



باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «الام نمینی (رو)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۴۰۱

سی و سومین دوره المپیاد شیمی

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات	مدت آزمون
۴۰ سؤال	۱۲۰ دقیقه

نام:

نام خانوادگی:

شماره صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

- ۱- کد دفترچه سؤالات شما یک است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ نامه با مداد پر کنید، در غیر این صورت پاسخ نامه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همه برگه های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگ پاسخ نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ نامه را با مداد مشکی بنویسید.
- ۴- برگه پاسخ نامه را دستگاه تصحیح می کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۵- دفترچه باید همراه پاسخ نامه تحویل داده شود.
- ۶- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۷- آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان پایه دهم، صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان یازدهم انتخاب می شوند.

کلیه حقوق این سؤالات برای سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: sampad.medu.ir

۱- روند صحیح دومین انرژی یونش برای C، N، O و F کدام است؟

(۱) $O > F > N > C$ (۲) $C > N > O > F$ (۳) $O > N > F > C$ (۴) $F > O > N > C$

۲- کدام گزینه در مورد ترکیب $CsBr_3$ صحیح است؟

(۱) یک ترکیب کووالانسی است. (۲) شامل یون های Cs^{3+} و Br^- است.
(۳) شامل یون های Cs^+ و Br_3^- است. (۴) شامل یون های $CsBr_2^+$ و Br^- است.

۳- تا قبل از سال ۱۹۶۱ مقیاس جرم اتمی (amu) بر مبنای ^{16}O برابر $16/00000$ تعریف شده بود. در این مقیاس جرم اتمی ^{13}C بر حسب amu چقدر بوده است؟ در مقیاس کنونی $^{16}O = 15/9949$ و $^{13}C = 13/0034$ است.

(۱) $12/9809$ (۲) $13/0075$ (۳) $12/9993$ (۴) $13/0025$

۴- نمونه‌ای به جرم ۷۵ گرم، حاوی ۴۵ درصد جرمی سدیم کلرید و ۵۵ درصد جرمی پتاسیم کلرید است. جرم کلر در این نمونه چند گرم است؟ ($Na=23/0$ ، $K=39/1$ ، $Cl=35/5$)

(۱) $46/5$ (۲) $53/5$ (۳) $37/5$ (۴) $40/1$

۵- فلز M با هالوژن X واکنش می‌دهد و ترکیبی به فرمول MX_2 تشکیل می‌شود. اگر این ترکیب حرارت داده شود مطابق با واکنش زیر به طور کامل تجزیه می‌گردد:



وقتی $1/117$ گرم از MX_2 حرارت داده می‌شود، $0/717$ گرم از MX به همراه 112 میلی‌لیتر از گاز X_2 تولید می‌گردد. فلز M کدام است؟ در شرایط انجام این واکنش، حجم مولی گازها $44/8$ لیتر است.

($I=126/9$ ، $F=19/0$ ، $Br=79/9$ ، $Cl=35/5$ ، $Cu=63/5$ ، $Co=58/9$ ، $Ag=107/9$ ، $Hg=200/6$)

(۱) Ag (۲) Hg (۳) Cu (۴) Co

۶- با توجه به واکنش زیر، کدام گزینه در مورد گونه‌ی X صحیح است؟



(۱) خاصیت کاهندگی دارد.

(۲) قدرت اکسندگی آن بیشتر از یون Cu^{2+} است.

(۳) دو الکترون جفت نشده دارد.

(۴) چگالی بار آن بیشتر از یون Zn^{2+} است.

۷- در کدام گزینه شکل هندسی گونه‌ها مشابه است؟

(۱) BrF_3 و OF_3^+ (۲) SCl_2 و XeF_2 (۳) NS_2^+ و SO_2 (۴) NH_3 و $SOCl_2$

۸- مجموعه‌ای از آزمایش‌های شیمیایی بر روی چهار فلز A، B، C و D انجام شد و نتایج زیر بدست آمد:

- فقط B و C با محلول HCl به غلظت ۰/۵ M واکنش می‌دهند و گاز H_2 آزاد می‌شود.
- اگر فلز B به محلول حاوی یون‌های سایر فلزات فوق افزوده شود، A و C و D به صورت فلزی تشکیل می‌شوند.
- A با محلول HNO_3 به غلظت ۶ M واکنش می‌دهد در حالی که D در چنین واکنشی شرکت نمی‌کند.

