}$	+1	$1.602 \cdot 10^{-19}$	1.0073
نیوترون	$1.75 \cdot 10^{-27}$	0	-	1.0087
الکترون	$9.1 \cdot 10^{-31}$	-1	$1.602 \cdot 10^{-19}$	$5.4858 \cdot 10^{-4}$

نوکلیویدها و ایزوتوپ ها

نوکلیویدها هسته های اтом ها را افاده نموده و توسط آن کتله هسته اтом را نشان می‌دهند. نوکلیویدهای عناصر را طوری نشان می‌دهند که نوکلیون (کتله اتمی) را در قسمت بالای طرف چپ سمبول و نمبر اتمی (تعداد پروتون ها) را طرف چپ سمبول در قسمت پایانی آن می نویسند؛ به طور مثال: نمبر کتله سودیم ۲۳ آن و نمبر اتمی آن ۱۱ است.



ایزوتوپ ها (Isotops): عبارت از نوکلیویدهای (هسته) عین عنصر بوده که عین تعداد پروتون ها را دارا اند؛ اما تعداد نوکلیون های (نمبر کتله) آن ها از هم فرق دارند، یعنی این نوکلیویدها دارای تعداد نیوترون های مختلف می باشند. یا به عبارت دیگر اتم های یک عنصر که نمبر اتمی یکسان و نمبر کتله آن فرق داشته باشد بنام ایزوتوپ یاد می شوند. چون خواص کیمیاوی عناصر مربوط به چارج مثبت هسته اтом عناصر و ساختمان الکترونی آن ها است؛ بنابراین خواص کیمیاوی ایزوتوپهای عناصر یکسان است؛ به طور مثال: ایزوتوپهای عنصر کلورین عبارت از $^{35}_{17}\text{Cl}$ و $^{37}_{17}\text{Cl}$ بوده که نمبر اتمی آن ها ۱۷ و نوکلیون آن بترتیب ۳۵ و ۳۷ می باشند و نیوترون های آن ها هم به ترتیب ۱۸ و ۲۰ است، تعاملات کیمیاوی هر دو اтом کلورین یکسان است.

فعالیت



به نوکلیونهای $^{22}_{10}\text{Ne}$, $^{21}_{10}\text{Ne}$, $^{20}_{10}\text{Ne}$ توجه نموده و به پرسش های ذیل جواب ارائه نمایید.

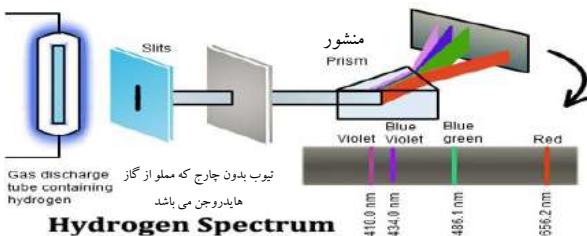
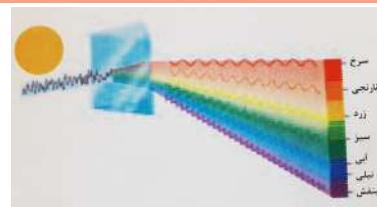
الف - هر یک از نوکلیونهای مذکور دارای چند نیوترون است؟

ب - این نوکلیونها نسبت با هم دیگر به چی نام یاد می شوند؟

3 - 1 : طیف اتمی

پیدایش و ایجاد خصوصیات سپکتر اتمی (طیف اتمی) سؤالاتی را حل کرد که به کمک مودل اتمی رادرفورد حل آن امکان پذیر نبود.

اگر نور آفتاب و یا چراغ برقی از یک سوراخ عبور و روشنی آن بالای منشور بتابد و از منشور به پرده تاریک عبور نمایید؛ در این صورت ساحه رنگین کمان (طیف نور افتاب) آشکار گردیده که مشکل از خطوط مجزا رنگه می‌باشد، دسته این رنگ‌ها با تشعشعات قابل دید تمام



شکل(1- 5) سپکتر اتمی

خطوط موجی مطابقت داشته و به نام سپکتر مسلسل یاد می‌گردد؛ اگر منبع نور از تیوب تخلیه ناشی گردد که دارای عنصر گازی باشد مثلاً گاز هایdroجن، در این صورت سپکتری را تشکیل می‌دهد که از خطوط رنگه مختلف مجزا تشکیل گردیده است. این نوع سپکترها به نام

سپکتر اتمی خروجی (Emission) یا سپکتر خطی یاد می‌گردد، (شکل 1 - 6) اگر مواد کیمیاوی توسط کدام وسیله تحریک گردد، سپکتر خطی آنها در منشور ملاحظه می‌شود؛ به طور مثال: به کمک جریان برق از تیوب‌های تخلیه و یا حرارت توسط شعله می‌توان مواد را تحریک کرد. سپکترهای اتمی خطی در ساحه قابل دید و ما ورای بنشش سپکتر مشاهده می‌شود. در صورتی که بالای شعله چراغ فلز سودیم و یا مرکبات آن علاوه گردد، در این صورت نور با خطوط موجی 590nm تشعشع نموده و شعله آن زرد رنگ می‌باشد. اگر در تیوب تخلیه گاز هایdroجن انداخته شود و توسط ولتاژ برقی تحریک گردد، در این صورت رنگ سرخ مایل به گلابی را در آن ملاحظه خواهیم کرد. سپکتر جذبی را توسط عبور نور سفید از مواد به دست می‌آورند که شامل تمام طول موج در ساحه قابل دید می‌باشد. نوری دارای طول موج معین توسط مواد جذب شده و در این ساحه خطوط سیاه ظاهر می‌گردد. به خاطر مطالعه سپکتر جذبی و خروجی، آله به نام سپکترو متر (Spectro meter) به کار برده می‌شود.

مشاهدات و تحقیقاتی توسط سپکترو متر نشان می‌دهد که سپکتر Emission هایdroجن از چندین گروپ خطوط مسلسل تشکیل می‌گردد، این سلسله از خطوط به نام کاشفین شان مسمی می‌باشد؛ به طور مثال: سلسله بالمیر (Balmer ceriss) توسط عالمی به نام Balmer کشف گردید که در ساحه قابل دید سپکتر به ملاحظه می‌رسد. هر قدر که سویه انرژی بلند می‌برد سویه های انرژی به هم نزدیک و بالاخره به شکل یک خط قرار می‌گیرند و یا به عبارت دیگر در هر یک از سلسله‌ها در نتیجه حرکت به سمت فریکونسی بلند سپکتر ساحه خطوط

مجاور مواد به صورت کل تقلیل یافته و بالاخره با هم وصل گردیده و سپکتر مسلسل (Cantinum) را تولید می‌نماید.

شکل (6-1) الف - سپکتر اтом هایدروجن ب- سلسله بالمر در سپکتر اتمی هایدروجن سلسله: ، Pf-Pfond ، Br-Bracket ، Pa-Pachen ، B-Balmer ، L-Lyman سلسله برکیت توسط سلسله پفوند و پوشن پوشانده شده است.

توجه نمایید

- اگر الکترون‌ها از اقسام $n = 2, 3, 4$ به قشر نزدیک هسته قشر اول منتقل گردد، انرژی آزاد شده از اтом زیاد بوده و خواص اشعه X را دارا است و در ساحه مؤثرای بنفس به ملاحظه میرسد، این دسته را به نام لیمن یاد می‌نمایند، طول موج اشعه مذکور $A^\circ = 1216 - 973$ است.
- اگر الکترون از اقسام $n = 3, 4, 5, 6$ به قشر دوم منتقل گردد، انرژی نوری آن ضعیف بوده و خواص نور مرئی را دارا است که این دسته اشعه را به نام Balmyr یاد می‌نمایند طول موج اشعه مذکور بین $A^\circ = 6563 - 410$ است.
- اگر الکترون از سویه‌های انرژیکی بلند $(n=4, 5, 6)$ به سویه انرژیکی سوم منتقال نماید، انرژی نوری و شعاع منتشره آن ضعیف بوده و مشخصات آن نزدیک به شعاع ما تحت سرخ قرار دارد. این سلسله نوری را به نام Poshen یاد مینماید و طول موج شعاع منتشره آن بین $A^\circ = 17850 - 12820$ قرار دارد.
- بالاخره اگر منتقال الکترون از سویه‌های انرژیکی چهارم صورت گیرد، انرژی منتشره اشعه نوری آن بسیار ضعیف بوده و مشخصات آن پایین تر از ساحه ما تحت سرخ ملاحظه می‌گردد، این دسته تشعشعات نوری را به نام سلسله Pfund Brackett یاد می‌نمایند. مشخصات سلسله‌های مذکور در شکل (1-6) ملاحظه می‌گردد.

۱-۴: تیوری اтомی بور

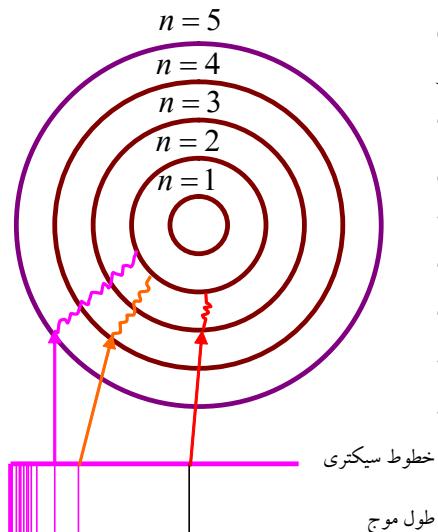
تحقیقات بور در مورد ساختمان اтом که با تیوری کوانتمی پلانک استوار است، در ابتدا به موفقیت‌های زیاد نایل گردید؛ اما بعد از دوازده سال غیر مدلل ثابت گردید؛ لاکن موزلی (1889 - 1915) در تحقیقات خویش از فرضیه بور در ساختمان اatom استفاده به عمل آورد. نظر یه بور در انتشار سپکتر اtom کمک نمود.

مطابق به تیوری پلانک انرژی کوانتایزیشن (Quantization) می‌گردد. برای توضیح مشخصات خطی سپکترها عالم دنمارکی به نام بور Boher در سال 1913 مدل اتمی را پیشنهاد کرد، این مدل بور به فرضیه کوانتی پلانک متکی بود، طبق تیوری پلانک: انرژی ممکنه که جذب و یا تشعشع می‌گردد، از قطعات معین متشکل است که به نام انرژی کوانتم (Quantum) یاد می‌شود.

۱- بور ابراز نظر نمود: انرژی الکترون متخر که دور هسته اtom مشخص و معین بوده و این انرژی کوانتمی است، انرژی لازم الکترون‌ها برای حرکت معین در قشر (Orbite) اtom مربوط به شعاع آن در قشر معین است. (کوانتم کلمه لاتین بوده که معنا مقدار و یا کمیت را می‌رساند).

الکترون‌های که در افق‌شار دور تر از هسته حرکت می‌نمایند، انرژی بیشتر را نسبت به الکترون‌های متخر که به نزدیک هسته داراند، چون انرژی الکترون کوانتمی است، از این سبب شعاع اوربیت آن نیز کوانتمی می‌باشد. شعاع اوربیت‌ها می‌توانند، تنها قیمت‌های معین را دارا باشد.

۲- موقعی که الکترونها در اوربیت مشخص به دور هسته اtom متخر ک بوده باشد، نه انرژی



شکل (1 - 8) مدل اتمی بور .

کوانتمی را جذب و نه آزاد می‌سازد. در صورتی که الکترون از قشر نزدیک به هسته به قشر دور تر از هسته منتقل گردد، کوانت انرژی را جذب می‌نماید و بر عکس در صورتی که مقدار معین انرژی را آزاد نموده باشد، به قشر نزدیک هسته منتقل می‌گردد؛ اما به زودی کوانت انرژی جذب شده را آزاد و یا آزاد شده را دوباره جذب می‌نماید که این انرژی مساوی به تفاوت دو سویه انرژی است که از معادله بور محاسبه می‌گردد.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -RH \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

که در این فرمول RH ثابت رید برگ، اtom هایdroجن n_1 ، n_2 سویه انرژی اصلی است

قیمت ثابت ریدبرگ $J = 2.18 \times 10^{-18}$ است. از جذب فوتون‌های نوری به قدر کافی و اضافه تر از آن در سپکتر جذبی خطوط سیاه مشاهده می‌شود: فریکونسی سپکتر خطی توسعه عالمی به نام Redberg توضیح می‌گردد.

$$v = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

در معادله فوق v (نیو) فریکونسی، R ثابت ریدبرگ برای فریکونسی است که $R = 3.28 \cdot 10^{15} / s$ و n_1 و n_2 اعداد تام کوانتی را افاده می‌کند.

سوال: فریکونسی نور حاصله از یک الکترون اтом هایدروجن تحریک شده وقتیکه از سویه انرژی سوم به سویه انرژی اول انتقال کند، چند است؟

حل:

$$v = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 3.28 \cdot 10^{15} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$v = 3.28 \cdot 10^{15} \left(\frac{9-1}{9} \right) = 3.28 \cdot 10^{15} \left(\frac{8}{9} \right) = 2.91 \cdot 10^{15} \text{ Cycal} \cdot \text{s}^{-1} = 2.91 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

طبق تیوری کوانتم انرژی فوتون عبارت از کوانت نور مقدار معین نور با فریکونسی v بوده و مساوی به hv می‌باشد، یعنی:

$$E = hv$$

در معادل فوق h ثابت پلانک بوده که مساوی به $6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$ است. اگر الکترون از اوربیت/اوربیتال (ساحه موجودیت الکترون) دارای انرژی E_1 به اوربیت دارای انرژی E_2 منتقل گردد، مقدار انرژی را جذب و یا آزاد می‌سازد. مقدار انرژی مذکور عبارت است از:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hv \quad E_1 - E_2 = hv$$

معلومات اضافی



حال حرکی ممکنہ الکترون عبارت از همان حالتی است که مومنت مقدار حرکت زاویه وی آن را طبق قوانین حرکت دورانی یا زاویه وی مشخص می‌سازد. اندازه حرکت دایره وی مومنت مقدار حرکت آن بوده که عبارت از حاصل ضرب سرعت کتله و شعاع دایره ($P = m v r$) است، مومنت مقدار حرکت زاویه وی الکترون مساوی به مضروب صحیح تام بوده و ثابت می‌باشد. در اینجا مضروب صحیح و تام $\frac{nh}{2\pi}$ نمبر کوانتم اصلی (n) است که قیمت‌های $1, 2, 3, \dots$ وغیره به خود اختیار می‌کند:

$$m v r = \frac{nh}{2\pi} \quad 1$$

از نظریات بور میتوان دریافت کرد که الکترون به دور هسته اتم تحت دوقوه حرکت می‌نماید و آن عبارت از قوه فرار از مرکز و قوه جذب یا دفع الکتروستاتیکی بین ذرات چارج دار می‌باشد.

$$F = \frac{mv^2}{r} \quad \text{قوه فرار از مرکز} \quad 2$$

$$F = \frac{kze^2}{r^2} \quad \text{قوه جذب یا قوه دفعه کولمب} \quad 3$$

چون طرف چپ معادله 2 و 3 باهم مساوی است، پس طرف راست آنها نیز باهم مساوی می‌باشد.

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} \quad 4$$

در فورمول فوق m کتله و v سرعت الکترون بوده، z چارج هسته و e چارج الکترون و r شعاع اتون را افاده می‌کند.

در معادله اول دو کمیت مجهول v و r موجود است، بر اساس حل معادلات درجه اول یک مجهوله، این کمیت مجهول را میتوان قرار ذیل در یافت کرد. قیمت r را از معادله 4 به دست آورده و در معادله 1 معامله می‌نماییم:

$$r^2 \frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} r^2$$

$$r mv^2 = k ze^2$$

$$r = \frac{kze^2}{mv^2} \quad 5$$

$$mv\left(\frac{kze^2}{mv^2}\right) = \frac{nh}{2\Box} \Rightarrow \frac{kze^2}{V} = \frac{nh}{2\pi}$$

$$vnh = kze^2 \cdot 2\Box, \quad V = \frac{kze^2 2\Box}{nh} \quad \text{سرعت} \\ \text{قیمت } V \text{ را از معادله 6 در معادله 5 معامله نموده، } r \text{ را به دست می‌آوریم.} \quad 6$$

$$r = \frac{kze^2}{m\left(\frac{kze^2}{nh}\right)^2}, \quad r = \frac{kze^2}{mk^2 z^2 e^2 e^2 \cdot 4\pi^2}, \quad r = \frac{kze^2}{1} = \frac{n^2 h^2}{mk^2 z^2 \cdot 4\pi^2 \cdot e^2 \cdot e^2 \cdot 4\pi^2}$$

$$r = \frac{n^2 h^2}{mkze^2 4\pi^2} \quad \text{شعاع} \quad 7$$

اگر انرژی حرکی و پوتنسیال الکترون‌ها، یعنی mv^2 و $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ را باهم جمع نماییم، انرژی مجموعی الکترون قرار ذیل به دست می‌آید:

$$E = E_K + E_P = \frac{1}{2}mv^2 + \left(-\frac{kze^2}{r}\right)$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{kze^2}{r} \quad \dots \quad 8$$

اگر اطراف معادله 4 را ضرب در $\frac{1}{2}r$ نمایم، در این صورت حاصل می‌شود که:
با

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2}$$

$$\frac{1}{2} \frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{kze^2}{2r} \quad \dots \quad 9$$

حال قیمت $\frac{1}{2}mv^2$ را در معادله 8 معامله نموده، حاصل می‌شود که:

$$E = \frac{kze^2}{2r} - \frac{kze^2}{r}$$

$$E = \frac{kze^2 - 2kze^2}{2r} = \frac{-kze^2}{2r}$$

$$E = -\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{kze^2}{r}\right) \quad \dots \quad 10$$

قیمت r را از معادله 7 در معادله 10 معامله نموده، حاصل می‌شود که:

$$E = -\frac{1}{2} \frac{\frac{kze^2}{n^2 h^2}}{mkze^2 4\pi^2}$$

$$E = \frac{-1(-kze^2)}{2} \cdot \frac{mkze^2 4\pi^2}{n^2 h^2}$$

$$E = \frac{-(-k^2 z^2 e^4 \cdot 2\pi^2 \cdot m)}{n^2 h^2} \quad \dots \quad 11$$

انرژی برای کوانتم اصلی

سوال: قیمت انرژی برای کوانتم نمبر $n = 1$ اтом هایدروجن را توسط معادله محاسبه کنید.

$$E = \frac{-z^2 \cdot e^4 \cdot k^2 \cdot 2\pi^2 \cdot m}{n^2 \cdot h^2}$$

$$E = -\frac{(1)^2 (1,62 \cdot 10^{-19} C)^4 (9 \cdot 10^9 \cdot C)^2 \cdot (2) (3,14)^2 (9,1 \cdot 10^{-31} kg)}{(1)^2 (6,62 \cdot 10^{-34} J \cdot s)^2}$$

$$= -2,18 \cdot 10^{-18} J = 2,18 \cdot 10^{-11} erg$$

فعالیت



به اساس معادله 6 دریافت گردیده است که سرعت الکترون اтом هایدروجن مساوی 2200 km/sec و به اساس معادل 7 محاسبه گردیده است که شعاع اтом هایدروجن 0.053 nm است ($n=1$). این عبارت درست است و یا غلط؟ در مورد فکر نموده و کمیت‌های فوق را به اساس محاسبه دریافت نماید.

توجه نمایید:



اگر مقدار برق یک کولمب و فاصله بین چارچ ها $1m$ باشد، آنها یک دیگر را به قوه $N \cdot 10^9$ جذب و یا دفع می نمایند. بنابراین قرار ذیل محاسبه می گردد:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$K = \frac{F \cdot r^2}{q_1 \cdot q_2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{C \cdot C} \Rightarrow k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

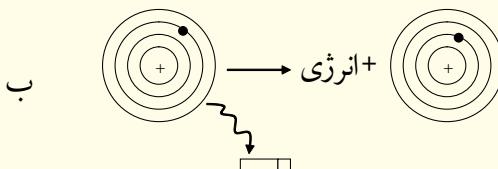
به توضیحات زیر توجه کنید

به اساس قاعدة اول بور می توان سرعت حرکی الکترون را توضیح نمود و به اساس قاعدة دوم می توان توضیح کرد که الکترون در یک قشر بدون اینکه انرژی را جذب و آزاد سازد. در حال حرکت موجی بوده و اگر به الکترون انرژی داده شود از قشر نزدیک به هسته به قشر دور ترا از هسته منتقل گردیده و اگر انرژی الکترون کم ساخته شود، به قشر پایین و نزدیک به هسته سقوط نموده، لیکن انرژی جذب شده را در مدت 10^{-8} ثانیه دوباره آزاد و یا انرژی آزاد شده را دوباره جذب نموده به موقعیت اصلی خود بازگشت می نماید والکترون ها به مدارهای دایره وی به دور هسته در حال حرکت می باشند.

فعالیت



به شکل ذیل دقت نموده و در جملات بعد از شکل در زیر کلمات نامناسب خط بکشید تا جملات درست گردد.



شکل (۹-۱) اтом‌ها با گرفتن و یا باختن الکترون‌ها

در شکل الف الکترون
با (گرفتن انرژی / از
دست دادن انرژی)
سویه انرژی (بلند /
پایین) منتقل گردیده
است .

در شکل ب الکترون
با(گرفتن انرژی / از دست دادن انرژی) سویه انرژی (بلند / پایین) منتقل گردیده است.

معلومات اضافی



تیوری بور را عالمی به نام زومیر فیلد در سال ۱۹۱۶ اکشاف داد. وی نظر داده است که: هر یک از نمبرهای کوانتم انرژی اوریت‌های کروی را معین ساخته و هم بعضی از اقشار بیضوی را نیز می‌توان به اساس همین نمبرهای کوانتم اصلی مسمی ساخت که به حرف n نشان داده شده، نمبرهای کوانتم دومی را نیز شامل ساخت که شکل بیضوی اقشار (مختلف المركز) را مشخص می‌سازد و آن را به l افade کرد. راجع به تمام نمبرهای کوانتم معلومات ارائه خواهد شد.

فعالیت



الف - کمیت مقدار تغییر انرژی زمانی که یک الکترون از سویه انرژی کمی اول به دوم منتقال مینماید، چقدر است؟

ب - کمیت یا اندازه تغییرات انرژی موقعی که یک الکترون از سویه دوم به سویه اول سقوط می‌نماید، چقدر خواهد بود ؟

این تیوری‌ها راجع به ساختمن الکترونی اتوم معلومات لازمه را ارائه کرده نمی‌توانست، از این سبب تیوری‌های دیگر به وجود آمد که در صفحات بعدی مطالعه می‌گردد.

1 - 5: تیوری معاصر اتومی (میخانیک کوانتمی)

ممکن حیرت انگیز باشد این که: (نظریه بور با وجود موقیت‌های خویش بعد از زمان ده سال انتشار آن رد گردید) گرچه نظر بور توانست سپکتر اتم‌های یک الکترونی را توضیح نمایند؛ اما به توضیح سپکتر اتم‌های چندین الکترونی قادر نبود. در سال‌های 1920-1930 در فیزیک نظری دو پرسش به میان آمد:

- 1 - سؤال اول مربوط به دونظر مختلطف در مورد طبیعت نور (نظریه موجی و طبیعت فوتونی نور) بود.
 - 2 - سؤال دوم عبارت از پدیده کوانتمی مقدار معین نور و انرژی که باید آن را به صورت یک مسئله فراموش شده میخانیک نیوتن دخیل ساخت.
- بنابر همین علت بود که تیوری میخانیک جدید و معاصر ایجاد گردد: مطابق به این تیوری: نور خواص موجی را دارا بوده و هم خواص ذره وی را دارا است.

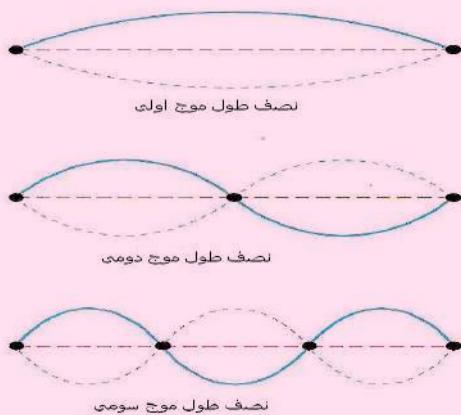
طبیعت موجی و ذره وی

اولین کسی که در مورد میخانیک موجی معاصر قدم مثبت نهاد، در سال 1924 عالمی به نام دی - بروگلی (De-Broglie) بود. در زمان‌های سابق علماء نظر داشته اند که تشعشات الکترون مقناطیسی عبارت از پدیده‌های موجی مطلق است (با وجودی که انشتاین خاطر نشان ساخته بود «در بعضی تجارب آن موج‌های الکترون مقناطیسی خاصیت ذره وی یا فوتونی را از خود نشان می‌دهند»).

متوجه باشید



پدیده‌های موجی عبارت از انکسار و تداخل مایکروذرات است و به خاطر آموخته تاثیر این دو پدیده لازم است تا طول موج نسبت داده شده به هر ذره را آموخت.



شکل (1-10) تصویر سیستمی در حال اهتزازی.

دی-بروگلی با در نظر داشت معادلات انرژیکی انشتاین و فورمول پلاتک طول موج فوتون ها را قرار ذیل بدست آورد:

$$E = h \cdot v \quad , \quad v = \frac{E}{h} \quad \text{یا} \quad \frac{E}{h} = \frac{C}{\lambda} \rightarrow \frac{E}{C} = \frac{h}{\lambda}$$

از نظر تیوری نسبیت انشتاین می توان رابطه بین مقدار حرکت نور، سرعت و انرژی را طبق معادلات ذیل محاسبه کرد:

$$E = mC^2 \quad \frac{E}{C} = mC$$

چون مومنت مقدار حرکت عبارت از حاصل ضرب کتله و سرعت است، یعنی:
 $P = mc$

از این جا $p = \frac{E}{C}$ نیز بوده و در این صورت می توان تحریر کرد که:

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{E}{C} = p = m \cdot v$$

مقدار حرکت یک ذره با کتله m و سرعت v عبارت از $p = mv$ است، پس:

$$\frac{h}{\lambda} = mv \quad \square = \frac{h}{mv}$$

معادله اخیر رابطه بین کتله، طول موج و سرعت را افاده میکند.

تمام ذرات دارای مومنت مقدار حرکت $p = mv$ بوده و طول موج شان توسط فورمول

$$\square = \frac{h}{mv}$$

سوال: طول موج رادیو را که فریکوئینسی آن $v = 102,5 \text{ MHZ}$ است دریافت کنید؟

حل:

$$v = \frac{C}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{102,5 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 10^{-6}}{102,5 / \text{s}} = 2,9 \text{ m}$$

فعالیت



در جدول ذیل بعضی مشخصات ذرات ارایه گردیده است، طول موج ذرات مذکور نیز به اساس فورمول فوق دریافت و در جدول درج شده است، شما بعد از محاسبه نتایج را به دست آورده و با نتایج درج شده در جدول مذکور مقایسه کنید.

جدول، فعالیت

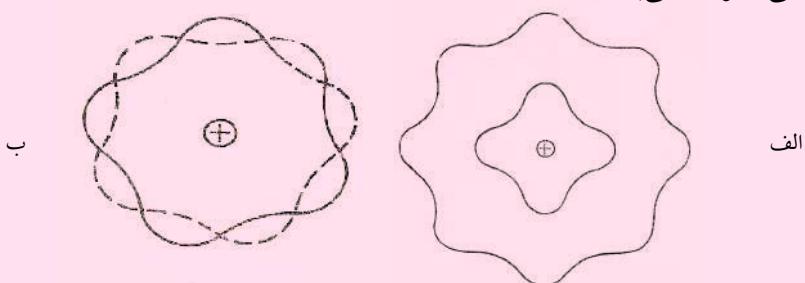
ذرات	کتله به گرام	سرعت	طول موج انگستروم	نتایج دریافت شده شاگردان
		cm/s		
الکترون 300k	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$1,2 \cdot 10^7$	61 Å	
الکترون با انرژی 1ev	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$5,9 \cdot 10^7$	12 Å	
الکترون با انرژی 100ev	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$5,9 \cdot 10^7$	1,2 Å	
اتوم هیلیوم، 300k	$6,6 \cdot 10^{-24}$	$1,4 \cdot 10^5$	0,1 Å	
اتوم, 300k	$2,2 \cdot 10^{-22}$	$2,4 \cdot 10^4$	0,12 Å	

به هر اندازه که کتله و سرعت ذره زیاد باشد، به همان اندازه طول موج آن کوتاه است؛ بنابرین زمانی که یک دسته الکترون به یک جسم کریستالی برخورد می نماید، دوباره منکسر گردیده و یا بازگشت می نماید.

توجه نمایید



تأثیر ذرات کوچک (فوتون‌ها، الکترون‌ها، نیوترون‌ها... وغیره) دارای طبیعت دوگانه بوده، در بعضی از آزمایشات خواص ذره وی و در بعضی آزمایشات دیگر خواص موجی آن‌ها آشکار می‌گردد؛ پس ذرات کوچک دارای خواص ذره وی و موجی «ہردو» می‌باشند.

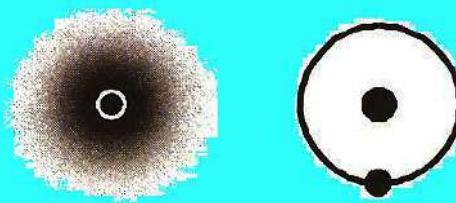


شکل (1 - 11) طبیعت موجی الکترون

فعالیت



کدام یکی از اشکال ذیل برای الکترون مسیر خاصی را مشخص ساخته و کدام یک مسیر خاصی را مشخص نمی‌سازد؟



شکل (1 - 12) (مسیر خاص الکترونها)

نمبرهای کوانتمی چهارگانه به شکل یک نتیجه ریاضیکی خود را تبارز داده، وضعیت و انرژی الکترونی اтом‌ها را مشخص می‌سازد،

1 - نمبر کوانتم اصلی (The principle Quantum Number)

نمبر کوانتم اصلی جسامت ابر الکترونی، شعاع اтом و انرژی الکترون‌ها را نظر به هسته یعنی سطح انرژیکی الکترون‌هارا نظر به هسته مشخص می‌سازد که قیمت‌های کاملاً معین اعداد تام طبیعی ($n=1,2,3,4,5,6,7\dots$) را به خود اختیار کرده می‌تواند و به n نشان داده می‌شود.

هر قدر که قیمت n کوچک باشد، به همان اندازه الکترون کم ترین انرژی را دارا بوده و به هسته نزدیک می‌باشد، نمبر کوانتم اصلی نسبت به دیگر نمبرهای کوانتم مهم بوده؛ زیرا که کمیت انرژی الکترون اтом هایدروجن و دیگر اтом‌ها را افادة کرده و توسط فرمول ذیل محاسبه شده می‌تواند که در آن n نیز شامل است:

$$E = \frac{-2\pi^2 \cdot m \cdot e^4 Z^2 \cdot k^2}{n^2 h^2}$$

2 - نمبر کوانتم فرعی یا حرکت زاویوی: مطابق به نظریه بور یک مدار اصلی یا قشر الکترونی عبارت از دوره دایره‌وی حالت استثنای گردش الکترون به دوره هسته است و حالت عمومی عبارت از بیضوی بوده که هسته در یکی از محراق‌های آن قرار دارد. در یک مدار بیضوی شکل، سرعت الکترون ثابت و معین نه بوده، انرژی حرکی آن در تغییر است و در این تغییرات انرژی کوانتمی بوده؛ بنابر این برای الکترون تنها بعضی از مدارهای بیضوی استثنایی مجاز است، بدین ترتیب دومین نمبر کوانتم اندازه حرکت زاویوی و یا مومنت مقدار حرکت زاویه وی را افادة می‌کند و به θ نشان داده می‌شود و ضریب بیضوی بودن مدار را تعیین می‌نماید.

چون الکترون دارای مقدار حرکت دورانی بوده؛ بنابر آن حتماً دارای انرژی حرکی حاصله از حرکت دورانی است پس مومنت مقدار حرکت ($p=mv$) محدود بوده و مساوی به مجموع انرژی الکترون است؛ به این اساس حیرت انگیز نه خواهد بود، اگر نظریه مقدار مومنت حرکت زاویه وی الکترون با مومنت مقدار حرکت اوربیتالی (ℓ) را منحصر به مقدار

n دانسته شود، تیوری نظری و تجربی نشان می‌دهد که میتواند تمام قیمت‌های اعداد تام بین صفر و $n-1$ به شمول صفر و $n-1$ را به خود اختیار نمایند:

$$1 = 0 --- n - 1$$

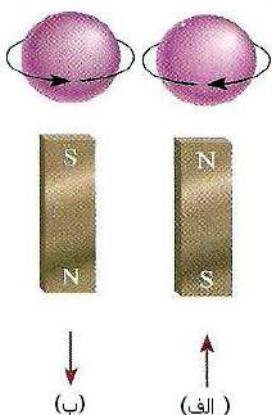
اگر $n=1$ باشد، 1 دارای یک قیمت بوده و آن صفر است. در صورتی که $n=2$ باشد، نیز دارای دو قیمت بوده و آن 0 و 1 است..... و اگر $n=5$ باشد، 1 نیز دارای 5 قیمت بوده و آن عبارت $0, 1, 2, 3, 4$ است.

3- نمبر کوانتم مقناطیسی: حرکت زاویه وی یا مومنت مقدار حرکت دورانی یک الکترون را در هر اтом می‌توان به جریان برق سیستم دایره وی که در آن جریان دارد، تشبیه نمود. چون جریان برق در داخل حلقه به وجود می‌آید و ساحه مقناطیسی را در داخل حلقه تولید می‌کند از این سبب گفته می‌توانیم که تحریک الکترون در یک مدار دایره وی نیز ساحه مقناطیسی را تولید می‌کند که نمبر کوانتم مقناطیسی ml آنرا مشخص می‌سازد، از طرف دیگر ml از مقدار مومنت حرکت زاویه وی حاصل می‌گردد، لذا مقدار آن مربوط به قیمت نمبر کوانتم اوربیتالی یا فرعی می‌باشد، تیوری و عمل توضیح می‌نمایند که ml میتواند تمام قیمت‌های عددی تام بین صفر و $+1$ و صفر، -1 را به شمول صفر $+1$ و -1 اختیار نماید و تعداد قیمت‌های ml عبارت از $2l+1 = 2l+1$ است که مقدار این قیمت‌های ml تعداد اوربیتال‌ها را در سویه فرعی نیز افاده می‌کند:

$$ml = +1 --- 0 --- -1$$

4- نمبر کوانتم سپین: الکترون علاوه بر تشکیل ساحه مقناطیسی حاصله از حرکت دورانی خود مشابه به مقناطیسی کوچک عمل نموده، به این اساس گفته می‌توانیم که الکترون دارای spin بوده و کلمه spin به معنی چرخش می‌باشد و عبارت از مقدار

حرکت دورانی یک ذره به دور محور خودش است، این مقدار برای ذرات اساسی کاملاً مشخص و معین است الکترون، پروتون و نیوترون دارای قیمت $\frac{1}{2}$ است.



شکل (13-1): شکل سپین الکترونها

توجه نمایید



چون قیمت ml را مشخص می‌سازد؛ بنابرین روابط خاصی بین n و l باشد؛ به طور مثال: پایین ترین سویه انرژیکی اтом هایدروجن در حالت اساسی و ثابت یعنی، $ml = 0, l = 0, n = 1$ بوده که یک قیمت را به خود گرفته می‌تواند؛ به همین ترتیب قیمت‌های l تعیین کننده قیمت ml بوده، طوری که پیش از این یاد آوری گردید، قیمت $ml = 2l + 1$ است، یعنی:

$$ml = 2l + 1$$

$$l = 0$$

$$ml = 2 \cdot 0 + 1 = 1$$

$$ml = +1 \dots 0 \dots -1$$

$$ml = 0$$

بالاخره به هر قیمت n عبارت از ml ، l ، S قیمت spin عبارت از $\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$ است.

اگر $l = 1$ باشد ml دارای سه قیمت بوده و آن‌ها عبارت از $+1, 0, -1$ است.

$$ml = 2l + 1 \Rightarrow ml = 2 \cdot 1 + 1 = 3$$

$$ml = +1 \dots 0 \dots -1$$

$$ml = +1, 0, -1 \Rightarrow ml = +1 \dots 0 \dots -1$$

برای آموزش بیشتر شما

Orbital کلمه لاتین بوده و به معنی لانه یا آشیانه است، در این جا نیز به همین مفهوم به کار رفته و عبارت از آن قسمت اطراف هسته اتم است که احتمال موجودیت الکترون در آن ۹۵٪ است. احتمال آن موجود است که الکترون در یک لحظه زمانی خارج از حدود این ساحه فضای هسته قرار داشته باشد که ۵٪ را احتوا می‌کند.

اقشار اصلی و فرعی

با هر نمبر کوانتم اصلی سویه انرژیکی اصلی معین مطابقت داشته که این سویه‌های اصلی به حروف بزرگ نشان داده می‌شود (قرار ذیل):

$n =$	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q

فعالیت



با در نظر داشت مودل بور سلسله

$n =$	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q

با هر نمبر کوانتم فرعی سویه انرژیکی فرعی معین مطابقت دارد، این سویه‌های فرعی

را به حروف قرار ذیل افاده می‌کند.

نمبر کوانتم فرعی	0	1	2	3	4
سویه انرژیکی فرعی	s	p	d	f	g

تعداد اوربیتال‌های هر سویه فرعی به قیمت ml مربوطه آن مطابقت داشته و حداعظمی گنجایش الکترون در یک اوربیتال صرف دو عدد با سپین مخالف الجهت است.

اگر چرخش الکترون به دور محور خودش مطابق به عقربه ساعت بوده باشد، قیمت سپین آن $\frac{1}{2}$ – بوده و در صورتی که مخالف با عقربه ساعت چرخش نماید، قیمت سپین آن $\frac{1}{2}$ $+ \frac{1}{2}$ است.

اوربیتال‌هارا به صندوقچه نشان می‌دهند. تعداد اوربیتال‌ها در هر سویه انرژیکی اصلی

به n^2 مطابقت داشته و تعداد اعظمی الکترون‌ها در آن‌ها به $2n^2$ مطابقت دارد.

فعالیت



جاهای خالی جدول ذیل را تکمیل نمایید.

اقشار	نمبر کوانتم اصلی (n)	$2n^2$	تعداد مجموعی الکترونها
K	$n=1$	$2(1)^2$	2
L	$n=2$	-----	-----
M	$n=3$	-----	-----
N	$n=4$	-----	-----
O	$n=5$	-----	-----

حالت انرژیکی الکترون‌ها را به اعداد و حروف نشان می‌دهند، طوری که نمبر کوانتم اصلی آن‌ها را به عدد افاده نموده و این عدد را به طرف چپ حرفی تحریر می‌نمایند که سویه انرژیکی فرعی را نشان می‌دهد و به یک نمبر کوانتم فرعی معین مطابقت دارد؛ به طور مثال: 3p نشان میدهد که الکترون در سویه اصلی سوم به سویه فرعی p قرار داشته

و شکل ابر الکترونی آن مانند «دمبل» می‌باشد. شکل ابر الکترونی اوربیتال s کروی بوده و شکل ابر الکترونی اوربیتال‌ها d و f مغلق است که مانند برگ‌های گل صد برگ و یا مرسل بالای همدیگر قرار دارند.

جدول ذیل ترتیب نمبر کوانتم چهار گانه واوربیتال‌های آن‌ها را فاده می‌کند:

جدول (3-1) ترتیب نمبرهای کوانتم چهار گانه واوربیتال‌های آن‌ها:

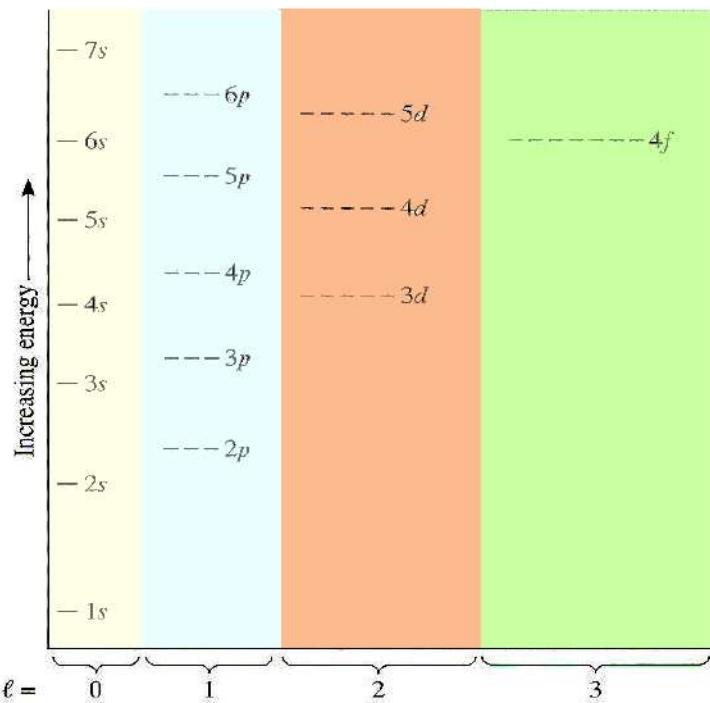
نمبرهای چهار گانه				حالت انرژیکی	تعداد اوربیتال	تعداد الکترون	$n+l$
n	l	ml	s				
1	0	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	s	1	2	1
2	0	0	// //	s	1	2	2
	1	+1 0 -1	// //	p	3	6	3
3	0	0	// //	s	1	2	3
	1	+1,0,-1	// //	p	3	6	4
	2	+2,+1,0,-1,-2	// //	d	5	10	5
4	0	0	// //	s	1	2	4
	1	+1,0,-1	// //	p	3	6	5
	2	+2,+1,0,-1,-2	// //	d	5	10	6
	3	+3,+2,+1,0,-1,-2,-3	// //	f	7	14	7

فعالیت

اگر $n=5$ باشد قیمت‌های ممکنه l , ml , s , حالت انرژیکی، تعداد اوربیتال، تعداد الکترون و $n+l$ قشر O(5) را در یافت و در یک جدول ترتیب نماید.

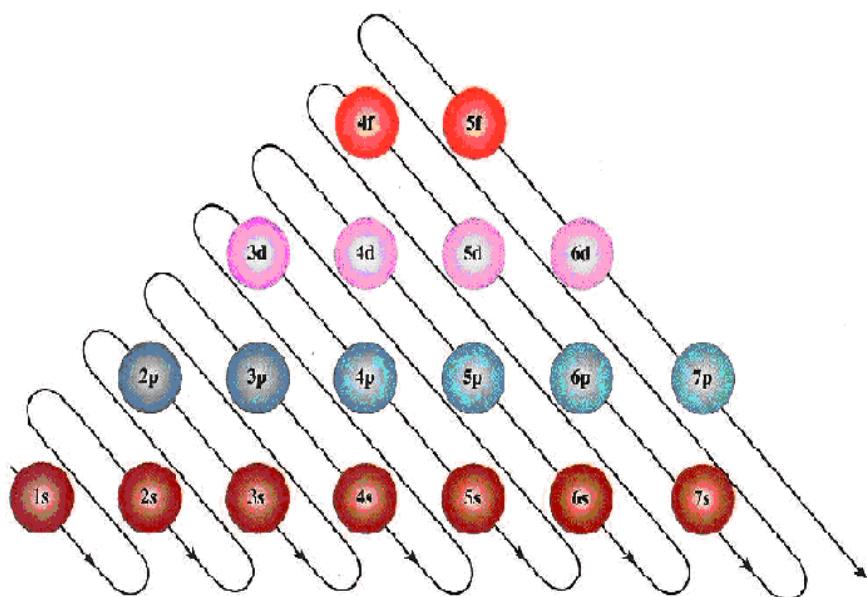
1-6: ساختمن الکترونی اтом‌های چندین الکترونی پر شدن اوربیتال‌های سویه‌های انرژیکی توسط الکترون‌ها

الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های آن سویه‌های انرژیکی را اشغال می‌نمایند که در سطح پایین انرژیکی قرار داشته و به هسته نزدیک باشند. در این مورد قواعد و پرنسیپ‌های زیاد موجود است که این قواعد با گراف‌های مربوطه قرار ذیل توضیح می‌گردد.



شکل (7-1) گراف سویه انرژی اوربیتال‌ها :

به اساس سلسله ذیل نیز می‌توان تقسیمات الکترون‌ها در اوربیتال‌های سویه‌های انرژیکی تقسیمات کرد :



قاعده هوند (Hunds Rule)

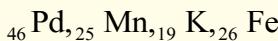
الکترون‌ها اوربیتال عین سویه فرعی را طوری اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی Spin آن‌ها اعظمی باشد، یا به عباره دیگر الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های سویه فرعی را به شکل طاقه با Spin هم جهت پر نموده، در صورتی که الکترون‌های اضافی موجود باشد، جوهره شدن آن‌ها با Spin مخالف الجهت آغاز می‌گردد؛ به طور مثال: در نایتروجن واکسیجن این مطلب توضیح می‌گردد:

	$1s^2$	$2s^2$	$2p^3$	
N				$\pm 1\frac{1}{2}$
O				± 1

مجموعه سپین

فعالیت

ساختمان الکترونی عناصر ذیل را با اوربیتال‌های آن‌ها تحریر و مجموعه سپین آن‌ها را دریافت نماید.



قاعده کلچکو فسکی (Klechkowsky Rule)

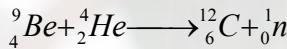
در بعضی از اтом‌های عناصر پر شدن سویه‌های الکترونی توسط الکترون‌ها طوری عملی می‌گردد که هنوز پرشدن سویه قبلی و اوربیتال آن‌ها توسط الکترون‌ها صورت نه گرفته، الکترون‌ها اوربیتال‌های سویه انرژیکی بعدی را اشغال مینمایند، به طور مثال: اوربیتال 4S زمانی توسط الکترون‌ها پر می‌گردد که هنوز 3d توسط الکترون‌ها اشغال نه گردیده است. به همین ترتیب 5S قبل از 4d و 5p و هم 6S قبل از 4F و 5d توسط الکترون‌ها اشغال می‌گردد. در این مورد کلچکوفسکی قاعده را وضع نمود که قرار ذیل است: الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های آن سویه انرژیکی را اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی نمبر کواتم اصلی n و فرعی l ($n+l$) آن‌ها کوچک باشد، در صورتی که $(n+l)$ دو سویه با هم مساوی باشد، در این صورت الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های آن سویه انرژیکی را اشغال مینمایند که قیمت عددی n آن کوچک باشد یعنی $(l \leq n-1)$ رعایت می‌گرد. سلسه ذیل را ملاحظه نمایید.

1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d	6p	سویه انرژیکی
1	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	$n+l$



خلاصه فصل اول

- * در سال‌های 400 ق م عالمی به نام دیموکراتس ابراز نمود: مواد را میتوان به چنان ذرات کوچک تقسیم کرد که دیگر امکان تقسیم آن موجود نباشد، موصوف این ذرات را به نام اтом یاد کرد. اтом کلمه یونانی بوده که از tom (تقسیم) و A (نفی) گرفته شده است.
- * در سال 1808 دالتون تیوری اتمی را بنیان گذاشت، طبق این تیوری مواد از ذرات کوچک به نام اтом‌ها ساخته شده است.
- تیوری جدید اتمی ارائه می‌دارد این که:
- * اتم‌ها ذرات کوچک‌اند که توسط وسائل ساده کیمیاوی تعزیز نه شده و مجموعه‌ی از اتم‌های که دارای عین چارج هسته باشند، به نام عنصر کیمیاوی یاد می‌شوند.
- * اتم‌ها به طور دائمی در حال حرکت بوده، با ازدیاد حرارت، سرعت حرکت آن‌ها زیاد می‌گردد و این حرکت سبب تعامل آن‌ها با هم دیگر می‌گردد.
- * اتم‌های عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق دارد.
- * اتم‌های عناصر از دو قسمت ساخته شده است که عبارت از هسته و قشر الکترونی می‌باشد تامسن به اساس تجارت الکترونها را در اتم کشف کرد.
- * رادر فورد به اساس تحقیقات چارج و کتله هسته اتم را محاسبه نموده و دریافت کرد که در هسته اتم ذرات چارج دار مثبت موجود است، موصوف این ذرات را به نام پروتون‌ها یاد کرد.
- * چادویک نیوترون‌ها را در هسته اتم کشف کرد، موصوف طبق معادله هستوی ذیل، نیوترون هارا به دست آورد.



- * مجموعه پروتون‌ها و نیوترون‌ها را به نام نوکلیون یاد نموده اند.
- * سرعت الکترون‌ها را میتوان توسط فرمول $v = \frac{kze^2 2\pi}{nh}$ محاسبه کرد و به اساس فرمول

$$r = \frac{n^2 h^2}{m k z e^2 4\pi^2}$$

* طول موج الکترون را می‌توان به اساس فورمول دی - بروگلی قرار ذیل به دست آورد.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

* وضعیت و حالت الکترون‌ها را می‌توان به اساس چهار نمبر کوانتم مشخص کرد.

1- نمبر کوانتم اصلی : این نمبر کوانتم جسامت ابر الکترونی، شعاع اтом و سویه انرژیکی الکترونها را نظر به هسته در اقسام مختلف نشان می‌دهد.

2- نمبر کوانتم فرعی : این نمبر کوانتم وضعیت الکترون‌ها را به دور هسته اтом در کواردینات‌ها مشخص می‌سازد . و قیمت‌های کاملاً معین اعداد تام بین، صفر و $n=1$ - $n=0$ - $n=-1$ را به خود اختیار می‌نماید.

3- نمبر کوانتم مقناطیسی : این نمبر کوانتم وضعیت و خاصیت مقناطیسی الکترون‌ها را به دور هسته اтом نشان می‌دهد و تعداد قیمت‌های $m_l=+1, 0, -1$ را دارا بوده و این قیمت‌ها عبارت از اعداد تام بین صفر و $+1, 0, -1$ - -1 را به خود اختیار می‌نمایند.

تحریک الکترون‌ها در مدارهای دایره‌وی ساحة مقناطیسی را تولید می‌نماید که نمبر کوانتم مقناطیسی آن را مشخص می‌سازد.

4- نمبر کوانتم سپین: سپین (Spin) کلمه لاتین بوده و به معنی چرخش است، درین جا نیز به همین مفهوم به کار رفته و چرخش الکترونها را به دور محور خود شان افاده می‌کنند. چرخش الکترون‌ها را به دور محور خود شان نمبر کوانتمی را مشخص می‌سازد که به نام نمبر کوانتم سپین یاد شده و برای مایکرو ذرات قیمت‌های $\pm \frac{1}{2}$ را به خود اختیار می‌نمایید.

* اوربیتال (Orbital): کلمه لاتین بوده و به معنای لانه می‌باشد که درین جا نیز به همین مفهوم به کار رفته و عبارت از آن قسمت فضای اطراف اтом است که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است.

* قاعدة پاولی : در یک اтом دو الکترون نمی‌توانند که چهار نمبر کوانتم یکسان را دارا باشند.

* قاعدة هوند : الکترون‌ها اوربیتال‌های عین سویه‌های انرژیکی فرعی را طوری اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی سپین آن‌ها اعظمی باشد.

* قاعدة کلچکوفسکی : الکترونها اولاً اوربیتال‌های آن سویه‌های انرژیکی را اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی نمبرهای کوانتم اصلی (n) و نمبر کوانتم فرعی (l) آن ($n+l$) کوچک باشد . در صورتی که ($n+l$) دویا چند سویه با هم مساوی باشد ، درین صورت اوربیتال‌های آن سویه توسط الکترونها اشغال می‌گردد که قیمت n آن کوچک باشد .

سوالات فصل اول

سؤالات چهار جوابه : برای هر سؤال چهار جواب داده شده است که یکی آن درست است، شما درست آنرا انتخاب نمایید.

- 1 - ذره کوچک یک ماده را برای اولین بار کدام عالم به نام اтом یاد کرد ؟
الف - دالتن ب - دیموکرات ج - ارسسطو د - رادر فورد
- 2 - کلمه اtom از کدام کلمات ذیل اشتراق یافته است ؟
الف - Tom (تقسیم) ب - A (نفی) ج - الف و ب هردو درست است -
هیچکدام

- 3 - بنیان گذار تیوری اтомی کدام یکی از علمای ذیل است ؟
الف - ارسسطو ب - دیموکرات ج - رادر فورد د - تامسن
- 4 - کاشف هسته و مشخصات هسته اtom کدام یکی از علمای ذیل است ؟
الف - موزلی ب - چادویک ج - رادر فورد د - سودی

- 5 - به اساس کدام فورمول‌ها می‌توان سرعت الکترون را به دور هسته اtom محاسبه کرد ؟
الف - $V = \frac{kze2\pi}{nh}$ ب - $V = \frac{h}{mv}$ ج - $V = \frac{mKze^2}{4\pi^2}$ د - هیچکدام
- 6 - اگر $n=3$ باشد، قیمت‌های ℓ عبارت اند از :

- الف - سه قیمت ب - دو قیمت ج - یک قیمت د - تماماً غلط است .
- 7 - عنصری دارای نمبر اtomی 26 دارای کدام مجموعه قیمت‌های عددی سپین است ؟

- الف - $-\frac{1}{2}$ ب - $+\frac{1}{2}$ ج - 3 د - 2
- 8 - اگر $\ell=3$ باشد، قیمت‌های m_l عبارت از ----- است
الف - سه قیمت ب - دو قیمت ج - هفت قیمت د - قیمت به ۲ ارتباط ندارد

9- طول موج لکترون را توسط کدام فورمولهای ذیل می‌توان در یافت کرد؟

$$\lambda = \frac{nh}{mKze^2 4\pi^2} \quad \text{الف - } \lambda = \frac{h}{mv} \quad \text{ب - } \lambda = \frac{Kze^2 \pi}{nh}$$

10- پروتونها کدام نوع ذرات اтом اند؟

الف - ذره منفی ب- ذره مثبت، ج - ذره خشی، د- ذره چارج دارمثبت و منفی

سوالات صحیح و غلط: جملات صحیح ذیل را به (ص) و غلط ذیل را به (غ) نشانی کنید.

1- مواد از ذرات کوچک به نام اтом‌ها ساخته شده است. ()

2- تامسن در تحقیقات خویش نسبت چارج را برابر کتله مواد $\left(\frac{e}{m}\right)$ دریافت نمود که کمیت 1.76 C/kg را بدست آورد. ()

3- چادویک (Chadwick) در سال 1932 در نتیجه تعاملات هستوی پروتون را کشف کرد، ()

4- در یک اتم دوالکترون می‌توانند که چهار نمبر کوانتم یک سان را دارا باشند ()

5- طبق تیوری کوانتم انرژی فoton عبارت از کوانت نور با فریکونسی ν بوده و می‌باشد. ()

6- مطابق به تیوری پلاتک انرژی کوانتاپیشن (Cuantization) می‌گردد. ()

7- اтом‌های عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق ندارند. ()

8- آن قسمت فضای اطراف اتم که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است به نام اوریتال یاد می‌گردد. ()

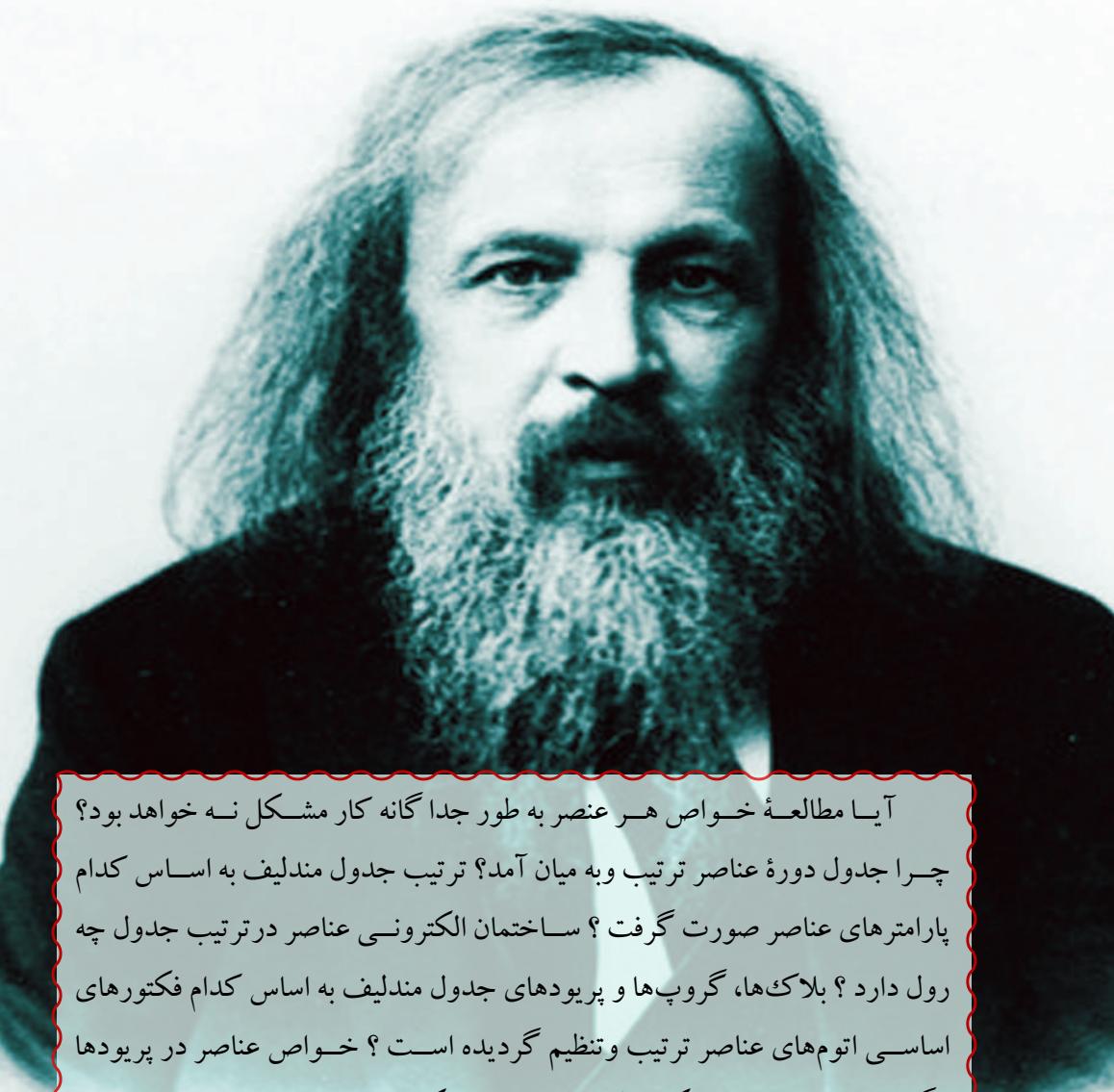
9- نمبر کوانتم اصلی وضعیت الکترون هارا به دور هسته اتم در کواردینات مشخص می‌سازد ()

سؤالات تشریحی:

- 1 - ثبوت نمایید که $\frac{h}{mv} = \lambda$ است .
- 2 - نمبر کوانتم اصلی را مختصرآ توپیح نمایید
- 3 - ثبوت کنید که $r = \frac{n^2 h^2}{mkze^2 4\pi^2}$ است .
- 4 - اگر نمبراتومی یک عنصر 82 باشد، ساختمان الکترونی آن را تحریر و موقعیت عنصر را در پریود و گروپ مشخص سازید .
- 5 - طول موج الکترون اتوم هایdroجن را محاسبه نماید، در صورتی که سرعت آن $(n=1) V = 2200 km/sec$ باشد .

فصل دوم

ترتیب الکترونی و خواص دوره‌ی عناصر



آیا مطالعه خواص هر عنصر به طور جدا گانه کار مشکل نه خواهد بود؟
چرا جدول دوره عناصر ترتیب و به میان آمد؟ ترتیب جدول مندیف به اساس کدام
پارامترهای عناصر صورت گرفت؟ ساختمان الکترونی عناصر در ترتیب جدول چه
رول دارد؟ بلاک‌ها، گروپ‌ها و پریویدهای جدول مندیف به اساس کدام فکتورهای
اساسی اтом‌های عناصر ترتیب و تنظیم گردیده است؟ خواص عناصر در پریویدها
و گروپهای جدول پریویدیک به کدام ترتیب به شکل متناوب تغییر می‌نماید؟
برای دریافت حل سؤالهای فوق و امثال آن‌ها و هم درباره تغییر متناوب خواص عناصر
میتوان در این فصل معلومات به دست آورد.

2 - 1: تاریخچه ساختمان سیستم پریودیک

در طبیعت 92 عنصر طبیعی و متباقی مصنوعی بوده که توسط انسان‌ها کشف گردیده است، دانستن خواص و مشخصات عناصر به طور جداگانه کار مشکل است، ازین سبب علمای کیمیا سعی به عمل آورده اند تا این عناصر را طوری در یک جدول واحد تنظیم نمایند که با دانستن خواص یکی از آن‌ها، خواص عده دیگر آن‌ها را نیز دانسته باشند.

در سال 1865 کیمیادان انگلیسی به نام نیولیندز (Newlands) عناصر کشف شده زمان خویش را به اساس ازدیاد متناوب کتله اтомی نسبتی شان در قطارهای افقی ترتیب کرد و درین صورت دیده شد که عنصر نمبر هشتم تحت عنصر شماره اول که مشابه آن است قرار گرفته و به همین ترتیب عنصر شماره نهم تحت عنصر شماره دوم و غیره قرار گرفت. در این صورت عناصر مشابه را در یک ستون عمودی قرار داد (که فعلًا این سیستم به نام اوکتای نیولندز یاد می‌گردد). جدول آن قرار ذیل است:

جدول (2 - 1) اوکتای نیولیندز

1	2	3	4	5	6	7
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe



نیولندز اوکتای کیمیاوی خود را با اوکتای‌های موزیک مقایسه نمود و آن را به نام قانونمندی توضیح شده قانون (Octave) یاد نمود. مقایسه نیولندز غیر مدلل و نا موفق دریافت گردید و از تیوری عالم مذکور صرف نظر گردید.

در سال 1869 عالم روسی D. M. Mendeleev مفکرۀ مشابه را پیشنهاد کرد^۱، موصوف نیز عناصر کشف شده زمان خود را به اساس ازدیاد متناوب کتله اтомی نسبتی شان در قطارهای افقی (Period) ترتیب و درستونهای عمودی متعدد ساخت، موصوف این نوع ساختمان ترتیب

۱- عالم جرمنی به نام L.Moier در سال 1864، 27 عنصر را به اساس ازدیاد کتله اтомی شان ترتیب کرد و بعداً آن‌ها را به اساس ازدیاد کتله متناوب شان به 9 گروپ تقسیم کرد. که هر یک 3 عنصر را احتوا می‌نماید و در سال 1870 ادعا کرد که جدول مشابه به مندلیف را ترتیب کرده است.

شده خود را به نام سیستم پریودیک عناصر یاد کرد. این سیستم ترتیب شده مندلیف نسبت به سیستم ترتیب شده نیولندر تکمیل شده بود که قسمت آن در ذیل ملاحظه می‌گردد: (این جدول در سال 1871 ترتیب گردیده است).

جدول (2-2) سیستم پریودیک مندلیف:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9.4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27.3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35.5	
4	K 39	Ca 40	-44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Cu 59 Ni 59, Cu 63
5	(Cu 63)	Zn 65	-68	-72	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 85	Sr 87	?YI 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	-100	Ru 104, Rh 104 Pd 105, Ag 108
7	(Ag 108)	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 125	I 127	
8	Cs 133	Ba 137	?Di 138	?Ce 140	-	-	-	--
9	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	?Er 178	?La 180	Ta 182	W 184	-	Os 195, Ir 197 Pt 198, Au 199
11	(Au 199)	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	-		
12	-	-	-	Th 231	-	U 240	-	--

ابتکار مندلیف در ترتیب جدول دوره‌ی بی

- مندلیف سلسله‌های طویل و یا پریودهای بزرگ را در جدول خویش برای عناصری برگزیده که فعلاً به نام عناصر انتقالی (Transitional) یاد می‌شوند، علت آن این بود که عناصر Fe, Mn, Ti, Si, P, S تنظیم شده نمی‌تواند.
- (جدول 2-1 اوکتائی نیولندر را ملاحظه نمایید).

2- مندلیف در جدول ترتیب شده خود حجره‌های خالی را برای عناصر کشف نا شده طبیعت باقی گذاشت، در این صورت متوجه شد که ارسنیک AS به شکل طبیعی به گروپ V تعلق گرفت. عالم مذکور دو حجره خالی را بین جست Zn و ارسنیک As باقی گذاشته بود.

3- در صورتی که موقعیت عناصر در سیستم پریودیک به اساس کتله اтомی شان در گروپ‌ها به خواص عناصر کتله هم گروپ شان مطابقت نمی‌کرد، در این صورت مندلیف برای همچو عناصر کتله اatomی نسبتی جدیدی را پیشنهاد می‌کرد. در مورد (Cr, In, Pt, Au) کمیت‌های جدید کتله اatomی نسبتی ارائه شده، صحبت استقرار عناصر را در جدول مندلیف تایید می‌نماید.

4- مندلیف کشف عناصری را پیشگوی نموده بود که بعد از کشف بعضی از جاهای

حالی جدول مندلیف را نظر به خواص کیمیاوی شان اشغال نمود ند؛ دراین صورت اعتماد بالای جدول پریوود یک مندلیف زیاد و به ترتیب آن صحه گذاشته شد.

فعالیت



چطور جدول سه بعدی عناصر را ساخته متوانیم؟

مرحله اول: ابتدا عناصر گروپ‌های اصلی را به روی کاغذ مقوا تحریر دارید، و هر گروپ عناصر را از مقوا جدا سازید.

	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Ti	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra						

مرحله دوم: قسمت حاشیه گروپ اول را با حاشیه گروپ هشتم وصل نماید و یک ساختمان هشت ضلعی را به دست آورید؛ حتی میتوانید خانه هر عنصر را بارنگ‌های مختلف مزین سازید.

مرحله سوم: عناصر گروپ‌های فرعی را نیز در گروپ‌ها و پریوودها در یک مقوا تحریر داشته و مانند مرحله دوم عمل نماید، دراین صورت ده ضلعی را حاصل خواهید کرد.

IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

مرحله چهارم: عناصر سلسله لنتنایدها و اکتینایدها را به صفحه مقوا تحریر نماید. مواد آماده شده مرحله‌های فوق الذ کر را به ترتیب در تخته شیشه یی قراردهید، ترتیب حاصله را توضیح کنید.

مطابق به قانون پریوودیک مندلیف: خواص عناصر و تغییر متناوب آن‌ها در پریوودها با کتله اтомی نسبتی آن‌ها ارتباط داشته و موقعیت آن‌ها را در پریوودها تعین می‌نمایند. زمانی که گازات نجیب (عناصر گروپ VIII اصلی) کشف گردید، دراین وقت اختلاف استقرار عناصر در سیستم پریوودیک با در نظر داشت از دیاد متناوب کتله اтомی آن‌ها از میان

برداشته شد. گازات نجیب از جمله کشفیات جدید و بعد از ترتیب جدول مندلیف بوده، این عناصر را بین هلوjen‌ها و فلزات فعال (فلزات الفلی) گروپ I اصلی قرار داده اند.

به طرف راست جدول که گروپ جداگانه صفری (VIII اصلی) علاوه گردیده است، کتله اتمی نسبتی Ar همین گروپ علاوه شده، نسبت به عنصر بعدی آن که پوتاشیم بوده و به گروپ I اصلی قرار دارد، بزرگ است، ($Ar = 40 \text{ amu}$, $K = 39 \text{ amu}$)؛ بنابراین باید ارگون در حجره پوتاشیم قرار میداشت و بر عکس K در گروپ صفری با گازات نجیب قرار می‌گرفت؛ اما در این صورت مندلیف از ازدیاد کتله اتمی نسبتی در ترتیب جدول خویش استفاده به عمل نه آورده، بلکه تشابه خواص کیمیاوی و فزیکی آن‌ها را در نظر گرفته، عناصر را در عین گروپ قرار داده است، چنانچه K را در گروپ اول اصلی و Ar را در گروپ صفر (VIII اصلی) با گازات نجیب قرار داد که خود نیز به ترتیب، فلز فعال و گاز نجیب اند، مثال دیگر این تنظیم سلسه عبارت از موقعیت ایودین و تلوریم بوده، اگر معیار قراردادن عناصر در سیستم پریودیک کتله اتمی نسبتی عناصر بوده باشد، در این صورت باید تلوریم تحت برومین با هلوjen‌ها و آیودین تحت سلفر و سلینیم قرار می‌گرفت، خواص کیمیاوی استقرار تلوریم و آیودین را به طور معکوس آن‌ها حکم می‌نماید.

توجه نمایید



پرابلمهای فوق الذکر را در جدول مندلیف عالمی به نام موزلی Moseley در سال 1916 حل کرد. موصوف نشان داد که مفهوم عالی را نمبر اتمی (تعداد پروتونها) نسبت به کتله اتمی نسبتی در ترتیب متناوب عناصر به شکل دوره‌ی دارا بوده و عالم مذکور رابطه بین کمیت معکوس جذر مربع طول موج اشعه رونتیگین را با نمبر ترتیبی عناصر در سیستم پریودیک به شکل گراف توضیح کرد و ابراز نظر نمود که نمبر ترتیبی عناصر یکی از مشخصات مهم عناصر را منعکس ساخته که این خاصیت را چارچ هسته اтом از خود تبارز میدهد و هم این ذرات با عبور از یک عنصر به عنصر مابعد در پریود جدول مندلیف به اندازه یک واحد به شکل متناوب افزایش می‌یابد. این کشف موزلی در مراحل بعدی ترتیب جدول مندلیف و در اثبات سیستم پریودیک عناصر خدمت بزرگی نمود و در سیستم پریودیک عناصر به اساس ازدیاد متناوب نمبر اتمی شان مستقر گردیده اند.

در سیستم پریودیک عناصر یکی تحت دیگر به شکل عمودی در ستون قرار داشته و در این ستون‌های عمودی عناصری دارای خواص کیمیاوی مشابه قرار دارند، ستون‌های عمودی عناصر جدول مندلیف را به نام گروپ (Group) و قطارهای افقی آنرا به نام پریودها

(Periods) می نمایند.

در پریودهای طویل جدول عناصر فلزات انتقالی (Transitional Elements) شامل است. در سلسه عناصر جدول مندیلف خواص کیمیاوی مشابه عناصر بعد از چندین انتروال تکرار می گردد؛ به طور مثال: نمبرهای اтомی گازات نجیب ۸۶, ۵۴, ۳۶, ۱۸, ۱۰ بوده؛ بنابراین خواص کیمیاوی مشابه به انتروال ارقام داده شده به مشاهده می رسد. بعد از گازات نجیب، فلزات فعال کیمیاوی (گروپ اول) قرار دارند که آیون های را تشکیل می دهند و عبارت از عناصر القلی (Fr, Cs, Rb, K, Na, Li) می باشند. قبل از هر یک از گازات نجیب، عناصر فعال غیر فلزی قرار دارند که آیون را تشکیل می دهند، این ها عبارت از (At, I₂, Br₂, Cl₂, F₂) یعنی هلوژن ها می باشند. بعد از فلزات فعال القلی، فلزات القلی زمینی (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) و عناصر گروپ IIA را تشکیل داده اند، به همین ترتیب قبل از هلوژن ها (VIIA) عناصر گروپ VA و (Po, Te, Se, S, O) قرار دارند که ولانس آنها ۲ میباشد و خواص آنها ازغیر فلزات الی فلزات (از بالا به طرف پایین به شکل متناوب) تغییر می نماید. در گروپ ها IVA, IIIA و VA عناصر شامل اند که کمتر با یکدیگر خواص مشابه را دارا بوده، آنها دارای ولانس مشخص مربوط به گروپی خود بوده و از طرف بالا به طرف پایین خاصیت فلزی آنها زیاد می گردد.

