کنکور ۱۴۰۰

آزمون ۱۵۰ فیزیک داخل ۱۴۰۰ - رشته ریاضی

۱۹۳۱ کدام مورد درست است؟

الف) در واپاشی β^-، الکترون گسیل‌شده در هستهٔ مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست.

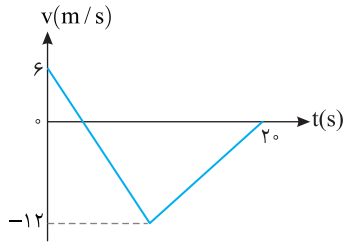
ب) در واپاشی β^+، ذرهٔ گسیل‌شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد.

پ) اغلب هسته‌ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می‌گیرند.

ت) در واپاشی β^+، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

۱) (الف) و (ب) ۲) (الف) و (پ) ۳) (ب) و (ت) ۴) (ب) و (پ)

۱۹۳۲ شکل زیر، نمودار سرعت - زمان متحرکی است که روی محور x حرکت می‌کند. تندی متوسط متحرک در مدتی که در خلاف جهت محور حرکت می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟

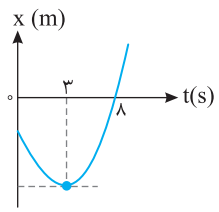


۱) صفر
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۹

۱۹۳۳ متحرکی روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند. اگر سرعت متحرک در لحظهٔ $t=0$ در جهت محور x باشد و بردار سرعت متوسط در ۱۰ ثانیهٔ اول حرکت برابر $\vec{v}_{av}=(7/5\,m/s)\vec{i}$ و تندی متوسط در این بازه $8/5\,m/s$ باشد، مسافت طی‌شده در ۲ ثانیهٔ اول حرکت چند متر است؟

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۵

۱۹۳۴ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی $t_1=0s$ تا $t_2=8s$ چند برابر مسافت طی‌شده در این بازهٔ زمانی است؟

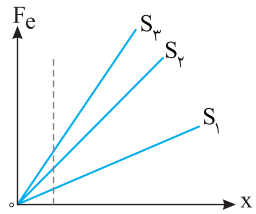


۱) $\frac{5}{17}$ ۲) $\frac{5}{14}$
۳) $\frac{8}{17}$ ۴) $\frac{9}{14}$

۱۹۳۵ متحرکی با شتاب ثابت روی محور x حرکت می‌کند و در لحظه‌های $t_1=3s$ و $t_2=5s$ از مبدأ محور عبور می‌کند و در لحظه‌ای که به مکان $x=-1m$ می‌رسد، جهت حرکتش عوض می‌شود. تندی متوسط متحرک از لحظهٔ $t_1=0s$ تا $t_2=5s$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) $\frac{13}{5}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{17}{5}$ ۴) ۶

۱۹۳۶ شکل زیر، تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را بر حسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی $F_e=30N$ طول فنر S_2 را ۴ سانتی‌متر افزایش دهد، طول فنرهای S_1 و S_3 را به‌ترتیب چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد؟



۱) ۳ و ۶ ۲) ۶ و ۲
۳) ۸ و ۲ ۴) ۹ و ۳

۱۹۳۷ چوب مکعب شکلی به جرم $5kg$ را به نخی بسته و با نیروی ثابت و افقی $15N$ روی سطح افقی می‌کشیم و از حال سکون به حرکت درمی‌آوریم و بعد از ۲ ثانیه نخ پاره می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظهٔ ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ $(g=10\,m/s^2)$

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

۱۹۳۸ فنر سبکی با ثابت $200\,N/m$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنهٔ $m=5kg$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $2m/s^2$ پایین می‌آید و طول فنر L_1 است. وقتی این آسانسور با شتاب $1m/s^2$ کندشونده پایین می‌آید، طول فنر L_2 می‌شود. اختلاف L_2 و L_1 چند سانتی‌متر است؟ $(g=10\,m/s^2)$

۱) ۱۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۵ ۴) ۲/۵

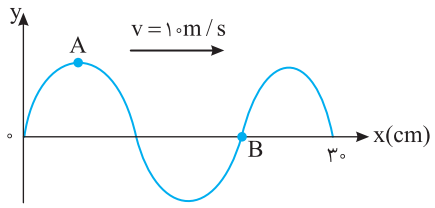
۱۹۳۹ متحرکی با تندی ثابت $v=۱۰\pi\ m/s$ روی دایره‌ای به شعاع ۲۰ متر حرکت می‌کند. شتاب متوسط این متحرک در هر ثانیه چند برابر شتاب مرکزگرای آن است؟

۱) $\frac{۲\sqrt{۲}}{\pi}$ ۲) $\frac{۵}{\pi}$ ۳) $۵\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۲}$

۱۹۴۰ معادلهٔ حرکت نوسانگری در SI به صورت $x=۰/۰۲\cos\frac{\pi}{۲}t$ است. تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_۱=\frac{۱}{۱۲}s$ تا $t_۲=\frac{۲۵}{۱۲}s$، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

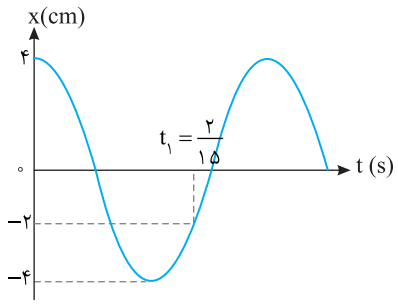
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

۱۹۴۱ شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظهٔ $t_۱$ نشان می‌دهد. در لحظهٔ $t_۲=t_۱+\frac{۹}{۴۰۰}s$ کدام مورد، درست است؟



۱) تندی ذرهٔ B، صفر است.
۲) تندی ذرهٔ A، بیشینه است.
۳) حرکت ذرهٔ A، تندشونده است.
۴) حرکت ذرهٔ B، تندشونده است.

۱۹۴۲ نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۵۰ گرم مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟ $(\pi^۲=۱۰)$



۱) $\frac{۱}{۲۵۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۵}$ ۳) $\frac{۲}{۵}$ ۴) $\frac{۱}{۵۰}$

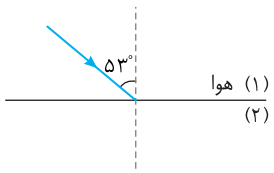
۱۹۴۳ یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_۱=۲۸dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز $\beta_۲=۹۲dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (بر حسب $\frac{W}{m^۲}$) به ترتیب $I_۱$ و $I_۲$ است. $\frac{I_۲}{I_۱}$ کدام است؟ $(\log ۲=۰/۳)$

۱) $۲/۵\times۱۰^{۶}$ ۲) $۲/۵\times۱۰^{۸}$ ۳) ۴×۱۰^{۶} ۴) ۴×۱۰^{۸}

۱۹۴۴ مجموع بسامدهای دو هماهنگ نخست یک تار دو انتها بسته ۳۷۵ هرتز است. اگر طول تار ۴۰cm و جرم آن ۱۰ گرم باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟

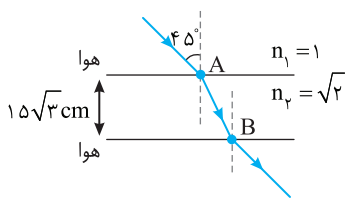
۱) ۱۸۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۲۵۰

۱۹۴۵ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و در ورود به محیط (۲)، ۱۶° از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج نور در محیط دوم، $\frac{۱}{۸}\mu m$ از طول موج نور در هوا کمتر باشد، بسامد نور چند هرتز است؟ $(\sin ۵۳^\circ=۰/۸$، سرعت نور در هوا $=۳\times۱۰^{۸}m/s)$



۱) ۶×۱۰^{۱۴} ۲) ۶×۱۰^{۱۵} ۳) $۸/۴\times۱۰^{۱۴}$ ۴) $۸/۴\times۱۰^{۱۵}$

۱۹۴۶ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟ $(c=۳\times۱۰^{۸}m/s)$



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۳

۱۹۴۷ در آزمایش فوتوالکتریک، بسامد آستانهٔ فلز $\frac{۵}{۸}\times۱۰^{۱۵}Hz$ است. اگر انرژی هر یک از فوتون‌های فرودی به فلز $۴/۱۲۵\times۱۰^{-۱۹}J$ باشد، بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های تولیدشده چند متر بر ثانیه است؟ $(h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s, m_e=۹\times۱۰^{-۳۱}kg, e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) $\frac{۱}{۶}\times۱۰^{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۶}\times۱۰^{۶}$ ۳) $\frac{۵}{۷}\times۱۰^{۴}$ ۴) $\frac{۵}{۷}\times۱۰^{۵}$

۱۹۴۸ کدام‌یک از موارد زیر را نمی‌توان برای اتم‌های هیدروژن گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟

۱) تبیین پایداری اتم
۲) طول موج‌های گسیلی طیف اتم
۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم
۴) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم

۱۹۴۹ در اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n'=2)$، بلندترین طول موج گسیل‌شده، چند نانومتر بیشتر از کوتاه‌ترین موج این رشته است؟ $[R=0/01(nm)^{-1}]$

۱) ۲۴۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

۱۹۵۰ الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای اینکه الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند، چند ژول است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C, E_R=13/6eV)$

۱) $1/632\times10^{-18}$ ۲) $3/176\times10^{-18}$ ۳) $4/72\times10^{-19}$ ۴) $5/44\times10^{-19}$

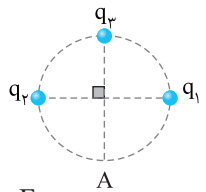
۱۹۵۱ دانشمندی به یک نمونه از زغال قدیمی اشاره می‌کند و ادعا می‌کند که عمر این زغال حدود ۲۲۹۲۰ سال است. برای اثبات این ادعا، کربن ۱۴ این زغال، چند درصد مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی باید باشد که تازه تولید شده است؟ (نیمه عمر کربن ۵۷۳۰ سال است.)

۱) ۱/۵۶ ۲) ۳/۱۳ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۱۲/۵۰

۱۹۵۲ دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1=20\mu C$ و $q_2=-5\mu C$ در فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری از هم ثابت نگه داشته شده‌اند. بار الکتریکی $q_3=15\mu C$ را در این محیط در نقطه‌ای قرار می‌دهیم که نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر باشد. در این حالت، نیروی الکتریکی وارد بر بار q_2 چند نیوتون است؟ $(k=9\times10^9 N.m^2/C^2)$

۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۵

۱۹۵۳ در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A برابر صفر است. $\left|\frac{q_3}{q_1}\right|$ چقدر است؟



۱) ۲ ۲) $2\sqrt{2}$
۳) ۴ ۴) $4\sqrt{2}$

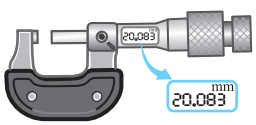
۱۹۵۴ دو گوی رسانای کوچک و یکسان دارای بار الکتریکی $q_1>0$ و $|q_2|>q_1$ هستند و در فاصلهٔ معینی از هم قرار دارند و نیروی الکتریکی F را به هم وارد می‌کنند. اگر دو گوی را باهم تماس دهیم و در همان فاصله قرار دهیم، نیروی الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. $\frac{|q_2|}{q_1}$ کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۱۹۵۵ دو کرهٔ فلزی یکسان A و B به شعاع‌های ۵cm دارای بار الکتریکی $q_A=20\mu C$ و $q_B=-4\mu C$ را به هم تماس داده و از هم جدا می‌کنیم. چگالی سطحی بار کرهٔ A چند میکروکولن بر مترمربع کاهش می‌یابد؟ $(\pi=3)$

۱) ۱۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۸۰۰

۱۹۵۶ ابزار زیر یک وسیلهٔ اندازه‌گیری طول است. این وسیله چه نام دارد و دقت اندازه‌گیری آن کدام است؟

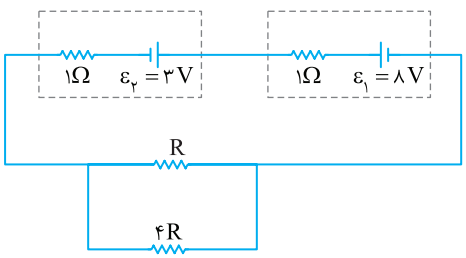


۱) ریزسنج و ۰/۰۰۱mm
۲) کولیس و ۰/۰۰۱m
۳) ریزسنج و ۰/۰۰۳mm
۴) کولیس و ۰/۰۰۳mm

۱۹۵۷ ظرفیت خازنی ۵ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر ۳mC بار الکتریکی را از صفحهٔ منفی جدا کرده و به صفحهٔ مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازهٔ ۴/۵J افزایش می‌یابد. q چند میلی کولن است؟

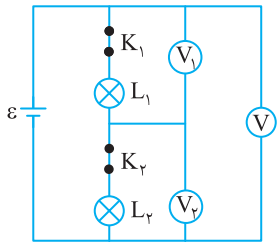
۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

۱۹۵۸ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل دو سر باتری ε_2 برابر ۳/۵ ولت است. توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟



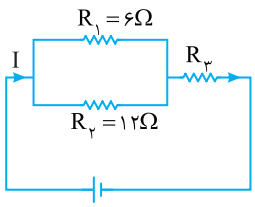
۱) ۱/۶
۲) ۲/۵
۳) ۳/۲
۴) ۱/۵

۱۹۵۹ در شکل زیر، ولت‌سنج‌ها آرمانی هستند و هر دو لامپ روشن است. اگر کلید K_1 را قطع کنیم، کدام‌یک از ولت‌سنج‌ها صفر را نشان می‌دهد؟



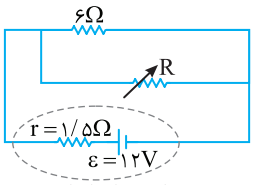
۱) V_1
۲) V_2
۳) V و V_1
۴) V و V_2

۱۹۶۰ شکل زیر یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی مقاومت R_3، ۶ برابر توان مصرفی مقاومت R_2 باشد، R_3 چند اهم است؟



۱) ۱۸
۲) ۱۲
۳) ۸
۴) ۶

۱۹۶۱ در شکل زیر، اگر مقاومت متغیر از صفر به 18Ω افزایش یابد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری از چند ولت به چند ولت تغییر می‌کند؟

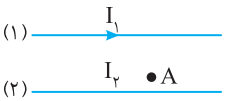


۱) ۱۲ به ۶
۲) ۱۲ به ۹
۳) صفر به ۶
۴) صفر به ۹

۱۹۶۲ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، یک ذرهٔ α با سرعت $50\,m/s$ عمود بر میدان مغناطیسی در حرکت است و شتاب حاصل از نیروی مغناطیسی، $4\times10^5\,m/s^2$ است. بزرگی میدان مغناطیسی چند گاوس است؟ (جرم ذرهٔ $\alpha = 6/68\times10^{-27}\,kg$ و $e = 1/6\times10^{-19}\,C$)

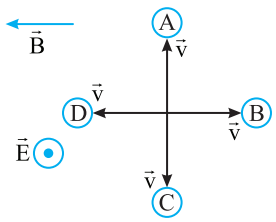
۱) ۱/۶۷
۲) ۲/۲۸
۳) ۳/۳۴
۴) ۴/۵۶

۱۹۶۳ در شکل زیر، از دو سیم موازی و بلند، جریان‌های الکتریکی عبور می‌کند. اگر میدان مغناطیسی در نقطهٔ A برابر صفر باشد، کدام مورد درست است؟



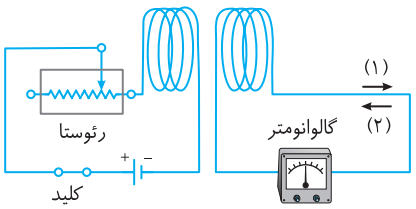
۱) I_2 در خلاف جهت I_1 و کوچک‌تر از آن است.
۲) I_2 در خلاف جهت I_1 بزرگ‌تر از آن است.
۳) I_2 هم‌جهت با I_1 و بزرگ‌تر از آن است.
۴) I_2 هم‌جهت با I_1 و کوچک‌تر از آن است.

۱۹۶۴ مطابق شکل زیر، دو میدان یکنواخت الکتریکی و مغناطیسی عمود برهم در یک محیط قرار دارند، ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت در آن فضا با سرعت $\vec{v}$ به کدام جهت حرکت کند، تا بزرگی نیروی خالص وارد بر آن بیشینه شود؟ (اثر وزن ذره ناچیز است.)



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۱۹۶۵ در شکل زیر، در لحظهٔ وصل کلید، جهت جریان القایی کدام است و در حالتی که کلید وصل است، اگر مقاومت رئوستا را به تدریج کاهش دهیم، در این حالت جهت جریان القایی، کدام است؟



۱) (۱) و (۱)
۲) (۱) و (۲)
۳) (۲) و (۱)
۴) (۲) و (۲)

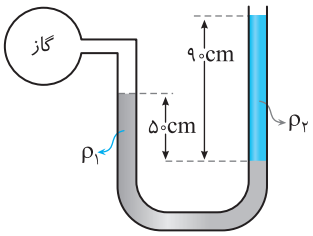
۱۹۶۶ طول سیملولهٔ A، دو برابر طول سیملولهٔ B و تعداد حلقه‌های آن نیز دو برابر تعداد حلقه‌های سیملولهٔ B است. اگر شدت جریان الکتریکی عبوری از این‌ها باهم برابر باشد، به ترتیب انرژی ذخیره شده در سیملولهٔ A، چند برابر انرژی سیلولهٔ B است و میدان مغناطیسی درون سیملولهٔ A چند برابر میدان درون سیملولهٔ B است؟ (سیملوله‌ها بدون هستهٔ آهنی و قطر حلقه‌های آن‌ها باهم برابر است.)

۱) ۱ و ۱
۲) ۲ و ۱
۳) ۲ و ۲
۴) ۴ و ۲

۱۹۶۷ هواپیمایی به جرم ۶۰ تُن با تندی $80\,m/s$ از باند فرودگاه بلند می‌شود و در مدت یک دقیقه تندی آن دو برابر می‌شود و به ارتفاع ۶۰۰ متری از سطح زمین می‌رسد. در این یک دقیقه، کار نیروی وزن روی هواپیما چند ژول است و انرژی مکانیکی هواپیما چند ژول افزایش می‌یابد؟ $(g = 10\,N/kg)$

۱) $3/6\times10^8$ و $9/36\times10^8$
۲) $-3/6\times10^8$ و $2/16\times10^8$
۳) $3/6\times10^8$ و $2/16\times10^8$
۴) $-3/6\times10^8$ و $9/36\times10^8$

۱۹۶۸ در شکل زیر، دو مایع به حالت تعادل قرار دارند. اگر چگالی آن‌ها $\rho_1 = 1/2 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = 1 \frac{g}{cm^3}$ باشد، فشار پیمانه‌ای گاز چند پاسکال است؟ $(g = 10 N/kg)$



۱) ۳۰۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۵۰۰۰
۴) ۵۸۰۰

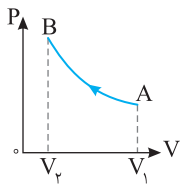
۱۹۶۹ اگر در عمق ۵ سانتی‌متری مایعی فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال و در عمق ۲۰ سانتی‌متری آن فشار ۱۰۶ کیلوپاسکال باشد، فشار هوا در محیط چند کیلوپاسکال است؟ $(g = 10 m/s^2)$

۱) ۹۶
۲) ۹۷
۳) ۹۸
۴) ۹۹

۱۹۷۰ ۲۰ گرم یخ در دمای صفر درجهٔ سلسیوس (نقطهٔ ذوب) قرار دارد. چند ژول گرما لازم است تا آن را ذوب کرده و دمای آب حاصل را به ۵۰ درجهٔ فارنهایت برساند؟ $(L_F = 336 J/g \text{ و } c = 4/2 J/g^\circ C)$

۱) ۱۰۹۲۰
۲) ۹۰۵۰
۳) ۸۱۹۰
۴) ۷۵۶۰

۱۹۷۱ مطابق شکل مقابل، حجم مقدار معینی گار آرمانی، در یک فرایند بی‌دررو از V_1 به V_2 می‌رسد. کدام موارد زیر درست است؟



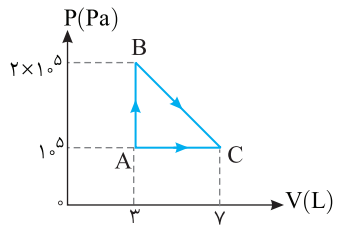
الف) انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد. / ب) دمای گاز کاهش می‌یابد. / پ) دمای گاز ثابت می‌ماند. / ت) کار انجام شده روی گاز برابر گرمایی است که گاز می‌گیرد. / ث) کار انجام شده روی گاز برابر تغییر انرژی درونی گاز است.

۱) (الف) و (ث)
۲) (الف) و (ت)
۳) (ب) و (ث)
۴) (پ) و (ت)

۱۹۷۲ فشار پیمانه‌ای مقداری گاز آرمانی $5 \times 10^4 Pa$ و انرژی درونی آن ۶۰۰J است. اگر فشار پیمانه‌ای گاز را دو برابر کنیم و هم‌زمان حجم گاز را نیز دو برابر کنیم، انرژی درونی گاز چند ژول می‌شود؟ $(P_0 = 10^5 Pa)$

۱) ۸۰۰
۲) ۱۲۰۰
۳) ۱۶۰۰
۴) ۲۴۰۰

۱۹۷۳ مطابق شکل مقابل، مقداری گاز آرمانی دو اتمی، از دو مسیر از حالت A به حالت C می‌رسد. اگر افزایش انرژی درونی گاز در رسیدن از A به C، ۱۰۰۰J باشد، گرمایی که گاز در مسیر ABC می‌گیرد، چند ژول است؟



۱) ۸۰۰
۲) ۱۲۵۰
۳) ۱۶۰۰
۴) ۱۷۵۰

آزمون ۱۵۱ فیزیک خارج ۱۴۰۰ - رشتهٔ ریاضی

۱۹۷۴ یکای فرعی فشار کدام است؟

۱) Pa
۲) $kg/m.s^2$
۳) kgm/s^2
۴) $N/m.s$

۱۹۷۵ کدام مورد درست است؟

الف) پرتوهای α، سنگین‌اند و برد بلندی دارند.

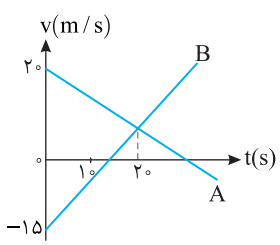
ب) تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته پایسته است.

