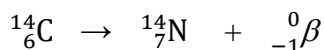


## سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۱- اگر جرم اتمی  $^{14}\text{C}$  و  $^{14}\text{N}$  بر حسب amu به ترتیب  $14/003241$  و  $14/003074$  باشد، انرژی واکنش زیر چند ژول است؟



- (۱)  $2/5 \times 10^{-14}$  (۲)  $2/8 \times 10^{-31}$  (۳)  $3/1 \times 10^{-18}$  (۴)  $5/3 \times 10^{-10}$

۲- ذره ای به جرم ۱۵ گرم با سرعت ۳۵ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است، طول موج دوبروی این ذره بر حسب نانومتر چقدر است؟ ثابت پلانک برابر با  $6/626 \times 10^{-34}$  ژول ثانیه است.

- (۱)  $4/5 \times 10^{-33}$  (۲)  $3/6 \times 10^{-33}$  (۳)  $6/8 \times 10^{-26}$  (۴)  $4/5 \times 10^{-24}$

۳- در یک شبکه مکعبی مرکز پر (Body Centered Cubic)، تعداد نزدیکترین همسایه های یک اتم (اولین همسایه ها- Nearest Neighbors) و تعداد دومین همسایه ها (Next-Nearest Neighbors) بترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) ۶ و ۴ (۲) ۸ و ۶ (۳) ۸ و ۴ (۴) ۸ و ۸

۴- در کدام گزینه هر دو ترکیب غیر قطبی هستند؟

- (۱)  $\text{AsF}_5$ ،  $\text{SnCl}_2$  (۲)  $\text{TeO}_2$ ،  $\text{SnCl}_2$  (۳)  $\text{AsF}_5$ ،  $\text{IF}_2^-$  (۴)  $\text{TeO}_2$ ،  $\text{IF}_2^-$

۵- در آزمایشگاه شیمی یک دیپرستان دو محلول  $\text{HNO}_3$  با مشخصات زیر موجود است:

A- محلول  $\text{HNO}_3$  با درصد جرمی ۱۲٪ و چگالی  $1/053 \text{ g/mL}$

B- محلول  $\text{HNO}_3$  با درصد جرمی ۳۵٪ و چگالی  $1/11 \text{ g/mL}$

جرم های مساوی از این دو محلول را با هم مخلوط می کنیم، مولاریته محلول بدست آمده چقدر است؟ (از تغییر حجم در اثر مخلوط کردن صرف نظر کنید)

- (۱)  $3/0$  (۲)  $5/2$  (۳)  $3/3$  (۴)  $4/0$

۶- ساختار هندسی ملکول های  $\text{IF}_3$  و  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  بترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) T شکل - چهاروجهی (۲) مثلثی مسطح - زنجیری  
(۳) منشور مثلثی - چهاروجهی (۴) چهاروجهی - مسطح مربعی

۷- نمونه ای از گاز طبیعی حاوی متان ( $\text{CH}_4$ )، اتان ( $\text{C}_2\text{H}_6$ )، پروپان ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) و نیتروژن ( $\text{N}_2$ ) با ترکیب درصد حجمی به ترتیب ۶۳، ۱۷، ۱۳ و ۷ می باشد. فرض کنید با استفاده از یک کاتالیزور کل کرین موجود در گاز طبیعی با بازده ۱۰۰٪ به بوتادی ان ( $\text{C}_4\text{H}_6$ ) تبدیل شود. به ازای ۱۰۰ گرم گاز طبیعی چند گرم بوتادی ان بدست می آید؟

- (۱) ۵۸ (۲) ۱۹۳ (۳) ۸۰ (۴) ۳۸

۸- اگر نیکل در شبکه مکعبی با وجوه مرکزپر متبلور شود و شعاع یک اتم نیکل  $0/124 \text{ nm}$  در نظر گرفته شود، چگالی نیکل بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب چه مقدار خواهد بود؟ ( $\text{Ni} = 58/7 \text{ g/mol}$ )

- (۱)  $8/7$  (۲)  $6/8$  (۳)  $10/2$  (۴)  $9/0$

سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۹- کدام گزینه ترتیب نقطه جوش نرمال را درست نشان می‌دهد؟



۱۰- یک حباب کروی به قطر ۳ cm روی سطح آب، در دمای ۲۷ °C و فشار ۰/۹۵ atm حاوی چند مولکول بخار آب است؟ فرض کنید تمام حجم کره را مولکول‌های بخار آب تشکیل داده اند.

$2/6 \times 10^{15}$  (۴)

$3/3 \times 10^{14}$  (۳)

$2/6 \times 10^{21}$  (۲)

$3/3 \times 10^{20}$  (۱)

۱۱- پروتئین‌ها می‌توانند با برخی از مولکول‌ها (لیگاندها) تشکیل کمپلکس دهند. فرض کنید پروتئینی دو جایگاه فعال اختصاصی یکی برای لیگاند X و یکی برای لیگاند Y دارد و با آن‌ها تشکیل کمپلکس می‌دهد. اتصال این لیگاندها به پروتئین مستقل از یکدیگر انجام می‌شود و اتصال پروتئین با یکی از لیگاندها تاثیری بر ثابت تعادل اتصال پروتئین با لیگاند دیگر ندارد. ثابت تعادل اتصال پروتئین به لیگاند X در جایگاه اختصاصی خودش، برابر  $5/0 \times 10^6$  و ثابت تعادل اتصال پروتئین به لیگاند Y در جایگاه اختصاصی خودش، برابر  $1/0 \times 10^7$  است و غلظت تجزیه‌ای پروتئین و دو لیگاند در جدول زیر داده شده است:

پروتئین	X	Y
۱۰ میکرومولار	۱۰ میکرومولار	۱۰ میکرومولار

پس از برقراری تعادل، چه غلظتی از پروتئین بر حسب میکرومولار به هیچ کدام از لیگاندهای X و Y متصل نشده است؟

$1/2$  (۴)

$0/95$  (۳)

$0/13$  (۲)

$0/23$  (۱)

۱۲- در آزمایش کوه آتشفشان (تجزیه‌ی آمونیوم دی کرومات) کدام گزینه صحیح است؟

(۱) نوعی سوختن رخ می‌دهد.

(۲) تعداد الکترون‌های جفت نشده کروم در ساختار محصول برابر ۴ می‌باشد.

(۳) یون‌های آمونیوم در نقش کاهنده ظاهر می‌شوند.

(۴) ترکیب جامد حاصل فقط خصلت اسیدی دارد.

۱۳- کدام گزینه در مورد جیوه نادرست است؟ (اعداد اتمی روی، کادمیم، جیوه به ترتیب برابر است با ۳۰، ۴۸، ۸۰)

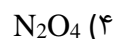
(۱) انرژی نخستین یونش آن کمتر از انرژی نخستین یونش روی می‌باشد.

(۲) در دمای اتاق چگال تر از کادمیوم و روی می‌باشد.

(۳) بر خلاف روی و کادمیوم توسط H<sup>+</sup> اکسید نمی‌شود.

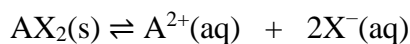
(۴) نقطه جوش کمتری از کادمیوم و روی دارد.