عناصر با در نظر داشت خواص کیمیاوی و تغییرات آن به هفت پریود یا سلسه (Period) تقسیم گردیده اند که در پریود اول دو عنصر، پریود دوم و سوم هر یک ۸ عنصر، در پریود چهار و پنجم هر یک ۱۸ عنصر، در پریود ششم ۳۲ عنصر و در پریود هفتم نیز ۳۲ عنصر موجود است. تعداد عناصر در پریودها به اساس تفاوت نمبر اتمی گازات نجیب (بعدی منفی قبلی) و یا توسط فورمولهای ذیل دریافت شده می تواند.

$$\frac{(n+1)^2}{2} = \text{تعداد عناصر در پریود طاق}$$

$$\frac{(n+2)^2}{2} = \text{تعداد عناصر در پریود جفت}$$

در پریود چهارم و پنجم بین گروپ IIA و IIIA (بین عناصر بلاک S و P) در هر پریود به تعداد ده، ده عنصر قرار دارد که فلزات اند، تقریباً دارای خواص مشابه با یک دیگر بوده و به نام عناصر انتقالی (Transational) می شوند. در پریود ششم و هفتم علاوه از فلزات انتقالی عناصر نیز موجود بوده که سلسه خاصی به نام سلسه Lanthanides و Actinoides را تشکیل داده اند، عناصر این سلسه ها دارای خواص فوق العاده مشابه با یک دیگر بوده و هر یک دارای ۱۴، ۱۴ عنصر می باشند.

جدول (2-3) آخرین و جدید ترین جدول دوره ای عناصر

The periodic table shows the following groups:

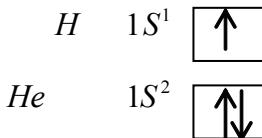
- Group IA (H):** Hydrogen (H)
- Group IIA:** Lithium (Li), Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba), Radium (Ra)
- Group IIIA:** Boron (B), Aluminum (Al), Gallium (Ga), Indium (In), Thallium (Tl)
- Group IVA:** Carbon (C), Silicon (Si), Germanium (Ge), Tin (Sn), Lead (Pb)
- Group VA:** Nitrogen (N), Phosphorus (P), Arsenic (As), Antimony (Sb), Tellurium (Te)
- Group VIA:** Oxygen (O), Sulfur (S), Selenium (Se), Tellurium (Te), Polonium (Po)
- Group VIIA:** Fluorine (F), Chlorine (Cl), Bromine (Br), Iodine (I), Astatine (At)
- Group 0 (He):** Helium (He)

Metals are represented by blue squares, Nonmetals by yellow squares, and Metalloids by green squares.

عناصر فلزی انتقالی گروپ‌های فرعی جدول پریودیک را تشکیل می‌دهند.

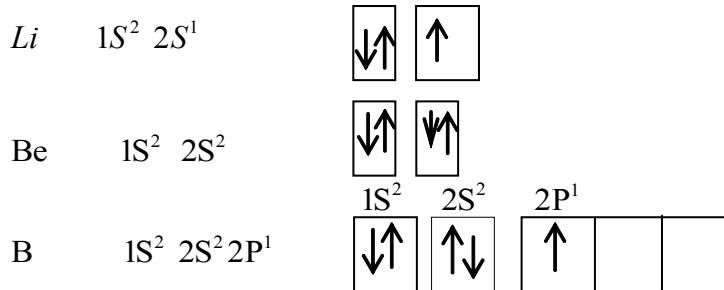
۲-۲: ساختمان الکترونی عناصر

هایdroجن دارای یک الکترون، هیلیم دارای دو الکترون بوده که پریود اول جدول متغیر را تشکیل می‌دهند، الکترون‌های عناصر مذکور سویه پایین انرژیکی را اشغال مینمایند که ساختمان الکترونی آنها قرار ذیل است:

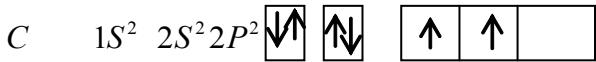


در این جارقم طرف چپ سویه انرژیکی فرعی نمبر کوانتم اصلی و ارقام فوکانی سویه انرژیکی فرعی تعداد الکترون‌ها را در اوربیتال‌های سویه انرژیکی فرعی افادة می‌کند.

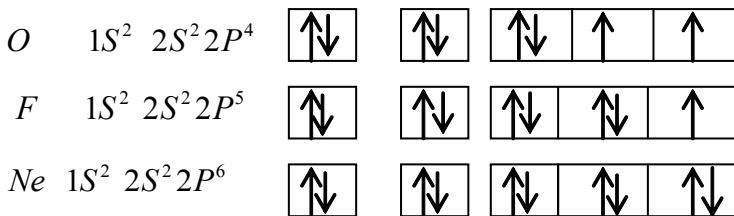
لیتیم (Li) دارای سه الکترون، بیریلیوم (Be) دارای ۴ الکترون و بورون (B) دارای ۵ الکترون بوده که ساختمان الکترونی عناصر مذکور قرار ذیل است:



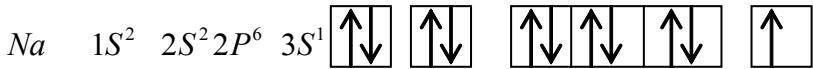
کاربن دارای 6 الکترون بوده که الکترون پنجم و ششم آن طبق قاعده هوند دو اوربیتال p را به شکل طاقه باسپین های هم جهت (مجموعه سپین آنها ± 1) اشغال نموده و ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:



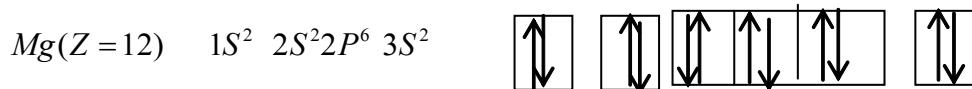
به همین ترتیب ساختمان الکترون اکسیجن (Z=8)، فلورین (Z=9) و نیون (Z=10) قرار ذیل است:



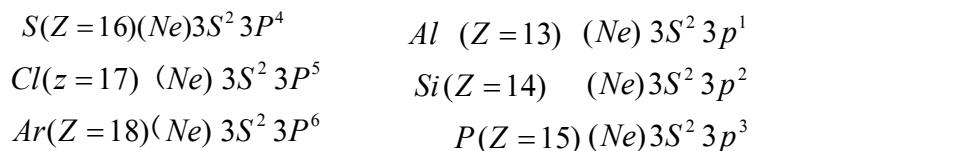
عنصر Ne دارای قشر مشبوع (L-Shell) است. عنصر بعدی Na بوده که عنصر اول پریود سوم جدول مندلیف است و ساختمان الکترون آن قرار ذیل است:



طوری که دیده می شود، سودیم حتماً سویه M را به کار برده و سویه فرعی 3S آن شروع به پرشدن توسط الکترون ها می نمایند. عنصر بعدی سودیم (Mg) بوده که ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:

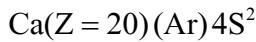
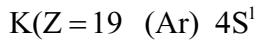


الکترون های شش عنصر ذیل در قشر فرعی 3p (3p – Sub Shell) ظاهر گردیده که ساختمان الکترونی عنصر مذکور قرار ذیل است:



در ساختمان الکترونی فوق ، چون $6s^2 2p^6$ معادل ساختمان الکترون Ne است، از این سبب به Ne افاده شده است:

پریود چهار با Ca (Z=19) و K (Z=20) آغاز و به Kr (Z=36) ختم می‌گردد، ساختمان الکترونی K و Ca قرار ذیل است.



پس از این که سویه فرعی $4S$ -Sub Shell ($4s$) توسط الکترون‌ها پرگردید، اشغال سویه فرعی $3d$ آغاز می‌گردد و عبارت از سویه فرعی $3d$ عنصر Sc (Z=21) است، اوربیتال‌های ده عنصر $3d$ (به شمال Sc) توسط الکترون‌ها اشغال می‌گردد که عنصر آخری آن Zn (Z=30) می‌باشد. زمانی که پر شدن سویه $3d$ عناصر به وقوع می‌پیوندد، خواص کیمیاگری همچو عنصر به اندازه قابل ملاحظه تغییر نمی‌نمایند. عناصر ده گانه که اوربیتال‌های سویه فرعی $3d$ آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن است، دارای خواص کیمیاگری مشابه با هم دیگر بوده و به نام عناصر انتقالی یاد می‌شوند. 6 عنصر از گالیم (Z=31) الی Kr (Z=36) اوربیتال‌های سویه فرعی P آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن بوده و قشر اصلی M آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن می‌باشد. پریود پنجم عبارت از پریود دوم طویل بوده و به Rb (Z=37) آغاز و با عنصر Xe (Z=54) ختم می‌گردد. سلسله دومی عناصر انتقالی در این پریود قرار دارد.

پریود ششم با Cs (Z=55) آغاز گردیده و با عنصر Rn (Z=86) ختم می‌گردد درین پریود 14 عنصر f قرار داشته که از Ce (Z=58) آغاز و تا Lu (Z=71) ادامه پیدا می‌کند، اینها عناصری اند که اوربیتال‌های سویه فرعی $4f$ شان توسط الکترون در حالت پر شدن بوده و از جمله عناصر نادرة زمین می‌باشند، این عناصر از لحاظ خواص کیمیاگری به یک دیگر فوق العاده مشابه نسبت به عناصر انتقالی d بوده چون بعد از La در پریود قرار دارند از این سبب به نام سلسله Lanthanoides یاد شده اند. عناصری از Lu (Z=71) الی Hg (Z=80) سلسله سوم عناصر انتقالی را تشکیل داده اند که اوربیتال‌های سویه فرعی $5d$ آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن است.

پریود هفتم که اکنون پریود اخیری عناصری جدول مندلیف است با Fr (Z=78) آغاز می‌باید، عنصر آخری طبیعی یورانیم نیز در این پریود موقعیت دارد. 14 عنصر f فلزی درین پریود قرار داشته که اوربیتال‌های سویه فرعی $5f$ آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن می‌باشد، این عناصر با Th (Z=90) آغاز و با عنصر مصنوعی Lr (Z=103) ختم می‌شوند. چون این

عناصر در پریود به ادامه عنصر $Z=89$ (Qفار دارند ، از این سبب عناصر این سلسله را که خصوصیات مشابه با یک دیگر دارند، به نام سلسله Actinoides یاد می گردد.

نوت: عناصر بعد از یورانیم مصنوعی بوده و رادیو اکتیف می باشند.

2 - 3 : خواص عناصر و تغییر متناوب آن در جدول دوره یی عناصر

بعضی از خواص مهم اтом های عناصر در پریودها و گروپ ها نظر به یک دیگر متناوباً تغییر می نمایند که این عناصر و تغییر متناوب خواص آن ها در جدول مندلیف ذیل توضیح می گردد.

2 - 3 - 1 : انرژی آیونایزیشن و تغییر متناوب آن در جدول مندلیف

انرژی آیونایزیشن: عبارت از مقدار انرژی است که برای دور نمودن یک الکترون از یک اтом - گرام به فضای لایتیاھی ضرورت می باشد. مقدار انرژی آیونایزیشن مساوی به تفاوت انرژی الکترون جدا شده و انرژی الکترون آزاد است (انرژی الکترون آزاد صفر فرض گردیده است). در عمل آیونایزیشن اصطلاح انرژی الکترون اولی، دومی، سومی و غیره را به کار می برد. طوری که انرژی آیونایزیشن الکترون اولی عبارت از همان مقدار انرژی است که برای جدا نمودن الکترون اولی ضرورت بوده و این الکترون خود در سطح بلند انرژی نسبت به دیگر الکترون ها قرار داشته باشد. الکترون اول اتم ها نسبت به دومی و دومی نسبت به سومی ... با انرژی کمتر جدا گردیده، پس انرژی آیونایزیشن آن کمتر می باشد؛ یعنی:

جدول ذیل انرژی آیونایزیشن اولی، دومی ... را افاده می کند.

جدول (2) اندازه انرژی آیونایزیشن آیون اولی، دومی اتم های عناصر گروپ های اصلی:

گروپ I اصلی	11 Na	5.1 ev	47 ev	72 ev	99 ev
گروپ II اصلی	12 Mg	7.6 ev	15 ev	80 ev	109 ev
گروپ III اصلی	13 Al	6.0 ev	18.8 ev	28.14ev	120 ev

الکترون اولی سودیم، الکترون اولی و دومی Mg و سه الکترون المونیم به آسانی جدا می گردد.

معلومات ضروری

انرژی آیونایزیشن اتم هایدروجن $13,6\text{ev}$ بوده و این انرژی به خاطر به طور نسبی زیاد است که الکترون به هسته نزدیک بوده و قوه کشش هسته بالای آن تأثیر می نماید.

معلومات اضافی

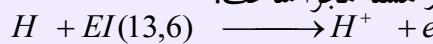
در محدوده گروپ ها انرژی آیونایزیشن از بالا به طرف پایین کم شده ، بر عکس از پایین به طرف بالا زیاد می شود؛ علت آن این است که: الکترون ها در عناصر عین گروپ از هسته دور گردیده؛ بنابراین با انرژی کمتر از هسته اتم جدا و اتم به آیون

مبدل می‌گردد؛ به طورمثال: در گروپ اول اصلی انرژی آیونایزیشن از بالا به طرف پایین گروپ کم شده و بر عکس از پایین به طرف بالا زیاد می‌گردد:

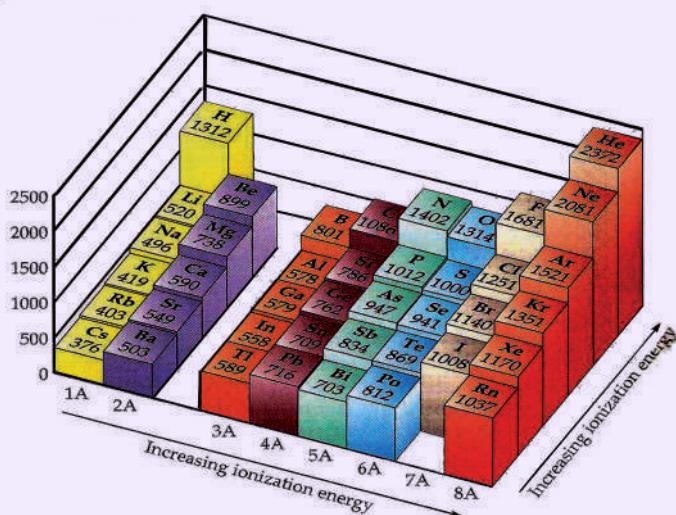
جدول (2-5) مقایسه انرژی آیونایزیشن عناصر گروپ اول اصلی

نمبول عنصر	انرژی آیونایزیشن eV
1 H	13.6 eV
3 Li	5.4 eV
11 Na	5.1 eV
19 K	4.3 eV
37 Rb	4.2 eV
55 Cs	3.9 eV

در محدوده پریودها انرژی آیونایزیشن با از دیاد نمبر اتمی تزاید حاصل می‌نماید؛ زیرا در پریودها با از دیاد نمبر اتمی تعداد اقسام زیاد نه شده؛ بلکه چارج هسته بزرگ شده و الکترون‌ها را به طرف خود کش نموده به دور خود متراکم ساخته، در نتیجه حجم و شعاع اтом کوچک شده، تاثیر چارج مثبت هسته بالای الکترون‌ها زیاد تر گردیده و آن را به طرف خود می‌کشاند. به این اساس ضرورت انرژی آیونایزیشن بیشتر شده و به انرژی زیاد الکترون را می‌توان از هسته مجزا ساخت:



جدول (2-6) انرژی آیونایزیشن اтом‌های عناصر:



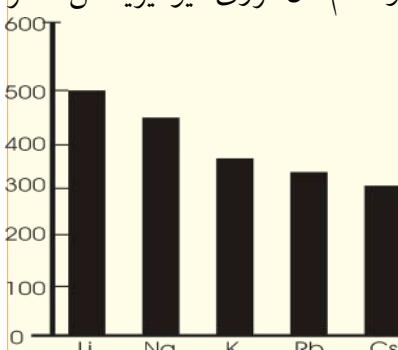
طوری که در جدول فوق ملاحظه می‌گردد. هر قدر که قشر خارجی الکترونی اтом‌های عناصر زیادتر توسط الکترون اشغال گردد. به همان اندازه ثبات و پایداری اтом عنصر بیشتر گردیده؛ از همین لحاظ است که گازات نجیبه کمتر آیونایزیشن گردیده و انرژی آیونایزیشن آن‌ها زیادتر است.

فعالیت



گراف ذیل را ملاحظه نموده، به سؤالات ذیل جواب ارائه نماید:

کدام عنصر بیشترین انرژی آیونایزیشن را دارد؟ و کدام آن انرژی آیونایزیشن کمتر دارد؟



معلومات ضروری



پیش‌گوی ساختمان الکترونی و دریافت نمبر اتمی با استفاده از انرژی آیونایزیشن متواالی عنصر شده میتواند.

در جدول ذیل انرژی متواالی یک عنصر به کیلوژول فی مول ارائه شده است:

جدول 2 – 7 انرژی متواالی یک عنصر به کیلوژول فی مول:

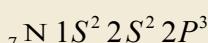
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1402	2856	4578	7475	9444	53266	64359

طوری که در جدول دیده می‌شود، انرژی آیونایزیشن عنصر مذکور از E_5 به E_6 به کمیت بسیار زیاد جهش نموده است؛ پس:

$1 +$ جهش بزرگ در تمامی انرژی آیونایزیشن اтом عنصر = پریود عنصر

$$X = 1+1 = 2$$

چون جهش از دیاد انرژی آیونایزیشن عنصر در ششمین مرحله ملاحظه می‌گردد؛ بنابر این عنصر در قشر خارجی خود صرف پنج الکترون را دارا می‌باشد و در گروه پنجم جدول مندلیف قرار دارد؛ پس عنصر مذکور نایتروجن بوده و نمبر اتمی آن 7 و ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:



2 - 3 - 2 : خاصیت الکترون خواهی (Electron Affinity) عناصر و تناوب آن

یکی از خواص دیگر اتم‌های عناصر که به ساختمان الکترونی وابسته است، عبارت از میل الکترون گیری آن‌ها می‌باشد. طوری که پیش از این گفته شد، برای جدا نمودن یک الکترون از اтом باید به اтом انرژی داده شود تا از قوه جاذبه هسته جدا گردد. در صورتی که یک الکترون به اтом اضافه گردد، تا به ایون منفی (Anions) تبدیل گردد، الکترون علاوه شده توسط قوه هسته جذب گردیده و انرژی آن به مقدار معین آزاد می‌گردد. همین انرژی را به نام انرژی الکترون خواهی (Electron affinity) یاد مینمایند و معادل انرژی است که بعد از جدا شدن الکترون از آیون منفی جذب می‌گردد. تقریباً برای تمام عناصر عملیه الکترون خواهی یک نوع تعامل Exothermic بوده؛ بنابراین علامه گرمای آزاد شده منفی می‌باشد. البته موضوع فوق عمومی نبوده به طور مثال: زمانی که الکترون دیگری به اینیون یک چارچه آکسیجن علاوه می‌گردد تا آیون O_2^- آکسیجين تشکیل شود، لازم است تا یک مقدار انرژی به اینیون یک چارچه آکسیجين داده شود که در این صورت الکترون به آن می‌پیوندد، مقدار انرژی مساوی $+844 \text{ kJ/mol}$ بوده در حالی که انرژی آزاد شده در تشکیل ایون O^{1-} مساوی به -142 kJ/mol است. جدول ذیل Electron affinity بعضی از عناصر را نشان میدهد:

جدول (2 - 8) مقدار انرژی الکترون خواهی بعضی از عناصر :

عنصر	Electron affinity	محصولات
فلورین	-344 KJ/mol	$F + 1e^- \longrightarrow F^-$
کلورین	-349 KJ/mol	$Cl + 1e^- \longrightarrow Cl^-$
برومین	-325 KJ/mol	$Br + 1e^- \longrightarrow Br^-$
اکسیجين	-142 KJ/mol	$O + 1e^- \longrightarrow O^-$
ایون O^{1-}	+844 KJ/mol	$O^{1-} + 1e^- \longrightarrow O^{2-}$
هایدروژن	-72 KJ/mol	$H + 1e^- \longrightarrow H^-$
سودیم	-50 KJ/mol	$Na + 1e^- \longrightarrow Na^-$

الکترون خواهی عناصر در پریودها و گروپ‌ها به شکل متناوب تغییر مینمایند؛ طوری که: در محدوده یک گروپ Electric affinity عناصر از بالا به طرف پایین کم شده و در

محدوده (حدود) پریودها انرژی و میل الکترون گیرنده گی از چپ به طرف راست زیاد می گردد و با انرژی آیونایزیشن رابطه مستقیم دارد.

2 - 3 : خاصیت الکترونیگاتیویتی و الکتروپوزیتیویتی

عناصری که میل الکترون گیرنده را دارا بوده و الکترون ها را به خود جذب می نمایند: به نام الکترونیگاتیف Electro negative یاد شده و میل الکترون گیرنده گی آن ها را به نام الکترونیگاتیویتی (Electro negative) یاد نمایند، بر عکس عناصری که میل از دست دادن الکترون ها را دارا باشند، به نام عناصر الکترون دهنده (Electro positive) یاد می گردند.

مشخصات عناصر الکتروپوزیتیف مربوط به انرژی آیونایزیشن آن ها بوده ، طوری که: اگر انرژی آیونایزیشن عنصر کم باشد ، عنصر مذکور الکتروپوزیتیف بوده و اگر انرژی آیونایزیشن آن زیاد باشد ، بر عکس الکتروپوزیتیویتی آن نیز کم است و خاصیت الکترونیگاتیف آن زیاد می شود.

معلومات اضافی



در محدوده یک پریود الکتروپوزیتیویتی عناصر از چپ به طرف راست کم شده ، بر عکس از راست به طرف چپ زیاد می گردد . به همین ترتیب در محدوده یک گروپ الکتروپوزیتیویتی عناصر از بالا به طرف پایین زیاد شده؛ بر عکس از پایین به طرف بالا کم میشود.

به همین ترتیب خاصیت الکترونیگاتیویتی عناصر در گروپ و پریود نیز به شکل متناوب تغییر می نماید، طوری که در محدوده یک پریود EN عناصر از چپ به طرف راست متناوباً زیاد شده ، بر عکس از راست به طرف چپ کم میشود، به همین ترتیب در محدوده یک گروپ الکترونیگاتیویتی عناصر از بالا به طرف پایین متناوباً کم شده و بر عکس از پایین به طرف بالا متناوباً زیاد می شود، از اینجا معلوم می شود که EN عناصر با شعاع اتمی رابطه معکوس را دارا است ؛ بنابرین فلورین الکترونیگاتیف ترین عنصر طبیعت بوده و Cs و Fr الکتروپوزیتیف ترین عناصر طبیعت می باشد.

در سال 1939 عالمی به نام پاولینگ (Linus Cart Paiuling) واحد نسبتی را برای الکترونیگاتیویتی عناصر مشخص ساخته که برای سیزیم و فرانشینیم $EN=0.7\text{ eV}$ و برای فلورین $EN = 4.1\text{ eV}$ تعیین شده است.

به صورت عموم اگر انرژی آیونایزیشن با انرژی Electro Affinity جمع گردد الکترونیگاتیویتی عنصر حاصل می شود. جدول (2 - 9) الکترونیگاتیویتی پاولینگ را نشان میدهد. جدول مذکور عبارت از همان جدول دوره یی عناصر است که صرف در آن عناصر گازات نجیبه موجود نبوده زیرا الکترونیگاتیویتی آنها صفر است ، طوری که از جدول معلوم می شود، عناصری که به طرف راست و قسمت فوقانی آن مستقر اند ، الکترونیگاتیف

بوده و الکترونیگاتیویتی آن‌ها تقریبی است، این عناصر غیر فلزات (Non metals) نامیده می‌شوند و عناصر متباقی فلزات و یا شبه فلزات اند، در قسمت پایین طرف چپ جدول فلزات مستقر بوده که خیلی الکتروپوزیتف می‌باشند.

جدول (2-9) الکترونیگاتیویتی عناصر

Increasing electronegativity →																	
Li 1.0	Be 1.3																
Na 0.9	Mg 1.2																
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.9	Ni 1.9	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	
Cs 0.7	Ba 0.9	La-Lu 1.0-1.2	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1	Th 1.3	Pa 1.4	U 1.4	Np-No 1.4-1.3											

(a)

ناگفته باید گذاشت این که ارقام الکترونیگاتیویتی به طریقه‌های مختلف محاسبه گردیده است، ارقام تحت سمبول اولی عبارت از نتایج حاصل طریقه پاولنک می‌باشد.

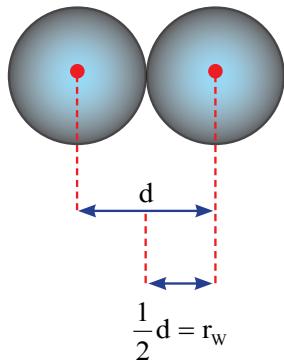
2 - 4 : تناوب شعاع اتمی و شعاع ایونی (Atomic & Ionic Radius)

شعاع اتمی عناصر عبارت از فاصله بین هسته اтом و آخرین الکترون قشر خارجی اatom بوده و یکی از پارامترهای هندسی اatom می‌باشد.

بور برای اولین بار شعاع اتمی هایدروژن را با فرض نمودن حرکت الکترون در قشر

دایره‌ی شکل با معادله ریاضیکی محاسبه کرد که کمیت 52,9 پیکامتر می‌باشد طوری که در ساختمان اatom مطالعه نمودید، اوربیتال (Orbital) به معنی لانه می‌باشد که در این جایز عبارت از آن قسمت فضای اطراف هسته اatom است که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است. این اوربیتال‌ها میتواند کروی (اوربیتال s) دمبل مانند (اوربیتال p) ... باشند، پس میتوان به طریقه‌های مختلف شعاع اتمی را دریافت کرد.

1 - به اساس شعاع واندروالس میتوان شعاع اتمی عنصر مطلوب را حاصل کرد. شعاع واندر والس نصف فاصله بین دوهسته دو اatom مجاور است.



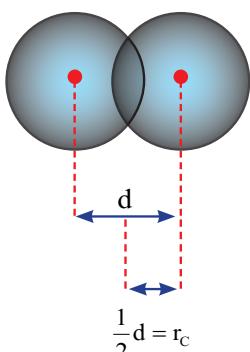
شعاع و اندروالس = نصف فاصله بین دو هسته مجاور

به طور مثال، فاصله بین دو اтом مجاور آهن در شبکه فلزی 2.48 \AA° است؛ بنابراین شعاع اتمی آهن $\frac{2.48\text{ \AA}^\circ}{2} = 1.24\text{ \AA}^\circ$ است.

2 - اگر فاصله بین دوهسته در مالیکول دو اتمی (تداخل شده) بر دو تقسیم گردد، شعاع کولانسی (r_{co}) اتمی حاصل می‌گردد.

مثال: فاصله‌های هسته‌های اتم‌های آیودین در مالیکول آن مساوی به 2.66 \AA° است، شعاع کولانس یا شعاع اتمی آنرا در یافت نمایید.

$$\text{حل: } r_{co} = \frac{1}{2}d = \frac{2.66\text{ \AA}^\circ}{2} = 1.33\text{ \AA}^\circ$$



شعاع کولانسی = نصف فاصله بین دوهسته در مالیکول ها

شعاع اتم عناصر بنابر داشتن ساختمان الکترونی خاص شان از هم دیگر فرق داشته و این تفاوت‌ها متناوب است، طوری که: در محدوده یک گروپ عناصر شعاع اتمی از بالا به طرف پایین بزرگ شده و بر عکس از

پایین به طرف بالا متناوباً کوچک می‌شود، علت آن این است که نمک اتمی عناصر به کمیت‌های معین و قابل ملاحظه از بالا به طرف پایین بزرگ شده و تعداد اشاره‌کترونی نیز به اندازه یک واحد زیاد شده در نتیجه حجم اتم‌های عناصر از بالا به طرف پایین در گروپ‌ها بزرگ شده و شعاع اتمی نیز بزرگ می‌گردد.

در محدوده پریودها شعاع اتمی عناصر از طرف چپ به طرف راست کوچک شده و بر عکس از راست به طرف چپ به شکل متناوب بزرگ می‌شود؛ علت آن این است که چارج مثبت هسته از طرف چپ به طرف راست زیاد شده، در نتیجه از دیاد چارج در هسته، تاثیر چارج مثبت هسته بالای قشر الکترونی زیاد شده و الکترون‌ها را به دور هسته متراکم ساخته، به این اساس حجم اتم و شعاع آن نیز کوچک می‌گردد. جدول (2-10) را مشاهده نمایید تا تدقیص واژدیاد شعاع اتمی عناصر را در پریودها و گروپ‌ها بدانید.

جدول (2-10) شعاع اتمی عناصر کیمیاورد

IA	IIA	IIIA	IVA	VIA	VIIA	VIIIA	0
H 0.37					شعاع اتمی		He 0.5
Li 1.52	Be 1.11	B 0.88	C 0.77	N 0.70	O 0.66	F 0.64	Ne 0.70
Na 1.86	Mg 1.60	Al 1.43	Si 1.17	P 1.10	S 1.04	Cl 0.99	Ar 0.94
K 2.31	Ca 1.97	Ga 1.22	Ge 1.22	As 1.21	Se 1.17	Br 1.14	Kr 1.09
Rb 2.44	Sr 2.15	In 1.62	Sn 1.40	Sb 1.41	Te 1.37	I 1.33	Xe 1.30
Cs 2.62	Ba 2.17	Tl 1.71	Pb 1.75	Bi 1.46	Po 1.5	At 1.4	Rn 1.4

فعالیت



- ساختمان الکترونی عناصر Na_{11} و p_{15} را تحریر دارید و هم شعاع اتمی آن‌ها را از جدول (2-10) به دست آورده و به ترتیب از دیاد شعاع آن‌ها را ترتیب نمایید.

- ساختمان الکترونی چهار اтом ذیل را تحریر و شعاع اتمی آن‌ها را از جدول (2-10) به دست آورده و به ترتیب افزایش آن تنظیم نمایید.

$$^{37}Rb, {}_{19}k, {}_{11}Na, {}_3Li$$

شعاع ایونی و تغییر متناوب آن در جدول مندلیف:

عناصر میل دارند مدار خارجی خود را به هشت الکترون بالغ گردانند تا اکتیت خود را تکمیل و ساختمان باثبات گازات نجیب را اختیار می‌نمایند؛ از این سبب فلزات الکترون‌های قشر خارجی خود را از دست داده و غیر فلزات الکترون‌ها را اخذ می‌نمایند و به آیونها مبدل می‌گردند.

عملیه آیونایزیشن تغییرات مهمی را در شعاع اتمی عناصر وارد می‌نماید؛ طوری که شعاع کتیون‌های عناصر کوچک از شعاع اتمی آن‌ها بوده و شعاع اسیون‌های عناصر بزرگتر از شعاع اتمی آن‌ها می‌باشد؛ اما تغییرات آن در سیستم پریود مانند تغییرات متناوب شعاع اتمی در محدوده پریودها و گروپ‌ها است. جدول ذیل مشخص کننده شعاع اسیون‌ها و کتیون‌های عناصر است:

جدول (11 - 2) مقایسه شعاع اسیونی و کتیونی:

شعاع کتیون	شعاع اتم	شعاع اسیون	شعاع اتم
Li^+ $0,8 \text{\AA}$	Li $1,5 \text{\AA}$	Cl^- $1,8 \text{\AA}$	Cl 1\AA
Na^+ 1\AA	Na $1,9 \text{\AA}$	O^{2-} $1,4 \text{\AA}$	O $0,78 \text{\AA}$
K^+ $1,3 \text{\AA}$	K $2,3 \text{\AA}$	S^{2-} $1,84 \text{\AA}$	S $1,27 \text{\AA}$
Rb^+ $1,5 \text{\AA}$	Rb $2,4 \text{\AA}$	N^{3-} $1,7 \text{\AA}$	N $0,92 \text{\AA}$
Cs^+ $1,6 \text{\AA}$	Cs $2,6 \text{\AA}$	N^{5+} $0,11 \text{\AA}$	O $0,92 \text{\AA}$
Ca^{2+} $1,0 \text{\AA}$	Ca $1,7 \text{\AA}$		
Fe^{2+} $0,7 \text{\AA}$	Fe $1,2 \text{\AA}$		
Fe^{3+} $0,6 \text{\AA}$	Fe $1,2 \text{\AA}$		

فعالیت



جدول (2-11) را به دقت مطالعه نموده، مطالب ذیل را به شکل گروپی در صنف مباحثه نماید.

1 - چرا شعاع اتمی عناصر نسبت به شعاع آیونی ایون‌های شان کوچک است؟

2 - چرا شعاع اتمی عناصر نسبت به شعاع کتیون‌های مربوطه شان بزرگ است؟

3 - تغییرات متناوب شعاع اتمی و آیونی عناصر در گروپ‌ها و پریوودهای چی نوع است؟

4 - عناصری که در جدول مندلیف در حالت دیاگونال (کنجی یا زایوی) قرار دارد، شعاع اتمی و آیونی شان باهم کدام نسبت دارد؟

بیاموزید



ذراتی که دارای الکترونهای مساوی اند، به نام ایزوالکترونیک (isoelectronic) یادمی شوند.

عناصری که در جدول مندلیف در حالت دیاگونال قرار دارند، شعاع اتمی و آیونی آن‌ها مشابه است.

تغییرات متناوب خاصیت اکسیدیشنی وارجاعی را در پریوودها در صنف بحث نماید
مطالب فوق را به اساس چارت پریوودها و گروپ‌ها توضیح کنید.

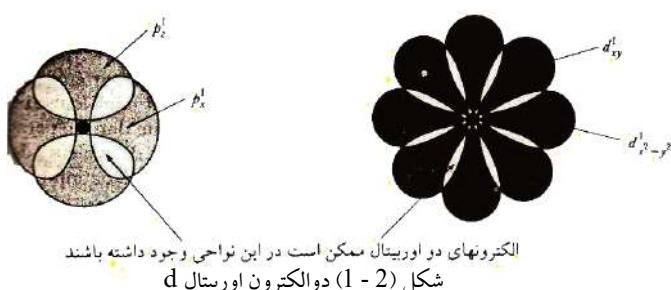
۲- ۳: خواص عناصر انتقالی (d-Elements)

عناصر انتقالی زیادتر فلزات سخت بوده و مورد استعمال زیاد در کارهای ساختمانی دارند. آهن به شکل فلزی، مس، و نادیم، نکل و منگانیم در تهیه الیازها رول اساسی را دارا اند. فلزات مذکور تمدن امروزی بشر را باعث گردیده است. درین عناصر انتقالی فلزات دیگری موجود است که در صنایع مدرن امروزی رول اساسی را بازی نموده؛ به طور مثال: ازفلز تیتان (Ti) در صنعت طیاره سازی و نادیم (V) به حیث کتلت در تعاملات کیمیاوی استفاده می‌گردد و هم درین این نوع عناصر فلزات قیمتی که پشتیبانه پول اکثر ممالک جهان اند، موجود بوده و عبارت از پلاتین، طلا و نقره می‌باشد، ازفلزات مذکور به علت زیبایی سطح و مقاومت در مقابل فرسایش (زنگ زدن) از آن‌ها به حیث فلزات زینتی استفاده به عمل می‌آید. تمام این عناصر فلزی بوده وهادی برق اند. نقره در شرایط عادی هادی درجه اول برق بوده، این فلزات جلا داربوده قابلیت چکش خوردن را دارا و به اوراق نازک مبدل شده و سیم‌ها از آن ساخته می‌شود. رنگ اکثر آن‌ها سفید بوده و درجه غلیان آن‌ها از فلزات گروپ اول و دوم اصلی بلند است؛ اما استثنای نیز در رنگ آن‌ها موجود است، به طور مثال: مس رنگ سرخ مایل به قهوه‌ی بی، طلای زرد و سیماب در شرایط STP به حالت مایع یافت می‌شود.

۲-۳-۱: تأثیر اوریتال‌های d در خواص عناصر انتقالی

طوری که در فصل اول مطالعه گردید، پرشدن اوریتال‌ها توسط الکترون‌ها طبق قانون نظری بر حسب ازدیاد انرژی صعودی شان صورت می‌گیرد و الکترون‌ها ابتداء اوریتال آن سویه انرژیکی را اشغال می‌کند که در سطح پایین انرژیکی قرار داشته باشد، انرژی اوریتال d به طور قاعده بالاتراز اوریتال S قرار داشته؛ بنابراین الکترون‌ها اولاً در اوریتال S اخذ موقعیت نموده و الکترون‌های اضافی در اوریتال‌های d جاگزین می‌شوند، در این صورت باید الکترون‌های موجود در اوریتال‌های d بی ثبات تراز S باشند؛ اما در عمل چنین نبوده، در عناصر انتقالی الکترون‌های d نسبت به الکترون‌های S بعدی مستحکم تر پیوسته، در صورت تبدیل شدن اтом‌های این عناصر به کتیون‌ها، برخلاف پیشینی‌های نظری الکترون‌های S خود را اول تراز دست داده و در صورت ضرورت ضرورت الکترون‌های اوریتال d خود را بعد از S از دست می‌دهد؛ به طور مثال: ساختمان الکترونی اтом آهن² (Ar) $(3d^6 4s^2)$ بوده و ساختمان الکترونی Fe^{3+} آن $(Ar)3d^6 4s^1$ است و کتیون Fe^{3+} آن دارای ساختمان الکترونی $(Ar)3d^5 4s^0$ است. خواص کیمیاوی فوق العاده متنوع فلزات d را می‌توان به دلیل ساختمان فضایی باشد. خواص کیمیاوی فوق العاده متنوع فلزات d را می‌توان به دلیل ساختمان فضایی باشد. جهت یابی اوریتال‌های d در آن‌ها در ک کرد؛ زیرا الکترون‌ها در اوریتال‌های d موقوعیت‌های کاملاً معین را در فضای اطراف هسته اتم به خود اختیار نموده و قوه دافعه آن‌ها بین هم بسیار کم بوده، تاثیر دوالکtron d بالای یک دیگر در عین اوریتال کمتر از تاثیر دوالکtron در اوریتال s و بالای هم دیگر است. فاصله اوریتال‌های d بیست مراتبه زیادتر از فاصله بین اوریتال‌های p بایک دیگر است.

اشکال ذیل این مطلب را به خوبی توضیح می‌نمایند.



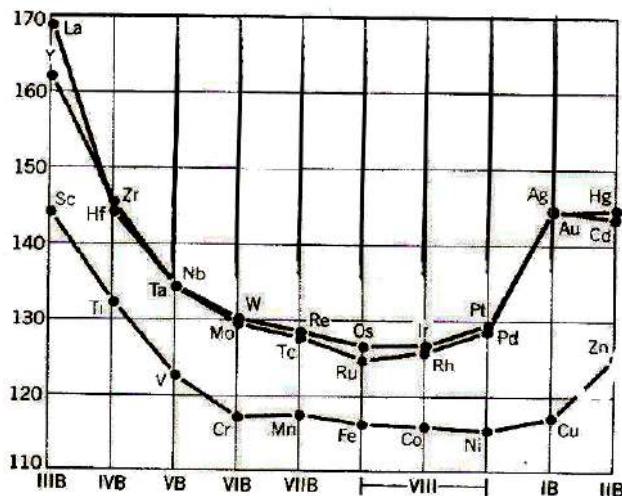
الکترون‌های دوالکترون مسکن است در این نواحی وجود داشته باشد
شکل (2 - 1) دوالکترون اوریتال d

در شکل (2 - 1) دوالکترون اوریتال d به خوبی از هم فاصله داشته و عمل متقابل بین آن‌ها کمتر بوده، در حالیکه الکترون‌های اوریتال p باهم نزدیک بوده و تاثیر متقابل درین آن‌ها زیاد تر است.

فعالیت



فعالیت کیمیاوی فوق العاده متنوع عناصر انتقالی مربوط به کدام ساختمان این عنصر است؟ این ساختمان عناصر مذکور را به اساس دلایل به شکل گروپی بین هم توضیح نموده و آن را در صنف ارایه بدارید.



شکل (2-2) تغییرات شعاع اتمی عناصر انتقالی در پریودهای چهارم، پنجم و ششم.

نمبر اکسیدیشن عناصر انتقالی

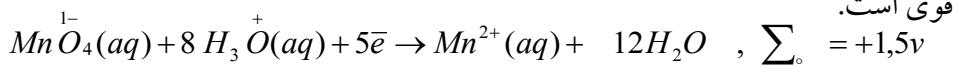
یکی از مشخصات مهم عناصر انتقالی همانا تمایل آنها به تشکیل مرکبات کامپلکس مختلف می‌باشد. این عناصر دارای نمبر اکسیدیشن مختلف و متغول است. جدول ذیل نمبر اکسیدیشن بعضی از عناصر انتقالی را ارائه می‌نمایند:

جدول (2-12) نمبر اکسیدیشن عناصر انتقالی

		Group Number							
III B	IV B	V B	VIB	VII B	VIII			IB	IIB
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
+3	+2 +3 +4 +4 +5	+1 +2 +3 +6	+2 +3 +4 +6 +7	+2 +3 +4 +6	+2 +3 +4 +6	+1 +2 +3	+2	+1 +2	+2
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
+3	+2 +3 +4 +5 +6 +8	+2 +3 +4 +5 +6 +8	+2 +3 +4 +5 +6 +7	+2 +3 +4 +5 +6 +7	+1 +2 +3 +4	+2 +3 +4	+1 +2 +3	+1 +2 +3	+2
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
+3	+2 +3 +4 +5	+2 +3 +4 +6	+2 +3 +4 +7	+2 +3 +4 +5 +6 +8	+1 +2 +3 +4 +5 +6	+2 +3 +4 +5 +6	+1 +3	+1 +2	+1 +2

نمبر اکسیدیشن عادی مس 1^+ بوده؛ به طور مثال: در مركب $(CuCl)_2$ و 2^+ در $CuCl_2$ است، بعضی اوقات نمبر اکسیدیشن 3^+ را نیز اختیار کرده می‌تواند. عناصر و سطح پریودهای طویل نمبرهای اکسیدیشن متغول را دارا اند که از 1^+ الی

8+ میاشند؛ به طور مثال Mn : نمبرهای اکسیدیشن مختلف را دارا بوده و به همین ترتیب عناصر گروپ فرعی پلاتین (Ru, Os, Ir, Rh) و pd (pt) دارای نمبرهای اکسیدیشن متتحول اند. پریود که درجه اکسیدیشن عناصر آن بزرگ باشد، قابلیت اکسیدی کننده آیون آن بزرگ است؛ به طور مثال: Mn^{2+} با نمبر اکسیدیشن 7+، اکسیدی کننده بسیار قوی است.



عناصر d اکساید های مختلف را با نمبرهای اکسیدیشن مختلف تشکیل می نمایند. طوری که اکساید های شان با نمبر اکسیدیشن کوچک خاصیت القی داشته، متوسط امفو تریک و بزرگ خاصیت تیزابی را دارا است؛ به طور مثال: عناصر گروپ فرعی کرومیم این خاصیت ها را دارا اند CrO_3 نمبر اکسیدیشن کرومیم مساوی به 2+ خاصیت القی Cr_2O_3 ، خاصیت امفو تریک و CrO_3 خاصیت تیزآبی را از خود نشان می دهد. عناصر d که به طرف چپ جدول قرار دارند، با بلک S شباهت دارند. بعضی از آن ها الکترو پوزیتیویتی زیاد را دارا است، این عناصر مرکبات زیاد را دارا بوده و استخراج آن ها از معادن به مشکل صورت می گیرد.

فعالیت اول



سوالات ذیل را به شکل گروپی بعد از مباحثه بین هم در صنف توسط نماینده گروپ جواب بدهید

1 - چرا اтом آهن الکترون های اوریتال 4s خود را نسبت به 3d اول تر از دست می دهد، با وجودی که اوریتال S نسبت به اوریتال های 3d در سطح پایان انرژیکی قرار دارد؟

2 - خواص متنوع عناصر d را چطور میتوانید توضیح نماید؟ در این مورد به شکل گروپی بحث نموده و نماینده گروپ آنرا در صنف با ارایه دلایل قناعت بخش توضیح نماید.

فعالیت دوم



اکساید های شان در جدول ترتیب نموده و به اساس دلایل این خاصیت مرکبات عنصر منگان را توضیح نمایید.

خلاصه فصل



* دانشمندان علوم کیمیا تلاش کرده اند تا عناصر کشف شده زمان خویش را طوری در یک جدول واحد تنظیم نمایند که با دانستن خواص یکی از آنها، خواص عده دیگر آنها را نیز دانسته باشند. در سال 1865 کیمیادان انگلیسی به نام نیولندز (Newlands) عناصر کشف شده زمان خویش را به اساس افزایش متناوب کتله اтомی نسبتی شان در قطارهای افقی ترتیب کرد.

* در سال 1869 عالم روسی D.M. Mendeleev اساس عناصر کشف شده زمان خود را به اساس افزایش متناوب کتله اتمی نسبتی شان در قطارهای افقی (Period) ترتیب و در ستونهای عمودی متحدد ساخت و موصوف این نوع ساختمان ترتیب شده خود را به نام سیستم پریودیک عناصر یاد کرد.

* خواص عناصر و تغییر متناوب آنها در پریودها با کتله اتمی نسبتی آنها مطابقت داشته و موقعیت آنها را در پریودها تعیین می نمایند.
تعداد عناصر در پریودها به اساس تفاوت نمبر اتمی گازات نجیبه (بعد ای منفی قبلی) و یا توسط فورمولهای ذیل دریافت شده می تواند:

$$\frac{(n+1)^2}{2} = \text{تعداد عناصر در پریود طاق}$$

$$\frac{(n+2)^2}{2} = \text{تعداد عناصر در پریود جفت}$$

* انرژی ایوناکریشن: عبارت از مقدار انرژی است که برای دور نمودن یک الکترون از یک اتم گرام به فضای بی نهایت ضرورت می باشد.

* در محدوده گروپ ها انرژی آیوناکریشن از بالا به طرف پایین کم شده، بر عکس از پایین به طرف بالا زیاد می شود.

* در محدوده پریودها انرژی آیوناکریشن با ازدیاد نمبر اتمی تراوید حاصل مینماید؛ زیرا در پریودها با ازدیاد نمبر اتمی تعداد اقشار زیاد نه شده؛ بلکه چارچه هسته بزرگ شده، الکترون ها را به طرف خود کش نموده به دور خود متراکم ساخته، در نتیجه حجم و شعاع اتم کوچک شده، تاثیر چارچه مثبت هسته بالای الکترون ها زیاد تر گردیده و آنرا به طرف خود می کشاند.

در صورتی که یک الکترون به اтом اضافه گردد، تا به آیون منفی (Anion) تبدیل گردد، الکترون علاوه شده توسط قوه هسته جذب گردیده و انرژی آن به مقدار معین آزاد می گردد. همین انرژی را به نام انرژی الکترون خواهی (Electron affinity) یاد می نمایند.

* در محدوده یک پریود الکتروپوزیتیویتی عناصر از چپ به طرف راست کم شده، بر عکس از راست به طرف چپ زیاد می گردد. به همین ترتیب در محدوده یک گروپ الکتروپوزیتی عناصر از بالا به طرف پایین زیاد شده بر عکس از پایین به طرف بالا کم می شود.

* در محدوده یک پریود EN عناصر از چپ به طرف راست به طور متناوب زیاد شده. بر عکس از راست به طرف چپ کم می شود. به همین ترتیب در محدوده یک گروپ الکترونیگاتیویتی عناصر از بالا به طرف پایین متناوباً کم شده و بر عکس از پایین به طرف بالا متناوباً زیاد می شود از این جا معلوم می شود که EN عناصر با شعاع اتمی رابطه بر عکس را دارا است؛ بنابرین فلورین الکترونیگاتیف ترین عنصر طبیعت بوده و Cs و Fr الکتروپوزیتیف ترین عناصر طبیعت می باشند.

* شعاع اتمی عناصر عبارت از فاصله بین هسته اتم و آخرین الکترون قشر خارجی اتم بوده و یکی از پارامترهای هندسی اتم می باشد.

* در محدوده یک گروپ عناصر شعاع اتمی از بالا به طرف پایین بزرگ شده و بر عکس از پایین به طرف بالا متناوباً کوچک می شود.

* در محدوده پریودها شعاع اتمی عناصر از طرف چپ به طرف راست کوچک شده و بر عکس از راست به طرف چپ به شکل متناوب بزرگ می شود.

* عناصر d اکساید های مختلف را بانمابر های اکسید یشن مختلف تشکیل می نمایند.

* عناصر d که به طرف چپ جدول قرار دارند، با عناصر گروپ S شباهت دارند. بعضی از آنها الکتروپوزیتیویتی زیاد را دارا است، این عناصر مرکبات زیاد را دارا بوده و استخراج آنها از معدن به مشکل صورت می گیرد. تمام عناصر d فلزات بوده و ها دی برق اند. نقره در شرایط عادی هادی درجه اول برق بوده، این فلزات غالباً دارای بوده قابلیت چکش خوردن را دارا و به اوراق نازک مبدل شده و سیم ها از آن ساخته می شود.

تمرين فصل دوم

سؤالات انتخابی: برای هر سؤال چهار جواب داده شده است ، شما جواب درست آن را دریافت و انتخاب نمایید.

1 - عنصر در پریود چهارم و گروپ چهارم اصلی موقعیت دارد ، نمبر اтомی آن مساوی به است.

الف - 31 ب - 32 ج - 33 د - 14

2 - کدام نمبر اтомی ذیل مربوط به عنصری است که بیشترین تعداد الکترونهای ولانسی در آن موجود است؟

الف - 13 ب - 14 ج - 15 د - 19

3 - ارایه درست قانون متناوب این است که هر گاه عناصر براساس افزایش تنظیم گردند ، خواص فزیکی و کیمیاوی آنها به طور متناوب

الف - کتله اتمی - تکرار می گردد. ب - کتله اتمی - تغییر می کند.

ج - نمبر اتمی - تکرار می گردد. د - نمبر اتمی - تغییر می کند.

4 - مندیف در تنظیم جدول دوره یی عناصر به دو اصل توجه مبذول داشته است: قرار دادن عناصر به اساس افزایش تدریجی آنها در هر در پهلوی یک دیگر و در نظر گرفتن تشابه خواص کیمیاوی عناصر در هر

الف - کتله اتمی - گروپها - پریودها ب - کتله اتم - دوره - گروپ

ج - نمبر اتمی - پریود - گروپ د - نمبر اتمی - گروپ - پریود

5 - کدام یک از موارد ذیل ابتکار مندیف نیست؟

الف - قراردادن بعضی از عناصر سنگین تر قبل از عناصر سبک تر

ب - خالی گذاشتن برخی از خانه های خالی در جدول . ج - تقسیم عناصر به فلزات و غیر فلزات د - پیشگویی خواص عناصر ناشناخته شده . ه - تمامی

6 - عناصر شامل یک پریود جدول مندیف نظر به کدام مشخصات ذیل با هم مشابه می باشند ؟

الف - نمبر اکسید یشن بلند ، ب - ساختمان الکترونی قشر ولانسی ج - تعداد سویه های الکترونی اشغال شده توسط الکترون ها د - تعداد سویه های اصلی الکترونی

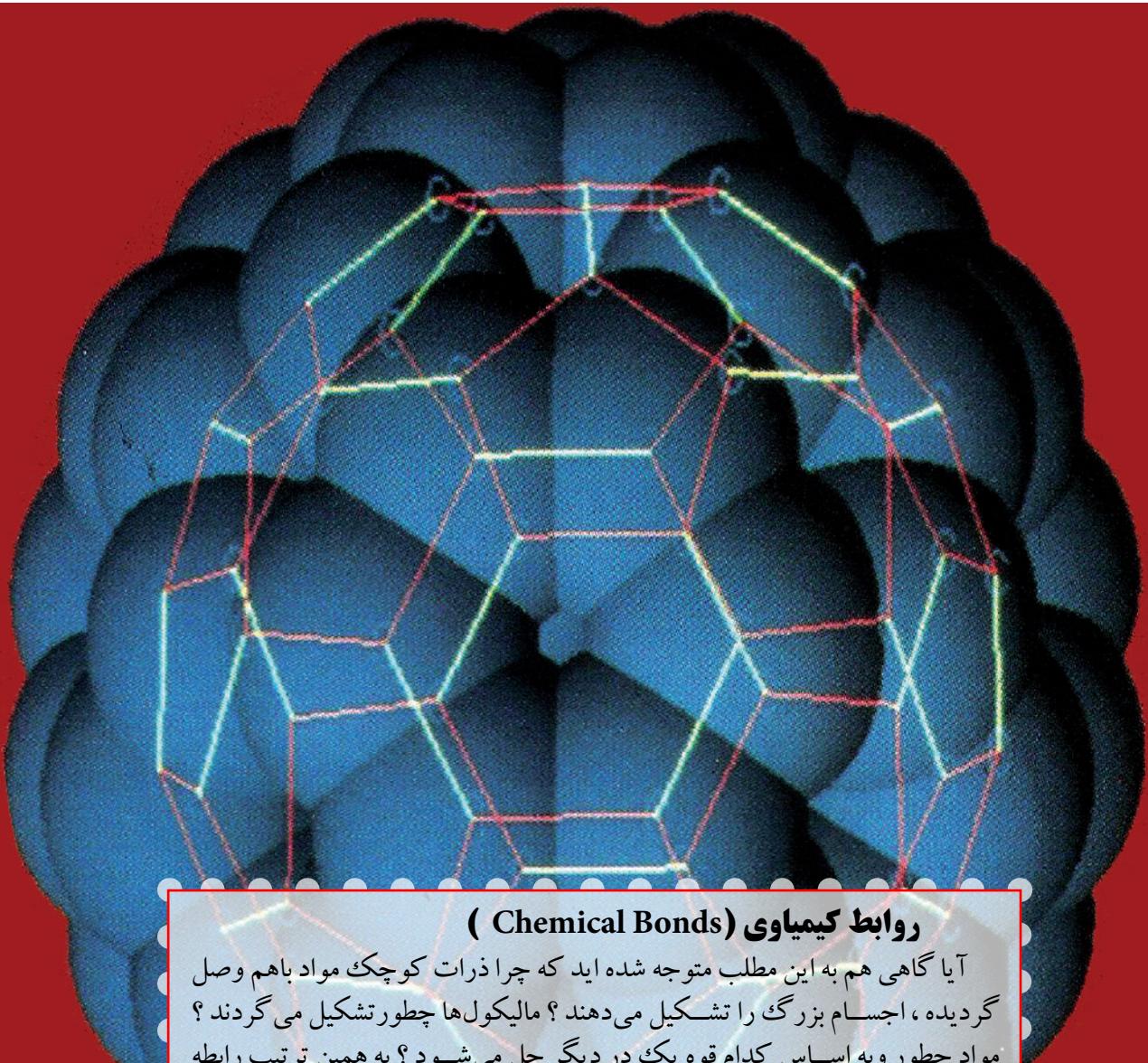
7 - نمبر اتمی یک عنصر 21 است ، موقعیت عنصر مذکور را در پریود و گروپ مشخص سازید:

الف - گروپ سوم اصلی پریود 4 ، ب - گروپ سوم فرعی پریود 4 ج - گروپ

- اول اصلی پریود ۳ ، د - گروپ دوم اصلی پریود ۴
- 8 - ساختمان الکترونی قشر آخری یک عنصر $3s^2 3p^4$ است ، عنصر مذکور در کدام پریود قرار دارد؟
- الف - پریود سوم ب - پریود دوم ج - پریود ششم د - پریود چهارم
- 9 - شعاع اتمی کدام عنصر ذیل بزرگ است؟
- الف - ستارانیشیم ب - الومینیم ج - روییدیم د - سلفر
- 10 - اکتینایدها در کدام حجره جدول مندیف قرار دارد؟
- الف - خانه نمبر 64 ب - خانه نمبر 57 ج - خانه نمبر 89 د - خانه نمبر 72
- 11 - دانستن موقعیت یک عنصر در جدول پریودیک کدام مطالبی را در مورد عناصر به طور دقیق در اختیار قرار می دهد؟
- الف - خواص کیمیاوی ب - خواص فزیکی ج - الف و ب هردو د - هیچکدام

سوالات تشریحی:

- 1 - چرا جدول مندیف را به نام جدول پریودیک یاد می نمایند؟
- 2 - قانون مندیف را در مورد جدول مندیف تحریر دارید.
- 3 - طویل ترین پریود و کوتاه ترین پریود جدول مندیف کدامها اند؟ معلومات ارائه نمایید.
- 4 - عنصر M در گروپ اول اصلی و پریود ششم قرار دارد ، ساختمان الکترونی آن را تحریر دارید.
- 5 - چرا عناصر عین گروپ دارای خواص مشابه اند؟ در باره معلومات ارائه بدارید.
- جدول دوره یی عناصر دارای چند گروپ و دارای چند پریود است؟
- 6 - تعداد عناصر فلزی زیاد است و یا اینکه تعداد عناصر غیر فلزی زیاد می باشد.
- 7 - انرژی ایونایزیشن چیست و تناوب آن در جدول مندیف به کدام منوال است؟
- 8 - شعاع اتمی چیست؟ تغییر متناوب آن در جدول مندیف چه طور است؟
- 9 - الکترون خواهی عناصر و تناوب آن در جدول مندیف چی مفهوم را ارائه می نماید؟
- 10 - ترتیب و تنظیم عناصر در جدول مندیف از لحاظ خواص فلزی و غیر فلزی به کدام منوال است؟ در باره معلومات ارائه بدارید.



(Chemical Bonds) روابط کیمیاوی

آیا گاهی هم به این مطلب متوجه شده اید که چرا ذرات کوچک مواد باهم وصل گردیده ، اجسام بزرگ را تشکیل می دهند ؟ مالیکول ها چطور تشکیل می گردند ؟ مواد چطور و به اساس کدام قوه یک در دیگر حل می شود ؟ به همین ترتیب رابطه چیست ؟ کدام قوه ها باعث اتصال ذرات با هم دیگر می گردد ؟ انواع روابط کدامها اند ؟ چرا رابطه بین اтом های مواد تشکیل می گردد ؟ طرز تشکیل روابط به کدام منوال است ؟ درین فصل راجع به مشخصات روابط ، طرز تشکیل روابط ، انواع روابط و دیگر خصوصیات روابط معلومات ارائه شده و تمام فعل و انفعال مواد که باعث تشکیل روابط می گردد ، توضیح گردیده است.

۳ - ۱ : مشخصات روابط کیمیاوی و سمبل‌های لیویس

قوه جاذبه بین اтом‌ها را دریک مالیکول به نام رابطه کیمیاوی (Chemical bond) یاد می‌نمایند. موجودیت مواد دارای چندین اتمی این واقعیت را بر ملا ساخت که اatom‌ها بالای یک دیگر تأثیرانداخته، مرکبات رابه وجود می‌آورد که نسبت به اatom‌های آن دارای سطح پایین انرژیکی می‌باشند. در صورتی که مقدار مقاومت انرژی بین اatom‌ها و مالیکول‌های مربوط Calory/mol 10 باشد، رابطه تشکیل می‌گردد.

موضوع رابطه کیمیاوی بخش عمده کیمیای نظری را تشکیل می‌دهد. در نتیجه استقرار روابط بین اatom‌ها، ذرات مغلق از قبیل مالیکول‌ها، رادیکال‌ها، کریستال‌های مواد وغیره تشکیل می‌گردد. رابطه کیمیاوی در نتیجه عمل متقابل دو یا بیشتر از دو عنصر تشکیل گردیده و توأم با آزاد شدن انرژی می‌باشد.

قبل از ایجاد تیوری کوانت، در مورد تشکیل روابط کیمیاوی نظریه لیویس حکم فرمایی داشت. در سال 1916 عالمی به نام لیویس (Liwes) نظریه تشکیل روابط کیمیاوی را انکشاف داد که طبق این نظریه «رابطه کیمیاوی» در نتیجه مشترک قراردادن جوره الکترون‌ها بین دو اatom برقرار می‌گردد، در این صورت هریک از اatom‌ها یک، یک الکtron را باهم شریک می‌سازند که این نوع رابطه را به نام رابطه کوولانس یاد می‌نمایند، ذیل روابط بین اatom‌ها در مالیکول‌های H_2 ، F_2 ، NH_3 و CH_4 ارائه گردیده که الکترونهای اatom‌های عناصر به (×) و یا (•) ارائه شده است:



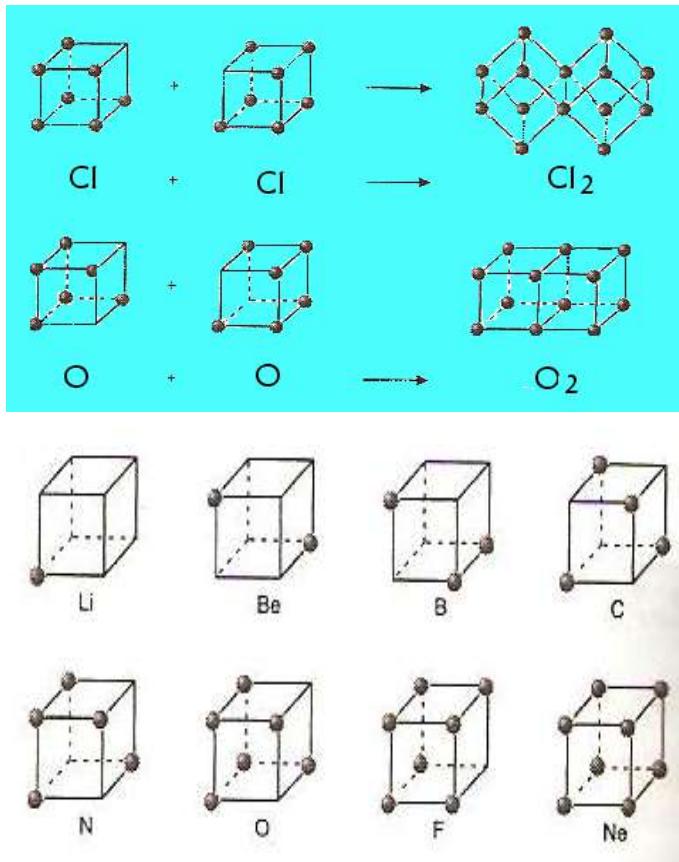
در نتیجه استقرار روابط بین اatom‌ها در تشکیل مالیکول مرکب اatom‌ها و مالیکول‌ها ساختمان الکترونی با ثبات را حاصل و قشر خارجی خود را به 2 و 8 الکtron بالغ می‌سازد.

 جمله ذیل را به خاطر داشته باشید.

قاعده اکتیت یا قاعده هشتگی

تعداد روابط تشکیل شده اatom‌ها با یک دیگر باعث مشبوع شدن قشر الکترونی خارجی و لانسی آن‌ها توسط هشت الکtron می‌گردد.

در ابتدا لیویس برای نمایش چگونه گی تشکیل روابط اтом‌ها به اساس قاعدة اکتیت، الکترون‌های ولانس هر اتم را در رأس هر مکعب تصور کرد که هسته اتم در مرکز آن قرار دارد و تازمانی که در این رأس‌های مکعب الکترون‌ها قرار نگیرد، آن اتم می‌تواند رابطه برقرار نماید. این اشکال قرار ذیل است:



شکل (1-3) ساختمان لیویس

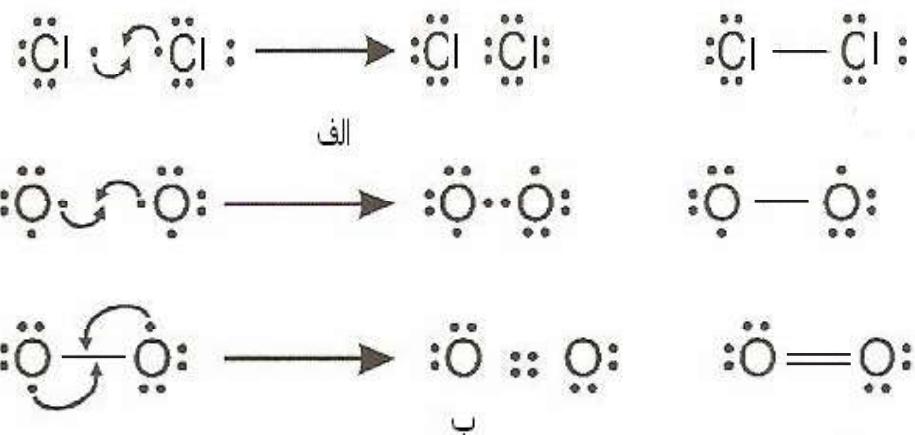
۲-۳: قانون اوکتیت و ساختمان لیویس

طریقۀ نمایش اтом‌ها و مالیکول‌ها که در آن الکترون‌های قشر ولانسی با نقطه وجوده‌های الکترون‌های مشترک رابطه توسط نقطه‌ها و یا به خط (-) بین دو اتم قرار می‌گیرد، به نام ساختار نقطه‌یی و یا ساختمان لیویس یاد می‌گردد.

۳-۲-۱: روش تعیین ساختار الکترون - نقطه‌یی مالیکول‌ها

الف - روش امتحان و خطا

در این روش الکترون‌های طاقة هر اتم تشکیل دهنده رابطه را در ساختار الکترون نقطه‌یی درین سمبول هردو اتم تحریر می‌نمایند؛ به طور مثال:



شکل (3-2) ساختار الکترونی نقطه بی.

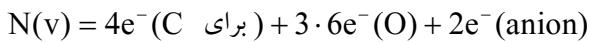
ب - روش سیستماتیک

در این روش منشأ الکترونها در نظر گرفته نشده؛ بلکه چگونگی توزیع الکترونها در اتموم‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. مراحل این روش برای آیونهای CO_3^{2-} و مالیکول NO_2 قرار ذیل است:

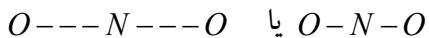
مرحله اول : محاسبه مجموعی الکترونها و لانسی و تشکیل روابط ساده

مجموعه الکترون‌های و لانسی تمامی اتموم‌ها ($N(v)$) را در مالیکول به دست می‌آوریم و موقعیت اتموم‌ها را در مالیکول ثابت نموده، بین دو اتموم یک جوره الکترون را به حیث رابطه ساده قرار می‌دهیم. به اساس هر یک رابطه دو الکترون و لانسی، از هر مالیکول کم می‌شود.

در مورد آیون‌ها به تعداد چارج منفی بالای (v) Z زیاد گردیده و به تعداد چارج مثبت از آن کم می‌گردد. اکثر اتموم‌های عناصری که تعداد آنها در مالیکول کم است، در مرکز قرار داده می‌شود و اتموم‌های عناصر دیگر به اطراف آن قرار می‌گیرند. رابطه اولی بین دو اتموم در مالیکول‌ها نوع رابطه سگما (σ) بوده و رابطه دومی به نام رابطه پای (π) یاد می‌گردد.

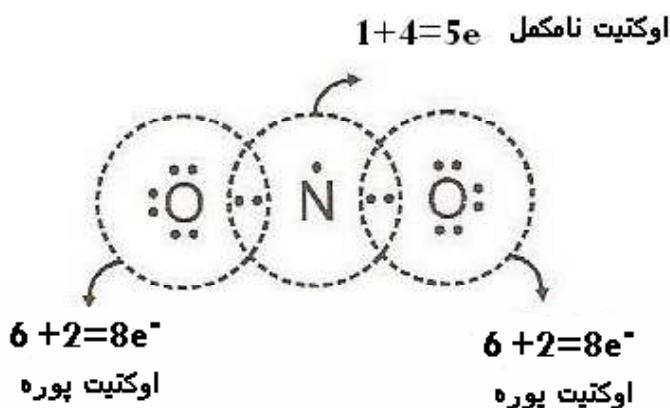
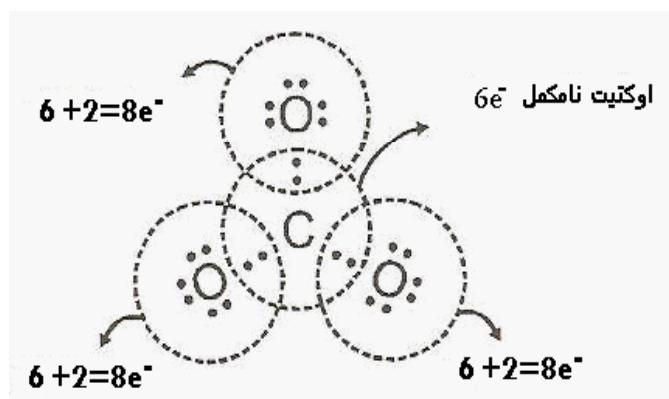


$$N(v) = 24e^-$$



مرحله دوم: توزيع الکترونهاي باقی مانده بر اساس قاعده اوکتیت

الکترونهاي ولانسی باقی مانده بالای اтом‌ها طوری تقسیم می‌گردد که اوکتیت هر اتم به اساس آن تکمیل گردد. ابتدا اوکتیت اتم‌های عناصری را در یافت میدارند که دارای روابط کمتر بوده واز جمله عناصر الکترونیگاتیف باشد.



شکل (3 - 3) ساختمند الکترونی در مالیکول‌ها و ایون‌ها

مرحله سوم: تشکیل روابط پای (π) و محاسبه نمبر اکسیدیشن

اگر اوکتیت اتم‌های عناصر در مالیکول مرکب تکمیل نشده باشد، جوره الکترون‌های آزاد اتم هم‌جوار طوری جایجا ساخته می‌شود که بین شان مشترک واقع شده و رابطه (π) تشکل می‌گردد؛ بنابراین نمبر اکسیدیشن هر اتم در مالیکول قرار ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\text{تعداد روابط بین اتم‌ها} = (\text{تعداد الکترون‌های آزاد}) - (\text{تعداد الکترون‌های ولانسی قبل از رابطه}) \quad \text{نمبر گروپ} = \text{نمبر اکسیدیشن اتم}$$

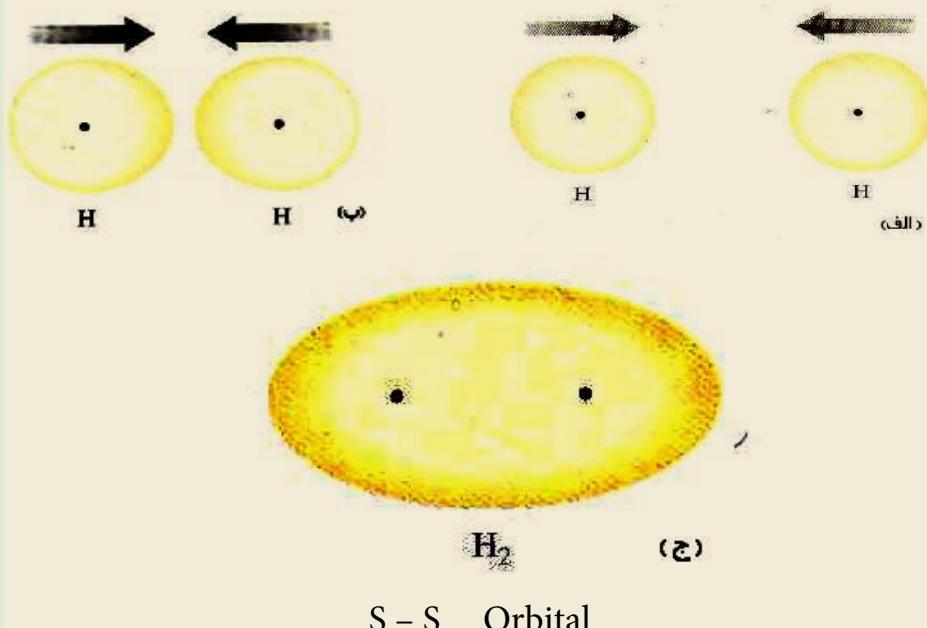
به این اساس مجموعه الجبری نمبرهای اکسیدیشن اтом‌های عناصر متشكله مالیکول مرکب مساوی به صفر است و در آیونها مساوی به چارج آیونها می‌باشد.

معلومات اضافی



ممکن بعضی از اтом‌ها (مانند نایتروژن در NO_2) اکتیت خود را پوره نکرده باشد و این یک استثنا بوده که در مالیکول NO_2 دیده می‌شود، در این مالیکول به خاطر طاقه بودن الکترون، در مجموع الکترون‌های ولانسی هیچ امکان برای پوره کردن اکتیت اтом‌های آن موجود نیست.

مفکوره لیویس بعضی از حقایق را در مورد رابطه ارائه داشته؛ اما علت تشکیل روابط را توضیح کرده نمیتوانست. بالانکشاف نظریات میخانیک کوانت علت تشکیل روابط واضح ساخته شد. در صورتی که الکترون یک حالت ابرالکترونی را دارا است، در این صورت تشکیل همچو رابطه توسط جفتی از الکترونی درنتیجه تداخل ابرالکترونی دو اтом تصویرشده میتواند:



شکل (3-4) شیمای تشکیل رابطه کیمیاوی بین دو اтом و تداخل ابرالکترونی $S-S$ طوری که در شکل (3-4) دیده می‌شود، کثافت ابرالکترونی درین دو هسته

atomهای هایدروجن در مالیکول آنها بیشتر می‌باشد. علت آن این است که این ساحه بیشتر تحت تأثیر هسته‌ها قرار داشته و الکترون‌ها توسط این دو هسته کش و در این محل متراکم می‌گردد. از اینجا گفته می‌توانیم: قوه که باعث تشکیل رابطه کیمیاوی می‌گردد، دارای خاصیت الکتروستاتیکی است.