پ) یکی از کاربردهای گستردهٔ واپاشی α، در آشکارسازی‌های دود است.

ت) واپاشی α در هسته‌های سبک صورت می‌گیرد.

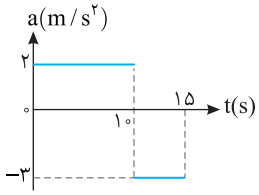
۱) (الف) و (ب)
۲) (الف) و (پ)
۳) (ب) و (ت)
۴) (ب) و (پ)

۱۹۷۶ نمودار سرعت - زمان دو متحرک A و B که روی محور x حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. مجموع مسافتی که دو متحرک در بازهٔ زمانی $t_1 = 0s$ تا $t_2 = 10s$ طی می‌کنند، چند متر است؟



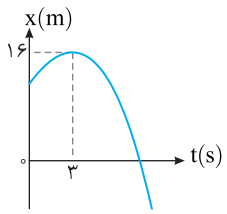
۱) ۳۵۰
۲) ۲۶۲/۵
۳) ۲۵۰
۴) ۱۲۵/۵

۱۹۷۷ نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t=۳s$ سرعت متحرک، $\vec{v}=(۱m/s)\vec{i}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_۱=۷s$ تا $t_۲=۱۲s$ چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۱۵

۱۹۷۸ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در بازهٔ زمانی $t_۱=۰s$ تا $t_۲=۶s$ تندی متوسط متحرک برابر $۳m/s$ باشد، چند ثانیه بردار مکان متحرک در جهت محور x است؟



۱) ۹
۲) ۸
۳) ۷
۴) ۳

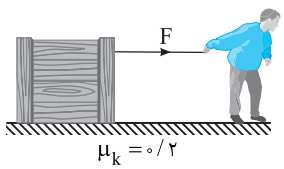
۱۹۷۹ اتومبیلی با تندی ثابت در یک مسیر مستقیم در حال حرکت است. راننده با شتاب ثابت ترمز می‌کند و پس از طی مسافت ۱۵۰ متر، تندی اتومبیل نصف می‌شود. اتومبیل از لحظه ترمز تا توقف کامل چند متر را طی می‌کند؟

۱) ۱۷۵
۲) ۲۰۰
۳) ۲۵۰
۴) ۳۰۰

۱۹۸۰ نردبانی به جرم $۱۶kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد و پایهٔ آن روی سطح افقی در آستانهٔ سُر خوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود $۲۰۰N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چقدر است؟ $(g=۱۰N/kg)$

۱) $\frac{۳}{۴}$
۲) $\frac{۳}{۵}$
۳) $\frac{۲}{۵}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

۱۹۸۱ در شکل زیر، نیرویی ثابت و افقی F به صندوقی به جرم $۱۶۰kg$ واردمی‌شود و صندوق با شتاب ثابت $۰/۲۵m/s^۲$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. چند کیلوگرم از محتویات صندوق کم کنیم، تا با همین نیروی افقی، شتاب حرکت صندوق دو برابر شود؟ $(g=۱۰N/kg)$



۱) ۱۶
۲) ۳۲
۳) ۴۰۰
۴) ۸۰

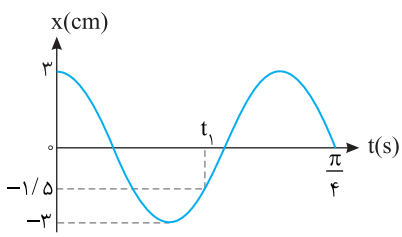
۱۹۸۲ شخصی به جرم $۶۰kg$ درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $۲a$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می‌دهد، $۲۷۰N$ است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$

۱) ۳
۲) ۲
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) $\frac{۳}{۴}$

۱۹۸۳ دو ماهوارهٔ A و B به‌ترتیب به جرم‌های m و $۲m$، در فاصله‌های $\frac{R_e}{۲}$ و $\frac{R_e}{۴}$ از سطح زمین، در مدارهای دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. انرژی جنبشی ماهوارهٔ A چند برابر انرژی جنبشی ماهوارهٔ B است؟ (R_e شعاع کرهٔ زمین است.)

۱) $\frac{۲۵}{۶}$
۲) $\frac{۵}{۶}$
۳) $\frac{۲۵}{۳۶}$
۴) $\frac{۵}{۱۲}$

۱۹۸۴ نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل زیر است. نیروی خالص وارد بر نوسانگر در لحظهٔ $t_۱$ چند نیوتون است؟

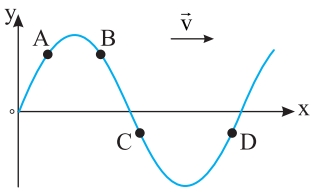


۱) ۰/۲
۲) ۰/۳
۳) $۰/۲\sqrt{۳}$
۴) $۰/۳\sqrt{۲}$

۱۹۸۵ وزنه‌ای به جرم $۲۰۰g$ به انتهای فنری که ثابت آن $k=۲۰۰N/m$ است بسته شده و روی سطح افقی با دامنهٔ $۴cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. مسافتی که نوسانگر در مدت $۰/۱s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟ $(\pi^۲=۱۰)$

۱) ۱۶
۲) ۱۲
۳) ۸
۴) ۴

۱۹۸۶ شکل زیر، موج مکانیکی عرضی سینوسی را در یک لحظه نشان می‌دهد. پس از این لحظه، تندی کدام ذره، زودتر صفر می‌شود؟

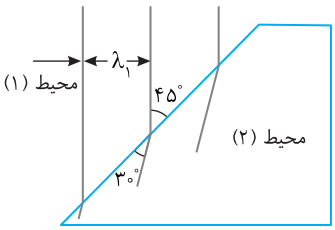


۱) A ۲) B
۳) C ۴) D

۱۹۸۷ در مکانی که تراز شدت صورت ۹۶ دسی‌بل است در مدت یک دقیقه به هر میلی‌متر مربع از سطحی که در این مکان عمود بر مسیر انتشار صوت قرار دارد، چند میکروژول انرژی صوتی می‌رسد؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و $I_۰ = ۱۰^{-۱۲} W/m^۲$)

۱) ۰/۲۴ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۲۴۰ ۴) ۴۸۰

۱۹۸۸ شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده است. تندی نور در محیط (۱) چند برابر تندی نور در محیط (۲) است؟



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۲) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$
۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲

۱۹۸۹ موج عرضی سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود. بسامد و طول موج آن به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند. ۲) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد. ۴) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد.

۱۹۹۰ رشته‌ای از بسامدهای متوالی تشدیدی یک تار دو انتها بسته به طول ۵۰cm عبارت‌اند از: ۱۵۰Hz، ۲۲۵Hz و ۳۰۰Hz، تندی انتشار موج در تار چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۷۵ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۳۰۰

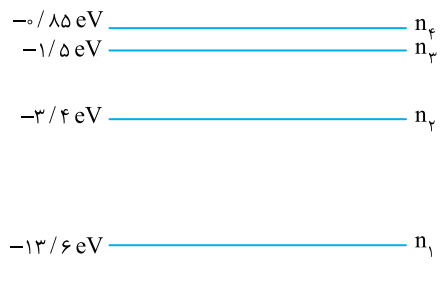
۱۹۹۱ انرژی فوتون A، ۲/۵ برابر انرژی فوتون B است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون $۹\times۱۰^{۱۴} Hz$ باشد، طول موج فوتون A، چند میکرومتر است؟ ($c = ۳\times۱۰^{۸} m/s$)

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۲

۱۹۹۲ در آزمایش فوتوالکتریک که با نوری با طول موج λ انجام شده است، بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها $۶/۴\times۱۰^{-۱۹} J$ است. اگر از نوری با طول موج ۲λ استفاده شود، بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها ۷۵ درصد کاهش می‌یابد. بسامد آستانهٔ این فلز چند تراهرتز است؟ ($h_c = ۱۲۰۰ eV.nm$ و $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$)

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

۱۹۹۳ شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند به گسیل فوتونی با بسامد $۴/۷۵\times۱۰^{۱۴} Hz$ منجر شود؟ ($h = ۴\times۱۰^{-۱۵} eV.s$)



۱) $n_۲$ به $n_۳$
۲) $n_۱$ به $n_۲$
۳) $n_۲$ به $n_۴$
۴) $n_۱$ به $n_۴$

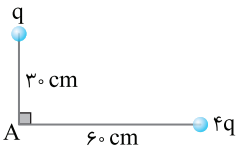
۱۹۹۴ در اتم هیدروژن، انرژی الکترون از $-۰/۸۵eV$ به $-۰/۵۴eV$ رسیده است. در این حالت الکترون از K امین حالت برانگیختهٔ اتم به L امین حالت برانگیختهٔ اتم رسیده است. K و L به ترتیب کدام‌اند؟ ($E_R = ۱۳/۶eV$)

۱) ۵ و ۴ ۲) ۴ و ۵ ۳) ۴ و ۳ ۴) ۳ و ۴

۱۹۹۵ هستهٔ $^{۲۳۴}_{۹۰}Th$ واپاشی β^- انجام می‌دهد. عدد اتمی هستهٔ دختر چند برابر عدد نوترونی آن است؟

۱) $\frac{۹۱}{۱۴۴}$ ۲) $\frac{۸۹}{۱۴۵}$ ۳) $\frac{۸۹}{۱۴۴}$ ۴) $\frac{۹۱}{۱۴۳}$

۱۹۹۶ شکل زیر، دو بار الکتریکی مثبت را نشان می‌دهد. اگر میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A برابر $۱۰۰۰\sqrt{۲}N/C$ باشد، q چند نانوکولن است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$

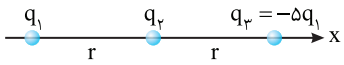


۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) $۵\sqrt{۲}$
۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۱۹۹۷ ۴ بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱=q_۲=۲\mu C$ و $q_۳=q_۴=-۲\mu C$ را طوری در ۴ رأس مربعی به ضلع ۳۰ سانتی‌متر قرار می‌دهیم که میدان الکتریکی خالص در مرکز مربع برابر صفر باشد، در این حالت، نیروی الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای الکتریکی چند نیوتون است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲$ و $\sqrt{۲}=۱/۴)$

۱) ۰/۱۸ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۰/۴۸ ۴) ۰/۷۶

۱۹۹۸ در شکل زیر سه ذرهٔ باردار روی محور x قرار دارند و به بار $q_۲$ نیروی الکتریکی خالص F وارد می‌شود. اگر بار $q_۳$ روی محور x به اندازهٔ $\frac{۴r}{۵}$ به بار $q_۲$ نزدیک شود، نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ چند برابر F می‌شود؟



۱) ۲۵ ۲) ۲۱ ۳) $\frac{۱۳}{۳}$ ۴) $\frac{۲۵}{۶}$

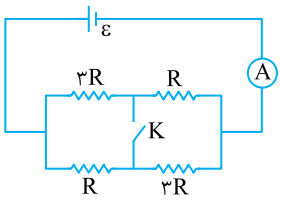
۱۹۹۹ در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذرهٔ بارداری را در نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $V_۱=۳۰V$ از حال سکون رها می‌کنیم. اگر ذره فقط تحت تأثیر میدان الکتریکی به نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $V_۲=۸۰V$ برسد و انرژی جنبشی آن ۲ میلی‌ژول افزایش یابد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟

۱) ۸۰ ۲) ۴۰ ۳) −۴۰ ۴) −۸۰

۲۰۰۰ خازن شارژ شده‌ای را از مولد جدا می‌کنیم و در حالتی که بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند، عایقی که بین صفحات خازن را پر کرده، خارج می‌کنیم. اگر ثابت دی‌الکتریک عایق $\kappa=۲$ باشد، ظرفیت، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن و انرژی آن به‌ترتیب چند برابر می‌شوند؟

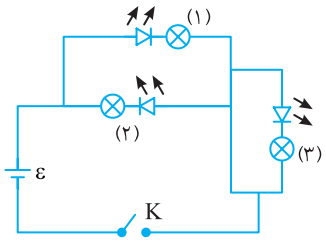
۱) $\frac{۱}{۲}$، ۲ و ۲ ۲) $\frac{۱}{۲}$، $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲، ۲ و ۲ ۴) ۲، $\frac{۱}{۲}$ و $\frac{۱}{۲}$

۲۰۰۱ در مدار شکل زیر، آمپرسنج آرمانی ۱/۲ آمپر را نشان می‌دهد. اگر کلید را وصل کنیم، از مسیر کلید، جریان الکتریکی چند آمپر می‌گذرد؟



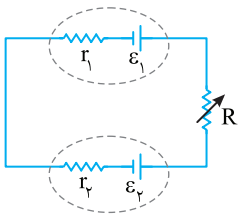
۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴
۳) ۰/۶ ۴) ۰/۸

۲۰۰۲ در مدار زیر، با بستن کلید، کدام لامپ روشن می‌شود؟



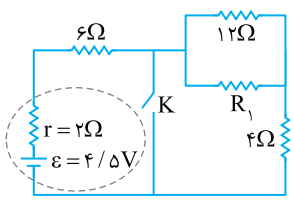
۱) (۱)
۲) (۲)
۳) (۱) و (۳)
۴) (۲) و (۳)

۲۰۰۳ در مدار زیر، $\varepsilon_۲<\varepsilon_۱$ است. در این مدار، با کاهش مقاومت R، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری (۱) و توان ورودی باتری (۲) به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟



۱) کاهش، افزایش ۲) کاهش، کاهش
۳) افزایش، افزایش ۴) افزایش، کاهش

۲۰۰۴ در شکل زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت ۶ اهمی دو برابر می‌شود. $R_۱$ چند اهم است؟



۱) ۲/۴
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۸/۲

۲۰۰۵ الکترونی با تندی $v=5\times10^{4}\,m/s$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $B=2000G$ مطابق شکل زیر در حرکت است. در این لحظه، نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون چند نیوتون و در کدام جهت است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) $8\sqrt{3}\times10^{-12}$ و ⊙

۲) $8\sqrt{3}\times10^{-12}$ و ⊗

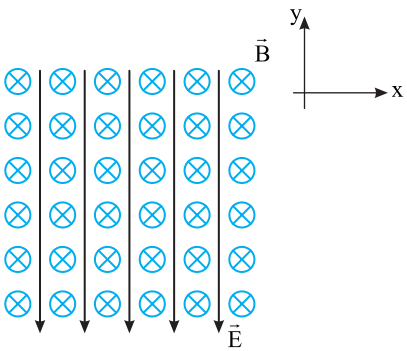
۳) 8×10^{-16} و ⊗

۴) 8×10^{-16} و ⊙

۲۰۰۶ شعاع حلقهٔ رسانایی $2/5cm$ است و از آن جریان الکتریکی $20A$ می‌گذرد و شعاع حلقهٔ دیگری $3cm$ است و از آن جریان الکتریکی $18A$ می‌گذرد. حلقه‌ها به‌صورت هم‌مرکز قرار دارند و سطح آن‌ها بر هم عمود است. میدان مغناطیسی در مرکز مشترک حلقه‌ها چند گاوس است؟ $(\mu_{\circ}=4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A})$

۱) 2π ۲) $2/8\pi$ ۳) $3/6\pi$ ۴) 4π

۲۰۰۷ در شکل زیر، میدان‌های یکنواخت الکتریکی $E=1000N/C$ و مغناطیسی $B=1000G$ نشان داده شده است. در این فضا، یک ذرهٔ آلفا با تندی چند متر بر ثانیه و در چه جهتی در حرکت باشد، تا بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهد؟ (اثر وزن ناچیز است.)



۱) 10^{4}، در جهت محور x

۲) 5×10^{3}، در جهت محور x

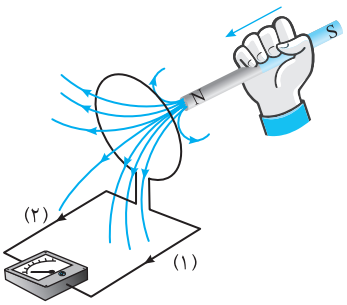
۳) 10^{4}، در خلاف جهت محور x

۴) 5×10^{3}، در خلاف جهت محور x

۲۰۰۸ طول سیملولهٔ آرمانی A، دو برابر طول سیملولهٔ آرمانی B و تعداد حلقه‌های آن نیز دو برابر تعداد حلقه‌های سیملولهٔ B است. اگر از آن‌ها جریان الکتریکی یکسان عبور کند و سطح حلقه‌های دو سیملوله برابر باشد، نسبت بزرگی میدان مغناطیسی آن‌ها $(\frac{B_A}{B_B})$ و نسبت ضریب القاوری آن‌ها $(\frac{L_A}{L_B})$ به‌ترتیب کدام‌اند؟

۱) ۱ و ۴ ۲) ۱ و ۲ ۳) ۲ و ۴ ۴) ۲ و ۲

۲۰۰۹ با توجه به جهت حرکت آهنربا، جریان القایی در کدام جهت است و نیروی مغناطیسی که حلقه به آهنربا وارد می‌کند، چگونه است؟



۱) (۱)، جاذبه

۲) (۱)، دافعه

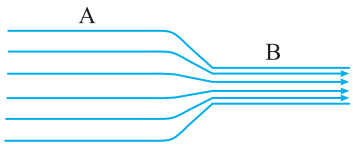
۳) (۲)، جاذبه

۴) (۲)، دافعه

۲۰۱۰ اگر شهاب سنگی به جرم $2/1\times10^{4}$ با تندی $8km/s$ به زمین برخورد کند، انرژی جنبشی آن در لحظهٔ برخورد، معادل انرژی حاصل از انفجار چند تُن TNT است؟ (انرژی حاصل از انفجار هر تن TNT برابر $4/2\times10^{9}J$ است.)

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۱۶۰ ۴) ۳۲۰

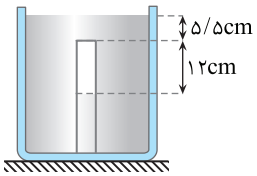
۲۰۱۱ در شکل زیر، سیال تراکم‌ناپذیری که حجم لوله را پُر کرده است، در راستای افقی جاری است و شعاع مقطع لوله در قسمت A دو برابر شعاع مقطع لوله در قسمت B است. آهنگ شارش سیال در مقطع A چند برابر آهنگ شارش در مقطع B است؟



۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$

۳) ۲ ۴) ۱

۲۰۱۲ در شکل زیر مایع درون ظرف، جیوه است و لوله‌ای که در آن هوا محبوس است به صورت وارونه درون جیوه نگه داشته شده است. اگر فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، انتهای لوله را در راستای قائم چند سانتی‌متر از سطح جیوه بالاتر ببریم تا جیوه درون ظرف و لوله در یک سطح قرار گیرند؟ (دما ثابت فرض شود.)

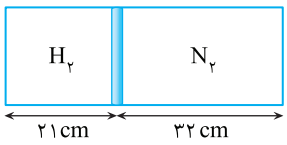


۱) ۱۴/۸
۲) ۱۸/۶
۳) ۲۰/۳
۴) ۲۷/۲

۲۰۱۳ ضریب انبساط طولی فلزی $۲\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$ و دمای آن صفر درجهٔ سلسیوس است. اگر دمای این فلز را به ۲۵۰ درجهٔ سلسیوس برسانیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟

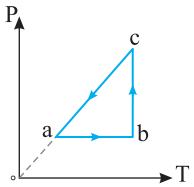
۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۲/۵

۲۰۱۴ در شکل زیر، پیستون با اصطکاک ناچیز، درون یک محفظهٔ استوانه‌ای، گازهای نیتروژن و هیدروژن را جدا از هم نگه داشته است. اگر دمای گازهای نیتروژن و هیدروژن به ترتیب $۴۷^{\circ}C$ و $۲۷^{\circ}C$ باشد، جرم گاز نیتروژن چند برابر جرم گاز هیدروژن است؟ $(H_۲=۲g/mol, N_۲=۲۸g/mol)$



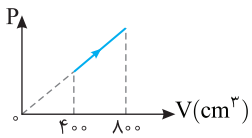
۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

۲۰۱۵ نمودار $P-T$ ی مقداری گاز آرمانی دو اتمی مطابق شکل زیر است. اگر گرمایی که گاز در فرایند ca از دست می‌دهد، برابر ۳۰۰J باشد، کار انجام شده روی گاز در فرایند ab چند ژول می‌تواند باشد؟



۱) +۱۲۰
۲) +۴۲۰
۳) −۱۲۰
۴) −۴۲۰

۲۰۱۶ در فرایند شکل زیر، اگر دمای اولیهٔ گاز آرمانی ۲۳− درجهٔ سلسیوس باشد، دمای نهایی چند درجهٔ سلسیوس است؟



۱) ۷۳
۲) ۲۲۷
۳) ۵۷۳
۴) ۷۲۷

پاسخ ریاضی داخل - ۱۴۰۰

۱۹۳۱ (۱) B

نکته واپاشی β :

- این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌هاست.
- دو نوع واپاشی β با نام‌های β^- و β^+ رخ می‌دهند.
- در واپاشی β^-، الکترون گسیل‌شده حاصل تبدیل نوترون درون هسته به پروتون و الکترون است.
- در نتیجه عدد جرمی ثابت مانده و عدد اتمی به اضافه (۱) می‌شود. این الکترون نه در هسته و نه در مدار اتم وجود نداشته است.
- در واپاشی β^+، ذره‌های هم‌جرم با الکترون اما با بار مثبت از هسته گسیل می‌شود که پوزیترون نام دارد.
- در واپاشی β^+، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.
- اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل پرتوگاما، به حالت پایه می‌رسند.

در واپاشی β^-، الکترون گسیل شده حاصل تبدیل یک نوترون به پروتون است و گزارهٔ (الف) درست است.

در واپاشی β^+، ذرهٔ گسیل‌شده دارای جرمی یکسان با الکترون، اما باری مثبت است و گزارهٔ (ب) درست است.

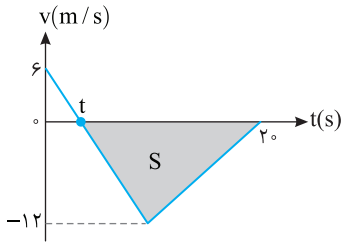
هسته‌های برانگیخته برای رسیدن به پایداری پرتو گاما می‌تابانند پس گزارهٔ (پ) نادرست است.

در واپاشی β^+، پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و گزارهٔ (ت) نادرست است.

۱۹۳۲ (۲) B

خطاخوری حرکت در خلاف جهت محور مربوط به لحظاتی می‌شود که سرعت متحرک منفی است.

