



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان



سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان  
مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. « امام خمینی (ره) »

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۹ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

### دفترچه سوالات سی امین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۵۰	۰۸:۰۰	۱۱۰



شماره صندلی

.....

کد دفترچه

۱

استان: ----

منطقه: ----

پایه تحصیلی: ----

### تایید کمیته علمی

شماره پرونده: ۰

کد ملی: ۰

نام پدر: ----

نام مدرسه: ----



حوزه: ----

### توضیحات مهم

#### استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- ۱- کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگه پاسخنامه برای سوالات چند گزینه ای در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۴- کلیه جوابها باید در پاسخنامه وارد شود. بدیهی است پاسخهای نوشته شده در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آنها هیچ امتیازی تعلق نخواهد گرفت.
- ۵- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوالات و پاسخنامه بنویسید.
- ۶- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می کند. پس آن را تا نکتید و تمیز نگه دارید و علاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۷- همراه داشتن هر گونه کتاب، جدول تناوبی عناصر، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۸- دفترچه سوالات باید همراه پاسخنامه به مسئولین جلسه تحویل شود.
- ۹- پاسخ درست به هر سوال ۳ امتیاز مثبت و پاسخ نادرست یک امتیاز منفی دارد.
- ۱۰- دانش آموزان پایه دهم می توانند در آزمون مرحله دوم شرکت کنند اما تنها یک بار مجاز به شرکت در دوره آموزشی تابستان و دوره های بعد از آن خواهند بود.
- ۱۱- چنانچه دانش آموز پایه دهم در دوره آموزشی تابستان پذیرفته شود اما از شرکت در این دوره انصراف دهد، امتیاز وی برای دوره تابستان سال بعد حفظ نمی شود.

۱. قانون نسبت‌های معین با کدام یک از اصول نظریه دالتون هم‌خوانی دارد؟

- (۱) وقتی اتم‌های دو یا بیش از دو عنصر با هم ترکیب شوند، ترکیبات شیمیایی تشکیل می‌شود.  
 (۲) هر عنصر از ذرات ریزی به نام اتم تشکیل شده است.  
 (۳) تمام اتم‌های یک عنصر یکسان هستند.  
 (۴) اتم‌ها نه از بین می‌روند و نه به‌وجود می‌آیند.

۲. در آزمایش پرتو کاتدی برای مطالعه الکترون، نسبت بار به جرم برای الکترون چه رابطه‌ای با شدت میدان مغناطیسی ( $H$ ) دارد؟

(۱)  $\frac{1}{H}$       (۲)  $H$       (۳)  $H^2$       (۴)  $\frac{1}{H^2}$

۳. در آزمایش میلیکان برای تعیین بار الکترون، سرعت سقوط قطره در میدان الکتریکی به‌ترتیب چه رابطه‌ای با شعاع قطره و مقاومت هوا دارد؟

- (۱) معکوس ، مستقیم      (۲) مستقیم ، مستقیم      (۳) معکوس ، معکوس      (۴) مستقیم ، معکوس

۴. یک یون هیدروژن-مانند هسته‌ای با بار  $(Z > 1) +Z$  و یک الکترون دارد. مطابق نظریه بوهر انرژی هر مدار بوهر به‌صورت زیر است:

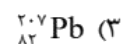
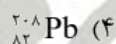
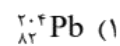
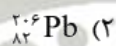
$$E_n = -k \frac{Z^2}{n^2} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$n$  عدد کوانتومی و  $k$  انرژی یونش حالت پایه اتم هیدروژن است. در صورتی که حد همگرایی سری لیمان اتم هیدروژن متناظر با فرکانس  $3/287 \times 10^{15}$  هرتز باشد،  $k$  برحسب  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  کدام است؟

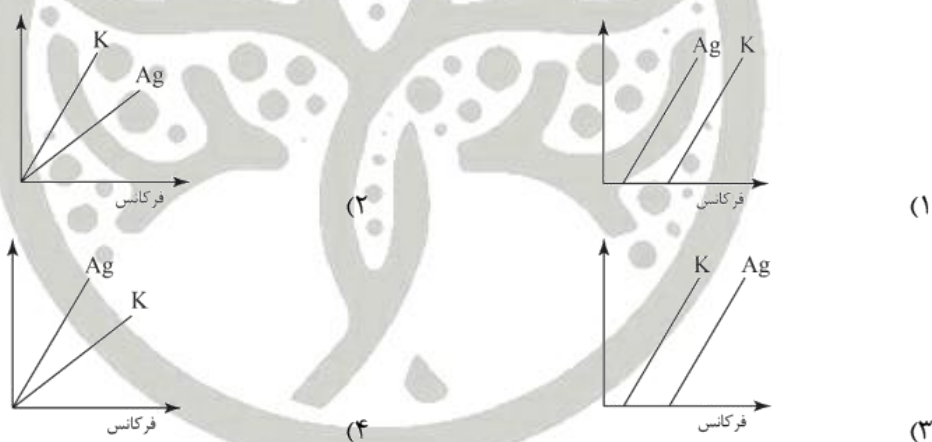
$$h = 6/63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

