

سؤال ۷	شیمی آلی
سؤال ۶	ترمودینامیک
سؤال ۱۵	استوکیومتری و محلول‌ها
سؤال ۱۳	مقدمات، ساختار اتم و خواص تناوبی
سؤال ۱۹	پیوندهای یونی و کووالانسی

## المپیاد شیمی

- پاسخ درست به هر سؤال ۳ نمره‌ی مثبت و پاسخ غلط ۱ نمره‌ی منفی دارد.
- استفاده از ماشین حساب در این آزمون مجاز است، اما همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی ممنوع است.
- همراه داشتن وسایل الکترونیکی مانند لپ‌تاپ، موبایل و ... حتی اگر خاموش باشند، تخلف محسوب می‌شوند.
- آزمون مرحله‌ی دوم برای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه‌ی آزمایشی دارد.



محل انجام محاسبات

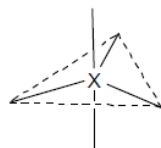
۱- در کدام مولکول تعداد پیوندهای کووالانسی بیش‌تر است؟ (راهنمایی: اتم‌های عنصرهای تناوب سوم و بالاتر می‌توانند بیش‌تر از یک «هشتایی» الکترون در لایه‌ی ظرفیت خود داشته باشند. برای اتم‌های پیرامونی قاعده‌ی هشتایی رعایت شود.)



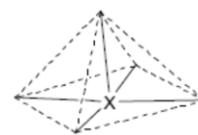
۲- عدد اکسایش اکسیژن در کدام گونه بزرگ‌تر است؟



۳- مولکولی با کدام آرایش هندسی در صورت داشتن پیوندهای یکسان با اتم مرکزی X، قطبی است؟



(۲) دوهرمی با قاعده‌ی مثلث



(۱) هرم با قاعده‌ی مربع

(۴) خطی

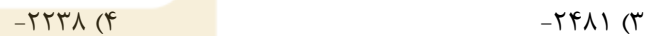
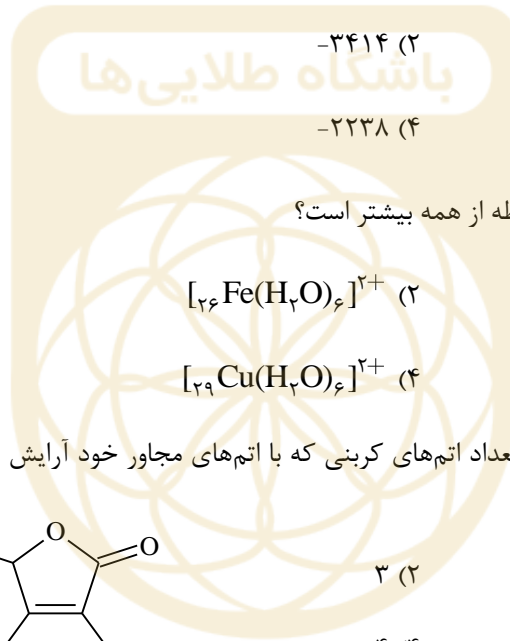
(۳) چهاروجهی

۴- انرژی‌های یونش متوالی چهار عنصر از تناوب دوم برحسب مگاژول بر مول داده شده است. کدام فرمول نادرست است؟ (هر مگاژول  $10^6$  ژول است).

