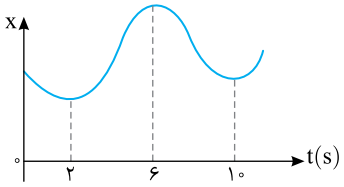
آزمون ۱۴۰ آزمون سراسری ۱۴۰۰ - داخل تجربی

زمان پیشنهادی: ۳۷ دقیقه

۱۷۱۱ نپتونیم $^{237}_{93}Np$ ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی آن از طریق گسیل ۳ ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^- صورت می‌گیرد. در این واپاشی، هستهٔ نهایی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد؟

۱) ۱۳۶ و ۸۷ ۲) ۱۳۶ و ۸۸ ۳) ۱۳۷ و ۸۷ ۴) ۱۳۷ و ۸۸

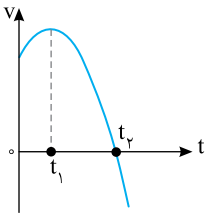
۱۷۱۲ نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. تندی متوسط در کدام‌یک از بازه‌های زمانی مشخص شده در گزینه‌ها بیشتر است؟



۱) صفر تا ۲s ۲) صفر تا ۶s

۳) ۲s تا ۱۰s ۴) ۶s تا ۱۰s

۱۷۱۳ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل قسمتی از یک سهمی است. کدام مورد درست است؟



۱) در بازهٔ صفر تا t_1 تندی در حال کاهش است.

۲) بزرگی شتاب در لحظهٔ صفر و t_2 برابر است.

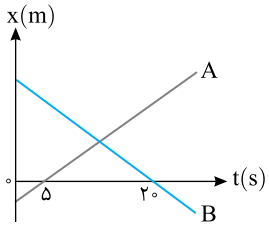
۳) در بازهٔ صفر تا t_2 شتاب خلاف جهت محور x است.

۴) بزرگی شتاب متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2 بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازهٔ صفر تا t_2 است.

۱۷۱۴ متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_1=5s$ تا $t_2=10s$ در SI برابر $-4\vec{i}$ و در بازهٔ زمانی $t_2=10s$ تا $t_3=12s$ برابر $2\vec{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_1=5s$ تا $t_3=12s$ در SI، کدام است؟

۱) $-\frac{2}{7}\vec{i}$ ۲) $-\frac{16}{7}\vec{i}$ ۳) $4\vec{i}$ ۴) $8\vec{i}$

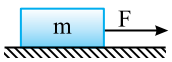
۱۷۱۵ نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل مقابل است. اگر در لحظهٔ $t=0$ فاصلهٔ دو متحرک ۱۵۰ متر باشد و تندی متحرک A، ۲ برابر تندی متحرک B باشد، فاصلهٔ دو متحرک در لحظهٔ $t=20s$ چند متر است؟



۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰

۳) ۱۵۰ ۴) ۲۰۰

۱۷۱۶ مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم ۳۶kg که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F=177N$ وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به $3m/s$ می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g=10m/s^2)$

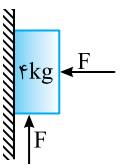


۱) ۳۶۰ ۲) ۳۹۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

۱۷۱۷ وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k=200N/m$ و طول آن ۵۰cm است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به ۶۵cm می‌رسد. آسانسور با چه شتابی بر حسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به ۶۰cm برسد؟ $(g=10m/s^2)$

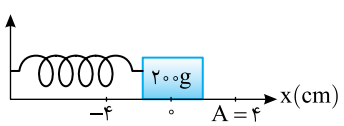
۱) $\vec{a}=-\frac{10}{3}\vec{j}$ ۲) $\vec{a}=\frac{10}{3}\vec{j}$ ۳) $\vec{a}=-\frac{20}{3}\vec{j}$ ۴) $\vec{a}=\frac{20}{3}\vec{j}$

۱۷۱۸ در شکل مقابل، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر F را ۲۰N کاهش دهیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ $(g=10m/s^2, \mu_s=0/5, \mu_k=0/2)$



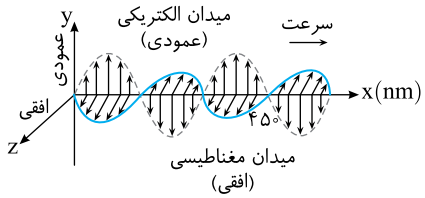
۱) $\frac{\sqrt{2}}{4}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $\frac{\sqrt{5}}{2}$ ۴) $\frac{\sqrt{5}}{4}$

۱۷۱۹ مطابق شکل مقابل، نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از مکان $x_1=1cm$ در جهت مثبت محور x عبور کند و به مکان $x_2=-1cm$ برسد، برابر ۲ ثانیه باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟ $(\pi^2=10)$



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۸

۱۷۲۰ شکل مقابل، تصویر لحظه‌ای از موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با سرعت $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ در حال انتشار است. کدام مورد درست است؟



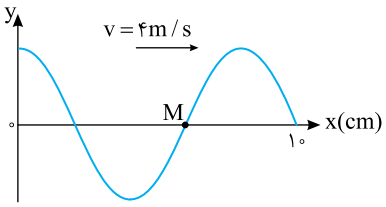
۱) مدت زمانی که طول می‌کشد که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک نوسان کامل انجام دهند، $۱۰^{-۱۵}$ ثانیه است.

۲) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه $۱/۵\times۱۰^{۱۵}$ نوسان انجام می‌دهند.

۳) مسافتی که موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند، ۳۰۰ نانومتر است.

۴) این موج در ناحیه مرئی طیف قرار دارد.

