

کد کنترل

122

D



«اگر دانشگاه اصلاح شود عملکت اصلاح می شود.»  
امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

دفترچه شماره ۲  
صبح پنجشنبه ۱۳۹۹/۵/۳۰

ویژه نظام آموزشی قدیم

آزمون سراسری ورودی دانشگاه‌های کشور - ۱۳۹۹  
آزمون اختصاصی  
گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

تعداد سؤال: ۱۳۵

مدت پاسخ‌گویی: ۱۷۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی آزمون اختصاصی گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی، تعداد، شماره سؤالات و مدت پاسخ‌گویی

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	مدت پاسخ‌گویی
۱	ریاضیات	۵۵	۱۰۱	۱۵۵	۸۵ دقیقه
۲	فیزیک	۴۵	۱۵۶	۲۰۰	۵۵ دقیقه
۳	شیمی	۳۵	۲۰۱	۲۳۵	۳۵ دقیقه

سال ۱۳۹۹

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش الکترونیکی و ... پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضاء در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب..... با شماره داوطلبی..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره سندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضاء:

۱۰۱- اگر  $A$  و  $B$  دو مجموعه غیر تهی با شرط  $A \subset B$  باشند، آنگاه کدام رابطه نادرست است؟

(۱)  $B - A' = A$  (۲)  $A - B' = A$  (۳)  $A \cap B' = \phi$  (۴)  $B \cap A' = \phi$

۱۰۲- مجموعه  $((A - B) \cup ((B \cap C)' \cap ((B' \cup A) - B)))$ ، با کدام مجموعه، برابر است؟

(۱)  $A \cup B'$  (۲)  $A \cap B'$  (۳)  $A$  (۴)  $B'$

۱۰۳- در مجموعه‌های چهار عضوی  $\Lambda = \{x+2, 1, 4, y\}$  و  $B = \{5, 7, z, t-1\}$ ، فرض کنید  $A \times B = B \times A$  باشد.

تعداد مجموعه‌ها به صورت  $\{(x, y), (z, t)\}$ ، کدام است؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۶

۱۰۴- باقی‌مانده تقسیم چندجمله‌ای  $P(x)$  بر  $x-1$  و  $2x+1$  به ترتیب، ۸ و ۵ است. باقی‌مانده تقسیم  $P(x)$

بر  $2x^2 - x - 1$ ، کدام است؟

(۱)  $-x + 4$  (۲)  $x + 2$  (۳)  $2x + 6$  (۴)  $2x - 3$

۱۰۵- کدام عبارت برای معادله  $f(x) = 2^x - x^2 = 0$ ، درست است؟

- (۱) معادله در بازه  $[0, 1]$  دو ریشه دارد. (۲) معادله در بازه  $[0, 1]$  فاقد ریشه است.  
(۳) معادله در بازه  $[0, 1]$  یک ریشه دارد. (۴) معادله در بازه  $[0, 1]$  حداقل یک ریشه دارد.

۱۰۶- مساحت ناحیه محدود به نمودارهای دو تابع  $y = \sqrt{x^2 - 4x + 4}$  و  $y = \frac{1}{4}x + 2$ ، کدام است؟

(۱) ۸ (۲) ۹ (۳) ۱۰ (۴) ۱۲

۱۰۷- اگر  $f(x) = x + \sqrt{x}$  و  $g(x) = \frac{9x+6}{1-x}$  باشند، مقدار  $(g^{-1} \circ f^{-1})(20)$ ، کدام است؟

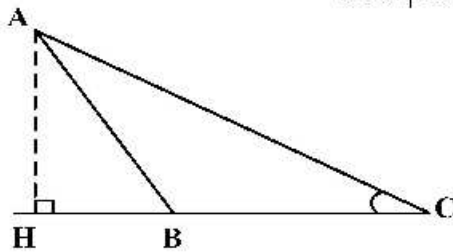
(۱)  $\frac{2}{5}$  (۲)  $\frac{3}{5}$  (۳)  $\frac{2}{3}$  (۴)  $\frac{3}{4}$

۱۰۸- قرینه نمودار تابع  $f(x) = \sqrt{x}$  را نسبت به محور  $y$ ها تعیین کرده، سپس منحنی حاصل را ۴ واحد به سمت راست،

انتقال می‌دهیم. منحنی اخیر و منحنی اصلی نسبت به کدام خط، متقارن هستند؟

(۱)  $x = 1$  (۲)  $x = 1/5$  (۳)  $x = 2$  (۴)  $x = 2/5$

۱۰۹- در شکل زیر، فرض کنید  $\sin C = \frac{5}{13}$  و  $CH = 9$ . اندازه ارتفاع  $AH$ ، کدام است؟



(۱)  $3/25$

(۲)  $3/5$

(۳)  $3/6$

(۴)  $3/75$

۱۱۰- اگر انتهای کمان  $\alpha$  در ربع دوم دایره مثلثاتی و  $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{10}$  باشد، مقدار  $\cos(\frac{11\pi}{4} + \alpha)$ ، کدام است؟

(۱)  $-\frac{4}{5}$

(۲)  $-\frac{3}{5}$

(۳)  $\frac{3}{5}$

(۴)  $\frac{4}{5}$

۱۱۱- فرض کنید  $\sin \alpha = \frac{-3}{5}$  و انتهای کمان  $\alpha$  در ربع سوم دایره مثلثاتی، واقع باشد. مقدار  $\cos(\tan^{-1}(\sin 2\alpha))$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{25}{\sqrt{1201}}$

(۲)  $\frac{-25}{\sqrt{1201}}$

(۳)  $\frac{5}{\sqrt{51}}$

(۴)  $\frac{-5}{\sqrt{51}}$

۱۱۲- مجموع جواب‌های معادله مثلثاتی  $\tan(3x)\tan(x) = 1$ ، در بازه  $[\pi, 2\pi]$ ، کدام است؟

(۱)  $5\pi$

(۲)  $6\pi$

(۳)  $\frac{9\pi}{2}$

(۴)  $\frac{11\pi}{2}$

۱۱۳- اعداد طبیعی را طوری دسته‌بندی می‌کنیم که تعداد جملات هر دسته، برابر شماره آن دسته باشد، یعنی  $\{1\}, \{2, 3\}, \{4, 5, 6\}, \dots$ . مجموع اعداد واقع در دسته بیستم، کدام است؟

(۱)  $4120$

(۲)  $4020$

(۳)  $4010$

(۴)  $3980$

۱۱۴- مقدار ۲۴ گرم از عنصری موجود است. اگر عنصر موردنظر در هر مدت زمان ۳۰ روزه،  $\frac{1}{10}$  جرم باقی‌مانده را از دست

بدهد، پس از چند روز ۸ گرم از آن عنصر، باقی می‌ماند؟ ( $\log 3 = 0.48$ )

(۱)  $360$

(۲)  $300$

(۳)  $270$

(۴)  $240$

۱۱۵- دنباله  $\{x_n\}$  به صورت زیر تعریف شده است. حد دنباله  $\{x_n\}$ ، کدام است؟

$$x_0 = 3, \quad x_{n+1} = \frac{2x_n^4 + 64}{4x_n^3}, \quad (n = 1, 2, \dots)$$

(۱)  $2\sqrt{2}$

(۲)  $-2\sqrt{2}$

(۳)  $2\sqrt[4]{2}$

(۴)  $-2\sqrt[4]{2}$

۱۱۶- حاصل  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x - 7\sqrt{x+5}}{2x - \sqrt{3x+1}}$ ، کدام است؟

(۱)  $-1/5$

(۲)  $-1/2$

(۳)  $-5/8$

(۴)  $-5/6$

۱۱۷- فرض کنید  $f(x) = \begin{cases} (x-1)|x| & ; |x-1| < 1 \\ x^2 + ax + b & ; |x-1| \geq 1 \end{cases}$  یک تابع همواره پیوسته باشد. مقدار  $a$ ، کدام است؟

- (۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $-1$  (۳)  $1$  (۴)  $\frac{5}{2}$

۱۱۸- نمودار تابع  $f(x) = \frac{-2x^2 + 3x}{ax^2 + bx + c}$  دارای خط‌های مجانب  $y = -1$ ،  $x = -2$  و  $x = 1$  است.  $f(-1)$  کدام است؟

- (۱)  $1/25$  (۲)  $1/5$  (۳)  $1/75$  (۴)  $-1/5$

۱۱۹- اگر  $f$  یک تابع مشتق‌پذیر،  $g(x) = f\left(\sqrt{1+\tan^2 x}\right)$  و  $g'\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$  باشد، مقدار  $f'(2)$ ، کدام است؟

- (۱)  $-\frac{1}{2}$  (۲)  $\frac{1}{4}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $1$

۱۲۰- آهنگ متوسط تغییر تابع  $y = \sqrt{21-x^2} + 4x$  در بازه  $[5, 6]$ ، برابر آهنگ تغییر لحظه‌ای این تابع، با کدام مقدار  $x$  است؟

- (۱)  $4 + \sqrt{2}$  (۲)  $3 + 2\sqrt{2}$  (۳)  $2 + \frac{3}{2}\sqrt{2}$  (۴)  $2 + \frac{5}{2}\sqrt{2}$

۱۲۱- خط مماس بر منحنی تابع  $f(x) = \frac{\Delta x - 4}{\sqrt{x}}$  در نقطه  $x = 4$  واقع بر آن، محور  $y$  ها را با کدام عرض، قطع می‌کند؟

- (۱)  $-4$  (۲)  $-1$  (۳)  $2$  (۴)  $3$

۱۲۲- اگر  $\tan \alpha$  و  $\tan \beta$  برابر ریشه‌های معادله  $2x^2 + 3x - 1 = 0$  باشند،  $\tan(\alpha + \beta)$ ، کدام است؟

- (۱)  $1$  (۲)  $\frac{3}{2}$  (۳)  $-3$  (۴)  $-1$

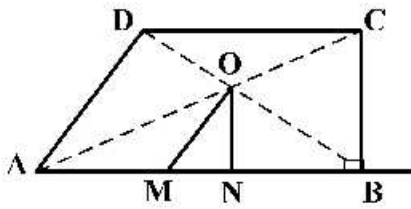
۱۲۳- یک دوزنقه متساوی‌الساقین با قاعده‌هایی به اندازه ۹ و ۱۶ واحد، بر دایره‌ای محیط شده است. فاصله نزدیک‌ترین نقاط دایره، تا یک رأس قاعده کوچک دوزنقه، کدام است؟