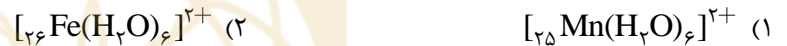
- A :  $1/0.9 - 2/35 - 4/62 - 6/22 - 37/83$   
 B :  $1/31 - 3/39 - 5/30 - 7/47 - 10/98 - 13/33 - 71/33$   
 C :  $1/40 - 2/86 - 4/58 - 7/48 - 9/44 - 53/27$   
 D :  $1/68 - 3/37 - 6/0.5 - 8/41 - 11/0.2 - 15/16 - 17/87 - 92/0.4$



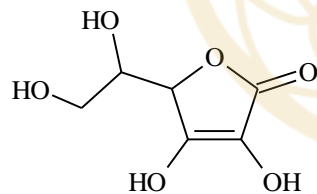
۵- در گزینه‌های زیر انرژی‌های شبکه (برحسب  $KJ \cdot mol^{-1}$ ) مربوط به اکسیدهای فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی تناوب سوم و چهارم داده شده است. انرژی شبکه‌ی اکسید سومین فلز قلیایی جدول تناوبی کدام است؟



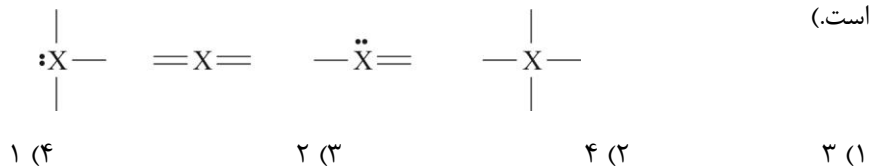
۶- تعداد الکترون‌های جفت‌نشده‌ی کدام فلز واسطه از همه بیشتر است؟



۷- فرمول آسکوربیک اسید به صورت زیر است. تعداد اتم‌های کربنی که با اتم‌های مجاور خود آرایش مثلثی دارند کدام است؟



۸- در چه تعداد از الگوهای زیر عنصر X می‌تواند اتم N باشد؟ در صورت لزوم می‌توانید برای الگوهای مربوط بار +۱ و -۱ نیز در نظر بگیرید. (توجه: این الگوها نمایش فضایی مولکول‌ها یا یون‌ها نیست و نشانه‌ی X= برای پیوند دوگانه است).



۹- الکترون‌گاتیوی کدام عنصر از همه کمتر است؟



۱۰- عدد اکسایش تیتانیوم در ترکیب  $[Ti_7Cl_9][Cl_4]$  کدام است؟



۱۱- با توجه به انرژی‌های یونش اتم‌های Fe و Ti که در جدول زیر آمده است، اعداد اکسایش این دو عنصر در  $FeTiO_3$  به ترتیب کدام‌اند؟

	انرژی‌های یونش $KJ \cdot mol^{-1}$			
	اول	دوم	سوم	چهارم
Fe	۷۵۹	۱۵۶۱	۲۹۵۶	۵۲۹۰
Ti	۶۵۸	۱۳۰۹	۲۶۵۰	۴۱۸۰

(۴) +۲ و +۴

(۳) +۲ و +۳

(۲) +۳ و +۳

(۱) +۲ و +۴

۱۲- کدام مقایسه نادرست است؟

(۱) طول پیوند کربن-اکسیژن:  $CO_3^{2-} > CO_2 = CO$

(۲) انرژی شبکه‌ی بلور:  $Al_2O_3 > MgO > Na_2O$

(۳) قطبیت پیوند:  $OF_2 < OBr_2 < H_2O$

(۴) نقطه‌ی جوش:  $HCl < HBr < HI < HF$

۱۳- کدام ویژگی  $D_2O$  با  $H_2O$  یکسان است؟

(۱) چگالی

(۲) جرم مولی

(۳) نقطه‌ی ذوب

(۴) هیچ‌کدام

۱۴- واحدهای سازنده‌ی گونه‌های کدام گزینه در حالت جامد به صورت اتم‌های خنثی هستند؟

(۲) Si - Ar - C (نیمه‌رسانا)