۱۴- در کدام گزینه طول پیوند نیتروژن-نیتروژن از همه کمتر است؟

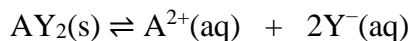


سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۱۵- با توجه به واکنش‌های زیر، برای حل کردن کامل یک گرم  $AX_2$  و یک گرم  $AY_2$  به حداقل چه مقدار آب نیاز است؟ از تغییر حجم در اثر افزودن جامد به آب صرف نظر کنید. ( $AX_2 = 100 \text{ g/mol}$ ،  $AY_2 = 200 \text{ g/mol}$ )



$$K = 1.0 \times 10^{-3}$$



$$K = 5.0 \times 10^{-4}$$

۱۸۲ (۴)

۱۱۴ (۳)

۵۵ (۲)

۱۴۴ (۱)

۱۶- دانش آموزی برای تعیین میزان گوگرد در یک نمونه از تجزیه وزن سنجی استفاده کرد. برای این منظور در روش استاندارد، گوگرد به صورت باریم سولفات رسوب داده شده و وزن آن اندازه گیری می‌شود. او با فرض اینکه تمام رسوب حاصل باریم سولفات است، درصد گوگرد در این نمونه را ۲۰ درصد گزارش کرد. در حالی که در واقع ۳۰ درصد از رسوبی که به دست آورده بود BaS بود و نه  $BaSO_4$ . درصد واقعی گوگرد در نمونه چه قدر بوده است؟ ( $O=16$ ،  $S=32$ ،  $Ba=137$ )

۱۴ (۴)

۱۸ (۳)

۲۲ (۲)

۳۲ (۱)

۱۷- یکی از انحلال پذیرترین ترکیبات معدنی نقره (I) نمک پرکلرات آن،  $AgClO_4$ ، است که حلالیت آن ۵۴۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در نتیجه‌ی اختلاط ۱۰۰ گرم محلول سیرشده‌ی نقره پرکلرات و ۱۰۰ گرم محلول ۵ درصد پتاسیم کلرید چند گرم رسوب به دست می‌آید؟ از انحلال پذیری نقره کلرید در آب صرف نظر کنید. انحلال پذیری پتاسیم پرکلرات ۰/۷۶ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. ( $O=16$ ،  $Cl=35.5$ ،  $K=39$ ،  $Ag=108$ )

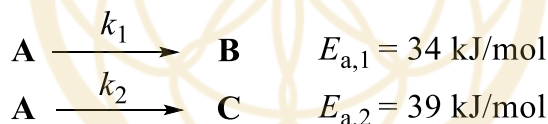
۱۸ (۴)

۱۰ (۳)

۶۸ (۲)

۳۵ (۱)

۱۸- واکنش‌های موازی و مرتبه اول زیر را در نظر بگیرید:



اگر این واکنش‌ها در دمای  $25^\circ\text{C}$  انجام شوند، محصولات B و C با نسبت برابر (۵۰٪ B و ۵۰٪ C) تولید می‌شوند. اگر بخواهیم درصد در محصولات تولید شده ۶۰٪ باشد، این واکنش‌ها را در چند درجه سلسیوس باید انجام داد؟

$$(R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$$

۵۵ (۴)

۱۰۰ (۳)

۳۷۳ (۲)

۱۷۴ (۱)

۱۹- ترکیبی با فرمول شیمیایی  $Ti(NH_3)_xCl_y$  حاوی کمپلکسی هشت وجهی از تیتانیم است. بر اثر واکنش یک گرم از ترکیب فوق با مقدار اضافی محلول نقره نیترات، ۱/۸۰ گرم رسوب نقره کلرید تشکیل می‌شود. در واکنش ۲/۰ گرم از این ترکیب مجهول با محلول غلیظ سدیم هیدروکسید در مجاورت اکسیژن، ۶۶۷ میلی گرم تیتانیم (IV) اکسید تولید می‌شود. تعداد ایزومرهای هندسی ممکن برای این ترکیب و عدد اکسایش تیتانیم در این ترکیب کدام است؟

$$(Ag=107.8, Cl=35.5, Ti=47.8, O=16, N=14, H=1)$$

Ti<sup>3+</sup>- دو ایزومر- (۴)

Ti<sup>2+</sup>- یک ایزومر- (۳)

Ti<sup>3+</sup>- یک ایزومر- (۲)

Ti<sup>4+</sup>- دو ایزومر- (۱)

سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

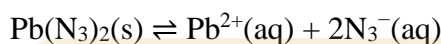
۲۰- در اثر واکنش نیتریک اسید با فلز قلع، هر دو واکنش زیر رخ می‌دهند:



واکنش‌ها موازنه نشده‌اند. در شرایط مشخصی، برای واکنش کامل ۲/۰۳ گرم فلز قلع، به ۳/۰ میلی‌لیتر نیتریک اسید ۶۸ درصد (با چگالی  $1 \text{ kg L}^{-1}$ ) نیاز است. نسبت حجم  $\text{NO}_2$  تولید شده به حجم  $\text{NO}$  تولید شده در این شرایط چقدر است؟ ( $\text{Sn}=118/7$ ،  $\text{O}=16$ ،  $\text{N}=14$ ،  $\text{H}=1$ )

- (۱) ۳ (۲) ۱/۵ (۳) ۲/۵ (۴) ۱

۲۱- یک نمونه پساب صنعتی حاوی ۱۶۹ ppm سرب(II) آزید است. اگر  $K_{sp}$  برای  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$  برابر  $2/5 \times 10^{-9}$  باشد، چند درصد از آب نمونه باید تبخیر شود تا سرب(II) آزید شروع به رسوب دادن کند؟ ( $\text{Pb}=207/2$ ،  $\text{N}=14$ )



- (۱) ۳۲ (۲) ۶۷ (۳) ۵۸ (۴) ۴۳

۲۲- محلول‌های زیر را دو به دو و با حجم‌های یکسان با هم مخلوط می‌کنیم. در کدام گزینه، محلول حاصل نزدیک‌ترین pH به ۷/۰ را خواهد داشت؟

( $\text{p}K_a \text{ HSO}_4^{-}=1/9$ ،  $\text{p}K_{a1,2,3} \text{ H}_3\text{PO}_4 = 2/1$ ،  $7/2$ ،  $12/3$ ،  $\text{p}K_a \text{ NH}_4^{+}=9/3$ )

(ب) محلول ۰/۰۱۵ M  $\text{NaHSO}_4$

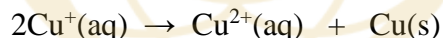
(الف) محلول ۰/۰۱۵ M  $\text{K}_2\text{SO}_4$

(د) محلول ۰/۰۲ M  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(ج) محلول ۰/۰۱ M  $\text{K}_3\text{PO}_4$

- (۱) الف و ب (۲) ب و ج (۳) ج و د (۴) الف و د

۲۳- یون مس(I) در محلول‌های آبی ناپایدار است و طبق واکنش مرتبه دوم زیر به مس(II) و فلز مس تسهیم نامتناسب می‌شود:



برای اندازه‌گیری ثابت سرعت واکنش بالا در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، یک محلول ۰/۰۱ M از  $\text{Cu}^{+}$  تهیه می‌کنیم و با استفاده از الکتروود پلاتینی، پتانسیل کاهشی مربوط به جفت  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+}$  را نسبت به الکتروود استاندارد هیدروژن در زمان‌های مختلف اندازه می‌گیریم. در زمان t پتانسیل اندازه‌گیری شده برابر ۸۹ میلی‌ولت است و پس از گذشت ۴۵ دقیقه از زمان t، پتانسیل ۱۲۶ میلی‌ولت اندازه‌گیری می‌شود. ثابت سرعت واکنش تسهیم نامتناسب مس(I) بر حسب  $\text{L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  چقدر است؟

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+})=0/159 \text{ V} \text{ , } F=96485 \text{ C mol}^{-1}$$

- (۱) ۰/۰۱۵۶ (۲) ۰/۰۲۰۵ (۳) ۰/۰۰۷۸ (۴) ۰/۰۱۹۷

۲۴- اگر ۰/۲۰ گرم از آنزیم کاتالاز در ۲۵ میلی‌لیتر آب در دمای ۲۹۸ K حل شود، فشار اسمزی محلول ۴/۵۰ میلی‌متر جیوه می‌شود. جرم مولی کاتالاز چند کیلوگرم بر مول است؟ ( $R=0/08206 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