مسافت پیموده شده از به‌دست آوردن مساحت محصور بین نمودار و محور زمان حاصل می‌شود. در نهایت با تقسیم این مساحت بر مدت زمان حرکت، تندی متوسط متحرک به‌دست می‌آید.

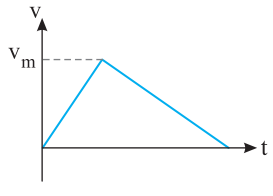


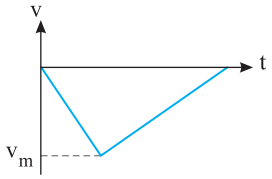
$$L=\frac{۱۲(۲۰-t)}{۲}=۶(۲۰-t)$$

$$s_{av}=\frac{L}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{۶(۲۰-t)}{۲۰-t}=۶m/s$$

مبانبر اگر نمودار $v-t$ متحرک به صورت یکی از شکل‌های زیر باشد، خواهیم داشت:

$$v_{av}=\frac{v_{max}}{۲}\ ,\ s_{av}=\left|\frac{v_{max}}{۲}\right|$$





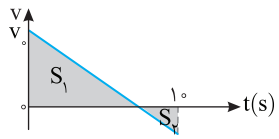
در این سؤال نیز تنها مسیر خواسته شده که چون سرعت منفی است، پس

$$s_{av}=\left|\frac{v_{max}}{۲}\right|=۶m/s$$ می‌شود.

۱۹۳۳ (۴) C

خطاخوری هرگاه تندی متوسط بزرگ‌تر از سرعت متوسط باشد، مسافت طی‌شده بزرگ‌تر از جابه‌جایی بوده و به این معنی است که متحرک در حین حرکت تغییر جهت داده است.

برای محاسبهٔ مسافت و تندی بهتر است نمودار $v-t$ کشیده شود که چون سرعت اولیه با توجه به سؤال در جهت محور xها بوده (در جهت مثبت) و تغییر جهت داشته‌ایم، نمودار $v-t$ به صورت روبه‌رو می‌شود:



واضح است که چون سرعت اولیه مثبت است و متحرک تغییر جهت داده، شیب نمودار منفی می‌شود. حال با توجه به تعریف سرعت متوسط و تندی متوسط خواهیم داشت:

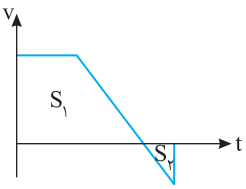
۱) در بازهٔ صفر تا ۱۰s سرعت متوسط ۷/۵ متر بر ثانیه است:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow \Delta x=۷۵m$$

۲) در بازهٔ صفر تا ۱۰s تندی متوسط ۸/۵ متر بر ثانیه است:

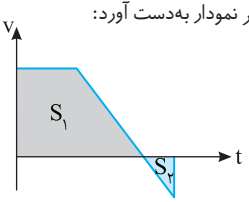
$$s_{av}=\frac{L}{\Delta t}\Rightarrow L=۸۵m$$

نکته در نمودار $v-t$ مسافت و جابه‌جایی متحرک با استفاده از سطح محصور بین نمودار و محور افقی به‌دست می‌آید:



$$\Delta x=S_1+S_2\ ,\ L=|S_1|+|S_2|$$

۳) مسافت و جابه‌جایی را می‌توان به کمک سطح زیر نمودار به‌دست آورد:



$$\begin{cases} L=S_1+S_2\Rightarrow ۸۵=S_1+S_2 \\ \Delta x=S_1-S_2\Rightarrow ۷۵=S_1-S_2 \end{cases}$$

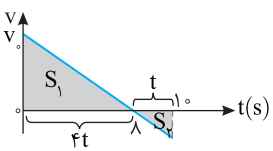
$$\Rightarrow S_1=۸۰m\ ,\ S_2=۵m$$

یادداشت ریاضی یکی از ابزارهای ریاضی مفید در محاسبات سطح زیر نمودار استفاده از تشابه مثلث‌ها است که در آن، مجذور نسبت ضلع‌ها برابر با نسبت مساحت‌هاست.

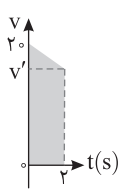
۴) نسبت مساحت سطح زیر نمودار در این دو بخش به صورت $\frac{S_1}{S_2}=۱۶$ است، پس نسبت ضلع‌های این دو مثلث متشابه ۱ به ۴ است.

$$\frac{t}{(۱۰-t)}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow ۴t=۱۰-t\Rightarrow t=۲$$

$$S_1=۸۰m\Rightarrow \frac{v_0\times ۸}{۲}=۸۰\Rightarrow v_0=۲۰m/s$$



برای به‌دست آوردن سطح زیر نمودار در ۲ ثانیه اول نیاز به داشتن سرعت در ثانیه دوم داریم. به این منظور ابتدا شتاب حرکت را با توجه به شیب نمودار $v-t$ به‌دست می‌آوریم:



$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{-۲۰}{۸}=-۲/۵m/s^2$$

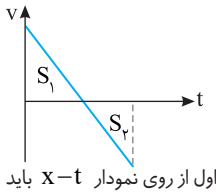
حال مسافت ۲s اول را حساب می‌کنیم:

$$v'=at+v_{\circ}\Rightarrow v'=-۵+۲۰\Rightarrow v'=۱۵m/s$$

$$L=\frac{(۲۰+۱۵)۲}{۲}=۳۵m$$

۱۹۳۴ (۳) B

نکته در نمودار $v-t$ سطح زیر نمودار مسافت و جابه‌جایی متحرک را مشخص می‌کند:

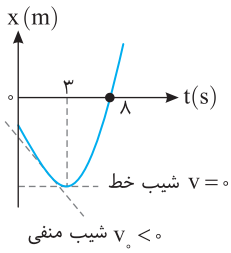


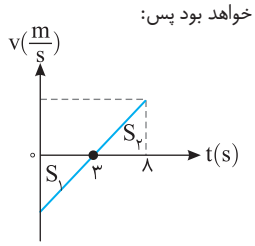
$$\Delta x=S_۱+S_۲\ ;\ S_۱>۰, S_۲<۰$$

$$L=S_۱+|S_۲|$$

خطفکری برای به‌دست آوردن مسافت و تندی متوسط بهتر است نمودار $v-t$ رسم شود. در گام اول از روی نمودار $x-t$ باید نمودار $v-t$ رسم شود.

با توجه به اینکه شیب خط مماس بر منحنی $x-t$ نشان‌دهنده سرعت لحظه‌ای است، سرعت اولیهٔ متحرک منفی و سرعت در لحظهٔ $t=۳s$ برابر صفر است. از طرفی چون دهانه منحنی $x-t$ رو به بالاست، شتاب حرکت مثبت است و شیب نمودار $v-t$ مثبت خواهد بود پس:





یاداشت ریاضی: نسبت مساحت‌های دو مثلث متشابه، برابر با مجذور نسبت تشابه آن‌ها است.

با توجه به نمودار $v-t$ و با استفاده از تشابه مثلث‌ها نسبت مساحت‌های $S_۱$ و $S_۲$ محاسبه می‌شود.

$$\frac{S_۲}{S_۱}=\frac{(۸-۳)^۲}{۳^۲}=\frac{۲۵}{۹}\Rightarrow S_۲=\frac{۲۵}{۹}S_۱$$

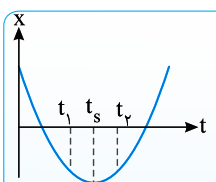
با توجه به نکته ابتدایی سؤال از روی $S_۱$ و $S_۲$ جابه‌جایی و مسافت مشخص می‌شود. دقت کنید که $S_۱$ زیر محور افقی بوده و در جابه‌جایی علامت منفی باید لحاظ شود.

$$\left.\begin{array}{l}\text{مسافت } L=S_۱+S_۲=S_۱+\frac{۲۵}{۹}S_۱=\frac{۳۴}{۹}S_۱\\ \text{جابه‌جایی } \Delta x=S_۲-S_۱=\frac{۲۵}{۹}S_۱-S_۱=\frac{۱۶}{۹}S_۱\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{\Delta x}{L}=\frac{\frac{۱۶}{۹}S_۱}{\frac{۳۴}{۹}S_۱}=\frac{۸}{۱۷}$$

۱۹۳۵ (۳) B

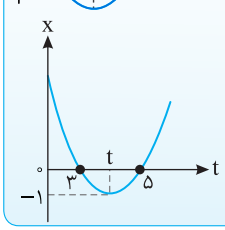
۱) در لحظه‌های $t=۳s$ و $t=۵s$ متحرک از مبدأ گذشته و در لحظه تغییر جهت (رأس سهمی $x-t$) مکان متحرک منفی بوده پس نمودار $x-t$ حرکت تقریباً به صورت مقابل است.

یادداشت ریاضی در نمودارهای سهمی مانند نمودار $x-t$ در حرکت با شتاب ثابت، رأس نمودار محور تقارن است بنابراین:



$$t_s=\frac{t_۱+t_۲}{۲}$$

۲) با توجه به یادداشت ریاضی بالا لحظهٔ t در نمودار $x-t$ برابر است با:



$$t=\frac{۳+۵}{۲}=۴s$$

۳) با توجه به نمودار در $t=۴s$ سرعت متحرک صفر شده و در بازهٔ $t=۴s$ تا $t=۵s$ متحرک به اندازهٔ $\Delta x=۰-(-۱)=۱m$ جابه‌جا می‌شود. شتاب متحرک را با توجه به این اطلاعات حساب می‌کنیم:

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۱t\xrightarrow[\Delta t=۱s]{v_۱=۰}۱=\frac{۱}{۲}a\Rightarrow a=۲m/s^۲$$

۴) شتاب متحرک $۲m/s^۲$ و در $t=۴s$ سرعت متحرک صفر شده است. با توجه به این اطلاعات سرعت اولیه و سرعت در $t=۵s$ را حساب می‌کنیم:

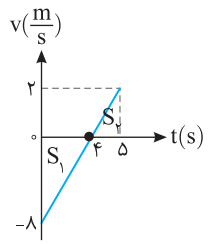
$$t_۲=۴s\ ,t_۱=۰:\ v_۲=at+v_۱\xrightarrow[v_۲=۰]{\Delta t=۴s}$$

$$۰=۲\times۴+v_۱\Rightarrow v_۱=-۸m/s$$

$$t_۳=۵s\ ,t_۲=۴s:\quad v_۳=at+v_۲\xrightarrow[v_۲=۰]{\Delta t=۱s}$$

$$v_۳=۲\times۱+۰\Rightarrow v_۳=۲m/s$$

۵) برای به‌دست آوردن تندی متوسط نمودار $v-t$ را رسم می‌کنیم تا با استفاده از سطح زیر نمودار مسافت به‌دست آید:



$$L=|S_۱|+|S_۲|$$

$$\Rightarrow L=\frac{۴\times۸}{۲}+\frac{۱\times۲}{۲}=۱۶+۱=۱۷m$$

۶) مسافت طی‌شده برابر است با:

$$s_{av}=\frac{L}{\Delta t}=\frac{۱۷}{۵}$$

۱۹۳۶ (?)

شکل سؤال کنکور کامل نبوده و این سؤال قابل حل نیست.

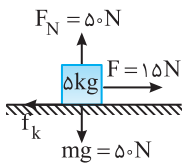
۱۹۳۷ (۴) B

خطفکری حرکت مکعبی چوبی شامل یک قسمت تندشونده قبل از پاره‌شدن نخ و یک قسمت کندشونده بعد از پاره شدن نخ است. در نتیجه شتاب هر قسمت را به‌دست آورده و مسافت‌ها را محاسبه می‌کنیم.

۱) ابتدا برایند نیروها در ۲s اول را حساب کرده و شتاب حرکت در این بازه را به‌دست می‌آوریم:

$$f_k=\mu_kF_N\Rightarrow f_k=۰/۲\times۵۰=۱۰N$$

$$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\Rightarrow ۱۵-۱۰=۵a\Rightarrow a=۱m/s^۲$$

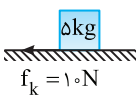


۲) با استفاده از رابطهٔ سرعت - زمان و جابه‌جایی - زمان، سرعت متحرک در لحظهٔ $t=۲s$ و مسافت طی‌شده در این ۲s را حساب می‌کنیم.

$$v=at+v_{\circ}\xrightarrow[v_{\circ}=۰]{a=۱\ ,t=۲s}v=۲m/s$$

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_{\circ}t\Rightarrow\Delta x=\frac{۱}{۲}\times۱\times۴=۲m$$

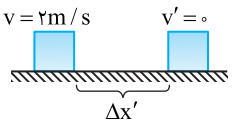
۳) بعد از پاره شدن نخ به جسم تنها نیروی اصطکاک جنبشی وارد می‌شود:



$$F'_{net}=ma'\Rightarrow-۱۰=۵a'\Rightarrow a'=-۲m/s^۲$$

۴) با استفاده از معادلهٔ مستقل از زمان جابه‌جایی در این بازه را حساب می‌کنیم:

$$v'^۲-v^۲=۲a'\Delta x'\Rightarrow۰-۴=-۴\Delta x'\Rightarrow\Delta x'=۱m$$

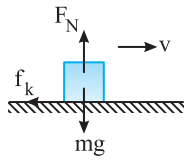


۵) جابه‌جایی کل برابر است با:

$$\Delta x_{\text{کل}}=\Delta x+\Delta x'\Rightarrow \Delta x_{\text{کل}}=۲+۱=۳m$$

میانبر اگر جسمی روی سطحی پرتاب شود و در راستای حرکت تنها نیروی اصطکاک جنبشی به آن وارد شود، خواهیم داشت:

$$F_{net}=ma\Rightarrow -f_k=ma\Rightarrow -\mu_k F_N=ma$$



نیروی عمودی سطح برابر mg است:

$$-\mu_k mg=ma\Rightarrow a=-\mu_k g$$

۱۹۳۸ B (۲)

خط‌فکری در سؤالاتی مانند مسائل آسانسور که نیروهای وارد بر جسم هم‌راستای هستند، می‌توان قانون دوم نیوتون را به صورت زیر نوشت:

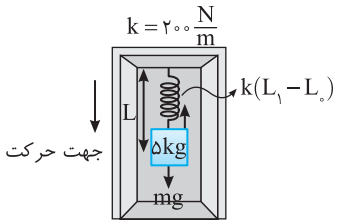
$$F_{net}=ma$$

$$\Rightarrow ma=\text{نیرو در خلاف جهت حرکت}-\text{نیرو در جهت حرکت}\Rightarrow \begin{cases} a>۰: \text{تندشونده} \\ a<۰: \text{کندشونده} \end{cases}$$

حالت اول: آسانسور در حال پایین رفتن بوده و mg نیرو در جهت حرکت است. حرکت تندشونده بوده و شتاب $+۲m/s^۲$ گرفته می‌شود.

$$F_{net}=ma\Rightarrow mg-k(L_۱-L_۰)=ma\Rightarrow ۵۰-۲۰۰(L_۱-L_۰)=۵\times ۲$$

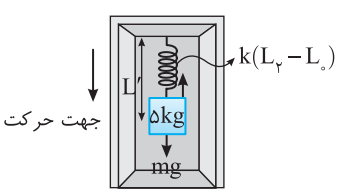
$$\Rightarrow ۲۰۰(L_۱-L_۰)=۴۰\Rightarrow L_۱-L_۰=۰/۲m=۲۰cm \quad (I)$$



حالت دوم: آسانسور به سمت پایین در حال حرکت بوده و mg نیرو در جهت است. حرکت کندشونده بوده و شتاب را $-۱m/s^۲$ در نظر می‌گیریم.

$$F_{net}=ma\Rightarrow mg-k(L_۲-L_۰)=ma\Rightarrow ۵۰-۲۰۰(L_۲-L_۰)=۵\times(-۱)$$

$$\Rightarrow ۲۰۰(L_۲-L_۰)=۵۵\Rightarrow L_۲-L_۰=\frac{۵۵}{۲۰۰}m=۲۷/۵cm \quad (II)$$



با استفاده از دو معادله (I) و (II) اختلاف $L_۱$ و $L_۲$ به‌دست می‌آید:

$$\begin{cases} L_۱-L_۰=۲۰cm \\ L_۲-L_۰=۲۷/۵cm \end{cases}\Rightarrow L_۲-L_۱=۷/۵cm$$

۱۹۳۹ B (۱)

یادداشت ریاضی برای تفاضل دو بردار سه حالت خاص زیر را به خاطر داشته باشید:

دو بردار هم‌جهت	دو بردار خلاف جهت هم
$\vec{R}_۱$ $\vec{R}_۲$ $\lvert\vec{R}_۱-\vec{R}_۲\rvert=\lvert\vec{R}_۱\rvert-\lvert\vec{R}_۲\rvert$	$\vec{R}_۱$ $\vec{R}_۲$ $\lvert\vec{R}_۱-\vec{R}_۲\rvert=\lvert\vec{R}_۱\rvert+\lvert\vec{R}_۲\rvert$
دو بردار عمود بر هم	
$\lvert\vec{R}_۱-\vec{R}_۲\rvert=\sqrt{R_۱^۲+R_۲^۲}$ ، $R_۱$ ، $R_۲$	

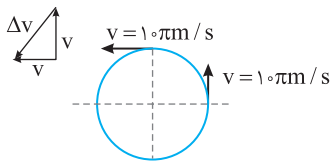
۱) ابتدا دورهٔ حرکت دایره‌ای را به‌دست می‌آوریم:

$$v=r\times\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow ۱۰\pi=۲۰\times\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=۴s$$

۲) بنابراین در هر ثانیه متحرک $\frac{۱}{۴}$ دوره را طی می‌کند و با توجه به اینکه سرعت در هر لحظه مماس بر مسیر حرکت است، سرعت‌ها در ابتدا و انتهای بازه زمانی ۱s بر هم عمود هستند و Δv با استفاده از رابطهٔ فیثاغورس به‌دست می‌آید:

$$|\Delta v|=\sqrt{v^۲+v^۲}=v\sqrt{۲}\Rightarrow \Delta v=۱۰\sqrt{۲}\pi$$

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{۱۰\sqrt{۲}\pi}{۱}=۱۰\sqrt{۲}\pi$$



۳) شتاب مرکزگرا برابر است با:

$$a_c=\frac{v^۲}{r}\Rightarrow a_c=\frac{۱۰۰\pi^۲}{۲۰}=۵\pi^۲$$

۴) نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{a_{av}}{a_c}=\frac{۱۰\sqrt{۲}\pi}{۵\pi^۲}=\frac{۲\sqrt{۲}}{\pi}$$

۱۹۴۰ B (۲)

۱) با توجه به معادله حرکت، دورهٔ حرکت را به‌دست می‌آوریم:

$$x=۰/۰۲\cos\frac{\pi}{۲}t\ ,\ \omega=\frac{\pi}{۲}\Rightarrow\frac{۲\pi}{T}=\frac{\pi}{۲}\Rightarrow T=۴s$$

۲) بازهٔ زمانی برابر است با:

$$\Delta t=t_۲-t_۱=\frac{۲۵}{۱۲}-\frac{۱}{۱۲}\Rightarrow \Delta t=۲s\xrightarrow{T=۴s}\Delta t=\frac{T}{۲}$$

نکته همواره مسافت طی شده در مدت زمان T برابر با ۴A و در مدت زمان $\frac{T}{۲}$ برابر با ۲A است.

۳) با توجه به نکته در مدت نصف دوره مسافتی که نوسانگر طی می‌کند ۲A یعنی ۰/۰۴ متر است.

$$s_{av}=\frac{L}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{۰/۰۴}{۲}=۰/۰۲m/s=۲cm/s$$

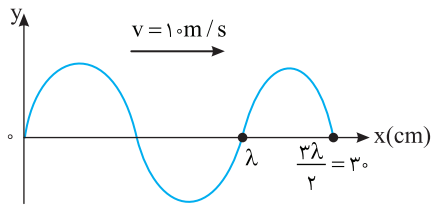
۳ ۱۹۴۱ B

خط فکری معمولاً در مسائل موج و نوسان لازم است نسبت $\frac{\Delta t}{T}$ را محاسبه کنیم.

برای این منظور مراحل زیر را طی می‌کنیم:

۱) با توجه به نمودار طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۳\lambda}{۲}=۳۰\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۰/۲m$$



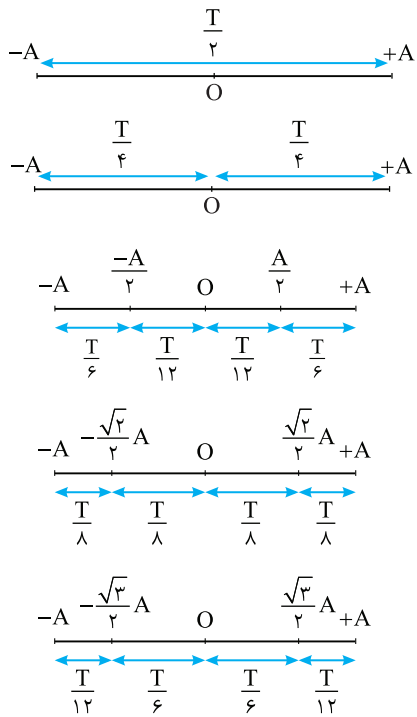
۲) حال دورهٔ موج را حساب می‌کنیم:

$$v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow ۱۰=\frac{۰/۲}{T}\Rightarrow T=۰/۰۲s=\frac{۲}{۱۰۰}s$$

۳) بازهٔ زمانی داده شده را بر حسب دوره به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}\Delta t=\frac{۹}{۴۰۰}\\ T=\frac{۲}{۱۰۰}\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{۹}{۸}\Rightarrow\Delta t=\frac{۹}{۸}T=T+\frac{T}{۸}$$

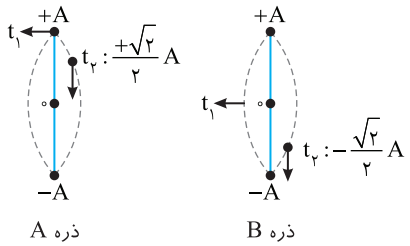
نکته برای بررسی نوسان ذره‌های موج در هر لحظه لازم است بازه‌های زمانی زیر را به خاطر بسپارید:



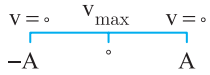
۴) حال حرکت ذره‌های A و B را بررسی می‌کنیم.

ذرات A و B روی ریسمان در حال نوسان‌اند.