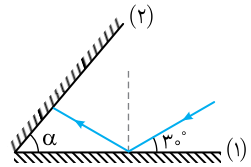
۱۷۲۱ شکل مقابل، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظهٔ $t=۰$ نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذرهٔ M در مدت $۰/۲۵s$ برابر $۶m/s$ باشد، دامنهٔ موج چند سانتی‌متر است؟



۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۶

۱۷۲۲ مطابق شکل مقابل، پرتو نوری تحت زاویهٔ ۳۰° به آینه تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه تخت (۲) می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینه (۱) پرتو نور موازی آینه (۲) شود، زاویهٔ α چند درجه است؟



۱) ۳۰ ۲) ۴۰

۳) ۵۰ ۴) ۶۰

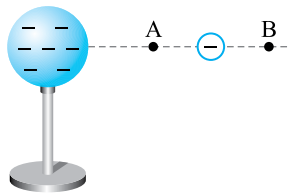
۱۷۲۳ الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=۵$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کم انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهرتز است؟ $(h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV, E_R=۱۳/۶eV)$

۱) ۲۵/۵ ۲) ۷۶/۵ ۳) ۱۷۰ ۴) ۳۲۶۴

۱۷۲۴ در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشتهٔ لیمان برابر $\frac{۸}{۳}\times۱۰^{۱۵}\,Hz$ است؟ $(c=۳\times۱۰^{۸}m/s, R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱})$

۱) اولین ۲) دومین ۳) سومین ۴) چهارمین

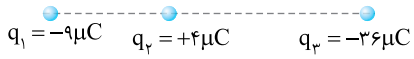
۱۷۲۵ در شکل مقابل، کرهٔ فلزی با بار الکتریکی منفی روی پایهٔ نارسانایی قرار دارد و ذره‌ای با بار منفی را از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌کنیم. در این آزمایش، پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B در مقایسه با پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A چگونه است و در این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی ذرهٔ باردار چگونه تغییر می‌کند؟



۱) بیشتر، کاهش ۲) بیشتر، افزایش

۳) کمتر، کاهش ۴) کمتر، افزایش

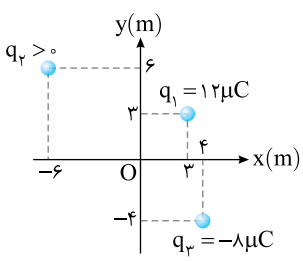
۱۷۲۶ مطابق شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از ذره‌های باردار صفر است. اگر جای بار $q_۳$ و $q_۱$ عوض شود، بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۲$ چند برابر بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار $q_۱$ می‌شود؟



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$

۳) ۳ ۴) ۵

۱۷۲۷ مطابق شکل مقابل، سه بار نقطه‌ای در صفحهٔ xy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O (مبدأ مختصات) در SI برابر $۷/۵\times۱۰^{۳}$ است. بزرگی نیروی الکتریکی که بار $q_۱$ به $q_۲$ وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(k=۹\times۱۰^{۹}Nm^{۲}/C^{۲})$



۱) $۲/۱۶\times۱۰^{-۲}$ ۲) $۲/۶۴\times۱۰^{-۲}$

۳) $۹/۲\times۱۰^{-۲}$ ۴) $۹/۶\times۱۰^{-۲}$

۱۷۲۸ فاصلهٔ بین صفحه‌های یک خازن تخت ۵mm و مساحت هر یک از صفحه‌ها $۲cm^{۲}$ است و خازن از مادهٔ دی‌الکتریک انعطاف‌پذیری به ثابت $\kappa=۴$ پر شده است. اگر فاصلهٔ بین صفحه‌ها ۳mm کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ $(\varepsilon_۰=۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}F/m)$

۱) ۲/۱۲۴ ۲) ۲/۳۶ ۳) ۲۱/۲۴ ۴) ۲۳/۶

۱۷۲۹ در پدیدهٔ اَبَر رسانایی، مقاومت ویژهٔ جسم با کاهش دما:

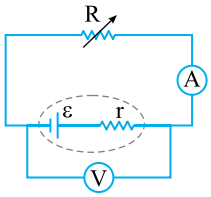
۱) با شیب ثابتی به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر نیز صفر می‌ماند.

۲) کاهش می‌یابد و در دمای خاصی، ناگهان به مقدار زیادی افزایش می‌یابد.

۳) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و با ادامهٔ کاهش دما، دوباره افزایش می‌یابد.

۴) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند.

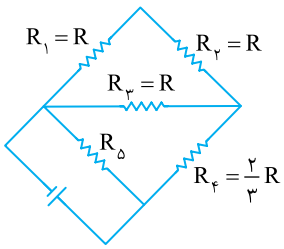
۱۷۳۰ در مدار مقابل، توان خروجی باتری، به‌ازای جریان‌های $۳A$ و $۵A$ یکسان است. در حالتی که ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی فرض شود.)