در کدام گزینه ترتیب قدرت کاهندگی این فلزات به درستی نشان داده شده است؟

- (۱) $D < A < C < B$ (۲) $B < C < D < A$ (۳) $B < C < A < D$ (۴) $A < D < C < B$

۹- در واکنش $S_8(g) \rightarrow 4S_2(g)$ که ΔH° آن برابر با ۱۰۰ kJ/mol + می‌باشد، انرژی تفکیک پیوند S-S برابر با ۲۲۵ kJ/mol است. انرژی پیوند S=S در $S_2(g)$ چند kJ/mol است؟

- (۱) ۴۷۵ (۲) ۳۶۹ (۳) ۴۱۹ (۴) ۴۲۵

۱۰- چگالی مخلوطی از گازهای فلوئور و هلیوم با درصدهای حجمی به ترتیب ۲۷ و ۷۳ درصد در دمای $27^\circ C$ و فشار ۷۱۴ mmHg چند گرم بر لیتر خواهد بود؟ ($F=19$ ، $He=4$)

- (۱) ۰/۵۰ (۲) ۰/۶۳ (۳) ۰/۳۱ (۴) ۱/۱۰

۱۱- چند میلی‌لیتر از محلول نیتریک اسید با $pH = 4/12$ باید به ۵۲۸ mL از محلول همان اسید با $pH = 5/76$ افزوده شود تا pH به ۵/۳۴ تغییر یابد؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۲۱ (۳) ۱۵ (۴) ۱۹

۱۲- با توجه به اطلاعات زیر، ΔH° واکنش $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



- (۱) +۲۷۷ (۲) -۲۷۷ (۳) -۱۸۵ (۴) +۱۸۵

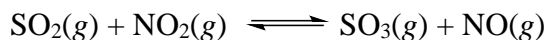
۱۳- اگر سوخت اتومبیل را C_8H_{18} با چگالی ۰/۷ گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیریم و مصرف متوسط سوخت ۷/۰ لیتر به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر باشد، در مسافت ۳۰۰ کیلومتر چند کیلوگرم گاز CO_2 تولید می‌شود؟ ($O=16$ ، $H=1$ ، $C=12$)

- (۱) ۱۱ (۲) ۲۲ (۳) ۶ (۴) ۴۵

۱۴- اگر در فرایند برقکافت آب، جریان ۰/۱۰ آمپر به مدت ۸۰ دقیقه از محلول عبور کند، چند میلی‌لیتر گاز در شرایط STP در کاتد تولید می‌شود؟ (باریک الکترون 1.6×10^{-19} کولن و عدد آووگادرو 6.022×10^{23} است.)

- (۱) ۵۶ (۲) ۱۱۱ (۳) ۲۸ (۴) ۹

۱۵- در یک ظرف ۱۰/۰ لیتری، ۰/۲ مول SO_2 ، ۰/۴ مول NO_2 ، ۰/۲۰ مول NO و ۰/۳۰ مول SO_3 را مخلوط کرده و دما را تا ۴۶۰ درجه سلسیوس بالا می بریم تا تعادل برقرار شود. اگر ثابت تعادل واکنش زیر در این دما ۸۵ باشد، غلظت تعادلی SO_2 بر حسب میلی مول بر لیتر کدام است؟



(۱) ۰/۹ (۲) ۶۲ (۳) ۱/۱ (۴) ۱۹

۱۶- کدام جمله صحیح است؟

(۱) در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن، در قطب مثبت گاز هیدروژن اکسید می شود.

(۲) در سلول آبکاری، نیم واکنش اکسایش در قطب مثبت انجام می شود.

(۳) در آبکاری قاشق آهنی با نقره، تغییر جرم کاتد و آند یکسان نیست.

(۴) برای تهیه فلز سدیم از برقکافت محلول غلیظ سدیم کلرید استفاده می شود.