(۴) Na - C - Kr

(۱)  $S_8 - O_3 - P_4$

(۳)  $C_6H_{12}O_6 - H_2O - KCl$

۱۵- در کدام گزینه همه‌ی اتم‌ها به آرایش گاز نجیب پس از خود رسیده‌اند؟

(۲)  $CO_3^{2-} - Mg_3N_2 - PCl_3$

(۴)  $ICl_4^+ - CO - HNO_3$

(۱)  $NOCl - NO_2 - AlCl_4^-$

(۳)  $SF_6 - COCl_2 - N_2O_4$

۱۶- در کدام گزینه، ترتیب زوایای پیوند درست است؟

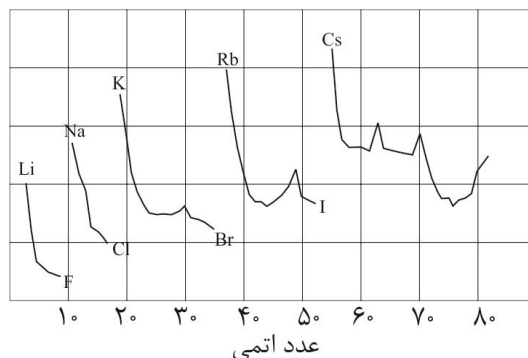
(۲)  $XeF_4(g) = NO_2^+(g) = BeCl_2(g)$

(۴)  $SnCl_4 = CO_2 = NO_2$

(۱)  $SiF_4 = SF_6 = IF_4^+$

(۳)  $H_2O = OF_2 = H_2S$

۱۷- در شکل زیر، محور افقی عدد اتمی را نشان می‌دهد. محور عمودی نشان‌دهنده‌ی کدام ویژگی است؟



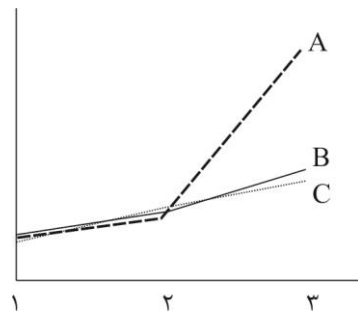
(۱) نقطه‌ی ذوب

(۲) نخستین انرژی یونش

(۳) شعاع اتمی

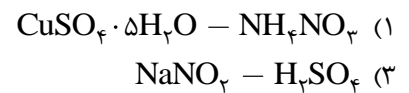
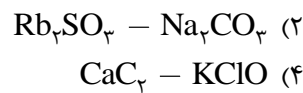
(۴) واکنش‌پذیری

۱۸- شکل زیر، نمودارهای نخستین، دومین و سومین انرژی یونش را برای اتم‌های سه عنصر Mg، Al و Si نشان می‌دهد. هر یک از این نمودارها متعلق به کدام عنصر است؟

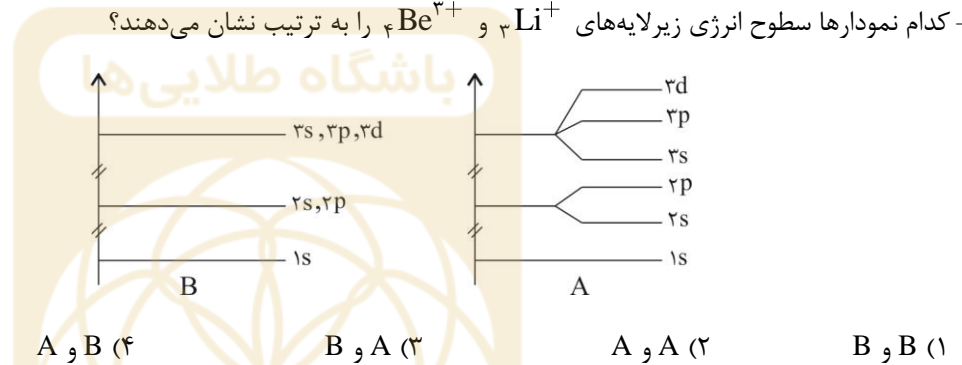


	Si	Al	Mg	
(۱)	B	C	A	
(۲)	A	B	C	
(۳)	A	C	B	
(۴)	B	A	C	

۱۹- در کدام گزینه، همه‌ی مواد هر سه نوع پویند یونی، کووالانسی و داتیو را دارند؟ (با رعایت قاعده‌ی اکتت)