نظريات ليوس درمورد مشترک بودن دو الکترون در رابطه از نظر ميخانيك يك مفهوم عمومي بوده، قرار پرنسپ پاولی اين دو الکترون باید توسط يك از نمبرهای کوانتم خويش از هم ديگر فرق داشته باشند (نمبر سپين شان) در صورت اтом هایدروجن و تشکيل مالیکول اوريتال، در مالیکول اوريتال S باید جهت سپين (Spin) الکترون‌ها مخالف يك ديگر باشد.

طريقه که در آن الکترونها بين دو اтом مشترک قرار ميگيرد و سبب تشکيل رابطه می‌گردد، به نام ميتود ولانسی روابط کيمياوي (MVB) ياد می‌شود. عموماً رابطه کيمياوي را توسط (—) افاده می‌نمایند و در انجام‌های اين خط تصویر يك، يك الکترون موجود است.

(Valance) ۳-۲-۲

ولانس نوع از خاصیت اтом‌های عناصر بوده که تعداد معین اтом‌های دیگر را نصب و یا تعویض می‌نمایند؛ یا به عباره دیگر: قوه اتحاد اтом‌های عناصر کيمياوي را در تعاملات به نام ولانس اтом همان عنصر ياد می‌نمایند. کلمه ولانس از اصطلاح لاتین (Valantia) گرفته شده است که به معنی ظرفیت می‌باشد.

کوسیل (Kossel) در اولین مقاله علمی خود توضیح نمود که رابطه‌ها در نتیجه انتقال کامل الکترون‌ها از يك اтом به اтом ديگر تشکيل می‌گردد تا تعداد الکترون‌های قشر خارجی اтом‌های عناصر به هشت الکترون بالغ گردد. الکترون‌های گرفته شده و باخته شده هر اтом ولانس آن را مشخص می‌سازد.

۳-۳-۱: رابطه آيونی (Electro Volant bond)

مطالعات ساختمان اтом خاصتاً ساختمان الکترونی اтом نشان می‌دهد که ساختمان $ns^2 np^6$ به گازات نجیبه مطابقت دارد، این گازات عبارت از He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn است، ولی $He(1S^2)$ است، درنتیجه تحقیقات دریافت نمودند که گازات مذکور در تعاملات کيمياوي سهم نمی‌گیرند و با ثبات می‌باشند. ثبات کيمياوي گازات نجیبه مربوط به مشبوع بودن قشر آخری آنها توسط هشت الکترون است.

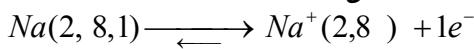
در سال 1916 م علماء هریک : (کوسیل Kossel) و (لیویس Liwes) مستقل از هم دیگر تیوری روابط کیمیاوى را ارائه داشته ، آنها تشکیل روابط را همانا باختن و گرفتن الکترون‌ها توسط اтом ها غرض تکمیل هشت الکترون مدار آخری دانسته تا ثبات لازمه را حاصل نمایند .

تسلسل عناصر را در سیستم پریودیک که از نیون (Ne) آغاز یافته است ، ملاحظه می‌نماییم .

(در قوس تعداد الکترون‌های قشر L, K و یا M عناصر نشان داده شده است .)

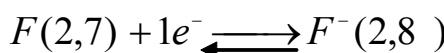
$N(2,5), O(2,6), F(2,7), Ne(2,8), Na(2,8,1), Mg(2,8,2), Al(2,8,3)$

اتوم Na میتواند در نتیجه باختن یک الکترون ساختمان گاز نجیب Ne را اختیار کند و ساختمان الکترونی با ثبات را حاصل نماید :

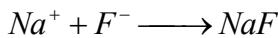


موجودیت 10 الکترون و 11 پروتون در اتم سودیم باعث آن گردیده است تاسود یم چارج مثبت داشته و به ذره چارجدار Na^+ مبدل شود که به نام کتیون (Cathion) یاد می‌گردد .

فلورین در ساختمان الکترونی خود نسبت به عنصر Ne یک الکترون کمتر داشته و با گرفتن یک الکترون ساختمان الکترونی با ثبات گاز نجیب Ne را حاصل واکتیت خود را تکمیل می‌سازد :



ذره که متتشکل از 10 الکترون و 9 پروتون است عبارت از آیون چارجدار منفی فلورین (F^-) است . بین ذرات چارجدار مثبت (Na^+) و آیون منفی (F^-) قوه جاذبه الکتروستاتیکی عمل می‌نماید و در نتیجه این جذب رابطه کیمیاوى برقرار می‌گردد ، این نوع رابطه را به نام رابطه آیونی یا برقی (Electro valente bond) یاد می‌نمایند :



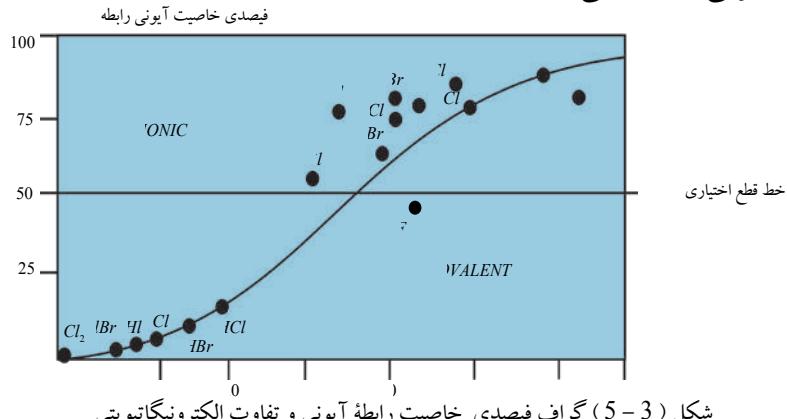
رابطه آیونی نوع از رابطه کیمیاوى است که در نتیجه قوه جذب الکتروستاتیکی بین ذرات چارج دار که دارای علامه مخالف باشد ، برقرار می‌گردد .

خاصیت آیونی در روابط کوولانسی

رابطه اشتراکی قطبی ، سرحد بین رابطه اشتراکی کامل (غیر قطبی) و آیونی را تشکیل می‌دهد ؛ زیرا در این رابطه ابر الکترون‌ها به طور قسمی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌گردد . اگر الکترونها به طور کامل از یک آیون به آیون دیگر منتقل گردد ، رابطه آیونی برقرار می‌گردد .

معیارهای تفاوت بین رابطه قطبی و آیونی قرار ذیل است :

به هر اندازه که تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اтом عناصر زیاد باشد، به همان اندازه رابطه بین آن‌ها قطبی می‌باشد. گراف ذیل فیصدی خاصیت رابطه آيونی و تفاوت الکترونیگاتیویتی را نشان می‌دهد.



شکل (3-5) گراف فیصدی خاصیت رابطه آيونی و تفاوت الکترونیگاتیویتی

به اساس گراف فوق میتوان گفت که رابطه بین دو اтом زمانی برقی یا الکترونیت است که تفاوت الکترونیگاتیویتی بین این دو اتم (۱.۷) و بالاتر از آن باشد. مرکبات آيونی و یامرکبات الکتروولنت متشکل از آیون‌ها می‌باشد. درصورتی که الکترونیگاتیویتی بین دو اتم ۱ الی ۱.۷ باشد رابطه بین آن‌ها ۵۰٪ آيونی و ۵۰٪ اشتراکی قطبی است.

مرکبات آيونی و خواص آن‌ها

کرستل‌ها مرکباتی‌اند که رابطه آيونی دارد.

آیا راجع به نمک طعام معلومات دارید؟ میدانید که نمک طعام از کدام عناصر تشکیل گردیده است؟ نمک طعام عبارت از سودیم کلوراید است که در طبیعت یافت می‌گردد و فرمول آن $NaCl$ است.

فورمول نشان می‌دهد که نمک طعام از عنصر سودیم و کلورین تشکیل گردیده است. سودیم فلز نرم وفعال کیمیاً بوده و کلورین عنصر گازی است که به شکل مالیکولی یافت شده وفعال می‌باشد و گاز زهری است. در نتیجه تعامل این دو عنصر قرار شکل ذیل نمک طعام تشکیل می‌گردد که رنگ سفید را دارد.

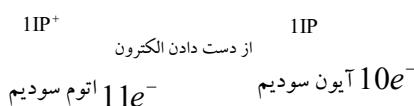
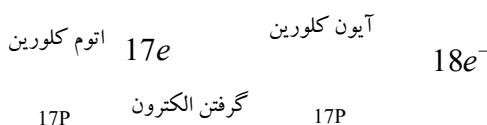


شکل (3-6) تعامل گاز کلورین با سودیم.

کرستل: مواد معدنی جامدی‌اند که اجزای آن سازنده آن در سه جهت فضایی به صورت منظم کنار هم‌دیگر قرار گرفته باشند.

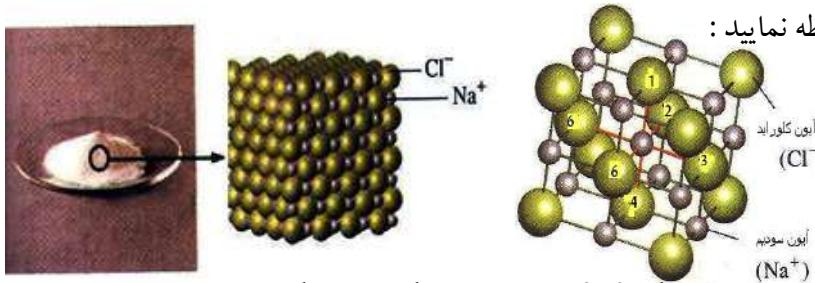
تمام نمک‌ها از جمله نمک طعام مرکبات آیونی بوده واز آیون‌های مثبت و منفی تشکیل گردیده‌اند. در مالیکول سودیم کلوراید بین اтом سودیم و کلورین رابطه ایونی برقرار بوده، طوری که اatom سودیم باز دست دادن یک الکترون چارج مثبت یک و کلورین با گرفتن یک الکترون چارج منفی یک را به خود اختیار نموده، این‌ها به اساس قوه الکتروستاتیک یک دیگر را جذب نموده و مالیکول سودیم کلوراید را تشکیل می‌دهند. خواص نمک طعام مربوط به ماهیت همین رابطه است. بلورهای مکعبی نمک طعام سخت و شکننده بوده و به حرارت $C^0 1413$ غلیان می‌نماید.

سودیم کلوراید در آب حل شده و به شکل محلول و یا مذابه هادی خوب برق می‌باشد.



شکل (3 - 7) نمایش انتقال الکترون‌ها در هنگام تشکیل سودیم کلوراید.

خواص سودیم کلوراید مربوط به ذرات تشکیل دهنده آن است، بین سودیم و کلورین در سودیم کلوراید قوه جاذبه قوی موجود است که آن‌ها را باهم مستحکم نگاه داشته و این قوه را به نام رابطه ایونی یاد می‌نمایند. این نوع رابطه در تمام نمک‌ها موجود است، این نوع رابطه تنها مربوط به یک کتیون سودیم و یک آیون کلوراید نبوده، بلکه بین تمامی آیون‌ها و کتیون‌های همچوار برقرار شده ونظم ذرات را به وجود آورده است، هر کتیون توسط چندین آیون و یک آیون توسط چندین کتیون احاطه می‌گردد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید:

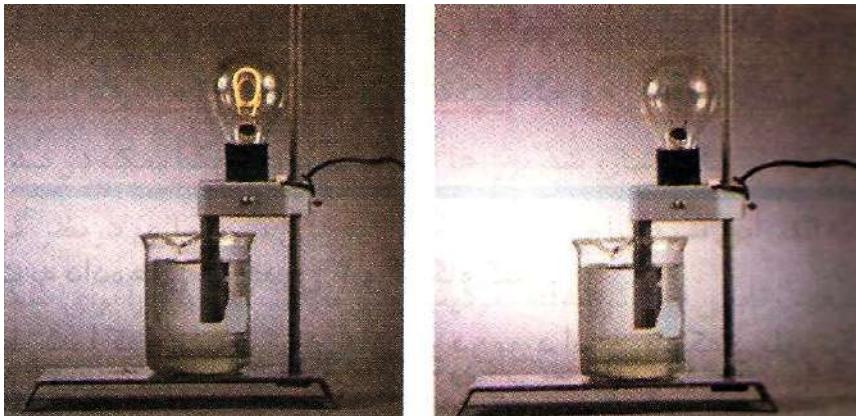


شکل (3 - 8) آرایش آیونها در یک کرستال نمک طعام

شکل فوق نشان می‌دهد که هر آیون سودیم توسط شش آیون کلوراید و هر آیون کلوراید توسط شش آیون سودیم احاطه ونظم ذرات را به وجود آورده است. قرار قانون کولمب ذرات چارج دار هم نوع یک دیگر را دفع و مخالف نوع یک دیگر را جذب می‌نماید، قوه جذب بین ذرات چارج دار مخالف علامه نسبت به قوه دفع ذرات هم علامه بیشتر است. در مرکبات آیونی تعداد چارچهای مثبت و منفی با هم مساوی بوده؛ ازین سبب این نوع مرکبات از لحاظ چارج برقی خنثی می‌باشد.

خواص مرکبات آیونی

محلول آبی و یا مذابه مرکبات آیونی هادی برق بوده؛ زیرا در این مرکبات آیون‌ها در حالت آزادانه حرکت می‌نمایند؛ اما در حالت جامد این مرکبات هادی برق نبوده؛ زیرا آیون‌های نمک‌ها در حالت جامد به جز حرکت اهتزازی دیگر حرکات را دارانمی‌باشند. اگر چند کرستال نمک طعام در آب خالص انداخته شود، آیونهای نمک بین مالیکول‌های آب پراگنده شده و آزادانه حرکت نموده، جریان برق را از خود عبور می‌دهند، شکل ذیل را ملاحظه نمایید:



شکل (3-9) جریان برق در محلول نمک طعام.

بیشتر بیاموزید

آیون‌ها در نمک‌ها ساختمان و تنظیم منظم را دارا است ساختار آیون‌ها در کرستال‌ها به شکل مسلسل بوده و هر آیون توسط آیون‌های مخالف چارج خود احاطه گردیده، نظم را ایجاد و روابط را بقرار می‌نمایند. ساختار تنظیمی آیون‌ها در شبکه کرستالی به جسامت نسبی آئیون‌ها و کتیون‌ها از ترتیب خاص پیروی می‌نماید و این ترتیب در تمامی قسمت‌های کرستال تکرار می‌گردد. ساختاری که در اثر انبار ذره‌های سازنده یک جسم (کتیون‌ها و آئیون‌ها) در سه بعدی به وجود می‌آید، به نام شبکه بلوری یاد می‌شود. شکل (3-8) را ملاحظه نمایید.

تشکیل شبکه‌های کرستالی توأم با آزاد شدن انرژی صورت می‌گیرد.
انرژی شبکه کرستالی عبارت از مقدار انرژی است که در هنگام تشکیل یک مول ماده کرستالی از آیون‌های مثبت و منفی گازی آن آزاد می‌گردد؛ به طور مثال:



جدول‌های ذیل انرژی شبکه‌های کرستالی بعضی مواد را به kJ/mol نشان می‌دهد.

جدول (3 - 1) انرژی شبکه‌های کرستالی هلاکتیدهای فلزات القلی

I^-	Br^-	Cl^-	F^-	آیون‌ها کتیون‌ها
757	807	853	1036	Li^+
704	747	787	923	Na^+
649	682	715	821	K^+
630	660	689	785	Rb^+
604	631	659	740	C_s^+

جدول (3 - 2) مقایسه انرژی شبکه مرکبات کتیون‌های دارنده چارج $+1$ ، $+2$ و $+3$

O^{2-}	F^-	انیون کتیون
2481	923	Na^+
3791	2957	Mg^{2+}
15916	5492	Al^{3+}

فعالیت



به جدول ۱ و ۲ به دقت نظر اندازید:

الف - به نظر شما کدام نتیجه گیری‌های ذیل در مورد انرژی شبکه کرستالی درست خواهد بود و چرا؟

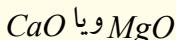
۱ - هرقدر که کتیون کوچک باشد انرژی شبکه کرستالی آن بیشتر است.

۲ - هر قدر که چارج اینون بزرگ باشد ، انرژی شبکه کمتر است.

۳ - هر قدر که شعاع اینون بزرگ باشد ، انرژی شبکه زیاد است.

۴ - انرژی شبکه با چارج کتیون رابطه مستقیم و با شعاع آن رابطه معکوس دارد.

ب - پیش بینی کنید که کدام مرکب آیونی ذیل زیاد ترین انرژی شبکه را دارا است؟



ج - آیا میتوان بین انرژی شبکه و درجه ذوبان مرکبات آیونی ارتباطی در نظر گرفت؟

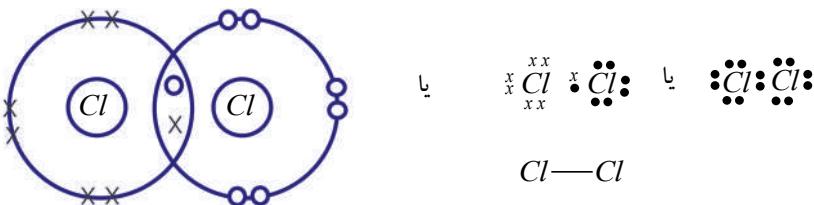
چون قوه جذب بین ذرات مرکبات آیونی قوی است ؛ ازین سبب خواص آنها با هم مشابه است ؛ به طور مثال : درجه ذوبان و غلیان آنها با هم مشابه است . جدول ذیل را ملاحظه نمایید :

جدول (3-3) درجه ذوبان و غلیان با هم مشابه

مرکب آیونی	نقطه ذوب 0C	نقطه غلیان 0C
$NaCl$	801	1413
$RbCl$	715	1390
KF	858	1505
KBr	734	1435

۳-۲-۳- رابطه اشتراکی (Covalent bond)

تیوری روابط کوولنت: رابطه آیونی یگانه شکل روابط کیمیاوی نبوده ، در مالیکول‌ها روابط مختلف موجود است ؛ به طور مثال : در مالیکول Cl_2 رابطه خاصی موجود است که در این مورد لیویس پیشنهاد کرد : هریک از دو اтом کلورین یکی از الکترون‌های قشر خارجی خود را بین هم مشترک قرار می‌دهد . غرض تداخل اوریتال‌ها هریک از اتم‌های کلورین تا حد امکان با هم‌دیگر نزدیک شده و جوهر الکترونهای مشترک رابطه کوولنت را تشکیل می‌دهد ، این الکترون‌ها صرف یک اوریتال را اشغال نموده و آن‌ها مختلف می‌باشد . شکل ذیل را ملاحظه نمایید :



شکل (3-10) طرزارایه روابط کیمیاوی در مالیکول کلورین

در میتود روابط کوولانسی اوربیتال‌های اтомی تداخل نموده واشتراک جوره الکترونها به ملاحظه میرسد. میتود ملاحظه شده توصیف مالیکول را به نام میتود روابط ولانسی یاد می‌نمایند. هریک از اتم‌ها خاصیت خود را در مالیکول حفظ می‌نماید؛ لاؤن یک و یا چندین الکtron قشر خارجی هریک از اتم‌ها غرض تداخل اوربیتال‌ها در قشر خارجی اatom دیگر نفوذ می‌نماید.

کثافت ابر الکترونی را توسط ارقام الکترون‌ها به یک مکعب واحد طول اтомی (طول واحد اتمی مساوی به شعاع اوربیتال اولی اtom هایdroجن ازنظر B_{hor} است.) به دست می‌آورند.

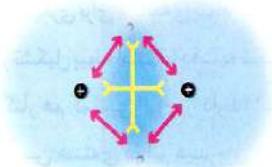
توجه نمایند

کوولانس در لغت به معنی ولانس مشترک است و اشاره به نوع رابطه‌ی است که در آن اتم‌ها از قشر ولانسی یک دیگر و به صورت مشخص از الکترون‌های قشر ولانسی یک دیگر به طور اشتراکی استفاده می‌نمایند، رابطه که در آن الکترون‌های قشر ولانسی مشترک قرار داده می‌شود به نام رابطه اشتراکی یاد می‌گردد

چطور رابطه کوولانس تشکیل می‌گردد؟

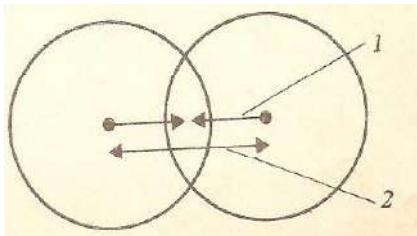
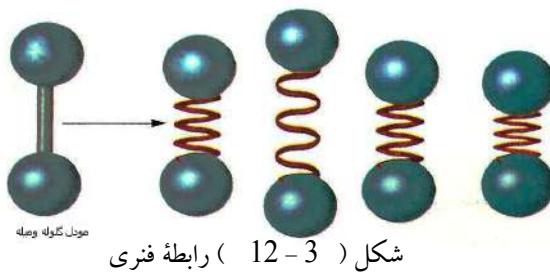
برای ارایه جواب به این سؤال، رابطه ساده کوولانسی را در مالیکول‌های هایdroجن بین دو اatom آن تحت مطالعه قرار میدهیم. دو اatom هایdroجن باهم دیگر نزدیک شده، بین الکترون یک اatom و هسته اatom دیگر آن قوه جذب قوی عمل نموده و از طرف دیگر بین هر یک از الکترون‌های متعلق به هر اatom هایdroجن و هسته‌های شان

قوه دفع عمل می‌کند؛ در ابتدا ممکن تصور شود که این قوه‌های جذب و دفع بالای یک دیگر عمل می‌نماید و باعث آن می‌گردد تا اatom‌های هایdroجن از هم مجزا باشند؛ اما طوری که معلوم است، هایdroجن به شکل مالیکولی موجود است. در موقع تشکیل رابطه قوه جاذبه نسبت به قوه دافعه فوق الذکر زیاد بوده و اatom‌های هایdroجن را باهم مرتبط ساخته، مالیکول تشکیل



شکل (3-11) قوه دافعه و جاذبه بین اatom‌های هایdroجن در تشکیل مالیکول آن.

می‌گردد، در این صورت بعد از تشکیل رابطه قوّه جاذب و دافعه با هم مساوی می‌گردد. روابط کوولانسی را میتوان به شکل یک فنر تصور کرد. شکل زیر را ملاحظه نمایید، زمانی که دو اтом هایدروجن از هم دور می‌گردد، آن‌ها را قوّه جاذب بین هسته والکترون دوباره نزدیک ساخته و به حالت اولی بر میگرداند، از طرف دیگر قوّه دافعه آن‌ها را دوباره از هم دور می‌سازد، در این صورت اтом‌های هایدروجن در امتداد محور رابطه در حال نوسان قرار میداشته باشد، لکن این نوسان‌ها طوری است که همیشه هسته‌های آن‌ها در یک فاصله تعادلی از هم دیگر قرار دارند، این فاصله را به نام طول رابطه یاد می‌نمایند:



شکل (13 - 3) قوّه کشش و قوّه دفع در مالیکول هایدروجن

1 - قوّه کشش بین هسته‌ها و ابرالکترونی در فضای بین هسته‌ها.

2 - قوّه دفع بین دو هسته

شعاع کوولنت

فاصله بین هسته‌های اتم‌های که به اساس روابط کوولانسی مرتبط شده‌اند، مساوی به مجموعه شعاع‌لائنسی این اتم‌ها می‌باشد، شعاعات کوولانت عبارت از مجموعه شعاعات اتم‌های تشکیل‌دهنده روابط کوولنت است. مجموعه شعاعات کوولنت کلورین و هایدروجن مساوی به فاصله روابط کوولنت هایدروجن کلوراید می‌باشد.

۳ - ۲ - ۲ : طول رابطه کیمیاوی

فاصله بین هسته‌های اتم‌های که باهم مرتبط‌اند، عبارت از طول رابطه است. به صورت عموم طول رابطه در بین اتم‌های عناصر در مرکبات مختلف در حدود $\frac{1}{10}$ ام حصه یک نانومتر است. با تزايد تعداد روابط بین دو اتم در مالیکول مرکب، طول رابطه کم و کوچک می‌گردد.

در مالیکول های $\text{N} \equiv \text{N}$, $\text{N} = \text{N}$, $\text{N}-\text{N}$ طول رابطه ها بین اтом های نایتروجن به ترتیب $C \equiv C$, $C=C$, $C-C$ است و طول روابط 0.110nm , 0.124nm , 0.147nm ترتیب 0.120nm , 0.134 nm , 0.154nm می باشد.

طول رابطه با انرژی ایونایزیشن تناسب بر عکس دارد.

atom های هایدروجن در فاصله دورتر از فاصله تعادلی نسبت موجودیت قوّه جاذبه ، میل دارند تا باهم نزدیک شوند؛ اما در فاصله کمتر از قوّه تعادلی قوّه دافعه قوی شده و تمایل دارند تا به حالت تعادلی برگردند.

دو اтом متوصّل شده باهم دیگر به طور دائم در حال نوسان بوده؛ اما به خاطر داشتن سطح انرژی کمتر رابطه کوولانسی را بین هم برقرار می نمایند.

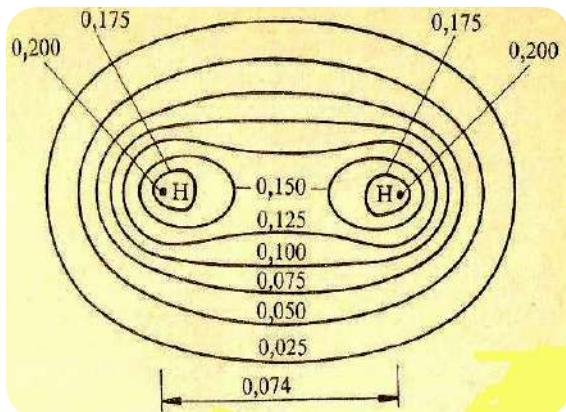
از این جاتیجه گیری می شود که اтом های هایدروجن متوصّل شده نسبت به اтом های مجزا پایدار می باشند؛ یا به عباره دیگر هایدروجن مالیکولی نسبت به هایدروجن اتمی در سطح پایین انرژیکی قرار دارد؛ بنابراین زمانی که بین دو اтом رابطه برقارمی گردد، در این صورت انرژی آزاد می گردد. جدول ذیل طول و انرژی رابطه کوولانسی را نشان می دهد و برای قطع رابطه وایجاد اтом ها همان مقدار انرژی ضرورت است که در تشکیل آن آزاد می گردد.

جدول (3 - 4) طول و انرژی رابطه کوولانسی

انرژی kJ / mol	طول (pm)	رابطه	انرژی kJ / mol	طول (pm)	رابطه
298	161	H - I	436	75	H - H
338	177	C - Cl	412	109	H - C
276	194	H - Br	432	127	H - Cl
243	199	Cl - Cl	366	142	H - Br
193	229	Br - Br	360	143	C - O
151	266	I - I	348	154	C - C

الکترونیگاتیویتی و روابط اشتراکی غیر قطبی و قطبی

در روابط بین دو اтом همنوع کافیت الکترونی اوربیتال های تشکیل دهنده رابطه ها ($\sigma - bonding$) به طور متناظر نسبی بین این دو اتم ها قرار دارد؛ به طور مثال: در



شکل (14 - 3) : شیمای کثافت الکترونی مالیکول هایدروجن

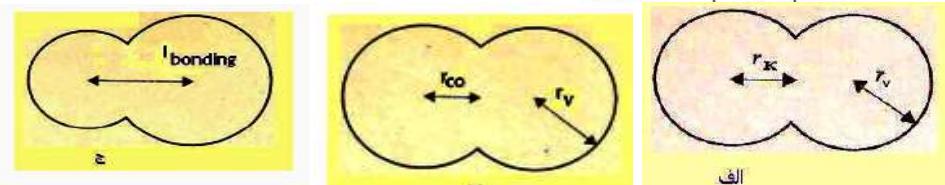
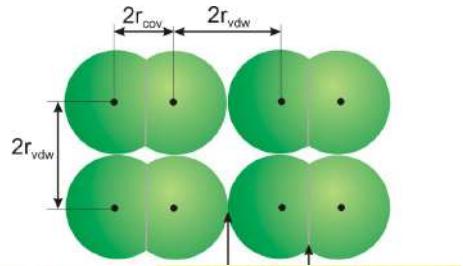
مالیکول H_2 که در شکل (14)
- (3) ملاحظه می گردد :

در صورتی که اتم های مرتبط شده از عناصر مختلف بوده باشد، روابط قطبی بوده و الکترون ها به طرف یکی از اتم ها انحراف می نماید؛ بطور مثال: در مالیکول HF کثافت ابر الکترونی در ساحة روابط به اтом فلورین نزدیک نسبت به اatom هایدروجن است؛ زیرا قابلیت الکترونیگاتیویتی فلورین نسبت به

هایدروجن پیشتر است (EN فلورین 4 و از هایدروجن 2.1 است)؛ بدین اساس رابطه بین اتم هایدروجن و فلورین قطبی است. مرکز ثقل چارج منفی الکترون ها با مرکز ثقل چارج مثبت هسته منطبق نمی باشد. اکثر مالیکول های مرکبات قطبی بوده، سرحد جدایی معین بین رابطه اشتراکی و رابطه آیونی تعیین شده نمیتواند.

$2r_{cov}$ فاصله بین هسته های اتم ها که باهم تداخل نموده.

$2r_{vdw}$ فاصله بین هسته های مالیکول ها در حالت تماس باهم قرار دارند.



شکل (3 - 15) شعاعات روابط کووالنت و واندروالس برای هایدروجن و کلورین

الف - r_V شعاع واندروالس: H_2 0,12nm، r_{CO} شعاع کووالنت 0,017nm طول رابطه مساوی به (2nm) است

ب - مالیکول : $r_v = 0.1nm$, $r_{eo} = 0.104nm$: Cl_2

ج - مالیکول : طول رابطه مساوی به Cl 0.141nm است.

بیشتر بدانید

اگر تفاوت الکترونیکاتیویتی بین دو اтом صفر و یا کمتر از 0.5 باشد، رابطه بین این دو اтом غیر قطبی (Non polar bond) بوده و بالاتر از 0.5 الی یک رابطه قطبی است، در صورتی که تفاوت الکترونیکاتیویتی بین دو اтом عناصر (1 الی 1.7) باشد، رابطه بین آنها تقریباً (50%) قطبی و (50%) آيونی بوده و اگر بالاتر از 1.7 باشد رابطه آيونی است؛ به طور مثال: سیزیم فلوراید (CsF) را در نظر می‌گیریم، الکترونیکاتیویتی سیزیم مساوی به 0.7 و فلورین 4.0 است، بنابر این تفاوت الکترونیکاتیویتی آنها مساوی به 3.3 می‌باشد، پس خواص این رابطه به رابطه آيونی فوق العاده زیاد مطابقت دارد.

خود را آزمایش کنید

الکترونیکاتیویتی آکسیجن 3.5 والکترونیکاتیویتی سلیکان 1.8 است که تفاوت الکترونیکاتیویتی آنها 1.7 می‌باشد. نوع رابطه سلیکان و آکسیجن را در سلیکان دای اکساید به اساس دلایل منطقی توضیح نمایید.

توجه کنید:

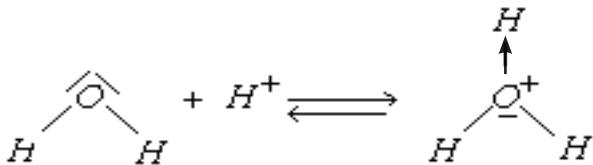
در بعضی موارد اگر تفاوت الکترونیکاتیویتی بین اتم های دو عنصر کمتر از 0.4 غیر قطبی در نظر گرفته می شود؛ به طور مثال: رابطه $C-H$ که یک رابطه مهم در کیمی اعضاوی است، غیر قطبی در نظر گرفته می شود.

۳ - ۳ - ۳: رابطه کواردینیشن (Coordination bond)

رابطه کواردینیشن نوع رابطه کوولنت بوده که در آن جوره های الکترون مشترک تنها از طرف یکی از اتم ها که در رابطه سهم می گیرد، در اختیار اتم دیگر قرارداده می شود، یکی از اتم ها به شکل دهنده (Donor) تبارز یافته و دیگر آن گیرنده (Acceptor) تبارز می نماید که این نوع رابطه را بعضاً به نام رابطه دونار - اکسپتور (Donor - Acceptor) نیز یاد می نمایند.

اتوم های عناصر الکترون دهنده (Donar) دارای یک جوره الکترون آزاد در قشر خارجی خود می باشد و اکسپتورها اوربیتال های خالی را در قشر خارجی خود دارا اند. کتیون های فلزات انتقالی میتوانند به حیث اکسپتور عمل نمایند. در مالیکول آب اatom آکسیجن دارای دو جوره الکترون آزاد بوده، این اatom جوره الکترون های آزاد خود را به دسترس ذرات دارای خلا ل الکترونی غرض تکمیل اکتیت شان قرار می دهد، به طور مثال: H^+ دارای خلا ل الکترونی بوده و اوربیتال آن خالی است که این اوربیتال خالی توسط جوره الکترون های

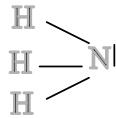
آزاد آکسیجن مشبوع گردیده و درنتیجه رابطه اشتراکی کواردینت برقرار می‌گردد:



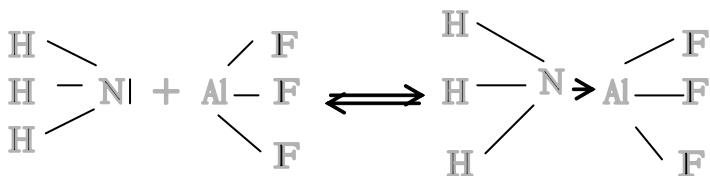
پس گفته میتوانیم که (H_3O^+) درنتیجه رابطه کواردینیشن حاصل می‌گردد و چارج مثبت پروتون در تمام آیون توزیع می‌گردد؛ به همین ترتیب آب با آیون‌های فلزات کواردینیشن می‌گردد؛ به طورمثال: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

انحلالیت اکثریت نمک‌ها مربوط به تشکیل روابط بین آیون‌های فلزات و مالیکول‌های آب است، برای قطع روابط بین آیون‌های شبکه‌های کرستال‌ها انرژی به مصرف رسیده و در موقع تشکیل رابطه‌ها در آیون‌های کرستال‌ها آزاد می‌گردد.

اگر در اثر تشکیل روابط کواردینیشن بین اтом‌های فلزات و آب انرژی آزاد گردد، در این صورت ممکن تعادل به طرف پروسس حل شدن ادامه پیدانماید و آیون‌های فلزات هایدریشن (Hydration) گردد: $\text{Cu}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

atom نایتروجن در مالیکول امونیا  جوره الکترون‌های آزاد خود را به اтом المونیم

در مالیکول AlF_3 داده و درنتیجه بین اтом نایتروجن والمونیم رابطه کواردینیشن برقرار می‌گردد؛ در این صورت قشر الکترونی هریک از اтом نایتروجن والمونیم حاوی هشت - هشت الکترون بوده و از مشبوعیت الکترونی قشر آخری برخوردار می‌باشد.

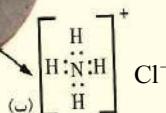


رابطه کواردینیشن را توسط خط تیر افاده می‌نمایند (\rightarrow) که سمت تیر از طرف دونار به طرف اکسپتور متقابل می‌باشد.

فعالیت

شکل داده شده مالیکول نوشادر (امونیم کلوراید) را نشان می‌دهد، بادر نظر داشت این شکل انواع روابط را در آن به شکل گروپی مشخص ساخته و در صنف ارائه بدارید.





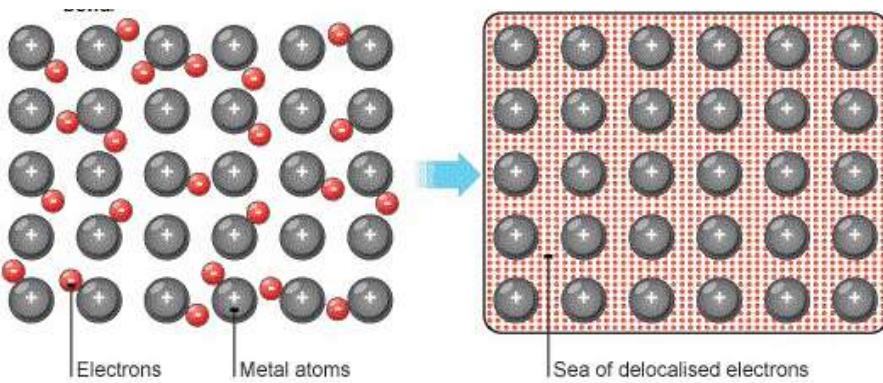
شکل (3-16) رابطه کواردینیشن در امونیم کلوراید

توجه کنید:

تداخل دو اوربیتال یک الکترونی را با یک دیگر به نام رابطه اشتراکی ساده و تداخل یک اوربیتال دو الکترونی با یک اوربیتال خالی را به نام رابطه اشتراکی کواردینیشن و یا رابطه یک طرفه یاد می‌نمایند.

۳-۴: رابطه فلزی

انرژی آیونایزیشن والکترونیکاتیویتی فلزات پایین بوده و اتصال الکترون‌های قشر خارجی آن‌ها نسبتاً سست است.



به یاد داشته باشید که:

قوه جذب بین الکترون‌های ابر الکترونی تشکیل شده و آیون‌های مثبت فلزات را به نام رابطه فلزی یاد می‌نمایند.

قوه جذب بین آیون‌های مثبت و ابر الکترونی تشکیل شده در فلزات به اندازه قوی است که باعث تراکم ذرات آن‌ها گردیده واز همین سبب است که فلزات سخت بوده و قابلیت چکش خوردن و تورق رادارا اند؛ به طور مثال: تشکیل سیم و تخته‌های مسی، المونیمی وغیره نمایان گر روابط ذرات فلزی در اجسام فلزی می‌باشند.

۳ - ۳ - ۵: خواص فزیکی روابط کیمیاوی

انواع روابط مالیکولها ، صفات مالیکول‌ها را مشخص می‌سازد. نقطه غلیان و نقطه ذوبان مستقیماً به روابط اтом‌ها در مالیکول‌ها مربوط است؛ به طور مثال: سه مالیکول F_2 ، HF و NaF را از نقطه نظر درجه غلیان و ذوبان باهم مقایسه می‌نماییم.

جدول (3 - ۵): مقایسه درجه غلیان و ذوبان سه مالیکول HF ، F_2 و NaF

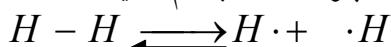
مالیکول	درجه غلیان	درجه ذوبان
F_2	-187 °C	-218 °C
HF	+20 °C	-83 °C
NaF	1707 °C	995 °C

طوری که دیده می‌شود ، NaF مالیکول آيونی بوده نقطه ذوبان و غلیان آن بلند است، درحالیکه HF یک مالیکول قطبی بوده و یا نیمه آيونی می‌باشد، درجه غلیان و ذوبان آن خیلی‌ها پایین است و بالاخره F_2 که یک مالیکول غیرقطبی است.

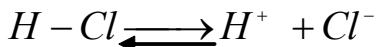
درجه ذوبان و غلیان آن به مراتب کوچکتر از دو مالیکول قبلی می‌باشد.
درجه غلیان و ذوبان تفکیک یک مالیکول علاوه ازینکه به نوع رابطه اтом‌های آن وابسته بوده ، به رابطه‌های دومی و قوّه بین مالیکولی آن‌ها نیز رابطه دارد.

۳ - ۳ - ۶: قطع هومولیتکی و هترولیتکی روابط کیمیاوی

برای قطع روابط کیمیاوی همان قدر انرژی ضرورت است که در زمان تشکیل آن آزاد گردیده است . رابطه کیمیاوی به دو میخانیکیت قطع می‌گردد ، یکی عبارت از قطع هومولیتکی (Hemolytic) و دیگر قطع هترولیتکی (Heterolytic) است . در قطع هومولیتکی هر اтом الکترون خودرا که در تشکیل رابطه سهیم بوده، دوباره اخذ نموده و هر ذره دارای الکترون طاقه بوده که همچو ذرات را به نام رادیکال (Radical) یاد می‌نمایند.



قطع رابطه که در آن جوره الکترونهای رابطه به یک اتم الکترونیگاتیف تعلق می‌گیرد و آیون‌های دارای چارج مختلف تولید می‌گردند ، به نام قطع هترولیتکی یاد می‌شود .
به طور مثال: انفکاک مالیکول HCl :



نوت: قطع هومولیتکی رابطه توسط نور یا حرارت و یا تشعشع صورت می‌گیرد.

۳ - ۷ - اشکال روابط

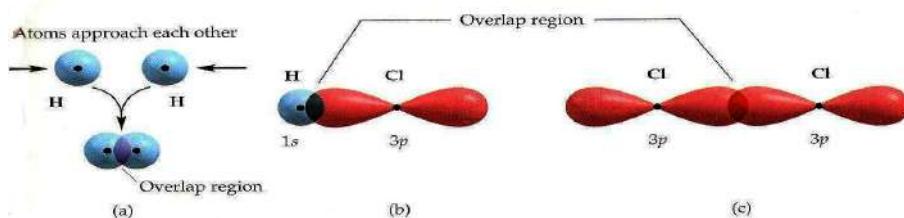
تصورت عموم رابطه دارای دو شکل است:

۱- رابطه سگما (σ) : روابط کیمیاوی به اساس پوشش و تداخل اوربیتال‌ها تشکیل می‌گردد. اگر پوشش ابرهای الکترونی به امتداد خطی که هسته‌های دو اтом را وصل می‌سازد، صورت بگیرد، یعنی تداخل اوربیتال‌ها مستقیم و اعظمی باشد، رابطه مستحکم بوده و به نام رابطه سگما (σ) یاد می‌شود که این رابطه میتواند از تداخل دواوربیتال S و یا یک اوربیتال S و یک اوربیتال P و یا دواوربیتال P بطور مستقیم تشکیل گردد. شکل (3-17).

رابطه کیمیاوی که به اساس مشترک ساختن یک جوره الکترونها بین دو اتم تشکیل گردیده باشد، به نام رابطه یگانه یاد می‌شود. اوربیتال‌ها درنتیجه تداخل مستقیم خود صرف رابطه (σ) را تشکیل می‌دهد.

۲- رابطه π : رابطه اشتراکی بین دو اتم در مالیکول‌ها میتواند دو گانه و یا سه گانه باشد. این نوع رابطه توسط بیشتر از یک جوره الکترونها تشکیل شده به نام رابطه طور مثال: در مالیکول آکسیجن O_2 رابطه بین دو اتم آکسیجن دو گانه و در مالیکول نایتروژن (N_2) رابطه بین دو اتم نایتروژن سه گانه است.

اگر تداخل اوربیتال‌های اтомی جانبی باشد، یعنی پوشش ابرالکترونی اوربیتال‌های p جانبی بوده باشد و بالای محور X عمود قرار گیرد، این رابطه تشکیل شده به نام رابطه π یاد می‌شود. در مالیکول نایتروژن اوربیتال‌های p دو اتم نایتروژن تداخل مستقیم را متقابل شده، یک رابطه (σ) را تشکیل می‌دهند، رابطه که از تداخل Pz اوربیتال‌های دو اتم نایتروژن تشکیل می‌گردد، چون این تداخل اوربیتال‌ها جانبی بوده که بین دو ساحه پوشش به وجود می‌آید و این دو ساحه در بالا و پایین محور X قرار دارند، رابطه تشکیل شده به نام π یاد می‌شود، رابطه دومی مالیکول نایتروژن از تداخل جانبی اوربیتال‌های Py دو اتم نایتروژن به وجود آمده و طوری که گفته شد، در تشکیل رابطه تداخل اتم اوربیتال‌ها جانبی و سست بوده؛ بنابراین رابطه سست و نسبت به رابطه (σ) غیر مستحکم است. اوربیتال‌های نوع p میتوانند هم رابطه π و هم رابطه σ را تشکیل دهند. در رابطه‌های چند گانه حتمی یک رابطه (σ) بوده و رابطه دیگر π است. اشکال ذیل تداخل و پوشش اatom اوربیتال P_x را در تشکیل روابط مالیکولی افاده می‌کند.

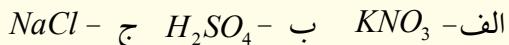


شکل (3-17): تداخل اوربیتال‌ها و پوشش آن‌هادر مالیکول‌های هایدروژن، کلورین و HCl

فعالیت



نوع روابط بین اтом‌ها را در مرکبات بعد از ترسیم ساختمان مالیکول‌های ذیل مشخص سازید :



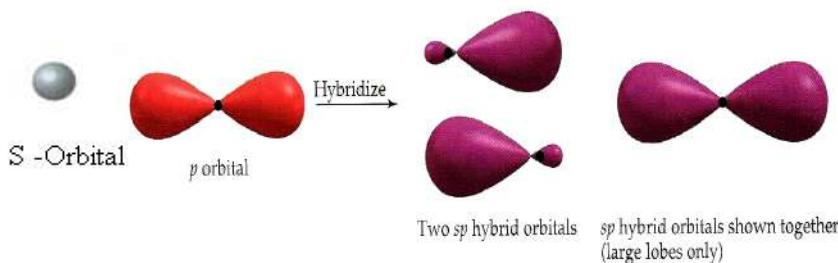
۳-۴-۱: هایبریدیزیشن (Hybridization) و زاویه بین روابط

کلمه Hybrid در یونانی به معنی اختلاط خون بوده، یعنی نسلی که از دونسل مختلف حاصل شده باشد که مفهوم امتزاج و یا اختلاط را میرساند. در این جا منظور از اختلاط دوویا چندین اوربیتال اтомی مختلف بوده که دو و یا چندین اوربیتال هایبریدی جدید را به میان می‌آورد.

الکترونهای ولانسی اтом‌های عناصر کیمیاگری میتواند در اوربیتال f, d, p, s وغیره موجود باشد که در این صورت تمام اوربیتال‌های ذکر شده از لحاظ انرژی هم ارزش نبوده و روابط آن‌ها نیز هم ارزش نمی‌باشد؛ لکن تجربه به اثبات رسانیده که در مالیکول‌های که اatom مرکزی آن‌ها دارای اوربیتال‌های مختلف ولانسی (d, p, s, \dots) اند، از لحاظ رابطه هم ارزش می‌باشند، این مطلب توسط علماء هریک Cleyster و Pamling توضیح گردید. علماء مذکور ارائه داشته اند که اوربیتال‌های که از لحاظ انرژی اختلاف زیادی نداشته و در عین قشر اصلی واقشار اخیر اatom قرار داشته باشند مطابق به تعداد اولی شان با هم Hybridization نموده به تعداد اولی خود اوربیتال‌های هایبرید شده را تولید می‌نماید که دریک سطح انرژی قرار دارند و عین ساختمان ابر الکترونی را دارا می‌باشند، این اوربیتال‌ها به سمت تشکیل رابطه کش شده و تداخل آن‌ها اعظمی بوده، زمینهٔ تشکیل روابط مساعد می‌گردد.

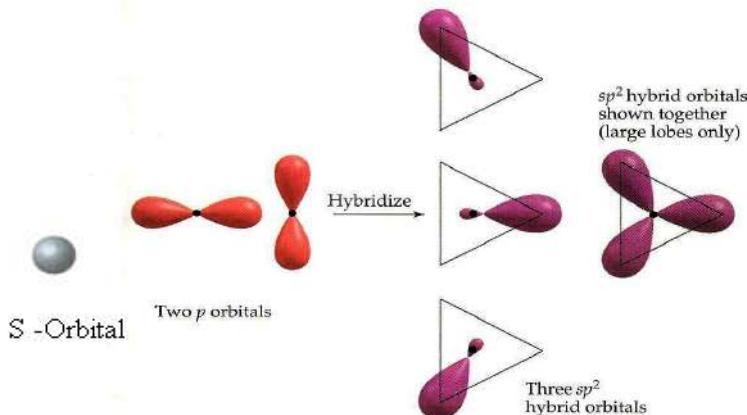
در هایبرید یزیشن اوربیتال‌های اtomی یک مقدار انرژی به مصرف رسیده، بنابر آن این اوربیتال‌ها بی ثبات به نظر میرسند؛ اما در اثنای تشکیل رابطه انرژی را از دست داده، ثبات لازمه را حاصل می‌نمایند

sp هایبرید: در این نوع هایبرید یک اوربیتال S و یک اوربیتال P با هم امتزاج نموده، درنتیجه هایبرید (sp -hybrid) تشکیل می‌گردد که زاویه ولانسی روابط ۱۸۰ درجه بوده، مثال آن را میتوان هایبرید sp عناصر $\text{Hg}, \text{Cd}, \text{Be}, \text{Be}$ در مرکبات هلو جنیدها ارائه کرد. نتایج تجربی نشان می‌دهد که $\text{Hg}, \text{Cd}, \text{Zn}, \text{Be}$ هایبرید sp را هلو جنیدها دارا بوده، مرکبات آن‌ها دارای ساختمان هندسی خطی می‌باشد. سهم s و p هر یک $\frac{1}{2}$ (یکسان) است.



شکل (18 - 3) هایبرید SP^2

Sp² ها یورید فیزشن: در این نوع ها یورید یک اوربیتال S و دو اوربیتال P با هم امتزاج حاصل نموده ، درنتیجه سه اوربیتال هایبرید شده SP^2 را تشکیل می دهند، این اوربیتال ها در یک سطح به زاویه 120 درجه نسبت به یک دیگر قرار داشته که سهم S در هر اوربیتال SP^2 مساوی به $\frac{1}{3}$ واژ P $\frac{2}{3}$ می باشد و زاویه ولانسی درین این اوربیتال ها 120 درجه است:



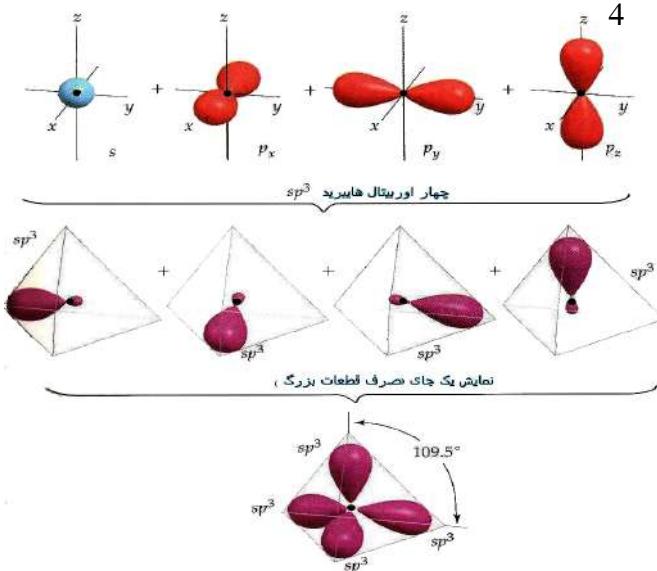
شکل (19 - 3) هایبرید SP^2

هایبرید SP^2 را اтом های کاربن در هایدرو کاربن های غیر مشبوع فامیل ایتلین دارا اند در مالیکول BF_3 بورون هایبرید SP^2 را دارا است:



شکل (20 - 3) هایبرید SP^2

SP³ هایبریدیزیشن: این نوع هایبرید یزیشن را اтом های کاربن را در هایدروکاربن های مشبوع دارا بوده و طوری است که یک اوربیتال S با سه اوربیتال P درنتیجه جذب انرژی باهم مختلط گردیده و چهار اوربیتال هایبرید شده SP³ را تشکیل می دهد که موجه به رأس های چهار وجهی بوده وزاویه بین آنها 109.5 درجه است. این هایبرید یزیشن را میتوان در مالیکول CH₄, CF₄ وغیره ملاحظه کرد. سهم S در SP³ ۱ و سهم P در آن $\frac{3}{4}$ است.



شکل (21-3) هایبرید SP³

در هایبرید یزیشن اوربیتال های نیمه پرشده و یا اوربیتال های پرشده مکمل سهم داشته ، مالیکول اوربیتال را تشکیل می دهد؛ به طور مثال : در اтом نایتروجن اوربیتال های 2P باداشتن یک الکترون 2S با داشتن دو الکترون سهم گرفته اند . در هایبرید یزیشن نه تنها اوربیتال های S و P سهم گرفته؛ بلکه اوربیتال های f, d سهیم میباشند . در جدول ذیل اشکال مختلف مالیکول ها و آیون های که از اوربیتال های خالص و اوربیتال های هایبرید شده تشکیل گردیده اند ، ارائه شده است .

معلومات اضافی



جدول (3-6) ساختمان فضای مالیکول‌ها و آیون‌ها و هایبرید در آن‌ها :

تعداد زوج الکترون روی A	اندیس کور دینا سیون	ساختار هایبریدی	L. پیوندی NL	فرمول	شکل مولکول	شکل هندسی مولکول	نمونه
2	خطی <i>sp</i>	2	2 L	AX ₂	خطی		HgCl ₂ , CdI ₂ , Ag(CN) ₂ ⁻
3 (+ 1 électron برای NO ₂)	مثلثی واقع در صفحه <i>sp</i> ²	3	3 L	AX ₃	مثلث مساوی الاضلاع		BF ₃ , CO ₃ ²⁻ , ClO ₃ ²⁻ , NO ₃ ⁻
		2	2 L-1 NL	AX ₂	V		SnCl ₂ , PbCl ₂ , SO ₂ , NO ₂
4 (+ 1 électron برای ClO ₃)	چهار وجهی منظمه <i>sp</i> ³	4	4 L	AX ₄	چهار وجهی		P ₄ , CH ₄ , NH ₄ ⁺ , Ni(CO) ₄
		3	3 L-1 NL	AX ₃	هرمی مثلثی		NH ₃ , H ₃ O ⁺ , PH ₃
		2	2 L-2 NL	AX ₂	V		H ₂ O, H ₂ S, ClO ₂ , SCl ₂
5	دو هرمی مثلثی منظمه <i>sp</i> ³ <i>d</i> ou <i>d</i> <i>sp</i> ³	5	5 L	AX ₅	دو هرمی مثلثی		PCl ₅ , SbCl ₅ , Fe(CO) ₅
		4	4 L-1 NL	AX ₄	چهار وجهی نامنظم		SF ₄ , TeCl ₄
		3	3 L-2 NL	AX ₃	T		ClF ₃ , BrF ₃
		2	2 L-3 NL	AX ₂	خطی		ICl ₂ , I ₃ ⁻
6	هشت وجهی منظمه <i>sp</i> ³ <i>d</i> ² ou <i>d</i> ² <i>sp</i> ³	6	6 L	AX ₆	هشت وجهی		SF ₆ , PtCl ₆ ²⁻ , FeF ₆ ³⁻ , SiF ₆ ⁴⁻ , AlF ₆ ³⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻ , Cr(CO) ₆
		5	5 L-1 NL	AX ₅	هرمی به قاعدۀ مریخ		ClF ₅ , BrF ₅ , IF ₅
		4	4 L-2 NL	AX ₄	مریخ در سطح		ICl ₄ ⁻ , BrF ₄ ⁻

فعالیت



بادرنظرداشت ساختمان مالیکولی مرکبات و ترسیم آن‌ها، هایبریدیزیشن آکسیجن را در مالیکول آب و هایبریدیزیشن اتوم‌های کاربن شماره ۱-۴ را در مالیکول $CH_3^4 - CH^3 - C^2 = C^1 = CH_2$ مشخص سازید.

خلاصه فصل سوم



* قوّه جاذبیه بین اтом هارا دریک مالیکول به نام رابطه کیمیاوی (Chemical bond) یاد می نمایند.

* ولانس نوعی از خاصیت اтом های عناصر بوده که تعداد معین اтом های دیگر را نصب و یا تعویض می نمایند، یا به عباره دیگر: قوّه اتحاد اтом های عناصر کیمیاوی را در تعاملات به نام ولانس اтом همان عنصر یاد می نمایند.

* انرژی یک رابطه کیمیاوی عبارت از همان مقدار انرژی است که در اثنای تشکیل مالیکول از دو اтом آزاد می گردد.

* قابلیت کشش ابر الکترونی جوره های الکترونی را توسط اтом به نام الکترونیگاتیوتی یاد می نمایند که به EN افادة می گردد.

* انواع روابط مالیکولها ، صفات مالیکول هارا مشخص می سازد . نقطه غلیان و نقطه ذوبان مستقیماً به روابط اтом ها در مالیکول ها مربوط است .

* در قطع هومولتیکی هر اтом الکترون خود را که در تشکیل رابطه سهیم بوده ، دوباره اخذ نموده و هر ذره دارای الکترون طاقه بوده که این ذرات را به نام رادیکال (Radical) یاد می نمایند .

قطع رابطه ای که در آن جوره الکترون های رابطه به یک اтом الکترونیگاتیف تعلق می گیرد و آیون های دارای چارج مختلف تولید می گردد ، به نام قطع هتروولتیکی یاد می شود .

* اگر پوشش ابرهای الکترونی به امتداد خطی که هسته های دو اтом را وصل می سازد ، صورت بگیرد ؛ یعنی تداخل اوربیتال ها مستقیم و اعظمی باشد ، رابطه مستحکم بوده و به نام رابطه سگما (σ) یاد می شود ،

اگر تداخل اوربیتال های اتمی جانبی باشد ؛ یعنی پوشش ابر الکترونی اوربیتال های P جانبی بوده باشد و بالای محور X عمود قرار گیرد ، این رابطه تشکیل شده به نام رابطه π یاد می شود

* هایبریدیزیشن (Hybridization): عبارت از اختلاط دو و یا چندین اوربیتال اتمی

مختلف بوده که دو و یا چندین اوربیتال هایبریدی جدید را به میان می آورد.

* رابطه آیونی : رابطه آیونی نوعی از رابطه کیمیاوی است که در نتیجه قوه جذب الکتروستاتیکی بین ذرات چارج دار مخالف العلامه برقراری گردد . رابطه بین دو اтом زمانی برقی یا الکتروولنت است که تفاوت الکترونیگاتیویتی بین این دو اтом (1.7) وبالاتر از آن باشد . مرکبات آیونی و یامركبات الکتروولنت مشکل از آیونها می باشد .

* اگر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اتم صفر و یا کمتر از 0.5 باشد ، رابطه بین این دو اتم غیرقطبی (Non polar bond) بوده و بالاتر از 0.5 الى یک رابطه قطبی است . درصورتی که تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اتم عناصر 1 الى 1.7 باشد ، رابطه بین آنها تقریباً 50 % قطبی و 50 % آیونی بوده و اگر بالاتر از 1.7 باشد رابطه آیونی است .

تمرین فصل سوم

سؤالات چهار جوابه :

1 - روابط کیمیاوی به اساس کدام فکتورهای اтомها برقرار می گردد ؟

الف - قوه واندر - والس ب - قوه ولانسی ج - به واسطه الکترونهاي داخلی د - هيچکدام

2 - قوه جذب بین اتم هارا در یک مالیکول به نام ----- یاد می نمایند .

الف - ولانس ب - رابطه ج - الکترونیگاتیویتی د - سمبل

3 - در موقع تشکیل رابطه انرژی ----- می گردد .

الف - جذب ب - آزاد ج - تشکیل د - رابطه به انرژی احتیاج ندارد .

4 - از اختلاط یک اوربیتال s و دواوربیتال p کدام هایبرید ذیل تشکیل می گردد ؟

الف - sp³ ب - sp ج - sp² د - sp

5 - از قطع رابطه به شکل هومولیتکی کدام یکی از ذرات ذیل تشکیل می گردد ؟

الف - کتیون ب - ایون ج - رادیکال د - الف و ب هردو

6 - اگر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اتم 1.4 باشد ، رابطه ----- است .

الف - 50% قطبی و 50% آیونی ب - آیونی ج - اشتراکی قطبی د - غیرقطبی

7 - اگر جورهای الکترونهاي مشترک تنها از طرف یکی از اتمها که در رابطه سهم

می‌گیرند، تهیه شده باشد ، این رابطه به نام ----- یاد می‌شود
الف - رابطه کواردینیشن ب - اشتراکی یک طرفه ج - کواردینت کولنت، د - تماماً
صحت است.

8- اگر تداخل اوربیتال‌های اтомی جانبی باشد ، یعنی پوشش ابرالکترونی اوربیتال‌های P جانبی بوده باشد و بالای محور X عمود قرار گیرد ، این رابطه تشکیل شده به نام رابطه ----- یاد می‌شود .

الف - سگما ب - پای ج - یگانه د - دوگانه و یا چهارگانه

9- اگر تفاوت الکترونی گاتیویتی بین دو اтом صفر و یا کمتر از ۰,۵ باشد ، رابطه بین این دو اтом ----- است .

الف - غیر قطبی ب - Non polar bond ج - ایونی د - الف و ب

10- زاویه روابط کیمیاوى عبارت از زاویه داخلی حاصل از تقاطع دو خط است که از هسته اتم مرکزی به هسته‌های دو اتم مرتبط شده ، به ----- ترسیم می‌گردد

الف - دو اتم ب - مرکزی ج - بین اتمها د - بین دو آیون

11- کدام یک از علمای ذیل مستقل از هم دیگر تیوری روابط کیمیاوى را ارایه کرد؟

الف - (کوسیل Kocell) و (لیویس Liwes) ب - سودی و فاینس ج - نیوتون و فارادی د - هایزنبرگ و ایوانکه

سؤالات تشریحی :

1- تشکیل روابط یک پروسه گرمایزا است و یا جذب کننده گرمایی باشد؟ در مورد معلومات ارائه نمایید.

2- در یک رابطه اشتراکی کدام عوامل باعث نزدیکی دو هسته می‌شود ؟

3- چرا دو عنصر غیر فلز آیونی را بر قرار کرده نمی‌توانند؟ در باره معلومات ارائه بدایید.

4- بادر نظر داشت قاعده اوکتیت، فورمول مرکباتی را که از عناصر ذیل تشکیل گردیده اند ، تحریر دارید .

الف - هایدروجن و سلفر ، ب - هایدروجن و فاسفورس ، ج - سلفر و فلورین .

5 - چرا عناصر پریود دوم نمی توانند بیشتر از چهار رابطه را برقرار نمایند؟

6 - فرق بین رابطه سگما و پای را توضیح دهید.

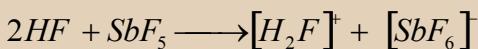
7 - کدام یک از مركبات ذیل انحلالیت بیشتر را در آب دارا است؟

الف - MgF_2 و یا BaF_2 ب - $MgCl_2$ و یا

8 - رابطه کدام یک از مركبات ذیل بیشتر قطبی است؟ با دلایل علمی معلومات ارایه نمایید.

الف - $Mg - N$ - ، ب - $Si - F$ - ، ج - $P - Cl$ - ، د - $Hg - I$

10 - تعامل ذیل را ملاحظه نمایید:



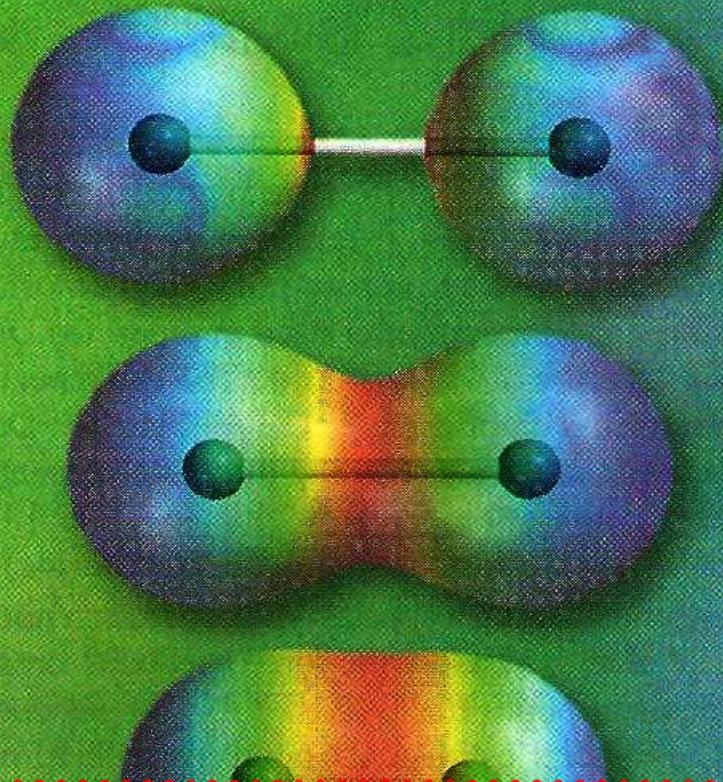
الف - هایبرید را در مواد تعامل کننده و محصول تعامل در یافت نماید.

ب - هایبرید فلورین را در $[H_2F]^+$ توضیح نمایید.

11 - رابطه کواردینیشن را توضیح نماید.

12 - هایبرید SP^2 را با یک مثال توضیح نمایید.

13 - المونیم کلوراید در حالت گازی به کدام شکل موجود بوده، علت آن چیست؟



ساختمان مالیکول‌ها و قطبیت آن‌ها

آیا میدانید که مالیکول‌ها چطور تشکیل گردیده‌اند؟ از اتحاد اтом‌های عناصر به اساس قوه و لانسی شان کدام ذرات تشکیل می‌گردد؟ چرا اтом‌ها میتوانند مالیکول‌ها را تشکیل دهند؟ الکترون‌های و لانسی چیست؟ آیا اatom‌ها و مالیکول‌های تشکیل شده آن‌ها از لحاظ انرژی از هم فرق دارند یا خیر؟ ساختمان واشکال هندسی مالیکول‌ها را چطور میتوانیم توضیح کنیم؟ چه وقت مالیکول‌ها قطبی بوده و مالیکول‌های کدام مواد قطبی شده میتوانند؟ با مطالعه مطالب این فصل خواهیم توانست تابه سؤالات فوق جواب ارائه کرد و راجع به تشکیل مالیکول‌ها ، ساختمان واشکل هندسی آن‌ها معلومات کافی به دست آورد، چگونه گی عوامل تشکیل دهنده مالیکول‌ها را از اtom‌های تشکیل دهنده شان دانست.

۴ - ۱: قشر و لانسی اтом مرکزی مالیکول‌ها

چه فکر می‌کنید؟ اтом مرکزی در مالیکول‌ها چه نوع اтом‌ها اند؟

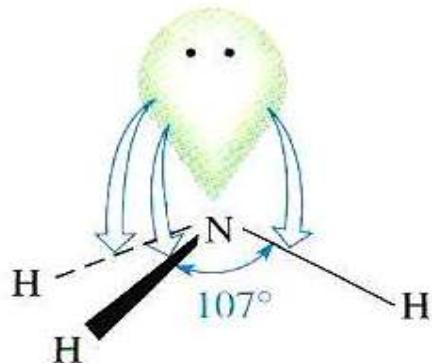
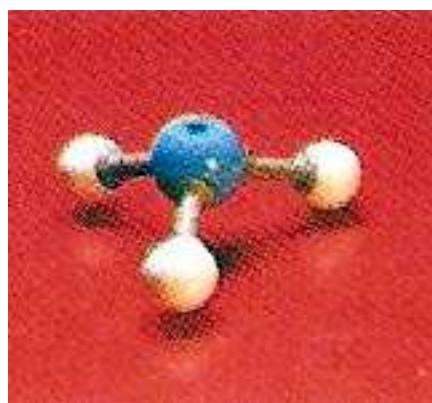
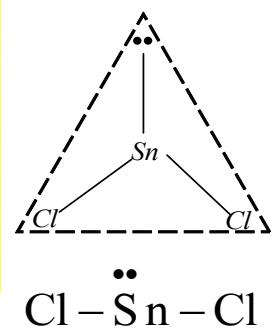
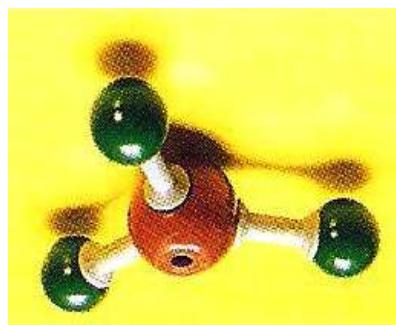
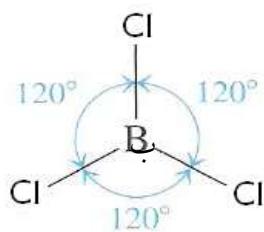
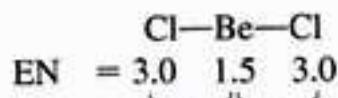
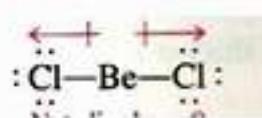
atom‌های مرکزی در مالیکول‌ها عبارت از همان اтом‌هایی اند که بلند ترین نمبر اکسیدیشن مثبت و لانس را در مالیکول‌های مرکبات دارا باشند. این اтом‌ها می‌توانند رابطه آیونی، اشتراکی و یا اشتراکی یک طرفه را بالاتوم‌های عناصر دیگر برقرار نمایند؛ تشکیل همچو روابط مربوط به ساختمان قشر و لانسی؛ یعنی قشر خارجی اтом‌های این نوع عناصر بوده که الکترون‌های لانسی در آن‌ها قرار دارند. رابطه بین اтом‌ها در مالیکول‌ها می‌تواند آیونی و یا اشتراکی باشد. در تشکیل رابطه آیونی، بین آیون‌های چارچ دار مخالف العلامه قوه جذب الکتروستاتیکی موجود بوده و ساحة برقی را که آیونها تشکیل می‌دهند دارای تناظر کروی می‌باشد؛ از این سبب رابطه آیونی بدون جهت است.

زمانی که اтом‌ها با هم نزدیک می‌گردند، اтом اوریتال‌های آن‌ها با هم تداخل نموده و مالیکول اوریتال‌ها را تشکیل می‌دهند. اگر جوره الکترون رابطه وی مالیکول اوریتالی را باداشتن انرژی پایین اشغال نمایند، در این صورت رابطه کوولنت را تشکیل می‌دهند. به اساس قاعدة هوند سپین‌های این دو الکترون حتماً مخالف الجهت می‌باشند. به هر اندازه که تداخل اوریتال‌های اтомی مستقیم و عمیق باشد، به همان اندازه کرکر و مشخصات مالیکول اوریتال‌های آن‌ها عالی بوده و رابطه بین دو اтом زمانی مستحکم می‌باشد که تداخل اوریتال‌های اтомی مستقیم و پوشش اтом اوریتال‌ها بین هم اعظمی باشد، در این صورت سمت یابی فضایی رابطه کوولنت عالی می‌باشد. شکل مالیکول‌های دارنده رابطه کوولنت توسط زاویه بین روابط اтом‌های تشکیل دهنده آن‌ها مشخص می‌گردد. مالیکول‌های NH_3 و BCl_3 دارای اشکال مختلف مالیکولی است.

کدام علتی موجود است که مالیکول بیریلیم کلوراید ($BeCl_2$) خطی بوده و دای پول مومنت آن مساوی به صفر است؟ در حالیکه مالیکول $SnCl_2$ ساختمان مالیکولی زاویوی مسطح را دارد است و دای پول مومنت آن خلاف صفر می‌باشد. چی علتی موجود خواهد بود؟ که در BCl_3 شکل (۱-۴) هر چهار اтом در یک سطح قرار داشته باشد به همین ترتیب اтом نایتروجن در امونیا در رأس هرم و سه اтом‌های هایدروجن در کنج‌های هرم قرار دارند. اشکال ساختمانی ذیل را

ملاحظه نمایید:

الف



شكل (4 - 1) شكل ماليكولي لمركب بيريليم كلورايد، بورون كلورايد و امونيا

فعالیت



شکل فضایی مالیکول SO_3 تحریر و به سؤالات ذیل جواب ارایه نمایید.

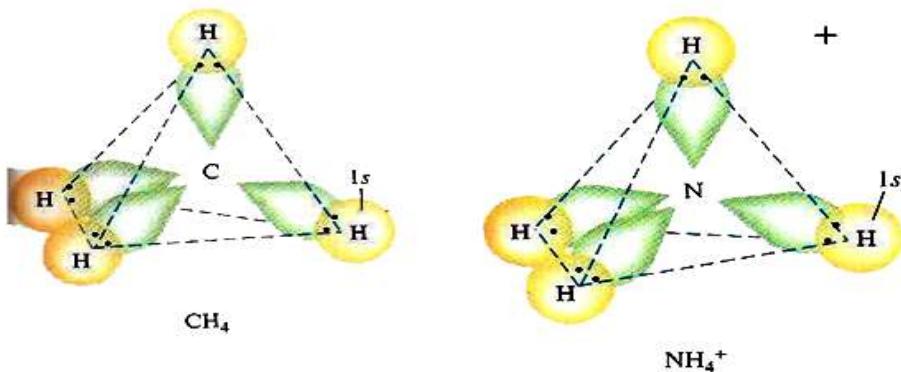
1 - چند جوره‌های الکترونی اтом سلفر را احاطه می‌نماید؟

2 - تنظیم فضایی روابط را ترسیم نمایید.