- (۱) ۱۲۱۳      (۲) ۱۳۱۲      (۳) ۱۳۲۱      (۴) ۲۱۱۳

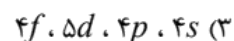
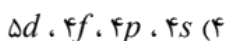
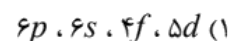
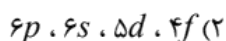
۵. عنصر اورانیم در طبیعت به صورت مخلوطی از  $^{238}\text{U}$  درصد ۹۹/۲۸ و  $^{235}\text{U}$  درصد ۰/۷۲ وجود دارد.  $^{238}\text{U}$  طی چند مرحله به ایزوتوپی از سرب تبدیل می‌شود و طی این فرایند ۸ ذره آلفا ( $\alpha$ ) ساطع می‌شود. در این فرایند کدام ایزوتوپ سرب تشکیل می‌شود؟



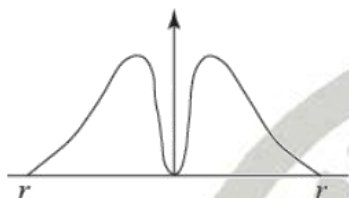
۶. کدام نمودار انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها را بر حسب فرکانس در اثر فوتوالکتریک برای فلز پتاسیم و نقره درست نشان می‌دهد؟



۷. نمودار زیر تابع توزیع شعاعی را برای یون  $\text{Sm}^{2+}$  نشان می‌دهد.  $a$ ،  $b$ ،  $c$  و  $d$  به ترتیب از راست به چپ نشان‌دهنده‌ی کدام اوربیتال‌ها هستند؟ (عدد اتمی Sm برابر ۶۲ است.)



۸. شکل زیر برای اوربیتال‌های  $p$  نشان‌دهنده چیست؟ ( $\psi$  تابع موج اوربیتال است که از حل معادله شرودینگر به دست می‌آید).



(۱)  $\psi^2$       (۲)  $\frac{1}{\psi}$       (۳)  $\psi$       (۴)  $\frac{1}{\psi^2}$

۹. کدام گزینه ترتیب نفوذپذیری اوربیتال‌های اتمی را بهتر نشان می‌دهد؟

(۱)  $s > p > d > f$       (۲)  $f > d > p > s$   
 (۳)  $f = d > p = s$       (۴)  $s = p > d = f$

۱۰. در نظریه VSEPR شکل مولکول‌ها با استفاده از موقعیت گروه‌های پیوندی و ناپیوندی تعیین می‌شود. جاهای خالی در مراحل تعیین شکل مولکولی در این روش از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟

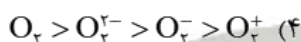
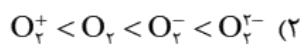


(۱) فرمول مولکولی، فرمول ساختاری، زاویه‌های دووجهی  
 (۲) فرمول تجربی، فرمول مولکولی، زاویه‌های پیوندی  
 (۳) فرمول تجربی، آرایش گروه‌های الکترونی، زاویه‌های دووجهی  
 (۴) فرمول مولکولی، آرایش گروه‌های الکترونی، زاویه‌های پیوندی

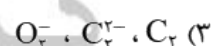
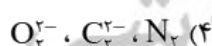
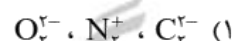
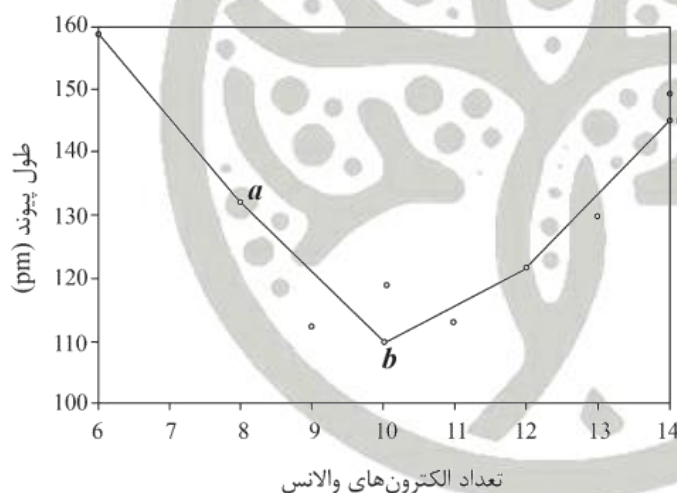
۱۱. در آرایش الکترونی مولکولی  $C_2$ ،  $N_2$ ،  $O_2$  و  $F_2$  در اوربیتال مولکولی  $\sigma_{2p}$  هر مولکول چند الکترون وجود دارد؟

(۱) ۲، ۲، ۲، ۲، صفر      (۲) ۲، ۲، ۲، ۲      (۳) صفر، صفر، ۲، ۲      (۴) صفر، ۲، ۲، ۲

۱۲. کدام گزینه برای مقایسه انرژی‌های پیوند درست است؟



۱۳. نمودار داده‌شده طول پیوند برحسب pm را برای گونه‌های  $O_2^+$ ,  $O_2$ ,  $O_2^-$ ,  $O_2^{2-}$  و  $F_2$ ,  $N_2$ ,  $N_2^+$ ,  $N_2^-$ ,  $C_2$ ,  $C_2^+$ ,  $C_2^-$  را برای گونه‌های  $O_2^+$ ,  $O_2$ ,  $O_2^-$  و  $F_2$  و  $N_2$ ,  $N_2^+$ ,  $N_2^-$  و  $C_2$ ,  $C_2^+$ ,  $C_2^-$  (عدد اتمی C، N، O و F به ترتیب ۶، ۷، ۸ و ۹ است) نشان می‌دهد. نقاط a، b، c به ترتیب مربوط به کدام گونه‌هاست؟ (عدد اتمی C، N، O و F به ترتیب ۶، ۷، ۸ و ۹ است).