۱۷- در کدام مولکول زاویه پیوند از بقیه بزرگتر است؟

(۱) NO_2 (۲) SO_2 (۳) O_3 (۴) SCl_2

۱۸- در واکنش زیر، ضریب استوکیومتری OH^- پس از موازنه کدام است؟



(۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۶ (۴) ۱

۱۹- در کدام مولکول نسبت تعداد کل جفت الکترون های ناپیوندی لایه ی ظرفیت همه ی اتم ها به تعداد کل جفت الکترون های پیوندی از بقیه کمتر است؟

(۱) XeF_2 (۲) CCl_4 (۳) NF_3 (۴) SCl_2

۲۰- جرم مخلوطی از گازهای هلیوم و نئون در دما و فشار معین، ۲۰/۰ گرم است. اگر به این مخلوط ۴۰/۰ گرم گاز نئون اضافه کنیم و دما و حجم را ثابت نگه داریم، فشار گاز دو برابر می شود. در مخلوط اولیه چند گرم نئون وجود دارد؟ (جرم مولی هلیوم و نئون را به ترتیب ۴ و ۲۰ گرم بر مول در نظر بگیرید.)

(۱) ۱۰ (۲) ۱۸ (۳) ۱۲ (۴) ۱۵

۲۱- بر حسب واحد جرم اتمی، جرم هسته هلیوم (^4He) برابر با ۴۰۰۱۵۰ و جرم پروتون و نوترون به ترتیب برابر با ۱۰۰۷۲۷۶۵ و ۱۰۰۸۶۶۵ است. برای تبدیل هسته هلیوم (^4He) به اجزای سازنده اش به چند کیلوژول بر مول انرژی نیاز است؟ (یک واحد جرم اتمی معادل 1.66054×10^{-27} کیلوگرم، سرعت نور 3×10^8 متر بر ثانیه و عدد آووگادرو 6.022×10^{23} است.)

(۱) 2.7×10^{12} (۲) 2.7×10^9 (۳) 2.7×10^6 (۴) 2.7×10^2

۲۲- "مولالیت" به صورت تعداد مول ماده‌ی حل‌شونده در یک کیلوگرم حلال تعریف می‌شود. چرا در ترمودینامیک برای غلظت ماده‌ی حل‌شونده به جای مولالیت (غلظت مولار) از مولالیت استفاده می‌شود؟

(۱) مولالیت و مولالیت همواره با هم تقریباً برابرند.

(۲) مولالیت با تغییر دما تغییر نمی‌کند.

(۳) ثابت تعادل واکنش‌های شیمیایی به مولالیت بستگی دارد.

(۴) تبدیل واحد غلظت از مولالیت به ppm به سادگی انجام می‌شود.

۲۳- مولالیت‌ی محلول $1/24 \text{ M}$ از KI با چگالی $1/15 \text{ g/cm}^3$ چقدر است؟ ($K = 39$, $I = 127$)

(۴) $1/31$

(۳) $0/95$

(۲) $1/17$

(۱) $1/24$

۲۴- در یک روز مطبوع بهاری (25°C)، بر روی یک کشتی باری در بندر چابهار، یک کانتینر خالی به ابعاد $7 \times 2 \times 2$ متر قرار دارد. تعداد کل اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی هوای داخل این کانتینر کدام است؟

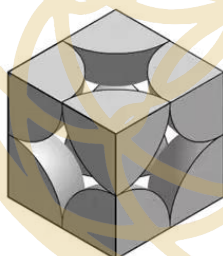
(۴) $1/4 \times 10^{24}$

(۳) $1/4 \times 10^{27}$

(۲) $6/9 \times 10^{23}$

(۱) $6/9 \times 10^{26}$

۲۵- پولونیوم (Po) با شعاع اتمی ۲۰۰ پیکومتر، تنها فلزی است که در شرایط معمولی در ساختار مکعبی ساده متبلور می‌شود. سلول واحد پولونیوم در شکل زیر نشان داده شده است. قطعه‌ای مکعبی از پولونیوم در شرایط معمولی در اختیار داریم. در این شرایط، یک ده‌هزارم از اتم‌های این قطعه را اتم‌های سطحی (در تماس مستقیم با هوا) تشکیل می‌دهند. جرم این قطعه از پولونیوم چند میکروگرم است؟ ($Po = 209$)



(۴) ۷۵

(۳) $0/0035$

(۲) $3/5$

(۱) $0/075$

۲۶- نمونه‌ی جامدی به جرم ۴۲۰ میلی‌گرم شامل MgO، BaO، و MgCl_2 است. این نمونه را در ۶۹۰ mL محلول پرکریک اسید حل می‌کنیم. اگر pH این محلول قبل از انحلال نمونه برابر $1/30$ باشد، حداکثر مقدار ممکن برای pH محلول بعد از انحلال نمونه چقدر خواهد بود؟ ($O = 16/0$ ، $Cl = 35/5$ ، $Ba = 137/3$ ، $Mg = 24/3$)