تیوری ساختمان هندسی مالیکول‌های ساده و کمتر دقیق در سال 1940 توسط دانشمندان

به نام سژویک و پاولی پیشنهاد گردید، این تیوری مانند تیوری دفع جوره‌های الکترونی و لانسی آشکار گردیده است. علمای طرح کنندۀ این تیوری ساختمان هندسی مالیکول‌های ساده و آیون‌های ساده را از قبیل: CH_4 , NH_4^+ , BCl_3 , NH_3 , $BaCl_2$ تحلیل نموده اند. علمای مذکور دریافت نمودند که موجودیت جوره الکترون‌های آزاد اطراف اтом‌های مرکزی در مالیکول‌های مرکبات باعث دفع جوره‌های الکترونی رابطه‌ی متقابل مالیکول‌ها گردیده و بین آن‌ها قوه دفع الکتروستاتیکی موجود است، این قوه اوربیتال‌های مالیکولی را تاحد معین از هم دور ساخته و هر یک از جوره‌های آزاد الکترونی اтом مرکزی اوربیتال خود را در مالیکول اشغال می‌نماید و این الکترون‌ها نیز جوره‌های الکترونی دیگر را از خود دفع می‌نمایند و به صورت عموم بالای ساختمان مالیکول‌ها تأثیرات خود را تبارز می‌دهند.

اشکال فضایی مالیکول CH_4 و آیون NH_4^+ قرار ذیل است:



شکل (4-2) : رسم ساختمان فضایی آیون امونیم و مالیکول میتان.

فعالیت



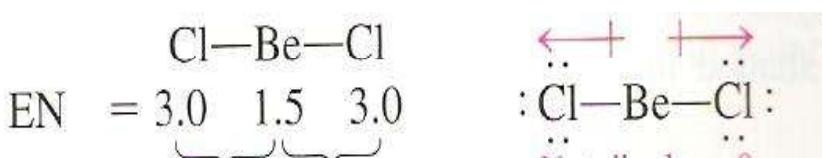
1- چند الکترون را اтом زینون برای تشکیل روابط در مالیکول XeF_4 به کار می برد؟ و چند جوره الکترون بالای اتم زینون در مالیکول مذکور موجود خواهد بود؟ کدام شکل هندسی را مالیکول دارا خواهد بود؟

2- طرز روابط را در مالیکول XeF_2 ، XeF_3 و XeF_6 توسط شکل توضیح و تحریر دارید.

۴- مالیکول‌های خطی (دو جوره الکترونی)

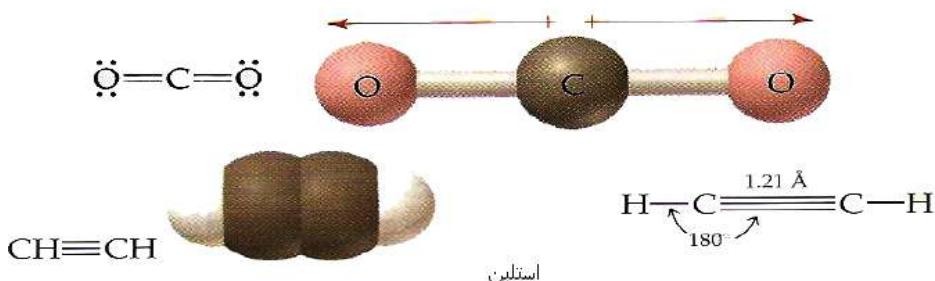
کدام نوع مالیکول‌های هارا به نام مالیکول هاخطی یاد می‌نمایند؟ مالیکول‌های خطی چه مفهوم را ارائه میدارد؟

مالیکول گازی بیریلیم کلوراید ($BeCl_2$) خطی است. بیریلیم در گروه (II) اصلی قرار داشته و در قشر ولانسی آن دو الکترون موجود است که میتواند دو رابطه کووالانس را تشکیل دهد. تنظیم خطی اтом‌ها در مالیکول‌ها تجربی اعظمی دو جوره الکترونی را از یک دیگر تأمین مینماید.



شکل (4-3) ساختمان خطی مالیکول بیریلیم کلوراید

مثال دیگر مالیکول‌های خطی عبارت از مالیکول اسیتلین، کاربن دای اکساید و غیره بوده که اشکال آن‌ها قرار ذیل است:



شکل (4-4) ساختمان خطی مالیکول‌ها

فعالیت:



1 - سه پوچانه را پر از هوانموده، آن‌هارا به شکل خطی باهم قرار دهید، به قسمت بالای انجام وانتهاي پوچانه‌های کروي فشار وارد نمایيد، تنظیم کره‌ها را مشاهده نموده، چشم دید تان را در کتابچه‌های تان تحریر کنيد.

2 - اگر پوچانه چهارمی به آن‌ها علاوه گردد، دراین صورت تنظیم آن‌ها چگونه خواهد بود؟

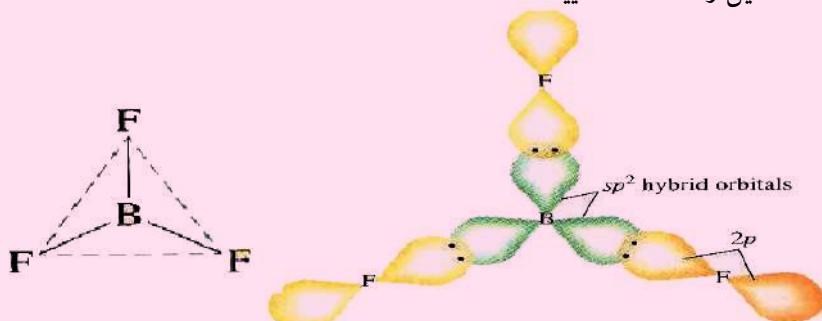
۴- مالیکول‌های مسطح (سه جوره الکترونی)

چه فکر می‌کنید؟ آیا مالیکول‌های دارای شکل مسطح مرکبات موجود خواهد بود؟ درین نوع مالیکول‌ها سه جوره الکترون‌ها در یک سطح واقع بوده و به رأس‌های مثلث سمت دهی گردیده‌اند.

توجه نمایید.

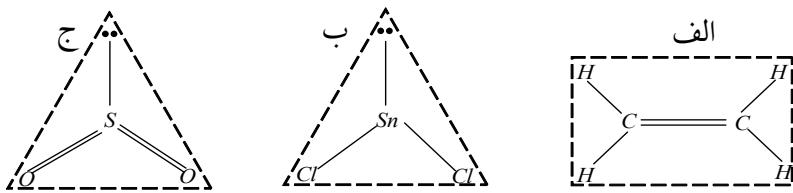


اگر به اطراف اтом مرکزی مالیکول مرکبات سه جوره الکترون قرار داشته باشد، درین صورت روابط در یک سطح قرار داشته وزاویه بین آن‌ها ۱۲۰ درجه بوده و سه اтом در رأس مثلث به اطراف اتم مرکزی قرار دارند، چنین نوع ساختمان مالیکولی را به نام مستوی مثلثی یاد می‌نمایند، مثال این نوع مالیکول‌ها را میتوان ساختمان مالیکول BF_3 ارائه کرد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید:



شکل (4-5) ساختمان مثلثی مالیکول بورون فلوراید.

بورون عنصری است که در گروپ III اصلی جدول پریودیک موقعیت دارد، این عنصر دارای سه الکترون ولانسی بوده و سه رابطه اشتراکی را با اتم‌های عناصر دیگر برقرار می‌نماید. دای پول مومنت مرکب $SnCl_2$ خلاف صفر است که دلالت بر غیر خطی بودن مالیکول‌های آن می‌نماید، علت آن این است که قلعی (عنصر قلعی در گروپ IV سیستم پریودیک قرار دارد) غرض تشکیل روابط تنها دو الکترون را از جمله چهار الکترون به کار میرد، جوره الکترون‌های آزاد و جوره الکترون‌های رابطه وی از هم دورشده و مالیکول دارای ساختمان مسطح سه کنجی (مثلثی) را تشکیل می‌دهد. به اساس این تنظیم الکترونی، زاویه بین جوره‌های الکترونی رابطه‌ی خورد و زاویه بین الکترون‌های آزاد و جوره رابطه‌ی اعظمی بوده و قوّه دفع بین آن‌ها اصغری می‌باشد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید.



شکل (4-6) ساختمان مالیکول NO^-_3 ، SO_2 ، $SnCl_2$ ، CH_2 و آیون BrF_3

فعالیت



ساختمان هندسی مالیکول BrF_3 را ترسیم نموده و به اساس آن به سؤالات ذیل جواب بگویید.

- 1 - اтом برومین چند الکترون را در تشکیل روابط در مالیکول مرکب مذکور به مصرف رسانیده است؟
- 2 - چند جوره از الکترون‌های آزاد در اтом برومین موجود است؟
- 3 - مجموع جوره‌های الکترونی اтом برومین چقدر خواهد بود؟
- 4 - تنظیم روابط را در مالیکول مذکور ترسیم نموده و نام این ساختمان را بگویید.

۴ - ۴ : مالیکولهای چهار سطحی (چهار جوره الکترون)

در باره مالیکولهای خطی و مسطح معلومات حاصل نمودید ، چه فکر میکنید که آآیا مالیکولهای چهار سطحی نیز موجود خواهد بود ؟ درین نوع مالیکولها اтом مرکزی کدام نوع ساختمان الکترون را دارا خواهد بود ؟

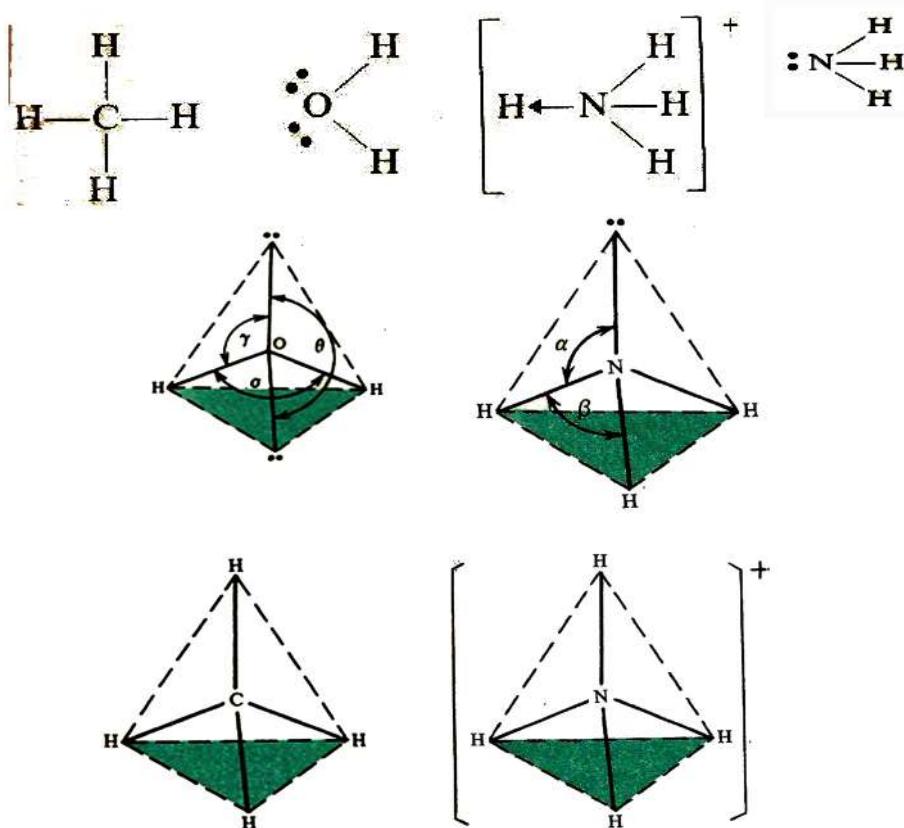
در مالیکولهای چهار وجهی ، چهار جوره الکترونی به رأس های چهار سطحی سمت دهی گردیده است . مالیکول های CH_4 ، NH_3 ، H_2O و آیون NH_4^+ دارای چهار جوره الکترونی به دور اتم مرکزی خود میباشند این جوره های الکترونی به شکل مستقل از هم دیگر یا به شکل جوره های آزاد و یا به شکل جوره های الکترونی در تشکیل روابط موجود اند . بین این جوره ها قوه دفع موجود است ؟ برای این که این قوه دفع اصغری بوده باشد ، اوربیتال های مالیکولی آنها طوری تنظیم می گردند که زاویه بین آنها بزرگ بوده و اтом های مرتب شده با اتم مرکزی از هم دور قرار میگیرند . جوره های الکترونی تشکیل دهنده روابط و جوره های آزاد الکترونی در رأس های چهار سطحی توجه گردیده است ، شکل 4 - 6 را ملاحظه نمایید .

در تمام مالیکولها ، اтом ها در رأس چهار سطحی قرار نمی گیرد . در CH_4 و آیون NH_4^+ اatom ها مالیکول چهار سطحی را تشکیل داده ، اما مالیکول NH_3 شکل ترای گونال پیرامید را دارد . مالیکول آب ساختمان زاویوی را دارا می باشد . در مالیکول CH_4 و آیون NH_4^+ تمامی روابط بین اтом ها یک سان است .

علاوه از روابط کولولانسی ، روابط دیگری نیز بین اтом ها در مالیکولها موجود است که به نام روابط کواردینیشن یاد می گردد ، این روابط با روابط کولولانسی فرقی نداشته و عین ارزش را دارا است . در مالیکولهای که روابط کواردینیشن بین اтом های آن موجود است ، همچو مالیکولها ساختمان چهار سطحی را دارا بوده و زاویه روابط اтом ها در همچو مالیکولها 109.5 درجه زاویه تراهايدرال ولانسی است . در امونيا زاویه بین روابط مساوی به 107 درجه و در آب 104.5 درجه است . برای این نوع انحرافات خارج از انتظار نظریه زوایای ولانسی ، علما هریک ژیلیسپی (Jillespi) و نایهولم (niholm) تیوری دفع جوره های الکترونی ولانس را پیشنهاد کرد . چون جوره های آزاد الکترونی اтом ها نسبت به جوره الکترون های تشکیل دهنده رابطه به هسته نزدیک است ، از این سبب این جوره های الکترونی به شکل قوی از جوره های دیگر دفع می گردند .

دفع بین جوره‌های الکترونی قرار سلسله ذیل تغییر می‌نماید:

جوره رابطه وی / جوره رابطه وی > جوره آزاد > جوره آزاد/جوره آزاد
قوه دفع بین جوره‌های آزاد الکترونی و جوره‌های الکترونی روابط در امونیا NH_3 سبب می‌شود
تا زاویه α نسبت به زاویه چهار سطحی (109.5°) بزرگ‌بوده و زاویه β کوچکتر از زاویه
چهار سطحی باشد. اشکال ذیل را ملاحظه نماید.



شکل (4-7) روابط کیمیاوی در مالیکول H_2O ، NH_3 ، CH_4 و آیون NH_4^+

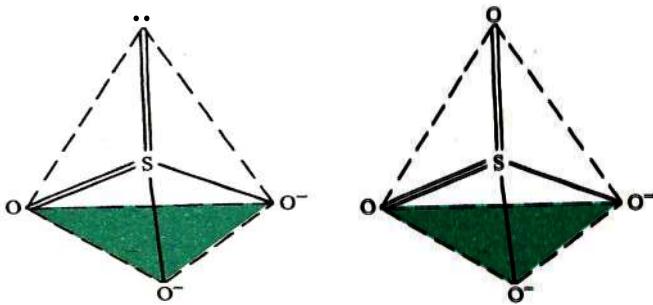
ترتیب جوره‌های الکترونی ولانسی در چهار سطحی

مطابق به توضیحات فوق ، در مالیکول آب زاویه های γ و ϕ نسبت به 109.5° درجه بزرگ‌ر

بوده و زاویه α بین روابط $H-O-H$ مساوی به 104.5° است .

ساختمان آیون های SO_4^{2-} ، SO_3^{2-} نیز تراهاید رال (Tetrahedral) بوده که در شکل ذیل

ملاحظه می‌گردد:

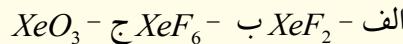


شکل (4-8) ساختمان آیون‌های SO_3^{2-} و SO_4^{2-} .

فعالیت



تنظیم روابط را با ترسیم اشکال در مرکبات ذیل با توضیحات لازمه عملی نمایید:



معلومات اضافی

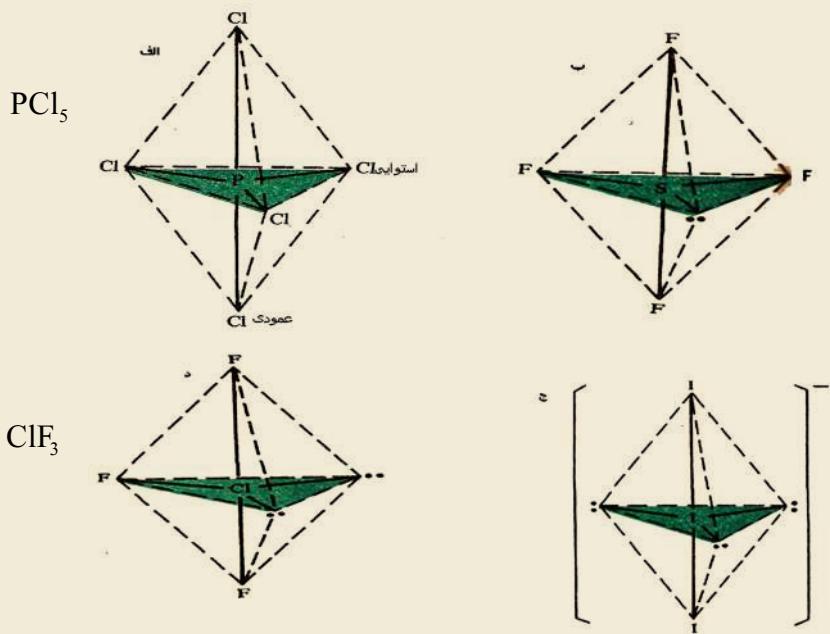


ساختمان مالیکول‌های دارنده چندین (5، 6 و 7) جوره‌های الکترونی ولانسی نیز موجود بوده، این نوع ساختمان را مالیکول‌های دارا اند که اтом مرکزی آن‌ها عناصر پریود کوتای دوم و سوم اند، در این مورد راجع به پوره نمودن اوکتیت سخن زده می‌شود.

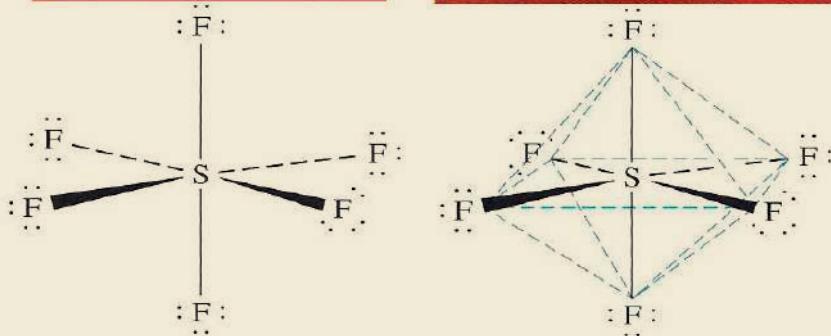
مالیکول مرکب PCl_5 با داشتن پنج جوره الکترونی رابطه وی دارای ساختمان ترای گونال پیرامید می‌باشد. زاویه بین روابط 90° و 120° بوده و دو اتم کلورین در میانه پیرامید اخذ موقعیت نموده و سه اتم دیگر آن موقعیت استوایی بی پیرامید را شغال نموده است.

به همین ترتیب جوره الکترونی در SF_4 نیز تنظیم گردید است. شکل (4-9) را ملاحظه نمایید.

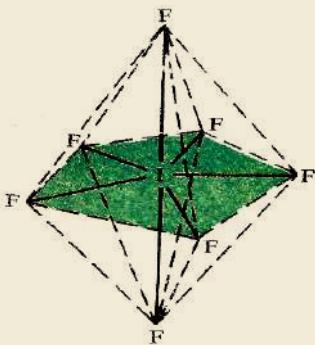
سلفر عنصری است که در گروپ VI اصلی قرار دارد، از جمله شش الکترون ولانسی چهار الکترون را برای تشکیل روابط به کار برد و از آن یک جوره الکترونی آزاد باقی می‌ماند، این جوره الکترونی آزاد ممکن در موقعیت میانه عمودی قرار داشته و یا این که موقعیت استوایی را شغال می‌نمایید، استقرار آن‌ها در موقعیت استوایی با تیوری ژیلیسپی (Jillespi) و نایهولم (niholm) مطابقت دارد که اوربیتال جوره الکترون‌های آزاد نسبت به اوربیتال‌های رابطه وی نزدیک تر به هسته متمرکز گردیده اند. جوره الکترونی در این تنظیم زاویه 120° با دو اوربیتال و تحت زاویه 90° بادوی دیگر قرار دارد.



شکل (4-9) تنظیم Trigonal Bipyramidal جوره های الکترونی ولانسی در بعضی مركبات.



مالیکول های IF₇ دارای هفت اوربیتال به اطراف مرکزی بوده و تنظیم روابط به شکل پنتاگونال بی پرامید می باشد . شکل ذیل را ملاحظه نمایید:

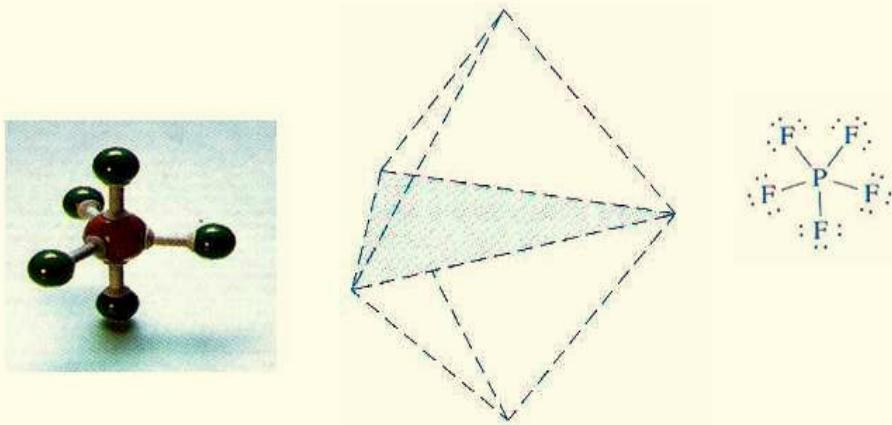


شکل (4 - 11) ساختمان پنج کنجدی - منشوری

فعالیت



اشکال ذیل را به دقت ملاحظه نموده به سؤالات تحریر شده زیر جواب ارائه بدارید:



شکل (4-12) فرمول و ساختمان فضایی پنتافلورو فاسفیت

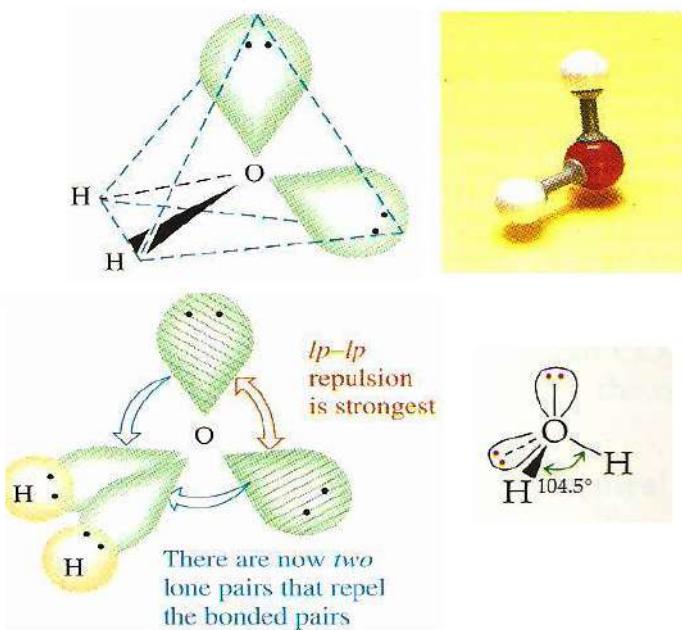
- 1 - ساختمان مالیکول مر کب مذکور به کدام ساختمان هندسی مطابقت دارد؟
- 2 - هایبرید فاسفورس درین مرکب کدام است؟
- 3 - زاویه ولانسی بین روابط فلورین به کدام اندازه خواهد بود؟ فلورین در تشکیل روابط کدام نوع اوربیتال‌ها را به کار برده است؟

۴-۵: ساختمان مالیکول آب مالیکول آب غیر خطی است.

مالیکول آب دارای دای پول مومنت بوده ، اگر مالیکول آب خطی می‌بود ، درین صورت دای پول مومنت روابط O-H متقارباً "بایک دیگر تلافی می‌شد ، دای پول مومنت مالیکول آب مساوی به صفر می‌بود و مالیکول آن قطبی نمی‌بود . پدیده دای پول مومنت توسط اوربیتال اتمی مشخص می‌گردد که در تشکیل رابطه سهیم می‌باشد .

اگر آکسیجن برای تشکیل روابط دو اوربیتال p را به کار برده باشد، باید زاویه روابط آن با هایدروجن در مالیکول آب 90° باشد . مطالعات و تحقیقات علمی نشان می‌دهد که عملأً زاویه مذکور مساوی به 104.5° درجه است . در مالیکول آب اтом آکسیجن دارای حالت sp^3 هایبرید بوده که در آن دو جوره الکترون رابطه وی و دو جوره الکترون آزاد موجود می‌باشد

. (شکل 4-13) را ملاحظه نمایید:



شکل (4-13) sp^3 hybridization- اوریتال در مالیکول آب.

تفاوت بین کمیت زاویه ولانسی آب (104.5°) و زاویه تراهايدری (109.5°) طوری توضیح می‌گردد که قوه دفع بین جوره‌های الکترونی آزاد نسبت به جوره‌های الکترونی رابطه وی اوریتال‌ها بزرگ بوده؛ از این سبب این زاویه‌ها از هم فرق دارد.

فعالیت اول



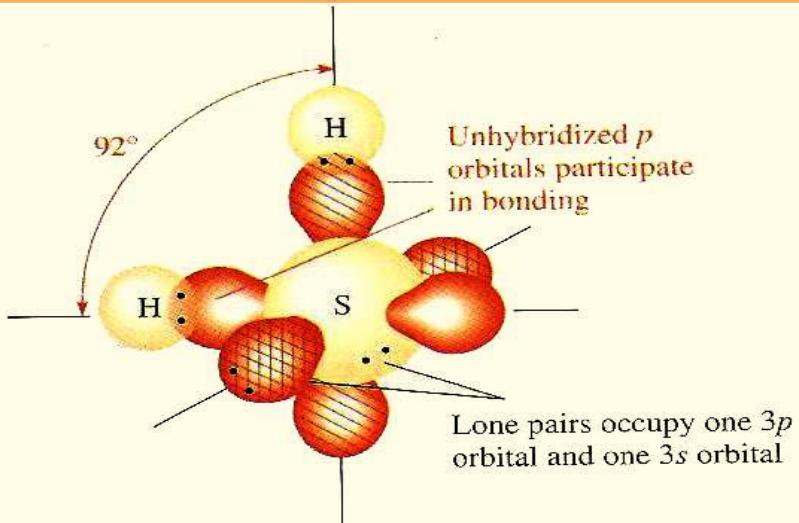
تنظیم روابط و ساختمان مالیکول‌ها را در مرکبات ذیل توضیح نموده شکل هندسی مالیکول‌ها را تحریر دارید.



فعالیت دوم



شکل ذیل را ملاحظه نموده به سؤالات مربوط آن که در زیر تحریر شده است، جواب ارائه بدارید.



شکل (4 - 14) اشکال اوریتالی سلفر و هایدروجن در هایدروجن سلفاید

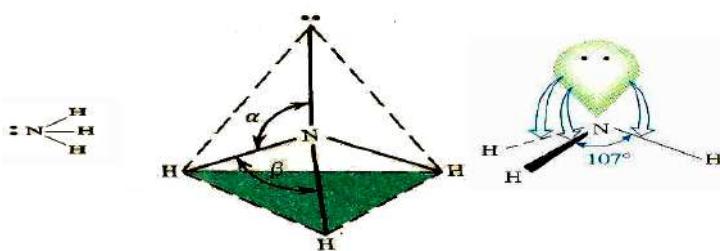
- 1 - اтом سلفر در مرکب مذکور کدام هایبرید را دارا خواهد بود؟
- 2 - چرا زاویه روابط مرکب مذکور نسبت به زاویه روابط مالیکول آب کوچکتر است؟
- 3 - ساختمان هندسی مرکب مذکور را توضیح نمایید.

۴-۶: ساختمان مالیکول امونیا

نایتروژن غرض تشکیل روابط سه الکترون طاقه اوریتال‌های $2p$ را به کار می‌برد که در بالای سطح عمودی قرار دارند.

تحقیقات نشان داده است که زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به ۱۰۷ درجه بوده و اтом نایتروژن حالت sp^3 هایبرید را دارا می‌باشد که از جمله چهار اوریتال sp^3 یک اوریتال

آن توسط جوره الکترون‌های آزاد اشغال گردیده است؛ اما سه اوریتال دیگر آن توسط جوره الکترون‌های رابطه‌وی پر گردیده است.



شکل (4 - 15) ساختمان مالیکول امونیا.

قیمت زاویه ولانسی بین روابط 107 درجه از حالت تترا هایدر (109.5 درجه) فرق دارد؛ زیرا قوه دفع بین جوره الکترونها آزاد و جوره الکترونها رابطه وی نسبت به بین جوره های دوگانه اوربیتالی که رابطه برقرار نموده اند، قوی می باشد. شکل (4-15) را ملاحظه نمایید.

فعالیت



در مرکب \overline{NF}_3 کدام نوع روابط را اтом های فلورین با اтом مرکزی (نایتروجن) بر قرار کرده است؟ ساختمان هندسی مالیکول آن به امونیا شباهت دارد و یا خیر؟ به اساس دلیل منطقی درباره توضیحات ارائه بدارید.

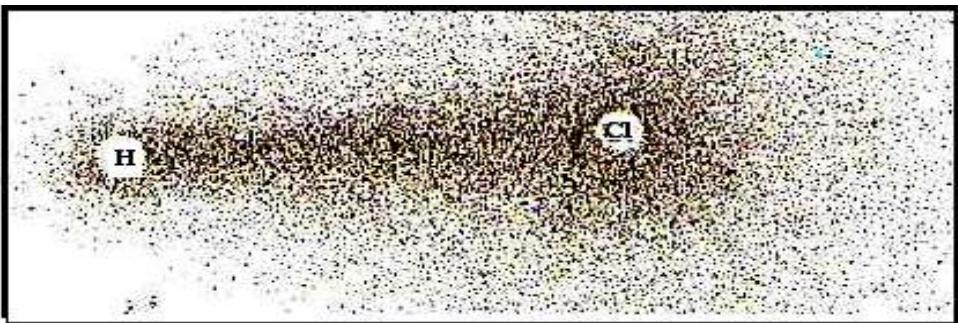
۴ - انواع مالیکول ها (قطبی، غیر قطبی و آیونی)

مالیکول های قطبی کدام نوع مالیکول ها را گویند؟ کدام عوامل باعث تبارز قطبیت مالیکول های مرکبات می شوند؟ اصطلاح قطب (Polar) چه مفهوم را ارایه می نماید؟ قطبیت مالیکول های مرکبات به طرز روابط اтом های مشکل و خاصیت الکترونیکاتیویتی همچو اatom ها مربوط است. الکترونیکاتیویتی اatom های عناصر سبب تشکیل روابط قطبی در مالیکولهاشده، طوری که یک قسمت مالیکول چارج منفی قسمی و طرف دیگر آن چارج مثبت قسمی را حاصل نموده و مالیکول دوقطبی را تشکیل می دهند.

زمانی که دو اтом عین عنصر یک رابطه کوولانسی را تشکیل می دهند؛ به طور مثال: H_2 و Cl_2 هر یکی از اatom ها عین سهم الکترونی را در تشکیل رابطه دارا اند. کثافت ابر الکترونی در دو اtom این رابطه یکسان می باشد؛ زیرا الکترون ها بطور مساوی توسط هر دو هسته های اatom ها جذب می گردند، این نوع رابطه غیر قطبی (Non polar) بوده و مالیکول غیر قطبی است.

موقع که دو اatom عناصر مختلف باهم مرتبط می گردند؛ به طور مثال: در مالیکول HCl در این صورت قوه جاذبه هردو هسته های یکسان نبوده و یکی از هسته بنابرداشتن قوه جاذبه مثبت الکترون ها را به طرف خود کشیده و کثافت ابر الکترونی بالای آن زیاد شده، در نتیجه چارج منفی قسمی (δ^-) را حاصل نموده و اatom دیگری که الکترون های آن کش گردیده، بالمقابل چارج مثبت قسمی (δ^+) را حایزمی گردد؛ به طور مثال: در مالیکول (HCl) هایدروجن چارج قسمی مثبت و کلورین چارج قسمی منفی را دارا است که به شکل $\delta^-Cl - \delta^+H$ تحریر می گردد. رابط که در دو انجام آن چارج های قسمی مثبت و منفی وجود دارد، به نام رابطه قطبی (Polar bond) یاد می شود و مالیکول های دارای روابط قطبی به نام مالیکول دوقطبی (Dipole) یاد

می‌گردد. طوریکه قبل از ارائه شد، چارج قسمی را (δ) افاده می‌نمایند و فاصله رابه (L) نشان می‌دهند؛ به طور مثال:

$$H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$$


شکل (4-16) کشش ابرالکترونی وقطبیت در مالیکول هایدروجن کلوراید اтом هایدروجن چارج قسمی (Particle Charges) مثبت ($+0,17$) و اтом کلورین چارج منفی قسمی ($-0,17$) را دارا است.

به طور عموم دای پول مؤمنت قطبی را به μ افاده می‌نمایند، پس دای پول مؤمنت دوقطبی عبارت از حاصل ضرب چارج قسمی و فاصله چارج‌های قسمی از هم دیگر است:

$$\mu = \delta \cdot l \quad \text{یا} \quad \mu = q \cdot l$$

در حقیقت دای پول مؤمنت یک مالیکول کمیت مقداری عدم تشابه چارج‌ها در آن مالیکول است. دو چارج مخالف با کمیت چارج $\delta = e = 4.81 \cdot 10^{-10} \text{ esu} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ که به فاصله 1 Å° از یکدیگر قراردارند، دارای دای پول مؤمنت ذیل است:

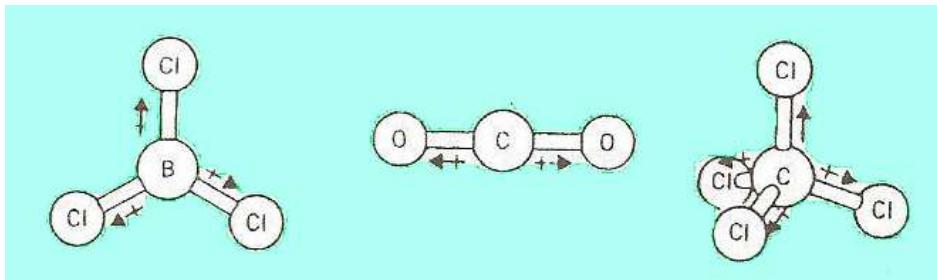
$$\mu = q \cdot l = 4.81 \cdot 10^{-10} \text{ esu} \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 4.8 \cdot 10^{-18} \text{ esu} \cdot \text{cm}$$

$$\mu = q \cdot l = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^{-10} \text{ m} (\text{Å}) = 1.6 \cdot 10^{-29} \text{ C m}$$

یک دبای (Debye) (D) تعريف نموده اند؛ به طور مثال: طول رابطه درمالیکول HCl مساوی به (1.27 Å°) است، دای پول مؤمنت آن مساوی $(2.03D)$ است.

مالیکول HCl یک رابطه دارد و این رابطه قطبی است، پس مالیکول دارای یک رابطه قطبی است. مالیکول‌های که مشابه بوده و بیشتر از یک رابطه خطی را دارا اند، این رابطه‌ها عمل قطبی یک دیگر را خنثی ساخته بدین ملحوظ با وجودیکه رابطه‌ها قطبی بوده اما؛ مالیکول به صورت کل غیرقطبی است که مثال آنرا میتوان در CO_2 , BCl_3 , CCl_4 مالیکول‌های مشابه ارایه کرد.

که در شکل های داده شده مالیکول های نشان داده شد که چطور دای پول مؤمنت رابطه های خطی خشی شده و دای پول مؤمنت عمومی مالیکول صفر می باشد ، این دای پول مؤمنت ها به (+) افاده شده است که سمت تیر به انجام منفی دای پول توجه می باشد:

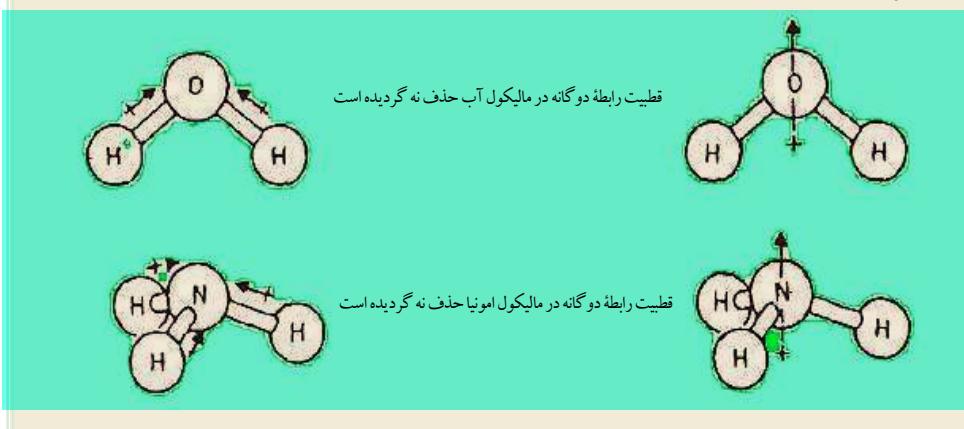


شکل(4-17) دای پول مؤمنت روابط حذف شده و مالیکولها به صورت غیر قطبی

معلومات ضروری



شکل فضایی مالیکول در سویه قطبی بودن آن بسیار تأثیر دارد؛ به طور عموم مالیکول MX_n را در نظر بگیرید که در آن M اтом مرکزی و X عبارت از اتم و یا گروپ از اтом های باشد که به آن مرتبط است، در صورتی که تمام اتم های X یکسانی باشند (به طور مثل: در مالیکول CCl_4 , BCl_3 , CO_2) اتم مرکزی M دارای جوره الکترونها آزاد نباشد، مالیکول حاصل غیر قطبی است، در صورتی که اتم مرکزی دارای جوره الکترونها آزاد باشد، معمولاً دای پول های رابطه ای حذف نگردیده و مالیکول قطبی می باشد، گرچه مطلب فوق عمومی نبوده ، این پدیده برای مالیکول های آب و امونیا که هردوی آن قطبی است . در شکل ذیل ارائه گردیده است:



شکل (4-18): دای پول مؤمنت روابط حذف نه شده و مالیکول های قطبی .

به طور مثال : در مالیکول HF کثافت ابر الکترونی در ساحة روابط به اтом فلورین نزدیک تراز اтом هایdroجن بوده ، زیرا الکترونیگاتیویتی اтом فلورین نسبت به اтом هایdroجن بیشتر است، درین مالیکول مرکز ثقل چارج منفی (که با الکترون رابطه دارد) با مرکز ثقل چارج مثبت (که مربوط به هسه است) مطابقت ندارد .

فعالیت



فورمولهای $\delta + \delta -$ و $\delta + \delta -$ را به دقت ملاحظه نموده و به سؤالات ذیل

جواب دهید:

1 - در فورمولهای فوق رابطه بین کاربن و کلورین و رابطه بین کاربن و آکسیجن کدام نوع رابطه است ؟

2 - آیا مالیکول‌ها قطبی است و یا خیر ؟ زاویه روابط بین اتم‌ها چقدر است ؟

ساختمان فضای آن‌ها را رسم نموده ، باهم صنفان خود در مورد مناقشه نمایید .

خلاصه فصل چهارم



* اتم مرکزی در مالیکول‌ها عبارت از همان اتم‌های اند که بلند ترین نمبر اکسیدیشن و ولانس را در مالیکول مرکب دارا باشند .

* تشکیل روابط مربوط به ساختمان قشر ولانسی یعنی فشر خارجی اتم‌های عناصر بوده که الکترون‌های ولانسی در آن‌ها قرار دارند .

زمانیکه اتم‌ها با هم نزدیک می‌گردند ، اتم اوریتال‌های آن‌ها با هم تداخل نموده و مالیکول اوریتال‌ها را تشکیل می‌دهند. اگر جوره الکترون رابطه وی مالیکول اوریتال‌ها را باداشتن انرژی پایین اشغال نمایند ، درین صورت رابطه کوولنت را تشکیل می‌دهند.

* مالیکول‌های خطی : تنظیم خطی اتم‌ها در مالیکول‌ها تجرید اعظمی دو جوره الکترونی را از یک دیگر تأمین می‌نماید.

* مالیکول‌های مسطح : اگر به اطراف اتم مرکزی مالیکول‌های مرکبات سه جوره الکترون قرار داشته باشد ، درین صورت روابط در یک سطح قرار داشته وزاویه بین آن‌ها ۱۲۰ درجه بوده و سه اتم در رأس مثبت به اطراف اتم مرکزی قرار دارند .

* در مالیکول‌های چهار وجهی، چهار جوره الکترونی به رأس‌های چهار سطحی سمت دهی گردیده است.

* مالیکول آب دارای دای پول مومنت بوده، اگر مالیکول آب خطی می‌بود، درین صورت دای پول مومنت روابط O-H متقابلاً با یک دیگر جبران شده، دای پول مومنت مالیکول آب مساوی به صفر بوده و مالیکول آن قطبی نمی‌بود. پدیده دای پول مومنت توسط اوریتال اтомی مشخص می‌گردد که در تشکیل رابطه سهیم می‌باشد.

* تحقیقات نشان داده است که زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به 107 درجه بوده و اтом نایتروجن حالت sp^3 هایپرید را دارا می‌باشد که از جمله چهار اوریتال sp^3 یک اوریتال آن توسط جوره الکترون‌های آزاد اشغال گردیده است؛ اما سه اوریتال دیگر آن توسط جوره الکترون‌های رابطه اشغال گردیده است.

* رابطه که در دو انجام آن چارچهای قسمی مثبت و منفی وجود دارد، به نام رابطه قطبی (Polar bond) یاد می‌شود و مالیکول‌های دارای روابط قطبی به نام مالیکول دوقطبی (Dipole) یاد می‌گردند.

دای پول مومنت دوقطبی عبارت از حاصل ضرب چارچ قسمی و فاصله چارچهای قسمی ازهم دیگر است. $\mu = q \cdot L$

تمرین فصل چهارم سؤالهای چهار جوابه

1- اтом مرکزی در مالیکول‌های مرکبات عبارت از همان اتم‌های اند که ----- را داشته باشد.

الف - نمبر اکسیدشن منفی ب - نمبر اکسیدشن مثبت بزرگ ج - نمبر اکسیدشن منفی بزرگ د - هیچکدام

2- تشکیل روابط مربوط به کدام ساختمان اтом بوده است؟

الف - هسته ب - قشر خارجی الکترونی ج - تمام اقسام د - همه جوابات درست است.

3- اگر جوره الکترون رابطه وی مالیکول اوریتال‌ها را باداشتن انرژی پایین اشغال نمایند، درین صورت ----- را تشکیل می‌دهند.

الف - عنصر ، ب - رابطه کوولنت ج - رابطه آبونی د - رابطه کواردینیشن

4 - در مالیکول های چهار وجهی ----- به رأس های چهار سطحی سمت دهی گردیده است

الف - چهار جوره الکترونی، ب - دوجوره هالکترونی ، ج - سه جوره الکترونی، د - یک جوره الکترونی

5 - زمانیکه اتوم ها با هم نزدیک می گردند ، اтом اوربیتال های آن ها با هم تداخل نموده و را تشکیل می دهند .

الف - مرکبات آبونی ، ب - مرکبات غیر عضوی ، ج - اتم اوربیتال ، د- مالیکول اوربیتال

6 - کدام یک از شکل ذیل رابطه های قطبی را نشان می دهند ؟

الف - $C\delta^+ - Cl\delta^-$ ب- $C\delta^+ - O\delta^-$ ج - الف و ب هردو د - هیچ کدام

7 - یک دبای (Debye) عبارت است از:

الف - $4.8 \cdot 10^{-18} esu \cdot cm$ ب- $10^{-28} esu \cdot cm$ ج - 10^{-20} د - هیچ کدام

8 - پدیده دای پول مومنت توسط ----- مشخص می گردد که در تشکیل رابطه سهیم می باشد .

الف - قوه دافعه ب - قواي جاذبه ج - اوربیتال اتمي د - ساختمان مالیکولي

9 - رابطه که در دو انجام آن چارچهای قسمی مثبت و منفی وجود دارد، به نام -- یاد می شود. الف - رابطه قطبی ب- polar bond ج - الف و ب هردو د - هیچ کدام

10 - مالیکول مرکب PCl_5 با داشتن پنج جوره الکترونی رابطه وی دارای ساختمان ----- می باشد.

الف - مسطح، ب - خطی، ج - تراهايدرال، د - تراي گونال پيراميد

11 - زاويه بين روابط در مالیکول امونيا مساوي به --- درجه بوده و اтом نايتروجن حالت هاييريد --- را دارا می باشد.

الف - 120° و sp^2 ب - 107° و sp^3 ج - 180° و 90° و p

سؤالهای تشریحی

- 1 - فورمول مالیکولی اтомهای را تحریر دارید که ساختمان هندسی ذیل را تشکیل می‌دهد:
الف - خطی ب - مسطح مثلثی ج - چهار وجهی د - اوکتايدری
- 2 - کدام علت برای مطالب ذیل موجود است؟
الف - دو مرکب مختلف با فورمول مالیکولی یکسان.
ب - موقعیت فضایی اтомها در BF_3 و NH_3 می‌باشد.
ج - چرا زاویه در NH_3 نسبت به آب بزرگ است؟
- 3 - طبیعت روابط و موقعیت فضایی آنها را در مرکبات ذیل تحریر دارید.
- الف - CO_2 ب - HCN ج - NO_3^-
- 4 - ساختمان مالیکولی هندسی مرکبات ذیل را نشان دهید:
- الف - NO_2 ب - CO_3^{2-} ج - PCl_6^-
- 5 - انواع مالیکول‌ها را توضیح نمایید.
-
-

قوای بین مالیکولی

در باره مالیکولهای مرکبات کیمیاوى در دروس گذشته معلومات حاصل نمودید، آیا میدانید ، بین مالیکولهای مرکبات کدام قوه ها موجود است که آنها را باهم متعدد ساخته اند؟ قوه واندر والس چیست؟ رابطه های دروغی چه نوع رابطه است؟ بین مالیکولهای قطبی چه نوع رابطه موجود است؟ اگر مرکبات حالت مایع را داشته باشد ، بین مالیکولهای آنها کدام نوع قوه موجود بوده؟ واین قوه چه تأثیری بالای خواص فزیکی آنها وارد می نماید؟

معلوماتی که در این فصل ارائه می گردد، به سؤالات فوق الذکر جوابات قناعت بخش و مقتضی داده و هم مالیکولها را با تمام مشخصات رابطه وی ، ساختمانی و خواص فزیکی توضیح می نماید.

۱-۱: تفاوت‌ها بین روابط کیمیاوی و قوهٔ بین مالیکولی

atomها به اساس روابط آیونی و یا روابط کوولانسی با هم متصل گردیده و مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی را تشکیل می‌دهند. اکثر مرکبات دارای روابط آیونی، در آب منحل بوده و محلول‌های آن‌ها دارای آیون‌های آزاد می‌باشند و تحت عملیه الکتروولیز قرار می‌گیرند. مالیکول‌های مرکباتی که رابطه کوولانسی را دارا اند، اکثراً در آب منحل نمی‌باشند و در صورتی که حل گرددند، به شکل مالیکولی از کتله بزرگ جدا شده و در محلول‌ها مالیکول‌های آن‌ها به ملاحظه میرسند. زیادتر از مرکبات کوولانت در محلل‌های عضوی مانند پروپانون و کاربن تترا کلوراید منحل میباشد.

طوری که در مبحث روابط کیمیاوی مطالعه گردید، اтом هادر تشکیل مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی، رابطه‌های آیونی، کوولانسی و یا کواردینیشن را برقرار نموده، مالیکول‌ها را تشکیل می‌دهند که به این اساس مالیکول‌های مرکبات از لحاظ خواص مختلف بوده؛ زیرا روابط اтом‌ها در مالیکول‌های مرکبات مختلف، دارای اشکال مختلف میباشند؛ بنابراین مالیکول‌های مرکبات مختلف دارای خواص و ساختمان مختلف بوده و اجسام مختلف را با اشکال مختلف تشکیل می‌دهند، در همچو اجسام مالیکول‌ها به اساس یک قوه با هم متحده گردیده و اجسامی دارای حالت‌های مختلف را تشکیل می‌دهند.

تفاوت‌های عمدۀ بین روابط کیمیاوی و قوهٔ بین مالیکولی را میتوان قرار ذیل توضیح کرد:

روابط کیمیاوی به اساس الکترون‌های ولانسی اтом‌ها برقرار می‌گردد که این روابط بین اтом‌ها میتوانند آیونی، کوولانسی و یا اشتراکی یک طرفه بوده باشند، در مالیکول‌های که رابطه بین اтом‌ها آیونی باشد، مالیکول‌ها به شکل آیونی وقطبی موجود بوده و به اساس قوه جذب بین این مالیکول‌ها اجسام کرستالی بزرگ حاصل می‌شوند، در صورتی که رابطه اтом‌ها در مالیکول‌ها کوولانسی باشد، این نوع مالیکول‌ها به اساس قوه دای پول-دای پول مومنت، قوه واندر والس و رابطه های در و جنی با هم متحده گردیده، اجسام مکرومالیکولی (مالیکول‌های بزرگ) و یا مایکروماليکولی (مالیکول‌های خورد) را تشکیل می‌دهند.

به عبارت ذیل توجه نمایید

 در روابط کیمیاوی الکترونهای ولانسی اтом‌ها سهیم بوده، مالیکول‌ها، آیون‌ها و یا رادیکال‌ها را تشکیل داده؛ اما مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف با هم متحده گردیده اجسام بزرگ را تشکیل می‌دهد و این قوه‌هارا در زیر مطالعه می‌نماییم:

۵ - ۲ : انواع قوه جذب بین مالیکولی

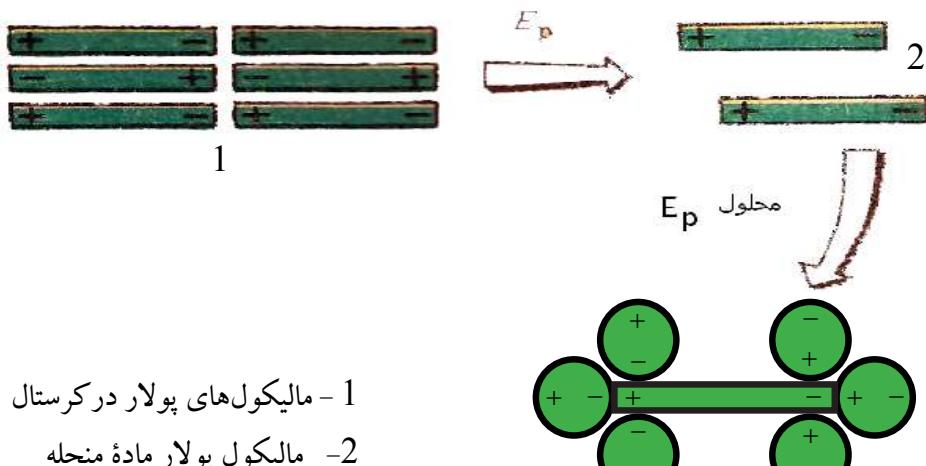
در فصل چهارم روابط کیمیاوی (مبحث رابطه کوولنت) درمورد جذب بین مالیکول‌ها دارنده روابط کوولنت بحث گردید، انواع مختلف قوه جذب بین مالیکول‌ها موجود است که در ذیل این قوه‌های جذب را مطالعه می‌نماییم.

اشکال مختلف عمل متقابل بین اтом‌ها و مالیکول‌ها موجود است که سبب تشکیل روابط بین آن‌ها می‌گردد، از جمله عمل متقابل دای پول - دای پول، عمل متقابل قوه واندر - والس و رابطه هایدروجنی می‌باشد.

۵-۱: عمل متقابل دای پول - دای پول

درجسام جامد، مالیکول‌های قطبی غرض تشکیل ساختمان‌های منظم عمل متقابل را نجات داده و عمل متقابل دایپول - دایپولی بین مالیکول‌ها زمانی انجام می‌پذیرد که مالیکول‌ها با هم نزدیک شده، در این صورت این مالیکول‌ها چارچ قسمی مثبت و منفی را دارا بوده و یک دیگر را جذب واجسام جامد را تشکیل می‌دهند.

کرستال‌های قطبی در محلل‌های قطبی به خوبی حل می‌گردد، انرژی ضروری برای جدا کردن روابط در شبکه کرستالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می‌گردد که این انرژی درنتیجه عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی ماده منحله با مالیکول‌های محلل قطبی آزاد می‌گردد.



شکل (۱-۵) پروسس (عملیه) حل شدن

انرژی ضروری برای تخریب شبکه گرستالی

(E Solvation) $E_{Solve} = E_{Solution}$

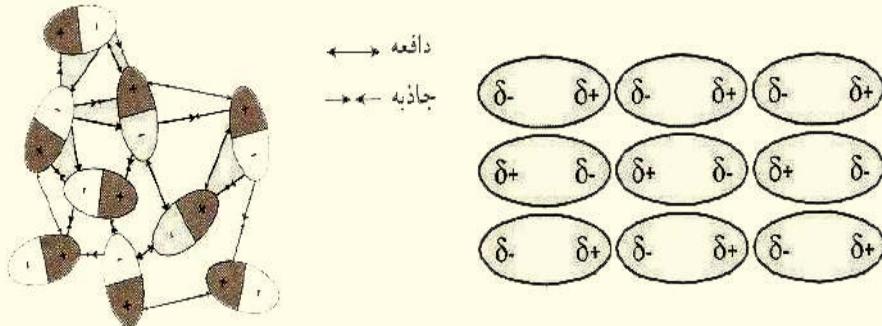
چنین نوع عمل متقابل را به نام solvation یاد می‌نمایند، در صورتی که محلل آب باشد، به نام Hydration یاد می‌گردد

فعالیت



اشکال ذیل را به دقت مطالعه نموده و به سوالات مربوط به آن‌ها جواب لازمه ارائه بدارید.

- 1 - کدام مواد این شکل را دارد؟ به کمک استاد، سیت این نوع مواد ترتیب گردد.
- 2 - قوای دافعه و جاذبه را در اشکال مذکور ملاحظه نموده علت آن را توضیح نماید.



۵-۲: قوه‌های واندر - والس (Vander-Walls Forces) و لندن

برای نزدیک شدن مالیکولها در ایجاد حالت مایع و یا جامد مواد بین آن‌ها حتمی قوه‌های جذب عمل می‌نماید. مطالعه خواص گازها، واندر والس را در سال (1873) به نتایج راجع به موجودیت قوه دفع و جذب بین مالیکول‌ها با درنظرداشت خواص غیرآیونی وغیر الکتروولانسی ایشان نایل ساخت؛ از این نوع قوه‌ها میتوان برداشت مختلف را داشته باشیم؛ لakin به صورت عموم این‌ها کنیه (اساس) قوه واندر- والس را دارا اند.

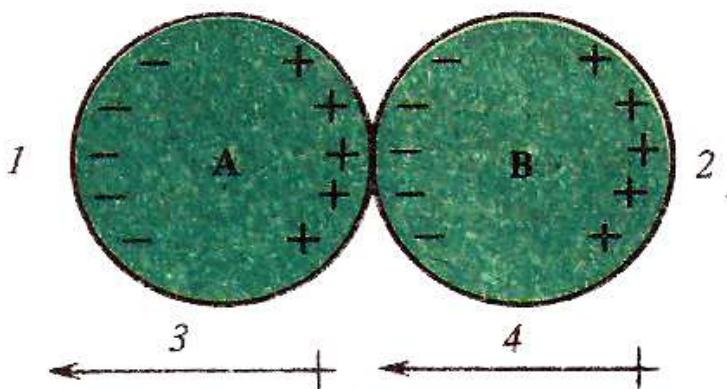
بین مالیکول‌های غیرقطبی قوه جذب موجود است. مطابق به تیوری لندن این قوه‌ها مربوط به پولاریزشن لحظی مالیکول‌ها می‌باشد که سبب عمل متقابل ثابت قوه‌های جذب می‌شوند.

یکی از اشکال قوه واندر والس همان عمل متقابل دایپول- دایپول- یعنی مالیکول‌های قطبی می‌باشد. قوه‌های جذب بین مالیکول‌های غیرقطبی نیز موجود بوده؛ حتی اтом‌های گازات

نجیب بسیار ضعیف با یکدیگر جذب می‌شوند؛ ازین سبب به طور مشخص آن‌ها میتوانند حالت مایع را اختیار نمایند.

بین مالیکول‌های غیرقطبی قوه خاص واندر - والس عمل می‌نماید و آن عبارت از قوه‌های Dispersion یا قوه لندن می‌باشد؛ علت به وجود آمدن این قوه‌ها توسط تیوری فزیک دان به نام لندن (در سال 1930) به ترتیب ذیل توضیح شده است:

قرار گرفتن دو مالیکول غیرقطبی بسیار نزدیک به یک دیگر را ملاحظه می‌نماییم؛ چون این مالیکول‌ها غیرقطبی هستند؛ بنابر آن تقسیم شدن کثافت ابر الکترونی به طور اوست متناظر می‌باشد؛ اما در هر مونت مشخص زمانی تقسیم الکترون هادریکی از مالیکول‌ها ممکن غیر متناظر باشد؛ طور مثال: در لحظه برای این نوع مالیکول‌ها مونت دای پولی ظاهر می‌شود. در شکل (5-2) نشان داده شده است که چطور این نوع دایپول زمانی دریکی از مالیکول‌ها (A) میتواند ابر الکترونی مالیکول‌های هم‌جوار (B) را جذب نماید؛ بنا بر این هر دو مالیکول‌ها مونت دایپولی داشته و سمت آن طوری است که مالیکول‌ها جذب شدند یک دیگر را آغاز می‌نمایند، چون الکترون‌ها با سرعت زیاد حرکت می‌نمایند این جذب مؤقتی می‌باشد:



شکل (5-2) جذب بین دایپول‌های زمانی

- 1 - ابر الکترونی مؤمنت مشخص جایه جا شده به طرف چپ.
- 2 - جذب ابر الکترونی را نشان می‌دهد که به طرف چپ حرکت می‌نماید.
- 3 - سمت دایپول لحظه‌ی.
- 4 - سمت دایپول قیاس شده.

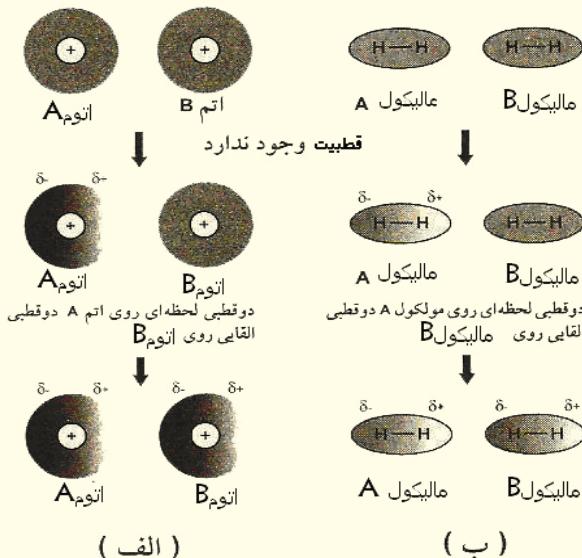
همچنان دایپول مؤمنت بعدی مالیکول A ممکن به سمت مخالف ارسال شده باشد و دای پول مؤمنت‌های جدید قیاس شده (هدایت شده) رادر مالیکول B طوری برقرار می‌سازد که بین مالیکول‌ها جذب بوجود می‌آید و خود دایپول مؤمنت تنها درلحظه‌ی به وجود آمده؛ اما تأثیر مجموعی آن‌ها عمل متقابل داشته و آن عبارت از قوه جذب عمل کننده دایمی است.

فعالیت



اشکال زیر را مشاهده نموده و به سوالهای ذیل به شکل گروپی جواب بدهید:

- 1 - در صورتی که قوه لندن دراثر به وجود آمدن دای پول مؤمنت ایجاد می‌شود، پس عامل که به وجود آمدن این دای پول مؤمنت‌ها می‌گردد، چیست؟
- 2 - به اساس تبارز کدام خواص ماده می‌توان این دای پول مؤمنت را درک کرد؟
- 3 - بین مالیکول‌ها و اتم‌های A و B شکل الف و ب ذیل کدام مناسبات ملاحظه می‌گردد؟ در این باره به شکل گروپی معلومات ارائه بدارید:



شکل (۳-۵) چگونگی ایجاد دوقطبی لحظه‌ی بین دو مالیکول‌ها و دو اتم‌ها

عوامل مؤثر بالای قوت قوه‌های لندن

چون قوه‌های لندن در نتیجه به وجود آمدن دای پول مومنت ایجاد می‌گردد و هر عاملی که پراگنده گی ابرالکترونی را در مالیکول بیشتر سازد، این دای پول را بیشتر ساخته و این عامل عبارت اند از:

الف - حجم مالیکول‌ها

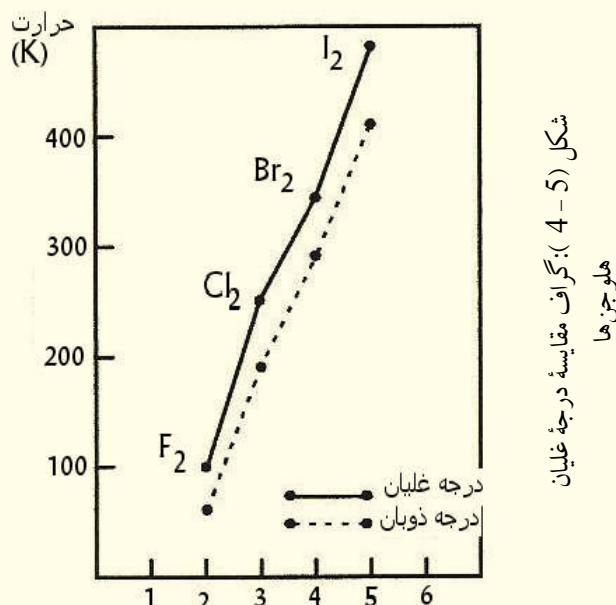
با افزایش تعداد الکترون‌ها در مالیکول‌ها و قشرهای الکترونی به اطراف هر اтом و یا با افزایش تعداد اتم‌ها در یک مالیکول، حجم و اندازه ابرالکترونی آن بزرگ می‌شود. به هر اندازه که ابرالکترونی بیشتر و از هسته دور واقع باشد، پراگنده گی الکترونها بیشتر و قوه لندن نیز زیاد به وجود می‌آید. افزایش قوت قوه لندن و از دیاد حجم مالیکول‌ها را میتوان در مقایسه نمودن نقطه ذوبان و غلیان بعضی از مالیکول‌ها به اساس گراف فعالیت ذیل دریافت کرد:

فعالیت



گراف ذیل را به دقت ملاحظه نموده به سؤالات زیر جواب ارائه بدارید:

- 1 - درجه غلیان مالیکول‌های کدام عنصر هلوجن بلند است؟ علت آنرا توضیح نمایید.
- 2 - درجه ذوبان مالیکول‌های کدام عنصر هلوجن بلند است؟ علت آنرا توضیح نمایید.



ب - کتله مالیکول

مالیکولهای هایدروجن عادی (1H)، دیتریم (2D) و تریشیم (3T) هر سه غیر قطبی اند. حجم مالیکول و طول رابطه در مالیکولهای هر سه ایزوتوپ هایدروجن مساوی است؛ اما کتله هر سه آنها از هم فرق دارد، در این صورت این کمیت بالای درجه غلیان و ذوبان آنها تأثیر دارد که در جدول ذیل دیده می شود؛ پس نتیجه گیری می شود که کتله مالیکول هایز در قدرت قوه لندن تأثیر دارد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (5-1): بعضی مشخصات ایزوتوپهای هایدروجن

فورمول	فورمول مالیکولی	طول رابطه (pm)	کتله مالیکولی (K)	نقطه ذوب (K)	نقطه جوش (K)
(1H)	H ₂	74.14	2.00	13.957	20.39
(2D)	D ₂	74.14	4.03	18.73	23.67
(3T)	T ₂	74.14	6.03	20.62	25.04

ج - شکل مالیکول و سطح تماس

مالیکولهای دارنده سطح تماس بیشتر با هم دیگر نزدیک شده و قوه لندن زیاد تر قوی می شود. مالیکولهای مسطح و خطی نسبت به مالیکولهای هرمی و خمیده و مالیکولهای زنجیری نسبت به مالیکولهای منشعب و شاخه دار سطح تماس بیشتر را دارا بوده و قوه لندن درین مالیکولهای آنها بیشتر می باشد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (5-2): تأثیر شکل مالیکولها بالای قوه لندن

فورمول مالیکولی	فورمول ساختمانی	نقطه ذوب (°C)	نقطه غلیان (°C)
C ₄ H ₁₀	CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₃	-138	0
C ₄ H ₁₀	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$	-159	-12

فعالیت



در جدول ذیل بعضی از خواص فزیکی آب سبک و سنگین داده شده است ، شما تفاوت خواص آب‌های مذکور را در یافت و در کتابچه‌های تان یادداشت و علت این تفاوت‌ها را توضیح نمایید .

جدول (5-3): خواص انواع آب‌ها

فورمول مالیکولی	μ بالاتر از (D)	کتله مالیکولی	نقطه ذوب (°C)	نقطه غلیان (°C)
H_2O	1,84	18.0151	0	100
D_2O	1,84	20,0276	3.81	101.42

معلومات اضافی



قوه لندن نه تنها در مالیکول‌های غیر قطبی بلکه در مالیکول‌های قطبی نیز موجود بوده ؛ اما این قوه به مراتب کمتر از تأثیر دای پول - دای پولی است.

۳-۲-۵: رابطه هایدروجنی (Hydrogen Bond)

روابط هایدروجنی یک نوع رابطه خاص کیمیاوی بوده که بین هایدروجن و عناصر الکترونیگاتیف (F، O، N) در صورتی برقرار می‌گردد که اтом هایدروجن به همین عناصر الکترونیگاتیف رابطه داشته باشد، این رابطه بین مالیکول‌ها تشکیل گردیده و یا این که بین اтом‌های هایدروجن و اтом‌های عناصر الکترونگاتیف عین مالیکول‌ها (رابطه داخلی مالیکولی) برقرار می‌گردد .

طوری که معلوم است ، مركبات هایدروجن دار که در ترکیب مالیکولی شان عناصر غیر فلزی الکترونگاتیف موجود باشد (F, N, O) ، دارای خواص کاذب و درجه غلیان بلند می‌باشند.

جدول (5-4): درجه غلیان سلسله مركبات دارنده عناصر اکسیجن ، نایتروجن و فلورین:

مرکبات	درجه غلیان	مرکبات	درجه غلیان
H_2O	$100^{\circ}C$	HF	$19^{\circ}C$
H_2S	$-60^{\circ}C$	HCl	$-84^{\circ}C$
H_2Se	$-41^{\circ}C$	HBr	$-57^{\circ}C$
H_2Te	$-2^{\circ}C$	HI	$-53^{\circ}C$

طوری که در سلسله مركبات فوق دیده می شود، درجه غلیان آب $100^{\circ}C$ بوده و مركبات دیگر سلسله عناصر هم گروپ آکسیجن (O_2) پایین است، در سلسله دیگر مركبات درجه غلیان (HF) بلند و مركبات دیگر عناصر گروپ فلورین (F_2) پایین است. علت آن موجودیت عمل متقابل بین هایدروجن و آکسیجن مالیکول های مختلف آب بوده و هم در HF عمل متقابل بین اтом هایدروجن یک مالیکول HF یا اтом فلورین مالیکول دیگر آن می باشد. این عمل متقابل بین مالیکولی قطع آن ها را از هم دیگر مشکل ساخته، مفریت آن ها کم شده و درجه غلیان مركبات مربوطه آن ها بلند می رود.

درنتیجه تفاوت الکترونیکاتیویتی زیاد اтом ها، روابط کیمیاوی بین $H - N$, $H - O$, $H - F$ فوق العاده زیاد قطبی بوده؛ بنابرین اтом هایدروجن قسماً چارج مثبت و اтом های فلورین، آکسیجن و نایتروجن قسماً چارج منفی را حاصل نموده و قوه کولمب بین چارجهای مخالف عمل نموده، اтом هایدروجن دارای چارج قسمی مثبت یک مالیکول توسط اтом الکترونیکاتیف مالیکول دیگر کش گردیده، رابطه جدید برقرار می گردد و مالیکولها مرتبط می شوند:



شکل (5-5): رابطه هایدروجنی ، الف - HF ، ب - امونیا ، ج - بخ

۵-۴-۱: ماهیت رابطه هایدروجنی

گرچه توافقی در مورد ماهیت رابطه هایدروجنی موجود نیست؛ اما در اینجا بعضی از مشخصاتی را مورد بحث قرار میدهیم تا ویژه‌گی‌های مختلفی را در مورد این قوه بهتر بشناسید. در جدول ذیل خواص چند مالیکول مركبات مختلف باداشتن این رابطه و ویژه‌گی قوه بین آن‌ها به طور مقایسوی ارائه شده است:

جدول (۵-۵): خواص فزیکی بعضی مالیکول‌ها

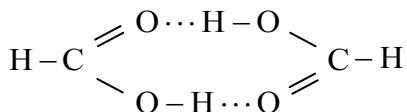
مالیکول	نوع رابطه بین مالیکول	طول رابطه هایدروجنی pm	طول رابطه اтом‌ها در مالیکول pm	انرژی رابطه هایدروجنی	دای پول مومنت مالیکول μ	دای پول مومنت
HF	$F-H...F$	120	120	- 19 kJ/mol	1.8D	1.9D
H_2O	$O-H...O$	170	100	- 22 kJ/mol	1.82D	1.5D
NH_3	$N-H...N$	220	90	- 17 kJ/mol	1.47D	1.4D

مقایسه دای پول مومنت روابط نشان می‌دهد که با افزایاد قطبیت رابطه واژدیاد چارچهای قسمی بالای هر اтом قابلیت رابطه هایدروجنی را بیشتر می‌سازد، به این اساس می‌توان رابطه هایدروجنی را مشابه به قوه ای دای پول - دای پولی دارای اهمیت الکتروستاتیکی قبول نمود.

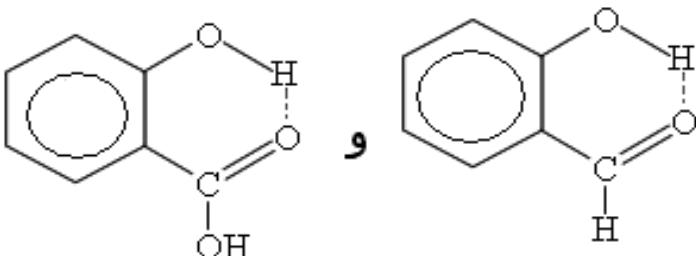
ویژه‌گی خاص رابطه هایدروجنی در این است که با قرار گرفتن سه اтом ($X-H...Y$) در یک خط مستقیم قدرت این رابطه را بیشتر می‌سازد و رابطه هایدروجنی جهت دار می‌گردد. جهت دار بودن آن مربوط به رابطه کوولانسی بوده و رابطه آیونی هم این خاصیت را دارا نمی‌باشد؛ زیرا قوه بین آیون‌ها در تمام سمت‌ها یکسان می‌باشد؛ اما با آنهم رابطه هایدروجنی رانمی‌توان کوولانسی یا آیونی فرض کرد؛ زیرا در قدم اول اatom هایدروجن دارای اوربیتال s در قشر اولی وولانسی خود بوده ونمی تواند بیشتر از یک رابطه کوولانسی را بر قرار نماید واز طرف دیگر انرژی رابطه کوولانسی و آیونی اکثرأیش از 100 kJ/mol است ، نتیجه

اینکه رابطه هایدروجنی با وجودیکه با قوه‌های دای پول - دای پولی و روابط کیمیاوی شباهتی دارد؛ اما با هیچ یک از آن‌ها یکسان نمی‌باشد.

