



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچه سؤالات آزمون مرحله اول سال ۱۴۰۳

سی و پنجمین دوره المپیاد شیمی

تعداد سؤالات	مدت آزمون
۴۰ سؤال	۱۶۰ دقیقه

نام:

نام خانوادگی:

شماره صندلی:

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

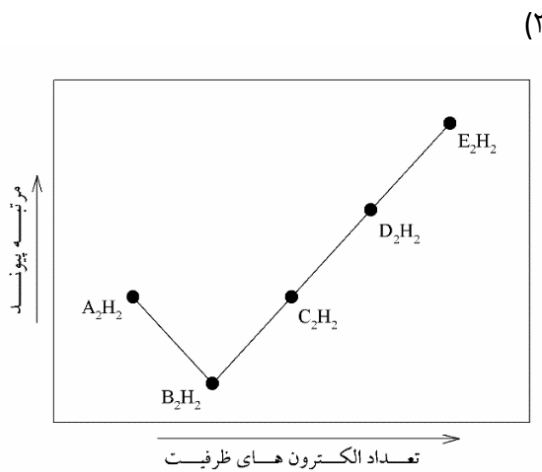
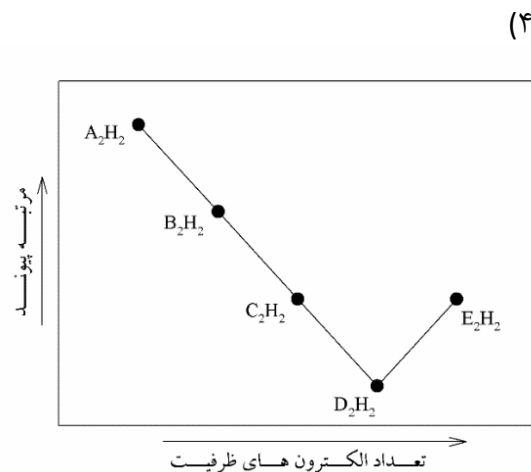
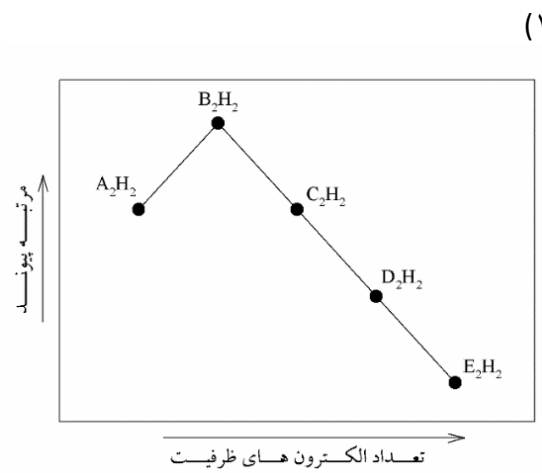
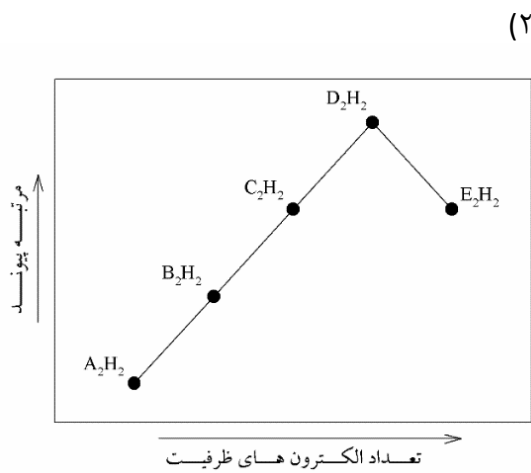
توضیحات مهم

- ۱- 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 مسؤول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- یک برگ پاسخ برگ 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 پاسخ برگ را با مداد مشکی بنویسید.
- ۳- برگه پاسخ برگ 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.
- ۴- دفترچه سوال باید همراه پاسخ برگ تحویل داده شود.
- ۵- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۶- شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان دهم و یازدهم انتخاب می شوند.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

۷- اگر عناصر بلوک p تناوب دوم را از A تا E نامگذاری کنیم، کدامیک از نمودارهای زیر رابطه‌ی بین تعداد الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت و مرتبه‌ی پیوند A-A تا E-E را در مولکول‌های A_2H_2 تا E_2H_2 به درستی نشان می‌دهد؟