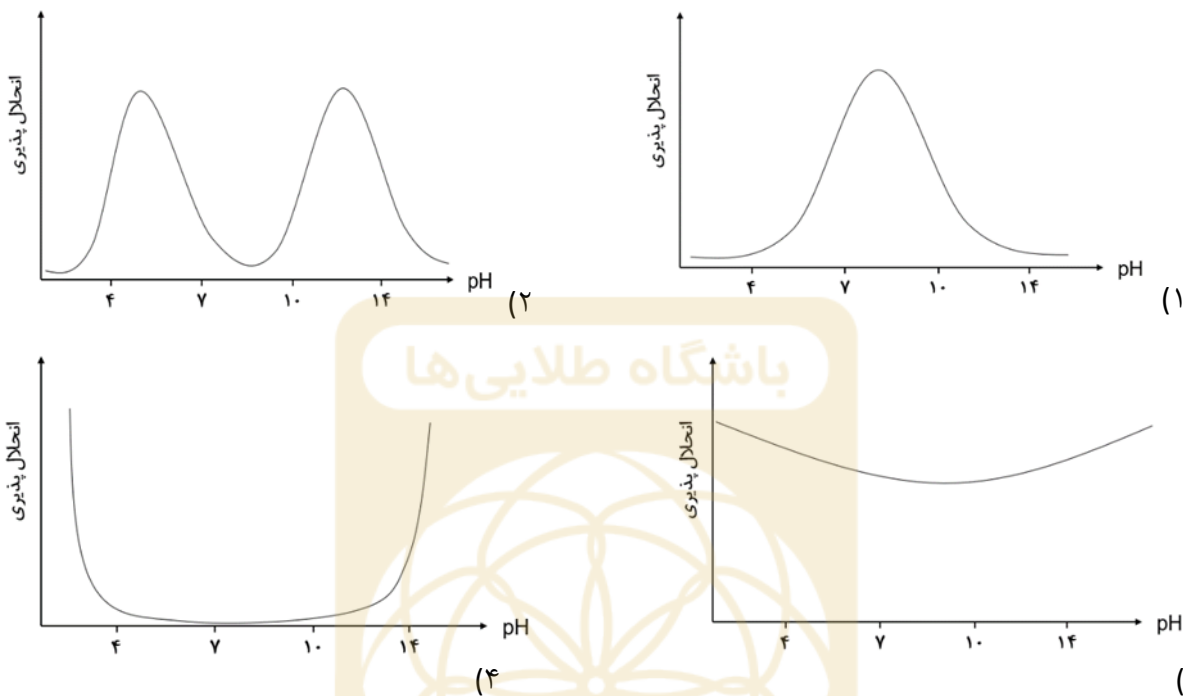
- (۱) ۲۱ (۲) ۳۳ (۳) ۱۷ (۴) ۴۳

سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۲۵- در محلول‌های آبی حاوی یون‌های  $Al^{3+}$  و  $OH^-$  تعادل‌های زیر برقرار می‌شوند:



در کدام گزینه، نمودار کیفی انحلال‌پذیری  $Al(OH)_3$  در pH های مختلف، به درستی رسم شده است؟



۲۶- مقدار  $\Delta_f G^\circ$  (انرژی آزاد گیبس استاندارد تشکیل) برای یک مول گاز نیتریک اکسید،  $NO(g)$ ، در دمای  $298 K$  برابر با  $+86/60$  کیلوژول بر مول است. اگر در این دما، فشار گازهای نیتروژن و اکسیژن در هوا به ترتیب  $0/78$  و  $0/21$  بار بوده و این دو در حال تعادل با گاز  $NO$  باشند، چند مولکول  $NO$  در یک لیتر هوا وجود دارد؟

$$(R = 8/3145 J mol^{-1} K^{-1})$$

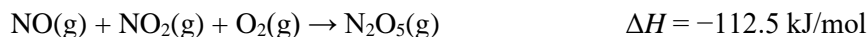
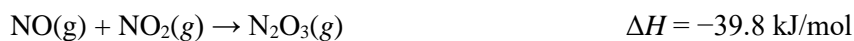
$$8/1 \times 10^{14} \quad (4)$$

$$6/5 \times 10^6 \quad (3)$$

$$3/3 \times 10^{14} \quad (2)$$

$$1/6 \times 10^7 \quad (1)$$

۲۷- با توجه به اطلاعات زیر،  $\Delta H$  واکنش  $N_2O_5(s) + N_2O_3(g) \rightarrow 2N_2O_4(g)$  بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



$$+35/0 \quad (4)$$

$$+31/9 \quad (3)$$

$$-76/3 \quad (2)$$

$$-22/2 \quad (1)$$

سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۲۸- در دو آزمایش جداگانه، جرم‌های یکسان از منیزیم خالص (آزمایش الف) و آلیاژ منیزیم-آلومینیم (آزمایش ب) با مقدار اضافی محلول هیدروکلریک اسید واکنش داده اند. اگر جرم گاز هیدروژن آزاد شده در آزمایش (ب) دقیقاً ۱/۱۴ برابر جرم گاز هیدروژن آزاد شده در آزمایش (الف) باشد، درصد جرمی آلومینیم در آلیاژ چقدر است؟  
(Mg=۲۴/۳ ، Al=۲۷/۰ g/mol)

- (۱) ۳۷ (۲) ۲۸ (۳) ۱۲ (۴) ۴۰

۲۹- دمای جوش کدام محلول از بقیه بالاتر است؟

- (۱) محلول ۰/۰۳ مولار Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> در آب  
(۲) محلول ۰/۱ مولار MgSO<sub>4</sub> در آب  
(۳) محلول ۰/۱ مولار NaCl در آب  
(۴) محلول ۰/۳ مولار اتانول در آب

۳۰- مقدار ۱۰ میلی لیتر محلول از یک اسید خیلی ضعیف با غلظت ۰/۱ مولار در اختیار داریم. برای آنکه غلظت H<sup>+</sup> در این محلول به یک سوم مقدار اولیه برسد، چند میلی لیتر آب خالص باید به آن اضافه کرد؟

- (۱) ۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۴۰ (۴) ۲۰

۳۱- برای واکنش زیر،  $\Delta G^\circ$  در دمای ۲۹۸ کلوین برابر با ۱۳۹ kJ/mol + است. فشار بخار آب در حال تعادل چند میلی متر جیوه است؟

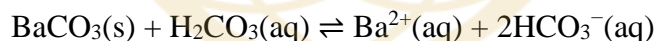


- (۱) ۲/۷۵ (۲) ۳/۶۶ (۳) ۰/۰۰۳۶۶ (۴) ۰/۰۰۲۷۵

۳۲- در کدام گزینه نوع هیبرید اتم مرکزی در هر دو ترکیب یکسان است؟

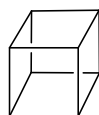
- (۱) PF<sub>3</sub>, ClF<sub>3</sub> (۲) ICl<sub>4</sub><sup>-</sup>, XeO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (۳) I<sub>3</sub><sup>-</sup>, SF<sub>4</sub> (۴) XeOF<sub>4</sub>, IO<sub>2</sub>F<sub>2</sub><sup>-</sup>

۳۳- مقادیر pK<sub>a,1</sub> و pK<sub>a,2</sub> برای H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> به ترتیب برابر با ۶/۴ و ۱۰/۳ و مقدار عددی K<sub>sp</sub> برای نمک BaCO<sub>3</sub>(s) برابر با ۱۰<sup>-۹</sup> × ۱/۶ است. ثابت تعادل واکنش زیر کدام است؟



- (۱) ۱/۳ × ۱۰<sup>-۵</sup> (۲) ۲/۰ × ۱۰<sup>-۱۳</sup> (۳) ۳/۲ × ۱۰<sup>-۲۶</sup> (۴) ۸/۰ × ۱۰<sup>-۷</sup>

۳۴- مولکول کوبان به علت ساختار خاص مکعب-مربعی مورد توجه شیمی دانان آلی بوده است. ترکیب A به فرمول مولکولی C<sub>24</sub>H<sub>20</sub> سه واحد کوبان در ساختار خود دارد که با پیوند یگانه کربن-کربن به هم متصل هستند. چند ساختار برای A محتمل است؟

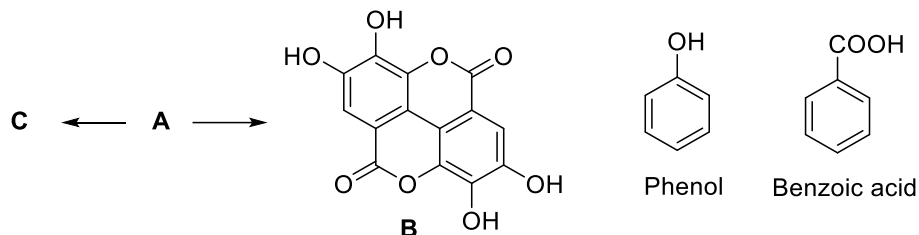


Cubane

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) بیشتر از ۳

## سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۳۵- مشتقی از بنزویک اسید است که در ساختار آن سه گروه OH فنولی وجود دارد. این ترکیب تحت شرایط مشخصی به **B** تبدیل می‌شود و تحت شرایط دیگری که برای تشکیل پیوند استری مناسب است، به **C** با جرم مولکولی ۴۷۴ گرم بر مول تبدیل می‌شود. چند ساختار برای **C** می‌توان متصور شد؟ (C=۱۲، H=۱، O=۱۶)



