



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جستجو و کشف واقعیت‌های است. «امام خمینی (ره)»

دفترچه سوالات مرحله اول سال ۱۴۰۱

سی و سومین دوره المپیاد شیمی

کد دفترچه: ۱

تعداد سوالات	مدت آزمون
۴۰ سؤال	۱۲۰ دقیقه

نام:	نام خانوادگی:	شماره صندلی:
------	---------------	--------------

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

توضیحات مهم

- ۱- کد دفترچه سوالات شما یک است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید، در غیر این صورت پاسخ‌نامه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سوالات داخل دفترچه و همه برگه‌های دفترچه سوالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.
- ۴- برگه پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، 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 پاسخ‌نامه تحويل داده شود.
- ۶- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۷- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم، صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان یازدهم انتخاب می‌شوند.

کلیه حقوق این سوالات برای سازمان ملی پژوهش استعدادهای درخشان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: sampad.medu.ir

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

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

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.

۳- تا قبل از سال ۱۹۶۱ مقیاس جرم اتمی (amu) بر مبنای O¹⁶ برابر ۱۶... تعريف شده بود. در این مقیاس جرم اتمی C¹³ بر حسب amu چقدر بوده است؟ در مقیاس کنونی $\text{O}^{16}=15.9949$ و $\text{C}^{13}=12.034$ است.

۱۳/۰۰۲۵ (۴) ۱۲/۹۹۹۳ (۳) ۱۳/۰۰۷۵ (۲) ۱۲/۹۸۰۹ (۱)

۴- نمونه ای 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=۲۳/۰ ، Cl=۳۵/۵ ، K=۳۹/۱)

۴۰/۱ (۴) ۳۷/۵ (۳) ۵۳/۵ (۲) ۴۶/۵ (۱)

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



وقتی ۱/۱۷ گرم از MX_2 حرارت داده می شود، ۰/۷۱۷ گرم از MX به همراه ۱۱۲ میلی لیتر از گاز X_2 تولید می گردد. فلز M کدام است؟ در شرایط انجام این واکنش، حجم مولی گازها ۴۴/۸ لیتر است.

(I=۱۲۶/۹ ، F=۱۹/۰ ، Br=۷۹/۹ ، Cl=۳۵/۵ ، Cu=۶۳/۵ ، Co=۵۸/۹ ، Ag=۱۰۷/۹ ، Hg=۲۰۰/۶)

Co (۴) Cu (۳) Hg (۲) Ag (۱)

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



- (۱) خاصیت کاهندگی دارد.
 (۲) قدرت اکسیدگی 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؟

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

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 $M/5$ 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.
- با محلول HNO_3 به غلظت $M/6$ واکنش می‌دهد در حالی که D در چنین واکنشی شرکت نمی‌کند.

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

$$A < D < C < B \quad (4) \quad B < C < A < D \quad (3) \quad B < C < D < A \quad (2) \quad D < A < C < B \quad (1)$$

۹- در واکنش $S_8(g) \rightarrow 4S_2(g)$ که $\Delta H^\circ = 225 \text{ kJ/mol}$ آن برابر با $+100 \text{ kJ/mol}$ می‌باشد، انرژی تفکیک پیوند S-S برابر با است. انرژی پیوند S=S در $S_2(g)$ چند kJ/mol است؟

$$425 \quad (4) \quad 419 \quad (3) \quad 369 \quad (2) \quad 475 \quad (1)$$

۱۰- چگالی مخلوطی از گازهای فلوئور و هلیم با درصدهای حجمی به ترتیب ۲۷ و ۷۳ درصد در دمای 27°C و فشار 714 mmHg چند گرم بر لیتر خواهد بود؟ ($F = 19/0$ ، $He = 4/0$)

$$110 \quad (4) \quad 131 \quad (3) \quad 163 \quad (2) \quad 150 \quad (1)$$

۱۱- چند میلی‌لیتر از محلول نیتریک اسید با $pH = 4/12$ از محلول همان اسید با $pH = 5/76$ افزوده شود تا pH به $5/34$ تغییر یابد؟

$$19 \quad (4) \quad 15 \quad (3) \quad 21 \quad (2) \quad 25 \quad (1)$$

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



$$+185 \quad (4) \quad -185 \quad (3) \quad -277 \quad (2) \quad +277 \quad (1)$$