۸- انرژی نخستین یونش شش عنصر متوالی که با حروف A تا F نشان داده شده‌اند، در جدول زیر آورده شده‌است. کدام یک از گزینه‌ها، مولکولی با گشتاور دو قطبی صفر است؟

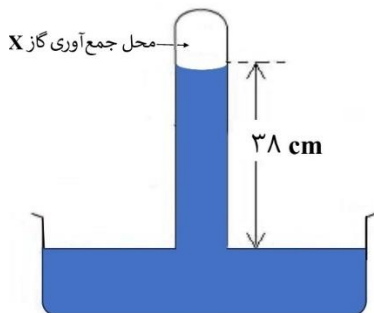
A	B	C	D	E	F
۱۹۲	۲۵۱	۲۴۸	۲۸۷	۳۵۹	۹۸

- AD_4 (۴) BD_2 (۳) CE_2 (۲) CF_4 (۱)

۹- از واکنش سدیم دی‌هیدروژن فسفات و سدیم هیدروژن فسفات در حرارت کافی، نمک پلی فسفات $Na_{n+2}P_nO_{3n+1}$ و آب به دست می‌آید. اگر در پلی فسفات $n = ۱۲$ فرض شود، برای تولید یک تُن پلی فسفات چند کیلوگرم سدیم دی‌هیدروژن فسفات نیاز است؟ ($H=۱$)
 ($Na = ۲۳, P = ۳۱, O = ۱۶$)

- ۱۸۷ (۴) ۲۲۱ (۳) ۹۳۳ (۲) ۱۱۰۴ (۱)

۱۰- در فشار هوای $753/5$ میلی متر جیوه و دمای 23°C ، گاز X مطابق شکل زیر روی آب جمع آوری شده است. اگر بعد از مدت زمان کافی سطح آب درون ستون، 38 سانتیمتر بالاتر از سطح آب داخل ظرف باشد، فشار گاز X جمع آوری شده چند میلی متر جیوه است؟ (فشار بخار اشباع آب را در دمای 23°C برابر $21/1$ میلی متر جیوه و چگالی آب و جیوه را به ترتیب 1000 و 13534 کیلوگرم بر متر مکعب در نظر بگیرید.)



۷۵۰/۷ (۴)

۷۰۴/۳ (۳)

۷۲۵/۴ (۲)

۷۴۶/۵ (۱)

۱۱- مخلوطی از گازهای متان و اتان دارای 80 درصد مولی متان است. این مخلوط با سرعت $0/1$ مول بر دقیقه می سوزد و 70 درصد گرمای حاصل از این احتراق صرف گرم کردن یک کتری پر از آب با دمای اولیه 25°C می شود. پس از چند دقیقه آب داخل کتری به جوش می آید؟ (مجموع ظرفیت گرمایی کتری و آب، برابر 1000 ژول بر درجه سلسیوس و گرمای مولی احتراق متان و اتان به ترتیب 890 و 1560 کیلوژول بر مول است.)

۹/۲ (۴)

۷/۵ (۳)

۵/۳ (۲)

۱۰/۵ (۱)

۱۲- دو محلول از اسید ضعیف HA با غلظت های $0/1$ و $0/5$ مولار موجود است. اگر درصد یونش اسید $0/1$ مولار $1/32$ باشد، اختلاف pH این دو محلول چقدر است؟

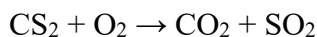
۰/۱۵ (۴)

۰/۳۰ (۳)

۰/۴۷ (۲)

۰/۲۰ (۱)

۱۳- مخلوطی از گازهای CH_4 ، CS_2 و C_3H_4 به همراه مقدار اضافی O_2 در ظرفی به حجم ثابت و در دمای بالاتر از 100°C در فشار P_0 قرار دارند. تعداد کل مول ها برابر 5 است. پس از واکنش هم دما، فشار کل مخلوط به نصف کاهش می یابد. جرم CS_2 در مخلوط اولیه چند گرم بوده است؟ (واکنش غیرموازنه CS_2 با اکسیژن در زیر داده شده است. $\text{O}=16$ ، $\text{C}=12$ ، $\text{S}=32$)



۱۳۳ (۴)