۱۴. کدام عبارت برای گازهای حقیقی درست است؟

(۱)  $\frac{pV}{RT} > 1$ : تأثیر حجم‌های مولکولی غالب است؛  $\frac{pV}{RT} < 1$ : تأثیر دافعه‌های بین‌مولکولی غالب است.

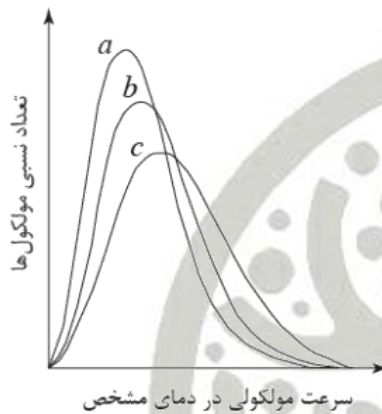
(۲)  $\frac{pV}{RT} < 1$ : تأثیر حجم‌های مولکولی غالب است؛  $\frac{pV}{RT} > 1$ : تأثیر جاذبه‌های بین‌مولکولی غالب است.

(۳)  $\frac{pV}{RT} > 1$ : تأثیر حجم‌های مولکولی غالب است؛  $\frac{pV}{RT} < 1$ : تأثیر جاذبه‌های بین‌مولکولی غالب است.

(۴)  $\frac{pV}{RT} < 1$ : تأثیر حجم‌های مولکولی غالب است؛  $\frac{pV}{RT} > 1$ : تأثیر دافعه‌های بین‌مولکولی غالب است.



۱۵. شکل زیر تعداد نسبی مولکول‌های با سرعت مشخص را بر حسب سرعت در دمای یکسان نشان می‌دهد. نمودارهای  $a$ ،  $b$  و  $c$  به ترتیب از راست به چپ مربوط به کدام گازها هستند؟



$O_2, H_2O, N_2$  (۴)       $H_2O, N_2, O_2$  (۳)       $O_2, N_2, H_2O$  (۲)       $H_2O, O_2, N_2$  (۱)

۱۶. ترکیبی از کلر و فلوئور با فرمول  $ClF_x$  در دمای  $75^\circ C$  با اورانیوم واکنش می‌دهد. بر اثر واکنش مقدار معینی از این ترکیب با اورانیوم،  $5/63$  گرم اورانیوم هگزاfluorourید و  $457 \text{ mL}$  کلرفلوئورید در دمای  $75^\circ C$  و فشار  $3/00 \text{ atm}$  تشکیل می‌شود. مقدار  $x$  کدام است؟

(U:  $238/03$ , F:  $19/00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

۳ (۴)      ۷ (۳)      ۵ (۲)      ۴ (۱)

۱۷. تیزاب سلطانی (مخلوطی از هیدروکلریک اسید و نیتریک اسید با نسبت حجمی سه به یک) تنها حلالی است که می‌تواند طلا را حل کند. فراورده‌های حاصل از این واکنش عبارتند از  $NO(g)$ ،  $H_2O(l)$  و  $HNO_3$ . برای واکنش با  $25$  گرم طلا، چند میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید  $12 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  و چند میلی‌لیتر  $HNO_3$   $16 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  لازم است؟ (اعداد گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید).

(Au:  $197 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

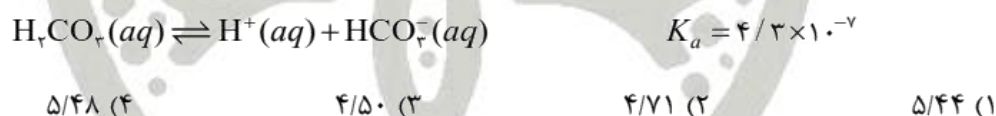
$7/9$  و  $48/2$  (۴)       $10/5$  و  $48/2$  (۳)       $7/9$  و  $42/3$  (۲)       $10/5$  و  $42/3$  (۱)

۱۸. غلظت هیدروکلریک اسید در اسید معده تقریباً  $0.02 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  است. یک قرص ضداسید به جرم تقریبی  $330 \text{ mg}$  دارای  $41\%$  منیزیم هیدروکسید،  $36/2\%$  سدیم هیدروژن کربنات و  $22/8\%$  سدیم کلرید است. این قرص با چند لیتر از اسید معده به‌طور کامل واکنش می‌دهد؟

(Mg: ۲۴, H: ۱, O: ۱۶, Na: ۲۳, C:  $12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

۰/۵ (۱)      ۰/۱ (۲)      ۰/۳ (۳)      ۰/۸ (۴)

۱۹. طی ۴۰ سال اخیر میزان  $\text{CO}_2$  موجود در جو زمین از حدود  $315 \text{ ppm}$  به  $380 \text{ ppm}$  رسیده است. با فرض اینکه در هوای سالم امروزی pH باران برابر  $5/40$  باشد، pH باران در هوای سالم ۴۰ سال قبل چه مقدار بوده است؟ فرض کنید که تمام  $\text{CO}_2$  حل‌شده به‌صورت  $\text{H}_2\text{CO}_3$  درآمده باشد و تنها عامل مؤثر بر pH آب باران، واکنش زیر باشد:



۲۰. به  $0.350 \text{ L}$  محلول  $0.500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  HBr مقداری جامد  $\text{Zn(OH)}_2$  افزوده می‌شود و مخلوط واکنش به‌خوبی به‌هم زده می‌شود. کاغذ pH در این محلول سرخ‌رنگ می‌شود. در ادامه  $88/5 \text{ mL}$  محلول سود سوزآور با غلظت  $0.500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  به محلول اضافه می‌شود. کاغذ pH در محلول نهایی تغییر رنگ نمی‌دهد. جرم اولیه  $\text{Zn(OH)}_2$  کدام است؟

( $\text{Zn(OH)}_2$ :  $99/41 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

۱۳/۰۲ (۱)      ۱۴/۸۲ (۲)      ۷/۴۱ (۳)      ۶/۵۰ (۴)

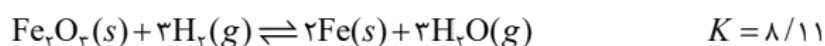
Raman Education Group

۲۱. کاپروئیک اسید با فرمول شیمیایی  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$  به مقدار کمی در روغن پالم وجود دارد. غلظت محلول سیرشده‌ی این اسید  $11/00 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  و pH آن برابر  $2/94$  است.  $K_a$  این اسید کدام است؟

( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$ :  $116/16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

۱/۴ ×  $10^{-5}$  (۱)      ۱/۲ ×  $10^{-5}$  (۲)      ۱/۴ ×  $10^{-4}$  (۳)      ۱/۲ ×  $10^{-4}$  (۴)

۲۲. تعادل زیر در دمایی معین برقرار شده است:



در این دما درصد  $\text{H}_2$  واکنش‌نکرده کدام است؟

- (۱) ۲۲/۲ (۲) ۴۴/۲ (۳) ۱۱/۱ (۴) ۳۳/۲

۲۳. در محفظه‌ای به حجم ۲/۰۰ L، مقدار ۴/۰۰ گرم  $\text{N}_2\text{O}_4$  تا برقراری تعادل زیر تجزیه می‌شود:

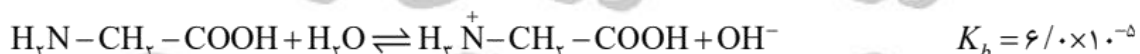
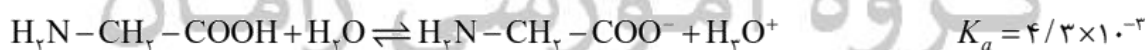


اگر حجم محفظه سریع به نصف کاهش یابد، غلظت تعادلی جدید  $\text{N}_2\text{O}_4$  و  $\text{NO}_2$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

( $\text{N}_2\text{O}_4$ :  $92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

- (۱) ۰/۰۴۲ ، ۰/۰۲۵۱ (۲) ۰/۰۳۶ ، ۰/۰۱۴۵ (۳) ۰/۰۴۸ ، ۰/۰۲۴۵ (۴) ۰/۰۳۲ ، ۰/۰۱۲۸

۲۴. بر اثر حل شدن آمینواسید گلی‌سین در آب در دمای  $25^\circ\text{C}$  تعادل‌های زیر برقرار می‌شود:



ثابت تعادل واکنش  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$  در دمای یادشده به‌طور تقریبی کدام است؟

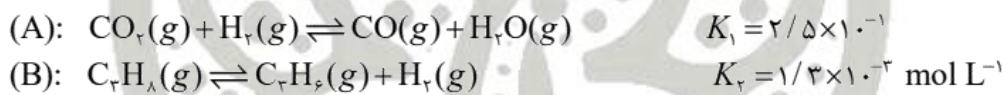
- (۱)  $4/8 \times 10^6$  (۲)  $2/6 \times 10^6$  (۳)  $2/6 \times 10^7$  (۴)  $4/8 \times 10^7$



۲۵. امروزه استفاده از سوخت‌های سنتزی بر پایه‌ی  $\text{CO}_2$  در حال توسعه است. فرض کنید  $0.1 \text{ mol}$  از  $\text{CO}$  و  $0.1 \text{ mol}$  بخار آب به ظرفی  $20$  لیتری در دمای  $900^\circ\text{C}$  اضافه شود و در نتیجه‌ی واکنش آنها،  $\text{H}_2$  و  $\text{CO}_2$  به دست آید. در صورتی که در لحظه‌ی تعادل،  $[\text{CO}] = 2/24 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  باشد، فشار کل در ظرف در حال تعادل برحسب اتمسفر کدام است؟

- (۱)  $0.48$  (۲)  $1/56$  (۳)  $0.96$  (۴)  $2/28$

۲۶. دانش‌آموزی از دو ظرف دربسته‌ی  $A$  و  $B$  برای انجام یک آزمایش استفاده می‌کند. ظرف  $A$  با مخلوطی از  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2$  به نسبت  $1:1$  و ظرف  $B$  با پروپان پر شده است. هر دو ظرف در فشار ثابت تا  $527^\circ\text{C}$  گرم می‌شود. در این شرایط واکنش‌های به تعادل رسیده‌ی زیر انجام می‌شود:



دانش‌آموز متوجه می‌شود که فشار در دو ظرف یکسان و مقدار پروپان در ظرف  $B$  برابر  $80$  درصد حجمی است. فشار کل در ظرف  $B$  کدام است؟