انرژی رابطه هایدروجنی $Kjoule/mol$ 21-29 بوده و (10) الی (20) مراتبه نسبت به روابط کوولنت ضعیف می‌باشد؛ اما به مراتب نسبت به قوه واندروالس قوی تراست. رابطه هایدروجنی باعث تشکیل دایمیرها (H_2O) و (HF) در حالت بخار می‌گردد. به همین ترتیب در فارمیک اسید دایمیرقرار ذیل است:



رابطه هایدروجنی رابه (...) افاده می‌نمایند. رابطه هایدروجنی در داخل عین مالیکول نیز تشکیل می‌گردد؛ به طور مثال: در مالیکول هایدروکسی بنزالدیهاید، رابطه بین گروپ -OH و گروپ کاربوتیل موجود می‌باشد:



از این سبب درجه غلیان اورتوهایدروکسی بنزالدیهاید نسبت به پارا هایدروکسی بنزالدیهاید به اندازه 1.6°C زیاد است؛ زیرا در مرکب پارا هایدروکسی بنزالدیهاید رابطه هایدروجنی بین مالیکولی موجود نیست.

فعالیت اول



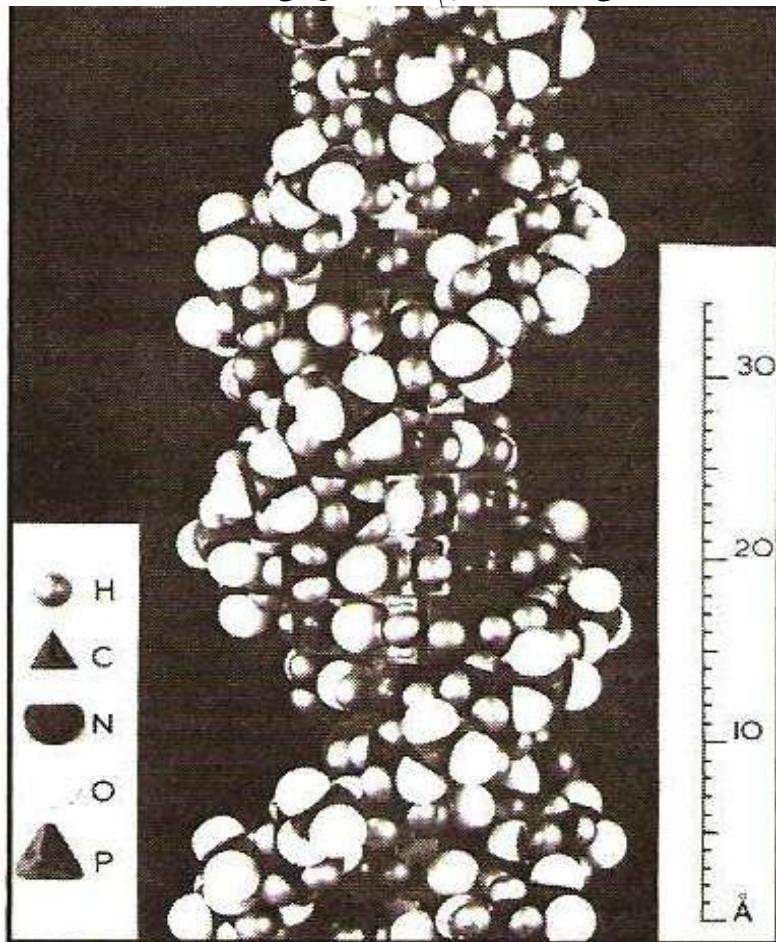
با در نظرداشت جدول (5-5) بگویید که طول رابطه هایدروجنی بزرگ است و یا اینکه طول رابطه کو ولانسی بزرگ می‌باشد؟ آیا بین طول رابطه به شکل ($X-H...Y$) و الکترونیگاتیویتی کدام وابستگی موجود است و یا خیر؟

فعالیت دوم



شعاع واندر- والس اтом های هایدروجن 120pm ، فلورین 147pm ، آکسیجن 152pm و نایتروجن 155pm است، مجموعه شعاع واندر والس بین اтом ها را در رابطه های $H...N$ ، $H...O$ ، $H...F$ محاسبه نماید و هم آن را با طول واقعی این رابطه هایدروجنی مقایسه نموده ، تفاوت ها را چگونه توضیح می نمایید.

رابطه هایدروجنی نه تنها در کیمیا رول اساسی را بازی نموده ، بلکه در بیولوژی نیز رول اساسی را دارا است؛ به طور مثال: رابطه هایدروجنی باعث تشکیل فردوگانه نوکلیک اسیدها شده و انتقال معلومات ارثی را در اورگانیزم حیه تأمین می کند.



شکل (5-6): مالیکول DNA

۵ - ۳ : تأثیر قوه‌ها بالای خواص فزیکی مواد

قوه بین ذرات مواد (مالیکول‌ها، اтом‌ها و آیون‌ها) بالای خواص فزیکی آن‌ها تأثیر برازنده را دارد است که در این بخش، این تأثیرات را بالای بعضی از خواص فزیکی مواد مطالعه می‌نماییم.

۵ - ۳ - ۱ : تأثیر قوه‌های جذب بین مالیکولی بالای نقطه ذوبان و انجاماد مواد

عملیه ذوبان و غلیان مواد عبارت از دادن انرژی حرارتی به بلورهای مواد غرض مغلوب ساختن انرژی پوتنسیال مواد است که آن‌ها را باهم چسبانده است.

قابل یاد آوری است این که: عملیه ذوب و تبخیر مواد بلوری منجر به تجزیه مواد به اтом‌ها و یا آیون‌ها و از بین بردن کامل تمامی قوه‌های کیمیاوی نمی‌گردد. در مرور در ک رابطه بین قوه‌های کیمیاوی و خواص فزیکی مواد؛ به طور مثال: نقطه ذوبان و غلیان، لازم است تا انرژی اتصال اجزای مشتمل مواد در حالت‌های سه گانه مواد باهم مقایسه گردد. برای تبخیر یک جسم جامد صرف باید مقدار انرژی معادل؛ یعنی اختلاف این دو حالت را به این جسم داد.

مواد بلوری که صرف توسط قوه لندون باهم متراکم شده‌اند، به حرارت پائین ذوب شده و مایع حاصله از آن به آسانی غلیان می‌نماید، مثال آن را میتوان گازات نجیبه که منجمد گردیده باشد، ارایه کرد. گاز هیلیم به حرارت C^{269} – ورادون به حرارت C^{62} – غلیان می‌نماید. اکثر مالیکول‌های مرکبات عضوی و غیر عضوی که مومنت قطبیت برقی آن‌ها ضعیف باشد، به صورت مستقیم تضعیف می‌نمایند؛ به طور مثال: (s) در C^{262} ، CH_4 در C^{101} و SF_6 در C^{64} – تضعیف می‌نمایند.

از آن جایی که قوه لندون به اساس از دیاد قطبیت مالیکول‌ها افزایش حاصل می‌نماید، اکثر مواد دارنده مالیکول‌های بزرگ، به اساس قوه لندون باهم متراکم گردیده‌اند، به حرارت عادی حالت مایع را دارا بوده که مثال آنرا میتوان $Ni(CO)_4$ ، CCl_4 نقطه غلیان C^{77} ، H_3N_3 در C^{53} با درجه غلیان C^{53} ارائه نمود.

مالیکول‌ها در مایعات قطبی توسط عمل متقابل دای پول – دای پولی و رابطه هایدروجنی باهم مرتبط و متراکم گردیده‌اند که این نوع ارتباط به مراتب مستحکم تر از ارتباط به اساس قوه لندن و واندر والس بوده؛ ازین سبب نقطه غلیان این نوع مواد بلند تر است؛ به طور مثال: آب، امونیاک مایع، سلفوریک اسید، کلوروفارم وغیره بنابر داشتن روابط دای پول – دای پولی

ورابطه هایدروجنی دارای درجه غلیان بلند اند.

مالیکولهای سبک تر از قبیل H_2O , H_2Se , H_2S , PH_3 و HI نوع مالیکولهای قوی قطبی نبوده (الکترونیگاتیویتی این عناصر غیر فلزی مشابه به هایدروجن می باشد)؛ ازین سبب نقطه غلیان این نوع مركبات پایین است، با ازدیاد کتله مالیکولی شان، درجه غلیان آنها نیز افزایش حاصل می نمایند. اولین عضو سرده این مركبات فوق الذکر عناصر گروپ VII^{الى} (HF, H_2O , NH_3 و PH_3) در حالت مایع بین مالیکولهای خود رابطه هایدروجنی را برقرار می نمایند؛ بنابر این درجه غلیان آنها بلند می باشد؛ اما در مركبات دیگر این سلسه رابطه هایدروجنی موجود نبوده و درجه غلیان پایین را دارا اند.

مرکبات آیونی توسط قوه بسیار قوی الکتروستاتیکی بین آیونهای مخالف چارج شان باهم متراکم گردیده اند؛ ازین سبب آیونهای آنها را نمی توان به انرژی کم از هم دور نمود که همچو مواد دارای درجه ذوبان و غلیان بلند میباشند. زمانی که به این مواد حرارت داده شود روابط شبکه کرستالی آنها قطع و در نتیجه ذوب و بلاخره غلیان می نمایند.

ازدیاد چارج های برقی آیونهای متشکل مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکه کرستالی گردیده و درجه ذوبان و غلیان آنها افزایش می نماید؛ به طور مثال: درجه غلیان NaF مساوی به $997^{\circ}C$ و درجه MgO مساوی به $2800^{\circ}C$ می باشد.

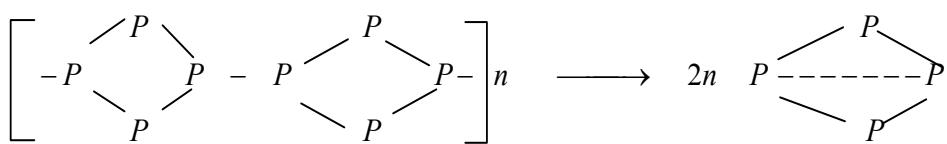
اجسامی که در حالت جامد روابط کولانسی مستحکم داشته و در حالت گاز روابط کولانسی ضعیف دارند، درجه ذوبان و غلیان آنها بلند بوده میتواند؛ به طور مثال: کاربن به شکل الماس و گرافیت به حرارت $3700^{\circ}C$ تصحیح می نماید و سلیکان دای اکساید که به $1710^{\circ}C$ ذوب می گردد، به حرارت بالاتر از $2200^{\circ}C$ غلیان می نماید.

روابط چهار گانه اтом های کاربن در الماس که به حالت جامد قرار داشته باشد، نوع رابطه سگما بوده؛ اما اگر حالت گاز را داشته باشد، دو رابطه σ آن به رابطه π تبدیل گردیده و نوع رابطه ضعیف می باشد:

جدول (5 - 6): اثری تفکیک هالاید های فلزات القلی در فاز جامد، مایع و گاز به KJ/mol

نسبت	0C تصعید	$M-X(s)$ $M^+(g)+X^-(g)$ KJ/mol	$M-X(g)$ $M^+(g)+X^-(g)$ KJ/mol	مرکب
	268	1033	766	LiF
	209	845	636	$LiCl$
	184	799	615	$LiBr$
	167	741	573	LiI
	272	916	644	$NaCl$
	222	778	556	$NaBr$
	205	741	536	NaI
	184	690	506	KF
	230	812	582	KBr
	213	707	494	KI
	201	678	477	RbF
	192	686	498	$RbCl$
	213	661	463	$RbBr$

اگر تعداد روابط کوولانسی در مالیکول های فاز گاز مساوی به تعداد روابط به حالت جامد آنها بوده باشد و عین ثبات را با آنها داشته باشد، عمل تغیر آنها سریع و ساده صورت میگیرد، مثال آن را میتوان روابط پولی میرها که در صدها درجه حرارت برقرار میگردد، ارایه کرد؛ به طور مثال: فاسفورس سرخ در $280^\circ C$ تصعید نموده، دوباره به شکل فاسفورس سفید منجمد میگردد.



جدول (5 - 7) : درجه ذوبان هالاید های پوتاشیم و نقره

درجه ذوبان	مركب	درجه ذوبان	مركب
$435^{\circ}C$	AgF	$880^{\circ}C$	KF
$455^{\circ}C$	$AgCl$	$776^{\circ}C$	KCl
$434^{\circ}C$	$AgBr$	$730^{\circ}C$	KBr

فعالیت



جدول (5 - 8) را به دقت مطالعه نموده درجه ذوبان مرکبات درج شده را باهم مقایسه نمایید، علت تتفیص وازدیاد آن هارا توضیح و هم چگونگی تفاوت آن هارا به اساس دلایل ارایه بدارید.

جدول (5 - 8) : درجه ذوبان و غلیان هالاید های القلی ها والقلی های زمینی

درجه غلیان	درجه ذوبان	مركب	درجه غلیان	درجه ذوبان	مركب
$812^{\circ}C$	$765^{\circ}C$	$CaBr_2$	$1380^{\circ}C$	$730^{\circ}C$	KBr
$2137^{\circ}C$	$1280^{\circ}C$	BaF_2	$1250^{\circ}C$	$684^{\circ}C$	CsF

۲-۳-۵ : تأثیر قوه ها بالای انحلالیت

انحلالیت و خصلت های دیگر اجسام حل شده موضوع پیچیده بوده ، درینجا صرف توضیحات مختصر ارائه می گردد.

محلول های اجسام غیر قطبی در محلل های غیر قطبی ساده ترین نوع محلول ها بوده ، قوه های که بین ماده منحله و محلل در محلول ها موجود است، نوع قوه لندن بوده و نوع قوه ضعیف می باشد. موجودیت این قوه ها بین ذرات ماده منحله و محلل که منجر به انحلالیت و چسپش این دو مواد می گردد، تفاوت همچو محلول ها را با مخلوط گازات آیدیال افاده مینماید.

در محلول های آیدیال اجسامی دارای مالیکول های غیر قطبی، مرکبات آیونی محلل های بسیار قطبی مانند آب موجود اند، برای اینکه یک مرکب آیونی در محلل خوب حل گردد، باید بالای قوه جذب بین ذرات آیونی در شبکه کرستالی غلبه حاصل نماید و انرژی جاذبه

الکتروستاتیکی بین آیون‌ها باید مغلوب گردد. در محلول‌های ماده منحله توسط محللی دارای ثابت دای الکتریک بلند، (به طور مثال: $\text{H}_2\text{O}^\circ = 87$) تجزیه می‌گردد. قوه جاذبه بین این آیونها کم بوده و به آسانی یک دیگر را جذب کرده نتوانسته ورسوب تشکیل نمی‌گردد. قوه مذکور را می‌توان توسط قانون کولب توضیح کرد:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon \cdot r^2}$$

در این فرمول F قوه جذب بین ذرات آیونی مخالف العلامه K ثابت، q_1 و q_2 مقدار چارج‌ها، r فاصله دو چارج و ϵ ثابت دای الکتریک محلل را افاده می‌نماید.

یکی از عوامل قابلیت انحلالت محلل‌ها عبارت از کواردینیشن آن‌ها با اтом‌های مرکزی مالیکول‌های ماده منحله می‌باشد. محلل‌های قطبی با کتیون‌های ماده منحله به خوبی کواردینیشن گردیده و عوامل دیگر آن نوعیت آیونها شامل محلول‌ها؛ مانند: اندازه، قابلیت تشکیل روابط بین مالیکول‌های محلل و آیونها به جسامت آیون‌های این ماده وابستگی دارد و انرژی شبکه کرستالی نیز به جسامت آیون مرکزی رابطه دارد. قوه‌های موجود در شبکه کرستالی (آیون - آیون) از قوه بین مالیکول‌های محلل در مجاور آیون (آیون - دای پولی) قوی‌تر است. اگر انرژی شبکه کرستالی نسبت به سلویشن (Solvation) بزرگ باشد، محیط همچو محلولها سرد بوده، در صورتی که انرژی شبکه کرستالی نسبت به انرژی سلویشن (Solvation) در محلول‌ها کمتر باشد، محیط محلول‌ها گرم است.

خلاصه فصل پنجم



- * مالیکول‌های مرکبات مختلف دارای خواص و ساختمان مختلف بوده و اجسام مختلف را با اشکال مختلف تشکیل می‌دهند. در همچو اجسام مالیکول‌ها به اساس یک قوه با هم متعدد گردیده و اجسام دارای حالت‌های مختلف را تشکیل می‌دهند.
- * در روابط کیمیاوی الکترونهای و لانسی اтом‌ها سهیم بوده، مالیکول‌ها، آیونها و یا رادیکال‌ها را تشکیل داده؛ اما مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف با هم متعدد گردیده اجسام بزرگ را تشکیل می‌دهد.
- * اشکال مختلف عمل متقابل بین اтом‌ها و مالیکول‌ها موجود است که سبب تشکیل روابط بین آن‌ها می‌گردد، از جمله عمل متقابل دای پول - دای پولی، عمل متقابل قوه و اندرس - والس، لندون و رابطه هایدروجنی می‌باشد.
- * در اجسام جامد، مالیکول‌های قطبی غرض تشکیل ساختمان‌های منظم، عمل متقابل را انجام داده، عمل متقابل دایپول - دای پولی بین مالیکول‌ها زمانی انجام می‌پذیرد که مالیکول‌ها با هم نزدیک شده، در این صورت اینها یک دیگر را جذب و اجسام جامد را تشکیل می‌دهند.
- * انرژی ضروری برای جدا کردن روابط در شبکه کرستالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می‌گردد که این انرژی درنتیجه عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی ماده منحله با مالیکول‌های محلل قطبی آزاد می‌گردد.
- * بین مالیکول‌های غیرقطبی قوه جذب موجود است. مطابق به تیوری لندون این قوه‌ها مربوط به پولاریزیشن لحظی مالیکول‌ها می‌باشد که سبب عمل متقابل ثابت قوه‌های جذب می‌شوند.
- * رابطه هایدروجنی یک نوع رابطه خاص کیمیاوی بوده که بین هایدروجن و عناصر الکترونیکاتیف (N, O, F) در صورتی برقرار می‌گردد که اтом هایدروجن به همین عناصر الکترونیکاتیف رابطه داشته باشد.
- * مواد بلوری که صرف توسط قوه لندون باهم متراکم شده‌اند، به حرارت پایین ذوب شده و مایع حاصله از آن به آسانی غلیان می‌نماید.
- * قوه جاذبه بین آیونهای مواد در محلول‌ها زمانی کم بوده و به آسانی یک دیگر را جذب کرده

نتوانسته و رسوب تشکیل نمی‌گردد که ثابت دای الکتریک محلل بزرگ باشد. قوه مذکور را میتوان توسط قانون کولب توضیح کرد:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon \cdot r^2}$$

*از دیاد چارج‌های برقی آیون‌های متتشکله مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکه کرستالی گردیده و درجه ذوبان و غلیان آن‌ها افزایش می‌یابد.

سؤالات فصل پنجم

سؤال‌های چهار جوابه

1- مالیکول‌های اجسام به اساس یک ----- با هم متحده گردیده و اجسام دارای ----- را تشکیل می‌دهند.

الف - قوه ، حالت‌های مختلف ب - رابطه ، حالت‌های مختلف ج - الف و ب هردو
د - هیچکدام

2- مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف باهم متحده گردیده ----- را تشکیل می‌دهند.

الف - مواد کوچک ب - اجسام بزرگ ج - آیون‌ها د - تماماً درست است .

3- موجودیت کدام عناصر در مالیکول‌های مرکبات باعث رابطه هایدروجنی بین مالیکول‌ها می‌گردد ؟

الف - نایتروجن ، آکسیجن ، فلورین و هایدروجن ب - تنها آکسیجن ج - تنها فلورین
د - هایدروجن

4- شرط حتمی تشکیل رابطه هایدروجنی کدام یک از موارد ذیل خواهد بود ؟

الف - موجودیت هایدروجن ، ب - موجودیت سه عنصر الکترونیکاتیف (فلورین ، آکسیجن و نایتروجن) و رابطه هایدروجن به همین عنصر در مالیکول‌های مرکبات
ج - الف و ب هردو، د - هیچکدام

5- مواد بلوری که صرف توسط قوه لندون باهم متراکم شده‌اند ، به حرارت ----- ذوب شده و مایع حاصله از آن ----- غلیان می‌نمایند .

الف - پایین ، به آسانی ب - بلند ، به مشکل ج - متوسط ، بطی د- بسیار بلند ، ساده

6 - انرژی ضروری برای جدا کردن روابط در شبکه کرستالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می‌گردد که این انرژی در نتیجه عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی ماده منحله با مالیکول‌های محلل قطبی --- می‌گردد.

الف - آزاد ب - جذب د - ختی د - الف و ب هردو

7 - اکثر مواد دارندۀ مالیکول‌های بزرگ که به اساس قوۀ لندون باهم متراکم گردیده اند، به حرارت عادی ---- را دارا بوده

الف - حالت جامد ب - حالت گاز ج - حالت مایع د - حالت پلازما

8 - اجسامی که در حالت جامد روابط کولانسی مستحکم داشته؛ اما در حالت گاز روابط کولانسی ضعیف دارند؛ درجه ذوبان و غلیان آنها ----- بوده میتواند

الف - بلند ب - پائین ج - متوسط د - بسیار پائین

9 - از دیاد چارچهای برقی آیون‌های متشكل مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکه کرستالی گردیده و درجه ذوبان و غلیان آنها ----- می‌نماید.

الف - تنزیل ب - افزایش ج - تغییر نمی‌نماید د - فوق العاده تنزیل

10 - اگر روابط کولانسی در مالیکول‌های فاز گاز مساوی به تعداد روابط به حالت جامد آنها بوده باشد و عین ثبات را به آنها داشته باشد، عمل تبخر آنها ----- و ساده صورت میگیرد.

الف - سریع ب - بطی ج - کمتر د - هیچکدام

سؤال‌های تشریحی

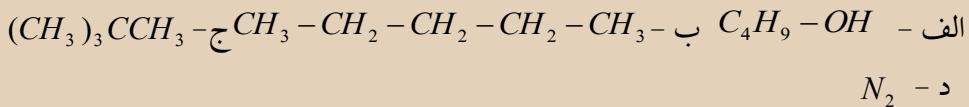
1 - کدام شرایط برای تشکیل رابطه هایdroجنی لازم است؟ درباره معلومات ارایه دهید.

2 - کدام اشکال قوه‌های بین مالیکولی در مواد ذیل ملاحظه می‌گردد؟

الف - $HF(l)$ ب - $HBr(g)$ ج - $Br_2(g)$ د - $ICl(g)$

3 - درجه غلیان آب $100^{\circ}C$ بوده و مرکبات دیگر سلسله عناصرهم گروپ آکسیجن (O_2) پایین بوده و در سلسله دیگر مرکبات درجه غلیان $HF(19^{\circ}C)$ بلند و مرکبات دیگر عناصر گروپ فلورین (F_2) پایین است، علت آن را توضیح کنید.

4 - مرکبات ذیل را به اساس از دیاد درجه غلیان تنظیم نموده و حل خود را توضیح نماید



5 - قوّه جذب بین ذرات مواد بالای درجهٔ ذوبان و غلیان آن‌ها چه تأثیر دارد؟ معلومات دهید.

6 - در انحلالیت مواد کدام قوه‌ها تأثیر دارد؟ معلومات ارائه دهید.

7 - کدام فکتورها در انحلالیت آیون‌ها مؤثر است؟ ثابت دای الکتریک چیست؟ در مورد معلومات دهید.

8 - در مورد فرق بین روابط کیمیاوی و قوّه بین مالیکولی معلومات ارائه دهید.



حالات ماده

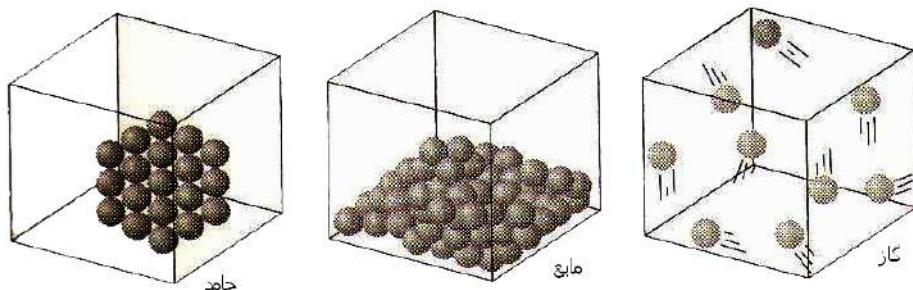
به اطراف خویش مواد مختلف را به حالت‌های مختلف مشاهده می‌نمایید، آیا میدانید که ماده در طبیعت به چند حالت یافت می‌شود؟ حالت‌های ماده مربوط به کدام شرایط است؟ ماده در حالت‌های مختلف دارای کدام خصوصیات است؟ حالت گاز، مایع و جامد ماده را چطور میتوان به یک دیگر تبدیل کرد؟ کدام شرایط در تغییرات حالت‌های ماده به یک دیگر رول اساسی را دارا اند؟ با مطالعه این فصل میتوان راجع به حالت‌های ماده معلومات حاصل و به سؤالات فوق جواب ارائه کرد و هم امثال این نوع سؤالات را حل کرد.

۱ - جامدات ، مایعات و گازات

هر ماده میتواند نظر به شرایط محیطی سه حالت «جامد، مایع و گاز» را داشته باشد. گرچه در حالت عادی مواد به حالت گاز کمتر یافت می‌گردد؛ اما گازات از اهمیت خاصی برخوردارند؛ به طور مثال: موجودات حیه از جمله انسان‌ها در داخل محلول گازی زنده گی می‌نمایند. اتموسفیر زمین مخلوطی از گازها است که قسمت زیاد آن از نایتروژن و آکسیژن تشکیل گردیده است.

گازات موادی اند که ذرات تشکیل دهنده آن‌ها بالای یک دیگر تأثیر کمتر داشته و قوّه جذب ذرات آن‌ها باهم کمتر است و حرکت نامنظم را دارا اند. به حرارت بلند و فشار کم حرکت ذرات گازات سریع است. خواص جامدات از خواص گازات فرق داشته، گازات دارای کثافت کمتر بوده، در حالیکه جامدات کثافت بزرگ را دارا اند. گازات در نتیجه فشار متراکم شده؛ اما جامدات کمتر خاصیت تراکم شدن را دارا اند؛ زیرا قوّه جذب بین ذرات آن‌ها به مرتب بیشتر از قوّه جذب بین ذرات گازات می‌باشد. جامدات سخت و شکننده بوده؛ در حالیکه گازات این خواص را دارا نیستند.

مایعات خاصیت خاصی را نسبت به جامدات و گازات دارا بوده؛ به طور مثال: قوّه جذب بین ذرات مواد به حالت مایع بیشتر بوده؛ اما نسبت به جامدات ضعیف می‌باشد. اشکال ذیل ذرات مواد را در سه حالت آن‌ها نشان می‌دهند:



شکل (6 - 1) : حالت جامد، مایع و گاز

موادی دارای حالت جامد و مایع تقریباً دارای عین کثافت می‌باشند که مثال آنرا می‌توان کثافت آب جامد، مایع و گاز (بخارات آب) ارائه کرد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (6 - 1) : سه حالت آب به حرارت‌های مختلف.

گاز (بخارات) آب	جامد آب	مایع آب	حالت
مشخصات			
$0.326 g/cm^3$	$0.9168 g/cm^3$	$0.997 g/cm^3$	کثافت
$400^{\circ}C$	$0^{\circ}C$	$25^{\circ}C$	درجة حرارة

۱-۱-۶: بعضی مشاهدات اولیه جامدات

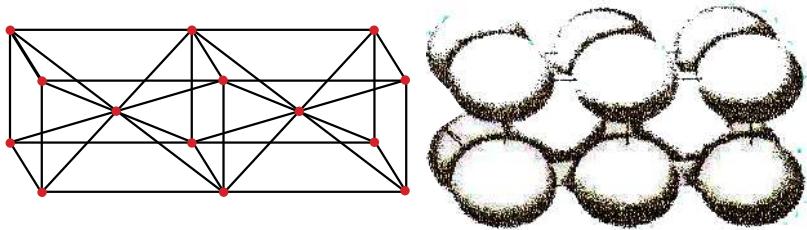
تعريف ماده جامد: ماده جامد، کتله، حجم و شکل معین را دارا است، یا تعریف جامع مواد جامد این است که اجزای تشکیل دهنده مواد جامد بانظم خاص و متواتر در کنار هم دیگر قرار دارند.

۱-۲-۱: بلورها (Crystal)

یکی از خصوصیات برازنده جامدات شکل کرستالی آن‌ها بوده که ساختمان بلوری را دارند. در مباحث مختلف راجع به نظام اтом‌ها یک ساختمان سه بعدی از اтом‌ها در یک جامد صحبت به عمل آمده است، این ساختمان سه بعدی را یک شبکه بلوری می‌نامند. انواع و اشکال شبکه‌های بلوری قرار ذیل است:

۱-۲-۱-۱: شبکه فضایی

ساختمان منظم هندسی نقاط را در فضا به نام شبکه فضایی یاد می‌نمایند. در شکل (6 - 2) یک نوع شبکه فضایی به ملاحظه می‌رسد که توسط خطوط با یک دیگر وصل گردیده‌اند، اگر تصور گردد که توصل اтом‌های آهن در چنین شبکه‌ها قرار دارد، طوریکه مرکز هر اтом آهن بالای یک نقط در چنین شبکه واقع باشد، در این صورت قسمتی از شبکه بلور آهن دیده می‌شود که آن را در سمت راست همین شکل ملاحظه می‌توان کرد.



شبکه فضایی

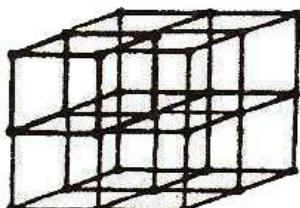
شبکه بلوری

شکل (6 - 2): شبکه فضایی بلوری .

یک شبکه بلوری ممکن به شکل یک شبکه فضایی تصور گردد که در آن نقاط مختلف را اتموم ها آیون ها و یا مالیکول ها و یا گروپی از آنها اشغال کرده باشد . ساختمان ذرات در یک شبکه بلوری به طور متواالی در سه بعد تکرار می شود تا سرحد های فزیکی هر بلور واحد حاصل گردد . غرض توصیف یک شبکه بلوری لازم است تا سلول و یا حجره واحد را تعریف نماییم ، یک حجره واحد قسمتی از شبکه بلوری بوده که با حرکت دادن آن مطابق به قواعد معین می توان شبکه کامل بلوری را حاصل کرد .

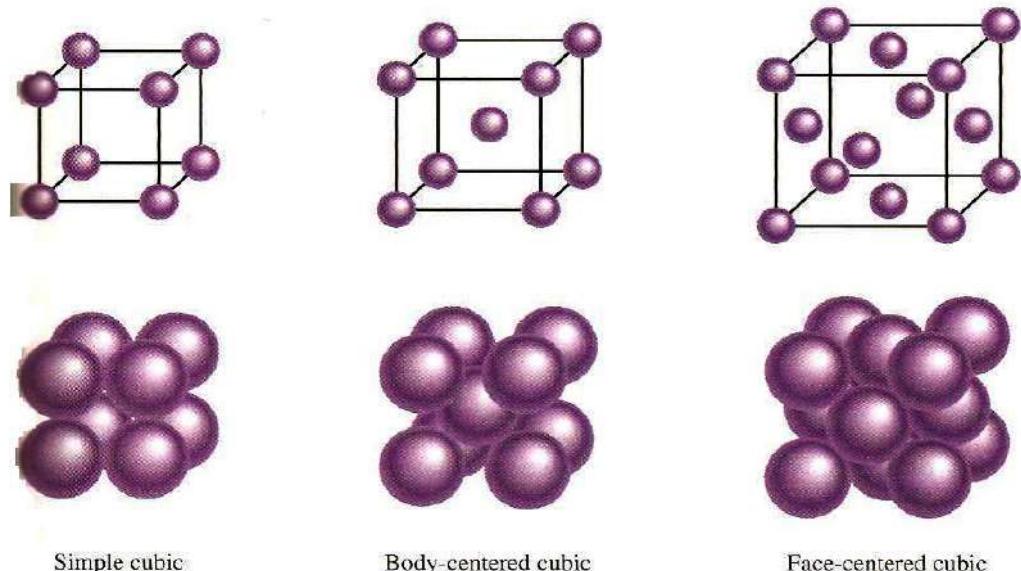
حجره واحدی که به طور معمول برای شبکه فضایی انتخاب می گردد ، دارای شکل مشخص است ، این حجره واحد دارای شش وجه بوده که هر وجه آن یک متوازی الاضلاع است .

شکل (6 - 3) یک شبکه مکعبی ساده و یک حجره واحد را نشان می دهد و در این حجره واحد مکعبی در هر کنج آن تنها یک نقطه موجود است که به نام حجره واحد مکعبی ساده یاد می شود ، در ضمن این حجره واحد مکعبی یک حجره واحد اساسی است .

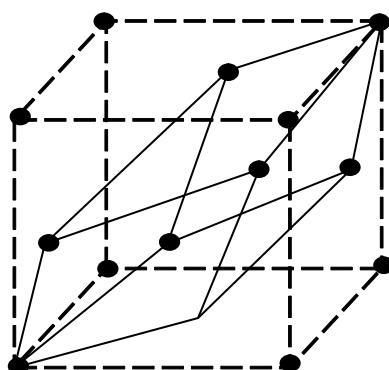


شکل (6 - 3): یک شبکه فضایی مکعبی ساده و واحد حجره آن .

دو نوع دیگر شبکه‌های فضایی مکعبی نیز موجود است که حجرات واحدی آن‌ها معمولاً دارای مرکز و یا غیر متناظر می‌باشد (مانند شکل 6-4). حجره واحد مکعبی دارنده مرکز علاوه بر هشت نقطه که در کنج‌های مکعب قرار دارند، دارای یک نقطه دیگر در مرکز مکعب نیز می‌باشد و هم در هر وجه آن نیز یک نقطه موجود است. برای هر یک از این واحدهای حجری دو مدل ارائه گردیده است، یکی مدل توب و میله و دیگر آن کره‌های بزرگ است.



شکل (6-4): سه واحد حجری مکعبی توب، میله و کره‌های بزرگ



شکل (6-5): شبکه فضایی مکعبی ساده و واحد حجری آن

در شکل (6-5) یک حجره واحد مکعبی با وجهه مرکز دار (غیر اصلی) ملاحظه می‌گردد و هم یک حجره واحد به ملاحظه می‌رسد که نوع اصلی می‌باشد.

فعالیت

با استفاده از چند گلوله پلاستیکی و سرش مناسب هریک از حجره‌های مکعبی، ساده، مرکز وجهه پر را آماده ساخته و آن را نمایش دهید.

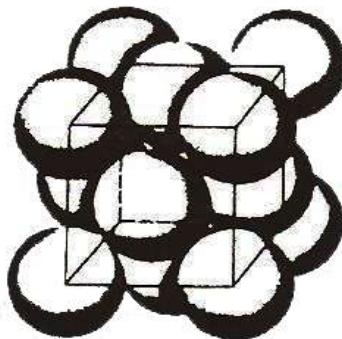
مشق و تمرین

هر سلول واحد مکعبی از چندین اтом پر خواهد بود، این سلول را توضیح نمایید.

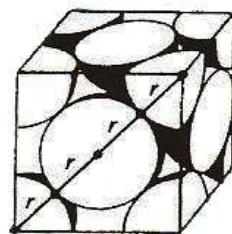
اتصال متراکم ذرات در گرستال‌ها

در اکثری از شبکه‌های بلوری ترتیب اتموم‌ها به شکل اتصال متراکم است یا به عبارت دیگر سطح اتصالی اتموم‌ها در شبکه بلوری اعظمی می‌باشد؛ به طور مثال: حجم حجره واحد که توسط اتموم‌ها اشغال گردیده است، مشخص می‌گردد.

مثال: ارگون در ساختمان مشابه شکل (6-6) تبلور حاصل می‌نماید، سویه اتصال ذرات اتموم‌ها را در ارگون جامد محاسبه نماید.



(الف)



(ب)

شکل (6-6): ارگون با یک ساختمان مکعبی با وجهه مرکز دار.
الف - مودل کره‌های بزرگ، ب - این مدل قسمی از اتموم‌ها را در حجره واحد مکعبی نشان می‌دهد.

حل: نخست حجمی را که اتموم‌های کروی جامد در یک حجره واحد اساسی اشغال می‌نمایند،

محاسبه می‌نماییم. برای این منظور لازم است تا دریافت نماییم که چند اтом ارگون به هر حجره واحد قرار دارد. هر حجره هشت اтом را در رأس‌ها، شش اтом را در مرکزهای سطح خود دارد؛ اما هر یک از رأس‌های یک حجره واحد، رأس‌های برای هفت حجره واحد دیگر نیز می‌باشد؛ بنابراین تنها $\frac{1}{8}$ حصة رأس هر اтом به یک حجره واحد تعلق می‌گیرد؛ هم چنان هر یک از شش اтом موجود در مرکز سطح بین دو حجره واحد مجاور مشترک بوده، صرف نصف هریکی از اтом‌های مشترک به هر حجره تعلق می‌گیرد.

چون هشت اтом در رأس‌ها و شش اтом در مرکز سطح حجره واحد موجود است، تعداد مجموعی اтом‌های ارگون که به هر حجره واحد تعلق دارد، عبارت است از اтом‌های رأس‌ها بوده که قرار ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\text{اتوم‌های رأس: } 1 \cdot \frac{1}{8} = \frac{1}{8}$$

$$\text{اتوم‌های مرکز سطح: } 3 \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

تعداد مجموعی اтом‌ها در فی واحد حجره واحد: $4 = 3 + 1$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \text{ (حجم کره)}$$

در ارگون جامد و یا مرکباتی که دارای ساختمان مکعبی با وجه مرکز دارند، به هر حجره واحد چهار اтом تعلق دارد.

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 4 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{16}{3}\pi r^3 \text{ حجم چهار اتم کروی}$$

حال حجم حجره واحد را بر حسب r دریافت می‌نماییم، قرار شکل (6-6) میتوان دریافت کرد که قطر یک وجه حجره واحد مساوی به $4r$ بوده؛ بنابراین با استفاده از فرمولهای ریاضیکی میتوان طول یک یال (e) - فصل مشترک دو مستوی یا دو وجه در منشور متوازی السطوح و هرم را یال می‌نامند) را به دست آورد.

$$(4r)^2 = e^2 + e^2 \Rightarrow 2e^2 = 16r^2$$

$$e^2 = 8r^2 \Rightarrow e = 2r\sqrt{2}$$

چون حجم حجره واحد $V_{\text{cell}} = e^3$ است؛ پس حاصل می‌شود که:

$$V = [2r\sqrt{2}]^3 = 16r^3\sqrt{2}$$

نسبت حجمی حجره واحد را که اтом‌های ارگون اشغال کرده عبارت است از:

$$\frac{V}{V_{\text{Cell}}} = \frac{16/3\pi r^3}{16r^3\sqrt{2}} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0.74$$

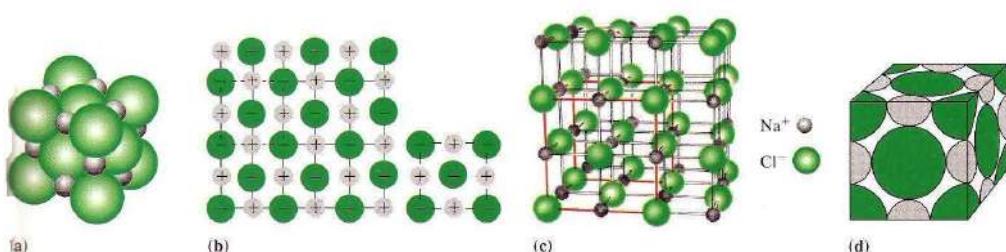
$$= \text{فیصدی اتصالات} \cdot 100 = 0.74 \cdot 100 = 74\%$$

عناصری که در ساختمان‌های با اتصال متراکم متبلور می‌گردند، عبارت از تمام گازات نجیب و اضافه تر از 40 عنصر فلزی است. بعضی از اجسام مالیکولی مانند H_2 ، CH_4 وغیره نیز دارای ساختمان بلوری با اتصال متراکم اعظمی ذرات می‌باشند.

سودیم کلوراید

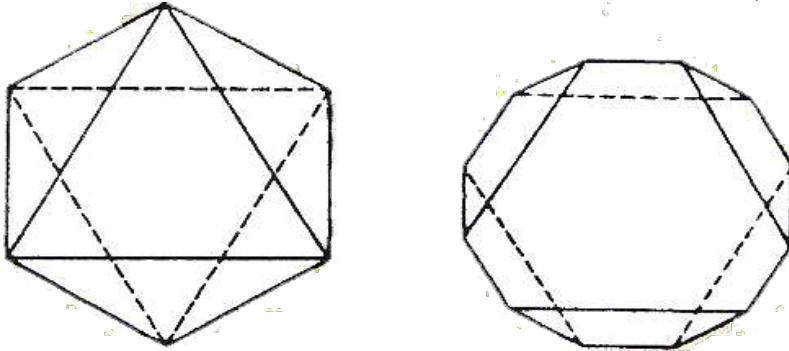
ساختمان بلوری $NaCl$ به صورت مکعب با سطوح مرکز دار بوده که آیون‌های Cl^- کنچ‌ها و وسط آن‌ها را اشغال می‌نماید؛ اما طوری که در شکل دیده می‌شود، آیون‌های Na^+ وسط مکعب و وسط وجهه را نیز اشغال کرده‌اند.

در صورتی که در مقابل هر Cl^- یک Na^+ موجود باشد، در این صورت وضعیت روشن خواهد بود. با در نظر داشت اینکه در یک شبکه سه بعدی آیون‌های کلوراید Cl^- که در کنچ‌ها سیستم قرار دارند، به هشت مکعب تعلق دارند، در این صورت از 8 آیون کلوراید موجود در کنچ‌ها فقط یکی ($\frac{1}{8}$) به هر حجره واحد تعلق می‌گیرد و در ضمن تمام سطوح در مرکز خود دارای یک آیون کلوراید می‌باشند. چون هر یک از سطوح به دو مکعب تعلق دارد، بنابراین از مجموعه شش آیون کلوراید موجود در وسط سطح، سه آن ($\frac{1}{2} \times 6 = 3$) به هر سلول واحد اساسی مربوط می‌باشد. پس در مجموع در شش عدد حجره واحد، چهار واحد کلوراید Cl^- موجود می‌باشد؛ به همین ترتیب در فی عدد حجره واحد چهار آیون Na^+ نیز موجود است، یعنی یک آیون کلوراید با یک آیون سودیم در حجره واحد مطابقت دارد، پس فرمول سودیم کلوراید $NaCl$ است.



شکل (6 - 7): حجره واحد $NaCl$ مودل توب و میله.

هر قدر که سرعت رشد و تشکیل بلورها بطی باشد، به همان انداز کرستال‌های با کیفیت و خوب تشکیل می‌گردد. شکل (6-8) کرستال کامل طبیعی مرکب زمچ $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ را نشان می‌دهد:

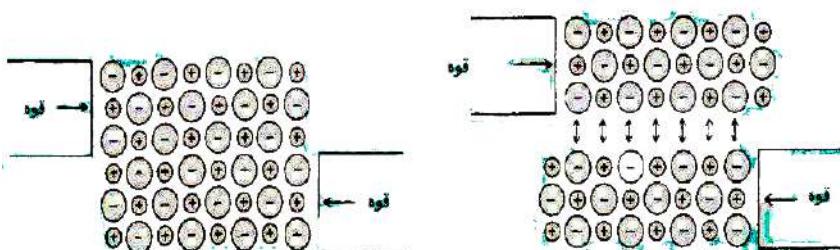


شکل (6-8): بلورهای کامل و از شکل طبیعی کامل خارج شده $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

۶-۱-۳: انواع جامدات

خواص جامدات تا حدی به اشکال هند سی شبکه‌های بلوری آن‌ها، خاصیت واحدهای قرارداده شده، یعنی اтом‌ها، آیون‌ها و مالیکول‌ها در نقاط شبکه و قوه بین آن‌ها مربوطه می‌باشد، به این اساس می‌توان جامدات را به چهار نوع ملاحظه کرد که عبارت از آبیونی، مالیکولی، کولانسی و فلزی می‌باشند.

۱- جامدات آبیونی: در شبکه جامدات آبیونی، آبیون‌های مثبت و منفی موجود است، چون قوه‌های الکتروستاتیکی (روابط آبیونی) بین آن‌ها قوی بوده و بی ترتیب ساختن این نوع شبکه‌ها امکان ناپذیر است؛ از این سبب جامدات متشکل از آبیون‌های سخت اند؛ اما این نوع جامدات شکننده بوده؛ به طور مثال: یک بلور $NaCl$ در مقابل شکننده‌گی مقاومت شدید نموده؛ اما در صورتی که بشکنند، به پودر مبدل می‌گردد.



شکل (6-9): شکننده‌گی جامدات آبیونی.

جامدات آیونی دارای نقطه ذوبان بلند بوده و توام به شکستن شبکه بلوری می‌باشد. چون روابط آیونی فوق العاده مستحکم بوده؛ بنابرآن ذوب آن‌ها به حرارت بلند صورت می‌گیرد؛ به طور مثال: $NaCl$ به حرارت $800^{\circ}C$ ذوب می‌گردد. هدایت برقی جامدات آیونی ضعیف بوده؛ زیرا آیون‌های آن‌ها آزادانه حرکت کرده نتوانسته؛ اما در حالت مذابه دارای هدایت برقی بلند می‌باشد.

فکر کنید:

شعاع آیونی، آیون‌های Na و Cl بترتیب 116pm و 167pm است، حجم Na و Cl به متر مکعب و سانتی متر مکعب و کثافت مولی آن را در یافت نمایید.

۲ - جامدات مالیکولی: در جامدات مالیکولی واحدهای که نقاط یک شبکه را تشکیل می‌دهد، مالیکول‌ها است و در هر مالیکول اтом‌ها به اساس قوه کوولانسی ترکیب شده‌اند، رابطه اشتراکی بین آن‌ها موجود می‌باشد، بین مالیکول‌ها در اجسام جامد مالیکول قوه ضعیف واندر-والس موجود است. قوه واندر-والس انواع مختلف را دارا است که مهم‌ترین آن‌ها قوه دای پول - دای پولی (Dipole-Dipole) و قوه لندن (London) است.

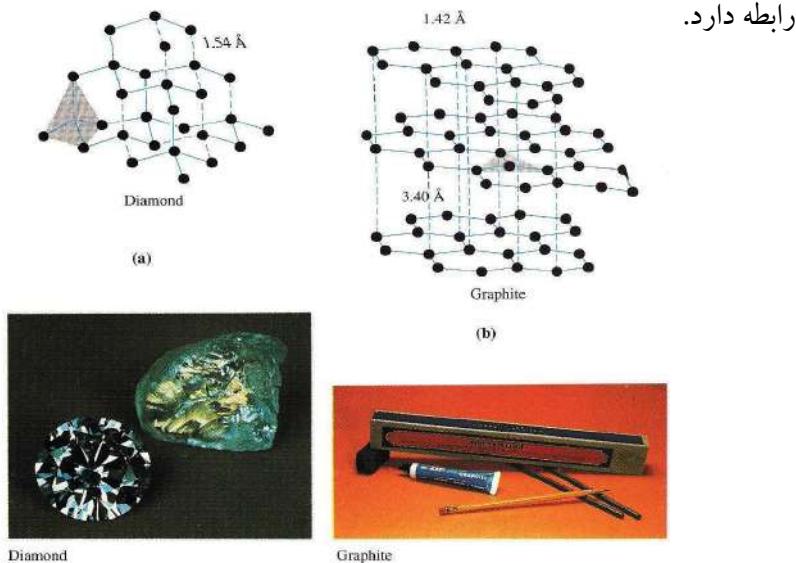
قوه دای پول - دای پولی عمل متقابل الکتریکی بین مالیکول‌های پولار Polar است، شکل ذیل به طور شیماتیک یک جوره مالیکول‌های دوقطبی مجاور یک دیگر را در یک شبکه نشان می‌دهد. قوه دای پول - دای پولی نسبت به قوه آیونی کوولانسی ضعیف است.



شکل (6-10): قوه‌های دای پول - دای پولی

۳ - جامدات کوولانسی

جامدات کوولانسی را بعضاً به نام جامدات اтомی نیز یاد می‌نمایند. درین نوع جامدات واحدی‌های تشکیل دهنده در نقاط شبکه توسط رابطه کوولنت با یک دیگر وصل گردیده اند. اтом‌ها شبکه سه بعدی را ایجاد می‌کنند که حدود فزیکی بلور گسترد و توسعه شده می‌باشند. مثال ساده جامد کوولانسی سلیکان کار باید SiC است. در شبکه این ماده هر اتم Si در ترتیب چهار وجهی با چهار اتم کاربن را بطره داشته و هر اتم کاربن با چهار اتم Si رابط برقرار نموده و در نتیجه ماده سخت جامد بلوری را تشکیل داده است، در جهه ذوبان این نوع جامدات بلند بوده؛ زیرا اتم‌ها با روابط قوی در شبکه با هم قرار داشته و چون در این نوع جامدات آيون‌ها والکترون‌های متخرک موجود نیست؛ از این سبب هادی برقی نمی‌باشند. الماس نیز از جمله نوع جامدات کوولانسی بوده که هر اتم کاربن با چهار اتم دیگر آن رابطه دارد.



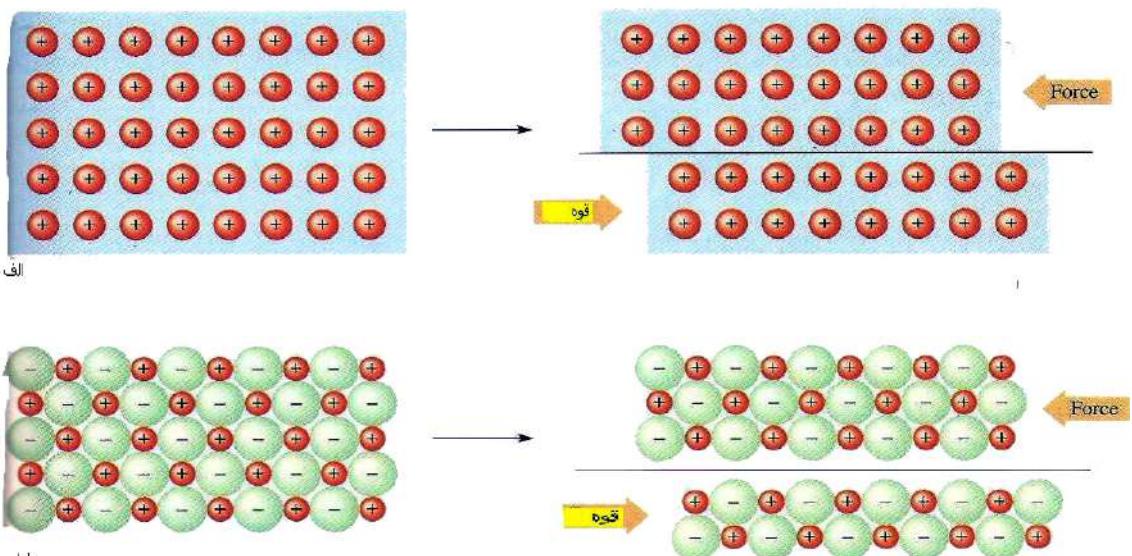
شکل (6 - 11): ساختمان جامد گرافیت و الماس.

۴ - جامدات فلزی

در یک جامد فلزی، واحدهای که نقاط شبکه را اشغال می‌نمایند، آیون‌های مثبت بوده که مثال آن را می‌توان جامد سودیم ارایه کرد. آیون‌های Na^+ نقاط یک شبکه مکعبی مرکز دار را اشغال کرده اند.

سودیم (Na) یک الکترون خود را غرض تشكیل ابر الکترونی مجموعی شبکه از دست داده و الکترون های از دست داده شده در اختیار یک و یا دو اتم نبوده؛ بلکه در تمام شبکه در حال شنا و حرکت می باشند و غیر مستقر اند. این نوع الکترون ها را به نام الکترون های آزاد یاد می کنند. بین آیون ها و ابر الکترونی یک قوه جاذبه خوبی موجود است که این قوه جاذبه ساختمان شبکه را ثابت و پایدار می سازد و هم زمان اجازه می دهد که بدون فرو پاشی شبکه تغییر شکل نماید؛ از این سبب سودیم و بعضی فلزات دیگر نرم می باشد و به ساده گی تغییر شکل می نماید. بعضی فلزات بسیار سخت بوده که مثال آن را می توان ولفرام (W) و کرومیم (Cr) ارائه کرد، در این نوع فلزات رابطه قطبی بوده، ازین سبب تمایل دارند تا انعطاف ساختمان را کمتر و از تغییر شکل آن جلوگیری نمایند. درجه ذوبان فلزات بنابر دلایل فوق در انتروال وسیع قرار دارد؛ به طور مثال: درجه غلیان کرومیم C^{3415} ؛ اما از ولفرام C^{89} است.

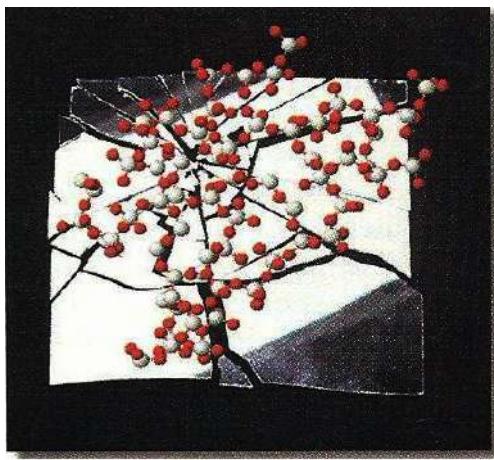
الکترون های آزاد فلزات سبب هدایت حرارتی و برقی آنها شده ، الکترون ها می توانند از یک قسمت فلز به قسمت دیگر آن حرکت نمایند که بدین اساس هدایت الکتریکی و حرارتی را سبب می گردند. الکترون های متحرک و آزاد در فلزات سبب جلای آنها نیز شده، الکترون، نوری را که به سطح فلز برخورد می نمایند، جذب نموده و دوباره به اطراف منتشر می سازد، این عمل طوری اتفاق می افتد که یک سطح فلزی نور را در تمام جهت ها منتشر می سازد:



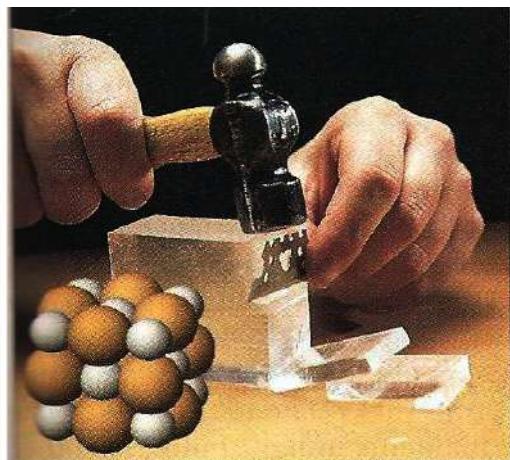
شکل (6 - 12): شبکه فلزی در فلز جامد .

۵- جامدات امورف

به حرارت‌های پایین مایعات فوق العاده سرد شده ، این حالت مایع را به نام مایع سرد شده یاد میکنند، هر قدر که حرارت ماده کم شود ، به همان اندازه مایع حالت سیال خود را از دست داده و به حالت جامد نزدیک شده تا این که حالت جامد را اختیار نموده، در این صورت ماده حالت سخت را به خود حاصل ، حجم و شکل معین را دارا می‌باشد؛ اما از نظر ساختمان داخلی، اجزای مت蟠کله آن‌ها به شکل نا منظم قرار داشته، این نوع جامدات را به نام امورف (Amorph) (بدون شکل) یاد می‌نماید و جامدات دارای ساختمان منظم را به نام جامدات بلوری (Crystal) یاد می‌نمایند.



ب



الف

شکل (6-13): الف - کرستال، ب - امورف.

در این جا سؤال پیدا می‌شود که جامدات امورف را می‌توان جامد گفت؟ لاین باشد گفت که هرشی دارای حجم و شکل معین را می‌توان جامد گفت؛ اما جامدات امورف از لحاظ ساختمان داخلی به مایعات شباهت دارند. شیشه نیز از جمله جامدات امورف است.

۶-۱: خواص جامدات

جامدات دارای حجم و شکل معین بوده؛ اما اگر حرارت آن‌ها بلند برده شود ، کمتر منبسط می‌گردد. ضریب انبساط حرارتی (تغیرنسبتی حجم بر افزایش حرارت به اندازه یک درجه) جامدات نسبت به گازات بسیار کوچک است، تأثیر فشار بالای جامدات بسیار کم است .

جامدات تقریباً غیر قابل انقباض اند؛ به طورمثال: اگر خواسته باشیم که حجم یک مقدار نمونه نقره را به نصف برسانیم، باید بالای آن $10^5 atm$ فشار وارد گردد. وابسطه گی حجم جامدات با فشار و حرارت مربوط به ساختمان آنها می‌باشد. فاصله بین اтом‌ها و مالیکول‌ها در جامدات بسیار کم بوده؛ اما در گازات این فاصله زیاد است. بر علاوه ساختمان، تقریباً غیر قابل تغییر، یک ماده جامد نشان می‌دهد که در ساختمان جامدات مالیکول‌ها و اтом‌ها با هم دیگر رابطه مستحکم برقرار نموده و حرکت مالیکول‌ها در جامدات بطی و حتی به ملاحظه نمی‌رسد. مایعات به سرعت زیاد جاری شده و چون در مایعات مالیکول‌ها به آسانی یکی بالای سطح دیگر لغزیده و روی همین علت است که مایعات شکل ظروفی را به خود اختیار می‌نمایند که در آن قرار داشته باشند، از طرف دیگر قوّه جذب بین مالیکولی در مایعات نسبت به گازات بیشتر و قوی تر بوده، این عامل سبب می‌شود تا مقاومت داخلی در مقابل جاری شدن یک مایع نسبت به گازات بیشتر باشد.

۶-۲: مایعات

مایعات را میتوان به دو طریقه بدست آورد:

۱ - طریقه ذوب جامدات

۲ - طریقه مایع ساختن گازات

در طریقه اول ماده جامد انرژی را جذب نموده و این انرژی به ازدیاد انرژی حرکی ذرات آن به مصرف می‌رسد. در طریقه دوم قوّه جاذبه بین مالیکول‌های مواد در فاز گازی زیاد شده و سیستم به محیط ماحول انرژی داده و به مایع تبدیل می‌گردد؛ چون ذرات تشکیل دهنده مایعات با هم خیلی نزدیک است؛ از این سبب مایعات مشابه به جامدات بوده می‌تواند و از طرف دیگر چون مالیکول‌ها و ذرات مایعات آزادانه حرکت کرده می‌تواند؛ بنابراین مشابه به گازات نیز بوده می‌تواند.

۶-۲-۱ : خواص عمومی مایعات

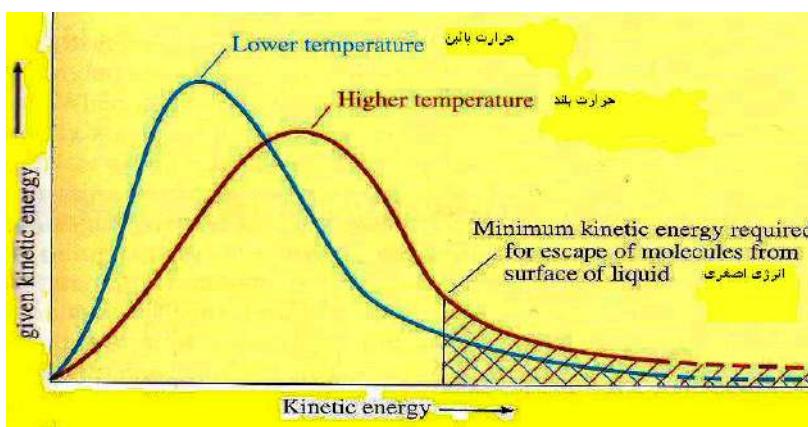
مایعات به سرعت زیاد جاری شده و چون در مایعات مالیکول‌ها به آسانی یکی بالای سطح دیگر لغزیده و روی همین علت است که مایعات شکل ظروفی را به خود اختیار می‌نمایند که در آن قرار داشته باشند، از طرف دیگر قوّه جذب بین مالیکولی در مایعات نسبت به گازات بیشتر و قوی تر بوده، این عامل سبب می‌شود تا مقاومت داخلی در مقابل جاری شدن یک مایع نسبت به گازات بیشتر باشد.

۶-۲-۱: مقایسه انتشار مایعات با گازات

چون حجم گازات را اکثرًا فضای خالی تشکیل داده و تصادم مالیکول‌ها در آن‌ها کم است؛ اما این مطلب در مایعات کمتر موجود بوده؛ بنابراین گفته می‌توانیم که انتشار مایعات نسبت به گازات سریع بوده و برخورد مالیکول‌ها در مایعات زیاد تر است؛ ازین سبب حرکت آن‌ها به سمت معین صورت نمی‌گیرد؛ به طور مثال: اگر یک قطره رنگ مایع را در آب علاوه نماییم، دیده خواهد شد که رنگ در آب به آهستگی منتشر می‌گردد و تمام حجم ظرف پراز آب را احتوایی کند، قابلیت تراکم پذیری مایعات نسبت به گازات کمتر است، مایعات دارای حجم خاص مربوط به خود بوده، گرچه شکل مایع تابع شکل ظرف است؛ اما یک مایع برخلاف گازات تمامی حجم ظرف را اشغال نمی‌کند. قوه جاذبه مالیکول‌ها باعث تراکم نسبی آن‌ها نسبت به گازات می‌گردد.

مایعات دارای کشش سطحی بوده، کشش سطحی عبارت از میل یک مایع جهت کاهش سطح خود می‌باشد که آن را تبارز می‌دهد و ناشی از عدم توازن قوه‌ها در سطح مایع است، طوری که مالیکول‌های داخلی باعث کشش مالیکول‌های خارجی به داخل می‌گردد، در این صورت بالای مالیکول‌های سطحی قوه موثری جهت خشی نمودن قوه داخلی موجود نمی‌باشد.

۶-۲-۲: تبخیر و فشار بخار مایعات



شکل (6-14): توزیع انرژی مالیکولی در یک مایع.

یکی از خواص مهم مایعات عبارت از تبخیر آن‌ها است، سرعت مالیکول‌های مایع مانند سرعت مالیکول‌های جامد و گازات مختلف بوده و در مقابل، انرژی حرکی مالیکول‌های مایع

نیز مختلف بوده و در هر لحظه بعضی از مالیکول‌ها سریع حرکت نموده و در آن محیط بعضی از مالیکول‌ها حرکت بطي را دارا اند. گراف فوق مطلب را به وضاحت توضیح می‌نماید.

گراف انرژیکی مالیکول‌ها در یک مایع و توزیع آن قرارشکل فوق توضیح می‌نمایند که در حرارت بلند اکثر مالیکول‌ها با انرژی حرکی بیشتر در محیط موجود می‌باشند. آن عده از مالیکول‌های که در سطح یک مایع قرار دارند، در صورتی که خود را از قوه جاذبه مالیکول‌های دیگر نجات دهند، به بخار تبدیل می‌شوند که این عملیه را تبخیر می‌نامند، عملیه تبخیر در هر لحظه امکان پذیر است. از دیاد حرارت باعث از دیاد انرژی حرکی مالیکول‌های مایع شده، عملیه تبخیر سریع می‌گردد.

۶-۲-۱-۳: درجه غلیان مایعات

اگر مایع دریک ظرف سرباز حرارت داده شود گرمای (حرارت) آن زیاد شده، غلیان می‌نماید. در موقع جوش یک مایع به فشار ثابت نقطه جوش آن ثابت می‌ماند. در حقیقت به فشار ثابت حرارتیکه مایع در آن غلیان می‌نماید به نام نقطه جوش همان مایع یاد می‌گردد. در صورت غلیان یک مایع، فشار بخار یک مایع مساوی به فشار خارجی وارد یا اتموسفیر می‌باشد.

پروسه غلیان مایعات در ظروف سرباز رونما شده؛ اما در ظروف سربسته صورت نمی‌گیرد. در ظروف سرباز فشار وارد خارجی بالای مایع ثابت بوده و با تغییر فشار خارجی درجه غلیان نیز تغییر می‌نماید، طوری که با از دیاد فشار درجه غلیان مایعات زیاد شده؛ اما با کاهش فشار حرارت غلیان مایع کم می‌شود؛ به طور مثال: درجه غلیان آب در یک اتموسفیر فشار C^0 100 بوده؛ اما در مناطق مرتفع که فشار $650mmHg$ باشد، آب در C^0 95 غلیان می‌نماید.

فعالیت



- الف - حرارت غلیان آب در بلندی کوه زیاد است و یا در قسمت پایین آن، چرا؟
- ب - پختن کچالو در آب در بلندی کوه زمان بیشتر را در بر می‌گیرد و یا در قسمت پایین آن؟
- ج - آیا آبی که در بالای کوه می‌جوشد، دست را بیشتر می‌سوزاند و یا آبی که در پایین کوه می‌جوشد، دست را بیشتر می‌سوزاند؟

پروسه غلیان در ظروف سربسته عملاً "به وقوع نمی‌پیوندد؛ زیرا در ظرف سربسته بخارات جمع شده و سطح مایع را بخار احاطه نموده و فشار سطح مایع را افزایش بخشدیده و مانع غلیان مایع می‌گردد، درین صورت هر قدر که حرارت بالای آن زیاد گردد، به همان اندازه

فشار مجموعی در سطح مایع در ظرف سربسته زیاد شده و در این صورت علاوه بر دیده غلیان به وقوع نمی‌پیوندد و تمام مایع ظرف سربسته به بخار تبدیل می‌شود.



الف - آیا عملیه جوشاندن در دیگ بخار سربسته بالای شعله آتش قرار گرفته، صورت میگیرد؟

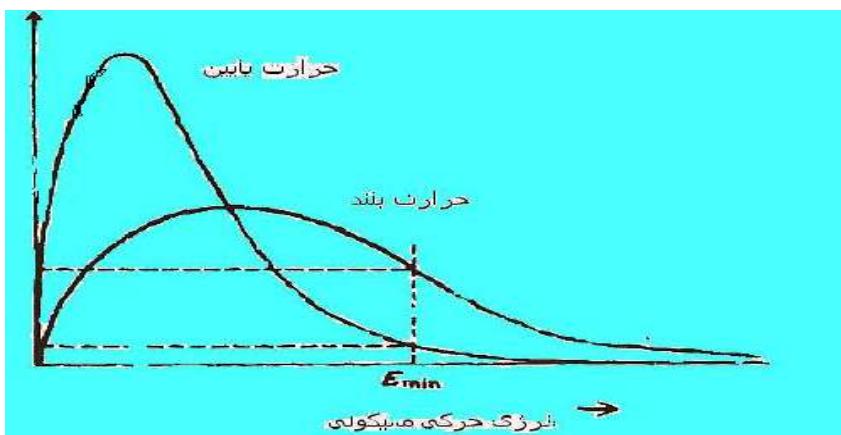
ب - چرا در بالای دیگ‌های بخار سوراخ هارا به وجود می‌آورند تا در موقع مناسب باز و بخار خارج گردد؟

ج - حرارت آب در دیگ بخار بیشتر است و یا اینکه در دیگ‌های سر باز، آب در کدام دیگ در حالت جوش بیشتر می‌باشد؟

خلاصه اینکه حالت جامد و مایع ماده تقریباً مشابه بوده و از حالت گاز ماده فرق دارد.

۶-۲-۴: حرارت و تغییرات ماده

اگر یک ماده جامد حرارت داده شود، کدام پدیده دیده خواهد شد؟ به صورت عموم ماده جامد ذوب شده به مایع تبدیل می‌گردد، اگر مایع حاصله هنوز حرارت داده شود به یک درجه معین حرارت غلیان می‌نماید و فاز گاز را تشکیل می‌دهد. منحنی گرمای زمان تغییرات سه حالت (جامد، مایع و گاز) آب را قرار ذیل ملاحظه می‌نماییم:



شکل (6-15): گراف منحنی واپستگی گرمای زمان تغییرات سه حالت آب.

انرژی که به داخل یخ می‌گردد، اهتزازات حرکی مالیکول‌های آب را زیاد ساخته، در نتیجه مالیکول‌ها از هم جدا شده و شبکه‌های کرستالی از هم مجزا می‌گردد که در این صورت ماده جامد به مایع تبدیل می‌شود و انرژی مالیکول‌ها به اندازه بیشتر زیاد می‌گردد که این مالیکول‌ها موقعیت خود را در شبکه از دست داده و ماده جامد به مایع تبدیل می‌گردد.

حرارت جامدات در ذوب شدن تا هنگامی ثابت باقی می‌ماند که به طور کامل، ماده جامد به مایع تبدیل نگردیده باشد. بعد از ذوب درجه حرارت الی درجه غلیان بلند می‌رود (در صورت آب به 100°C بلند می‌رود) و این درجه حرارت الی تبخیر شدن کامل ثابت باقی می‌ماند. زمانیکه مایع کاملاً تبخیر گردد، درجه حرارت بلند می‌رود.

فعالیت



تحقیق نمایید که چرا مواد جامد در اثر افزایش حرارت ذوب می‌گردد؟ چرا در اثر افزایش حرارت مایعات به بخار و یا گاز تبدیل می‌گردند؟ اشکال ذیل را ملاحظه نموده، جواب ارایه کنید:



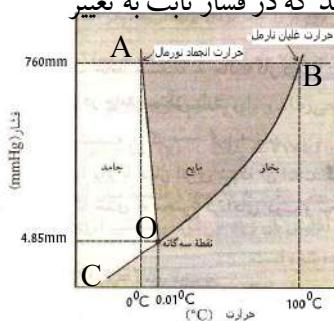
شکل (6 - 16): حالت‌های آب در حرارت‌های مختلف

نقطه ذوبان و غلیان یک ماده توسط فشار بخار حالت‌های جامد و مایع تعیین می‌گردد. گراف ذیل فشار بخار جامد و مایع آب را نشان می‌دهد:

خط OA: در فشار یک اتموسfer سرحد بین جامد و مایع را نشان میدهد که در فشار ثابت به تغییر درجه حرارت جامد به مایع تبدیل می‌شود.

خط OC: اگر فشار از نقطه سه گانه کم باشد فاز جامد به فاز بخار تبدیل می‌شود، (تصعید).

خط OB: سرحد بین مایع و بخار بوده که به هر فشار و درجه حرارت، تعادل بین مایع و بخار را نشان می‌دهد. اگر فشار ثابت باشد به افزایش درجه حرارت مایع به بخار تبدیل می‌شود.



شکل (6 - 17):وابستگی فشار بخار آب با حرارت

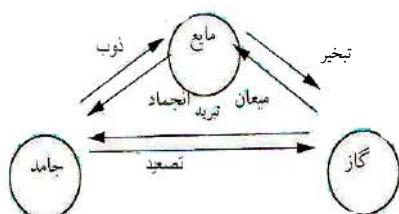
۶-۲-۱: انجاماد مایعات

زمانی که از یک مایع حرارت گرفته شود؛ در این صورت انرژی حرکی مالیکول‌ها کم شده، حرارت مایع پایین آمده، بالآخره حالت ثابت را به خود اختیار نموده و هم زمان به آن بلورهای جامد مواد حاصل می‌شود. درجه انجاماد یک مایع عبارت از همان مقدار درجه حرارت است که فاز جامد و مایع یک ماده در حال تعادل با یک دیگر قرار دارند.



واضح است که اگر حرارت از یک مایع گرفته شود، سمت پروسه به طرف راست ادامه پیدا می‌نماید، این حالت را انجامد می‌نامند. در صورتی که به مواد جامد حرارت داده شود، جریان پروسه قرار معادله فوق به طرف چپ ادامه پیدا می‌نماید، این پروسه را ذوب می‌نامند. سرعت انجامد معادل سرعت ذوب می‌باشد، طوری که سیستم نه حرارت جذب و نه آزاد می‌نماید. چون پروسه رفت و بازگشت در این سیستم در عین درجه حرارت اتفاق می‌افتد؛ بنابراین نقطه ذوب و انجامد یک ماده خالص یکسان است.