نوسان A: ذرهٔ A ابتدا در دامنهٔ مثبت قرار دارد پس از یک دوره (T) مجدد به همان مکان می‌رسد و $\frac{T}{۸}$ ثانیه بعد به مکان $+\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ می‌رسد. ذرهٔ B ابتدا در $x=۰$ قرار دارد و با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ قبلی B پایین‌تر از آن قرار داد و این ذره ابتدا به سمت پایین شروع به نوسان کرده و پس از T مجدد به همان مکان می‌رسد و در مدت $\frac{T}{۸}$ به مکان $-\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ می‌رسد:



نکته برای یک نوسانگر تندی در دامنه‌ها صفر و در $x=۰$ بیشینه است:



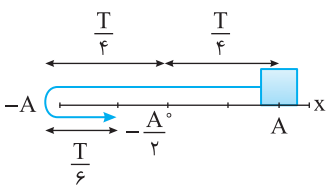
۵) مکان ذره‌های A و B در $x=۰$ و $x=A$ نیست پس گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست است.

۶) ذرهٔ A در حال حرکت به سمت $x=۰$ است، پس ذرهٔ A در حال حرکت به سمت مکانی است که تندی در آن بیشینه می‌شود و حرکت این ذره تندشونده است. ذرهٔ B در حال حرکت به سمت $x=-A$ است، پس ذرهٔ B در حال حرکت به سمت مکانی است که تندی آن صفر می‌شود، پس حرکت این ذره کندشونده است و گزینهٔ (۳) درست است.

۲ ۱۹۴۲ B

خط فکری از روی محور افقی (t) نمودار $x-t$ باید دورهٔ نوسان را به‌دست آورد و با توجه به محور قائم دامنه و مکان نوسانگر مشخص خواهد شد. در گام اول دوره را حساب کرده و در گام دوم با توجه به رابطهٔ $E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲$ انرژی مکانیکی را حساب می‌کنیم.

در لحظهٔ $t_۱=\frac{۲}{۱۵}$ برای دومین بار مکان نوسانگر به $-۲cm$ یا $-\frac{A}{۲}$ رسیده است:



$$\Delta t=\frac{T}{۴}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۶}=\frac{۸T}{۱۲}=\frac{۲T}{۳}$$

$$\Delta t=t_۱=\frac{۲}{۱۵}s\Rightarrow\frac{۲T}{۳}=\frac{۲}{۱۵}\Rightarrow T=\frac{۱}{۵}s$$

با داشتن T و محاسبهٔ ω انرژی مکانیکی را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2 \xrightarrow[\omega=\frac{2\pi}{T}=10\pi]{m=500g,A=4cm}$$

$$E=\frac{1}{2}\times(500\times10^{-3})(16\times10^{-4})(100\times\pi^2)$$

$$\xrightarrow{\pi^2=10} E=\frac{1}{2}(800\times10^{-3})=400\times10^{-3}J\Rightarrow E=\frac{4}{100}=\frac{1}{25}J$$

۱۹۴۳ B ۱

نکته اختلاف تراز شدت دو صوت برابر لگاریتم نسبت شدت آن دو صوت می‌شود:

$$\beta_A-\beta_B=10\log\frac{I_A}{I_0}-10\log\frac{I_B}{I_0}$$

$$\xrightarrow{\log a-\log b=\log\frac{a}{b}}\Delta\beta=10\log\frac{\frac{I_A}{I_0}}{\frac{I_B}{I_0}}\Rightarrow\Delta\beta=10\log\frac{I_A}{I_B}$$

با توجه به نسبت خواسته شده، لازم است دو تراز شدت صوت داده شده را از هم کم کنیم، تا لگاریتم $\frac{I_2}{I_1}$ را به‌دست آوریم:

$$\Delta\beta=\beta_2-\beta_1\Rightarrow10\log\frac{I_2}{I_1}-10\log\frac{I_1}{I_0}=92-28=64$$

$$\Rightarrow10(\log\frac{\frac{I_2}{I_0}}{\frac{I_1}{I_0}})=64\Rightarrow\log\frac{I_2}{I_1}=6/4$$

نکته $\log10^n$ برابر n است و $\log a-\log b$ برابر $\log\frac{a}{b}$ است.

می‌توان عدد ۶/۴ به‌دست آمده را به صورت $7-2(0/3)$ نوشت و به جای ۷، $\log10^7$ و به جای ۰/۳ از $\log2$ استفاده کرد:

$$\log\frac{I_2}{I_1}=7-2(0/3)\Rightarrow\log\frac{I_2}{I_1}=\log10^7-2\log2$$

$$\Rightarrow\log\frac{I_2}{I_1}=\log\frac{10^7}{4}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=0/25\times10^7=2/5\times10^6$$

۱۹۴۴ B ۴

نکته در یک تار مرتعش دو انتها بسته بسامد هماهنگ nام برابر است با:

$$f_n=\frac{nv}{2L}$$

هماهنگ اول و دوم یک تار دو انتها بسته برابر است با:

$$f_n=\frac{nv}{2L}\Rightarrow\begin{cases}f_1=\frac{v}{2L}\\f_2=\frac{2v}{2L}\end{cases}\Rightarrow f_1+f_2=\frac{3v}{2L}\Rightarrow\frac{3v}{2\times0/4}=375\Rightarrow v=100m/s$$

تندی موج در تار از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{FL}{m}}$ به‌دست می‌آید:

$$100=\sqrt{\frac{F\times0/4}{10^{-2}}}\Rightarrow10^4=\frac{F\times0/4}{10^{-2}}\Rightarrow F=\frac{100}{0/4}=250N$$

۱۹۴۵ B ۱

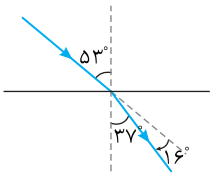
نکته روابط شکست موج در هنگام ورود غیرعمودی از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{n_1}{n_2}$$

باید توجه داشت هنگام عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد موج تغییر نمی‌کند.

با ورود نور از هوا به هر محیط دیگری پرتو به خط عبور نزدیک‌تر می‌شود. بنابراین پرتو موج ۱۶° به نیم‌خط عمود نزدیک می‌شود:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin37^\circ}{\sin53^\circ}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{6}{8}=\frac{3}{4}$$



$$53^\circ-16^\circ=37^\circ$$

طول موج $\frac{1}{8}\mu m$ کاهش یافته است.

$$\lambda_1-\lambda_2=\frac{1}{8}\times10^{-6}\xrightarrow{\lambda_2=\frac{3}{4}\lambda_1}\frac{1}{4}\lambda_1=\frac{1}{8}\times10^{-6}\Rightarrow\lambda_1=0/5\times10^{-6}m$$

$$\lambda=\frac{c}{f}\Rightarrow f=\frac{3\times10^8}{0/5\times10^{-6}}=6\times10^{14}Hz$$

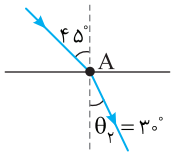
۱۹۴۶ B ۳

فکر خلاق با توجه به رابطهٔ سرعت در حرکت با سرعت ثابت داریم: $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$

بنابراین برای محاسبه Δt به $\Delta x=AB$ به و سرعت حرکت نور نیاز داریم:

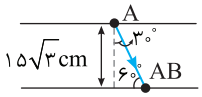
۱) ابتدا زاویهٔ شکست محیط (۲) را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\sin45^\circ}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}\Rightarrow\frac{\frac{\sqrt2}{2}}{\sin\theta_2}=\frac{\sqrt2}{1}\Rightarrow\sin\theta_2=\frac{1}{2}\Rightarrow\theta_2=30^\circ$$



۲) حال طول AB را به‌دست می‌آوریم:

$$\sin60^\circ=\frac{15\sqrt3}{L_{AB}}\Rightarrow\frac{\sqrt3}{2}=\frac{15\sqrt3}{L_{AB}}\Rightarrow L_{AB}=30cm=0/3m$$



۳) سرعت در محیط (۲) را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{v_2}{v_1}=\frac{n_1}{n_2}\Rightarrow\frac{v_2}{3\times10^8}=\frac{1}{\sqrt2}\Rightarrow v_2=\frac{3}{\sqrt2}\times10^8\Rightarrow v_2=1/5\sqrt2\times10^8m/s$$

۴) حال زمان مسافت طی شده را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\frac{L_{AB}}{t_{AB}}\Rightarrow t_{AB}=\frac{L_{AB}}{v_2}\Rightarrow t_{AB}=\frac{0/3}{1/5\sqrt2\times10^8}=\frac{2}{\sqrt2}\times10^{-9}s=\sqrt2ns$$

B ۱۹۴۷ (۲)

خطاهای رایج با داشتن تابع کار فلز و محاسبهٔ اختلاف انرژی فوتون‌های ورودی با تابع کار، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها به‌دست می‌آید. در نهایت با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی، تندی فوتوالکترون‌ها محاسبه می‌شود.

۱) ابتدا تابع کار را حساب می‌کنیم، دقت کنید چون ثابت پلانک (h) بر حسب $eV.s$ داده شده پس تابع کار بر حسب الکترون‌ولت به‌دست می‌آید:

$$W_{\circ}=hf_{\circ}\Rightarrow W_{\circ}=۴\times۱۰^{-۱۵}\times\frac{۵}{۸}\times۱۰^{۱۵}=۲/۵eV$$

نکته برای تبدیل الکترون ولت به ژول از کسر تبدیل $\frac{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}J}{۱eV}$ استفاده می‌کنیم.

$$W_{\circ}=۲/۵\times(۱/۶\times۱۰^{-۱۹})=۴\times۱۰^{-۱۹}J$$

۲) انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها را حساب می‌کنیم:

$$K_{max}=hf-W_{\circ}\Rightarrow K_{max}=۴/۱۲۵\times۱۰^{-۱۹}-۴\times۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow K_{max}=۰/۱۲۵\times۱۰^{-۱۹}J$$

۳) حال با توجه به انرژی جنبشی، تندی را حساب می‌کنیم:

$$K_{max}=\frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲}\Rightarrow\frac{۱۲۵}{۱۰۰۰}\times۱۰^{-۱۹}=\frac{۱}{۲}\times۹\times۱۰^{-۳۱}\times v_{max}^{۲}$$

$$\Rightarrow v_{max}^{۲}=\frac{۲۵}{۹}\times۱۰^{۱۰}\Rightarrow v_{max}=\frac{۵}{۳}\times۱۰^{۵}\Rightarrow v_{max}=\frac{۱۰^{۶}}{۶}m/s$$

A ۱۹۴۸ (۴)

یادآوری * موفقیت‌های مدل اتمی بور:

۱) تبیین پایداری اتم

۲) توجیه طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی و اتم‌های هیدروژن گونه

۳) محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن بر مبنای گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم

* نارسایی‌های مدل اتمی بور:

۱) این مدل برای چرخش بیش از یک الکترون به دور هسته به کار نمی‌رود.

۲) عدم توجیه متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی

بنابراین با توجه به یادآوری بالا گزینهٔ (۴) صحیح است.

B ۱۹۴۹ (۲)

خطاهای رایج بلندترین طول موج گسیلی (کم‌انرژی‌ترین پرتو) رشتهٔ n'، از $n'+۱$ به n' خواهد بود.

کوتاه‌ترین طول موج گسیلی (پرانرژی‌ترین پرتو) رشتهٔ n'، از ∞ به n' خواهد بود.

بلندترین طول موج گسیلی مربوط به گذار از $n=۳$ به $n'=۲$ است:

$$\frac{۱}{\lambda_{max}}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda_{max}}=R(\frac{۱}{۴}-\frac{۱}{۹})$$

$$\Rightarrow\lambda_{max}=\frac{۳۶}{۵R}=\frac{۳۶۰۰}{۵}=۷۲۰nm$$

کوتاه‌ترین طول موج گسیلی مربوط به گذار از $n=\infty$ به $n'=۲$ است.

$$\frac{۱}{\lambda_{min}}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda_{min}}=R(\frac{۱}{۴}-۰)\Rightarrow\lambda_{min}=\frac{۴}{R}=۴۰۰nm$$

اختلاف طول موج‌های خواسته شده برابر است با: $\Delta\lambda=۷۲۰-۴۰۰=۳۲۰nm$

B ۱۹۵۰ (۱)

نکته تراز $n=۱$ را حالت پایه و ترازهای بالاتر را حالت برانگیخته می‌نامند، پس تراز mام در واقع $m-۱$ امین حالت برانگیخته است، به‌طور مثال $n=۳$، ۲امین حالت برانگیخته است.

اولین حالت برانگیختگی یعنی $n=۲$ و حالت پایه یعنی $n=۱$. بنابراین طبق رابطه اختلاف ترازهای انرژی خواهیم داشت:

$$\Delta E=E_U-E_L\Rightarrow\Delta E=(\frac{-E_R}{n_U^{۲}})-(\frac{-E_R}{n_L^{۲}})$$

$$\Rightarrow\Delta E=(\frac{-۱۳/۶}{۴})-(\frac{-۱۳/۶}{۱})=۱۰/۲eV$$

حال این انرژی را به ژول تبدیل می‌کنیم:

$$\Delta E=۱۰/۲eV\times\frac{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{۱eV}=۱۶/۳۲\times۱۰^{-۱۹}J\Rightarrow\Delta E=۱/۶۳۲\times۱۰^{-۱۸}J$$

B ۱۹۵۱ (۳)

یادآوری برای به‌دست آوردن درصد هسته‌های پرتوزا باقی‌مانده می‌توان از رابطه $\frac{N}{N_{\circ}}=(\frac{۱}{۲})^{n}\times۱۰۰$ استفاده کرد که در آن $n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$ است.

نیمه‌عمر کربن ۵۷۳۰ سال است، بنابراین پس از ۲۲۹۲۰ سال، ۴ نیمه‌عمر گذشته است.

$$n=\frac{۲۲۹۲۰}{۵۷۳۰}=۴$$

حال با توجه به رابطهٔ گفته شده در یادآوری درصد خواسته شده را حساب می‌کنیم:

$$\text{درصد باقی‌مانده}\ \frac{N}{N_{\circ}}=(\frac{۱}{۲})^{۴}\times۱۰۰=۶/۲۵٪$$

راه‌دوم: پس از هر نیمه‌عمر مقدار باقیماندهٔ یک عنصر نصف می‌شود:

$$N\xrightarrow{\text{یک نیمه‌عمر}}\underset{\downarrow ٪۵۰}{\frac{N}{۲}}\xrightarrow{\text{دو نیمه‌عمر}}\underset{\downarrow ٪۲۵}{\frac{N}{۴}}\xrightarrow{\text{سه‌نیمه‌عمر}}$$

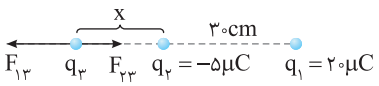
$$\frac{N}{۸}\xrightarrow{\text{چهارنیمه‌عمر}}\underset{\downarrow ۶/۲۵٪}{\frac{N}{۱۶}}$$

$\downarrow ۱۲/۵٪$

B ۱۹۵۲ (۲)

خطاهای رایج با برابر قرار دادن نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$، فاصله بار $q_۳$ از بارهای $q_۱$ و $q_۲$ محاسبه می‌شود. برایند نیروهای وارد بر بار $q_۲$ را از طرف بارهای $q_۱$ و $q_۳$ به‌دست می‌آوریم. به این منظور مراحل زیر را انجام می‌دهیم.

۱) دو بار ناهمنام هستند، بنابراین بار $q_۳$ باید در خارج خط واصل دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر قرار گیرد. برای آنکه نیروی وارد بر $q_۳$ صفر شود باید دو نیروی $F_{۱۳}$ و $F_{۲۳}$ هم‌اندازه باشند.



$$F_{۱۳}=F_{۲۳}=k\frac{|q_۲||q_۳|}{x^{۲}}=k\frac{|q_۱||q_۳|}{(۳۰+x)^{۲}}\Rightarrow\frac{+۵}{x^{۲}}=\frac{۲۰}{(۳۰+x)^{۲}}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{x^{۲}}=\frac{۴}{(۳۰+x)^{۲}}\Rightarrow ۲x=۳۰+x\Rightarrow x=۳۰cm$$

۲) نیرویی که بارهای $q_۱$ و $q_۲$ بر هم وارد می‌کنند برابر است با:

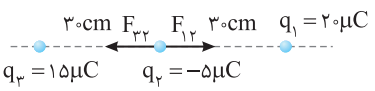
$$F_{۱۲}=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r_{۱۲}^{۲}}=۹\times۱۰^{۹}\times\frac{۵\times۱۰^{-۶}\times۲۰\times۱۰^{-۶}}{۹\times۱۰^{-۲}}\Rightarrow F_{۱۲}=۱۰N$$

این نیرو جاذبه است و بر $q_۲$ به سمت راست وارد می‌شود.

۳) نیرویی که بار $q_۳$ بر $q_۲$ وارد می‌کند نیز جاذبه بوده و به سمت چپ است و مقدار آن برابر است با:

$$F_{۳۲}=k\frac{|q_۳||q_۲|}{r_{۲۳}^{۳}}=۹\times۱۰^{۹}\times\frac{۱۵\times۱۰^{-۶}\times۵\times۱۰^{-۶}}{۹\times۱۰^{-۲}}=۷/۵N$$

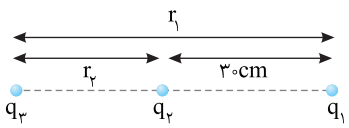
۴) نیروی خالص وارد بر $q_۲$ خواهد شد: $F_۲=F_{۱۲}-F_{۳۲}=۱۰-۷/۵=۲/۵N$



میانبر اگر فاصلهٔ بار $q_۱$ و $q_۲$ از بار $q_۳$ را به ترتیب $r_۱$ و $r_۲$ فرض کنیم و برایند نیروهای وارد بر $q_۳$ صفر شود، نسبت دو بار با نسبت فاصله‌ها رابطه مستقیم و مجذوری خواهد داشت:

$$\frac{|q_۱|}{|q_۲|}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\Rightarrow\frac{۲۰}{۵}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\Rightarrow ۲=\frac{r_۱}{r_۲}\xrightarrow{r_۱-r_۲=۳۰cm}$$

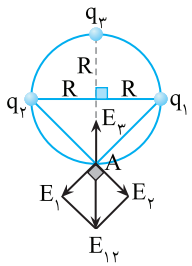
$$r_۱=۶۰cm\ ,\ r_۲=۳۰cm$$



۲) B ۱۹۵۳

۱) اگر شعاع دایره را R فرض کنیم، فاصله $q_۳$ تا A برابر ۲R و فاصلهٔ $q_۱$ و $q_۲$ تا A برابر خواهد شد با:

$$R_{۱A}=R_{۲A}=\sqrt{R^۲+R^۲}=\sqrt{۲}R$$



۲) برای آنکه میدان الکتریکی در نقطهٔ A صفر شود، باید میدان این بارها به گونه‌ای باشند که برایند آن‌ها صفر شود. در این صورت باید $q_۱$ و $q_۲$ هم‌اندازه باشند تا میدان برایند آن‌ها در امتداد میدان $E_۳$ قرار گیرد. از طرفی برایند $E_۱$ و $E_۲$ باید هم‌اندازهٔ $E_۳$ و در خلاف جهت آن باشد. پس $q_۱$ و $q_۲$ همنام و با $q_۳$ ناهمنام هستند. اگر $q_۱$ و $q_۲$ را مثبت بگیریم، $q_۳$ منفی است و میدان‌ها به صورت شکل بالا خواهند بود.

$$E_۱=E_۲=k\frac{|q_۱|}{(\sqrt{۲}R)^۲}\Rightarrow E_۱=E_۲=\frac{k|q_۱|}{۲R^۲}$$

$$E_۳=k\frac{|q_۳|}{(۲R)^۲}\Rightarrow E_۳=\frac{k|q_۳|}{۴R^۲}$$

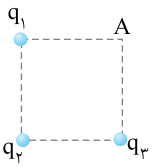
۳) برایند $E_۱$ و $E_۲$ خواهد شد:

$$E_{۱۲}=\sqrt{E_۱^۲+E_۲^۲}=\sqrt{۲}E_۱\Rightarrow E_{۱۲}=\sqrt{۲}\frac{k|q_۱|}{۲R^۲}$$

۴) سرانجام خواهیم داشت:

$$E_۳=E_{۱۲}\Rightarrow\frac{k|q_۳|}{۴R^۲}=\sqrt{۲}k\frac{|q_۱|}{۲R^۲}\Rightarrow\frac{|q_۳|}{|q_۱|}=۲\sqrt{۲}$$

میانبر در یک مربع به صورت روبه‌رو که در سه رأس آن بارهای $q_۱$، $q_۲$ و $q_۳$ قرار دارد، شرط آنکه میدان خالص در نقطهٔ A صفر شود این است که:



$$q_۱=q_۳\ \ ,\ \ q_۲=-۲\sqrt{۲}q_۱$$

در این سؤال نیز شکل به همین صورت است.

۳) B ۱۹۵۴

پس از تماس دو گوی با هم، نیروی الکتریکی بین آن‌ها کاهش یافته است، بنابراین باید بارهای دو گوی ناهمنام بوده باشد تا پس از تماس، بار تک‌تک آن‌ها برابر $q'_۱=q'_۲=\frac{|q_۲|-q_۱}{۲}$ شود.

نیروی بین دو بار در حالت اول برابر است با: $F=k\frac{q_۱|q_۲|}{r^۲}$

نیروی بین دو بار در حالت دوم برابر است با: $F'=k\frac{(\frac{|q_۲|-q_۱}{۲})^۲}{r^۲}$

با توجه به فرض مسئله:

$$F'=\frac{۸۰}{۱۰۰}F\Rightarrow k\frac{\frac{(|q_۲|-q_۱)^۲}{۴}}{r^۲}=\frac{۸۰}{۱۰۰}k\frac{q_۱|q_۲|}{r^۲}$$

$$\Rightarrow\frac{|q_۲|^۲+q_۱^۲-۲q_۱|q_۲|}{۴}=۰/۸q_۱|q_۲|$$

$$|q_۲|^۲+q_۱^۲-۲q_۱|q_۲|=۳/۲q_۱|q_۲|\Rightarrow|q_۲|^۲+q_۱^۲-۵/۲q_۱|q_۲|=۰$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف را بر } q_۱^۲}(\frac{|q_۲|}{q_۱})^۲+۱-۵/۲\frac{|q_۲|}{q_۱}=۰$$

به جای $\frac{|q_۲|}{q_۱}$ که خواسته سؤال است x قرار می‌دهیم:

$$x^۲+۱-۵/۲x=۰\Rightarrow(x-۵)(x-۰/۲)=۰\Rightarrow x=۵\ \text{یا}\ ۰/۲$$

چون مقدار $q_۲$ بزرگ‌تر از $q_۱$ است پس ۰/۲ غلط است.