۱۳- اگر سوخت اتومبیل را C_8H_{18} با چگالی $7/0$ گرم بر میلی لیتر در نظر بگیریم و مصرف متوسط سوخت $7/0$ لیتر به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر باشد، در مسافت 300 کیلومتر چند کیلوگرم گاز CO_2 تولید می‌شود؟ ($O=16$ ، $H=1$ ، $C=12$)

$$45 \quad (4) \quad 6 \quad (3) \quad 22 \quad (2) \quad 11 \quad (1)$$

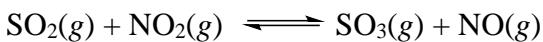
۱۴- اگر در فرایند برقکافت آب، جریان $1/0$ آمپر به مدت $8/0$ دقیقه از محلول عبور کند، چند میلی‌لیتر گاز در شرایط STP در کاتد تولید می‌شود؟ (باریک الکترون $-19 \times 1/60.22 \times 10^{-19} \times 10^{-22} \times 6/0.22$ است).

$$9 \quad (4) \quad 28 \quad (3) \quad 111 \quad (2) \quad 56 \quad (1)$$

کد سوالات : ۱

مرحله اول سی و سومین دوره المپیاد شیمی

۱۵- در یک ظرف 100 لیتری ، 0.2 مول SO_2 ، 0.4 مول NO_2 ، 0.3 مول NO و 0.2 مول SO_3 را مخلوط کرده و دما 46°C درجه سلسیوس بالا می بریم تا تعادل برقرار شود. اگر ثابت تعادل واکنش زیر در این دما 85 باشد، غلظت تعادلی SO_2 بر حسب میلی مول بر لیتر کدام است؟



۱۹ (۴)

۱/۱ (۳)

۶۲ (۲)

۰.۷۹ (۱)

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 آهنه 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 زاویه‌ی پیوند از بقیه بزرگتر است؟

SCl_2 (۴)

O_3 (۳)

SO_2 (۲)

NO_2 (۱)

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



۱ (۴)

۶ (۳)

۲ (۲)

۳ (۱)

۱۹- در کدام مولکول نسبت تعداد کل جفت الکترون‌های ناپیوندی لایه‌ی ظرفیت همه‌ی اتم‌ها به تعداد کل جفت الکترون‌های پیوندی از بقیه کمتر است؟

SCl_2 (۴)

NF_3 (۳)

CCl_4 (۲)

XeF_2 (۱)

۲۰- جرم مخلوطی از گازهای هلیم و نئون در دما و فشار معین، 20°C 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؟ (حجم مولی هلیم و نئون را به ترتیب ۴ و ۲۰ گرم بر مول در نظر بگیرید.)

۱۵ (۴)

۱۲ (۳)

۱۸ (۲)

۱۰ (۱)

۲۱- بر حسب واحد جرم اتمی، جرم هسته هلیم (${}^4_2\text{He}$) برابر با 400.150 و جرم پروتون و نوترون به ترتیب برابر با 100.77765 و 100.865 است. برای تبدیل هسته هلیم (${}^4_2\text{He}$) به اجزای سازنده‌اش به چند کیلوژول بر مول انرژی نیاز است؟ (یک واحد جرم اتمی معادل $1.66 \times 10^{-27}\text{ کیلوگرم}$ ، سرعت نور $1.9979 \times 10^8\text{ متر بر ثانیه}$ و عدد آوگادرو 6.022×10^{23} است).