۱) صفر ۲) ۲

۳) ۴ ۴) ۸

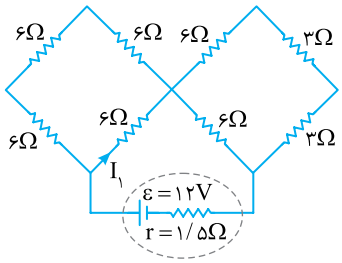
۱۷۳۱ در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت $R_۳$، $\frac{۱}{۳}$ توان مصرفی مقاومت $R_۵$ است. مقاومت معادل مدار چند برابر R است؟



۱) $\frac{۸}{۳}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$

۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

۱۷۳۲ در مدار مطابق شکل مقابل، $I_۱$ چند آمپر است؟



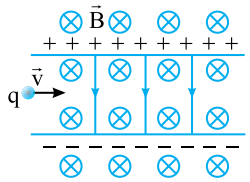
۱) ۰/۳

۲) ۰/۶

۳) ۰/۹

۴) ۱/۲

۱۷۳۳ مطابق شکل مقابل، ذره‌ای به بار $q=۲\mu C$ با جرم ناچیز با تندی $v=۲\times۱۰^{۴}\,m/s$ در جهت نشان داده شده که عمود بر میدان‌های یکنواخت $B=۰/۰۲T$ و $E=۵۰۰N/C$ است، وارد فضای این میدان‌ها می‌شود. نیروی خالص وارد بر ذره در لحظهٔ ورود به میدان‌ها چند نیوتون است؟



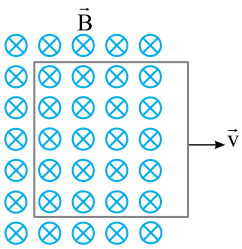
۱) صفر

۲) ۳×۱۰^{-۴}

۳) ۲×۱۰^{-۴}

۴) $۱/۸\times۱۰^{-۳}$

۱۷۳۴ در شکل زیر، یک حلقهٔ رسانا با تندی ثابت از یک میدان مغناطیسی خارج می‌شود و شار مغناطیسی در هر میلی‌ثانیه ۰/۰۲ وبر کاهش می‌یابد. جریان الکتریکی القایی در کدام جهت است و نیروی محرکهٔ القایی متوسط چند ولت است؟



۱) ساعتگرد، ۰/۲

۲) ساعتگرد، ۲۰

۳) پادساعتگرد، ۰/۲

۴) پادساعتگرد، ۲۰

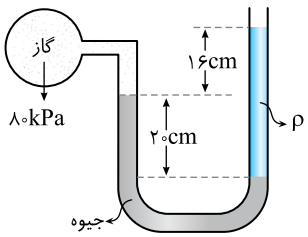
۱۷۳۵ یک ماشین بالابر، برای بالا بردن وزنه‌ای به جرم $۵۰kg$ تا ارتفاع معینی از سطح زمین $۲۰۰۰J$ انرژی مصرف می‌کند. اگر این وزنه از ارتفاع فوق بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ رها شود، با تندی $۸m/s$ به زمین می‌رسد. بازده این ماشین چند درصد است؟ $(g=۱۰N/kg)$

۱) ۵۵ ۲) ۶۰ ۳) ۷۵ ۴) ۸۰

۱۷۳۶ در مکانی که فشار هوا $۱/۰۲۶\times۱۰^{۵}\,Pa$ است، اگر از عمق ۱۰ سانتی‌متری مایعی، به عمق ۵۳ سانتی‌متری برویم، فشار ۱/۵ برابر می‌شود، چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(g=۱۰m/s)$

۱) ۲/۵ ۲) ۲/۶ ۳) ۱۳/۵ ۴) ۱۳/۸

۱۷۳۷ درون لولهٔ U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است، جیوه به چگالی $۱۳۶۰۰\,kg/m^۳$ و مایعی به چگالی ρ وجود دارد. اگر فشار هوای بیرون لوله $۱۰^۵\,Pa$ باشد، ρ چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ $(g=۱۰\,m/s)$



۱) ۱۰۰۰ ۲) ۱۵۰۰
۳) ۲۰۰۰ ۴) ۲۵۰۰

۱۷۳۸ یک خط‌کش $۲۰\,cm$ به ۸۰ قسمت مساوی تقسیم شده است، دقت این خط‌کش که ..... کمینه درجه‌بندی خط‌کش بوده برابر ..... میلی‌متر است.

۱) برابر - ۰/۲۵ ۲) نصف - ۰/۲۵ ۳) برابر - ۲/۵ ۴) نصف - ۲/۵

۱۷۳۹ به مقداری یخ صفر درجهٔ سلسیوس در فشار $۱\,atm$، گرما می‌دهیم و آن را به آب با دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کنیم. چند درصد گرمای داده شده، صرف ذوب کردن یخ شده است؟ $(c=۴۲۰۰\,J/kg.K, L_F=۳۳۶\,kJ/kg)$

۱) ۹۰ ۲) ۸۰ ۳) ۸۵ ۴) ۷۵

۱۷۴۰ سطح مقطع دو میلهٔ مسی استوانه‌ای A و B برابر و جرم میلهٔ A نصف جرم میلهٔ B است. اگر به هر دو میله گرمای یکسانی داده شود، تغییر طول میلهٔ A، $\frac{۳}{۴}$ برابر تغییر طول میلهٔ B خواهد شد. حجم اولیهٔ میلهٔ A چند برابر حجم اولیهٔ میلهٔ B است؟

۱) $\frac{۳}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

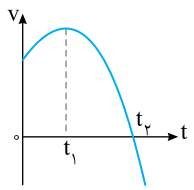
آزمون ۱۴۱ آزمون سراسری ۱۴۰۰ - خارج تجربی

زمان پیشنهادی: ۳۷ دقیقه

۱۷۴۱ به ۲ لیتر آب با دمای $۲۰^\circ C$ چند کیلوژول گرما بدهیم تا دمای آب $۹۰^\circ F$ افزایش یابد؟ $(\rho_{آب}=۱\,g/cm^۳, c_{آب}=۴۲۰۰\,J/kg^\circ C)$

۱) ۴۲۰ ۲) ۸۴۰ ۳) $۴/۲\times۱۰^۵$ ۴) $۸/۴\times۱۰^۵$

۱۷۴۲ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کدام موارد زیر درست است؟



الف) جهت سرعت و شتاب در لحظهٔ $t_۱$ تغییر کرده است.