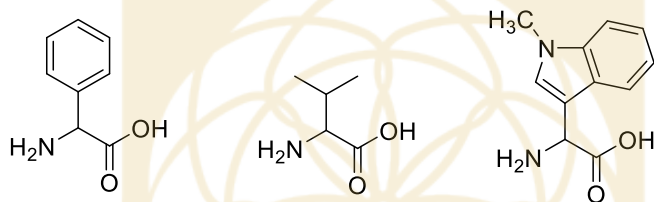
(۴) بیشتر از ۵

(۳) ۵

(۲) ۴

(۱) ۳

۳۶- با استفاده از سه آمینواسید زیر و تنها از طریق تشکیل پیوند آمیدی، ترکیب **X** با خواص بیولوژیک تهیه شده است. با استفاده از دستگاه طیف سنج جرمی، جرم مولکولی ترکیب **X** برابر ۴۱۸/۴۹۷ گرم بر مول گزارش شده است. چه تعداد ساختار مختلف برای **X** می‌توان رسم کرد؟ (ایزومرهای فضایی مد نظر نمی‌باشند)  
(C=۱۲/۰۱۱، H=۱/۰۰۸، N=۱۴/۰۰۷، O=۱۵/۹۹۹)



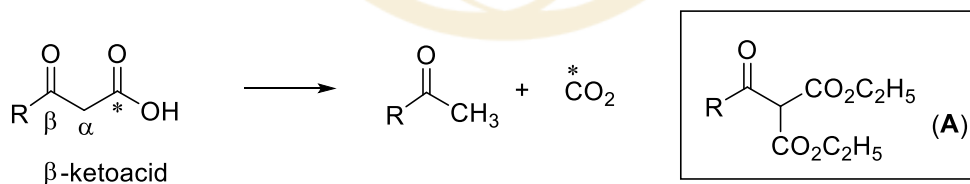
(۴) بیشتر از ۳

(۳) ۳

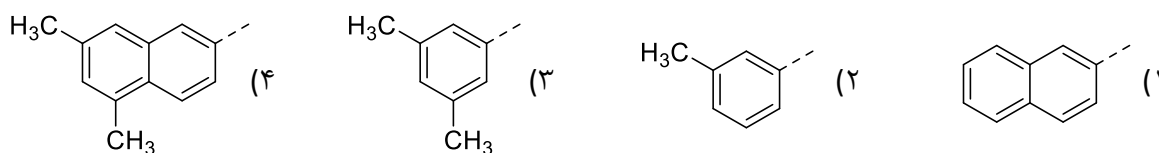
(۲) ۱

(۱) ۲

۳۷- به کربوکسیلیک اسید زیر که در موقعیت β آن یک گروه کربونیل وجود دارد، β-کتواسید گفته می‌شود. β-کتواسیدها در اثر حرارت در شرایط مناسب CO<sub>2</sub> از دست می‌دهند (علامت ستاره موقعیت <sup>14</sup>C را نشان می‌دهد):

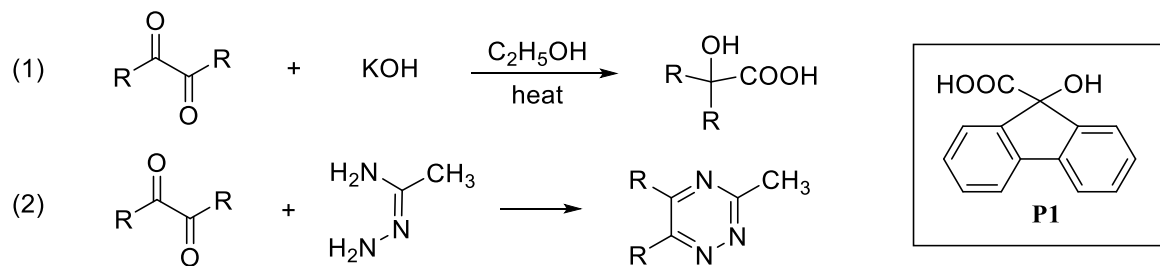


ترکیب **A** ابتدا در شرایط مناسب آبکافت (هیدرولیز) شده و سپس حرارت داده می‌شود. این واکنش با متصاعد شدن گاز CO<sub>2</sub> همراه است و ترکیب **C** بدست می‌آید. اگر درصد جرمی کربن در **C** برابر ۸۴/۸۱ درصد باشد، R کدام است؟ علامت خط چین محل اتصال را نشان می‌دهد. (C=۱۲/۰۱۱، <sup>14</sup>C=۱۴/۰۰۳، H=۱/۰۰۸، O=۱۵/۹۹۹)





۳۸- به واکنش‌های زیر توجه کنید:



از ترکیب **A** در شرایط واکنش معادله (۱) در بالا محصول **P1** و در شرایط واکنش معادله (۲) محصول **P2** به دست می‌آید. درصد جرمی کربن در **P2** کدام است؟  
(C=۱۲/۰۱۱، H=۱/۰۰۸، N=۱۴/۰۰۷، O=۱۵/۹۹۹)

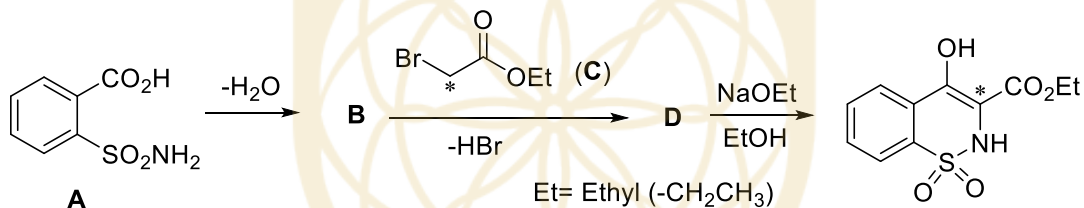
۷۶/۵۷ (۴)

۷۸/۳۵ (۳)

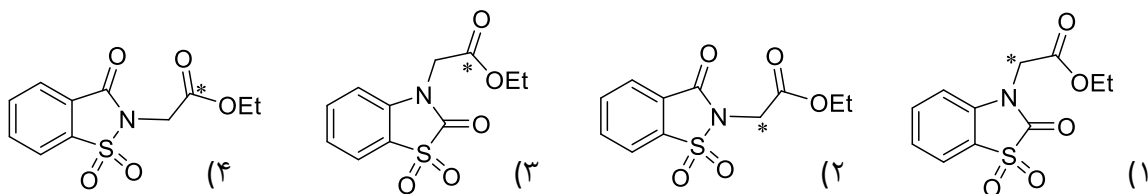
۷۷/۹۱ (۲)

۷۷/۲۳ (۱)

۳۹- به واکنش زیر توجه کنید. برای بررسی مکانیسم واکنش از نشاندار کردن کربن با ایزوتوپ  $^{14}C$  (علامت ستاره) کمک گرفته شده است:



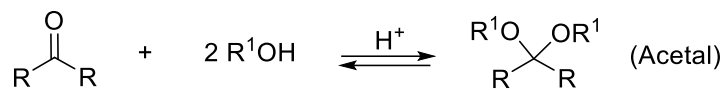
ترکیب **B** با اتیل برومواستات (C) طی یک مرحله واکنش می‌دهد، HBr آزاد می‌شود و ترکیب **D** بدست می‌آید. سپس از واکنش ترکیب **D** با سدیم اتوکسید در حلال اتانول محصول مورد نظر تشکیل می‌شود. ساختار **D** کدام است؟