2.7×10^3 (۴)

2.7×10^9 (۳)

2.7×10^9 (۲)

2.7×10^{12} (۱)

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

- ۱) مولاریته و مولالیته همواره با هم تقریباً برابرند.
- ۲) مولالیته با تغییر دما تغییر نمی‌کند.
- ۳) ثابت تعادل واکنش‌های شیمیایی به مولاریته بستگی دارد.
- ۴) تبدیل واحد غلظت از مولالیته به ppm به سادگی انجام می‌شود.

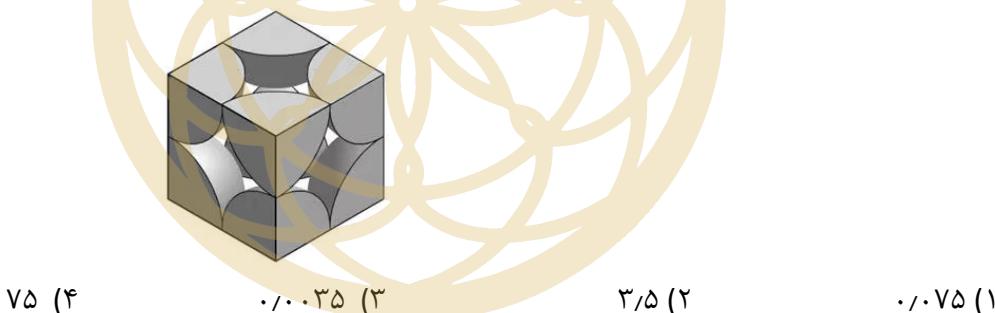
۲۳- مولالیته‌ی محلول M از KI با چگالی $1/15 \text{ g/cm}^3$ چقدر است؟ ($K = ۳۹$ ، $I = ۱۲۷$)

(۱) $۱/۲۴$ (۲) $۰/۹۵$ (۳) $۱/۱۷$ (۴) $۱/۳۱$

۲۴- در یک روز مطبوع بهاری (۲۵°C)، بر روی یک کشتی باری در بندر چابهار، یک کانتینر خالی به ابعاد $۲ \times ۲ \times ۷$ متر قرار دارد. تعداد کل اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی هوا در این کانتینر کدام است؟

(۱) $۶/۹ \times ۱۰^{۲۶}$ (۲) $۶/۹ \times ۱۰^{۲۳}$ (۳) $۱/۴ \times ۱۰^{۲۷}$ (۴) $۱/۴ \times ۱۰^{۲۴}$

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؟ ($\text{Po}=۲۰۹$)



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 $۱/۳۰$ باشد، حداقل مقدار ممکن برای pH محلول بعد از انحلال نمونه چقدر خواهد بود؟ ($\text{O}=۱۶/۰$ ، $\text{Cl}=۳۵/۵$ ، $\text{Ba}=۱۳۷/۳$ ، $\text{Mg}=۲۴/۳$)

(۱) $۱/۵۳$ (۲) $۱/۴۶$ (۳) $۱/۳۷$ (۴) $۱/۷۰$

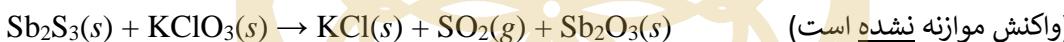
۲۷- با توجه به پتانسیل‌های کاهشی استاندارد زیر، چه تعداد از عبارت‌های داده شده صحیح‌اند؟ (تیزاب سلطانی به مخلوط هیدرولوکریک اسید غلیظ و نیتریک اسید غلیظ به نسبت حجمی ۳ به ۱ گفته می‌شود).