۱۹۰ (۳)

۱۱۴ (۲)

۷۶ (۱)

۱۴- در یک آزمایش 10 گرم از ترکیب A را در 20 گرم آب در فشار ثابت حل می کنیم و 50 کالری گرما آزاد می شود. در آزمایش دوم 10 گرم از ترکیب A را در 70 گرم آب در فشار ثابت حل می کنیم و 100 کالری گرما آزاد می شود. حال اگر 40 گرم آب به 40 گرم از محلول آزمایش دوم افزوده شود، چه مقدار گرما برحسب کالری آزاد خواهد شد؟ (فرض کنید برای جرم ثابتی از حل شونده، بین مقدار کل حلال و گرمای آزاد شده در فرآیند انحلال رابطه ی خطی وجود دارد)

۱۶۰ (۴)

۹۰ (۳)

۴۰ (۲)

۳۰ (۱)

۱۵- H_nA یک اسید قوی است. آنالیز عنصری بخش آنیونی این اسید (A^{n-}) در جدول زیر نشان داده شده است. برای خنثی کردن محلولی حاوی ۰/۵ گرم از این اسید در ۵۰ mL آب، به ۸ mL محلول سود ۰/۱ مولار نیاز است. کدام گزینه فرمول H_nA را به درستی نشان می‌دهد؟

عنصر	جرم مولی	درصد وزنی	$H_4P_2W_{18}O_{61}$ (۲)	$H_6P_2W_{18}O_{63}$ (۱)
P	۳۰/۹۷۴	۱/۴۲٪	$H_7P_2W_{18}O_{62}$ (۴)	$H_5PW_9O_{31}$ (۳)
W	۱۸۳/۸۴	۷۵/۸۴٪		
O	۱۵/۹۹۹	۲۲/۷۴٪		

۱۶- انحلال پذیری گاز CO_2 در حلال X و در فشار ثابت P از معادله‌ی زیر پیروی می‌کند:

$$S = K \left(\frac{1}{2}\right)^{Ct}$$

در این معادله، S مقدار گرم CO_2 حل شده در مقدار مشخصی از حلال، K و C ضرایب ثابت و t دما بر حسب درجه سلسیوس است. درصد جرمی گاز CO_2 حل شده در دمای $10^\circ C$ ، برابر $33/33$ و در دمای $20^\circ C$ ، برابر ۲۰ است. اگر دمای ۱۰۰۰ گرم از محلول اشباع CO_2 از $20^\circ C$ به $40^\circ C$ در فشار ثابت P افزایش یابد، چند مول CO_2 آزاد می‌شود؟ ($O=16$ ، $C=12$)

(۱) $3/41$ (۲) $4/26$ (۳) $2/92$ (۴) $3/65$

۱۷- در کدامیک از فرآیندهای زیر $\Delta H = \Delta E$ است؟

- (۱) دو مول گاز آمونیاک در فشار $1/2$ atm از دمای $350^\circ C$ درجه سلسیوس به $300^\circ C$ درجه سلسیوس سرد شود
- (۲) یک گرم آب در فشار ۱ atm و دمای $100^\circ C$ درجه سلسیوس بخار شود
- (۳) یک مول یخ خشک تصعید شود
- (۴) دو مول هیدروژن‌یدید گازی در یک ظرف ۵ لیتری از عناصر تشکیل‌دهنده در فاز گازی تشکیل شود

۱۸- مقدار pH خون انسان حدود $7/35$ است ولی در مایع خارج سلولی بافت‌های سرطانی، این مقدار کاهش یافته و برای مثال در سرطان سینه به حدود $6/8$ می‌رسد. یک داروی شیمی‌درمانی دارای $pK_a = 8/1$ است. با فرض اینکه غلظت فرم بازی این دارو در بدن ناچیز و مقدار ثابتی است، حلالیت این دارو در بافت سرطان سینه چند برابر حلالیت آن در خون است؟

(۱) $1/73$ (۲) $0/55$ (۳) $3/55$ (۴) $0/28$

۱۹- یک خودروی معمولی به طور متوسط در هر ۱۰۰ کیلومتر، ۱۰ لیتر بنزین مصرف می‌کند. مقدار عددی $\frac{Y}{X}$ را تخمین بزنید.