- (۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $\sqrt{2}$  (۳)  $2$  (۴)  $\frac{5}{2}$

۱۲۴- پاره خط  $AB$  به اندازه ۸ واحد در صفحه مختصات، مفروض است. چهار دایره با مراکز  $A$  و  $B$  و شعاع‌های ۳ و ۷ واحد رسم می‌کنیم. نقاط تلاقی دایره‌های کوچک با دایره‌های بزرگ، دقیقاً رأس‌های کدام چهارضلعی هستند؟

- (۱) لوزی (۲) متوازی‌الاضلاع (۳) مستطیل (۴) دوزنقه متساوی‌الساقین

۱۲۵- مطابق شکل زیر، از محل تلاقی قطرهای دوزنقه قائم الزاویه  $ABCD$  ( $\hat{B} = 90^\circ$ )، پاره خطهای  $OM$  و  $ON$  به ترتیب



موازی با  $AD$  و  $BC$  رسم شده‌اند. نسبت  $\frac{AM}{BN}$ ، کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) کوچک‌تر از ۱

(۴) بزرگ‌تر از ۱ کوچک‌تر از ۲

۱۲۶- اندازه قاعده‌های دوزنقه‌های ۵ و ۹ واحد است. پاره خطی موازی قاعده‌های دوزنقه چنان رسم می‌کنیم که دوزنقه را به دو قسمت با مساحت مساوی، تقسیم کند. اندازه پاره خط، کدام است؟

(۴)  $\sqrt{57}$ (۳)  $4\sqrt{3}$ (۲)  $\sqrt{53}$ 

(۱) ۷

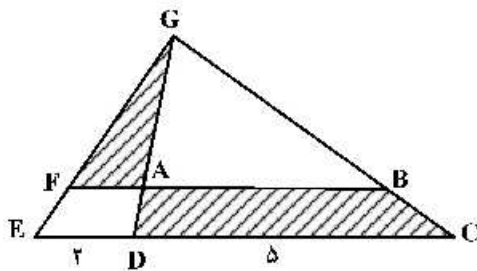
۱۲۷- در شکل زیر،  $DG = 3DA$  و اندازه پاره خطهای  $DE$  و  $DC$ ، به ترتیب، ۲ و ۵ واحد هستند. مساحت مثلث  $AFG$ ، چند درصد مساحت دوزنقه  $ABCD$  است؟

(۱) ۴۰

(۲) ۳۶

(۳) ۳۲

(۴) ۲۴

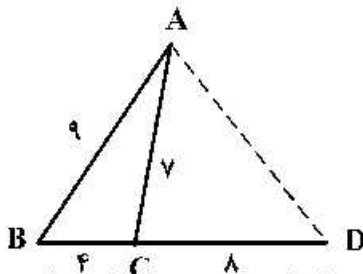


۱۲۸- در شکل روبه‌رو، اندازه پاره خط  $AD$ ، کدام است؟

(۱) ۹

(۲)  $3\sqrt{10}$ 

(۳) ۱۰

(۴)  $6\sqrt{3}$ 

۱۲۹- تابع با ضابطه  $f(x) = \lim_{n \rightarrow +\infty} (1 - \frac{3x}{n})^n$  به ازای هر عدد حقیقی  $x$ ، مفروض است. کدام عبارت درست است؟

(۲)  $f''(x) + 3f'(x) + 2f(x) = 0$ (۱)  $f''(x) + 6f'(x) + 9f(x) = 0$ (۴)  $f''(x) - 2f'(x) + 2f(x) = 0$ (۳)  $f''(x) - 6f'(x) + 9f(x) = 0$ 

۱۳۰- حجم جسم حاصل از دوران مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  با ضلع‌های قائم  $AB$  و  $AC$ ، به ترتیب با اندازه‌های ۵ و  $2\sqrt{6}$  واحد، حول خط گذرا از رأس  $C$  و موازی ضلع  $AB$ ، کدام است؟

(۴)  $80\pi$ (۳)  $75\pi$ (۲)  $70\pi$ (۱)  $60\pi$ 

محل انجام محاسبات

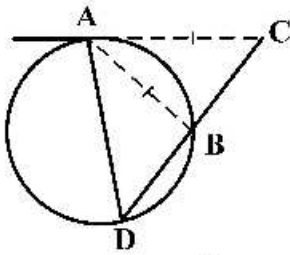
۱۳۱- در شکل زیر، اندازه قطعه مماس  $AC$ ، برابر وتر  $AB$  است. الزاماً کدام برابری درست است؟

(۱)  $BC = BA$

(۲)  $BD = AC$

(۳)  $BC = BD$

(۴)  $DA = DC$



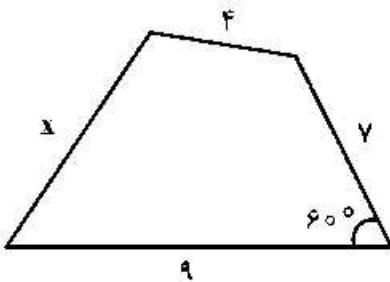
۱۳۲- چهارضلعی زیر، قابل محاط در یک دایره است.  $(x+2)$  کدام است؟

(۱)  $\sqrt{51}$

(۲)  $\sqrt{55}$

(۳)  $\sqrt{57}$

(۴)  $\sqrt{59}$



۱۳۳- کوچکترین دایره گذرا بر دو نقطه  $A(2, 5)$  و  $B(-4, 1)$ ، محور  $x$ ها را با کدام طول، قطع می‌کند؟

(۱)  $-3$  (۲)  $-3$  (۳)  $-1$  (۴)  $-2$  (۵)  $3$

۱۳۴- از بین دایره‌های گذرا از نقطه  $A(1, -4)$  و مماس بر خط‌های  $4x + 3y = 0$  و محور  $y$ ها، بزرگترین شعاع دایره، کدام است؟

(۱)  $\frac{5}{3}$  (۲)  $\frac{17}{9}$  (۳)  $\frac{7}{3}$  (۴)  $\frac{22}{9}$

۱۳۵- در یک بیضی به قطرهای  $8$  و  $2\sqrt{7}$  واحد و کانون‌های  $F$  و  $F'$ ، دایره‌ای به قطر  $F'F$  بیضی را در نقطه  $M$  قطع می‌کند. فاصله نقطه  $M$  تا نزدیک‌ترین کانون، کدام است؟

(۱)  $4 - 2\sqrt{2}$  (۲)  $2/5$  (۳)  $4 - \sqrt{2}$  (۴)  $3$

۱۳۶- اگر نقطه  $F(-5/25, -2)$  کانون سهمی  $y^2 + ay + bx + 1 = 0$  باشد، کوچکترین مقدار  $b$ ، کدام است؟

(۱)  $-4$  (۲)  $-3$  (۳)  $-2$  (۴)  $2$

۱۳۷- اگر  $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 5 \\ -3 & 0 & 4 \\ 1 & 0 & 2 \end{bmatrix}$  باشد، درایه‌های سطر اول ماتریس  $A^3$ ، کدام است؟

(۱)  $[30 \ 6 \ 64]$  (۲)  $[30 \ 6 \ 78]$

(۳)  $[24 \ 8 \ 86]$  (۴)  $[30 \ 6 \ 86]$

۱۳۸- از رابطه ماتریسی  $\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{bmatrix} X \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -4 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 8 \end{bmatrix}$ ، ماتریس  $X$ ، کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \begin{bmatrix} 7 & 9 \\ 2 & -2 \end{bmatrix} & (1) \\ \begin{bmatrix} 7 & 9 \\ 4 & 4 \end{bmatrix} & (2) \\ \begin{bmatrix} -9 & -7 \\ -4 & 4 \end{bmatrix} & (3) \\ \begin{bmatrix} -9 & -7 \\ 4 & 4 \end{bmatrix} & (4) \end{array}$$

۱۳۹- جواب‌های معادله  $\begin{vmatrix} -4 & 1 & 1 \\ 1 & 2-x & 1 \\ 3 & 2 & 3-x \end{vmatrix} = 0$ ، کدام است؟

$$\begin{array}{llll} 1, -4 & (1) & 1, 4 & (2) \\ 1, 5 & (3) & 2, 5 & (4) \end{array}$$

۱۴۰- مساحت نمودار منحنی  $3x^2 + \sqrt{3}xy + 2y^2 - 10 = 0$ ، کدام است؟

$$\begin{array}{llll} 6\pi & (1) & 7\pi & (2) \\ \frac{10\pi}{3} & (3) & \frac{20\pi}{\sqrt{21}} & (4) \end{array}$$

۱۴۱- اندازه اضلاع مثلث قائم‌الزاویه‌ای، به صورت  $x+1$ ،  $x+1$  و  $2x+3$  است. مساحت مثلث، کدام است؟

$$\begin{array}{llll} 60 & (1) & 56 & (2) \\ 45 & (3) & 39 & (4) \end{array}$$

۱۴۲- تعداد اعداد طبیعی چهار رقمی بخش‌پذیر بر ۵، با ارقام غیر تکراری، کدام است؟

$$\begin{array}{llll} 948 & (1) & 952 & (2) \\ 968 & (3) & 972 & (4) \end{array}$$

۱۴۳- تعداد جملات در بسط عبارت  $(a+b+c)^{12}$ ، کدام است؟

$$\begin{array}{llll} 72 & (1) & 78 & (2) \\ 84 & (3) & 91 & (4) \end{array}$$

۱۴۴- در جعبه‌ای ۷ کتاب ادبی، ۲ کتاب هنر و ۱۰ کتاب ریاضی موجود است. حداقل چند کتاب از این جعبه برداریم تا مطمئن باشیم، حداقل ۴ کتاب، هم موضوع است؟

$$\begin{array}{llll} 10 & (1) & 9 & (2) \\ 8 & (3) & 7 & (4) \end{array}$$

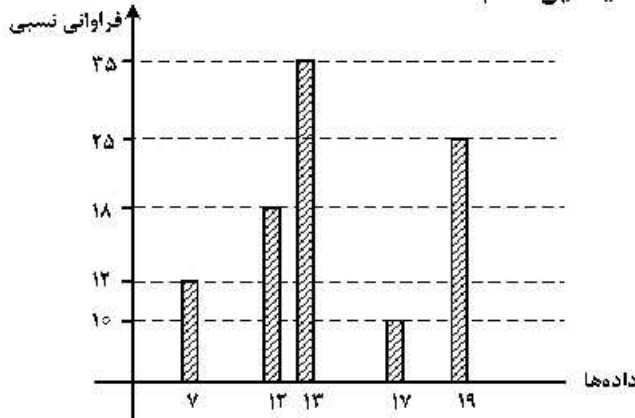
۱۴۵- به تصادف یک عدد طبیعی دو رقمی انتخاب می‌شود. با کدام احتمال، عدد انتخابی مضرب ۳ یا ۵ است؟

$$\begin{array}{llll} \frac{2}{5} & (1) & \frac{3}{5} & (2) \\ \frac{7}{15} & (3) & \frac{8}{15} & (4) \end{array}$$