(۴) $1/70$

(۳) $1/37$

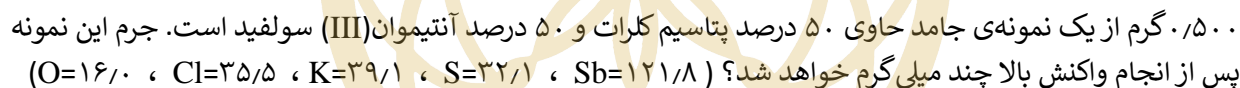
(۲) $1/46$

(۱) $1/53$

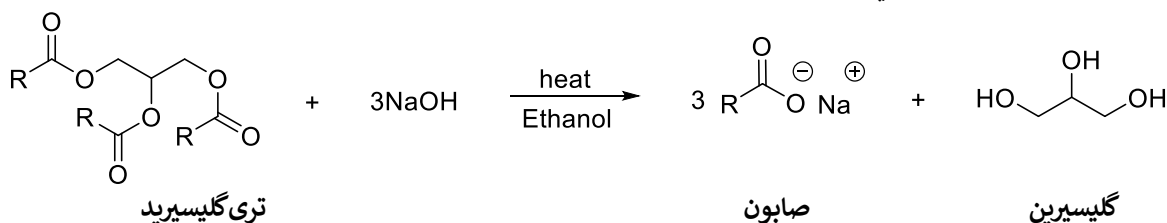
نیم واکنش	E° (V)
$\text{Pt}^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow \text{Pt}(s)$	۱/۱۸۸
$\text{Cl}_2(g) + 2e^{-} \rightarrow 2\text{Cl}^{-}(aq)$	۱/۳۶
$\text{PtCl}_4^{2-}(aq) + 2e^{-} \rightarrow \text{Pt}(s) + 4\text{Cl}^{-}(aq)$	۰/۷۵۶
$\text{PtCl}_6^{2-}(aq) + 2e^{-} \rightarrow \text{PtCl}_4^{2-}(aq) + 2\text{Cl}^{-}(aq)$	۰/۷۲۶
$4\text{H}^{+}(aq) + \text{NO}_3^{-}(aq) + 3e^{-} \rightarrow \text{NO}(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$	۰/۹۵۸

- پلاتین در هیدروکریک اسید غلیظ حل می‌شود و گاز کربن آزاد می‌کند.
- پلاتین در هیدروکریک اسید رقیق حل می‌شود و گاز هیدروژن آزاد می‌کند.
- پلاتین در تیزاب سلطانی حل می‌شود و محصول نهایی حاوی پلاتین (II) است.
- پلاتین در تیزاب سلطانی حل می‌شود و محصول نهایی حاوی پلاتین (IV) است.
- پلاتین در نیتریک اسید غلیظ حل می‌شود و محصول نهایی حاوی پلاتین (IV) است.

۲۸- در کربت‌های امروزی از واکنش پیتاسیم کلرات و آنتیموان (III) سولفید استفاده می‌شود:



۲۹- قسمت عمده‌ی چربی‌های حیوانی را تری‌گلیسیریدها تشکیل می‌دهند. نمونه‌ای از چربی حیوانی به همراه سدیم هیدروکسید در اتانول جوشانده شده و به طور کامل در واکنش صابونی شدن شرکت می‌کند. اگر جرم صابون تولیدشده در این واکنش ۱۰ برابر جرم گلیسرین تولیدشده باشد و بدانیم که نمونه‌ی چربی فاقد هرگونه چربی غیراشباع است، زنجیرهای هیدروکربنی (R) در تری‌گلیسریدهای موجود در این نمونه به طور میانگین چند کربن دارند؟