تبديل حالت جامد اجسام را به طور مستقیم به حالت گاز به نام عملیه تصعید (Sublimation) یاد می‌نمایند. حالت جامد مواد مانند حالت مایع و گاز دارای فشار بخار بوده و چون قوّه کشش بین مالیکولی در جامدات قوی بوده؛ بنابراین فشار بخار جامدات کمتر می‌باشد. در حالت تعادل فشار بخار جامد و گاز با هم مساوی بوده و درجه حرارت سیستم در حالت تعادل ثابت می‌باشد. اگر حرارت ماده گازی کم گردد و بدون اینکه مایع شود، جامد می‌گردد، این پدیده را تبرید (سرد ساختن) می‌نامند، بعضی از مواد را میتوان در شرایط عادی به طریقه تصعید و تبرید خالص کرد که مثال آنرا می‌توان آئودین و نفتالین ($C_{10}H_8$) ارائه کرد.



به صورت عموم یک ماده نظر به شرایط میتواند به سه حالت (جامد، مایع، گاز) ملاحظه شود که تبدیل این سه حالت را به یک دیگر شیمایی ذیل ارائه میدارد.

شکل (6-18): تبدیل سه حالت ماده به یک دیگر

۶-۳: گازات

۶-۳-۱: صفات گازات

طبیعت گازات به اندازه قابل ملاحظه با هم مشابه بوده و این تشابه به ما امکان آن را میسر می‌سازد تا گاز ایدیال را تعریف نماییم و سپس خواص گازات حقیقی را با خواص گازات ایدیال مقایسه کرده، درین صورت خواهیم یافت که گازات حقیقی و گازات ایدیال یا طبیعت مشابه را در بعضی موارد خواهد داشت. (در صورتی که فشار زیاد نباشد و هم حرارت وارد بالای آن ها نیز پایین باشد) خواص گازات از جمله فکتورهای مواد گازی است که می‌توان آن را توسط قوانین ساده توضیح کرد؛ در اینجا اول لازم است تا فکتورهای رامورد بحث قرار دهیم که بالای گازات تاثیر دارند، آن‌ها عبارت از حجم، فشار، مقدار گاز و حرارت بوده و این‌ها از جمله فکتورهای اند که در مباحث بعدی این فصل کمک شایانی را در مورد قوانین آزمایشی خواهند نمود.

حجم

چون گازات به طور آنی منبسط شده و ظرف مربوط خود را پر می‌نمایند، پس حجم گازات به طور عموم معادل حجم ظرف آن‌ها است؛ اما امروز توصیه گردیده است که کمیت‌های اندازه گیری حجم گازات باید مطابق به سیستم بین‌المللی به شکل واحد تعیین گردد. چون در سیستم بین‌المللی (SI) واحد فاصله متر (m) است. بنابر آن واحد حجم در (SI) متر مکعب (m^3) بوده و عمدهاً بحث واحد حجم $decm^3$ (دیسی متر مکعب) انتخاب می‌گردد که حجم یک دیسی متر مکعب را به نام لیتر (Liter) یاد می‌کنند. برای اندازه گیری احجام مواد از اجزا و اضعاف استفاده می‌نمایند که بطور عمده cm^3 است و $1cc = 1cm^3 = 1mL$ است.

فشار

قوه واردہ فی واحد سطح عبارت از فشار است

$$P = \frac{F}{S}$$

واحد فشار در سیستم CGS عبارت از Bary، در سیستم MKS، پاسکال و در سیستم FPS پوند (Lb) تقسیم بر In^2 بوده که به نام پیسی Psi نیز یاد می‌شود.
 $1atm = 14.7lb / In^2$
 $1atm = 14.7Lb \cdot Inch^{-2} = Psi = 760mmHg$
 $1atm = 760mmHg = 760torr$
و ملی مترستون سیماب است.
 $1atm = 14.1b / inch^2 = 101.3Kpa$

مقدار ماده گازی

به صورت عموم مقدار مواد به مول اندازه می شود که به (n) افاده می گردد. مقدار مول های ماده را می توان از تقسیم نمودن گرام ها ماده مطلوب بر کتله مالیکولی یا اтомی آن

$$n = \frac{m}{M}$$
 به دست آورد:

حرارت گازات

حرارت گازها به صورت عموم به کالوین اندازه می گردد که کالوین را به نام حرارت مطلقه نیز یاد می نمایند:

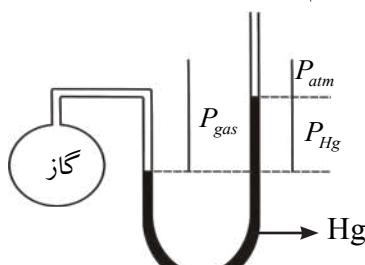
$$TK = {}^{\circ}C + 273$$

۳-۲-۶: قانون بایل (Boyls Law)

در سال 1662 م رابرت بایل و آدام ماریوت دو فریکدان فرانسوی مستقل از یک دیگر رابطه بین حجم و فشار گازات را به حرارت ثابت مطالعه نموده اند، در نتیجه دریافت نموده اند که به حرارت ثابت ($T = \text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین آن، معکوساً متناسب به فشار است.

$$V \approx \frac{1}{P} - 1$$

علمای مذکور از دستگاهی استفاده نموده اند که در آن یک نمونه گاز در قسمت تحتانی بسته شده مانو متر درجه دار قرار داشت. با علاوه نمودن سیماب به انجام باز مانو متر میتوان فشار گاز را افزایش داد و با ازدیاد فشار حجم گاز را در مراحل مختلف اندازه گیری کرد:



شکل (6-19): مانومتر سرباز با گاز هایدروجن:

$$P_{atm} + P_{Hg} = P_{gas}$$

نتایج یک عدد از اندازه گیری های فشار- حجم گاز هایدروجن مورد تجزیه که به

حرارت $25^{\circ}C$ انجام گردیده است، در جدول ذیل تحریر شده است:
جدول (6-1): تراکم گاز هایdroجن در حرارت $25^{\circ}C$

نمبر تجارب	mm Hg فشار به	ml حجم به	حجم ضرب فشار
I	760	25	$1.75 \cdot 10^2$
II	830	21.1	$1.75 \cdot 10^2$
III	890	19.7	$1.75 \cdot 10^2$
IV	1060	16.5	$1.75 \cdot 10^2$
V	1240	14.1	$1.75 \cdot 10^2$
VI	1510	11.6	$1.75 \cdot 10^2$

در این نتایج دو نکته مهم نهفته است: اول اینکه با ازدیاد فشار حجم گاز هایdroجن کم شده و دوم اینکه ازدیاد فشار و تنقیص حجم طوری است که حاصل ضرب فشار و حجم ثابت باقی میماند و این فکتور (PV) توجه بایل و ماریوت را به خود جلب نمود که معادله آن قرار ذیل است:

$$PV = K \quad \text{--- 2}$$

در رابطه فوق V حجم گاز و K ثابت بوده و مقدار آن به حرارت و مقدار گاز مربوط است. به این اساس معادله I را می‌توان به طور مکمل قرار ذیل نیز تحریر کرد:

T= Constant , n= Constant

$$PV = K \quad \text{--- 3}$$

معادله 1 و 2 را به نام قانون بایل و ماریوت یاد می‌نمایند: این معادله را می‌توان قرار ذیل تحریر کرد:

$$V = \frac{K}{P} \quad \text{--- 4}$$

به صورت خلاصه گفته می‌توانیم که به حرارت ثابت حجم یک مقدار معین گاز معکوساً متناسب به فشار است.

مثال: یک گاز آیدیال در دستگاه اندازه گیری بایل قرار دارد، طوریکه به فشار 625 mmHg حجم آن 247 mL است. در صورتیکه فشار به 825 mmHg تغییر نموده

باشد، حجم گاز را در این تغییر فشار محاسبه نمایند ($T = \text{Constant}$).

حل: طبق قانون بایل $P_1 V_1 = P_2 V_2 = K$ است، پس $P_1 V_1 = K$ شده

می‌تواند:

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = 247 \text{ mL} \\ P_1 = 625 \text{ mmHg} \\ P_2 = 825 \text{ mmHg} \\ V_2 = ? \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \\ V_2 = \frac{V_1 P_1}{P_2} \\ V_2 = \frac{247 \text{ mL} \cdot 625 \text{ mmHg}}{825 \text{ mmHg}} = 187 \text{ mL} \end{array}$$

مشق و تمرین کنید

به فشار 1.23 atm حجم گاز آیدیا 4.63 L است در صورتیکه فشار $4.14 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$ تغییر نماید، حجم گاز را دریافت نماید. ($T = \text{constant}$).

فعالیت



در معادله $PV = K$ به نام ثابت بایل می‌گردد، مقدار این ثابت را برای گازات در شرایط ستندرد به $\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{pa} \cdot \text{m}^3$ دریافت نماید.

۶ - ۳ - ۳ : قانون چارلس (قاییر حرارت بالای گازات)

در سال ۱۷۸۷ م فریکدان فرانسوی به نام ج. چارلس تغییرات حجم گازات را با تغییرات حرارت به فشار ثابت دریافت کرد. عالم مذکور ملاحظه نمود که در فشار ثابت ($P = \text{constant}$) اگر حرارت واردہ را بالای گازات از 0°C الی 80°C تغییر دهیم، تغییرات حجم گازات، معادل یک دیگر خواهد بود. در سال‌های ۱۸۰۶ تا ۱۸۰۸ ۱۸۰۸ گیلو سگ توانست فهرست گازات چارلس را کامل سازد و در ضمن نام برد نشان داد که به فشار ثابت از دیگر یک درجه سانتی گراد حرارت، از هر درجه سانتی گراد حجم گاز $\frac{1}{273}$ حجم اولی انساط حاصل مینماید. نتایج سه نمونه از مطالعات چارلس و کیلو سگ در گراف شکل (۶-۲۰) فار ذیل ارایه گردیده است، در این گراف برای سه نمونه با کتله‌های مختلف از هایدروژن رابطه بین حرارت و حجم توضیح گردیده است، در این تجربه فشار ثابت بوده، اگر این خطوط گراف وابستگی حرارت و حجم ادامه داده شود، محور افقی درجه حرارت را در یک نقطه

مشخص که در این نقطه $V=0$ است، قطع خواهد کرد. از تجربه‌های ذکر شده نتیجه گیری می‌شود که در صورت تنزیل حرارت به 0°C - 273°C حجم گازات مساوی به صفر است، ظاهرًاً به حرارت 273°C - گاز باید از بین رود.

از تجرب اجرا شده لازمه بالای گازات مختلف، نتیجه گیری گردیده است که از رسم گرافیکی آن‌ها خطوط مستقیمی حاصل می‌گردد و آن‌ها تمامًا محور افقی حرارت را در یک نقطه معین (-273°C) قطع می‌نمایند. چون حجم کمتر از صفر موجود بوده نمی‌تواند، پس حرارت (-273°C) - کمترین حرارت بوده از این سبب آن را صفر مطلق قبول نموده‌اند (رقم دقیق آن -273.15°C) است. معادله عمومی خطوط مستقیم (شکل 6-20) عبارت است از:

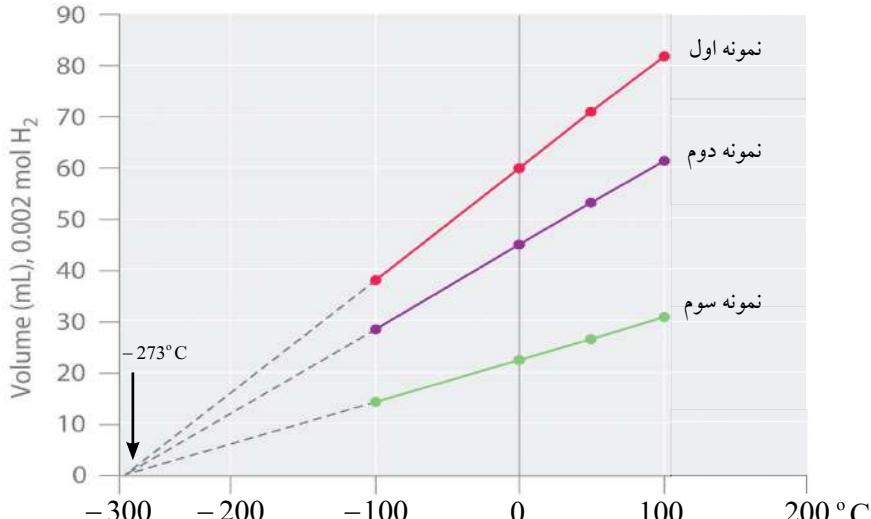
$$V = a(t + 273) \quad \dots \dots \dots \quad \text{I}$$

در معادله یک V حجم گاز t درجه حرارت به $^{\circ}\text{C}$ و a میل خط مستقیم است. مقیاس

درجه سانتی گراد را می‌توان چنین تحریر کرد $Tk = ^{\circ}\text{C} + 273$

پس:

$$\frac{V}{T} = a(n \cdot p) \quad \dots \dots \dots \quad \text{II}$$



شکل (6-20): رابطه بین فشار و حرارت

به فشار ثابت ($P=\text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین، تناسب مستقیم به حرارت دارد. قضیه فوق مربوط به چارلس و به قانون کیلوسک ارتباط دارد.

اگر به فشار ثابت حجم یک مقدار معین گاز V_1 باشد؛ در این صورت حرارت واردہ اولی گاز مذکور T_1 بوده، در صورتیکه حرارت به T_2 تغییر نمایند، حجم گاز V_2 است؛ بدین اساس نوشته کرده می‌توانیم که :

$$V = KT \quad \dots \quad 3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = K \quad \dots \quad 4$$

$$\frac{V_2}{T_2} = K \quad \dots \quad 5$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \dots \quad 6$$

مثال: یک گاز ایدیال در C^{25} به اندازه $1.28L$ حجم را اشغال میکند. در صورتیکه حرارت به C^{50} تغییر نماید، حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟ (در فشار ثابت)

حل:

$$V_1 = 1.28L$$

$$t_1 = 25^\circ\text{C} \quad T_1 = 25^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C} = 298\text{ K}$$

$$t_2 = 50^\circ\text{C} \quad T_2 = 50^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C} = 323\text{ K}$$

$$V_2 ?$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{1.28L \cdot 323K}{298K} = 1.39L$$

فکر کنید 

به فشار ثابت و حرارت C^{27} یک گاز آیدیال $128cm^3$ حجم را اشغال نموده است، در صورتی که حجم گاز مذکور به $214cm^3$ تغییر نموده باشد، حرارت واردہ چقدر خواهد بود؟

مثال: به حرارت C^0 و فشار 1atm یک گاز ایدیال $2.65L$ حجم را اشغال نموده است. اگر هم زمان حرارت C^0 و فشار به 2atm بلنده بود، در این صورت حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟

حل:

$$1 - \text{قرار قانون بایل (n و T ثابت)} : V \approx \frac{1}{P}$$

$$2 - \text{قرار قانون چارلس (n و p ثابت)} : V \approx T$$

از ترکیب معادله بایل و چارلس می‌توان تحریر کرد که

$$V = \frac{CT}{P} \quad (\text{n ثابت})$$

درین جا C ثابت تناسب بوده که تناسب را به مساوات تبدیل نموده است؛ پس:

$$\frac{PV}{T} = C$$

رابطه فوق را به نام قانون ترکیب گازات یاد می‌کنند که آن را می‌توان به دو حالت مختلف گازات قرار ذیل تحریر کرد:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = C$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = C$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{1\text{atm} \cdot 2.65L \cdot 348K}{2\text{atm} \cdot 298K} = 1.55L$$

۶-۳-۴: اصل اوگدرو

قرار قانون گیلوسک: نسبت حجم‌های گازات تعامل کننده در یک تعامل کیمیاوی تحت عین شرایط فشار و حرارت اعداد تام و کوچک است؛ به طور مثال: نایتروجن و هایدروژن تحت فشار و حرارت زیاد با هم تعامل نموده امونیا را تشکیل میدهد، نسبت حجمی نایتروژن و هایدروژن در تشکیل امونیا $1:3$ و همچنان بر عکس آن $3:N_2 = 1:H_2$ است؛ یعنی:



دو حجم \longrightarrow یک حجم + سه

در این مورد سؤال مطرح می‌گردد، اینکه: چرا رابطه بین حجم‌ها دقیقاً همان رابط است که بین تعداد مالیکول‌های مواد تعامل کننده در تعامل کیمیاژی موجود است؟
 جواب این سؤال طوری است که حجم‌های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی مالیکول‌ها را دارا است (قانون اول اوگدرو). تعداد مساوی ذرات (مالیکول‌ها، اتوم‌ها و یا ایون‌ها) گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت حجم‌های مساوی را اشغال می‌نماید. (قانون دوم اوگدرو).
 به اساس اصل اوگدرو حرارت و فشار ثابت، حجم گازات مستقیماً متناسب به تعداد مول همان گاز است:

$$T=\text{constant}$$

$$P=\text{constant}$$

$$V \approx n \quad \dots \quad 1$$

$$\frac{n}{V} = K \quad \dots \quad 2$$

مشق و تمرین کنید

- الف - حجم اشغالی $3.011 \cdot 10^{23}$ مالیکول گاز نایتروجن در شرایط STP چند لیتر خواهد بود؟
- ب - حجم مولی گازات مربوط به کدام عامل است؟ بادر نظر داشت حجم مولی در شرایط سنتردد، حجم مولی گازات را در فشار یک اتموسفیر و حرارت 127°C محاسبه نماید.

۶-۳-۵: قوانین گازات ایدیال

قانون بایل، قانون چارلس و اصل اوگدرو هر سه بیان کننده تناسبی اند که گازات ایدیال را توصیف می‌نمایند، تناسب علمای مذکور را قرار ذیل خلاصه می‌توانیم:

$$V \approx \frac{1}{P} \quad (\text{قانون بایل}) \quad n \text{ و } T \text{ ثابت}$$

$$V \approx T \quad (\text{قانون چارلس}) \quad P \text{ و } n \text{ ثابت}$$

$$V \approx n \quad (\text{اصل اوگدرو}) \quad P \text{ و } T \text{ ثابت}$$

از این سه تناسب می‌توان تحریر کرد که:

$$V \approx \frac{1}{P} nT \quad ----- \quad 3$$

اگر تناسب معادله 3 را به مساوات تبدیل نماییم، راکه به نام ثابت گازات یاد می‌شود،

$$V = RTn \frac{1}{P} \quad \text{به طرف راست معادله معامله نموده، حاصل می‌شود که:}$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$PV = nRT \quad ----- \quad 4$$

رابطه 4 را به نام معادله عمومی حالت گازات آیدیال یا کامل یاد می‌نمایند، قیمت R مربوط به

حجم، حرارت و فشار و مقدار گازات بوده و نظریه شرایط، مقدار گاز قیمت آن فرق دارد.

در شرایط STP یک مول هر گاز 22.4L حجم را شغال می‌نمایند. به این اساس اگر قیمت‌های

n, T, P و V گازات آیدیال در معادله عمومی حالت گازات معامله گردد، قیمت‌های مختلف

R نظریه قیمت‌های پارامترهای فوق الذکر حاصل می‌گردد:

$$\left. \begin{array}{l} T = 0^\circ\text{C} = 273\text{K} \\ P = 1\text{atm} = 101.3\text{KPa} \\ n = 1\text{mol} \\ V = 22.4\text{L} = 22.4 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3 \\ R = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} PV = nRT \\ R = \frac{PV}{nT} \\ R = \frac{101.3\text{KPa} \cdot 22.4 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3}{1\text{mol} \cdot 273\text{K}} = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \end{array}$$

مثال: به فشار 0.432atm یک گاز آیدیال 8.64L . حجم را شغال نموده است. مقدار آن 0.176 مول است حرارت واردہ بالای گاز مذکور را دریافت نمایید.

حل:

$$T = ?$$

$$PV = nRT$$

$$P = 0.432$$

$$n = 0.176\text{mol}$$

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{0.432\text{atm} \cdot 8.64\text{L}}{0.176\text{mol} \cdot 0.0802\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}\text{K}^{-1}} = 258\text{K}$$

$$V = 8.64\text{L} = 8.64 \cdot 10^{-3}\text{m}^3$$

$$R = 0.0802\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

خود را آزمایش کنید

5g گاز آکسیجن در حرارت 35°C به اندازه 6L حجم را شغال نموده است. فشار وارد

بالای گاز مذکور چقدر خواهد بود؟

کثافت گازات

کتلۀ مولی گاز تقسیم بر حجم یک مول گاز در شرایط ستندرد را به نام کثافت مولی گاز

یاد می‌نمایند:

$$D_{\text{mol}} = \frac{m(\text{mol})}{V_{\text{STP}}}$$

مثال:

5g گاز هیدروژن به حرارت 22°C و فشار یک اتموسفیر (101,3KPa) 61,5 لیتر حجم

دارد. کثافت مولی آن را در یافت نمایید.

حل:

چون $n = \frac{m}{M}$ است، اگر قیمت n را در معادله $PV = nRT$ معامله نماییم، داریم که

$$PM = \frac{m}{V} RT \quad \text{با} \quad PV = \frac{m}{M} RT \quad \text{با} \quad PV = nRT$$

$$d = \frac{PM}{RT} \quad \text{با} \quad PM = dRT$$

$$d = \frac{101.3\text{KPa} \cdot 2.016\text{g/mol}}{8.31\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 295\text{K}} = 0.09\text{g/L}$$

$$d = \frac{1\text{at} \cdot 2.016\text{g/mol}}{0.082\text{L} \cdot \text{at} / \text{mol} \cdot \text{K} \cdot 295} = 0.09\text{g/L}$$

مثال

کثافت گاز آکسیجن را به حرارت 350K و فشار 2.5atm دریافت نمایید ، کتله مالیکولی گاز آکسیجن 32amu است .

$$D = \frac{PM}{RT}$$

$$D = \frac{2.5atm \cdot 32g \cdot mol^{-1}}{0.082L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 350K} = 2.79g \cdot L^{-1}$$

مشق و تمرین کنید

فشار یک نمونه گاز نایتروژن را که کثافت آن به حرارت 300K مساوی به $2.0g/L$ باشد، دریافت نمایید ، کتله یک مول نایتروژن مساوی به $28g/mol$ است .

۳-۶ : محاسبه حجم مولی یک گاز آیدیال در شرایط STP

محاسبات نشان داده است که حجم یک مول گاز آیدیال در شرایط STP مساوی به $22.4L$ است.

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1mol \cdot 0.0802atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 273K}{1atm} = 22.4L$$

$$V = 22.4L$$

به این اساس در شرایط STP یک مول هر گاز $22.4L$ حجم را اشغال می نماید.

۳-۷ : دریافت کتله مالیکولی گازات به اساس معادله عمومی گازات و کثافت گازات

معادله عمومی گازات را در نظر گرفته، به اساس آن می توان کتله مالیکولی گازات را دریافت کرد:

$$PV = nRT \quad ---1$$

$$n = \frac{m}{M} \quad ---2$$

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad M = \frac{mRT}{PV}$$

مثال: کثافت گاز فاسفین به حرارت C^0 و فشار 732mm Hg مساوی به 1.26g/L است، گاز مذکور آیدیال بوده کتله مالیکولی آن را محاسبه نمایید.

حل:

$$\left. \begin{array}{l} P = 732 \text{ mmHg} \\ d = 1,26 \text{ g} \\ V = 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3 \\ T = 50^{\circ}\text{C} = 323 \text{ K} \\ R = 62,36 \text{ mmHg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ M = ? \end{array} \right\} \begin{aligned} M &= \frac{mRT}{PV} \\ M &= \frac{1.26 \text{ g} \cdot 62.36 \text{ mmHg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 323 \text{ K}}{732 \text{ mmHg} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} \\ M &= 34 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

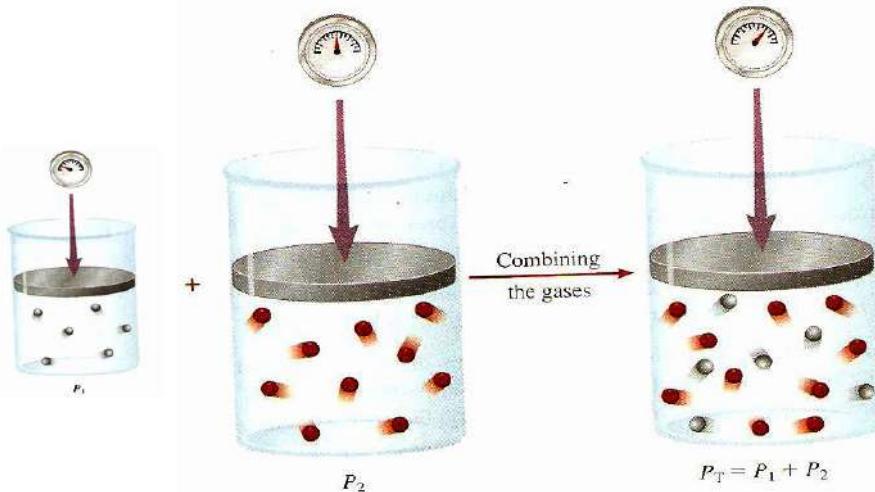
مشق و تمرین کنید

به حرارت صفر درجه سانتی گراد و فشار $0,1\mu\text{Pa}$ یک لیتر گاز هایدروکاربن مشبوع 1.96g کتله دارد، کتله مالیکولی و فورمول آن را دریافت نمایید.

۳-۶ : مخلوط گازات (فشار قسمی یا جزیی دالتن)

جان دالتن در سال 1801 به اساس یک سلسله تجارت عملی نتیجه گرفت که فشار واردہ بالای جدار ظرف پر از مخلوط گازات عبارت از مجموعه فشارهای واردہ هر یک از گازات اجزای متشکله مخلوط گازی است، بنابرین فشار انداره شده یک مخلوط گازی باید مساوی به حاصل جمع فشار گازهای باشد که اگر هر یکی از اجزای مخلوط ظرف را به تنهایی اشغال کند و فشار را بالای دیوار ظرف وارد نموده باشد؛ پس مطابق به فشارهای جزیی دالتن می‌توان گفت: فشار مجموعی وارد شده توسط یک مخلوط گازی مساوی به حاصل جمع فشارهای هر یک از اجزای مخلوط گازات است، فشار جزیی یا قسمی را طوری تعریف می‌نمایند که: اگر یک گاز به تنهایی ظرف را اشغال نماید، فشار معادل، فشار جزیی خود را بر دیوار ظرف وارد کند. اشکال ذیل فشار جزیی دالتن و فشار مجموعی گازات مخلوط را نشان می‌دهند؛ به طورمثال: اگر فشار جزیی هیلیم 100mm Hg و فشار جزیی هایدروجن 300mm Hg باشد؛ بنابراین فشار مجموعی یا فشار کلی 400mm Hg است. تقریباً اکثر مخلوطهای گازات، از قانون فشارهای جزیی دالتن پیروی می‌نمایند و شرط اساسی این است

که گازات مخلوط شده با هم دیگر تعامل نمیکنند.



شکل (6 - 21): قانون فشارهای قسمی گازات

به اساس رابطه عمومی حالت گازات ($PV = nRT$) میتوان فشار کلی و فشارهای

جزیی هر گاز را بدست آورد.

$$P_{Total} = \frac{n_{Total}RT}{V} \quad 1$$

$$P_i = \frac{n_iRT}{V} \quad 2$$

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = \frac{\frac{n_iRT}{V}}{\frac{n_{Total}RT}{V}} = \frac{n_iRT}{n_{Total}RT} \quad 3$$

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = \frac{n_i}{n_{Total}} \quad 4$$

چون نسبت مولی یک جز مواد تقسیم بر مجموعه مولهای اجزای متشكل مخلوط مواد مساوی به کسر مولی است، اگر کسر مولی یک جز را به X_i افade نماییم، در این صورت داریم که:

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = X_i \quad 5$$

$$P_i = P_{Total} \cdot X_i \quad 6$$

مثال: یک گرام هریک از گازهای O_2 و H_2 را داخل یک بالون 10 لیتره نموده، گازهای مذکور نوع از گازهای اید یال بوده، در صورتیکه حرارت مخلوط گازها $125^{\circ}C$ باشد، فشار کلی یا مجموعی (Total) را دریافت نماید. (به واحد atm دریافت نمایید).

حل:

$$n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{M} = \frac{1g}{2g/mol} = 0.5mol$$

$$n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M} = \frac{1g}{16g/mol} = 0,0625mol$$

$$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M} = \frac{1g}{14g/mol} = 0,0714mol$$

$$P_{H_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot 398K}{10L \cdot mol \cdot K} = 1.63atm$$

$$P_{O_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,0625mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 398K}{10L} = 0,203atm$$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2}RT}{V} = \frac{0,0714mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 398K}{10L} = 0,233atm$$

$$P_{Total} = P_{H_2} + P_{O_2} + P_{N_2} = 1.63atm + 0,203atm + 0,233atm = 2,66atm$$

به صورت عموم فشار کل سیستم مخلوط گازات را می‌توان توسط فورمول ذیل نیز

$$P_{Total} = \frac{n_{Total}RT}{V} \quad \text{محاسبه نمود:}$$

۶-۳-۹: قوانین گراهام در مورد انتشار و نفوذ مالیکولهای گازات

توماس گراهام (Tomas Graham) عالم انگلیسی در سال 1829 تحقیقات لازمه را در مورد سرعت انتشار (Effusion) و نفوذ (Diffusion) گازات مختلف انجام داد. انتشار

اصطلاحی است که در مورد حرکت توده‌های مواد از یک محیط به محیط دیگر استعمال می‌گردد. به طور مثال: زمانی که غذا در حال پختن باشد، گازات از ظرف پختن غذا خارج و به محیط ماحول پخش و منتشر گردیده و ما توسط حس شامه خود بوی غذا را حس می‌نماییم. گراهام در یافت نموده که: سرعت نفوذ گازات در محیط گازی دیگر معکوساً متناسب به جذر مربع کثافت گازات است:

$$V = \frac{K}{\sqrt{D}} \quad \text{سرعت پخش گاز} \quad 1$$

نسبت نفوذ دو گاز A و B را میتوان چنین در یافت کرد:

$$A \quad V = \frac{K}{\sqrt{D_A}} \quad \text{سرعت پخش گاز:} \quad 2$$

$$B \quad V = \frac{K}{\sqrt{D_B}} \quad \text{سرعت پخش گاز:} \quad 3$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{\sqrt{D_B}}{\sqrt{D_A}} \quad 4$$

معادله 1 و 4 به نام معادله قانون پخش گراهام یاد می‌گردد.

به حرارت و فشار معین، کثافت مالیکولی گازات و کتله مالیکول گازات با هم دیگر رابطه مستقیم را دارا می‌باشند.

$$D = \frac{m}{V} \quad 5$$

$$V = \frac{nRT}{P} \quad 6$$

قیمت V را از معادله 6 در معادله 5 معامله نموده، حاصل می‌گردد که

$$D = \frac{m}{nRT} = \frac{mP}{nRT} \quad 7$$

$$n = \frac{m}{M} \quad 8$$

$$D = \frac{mP}{mRT} = \frac{mP}{1} \cdot \frac{M}{mRT}$$

$$D = \frac{PM}{RT} \quad 9$$

حاصل ضرب و حاصل تقسیم دو ثابت مساوی به ثابت سومی بوده؛ یعنی:

$$\frac{P}{RT} = K$$

$$D = MK \quad \dots \quad 10$$

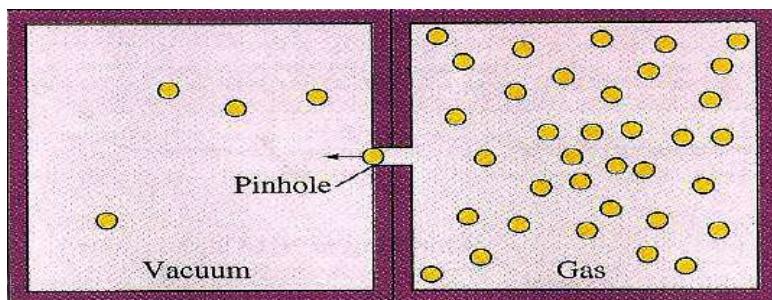
$$D \approx M \quad \dots \quad 11$$

چون کتله مالیکولی گازات و کثافت مالیکولی گازات با هم رابط مستقیم دارند؛ پس قانون پخش مالیکولی گراهام را میتوان برای دو گاز قرار ذیل تحریر کرد:

$$\frac{V_A(\text{Diffusion})}{V_B(\text{Diffusion})} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$

گراهام در سال 1826 م مقاله دیگر را منتشر ساخت که در آن در مورد نفوذ گازات از دیوارهای منفذ دار کوچک (سوراخ‌های کوچک) مطالب علمی ارائه گردیده است، نفوذ مالیکولی یک گاز عبارت از حرکت مالیکولی آن از میان خالیگاه‌های دیوار است. قانون نفوذ مالیکول مشابه قانون پخش مالیکولی بوده، سرعت نفوذ گازات از دیوار و غشاها نیمه قابل نفوذ با جذر مربع کثافت مالیکولی و جذر مربع کتله مالیکول آنها تناسب معکوس را دارد؛ یعنی:

$$\frac{V_A(\text{Effusion})}{V_B(\text{effusion})} = \frac{\sqrt{D_B}}{\sqrt{D_A}} \quad \text{یا} \quad \frac{V_A(\text{Effusion})}{V_B(\text{Effusion})} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$



شکل (6 - 22): سرعت نفوذ گازات.

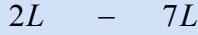
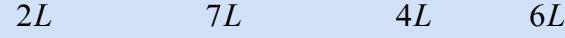
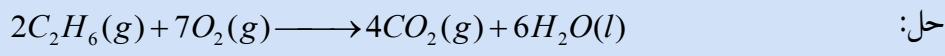
مثال: سرعت نفوذ یک گاز مجهول X از سوراخهای دیوار تخلخل دار 0.279 برابر سرعت نفوذ گاز هایdroجن از دیوار مذکور است (در صورتیکه شرایط STP باشد). کتله مالیکول گاز مجهول را دریافت نمایید. کتله مالیکول هایdroجن 2.016 است.

حل:

$$\frac{V_X(\text{Effusion})}{V_{H_2}(\text{effusion})} = \frac{\sqrt{M_{H_2}}}{\sqrt{M_X}} \quad 0.279 = \frac{\sqrt{2.016}}{\sqrt{M_X}}$$

$$M_X = \left(\frac{\sqrt{2.02}}{0.279} \right)^2 \quad \text{یا} \quad \sqrt{M_X} = \frac{\sqrt{2.016}}{0.279} \quad \text{جواب } M_X = 26$$

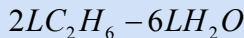
مثال: از احتراق ایتان در موجودیت آکسیژن H_2O و CO_2 حاصل می‌گردد. اگر 1.26L ایتان با 4.50L آکسیژن سوختانده شود. چند لیتر CO_2 و چند لیتر بخارات آب تولید خواهد شد؟ در صورتیکه حرارت C^0 400 و فشار 4.00atm باشد.



$$1.26L - X_1 \qquad \qquad X_1 = \frac{1.26L \cdot 7L}{2L} = 4.41L$$



$$1.26L - X_2 \qquad \qquad X_2 = \frac{1.26L \cdot 4L}{2L} = 2.52L CO_2$$



$$1.26LC_2H_6 - X_3 \qquad \qquad X_3 = \frac{1.26L \cdot 6L}{2L} = 3.78L$$

مقدار آکسیژن موجود 4.50L بوده، آکسیژن معادل C_2H_6 1.26L مساوی به 4.41 لیتر است که به مقدار 0.094L آکسیژن بدون تعامل باقی مانده، پس مقدار CO_2 و H_2O را میتوان قرار فوق از مقدار حجمی ایتان بدست آورد.

مشق و تمرین کنید



پروپان C_3H_8 با آکسیجن احتراق نموده، کاربن دای اکساید و به آب مبدل شده است. یک لیتر پروپان به حرارت C^0 ۱۲ و فشار ۸.۴۴ atm تولید شده را به حرارت C^0 ۹۲۵ و فشار یک اتموسفیر سوختانده شده است، حجم CO_2 به لیتر محاسبه نمایید.

۶-۳-۱۰: نظریه جنبشی (حرکت) گازات

تا حال خواص مهم گازات ایدیال را تحت عناوین قوانین گازات؛ از قبیل قانون بایل، قانون دالتون، قوانین گراهام... مطالعه نمودیم، از این مطالعات سؤال خلق می‌شود که چرا خواص ذکر شده را گازها از خود نشان می‌دهند؟ گذشته نشان می‌دهد که علوم با مشاهدات و تجربه آغاز یافته است، نظریات یا مدل‌ها بر پایه همین مشاهدات و تجربه استوار می‌باشد، از این جا گفته می‌توانیم که نظریه بر پایه مدل استوار است و به اساس مدل می‌توان فرمول و خواص مشاهده شده را در یک سیستم توضیح کرد.

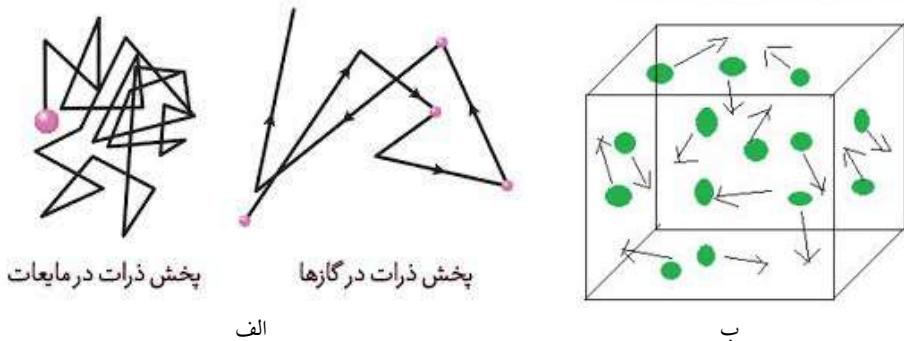
نظریه جنبشی و حرکتی گازها که آن را نظریه حرکتی نیز می‌نامند، مدل فزیکی برای توصیف طبیعت و چگونگی رفتار گازها است، این نظریه بر پایه فرضیه‌های ذیل استوار است:

۱ - گازها از تعداد کثیر ذرات بسیار کوچک (اتوم‌ها، مالیکول‌ها) تشکیل گردیده‌اند و این ذرات به اندازه کوچک‌اند که اندازه حجم آن‌ها در مقایسه با فواصل بین آن‌ها به طور اوسط و حجم ظرف که گازها در آن‌ها قرار دارند، بسیار کم بوده و حد اعظمی گازهای داخل ظرف را فضای خالی بین ذرات احتوا می‌نماید.

۲ - مالیکول‌ها و اтом‌های تشکیل دهنده گازها به صورت دوامدار در حال حرکت بوده و حرکت آن‌ها بی نظم، سریع و مستقیم الخط می‌باشد. در نتیجه این حرکت ذرات گازات با یک دیگر تصادم نموده و هم با جدار ظرف برخورد می‌نمایند، این برخوردها الاستیکی بوده، طوری که در هر تصادم انرژی حرکتی در مالیکول برخورد کننده کم و زیاد نمی‌شود، یا به عباره دیگر امکان آن موجود است که مالیکول‌ها در نتیجه برخورد بین هم انرژی سینیتیک (حرکتی) خود را از دست دهند؛ اما مجموعی انرژی سینیتیک دو مالیکول تصادم کننده ثابت باقی می‌ماند.

۳- در گازها مالیکول‌ها و یا اтом‌ها مجزا از یک دیگر قرار داشته، هیچ قوه دافعه و جاذبه بین اтом‌ها و مالیکول‌ها در گازها موجود نمی‌باشد. (به استثنای زمان برخورد).

۴- حرکت ذرات (مالیکول‌ها و یا اтом‌ها) در گازها در لحظات مختلف زمانی میتواند سریع و یا بطی بوده باشد. بعضی از ذرات حرکت سریع داشته و بعضی از آن‌ها حرکت بطی را انجام می‌دهند؛ بنابر این انرژی حرکتی مالیکول‌های گازها نیز در محدوده وسیع در حالت نوسان است؛ اما انرژی حرکتی متوسط مالیکول‌ها و اтом‌های گازها به حرارت مطلقه رابطه مستقیم دارد و در حرارت ثابت و معین ثابت باقی میماند. در شکل (۶-۲۳) مدل تصویری گازها ارائه گردیده است، در مدل مذکور ملاحظه می‌شود که مقدار معین گاز در حقیقت دارای خالیگاه‌های زیاد فضایی بوده و این خالیگاه‌ها به سرعت توسط ذرات گازها پر می‌شوند.



شکل (۶-۲۳) : الف - مدل حرکتی گازات و حرکت برونی

ب - مقدار معین گاز خالیگاه ظرف را توسط ذرات پر نموده

۶-۳-۱۱: گازهای حقیقی

خواص ایدیال را گازاتی از خود نشان می‌دهند که عمل متقابل بین مالیکول‌های آن‌ها به ملاحظه نه رسید (در صورتی که برخورد الاستکی بین مالیکول‌ها موجود نباشد) و حجم اشغال شده توسط مالیکول‌ها در مقایسه با حجم ظرف حاوی گازات مطلوب قابل صرف نظر باشد؛ لکن باید دانست که در گازهای حقیقی شرایط فوق الذکر را نمی‌توان صد فیصد ملاحظه کرد؛ پس گفته می‌توانیم که گازهای حقیقی از طبیعت و شیوه آیدیال انحراف نشان میدهد.

۶-۱-۱۱: معادله حالت برای گازات حقیقی

اگر برای یک مقدار معین گاز سه متتحول P , V و T را باهم ارتباط دهیم ، درین صورت با معین بودن دو متتحول مذکور ، متتحول سومی را به آسانی در یافت کرده می توانیم ؛ به طور مثال: ۰.۱mol گاز اکسیژن به فشار ۰.۵atm و حرارت یک C^{39} حجم مشخص را اشغال می نماید. به صورت عموم آن معادله ریاضیکی که فشار، حجم، حرارت و تعداد مول های یک گاز را باهم رابطه میدهد ، به نام معادله حالت گازها یاد شده که عبارت از $PV = nRT$ بوده و معادله حالت گاز اید یال یا کامل را افاده می کند؛ اما معادله عمومی حالت گازات هیچ نوعی از گازهای حقیقی را توصیف کرده نمی تواند.

در سال ۱۸۷۳ واندر- والس (Vanderwaals) معادله حالت گازهای حقیقی را به صورت $(P + \frac{an^2}{V^2})(V - nb) = RT$ برای یک مول گاز حقیقی با در نظر داشت معادله حالت گازهای کامل و تاثیر فشار بالای گازهای حقیقی مشخص ساخت، در معادله فوق a و b ثابت های مثبت بوده که از مشخصات اختصاصی هر گازی باشد ، زمانی که کثافت گاز خیلی کم باشد ، حجم گاز (V) زیاد بوده و ارزش b در مقایسه با حجم (V) فوق العاده کوچک است که میتوان از آن صرف نظر کرده، در این صورت $\frac{a}{V^2}$ به صفر تقریب می نمایند و معادله واندر- والس به طرف معادله حالت گازات اید یال تقریب حاصل میکند؛ طوریکه:

$$(P + \frac{an^2}{V^2}) = P \quad , \quad \frac{PV}{RT} = Z$$

$$V - nb = V \quad , \quad PV = nRT$$

مقدار a , b را می توان توسط تجربه برای هر گاز در یافت کرد. در جدول (۶-۲) مقدار ثابت های a , b واندر- والس را افاده میکند.

جدول (6-3): ثابت‌های b , a گازات حقیقی

$b(\text{liter/mol})$	$a(\text{litler.atm/mol}^2)$	گازات
0266 .0	0.244	H_2
0.0237	0.3412	He
0.03913	1.390	N_2
0.03183	1.360	O_2
0.0427	3.59	CO_2
0.03985	1.485	CO
0.0428	2.25	CH_4
0.0371	4.17	NH_3
0.03049	5.464	H_2O
0.02789	1.340	NO

مثال: گاز میتان به مقدار 10g به حرارت $25^\circ C$ در یک ظرف یک لیتر نگهداری شده است، فشار واردہ را بالای گاز مذکور قرار قانون گاز اید یال و معادله واندر-والس محاسبه نمایند. قیمت‌های b, a را از جدول (6-2) بدست آورید.

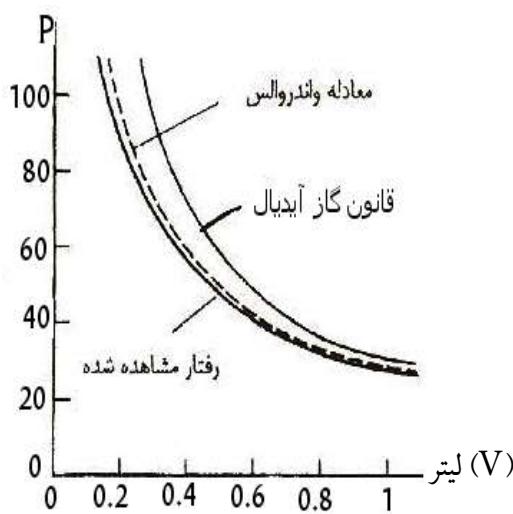
حل : الف

$$\left. \begin{array}{l} m = 10\text{g} \\ V = 1\text{L} \\ P = ? \\ M = 16 \end{array} \right\} \quad \begin{aligned} P &= \frac{mRT}{MV} \\ P &= \frac{10\text{g} \cdot 0.082\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot 298\text{K}}{16\text{g} \cdot 1\text{L}} \\ P &= 15.3\text{atm} \end{aligned}$$

$$(P = \frac{nRT}{V - nb}) - (\frac{n^2a}{V^2}) = \frac{0.625\text{mol} \cdot 0.082\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298\text{K}}{1\text{L} - 0.625\text{mol} \cdot 0.0428} - \frac{(0.625\text{mol})^2 \cdot 2.25\text{L}^2\text{atm}}{\text{L}^2 \cdot \text{mol}^2}$$

$$P = 14.8\text{atm}$$

معادله واندر والس در مقایسه با معادله عمومی حالت گازات به خوبی می‌تواند تا گازات حقیقی را توصیف نماید. گراف شکل (6-24) چگونگی حالت‌ها و وضعیت PV یک مول گاز CO_2 را در حرارت 350k به طور تجربی نشان داده؛ همچنان چگونگی حالت و خواص تجربی آن‌ها را با پیشینی‌های معادله حالت گاز ایدیال و معادله واندر والس مقایسه می‌کند. معادلات دیگری نیز به خاطر محاسبه حالت گازات ارائه شده اند که نسبت به معادله واندر والس خوبتر بوده؛ اما تعداد ثابت‌های آن‌ها بستر از پنج است:



شکل (6-24): گراف حالات برای یک مول گاز در حرارت مطلقه.

مشق و تمرين کنيد



مقدار a و b را برای هر جوهره گازهای زیر مقایسه نماید.

الف- $I_2(g)$ و $N_2(g)$ و $-NH_3(g)$ و $H_2(g)$

جدول (6-3): بعضی از مشخصات گازات، مایعات و جامدات :

گازات	مایعات	جامدات
1 - شکل معین نداشته (حجم تمام ظرف را که در آن قرار دارند مکمل اشغال می نمایند)	1 - شکل معین نداشته و در ظرف های مختلف اشکال مختلف را اختیار می نمایند	1 - شکل معین دارند (مقاومت تغییر شکل)
2 - تراکم پذیر اند .	2 - دارای حجم معین بوده و تراکم پذیر نمی باشند .	2 - به طور تقریبی غیر تراکم پذیر اند
3 - کثافت کمتر دارند و کتله های شان کوچک است .	3 - کثافت شان نسبتاً بزرگ است .	3 - کتله های شان نسبت به مایعات بزرگ است .
4 - شکل سیال دارند	4 - حالت سیال را دارا اند.	4 - انتشار ذرات شان کمتر بوده و حرکت مالیکول های شان بسیار بطی است.
5 - حرکت سریع داشته و پراگنده می باشند .	5 - ذرات آنها در مایعات دیگر قابلیت انتشار را دارا اند.	5 - مالیکول های شان کاملاً با هم چسبیده بوده، تنها حرکت اهتزازی دارند.
6 - حرکت بروونی داشته و سریع السیر می باشند و بهتر طرف به شکل سه بعدی حرکت می نمایند	6 - خالیگاه بین ذرات آنها کم بوده و حرکت سریع و بی نظم سه بعدی دارند .	



خلاصه فصل ششم

- * هر ماده میتواند نظر به شرایط محیطی سه حالت « جامد، مایع و گاز » را داشته باشد.
- * گازات موادی اند که ذرات تشکیل دهنده آن بالای یک دیگر تأثیر کمتر داشته ، قوه جذب ذرات آنها باهم کمتر است و حرکت نامنظم را دارا اند . به حرارت بلند و فشار کم حرکت ذرات گازات سریع است.
- * خواص جامدات از خواص گازات فرق داشته ، گازات دارای کثافت کمتر بوده ، در حالی که جامدات کثافت زیاد را دارا اند . گازات در نتیجه فشار متراکم شده ؛ اما جامدات کمتر خاصیت تراکم شدن را دارا اند. جامدات سخت و شکننده بوده در حالی که گازات این خواص را دارا نیستند.
- * مایعات خاصیت خاصی را نسبت به جامدات و گازات دارا بوده ؛ به طور مثال : قوه جذب بین ذرات مواد به حالت مایع بیشتر بوده ؛ اما نسبت به جامدات ضعیف می باشد .
- * به حرارت ثابت ($T=constant$) حجم گازات به مقدار معین آن به شکل معکوس متناسب به فشار است.
- * به فشار ثابت ($P=constant$) حجم گازات به مقدار معین به شکل مستقیم متناسب به حرارت است. قضیه فوق مربوط به چارلس بوده و به قانون کیلو سک ارتباط دارد.
- * حجم های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی مالیکول ها را دارا است (قانون اول او گدرو). تعداد مساوی ذرات (مالیکول هاتومها و یا ایون ها) گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت حجم های مساوی را اشغال می نماید. (قانون دوم او گد رو).
- * فشار مجموعی وارد شده توسط یک مخلوط گازی مساوی به حاصل جمع فشارهای جزئی هر یک از اجزای مخلوط گازات است .
- * گراهام در یافت نموده که: سرعت نفوذ گازات در محیط گازی دیگر به شکل معکوس متناسب به جذر مربع کثافت گازها است.
- * معادله حالت گازات برای گازی به مقدار یک مول عبارت از $PV=RT$ است که درین معادله V عبارت از حجم گاز است.

سؤالهای فصل ششم

سؤالات چهار جوابی

- 1 - گازها موادی اند که ذرات تشکیل دهنده آنها بالای یک دیگر ---- را دارا اند
الف - تأثیر کمتر، ب - قوه جذب ذرات آنها باهم کمتر، ج - حرکت نامنظم، د - تمامی جامدات موادی اند که ---- را دارا است ،
- الف - حجم معین، ب - شکل معین، ج - الف و ب هردو، د - هیچ کدام
- 3 - انتشار مایعات نسبت به گازات---- بوده و برخورد مالیکول ها در مایعات ----- است،
- الف - بطی ، کم ب - سریع ، زیاد تر ج - نورمال ، بسیار زیاد د - زیاد و نورمال
- 4 - به حرارت ثابت ($T = \text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین ، به فشار کدام وابستگی دارد؟
- الف - تناسب مستقیم، ب - تناسب معکوس، ج - تناسب ندارد، د - جز الف درست است.
- 5 - به فشار ثابت و ازدیاد یک درجه سانتی گراد حرارت ، حجم گاز به نسبت ---- از C^0 انبساط حاصل می نماید.
- الف - 1:273 ب - 1:1 ج - 3:2 د - 1:100
- 6 - حجم های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی --- را دارا است.
- الف - آیونها ب - مالیکول ها ج - اтом ها د - تماما"
- 7 - در شرایط STP یک مول هر گاز ---- حجم را شغال می نماید.
- الف - $22.4L$ ب - $22mL$ ج - $22.4m^3$ د -
- 8 - کتلۀ مولی گاز تقسیم بر حجم یک مول گاز در شرایط ستندرد را به نام --- گاز یاد می نمایند
- الف - کتلۀ نسبتی ب - کثافت ترکیبی ج - کثافت مولی د - وزن مخصوص
- 9 - واندر-والس معادله حالت گازها حقیقی را به صورت----- افاده کرد :

$$\text{الف} - \frac{P\bar{V}}{RT} = Z - \frac{a}{V^2} \quad \text{ب} - (P + \frac{a}{V}) (V - b) = RT$$

10 - گازها از تعداد کثیر ذرات بسیار کوچک تشکیل گردیده اند:

الف- اтомها، ب- مالیکولها، ج- ایونها، د- تمامی جوابها درست است.

11- حد اعظمی گازهای داخل ظرف را فضای بین ذرات احتوامی نماید.

الف- پر ب- خالی ج- اтомها د- مالیکولها

سؤالات تشریحی

(در حل تمام تمرین‌ها باید فرض شود که گازها اید یا هستند)

1- چرا بعضی مواد در شرایط عادی به حالت مایع و بعضی دیگر به حالت جامد و یا گاز یافت می‌شوند؟

2- یک مقدار گاز N_2 به حجم 58mL تحت فشار محیطی قرار دارد. افزایش فشار بالای آن 125mm Hg بوده که حجم آن به 49.6mL تنزیل حاصل نموده است، فشار محیطی اولی بالای گاز مذکور (به حرارت ثابت) چقدر خواهد بود؟

3- ظرف A به حجم 48.2L دارای گاز N_2 است، حرارت واردہ بالای آن 25°C و فشار 8.35atm می‌باشد، ظرف B با حجم نا معلوم دارای He بوده که فشار واردہ بالای آن 9.5atm و حرارت 25°C است، ظروف A و B را باهم متصل ساخته، فشار مخلوط گازات در هر دو ظرف به 8.71atm بالغ می‌گردد. حجم B را در یافته نماید.

4- در یک دستگاه آزمایشی در حدود 1.10^{-15} mmHg فشار موجود است، یک ظرف یک لیتر را در دستگاه آزمایشی در نظر بگیرید. در صورتی که حرارت 0°C باشد، مقدار مالیکول‌ها در آن ظرف که از هوا پر است، چقدر خواهد بود؟

5- کثافت گاز هایdroجن در یک سیاره $\text{Cm}^3/\text{10g}$ است و حرارت آن 100K می‌باشد. فشار هایdroجن درین سیاره چقدر خواهد بود؟

6- یک جباب کروی بالای سطح آب به قطر 2 cm^2 در حرارت 25°C و فشار محیط 1atm دارای چند مالیکول بخار آب خواهد بود؟

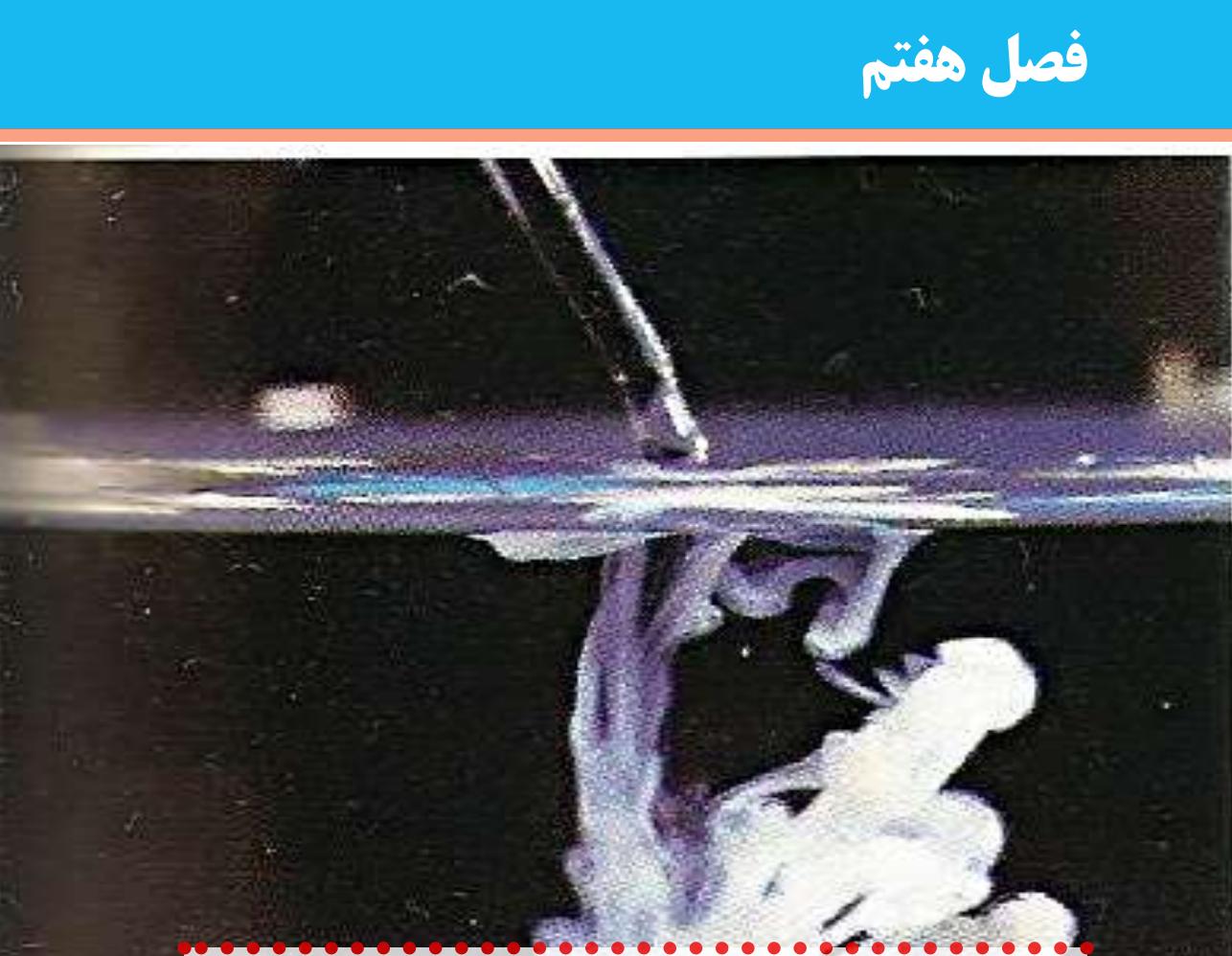
7- به حرارت 177°C و فشار 2atm کثافت گاز نایتروژن $L/1,52\text{g}$ است، چه تعداد مالیکول‌ها درین شرایط در ظرفی به حجم 5L آن موجود است؟

8- یک سلندر گاز N_2 دارای 1.5kg گاز در فشار 31.8atm است، چقدر N_2 به این

سلندر علاوه گردد، تا در حرارت ثابت فشار سلندر 75atm کردد؟

9- فرض کنید که دونمونه گاز مختلف A,B را به شما داده اند. کتله مالیکول گاز A دو چند کتله مالیکول گاز B است سرعت متوسط گاز A دو چند سرعت متوسط گاز B است (البته سرعت مالیکول های گازات مذکور است) اگر کثافت مالیکولی هردو نمونه یکسان باشد و فشار گاز B بوده باشد ، فشار گاز A را دریافت کنید.

10- به حرارت ثابت و فشار 700mmHg یک گاز 30 لیتر حجم دارد. حجم گاز مذکور را به فشار STP دریافت نمایید .



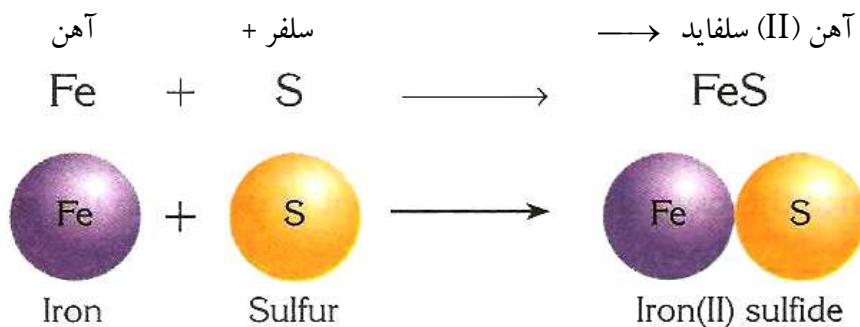
تعاملات کیمیاوی

تغییرات و تبدلات زیادی در طبیعت رونما می‌گردد که مثال آن رامیتوان تبدیل آب به بخار و سرد شدن دوباره بخارات آب به شکل باران و یا برف و ژاله، پارچه شدن سنگ‌ها و تبدیل آن‌ها به خاک و ریگ وغیره ارائه کرد، چنین نوع تغییرات فزیکی است. زنگ زدن فلزات، سوختن مواد سوختی، استحصال ادویه‌ها و ساختن انواع وسایل و مواد زیستی وغیره نوع تغییرات کیمیاوی است که این نوع تغییرات را به نام تعاملات کیمیاوی نیز یاد می‌نمایند. در این فصل انواع طرز تحریر درست معادلات تعاملات کیمیاوی را به شیوه درست مطالعه خواهید کرد و خواهید آموخت که تعاملات کیمیاوی چند نوع است، چطور می‌توان مواد را باهم تعامل داد؟ تعاملات اندوترمیک واکزوترمیک کدام نوع تعاملات است؟ شیوه درست تحریر معادلات چطور است؟

۱-۱: مفهوم معادله کیمیاوى

معادله کیمیاوى نشان دهنده تعاملات کیمیاوى بوده که به وسیله سمبول ها و فورمول های مرکبات نمایش داده می شود . موادی که در تعامل سهم میگیرند به نام مواد تعامل کننده یا مواد اولیه یاد شده و موادی که در نتیجه تعامل مواد اولیه حاصل می گردد ، به نام محصول تعامل یاد می شوند .

در معادلات کیمیاوى مواد تعامل کننده را به طرف چپ و محصول تعامل را به طرف راست معادله تحریر می نمایند و به عوض علامه (=) در معادله از و کتور (→) استفاده می گردد . و کتور معنی «می دهد » را افاده می کند ؛ به طور مثال :



شکل (7 - ۱): تعامل آهن و سلفر و تشکیل فیریم سلفاید

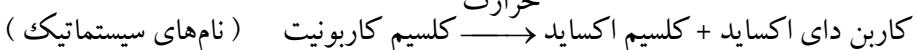
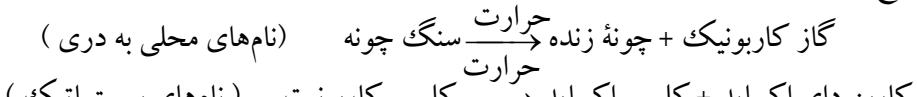
قبل از اینکه معادله کیمیاوى را بنویسیم، باید نوع تعامل و فورمول مواد را بدانیم . معادله کیمیاوى بیانگر نتایج تجرب اعملى بوده و مواد آن قابل لمس و دید میباشند . یکی از اهداف کیمیا کشف و تکوین اصول و قوانین است که محصولات تعاملات را پیش بینی کرده میتوانند، گرچه نوشتة های صفحه کاغذ به طور سمبولیک ارائه کننده خصوصیات مواد تعامل کننده و محصول در معادله نبوده، با آن هم کیمیادانها کوشش می نمایند تا معادلات کیمیاوى را به طور درست و دقیق نمایش دهند . برای تحریر یک معادله کیمیاوى شیوه های مختلف به کار رفته است که در زیر به معرفی هر کدام آن می پردازیم؛ اما قبل از ارایه شیوه های تحریر معادلات باید گفت که در معادله های کیمیاوى حالت های مواد تعامل کننده و محصول تعامل را نیز مشخص می سازند، در جدول زیر حالت مواد تعامل کننده و محصول تعامل ارائه شده است.

جدول (7 - 1) : حالت مواد تعامل کننده و محصول تعامل

مفاهیم	سمبول‌ها
ماده به حالت گاز است	(Gas=g)
ماده به حالت مایع است	(Liquid=l)
ماده به حالت جامد است	(Solid = s)
محلول آبی	(Aqueous=aq)
محلل‌های مختلف	(Solved=sol)
می‌دهد	→
تعامل دو طرفه بوده ، مواد محصول دوباره به مواد اولیه تبدیل می‌شود	↔
تعامل در موجودیت حرارت صورت می‌گیرد .	↑ →
موجودیت کتلتست در تعامل ضروری است	→ <i>Ni</i>
تعامل در موجودیت فشار و حرارت	→ <i>120°C, 5 atm</i>

۱ - ۱ : معادله‌های تحریری حروفی

در این نوع معادله‌ها تنها نام مواد تعامل کننده و محصولات تعامل به حروف تحریر می‌گردد که نام تجاری و یا سیستماتیک مواد تعامل کننده و محصولات تعامل می‌باشند ، در این معادلات مواد تعامل کننده به طرف چپ و محصول تعامل به طرف راست و کتور تحریر می‌گردند، این نوع معادلات اطلاعات بیشتری را در مورد تعامل ارائه نمی‌کنند ؛ به طور مثال :

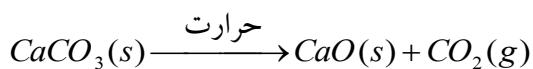


۱ - ۲ : معادله‌های سمبولیک

در این نوع معادله‌ها از سمبول‌ها و فورمول‌های کیمیاوی مواد با در نظر داشت حالت‌های فزیکی هریک از مواد تعامل کننده و محصول تعامل استفاده می‌شود . چون از معادلات

سمبولیک معلومات و اطلاعات بیشتر نسبت به معادلات تحریری حروفی حاصل می‌گردد ، از این سبب آن را زیاد تر به کار می‌برند . معادله تحریری حروفی فوق را قرار ذیل میتوان به شکل

سمبولیک تحریر کرد:



فعالیت



برای افاده‌های زیر معادله‌های تحریری حروفی و سمبولیک را بنویسد

- 1 - از تعامل سوختن گاز میتان ، گاز کاربن دای اکساید و آب تولید می‌گردد .
- 2 - بورون (III) اکساید جامد و کاربن (گرافیت) به حرارت زیاد ، بورون کارباید جامد (B_2C_2) و گاز کاربن مونواکسایدر را تشکیل می‌دهد ،
- 3 - از تعامل گاز نایتروجن دای اکساید با آب گاز نایتریک اسید و گاز نایتروجن (II) اکساید تولید می‌گردد .
- 4 - از تعامل گاز امونیا با گاز فلورین ، دای نایتروجن تترا فلوراید به دست می‌آید
- 5 - از تعامل امونیم دای کرومیت در اثر حرارت ، گاز نایتروجن ، بخارات آب و کرومیم (III) اکساید جامد حاصل می‌گردد .

۱-۳-۳ : معادله توصیفی

در این روش از نام مركبات و عناصر تعامل کننده و محصول تعامل در چوکات یک جمله توصیفی استفاده می‌گردد؛ به طور مثال : کلسیم کاربونیت در اثر حرارت به کلسیم اکساید و گاز کاربن دای اکساید تجزیه می‌گردد .

فعالیت



- 1 - امونیم نایترایت تجزیه گردیده ، گاز امونیا و آب حاصل می‌گردد ، معادله تحریری و سمبولیک آن را بنویسید .
- 2 - تیزاب نمک و سودیم هایدروکساید با هم تعامل نموده، نمک و آب را تشکیل می‌دهند، معادله تحریری و سمبولیک آن را بنویسید .

۱-۴-۴ : معادله شکلی

در این طریقه تحریر معادلات از اشکال برای نمایش اтом‌ها و مالیکول‌ها غرض تحریر معادلات استفاده می‌گردد؛ به طور مثال : هایدروجن با آکسیژن تعامل نموده آب را تشکیل می‌نمایند که

معادله شکلی آن قرار ذیل است:



شکل (7 - 2): معادله شکلی تعامل هایdroجن و آکسیجن و تشکیل آب

فعالیت



معادلات شکلی تعاملات ذیل را تحریر نمایید.

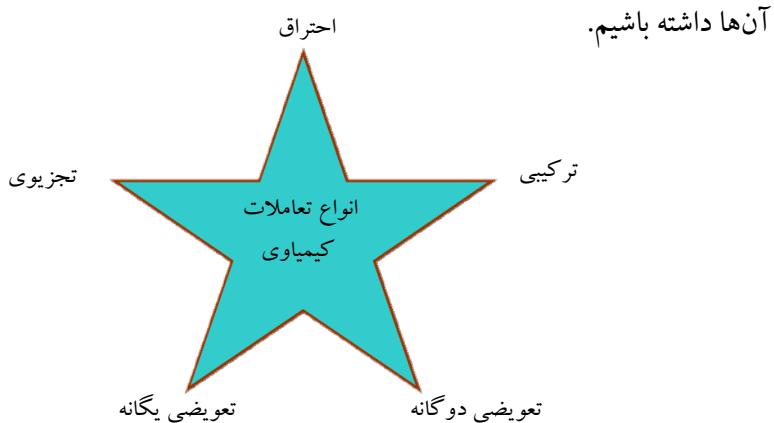
1 - تعامل هایdroجن و نایتروجن و تشکیل امونیا

2 - تعامل کاربن و آکسیجن و تشکیل کاربن دای اکساید.

3 - تعامل هایdroجن و کاربن و تشکیل میتان

۷ - ۲ : انواع تعاملات کیمیاوی

در محیط ما همه روزه تعاملاتی صورت می گیرد که بالای حیات ما تأثیر مستقیم و یا غیر مستقیم دارند، پس لازم است تا درمورد تعاملات کیمیاوی معلومات حاصل گردد؛ اما تعاملات کیمیاوی تا اندازه زیاد است لازم است تا مطالعات بیشتر و زمان بیشتر برای شناخت آنها داشته باشیم.



قابل یاد آوری است این که تعاملات کیمیاوی قسمت اعظم مطالعات کیمیاوی را تشکیل می دهند؛ از این سبب کیمیادانها تعاملات کیمیاوی را به انواع مختلف تقسیم نموده اند و این شیوه تقسیم بندهی هارا بادر نظر داشت میخانیکیت آنها در جدول ذیل خلاصه می نماییم:

جدول (7-2): انواع تعاملات کیمیاگری

ردیف	طبقه بندی	انواع	تعریفات	مثال‌ها
1	انتقال الکترون	اکسیدیشن و ریدکشن	نمیراکسیدیشن بعضی اتم‌ها تغییر می‌کنند	$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$
		غیراکسیدیشن	نمیراکسیدیشن بعضی نمی‌کند	$Ca^{2+}O + H_2O \longrightarrow Ca^{2+}(OH)_2$
		اگزوترمیک (حرارت زا)	مقدار معین انرژی آزاد می‌گردد.	$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + E$
2	انتقال انرژی	اندوترمیک (جذب کننده انرژی)	انرژی را از محیط جذب می‌نماید	$2HgO + E \longrightarrow 2Hg + O_2$
		رجعی	محصول تعامل دوباره به مواد اولیه تبدیل می‌گردد.	$3H_2 + N_2 \longleftrightarrow 2NH_3$
3	برگشت پذیری	غیر رجعی	محصول تعامل دوباره به مواد اولیه تبدیل نمی‌گردد.	$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O + E$
		سوختن	تعامل مواد با آکسیجن که حرارت و روشنی تولید می‌گردد	$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
4	نویعت مواد	هایدرولیز	پارچه شدن یک ماده به چندین ماده توسط آب و عمل متقابل آيونهای آب و آیونهای مالیکول مرکب	$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4OH + H^+ + Cl^-$
		اختشی شدن	تعاملات بین تیزاب والقلی	$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

$\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{نور}} 2\text{Cl}\cdot$	تعاملاتی که به اساس رادیکالها صورت میگیرد	رادیکال		
$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6$	یک ماده به ماده دیگر علاوه میگردد	اضافه شدن		
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$	یک جزء از مالیکول تجزیه میگردد	حذفی		5
$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^+$ $\text{NO}_2^+ + \text{C}_6\text{H}_6 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}^+$	با تولید یک ذره الکترون دوست تعامل آغاز میگردد.	الکترون دوستی		
$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	از یک ماده چندین ماده حاصل میگردد.	تجزیه	مقدار مواد اولیه و محصولات	6
$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	از چندین ماده یک ماده حاصل میگردد.	ترکیب		
$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$	یک و یا چند اтом جای یک یا چند اтом را در مالیکول اشغال مینماید	تعویض ساده	تعویض	7
$\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	تعویض آیون های مرکبات با یکدیگر	تعویض دوگانه		

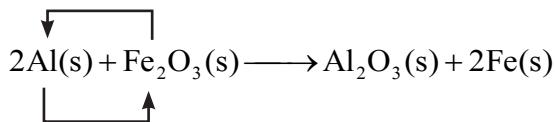
۷-۱-۲: تعاملات تعویضی

۷-۱-۳: تعاملات تعویضی یگانه یا ساده: در این نوع تعاملات اтом های یک عنصر خالص، اتم های عنصر دیگر را در یک مرکب تعویض می نماید، یا به عباره دیگر اتم های یک عنصر خالص اتم های عنصر دیگر را از کدام مرکب بی جا ساخته و خودش جای آن را در مرکب اشغال می نماید؛ بطور مثال: کلورین با پتابشیم بروماید تعامل نموده در نتیجه برومین مرکب پوتاشیم بروماید توسط کلورین قرار معادله زیر تعویض میگردد:



(آیون بروماید با آیون کلوراید مبادله می شود).