۱۴۶- سه ظرف داریم. در ظرف اول ۹ مهره سفید، در دومی ۹ مهره سیاه و در سومی ۴ مهره سفید و ۵ مهره سیاه قرار دارند. به تصادف از یک ظرف ۲ مهره بیرون می‌آوریم. با کدام احتمال، لااقل یکی از این دو مهره سیاه است؟

$$\begin{array}{llll} \frac{1}{3} & (1) & \frac{11}{18} & (2) \\ \frac{25}{36} & (3) & \frac{13}{18} & (4) \end{array}$$

۱۴۷- با توجه به نمودار میله‌ای فراوانی داده‌های گسسته، میانگین کدام است؟



(۱) ۱۳

(۲) ۱۳/۸

(۳) ۱۴

(۴) ۱۴/۲

۱۴۸- در یک مسابقه ۳ راننده در سه روز متوالی با ۳ اتومبیل ۱، ۲ و ۳ در سه مسیر A، B و C شرکت می‌کنند. هر کدام از راننده‌ها فقط یک مسیر و یک اتومبیل را در روز انتخاب کرده و برنامه‌ریزی اتومبیل‌ها به صورت مربع لاتین زیر است. به چند طریق برنامه‌ریزی مسیر را می‌توان انجام داد، به شرط آن که نفر اول در روز اول، اتومبیل A را انتخاب نکند؟

۲	۳	۱
۳	۱	۲
۱	۲	۳

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۱۴۹- چند عدد طبیعی مضرب ۹ وجود دارد، که باقی‌مانده تقسیم آن اعداد بر ۴۳۰، با مجذور خارج قسمت، برابر باشد؟

(۴) ۷

(۳) ۶

(۲) ۵

(۱) ۴

۱۵۰- کوچک‌ترین مضرب مشترک دو عدد ۶۰ برابر بزرگ‌ترین مقسوم‌علیه مشترک آن‌ها است. اگر مجموع این دو عدد ۱۳۶ باشد، تفاضل آن دو عدد، کدام است؟

(۴) ۵۶

(۳) ۵۲

(۲) ۴۸

(۱) ۴۲

۱۵۱- اگر عدد  $2^n - 1$  بر عدد ۲۱۷ بخش‌پذیر باشد، تعداد اعداد دو رقمی II، کدام است؟

(۴) ۷

(۳) ۶

(۲) ۵

(۱) ۴

۱۵۲- عدد چهار رقمی  $\overline{aabb}$ ، مجذور عدد دو رقمی  $\overline{cc}$  است.  $a - b$ ، کدام است؟

(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۲

۱۵۳- اگر درجه رأس‌های یک گراف ۴، ۴، ۲، ۲، ۲ و ۲ باشد، تعداد تمام دورهای موجود، کدام است؟

(۴) ۶

(۳) ۵

(۲) ۴

(۱) ۳

۱۵۴- فرض کنید G درختی با ۴ یال باشد. تعداد رأس‌های درخت G، کدام است؟

(۴) ۵

(۳) ۶

(۲) ۴

(۱) ۳

۱۵۵- فرض کنید M نقطه برخورد خط گذرا از نقاط  $A(2, 2, 1)$  و  $B(2, -1, 5)$  با صفحه به معادله  $x + y + z = 1$  باشد.

فاصله نقطه M از B، کدام است؟

(۴)  $5\sqrt{13}$ (۳)  $10\sqrt{5}$ 

(۲) ۲۷

(۱) ۲۵



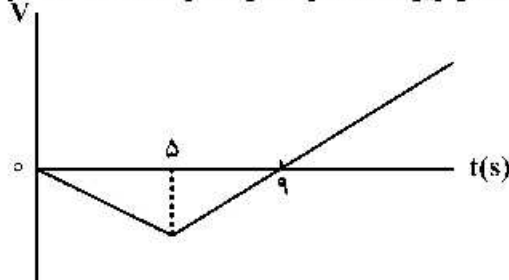
۱۵۶- مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی چه خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند؟

- (۱) قوی و موقت  
(۲) قوی و دائمی  
(۳) ضعیف و موقت  
(۴) ضعیف و دائمی

۱۵۷- متحرکی با شتاب ثابت  $\vec{a} = -4\vec{i}$  روی محور  $x$  حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی متحرک در ثانیه سوم حرکت برابر صفر باشد. مسافت طی شده توسط متحرک در بازه  $t_1 = 2s$  تا  $t_2 = 4s$ ، چند متر است؟

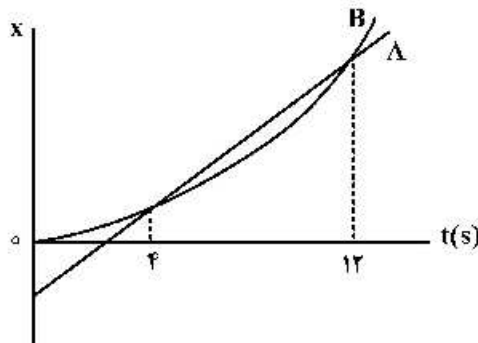
- (۱) ۳  
(۲) ۴  
(۳) ۵  
(۴) ۱۰

۱۵۸- نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور  $x$  حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر متحرک در لحظه  $t = 0$  در مکان  $x = 0$  باشد، پس از چند ثانیه دوباره از این نقطه عبور می‌کند؟



- (۱) ۱۵  
(۲) ۱۶  
(۳) ۱۸  
(۴) ۲۰

۱۵۹- نمودار مکان - زمان دو متحرک  $A$  و  $B$  مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متحرک  $B$  در چه لحظه‌ای برابر بزرگی سرعت متحرک  $A$  است؟ (نمودار  $B$  قسمتی از یک سهمی است.)



- (۱) ۱۰  
(۲) ۸  
(۳) ۶  
(۴) ۵

۱۶۰- متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت  $\frac{3}{2} \frac{m}{s^2}$  شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی حرکتش با

شتاب ثابت  $\frac{1}{2} \frac{m}{s^2}$  کند می‌شود و در نهایت می‌ایستد، اگر مسافت طی شده در کل مسیر ۶۰۰ متر باشد، مسافت طی

شده در ۳۰ ثانیه اول حرکت، چند متر است؟

- (۱) ۴۰۰  
(۲) ۴۵۰  
(۳) ۵۰۰  
(۴) ۵۵۰

۱۶۱- گلوله‌ای به جرم  $100g$  در شرایط خلاء از ارتفاع  $h$  رها می‌شود و پس از مدتی به زمین می‌رسد. اگر انرژی جنبشی گلوله در لحظه برخورد به زمین  $24/2J$  باشد، سرعت متوسط گلوله در آخرین ثانیه حرکتش چند متر بر ثانیه است؟

$$(g = 10 \frac{m}{s^2})$$

- (۱) ۲۲  
(۲) ۱۷  
(۳) ۱۵  
(۴) ۱۲

۱۶۲- گلوله‌ای در شرایط خلاء از ارتفاع ۹۰ متری زمین با سرعت اولیه  $V_0$  تحت زاویه  $37^\circ$  نسبت به افق روبه بالا پرتاب می‌شود و پس از ۵ ثانیه به ارتفاع ۴۰ متری زمین می‌رسد. بردار سرعت گلوله ۳ ثانیه پس از پرتاب، زاویه چند

درجه با بردار شتاب گلوله می‌سازد؟ ( $\sin 37^\circ = 0/6$  و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱) ۳۷  
(۲) ۴۵  
(۳) ۵۳  
(۴) ۹۰

۱۶۳- وزنه‌ای به جرم  $2\text{kg}$  را به انتهای فنری به طول  $30\text{cm}$  می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب روبه بالای  $2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به  $42\text{cm}$  می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب  $2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  به حرکت درمی‌آوریم. اگر در این حالت طول فنر به  $36\text{cm}$  برسد. ضریب

اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟  $(g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

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

۱۶۴- وزنه‌ای به جرم  $2\text{kg}$  را با طناب سبکی با شتاب  $2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  تندشونده روبه بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را

دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟  $(g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

- (۱)  $14$  (۲)  $7$  (۳)  $4$  (۴)  $2$

۱۶۵- اگر جرم جسم B،  $\frac{5}{8}$  جرم جسم A و تکانه جسم A،  $\frac{4}{3}$  تکانه جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B، کدام است؟

- (۱)  $\frac{10}{9}$  (۲)  $\frac{9}{10}$  (۳)  $\frac{6}{5}$  (۴)  $\frac{5}{6}$

۱۶۶- خودرویی به جرم  $3$  تن در سطح افقی، مسیر دایره‌ای را به صورت یکنواخت طی می‌کند. اگر بزرگی نیرویی که از طرف سطح زمین بر خودرو وارد می‌شود،  $10^4 \times \sqrt{10}\text{N}$  باشد، نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتون است؟

$(g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

- (۱)  $10^3$  (۲)  $10^4$  (۳)  $3 \times 10^3$  (۴)  $3 \times 10^4$

۱۶۷- دامنه نوسان وزنه‌ای به جرم  $1\text{kg}$  که به یک فنر با ثابت  $5\frac{\text{N}}{\text{cm}}$  متصل است،  $4\text{cm}$  است و روی سطح افقی نوسان می‌کند. اگر انرژی پتانسیل کشسانی این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر  $0/2\text{J}$  باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در این لحظه چند سانتي‌متر بر ثانيه است؟ (از نیروهای اتلافی صرف‌نظر شود.)