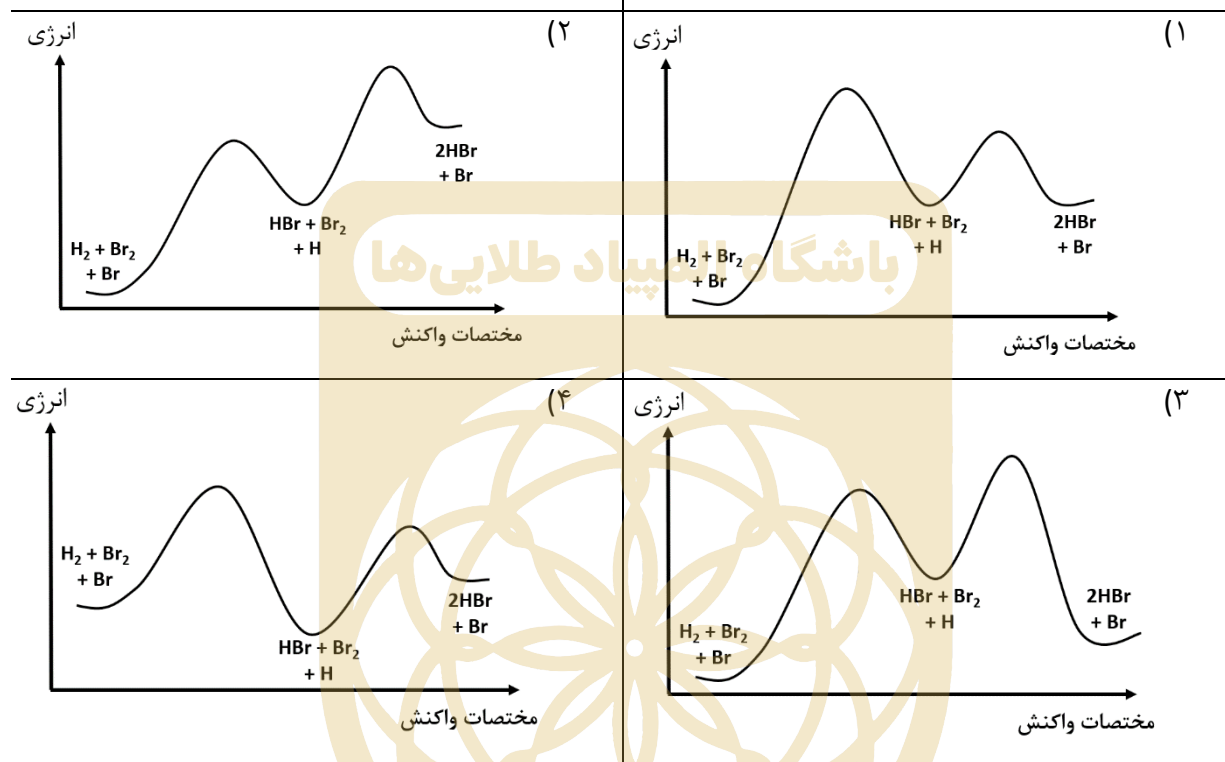
کد سوالات: ۱

۳۰- با توجه به انرژی پیوندهای داده شده، کدام شکل نشان دهنده تغییرات انرژی در مسیر سازوکار دمرحله‌ای زیر است؟

$$\text{H-H} = 436 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Br-Br} = 366 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H-Br} = 363 \text{ kJ/mol}$$



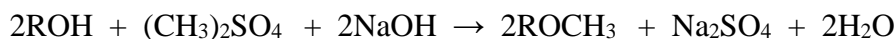
۳۱- واکنش زیر از قانون سرعت $R = k[\text{A}]^2[\text{B}][\text{C}]^{-1}$ پیروی می‌کند که در آن مقدار ثابت سرعت، $k = 0.0602 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ می‌باشد.