۲۰- کدام نمودارها سطوح انرژی زیرلایه‌های  $Li^+$  و  $Be^{3+}$  را به ترتیب نشان می‌دهند؟



۲۱- در کدام یک از واکنش‌های زیر کلر آزاد می‌شود؟

- واکنش هیدروکلریک اسید با فلز روی
- واکنش هیدروکلریک اسید با منگنز دی‌اکسید
- واکنش سولفوریک اسید سرد و رقیق با نمک طعام
- واکنش برم با محلول نمک طعام

۲۲- فرمول کدام ترکیب نادرست است؟



۲۳- کدام گونه ساختار هرمی دارد؟



۲۴- در کدام ترکیب فسفر پایین‌ترین عدد اکسایش را دارد؟



۲۵- کدام آرایش الکترونی را می‌توان فقط به آخرین تراز انرژی یک کاتیون پایدار نسبت داد؟



۲۶- در کدام مولکول شعاع کووالانسی برابر با نصف طول پیوند است؟

HCl (۱)      Br<sub>۲</sub> (۲)      O<sub>۲</sub> (۳)      N<sub>۲</sub> (۴)

۲۷- کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- (۱) فسفر سفید در زیر آب نگهداری می‌شود.
- (۲) چگالی لیتیم بیش‌تر از پتاسیم است.
- (۳) پتاسیم نسبت به سدیم واکنش شدیدتری با آب انجام می‌دهد.
- (۴) منیزیم با آب سرد واکنش نمی‌دهد.

۲۸- عنصر X<sub>۱۰۰</sub> با جرم اتمی میانگین ۲۱/۴۰ گرم بر مول، دارای دو ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها فراوانی ۳۰ درصد داشته و تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته‌ی آن با هم برابر است. تعداد نوترون‌های ایزوتوپ دیگر چه قدر است؟ (جرم پروتون و نوترون را برابر ۱amu در نظر بگیرید.)

۱۲ (۱)      ۱۱ (۲)      ۱۳ (۳)      ۱۴ (۴)

۲۹- ۰/۳ مول از یک نمک شش‌آبه را حرارت می‌دهیم تا کاملاً خشک شود. اگر جرم باقی‌مانده تقریباً ۴۶ درصد جرم نمک اولیه باشد، جرم مولی نمک آب‌پوشیده چه قدر است؟

۱۸۰ (۱)      ۲۲۰ (۲)      ۲۳۵ (۳)      ۲۰۰ (۴)

۳۰- اگر آنتالپی تبخیر آب در دمای جوش نرمال آن برابر ۴۱/۱ کیلوژول بر مول باشد، آن‌گاه آنتالپی ۱ مول بخار آب با دمای ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر چند کیلوژول بر مول از آنتالپی ۱ مول آب مایع با دمای ۸۰ درجه‌ی سلسیوس و در فشار ۱ اتمسفر بیش‌تر است؟

$$C_p(H_2O_{(l)}) = 75 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

۴۱/۱ (۱)      ۴۴/۴ (۲)      ۴۲/۶ (۳)      ۴۵/۴ (۴)

۳۱- در پالایش نفت خام در برج تقطیر با اصطلاح برش نفتی روبه‌رو می‌شویم. کدام گزینه یک برش نفتی را بهتر توصیف می‌کند؟

- (۱) مخلوطی از چند هیدروکربن با اشتعال‌پذیری نزدیک به هم
- (۲) مخلوطی از چند هیدروکربن با چگالی یکسان
- (۳) مخلوطی از چند هیدروکربن که دمای جوش آن‌ها تا حدودی نزدیک هم است.
- (۴) مخلوطی از چند هیدروکربن که آنتالپی سوختن آن‌ها نزدیک هم است.