- (۱)  $20\sqrt{10}$  (۲)  $40\sqrt{10}$  (۳)  $20\sqrt{5}$  (۴)  $40\sqrt{5}$

۱۶۸- جسمی به جرم  $m$  به فنری به ثابت  $k$  متصل است و با دوره  $0/1\pi$  ثانیه نوسان می‌کند. اگر جرم جسم  $190\text{g}$  کاهش یابد با دوره  $0/09\pi$  ثانیه نوسان می‌کند.  $k$  چند نیوتون بر سانتي‌متر است؟

- (۱)  $2$  (۲)  $4$  (۳)  $20$  (۴)  $40$

۱۶۹- آونگ ساده‌ای در مدت  $72$  ثانیه،  $40$  نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا در همان مکان

و در همان مدت  $45$  نوسان کامل انجام دهد؟  $(g = \pi^2\frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

- (۱)  $9\text{cm}$  کاهش دهیم. (۲)  $9\text{cm}$  افزایش دهیم.  
(۳)  $17\text{cm}$  کاهش دهیم. (۴)  $17\text{cm}$  افزایش دهیم.

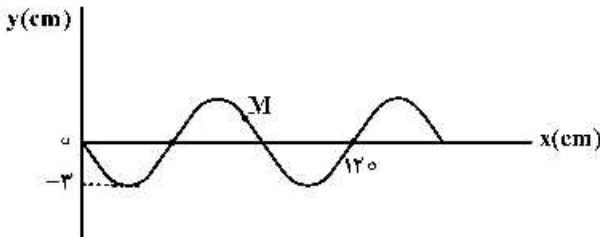
۱۷۰- دو شخص به فاصله‌های  $d_1$  و  $d_2$  از یک چشمه صوت قرار دارند. شخصی که در فاصله  $d_1$  قرار دارد، صدا را

۱۸ دسی‌بل بلندتر می‌شنود.  $\frac{d_2}{d_1}$  کدام است؟  $\log 2 = 0.3$  و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود).

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۹ (۴) ۱۶

۱۷۱- شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظه  $t = 0$  نشان می‌دهد که با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  در حال انتشار

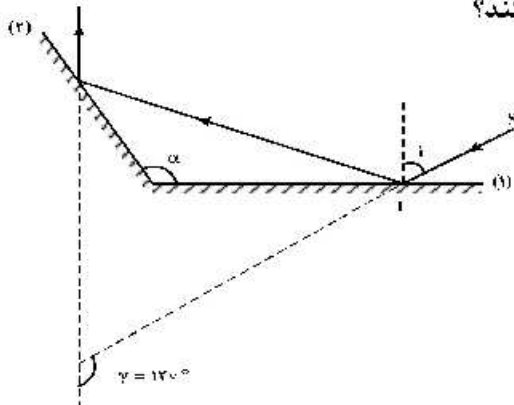
است. مسافتی که ذره M در بازه زمانی  $t_1 = 0.01 s$  تا  $t_2 = 0.05 s$  طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



- (۱) ۳  
(۲) ۶  
(۳) ۹  
(۴) ۱۲

۱۷۲- مطابق شکل زیر، پرتو SI تحت زاویه تابش  $i$  به آینه تخت (۱) می‌تابد. زاویه بین پرتو SI با پرتو بازتاب آینه (۲)،

$\gamma = 120^\circ$  است. اگر زاویه  $i$ ،  $20^\circ$  افزایش یابد،  $\gamma$  چه تغییری می‌کند؟



- (۱)  $40^\circ$  افزایش می‌یابد.  
(۲)  $20^\circ$  افزایش می‌یابد.  
(۳)  $20^\circ$  کاهش می‌یابد.  
(۴) ثابت می‌ماند.

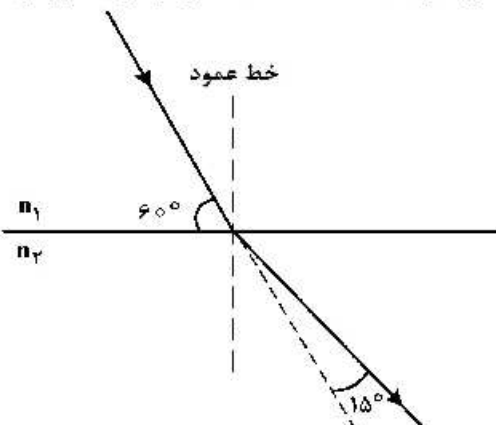
۱۷۳- جسمی در فاصله  $120$  سانتی‌متری یک عدسی واگرا قرار دارد و بزرگ‌نمایی عدسی  $0.4$  است. جسم را روی محور

اصلی چگونه جابه‌جا کنیم تا طول تصویر نصف طول جسم شود؟

- (۱)  $20$  سانتی‌متر از عدسی دور کنیم.  
(۲)  $20$  سانتی‌متر به عدسی نزدیک کنیم.  
(۳)  $40$  سانتی‌متر از عدسی دور کنیم.  
(۴)  $40$  سانتی‌متر به عدسی نزدیک کنیم.

۱۷۴- مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شود. طول موج نور در محیط (۲) چند برابر طول موج نور

در محیط (۱) است؟



- (۱)  $\sqrt{2}$   
(۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$   
(۳) ۲  
(۴)  $\frac{1}{2}$

۱۷۵- طول موج پنجمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر ( $n'=2$ ) تقریباً چند نانومتر است و این خط در کدام گستره طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟ ( $R = 0.011 \text{ (nm)}^{-1}$ )

- (۱) ۴۳۳، مرئی (۲) ۴۳۳، فرابنفش (۳) ۳۹۶، فروسرخ (۴) ۳۹۶، فرابنفش

۱۷۶- تابع کار دو فلز A و B، به ترتیب ۴/۵ eV و ۲ eV است. اگر نوری با طول موج ۱۵۰ nm به هر دو فلز بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های فلز A چند درصد کمتر از بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های B است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s})$$

- (۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۶۰ (۴) ۷۰

۱۷۷- در هسته‌های سنگین، یک پروتون با نیروی الکتروستاتیکی، ..... و با نیروی هسته‌ای .....

- (۱) فقط پروتون‌های نزدیک خود را دفع می‌کند - تمام نوکلئون‌های درون هسته را جذب می‌کند.  
(۲) تمام نوکلئون‌های درون هسته را دفع می‌کند - فقط نوکلئون‌های نزدیک خود را جذب می‌کند.  
(۳) فقط نوکلئون‌های مجاور خود را دفع می‌کند - تمام نوکلئون‌های هسته را جذب می‌کند.  
(۴) تمام پروتون‌های درون هسته را دفع می‌کند - فقط نوکلئون‌های مجاور خود را جذب می‌کند.

۱۷۸- نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۸ سال است. پس از گذشت چند سال ۸۷/۵ درصد از هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟

- (۱) ۱۶ (۲) ۲۴ (۳) ۳۲ (۴) ۶۴

۱۷۹- اگر اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی نقطه‌ای در ۳۰ سانتی‌متری آن،  $\frac{N}{C} \times 10^4 \times \frac{1}{6}$  کمتر از اندازه میدان الکتریکی در ۱۰ سانتی‌متری آن باشد، اندازه میدان الکتریکی در فاصله یک متری آن ذره باردار چند نیوتون بر کولن است؟

- (۱) ۹۰ (۲) ۱۲۰ (۳) ۱۸۰ (۴) ۲۴۰

۱۸۰- در شکل زیر، برابری نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای الکتریکی صفر است. نسبت‌های  $\frac{x}{r}$  و  $\frac{q_2}{q_1}$  به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

$$q_1 = -\frac{9}{4}q_2$$

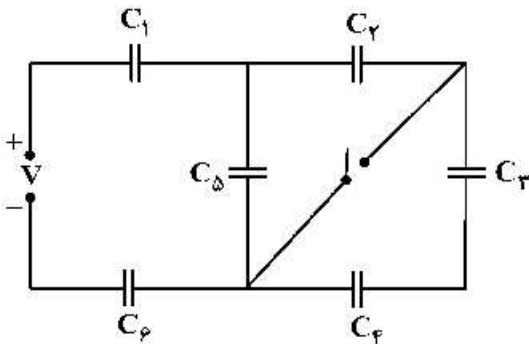
(۱)  $9, \frac{3}{4}$  (۲)  $-9, \frac{3}{4}$  (۳)  $9, \frac{3}{4}$  (۴)  $-9, \frac{3}{4}$

۱۸۱- در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت  $E = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، بار نقطه‌ای  $q = -5 \mu\text{C}$  از طریق مسیر نشان داده شده از نقطه A به نقطه B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره باردار چند ژول تغییر می‌کند؟



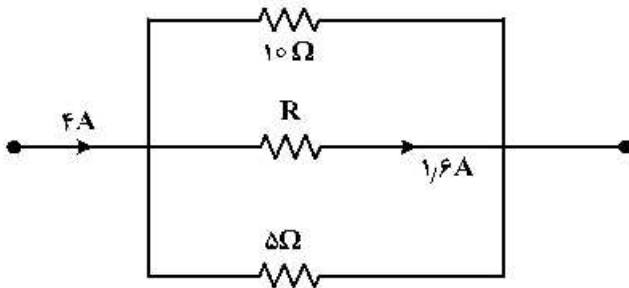
- ۱۸۲- ظرفیت خازنی  $12\mu F$  و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه آن  $V_1$  است. اگر  $6\mu C$  بار الکتریکی را از صفحه منفی آن به صفحه مثبت انتقال دهیم، انرژی ذخیره شده در آن  $28/5$  کاهش می‌یابد.  $V_1$  چند ولت است؟
- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۱۸۳- در مدار زیر، همه خازن‌ها مشابه‌اند و ابتدا کلید باز است. با بستن کلید، بار خازن  $C_5$  چند برابر می‌شود؟



- (۱)  $\frac{11}{12}$   
(۲)  $\frac{11}{15}$   
(۳)  $\frac{2}{5}$   
(۴)  $\frac{2}{10}$

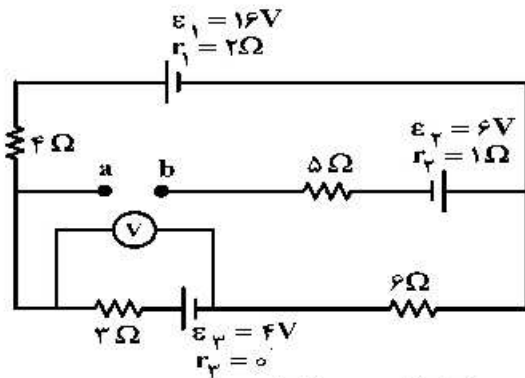
- ۱۸۴- شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی است. انرژی که در مدت ۲۵ دقیقه در مقاومت  $R$  مصرف می‌شود، چند کیلو ژول است؟