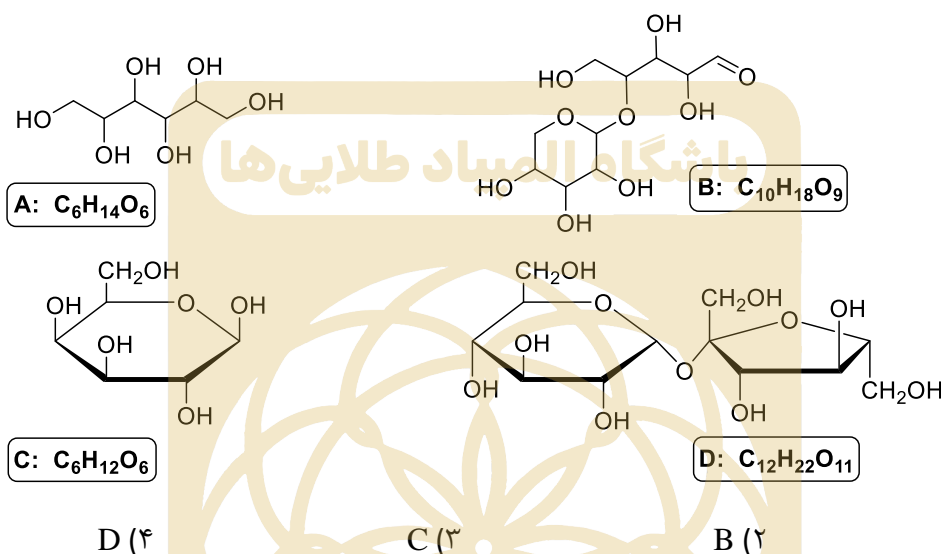
محلول‌های ۰/۳ مولار از A، ۰/۲ مولار از B و ۰/۱ مولار از C را با حجم‌های مختلف با هم مخلوط می‌کنیم. اعداد جدول زیر حجم‌ها بر حسب میلی‌لیتر را نشان می‌دهند. در کدام گزینه سرعت اولیه‌ی واکنش بالا در محلول حاصل، $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ خواهد بود؟

A	B	C	
۱۲۴	۴۳۸	۴۳۸	(۱)
۱۲۴	۲۹۲	۵۸۴	(۲)
۹۶۱	۱۳	۲۶	(۳)
۹۶۰	۲۰	۲۰	(۴)

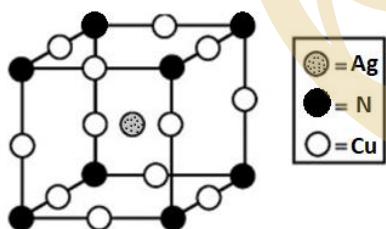
۳۲- گروه عاملی هیدروکسی در الکل‌ها را می‌توان در اثر واکنش با دی‌متیل سولفات $(CH_3)_2SO_4$ به گروه متوکسی (OCH_3) تبدیل کرد:



۱۵۰ میلی گرم از یک پلی‌آل آلی (ترکیبی که چند گروه عاملی هیدروکسی دارد) به صورت کامل با دی‌متیل سولفات واکنش داده و پس از افزودن مقدار اضافی $BaCl_2$ به محلول حاصل، ۴۰۹ میلی گرم رسوب باریم سولفات تشکیل می‌شود. کدام یک از گزینه‌ها می‌تواند نشان‌دهنده ساختار این ترکیب باشد؟ ($Cl=35.5$ ، $S=32$ ، $Ba=137.3$ ، $O=16$ ، $H=1$ ، $C=12$)



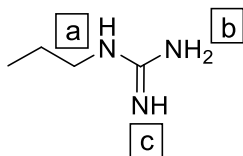
۳۳- ترکیب جامدی از نیتروژن، مس و نقره دارای سلول واحد زیر است:



اگر عدد اکسایش نیتروژن در این ترکیب برابر با ۳- باشد، کدام گزینه می‌تواند بیان‌گر اعداد اکسایش مس و نقره در این ترکیب باشد؟

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| (۱) $Cu=+2$ ، $Ag=+1$ | (۲) $Cu=+1$ ، $Ag=+1$ |
| (۳) $Cu=$ صفر، $Ag=+1$ | (۴) $Cu=+1$ ، $Ag=$ صفر |

۳۴- خاصیت بازی کدام نیتروژن بیشتر است؟



- (۱) a (۲) b (۳) c (۴) یکسانند

۳۵- در واکنش موازنه شده‌ی زیر A کدام است؟



- (۱) (۲) (۳) (۴)

۳۶- چه تعداد از ایزومرهای C_6H_{14} بیشتر از ۳ ایزومر ساختاری مونوکلره دارد؟

- (۱) صفر (۲) دو (۳) یک (۴) سه

۳۷- ترکیب A با فرمول بسته $C_6H_{13}N$ یک آمین نوع اول یا نوع دوم است که در ساختار آن یک حلقه‌ی پنج‌عضوی و فقط شاخه‌ی متیل وجود دارد. چند ساختار برای این ترکیب می‌توان رسم کرد که نسبت به هم ایزومرهای ساختاری باشند؟ (A می‌تواند هتروسیکل باشد. هتروسیکل‌ها ترکیباتی حلقوی هستند که در آن‌ها حداقل یکی از اتم‌های کربن حلقه با اتم‌هایی نظیر N یا O جایگزین شده است.)