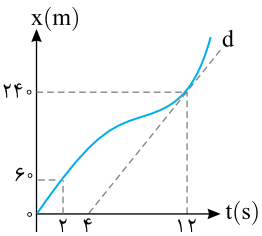
ب) در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ حرکت در جهت محور x است.

پ) در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۱$ تندی در حال کاهش است.

ت) بردار شتاب در بازهٔ زمانی صفر تا $t_۲$ خلاف جهت محور x است.

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

۱۷۴۳ نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. اگر تندی در لحظهٔ $t=۱۲\,s$ برابر تندی متوسط در بازهٔ $t_۱=۲\,s$ تا $t_۲=۱۴\,s$ باشد، سرعت متوسط ۲ ثانیه اول چند برابر سرعت متوسط ۲ ثانیهٔ هفتم است؟ (خط d مماس بر نمودار در لحظهٔ $t=۱۲\,s$ است.)

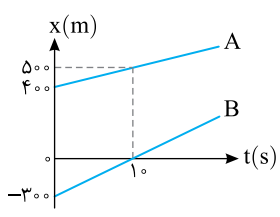


۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۲}{۳}$

۱۷۴۴ متحرکی روی محور x در حال حرکت است، بردار شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_۱=۰\,s$ تا $t_۲=۱۰\,s$ در SI برابر $-۲\vec{i}$ و در بازهٔ زمانی $t_۱=۰\,s$ تا $t_۳=۱۵\,s$ برابر $\frac{۲}{۳}\vec{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازهٔ زمانی $t_۲=۱۰\,s$ تا $t_۳=۱۵\,s$ در SI، کدام است؟

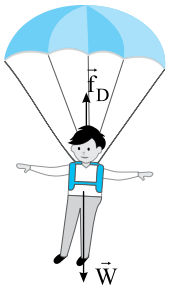
۱) $۲\vec{i}$ ۲) $۴\vec{i}$ ۳) $۶\vec{i}$ ۴) $\frac{۴}{۳}\vec{i}$

۱۷۴۵ نمودار مکان - زمان دو خودرو که روی خط راست حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظه‌های $t_۱$ و $t_۲>t_۱$ فاصلهٔ دو متحرک از هم $۶۰۰\,m$ است. $\frac{t_۲}{t_۱}$ کدام است؟



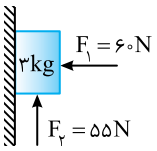
۱) ۱۵ ۲) ۱۳
۳) ۸ ۴) ۵

۱۷۴۶ در شکل زیر، چتربازی مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند و ناگهان مقاومت هوا افزایش می‌یابد. از این لحظه به بعد، تا قبل از رسیدن چترباز به تندی حدی، کدام مورد، دربارهٔ حرکت چترباز درست است؟



۱) تندی و شتاب افزایش می‌یابند.
۲) تندی و شتاب کاهش می‌یابند.
۳) تندی افزایش و شتاب ثابت می‌ماند.
۴) تندی افزایش و شتاب کاهش می‌یابد.

۱۷۴۷ مطابق شکل مقابل، جسم را با نیروی افقی F_1 به دیوار قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم F_2 نیز به جسم وارد شود، در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g=10\,m/s^2)$

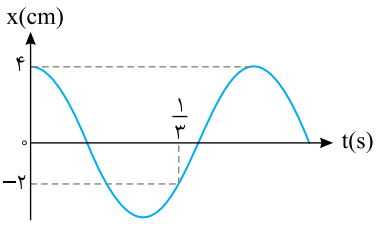


۱) $30\sqrt{3}$ ۲) $30\sqrt{5}$
۳) ۶۵ ۴) ۶۰

۱۷۴۸ جسمی به وزن $8N$ را به فنری به طول $20cm$ و ثابت $k=2N/cm$ می‌بندیم و از سقف آسانسور آویزان می‌کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با شتاب $2m/s^2$ در حال توقف است، طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g=10m/s^2)$

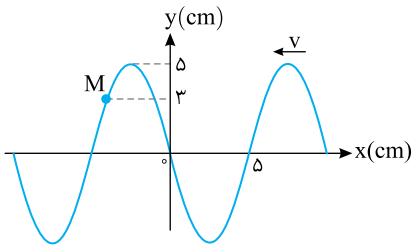
۱) ۲۰/۸ ۲) ۱۶/۸ ۳) ۲۷/۲ ۴) ۲۳/۲

۱۷۴۹ نمودار مکان - زمان حرکت نوسانگری مطابق شکل مقابل است. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظهٔ $t=\frac{3}{16}s$ چند برابر انرژی مکانیکی آن است؟



۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$
۳) $\frac{3}{4}$ ۴) ۱

۱۷۵۰ شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظهٔ t_1 نشان می‌دهد و موج به سمت چپ حرکت می‌کند. اگر تندی موج $20cm/s$ باشد، بزرگی سرعت متوسط ذرهٔ M در مدت t_1 تا $t_1+\frac{1}{4}s$ چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

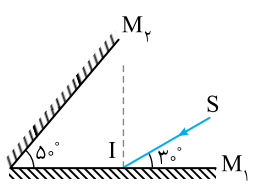


۱) ۱۲ ۲) ۲۰
۳) ۲۴ ۴) ۴۰

۱۷۵۱ سه ناظر A، B و C در فاصله‌های r، $2r$ و $4r$ از یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B در معرض آن قرار دارند، β و $\frac{5}{6}\beta$ است. تراز شدت صوتی که ناظر C در معرض آن قرار دارد، چند دسی‌بل است؟ ($\log 2=0/3$ و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف‌نظر شود.)