نیم واکنش	$E^\circ(V)$
$\text{Pt}^{2+}(aq) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}(s)$	+1.188
$\text{Cl}_2(g) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(aq)$	+1.36
$\text{PtCl}_4^{2-}(aq) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}(s) + 4\text{Cl}^-(aq)$	+0.758
$\text{PtCl}_6^{2-}(aq) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PtCl}_4^{2-}(aq) + 2\text{Cl}^-(aq)$	+0.728
$4\text{H}^+(aq) + \text{NO}_3^-(aq) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO}(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$	+0.958

- پلاتین در هیدروکربن اسید غلیظ حل می‌شود و گاز کل آزاد می‌کند.
 - پلاتین در هیدروکربن 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.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

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



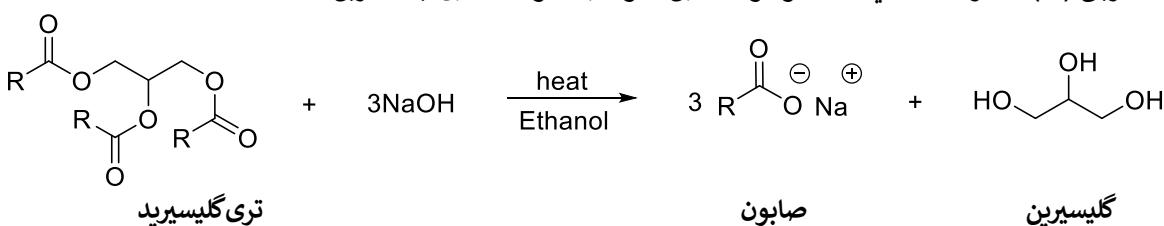
۰/۵۰ گرم از یک نمونه‌ی جامد حاوی ۵۰ درصد پتاسیم کلرات و ۵۰ درصد آنتیموان(III) سولفید است. جرم این نمونه پس از انجام واکنش بالا چند میلی‌گرم خواهد شد؟ $Sb=121/8$ ، $S=32/1$ ، $K=39/1$ ، $Cl=35/5$ ، $O=16/0$

۱۳۱ (۴) ۳۶۹ (۳) ۱۰۸ (۲) ۴۵۶ (۱)

三六九(三) 一·八(二)

1 · 8 (2)

-۲۹- قسمت عمده‌ی چربی‌های حیوانی را تری‌گلیسیریدها تشکیل می‌دهند. نمونه‌ای از چربی حیوانی به همراه سدیم هیدروکسید در آتانول جوشانده شده و به طور کامل در واکنش صابونی شدن شرکت می‌کند. اگر جرم صابون تولیدشده در این واکنش ۱ برابر جرم گلیسیرین تولیدشده باشد و بدانیم که نمونه‌ی چربی فاقد هرگونه چربی غیراشبع است، زنجیرهای هیدروکربن (R) در تری‌گلیسیریدهای موجود در این نمونه به طور میانگین چند کربن دارند؟



۱۷(۳) ۱۸(۲) ۱۹(۴)

17(3) 18(2)