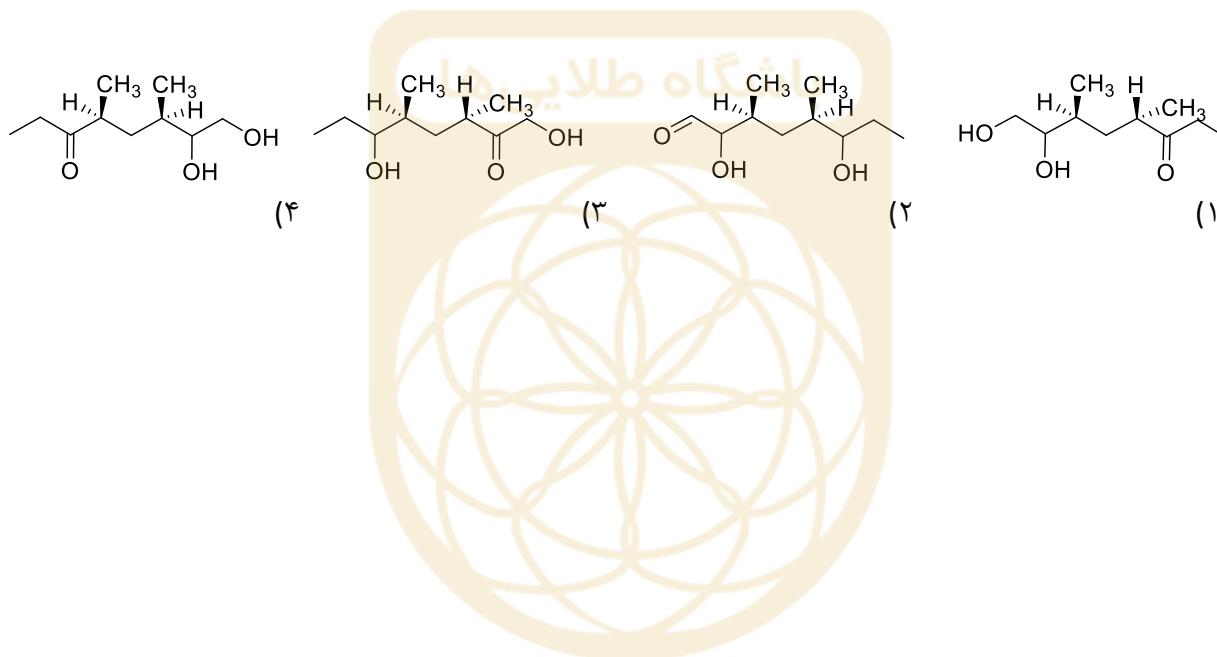
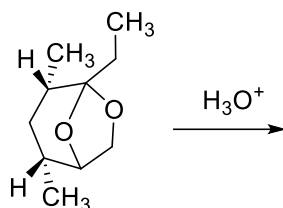


سوال‌های چهارگزینه‌ای مرحله دوم سی و دومین دوره المپیاد شیمی

۴۰- استال‌ها طی یک واکنش برگشت‌پذیر از آلدهیدها یا کتون‌ها تهیه می‌شوند. در اثر آبکافت (هیدرولیز) در محیط اسیدی، استال‌ها به آلدهید یا کتون اولیه تبدیل می‌شوند (مسیر برگشت در واکنش زیر).



محصول واکنش آبکافت زیر کدام است؟



لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

کتابخانه آزمون سوره حمد درسی در درسی دوره

المبارک سیدی

کتابخانه

۱۴۰۱، ۲، ۲۰

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ① ②



غلط

صحیح

لطفا گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

باشگاه طلایی ها

۱	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۶۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۶	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

محل امضاء

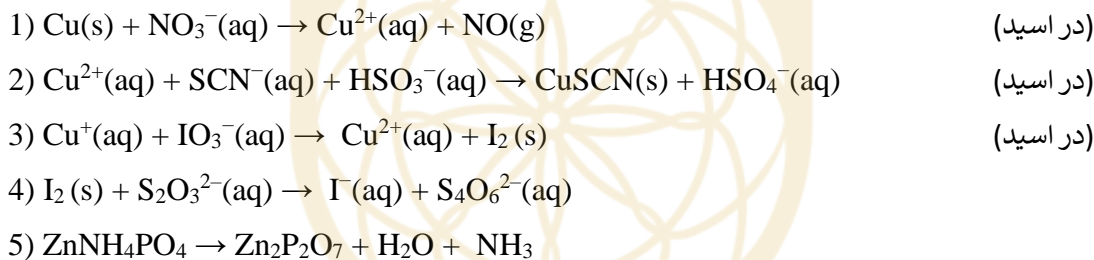
اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

مطابقت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تایید می نمایم.

سوال ۱-تشریحی (۸ نمره)

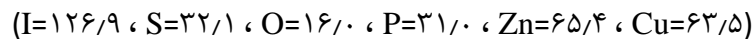
جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

برنج آلیاژی از مس و روی با نسبت تقریبی (به ترتیب) چهار به یک است که در کنار آن ها مقادیر کمی از قلع، سرب و آهن نیز وجود دارد. درصد جرمی مس و روی بوسیله ی روشی که با حل کردن برنج در نیتریک اسید داغ آغاز می شود قابل تعیین است. در ادامه این روش، محلول حاوی یون های  $\text{Cu}^{2+}$  و  $\text{Zn}^{2+}$  با محلول آبی آمونیاک جهت کاهش اسیدیته واکنش می دهد و در ادامه به آن سدیم تیوسیانات و سولفورو اسید افزوده می شود که منجر به تشکیل رسوب مس (I) تیوسیانات می گردد. این رسوب پس از صاف شدن جمع آوری شده، در محلول اسیدی حل می شود و سپس با پتاسیم یدات واکنش می دهد که منجر به تشکیل ید شده و سپس محلول سدیم تیوسولفات به آن افزوده می گردد. برای اندازه گیری مقدار روی، محلول زیر صافی پس از جدا شدن مس (I) تیوسیانات، با افزودن محلول آمونیاک خنثی شده و پس از آن محلول دی آمونیوم هیدروژن فسفات به آن اضافه می گردد و رسوب روی آمونیوم فسفات تشکیل می شود. حرارت دادن این رسوب در دمای ۹۰۰ درجه سلسیوس آن را به روی پیرو فسفات ( $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) تبدیل می کند که در ادامه این محصول توزین می گردد. معادلات این واکنش ها به شرح زیر است:



الف) تمام واکنش های فوق را موازنه کنید. ۴ نمره

ب) زمانی که نمونه ای از آلیاژ برنج به جرم ۰/۵۴۴ گرم با این روش مورد آنالیز قرار گرفت، ۱۰/۸۲ میلی لیتر محلول ۰/۱۲۲ مولار سدیم تیوسولفات برای اندازه گیری ید مصرف شد. درصد جرمی مس در این آلیاژ چقدر است؟ ۲ نمره



ج) از همان مقدار آلیاژ برنج مورد آنالیز در بخش ب، مقدار ۰/۲۴۶ گرم روی پیروفسفات بدست آمد. درصد جرمی روی در این نمونه را محاسبه کنید. ۲ نمره

سوال ۲-تشریحی (۷ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

در یکی از روشهای غنی سازی اورانیوم، گاز  $UF_6$  را تحت فشار از میان غشاهای متخلخل عبور می‌دهند. ایزوتوپهای مختلف اورانیوم بر اساس تفاوت در جرم مولکولی با سرعت‌های متفاوتی از این غشاها عبور کرده و غنی‌سازی اتفاق می‌افتد. برای بالا بردن درصد خلوص غنی سازی باید فرآیند عبور گاز از غشاء به تعداد زیاد تکرار شود. فراوانی طبیعی  $^{235}U$  و  $^{238}U$  به ترتیب  $0.72\%$  و  $99.28\%$  درصد است. جرم‌های اتمی  $^{235}U$  و  $^{238}U$  به ترتیب  $235.04$  و  $238.05$  و جرم اتمی فلوتور  $18.998$  گرم بر مول است.

الف) نسبت سرعت‌های نفوذ گازهای  $^{235}UF_6$  و  $^{238}UF_6$  را برای یک مرحله عبور از غشاء محاسبه کنید. ۲ نمره

ب) به لحاظ تئوری با استفاده از این روش چه تعداد مرحله عبور از غشاء برای غنی سازی  $^{235}UF_6$  تا خلوص  $3/5$  درصد لازم است؟ ۵ نمره

سوال ۳-تشریحی (۱۰ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

ترکیب اصلی تشکیل‌دهنده‌ی مینای دندان، هیدروکسی‌آپاتیت  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  است. استفاده از محلول‌های حاوی یون فلوئورید به دلیل تشکیل فلوئورآپاتیت  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  بر سطح مینای دندان، سبب افزایش مقاومت دندان نسبت به خوردگی در برابر اسید می‌شود.