۱) ۲۴ ۲) ۳۰
۳) ۳۶ ۴) ۴۸

۱۷۵۲ در شکل مقابل، امتداد پرتو نور بازتابیده از آینهٔ M_2 با امتداد پرتو SI، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟



۱) ۴۰
۲) ۷۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۱۰

۱۷۵۳ سدیم $^{24}_{11}Na$ واپاشی β^- انجام می‌دهد. هستهٔ جدید به‌ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

۱) ۱۳ و ۱۱ ۲) ۱۲ و ۱۱
۳) ۱۱ و ۱۳ ۴) ۱۲ و ۱۲

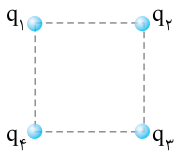
۱۷۵۴ بسامد سومین خط طیف اتم هیدروژن در کدام رشته $2/5\times10^{14}Hz$ است؟ $(c=3\times10^8m/s, R=\frac{1}{100}(nm)^{-1})$

۱) پاشن $(n'=3)$ ۲) براکت $(n'=4)$
۳) پفوند $(n'=5)$ ۴) بالمر $(n'=2)$

۱۷۵۵ در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع r' می‌رود و فوتونی با انرژی $۲/۵۵eV$ گسیل می‌کند. $r-r'$ چند برابر شعاع بور $(a_۰)$ است؟ $(E_R=۱۳/۶eV)$

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۲

۱۷۵۶ در شکل زیر، چهار ذره باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار $q_۳$ برابر صفر باشد، کدام رابطه درست است؟

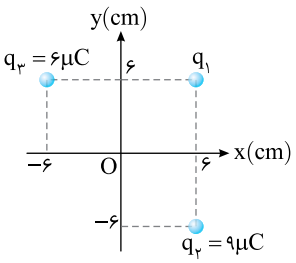


۱) $q_۴=q_۲=-۲\sqrt{۲}q_۱$
۲) $q_۴=q_۲=-\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$
۳) $q_۴=q_۲=۲\sqrt{۲}q_۱$
۴) $q_۴=q_۲=\frac{\sqrt{۲}}{۴}q_۱$

۱۷۵۷ مطابق شکل مقابل، بارهای الکتریکی مثبت و هم‌اندازهٔ q در جای خود ثابت شده‌اند و به یکدیگر نیروی الکتریکی به بزرگی F وارد می‌کنند. اگر تعدادی الکترون از جسم A به جسم B منتقل کنیم تا بار جسم B برابر $-۲q$ شود، در این صورت بزرگی نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند، چند برابر F می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۱۷۵۸ مطابق شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در صفحهٔ xy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O (مبدأ مختصات) در SI، برابر $۶/۲۵\times۱۰^۶ N/C$ است. $|q_۱|$ چند میکروکولن است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ Nm^۲/C^۲)$

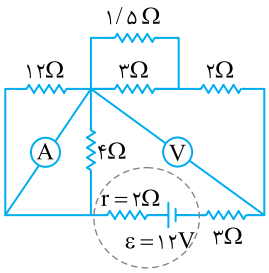


۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۷۵۹ اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازنی ۱۰ درصد کاهش یابد، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در آن هر کدام چند درصد (به‌ترتیب از راست به چپ) کاهش می‌یابند؟

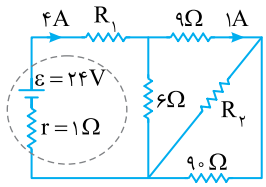
۱) ۱۹ و ۱۰ ۲) ۱۹ و ۱۹ ۳) ۱۰ و ۱۰ ۴) ۱۰ و ۱۹

۱۷۶۰ در مدار روبه‌رو، آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی چه عددهایی را نشان می‌دهند؟



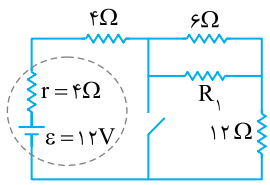
۱) ۰/۸A و ۲/۴V
۲) ۰/۸A و ۴/۸V
۳) ۱/۵A و ۴/۵V
۴) ۱/۵A و ۶V

۱۷۶۱ در شکل روبه‌رو، توان الکتریکی مصرفی مقاومت $R_۲$ چند وات است؟



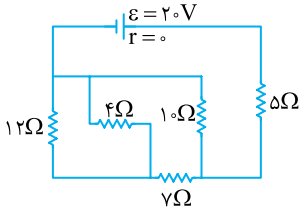
۱) ۹/۸
۲) ۸/۱
۳) ۷/۲
۴) ۳/۶

۱۷۶۲ در شکل زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری ۴۰ درصد کاهش می‌یابد، $R_۱$ چند اهم است؟



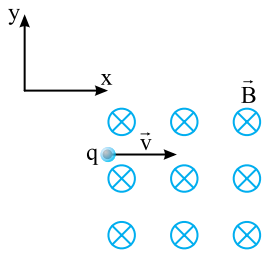
۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

۱۷۶۳ در مدار روبه‌رو، شدت جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی چند آمپر است؟



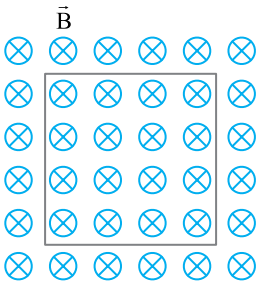
۱) ۱ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۱۷۶۴ مطابق شکل زیر، پروتونی با سرعت $\vec{v}=(10^4\,m/s)\vec{i}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت، به بزرگی $170G$ می‌شود. اگر تنها نیروی مغناطیسی به پروتون وارد شود، شتاب حرکتش در این لحظه در SI، کدام است؟ (بار الکتریکی پروتون $1/6\times10^{-19}C$ و جرم آن $1/7\times10^{-27}kg$ است.)