گلپیسیرین صابون

صفحه ۵ از ۹

کد سوالات : ۱

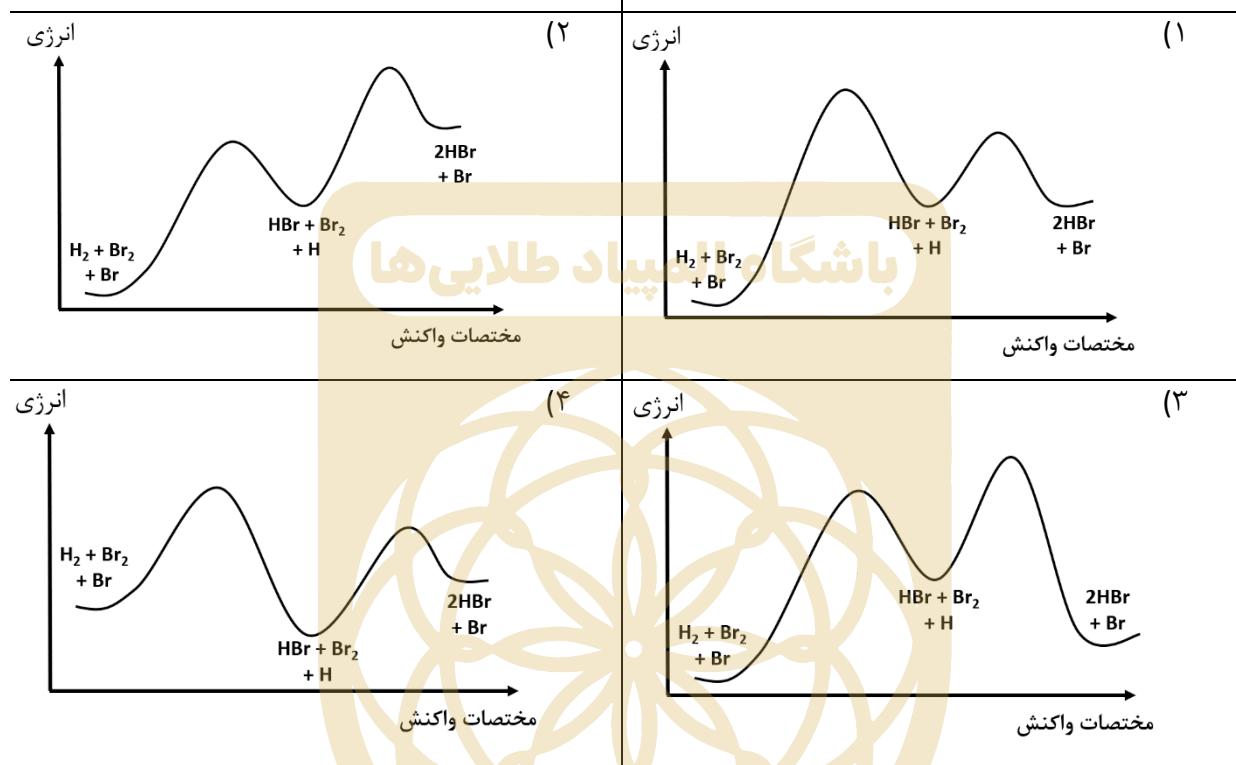
مرحله اول سی و سومین دوره المپیاد شیمی

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

$$H-H = 426 \text{ kJ/mol}$$

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

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



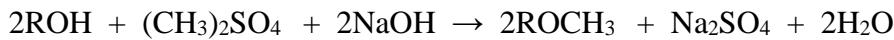
۳۱- واکنش زیر از قانون سرعت $R = k[A]^2[B][C]^{-1} \text{ L.mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ پیروی می‌کند که در آن مقدار ثابت سرعت، $k = ۰.۰۶۰۲ \text{ L.mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ می‌باشد.



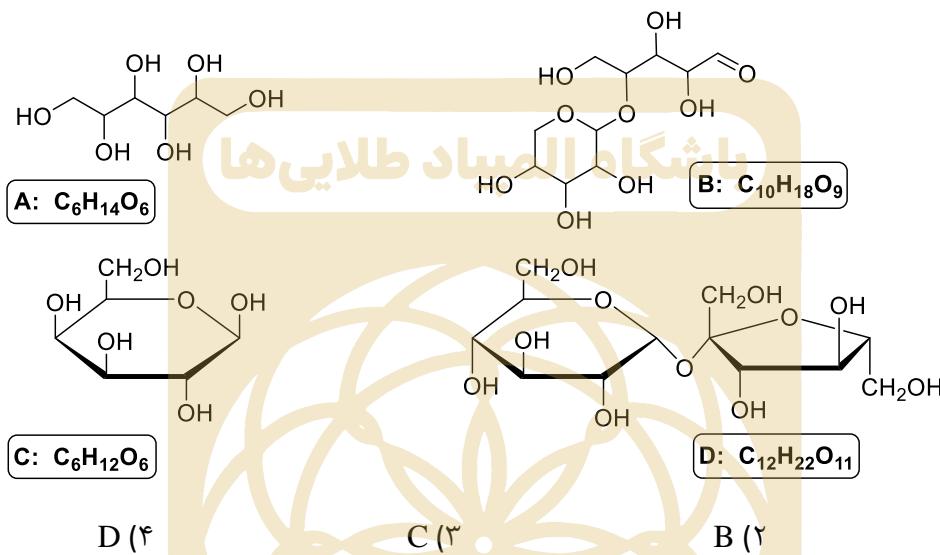
محلول‌های $۰.۰۰۵ \text{ mol.L}^{-1}\text{min}^{-1}$ خواهد بود؟