$K_{sp}$ (هیدروکسی‌آپاتیت) = $1/91 \times 10^{-58}$	$pK_a$ (HF) = ۳/۱۷
$K_{sp}$ (فلوئورآپاتیت) = $2/17 \times 10^{-61}$	$pK_{a1,2,3}$ ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) = ۲/۱۱ ، ۷/۲۳ ، ۱۲/۳۵

**الف)** واکنشی که حین استفاده از محلول فلوئورید منجر به تشکیل فلوئورآپاتیت بر سطح دندان می‌شود را بنویسید و ثابت تعادل آن را محاسبه کنید. ۲ نمره

**ب)** محلول **A** حاوی  $0.001 \text{ M Na}_2\text{HPO}_4$  و  $0.015 \text{ M NaH}_2\text{PO}_4$  است. pH و غلظت یون فسفات را در این محلول محاسبه کنید. ۲ نمره

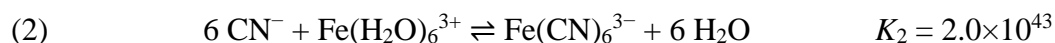
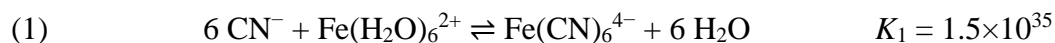
**ج)** انحلال‌پذیری هیدروکسی‌آپاتیت را در محلول **A** برحسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره  
(Ca=۴۰/۰۸ ، P=۳۰/۹۷ ، O=۱۶/۰۰ ، H=۱/۰۱ ، F=۱۹/۰۰)

**د)** انحلال‌پذیری فلوئورآپاتیت را در محلول **A** برحسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره

سوال ۴-تشریحی (۱۰ نمره)

جواب سوال را حتماً داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

یون سیانید با آهن در محلول آبی، کمپلکس‌های پایدار هشت‌وجهی تشکیل می‌دهد. ثابت تعادل تشکیل این کمپلکس‌ها در دمای ۲۵ °C در زیر آمده‌است: ( $R=8/3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ )



**الف)** تغییرات انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G^\circ$ ) در دمای ۲۵ °C را برای واکنش‌های بالا محاسبه کنید. (برحسب kJ/mol) ۲ نمره

**ب)** برای ترکیبات Fe(II) انرژی متوسط پیوند Fe-OH<sub>2</sub> برابر ۱۴۳ kJ/mol و انرژی متوسط پیوند Fe(II)-CN<sup>-</sup> برابر ۱۷۹ kJ/mol است. می‌توان فرض کرد که تغییر آنتروپی برای واکنش‌های (۱) و (۲) تقریباً برابر است. تغییرات آنتالپی ( $\Delta H^\circ$ ) در دمای ۲۵ °C را برای هر دو واکنش بالا تخمین بزنید. (برحسب kJ/mol) ۳ نمره

**ج)** پتانسیل الکتریکی استاندارد را برای نیم‌واکنش (۴) محاسبه کنید.  $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$  ۵ نمره

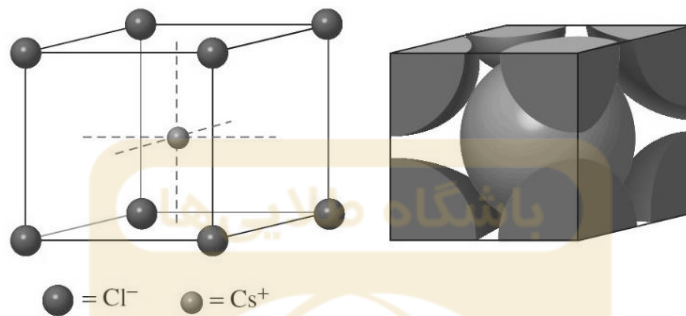




سوال ۵-تشریحی (۱۰ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

بخش اول: شکل زیر یک سلول واحد سزیم کلرید را نشان می‌دهد که در آن یونهای کلر ساختار مکعبی ساده دارند و در مرکز مکعب یون سزیم قرار گرفته است.



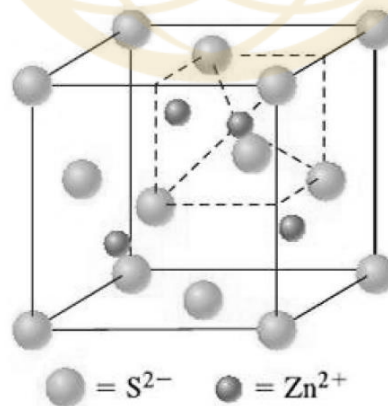
الف) عدد کئوردیناسیون کلر در این جامد چند است؟ ۱ نمره

ب) اگر چگالی جامد سزیم کلرید  $3/99 \text{ g/cm}^3$  و شعاع یونی کلر  $181 \text{ pm}$  باشد، شعاع یونی سزیم چند پیکومتر است؟

(جرم اتمی میانگین سزیم و کلر به ترتیب  $132/9$  و  $35/5$  گرم بر مول است.) ۳ نمره

بخش دوم: در شکل زیر، یک سلول واحد روی سولفید (ZnS) نشان داده شده است که در آن یونهای سولفید ساختار

مکعبی با وجوه مرکز پر (fcc) دارند و یونهای روی نیمی از حفره های چهاروجهی را اشغال کرده اند.



ج) عدد کئوردیناسیون گوگرد در این جامد چند است؟ ۱ نمره

د) اگر طول ضلع سلول واحد  $541 \text{ pm}$  باشد، کمترین فاصله بین هسته های Zn و S در این ساختار چند پیکومتر است؟

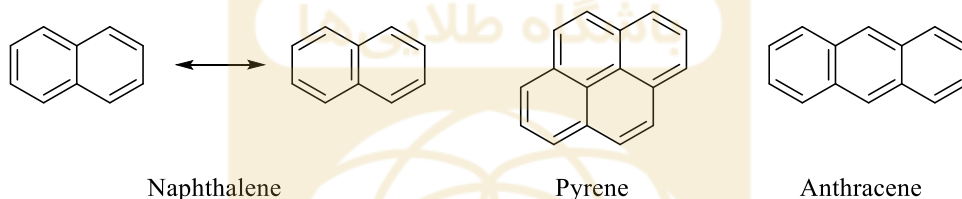
۵ نمره



سوال ۶-تشریحی (۱۵ نمره)

جواب سوال را حتما داخل کادرهای داده شده در پاسخ نامه بنویسید.

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) ترکیباتی آلی با ساختارهای متنوع هستند که در هوا، آب و خاک یافت می‌شوند. این مواد که در محیط زیست مدت‌ها باقی می‌مانند از واکنش‌های احتراقی نظیر سوختن جنگل‌ها، دود خودروها، دود سیگار و ... تولید می‌شوند و دارای خواص سمی و سرطان‌زایی هستند. هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای، دارای حلقه‌های آروماتیک بنزنی به هم جوش خورده می‌باشند (دو حلقه که در یک پیوند با هم مشترک هستند، جوش خورده نامیده می‌شوند). نفتالن ساده‌ترین هیدروکربن آروماتیک چند حلقه‌ای است.



چند نمونه از هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH)

یک مول از یک هیدروکربن بدون شاخه (X) در شرایط مناسب در حضور پودر سلنیوم به ترکیب Y که مطابق تعریف بالا یک هیدروکربن آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) است تبدیل می‌شود و ۶ مول گاز Z با ۹۷/۵۱ درصد جرمی سلنیوم آزاد می‌شود. در این واکنش اسکلت کربنی دچار تغییر نمی‌شود. درصد جرمی کربن در X و Y به ترتیب ۸۹/۹۴ و ۹۴/۷۰ می‌باشد.