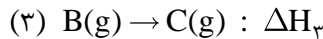
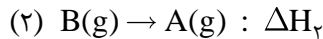
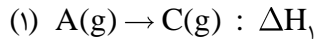
۳۲- ثابت بویل برای یک نمونه گاز در دمای ثابت برابر با ۲۵ atm·L است. حجم این نمونه گاز در همان دمای ثابت وقتی که فشار آن برابر با ۰/۵ اتمسفر است، چند لیتر خواهد بود؟

۲۵ (۱)      ۱۰۰ (۲)      ۷۵ (۳)      ۵۰ (۴)

۳۳- مه‌دود فوتوشیمیایی از تأثیر تابش شدید نور خورشید بر . . . . . حاصل می‌شود.

- (۱) اکسیدهای نیتروژن
- (۲) اکسیدهای گوگرد
- (۳) اکسیدهای کربن
- (۴) اکسیدهای کلر

۳۴- ترکیبات  $A(g)$ ،  $B(g)$  و  $C(g)$  در واکنش‌های زیر شرکت می‌کنند:



با توجه به آن، کدام تساوی درست است؟

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 \quad (۲)$$

$$\Delta H_1 = \Delta H_3 - \Delta H_2 \quad (۱)$$

$$\Delta H_1 = \frac{1}{2}(\Delta H_2 + \Delta H_3) \quad (۴)$$

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 - \Delta H_3 \quad (۳)$$

۳۵- ذرات کلوییدی از چه راهی دارای بار الکتریکی می‌شوند؟

(۱) از راه تقسیم شدن به دو ذره، یکی با بار الکتریکی مثبت و دیگری با بار الکتریکی منفی

(۲) از دست دادن یک یا چند الکترون

(۳) جذب یک یا چند الکترون

(۴) جذب یک نوع یون مثبت یا یک نوع یون منفی روی سطح خود

۳۶- اگر مولاریته‌ی یون  $H^+$  در محلول ۰/۱۰ مولار HF برابر با ۰/۰۰۸۰ باشد، درصد تفکیک یونی HF در محلول داده شده کدام است؟

۵ (۴)

۸ (۳)

۱۰ (۲)

۲۰ (۱)

۳۷-  $\Delta H_f^\circ$  برای  $HN_3(g)$  در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر برابر با  $+294$  کیلوژول بر مول است. با توجه به آن  $\Delta H^\circ$  واکنش  $2HN_3(g) \rightarrow H_2(g) + 3N_2(g)$  در دما و فشار داده شده، چند کیلوژول است؟

-۴۸۸ (۴)

-۵۸۸ (۳)

-۲۹۴ (۲)

+۵۸۸ (۱)

۳۸- اگر افزایش دمای ۱۰ مول گرافیت در فشار ثابت در نتیجه‌ی جذب ۴۳۲ ژول گرما برابر با ۵ درجه‌ی سلسیوس باشد، ظرفیت گرمایی ویژه‌ی گرافیت بر حسب  $J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$  کدام است؟ (مولکول گرم گرافیت ۱۲ گرم است.)

۸/۶ (۴)

۷/۲ (۳)

۳/۶ (۲)

۰/۷۲ (۱)

۳۹- مولالیته‌ی یک نمونه محلول شکر ۱ مولار با چگالی ۱/۱۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب در دمای ثابت کدام است؟ (مولکول گرم شکر برابر با ۳۴۲ گرم است.)