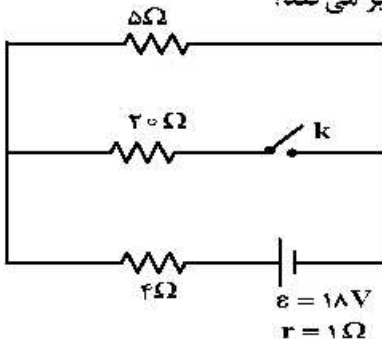
- (۱)  $4/8$   
(۲)  $9/6$   
(۳)  $19/2$   
(۴)  $27/4$

- ۱۸۵- در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟

- (۱)  $5/6$   
(۲)  $2/4$   
(۳)  $5/2$   
(۴)  $6/4$



- ۱۸۶- در مدار زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت  $5\Omega$  اهمی چگونه تغییر می‌کند؟

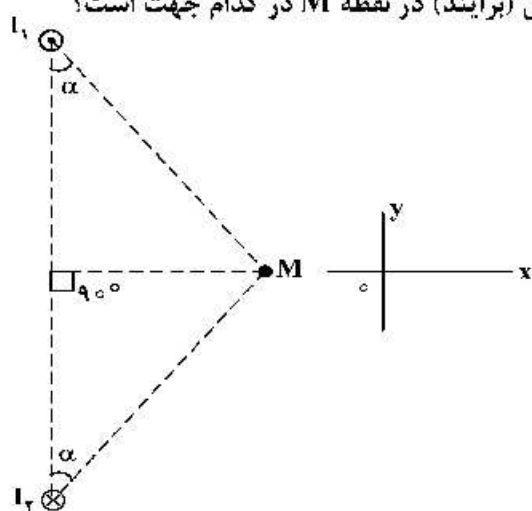


- (۱) ۸ ولت کاهش می‌یابد.  
(۲) ۸ ولت افزایش می‌یابد.  
(۳) یک ولت کاهش می‌یابد.  
(۴) یک ولت افزایش می‌یابد.

۱۸۷- مقاومت الکتریکی سیمی  $6\ \Omega$  است.  $\frac{3}{4}$  سیم را بریده و کنار می‌گذاریم و  $\frac{1}{4}$  باقی‌مانده را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا آن را یکنواخت نازک کرده و طولش را به طول سیم اولیه برساند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می‌شود؟

- (۱) ۹ (۲) ۱۲ (۳) ۱۸ (۴) ۲۴

۱۸۸- شکل زیر، مقطع دو سیم بلند و موازی را نشان می‌دهد که بر صفحه کاغذ عمودند و از آن‌ها جریان‌های برابر و در جهت‌های نشان داده شده عبور می‌کند، میدان مغناطیسی خالص (برایند) در نقطه M در کدام جهت است؟

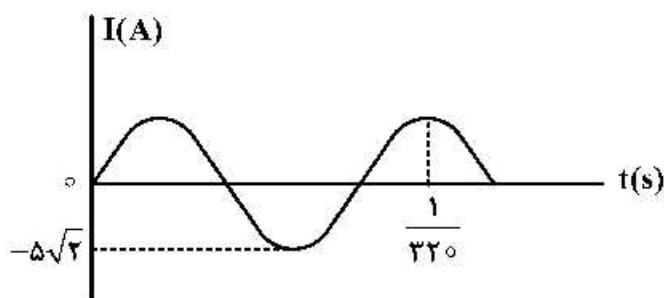


- (۱) در جهت محور X  
(۲) در جهت محور Y  
(۳) خلاف جهت محور X  
(۴) خلاف جهت محور Y

۱۸۹- حلقه‌ای به مساحت  $200\text{ cm}^2$  درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی  $B = 0.004\text{ T}$  قرار دارد و خطوط میدان با سطح حلقه زاویه  $60^\circ$  درجه می‌سازند. شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد، چند وبر است؟

- (۱)  $2 \times 10^{-3}$  (۲)  $4 \times 10^{-5}$  (۳)  $4\sqrt{3} \times 10^{-3}$  (۴)  $4\sqrt{3} \times 10^{-5}$

۱۹۰- نمودار تغییرات یک جریان متناوب سینوسی به صورت شکل زیر است، اندازه جریان در لحظه  $\frac{1}{320}$  ثانیه چند آمپر است؟



- (۱)  $2/5$   
(۲)  $2/5\sqrt{2}$   
(۳)  $5$   
(۴)  $5\sqrt{2}$

۱۹۱- در شکل زیر، ورزشکار توپ را با تندی (سرعت) اولیه  $\frac{m}{s}$  پرتاب می‌کند و اندازه سرعت توپ در لحظه ورود به سبد

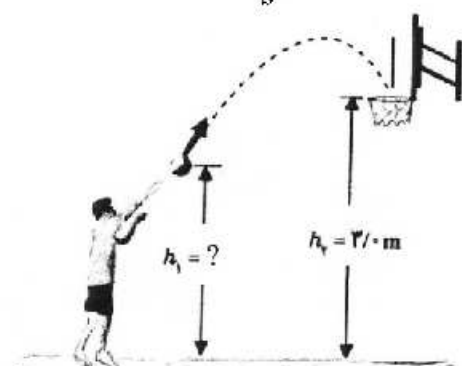
$\frac{m}{s}$  است. فاصله نقطه پرتاب توپ تا سطح زمین ( $h_1$ ) چند متر است؟ (مقاومت هوا ناچیز و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  است.)

(۱) ۲/۴۵

(۲) ۲/۴۶

(۳) ۲/۵۵

(۴) ۲/۶۴



۱۹۲- پمپ آبی در هر دقیقه ۳ متر مکعب آب رودخانه‌ای را به نقطه‌ای منتقل می‌کند که ارتفاع آن تا سطح آب رودخانه

۲۴ متر است. اگر توان ورودی پمپ ۲۰ کیلووات باشد، بازده پمپ چند درصد است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$  و  $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$ )

(۱) ۷۰

(۲) ۶۰

(۳) ۴۰

(۴) ۳۰

۱۹۳- در یک لوله استوانه‌ای که مساحت قاعده آن  $5 cm^2$  است، ۱۳۶ گرم جیوه و ۱۳۶ گرم آب می‌ریزیم. اگر چگالی جیوه

و چگالی آب به ترتیب  $\frac{g}{cm^3}$  و  $\frac{g}{cm^3}$  باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟

( $P_0 = 76 cmHg$ ,  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

(۱) ۵۴/۴

(۲) ۵۴۴۰۰

(۳) ۱۰۸/۸

(۴) ۱۰۸۸۰۰

۱۹۴- مطابق شکل زیر، درون لوله U شکلی که به یک مخزن گاز متصل است، حجم مساوی از آب و روغن قرار دارد. فشار

پیمانه‌ای مخزن گاز چند میلی‌متر جیوه است؟

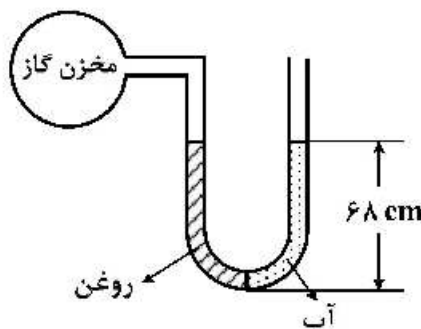
( $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$ ,  $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$ ,  $\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \frac{g}{cm^3}$  و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

(۱) ۱

(۲) ۵

(۳) ۱۰

(۴) صفر



۱۹۵- به دو کره فلزی توپر A و B که جرم مساوی دارند و حجم کره B، ۴ برابر حجم کره A است، گرمای مساوی می‌دهیم.

اگر گرمای ویژه A نصف گرمای ویژه B و ضریب انبساط خطی A نصف ضریب انبساط خطی B باشد، تغییر حجم کره

A چند برابر تغییر حجم کره B است؟

(۱) ۴

(۲) ۲

(۳)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{1}{4}$

۱۹۶- چند گرم آب  $50^\circ$  درجه سلسیوس را روی  $45^\circ$  گرم یخ صفر درجه سلسیوس بریزیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی،  $52^\circ$  گرم آب صفر درجه سلسیوس در ظرف ایجاد شود؟ (اتلاف گرما ناچیز است و  $L_f = 336000 \frac{J}{kg}$  و  $C_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg.K}$ )

(۴) ۳۲۰

(۳) ۳۰۰

(۲) ۲۶۰

(۱) ۷۰

۱۹۷- حجم گاز آرمانی (کامل) در دمای  $47^\circ C$  برابر ۲ لیتر و فشار آن  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$  است. ابتدا در فشار ثابت دمای گاز  $40^\circ C$  افزایش می‌یابد و سپس در دمای ثابت حجم گاز ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. فشار نهایی گاز چند پاسکال است؟

(۴)  $8 \times 10^5$

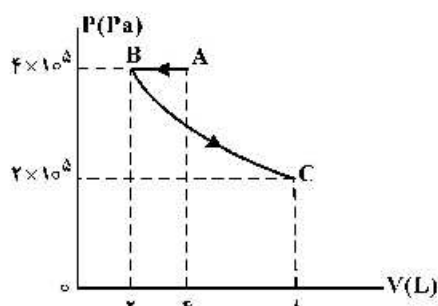
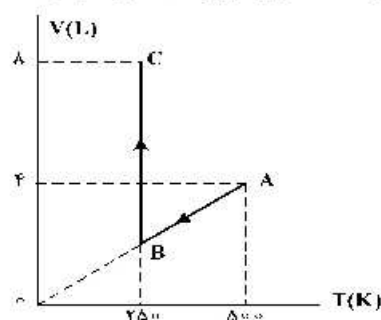
(۳)  $4 \times 10^5$

(۲)  $2.5 \times 10^5$

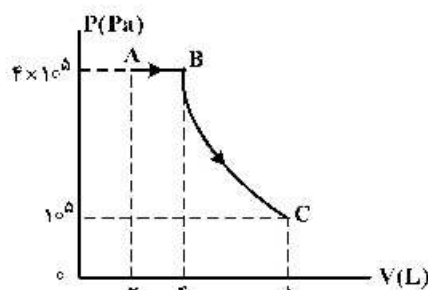
(۱)  $2.4 \times 10^5$

۱۹۸- نمودار  $(V-T)$  برای  $n/4$  مول گاز آرمانی (کامل) به صورت شکل زیر است. نمودار  $(P-V)$  ی مربوط به این دو فرایند