- (۱)  $692 \text{ kPa}$  (۲)  $721 \text{ kPa}$  (۳)  $583 \text{ kPa}$  (۴)  $891 \text{ kPa}$

۲۷.  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  کریستالی کامل است که در سال  $2011$  از آن برای محاسبه دقیق عدد آووگادرو استفاده شده است. با حرارت دادن این کریستال در دماهای بالای  $300^\circ\text{C}$ ، یک جامد کریستالی سفیدرنگ ( $A$ ) و یک گاز بی‌رنگ ( $B$ ) آزاد می‌شود. مواد  $A$ ،  $B$  و شکل هندسی مولکول‌های  $B$  به ترتیب کدامند؟

- (۱)  $\text{Na}$ ،  $\text{SiF}_6$ ، هشت‌وجهی (۲)  $\text{NaF}$ ،  $\text{SiF}_6$ ، هشت‌وجهی  
(۳)  $\text{Na}$ ،  $\text{SiF}_4$ ، چهاروجهی (۴)  $\text{NaF}$ ،  $\text{SiF}_4$ ، چهاروجهی

۲۸. کدام یک از گزینه‌های زیر باز قوی‌تری محسوب می‌شود؟

- (۱)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (۲)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  (۳)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  (۴)  $\text{Al}(\text{OH})_3$

۲۹. برای تیتراسیون ۱۰ میلی‌لیتر محلول  $H_2Y^{2-}$  با غلظت  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ، به این محلول  $10 \text{ mmol}$  کلسیم کلرید جامد اضافه و حل می‌شود. سپس محلول تا تغییر رنگ شناساگر فنل فتالین با سود  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  تیتراسیون می‌شود. اگر نقطه‌ی تغییر رنگ شناساگر حدود  $\text{pH} = 8.7$  در نظر گرفته شود، حجم سود مصرفی برای مشاهده‌ی تغییر رنگ چقدر است؟

$$pK_1(H_2Y^{2-}) = 6.2, \quad pK_2(H_2Y^{2-}) = 10.3, \quad pK_c(CaY^{2-}) = 10.7$$

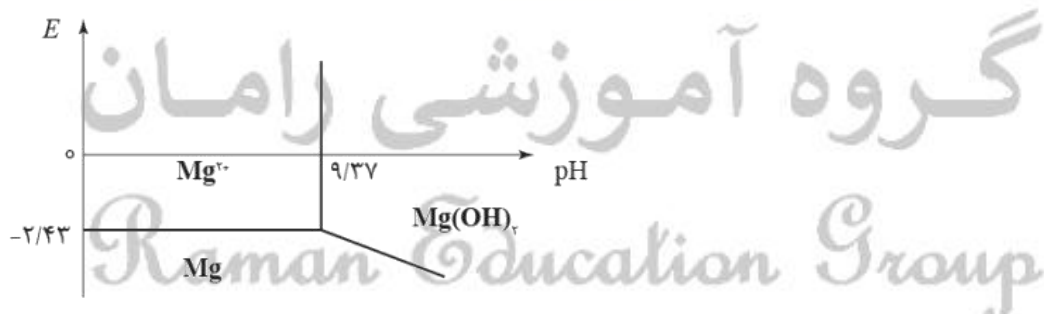
(۱) ۱۰ میلی‌لیتر (۲) ۲۵ میلی‌لیتر (۳) ۲۰ میلی‌لیتر (۴) ۱۵ میلی‌لیتر

۳۰. عناصر زیر برحسب پتانسیل اکسایش مرتب شده‌اند. کدام یک از عناصر در جای درست خود قرار نگرفته است؟

$\text{Li} - \text{K} - \text{Al} - \text{Fe} - \text{Cd} - \text{Co} - \text{H}_2 - \text{Pb} - \text{Cu} - \text{Hg} - \text{Pd} - \text{Pt} - \text{Au}$

$\text{Cu}$  (۴)                       $\text{Pb}$  (۳)                       $\text{Fe}$  (۲)                       $\text{Hg}$  (۱)

۳۱. در شکل زیر وابستگی پتانسیل ردوکس ( $E$ ) به  $\text{pH}$  برای منیزیم در دمای  $298 \text{ K}$  نشان داده شده است (غلظت یون  $\text{Mg}^{2+}$  برابر  $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  است). پتانسیل استاندارد جفت  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  و حاصل ضرب حلالیت  $\text{OH}(\text{Mg})_2$  در کدام گزینه آمده است؟



$2/1 \times 10^{-10}, -2/43 \text{ V}$  (۲)

$5/1 \times 10^{-10}, -2/83 \text{ V}$  (۱)

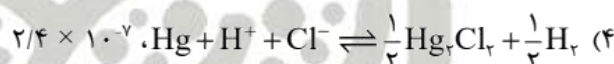
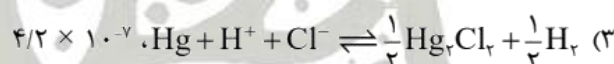
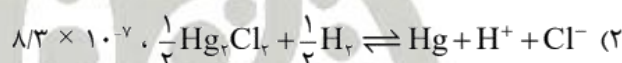
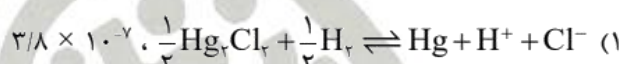
$1/1 \times 10^{-11}, -2/38 \text{ V}$  (۴)

$3/0 \times 10^{-11}, -2/17 \text{ V}$  (۳)

۳۲. با توجه به داده‌های زیر، معادله موازنه‌شده‌ی پیل تشکیل‌شده و حلالیت  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  برحسب  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  به ترتیب کدام است؟ (ثابت فارادی (F) برابر با  $96500$  کولن بر مول است و  $R = 8/314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ).