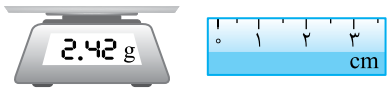
۱) $1/6\times10^{10}\vec{j}$
۲) $1/6\times10^{10}\vec{i}$
۳) $1/6\times10^{8}\vec{j}$
۴) $1/6\times10^{8}\vec{i}$

۱۷۶۵ در شکل مقابل، حلقهٔ رسانایی به مساحت $600cm^2$ عمود بر میدان مغناطیسی قرار دارد و میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت، در یک میلی‌ثانیه ۲۰۰ گاوس کاهش می‌یابد. در این مدت، نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه چند ولت است و جهت جریان القایی چگونه است؟



۱) ۱/۲، پادساعتگرد
۲) ۰/۶، پادساعتگرد
۳) ۰/۶، ساعتگرد
۴) ۱/۲، ساعتگرد

۱۷۶۶ در شکل روبه‌رو یک ترازوی رقمی (دیجیتال) و یک خط‌کش نشان داده شده است. دقت اندازه‌گیری خط‌کش ..... و دقت اندازه‌گیری ترازو ..... است.



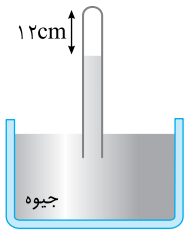
۱) ۱ و ۰/۱
۲) ۰/۵ و ۰/۰۱
۳) ۰/۰۱ و ۰/۵
۴) ۰/۱ و ۱

۱۷۶۷ اگر تندی جسمی در یک مسیر ثابت بماند، کدام موارد الزاماً درست است؟

الف) کار نیروی خالص وارد بر جسم صفر است. / ب) انرژی مکانیکی جسم ثابت می‌ماند. / پ) نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

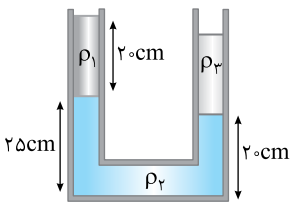
۱) (الف)
۲) (پ)
۳) (الف) و (ب)
۴) (ب) و (پ)

۱۷۶۸ در شکل مقابل، فشار هوا برابر $76cmHg$ و فشار گاز محبوس در لوله $2cmHg$ است. در دمای ثابت، لوله را چند سانتی‌متر بیشتر در جیوه فرو ببریم، تا فشار گاز درون لوله $3cmHg$ شود؟



۱) ۴
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۷

۱۷۶۹ در شکل مقابل، سه مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی‌های $\rho_1=0/8g/cm^3$، $\rho_2=2/4g/cm^3$ و مایع سوم با چگالی ρ_3 به حالت تعادل قرار دارند. اگر سطح مقطع لوله $2cm^2$ باشد، جرم مایع سوم چند گرم است؟



۱) ۵۶
۲) ۴۸
۳) ۴۲
۴) ۳۵

۱۷۷۰ در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، طول دو میلهٔ آلومینیمی و فولادی با هم برابر و هر کدام ۴ متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها ۲/۳ میلی‌متر شود؟ $(\alpha_{\text{آلومینیم}}=23\times10^{-6}K^{-1}$ و $\alpha_{\text{فولاد}}=11/5\times10^{-6}K^{-1})$ *

۱) ۱۵
۲) ۲۵
۳) ۵۰
۴) ۱۰۰

*- با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو به آدرس olgoobooks.ir می‌توانید پاسخ تشریحی سؤالات کنکور ۱۴۰۰ را دانلود کنید.

پاسخ‌های تشریحی

سؤالات کنکور ۱۴۰۰

پاسخ تجربی داخل - ۱۴۰۰

۱۷۱۱ B ۴

نکته پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم $\left({}^{4}_{2}He\right)$ هستند و با گسیل هر ذرهٔ α، ۲ واحد از عدد اتمی و ۴ واحد از عدد جرمی کم می‌شود. ذرهٔ β^- از جنس الکترون است و گسیل بتای منفی سبب می‌گردد که عدد اتمی یک واحد افزایش یابد و عدد جرمی بدون تغییر بماند.

۱) معادلهٔ این واکنش هسته‌ای را می‌نویسیم.

$$^{237}_{93}Np \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{-1}e$$

ذره بتای منفی ذرهٔ آلفا

۲) باید مجموع عدد جرمی (تعداد نوکلئون‌ها) در دو طرف واکنش و هم‌چنین مجموع عدد اتمی در دو طرف واکنش هسته‌ای یکسان باشد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$237 = A + (3\times 4) + 0 \Rightarrow A = 225$$

$$93 = Z + (3\times 2) + (-1) \Rightarrow Z = 88$$

نکته عدد جرمی برابر مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته است.