A	B	C	
۱۲۴	۴۲۸	۴۳۸	(۱)
۱۲۴	۲۹۲	۵۸۴	(۲)
۹۶۱	۱۳	۲۶	(۳)
۹۶۰	۲۰	۲۰	(۴)

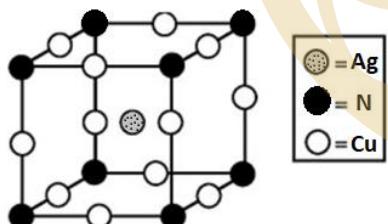
۳۲- گروه عاملی هیدروکسی در الکل‌ها را می‌توان در اثر واکنش با دی‌متیل‌سولفات $(CH_3)_2SO_4$ به گروه متوكسی (OCH_3) تبدیل کرد:



۱۵. میلی‌گرم از یک پلی‌آلی (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، ۴۰.۹ میلی‌گرم رسوب باریم سولفات تشکیل می‌شود. کدام یک از گزینه‌ها می‌تواند نشان‌دهندهٔ ساختار این ترکیب باشد؟ $\text{C} = ۱۲$ ، $\text{H} = ۱$ ، $\text{O} = ۱۶$ ، $\text{S} = ۳۲$ ، $\text{Ba} = ۱۳۷/۳$ ، $\text{Cl} = ۳۵/۵$



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 بیان گر اعداد اکسایش مس و نقره در این ترکیب باشد؟

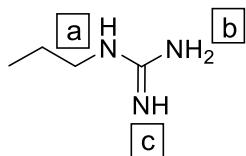
Cu=+1, Ag=+1 (Y)

Cu=+Y, Ag=+) (1)

$\text{Cu} = +1$ ، $\text{Ag} = \text{صفر}$ (٤)

Cu=صفر ، Ag=+١ (٣)

۳۴- خاصیت بازی کدام نیتروژن بیشتر است؟



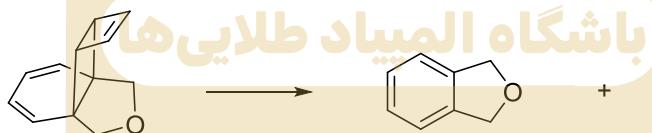
۴) یکسانند

۳) c

۲) b

۱) a

۳۵- در واکنش موازنۀ شده‌ی زیر A کدام است؟



۴)

۳)

۲)

۱)

۳۶- چه تعداد از ایزومرهاي C_6H_{14} بیشتر از ۳ ایزومر ساختاری مونوکربه دارد؟

۴) سه

۳) یک

۲) دو

۱) صفر

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 ایزومرهاي ساختاری باشند؟ (A) می‌تواند هتروسیکل‌ها ترکیباتی حلقوی هستند که در آن‌ها حداقل یکی از اتم‌های کربن حلقه با اتم‌های نظیر O یا N جایگزین شده است.