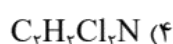
$$E^\circ([\text{Hg}_2]^{2+} / \text{Hg}) = 0.789 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Hg} / \text{Hg}_2\text{Cl}_2(s) / \text{Cl}^-) = 0.268 \text{ V}$$

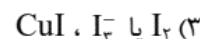
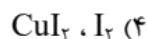
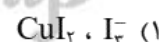
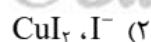


۳۳. مقدار  $7/40$  گرم از نمونه‌ای شامل کربن، هیدروژن، نیتروژن و کلر در مقدار اضافی اکسیژن می‌سوزد و  $11/05$  گرم  $\text{CO}_2$  و  $2/26$  گرم  $\text{H}_2\text{O}$  می‌دهد. نمونه دیگری از این ترکیب با جرم  $5/24$  گرم شامل  $2/10$  گرم کلر است. فرمول تجربی این ترکیب کدام است؟

(C:  $12$ , Cl:  $35/5$ , N:  $14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )



۳۴. برای تشخیص وجود مس در محلولی شامل یون‌های  $\text{Cu}^{2+}$ ، پتاسیم یدید اضافه می‌شود. رنگ محلول قهوه‌ای مایل به زرد می‌شود و یک رسوب خاکستری مایل به سفید تشکیل می‌شود. عامل رنگ محلول و رسوب تشکیل‌شده به ترتیب از راست به چپ کدامند؟



۳۵. چند عبارت از عبارت‌های زیر درست است؟

- فشار، حجم، انرژی درونی ( $E$ ) و آنتالپی ( $H$ ) تابع حالت‌اند.
  - $\Delta H$  همان گرمای مبادله‌شده در فشار ثابت ( $q_p$ ) است.
  - گرماسنج بمبی  $\Delta E$  را اندازه‌گیری می‌کند.
  - در یک فرایند هم‌حجم  $\Delta E = q_v$  است.
  - ظرفیت گرمایی در فشار ثابت کمتر از ظرفیت گرمایی در حجم ثابت است.
- (۱) دو (۲) پنج (۳) سه (۴) چهار

۳۶. چند عبارت از عبارت‌های زیر درست است؟

- قانون هس همان قانون اول ترمودینامیک برای واکنش‌های ترموشیمیایی است.
  - قانون هس برای جمع‌زنی گرما در فشار ثابت است.
  - تغییر آنتالپی یک فرایند کلی با مجموع تغییرات آنتالپی مراحل منفرد آن برابر است.
  - قانون هس نتیجه‌ی تابع حالت بودن آنتالپی است.
- (۱) چهار (۲) دو (۳) سه (۴) یک

۳۷. وابستگی دمایی فشار بخار  $\text{SO}_2$  جامد از رابطه  $\log p = 10.5916 - \frac{1871.2}{T}$  و برای  $\text{SO}_2$  مایع از رابطه

$\log p = 8.3186 - \frac{1425}{T}$  تبعیت می‌کند (در هر دو رابطه  $p$  برحسب تور و دما برحسب کلوین است). فشار

برحسب تور و دمای نقطه سه‌گانه  $\text{SO}_2$  برحسب کلوین در کدام گزینه آمده است؟

- (۱) ۱۸۳/۶، ۱۲/۳  
 (۲) ۱۹۶/۳، ۱۱/۵  
 (۳) ۲۰۲/۵، ۱۳/۱  
 (۴) ۱۷۲/۹، ۸/۹۳

۳۸. دو بشر یکی حاوی آب خالص و دیگری حاوی محلول NaCl غلیظ در یک ظرف در بسته قرار داده می‌شود. با گذاشتن زمان، کدام جمله درباره این دو بشر درست است؟

(۱) حجم محلول کم و حجم آب زیاد می‌شود.

(۲) حجم محلول زیاد و حجم آب خالص کم می‌شود.

(۳) حجم محلول و آب ثابت باقی می‌ماند.

(۴) به تناوب حجم هر کدام زیاد و کم می‌شود.

۳۹. محلول‌های «متانول و آب»، «بنزن و متانول»، «آب و اتیل استات»، «هگزان و هپتان» و «آب و هیدروکلریک اسید» به ترتیب چه انحرافی از قانون راولت نشان می‌دهند؟

(۱) منفی، منفی، مثبت، مثبت، منفی، مثبت

(۲) بدون انحراف، مثبت، مثبت، مثبت، مثبت، منفی

(۳) مثبت، مثبت، بدون انحراف، مثبت، منفی

(۴) مثبت، مثبت، بدون انحراف، منفی

۴۰. در جدول زیر ثابت هنری برای چند گاز در آب در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  داده شده است:

گاز	ثابت هنری ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$ )
اکسیژن	$1/3 \times 10^{-3}$
نیتروژن	$7/0 \times 10^{-4}$
هیدروژن	$8/5 \times 10^{-4}$