۳) B ۱۹۵۵

۱) چگالی سطحی بار الکتریکی کرهٔ A را در حالت اول حساب می‌کنیم:

$$\sigma_{A_۱}=\frac{q_{A_۱}}{A}=\frac{۲۰}{۴\times۳\times(۵\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow\sigma_{A_۱}=\frac{۲۰}{۱۲\times۲۵\times۱۰^{-۴}}$$

$$\Rightarrow\sigma_{A_۱}=\frac{۲۰۰۰}{۳}\mu C/m^۳$$

۲) بعد از تماس دو کره فلزی بار هر کره خواهد شد:

$$q_{A_۲}=q_{B_۲}=\frac{q_A+q_B}{۲}=\frac{۲۰+(-۴)}{۲}=۸\mu C$$

۳) چگالی سطحی بار کرهٔ A را در حالت دوم حساب می‌کنیم:

$$\sigma_{A_۲}=\frac{q_{A_۲}}{A}=\frac{۸}{۴\times۳(۵\times۱۰^{-۲})^۲}=\frac{۸}{۱۲\times۲۵\times۱۰^{-۴}}=\frac{۸\times۱۰^۴}{۳۰۰}$$

$$\Rightarrow\sigma_{A_۲}=\frac{۸۰۰}{۳}\mu C/m^۳$$

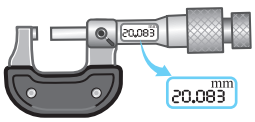
۴) کاهش مقدار چگالی سطحی بار کره A خواهد شد:

$$\sigma_{A_۱}-\sigma_{A_۲}=\frac{۲۰۰۰}{۳}-\frac{۸۰۰}{۳}=\frac{۱۲۰۰}{۳}=۴۰۰\mu C/m^۳$$

یادآوری مساحت کره به شعاع r برابر است با $۴\pi r^۲$.

۱۹۵۶ A (۱)

وسیلهٔ نشان داده شده یک ریزسنج رقمی است. دقت وسایل رقمی (دیجیتال) یک واحد از آخرین رقمی است که وسیله نشان می‌دهد، بنابراین دقت این وسیله ۰/۰۰۱mm است.



۱۹۵۷ B (۲)

خطاشکری به طور کلی جدا کردن بار $+q$ از صفحه منفی خازن و انتقال آن به صفحه مثبت موجب افزایش بار خازن به اندازه q می‌شود.

بنابراین با جدا کردن ۳mC بار مثبت از صفحهٔ منفی، بار آن صفحه منفی‌تر و بار صفحه مثبت خازن، مثبت‌تر شده، یعنی بار روی صفحات خازن خواهد شد: $q'=q+۳$

نکته در رابطهٔ $U=\frac{q^۲}{۲C}$ اگر یکای q بر حسب میلی‌کولن باشد و یکای ظرفیت خازن میکروفاراد، انرژی بر حسب ژول به‌دست می‌آید، به طور مثال اگر بار ۲mC و ظرفیت خازن $۱\mu F$ باشد، خواهیم داشت:

با تبدیل یکا: $U=\frac{q^۲}{۲C}=\frac{(۲\times ۱۰^{-۳})^۲}{۲\times ۱۰^{-۶}}=\frac{۴\times ۱۰^{-۶}}{۲\times ۱۰^{-۶}}=۲J$

بدون تبدیل یکا: $U=\frac{q^۲}{۲C}=\frac{(۲)^۲}{۲\times ۱}=۲J$

با توجه به نکته بالا پس در این سؤال نیازی به تبدیل یکا نیست. در سؤال گفته شده انرژی ۴/۵J افزایش یافته است:

نکته با تغییر بار خازن ظرفیت خازن ثابت می‌ماند:

$$U'=U+۴/۵ \xrightarrow[U'=\frac{q'^۲}{۲C}]{U=\frac{q^۲}{۲C}} \frac{q'^۲}{۲C}=\frac{q^۲}{۲C}+۴/۵ \Rightarrow \frac{(q+۳)^۲}{۲\times ۵}=\frac{(q)^۲}{۲\times ۵}+۴/۵$$

$$\xrightarrow[\text{ضرب می‌کنیم}]{\text{دو طرف را در ۱۰}} (q+۳)^۲=q^۲+۴۵ \Rightarrow q^۲+۶q+۹=q^۲+۴۵$$

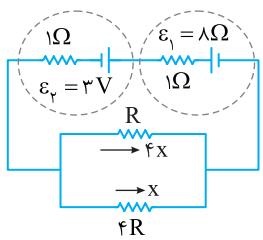
$$\Rightarrow ۶q=۳۶ \Rightarrow q=۶\mu C$$

۱۹۵۸ B (۱)

خطاشکری با توجه به بزرگ‌تر بودن $\varepsilon_۱$ از $\varepsilon_۲$ و خلاف جهت یکدیگر بودن آن‌ها، جهت جریان در جهت جریان خروجی از (۱) بوده و پادساعتگرد است. جریان به قطب مثبت باتری (۲) وارد شده و این باتری در حال شارژ بوده و اختلاف پتانسیل آن از رابطهٔ $V=\varepsilon+rI$ به‌دست می‌آید.

۱) اختلاف پتانسیل دو سر باتری $\varepsilon_۲$ برابر است با:

$$V_۲=\varepsilon_۲+Ir \xrightarrow{V=۳/۵V} ۳/۵=۳+I\times ۱ \Rightarrow I=۰/۵A$$



۲) مقاومت معادل مدار برابر است با: $R_{eq}=\frac{R\times ۴R}{R+۴R} \Rightarrow R_{eq}=\frac{۴}{۵}R$

۳) با داشتن جریان مدار مقدار R را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon_۱-\varepsilon_۲}{R_{eq}+r_۱+r_۲} \Rightarrow ۰/۵=\frac{۸-۳}{\frac{۴}{۵}R+۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۴}{۵}R+۲=۱۰ \Rightarrow \frac{۴}{۵}R=۸ \Rightarrow R=۱۰\Omega$$

۴) در شاخه‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

یعنی اگر جریان مقاومت $۴R$ برابر x باشد، جریان مقاومت R برابر $۴x$ است، از این‌رو خواهیم داشت: $I=x+۴x \Rightarrow ۰/۵=x+۴x \Rightarrow x=۰/۱A$

بنابراین جریان مقاومت R برابر $۴\times ۰/۱=۰/۴A$ بوده و توان مصرفی آن خواهد شد:

$$P=RI^۲ \Rightarrow P=۱۰\times(۰/۴)^۲=۱/۶W$$

راه دوم: توان خروجی باتری (۱) و توان ورودی به باتری (۲) را حساب می‌کنیم:

جریان را با توجه به روش قبل، ۰/۵ آمپر به‌دست می‌آوریم.

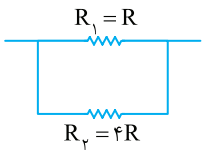
$$P_۱=\varepsilon_۱I-r_۱I^۲ \Rightarrow P_۱=۸\times ۰/۵-۱\times(۰/۵)^۲=۳/۷۵W$$

$$P_۲=\varepsilon_۲I+r_۲I^۲ \Rightarrow P_۲=۳\times ۰/۵+۱\times(۰/۵)^۲=۱/۷۵W$$

از ۳/۷۵ وات توان خروجی باتری (۱)، ۱/۷۵ W را باتری (۲) مصرف می‌کند، بنابراین دو مقاومت خارجی توان ۲W را مصرف خواهند کرد:

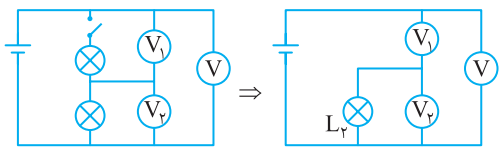
$$\begin{cases} P_۱=\frac{V^۲}{R} \\ P_۲=\frac{V^۲}{۴R} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_۱}{P_۲}=۴ \Rightarrow P_۱=۴P_۲$$

$$P_۱+P_۲=۲ \Rightarrow ۵P_۲=۲ \Rightarrow P_۲=۰/۴W \quad , \quad P_۱=۱/۶W$$



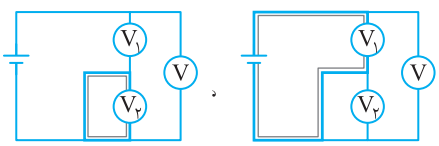
۱۹۵۹ B (۲)

هنگامی که کلید $K_۱$ باز می‌شود، شاخهٔ دارای کلید $K_۱$ حذف شده و شکل مدار به صورت زیر خواهد شد:



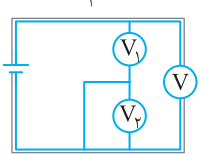
با توجه به شکل لامپ $L_۲$ با ولتسنج $V_۱$ متوالی شده و جریانی از آن عبور نمی‌کند و در واقع این لامپ نیز روشن نبوده و اختلاف پتانسیلی ایجاد نمی‌کند و مانند سیم عمل خواهد کرد.

دو سر ولتسنج $V_۲$ به هم وصل شده و صفر را نشان می‌دهند، اما ولتسنج‌های $V_۱$ و V به دو سر باتری وصل بوده و نیرومحرکه را نشان می‌دهند. شکل اتصال این سه ولتسنج را در زیر کشیده‌ایم:



دوسر ولتسنج $V_۱$ به باتری وصل بوده و چون مدار جریانی ندارد. $V_۱=\varepsilon$

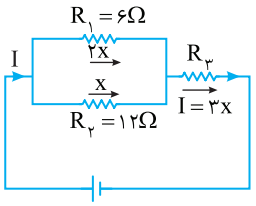
دوسر ولتسنج $V_۲$ با سیم به‌هم وصل بوده و $V_۲=۰$ است.



دوسر ولت سنج V به باتری وصل بوده و $V=\varepsilon$ را نشان می‌دهد.

۱۹۶۰ (۳) B

در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. اگر جریان مقاومت $R_۲=۱۲\Omega$ را x در نظر بگیریم، جریان مقاومت $R_۱=۶\Omega$ برابر $۲x$ می‌شود و جریان مدار خواهد شد:



$$I=x+۲x=۳x$$

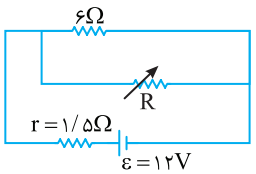
با توجه به فرض مسئله توان مصرفی در مقاومت $R_۳$، ۶ برابر توان مصرفی در مقاومت $R_۲$ است، بنابراین:

$$P_۳=۶P_۲ \xrightarrow{P=RI^۲} R_۳(۳x)^۲=۶\times۱۲(x)^۲$$

$$\Rightarrow ۹R_۳=۶\times۱۲\Rightarrow R_۳=۸\Omega$$

۱۹۶۱ (۴) B

حالت اول: وقتی مقاومت متغیر صفر است.



سبب اتصال کوتاه باتری شده و اختلاف پتانسیل دو سر باتری صفر می‌شود:

$$I=\frac{\varepsilon}{r+۰}=\frac{\varepsilon}{r}\Rightarrow V=\varepsilon-rI=۰$$

حالت دوم: وقتی مقاومت متغیر ۱۸Ω می‌شود، این مقاومت با مقاومت ۶Ω موازی بوده و مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R_{eq}=\frac{۶\times۱۸}{۶+۱۸}\Rightarrow R_{eq}=۴/۵\Omega$$

جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۱۲}{۴/۵+۱/۵}\Rightarrow I=۲A$$

ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

$$V=\varepsilon-Ir\Rightarrow V=۱۲-۲\times۱/۵\Rightarrow V=۹V$$

۱۹۶۲ (۱) B

خط‌خطری آلفا ذره‌ای با دو پروتون و دو نوترون بوده یعنی دارای بار مثبت $۲e$ است. با داشتن جرم ذرهٔ آلفا و شتاب آن، نیروی مغناطیسی وارد بر آن را به کمک قانون دوم نیوتون حساب می‌کنیم.

$$F=ma\Rightarrow F=۶/۶۸\times۱۰^{-۲۷}\times۴\times۱۰^۵\,N$$

اکنون به کمک رابطهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی، بزرگی میدان را به‌دست می‌آوریم:

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[\theta=۹۰]{|q|=۲e=۳/۲\times۱۰^{-۱۹}C}$$

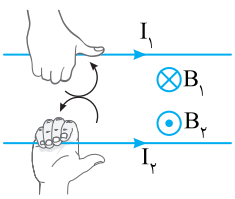
$$۶/۶۸\times۴\times۱۰^{-۲۲}=۳/۲\times۱۰^{-۱۹}\times۵۰\times B$$

$$\Rightarrow B=۰/۱۶۷\times۱۰^{-۳}\,T\Rightarrow B=۱/۶۷G$$

۱۹۶۳ (۴) B

یادآوری برای تشخیص جهت میدان مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان، شست دست راست را در جهت جریان الکتریکی سیم قرار داده، جهت چرخش چهار انگشت دیگر، جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

میدان مغناطیسی در نقطهٔ A صفر شده است. بنابراین میدان مغناطیسی دو سیم در نقطهٔ A در خلاف جهت هم هستند. اما چون نقطهٔ A به سیم $I_۲$ نزدیک‌تر است قطعاً جریان سیم $I_۲$ از جریان سیم $I_۱$ کمتر است. $(I_۲<I_۱)$



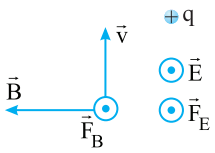
با توجه به قاعدهٔ دست راست میدان مغناطیسی سیم $I_۱$ در نقطهٔ A درونسو است، بنابراین میدان مغناطیسی سیم $I_۲$ باید برونسو باشد یعنی $I_۲$ با $I_۱$ هم‌جهت است.

جمع‌بندی اگر جریان دو سیم همسو باشد، میدان در نقطه‌ای بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کوچک‌تر صفر خواهد شد.

اگر جریان دو سیم ناهمسو باشد، میدان در نقطه‌ای خارج دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کوچک‌تر صفر خواهد شد.

۱۹۶۴ (۱) B

خط‌خطری برای آنکه نیروی خالص وارد بر بار بیشینه شود باید نیروهایی که میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی بر بار وارد می‌کنند هم‌جهت باشند.

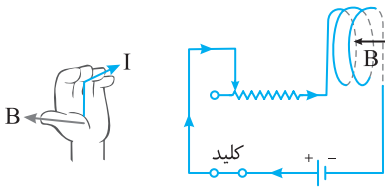


میدان الکتریکی مطابق شکل برونسو است و بر بار مثبت در میدان الکتریکی نیرویی در جهت میدان وارد می‌شود، یعنی نیروی F_E نیز برونسو است.

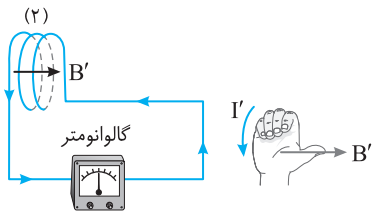
نیروی مغناطیسی F_B باید با F_E هم‌جهت باشند. میدان مغناطیسی به سمت چپ بوده و نیروی مغناطیسی وارد بر بار برونسو است، از این‌رو با توجه به قاعدهٔ دست راست سرعت ذره را به‌دست می‌آوریم. اگر شست دست راست را در جهت نیرو به صورت برونسو روی کاغذ قرار دهیم به گونه‌ای که کف دست سمت چپ یعنی میدان مغناطیسی را نشان دهد، چهار انگشت دست راست به سمت بالا (A) جهت حرکت را نشان می‌دهد.

۱۹۶۵ (۴) B

جریان مدار سمت چپ از پایانهٔ مثبت باتری به سمت پایانهٔ منفی باتری است و میدان مغناطیسی سیملولهٔ (۱) به سمت چپ است. در لحظهٔ وصل کلید و افزایش شار، میدان مغناطیسی القایی (B') در سیملوله سمت راست باید طبق قانون لنز در خلاف جهت میدان B باشد تا با افزایش شار مخالفت کند. در این صورت جریان القایی در سوی (۲) خواهد بود.



با کاهش مقاومت رئوستا، جریان مدار افزایش می‌یابد و مجدداً جریان القایی به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی القایی (B') به سمت راست بوده و جریان در سوی (۲) خواهد بود.



۱۹۶۶ (۲) B

ضریب القاوری سیملوله به ساختمان سیملوله بستگی دارد و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$L=\mu_۰\frac{N^۲A}{l}\Rightarrow\frac{L_A}{L_B}=\left(\frac{N_A}{N_B}\right)^۲\times\frac{A_A}{A_B}\times\frac{l_B}{l_A}$$

$$\xrightarrow[N_A=۲N_B]{A_A=A_B\ ,\ l_A=۲l_B}\frac{L_A}{L_B}=(۲)^۲\times۱\times\left(\frac{۱}{۲}\right)\Rightarrow\frac{L_A}{L_B}=۲$$

ضریب القاوری سیملوله A دو برابر سیملولهٔ B بوده و جریان عبوری از آن‌ها یکسان است. از این‌رو انرژی ذخیره‌شده در سیملوله A، $\left(U=\frac{۱}{۲}LI^۲\right)$ دو برابر B می‌شود و میدان مغناطیسی آن دو $\left(B=\mu_۰\frac{N}{l}I\right)$ با هم برابر است.

B ۱۹۶۷ (۴)

کار نیروی وزن وقتی جسم به اندازهٔ h بالا می‌رود، منفی بوده و برابر است با:

$$W_{mg}=-mgh\Rightarrow W_{mg}=-۶۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰\times۶۰۰\Rightarrow W_{mg}=-۳/۶\times۱۰^{۸}\,J$$

افزایش انرژی مکانیکی هواپیما برابر مجموع افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی آن است.

$$\Delta U=mg\Delta h\Rightarrow \Delta U=۳/۶\times۱۰^{۸}\,J \quad \text{افزایش انرژی پتانسیل گرانشی}$$

$$\Delta K=K_۲-K_۱=\frac{۱}{۲}m(v_۲^۲-v_۱^۲)\Rightarrow \Delta K=\frac{۱}{۲}\times۶۰\times۱۰^{-۳}\times(۱۶۰^۲-۸۰^۲)$$

$$\Rightarrow \Delta K=۳۰۰۰\times(۸۰)^۲(۲^۲-۱)\Rightarrow \Delta K=۵/۷۶\times۱۰^{۸}\,J$$

در این صورت:

$$\Delta E=\Delta U+\Delta K\Rightarrow \Delta E=۳/۶\times۱۰^{۸}+۵/۷۶\times۱۰^{۸}\Rightarrow \Delta E=۹/۳۶\times۱۰^{۸}\,J$$

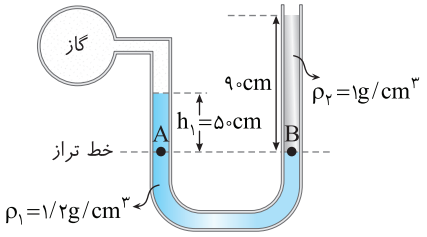
میانبر البته در این تست می‌توانستید استدلال کنید که کار نیروی وزن منفی است و گزینه‌های (۱) و (۳) نادرست‌اند، از طرفی افزایش انرژی مکانیکی به‌ازای افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی بوده و از مقدار کار نیروی وزن بیشتر است. بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

B ۱۹۶۸ (۱)

با توجه به خط تراز فشار نقاط A و B برابر است.

$$P_A=P_B$$

$$P_{\text{گاز}}+\rho_۱gh_۱=P_۰+\rho_۲gh_۲$$



فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار مخزن گاز و فشار هواست، بنابراین:

$$P_g=P_{\text{گاز}}-P_۰=\rho_۲gh_۲-\rho_۱gh_۱$$

$$\Rightarrow P_g=۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۹۰}{۱۰۰}-۱۲۰۰\times۱۰\times\frac{۵۰}{۱۰۰}\Rightarrow P_g=۹۰۰۰-۶۰۰۰=۳۰۰۰Pa$$

B ۱۹۶۹ (۳)

فشار کل در عمق h از یک مایع با چگالی ρ برابر است با: $P=P_۰+\rho gh$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

در عمق ۵cm: $P_۱=P_۰+\rho gh_۱\Rightarrow ۱۰^۵=P_۰+\rho\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=P_۰+۰/۵\rho$

در عمق ۲۰cm: $P_۲=P_۰+\rho gh_۲\Rightarrow ۱/۰۶\times۱۰^۵=P_۰+\rho\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}=P_۰+۲\rho$

دو رابطه را از هم کم می‌کنیم:

$$۰/۰۶\times۱۰^۵=۲\rho-۰/۵\rho\Rightarrow ۶\times۱۰^۳=۱/۵\rho\Rightarrow\rho=۴۰۰۰kg/m^۳$$

فشار هوا خواهد شد:

$$۱۰^۵=P_۰+۰/۵\rho\Rightarrow ۱۰^۵=P_۰+۲\times۱۰^۳$$

$$۱۰۰\times۱۰^۳=P_۰+۲\times۱۰^۳\Rightarrow P_۰=۹۸\times۱۰^۳\,Pa=۹۸kPa$$

میانبر اختلاف فشار بین دو نقطه از یک مایع از رابطه $\Delta P=\rho g\Delta h$ به‌دست می‌آید که در آن Δh، اختلاف ارتفاع نقاط درون مایع است:

$$\Delta P=\rho g\Delta h\Rightarrow(۱۰۶-۱۰۰)۱۰^۳=\rho\times۱۰\times\frac{۱۵}{۱۰۰}\Rightarrow\rho=۴۰۰۰kg/m^۳$$

B ۱۹۷۰ (۴)

خط فکری ابتدا تبدیل دما از فارنهایت به سلسیوس را انجام می‌دهیم. سپس مقدار گرمای لازم را برای تبدیل ۲۰g یخ ۰°C به ۲۰g آب ۰°C و پس از آن افزایش دمای آب تا دمای خواسته شده را به‌دست می‌آوریم.