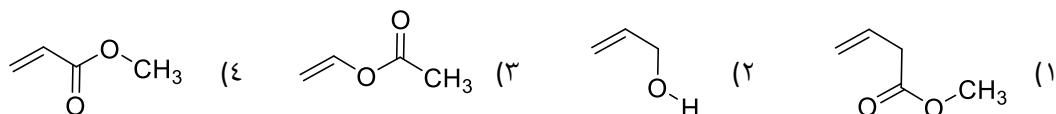
۴) بیشتر از ۶

۳) ۶

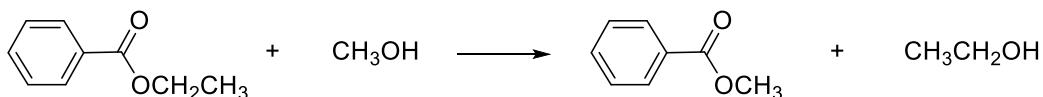
۲) ۵

۱) ۴

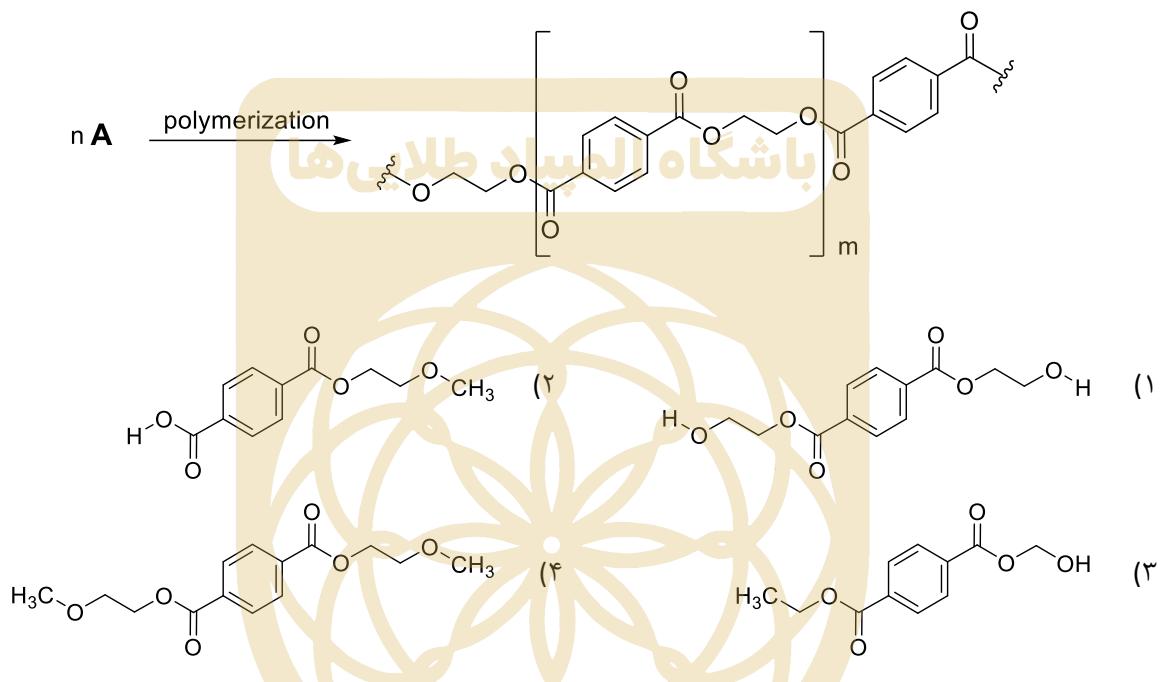
۳۸- دانش‌آموزی می‌خواهد با در اختیار داشتن واکنش‌گرهای لازم و با کمترین تعداد مراحل در آزمایشگاه پلی وینیل الک تهیه کند. کدامیک از مواد اولیه زیر برای این منظور مناسب‌تر است؟ وینیل الک یک ترکیب ناپایدار است که به طور خود به خود به یک آلدهید تبدیل می‌شود.



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 پیوندهای که باید به طور فرضی شکسته شوند تا ترکیب به ساختاری زنگیری تبدیل شود. Adamantane چند حلقه دارد؟



Adamantane

۱) یک

۲) سه

۳) چهار