کدام گزینه درباره حلالیت این گازها در آب درست است؟

(۲)  $\text{O}_2 < \text{H}_2 < \text{N}_2$

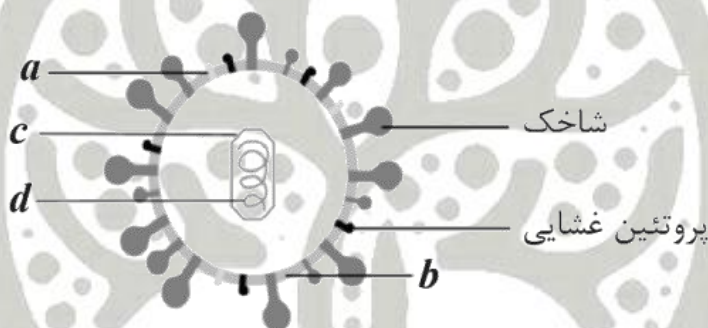
(۱)  $\text{O}_2 > \text{H}_2 > \text{N}_2$

(۴)  $\text{H}_2 < \text{O}_2 < \text{N}_2$

(۳)  $\text{H}_2 > \text{O}_2 > \text{N}_2$



۴۱. شکل زیر ویروسی از خانواده کروناویروس‌ها را نشان می‌دهد. این ویروس ذره‌ای کروی است که چند شاخک از آن بیرون زده است. هر ذره ویروس چهار پروتئین ساختاری دارد که عبارتند از پروتئین‌های شاخکی ( $S$ )، پوششی ( $E$ )، غشایی ( $M$ ) و نوکلئوکپسیدی ( $N$ ). وظیفه  $N$  نگهداشتن RNA در مرکز ویروس است. اطراف  $N$  یک پوشش ویروسی است. این پوشش شامل یک دولایه لیپیدی است که پروتئین‌های غشایی، پوششی و شاخکی به آن متصل‌اند. شاخک‌ها مسئول متصل کردن ویروس به غشا سلول میزبان هستند. با این توضیحات صابون روی کدام بخش از ویروس مؤثر است؟



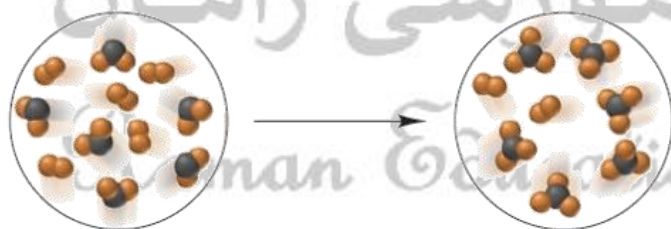
$b$  (۲)

$d$  (۴)

$a$  (۱)

$c$  (۳)

۴۲. واکنش شیمیایی بین  $B_2$  و  $AB_2$  به صورت زیر نمایش داده می‌شود. اگر در ابتدا  $3/0$  مول  $B_2$  و  $5/0$  مول  $AB_2$  موجود باشد، پس از انجام واکنش چند مول واکنشگر اضافی در ظرف باقی می‌ماند؟



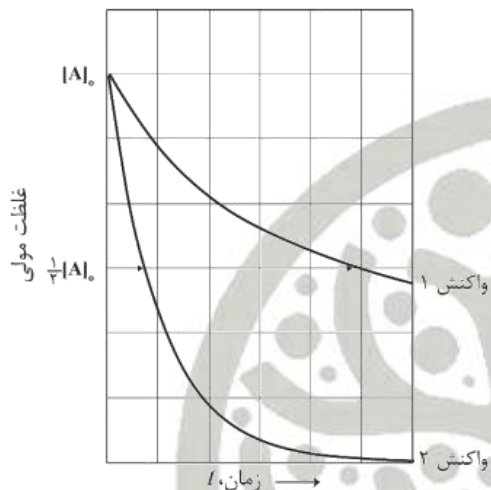
$0/35$  (۴)

$0/50$  (۳)

$0/75$  (۲)

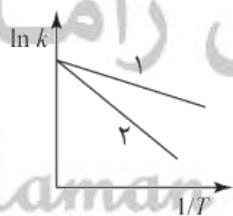
$0/25$  (۱)

۴۳. کدام مقایسه برای دو واکنش مرتبه اول نشان داده شده در نمودار زیر درست است؟

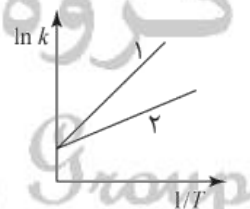


- (۱) واکنش  $k_1 < k_2$  واکنش و  $t_{1/2}(\text{واکنش ۱}) < t_{1/2}(\text{واکنش ۲})$   
 (۲) واکنش  $k_1 > k_2$  واکنش و  $t_{1/2}(\text{واکنش ۱}) < t_{1/2}(\text{واکنش ۲})$   
 (۳) واکنش  $k_1 < k_2$  واکنش و  $t_{1/2}(\text{واکنش ۱}) > t_{1/2}(\text{واکنش ۲})$   
 (۴) واکنش  $k_1 > k_2$  واکنش و  $t_{1/2}(\text{واکنش ۱}) > t_{1/2}(\text{واکنش ۲})$

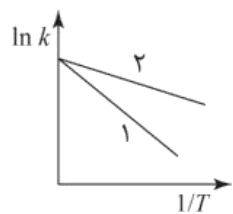
۴۴. دو واکنش با دو انرژی فعال‌سازی متفاوت را در نظر بگیرید که انرژی فعال‌سازی برای واکنش ۱ بیشتر از واکنش ۲ است. کدام نمودار وابستگی ثابت سرعت ( $k$ ) به دما را برای این دو واکنش بهتر نشان می‌دهد؟