۱/۲۵ (۴)

۱/۱۵ (۳)

۱ (۲)

۰/۸ (۱)

۴۰- ۵۰۰ گرم آب در یک ظرف آدیاباتیک (بدون مبادله‌ی گرما با محیط) جای دارد و در آن یک چرخ‌پره کار گذاشته شده است. فرض کنید که این چرخ‌پره توسط یک موتور خارجی ۱۰۰۰ بار در داخل آب بچرخد. با توجه به آن، کدام گزینه در مورد انرژی درونی آب درست است؟

(۲) افزایش می‌یابد

(۱) ثابت می‌ماند

(۴) به معلومات بیش‌تری نیاز است

(۳) کاهش می‌یابد

۴۱- مقایسه‌ی قدرمطلق گرمای واکنش  $2\text{HN}_3(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 3\text{N}_2(\text{g})$  در حجم ثابت ( $q'_v$ ) و در فشار ثابت ( $q'_p$ ) کدام است؟

$$q'_v = q'_p \quad (1)$$

$$q'_v < q'_p \quad (2)$$

(۴) به معلومات بیش‌تری نیاز است

$$q'_v > q'_p \quad (3)$$

۴۲- هنگامی که  $\text{M}_2\text{S}_3$  جامد در هوا حرکت داده می‌شود به طور کامل به  $\text{MO}_2(\text{s})$  و  $\text{SO}_2(\text{g})$  تبدیل می‌شود. اگر در این شرایط ۴/۰۰۰ گرم از  $\text{M}_2\text{S}_3$  را حرارت دهیم، ۳/۷۲۳ گرم جامد در ظرف باقی می‌ماند. جرم مولی M برحسب g/mol کدام است؟ ( $S = 32$ )

$$119 \quad (1) \quad 67 \quad (2) \quad 207 \quad (3) \quad 183 \quad (4)$$

۴۳- در مخلوطی از KCl و  $\text{KNO}_3$  مقدار پتاسیم ۴۳/۲ درصد وزنی است. درصد وزنی KCl در این مخلوط چه قدر است؟ ( $N = 14, O = 16, Cl = 35.5, K = 39$ )

$$40 \quad (1) \quad 33 \quad (2) \quad 43 \quad (3) \quad 25 \quad (4)$$

۴۴- واکنش روبه‌رو را در نظر بگیرید:

$$\text{K}_2\text{PtCl}_6 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$$

اگر بازده واکنش براساس واکنشگر محدودکننده ۸۵ درصد باشد، از واکنش ۵۹/۰ گرم از  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$  و ۳۹/۰ گرم از  $\text{NH}_3$ ، چند گرم  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  تشکیل می‌شود؟ ( $H = 1, N = 14, Cl = 35.5, K = 39, Pt = 195$ )

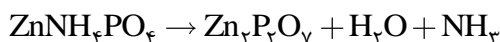
$$50 \quad (1) \quad 43 \quad (2) \quad 36 \quad (3) \quad 57 \quad (4)$$

۴۵- در ترکیب  $\text{MX}_2$ ، عنصر M یک فلز و X یک هالوژن است. اگر ۱/۱۲ گرم از  $\text{MX}_2$  را گرم کنیم طبق واکنش زیر ۰/۷۲۰ گرم از MX و ۵۶/۰ میلی‌لیتر گاز  $\text{X}_2$  (در شرایط متعارفی) به دست می‌آید. جرم اتمی متوسط عناصر M و X کدامند؟



$$80 \text{ و } 70 \quad (1) \quad 35.5 \text{ و } 64 \quad (2) \quad 80 \text{ و } 64 \quad (3) \quad 35.5 \text{ و } 70 \quad (4)$$

۴۶- مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش زیر پس از موازنه برابر است با:



$$11 \quad (1) \quad 8 \quad (2) \quad 5 \quad (3) \quad 6 \quad (4)$$

۴۷- در یک ماده‌ی شیمیایی تنها عناصر H، C و S وجود دارند که در اثر سوختن  $\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{CO}_2$  و  $\text{SO}_2$  تولید می‌کنند. یک نمونه‌ی ۱/۳۰۲۰ گرمی از این ماده در اثر سوختن کامل ۲/۷۲۲۴ گرم  $\text{CO}_2$ ، ۰/۵۵۷۵ گرم  $\text{H}_2\text{O}$  و ۰/۹۹۱۵ گرم  $\text{SO}_2$  تولید می‌کند. فرمول تجربی این ترکیب کدام است؟