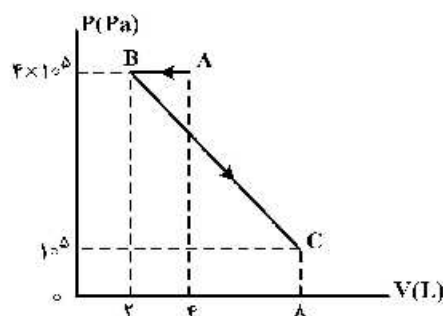
$$\left( R = 8 \frac{J}{\text{mol.K}} \right) \text{ کدام است؟}$$



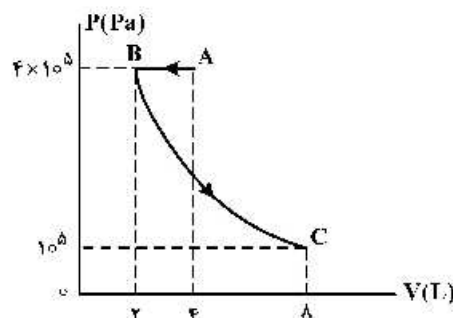
(۲)



(۱)



(۴)

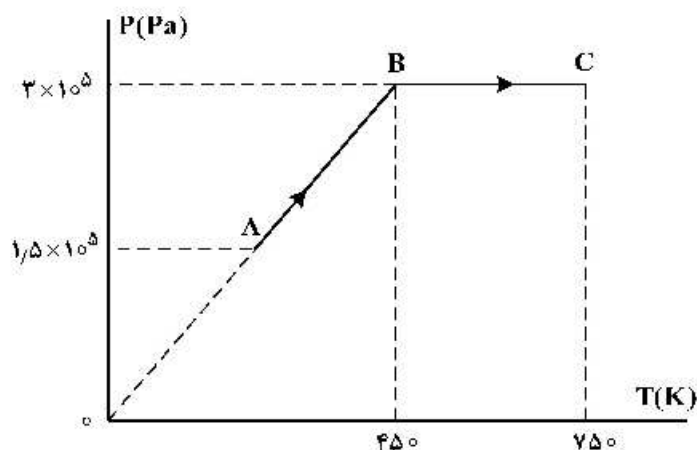


(۳)



۱۹۹- نمودار (P-T) مربوط به یک مول گاز آرمانی (کامل) تک اتمی به صورت شکل زیر است، کار انجام شده روی گاز در

فرایند AB و گرمای مبادله شده در فرایند BC، به ترتیب هر کدام چند ژول است؟  $(C_p = \frac{5}{2}R, R = 8 \frac{J}{mol.K})$



(۱) صفر، ۳۶۰۰

(۲) صفر، ۶۰۰۰

(۳) ۳۶۰۰، ۲۷۰۰

(۴) ۶۰۰۰، ۲۷۰۰

۲۰۰- یک کپسول فلزی به حجم ۳۰ لیتر محتوی گاز اکسیژن در فشار  $5 \times 10^5$  پاسکال و دمای ۲۷ درجه سلسیوس است،

مقداری از اکسیژن را از کپسول خارج می‌کنیم به طوری که فشار گاز باقیمانده به  $2/9 \times 10^5$  پاسکال و دمای ۱۷ درجه سلسیوس می‌رسد. جرم گاز خارج شده از کپسول چند گرم است؟

$$(M_{O_2} = 32 \frac{g}{mol} \text{ و } R = 8 \frac{J}{mol.K})$$

(۴) ۱۰۰

(۳) ۸۰

(۲) ۶۰

(۱) ۴۰

محل انجام محاسبات

۲۰۱-  $n+1$  برای  $a$  الکترون ظرفیتی اتم کروم ( $24\text{Cr}$ ) برابر  $m$  است و برای  $b$  الکترون ظرفیتی دیگر، برابر  $x$  است.  $a$ ،  $b$  و  $x$  به ترتیب از راست به چپ کدام عددها می‌توانند باشد؟

- (۱) ۵، ۴، ۱  
(۲) ۵، ۴، ۲  
(۳) ۵، ۴، ۵  
(۴) ۵، ۴، ۱

۲۰۲- شمار پروتون‌های یون  $^{22}\text{M}^{2+}$  برابر  $5/8$  شمار نوترون‌های آن است. عنصر  $M$  با کدام عنصر در جدول تناوبی هم دوره است و در این یون، چند لایه از الکترون پر شده است؟

- (۱) ۳، ۳۶  
(۲) ۴، ۳۶  
(۳) ۳، ۱۶  
(۴) ۴، ۱۶

۲۰۳- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- جرم اتمی  $^1\text{H}$  اندکی از  $1\text{amu}$  بیشتر است.
- عنصر  $X$  با عنصر  $Z$  هم گروه و با عنصر  $Y$  هم دوره است.
- در تناوب سوم جدول تناوبی، پنج عنصر جای دارند که نماد شیمیایی آن‌ها، دو حرفی است.
- هر ستون جدول تناوبی، شامل عنصرهایی با خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است و گروه نامیده می‌شود.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۰۴- اگر در اتم عنصر  $X$  ۱۲ الکترون دارای عدد کوانتومی اوربیتالی ۱ و ۱۰ الکترون دارای عدد کوانتومی اوربیتالی ۲ بوده و

مجموع عددهای کوانتومی اسپینی الکترون‌ها، برابر  $\frac{1}{2} +$  باشد، چند مورد از مطالب زیر، درباره آن درست است؟

- این عنصر در گروه ۱۲ جدول تناوبی جای دارد.
- عدد اتمی آن برابر ۲۸ و با عنصر  $D$  هم گروه است.
- چهار لایه الکترونی اتم آن، از الکترون اشغال شده است.
- عنصری واسطه و هم دوره با عنصر  $A$  در جدول تناوبی است.
- شمار الکترون‌های یون  $X^{2+}$  با شمار الکترون‌های اتم  $D$  برابر است.

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۲۰۵- تفاوت انرژی شبکه بلور (آنتالپی فروپاشی) کدام دو ترکیب، کمتر است؟

- (۱)  $\text{KF}$ ،  $\text{LiCl}$  (۲)  $\text{LiBr}$ ،  $\text{NaF}$  (۳)  $\text{LiF}$ ،  $\text{NaCl}$  (۴)  $\text{Na}_2\text{O}$ ،  $\text{MgF}_2$

۲۰۶- کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

- (آ) بار الکتریکی  $-2$  در یون  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ، به اتم‌های اکسیژن تعلق دارد.
- (ب) در فرمول شیمیایی اسکاندیم کربنات، شمار آنیون‌ها  $1/5$  برابر شمار کاتیون‌ها است.
- (پ) دلیل اصلی خنثی بودن جامدهای یونی، برابر بودن شمار یون‌های ناهمنام در آن‌هاست.
- (ت) انرژی شبکه بلور، مقدار انرژی آزاد شده هنگام تشکیل یک مول جامد یونی از یون‌های گازی سازنده آن است.

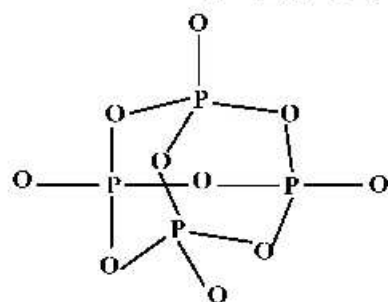
- (۱) آ، ب (۲) آ، پ (۳) ب، پ (۴) ب، ت

۲۰۷- اگر فرمول شیمیایی فسفات فلزی به صورت  $X_3(\text{PO}_4)_2$  باشد، فرمول شیمیایی سولفید و نیتريد آن، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و این فلز در کدام گروه جدول تناوبی ممکن است جای داشته باشد؟

- (۱)  $\text{XSO}_4$ ،  $\text{X}(\text{NO}_3)_3$ ، ۸ (۲)  $\text{XS}$ ،  $\text{X}_3\text{N}_3$ ، ۸  
(۳)  $\text{X}(\text{SO}_4)_2$ ،  $\text{XNO}_2$ ، ۲ (۴)  $\text{XS}$ ،  $\text{X}_3\text{N}_3$ ، ۲

۲۰۸- کدام مطلب درست است؟

- (۱) زاویه پیوند بین اتم‌ها در مولکول‌های  $\text{BCl}_3$  و  $\text{SO}_3$  برابرند.
  - (۲) شکل هندسی آنیون و کاتیون در آمونیوم کلرات، یکسان است.
  - (۳) شمار قلمروهای الکترونی پیرامون اتم مرکزی یون  $\text{ClF}_4^-$  و مولکول  $\text{SF}_6$  برابر است.
  - (۴) مولکول‌های  $\text{SOCl}_2$  و  $\text{COCl}_2$ ، هر دو قطبی‌اند و شکل هندسی آن‌ها، یکسان است.
- ۲۰۹- با توجه به شکل زیر، که ساختار مولکول  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  را نشان می‌دهد، کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟  
(آ) همه اتم‌ها در آن، چهار قلمرو الکترونی دارند.



- (ب) عدد اکسایش هر اتم فسفر در آن، برابر +۴ و شمار پیوندها از شمار اتم‌ها بیشتر است.
- (پ) شمار پیوندهای کووالانسی داتیو،  $5/2$  شمار کل پیوندهای کووالانسی بین اتم‌ها در آن است.
- (ت) شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها در آن،  $1/5$  برابر شمار جفت الکترون‌های پیوندی است.