X و Y هر یک دارای دو ایزومر ساختاری مونوکرو هستند. ( $H=1/0.08$  ،  $C=12/0.11$  ،  $Se=78/96$ )

الف) ساختارهای X و Y و Z را رسم کنید. ۸ نمره

ب) برای هیدروکربن Y شش فرم رزونانسی رسم کنید. فقط فرم‌های رزونانسی بدون بار قراردادی را رسم کنید. به عنوان مثال، دو فرم از فرم‌های رزونانسی نفتالن در شکل بالا نمایش داده شده است. ۳ نمره

ج) تمام ایزومرهای دیگر Y که مطابق تعریف بالا به صورت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) باشند را رسم کنید. ۴ نمره

پاسخ نامه سوال ۱- تشریحی (۸ نمره)

الف) تمام واکنش‌های داده شده را موازنه کنید. ۴ نمره

۱)	$3\text{Cu(s)} + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO(g)} + 4\text{H}_2\text{O(l)}$
۲)	$2\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{SCN}^-(\text{aq}) + \text{HSO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{CuSCN(s)} + \text{HSO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$
۳)	$10\text{Cu}^+(\text{aq}) + 2\text{IO}_3^-(\text{aq}) + 12\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 10\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O(l)}$
۴)	$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$
۵)	$2\text{ZnNH}_4\text{PO}_4 \rightarrow \text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$

ب) درصد جرمی مس در این آلیاژ چقدر است؟ ۲ نمره

درصد جرمی مس: <b>77.0</b>
---------------------------

مقدار محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره‌ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:
$(0.122 \text{ M}) \times (0.01082 \text{ L}) = 0.00132 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}$ $0.00132 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \times (1 \text{ mol I}_2 / 2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.00066 \text{ mol I}_2$ $0.00066 \text{ mol I}_2 \times (10 \text{ mol Cu}^+ / 1 \text{ mol I}_2) = 0.0066 \text{ mol Cu}^+ = 0.0066 \text{ mol Cu}$ $0.0066 \text{ mol} \times 63.5 \text{ gmol}^{-1} = 0.4191 \text{ g Cu}$ $(0.4191 \text{ g Cu} / 0.544 \text{ g}) \times 100 = 77.04044 \% \text{ Cu}$

ادامه پاسخ نامه سوال ۱- تشریحی

درصد جرمی روی در این نمونه را محاسبه کنید. ۲ نمره

درصد جرمی روی : 19.4

مقدار محاسبه شده را حتما داخل کادر داده شده بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$(2 \times 65.4 \text{ g} / 304.8 \text{ g}) \times 100 = 42.9134 \% \text{ Zn} : (\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ در})$$

$$0.429134 \times 0.246 = 0.10557 \text{ g Zn} : (\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ در})$$

$$(0.10557 \text{ g Zn} / 0.544 \text{ g}) \times 100 = 19.40625 \% \text{ Zn} : (\text{در برنج})$$

پاسخ نامه سوال ۲- تشریحی (۷ نمره)

الف) نسبت سرعت‌های نفوذ گازهای  $^{235}\text{UF}_6$  و  $^{238}\text{UF}_6$  را برای یک مرحله عبور از غشاء محاسبه کنید. ۲ نمره

نسبت سرعت‌های نفوذ گازها = **1.0043** یا **0.9957**

نسبت محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:

**Molar mass  $^{235}\text{UF}_6 = 349.028$  , Molar mass  $^{238}\text{UF}_6 = 352.038$**

$$\frac{\text{Rate of } ^{235}\text{UF}_6 \text{ diffusion}}{\text{Rate of } ^{238}\text{UF}_6 \text{ diffusion}} = \sqrt{\frac{\text{molar mass } ^{238}\text{UF}_6}{\text{molar mass } ^{235}\text{UF}_6}} = \sqrt{\frac{352.038}{349.028}} = 1.0043027187$$

یا

$$\frac{\text{Rate of } ^{238}\text{UF}_6 \text{ diffusion}}{\text{Rate of } ^{235}\text{UF}_6 \text{ diffusion}} = \sqrt{\frac{\text{molar mass } ^{235}\text{UF}_6}{\text{molar mass } ^{238}\text{UF}_6}} = \sqrt{\frac{349.028}{352.038}} = 0.9957157158$$

ب) به لحاظ تئوری چه تعداد مرحله عبور از غشاء برای غنی سازی  $^{235}\text{UF}_6$  تا خلوص ۳/۵ درصد با استفاده از این روش لازم است؟ ۵ نمره

تعداد مراحل: ۳۷۵ مرحله

تعداد مراحل محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۵ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:

فراوانی برای عبور از یک غشاء:

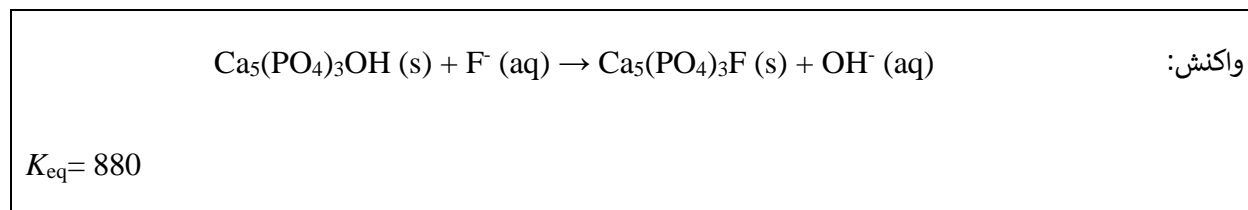
$$\frac{\text{عبور از غشاء } ^{235}\text{UF}_6}{\text{عبور از غشاء } ^{238}\text{UF}_6} : \frac{3.5}{96.5} = \frac{0.72}{99.28} \times (1.0043027187)^N$$

$$\ln 5.001149 = N (\ln 1.0043027187)$$

$$N = 374.909 \cong 375$$

پاسخ نامه سوال ۳- تشریحی (۱۰ نمره)

الف) واکنشی که حین استفاده از محلول فلوئورید منجر به تشکیل فلوئورآپاتیت بر سطح دندان می‌شود را بنویسید و ثابت تعادل آن را محاسبه کنید. ۲ نمره



مقدار ثابت تعادل را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:

$$K_{\text{eq}} = K_{\text{sp}}(\text{HAP})/K_{\text{sp}}(\text{FAP}) = 1.91 \times 10^{-58} / 2.17 \times 10^{-61} = 880$$

ب) pH و غلظت یون فسفات را در این محلول محاسبه کنید. ۲ نمره

$$\text{pH} = 6.054$$
$$[\text{PO}_4^{3-}] = 5.06 \times 10^{-10} \text{ M}$$

مقادیر محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{a}2} + \log\left(\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}\right) \approx 7.23 + \log(0.001/0.015) = 6.054$$
$$K_{\text{a}3} = [\text{H}^+][\text{PO}_4^{3-}]/[\text{HPO}_4^{2-}] = 10^{-12.35} \Rightarrow [\text{PO}_4^{3-}] = 10^{-12.35+6.054} \times 0.001 \text{ M} = 5.06 \times 10^{-10} \text{ M}$$

ج) انحلال پذیری هیدروکسی آپاتیت را در محلول A برحسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره

$$S = 4217 \mu\text{g/L} \cong 4.2 \times 10^3 \mu\text{g/L}$$

مقدار انحلال پذیری را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۳ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$[\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{OH}^-] = 1.91 \times 10^{-58} \Rightarrow [\text{Ca}^{2+}]^5 = 1.91 \times 10^{-58} / (5.06 \times 10^{-10})^3(10^{6.054-14}) = 1.303 \times 10^{-22}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 4.197 \times 10^{-5} \text{ M} = 5 \times S \Rightarrow S = 8.395 \mu\text{M}$$

$$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_4\text{OH} = 502.32 \text{ g/mol} \Rightarrow S = 4217 \mu\text{g/L}$$

د) انحلال پذیری فلوئور آپاتیت را در محلول A برحسب  $\mu\text{g/L}$  محاسبه کنید. ۳ نمره

$$S = 454 \mu\text{g/L}$$

مقدار انحلال پذیری را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۳ نمره دارد که در صورتی تعلق می گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی گیرد.