$X =$ تعداد مولکول‌های O_2 موجود در هوای یک اتاق معمولی به مساحت ۱۰ متر مربع
 $Y =$ تعداد مولکول‌های CO_2 آزاد شده از آگروز یک خودروی معمولی طی مسافت ۱۰ کیلومتر

(۱) $0/03$ تا $0/05$ (۲) 3 تا 5 (۳) 7 تا 10 (۴) $0/2$ تا $0/4$

۲۰- آنتالپی تشکیل تجربی برای $\text{SO}_3(g)$ برابر با ۳۹۵- کیلوژول بر مول است. با توجه به اطلاعات داده شده و با در نظر گرفتن قاعده اکت، مقدار پایداری ناشی از وجود رزونانس در ساختار این مولکول چند کیلوژول بر مول است؟



نوع پیوند	انرژی پیوند (kJmol^{-1})
S-O	۴۲۲
S=O	۵۲۲
O=O	۴۹۸

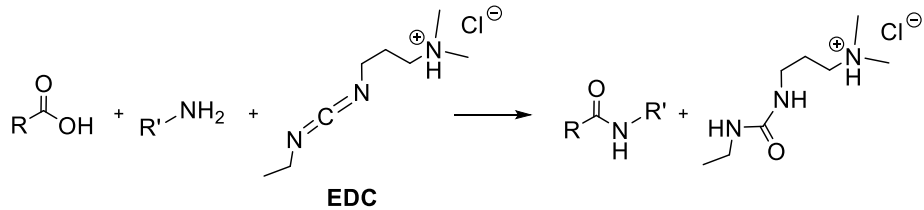
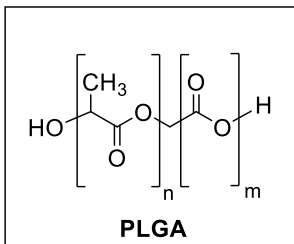
۱۴۶ (۴)

۱۵۴ (۳)

۴۶ (۲)

۵۴ (۱)

۲۱- پژوهشگری در نظر دارد که از واکنش زیر برای اتصال یک پروتئین به پلیمر PLGA (با جرم مولی 25×10^3 گرم بر مول) که ساختار آن در زیر آمده است استفاده کند. اگر در یک واکنش از ۱۰۰ میلی گرم PLGA استفاده گردد و بدانیم بازده واکنش ۳۰٪ است، چند میلی گرم EDC باید استفاده شود تا تمام گروه‌های کربوکسیلیک اسید در PLGA به گروه‌های آمینی پروتئین متصل شوند؟ ($C=12$, $Cl=35.5$, $O=16$, $H=1$)



۰.۷۷ (۴)

۲.۰۸ (۳)

۲.۵۵ (۲)

۱.۵۳ (۱)

۲۲- نرخ متوسط تنفس انسان ۱۲ بار در دقیقه است و حجم هوای جابه‌جا شده در هر تنفس حدود نیم لیتر است. فردی برای مدت ۵ ساعت به طور طبیعی در فشار ۱ اتمسفر نفس می‌کشد و بازدم‌های او را از درون یک لیتر محلول غلیظ NaOH عبور می‌دهیم. پس از ۵ ساعت، به ۲۵ میلی‌لیتر از محلول حاصل BaCl_2 اضافه می‌کنیم و ۱۵/۵ گرم از یک جامد سفید رسوب می‌کند. درصد مولی CO_2 در بازدم‌های این فرد به طور متوسط چقدر است؟ دمای گازهای بازدم را 37°C در نظر بگیرید. ($H=1$, $O=16$, $C=12$, $Ba=137.3$)

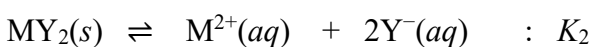
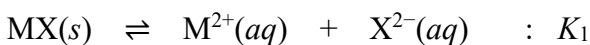
۵/۵ (۴)

۵/۰ (۳)

۴/۴ (۲)

۴/۰ (۱)

۲۳- اگر انحلال‌پذیری نمک MX در محلول ۰.۱ مولار از M^{2+} برابر ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و انحلال‌پذیری نمک MY_2 در محلول ۰.۱ مولار از M^{2+} برابر ۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، نسبت K_1 به K_2 چقدر است؟ منظور از K_1 و K_2 ثابت‌های تعادل برای واکنش‌های زیر است. ($MY_2=220 \text{ g mol}^{-1}$, $MX=150 \text{ g mol}^{-1}$)