( $H = 1, C = 12, O = 16, S = 32$ )



۴۸- چند میلی‌لیتر از محلول ۰/۵۰ مولار  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  باید با آب خالص مخلوط شود تا ۵۰۰ گرم محلول با غلظت ۲۰ ppm کلسیم به دست آید؟ ( $\text{Ca} = 40$ )

$$4 \quad (1) \quad 2 \quad (2) \quad 10 \quad (3) \quad 5 \quad (4)$$

۴۹- یک نمونهی ۱/۵۵ گرمی از یک آلیاژ Al-Mg با مقدار اضافی محلول HCl واکنش داده و ۰/۱۵۳ گرم  $H_2$  تولید می‌شود. درصد وزنی Mg در این آلیاژ چه قدر است؟

(۱) ۴۳ (۲) ۳۷ (۳) ۳۲ (۴) ۲۵

۵۰- ۱۱۰ میلی‌لیتر از محلولی با چگالی ۱/۰۹۳ گرم بر میلی‌لیتر که حاوی ۱۲ درصد وزنی KI است به ۱۰۸ میلی‌لیتر از محلولی با چگالی ۱/۱۳۴ گرم بر میلی‌لیتر که حاوی ۱۴ درصد وزنی  $Pb(NO_3)_2$  است اضافه می‌شود. در این واکنش چند گرم  $PbI_2$  تشکیل می‌شود؟

(N = ۱۴/۰, O = ۱۶, K = ۳۹/۰, I = ۱۲۶/۹, Pb = ۲۰۷/۲)

(۱) ۲۰/۰ (۲) ۲۳/۹ (۳) ۴۰/۰ (۴) ۴۷/۷

۵۱- یک نوع آلیاژ برنج حاوی فلزات Cu, Sn, Pb, Zn است. فرض کنید در یک نمونهی ۱/۷۱۳ گرمی از این آلیاژ طی چند واکنش Sn به ۰/۲۴۵ گرم  $SnO_2$ , Pb به ۰/۱۱۵ گرم  $PbSO_4$  و Zn به ۰/۲۴۶ گرم  $Zn_3P_2O_7$  تبدیل شده است. درصد وزنی Cu در این آلیاژ چه قدر است؟

(O = ۱۶/۰, P = ۳۱/۰, S = ۳۲/۰, Zn = ۶۵/۴, Sn = ۱۱۸/۷, Pb = ۲۰۷/۲)

(۱) ۶۲ (۲) ۸۱ (۳) ۶۹ (۴) ۷۸

۵۲- با عبور آب سخت از دستگاه تبادلگر یونی، مقدار کدام یون در مادهی تبادلگر یون کاهش می‌یابد؟

(۱) آهن (۲) منیزیم (۳) کلسیم (۴) سدیم

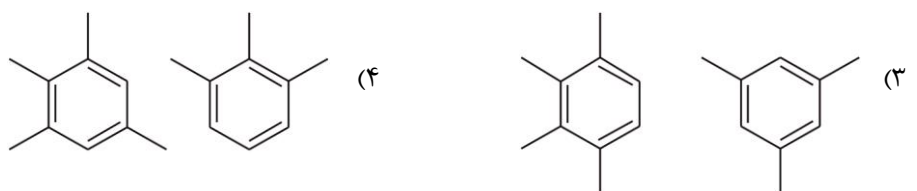
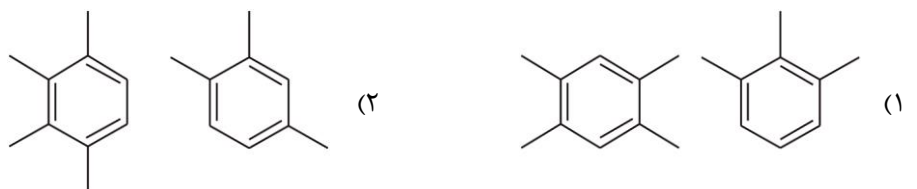
۵۳- برای ترکیبی با فرمول بستهی  $C_7H_6O$  چه تعداد ایزومر ساختاری می‌توان رسم کرد که همگی به صورت اتر سیر شده باشند؟

(۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۱

۵۴- بر روی چهار سیلندر حاوی گازهای هیدروکربن‌های A, B, C و D به ترتیب اعداد ۰/۵, -۴۲/۵, -۸۸/۵ و -۱۶۲- نوشته شده است. اگر اعداد فوق نقاط جوش را نشان دهند، سیلندر حاوی گاز متان کدام است؟

(۱) B (۲) D (۳) C (۴) A

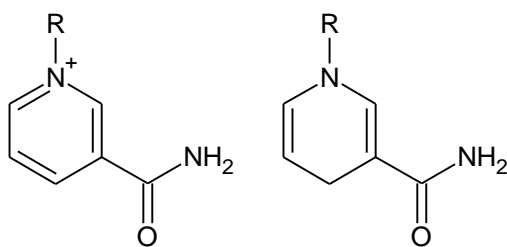
۵۵- اگر یکی از هیدروژن‌های گروه‌های متیل در ترکیبات A و B با کلر جایگزین شود، به ترتیب تعداد ۲ و ۳ محصول به دست می‌آیند. A و B به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟





۵۶- گونه‌های زیر نسبت به هم . . . . . هستند.

(۱) هر دو وضعیت ایزومر ساختاری و شکل‌های رزونانسی به شمار می‌آیند.

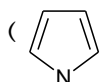


(۲) هیچ یک از دو وضعیت ایزومر ساختاری و شکل‌های رزونانسی به شمار نمی‌آیند.

(۳) شکل‌های رزونانسی هستند.

(۴) ایزومرهای ساختاری هستند.

۵۷- در واکنشی که با تشکیل یک پیوند کربن-کربن همراه است، از پیرول ترکیبی با فرمول بسته‌ی  $C_8H_8N_2$  به دست می‌آید. چند ساختار برای محصول این واکنش انتظار می‌رود؟ (راهنمایی: پیرول (

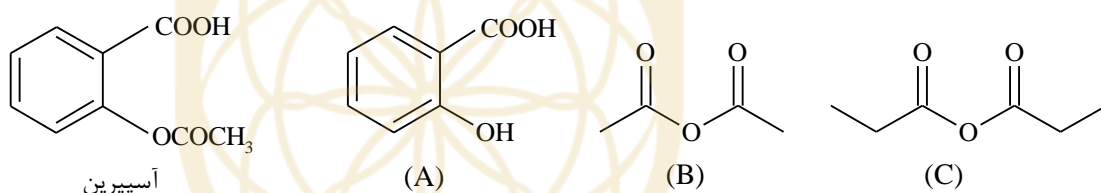


- (۱) ۱      (۲) ۴      (۳) ۳      (۴) ۲

۵۸- ترکیبی با فرمول بسته‌ی  $C_5H_8O_3$  یک «دی‌الکیل کربنات» است. چند ساختار می‌توانید برای آن حدس بزنید؟

- (۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۴      (۴) ۳

۵۹- آسپیرین را می‌توان از واکنش سالیسیلیک اسید (A) و استیک انیدرید (B) تهیه کرد.



از واکنش سالیسیلیک اسید با ترکیب C، ترکیبی با ساختار مشابه آسپیرین و همچنین ترکیب D به دست می‌آیند. ترکیب D کدام است؟



۶۰- از اکسید کدام فلز به عنوان ضد زنگ استفاده می‌شود؟

- (۱) آهن      (۲) سرب      (۳) کادمیم      (۴) کلسیم