- (۱) آ، پ
- (۲) ب، ت
- (۳) ب، پ، ت
- (۴) آ، پ، ت

۲۱۰- کدام مطلب زیر، نادرست است؟ ( $\text{H} = 1, \text{C} = 12 : \text{g.mol}^{-1}$ )

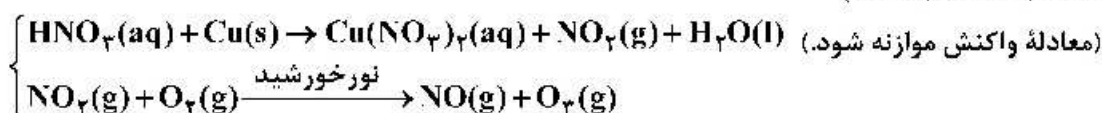
- (۱) نام آلکانی با فرمول  $(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{Cl}$ ، ۳-اتیل پنتان و همپار هپتان است.
  - (۲) سیکلوپنتان همپار پنتن است و نسبت شمار اتم‌های کربن به هیدروژن در آن، ۱ به ۲ است.
  - (۳) بنزن یک هیدروکربن سیر نشده است و در واکنش کامل با هیدروژن، به سیکلوهگزان مبدل می‌شود.
  - (۴) تفاوت جرم مولی ششمین عضو خانواده آلکین‌ها با جرم مولی ششمین عضو خانواده آلکان‌ها، برابر ۱۴ گرم است.
- ۲۱۱- مخلوطی از بنزآلدهید و یک ترکیب با ساختار درون یک ظرف دربسته به‌طور کامل سوزانده می‌شود. اگر میزان آب حاصل برابر  $7/8$  مول و  $\text{CO}_2$  تولید شده برابر  $9/4$  مول باشد، درصد مولی بنزآلدهید در این مخلوط کدام است؟ (از سوختن هر دو ترکیب،  $\text{CO}_2(\text{g})$  و  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  تشکیل می‌شود.

$$(\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1})$$

- (۱) ۱۵
- (۲) ۲۵
- (۳) ۲۵
- (۴) ۳۰

- ۲۱۲- بر پایه واکنش‌های زیر اگر  $63^\circ$  گرم نیتریک اسید با خلوص  $80$  درصد با فلز مس واکنش دهد، چند مول مس ( $\text{H}$ ) نترات تشکیل می‌شود و گاز اوزونی که از واکنش گاز  $\text{NO}_2$  تولید شده در این فرایند با گاز اکسیژن به‌دست می‌آید، در شرایط STP، چند لیتر حجم دارد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،

$$(\text{H} = 1, \text{N} = 14, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1})$$



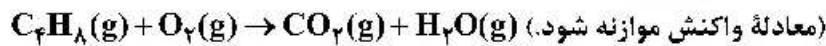
- (۱)  $67/2$ ، ۲
- (۲)  $67/2$ ، ۴
- (۳)  $89/6$ ، ۲
- (۴)  $89/6$ ، ۴

۲۱۳- برای تولید  $\frac{2}{8}$  تن آهن از سنگ معدن  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  با خلوص ۵۰ درصد، مطابق واکنش:  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3\text{CO}(g) \rightarrow 2\text{Fe}(s) + 3\text{CO}_2(g)$   
 با بازده ۸۰ درصد، چند تن از این سنگ معدن لازم است و گاز  $\text{CO}_2$  حاصل را با چند کیلوگرم کلسیم اکسید می‌توان جذب کرد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،

$$(C = 12, O = 16, Ca = 40, Fe = 56; \text{g.mol}^{-1})$$

$$(1) 10, 3250 \quad (2) 8, 3250 \quad (3) 10, 4200 \quad (4) 8, 4200$$

۲۱۴- دو ظرف دربسته یکسان، با دمای برابر، یکی دارای  $\frac{5}{24}$  مول گاز اکسیژن (ظرف I) و دیگری دارای  $\frac{11}{2}$  گرم گاز بوتن (ظرف II) است، کدام مطلب درباره آن‌ها، نادرست است؟  
 $(H = 1, C = 12, O = 16; \text{g.mol}^{-1})$



(۱) فشار گاز در ظرف I در مقایسه با ظرف II، بیشتر است.

(۲) برای واکنش کامل دو گاز با یکدیگر، مقدار کافی از اکسیژن وجود ندارد.

(۳) شمار اتم‌های سازنده مولکول‌های گاز در ظرف II، ۴ برابر شمار آن‌ها در ظرف I است.

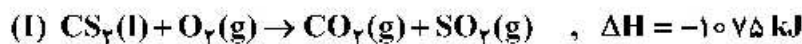
(۴) مجموع حجم دو گاز اولیه در شرایط STP، برابر حجم  $\frac{12}{32}$  گرم گاز CO در همان شرایط است.

۲۱۵- اگر آلومینیم در واکنش با هر یک از گازهای اکسیژن و فلوئور،  $3/01 \times 10^{24}$  الکترون از دست بدهد، نسبت جرم آلومینیم فلوئورید تولید شده به جرم آلومینیم اکسید تولید شده، به تقریب کدام است؟

$$(O = 16, F = 19, Al = 27; \text{g.mol}^{-1})$$

$$(1) 1/56 \quad (2) 1/65 \quad (3) 2/35 \quad (4) 3/25$$

۲۱۶- با توجه به واکنش‌های گرمایشیایی زیر:



گرمای سوختن هر گرم آمونیاک با گرمای سوختن چند گرم کربن دی‌سولفید برابر است و سوختن هر مول آمونیاک در واکنش (II)، چند مول گاز تولید می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،

$$(H = 1, C = 12, N = 14, S = 32; \text{g.mol}^{-1})$$

$$(1) 1/59, 0/5 \quad (2) 2/19, 2$$

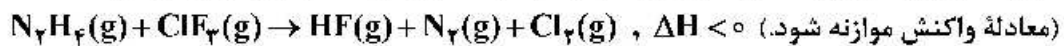
$$(3) 1/59, 1 \quad (4) 2/19, 2/25$$

۲۱۷- در یک گرماسنج که در آن به جای آب از گلیسرین استفاده می‌شود، با انجام یک واکنش، دمای ۹۲۰ گرم گلیسرین،  $5^\circ\text{C}$  بالا می‌رود. اگر در این گرماسنج با شرایط مشابه، دمای ۶۲۰ گرم اتیلن‌گلیکول،  $8^\circ\text{C}$  بالا رود، نسبت ظرفیت گرمایی مولی گلیسرین به ظرفیت گرمایی مولی اتیلن‌گلیکول کدام است و اگر ظرفیت گرمایی ویژه اتیلن‌گلیکول برابر  $2/5 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$  در نظر گرفته شود، ظرفیت گرمایی ویژه گلیسرین، به تقریب چند  $\text{J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$  است؟

$$(H = 1, C = 12, O = 16; \text{g.mol}^{-1}) \quad (\text{گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.})$$

$$(1) 1/4, 2/18 \quad (2) 1/4, 2/35 \quad (3) 1/6, 2/54 \quad (4) 1/6, 2/69$$

۲۱۸- اگر واکنش زیر، درون یک سیلندر روان انجام شود، چند مورد از مطالب زیر درباره آن درست است؟

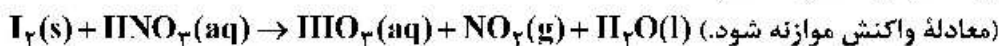
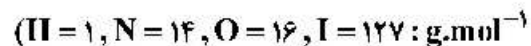


- $\Delta E$  آن برابر  $q + w$  است.
- $\Delta H$  آن برابر  $\Delta E - w$  است.
- علامت  $\Delta S$  و  $\Delta G$  آن منفی است.
- سامانه واکنش روی محیط، کار انجام می‌دهد و علامت  $w$  مثبت است.
- مجموع ضرایب‌های استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده آن، برابر ۲۴ است.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۲۱۹- کدام مطلب، درست است؟

- (۱)  $\Delta H^\circ$  ذوب هر ماده از  $\Delta H^\circ$  تبخیر آن، بیشتر است.
  - (۲)  $\Delta H^\circ$  های ذوب و تبخیر آب از  $\Delta H^\circ$  های ذوب و تبخیر بنزن بیشتر است.
  - (۳) نیروهای بین مولکولی، نقش مهمی در تعیین مقدار  $\Delta H^\circ$  های ذوب و تبخیر مواد دارند.
  - (۴) تفاوت  $\Delta H^\circ$  ذوب با  $\Delta H^\circ$  تبخیر جیوه، در مقایسه با بسیاری از مواد مایع و گاز، کمتر است.
- ۲۲۰- با توجه به واکنش زیر، چند گرم ید لازم است تا ۰/۲ مول گاز  $\text{NO}_2$  تشکیل شود و نیتریک اسید مصرفی، هم ارز چند لیتر محلول ۵۰۰۰ ppm آن است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،



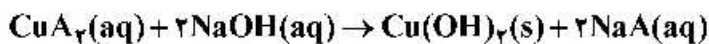
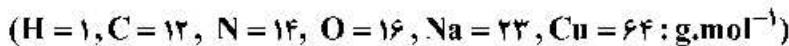
(۱) ۲/۲۵ ، ۵/۰۸ (۲) ۲/۵۲ ، ۵/۰۸ (۳) ۲/۲۵ ، ۲/۵۴ (۴) ۲/۵۲ ، ۲/۵۴

۲۲۱- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- انحلال گازها در آب، گرماده است.
- محلول برخی مواد آلی در آب، خاصیت رسانایی دارد.
- افزایش فشار و دما، روی انحلال پذیری گازها در آب، عکس یکدیگر عمل می‌کند.
- کاهش دما، انحلال پذیری لیتیم سولفات و پتاسیم نیترات را در آب، افزایش می‌دهد.

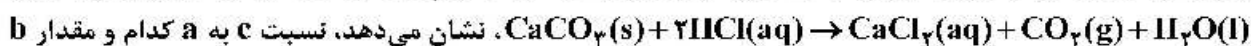
(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۲۲- اگر ۴/۵۵ گرم از یکی از نمک‌های مس (II) با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۵ مولار سدیم هیدروکسید واکنش کامل دهد، آنیون این نمک مس کدام است و در این واکنش، چند گرم  $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$  تشکیل می‌شود؟



(۱) استات، ۲/۴۵ (۲) استات، ۲/۳۷ (۳) نیترات، ۲/۴۵ (۴) نیترات، ۲/۳۷

۲۲۳- با توجه به داده‌های جدول‌های زیر که تغییر مقدار و غلظت گاز  $\text{CO}_2$  نسبت به زمان را در واکنش:



چند مول بر ثانیه است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید،  $\text{CO}_2 = 44 \text{ g.mol}^{-1}$ )

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰
جرم کربن دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	.....	.....	.....