۷/۴ (۴)

۳۲/۷ (۳)

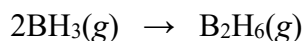
۲۲/۲ (۲)

۲۹/۶ (۱)

۲۴- یک مول ماده‌ی خالص A با یک مول ماده‌ی خالص B واکنش می‌دهد. پس از اتمام واکنش، چیزی به جز محصول C و آب درون ظرف واکنش نیست و محصولات ۳۰/۲ درجه سلسیوس از مواد اولیه گرم‌تر هستند. با فرض اینکه ظرفیت گرمایی محصول C برابر ۱۷۰۰ ژول بر کلونین و آنتالپی واکنش انجام شده برابر ۵۶- کیلوژول بر مول باشد، کدام گزینه می‌تواند مواد A و B را به درستی نشان دهد؟ (ظرفیت گرمایی آب ۷۶ ژول بر مول بر کلونین است.)

A	B	
HCl	KOH	(۱)
H ₂ SO ₄	Ba(OH) ₂	(۲)
H ₂ C ₂ O ₄	KOH	(۳)
HCl	Ba(OH) ₂	(۴)

۲۵- با توجه به آنتالپی‌های استاندارد داده شده، آنتالپی استاندارد واکنش زیر چند کیلوژول بر مول است؟



$4\text{B}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})$	$\Delta H^\circ = -2546 \text{ kJ/mol}$
$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\Delta H^\circ = -572 \text{ kJ/mol}$
$\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\Delta H^\circ = -2165 \text{ kJ/mol}$
$\text{B}(\text{s}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{BH}_3(\text{g})$	$\Delta H^\circ = +102 \text{ kJ/mol}$

(۱) -۱۷۰ (۲) +۳۴ (۳) -۶۸ (۴) +۱۱۶

۲۶- واکنش موازنه نشده‌ی زیر را در نظر بگیرید. چه تعداد از عبارات داده شده صحیح اند؟



- مجموع ضرایب پس از موازنه برابر ۱۰ است.
- برخی از اتم‌های فلورین در این واکنش نقش اکسنده را ایفا می‌کنند.
- اتم‌های نیتروژن در این واکنش هم اکسید شده و هم کاهش می‌یابند.
- واکنش دهنده‌ها به نسبت ۱:۱ وارد واکنش می‌شوند.

(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

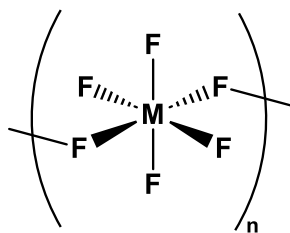
۲۷- مقداری پودر آهن خالص، بر اثر ماندن در هوای مرطوب اکسید شده و بخشی از آن به آهن(II) اکسید و آهن(III) اکسید تبدیل می‌شود. بر اثر این واکنش، جرم پودر آهن اولیه ۱۲ درصد افزایش می‌یابد. اگر ۱/۰ گرم از جامد حاصل را در سولفوریک اسید رقیق حل کنیم، حداقل حجم ممکن گاز هیدروژن آزاد شده در شرایط STP چند میلی‌لیتر است؟ (O=۱۶، Fe=۵۶)

(۱) ۱۹۶ (۲) ۲۵۷ (۳) ۳۱۱ (۴) ۲۰۷

۲۸- در کدام گزینه تعداد الکترون‌های غیریپوندی ظرفیت در دو گونه‌ی داده شده در پایدارترین فرم رزونانسی با هم برابر است؟

(۱) $\text{HOF} / \text{O}_2^{2-}$ (۲) $\text{NO}_3^- / \text{ClO}^-$ (۳) NO_2 / SF (۴) $\text{OF}_2 / \text{SO}_3^{2-}$

۲۹- با توجه به ساختار زیر، چه تعداد از عبارات داده شده صحیح است؟



- M دارای عدد اکسایش +۶ است.
 - M می تواند هر عنصری از فلزات واسطه‌ی تناوب پنجم باشد.
 - ترکیب فوق می تواند با CsF واکنش دهد و یک ترکیب یونی تشکیل دهد.
 - اگر M وانادیم (۲۳V) باشد، ترکیب فوق می تواند با F₂ واکنش دهد و از فرم پلیمری خارج شود.
- (۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