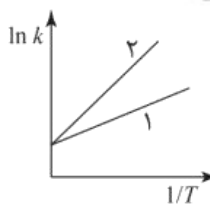
(۱)



(۲)



(۳)

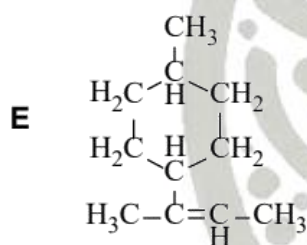


(۴)

۴۵. به ترکیبات زیر دقت کنید:



در **A** و **B** که فرمول بسته یکسان دارند، نحوه اتصال اتم‌ها یکسان است، اما آرایش فضایی اتم‌ها یا گروه‌ها متفاوت است؛ یعنی نسبت به هم ایزومرهای فضایی هستند. از طرف دیگر **C** و **D** نمایش یک ترکیب یکسان از دو زاویه مختلف هستند. با استفاده از اطلاعات داده‌شده و نحوه آرایش فضایی اتم‌ها یا گروه‌ها، چند ساختار برای **E** (شکل زیر) می‌توان رسم کرد که نسبت به هم ایزومر فضایی باشند؟



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ بیشتر از ۴

۴۶. وقتی یک اتم نیتروژن در ترکیب **A** با ایزوتوپ  $^{15}\text{N}$  علامت‌گذاری می‌شود، فقط یک ترکیب **A\*** بدست می‌آید. آبکافت ترکیب **A\*** که در ساختار آن پیوند آمیدی وجود دارد در دو شرایط مختلف (الف) و (ب) بررسی می‌شود. در شرایط (الف)، بعد از آبکافت کامل **A\***، فقط ترکیب‌های **B** و **B\*** با ساختار یکسان و فرمول بسته  $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_2$  به دست می‌آید که فقط **B\*** ایزوتوپ نیتروژن دارد. از آبکافت **A\*** در شرایط (ب)، سه ترکیب با فرمول بسته یکسان و ساختار یکسان به دست می‌آید که همگی دارای ایزوتوپ نیتروژن، اما در موقعیت‌های متفاوت هستند. چند ساختار برای **A** می‌توان رسم کرد؟ (ایزومرهای فضایی مورد نظر نیست؛ وجود ایزوتوپ نیتروژن هیچ اثری بر انجام واکنش آبکافت ندارد).

۴ بیشتر از ۳

۳ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

۴۷. برای ترکیب غیرحلقوی **A** با فرمول بسته  $C_7H_4N_2$  اگر یکی از اتم‌های هیدروژن با دوتریم جایگزین شود، سه ایزومر ساختاری بدست می‌آید. چند ساختار برای **A** می‌توان رسم کرد؟ (ایزومرهای فضایی مورد نظر نیست.)

- (۱) ۳      (۲) ۲      (۳) ۴      (۴) بیشتر از ۴

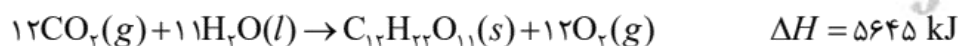
۴۸. در اثر آبکافت ترکیب خالص **A** با فرمول بسته  $C_7H_{12}O_2$  که در ساختار آن گروه عاملی استری وجود دارد، ترکیب **B** با فرمول بسته  $C_7H_{14}O_3$  به دست می‌آید. **B** در اثر واکنش اکسایش با یک اکسنده‌ی مناسب به ترکیب **C** با فرمول بسته  $C_7H_{12}O_4$  تبدیل می‌شود. از واکنش یک مول **C** با یک مول اتانول با در نظر گرفتن ایزومرهای فضایی فقط یک ترکیب تشکیل می‌شود. با لحاظ کردن ایزومرهای فضایی چند ساختار برای **A** وجود خواهد داشت؟

- (۱) بیشتر از ۴      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) ۴

۴۹. از آبکافت پیوند آمیدی در ترکیبی با فرمول بسته  $C_{13}H_{18}Br_2NO$  دو ترکیب آروماتیک **A** و **B** به دست می‌آید. از واکنش یک مول **A** با یک مول استیک انیدرید ( $CH_3COOCOCH_3$ ) در شرایط مناسب، ترکیبی با فرمول بسته  $C_8H_8BrNO$  به دست می‌آید و فقط یک مول استیک اسید ( $CH_3COOH$ ) آزاد می‌شود. چند ساختار برای **B** امکان‌پذیر است؟

- (۱) ۶      (۲) ۴      (۳) ۵      (۴) بیشتر از ۶

۵۰. نور خورشید به‌ازای هر متر مربع، انرژی‌ای معادل ۱۷۰ kW فراهم می‌کند ( $1 W = 1 J \cdot s^{-1}$ ). گیاهان طی یک ساعت به‌ازای یک متر مربع دریافت انرژی حدود ۰/۲ گرم ساکاروز مطابق معادله زیر تولید می‌کنند:



چند درصد از نور خورشید صرف تولید ساکاروز می‌شود؟

( $C_{12}H_{22}O_{11}$ :  $342/3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

- (۱) ۰/۰۹۲      (۲) ۰/۰۸۲      (۳) ۱/۰۲۵      (۴) ۱/۰۸۵