زمان (s)	$n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	$\Delta n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}, (\text{mol.s}^{-1})$
۰	۰	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-3}$
۱۰	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-3}$
۲۰	$2/50 \times 10^{-2}$	....a....	.....
۳۰	.....	.....	....b....
۴۰	.....	....c....	.....
۵۰	.....		

$$2 \times 10^{-3}, 0/055 (2)$$

$$4/3 \times 10^{-3}, 0/22 (1)$$

$$2 \times 10^{-4}, 0/055 (4)$$

$$2/5 \times 10^{-4}, 0/22 (3)$$

۲۲۴- انرژی فعال‌سازی واکنش:  $2\text{NO}(g) \rightarrow \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$ ، برابر  $380$  کیلوژول است. اگر تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های آن برابر  $180$  کیلوژول و واکنش گرماده باشد، کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟  
 (آ) به ازای مصرف  $0/25$  مول گاز  $\text{NO}$ ،  $0/125$  مول گاز  $\text{N}_2$  تشکیل و  $45$  کیلوژول گرما آزاد می‌شود.  
 (ب) آنتالپی واکنش برابر  $-180$  کیلوژول است و سطح انرژی فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است.  
 (پ) با کاربرد کاتالیزگر، شمار ذره‌هایی که در واحد زمان به فراورده تبدیل می‌شوند، افزایش یافته و سرعت واکنش بیشتر می‌شود.

(ت) اگر با کاربرد کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی واکنش به  $190$  کیلوژول برسد، تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها،  $50$  درصد کاهش می‌یابد.

(۱) آ، پ (۲) ب، ت (۳) آ، پ، ت (۴) ب، پ

۲۲۵- با توجه به داده‌های جدول زیر، اگر روزانه  $800/000$  خودرو در شهری رفت و آمد کنند و هر خودرو، به‌گونه میانگین،  $50$  کیلومتر مسافت را پیماید، با نصب مبدل کاتالیستی در آگزوز موتور خودرو، روزانه از ورود چند تن از این سه ماده آلاینده به هوا جلوگیری می‌شود و در این شرایط، چند درصد جرمی گازهای خروجی از آگزوز را گاز  $\text{CO}$  تشکیل خواهد داد؟

فرمول شیمیایی آلاینده	$\text{CO}$	$\text{C}_x\text{H}_y$	$\text{NO}$
مقدار آلاینده	۶/۰	۱/۶۶	۱/۰۳
$\text{g.km}^{-1}$	۰/۶	۰/۰۶	۰/۰۴
در مجاورت مبدل			
در نبود مبدل			

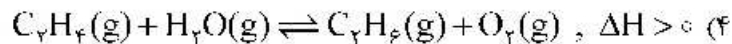
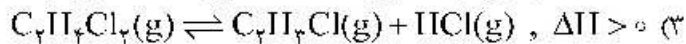
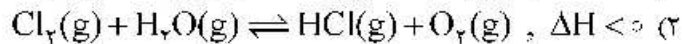
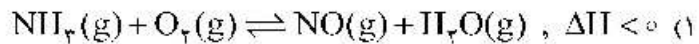
$$288/4, 74/14 (1)$$

$$288/4, 85/71 (2)$$

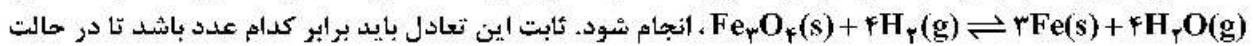
$$319/6, 74/14 (3)$$

$$319/6, 85/71 (4)$$

۲۲۶- در کدام واکنش تعادلی، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله موازنه شده آن بیشتر و تأثیر افزایش دما و فشار هم جهت با یکدیگر است؟



۲۲۷- مقداری  $\text{H}_2(\text{g})$  و  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$  را در ظرفی یک لیتری در بسته وارد می‌کنیم تا واکنش:



تعادل، غلظت مولار  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  دو برابر غلظت مولار  $\text{H}_2(\text{g})$  باشد و در این صورت، اگر  $0.6$  مول آهن در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، به تقریب، چند درصد جرمی مخلوط گازی در حالت تعادل، گاز هیدروژن است؟ (گزینه‌ها را

از راست به چپ بخوانید،  $\text{H} = 1, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$ )

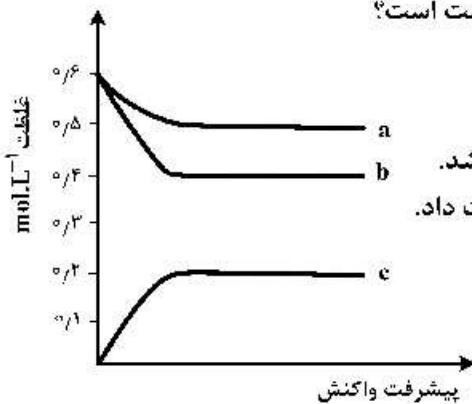
(۴)  $16, 5.26$

(۳)  $16, 14.8$

(۲)  $8, 5.26$

(۱)  $8, 14.8$

۲۲۸- با توجه به نمودار زیر، کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ واکنش مربوط درست است؟



(آ) ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش برابر  $5 \text{ L.mol}^{-1}$  است.

(ب)  $a, b$  و  $c$  می‌توانند به ترتیب،  $\text{H}_2(\text{g}), \text{I}_2(\text{g})$  و  $\text{HI}(\text{g})$  باشند.

(پ) می‌تواند به واکنش:  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{g})$  مربوط باشد.

(ت) می‌توان آن را به واکنش:  $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$  نسبت داد.

(۱) آ، پ

(۲) آ، ب

(۳) ب، ت

(۴) ب، ت

۲۲۹- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- یون  $\text{HCO}_3^-$ ، نمونه‌ای از ترکیب‌های آمفوتر است.
- بر اثر آبکافت یون آمونیوم،  $\text{pH}$  محلول کاهش می‌یابد.
- در فرد سالم، تغییرات  $\text{pH}$  خون در حد  $0.1$  واحد است.
- بر پایهٔ نظریهٔ اسید و باز لوری - برونستد،  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$  بازی قوی‌تر از  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$  است.
- در واکنش:  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{aq})$ ، آب نقش باز لوری - برونستد را دارد.

(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۲

۲۳۰- کدام مطالب زیر، درست‌اند؟

(آ) همهٔ بازهای آرنیوس در ساختار خود، یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-$ ) دارند.

(ب) تعریف آرنیوس برای اسیدها یا بازها، به محلول‌های آبی محدود می‌شود.

(پ)  $0.5$  مول سولفوریک اسید با  $0.8$  مول سدیم هیدروکسید، خنثی می‌شود.

(ت) معادلهٔ یونش  $\text{HNO}_3$  یک طرفه، ولی معادلهٔ یونش  $\text{HCN}$  برگشت‌پذیر است.

(۱) آ، ب

(۲) ب، ت

(۳) آ، ت

(۴) پ، ت

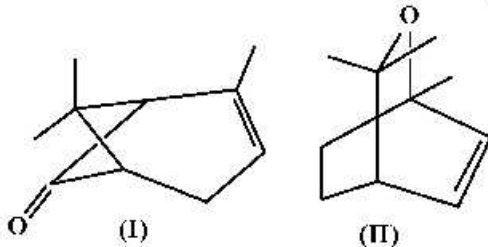
۲۳۱- pH یک نمونه محلول ۰/۲ گرم بر لیتر اسید ضعیف HA با جرم مولی ۲۰ گرم، برابر ۴/۲۲ است. ثابت یونش اسیدی آن در دمای آزمایش به تقریب کدام است و چند درصد آن یونیده شده است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ

بخوانید،  $\frac{1}{10^{0/22}} = 0/6$ )

(۱)  $0/6$  ,  $3/6 \times 10^{-7}$  (۲)  $0/4$  ,  $3/6 \times 10^{-7}$  (۳)  $0/7$  ,  $4/9 \times 10^{-7}$  (۴)  $0/5$  ,  $4/9 \times 10^{-7}$

۲۳۲- کدام مطلب، درباره ترکیب‌هایی با ساختارهای «نقطه - خط» زیر، درست است؟

(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, Br = ۸۰ : g.mol<sup>-1</sup>)



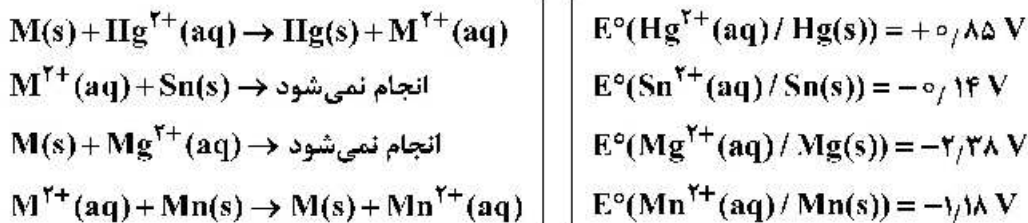
(۱) تفاوت جرم مولی دو ترکیب برابر ۴ گرم است.

(۲) ۳/۸ گرم از ترکیب (II) با ۶ گرم برم واکنش کامل می‌دهد.

(۳) دو ترکیب، همپارند و ترکیب (I)، یک عامل کتونی دارد.

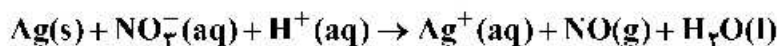
(۴) برای سوختن کامل ۷/۵ گرم ترکیب I، ۱۴/۵۶ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود.

۲۳۳- با توجه به موارد زیر، پتانسیل استاندارد کاهش فلز M می‌تواند کدام عدد باشد؟



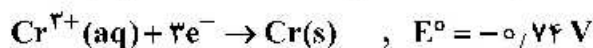
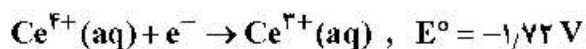
(۱)  $+0/11$  (۲)  $-0/11$  (۳)  $-0/40$  (۴)  $+1/2$

۲۳۴- مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در واکنش اکسایش - کاهش زیر، کدام است و در نیم واکنش کاهش آن، به ازای هر مول گونه اکسند، چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)



(۱)  $3$  ,  $14$  (۲)  $4$  ,  $14$  (۳)  $4$  ,  $15$  (۴)  $3$  ,  $15$

۲۳۵- درباره واکنش اکسایش - کاهش بین گونه‌های داده شده، کدام مطلب، نادرست است؟



(۱) کاتیون  $Ce^{3+}(aq)$  در این واکنش، کاهشنده است.

(۲) قدرت کاهشدهی  $Ce^{4+}(aq)$  از  $Cr(s)$  بیشتر است.

(۳)  $E^\circ$  واکنش برابر  $+0/98$  ولت است و به صورت طبیعی (خودبه‌خود) پیشرفت دارد.

(۴) مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد پس از موازنه معادله آن، برابر ۸ است و ۳ الکترون در آن مبادله شده است.