۳۰- گاز A و گاز B با یکدیگر واکنش داده و جامد C را به عنوان تنها محصول تولید می کنند. ظرفی در ابتدا حاوی ۵ bar از مخلوط گازهای A و B است. پس از آنکه واکنش ۳۵٪ پیشرفت می کند، فشار درون ظرف به ۳/۶ bar کاهش می یابد. فشار درون ظرف هنگامی که واکنش ۵۵٪ پیشرفت داشته است چند bar خواهد بود؟

- (۱) ۲/۲ (۲) ۲/۰۵ (۳) ۲/۷۵ (۴) ۲/۸

۳۱- به پتانسیل‌های کاهش‌ی استاندارد زیر توجه کنید:

نیم‌واکنش	E° (V)
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(s)$	۰/۳۴
$\text{Cu}^{2+} + e^- \rightarrow \text{Cu}^+$	۰/۱۶
$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}(s)$	۱/۵۲
$\text{Au}^+ + e^- \rightarrow \text{Au}(s)$	۱/۸۳
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	۱/۲۳

از بین یون‌های مس(I)، مس(II)، طلا(I) و طلا(III)، چه تعداد در محلول آبی از نظر ترمودینامیکی پایدار هستند؟

- (۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

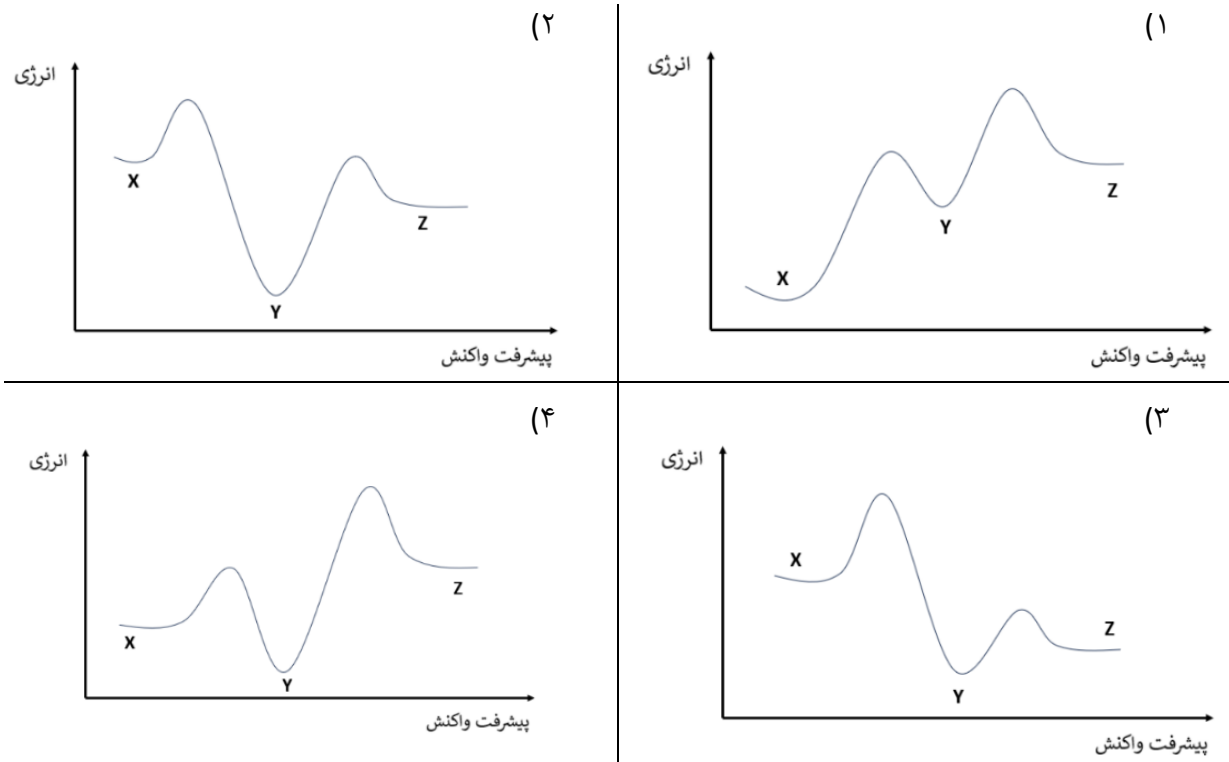
۳۲- دی‌آل اشباع A که در ساختارش فقط C، H و O وجود دارد، در نتیجه‌ی واکنش اکسایش به B تبدیل می‌شود که به همان تعداد کربن دارد. وقتی B که گروه عاملی اسیدی دارد با سود واکنش می‌دهد ترکیب خالصی بدست می‌آید که نسبت درصد جرمی کربن به سدیم در آن ۱/۳۱ است. چند ساختار برای B می‌توان در نظر گرفت که نسبت به هم ایزومر ساختاری باشند؟ (O=۱۶، H=۱، C=۱۲، Na=۲۳)