۱) ابتدا دمای نهایی آب را از ۵۰°F به سلسیوس تبدیل می‌کنیم.

$$F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲\Rightarrow ۵۰=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲\Rightarrow ۱۸=\frac{۹}{۵}\theta\Rightarrow\theta=۱۰^\circ C$$

۲) گرمای لازم برای ذوب کامل ۲۰g یخ ۰°C را حساب می‌کنیم.

$$Q=mL_F\Rightarrow Q_۱=۲۰g\times۳۳۶J/g\Rightarrow Q_۲=۶۷۲۰J$$

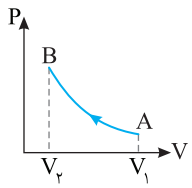
۳) گرمایی که آب ۰°C می‌گیرد تا دمایش ۱۰°C شود خواهد شد:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_۲=۲۰g\times(۴/۲J/g^\circ C)\times۱۰\Rightarrow Q_۲=۸۴۰J$$

۴) گرمای کلی که باید به آب بدهیم برابر است با:

$$Q=۶۷۲۰+۸۴۰\Rightarrow Q=۷۵۶۰J$$

B ۱۹۷۱ (۱)



گاز در یک فرایند بی‌دررو متراکم شده است، بنابراین کار محیط روی دستگاه مثبت است $W>۰$. در فرایند بی‌دررو گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه صفر است $(Q=۰)$ از این‌رو انرژی درونی گاز به اندازهٔ W تغییر می‌کند و گزارهٔ (ث) درست و گزاره‌های (ت) نادرست است.

$$\Delta U=W+Q\xrightarrow{Q=۰}\Delta U=W\xrightarrow{W>۰}\Delta U>۰$$

تغییر انرژی درونی گاز مثبت است یعنی انرژی درونی گاز افزایش یافته است و گزارهٔ (الف) درست است. انرژی درونی گاز تابع دمای گاز است بنابراین دمای گاز افزایش می‌یابد و گزاره‌های (ب) و (پ) نادرست است.

B ۱۹۷۲ (۳)

در ابتدا بگوییم که در کتاب درسی بیان شده «در مورد گاز آرمانی می‌توان نشان داد که انرژی درونی فقط تابع دمای گاز است» و چگونگی این تابع که درجه اول است یا تابع دیگری است بیان نشده است و این مسئله با اطلاعات کتاب درسی قابل حل نیست. اما به سراغ حل برویم.

فشار گاز در حالت اول و دوم خواهد شد:

$$P=P_۰+P_g\Rightarrow P_۱=۱۰^۵+۰/۵\times۱۰^۵\Rightarrow P_۱=۱/۵\times۱۰^۵\,Pa$$

$$P_۲=۱۰^۵+۱۰^۵\Rightarrow P_۲=۲\times۱۰^۵\,Pa$$

با توجه به قانون گازها، نسبت دمای گاز را در دو حالت حساب می‌کنیم:

$$\frac{P_۲V_۲}{T_۲}=\frac{P_۱V_۱}{T_۱}\xrightarrow{V_۲=۲V_۱}\frac{۲\times۱۰^۵\times(۲V_۱)}{T_۲}=\frac{۱/۵\times۱۰^۵V_۱}{T_۱}$$

$$\Rightarrow T_۲=\frac{۸}{۳}T_۱\xrightarrow{U\propto T}U_۲=\frac{۸}{۳}U_۱\Rightarrow U_۲=\frac{۸}{۳}\times۶۰۰\Rightarrow U_۲=۱۶۰۰J$$

جمع‌بندی: انرژی درونی با دما رابطهٔ مستقیم دارد:

$$\frac{U_۱}{U_۲}=\frac{T_۱}{T_۲}\ ,\ \frac{\Delta U}{U_۱}=\frac{\Delta T}{T_۱}\ ,\ \frac{\Delta U}{U_۲}=\frac{\Delta T}{T_۲}$$

B ۱۹۷۳ (۳)

در هر دو مسیر گاز از حالت A به حالت C می‌رسد پس تغییر انرژی درونی $\Delta U=U_C-U_A$ در هر دو مسیر یکسان است:

$$\Delta U_{ABC}=\Delta U_{AC}\xrightarrow{\Delta U_{AC}=۱۰۰۰J}\Delta U_{ABC}=۱۰۰۰J$$

تغییر انرژی درونی در مسیر ABC برابر مجموع کار انجام شده در این مسیر و گرمای

مبادله شده در این مسیر است:

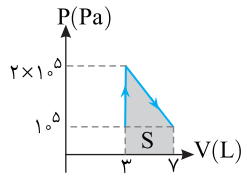
$$Q_{ABC}+W_{ABC}=۱۰۰۰J \quad (I)$$

کار در فرایند ABC را با توجه به سطح زیر نمودار $P-V$ به‌دست می‌آوریم:

فرایند انبساطی

$$W_{ABC}=-(S)\Rightarrow W_{ABC}=-\frac{۴\times۱۰^{-۳}(۱۰^{۵}+۲\times۱۰^{۵})}{۲}$$

$$W_{ABC}=-۶۰۰J \quad (II)$$



حال با توجه به رابطهٔ (I) و (II)، Q_{ABC} را حساب می‌کنیم:

$$Q_{ABC}+W_{ABC}=۱۰۰۰J \xrightarrow{W_{ABC}=-۶۰۰J}$$

$$Q_{ABC}-۶۰۰=۱۰۰۰J\Rightarrow Q_{ABC}=۱۶۰۰J$$

پاسخ ریاضی خارج - ۱۴۰۰

۱۹۷۴ (۲) A

یکای فرعی یعنی ارتباط یکای کمیت مورد نظر با یکاهای اصلی (کیلوگرم، ثانیه، متر، ...)، بنابراین باید به کمک تعریف فشار، رابطهٔ بین یکای فشار با یکاهای اصلی SI را به‌دست بیاورید.

بنا به تعریف فشار خواهیم داشت:

$$P=\frac{F}{A}\xrightarrow{F=ma}P=\frac{ma}{A}\quad (ma:\ kg\ m/s^{۲},\ A:\ m^{۲})$$

$$\text{یکای فرعی فشار}\Rightarrow\frac{kgm/s^{۲}}{m^{۲}}=kg/m.s^{۲}$$

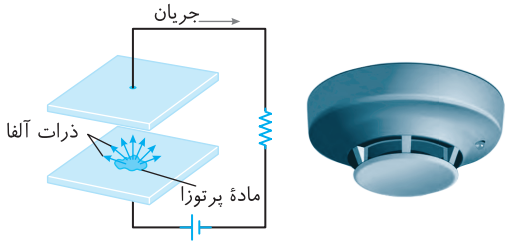
یادآوری پاسکال یکای SI کمیت فشار است و یکای فرعی آن $kg/m.s^{۲}$ است.

۱۹۷۵ (۴) A

ذرهٔ α دارای دو پروتون و دو نوترون بوده در واقع α، هسته اتم هلیم بوده و دارای بار مثبت است. این ذره سنگین و دارای برد کوتاه است. بنابراین گزاره (الف) نادرست است.

در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها (مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها) در طی فرایند واپاشی هسته پایسته است یعنی تعداد نوکلئون‌ها، پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرایند مساوی است. بنابراین گزاره (ب) درست است.

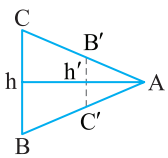
یکی از کاربردهای گستردهٔ واپاشی α، در آشکارسازهای دود است و گزارهٔ (پ) درست است.



واپاشی α در هسته‌های سنگین مانند اورانیوم صورت می‌گیرد و گزارهٔ (ت) نادرست است. بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

۱۹۷۶ (۲) B

با یک مسئله ریاضی در مبحث تشابه مثلث‌ها سروکار داریم.



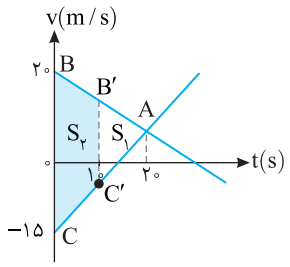
یادآوری ریاضی در مثلث روبه‌رو نسبت مساحت ABC به مساحت $A''B'C'$ با مجذور نسبت ارتفاع Ah/Ah' برابر است.

$$\frac{S_{AB'C'}}{S_{ABC}}=\left(\frac{Ah'}{Ah}\right)^{۲}$$

مسئله در واقع مساحت $S_۲$ را می‌خواهد، بنابراین با توجه به یادداشت ریاضی می‌توان نوشت:

$$\frac{S_{AB'C'}}{S_{ABC}}=\left(\frac{۱۰}{۲۰}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{S_۱}{S_۲}=\frac{۱}{۴}$$

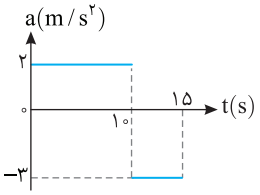
$$S_۱=\frac{۱}{۴}S_{ABC}\xrightarrow{S_{ABC}=S_۱+S_۲}S_۲=\frac{۳}{۴}S_{ABC}$$



برای به‌دست آوردن مساحت مثلث ABC دقت کنید که ارتفاع آن ۲۰ و قاعدهٔ آن ۳۵=۱۵+۲۰ است. از این‌رو می‌خواهیم داشت:

$$S_۲=\frac{۳}{۴}\left(\frac{۳۵\times۲۰}{۲}\right)\Rightarrow S_۲=۲۶۲/۵m$$

۱۹۷۷ (۳) B



۱) سرعت در لحظهٔ $t=۳s$، $+۱m/s$ است، بنابراین سرعت در لحظهٔ $t_۱=۷s$ خواهد شد:

$$v=at+v_۰\Rightarrow v=۲\times(۷-۳)+۱$$

$$\Rightarrow v_۱=۹m/s$$

۲) سرعت در لحظهٔ $t=۱۰s$ را حساب می‌کنیم

$$v=at+v_۰\Rightarrow v_۲=۲\times(۱۰-۳)+۱\Rightarrow v_۲=۱۵m/s$$

$$v=at+v_۰\xrightarrow[v_۰=۱۵m/s]{a=-۳m/s^{۲}}$$

سرعت در لحظهٔ $t=۱۲s$ را به‌دست می‌آوریم (یادمان است که سرعت نهایی هر قسمت از مسیر، سرعت اولیهٔ قسمت بعدی است.)

$$v_۳=-۳\times(۱۲-۱۰)+۱۵\Rightarrow v_۳=۹m/s$$

۳) جابه‌جایی را در بازهٔ ۷s تا ۱۰s به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x_۱=\frac{۱۵+۹}{۲}\times(۱۰-۷)=۳۶m$$

۴) جابه‌جایی در بازهٔ ۱۰s تا ۱۲s را حساب می‌کنیم.

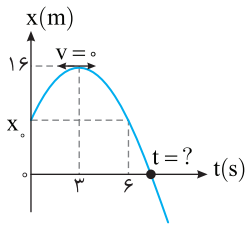
$$\Delta x_۱=\frac{۱}{۲}at^{۲}+v_۰t\Rightarrow\Delta x_۱=\frac{۱}{۲}(-۳)(۲)^{۲}+۱۵\times۲=۲۴m$$

۵) سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۳۶+۲۴}{۱۲-۷}\Rightarrow v_{av}=\frac{۶۰}{۵}=۱۲m/s$$

B ۱۹۷۸ (۳)

۱) حرکت با شتاب ثابت بوده و نمودار آن سهمی است. در نمودار سهمی، خط قائم گذرنده از رأس سهمی، محور تقارن آن است، بنابراین مطابق شکل در لحظه‌های $t=0$ و $t=6s$، مکان متحرک یکسان است.



۲) در بازهٔ صفر تا ۶s، تندی متوسط متحرک $3m/s$ است، در این صورت مسافت طی شده در این مدت خواهد شد:

$$L=vt\Rightarrow L=3\times6=18m$$

۳) متحرک در مدت صفر تا ۶s، ۱۸m مسافت طی کرده و مطابق نمودار ابتدا در مدت ۳s اول ۹m رفته و سپس از ۳s تا ۶s، ۹m برگشته است.

۴) از صفر تا ۳s، ۹m رفته بنابراین مکان اولیهٔ آن خواهد شد:

$$16-x_0=9\Rightarrow x_0=7m$$

۵) با توجه به معادلهٔ مستقل از شتاب در بازهٔ صفر تا ۳s سرعت اولیه را حساب می‌کنیم.

$$\Delta x=\frac{v+v_0}{2}\Delta t\Rightarrow 9=\frac{0+v_0}{2}\times3\Rightarrow v_0=\frac{18}{3}m/s=6m/s$$

۶) شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم.

$$a=\frac{v-v_0}{t}\Rightarrow a=\frac{0-6}{3}=-2m/s^2$$

۷) در مدت زمانی که نمودار $x-t$ بالای محور زمان است و x مثبت است، بردار مکان مثبت خواهد بود.

$$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\Rightarrow 0=\frac{1}{2}(-2)t^2+6t+7$$

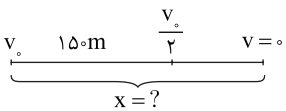
$$\Rightarrow t^2-6t-7=0\Rightarrow t=-1s\,,\ t=7s$$

B ۱۹۷۹ (۲)

مسئله به راحتی به کمک معادلهٔ مستقل از زمان قابل حل است. یک بار برای مسافت ۱۵۰m و بار دیگر برای مسافت x معادله را نوشته بر هم تقسیم می‌کنیم.

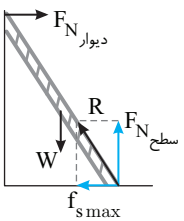
$$v^2-v_0^2=2a\Delta x\Rightarrow\begin{cases}(\frac{v_0}{2})^2-v_0^2=2a(150)\\ 0-v_0^2=2a(x)\end{cases}\Rightarrow\frac{-\frac{3}{4}v_0^2}{-v_0^2}=\frac{150}{x}$$

$$\Rightarrow x=\frac{4}{3}\times150\Rightarrow x=200m$$



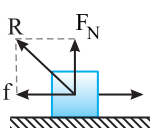
B ۱۹۸۰ (۱)

نکته هر گاه بر جسمی نیرو وارد شود و جسم در آستانهٔ سُر خوردن باشد، یعنی اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح بیشینه $(f_{s_{max}}=\mu_sF_N)$ است.



باید شکل مسئله را رسم کنید و نیروهای وارد بر نردبان را بکشید.

یادآوری نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند، برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.



$$R=\sqrt{F_N^2+f^2}$$

۱) نردبان ساکن است، از این‌رو نیروهایی که در امتداد قائم هستند، یعنی نیروی وزن (W) و نیروی عمودی سطح (F_N) متوازن بوده بنابراین:

$$F_N=W=mg\xrightarrow{m=16kg}F_N=16\times10=160N$$

۲) نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم:

$$R=\sqrt{F_N^2+f_{s_{max}}^2}\Rightarrow200^2=160^2+f_{s_{max}}^2$$

$$\Rightarrow f_{s_{max}}^2=200^2-160^2=(200+160)(200-160)=360\times40$$

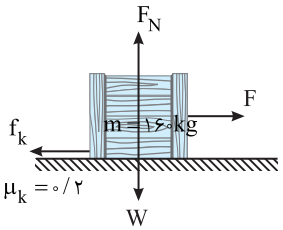
$$f_{s_{max}}^2=360\times400\Rightarrow f_{s_{max}}=6\times20=120N$$

۳) ضریب اصطکاک ایستایی خواهد شد:

$$f_{s_{max}}=\mu_smg\Rightarrow120=\mu_s\times16\times10\Rightarrow\mu_s=\frac{12}{16}=\frac{3}{4}$$

B ۱۹۸۱ (۲)

شکل مسئله را مدل‌سازی می‌کنیم و نیروهای وارد بر صندوق را رسم می‌کنیم.



۱) جسم در امتداد قائم حرکتی ندارد، بنابراین نیروهای F_N و W متوازن هستند.

$$F_N=W\xrightarrow{W=mg}F_N=160\times10\Rightarrow F_N=1600N$$

۲) اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی را در این حالت به‌دست می‌آوریم:

$$f_k=\mu_kF_N\Rightarrow f_k=0/2\times1600\Rightarrow f_k=320N$$

۳) به کمک قانون دوم نیوتون، نیروی F را حساب می‌کنیم:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\xrightarrow{a=0/25m/s^2}$$

$$F-320=160\times0/25\Rightarrow F-320=40\Rightarrow F=360N$$

۴) قرار است که با برداشتن مقداری از محتویات صندوق شتاب حرکت دو برابر یعنی $2\times0/25=0/5m/s^2$ شود. البته باید دقت کنید که با کاهش محتویات صندوق، نیروی اصطکاک نیز تغییر می‌کند، بنابراین خواهیم داشت:

$$F'_{net}=m'a'\Rightarrow F-f'_k=m'a'\xrightarrow{f'_k=\mu_km'g}$$

$$320-0/2m'\times10=m'\times0/5\Rightarrow320=2/5m'\Rightarrow m'=128kg$$

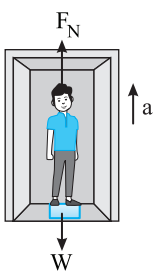
۵) جرم محتویات خارج شده از صندوق برابر است با:

$$\Delta m=160-128=32kg$$

B ۱۹۸۲ (۳)

نکته عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، همان نیروی عمودی سطح F_N است.

حالت اول: نیروهای وارد بر شخص را رسم می‌کنیم.



۱) نیروی وزن ۲) نیروی عمودی سطح

آسانسور از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت می‌کند. بنابراین $F_N>W$ بوده و بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_N-mg=ma\xrightarrow{m=60kg}$$

$$F_N-600=60a\Rightarrow F_N=600+60a\qquad(I)$$

حالت دوم: آسانسور از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می‌کند، در نتیجه $W > F'_N$ است و بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F'_{net} = ma' \xrightarrow{a'=۲a} mg - F'_N = m(۲a) \Rightarrow F'_N = ۶۰۰ - ۱۲۰a \quad (II)$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$F_N - F'_N = ۲۷۰ \xrightarrow{(I),(II)} ۶۰۰ + ۶۰a - (۶۰۰ - ۱۲۰a) = ۲۷۰$$

$$۱۸۰a = ۲۷۰ \Rightarrow a = \frac{۳}{۲} m/s^۲$$

میانبر هرگاه آسانسور با شتاب a و a' به ترتیب از حال سکون رو به بالا و رو به پایین شروع به حرکت کند، اختلاف عددی که ترازو نشان می‌دهد برابر است با:

$$F_N - F'_N = m(|a| + |a'|)$$

۴) ۱۹۸۳ B

یادآوری نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره، نیروی گرانش زمین وارد بر ماهواره است.

$$F = G\frac{mM_e}{r^۲} \Rightarrow m\frac{v^۲}{r} = G\frac{mM_e}{r^۲} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$$

در این رابطه r شعاع حرکت ماهواره به گرد زمین است که مقدار آن برابر مجموع شعاع زمین (R_e) و فاصله ماهواره از سطح زمین (h) است. $r = R_e + h$

بنابراین تندی حرکت ماهواره با جذر شعاع مدار ماهواره نسبت وارون دارد.

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{r}{r'}}$$

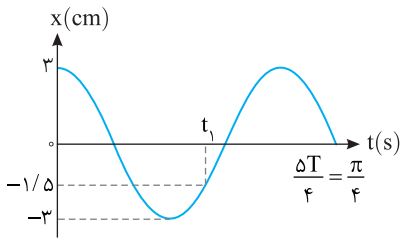
رابطهٔ انرژی جنبشی را برای ماهوارهٔ A و ماهوارهٔ B نوشته بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$\begin{cases} K_A = \frac{۱}{۲}mv_A^۲ \\ K_B = \frac{۱}{۲}(۲m)v_B^۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{v_A}{v_B}\right)^۲ = \frac{۱}{۲}\left(\frac{r_B}{r_A}\right)$$

$$\xrightarrow{r_A = R_e + \frac{R_e}{۲} = \frac{۳}{۲}R_e, r_B = R_e + \frac{R_e}{۴} = \frac{۵}{۴}R_e} \frac{K_A}{K_B} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{\frac{۵}{۴}R_e}{\frac{۳}{۲}R_e}\right) \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{۵}{۱۲}$$

۲) ۱۹۸۴ B

قبل از حل مسئله، به یادآوری‌های زیر دقت کنید.



یادآوری

۱) بنا به قانون دوم نیوتون نیروی خالص وارد بر نوسانگر برابر $F = ma$ است.

۲) در حرکت هماهنگ ساده رابطهٔ بین شتاب و مکان به صورت زیر است:

$$|a| = \omega^۲ |x| \xrightarrow{F=ma} |F| = m\omega^۲ |x|$$

اولین کاری که باید بکنیم، به‌دست آوردن دوره حرکت به کمک نمودار است.

$$۵\frac{T}{۴} = \frac{\pi}{۴} \Rightarrow T = \frac{\pi}{۵} s$$

بسامد زاویه‌ای نوسانگر خواهد شد:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{\frac{\pi}{۵}} \Rightarrow \omega = ۱۰ rad/s$$

نیروی وارد بر نوسانگر در لحظهٔ $t = t_۱$ خواهد شد:

$$|F| = m\omega^۲ |x| \xrightarrow[m=۰/۲kg]{|x|=۱/۵\times۱۰^{-۲}m}$$

$$|F| = ۰/۲ \times (۱۰)^۲ \times ۱/۵ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow |F| = ۰/۳N$$

۳) ۱۹۸۵ B

نکته مسافتی که نوسانگر در مدت یک دوره طی می‌کند چهار برابر دامنه $(۴A)$ و مسافتی که در مدت نیم دوره $\left(\frac{T}{۲}\right)$ طی می‌کند دو برابر دامنه $(۲A)$ است.

ابتدا باید دورهٔ حرکت وزنه را حساب کنیم.

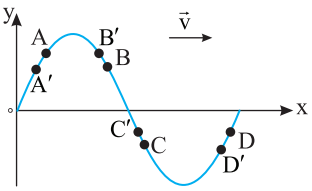
$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{m=۰/۲kg, k=۲۰۰N/m} T = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۲}{۲۰۰}}$$

$$\xrightarrow{\pi=\sqrt{۱۰}} T = ۲\times\frac{۱}{۱۰} \Rightarrow T = ۰/۲s$$

مدت زمانی که بیان شده ۰/۱s است و این ۰/۱s نصف دوره است و در مدت نیم دوره مسافت طی شده دو برابر دامنه یعنی $L = ۲\times۴ = ۸cm$ است.

۳) ۱۹۸۶ B

نکته هرگاه نقش موج رسم شده باشد، برای اظهار نظر کردن در مورد حرکت هر ذره از محیط، ابتدا به جهت پیشروی موج $(\vec{v})$ نگاه می‌کنیم، سپس حرکت نقطهٔ قبلی را بررسی می‌کنیم. اگر نقطهٔ قبلی پایین‌تر باشد، ذره در حال حرکت به سمت پایین و اگر نقطهٔ قبلی بالاتر باشد ذره در حال حرکت به سمت بالاست.