تعداد نوترون‌ها خواهد شد: $A = Z + N \Rightarrow 225 = 88 + N \Rightarrow N = 137$

۱۷۱۲ B ۳

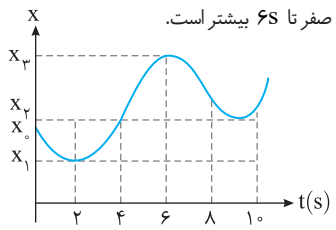
خط‌فکری تندی متوسط یعنی مقدار مسافت طی شده تقسیم بر مدت زمان طی کردن آن مسافت. بنابراین شما باید در هر بازه زمانی مسافت طی شده را بررسی کرده تا بتوانید تندی متوسط را در بازه‌های مختلف مقایسه کنید.

با توجه به نمودار مسافت طی شده در بازهٔ ۲s تا ۴s از مسافت طی شده در بازه صفر تا ۲s بیشتر است و هم‌چنین در بازهٔ ۴s تا ۶s مسافت طی شده از بازهٔ صفر تا ۲s بیشتر است. یعنی در هر دو ثانیه (از ۲ تا ۶) مسافت طی شده بزرگ‌تر از بازهٔ صفر تا ۲s است بنابراین تندی متوسط در بازهٔ ۲s تا ۶s از ۰ تا ۲s بیشتر می‌شود.

در مدت ۴s بین ۲s تا ۶s مسافت طی شده از مدت ۴s بین ۶s تا ۱۰s بیشتر است و تندی در بازهٔ ۲s تا ۶s از تندی در ۶s تا ۱۰s بیشتر است. اگر بازه بین ۲s تا ۱۰s را به دو قسمت ۴s تقسیم کنیم در ۴s اول تندی از ۴s دوم بیشتر است بنابراین تندی متوسط در بازه ۲s تا ۱۰s قطعاً از ۶s تا ۱۰s بیشتر است.

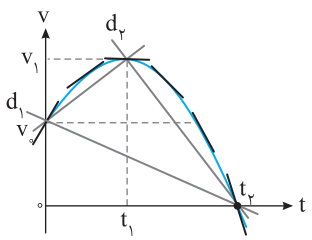
اما داستان اصلی در مورد بازهٔ صفر تا ۶s و مقایسهٔ آن با ۲s تا ۱۰s است.

بازهٔ ۲s تا ۶s در هر دو مشترک است. اگر بازهٔ ۶s تا ۱۰s را به دو بازهٔ دو ثانیه‌ای ۶ تا ۸ و ۸ تا ۱۰ تقسیم کنیم در هر دو بازه مسافت طی شده با توجه به نمودار از مسافت طی شده در بازه ۰ تا ۲s بیشتر بوده بنابراین در بازه ۶s تا ۸s و ۸s تا ۱۰s تندی از بازهٔ ۰ تا ۲s بیشتر است در نتیجه به‌طور کلی تندی متوسط در بازه ۲s تا ۱۰s از تندی متوسط در بازهٔ صفر تا ۶s بیشتر است.



۱۷۱۳ B ۴

روش اول: در نمودار سرعت زمان شکل روبه‌رو، از لحظهٔ $t=0$ تا لحظهٔ $t=t_1$ سرعت از v_0 تا v_1 در حال افزایش است و گزینه (۱) نادرست است.



نکته ۱) در یک سهمی هر چه از رأس دورتر شویم مقدار شیب خط مماس بزرگ‌تر خواهد شد.

۲) در نمودار $v-t$ شیب خط مماس شتاب لحظه‌ای و شیب خط قاطع بین دو لحظه شتاب متوسط در آن بازه را می‌دهد.

۳) خط گذرنده از رأس سهمی محور تقارن آن است و در فاصله‌های یکسان از محور تقارن، شیب خط مماس بر سهمی قرینه یکدیگر است.

حال با توجه به سه نکته بالا به بررسی سه گزینه دیگر می‌پردازیم:

شیب خط مماس بر نمودار سرعت زمان برابر شتاب لحظه‌ای در آن لحظه است. لحظهٔ $t=0$ و $t=t_2$ نسبت به محور سهمی تقارن ندارند بنابراین اندازهٔ شیب خط مماس در این دو لحظه باهم برابر نیست و بزرگی شتاب در این دو لحظه یکسان نخواهد بود و گزینهٔ (۲) نادرست است.

در بازهٔ ۰ تا t_1 شیب خط مماس مثبت و شتاب در جهت مثبت محور xها و در بازهٔ t_1 تا t_2 شیب خط مماس منفی و شتاب منفی و در خلاف جهت محور xها است و گزینهٔ (۳) نادرست است.

در نمودار بالا خط d_1 خط قاطع بین $t=0$ و t_2 است و خط d_2 خط قاطع بین t_1 تا t_2 است. در نمودار $v-t$ شیب خط قاطع بین دو لحظه شتاب متوسط در آن بازه است، با توجه به شکل شیب خط d_2 تندتر از شیب خط d_1 است پس بزرگی شتاب در بازهٔ t_1 تا t_2 بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازهٔ صفر تا t_2 است.

روش دوم: می‌توان با توجه به رابطهٔ شتاب متوسط $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ نیز درستی گزینهٔ (۴) را بررسی کرد:

$$\begin{cases} |a_{av}(0 \text{ تا } t_2)| = \left|\frac{v_{t_2}-v_0}{t_2-0}\right| \\ |a_{av}(t_1 \text{ تا } t_2)| = \left|\frac{v_{t_2}-v_1}{t_2-t_1}\right| \end{cases} \xrightarrow[t_2-t_1<t_2-0]{|v_{t_2}-v_0|<|v_{t_2}-v_1|}$$

$$a_{a_v}(0 \text{ تا } t_2) > a_{av}(t_1 \text{ تا } t_2)$$

در واقع در رابطهٔ شتاب متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2، صورت کسر بزرگ‌تر و مخرج کسر کوچک‌تر است پس حاصل این کسر بیشتر است.