المونيم با آهن موجود در اكسايد آهن مبادله می شود:



در بعضی از تعاملات تعویضی ساده میتوان از روابط زیر به حیث نمونه استفاده کرد:
اگر A فلز فعال باشد میتواند در مرکب BC عنصر مس (B) را جدا ساخته و AC را می سازد.



شکل زیر تعامل تعویضی یگانه جست و مس را در کاپر سلفیت با معادله آن نشان می دهد:



شکل (3-7): تعامل جست با کاپر سلفیت

اگر A یک غیر فلز فعال باشد جای یک غیر فلز دیگر را در مرکب می گیرد، مثلا:

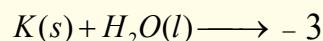
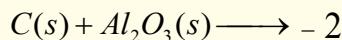


فعالیت

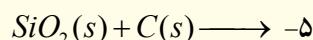


الف- تعاملات زیر را به شکل تعویضی ساده تکمیل نمایید.

1- المونيم با تیزاب نمک تعامل نموده المونيم کلوراید و هایدروجن را تشکیل می دهد.



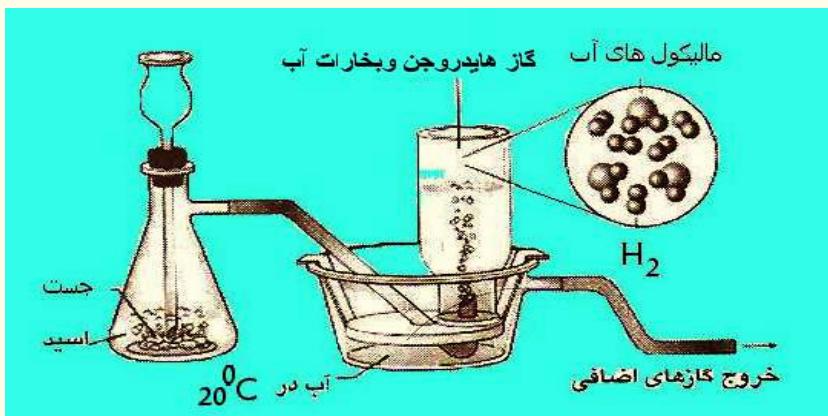
4- مس با محلول نایتریت نقره تعامل نموده است .



ب- بیجا شدن هایدروجن از تیزاب نمک توسط فلز جست.

سامان و مواد ضرورت: فلاسک، سر پوش، نل زانو خم، نل رابری به طول 50cm تشت آب، آب عادی، تست تیوب ها چهار عدد، پایه، گیرا، تست تیوب دانی، توته های جست 5 یا 6 دانه، $10mL$ تیزاب نمک و یا گوگرد.

طرز العمل: توته های جست را در فلاسک انداخته، بالای آن تیزاب نمک علاوه نمایید، مطابق به شکل ذیل هایدروجن بیجا شده را امتحان نمایید.



شکل(7-4): تعامل جست با تیزاب نمک (HCl)

1- معادله تعامل را بنویسید.

2- کدام فلزات دیگر هایدروجن را بیجا می سازند؟ لست نمایید.

خود را امتحان کنید

به معادلات حروفی و تحریری تعاملات تعویضی ساده زیردقت کنید

الف - گاز هایدروجن + القلی \longrightarrow آب + فلزات فعال

ب - گاز هایدروجن + نمک \longrightarrow یک عدد تیزابها + عده از فلزات

ج - غیر فلز ضعیف + نمک جدید \longrightarrow نمک + غیر فلز فعال تر

د - فلز ضعیف تر + نمک جدید \longrightarrow نمک + فلز فعال تر

معادلات زیر به کدام یکی از معادلات حروفی فوق مطابقت دارد؟ نمبر آنها را در مقابل

معادلات فوق قرار دهید:

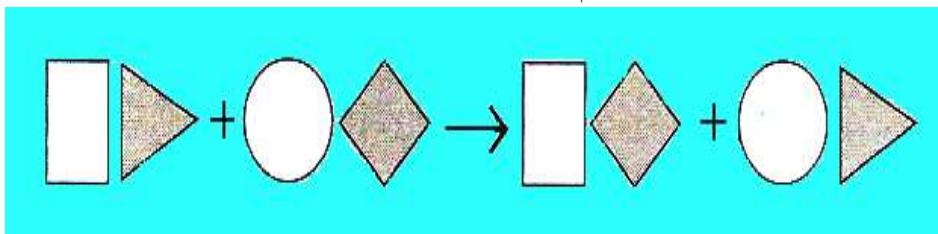
- 1- $Br_2 + 2NaI \longrightarrow 2NaBr + I_2$
- 2- $Mg + CuSO_4 \longrightarrow MgSO_4 + Cu$
- 3- $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$
- 4- $Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

بیشتر بدانید

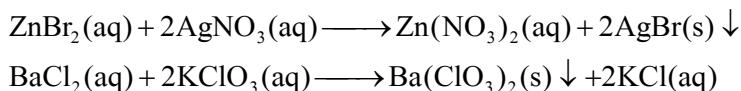
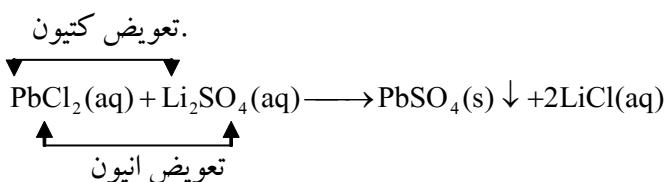
تعامل نمی‌کند $\longrightarrow Cu + HCl$

۷ - ۱ - ۲ : تعاملات تعویضی دوگانه

در این نوع تعاملات آیون‌ها و یا اтом‌های یکی از مرکبات توسط آیون‌های اتم‌های مرکب دیگر تعویض می‌گردد و یا به عباره دیگر آیون‌های دو مرکب جاهای یکدیگر را در مالیکول اشغال می‌نمایند. تعامل دو نمک منحل که به تشکیل یک نمک غیر منحل منجر می‌گردد، از جمله تعاملات تعویضی دوگانه مهم محسوب می‌شوند:



شکل (7 - 5): تعامل تعویضی و معادله شکلی آن



شکل عمومی تعاملات تعویضی دوگانه طور زیر است:

$$AB + CD \longrightarrow CB + AD$$

مرکب چهارم + مرکب سوم \longrightarrow مرکب دوم + مرکب اول

به خاطر داشته باشید که در تعاملات تعویضی دوگانه حداقل یکی از محصولات تعامل، ماده غیر منحل، آب یا گاز باشد.

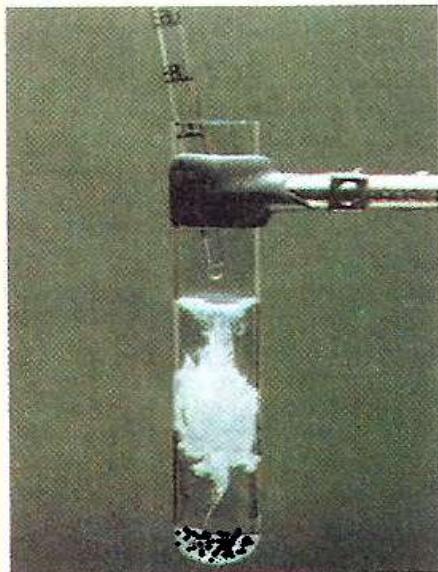
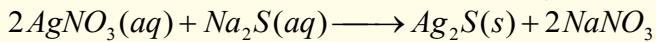
فعالیت



تعامل نایتریت نقره با سودیم سلفاید

سامان و مواد مورد ضرورت: تست تیوب، میله شیشه‌یی، منبع حرارت، گیرا، نایتریت نقره و سودیم سلفاید.

طرز العمل: سودیم سلفاید را در تست تیوب انداخته، بالای آن نایتریت نقره علاوه نمایید، تست تیوب را توسط گیرا گرفته، برای یک دقیقه آن را گرم نمایید، در این صورت رسوب سیاه تشکیل شده که عبارت از سلفاید نقره می‌باشد:



شکل (7 - 6): تعامل نایتریت نقره با سلفاید سودیم

علاوه از رسوب کدام ماده دیگر را می‌بینید که سبب تغییر در محیط تعامل گردیده است؟

۷ - ۲ : انحلالیت و تشکیل محلول‌ها

مواد کیمیاوی به اساس عمل متقابل کیمیاوی و یا به اساس عمل متقابل فزیکی در یک دیگر حل می‌گردند؛ بنابر این انحلالیت مواد نیز میتواند یک نوع تعامل قسمی محسوب گردد. در زیر انحلالیت مواد را در آب مطالعه می‌نماییم:

مواد منحل و غیر منحل در آب

نمک‌ها، القلی‌ها و تیزاب‌های که بیشتر از $L / 0.1\text{mol}$ آب حل شوند، به نام مواد منحل و اگر بین $L / 0.001\text{mol} - 0.1\text{mol}$ در آب حل شوند، کمتر منحل و اگر کمتر از $L / 0.001\text{mol}$ در آب حل باشند، به نام مواد غیر منحل یاد می‌شوند.

نمک‌های که آیون‌های نایتрит (NO_3^-) را دارا اند، در آب منحل اند. تمام استیت‌ها (CH_3COO^-) در آب منحل اند.

تمام نمک‌های کلوریت (ClO_3^-)‌ها به استثنای پتاشیم کلوریت در آب منحل اند، پتاشیم کلوریت کمتر منحل است.

اکثر کلوراید‌ها (Cl^-) در آب منحل اند؛ به جز کلوراید (II) PbCl_2 در آب جوش حل می‌شود.

اکثر بروماید‌ها (Br^-) در آب منحل اند؛ به جز HgBr_2 کمتر منحل اند. که در آب غیر منحل بوده و HgBr_2 کمتر منحل اند. اکثر آیوداید‌ها (I^-) در آب منحل اند؛ به استثنای Hg_2I_2 ، AgI و PbI_2 ، CuI که در آب غیر منحل می‌باشند.

تمام سلفیت‌ها (SO_4^{2-}) به استثنای Hg_2SO_4 در آب حل می‌شوند. بیشترین سلفیت‌های غیر منحل مربوط به فلزات گروپ اصلی جدول دوره‌ی عناصر اند.

سلفاید‌ها (S^{2-}) در آب غیر منحل اند، به استثنای سلفاید‌های گروپ اول (I) و دوم (II) اصلی جدول دوره‌ی عناصر و امونیم سلفاید $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ که در آب منحل اند. کاربونیت‌ها (CO_3^{2-}) در آب غیر منحل اند، به جز از کاربونیت‌های گروپ اول جدول دوره‌ی عناصر (فلزات القلی) و امونیم کاربونیت $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ در آب حل می‌شوند.

فاسفیت‌ها در آب غیر منحل اند؛ اما $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ در آب حل می‌شود. هایدروکساید‌ها (OH^-) در آب غیر منحل اند، به جز از هایدروکساید‌های گروپ اول (فلزات القلی)، $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ، $\text{Ba}(\text{OH})_2$ و کلسیم هایدروکساید کمتر منحل اند.



محصولات تعاملات زیر را بنویسید:

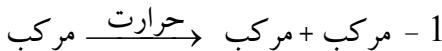
- 1- $NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \longrightarrow$
- 2- $CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow$
- 3- $AgNO_3(aq) + Cu(s) \longrightarrow$
- 4- $Ca(NO_3)_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow$
- 5- $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow$
- 6- $Ca(HCO_3)_2(aq) \xrightarrow{\Delta} \longrightarrow$

۷-۶-۲: تعاملات تجزیوی

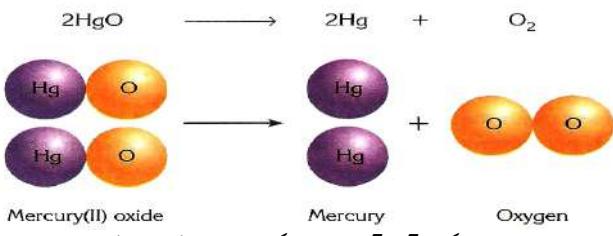
اکثر مركبات به واسطه جذب انرژی به شکل حرارت، برق، نور و تصادمات میخانیکی تجزیه شده و به مواد ساده تبدیل می‌گردد. شکل عمومی این نوع تعاملات قرار زیر است:



در نتیجه تجزیه مركبات، ممکن محصولات نیز مركبات باشند، در این صورت C و D مركبات اند. اگر محصولات تعامل عناصر باشند، در این صورت C و D نیز عناصر بوده (A+B) و در صورتی که مواد محصول از تعامل هم عنصر و هم مركب باشند، در این صورت C و D عنصر و مركب می‌باشد؛ به اين اساس میتوان معادلات ذيل را به نوع تعاملات ذكر شده فوق تحرير کرد:



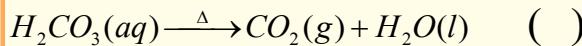
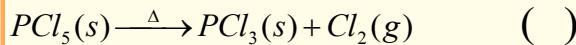
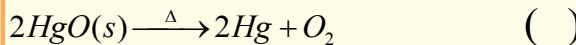
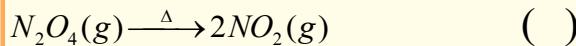
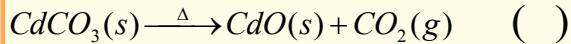
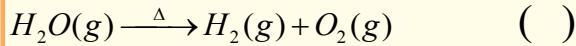
اگر به اکساید سیماب حرارت داده شود، سیماب فلزی و گاز آکسیجن تشکیل می‌گردد:



شكل (7-7): معادله شکلی تجزیه مرکبی اکساید

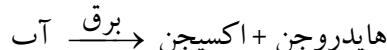
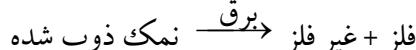
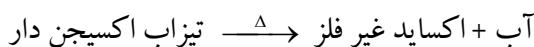
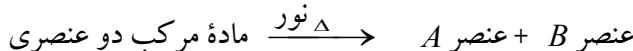
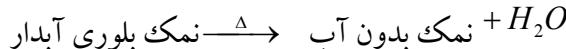
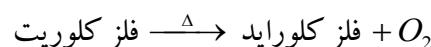
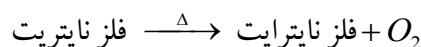
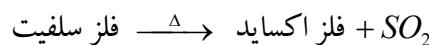
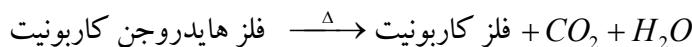
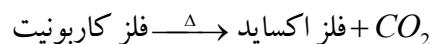


مثال‌های زیر را به دقت مشاهده نموده، با در نظر داشت نوع تعاملات فوق در مقابل هر تعامل عدد ۱ یا ۲ و یا ۳ از صفحه ۱۹۲ را که نمبر تعاملات مذکور در متن درس است، بنویسید:



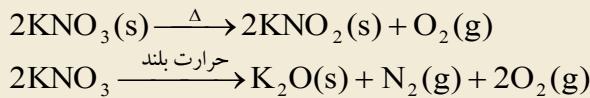
خصوصیت مشترک این نوع تعاملات عبارت از تشکیل مواد ساده از مرکبات مغلق می‌باشد.

قواعد عمومی برای تعاملات تجزیوی را می‌توان طور زیر نوشت:





مرکب فلز نایتریت توسط حرارت به فلز نایترایت و گاز آکسیجن و در حرارت بلند به فلز اکساید و گازات نایتروجن و آکسیجن تبدیل می‌گردد ک



جستجو کنید

آیا برای تعاملات تجزیوی میتوانید مثال‌های دیگری به علاوه از مثال‌های ذکر شده این درس تحریر بدارید؟

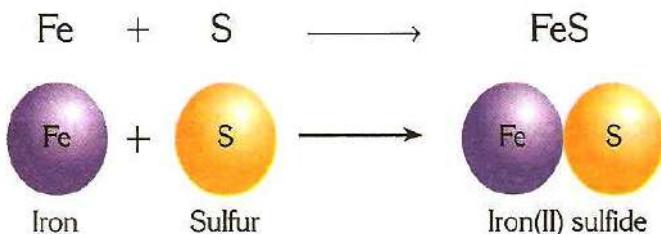
۷-۲-۳: تعاملات ترکیبی

تعاملات که در نتیجه آن دو یا چند ماده ساده با هم ترکیب شد یک ماده مغلق یا مرکب را می‌سازد که از تعداد و انواع بیشتری از اтом‌ها تشکیل شده باشد، به نام تعاملات ترکیبی یاد می‌شوند.

شکل عمومی آن قرار زیر است:

$A + B \longrightarrow CD$ مرکب است، A و B ممکن عناصر یا مرکبات باشند و یا A مرکب و B عنصر باشد.

بصورت عموم تعاملات ترکیبی به طور زیر نمایش داده می‌شوند:



شکل (7 - 8): معادله شکلی تعامل تشکیل فیریم(II) سلفاید

1 - (مرکبات) مرکب \longrightarrow مرکب + مرکب

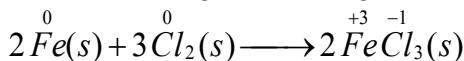
2 - مرکب \longrightarrow عنصر + مرکب

3 - مرکب \longrightarrow عنصر + عنصر

شکل زیر تعامل جمعی آهن و کلورین را نشان می‌دهد.



شکل (7 - 9) : تعامل آهن با کلورین

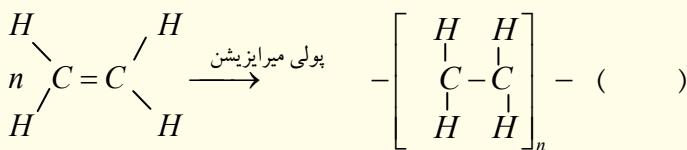
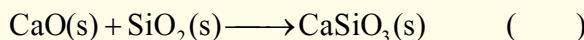
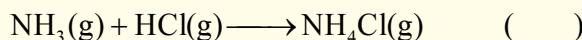


فعالیت



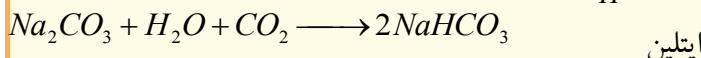
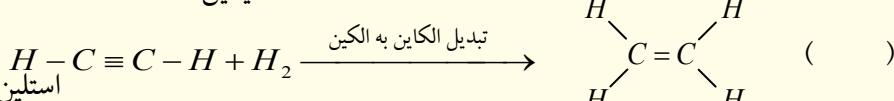
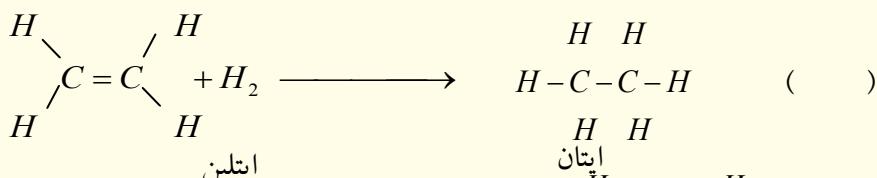
تعاملات زیر را به دقت خوانده، توسط اعداد ۱، ۲ و ۳ از صفحه ۱۹۴ که نماین نوع تعاملات

عمومی فوق الذکر است، به آنها ارتباط دهد:



ایتلین

پولی ایتلین



اشکال عمومی تعاملات ترکیبی را میتوان طور زیر فورمول بندی نمود که بسیاری از تعاملات آن به این اشکال مطابقت می‌نمایند:

فلز اکساید \rightarrow آکسیجن + فلز

غیر فلز اکساید \rightarrow آکسیجن + غیر فلز

(قلوی) فلز هایdroکساید \rightarrow آب + فلز اکساید

تیزاب آکسیجن دار \rightarrow آب + غیر فلز اکساید

نمک \rightarrow اکساید غیر فلز + اکساید فلز

پولیمر $\xrightarrow{\text{پولیمرازیشن}}$ مونو مر

آب \rightarrow آکسیجن + هایdroجن

$\text{Ammonium salt} + HX \rightarrow NH_4X \quad x = (F, Cl, Br, I)$

مرکبات مشبوع $\xrightarrow{\text{هایdro جنیشن}}$ $H_2 + \text{مرکبات غیر مشبوع}$

مشتقات اکسیجنی هایdroکاربن ها \rightarrow آب + مرکبات غیر مشبوع

$x, \text{هایdroکاربن های مشبوع هلوژندار} \rightarrow X_2 + \text{مرکبات غیر مشبوع}$

$x, \text{هایdroکاربن های مشبوع هلوژندار} \rightarrow HX + \text{مرکبات غیر مشبوع}$

فعالیت



جدا کردن منگ سماوارها و چای جوش ها: در وسایلی مانند سماوار و چای جوش که آب را در آن ها جوش می‌دهند، کلسیم بای کاربونیت و مگنیزیم بای کاربونیت منحل در آب های عادی به اثر جوش شدن ترسب می‌نمایند و به نمک های غیر منحل تبدیل می‌شود. این کاربونیت ها در چنین ظروف و وسایل رسوب کرده سبب ازدیاد کتله و بندش شیردهن ها مجرای خروجی آب این وسایل می‌گردد. برای تحرید منگ از وسایل، از طریقه های مختلف استفاده می‌کنند، یکی از این طریقه ها تهیه محلول قلوی وعلاوه نمودن آن بالای منگ می‌باشد.

مواد و وسایل مورد ضرورت: گیلاس، هاونگ با دسته، ترازو، چای جوش منگ گرفته شده، 10g نمک طعام، 9g سودیم هایdroکساید، 0.5g پوتاشیم کاربونیت و 0.2g پوست بلوط.

طرز العمل: نمک طعام، K_2CO_3 و پوست بلوط را طبق کمیت های فوق به طور دقیق

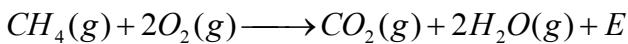
وزن کرده و با هم مخلوط نمایید و در هاونگ آن را خوب به پودر تبدیل نمایید، سپس آن را در یک گیلاس انداخته و آن را برای از بین بردن منگ استعمال نماید.

$\frac{2}{3}$ حصه حجم چای جوش را از آب پر نمایید، به طور تقریبی در مقابل هر لیتر آب 2-3g پودر القلی تهیه شده را در آن علاوه نمایید. چای جوش را بالای منبع حرارت گذاشته بعد از جوش آمدن آب، به مدت 5-3 دقیقه چای جوش را از منبع حرارت دور ننمایید و حرارت دادن را ادامه دهید و بعد از آن چای جوش را از آب تخلیه نموده ، با آب عادی و مایع ظرف شویی چای جوش را بشویید ، تغییرات رادر چای جوش مشاهده نموده و در کتابچه های تان یادداشت کنید.

۲-۳ : تعاملات احتراقی (سوختن)

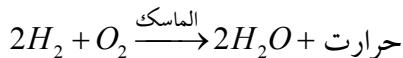
تعامل مواد با اکسیجن در صورتی که با تولید حرارت و نور همرا باشد ، به نام سوختن یاد می شود. از تعامل سوختن فلزات، اکسایدهای فلزی و از احتراق مرکبات عضوی با اکسیجن CO_2 ، آب و انرژی تولید می گردد، از احتراق عناصر غیر فلزات، اکسایدهای غیر فلز تولید می گردند. از سوختن هایdroکاربن ها و سایر مرکبات عضوی سلفر دار ، سلفر دای اکساید و از سوختن مرکبات عضوی نایتروجن دار، اکسایدهای مختلف نایتروجن، بخصوص NO_2 تولید می شود.

به طور مثال: معادله سوختن میتان را طور زیر نوشته کرده می توانیم:



اگر مقدار آکسیجن کم باشد، همراه با CO_2 مقدار گاز CO یا دود C نیز مشاهده می گردد و مقدار حرارت آزاد شده کم می باشد.

هايدروجن در طبقات بلند اتموسfer در موجودیت اکسیجن سوخته تولید آب و حرارت را می نماید:



اکثر فلزات با اکسیجن تعامل نموده ، اکساید مربوطه ، روشنی و حرارت را تولید می کند؛ به طور مثال: اگر فلز مگنیزیم بالای شعله آتش قرار داده شود، شعله ورشده، می سوزد.



آیا سوختن مواد یکی از انواع تعاملات ترکیبی می باشند؟ سوختن خود بخودی فاسفورس در

هوای مرطوب، یکی از تعاملات مهم سوختن مواد است، شکل ذیل سوختن خود به خودی فاسفورس سفید را نشان می‌دهد:



شکل (7 - 10): سوختن فاسفور در هوا



آیا تعامل سوختن مواد را میتوان نوع تعاملات ترکیبی قبول کرد؟



فعالیت

سوختن فلز مگنیزیم

مواد و لوازم مورد ضرورت: فلز مگنیزیم و گوگرد.

طرز العمل: 20cm فیتۀ فلز مگنیزیم را گرفته توسط گوگرد بسوزانید، حرارت و روشنی

آن را مشاهده نمایید. تولید خاکستر سفید را که اکساید مگنیزیم بوده مشاهده کنید:

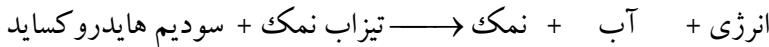


شکل (7-11): سوختن سیم مگنیزیم و تشکیل حرارت

۷ - ۲ - ۴ : تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک

تعاملات کیمیاوی از لحاظ جذب و یا آزاد نمودن انرژی به دو دسته تقسیم می‌گردد،

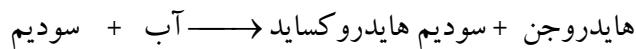
دسته اول نوع تعاملات است که در نتیجه صورت گرفتن آنها علاوه بر محصولات تعامل، انرژی به شکل حرارت و نور نیز آزاد می‌گردد، این نوع تعاملات را به نام تعاملات اکزوترمیک (Exothermic) یاد می‌نمایند. اکثر تعاملات القی‌ها با تیزاب‌ها اکزوترمیک بوده و با آزاد شدن حرارت صورت می‌گیرند؛ بطور مثال:



فلزات فعال با آب تعامل نموده نور و حرارت را تولید می‌نماید؛ بطور مثال: وقتیکه توئه کوچک فلز سودیم در تشت پر از آب انداخته شود، تعامل بسیار سریع صورت گرفته و با تولید نور و حرارت همراه می‌باشد.:

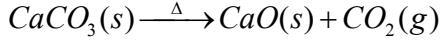


شکل (7-12) : تعامل اکزوترمیک سودیم در آب و تولید حرارت و نور



تعاملات اکزوترمیک نیز گاهی برای فعال شدن مواد داخل تعامل به انرژی ضرورت داشته؛ مگر انرژی که در جریان تعامل آزاد می‌گردد، بیشتر از آن مقدار انرژی است که برای فعال ساختن مواد داخل تعامل به مصرف میرسد؛ به طور مثال: فلز مگنیزیم را باید ابتدا به شعله آتش نزدیک سازیم تا تعامل آغاز گردد، وقتی که تعامل شروع شد، مقدار بی نهایت انرژی آزاد می‌شود. هم چنان اگر بالای پتاشیم پرمنگنیت گلیسرین را علاوه نماییم، در آغاز تعامل به انرژی آفتاب ضرورت بوده که این انرژی به نام انرژی فعال سازی یا انرژی اکتیویشن (Activition) یاد می‌شود.

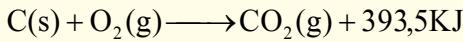
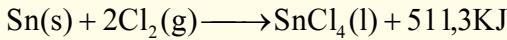
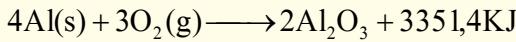
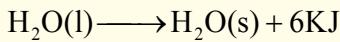
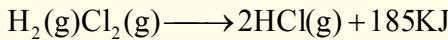
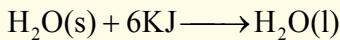
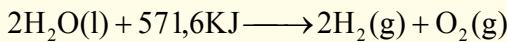
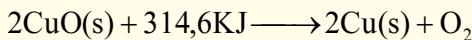
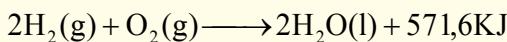
تعاملاتی که با جذب انرژی صورت می‌گیرند یا تعاملاتی که مستلزم حرارت اند، به نام تعاملات اندوترمیک (Endothermic) یاد می‌گردند. اکثر تعاملاتی که در طبیعت صورت می‌گیرند، از این جمله تعاملات اند؛ به طور مثال: استحصال چونه از سنگ چونه با مصرف زیاد انرژی امکان پذیر است:



فعالیت



معادلات تعاملات زیر را ملاحظه نموده، تعامل اکزوترمیک را به حروف (Ex) و اندوترمیک را به حروف (En) در کتابچه‌های خود نشانی کنید:

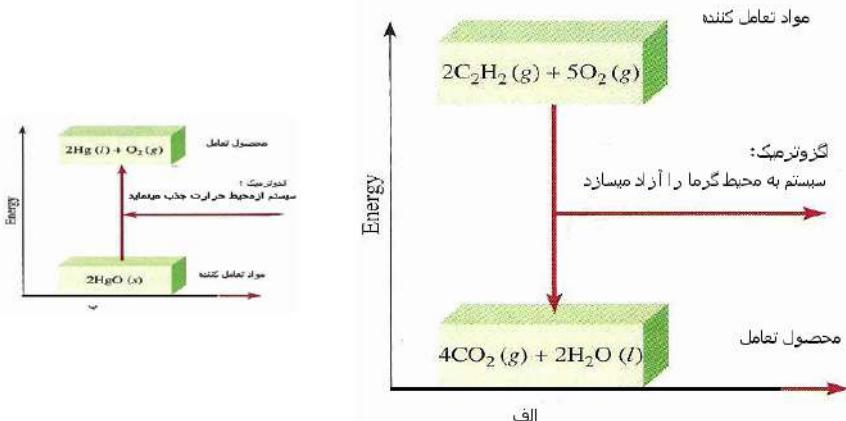


۷ - ۵ : دیاگرام انرژی برای تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک

طوری که گفته شد، تعاملات کیمیاوی از نگاه انرژی به دو دسته اکزوترمیک و اندوترمیک تقسیم می‌گردند. تعاملات اکزوترمیک در ابتدا تعامل به یک مقدار انرژی ضرورت دارد که این مقدار انرژی به نام انرژی فعال سازی (Activation) یاد می‌شود؛ ولی انرژی که آزاد می‌گردد بیشتر از مقدار انرژی فعال سازی می‌باشد.

مواد تعامل کننده در تعاملات اکزوترمیک دارای انرژی ذخیره‌ی زیاد بوده و مواد محصول تعامل آن انرژی ذخیره‌ی کم را دارا می‌باشند. محصولات اکزوترمیک با ثبات بوده و برای

تجزیه آن‌ها به همان مقدار انرژی ضرورت است که در وقت تشکیل آن‌ها آزاد گردیده است. تعاملات اندوترمیک در جریان تشکیل مواد محصول، مواد اولیه انرژی جذب می‌نمایند؛ لذا انرژی ذخیره‌وی مواد محصول تعامل بیشتر از مواد تعامل کننده می‌باشند. محصولات تعاملات اندوترمیک بی ثبات‌اند؛ زیرا مقدار انرژی که در وقت تشکیل خویش اخذ نموده اند دوباره آن را آزاد می‌سازد.



شکل (7-13) دیاگرام انرژی تعامل اکزوترمیک و اندوترمیک

الف - سوختن اسیتیلن در موجودیت هوا (اکزوترمیک)

ب - تجزیه مرکیوری (II) اکساید (اندوترمیک)



شکل (7-14): چراغ اکسی اسیتیلن در موقع سوختن حرارت زیاد را تولید می‌کند که در ولدنگ کاری و قطع فلزات به کار می‌رود



خلاصه فصل هفتم

- تعاملات کیمیاوى توسط معادلات کیمیاوى نمایش داده می شوند.
 - تعاملات کیمیاوى نوع جریاناتی اند که در آن ها مواد اولیه به مواد جدید یا محصول تعاملات که دارای خواص جدید می باشند، تبدیل می گردند.
 - تعامل تعویضی ساده عبارت از تعاملی است که در آن یک یا چند اтом جای یک یا چندین اтом هارا در مالیکول متتشکل آن ها اشغال می نمایند.
 - تعامل تعویضی دوگانه عبارت از تعاملی است که در آن یک یا چند اтом از یک مرکب با یک یا چند اтом مرکب دیگر تعویض می گردد.
 - تعامل تجزیوی عبارت از تعاملی است که از تجزیه یک ماده، چند ماده جدید به دست می آید.
 - تعامل ترکیبی عبارت از تعامل است که از یک جاشدن دو یا چند ماده، یک ماده جدید تشکیل می گردد.
 - تعامل احتراقی عبارت از تعامل است که در آن یک ماده در موجودیت آکسیجن سوخته، تولید اکسایدها، حرارت و روشنی می نماید.
 - نمک ها، القلی ها و تیزاب های که بیشتر از $L / 0.1mol$ (مول در فی لیتر آب) حل شوند، به نام مواد منحل و اگر بین $0.001 - 0.1$ مول فی لیتر آب حل شوند کمتر منحل و اگر کمتر از 0.001 مول فی لیتر آب حل باشند، به نام مواد غیر منحل یاد می شوند.
 - در تعامل اکزوترمیک در جریان تعامل یک مقدار انرژی آزاد می شود.
- * محصولات تعاملات اکزوترمیک با داشتن مقدار کم انرژی با ثبات و محصولات تعاملات اندوترمیک با داشتن مقدار زیاد انرژی بی ثبات اند.

• تعاملات اکزوترمیک نیز گاهی برای فعال شدن مواد داخل تعامل به انرژی ضرورت داشته مگر انرژی که در جریان تعامل آزاد می‌گردد، بیشتر از آن مقدار انرژی است که برای فعال ساختن مواد داخل تعامل به مصرف میرسد.

تمرین فصل هفتم

سؤالهای چهار جوابه

1 - علامه اختصاری برای حالت مواد محلول‌های آبی ----- است .

الف- L- b- aq- sol- د- ج-

2 - از سوختن گاز میتان، گاز کاربن دای اکساید و آب تولید می‌شود. این جمله چیست؟

الف- معادله سمبلیک است ب- معادله تحریری است

ج- معادله توصیفی است د- یک عبارت است.

3 - محصول تعامل $K(s) + H_2O(l) \longrightarrow$ عبارت است از:

الف- $K + H_2 + O_2$ ب- $K_2O + H_2O_2$ ج- $KOH + H_2$

4 - تعامل تیزاب با القلی از کدام نوع تعاملات ذیل می‌باشد:

الف- خنثی سازی ب- تعویضی دوگانه ج- رسوب دهنده د- الف و ب هردو

5 - کدام سلفیت‌های زیر در آب غیر منحل اند:

الف- $FeSO_4$ ب- $BaSO_4$ ج- K_2SO_4 د- Na_2SO_4

6 - تعامل $CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$ ، کدام نوع تعامل است؟

الف- ترکیبی ب- تجزیوی ج- سوختن د- اکزوترمیک

سؤالهای صحیح و غلط

جمله صحیح را به حرف (ص) و غلط را به حرف (غ) نشانی کنید.

() 1 - نمک ذوب شده توسط جریان برق به فلز و بقیه تیزابی تجزیه می‌شود.

() 2 - تبدیل اسیتیلین به ایتلین تعامل ترکیبی است.

- (3) تعامل مواد با اکسیجن به نام سوختن یاد می‌شود.
- (4) تعامل فلزات القلی با آب و تیزاب‌ها اکزوترمیک است.
- (5) محصولات اندوترمیک با ثبات است.
- (6) سمبل Δ برای مایعات در معادلات استعمال می‌گردد.
- (7) معنی (می‌دهد) را دارد.
- (8) تعامل $C + FeO \longrightarrow Fe + CO_2$ تعویضی دوگانه است.

سؤالهای خانه خالی

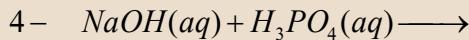
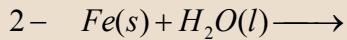
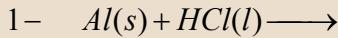
جاهای خالی را به کلمات مناسب تکمیل نمایید.

- 1- مگنیزیم با مس (II) سلفیت تعامل نموده و را تشکیل می‌دهد.
- 2- $PbCl_2$ در آب است.
- 3- محصولات تعامل تجزیوی $Pb(OH)_2$ عبارت از و می‌باشند.
- 4- شکل عمومی تعاملات ترکیبی می‌باشد.
- 5- محصول، فلز + اکسیجن عبارت از می‌باشد.
- 6- سودیم هایدروکساید با تیزاب نمک تعامل می‌نماید و را می‌سازد.
- 7- تعاملاتی که از محیط ماحول خود انرژی را جذب می‌نماید نامیده می‌شود.
- 8- تعاملاتی که به محیط انرژی می‌دهد نامیده می‌شوند.

سؤالهای تشریحی

- 1- تعامل کیمیاوی توسط کدام مفاهیم نشان داده می‌شود؟
- 2- انواع عمدۀ تعاملات کیمیاوی را توضیح کنید.
- 3- معادله توصیفی را با یک مثال توضیح نمایید.

- 4 - معادله سمبلیک را توسط یک مثال توضیح دهید.
- 5 - تعامل اکزوترمیک را با یک مثال توضیح نمایید.
- 6 - تعامل ترکیبی را تعریف و شکل عمومی آنرا بنویسید.
- 7 - تعامل تعویضی ساده را با یک مثال توضیح کنید.
- 8 - آیا تعامل القلی با تیزاب تعامل تعویضی است؟ چرا؟
- 9 - دیاگرام تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک را ترسیم نمایید.
- 10 - محصول تعاملات زیر را بنویسید و هم آن را به یکی از انواع تعاملات ارتباط دهید.



تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن

تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن یکی از پروسس‌های بسیار مهم طبیعت می‌باشد. سوختاندن مواد سوختی در سوخت گاه، دیگ‌های بخار، رسوب الکترولیکی فلزات، پروسه‌های که در عناصر گلوانیکی و بتری‌ها صورت می‌گیرد، همه به اساس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن عملی می‌گردند. دریافت مواد اولی و ابتدایی (آهن، کروم، منگنیز، طلا، نقره، کلور، آیودین، وغیره) هم‌چنان محصولات مشخص کی‌میاوی (امونیا، تیزاب شوره، تیزاب گوگرد و دیگر تیزاب‌ها) به اساس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن حاصل شده است. در اورگانیزم موجودات حیه اعم از نباتات و حیوانات تعاملات و تبادلات اکسیدیشن - ریدکشن بسیار مهمی صورت می‌گیرد که در جریان آن انرژی تولید و مجزا می‌گردد، این انرژی تولید شده برای بقای حیات موجودات حیه حتمی و ضروری می‌باشد.

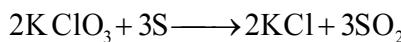
در این فصل راجع به اکسیدیشن و ریدکشن معلومات حاصل می‌نمایید، نمبر اکسیدیشن اтом‌ها را در مالیکول مرکب و توزین معادلات تعاملات اکسیدیشن و ریدکشن را می‌آموزید، میتودهای اساسی توزین تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را نیز یاد خواهید گرفت.

۸-۱: تعریف اکسیدیشن و ریدکشن

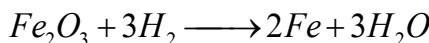
در زمان‌های قدیم اصطلاح اکسیدیشن و ریدکشن به مفهوم دیگری به کار می‌رفت؛ طوری که نصب آکسیجن را بالای مالیکول مرکب به نام عملیه‌ای اکسیدیشن یاد می‌نمودند؛ به طور مثال:



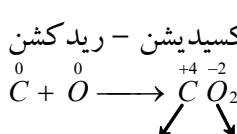
عملیه اکسیدیشن ممکن بدون موجودیت آکسیجن آزاد، بلکه به واسطه یک ماده اکسیجن دهندهٔ ترکیبی صورت بگیرد، تعامل ذیل را ملاحظه نمایید:



در تعامل فوق $KClO_3$ به حیث اکسیدی کننده عمل نموده و سلفر را تحمس نموده است. عملیه ارجاع کشیدن آکسیجن و نصب هایدروژن را در تعاملات کیمیاوی به نام ارجاع یا ریدکشن یاد می‌کنند؛ به طور مثال:

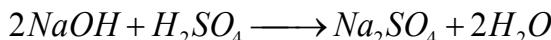
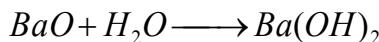


اکسیدیشن عبارت از عملیه‌یی است که در آن نمبر اکسیدیشن (مقدار چارج ثابت قسمی) اтом‌های بعضی از عناصر بلند می‌رود، عملیه‌یی پایین آمدن نمبر اکسیدیشن (مقدار چارج ثابت قسمی) اтом‌های عناصر را در یک تعامل کیمیاوی به نام ریدکشن یاد می‌کنند. اکثر تعاملات کیمیاوی نوع تعاملات اکسیدیشن و ریدکشن می‌باشند؛ به طور مثال: تعامل سوختن کاربن نوعی از تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن است:



ارجاع شده اکسیدی شده

اما تعاملات ذیل نوع تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن نمی‌باشد؛ زیرا نمبرهای اکسیدیشن اatom‌های مواد تعامل کننده بعد از تشکیل محصولات نیز به حالت اولی باقی مانده است:



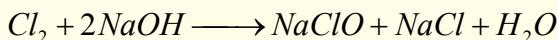
معمولًاً عملیه اکسیدیشن و ریدکشن در تعاملات کیمیاوی هم زمان صورت میگیرد و تعداد الکترون‌های گرفته شده مساوی به تعداد الکترون‌های باخته شده است، در صورتی که الکترون‌های باخته شده منفی و گرفته شده مثبت قبول گردد، مجموعه الجبری آن‌ها مساوی به صفر است.

چون ارجاع یک ماده کیمیاوی با اکسیدیشن ماده دیگر هم زمان صورت می‌گیرد، به هر اندازه که الکترونیگاتیویتی اтом‌های عناصر زیاد باشد، به همان اندازه خاصیت اکسیدی کننده‌گی (اکسیدانی) آن‌ها قوی می‌باشد. (این خاصیت در عناصر غیر فلزی زیاد است) و بر عکس هر قدر که عناصر دارای خاصیت الکترونیگاتیویتی پایین باشد به همان اندازه خاصیت اکسیدانی آن‌ها ضعیف بوده و خاصیت ارجاع کننده‌گی آن‌ها قوی می‌باشد.

فعالیت



در تعامل ذیل اکسیدی کننده‌ها و ارجاع کننده‌ها را مشخص سازید.



فکر کنید



- الف - جریان برق نتیجه انتقال الکترون‌ها است، آیا از تعاملات اکسیدیشن و ریدکشن میتوان جریان برق را بدست آورد؟
- ب - چرا عملیه اکسیدیشن و ریدکشن لازم و ملزم یک دیگر اند؟

۸ - ۲: نمبر اکسیدیشن عناصر

توسط ولانس‌های عناصر کیمیاوی میتوان قابلیت عنصر را در تشکیل رابطه‌های کیمیاوی دانست (و یا این که به معنی فوق العاده بلند مقیاس قابلیت آن‌ها در تشکیل رابطه کیمیاوی بی‌برد). کمیت ولانس، ارقام روابط کیمیاوی را تعیین می‌نماید که توسط اтом‌ها تشکیل گردیده است. ولانس‌ها به حیث کمیت الکترونیگاتیویتی اтом‌ها که با اтом مشخص رابطه داشته باشد، به شمار نرفته و علامات (+) و یا (-) را ندارند؛ زیرا ولانس ارقام روابط را در مالیکول‌ها مشخص می‌سازد؛ لاؤن در مرکبات الکترون‌های که روابط کیمیاوی را تشکیل می‌نمایند، بالای اтом‌های الکترونیگاتیف بلند، اخذ موقعیت می‌نمایند و در نتیجه اтом

ها چارج معین را کسب می‌کنند. توسط درجه اکسیدیشن اтом‌های در مالیکول‌ها چارج برقی قسمی یا شرطی اتم‌های مشخص به اساس استقرار الکترون‌های ولانسی بالای عنصر الکترونیگاتیف، دریافت می‌گردد. ذریعه‌ی این نوع شرایط پیش‌بینی می‌شود که الکترون‌های هریک از رابطه‌ها در مالیکول و یا آیون با اтом فوق العاده الکترونیگاتیف تعلق دارد. درجه اکسیدیشن اтом توسط علامت (+) و یا (-) نشان داده می‌شود. علامت مثبت درجه اکسیدیشن عنصر به ارقام الکترون‌های اatom مطابقت دارد که از آن جدا گردیده است و کمیت درجه اکسیدیشن منفی پیوستن الکترون را نشان می‌دهد که با اatom عنصر یک جا گردیده است.

۸-۲-۱: قوانین تعیین نمبر اکسیدیشن

برای تعیین درجات اکسیدیشن اatom‌ها در حالت آزاد (عنصری) و در مرکبات کیمیاوی با در نظر داشت مشخصات الکترونیگاتیویتی آن‌ها قرار مواد ذیل عملی می‌گردد.

۱- اatom‌های آکسیجن در مرکبات می‌توانند درجات اکسیدیشن تام و یا کسری را از خود نشان بدهد؛ به طور مثال: درجه اکسیدیشن آکسیجن در H_2O مساوی (2-) بوده، در مرکب H_2O_2 ، ۱- و در مرکبات KO_3 و KO_2 به ترتیب $\frac{1}{2}$ و $\frac{-1}{3}$ می‌باشد، در مرکب اکسی فلوراید OF_2 درجه اکسیدیشن آکسیجن ۲+ است. به صورت مشخص درجه اکسیدیشن هایدروجن در مرکبات کیمیاوی ۱+ بوده؛ اما در مرکبات هایدرايدهای فلزات فعال (Hydride Metals) نمبر اکسیدیشن آن ۱- می‌باشد.

۲- درجه اکسیدیشن اatom‌ها در آیون‌های مالیکول مرکبات ساده به اساس کمیت و علامه آن مساوی به چارج برقی آیونهای آن می‌باشد؛ به طور مثال: در مرکب KCl درجه اکسیدیشن پوتاشیم (K) ۱+ و از کلورین (Cl) ۱- است که چارج آن هابترتیب ۱+ و ۱- می‌باشد.

۳- در صورتی که مالیکول به اساس رابطه کوولانت و یا روابط آیونی-کوولانسی تشکیل گردیده باشد؛ به طور مثال: (HNO_3 , NH_4NO_3 , NH_4NO_2 , NH_3) درجه اکسیدیشن اatom الکترونیگاتیف قوی علامه (-) و اatom دارای خاصیت الکترونیگاتیف ضعیف به علامه (+) نشان داده می‌شود.

برای دانستن درجه اکسیدیشن معین عناصر سلسله از مرکبات به شکل معقول لازم است تا فورمول گرافیکی مرکب مطلوب تحریر گردد، در مرکبات نایتروجين دار (N_2H_4 , HNO_3 , HNO_2 , NH_4OH , NH_3)، بترتیب درجه اکسیدیشن

۳ - ۳ ، + ۳ ، + ۵ و ۲ - را دارا بوده که این درجات اکسیدیشن به طور آشکار درفورمول ساختمانی آن هابه ملاحظه میرسد.

۴ - مالیکول های که از اтом ها عین عنصر تشکیل شده باشند (مانند: N_2 , Br_2 , Cl_2 , H_2) وغیره) درجه اکسیدیشن اтом های این عناصر در مالیکول های آن ها مساوی به صفر می باشد؛ زیرا قوه جذب الکترونی بین هم چو اтом ها در مالیکول شان موجود نمی باشد والکترون های مشترک بین هسته های هر دو اтом قرار دارد؛ به طور مثال: در مالیکول هایدروجن (H : H) و کلورین (Cl : Cl) درجه اکسیدیشن هر اтом مساوی به صفر بوده ، لیکن Covalence (ولانسی) آن ها با درنظرداشت کمیت جوره الکترون های ولانسی به یک مطابقت دارد.

۵- در اکثر مرکبات عضوی، روابط کیمیاوی خاصیت ضعیف قطبی را در اثر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین اтом های رابطه اشتراکی دارا بوده. درجه اکسیدیشن اтом ها در آن ها مانند مرکبات کو ولانسی قطبی است.

۶- فلزات در حالت عنصری دارای توزیع منظم کثافت الکترونی به اطراف هسته می باشد از این سبب درجه اکسیدیشن آن ها مساوی به صفر قبول شده است.

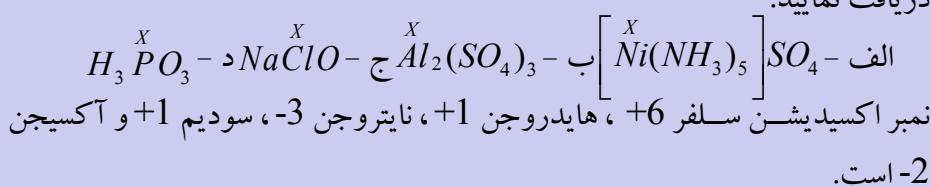
۷- در آیون مجموعه الجبری درجه اکسیدیشن تمام اтом ها مساوی به چارچ آیون است و مجموعه الجبری درجات اکسیدیشن اтом ها که در ترکیب مرکب خنثی بر قی شامل است، مساوی به صفر می باشد.

۸- در مرکبات کامپلکس به طور معمول درجه اکسیدیشن اтом مرکزی آن ها را مشخص می سازند؛ به طور مثال: در مرکب $[Ni(NH_3)_5]SO_4$ ، $K_2[Fe(SCN)_5]$ به ترتیب درجه اکسیدیشن آهن مساوی به (3+) بوده و درجه اکسیدیشن نکل مساوی به (2+) است. لازم به یاد آوری است که دانستن درجه اکسیدیشن به شکل ظاهری پدیدار شده و به طور معمول حالت واقعی اтом مطلوب را در مرکب مشخص نمی سازد. در بسیاری حالات درجه اکسیدیشن مساوی به ولانس عنصر مشخص نمی باشد؛ به طور مثال: در میتان (CH_4), فارمیک اسید (HCOOH)

میتانول ($\text{CH}_3 - \text{OH}$)، فارم الدهاید (CH_2O) و کاربن دای اکساید (CO_2) درجه اکسیدیشن کاربن به ترتیب مساوی به -4 ، -2 ، $+2$ ، $+4$ بوده و هم زمان با آن ولانس اтом کاربن در تمام مرکبات فوق الذکر مساوی به 4 است. دانستن درجه اکسیدیشن به صورت خاص در مطالعه تعاملات اکسیدیشن ریدکشن زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

خود را امتحان نمایید

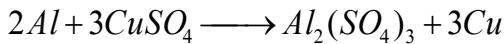
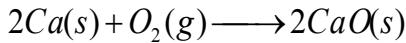
نمبر اکسیدیشن یکی از اтом‌های عناصر در مرکبات ذیل را که مجھول (X) است، دریافت نمایید.



۸-۳: انواع تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن

تمام تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را میتوان به انواع ذیل تقسیم نمود:

۱- تعاملات بین اтом‌ها و مالیکول‌های اکسیدیشن - ریدکشن: عبارت از تبادله الکترون‌های بین اتم‌های مختلف مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صورت می‌گیرد؛
مثال: تعاملات بسیط تر کیمی و تعویضی



۲- تعامل اکسیدیشن - ریدکشن خودی Disproportionation (تعاملات غیر متوازن)
این نوع تعامل مشخصه مرکبات و یا مواد ساده بوده که بعضی از اтом‌های عین عنصر در مرکب اکسیدی شده و هم زمان عده از اтом‌های همین عنصر ارجاع می‌گردد؛ به طور مثال:



۳ - تعاملات اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها :

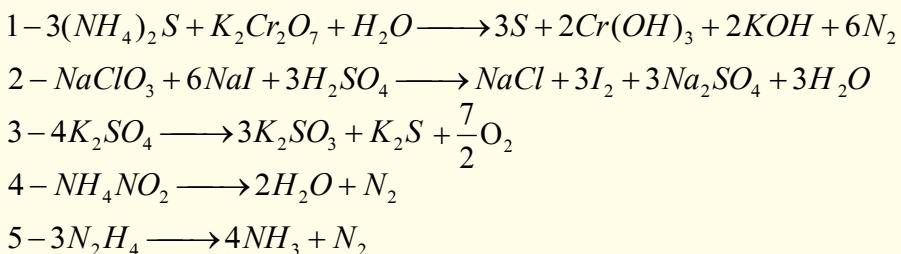
در این نوع تعاملات یک قسمت مالیکول مرکب وظیفه اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفه ارجاع کننده را اجرا می‌نماید، مثلاً ساده‌این نوع تعامل را می‌توان، پروسس ترکیبی پارچه شدن ماده مغلق به قسمت‌های مختلف مرکب ارائه کرد؛ به طور مثال:

$$2NO_3^{1-} \longrightarrow 2NO_2 + O_2$$
$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$
$$2AgNO_3 \longrightarrow 2Ag + 2NO_2 + O_2$$

فعالیت



تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن ذیل از جمله کدام نوع تعاملات بوده، نوع آن را مشخص ساخته وهم اکسیدی کننده‌ها را معلوم کنید.



۴ - ۴ : میتد ترتیب بیلانس تعاملات

برای ترتیب و بیلانس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن لازم است تا خواص اکسیدی کننده‌ها و ارجاع کننده‌ها که برای تشکیل مرکبات فعالیت می‌نمایند، دانسته شود. اکسیدی کننده‌ها و ارجاع کننده‌ها به صورت معمول به طور مجموعی به اساس خواص معلوم عناصر فعال می‌گردد. باید مد نظر گرفته شود که در تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن به شکل آشکار تنها تبادله معادل «متوازن» الکترون‌ها بین اکسیدی کننده و ارجاع کننده به وقوع می‌پیوندد، یعنی در مجموع الکترون‌ها که توسط ارجاع کننده داده شده و الکترون‌های مجموعی که از اکسیدی کننده گرفته شده است، باهم مساوی می‌باشد.

در تمام تعاملات کیمیاوی کمیت‌های مجموعی اтом‌های یک عنصر به طرف چپ معادله مساوی به کمیت مجموعی اтом‌های همان عنصر به طرف راست معادله تعامل می‌باشد.

اگر تعاملات Redox در محلول‌ها انجام گردد، در این صورت لازم است تا تأثیر محیط در تمرکز آیون‌های آزاد شده O^{2-} ، H^+ مد نظر گرفته شود که در محیط تیزابی با تشکیل شدن مالیکول‌های کم تفکیک شده آب منجر شده و در محلول‌های القلی و یا خنثی آب با آیون‌های منفی تعامل نموده و آیون‌های هایدروکساید (OH^-) را تشکیل می‌دهند.

$$HOH + O^{2-} \longrightarrow 2OH^-$$

به اساس دو میتوود می‌توان معادلات تعاملات Redox را ترتیب و بیلانس نمود:

۴-۱: میتوود بیلانس الکترونی

به اساس این میتوود می‌توان الکترون‌های مجموعی را تعیین نمود که از ارجاع کننده‌ها به اکسیدی کننده‌ها انتقال می‌نمایند. تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتماً مساوی به مجموعه الکترون‌هایی است که به ماده اکسیدی کننده پیوسته است.

۴-۲: میتوود نیمه تعاملات (میتوود آیون الکترونی)

در این میتوود قسمت‌های جداگانه معادله (معادله نیمه تعامل آیونی) برای پروسس اکسیدیشن-ریدکشن با جمع کردن بعدی آن‌ها در مجموع معادله آیونی در نظر گرفته می‌شود، این میتوود را به نام میتوود نیمه تعاملات آیونی نیز یاد می‌نمایند. در این میتوود آیون‌های حقیقی که در محلول آبی موجود است، یادداشت گردیده که بعد از یادداشت نمودن تعداد آیون‌ها به هر دو طرف معادله تعامل Oxidation – Reduction مساوی ساخته می‌شود. در این میتوود لازم است تا نه تنها ضریب اکسیدی کننده‌ها و یا ارجاع کننده‌ها دریافت گردد بلکه ضریب مالیکول‌های محیط تعامل (آب، تیزاب، القلی) نیز دریافت گردد. وابسته به مشخصات محیط ارقام الکترون‌ها که توسط اکسیدی کننده گرفته شده و یا اینکه از ارجاع کننده جدا گردیده است، ممکن تغییر نمایند. در همین حالت محیط موجب تغییرات پروسس‌های کیمیاوی نیز می‌گردد:

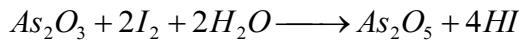
در محیط القلی ($\text{pH} > 7$) :



در محیط تیزابی ($\text{pH} < 7$)

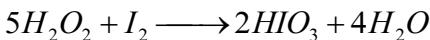


در محیط خنثی و یا القلی ضعیف



در محیط تیزابی ($\text{pH} < 7$)

در صورتی که $\text{pH} \leq 1$ باشد، هایدروجن پراکساید بالای آبودین عنصری تاثیر نموده آن را اکسیدی و به آبودین ترکیبی تبدیل نموده و به حیث اکسیدی کننده تبارز می‌نماید:



به خاطر معلومات بیشتر شما



- محیط تعامل ممکن تعامل را وادار سازد تا به سمتی میلان داشته باشد که تعامل به همان سمت جاری باشد، این تغییرات نیز وابسته به غلظت مواد تعامل کننده است.
- معادله تعامل اکسیدیشن - ریدکشن به سه مرحله متناوب ادامه پیدا می‌کند:
- 1 - مرحله که محصولات ابتدایی به دست می‌آید.
 - 2 - مرحله محصولات ابتدایی و تمرکز آنها.
 - 3 - مرحله محصولات نهایی.

برای مرحله ظاهري دوم تعامل، لازم است تا قاعدة تمرکز محصولات را بدانیم: ۱ - اтом‌های دریافت شده با داشتن درجه اکسیدیشن مثبت $+7$ ، $+6$ ، $+5$ ، $+4$ ، که در تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن سهیم گردیده اند، با آیون‌های آکسیجن تعامل نموده و رسوب‌های به شکل $[\text{RO}_3]^{m-}$ و $[\text{RO}_4]^{n-}$ را تشکیل می‌دهند؛ که مثال آن‌ها: SO_4^{2-} , MnO_4^{1-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , ClO_4^{1-} .

بعضی اوقات C, S, Mn در محیط خنثی و یا تیزابی، دای اکسایدها (dioxides) را تشکیل

می دهند که نمبر اکسید یشن این عناصر $+4$ بوده و آن عبارت اند از SO_2 , MnO_2 , CO_2 می باشد.

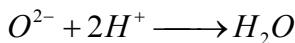
عناصر امفوتیر (Amphotric Elementes) با داشتن درجه اکسید یشن مثبت ($+3$ ، $+4$) در محیط القی مرکبات کامپکلس هایdroکساید را قرار شکل ذیل

تشکیل می دهنند:

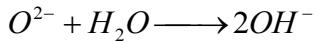


عناصری با داشتن درجه اکسید یشن مثبت ($+1$ ، $+2$ ، $+3$) در محیط تیزابی نمک ها را تشکیل می دهنند.

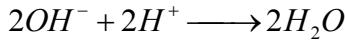
2- موجودیت آیون اضافی و بیش از حد آکسیجن (O^{2-}) در محیط تیزابی با آیون هایdroجن تعامل نموده ، مالیکول کم تفکیک شده آب را تشکیل می دهنند:



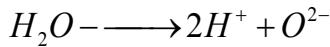
3- موجودیت آیون آکسیجن بیش از حد در محیط خنثی و یا القی ها با مالیکول های آب تعامل نموده آیون OH^- را تشکیل می دهد:



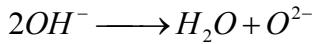
4- آیون اضافی H^+ در محیط القی با آیون OH^- تعامل نموده و مالیکول آب را قرار ذیل تشکیل می دهد:



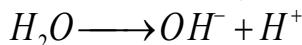
5- کمی آیون آکسیجن (O^{2-}) در محیط تیزابی و یا خنثی از مالیکول های آب (H_2O) آیون آکسیجن جدا شده و درنتیجه H^+ تولید می گردد:



6- قلت آیون آکسیجن در محیط القی ، از گروپ های (OH^-) آیون آکسیجن کشیده شده و درنتیجه مالیکول آب تولید می گردد:



7- در صورت قلت و کمی آیون H^+ در محیط القی تعاملات Redox از مالیکول آب (H_2O) کشیده شده و آیون OH^- تشکیل می گردد.



۵-۸ : تعاملات Redox در محیط‌های مختلف

۵-۸-۱ : تعاملات ریدوکس در محیط تیزابی

مثال اول: اکسید یشن هایدروجن سلفاید (H_2S) با محلول آبی $KMnO_4$ در محیط تیزابی.

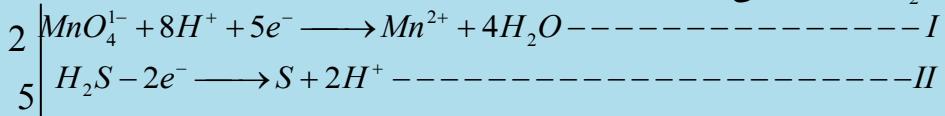
تعامل طبق معادله ذیل ادامه پیدا می‌نماید:



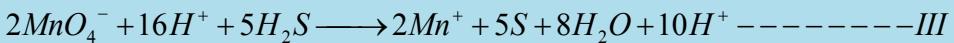
در پروسه تعامل ، درجه اکسیدیشن MnO_4^{1-} که در Mn شامل است و درجه اکسیدیشن سلفر که در مرکب H_2S شامل است ، تغییر می‌نماید.

معادله آیون - الکترونی را تحریر می‌نماییم که جریان ارجاع MnO_4^{1-} واکسید یشن

H_2S را افاده می‌کند :



در قسمت راست و چپ هریک از معادلات باید عین ارقام اтом‌های عناصر و مجموعه ذرات موجود باشد ، تعامل ریدوکس فوق در محیط تیزابی جریان دارد ، ازین سبب غرض تساوی ارقام اтом‌های آکسیجن به طرف چپ معادله (I) هشت آیون هایدروجن را علاوه می‌نماییم و به طرف راست معادله چهار مالیکول آب را تحریر می‌داریم . کمیت اтом هایدروجن و آکسیجن به دو طرف معادله (I) باید مساوی باشد . به همین ترتیب مساوی شدن کمیت اтом‌ها و مجموعه الجبری آیون - الکترون‌های حاصل شده معادله توسط پروسس اکسیدیشن H_2S قرار معادله (II) مشخص می‌گردد . بعد از مساوی ساختن کمیت الکترون‌های باخته شده و گرفته شده معادله مجموعی آیون - الکترونی را تحریر نموده (معادله III) و ضریب‌ها را در معادله تعامل که به شکل مالیکولی بوده ، قرار می‌دهند ، یعنی :

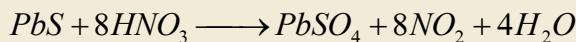
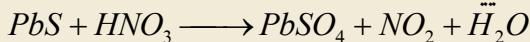


خود را آزمایش کنید

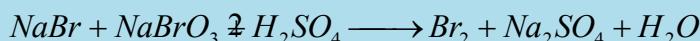


اکسید یشن سلفاید سرب (PbS) توسط HNO_3 را که شکل معادله تعامل آن

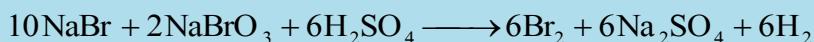
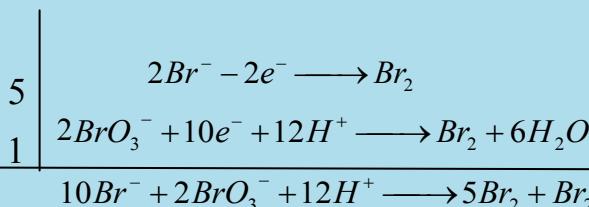
قرار ذیل است، توضیح نمایید:



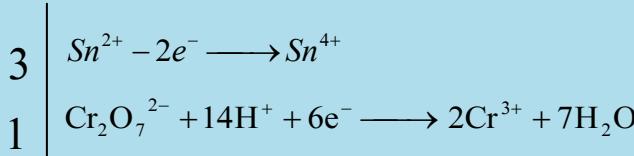
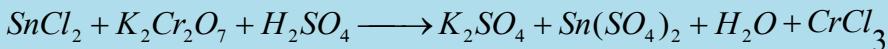
مثال دوم: معادله ذیل را بیلانس نمایید:



حل:



مثال سوم: معادله ذیل را توزین نمایید.

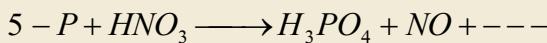
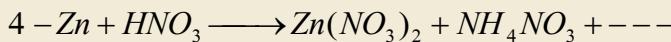
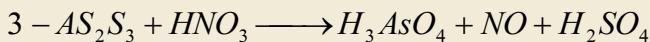
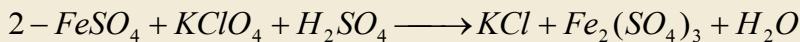


شکل مالیکولی توزین شده معادله قرار فوق تحریر می گردد.

خود را آزمایش کنید



معادلات آیون-الکترون و آیون-مالیکولی تعامل Oxidation – Reduction ذیل را ترتیب و توزین نمایید:



۴ - ۵ - ۲ : تعاملات در محیط القی Oxidation – Reduction

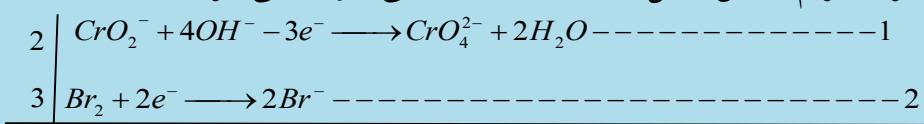
مثال اول: دراین مورد مثال تعامل Sodium Chromite ($NaCrO_2$) را با

برومین ملاحظه می‌نماییم که تعامل آن‌ها در محیط القی قرار ذیل صورت می‌گیرد:



دربروسم تعامل ، درجه اکسیدیشن کروم (Cr) که در ترکیب CrO_2^- شامل است و تغییر می‌نماید . معادلات نیمه تعامل آیون-الکترونی را تحریر مینماییم که اکسیدیشن CrO_2^- (معادله ۱) و پروسس ارجاعی برومین (معادله ۲) را مشخص می‌سازد.

درنظر می‌گیریم که این تعامل Redox در محیط القی صورت می‌گیرد .



غرض مساوی ساختن اتوم‌های آکسیجن به طرف چپ معادله (۱) چهار آیون OH^- تحریر گردیده است ، به طرف راست معادله نیز لازم است تا دو مالیکول آب تحریر گردد. حاصل جمع طرف به طرف معادله‌های مذکور قرار ذیل تحریر می‌گردد:



ضریب‌های لازمه برای هریک از مالیکول‌های تعامل کننده و محصولات تعامل به شکل ذیل در معادله فوق الذکر بر قرار می‌گردد:



مثال دوم: معادله تعامل سودیم سلفایت $KMnO_4$ را به Na_2SO_3 در محیط القلی قوی

در اثر مقدار کم ارجاع کننده با سلسله مراعات شده ذیل توضیح می‌نماییم:

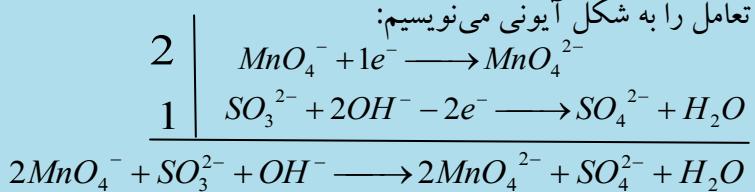
۱- معادله تعامل را تحریر نموده، اکسیدی کننده و ارجاع کننده هارا مشخص می‌سازیم.



در مالیکول Na_2SO_3 آیون SO_3^{2-} به شکل ارجاع کننده پدیدار شده، این آیون دو الکترون را از دست داده و به آیون SO_4^{2-} تبدیل می‌شود. در مالیکول $KMnO_4$ آیون MnO_4^- به حیث اکسیدی کننده نمایان می‌شود. در محیط القلی غلیظ و در اثر کمی ارجاع کننده این مالیکول یک الکترون را اخذ نموده، به MnO_4^{2-} ارجاع می‌گردد.

۲- معادله نیمه تعامل را که پروسس اکسیدیشن - ریدکشن را مشخص می‌سازد، تحریر می‌نماییم، در نظر گرفته می‌شود که این تعامل در محیط القلی جاری می‌باشد، کمبود آکسیجن آیون‌های ارجاع کننده از آیون‌های OH^- تکمیل شده که به این ترتیب مالیکول آب تشکیل می‌گردد. ضریب‌ها را در تعاملات نیمه بررسی نموده و مجموعه معادله نیمه

تعامل را به شکل آیونی می‌نویسیم:



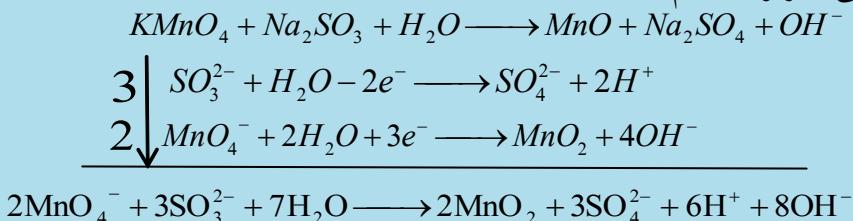
اگر معادله فوق به شکل مالیکولی آن تحریر گردد، خواهیم داشت که:



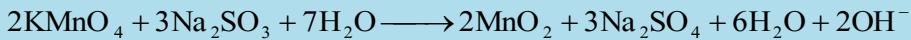
۳-۵-۸ : تعامل Red ox در محیط خنثی

مثال اول : تعاملات Red ox را در محیط خنثی بررسی می‌نماییم و معادله ذیل را غرض

بررسی تحریر میداریم:

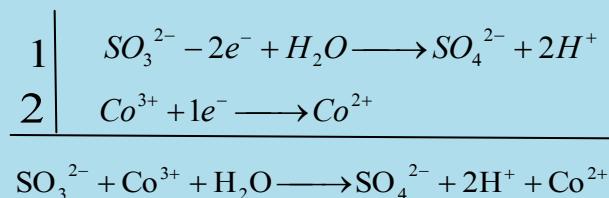


آیون های H^+ و آیون های OH^- باهم تعامل نموده و مالیکول های آب را تشکیل داده اند که به اندازه کم تغییک می شوند:



مثال دوم

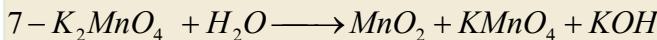
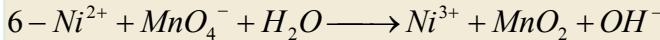
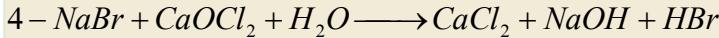
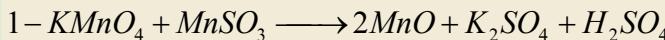
معادله تعامل اکسیدیشن بین آیون SO_3^{2-} را با Co به شکل آیونی آن در محیط خنثی ترتیب می‌کنیم. معادله نیمه تعامل آنها را تحریر می‌نماییم و ضریب‌های لازمه را به اساس آن دریافت می‌کنیم. کمی آیون‌های آکسیجن را از مالیکول آب پوره نموده که درنتیجه تعامل محیط تیزابی را حاصل می‌نماید. ضریب‌های حاصل شده را در مجموعه معادله تحریر میداریم:



خود را آزمایش کنید



ضریب‌های لازمه را برای توازن معادلات ذیل دریافت نمایید:



۸- ترتیب بیلانس تعاملات کیمیاوی اکسیدیشن-ریدکشن به اشتراک

پراکساید ها

H_2O_2 , CaO_2 , H_2S_2 , FeO_2 وغیره

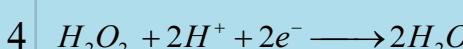
تمام این نوع مرکبات پراکساید ها حاوی آیون دو ولانس س-(S-O-O-S-) و (O-O) می باشد؛ از این سبب نمبر اکسیدیشن هر یک از اтом های آکسیجن و سلفر که زنجیر مشخص را تشکیل داده اند، مساوی به (1-) است، در اثر پارچه شدن H_2O_2 مالیکول آب و مالیکول آکسیجن با ثبات بیشتر تشکیل می گردد که درجه اکسیدیشن آکسیجن در مالیکول آب و مالیکول آکسیجن بترتیب (2-) و (0) می باشد. در تعاملات اکسیدیشن-ریدکشن هایدروجن پراکساید وابسته با اشتراک کننده گان تعامل و شرایط تعامل می تواند به حیث اکسیدی کننده و یا ارجاع کننده نقش ایفا نماید؛ به طور مثال: تعامل هایدروجن پراکساید را به نماینده گی دیگر مرکبات پراکساید ها ملاحظه می نماییم:

هایدروجن پراکساید به حیث اکسیدی کننده

مثال اول

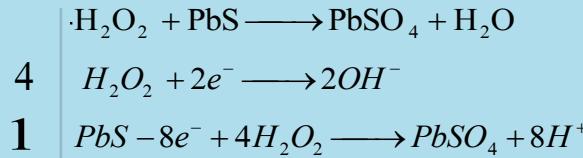
الف - در محیط تیزابی، مالیکول هایدروجن پراکساید دو الکترون را گرفته و به دو مالیکول

آب قرار مادله ذیل مبدل می شود:

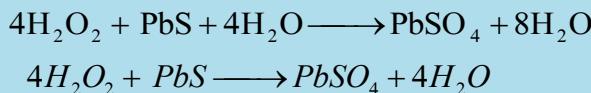


ب - در محیط خنثی

مثال دوم:

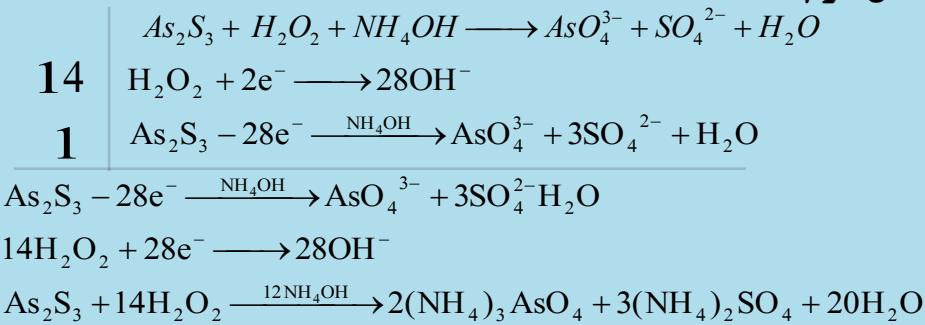


در معادله فوق آیون های H^+ و OH^- باهم تعامل نموده، آب را تشکیل می دهد.