- (۱) دو (۲) سه (۳) چهار (۴) پنج

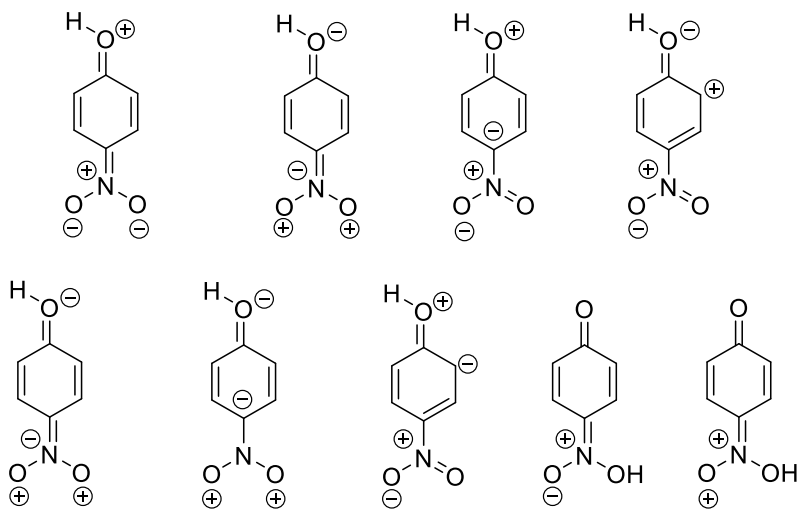
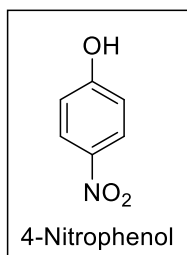
۳۳- واکنش دومرحله‌ای زیر را در نظر بگیرید. ΔH° برای تبدیل X به Z برابر $135 \text{ kJ/mol} +$ است. همچنین می‌دانیم در شرایط یکسان (دما و غلظت برابر)، مرحله‌ی اول بسیار سریع‌تر از مرحله‌ی دوم انجام می‌شود.



کدام گزینه می‌تواند نمودار انرژی برحسب پیشرفت واکنش را برای تبدیل X به Z به درستی نشان دهد؟



۳۴- با رعایت قاعده اکتت، چه تعداد از فرم‌های رزونانسی زیر برای ۴-نیتروفنول صحیح است؟



(۴) چهار

(۳) سه

(۲) دو

(۱) یک

۳۵- ترکیب ۳،۳-دی‌متیل‌بوت-۱-ان (3,3-dimethylbut-1-ene) را یک‌بار با $Br_2(l)$ و یک‌بار با H_2O در شرایط مناسب واکنش می‌دهیم. کدام ترکیب اصلاً تشکیل نمی‌شود؟

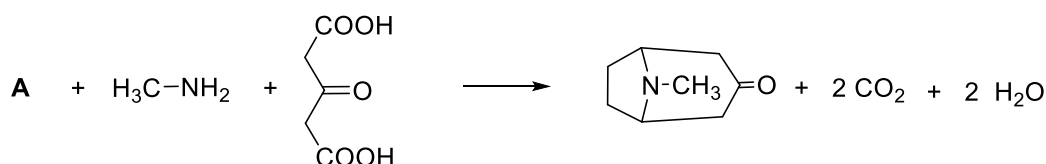
(۱) ۳،۲-دی‌متیل‌بوتان-۲-ال (۲)