اگر ذره به سمت محور x حرکت کند حرکت آن تندشونده و اگر در حال دور شدن از محور x باشد حرکت آن کندشونده است و در نقاط بیشینه و کمینه تندی ذره صفر می‌شود.

نقطهٔ A : نقطهٔ قبل $(A')A$ پایین‌تر از A است، بنابراین A در حال حرکت رو به پایین بوده و حرکت آن تندشونده است.

نقطهٔ B : نقطهٔ قبل $(B')B$ بالاتر از B است، بنابراین B در حال حرکت رو به بالا بوده و حرکت آن کندشونده بوده و سرعت آن در حال صفر شدن است.

نقطهٔ C : نقطهٔ قبل $(C')C$ بالاتر از C بوده و C در حال حرکت رو به بالا و نزدیک شدن به محور x بوده و تندی آن در حال افزایش است.

نقطهٔ D : نقطهٔ قبل $(D')D$ پایین‌تر از D بوده و D در حال حرکت رو به پایین و دور شدن از محور افقی x بوده و حرکت آن کندشونده و سرعت آن در حال صفر شدن است، اما فاصلهٔ آن از نقطهٔ بیشینه بیشتر از فاصلهٔ نقطهٔ B از نقطهٔ بیشینه است. بنابراین تندی نقطهٔ B زودتر از بقیه صفر می‌شود.

۱) ۱۹۸۷ B

در گام اول به کمک تعریف تراز شدت صوت، شدت صوت در مکان مورد نظر را به‌دست می‌آوریم.

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow[I_۰=۱۰^{-۱۲}W/m^۲]{\beta=۹۶dB}$$

$$۹۶ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۹/۶ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

به سراغ ریاضی می‌رویم و عدد ۹/۶ را به صورت ۹+۰/۶ می‌نویسیم. به جای عدد ۹، $\log ۱۰^۹$ و به جای عدد ۰/۶، $۲\log ۲$ را قرار می‌دهیم. از این‌رو می‌نویسیم:

$$\log ۱۰^۹ + ۲\log ۲ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

یادآوری ریاضی

$\log a^n = n\log a \ , \ \log a + \log b = \log ab$

به توجه به یادآوری ریاضی خواهیم داشت:

$$\log ۱۰^۹ + \log ۲^۲ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \log ۲^۲ \times ۱۰^۹ = \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\Rightarrow ۴\times ۱۰^۹ = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۴\times ۱۰^{-۳}\ W/m^۲$$

یادآوری شدت صوت برابر مقدار انرژی است که در مدت ۱s از سطحی به مساحت $۱m^۲$ می‌گذرد.

$$I = \frac{E}{A.t}$$

با توجه به تعریف شدت صوت، مقدار انرژی گذرنده از سطحی به مساحت $۱mm^۲$ خواهد شد:

$$E = IA.t \xrightarrow[t=۶۰s]{A=۱۰^{-۶}m^۲} E = ۴\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰^{-۶}\times ۶۰$$

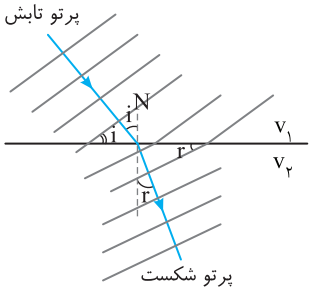
$$\Rightarrow E = ۰/۲۴\times ۱۰^{-۶} \Rightarrow E = ۰/۲۴\mu J$$

۳ ۱۹۸۸ B

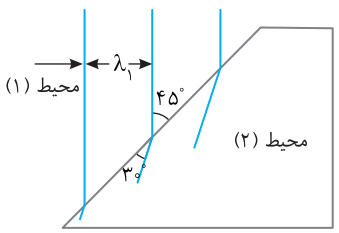
نیم‌نگاه: زاویهٔ بین جبهه‌های موج با سطح جدایی دو محیط برابر زاویه بین پرتو و نیم‌خط عمود بر نقطه تابش است.

قانون شکست عمومی:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱}$$



با توجه به شکل زاویهٔ بین جبهه‌های تابش با سطح ۴۵° است، بنابراین زاویهٔ تابش $\theta_۱ = ۴۵^\circ$ است، همچنین زاویهٔ بین جبهه‌های شکست در محیط (۲) با سطح جدایی ۳۰° بوده یعنی زاویهٔ شکست $\theta_۲ = ۳۰^\circ$ است، از این‌رو با توجه به قانون شکست عمومی خواهیم داشت:



$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{v_۱}{v_۲} = \sqrt{۲}$$

۴ ۱۹۸۹ B

نکته هنگام گذر موج از یک محیط به محیط دیگر بسامد تغییر نمی‌کند.

موج از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن می‌رود و تندی انتشار موج با توجه به رابطهٔ تندی انتشار موج عرضی در طناب کاهش می‌یابد.

$$v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \Rightarrow v' < v$$

با توجه به ثابت بودن بسامد و تعریف طول موج خواهیم داشت:

$$\lambda = \frac{\downarrow v}{f_{\text{ثابت}}} \Rightarrow \lambda' < \lambda$$

بنابراین طول موج کاهش می‌یابد.

۱ ۱۹۹۰ B

یادآوری بسامدهای تشدیدی یک تار با دو انتهای بسته از رابطهٔ $f = n\frac{v}{۲L}$ به‌دست می‌آید که در آن v تندی انتشار موج در تار، L طول تار و n شمارهٔ مُد آن است.

نکته اختلاف دو بسامد متوالی تشدید یک تار دو انتها بسته برابر بسامد صوت (مُد) اصلی تار است. $f_{n+۱} - f_n = f_۱$

۱) بسامد صوت اصلی تار خواهد شد: $f_۱ = ۲۲۵ - ۱۵۰ = ۷۵Hz$

۲) تندی انتشار موج در تار را حساب می‌کنیم:

$$f_۱ = \frac{v}{۲L} \xrightarrow{L=۰/۵m} ۷۵ = \frac{v}{۲\times ۰/۵} \Rightarrow v = ۷۵m/s$$

۴ ۱۹۹۱ B

۱) انرژی فوتون از رابطهٔ $E = hf$ به‌دست می‌آید که در آن f بسامد فوتون و h ثابت پلانک است. با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$E_A = ۲/۵E_B \Rightarrow hf_A = ۲/۵hf_B \Rightarrow f_A = ۲/۵f_B$$

۲) با توجه به فرض مسئله اختلاف بسامد فوتون‌های A و B برابر $۹\times ۱۰^{۱۴}\ Hz$ است، از طرفی $f_A > f_B$ است، بنابراین باید بنویسیم:

$$f_A - f_B = ۹\times ۱۰^{۱۴}\ Hz \xrightarrow{(I)} ۲/۵f_B - f_B = ۹\times ۱۰^{۱۴}$$

$$\Rightarrow ۱/۵f_B = ۹\times ۱۰^{۱۴} \Rightarrow f_B = ۶\times ۱۰^{۱۴}\ Hz \xrightarrow{f_A = ۲/۵f_B}$$

$$f_A = ۲/۵\times ۶\times ۱۰^{۱۴} \Rightarrow f_A = ۱۵\times ۱۰^{۱۴}\ Hz$$

۳) طول موج فوتون A خواهد شد:

$$\lambda_A = \frac{c}{f_A} \Rightarrow \lambda_A = \frac{۳\times ۱۰^۸}{۱۵\times ۱۰^{۱۴}} \Rightarrow \lambda_A = ۲\times ۱۰^{-۷}m \Rightarrow \lambda_A = ۰/۲\mu m$$

۳ ۱۹۹۲ B

یادآوری بنا به نظریهٔ اینشتین انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها در اثر فوتوالکتریک برابر $K_m = hf - W_۰$ است.

۱) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها در حالت اول $۶/۴\times ۱۰^{-۱۹}\ J$ است که آن را بر حسب eV بیان می‌کنیم.

$$K_M = \frac{۶/۴\times ۱۰^{-۱۹}}{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}} \Rightarrow K_M = ۴eV$$

۲) در حالت دوم که طول موج نور فرودی بر فلز دو برابر شده (۲λ)، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها، ۷۵٪ کاهش یافته بنابراین:

$$K'_m = K_m - \frac{۷۵}{۱۰۰}K_m = \frac{۲۵}{۱۰۰}K_m \Rightarrow K'_m = \frac{۱}{۴}\times ۴eV \Rightarrow K'_m = ۱eV$$

۳) رابطه فوتوالکتریک را برای هر دو حالت می‌نویسیم:

$$K_m = \frac{hc}{\lambda} - W_۰ \begin{cases} \text{حالت اول}: ۴ = \frac{hc}{\lambda} - W_۰ \\ \text{حالت دوم}: ۱ = \frac{hc}{۲\lambda} - W_۰ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۴ + W_۰ = \frac{hc}{\lambda} \\ ۱ + W_۰ = \frac{hc}{۲\lambda} \end{cases}$$

۴) دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم تا λ حذف شده و تنها مجهول $W_۰$ باشد:

$$\frac{۴ + W_۰}{۱ + W_۰} = \frac{\frac{hc}{\lambda}}{\frac{hc}{۲\lambda}} \Rightarrow \frac{۴ + W_۰}{۱ + W_۰} = ۲ \Rightarrow ۴ + W_۰ = ۲ + ۲W_۰ \Rightarrow W_۰ = ۲eV$$

۵) با توجه به فرض مسئله و اینکه تندی نور در خلأ $c=3\times10^{8}\,m/s$ است، خواهیم خواهیم داشت:

$$hc=1200eVnm\Rightarrow h=\frac{1200}{c}=\frac{1200}{3\times10^{8}\times\underbrace{10^{9}}_{\text{تبدیل به نانومتر}}}\Rightarrow h=4\times10^{-15}\,eV.s$$

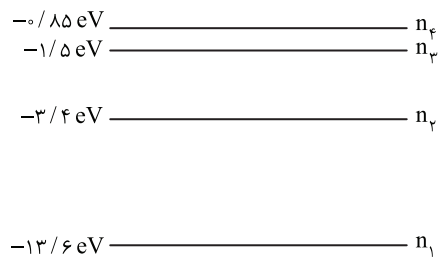
۶) اکنون بسامد آستانه را می‌توان حساب کرد.

$$W_{\circ}=hf_{\circ}\Rightarrow2=4\times10^{-15}f_{\circ}\Rightarrow f_{\circ}=0/5\times10^{+15}\,Hz$$

$$f_{\circ}=5\times10^{14}\,Hz\times\frac{1THz}{\underbrace{10^{12}Hz}_{\text{ضریب تبدیل}}}\Rightarrow f_{\circ}=500THz$$

۱۹۹۳ B (۱)

یادآوری در گذار الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر، الکترون فوتونی گسیل می‌کند که انرژی این فوتون برابر اختلاف انرژی دو تراز است.



۱) انرژی فوتون گسیلی را حساب می‌کنیم.

$$E=hf\Rightarrow E=4\times10^{-15}\times4/75\times10^{14}\Rightarrow E=1/9eV$$

۲) به اعداد روی ترازها دقت کنید. اختلاف پتانسیل تراز n_3 و تراز n_2 برابر است با:

$$E_3-E_2=-1/5-(-3/4)\Rightarrow1/9eV$$

در نتیجه گذار الکترون از تراز n_3 به تراز n_2 بوده است.

۱۹۹۴ B (۲)

یادآوری در مدل اتمی بور، انرژی الکترون در اتم هیدروژن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

$$E=-\frac{E_R}{n^2}$$

شماره مداری که در آن انرژی الکترون $-0/85eV$ و $-0/544eV$ است را به کمک رابطهٔ بالا به‌دست می‌آوریم.

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{E_K=-0/85eV}-0/85=\dfrac{-13/6}{K^2}\Rightarrow K=4\\ \xrightarrow{E_L=-0/544eV}-0/544=\dfrac{-13/6}{L^2}\Rightarrow L=5\end{cases}$$

۱۹۹۵ B (۴)

یادآوری در واپاشی بتای منفی، یک نوترون در هسته واپاشی شده و یک پروتون و یک الکترون (β^-) ایجاد می‌شود.

$$\underset{\text{نوترون}}{{}^{1}_{0}n}\rightarrow\underset{\text{پروتون}}{{}^{1}_{1}P}+\underset{\text{بتای منفی}}{{}^{0}_{-1}e}$$

۱) تعداد نوترون‌های هسته $^{234}_{90}Th$ برابر است با:

$$A=Z+N\Rightarrow234=90+N\Rightarrow N=144$$

۲) با واپاشی بتای منفی، تعداد نوترون‌های هسته یک واحد کاهش می‌یابد $N'=144-1=143$ و بر تعداد پروتون‌های هسته یک واحد افزوده می‌شود.

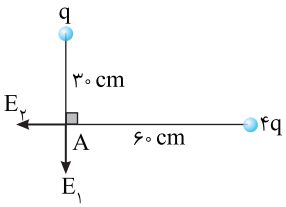
$$Z'=Z+1=90+1=91$$

۳) نسبت عدد اتمی و عدد نوترونی هستهٔ دختر خواهد شد:

$$\frac{Z'}{N'}=\frac{91}{143}$$

۱۹۹۶ B (۳)

مسئله ساده‌ای است. کافی است میدان هر بار را در نقطهٔ A توسط رابطه $E=kq/r^2$ پیدا کنیم، چون دو میدان بر هم عمودند به کمک رابطهٔ فیثاغورس برایند آن‌ها به‌دست آورده برابر $1000\sqrt{2}N/C$ قرار دهیم.



۱) میدان بار q در محل A برابر است با:

$$E=k\frac{q}{r^2}=E_1=9\times10^{9}\times\frac{q}{(30\times10^{-2})^2}\Rightarrow E_1=10^{11}q$$

۲) میدان بار $4q$ را در محل A حساب می‌کنیم:

$$E=k\frac{q}{r^2}\Rightarrow E_2=9\times10^{9}\times\frac{4q}{(60\times10^{-2})^2}\Rightarrow E_2=10^{11}q$$

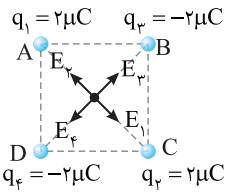
۳) میدان خالص خواهد شد:

$$E_t^2=E_1^2+E_2^2\Rightarrow(1000\sqrt{2})^2=(10^{11}q)^2+(10^{11}q)^2$$

$$2\times10^{6}=2\times(10^{22}\times q^2)\Rightarrow q^2=10^{-16}\Rightarrow q=10^{-8}C=10nC$$

۱۹۹۷ B (۲)

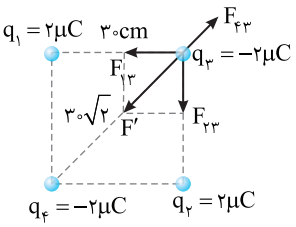
۱) در مرکز مربع میدان الکتریکی خالص صفر شده است. برای آنکه این اتفاق بیفتد، باید بارهای الکتریکی به شکل مقابل قرار داشته باشند تا میدان الکتریکی دو بار روبه‌روی هم در مرکز مربع یکدیگر را خنثی کنند.



۲) اندازه قطر مربع را حساب می‌کنیم.

$$AC=BD=\sqrt{30^2+30^2}=30\sqrt{2}cm$$

۳) نیرویی که بارهای q_2 و q_1 بر بار q_3 وارد می‌کنند، یکسان بوده و برابر است با:



$$F_{13}=F_{23}=k\frac{|q_1||q_3|}{r^2}\Rightarrow F_{13}=F_{23}=9\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(30\times10^{-2})^2}$$

$$F_{13}=F_{23}=0/4N$$

۴) نیرویی که بار q_4 بر بار q_3 وارد می‌کند، خواهد شد:

$$F_{43}=k\frac{|q_4||q_3|}{r_{34}^2}=9\times10^{9}\times\frac{2\times10^{-6}\times2\times10^{-6}}{(30\sqrt{2}\times10^{-2})^2}\Rightarrow F_{43}=0/2N$$

۵) برایند دو نیروی F_{13} و F_{23} را حساب می‌کنیم.

$$F'=\sqrt{(0/4)^2+(0/4)^2}\Rightarrow F'=0/4\sqrt{2}\xrightarrow{\sqrt{2}=1/4}$$

$$F'=0/4\times1/4\Rightarrow F'=0/56$$

۶) برایند دو نیروی هم‌اندازه همواره در امتداد قطر مربع قرار می‌گیرد، از این‌رو نیروی خالص وارد بر بار q_3 خواهد شد:

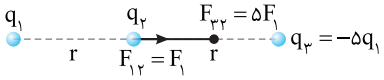
$$F_t=F'-F_{43}\Rightarrow F_t'=0/56-0/2\Rightarrow F_t=0/36N$$

اگر شما نیروی وارد بر هر بار را حساب کنید به همین جواب می‌رسید.

۱۹۹۸ (۲) B

برای حل این مسئله نیرویی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند را برابر F_1 در نظر می‌گیریم.

در این صورت نیروی وارد بر q_2 توسط $q_3=5q_1$ ۵ برابر F_1 می‌شود.



$(F_3=5F_1)$ زیرا فاصلهٔ q_3 و q_1 تا q_2 برابر است اما بار q_3، ۵ برابر q_1 است.

با توجه به فرض مسئله نیروی خالص وارد بر q_2 برابر F است یعنی می‌توان نوشت:

$$F=F_1+5F_1\Rightarrow F=6F_1\ (I)$$

نیروی بین دو بار الکتریکی با توجه به قانون کولن $(F=kq_1q_2/r^2)$ با فاصله دو بار نسبت وارون دارد، یعنی وقتی فاصله q_3 تا q_2، $\frac{4r}{5}$ کم شده و برابر $r-\frac{4r}{5}=\frac{r}{5}$ می‌شود، نیروی آن ۲۵ $(F'_3=25F_3)$ برابر می‌شود. در این حالت نیروی خالص وارد بر q_2 خواهد شد:

$$F'=F_1+25F_3\xrightarrow{F_3=5F_1}F'=F_1+125F_1=126F_1\ (II)$$

با توجه به رابطهٔ I و II خواهیم داشت:

$$\frac{F'}{F}=\frac{126F_1}{6F_1}=21$$

۱۹۹۹ (۳) B

به صورت مسئله دقت کنید. با حرکت بار الکتریکی از پتانسیل $V_1=30V$ به پتانسیل $V_2=80V$، انرژی جنبشی ذرهٔ باردار ۲mJ افزایش یافته است. یعنی انرژی پتانسیل الکتریکی آن ۲mJ کاهش یافته است که این انرژی به انرژی جنبشی ذره تبدیل شده است. با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل بین دو نقطه خواهیم داشت:

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\xrightarrow{\Delta U=-2\times10^{-3}J}80-30=\frac{-2\times10^{-3}}{q}$$

$$q=\frac{-2\times10^{-3}}{50}\Rightarrow q=-0/04\times10^{-3}\Rightarrow q=-40\mu C$$

۲۰۰۰ (۱) B

در حل این مسائل ابتدا شما باید دقت کنید که خازن پس از شارژ از باتری جدا شده یا نه؟ اگر جدا شده باشد بار روی صفحات خازن ثابت است (ثابت=q) و اگر همچنان به باتری متصل باشد ولتاژ دو سر خازن ثابت است (ثابت=V)

۱) با خروج عایق از بین صفحات خازن، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد.

$$C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}\Rightarrow\frac{C}{C'}=\kappa\xrightarrow{\kappa=2}C'=\frac{1}{2}C$$

$$C'=\varepsilon_0\frac{A}{d}$$

۲) با توجه به تعریف ظرفیت خازن خواهیم داشت:

$$V=\frac{Q}{C}\Rightarrow\frac{V'}{V}=\frac{C}{C'}\xrightarrow{C'=\frac{1}{2}C}\frac{V'}{V}=\frac{C}{\frac{1}{2}C}\Rightarrow V'=2V$$

۳) از رابطهٔ انرژی خازن $U=\frac{Q^2}{2C}$ استفاده می‌کنیم.

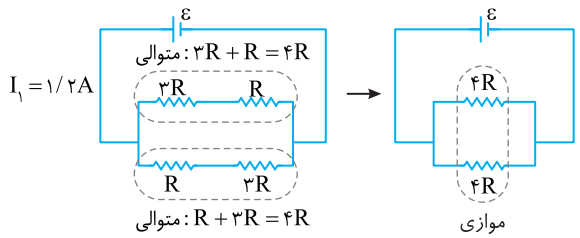
$$\begin{cases}U=\frac{Q^2}{2C}\\U'=\frac{Q^2}{2C'}\end{cases}\Rightarrow\frac{U'}{U}=\frac{C}{C'}\Rightarrow\frac{U'}{U}=\frac{C}{\frac{1}{2}C}=2$$

بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

۲۰۰۱ (۴) B

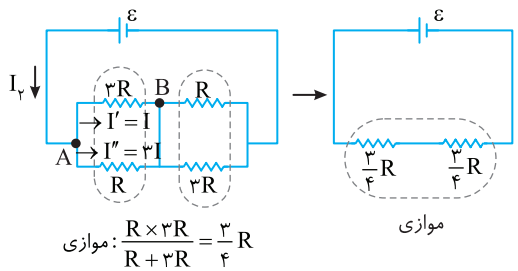
آمپرسنج، جریان کل مدار را نشان می‌دهد و ولتاژ دو سر کل مدار ثابت و برابر ε است، به سراغ قانون اهم $I=\frac{V}{R}=\frac{\varepsilon}{R}$ می‌رویم. جریان مدار با مقاومت مدار رابطه وارون دارد یعنی $\frac{I_2}{I_1}=\frac{R_{1eq}}{R_{2eq}}$ بنابراین باید مقاومت معادل در دو حالت را به‌دست بیاوریم.

حالت اول: کلید باز:



$$R_{1eq}=\frac{4R}{2}=2R$$

حالت دوم: کلید بسته:



$$R_{2eq}=\frac{3}{4}R+\frac{3}{4}R=\frac{3}{2}R$$

اکنون می‌توان I_2 را حساب کرد.

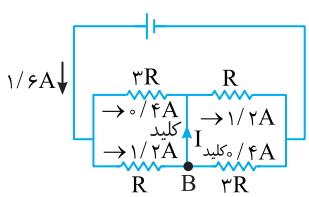
$$\frac{I_2}{I_1}=\frac{2R}{\frac{3}{2}R}\xrightarrow{I_1=1/2A}\frac{I_2}{1/2}=\frac{4}{3}\Rightarrow I_2=1/6A$$

در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، یعنی اگر جریان مقاومت ۳R برابر I باشد، جریان مقاومت R، ۳I است، بنابراین در انشعاب A خواهیم داشت:

$$I'+I''=I_2\Rightarrow3I+I=I_2\Rightarrow4I=1/6$$

$$I=0/4A\ ,\ I'=0/4A\ ,\ I''=1/2A$$

اکنون با نوشتن قاعدهٔ انشعاب برای نقطهٔ B مسیر کلید I را حساب می‌کنیم.