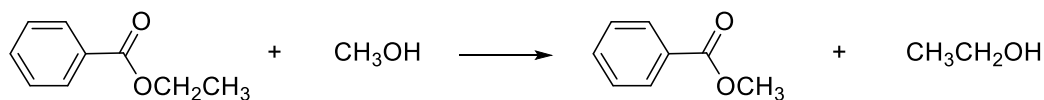
- (۱) ۴ (۲) ۵ (۳) ۶ (۴) بیشتر از ۶

۳۸- دانش‌آموزی می‌خواهد با در اختیار داشتن واکنش‌گرهای لازم و با کمترین تعداد مراحل در آزمایشگاه پلی وینیل الکل تهیه کند. کدام یک از مواد اولیه زیر برای این منظور مناسب‌تر است؟ وینیل الکل یک ترکیب ناپایدار است که به طور خود به خود به یک آلدهید تبدیل می‌شود.

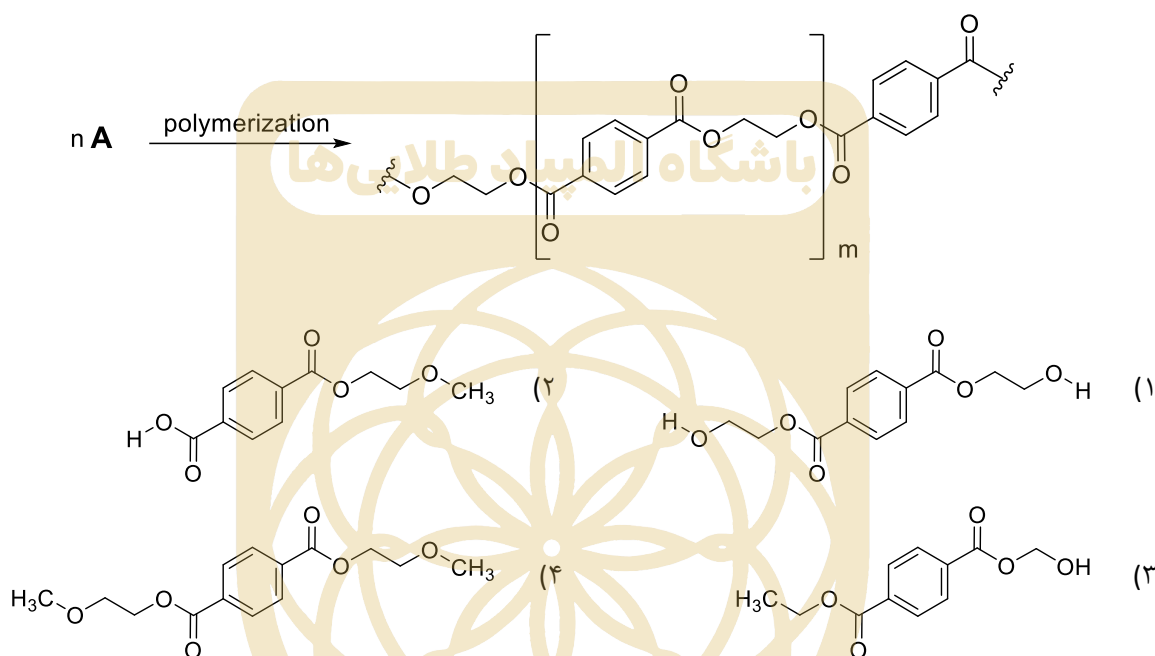


- (۱) (۲) (۳) (۴)

۳۹- از واکنش یک استر با یک الکل می‌توان استر جدیدی تهیه کرد. به عنوان مثال :



مونومر A به کمک واکنشی از نوع واکنش بالا به بسیار (پلیمر) زیر تبدیل می‌شود. A کدام است؟



۴۰- تعداد حلقه در ترکیبات آلی عبارت است از حداقل تعداد پیوندهایی که باید به طور فرضی شکسته شوند تا ترکیب به ساختاری زنجیری تبدیل شود. Adamantane چند حلقه دارد؟



Adamantane

(۴) دو

(۳) چهار

(۲) سه

(۱) یک