(۲) ۲،۱-دی‌برومو-۳،۳،۲-تری‌متیل‌بوتان

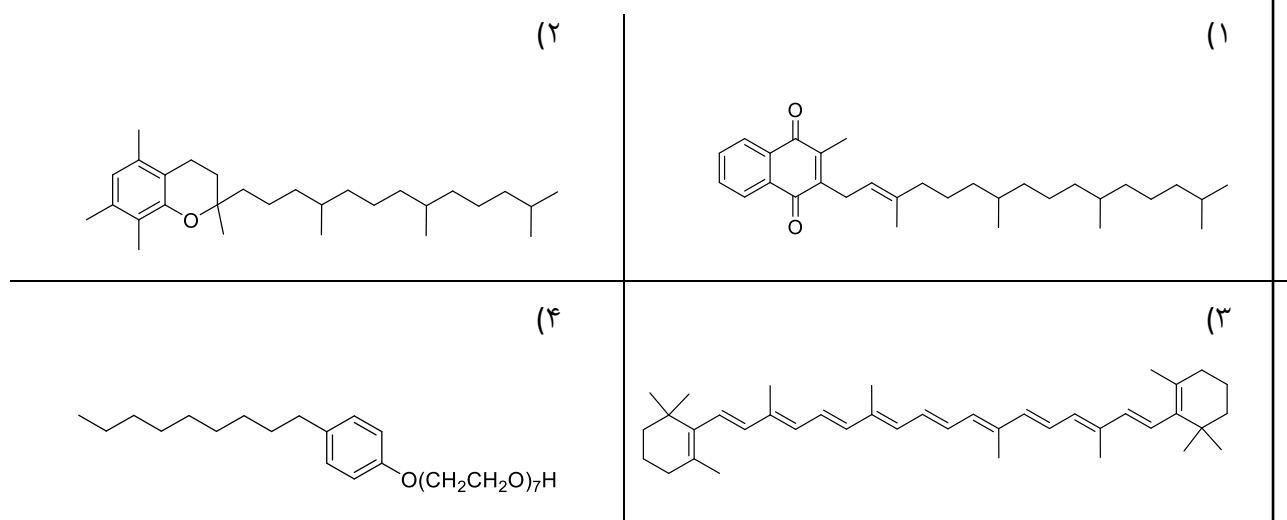
(۳) ۲،۱-دی‌برومو-۳،۳-دی‌متیل‌بوتان (۴)

(۴) ۳،۳-دی‌متیل‌بوتان-۲-ال

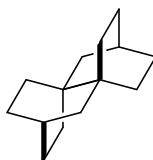
۳۶- در واکنش موازنه‌شده‌ی زیر A کدام است؟



۳۷- ترکیب کدام گزینه مانند صابون نقش شویندگی و پاک‌کنندگی دارد؟



۳۸- اگر یکی از هیدروژن‌های ترکیب زیر در شرایط مناسب با کلر جایگزین شود، احتمال تشکیل چند ایزومر ساختاری مونوکلره وجود دارد؟



(۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

۳۹- ترکیب $A(C_{10}H_{10}O_4)$ با چهار هیدروژن در حلقه آروماتیک، فقط گروه عاملی استری دارد. وقتی این ترکیب به طور کامل هیدرولیز شود ترکیب **B** تشکیل می‌شود که دارای حلقه آروماتیک است. جرم مولی **B** بیش از ۷۵٪ درصد جرم مولی **A** است. چند ساختار برای **A** می‌توان در نظر گرفت؟ ($H=۱$ ، $C=۱۲$ ، $O=۱۶$)

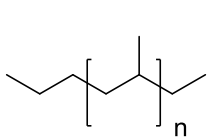
(۴) بیشتر از ۹

۹ (۳)

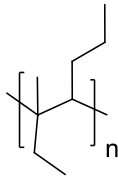
۶ (۲)

۳ (۱)

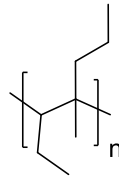
۴۰- اگر پلیمر پلی(۳-متیل‌هپت-۳-ان) Poly(3-methylhept-3-ene) از طریق یک واکنش پلیمریزاسیون مانند پلی‌اتیلن (Polyethylene) تهیه شود، کدام گزینه ساختار آن را درست نشان می‌دهد؟



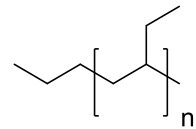
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)