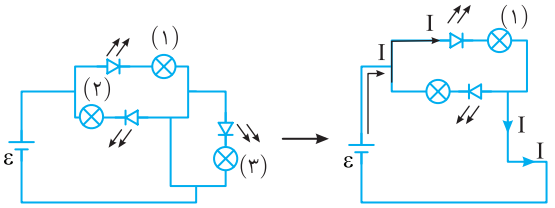


$$1/2=I_{کلید}+0/4\Rightarrow I_{کلید}=0/8\,A$$

۲۰۰۲ B (۲)

یادآوری دیود یکسوکننده بوده و جریان تنها از یک جهت آن عبور می‌کند:

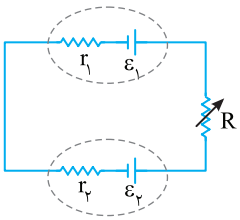
در مدار شکل دو سر دیود و لامپ (۳) با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل شده و در واقع دیود و لامپ (۳) اتصال کوتاه بوده و از مدار حذف می‌شود:



با توجه به جهت قرارگیری باتری و اینکه جریان از قطب مثبت خارج می‌شود، جریان از شاخهٔ بالایی یعنی دیود و لامپ (۱) عبور می‌کند و جریان نمی‌تواند از دیود (۲) عبور کند و لامپ (۲) خاموش خواهد بود.

۲۰۰۳ B (۱)

در حل این مسائل مرحله به مرحله جلو می‌رویم.



۱) با کاهش مقاومت R، جریان کلی مدار افزایش می‌یابد. $(\uparrow I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R+r})$

۲) با توجه به نحوهٔ اتصال دو باتری در مدار و فرض مسئله $(\varepsilon_2<\varepsilon_1)$، باتری ε_1، مولد جریان و باتری ε_2 مصرف‌کننده است.

۳) ولتاژ دو سر باتری (۱)، با افزایش جریان I، کاهش می‌یابد $(\downarrow V_1=\varepsilon_1-\uparrow Ir_1)$

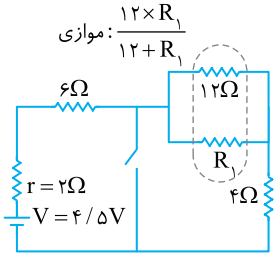
۴) توان ورودی باتری (۲) یعنی $P=\varepsilon I+rI^2$ با افزایش I افزایش می‌یابد.

۲۰۰۴ B (۳)

در صورت مسئله بیان شده که با بستن کلید K، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 6Ω دو برابر شده است، یعنی با توجه به قانون اهم $(V=IR)$ باید جریان مدار دو برابر شده باشد. $(I'=2I)$ بنابراین جریان مدار در دو حالت را باید حساب کنیم. البته ابتدا مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم.

کلید باز:

مقاومت 12Ω و R_1 موازی بوده و معادل آن‌ها با مقاومت 6Ω و 4Ω متوالی است.



$$R_{eq}=6+\frac{12\times R_1}{12+R_1}+4$$

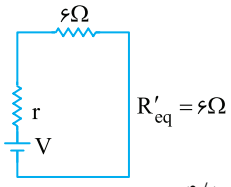
$$R_{eq}=10+\frac{12R_1}{12+R_1}=\frac{120+10R_1+12R_1}{12+R_1}\Rightarrow R_{eq}=\frac{120+22R_1}{12+R_1}$$

جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{4/5}{\frac{120+22R_1}{12+R_1}+2}$$

کلید بسته:

با اتصال کلید K تمام مقاومت‌های شاخهٔ سمت راست اتصال کوتاه شده و تنها مقاومت مدار همان مقاومت 6Ω خواهد بود.



جریان مدار خواهد شد:

$$I'=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}\Rightarrow I'=\frac{4/5}{6+2}\Rightarrow I'=\frac{4/5}{8}\,A$$

با توجه به فرض مسئله $I'=2I$ خواهیم داشت:

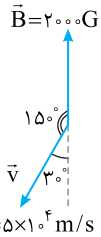
$$\frac{4/5}{8}=2\times\frac{4/5}{\frac{120+22R_1}{12+R_1}+2}\Rightarrow 8=\frac{1}{2}\times\left(\frac{120+22R_1}{12+R_1}+2\right)\Rightarrow 8=\frac{60+11R_1}{12+R_1}+1$$

$$7=\frac{60+11R_1}{12+R_1}\Rightarrow 84+7R_1=60+11R_1\Rightarrow 24=4R_1\Rightarrow R_1=6\Omega$$

۲۰۰۵ B (۴)

یادآوری یک گاوس برابر 10^{-4} تسلا است.

۱) رابطهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی به صورت زیر است:



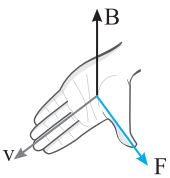
$$F=|q|vB\sin\theta$$

$$F=1/6\times10^{-19}\times5\times10^{4}\times2000\times10^{-4}\times\sin(150^\circ)$$

$$\xrightarrow{\sin150^\circ=\sin30^\circ=\frac{1}{2}} F=8\times10^{-16}\,N$$

۲) برای یافتن جهت نیروی وارد بر الکترون از قاعدهٔ دست راست استفاده می‌کنیم. چهار انگشت دست راست خود را در امتداد v قرار دهید به گونه‌ای که چرخش چهارانگشت روی B قرار گیرد. در این حالت انگشت شست دست راست شما رو به درون صفحهٔ کاغذ است یعنی نیرو درونسوست. اما بار الکترون منفی است بنابراین باید جهت را قرینه کنید یعنی نیرو برونسو است.

البته مطابق شکل می‌توانید که از دست چپ استفاده کنید.



۲۰۰۶ B (۱)

یادآوری میدان مغناطیسی در مرکز پیچه مسطح از رابطهٔ $B=\frac{\mu_0 NI}{2R}$ به‌دست می‌آید که در آن N تعداد حلقه‌ها، R شعاع حلقه و I جریان گذرنده از پیچه است.

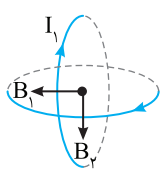
۱) میدان مغناطیسی هر حلقه $(N=1)$ را حساب می‌کنیم.

$$B_1=\mu_0\frac{N_1I_1}{2R_1}\Rightarrow B_1=4\pi\times10^{-7}\times\frac{1\times20}{2\times2/5\times10^{-2}}\Rightarrow B_1=16\pi\times10^{-5}\,T$$

$$B_1=16\pi\times\underbrace{10^{-5}\times10^{4}}\Rightarrow B_1=1/6\pi G$$

برای تبدیل تسلا به گاوس

نکته وقتی سطح حلقه‌ها بر هم عمود باشند آنگاه بردار میدان مغناطیسی حلقه‌ها نیز برهم عمود است.



$$B_۲=\mu_۰\frac{N_۲I_۲}{۲R_۲}\Rightarrow B_۲=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱\times۱۸}{۲\times۳\times۱۰^{-۲}}$$

$$\Rightarrow B_۲=۱۲\pi\times۱۰^{-۵}T=۱/۲\pi G$$

۲) به کمک رابطهٔ فیثاغورس میدان خالص را در مرکز حلقه‌ها به‌دست می‌آوریم.

$$B_T=\sqrt{B_۱^۲+B_۲^۲}\Rightarrow B_T=\sqrt{(۱/۶\pi)^۲+(۱/۲\pi)^۲}$$

$$B_T=\sqrt{(۰/۴\pi)^۲(۴^۲+۳^۲)}\Rightarrow B_T=۰/۴\pi\times۵\Rightarrow B_T=۲\pi G$$

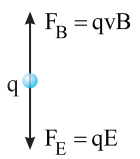
B ۲۰۰۷ (۱)

ابتدا دانسته‌های خود را مرور کنیم.

۱) ذرهٔ آلفا دارای بار مثبت است $\alpha={}^{۴}_{۲}He^{++}$

۲) بـر بـار مثبت در جهت میـدان الکتریکی نیروی $F_E=qE$ وارد می‌شـود، بنابراین نیروی F_E رو به پایین است.

۳) بـرای آنکـه ذرهٔ آلفـا بدون انحـراف از دو میـدان بگذرد، بایـد نیروهایی کـه از طرف میدان الکتریکی و مغناطیسـی بر آن وارد می‌شـود، متوازن باشـند. یعنی اندازهٔ آن‌ها یکسـان و جهت آن‌ها در خلاف جهت هم باشـد، بنابراین نیروی میدان مغناطیسی باید بالاسو باشد. اکنون مسئله قابل حل است.

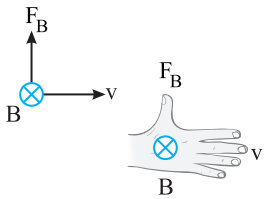


دو نیروی الکتریکی و مغناطیسی را برابر قرار می‌دهیم.

$$F_E=F_B\xrightarrow{F_E=qE\ ,\ F_B=qvB}qE=qvB\Rightarrow E=vB$$

$$\xrightarrow{E=۱۰۰۰N/C,B=۱۰^{۳}\times۱۰^{-۴}=۰/۱T}۱۰۰۰=۰/۱v\Rightarrow v=۱۰^{۴}\ m/s$$

نیـروی F_B بالا سـو و میدان مغناطیسـی درونسـو بوده و بنا به قاعدهٔ دست راست اگر شما انگشت شست دست راست خود را رو به بـالای صفحه به گونه‌ای قـرار دهید که کف دسـت شـما به داخل صفحه کاغذ باشد، در ایـن صورت چهار انگشـت شـما به سـمت راست صفحه و در جهت محور xهاست، یعنی سرعت در جهت مثبت محور xها باید باشد.



B ۲۰۰۸ (۲)

یادآوری ۱ میدان مغناطیسـی داخل سیملولهٔ حامل جریان از رابطهٔ $B=\frac{\mu_۰NI}{l}$ به‌دست می‌آید:

$$\frac{B_A}{B_B}=\frac{\frac{\mu_۰N_AI_A}{l_A}}{\frac{\mu_۰N_BI_B}{l_B}}\xrightarrow{I_A=I_B\ ,\ N_A=۲N_B}$$

$$\frac{B_A}{B_B}=\frac{N_A}{N_B}\times\frac{I_A}{I_B}\times\frac{l_B}{l_A}\Rightarrow\frac{B_A}{B_B}=۲\times\frac{۱}{۲}=۱$$

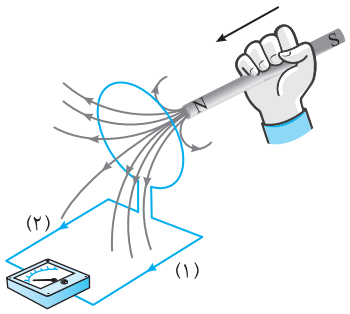
یادآوری ۲ ضریب القاوری سیملوله از رابطهٔ $L=\frac{\mu_۰AN^۲}{l}$ به‌دست می‌آید:

$$\frac{L_A}{L_B}=\frac{\frac{\mu_۰A_AN_A^۲}{l_A}}{\frac{\mu_۰A_BN_B^۲}{l_B}}\Rightarrow\frac{L_A}{L_B}=\frac{A_A}{A_B}\times\frac{N_A^۲}{N_B^۲}\times\frac{l_B}{l_A}$$

$$\xrightarrow[N_A=۲N_B\ ,\ l_A=۲l_B]{A_A=A_B}\frac{L_A}{L_B}=۴\times\frac{۱}{۲}=۲$$

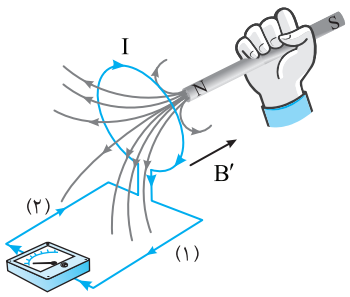
B ۲۰۰۹ (۲)

یادآوری قانـون لنـز: جهـت جریـان القایـی همواره بـه گونه‌ای اسـت که بـا عامل به‌وجودآورنده‌اش (تغییر شار) مخالفت می‌کند.



بـا توجـه به شـکل آهنربا در حال نزدیک شـدن به حلقه اسـت. با نزدیک شـدن آهنربا بـه حلقـه، شـار مغناطیسـی گذرنـده از حلقه افزایـش می‌یابد و ایـن بنا به قانـون القای الکترومغناطیسـی فـاراده باعـث ایجاد نیـروی محرکهٔ القایـی و در نتیجه جریـان القایی می‌شود.

این جریان به گونه‌ای اسـت که با نزدیک شـدن آهن‌ربا مخالفت می‌کند. یعنی حلقه بر آهن‌ربا نیروی مغناطیسـی دافعه وارد می‌کند. برای این منظور باید سـمتی از حلقه که به سـوی آهن‌رباست قطب N شود و با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت جریان در جهت (۱) خواهد شد.



B ۲۰۱۰ (۳)

ابتدا باید انرژی جنبشـی جسـم را از رابطهٔ آن حسـاب کنید سـپس با یک تناسب ساده مسئله را حل کنید.

۱) انرژی جنبشی جسم برابر است با:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\xrightarrow[m=۲/۱\times۱۰^{+۴}kg]{v=۸km/s=۸۰۰۰m/s}K=\frac{۱}{۲}\times۲/۱\times۱۰^{۴}(۸\times۱۰^{۳})^۲$$

$$K=\frac{۱}{۲}\times۲/۱\times۱۰^{-۴}\times۶۴\times۱۰^{۶}\Rightarrow K=۳۲\times۲/۱\times۱۰^{۱۰}J$$

۲) با توجه به فرض مسـئله انرژی حاصـل از انفجار یک تن TNT برابر $۴/۲\times۱۰^{۹}J$ است، بنابراین می‌توانیم تناسب زیر را بنویسیم:

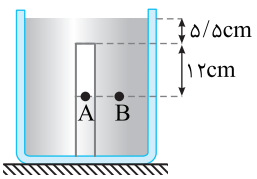
$$\frac{۴/۲\times۱۰^{۹}J}{۳۲\times۲/۱\times۱۰^{۱۰}J}\ \Big|\ \frac{۱ton}{m}\Rightarrow m=\frac{۳۲\times۲/۱\times۱۰^{۱۰}}{۴/۲\times۱۰^{۹}}=۱۶۰ton$$

A ۲۰۱۱ (۴)

آهنگ شـارش سـیال از هر مقطع لوله مقدار یکسـانی اسـت. از این‌رو گزینهٔ (۴) درست اسـت، یعنی نسـبت آهنگ شارش سـیال در مقطع A به آهنگ شارش در مقطع B برابر یک است.

۱) ۲۰۱۲ B

ابتـدا مشـخص می‌کنیـم که ایـن مسـئله ترکیبی از فصـل گرمـا (قانون گازهـا) و فصل ویژگی‌های ماده است.



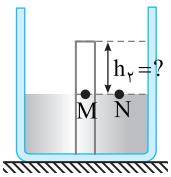
۱) بـا توجـه به خط تراز فشـار نقطهٔ A و B برابر است.

فشار در نقطهٔ A، فشار گاز محبوس (P_1) بوده و فشار در نقطهٔ B، مجموع فشار هوا و فشار ستون جیوهٔ بالای نقطهٔ B $(P_{Hg}=۵/۵+۱۲=۱۷/۵cmHg)$ است.

$$P_A=P_B\Rightarrow P_1=P_\circ+P_{Hg}=۷۵+۱۷/۵\Rightarrow P_1=۹۲/۵cmHg$$

۲) حجم گاز در حالت اول برابر است با:

$$V_1=Ah_1\xrightarrow{h_1=۱۲cm}V_1=۱۲A$$



۳) وقتی سـطح جیوه در لوله و ظرف یکی می‌شـود، فشار گاز درون محفظه با فشار هوای بیرون یکسان شده است.

$$P_M=P_N\Rightarrow P_۲=P_\circ=۷۵cmHg$$

۴) حجم گاز در حالت جدید $V_۲=Ah_۲$ می‌شود.

۵) قانون گازها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{T_1=T_۲}۹۲/۵\times۱۲A=۷۵\times Ah_۲\Rightarrow h_۲=۱۴/۸cm$$

۱) ۲۰۱۳ B

یادآوری درصد افزایش حجم جسم در اثر افزایش دما خواهد شد:

$$\frac{\Delta V}{V_1}\times۱۰۰=\frac{V_1۳\alpha\Delta\theta}{V_1}\times۱۰۰=۳\alpha\Delta\theta\times۱۰۰$$

با توجه به یادآوری بالا مسئله به‌راحتی قابل حل است.

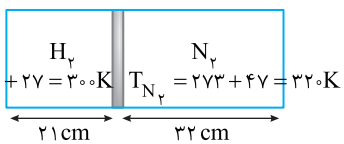
$$۳\alpha\Delta\theta\times۱۰۰=۳\times(۲\times۱۰^{-۵})\times(۲۵۰-\circ)\times۱۰۰=۱۵۰\times۱۰^{-۵}\times۱۰۰$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=۰/۱۵٪$$

بنابراین حجم ۱۵٪ درصد افزایش می‌یابد.

۴) ۲۰۱۴ B

دمای هر گاز را بر حسب کلوین می‌نویسیم.



به عبارت «اصطکاک ناچیز» دقت کنید.

این عبارت یعنی فشار گاز در دو طرف پیستون برابر است، زیرا اگر فشار یکسان نبود باید پیستون حرکت کرد، بنابراین:

$$P_{H_۲}=P_{N_۲}$$

یادآوری در قانـون گازهـا تعداد مول‌ها (n)، برابر جرم گاز تقسـیم بـر جرم مولی گاز است:

$$\left(n=\frac{m}{M}\right)$$

قانون گازها را برای هر گازی می‌نویسیم:

گاز نیتروژن: $P_{N_۲}V_{N_۲}=n_{N_۲}RT_{N_۲}\Rightarrow P_{N_۲}V_{N_۲}=\frac{m_{N_۲}}{M_{N_۲}}RT_{N_۲}$

گاز: $P_{H_۲}V_{H_۲}=nRT_{H_۲}\Rightarrow P_{H_۲}V_{H_۲}=\frac{m}{M}RT_{H_۲}$

دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{P_{N_۲}V_{N_۲}}{P_{H_۲}V_{H_۲}}=\frac{m_N}{m_{H_۲}}\times\frac{M_{H_۲}}{M_{N_۲}}\times\frac{T_{H_۲}}{T_{H_۲}}\xrightarrow[T_{N_۲}=۳۲۰K,T_{H_۲}=۳۰۰K]{P_{N_۲}=P_{H_۲}}$$

$$\frac{V_{N_۲}}{V_{H_۲}}=\frac{m_{N_۲}}{m_{H_۲}}\times\frac{۲}{۲۸}\times\frac{۳۲۰}{۳۰۰}$$

حجم هر گاز برابر مساحت سطح مقطع پیستون در طول محفظه است بنابراین:

$$\frac{AL_{N_۲}}{AL_{H_۲}}=\frac{m_{N_۲}}{m_{H_۲}}\times\frac{۱}{۱۴}\times\frac{۳۲}{۳۰}\Rightarrow\frac{۳۲}{۲۱}=\frac{m_{N_۲}}{m_{H_۲}}\times\frac{۱}{۱۴}\times\frac{۳۲}{۳۰}\Rightarrow\frac{m_{N_۲}}{m_{H_۲}}=۲۰$$

۳) ۲۰۱۵ B

فرایند ca فرایند هم‌حجم، فرایند ab فرایند هم‌فشار، فرایند bc فرایند هم‌دما است.

گاز در فرایند ca گرما از دست داده پس $Q_{ca}=-۳۰۰J$ است:

$$\Delta U_{\text{چرخه}}=\circ\Rightarrow\Delta U_{ab}+\Delta U_{bc}+\Delta U_{ca}=\circ$$

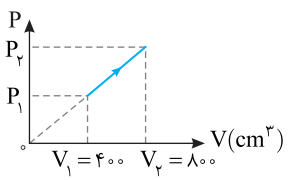
$$\xrightarrow[\Delta U_{bc}=\circ]{\Delta U_{ca}=Q_{ca}=-۳۰۰J}\Delta U_{ab}-۳۰۰=\circ\Rightarrow\Delta U_{ab}=+۳۰۰J$$

در فراینـد هم‌فشـار تغییـر انرژی درونی و کار انجام شـده مختلف‌العلامت اسـت و قدر مطلق کار انجام شده از قدر مطلق تغییر انرژی درونی کوچک‌تر است:

$$\begin{cases}W_{bc}<\circ\\|W_{ab}|<|\Delta U_{ab}|\Rightarrow|W_{ab}|<۳۰۰J\end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{تنها گزینه با این شرط‌ها}}W_{ab}=-۱۲۰J$$

۴) ۲۰۱۶ B



یادآوری بنـا بـه قانـون گازهـا $PV=nRT$ اسـت کـه در آن دما (T) بر حسب کلوین است.

۱) بـه نمـودار دقـت کنید. با تشـابه مثلث‌ها، نسبت $P_۲/P_1$ را به‌دست بیاورید.

$$\frac{P_۲}{P_1}=\frac{V_۲}{V_1}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_1}=\frac{۸۰۰}{۴۰۰}\Rightarrow P_۲=۲P_1$$

۲) دمای اولیه را بر حسب کلوین به‌دست می‌آوریم.

$$T_1=۲۷۳+\theta_1=۲۷۳+(-۲۳)=۲۵۰K$$

۳) اکنون به کمک قانون گازهای آرمانی، دمای نهایی گاز را می‌توان به‌دست آورد.

$$PV=nRT\Rightarrow\frac{P_1V_1}{P_۲V_۲}=\frac{T_1}{T_۲}\Rightarrow\frac{P_1\times۴۰۰}{(۲P_1)(۸۰۰)}=\frac{۲۵۰}{T_۲}$$

$$\Rightarrow T_۲=۲۵۰\times۴=۱۰۰۰K$$

۴) دما را بر حسب درجه سلسیوس حساب می‌کنیم.

$$T_۲=۲۷۳+\theta_۲\Rightarrow۱۰۰۰=۲۷۳+\theta_۲\Rightarrow\theta_۲=۷۲۷^\circ C$$