راه حل:

$$[\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{F}^-] = 2.17 \times 10^{-61} = (5S)^5(5.06 \times 10^{-10})^3(S) \Rightarrow$$

$$S^6 = 2.17 \times 10^{-61} / (5.06 \times 10^{-10})^3(5^5) = 5.36 \times 10^{-37}$$

$$S = 0.9013 \mu\text{M}$$

$$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_4\text{F} = 504.31 \text{ g/mol} \Rightarrow S = 454 \mu\text{g/L}$$

پاسخ نامه سوال ۴- تشریحی (۱۰ نمره)

الف) تغییرات انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G^\circ$ ) در دمای  $25^\circ\text{C}$  را برای واکنش‌های بالا محاسبه کنید. (برحسب  $\text{kJ/mol}$ ) ۲ نمره

$$\Delta G^\circ_1 = -200.7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ_2 = -247.0 \text{ kJ/mol}$$

مقادیر محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۲ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره‌ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:

$$\Delta G^\circ_1 = -RT \ln K_{\text{eq}} = -8.3145 \times 298 \times \ln(1.5 \times 10^{35}) = -200685 \text{ J/mol} = \mathbf{-200.7 \text{ kJ/mol}}$$

$$\Delta G^\circ_1 = -RT \ln K_{\text{eq}} = -8.3145 \times 298 \times \ln(2.0 \times 10^{43}) = -247039 \text{ J/mol} = \mathbf{-247.0 \text{ kJ/mol}}$$

ب) تغییرات آنتالپی ( $\Delta H^\circ$ ) در دمای  $25^\circ\text{C}$  را برای هر دو واکنش بالا تخمین بزنید. (برحسب  $\text{kJ/mol}$ ) ۳ نمره

$$\Delta H^\circ_1 = -216 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_2 = -262.4 \text{ kJ/mol}$$

مقادیر محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۳ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره‌ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:

$$\Delta H^\circ_1 = 6 \times (143 - 179) = \mathbf{-216 \text{ kJ/mol}}$$

$$\Delta S^\circ_1 = \Delta S^\circ_2 \Rightarrow \Delta G^\circ_2 - \Delta G^\circ_1 = \Delta H^\circ_2 - \Delta H^\circ_1 \Rightarrow \Delta H^\circ_2 = \Delta H^\circ_1 + (\Delta G^\circ_2 - \Delta G^\circ_1)$$

$$\Delta H^\circ_2 = -216 + (-247 + 200.6) = \mathbf{-262.4 \text{ kJ/mol}}$$

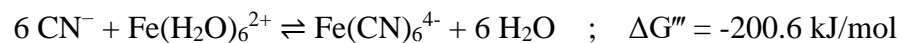
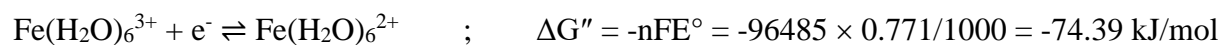
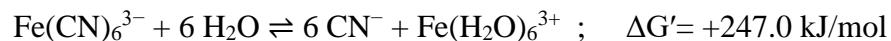


ج) پتانسیل الکتریکی استاندارد را برای نیم‌واکنش (۴) محاسبه کنید. ۵ نمره

$$E^{\circ}_4 = +0.29 \text{ V}$$

مقدار محاسبه شده را **حتما داخل کادر داده شده** بنویسید. جواب آخر ۵ نمره دارد که در صورتی تعلق می‌گیرد که راه حل شما درست باشد. بدون نوشتن راه حل، هیچ نمره ای به جواب آخر تعلق نمی‌گیرد.

راه حل:



$$\Rightarrow E^{\circ}_4 = -\Delta G^{\circ}_4/nF = +27990/96485 = +0.29 \text{ V}$$

پاسخنامه سوال ۵- تشریحی (۱۰ نمره)

الف) عدد کئوردیناسیون کلر در این جامد چند است؟

۱ نمره) عدد کئوردیناسیون کلر = 8

ب) شعاع یونی سزیم چند پیکومتر است؟

۳ نمره) شعاع یونی سزیم بر حسب پیکومتر = 176

راه حل:

$$3.99 = \frac{(132.9 + 35.5)}{d^3 \times 6.022 \times 10^{23}} \Rightarrow d^3 = 7.01 \times 10^{-23} \text{ cm}^3 \Rightarrow d = 412 \text{ pm}$$

$$\sqrt{3}d = (2r_{\text{Cs}} + 2r_{\text{Cl}}) \Rightarrow r_{\text{Cs}} = \frac{1}{2}(\sqrt{3} \times 412 - 2 \times 181) = 176 \text{ pm}$$

ج) عدد کئوردیناسیون گوگرد در این جامد چند است؟

۱ نمره) عدد کئوردیناسیون گوگرد = 4

د) کمترین فاصله بین هسته های S و Zn در این ساختار چند پیکومتر است؟

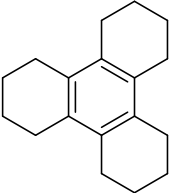
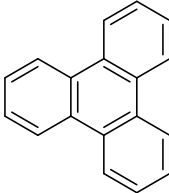
۵ نمره) کمترین فاصله بین هسته های S و Zn بر حسب پیکومتر = 234

راه حل:

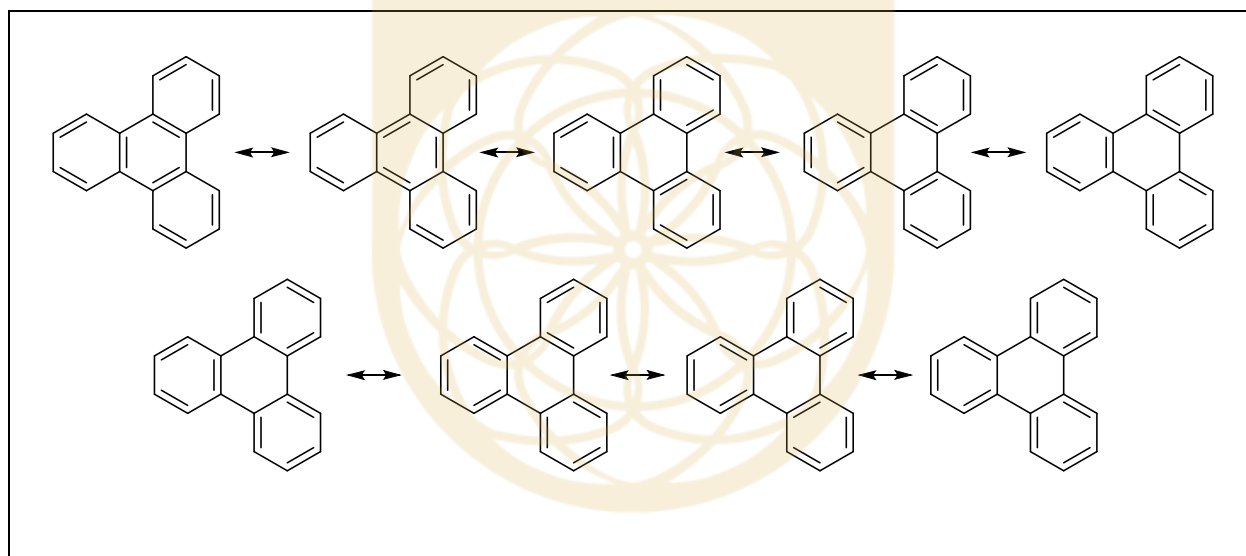
$$(r_{\text{Zn}} + r_{\text{S}}) = \left(\frac{1}{2}\right) \sqrt{3} \left(\frac{d}{2}\right) = \frac{\sqrt{3} \times 541}{4} = 234 \text{ pm}$$

پاسخ نامه سوال ۶- تشریحی (۱۵ نمره)

الف) ساختارهای X و Y و Z را رسم کنید. ۸ نمره

<b>Z</b>	<b>H<sub>2</sub>Se</b>	
<b>X</b>		<b>Y</b>
		

ب) برای هیدروکربن Y شش فرم رزونانسی رسم کنید. فقط فرم‌های رزونانسی بدون بار قراردادی را رسم کنید. به عنوان مثال، دو فرم از فرم‌های رزونانسی نفتالن در شکل نمایش داده شده است. ۳ نمره



ج) تمام ایزومرهای دیگر Y که مطابق تعریف داده شده به صورت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) باشند را رسم کنید. ۴ نمره