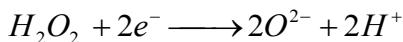
ج - تعامل H_2O_2 با شرکت Redox در محیط القلی:

مثال سوم:

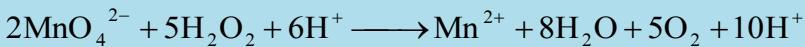
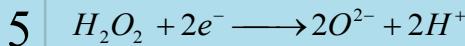
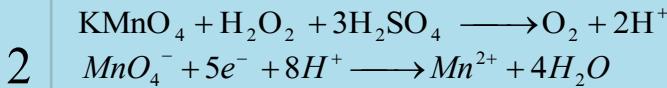


د - هایدروجن پراکساید به حیث ارجاع کننده

در محیط تیزابی هایدروجن پراکساید به حیث ارجاع کننده عمل می نماید



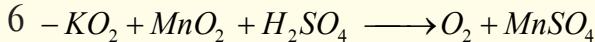
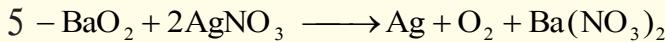
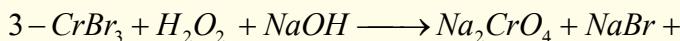
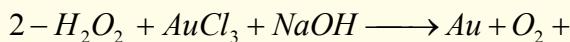
مثال چهارم



فعالیت



معادله نیمه تعامل (آیون - الکترونی) تعاملات Redox را برای تعاملات ذیل تحریر و توازن آنرا برقرار نمایید.



۷ : حالت‌های خاص ترتیب و توازن تعاملات ریدوکس

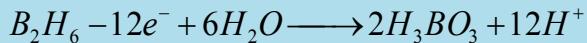
اگر در تعاملات کیمیاوی موادی سهم داشته باشد که برای آنها محاسبه درجه اکسیدیشن مشکل بوده باشد ، (به طور مثال : FeAsS , B_5H_{11} و مرکبات عضوی) می‌توان میتود سمبولیک (میتود شکلی) بیلانس الکترونی را به کار برد که ماهیت آن قرار ذیل است:

مجموعهٔ الجبری چارج‌های طرف چپ معادلهٔ تعامل Redox باید مساوی به چارج مجموعی سمت راست همین معادلهٔ ساخته شود.

مثال اول:



اکسیدیشن کننده و ارجاع کننده را در معادلهٔ فوق مشخص ساخته و هم معادلهٔ رابه اساس پروسس اکسیدیشن - ریدکشن تنظیم می‌نماییم:



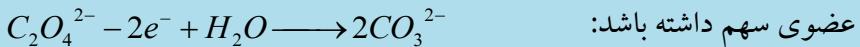
در این تعامل ارجاع کننده مرکب B_2H_6 بوده که به مرکب H_3BO_3 اکسیدی می‌گردد:



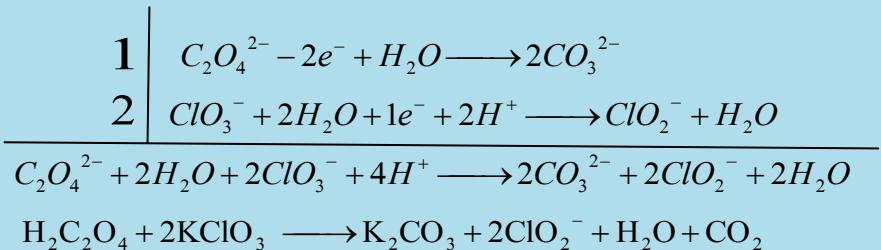
آیون‌های کمبود آکسیجن برای تشکیل H_3BO_3 را می‌توان از مالیکول‌های آب به دست آورد که در این صورت H^+ نیز تشکیل می‌گردد. طوری که دیده می‌شود به طرف چپ معادلهٔ فوق چارج‌ها صفر بوده؛ اما طرف راست آن 12 چارج مثبت موجود است؛ بنابراین غرض تساوی چارج‌ها از طرف چپ معادلهٔ باید 12 الکترون کم گردد:

مثال دوم:

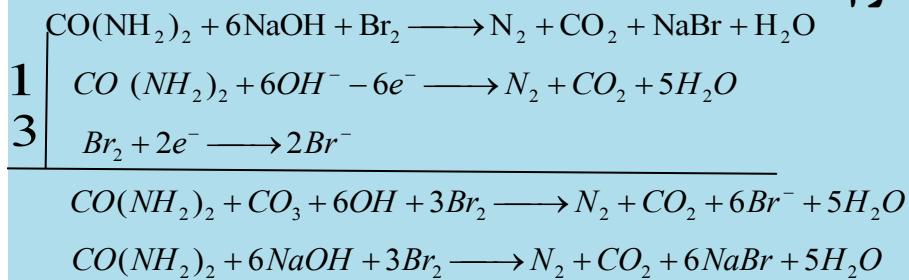
تعامل ریدوکس مرکباتی را مطالعه می‌نماییم که در آن مرکبات



درجهٔ اکسیدیشن کلورین و کاربن در نتیجهٔ تعامل مرکبات آن‌ها تغییر می‌نماید:



مثال سوم :



بیشتر بیاموزید

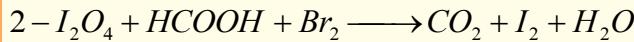
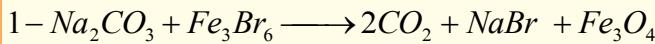


تعاملاتی که در اثر حرارت صورت میگیرد، تعامل و توازن معادلات این نوع تعاملات را میتوان توسط میتد الکترون - آیونی عملی نمود.

فعالیت



بیلانس الکترون - آیونی معادلات اکسیدیشن - ریدکشن ذیل را برقرار نمایید.





خلاصه فصل هشتم

اکسیدیشن عبارت از عملیه بی است که در آن نمبر اکسیدیشن اтом‌های بعضی از عناصر بلند می‌رود. عملیه پایین آمدن نمبر اکسیدیشن اтом‌های عناصر رادر یک تعامل کیمیاوی به نام ریدکشن یاد می‌نمایند. درجه اکسیدیشن اтом توسط علامت (+) و یا (-) افاده می‌گردد. علامت مثبت درجه اکسیدیشن عنصر به ارقام الکترون‌های اтом مطابقت دارد که از آن جدا گردیده است و کمیت درجه اکسیدیشن منفی ملحق شدن الکترون را نشان می‌دهد که با اтом عنصر ملحق گردیده است.

تمام تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را می‌توان به انواع ذیل تقسیم نمود:

- 1 - تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن بین اтом‌ها و مالیکول‌ها عبارت از تبادله الکترون‌ها بین اтом‌های مختلف، مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صورت می‌گیرد.
- 2 - تعامل اکسیدیشن - ریدکشن (Disproportionation) (تعاملات غیرمتوازن): این نوع تعامل مشخصه مرکبات و یا مواد ساده بوده که بعضی از اтом‌های عین عنصر در مرکب اکسیدی شده وهم زمان عده از اтом‌های همین عنصر ارجاع می‌گردد.
- 3 - تعاملات اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها دراین نوع تعاملات یک قسمت مالیکول مرکب وظیفه اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفه ارجاع کننده را اجرا می‌نماید.

به اساس دومیتود می‌توان تعاملات Red ox را ترتیب و بیلانس نمود:

میتود بیلانس الکترونی : به اساس این میتود می‌توان الکترون‌های مجموعی را تعیین نمود که از ارجاع کننده‌ها به اکسیدی کننده‌ها انتقال می‌نمایند . تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتماً مساوی به مجموعه الکترون‌هایی است که به ماده اکسیدی کننده ملحق می‌گردد .

میتود نیمه تعاملات (میتود آیون الکترونی) : دراین میتود قسمت‌های جداگانه معادله (معادله نیمه تعامل آیونی) برای پروسس اکسیدیشن-ریدکشن با جمع کردن بعدی آن‌ها در مجموع معادله آیونی در نظر گرفته می‌شود، این میتود را به نام میتود نیمه تعاملات آیونی نیز یاد می‌نمایند، در این میتود آیون‌های حقیقی که در محلول آبی موجود است، یادداشت گردیده که بعد از یادداشت نمودن تعداد آیون‌ها به هر دو طرف معادله تعامل Oxidation – Reduction مساوی ساخته می‌شود. دراین میتود لازم است تا نه تنها ضریب اکسیدی کننده‌ها و یا ارجاع کننده‌ها دریافت گردد؛ بلکه ضریب مالیکول‌های محیط تعامل (آب، تیزاب، القلی) نیز دریافت می‌گردد.

سؤالهای فصل هشتم

سؤالهای چهار جوابی

- 1 - تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن بین اтом‌ها و مالیکول عبارت از تبادله -----ها بین اтом‌های مختلف، مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صورت می‌گیرد.
- الف - ایون‌ها ب - اтом‌ها ج - انژری د - الکترون

2 - تعاملاتی که در آن بعضی از اтом‌های عین عنصر در مرکب اکسیدی شده و هم زمان عده از اتم‌های همین عنصر ارجاع می‌گردد، به نام ----- یاد می‌گردد. الف- اکسیدیشن خودی

ب- ریدکشن خودی ، ج- اکسیدیشن- ریدکشن خودی د- تعاملات تعویضی

3 - تعاملات که یک قسمت مالیکول مرکب وظیفه اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفه ارجاع کننده را اجرا می‌نماید به نام ----- یاد می‌شود.

الف- تعاملات اکسیدیشن ب- اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها

ج- ریدکشن د- هیچکدام

4 - در تعاملات ریدوکس تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتمی مساوی به مجموعه---هایی است که به ماده اکسیدی کننده ملحظ می‌گردد.

الف- الکtron ب- اтом‌ها ج- مالیکول‌ها د- پروتون‌ها

5 - معادله تعامل اکسیدیشن - ریدکشن به --- مرحله متناوب ادامه پیدا می‌کند.

الف- چهار مرحله ب- دوم مرحله ج- پنج مرحله د- سه مرحله

6 - در معادله $Cu + HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$ اکسیدی کننده عبارت است از :

الف- ب- Cu ب- HNO_3 ج- NO د- H_2O

7 - در تعامل $-OH^- + ClO_3^- + 3H_2O \longrightarrow Cl^- + 6e^- + 6OH^-$ کدام عنصر ارجاع گردیده است؟

الف- کلورین ب- آکسیجن ج- هایدروژن د- کلورین و هایدروژن

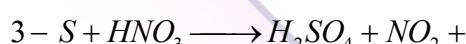
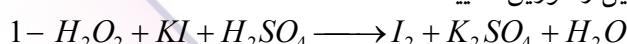
8 - در معادله $B_2H_6 + H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 12H^+$ ضریب مالیکول آب ---- است

الف- 3 ب- 4 ج- 6 د- 7

9 - در معادله تعامل Oxidation – Reduction تعداد آیون‌ها به هر دو طرف می‌شود.

الف- جمع ب- منفی ج- مساوی ساخته د- تغییر داده

سؤالات تشریحی : معادلات ذیل را توزین نماید:



فصل نهم

قوانين و محاسبات در کیمیا

گرچه هر رشته کیمیا دارای قوانین خاص مربوط به خود بوده؛ اما در کیمیا بعضی از قوانین هم وجود دارد که در همه بخش‌های کیمیا از آن پیروی می‌گردد، در این فصل قوانین و محاسبات توضیح شده که با مطالعه آن میتوان مطالب علمی ذیل را آموخت:

بادر نظر داشت روند تاریخی کشفیات علمی کیمیا، وسعت نظر جدید را در علم کیمیا پیدا خواهید کرد

به اساس چگونه‌گی کاربرد قوانین در ارتباط مسایل علمی و کشفیات معلومات حاصل می‌نماید. با محاسبات در کیمیا آشنا می‌شوید

۹-۱: پایه‌های مسایل علمی

به صورت عموم یک مسئله علمی به چهار پایه زیر استوار است :

- 1 - قوانین
- 2 - اصول
- 3 - نظریه‌ها و فرضیه‌ها
- 4 - قراردادها و قواعد

تلash عالمی به نام ارشمیدس برای حل یک مسئله اجتماعی ، مثالی از غلبه انسان‌ها بر ناتوانی‌های تحقیکی و فنی است . به یک رویداد اجتماعی توجه نمایید . پادشاه « هیرو » یک مقدار طلای خالص را به زرگر داد تا از آن تاجی برایش تهیه نماید ، زرگر تاج را تهیه کرد و به پادشاه سپرد ، نزد پادشاه سؤال پیدا شد که آیا این تاج خالص طلا است و یا اینکه زرگر با طلا ، مس را مخلوط نموده و از آن تاج ساخته است ؟ اما چگونه میتوان به حقیقت پی برد ؟ پادشاه به ریاضی دان و ستاره شناس مشهور زمان خود ارشمیدس روی آورد . ارشمیدس با وجودی که برای دریافت حقیقت حل مسئله افزار و روشی را نمی‌شناخت به اتکای قوه ذهن و تفکر خود دستور پادشاه را پذیرفت او مدت‌ها در این اندیشه بود تا اینکه از نظریه و فرضیه خود کار گرفته و به مسئله راه حل دریافت کرد .

فعالیت



از متون علمی ذیل ، مفهوم اصل علمی و قانون را پیدا کنید .

- 1 - هرگاه یک جسم در آب شناور گردد ، از وزن آن جسم کاسته می‌شود . مقدار کاهش وزن جسم مساوی به وزن مایع بی جاشده توسط همان جسم است
- 2 - ریزش باران‌های اسیدی باعث انقراض نسل حیوانات به نام دایناسور هاشده است .
- 3 - تمام مواد ازدراط کوچک به نام اتوم‌ها ساخته شده است ، خواص مختلف مواد به علت متفاوت بودن اتوم‌های آن‌ها است .

فرضیه و نظریه ، تحقیق انسان‌ها است . انسان‌ها بعد از رو به رو شدن با یک مسئله و تلash برای حل آن ، اطلاعات را جمع آوری و پس از ایجاد ارتباط بین آن‌ها ، نتیجه گیری می‌نمایند . در این مرحله فرضیه به وجود می‌آید . در صورتی که درستی فرضیه چندین بار و در زمانهای مختلف به اثبات برسد آن را فرضیه علمی می‌گویند . اصلاح و بهبود نظریه‌ها راهی حل سؤالات است .

فکر کنید



- سویه ارزش و اعتبار یک نظریه علمی به کدام عوامل ارتباط دارد؟
- تیوری یا نظریه‌های علمی با قانون علمی چه فرق دارد؟

یکی از تیوری‌های بسیار پیشرفته در کیمیای نظری، تیوری اтомی دالتن است. خواننده گان این کتاب با تیوری دالتن آشنایی خواهند داشت (در فصل اول ذکر گردیده است) این تیوری می‌تواند پدیده‌های مختلف را از قبیل تبخیر، انحلالیت مواد در یک دیگر، نسبت‌های حجمی گازات در تعاملات، ثابت بودن نسبت‌های کتلولی و حجمی مواد را در تعاملات کیمیاوى توضیح می‌نماید؛ اما توضیحات لازم را در مورد پدیده‌های از قبیل برق ساکن، الکترولیز محلول‌ها، رادیو اکتیویتی و تشعشعات مواد رادیواکتیف وغیره ارایه کرده نتوانست. واحادات اندازه گیری، نام‌ها فورمول‌ها، سمبول‌ها، روش‌های نام‌گذاری وغیره مثال‌های قرار دادهای علمی است.

قرارداد علمی

قرارداد علمی چیست؟

مجموعه توافقاتی که در مورد علوم به وجود می‌آید تا ارتباط محققان یک رشته با هم دیگر و حتی ارتباط دانشمندان رشته‌های مختلف علمی باهم آسان‌تر گردد، به نام قرارداد علمی یاد می‌شود.

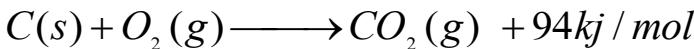
معلومات اضافی



آیوپاک (IUPAC) عبارت از سمبل اختصاری نام کمیته بین‌المللی کیمیای تجربی و خالص (International Union of Pure and Applied Chemistry) است که دانشمندان بر جسته کیمیا از ممالک جهان در آن عضویت دارد و قراردادهای علمی را در مورد مسائل کیمیا عقد می‌نمایند.

۹ - ۲ : قانون بقای ماده و یا تحفظ کتله

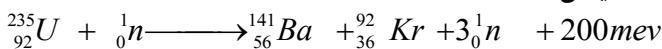
در قرن ۱۸ م عالم فرانسوی به نام لاوازیه (Antoine Loucent lavoisier 1794-1843) ابراز نظر نمود که در یک تعامل کیمیاگری مجموعه کتله های محصول تعامل مساوی به مجموعه کتله های مواد تعامل کننده است:



این قانون از نظر تیوری اтомی - مالیکولی دالتون درست بوده ، در هر تعامل کیمیاگری تعداد مجموعی اтом های عناصر تشکیل دهنده مواد تعامل کننده مساوی به مجموعه اтом های مواد محصول تعامل است؛ اما طوری که دیده می شود ، تعاملات کیمیاگری عملاً "توأم با جذب و یا آزاد شدن انرژی صورت میگیرد، تعاملات که در نتیجه صورت گرفتن آنها انرژی آزاد می شود، به نام تعاملات Exothermic (حرارت دهنده) یاد شده و تعاملات که در نتیجه جذب انرژی (گرمایش) صورت میگیرند، به نام تعاملات حرارت گیرنده (Endothermic) یاد می شوند.

در پرسه تعامل فوق بین کاربن و آکسیجن انرژی آزاد شده و نوعی از تعامل است که مقدار انرژی آزاد شده 94 kJ/mol است . این مقدار حرارت آزاد شده از تبدیل کتله کاربن و آکسیجن به انرژی ، حاصل گردیده است؛ بنابر آن باید کتله مجموعی مواد محصول تعامل کمتر از مجموعه کتله های مواد تعامل کننده باشد.

در آغاز قرن ۲۰ م انشتاين (Enstein) اظهار داشت که انرژی حاصل از تعاملات، نظری تعامل فوق مربوط به تقلیل کتله محصول تعامل است و کتله کاسته شده را به اساس فورمول $E = mc^2$ خود محاسبه کرده و قانون بقای کتله و انرژی را به میان آورد. در حقیقت کتله تبدیل شده به انرژی در تعاملات Exothermic به اندازه کوچک است که به هیچ وسیله اندازه شده نمیتواند ، ازین سبب قانون بقای ماده لاوازیه پا بر جا می باشد؛ اما زمانی که هسته یورانیم در راکتور هستوی انقسام حاصل می نماید، اختلاف کتله محصول تعامل حاصل از تعامل انقسام یورانیم اولی فوق العاده قابل ملاحظه بوده و تقریباً "50 میلیون مرتبه بیشتر از سوختن کاربن و آکسیجن است:



در تعاملات هستوی فوق باید قانون انشتاين یعنی قانون بقای ماده و انرژی را در نظر گرفت:

یک میلیون الکترو ولت (mev) معادل 10^{-14} calorie است . به اساس فورمول دریافت میداریم که $E = mc^2$ با کدام کتله معادلت دارد که به این مقدار انرژی مبدل گردیده اند:

$$\Delta m_1 = \frac{E_1}{C^2}$$

$$\Delta m_1 = \frac{94 \text{ kJ / mol}}{(3 \cdot 10^8 \text{ m / sec})^2} = \frac{94 \text{ kjoul / mol}}{9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2 / \text{sec}^2}$$

$$\Delta m_1 = 10.44 \cdot 10^{-10} \text{ g / mol}$$

کتله کاسته شده در تعامل هستوی فوق الذکر قرار ذیل حاصل می گردد:

یک مول اтом یورانیم 235g دارای $6.02 \cdot 10^{23}$ (به اندازه عدد او گدرو) اтом یورانیم است، چون در هر انقسام هسته به اندازه 200mev انرژی آزاد می گردد؛ بنابراین انرژی

عمومی آزاد شده به ارگ (erg) قرار ذیل محاسبه می گردد:

$$E_2 = 200 \cdot 3.8 \cdot 10^{-14} \text{ calorie} = 200 \cdot 3.8 \cdot 10^{-14} \cdot 4.18 \cdot 10^7 \text{ erg} \cdot 6.02 \cdot 10^{23}$$

$$\Delta m_2 = \frac{E_2}{C^2} = \frac{1.91 \cdot 10^{20} \text{ erg / mol}}{(3 \cdot 10^{10} \text{ cm/sec})^2} = 0.13 \text{ g} \quad E_2 = 1.91 \cdot 10^{20} \text{ erg / mol}$$

$$\frac{\Delta m_1 / 235}{\Delta m_2 / 12} = \frac{\text{molU}}{\text{molC}} = \frac{0.13 \text{ g} / 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{4.36 \cdot 10^{-9} \text{ g} / 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.5 \cdot 10^6$$

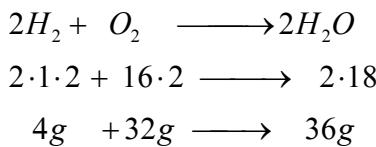
از نسبت داده شده در می باییم که انرژی آزاد شده از فی مول یورانیم $2,5$ میلیون مراتبه نسبت به انرژی آزاد شده از فی مول کاربن زیاد است.



شکل (9-1): الف - کتله چراغ های برقی عکاسی قبل از سوختن ، ب - کتله چراغ های برقی عکاسی بعد از سوختن

۳-۹ : قانون نسبت‌ها ثابت (Proust)

این قانون را اولین بار در سال 1807 عالمی به نام Proust طرح ریزی کرده و ازین سبب به نام موصوف نیز مسمی می‌باشد که قرار ذیل بیان می‌گردد: عناصر متتشکل مالیکول مرکب، در تشکیل مرکب به نسبت وزنی یا کتلولی معین و ثابت با هم تعامل می‌نمایند. طریقه‌های استحصال این اجسام ترکیبی می‌توانند به هرشیوه بوده باشد، مهم این است که دو جسم ساده همیشه به یک نسبت ثابت کتلولی با هم ترکیب شده، مرکبات را تشکیل می‌دهند؛ به طور مثال: هایدروجن با آکسیژن تعامل نمود، آب را تشکیل می‌دهند، نسبت کتلولی هایدروجن و آکسیژن در تشکیل آب ۱:۸ است:



$$H_2 : O_2 = 4g : 32g = 1 : 8$$



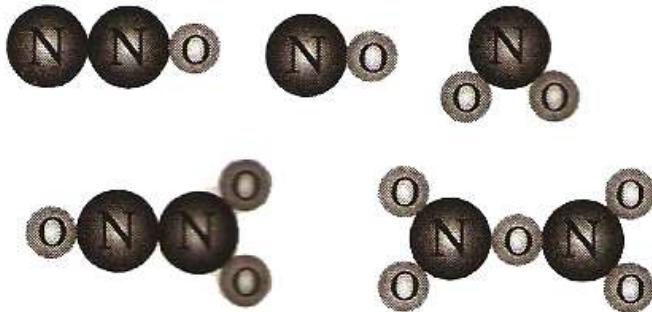
یکی از مرکبات آکسیژن با نایتروجن یک گاز بی رنگ دارای فورمول N_2O_4 است، آیا به کمک قانون نسبت‌های کتلولی میتوان به این فورمول کیمیاوی رسید؟

۴-۹ : قانون نسبت‌های متعدد یا قانون دالتون (Dalton)

دو عنصر با هم تعامل نموده، نه تنها یک نوع مرکب را تشکیل می‌دهند، در صورتی که نسبت کتلولی شان تغیرداده شود، مرکبات مختلف را تشکیل می‌دهند. نسبت کتلولی یکی از این عنصر در مرکبات مختلف آن اعداد تام ثابت و کوچک است، به طور مثال: نایتروجن و آکسیژن با هم تعامل نموده پنج نوع اکساید را تولید می‌کنند که نسبت کتلولی آکسیژن در این پنج نوع اکساید آن بنا نایتروجن ۵:۴:۳:۲:۱ است؛ اما کتلولی نایتروجن ثابت است؛ یعنی:

$N_2 : O_2$	$N_2 : O_2$	
N_2O ۱۴·۲ : ۱۶	۱ $\cancel{7}$: $\cancel{8}$	۱
NO ۱۴ : ۱۶	۱ $\cancel{7}$: $\cancel{8}$	۲
N_2O_3 ۱۴·۲ : ۱۶·۳	۱ $\cancel{7}$: $\cancel{8}$	۳
NO_2 ۱۴ : ۱۶·۲	۱ $\cancel{7}$: $\cancel{8}$	۴
N_2O_5 ۱۴·۲ : ۱۶·۵	۱ $\cancel{7}$: $\cancel{8}$	۵

مالیکول های اکساید
های نایتروژن



شکل (۹ - ۲) : مدل مالیکول های اکسایدهای نایتروژن

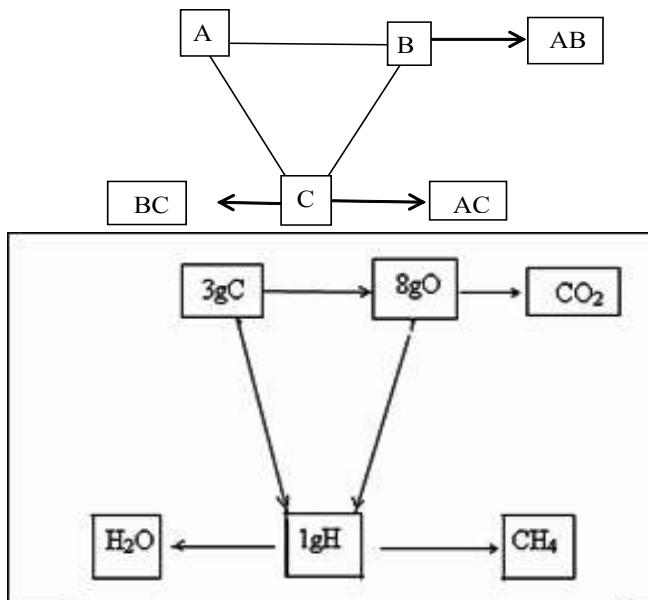
نسبت آکسیجن در پنج نوع اکساید آن با نایتروژن ۱:۲:۳:۴:۵ است.

فعالیت

قانون نسبت های متعدد را بالای چهار نوع اکساید کلورین تطبیق کنید .
 $(Cl_2O, Cl_2O_3, Cl_2O_5, Cl_2O_7)$

۹-۵: قانون معادله ها

دو عنصر هر یک به صورت جداگانه با عنصر سومی به یک نسبت معین کنلوی تعامل نموده، مرکبات را بدون بقیه تشکیل می دهند. این دو عنصر بین هم نیز به همان مقدار کته که با عنصر سومی تعامل نموده اند، تعامل کرده، مرکب را تشکیل می دهند:



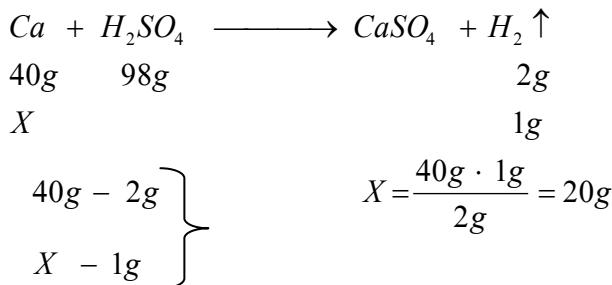
از توضیحات فوق نتیجه گیری می‌شود که عناصر به مقادیر معین با یکدیگر تعامل می‌نمایند. کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله عنصر به گرام است که با ۸ گرام اکسیجن تعامل نموده، بدون بقیه، اکساید مربوطه خود را تشکیل می‌دهند.

مثال: اکساید آهن به مقدار ۱.۵g موجود است که در آن ۱.۱۷g آهن شامل است، کتله معادل آهن را دریافت نماید.

$$\left. \begin{array}{l} mFe = 1.17g \\ m Oxide = 1.5g \\ mO_2 = 0.33g \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} 1.17gFe - 0.33gO_2 \\ X - 8g O_2 \\ X = \frac{1.17gFe \cdot 8gO_2}{0.33gO_2} = 28gFe \end{array} \quad \text{حل:}$$

کتله معادل یامعادل - گرام آهن مساوی به ۲۸g است.

کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله آن است که در یک تعامل کیمیاوی یک گرام و یا یک اтом - گرام هایdroجن را تعویض و آزاد می‌سازد؛ به طور مثال: در تعامل ذیل کتله معادل کلسیم ۲۰ بوده که قرار ذیل محاسبه می‌گردد:



به صورت عموم کتله معادل یک عنصر عبارت از کتله اتمی عنصر تقسیم بر ولانس همان عنصر در مرکب تشکیل دهنده آن می‌باشد.

$$\frac{\text{کتله اتمی نسبتی}}{\text{ولانس}} = \frac{\text{کتله معادل}}{\text{کتله اتمی نسبتی}}$$

مثال: کتله اتمی نسبی المونیم ۲۷amu بوده و ولانس آن ۳ است، کتله معادل آن را دریافت نمایید.

$$\left. \begin{array}{l} M_{Al} = 27 \text{ amu} \\ Volance_{Al} = 3 \\ Eq - g_{Al} = ? \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} Eq_{Al} = \frac{M_{Al}}{Volance} \\ Eq_{Al} = \frac{27 \text{ amu}}{3} = 9 \text{ amu} \end{array}$$

۱-۵-۹: دریافت کتله معادل مرکبات کیمیاوی

کتله معادل مرکبات کیمیاوی عبارت از کتله مالیکولی نسبی مرکبات تقسیم بر ولانس موثر در مالیکول مرکب است:

توجه نمایید

ولانس موثر در تیزاب‌ها مساوی به تعداد اтом‌های هایدروژن بوده و در القلی‌ها مساوی به تعداد گروپ هایدروکسیل است، به همین ترتیب در نمک‌ها ولانس موثر عبارت از ولانس کتیون‌های فلزی نمک‌ها بوده؛ بنابرآن به اساس فورمول‌های ذیل میتوان کتله معادل مرکبات مذکور را دریافت کرد:

$$Eq_{Acide} = \frac{M_{Acides}}{\sum H^+} \quad (\sum = \text{تعداد})$$

$$Eq_{Bases} = \frac{M_{Bases}}{\sum OH^-}$$

$$Eq_{Saltes} = \frac{M_{Salts}}{Cathions \cdot Volance}$$

اگر کتله معادل اтом‌ها و یا مالیکول‌ها به گرام افاده گردد، این کمیت به نام معادل گرام اتمی یا مالیکولی (Equivalent-gram) یاد می‌گردد که به طور عموم به (Eq-g) افاده می‌شود.

ناگفته نباید گذاشت اینکه: عناصری دارای ولانس‌های متتحول، کتله معادل مختلف را دارا می‌باشد؛ به طور مثال: کتله معادل مس در Cu_2O مساوی به 63.4amu بوده،

در حالی که کتله معادل مس در مرکب CuO مساوی به 31.7 amu است.

مثال: کتله معادل H_3PO_4 را دریافت نمایید، کتله مالیکولی H_3PO_4 مساوی به 98 است.

$$M_{H_3PO_4} = 98 \text{ amu}$$

حل:

$$Eq_{H_3PO_4} = ? \quad Eq H_3PO_4 = \frac{M_{H_3PO_4}}{\sum H^+} = \frac{98 \text{ amu}}{3} = 32.6 \text{ amu}$$

$$\sum H^+ = 3$$

مثال: کتله معادل $Ca(OH)_2$ را دریافت نمایید. کتله مالیکولی نسبی $Ca(OH)_2$ مساوی به 74 است.

$$M_{Ca(OH)_2} = 74 \text{ amu}$$

$$Eq_{Ca(OH)_2} = ?$$

$$\sum OH^- = 2$$

$$Eq Ca(OH)_2 = \frac{M_{Ca(OH)_2}}{\sum OH^-} = \frac{74 \text{ amu}}{2} = 37 \text{ amu}$$

مثال: کتله معادل $MgSO_4$ را محاسبه نمایید، کتله مالیکولی نسبی $MgSO_4$ مساوی به 120 amu است؟

حل :

$$M_{MgSO_4} = 120 \text{ amu}$$

$$Effective Volance = 2$$

$$Eq_{MgSO_4} = \frac{M_{MgSO_4}}{Cathion Volance}$$

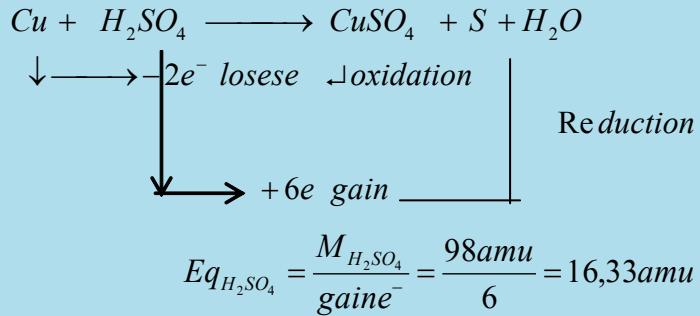
$$Eq_{MgSO_4} = ?$$

$$Eq_{MgSO_4} = \frac{120 \text{ amu}}{2} = 60 \text{ amu}$$

مرکباتی که در تعاملات Redox سهم می‌گیرند، در این صورت اтом‌ها عناصر متشکل مالیکول آن‌ها ارجاع و یا Oxidation شده، کتله معادل آن‌ها را طوری به دست می‌آورند که کتله مالیکولی آن‌ها را تقسیم الکترون‌های باخته شده (Loses) و یا گرفته شده (gain electrons) می‌نمایند، یعنی:

$$Eq_{Compound} = \frac{M_{Compound}}{Loses or gain e^-}$$

مثال : کتله معادل H_2SO_4 را در تعامل Redox ذيل محاسبه نمایيد .
حل :



مثال : کتله معادل مس را در تعامل فوق محاسبه کنيد؟

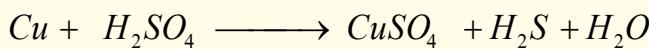
$$\frac{\text{كتله اтом}}{\text{الكترون باخته شده}} = \frac{63.5}{2} = 31.7 amu$$

فعالیت

1 - چطور میتوانید کتله معادل مرکبات ذيل را دریافت کنید ؟



2 - کتله معادل H_2SO_4 را در تعامل ريدوكس ذيل دریافت نماید .

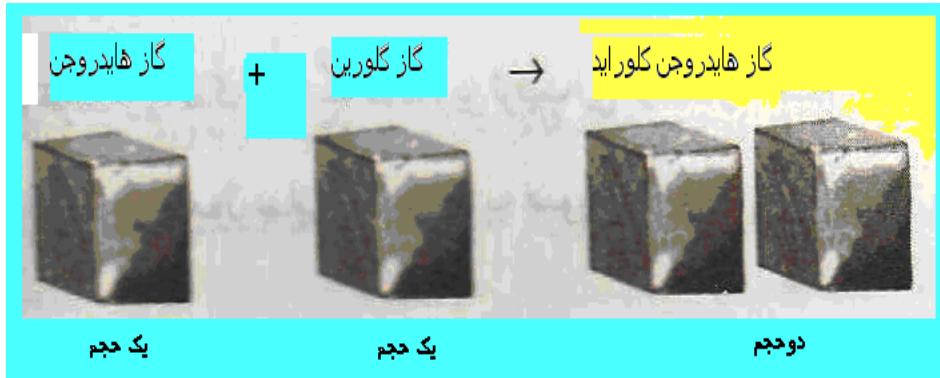


۶ : قانون نسبت‌ها حجمی

قانون نسبت‌ها حجمی توسط عالمی به نام گیلوسک (Gay-Liusac) طرح ریزی گردید و قرار ذيل است:

به حرارت و فشار ثابت نسبت حجمی مواد گازی تعامل کتنده و محصول تعامل گازی یا بخار آنها اعداد تام ، کوچک و ثابت است و هم نسبت حجمی مواد تعامل کتنده گازی اعداد کوچک و ثابت می باشد؛ به طور مثال: هایدروجن گازی با کلورین گازی تعامل نموده ، گاز هایدروجن کلوراید را تشکیل می دهنند. نسبت حجمی گاز هایدروجن

و کلورین در تشکیل هایدروجن کلوراید ۱:۱ است، شکل (۳-۹) و نسبت حجمی هایدروجن و هایدروجن کلوراید ۱:۲ و نسبت حجمی کلورین و هایدروجن کلوراید ۱:۲ است، یعنی:



شکل (۹-۳): احجام بعضی گازها

۷-۹ : قانون اوگدرو

عالمنی به نام برزیلیوس (Berzelius) بالای نسبت‌ها حجمی تیوری اтомی را تطبیق و دریافت کرد که حجم‌های مساوی گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی اтом‌ها را داراست. قضیه برزیلیوس بالای گازاتی صدق می‌کند که در طبیعت به شکل اтомی یافت می‌شوند؛ اما در مورد گازهای مالیکولی صدق نمی‌کند؛ ازین سبب تیوری دیگری به شکل قضیه توسط اوگدرو ارائه گردید. این قضیه اوگدرو (Avogadro) در سال ۱۸۱۱م ارائه گردیده که قرار ذیل است:

حجم‌های مساوی گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی ذرات (مالیکول‌ها، اтом، آیون‌ها و غیره) را دارا می‌باشد. فرضیه اوگدرو اکنون شکل قانون را بخود اختیار نموده و تعداد زیاد حقایق تجربی را توضیح نموده است. (قانون اول اوگدرو)؛ چنانچه دو حجم هایدروجن کلوراید زمانی تشکیل شده می‌تواند که یک حجم کلورین و یک حجم هایدروجن به شکل مالیکول بوده با هم تعامل نماید؛ در این صورت مالیکول کلورین و هایدروجن دو قسمت شده و هر قسمت هر یکی از آن‌ها با هم ترکیب شده مالیکول‌های جدید (دو مالیکول جدید) هایدروجن کلوراید را تشکیل می‌دهند.



مثال: قانون نسبت‌ها حجمی را در تعامل ذیل برای اجزای آن تطبیق نمائید:



حل:



حجم ۳	حجم ۱	دو حجم
-------	-------	--------

$$H_2 : N_2 = 3 : 1$$

$$H_2 : NH_3 = 3 : 2$$

$$N_2 : NH_3 = 1 : 2$$

قانون اوگدرو را میتوان به طور معکوس آن نیز بیان کرد:
تعداد مساوی مالیکول‌ها و اтом‌های گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت،
حجم‌های مساوی را اشغال می‌نمایند. (قانون دوم اوگدرو)

بیشتر بدانید



یک مول هر ماده به اندازه عدد اوگدر ($6.02 \cdot 10^{23}$) ذرات را دارا بوده، در صورتی که ماده حالت گازرا دارا باشد، یک مول هر گاز به شرایط STP 22.4L محض را اشغال می‌نماید که به اساس معادله عمومی گازات کامل؛ یعنی $PV = nRT$ محاسبه شده میتواند.

عدد اوگدرو به طریقه‌های مختلف دریافت شده است که در اینجا از دو طریقه آن تذکر کار به عمل می‌آید:

۱ - اگر کتله اتمی نسبی و یا مالیکولی نسبی به گرام افاده گردد (مول اatom یا مول مالیکول) و این کمیت‌های مولی بر کتله حقیقی یک اtom عنصر و یا مالیکول مرکب تقسیم گردد، در نتیجه عدد اوگدرو حاصل می‌شود:

$$\frac{\text{كتله نسبتي عنصر به گرام}}{\text{كتله حقيقي يك اtom عنصر}} = \frac{\text{عدد اوگدرو}}{}$$

یک مول مرکب

$$\frac{\text{کتله یک مالیکول مرکب}}{\text{عدد او گدرو}} = \frac{\text{کتله یک اتمی نسبی کاربن 12}}{\text{کتله اتم آن}}$$

مثال: کتله اتمی نسبی کاربن 12 و کتله یک اتم آن $g^{-23} \cdot 1.993 \cdot 10$ است عدد او گد رو را دریافت نمایید:

$$\frac{\text{کتله یک اتم کاربن به گرام}}{\text{کتله یک اتم کاربن}} = \frac{\text{کتله یک اتم کاربن}}{\text{عدد او گدرو}}$$

$$\frac{12g}{1.99 \cdot 10^{-26} kg} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

خود را آزمایش کنید

کتله مالیکول آب $kg^{-26} \cdot 10 \cdot 2.9898$ است و کتله مالیکولی آن amu 18 است، عدد او گدرو را به دست آورید.

2 - به طریقه الکترولیز نیز میتوان عدد او گدرو را بدست آورد؛ طوری که اگر عدد فارادی ($F=96491C$) تقسیم بر قیمت چارج ($e=1.602 \cdot 10^{-19} C$) گردد عدد او گدرو حاصل می شود.

$$NA = \frac{F}{e} = \frac{96491C}{1.602 \cdot 10^{-19} C} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

قیمت چارج را عالم امریکائی به نام ملیکان در قطرات تیل کشف کرد.

۸- ۹ : کتله اتمی نسبتی

کتله حقیقی اتم های عناصر کیمیاوی کمیت های کوچک بوده که بین $g^{-24} - 10^{-22}$ قرار دارد. این کمیت های کوچک با توان های منفی در محاسبات کیمیاوی مشکلاتی را ایجاد می نمود، از این سبب علمای ساینس برای اتم های عناصر کیمیاوی کتله اتمی نسبتی را تعیین نموده اند، آن ها کتله یک اتم عنصر را تقسیم $\frac{1}{12}$ حصه کتله یک اتم ایزوتوپ کاربن (C_6^{12}) نموده، حاصل تقسیم را به حیث کتله اتمی نسبتی همان عنصر مطلوب قبول کردند؛ پس:

$$M_{atomic} = \frac{mass - per\ atomElements}{\frac{1}{12} per - atom\ of\ Carbon - 12}$$

جستجو نمایید

علت استفاده از واحد کاربن - 12 در چه است ؟

اگر به عوض $^{12}_6 C$ ایزوتوپ های، $^{14}_6 C$ ، $^{13}_6 C$ و یا را به کاربرند در محاسبات کدام تغییراتی رونما خواهد شد ؟

$\frac{1}{12}$ ام حصه کتله اтом ایزوتوپ کاربن - 12 را به حیث واحد کتله اتمی (Atomic Mass Unit) قبول نموده و به (amu) افاده می کند؛ یعنی:

(Amu) واحد کتله اتمی بین المللی = $\frac{1}{12}$ ام حصه کتله یک اтом کاربن. چون کتله یک اтом کاربن $^{12}_6 C$ مساوی به $1.993 \cdot 10^{-26} kg$ است، پس قیمت

$$amu = \frac{1}{12} \cdot 1.993 \cdot 10^{-26} kg = 1.661 \cdot 10^{-27} kg$$

از اینجا نوشته کرده می توانیم که :

کتله یک اتم عنصر

$$= \frac{\text{کتله یک اtom نسبتی}}{1.661 \cdot 10^{-27} kg}$$

مثال: کتله یک اتم سودیم $3.8202 \cdot 10^{-27} kg$ است، کتله اتمی نسبتی سودیم را دریافت نمایید.

حل:

$$M_{atom} Na = \frac{m\ per\ atom - Na}{amu} = \frac{3.8203 \cdot 10^{-27} kg}{1.661 \cdot 10^{-27} kg} = 23 amu$$

مثال: کتله یک اتم هایdroجن $1.674 \cdot 10^{-27} kg$ است، کتله اتمی نسبتی آن را دریافت نمایید.

حل:

$$M_{atomic} H = \frac{mass - per\ atom H}{amu} = \frac{1.674 \cdot 10^{-27} kg}{1.661 \cdot 10^{-27} kg} = 1.008 amu$$

معلومات اضافی



در اکثر جدول‌های دوره‌ی عناصر کتله‌ایونی عناصر درج است و عبارت از اوسط مجموعی کتله‌های اتمی ایزوتوپ‌های مختلف عناصر می‌باشد.

فعالیت

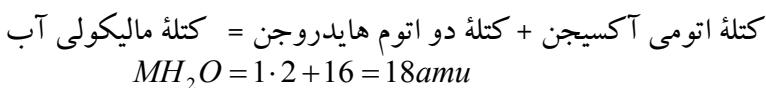


اوسط مجموعی کتله‌های اتمی ایزوتوپ‌های مختلف عناصر جدول زیر را محاسبه نمایید.

ایزوتوپ	${}_{8}^{16}O$	${}_{8}^{17}O$	${}_{8}^{18}O$
فیصدی در طبیعت	99.76%	0.04%	0.2%
کتله اتمی	15.99	17.00	18.00

۹-۹: کتله مالیکولی نسبتی

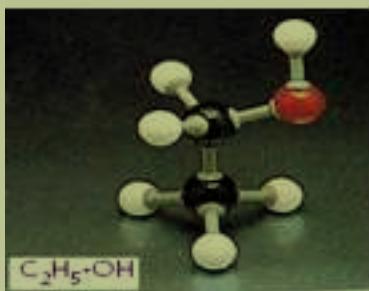
کتله مالیکولی نسبتی مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی عبارت از مجموعه کتله‌های اتم‌های عناصر مشکله مالیکول است.



مشق و تمرين نمایید



کتله مالیکولی مرکبات زیر را محاسبه کنید:



شکل (9-4): مدل ایتانول



معلومات ضروری



چون کتله‌های اтомی نسبتی عناصر به اساس قیمت (amu) در یافت گردیده است؛ بنابراین اگر کتله یک مالیکول مرکب را داشته باشیم و آن را تقسیم قیمت (amu) نماییم کتله مالیکولی نسبتی مرکب مطلوب حاصل می‌شود؛ یعنی:

کتله یک مالیکول مرکب

----- = کتله مالیکولی نسبتی

amu

مثال: کتله یک مالیکول آب مساوی به $2.9898 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ است، کتله مالیکولی نسبتی آب را در یافت نمایید.

حل: کتله مالیکولی آب

$$M_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{amu} = \frac{2.9898 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}{1.661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 18 \text{ amu}$$

نوت: کتله حقیقی هر ذره تقسیم بر قیمت amu مساوی به کتله نسبتی آن است.

۹- مول (اتوم- گرام و مالیکول- گرام)

اگر کتله اتمی نسبی عناصر کیمیاگری به گرام افاده گردد، این کمیت را به نام اтом- گرام یا مول اتمی یاد می‌کنند؛ به طور مثال: کتله اتمی نسبی Na مساوی به 23amu است؛ بنابراین یک مول سودیم مساوی به 23g است.

به همین ترتیب اگر کتله مالیکولی نسبتی مرکبات کیمیاگری به گرام افاده گردد، این کمیت کتلوی را به نام مالیکول- گرام یا مول مالیکولی یاد می‌نمایند؛ به طور مثال: کتله مالیکولی نسبتی تیزاب گوگرد (H_2SO_4) مساوی به 98amu است؛ بنابراین 98 گرام آن یک مول است. به صورت عموم اگر کتله نسبتی هر ذره کیمیاگری به گرام افاده شود همین کمیت کتلوی را به نام مول همان ذره یاد می‌کنند؛ به طور مثال: کتله نسبتی الکترون مساوی به $5.4 \cdot 10^{-4} \text{ amu}$ است؛ بنابراین یک مول آن مساوی به $5.4 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ می‌باشد.

چون اтом- گرام، مالیکول- گرام، ایون- گرام تماماً به نام مول یاد شده است و

تمام همین کمیت‌ها به اندازه عدد اوگدرو ذرات را دارا اند؛ بنابراین به صورت مشخص میتوان مول را چنین تعریف کرد:

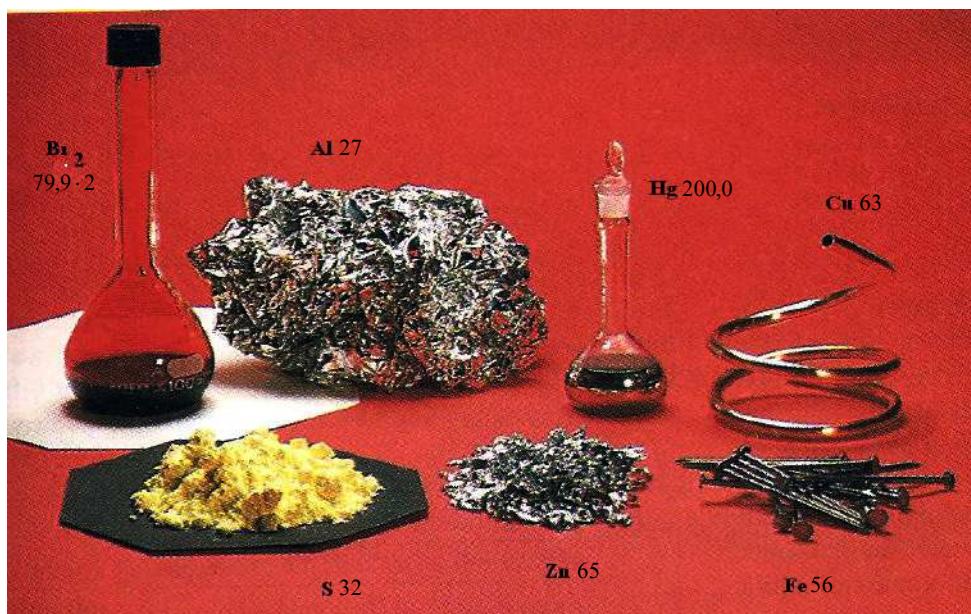
مول: عبارت از کتله‌ذرات به اندازه عدد اوگدرو به گرام است یا به عباره دیگر اگر کتله‌ذرات به اندازه عدد اوگدرو به گرام افاده شود، این کمیت را به نام مول (Mole) یاد می‌نمایند

مثال: 200g سودیم هایدروکساید چند مول آن است؟ کتله مالیکولی آن 40amu

$$\left. \begin{array}{l} m = 200g \\ M = 40amu \\ n = ? \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} 40g - 1mol \\ 200g - n \end{array} \right\} \quad n = \frac{200g \cdot 1mol}{40g} = 5mol$$

است.

از مثال فوق میتوان فرمول $n = \frac{m}{M}$ را برای محاسبه مول استنتاج کرد.



شکل (9-5): مقدار مول مس، سیماب، المونیم، برومین، آهن، جست و سلفر

۹ - ۱۱ : دریافت فیصدی عناصر متشکل مالیکول‌های مرکبات

برای این که فیصدی عناصر متشکل مالیکولی مرکبات کیمیاوى را بدست آورده بتوانیم، لازم است تا مقدار هر عنصر را در کمیت یک مول آن با در نظر داشت کتله مالیکولی مرکب دریافت نموده، در این صورت مقدار عنصر مطلوب را که در یک مول مرکب موجود است، ضرب در عدد ۱۰۰ نموده و تقسیم بر مقدار مول آن مرکب می‌نماییم، کمیت حاصل مقدار فیصدی عنصر مطلوب را افاده می‌نماید؛ یعنی:

$$\frac{\text{فیصدی عنصر در مرکب}}{\text{یک مول مرکب}} = \frac{100}{\text{مقدار عنصر}}$$

مثال اول: فیصدی کاربن، هیدروجن و اکسیژن را در گلوکوز (($C_6H_{12}O_6$)) محاسبه نماید، در صورتی که کتله مالیکولی گلوکوز ۱۸۰amu بوده باشد، کتله اтомی هیدروجن ۱amu، کتله اتمی کاربن ۱۲amu و کتله اتمی آکسیژن ۱۶amu است.

حل:

$$MC_6H_{12}O_6 = 12 \cdot 6 + 1 \cdot 12 + 16 \cdot 6 = 180 \text{ amu}$$

$$MC_6H_{12}O_6 = 72 + 12 + 96 = 180 \text{ amu}$$

$$\text{mole } C_6H_{12}O_6 = 72g + 12g + 96g = 180g$$

$$180g C_6H_{12}O_6 - 72gC$$

$$100 - W\%$$

$$W\%C = \frac{72gC \cdot 100}{180g} = 40\%C$$

$$180g C_6H_{12}O_6 - 96gO$$

$$100 - W\%$$

$$W\%O = \frac{96gO \cdot 100}{180g} = 53.33\%O$$

$$180g C_6H_{12}O_6 - 12gH$$

$$100 - W\%H$$

$$W\%H = \frac{12gH \cdot 100}{180g} = 6.7\%H$$

نوت: مجموعه فیصدی‌های اجزای متشکل مالیکول مرکبات کیمیاوى مساوی به

۱۰۰ می‌شود.

۹-۱۲: فورمول تجربی و فورمول مالیکولی

یک مرکب کیمیاوی را معمولاً "توسط طرز ترتیب سمبل‌های عناصر تشکیل دهنده آن با ضرایب نسبتی که به نام ضرایب ستیکیو متري (Stoichiometry) نیز یاد می‌شود، نشان می‌دهند؛ به طور مثال: NaCl نشان دهنده نمک طعام و H_2O نشان دهنده آب است که طرز ترتیب سمبل‌های عناصر تشکیل دهنده با ضرایب نسبتی آن‌ها را در مرکبات به نام فورمول مالیکولی یاد می‌نمایند. یک مالیکول آب از دو اтом هایدروجن و یک اتم اکسیجن تشکیل گردیده است، به این اساس فورمول مالیکولی آب H_2O است.

فورمول مالیکولی را می‌توان به اساس تجزیه کیمیاوی تعیین نمود. نوع دیگری از فورمول‌های کیمیاوی عبارت از فورمول تجربی است، در این فورمول تعداد نسبتی اтом‌های عناصر مختلف در یک مرکب نشان داده می‌شود. (کلمه تجربی در اینجا به این معنی است که فورمول ارائه شده تنها به اساس مشاهده و اندازه گیری یعنی تحلیل توصیفی و مقداری مشخص گردیده است). مالیکول گلوکوز دارای 6 اтом کاربن، 12 اatom هایدروجن و 6 اatom آکسیجن بوده و فورمول تجربی آن CH_2O است که تنها نسبت اтом‌های کاربن، اatom‌های هایدروجن و اatom‌های آکسیجن را در مالیکول گلوکوز نشان می‌دهد. چون این نسبت‌ها همواره ساده ترین شکل یک ماده را آشکار می‌سازد، ازین سبب این فورمول را به نام فورمول ساده نیز یاد می‌کنند.

برای این که فورمول ساده مرکبات را به درستی تحریر و دریافت نموده باشیم، لازم است تا تحلیل توصیفی و مقداری مرکب را بدانیم. با دانستن تحلیل توصیفی و مقداری مرکب می‌توان فورمول تجربی آنرا قرار موارد ذیل تحریر و دریافت کرد:

- 1 - کمیت‌های مقداری هر عنصر را که در اثر انتالیز حاصل شده است، به مول تبدیل می‌کنیم.
- 2 - مقدار مول‌های هر عنصر تشکیل دهنده مرکب را که قرار ماده 1 حاصل نمودیم، دقیقاً ملاحظه نموده کمیت کوچک آن‌ها را بر ملا می‌سازیم، سپس تمام کمیت مولی عناصر متشکله مالیکول مرکب مطلوب را تقسیم بر همین کمیت کوچک مولی نموده، ارقام بدون واحدهای قیاسی حاصل می‌شود.

- 3 - کمیت‌های رقمی که طبق ماده 2 حاصل می‌گردد، دقیقاً مطالعه نموده، در صورتی

که اعداد تام باشد ، نسبت های اтом های عناصر متشکله مالیکول مرکب را در فورمول ساده نشان داده و اگر ارقام تام نباشند، آنها را به طریقه رونداف و یا ضرب نمودن کوچکترین عدد تام، به اعداد تام تبدیل نموده، این اعداد تام نسبت اتمی عناصر را در فورمول ساده افاده می کند، ارقام نسبتی عناصر را با درنظر داشت طرز تحریر درست فورمول مالیکولی به سمبل های عناصر کیمیاوی ضمیمه ساخته، فورمول ساده حاصل می شود.

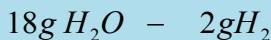
4 - غرض تحریر درست فورمول مالیکولی مرکب، علاوه از داشتن تحلیل توصیفی و مقداری باید کتله مالیکولی مرکب نیز معلوم باشد، بدین اساس با در نظر داشت تحلیل توصیفی و مقداری قرار مواد فوق فورمول ساده را دریافت و کتله مالیکولی مرکب مطلوب را به کتله مالیکولی نسبتی فورمول ساده تقسیم و عدد تام حاصل خواهد شد که این عدد را به نسبت عناصر در فورمول ساده ضرب نموده و در نتیجه فورمول مالیکولی مرکب حاصل می گردد.

مثال: یک گرام از یک مرکب متشکل از کاربن و هایدروجن سوختانده شده که در نتیجه 3.3g کاربن دای اکساید (CO_2) و 0.899g آب (H_2O) حاصل گردیده، فورمول ساده مرکب را دریافت نمایید .

حل:

$$\left. \begin{array}{l} \text{مقدار ماده عضوی سوختانده شده} \\ = 1\text{g} \\ \text{کاربن دای اکساید} \\ = 3.3\text{g} \\ \text{آب حاصل شده} \\ = 0.899\text{g} \end{array} \right\}$$

ابتدا مقدار هایدروجن و کاربن را در مرکب مطلوب به دست می آوریم.



$$0.899g - m_{H_2} \quad m_{H_2} = \frac{0.899gH_2O \cdot 2gH_2}{18gH_2O} = 0.1gH_2$$



$$3.3gCO_2 - mC \quad mC = \frac{12g \cdot 3.3gCO_2}{44gCO_2} = 0.9gC$$

$$nC = 0.9g \div 12g/mol = 0.075mol$$

$$nH_2 = 0.1g \div 2g/mol = 0.1mol$$

$$C = 0.075mol \div 0.075mol = 1$$

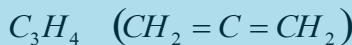
$$H_2 = 0.1mol \div 0.075mol = 1.3$$

$$C = 1 \cdot 3 = 3$$

$$H_2 = 1.3 \cdot 3 = 4$$

$$C = 3$$

$$H_2 = 4$$



مشق و تمرین کنید

اکساید آهن با گاز هایdroجن حرارت داده شده است، در نتیجه 2.24g آهن 3.2g فلزی حاصل گردیده است ، فورمول ساده اکساید آهن را دریافت نمایید، کتله اтомی آهن 56 و از آکسیجن 16amu است.

مثال ۲: در ترکیب یک مرکب 8g کاربن، 1.33g هایdroجن و 10.667g

اکسیجن شامل است، کتله مالیکولی مرکب 180amu است فورمول ساده و ترکیبی مالیکولی مرکب مطلوب را دریافت نمایید.

$$\left. \begin{array}{l} mC = 8g \\ mH_2 = 1.33g \\ mO_2 = 10.66g \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} nC = 8g \div 12g/mol = 0.667mol \\ nH_2 = 1.33g \div 1g/mol = 1.33mol \\ nO_2 = 10.667g \div 16g/mol = 0.667 \end{array}$$

حل:

$$nC = 0.667mol \div 0.667mol = 1$$

$$nH_2 = 1.33mol \div 0.667mol = 2$$

$$nO_2 = 0.667mol \div 0.667 mol = 1$$

$$\left. \begin{array}{l} C = 1 \\ H = 2 \end{array} \right\}$$

$$O = 1$$

$$M(CH_2O)n = 180$$

$$(30)n = 180$$

$$n = \frac{180}{30} = 6$$

$$(CH_2O)n = (CH_2O)6$$

$$C_6H_{12}O_6$$



خلاصه فصل نهم:

- * در یک تعامل کیمیاوی مجموعه کتله‌های محصول تعامل مساوی به مجموعه کتله‌های مواد تعامل کننده است.
- * عناصر مت Shankل مالیکول مرکب در موقع تشکیل مرکب به نسبت وزنی یا کتلی معین و ثابت با هم تعامل می‌نمایند.
- * دو عنصر با هم تعامل نموده نه تنها یک نوع مرکب را تشکیل می‌دهند، در صورتی که نسبت کتلی شان تغییرداده شود، مرکبات مختلف را تشکیل می‌دهند. نسبت کتلی یکی ازین عناصر در مرکبات مختلف آن اعداد تام ثابت و کوچک است.
- * دو عنصر هر یک به صورت جداگانه با عنصر سومی به یک نسبت معین کتلی تعامل نموده، بدون بقیه مرکبات را تشکیل می‌دهند. این دو عنصر بین هم نیز به همان مقدار کتلی که با عنصر سومی تعامل نموده اند، تعامل کرده، مرکب را تشکیل می‌دهند.
- * کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله عنصر به گرام است که با ۸ گرام آکسیجن تعامل نموده، بدون بقیه اکساید مربوطه خود را تشکیل می‌دهند.
- * کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله آن است که در یک تعامل کیمیاوی یک گرام و یا یک اtom - گرام هایدروژن را تعویض و آزاد می‌سازد.
- * کتله معادل مرکبات کیمیاوی عبارت از کتله مالیکولی نسبتی مرکبات تقسیم بر ولانس مؤثر در مالیکول مرکب است:
- * به حرارت و فشار ثابت نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی یا بخار آنها اعداد تام، کوچک و ثابت است و هم نسبت حجمی مواد تعامل کننده گازی اعداد کوچک و ثابت می‌باشد.
- * یک مول هر ماده به اندازه عدد اوگدر (6,02·10²³) ذرات را دارا بوده، در صورتی که ماده حالت گازرا دارا باشد، یک مول هر گاز در شرایط STP 22.4L حجم را اشغال می‌نمایند.
- * مول: عبارت از کتله ذرات به اندازه عدد اوگدر و به گرام است، یا به عباره دیگر اگر کتله ذرات به اندازه عدد اوگدر و به گرام افاده شود، این کمیت را به نام مول (Mole) یاد می‌نمایند.

* مقدار عنصر مطلوب را که در یک مول مرکب موجود است ضرب، در 100 نموده و تقسیم بر مقدار مول آن مرکب می‌نماییم. کمیت حاصله مقدار فیصدی عنصر مطلوب را افاده می‌نماید،

تمرین فصل نهم سؤالهای چهار جوابه

- 1- به صورت عموم یک مسئله علمی به ----- پایه استوار است :
الف- یک ب- دو ج- سه د- چهار
- 2- کتله‌های مجموعی محصول تعامل ----- به مجموعه کتله‌های مواد تعامل کننده است.
الف- زیاد تر ب- کمتر ج- مساوی د- بعضی اوقات زیاد و بعضی اوقات کم
- 3- عالمی به نام ----- قانون نسبت‌های ثابت را طرح ریزی کرده و ازین سبب به نام موصوف نیز مسمی می‌باشد
الف- لاوازیه ب- گیلوسک ج- Proust د- دالتون
- 4- نسبت آکسیجن در مرکب آب و مرکب هایدروژن پراکساید ----- است
الف- 1:2 ب- 1:3 ج- 2:3 د- 2:1
- 5- کتله معادل H_3PO_4 را کدام ارقام ذیل نشان می‌دهد ؟
الف- 16 ب- 15 ج- 32.6 د- 22.6
- 6- به حرارت و فشار ثابت، نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی آنها ----- است
الف- اعداد تام، کوچک و ثابت ب- اعداد کسری ج- ارقام بزرگ د- هیچ کدام
- 7- یک مول هر ماده به اندازه ----- ذرات را دارد است :
الف- عدد اوگدرو، ب- $(6.02 \cdot 10^{23})$ ، ج- 22.4 لیتر، د- الف و ب هردو
- 8- کتله اтомی نسبتی کاربن 12 و کتله یک اтом آن $1.993 \cdot 10^{-23} \text{ g}$ است، قیمت amu است.
- الف- $1.661 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ ب- $(6.02 \cdot 10^{-27})$ ج- الف و ب د- هیچ کدام
- 9- فیصدی کاربن را در گلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) محاسبه نماید .

الف - 50% د - 40% ج - 23% ب -

10 - مول عبارت از کتلهٔ ذرات به اندازه ----- به گرام است.

الف - کیلوگرام ب - $(6.02 \cdot 10^{23})$ ج - عدد اوگدرو د - ب وج هردو درست است

سؤالهای تشریحی

1 - به حرارت و فشار زیاد گاز نایتروجن و هایدروجن با هم تعامل نموده، امونیا را تشکیل می‌دهند، اگر $4.20 \cdot 10^{26}$ مالیکول نایتروجن با هایدروجن تعامل نماید، مقدار هایدروجن تعامل کننده و تعداد مالیکولهای هایدروجن تعامل کننده چقدر خواهد بود؟ امونیا حاصل شده چقدر و چند مالیکول خواهد بود؟

2 - امونیا با آکسیجن تعامل نموده NO و آب حاصل می‌گردد، به تعداد $3.6 \cdot 10^{21}$ مالیکول اکسیجن چه تعداد مالیکول NO را تولید کرده میتواند؟

3 - فیصدی B را در مرکب $HGa_3AlBSi_2O_{16}$ محاسبه نمایید.

4 - مس سلفیت ($CuSO_4$)، K_2CrO_4 و آب (H_2O) تحت شرایط خاص با هم تعامل نموده، محصول تعامل آنها مرکبی است که از OH^- , CrO_4^{2-} , Cu^{2+} تشکیل گردیده است. تحلیل مقداری نشان می‌دهد که در مرکب مطلوب ایون‌های فوق الذکر بالترتیب 35.6%, 48.7% و 15.7% موجود است، فورمول تجربی مرکب مذکور را دریافت نمایید.

5 - کمیت‌های مشخص شده ذیل را محاسبه نمایید.

الف - تعداد مول‌های موجود در $10^{25} \cdot 32.36$ اтом Zn

ب - کتله 3.27 مول ارگون چند گرام است؟

ج - ذرات اتمی $10^{20} \cdot 3,071$ نقره چند ملی گرام کتله دارد؟

د - 46.5 cm^3 آهن چقدر اtom را داراست ($d_{Fe} = 7.68 \text{ g/cm}^3$) است.

6 - وزن اتمی فلزی را دریافت نمایید که فورمول تجربی اکساید مربوطه آن Me_2O_3 بوده و فیصدی فلزی مطلوب در اکساید آن 68.4% بوده باشد.

7 - عنصر X با کلورین تعامل نموده، مرکب XCl_4 را تشکیل داده است، فیصدی آیون را (Cl^-) در مرکب مذکور 74% بوده باشد، X کدام عنصر است؟

8 - به مقدار 1.423 g اکساید اسکاندینیم با H_2 تعامل و ارجاع گردیده است که در نتیجه 0.929 g فلز Sc و آب حاصل شده است، فورمول اکساید را دریافت نمایید.

9- اگر $KClO_3$ حرارت داده شود طبق معادله ذیل به KCl و اکسیجن تبدیل می‌گردد.



اگر 50% مرکب مذکور تجزیه گردد، چقدر از وزن $KClO_3$ کاسته می‌شود؟ در صورتی که مقدار آن 100g باشد.

10- مخلوط $NaCl$ و KCl به وزن یک گرام موجود است، زمانی که مخلوط در آب حل گردد و بالای $AgNO_3$ علاوه شود تمام ایون‌های Cl^- کlorاید به $AgCl$ تبدیل شده، رسوب $AgCl$ رسو ب کننده مساوی به 2.1476g است، فیصدی $NaCl$ در مخلوط اولی چقدر خواهد بود؟

11- به مقدار 1.28g کلسیم در مجاورت هوا به طور کامل به CaO تبدیل گردیده است، کتله اatomی Ca را دریافت نمایید، در صورتی که کتله اatomی اکسیجن 16 باشد.

12- زمان که 2.75g مرکب Pb_3O_4 را حرارت دهیم، تجزیه خواهد گردید و به مقدار 0.064g آکسیجن و اکساید دیگر آن تشکیل می‌گردد، فورمول اکساید سرب تشکیل شده را دریافت نمایید.

13- یک مخلوط هایدروکاربن که شامل 60 فیصد کتلوی C_3H_8 و 40% آب است، به مقدار 10 گرام آن سوختانده شده است، در نتیجه CO_2 29g و $18.8g$ حاصل گردیده است فورمول هایدروکاربن C_xH_y را دریافت نمایید.

14- Li_2CO_3 فورمول تجربی لیتیم کاربونیت است هر واحد فورمول مرکب مذکور دارای کدام تعداد اтом‌های عناصر متشکله است؟

15- نمونه از گاز نایتروجن دارای $4.6 \cdot 10^{22}$ اتم نایتروجن است، چند مول اтом نایتروجن در این کمیت اtomی موجود است؟

16- سنگ آهک (کلسیم کاربونیت) را حرارت میدهیم در نتیجه به CaO و CO_2 تبدیل می‌گردد اگر 40g سنگ آهک تجزیه گردد، به مقدار 22.4g CaO حاصل می‌شود، مقدار CO_2 را در این تجزیه محاسبه نمایید.

مأخذ

- 1- Kotz John C., paul Treichel, Jr. Chemistry and Chemical Reactivity(fourth edition). Harourt Barace and Company. U.S.A., 1999.
 - 2- Raymony Chang. Chemistry(seventh edition). 2002.
 - 3- Chemistry News are selected from chemistry in Britian, Nos. May, Jun, August/ 1998.
 - 4- Hotl, Rinehart/Winston Physical Science, a Harcourt education chemistry Company 2005.
 - 5- Hotl, Rinehart/Winston Modern chemistry 2005.
 - 6- Chemistry stouten S.Zumdahl, third edition university of Illinois 1993.
 - 7- Fuddamental of Chemistry, third edition, David E. Goldberg. Brookly College, 1998.
=
 - 8- Kotz John C., paul Treichel, Jr. Chemistry and Chemical Reactivity(fourth edition). Harourt Barace and Company. U.S.A., 1999.
- ۹ - شیمی (۳) و آزمایشگاه. برهم کنش میان مواد، سال سوم دبیرستان، ۱۳۸۶ کود ۲۵۷,۱
- ۱۰ - علوم تجربی. سال سوم دوره راهنمایی، کود ۱۴۳ سال ۱۳۸۶.
- ۱۱ - شیمی. شیمی برای زنده گی (۱)، کود ۲۰۷,۱ سال ۱۳۸۴.
- ۱۲ - کیمیای عمومی. مؤلف : پوہندوی دیپلوم انженیر عبدالمحمد عزیز، استاد پوہنtron کابل سال: ۱۳۸۷
- ۱۳ - مفاهیم اساسی کیمیای معاصر مؤلف E.N Ramsden: مترجم پوہنمل دیپلوم انженیر عبدالمحمد عزیز کابل ۱۳۸۳