۱۷۱۴ B ۲

خط‌فکری شتاب متوسط برابر $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ است. با توجه به این رابطه و مقدار شتاب متوسط داده شده در دو بازهٔ زمانی حل سؤال را شروع می‌کنیم:

۱) با توجه به تعریف شتاب متوسط برای هر مرحله رابطهٔ شتاب متوسط را می‌نویسیم.

$$\vec{a}_{av}=\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow[\vec{a}=-4\vec{i}]{t_1=5s \text{ تا } t_2=10s} -4\vec{i}=\frac{\vec{v}_{10}-\vec{v}_5}{10-5} \Rightarrow \vec{v}_{10}-\vec{v}_5=-20\vec{i} \quad (1)$$

$$\xrightarrow[t_2=10s \text{ و } t_3=12s]{\vec{a}=2\vec{i}} 2\vec{i}=\frac{\vec{v}_{12}-\vec{v}_{10}}{12-10} \Rightarrow \vec{v}_{12}-\vec{v}_{10}=4\vec{i} \quad (2)$$

۲) برای رسیدن به بررسی بازهٔ $t_1=5s$ تا $t_3=12s$ سرعت $\vec{v}_{10}$ مزاحم است پس رابطهٔ (۱) و (۲) را با هم جمع می‌کنیم تا v_{10} از دو معادله حذف شود:

$$\begin{cases} \vec{v}_{10}-\vec{v}_5=-20\vec{i} \\ \vec{v}_{12}-\vec{v}_{10}=4\vec{i} \end{cases} \xrightarrow{+} \vec{v}_{12}-\vec{v}_5=-20\vec{i}+4\vec{i} \Rightarrow \vec{v}_{12}-\vec{v}_5=-16\vec{i}$$

۳) شتاب متوسط در بازهٔ $t=5s$ تا $t=12s$ خواهد شد.

$$\vec{a}_{av}=\frac{\vec{v}_{12}-\vec{v}_5}{12-5} \xrightarrow{\vec{v}_{12}-\vec{v}_5=-16\vec{i}} a_{av}=\frac{-16\vec{i}}{7}=\frac{-16}{7}\vec{i}$$

۱۷۱۵ **B** **۳**

خط فکری شیب نمودار مکان - زمان برابر سرعت جسم است. وقتی نمودار $x-t$ به صورت خط راست باشد شیب نمودار ثابت بوده یعنی سرعت متحرک ثابت است. فاصلهٔ دو متحرک برابر بزرگی تفاضل مکان دو متحرک در آن لحظه است. سرعت متحرک A مثبت بوده چون شیب خط آن مثبت است و شیب خط B منفی است پس سرعت این متحرک منفی است. در صورت سؤال گفته شده تندی یعنی بزرگی سرعت A دو برابر بزرگی سرعت B است:

$$|v_A|=۲|v_B| \xrightarrow[v_B<۰]{v_A>۰} v_A=-۲v_B$$

نکته معادلهٔ حرکت سرعت ثابت به صورت $x=vt+x_۰$ است.

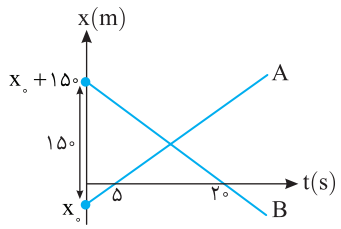
$x_۰$: مکان اولیه، v: سرعت متحرک

روش اول: معادلهٔ حرکت هر متحرک را نوشته و از روی نمودار، داده‌های مسئله را در آن‌ها جایگذاری می‌کنیم.

$$x_A=v_At+x_۰ \xrightarrow[x_A>۰]{t=۵s} ۰=۵v_A+x_۰ \Rightarrow v_A=\frac{-x_۰}{۵} \quad (۱)$$

$$x_B=v_Bt+x_۰+۱۵۰ \xrightarrow[x_B>۰]{t=۲۰s} ۰=۲۰v_B+x_۰+۱۵۰$$

$$\Rightarrow v_B=\frac{-x_۰-۱۵۰}{۲۰} \quad (۲)$$



با توجه به سؤال $v_A=-۲v_B$ است:

$$v_A=-۲v_B \xrightarrow[v_B=\frac{-x_۰-۱۵۰}{۲۰}]{v_A=\frac{-x_۰}{۵}} \frac{-x_۰}{۵}=-۲\left(\frac{-x_۰-۱۵۰}{۲۰}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{-x_۰}{۵}=\frac{x_۰+۱۵۰}{۱۰} \Rightarrow -x_۰=\frac{x_۰+۱۵۰}{۲} \Rightarrow -۲x_۰=x_۰+۱۵۰$$

$$\Rightarrow -۳x_۰=۱۵۰ \Rightarrow x_۰=-۵۰m$$

حال $x_۰=-۵۰m$ را در معادله‌های (۱) و (۲) قرار می‌دهیم تا سرعت‌ها به‌دست آید:

$$v_A=\frac{-x_۰}{۵}=\frac{۵۰}{۵}=۱۰m/s \;,\; v_B=\frac{-x_۰-۱۵۰}{۲۰}=\frac{-۱۰۰}{۲۰}=-۵m/s$$

با توجه به نمودار در لحظهٔ $t=۲۰s$ متحرک B از مبدأ مکان می‌گذرد $(x_B=۰)$. معادلهٔ حرکت متحرک A را نوشته و در لحظهٔ $t=۲۰s$ مکان متحرک A را به‌دست می‌آوریم:

$$x_A=v_At+x_۰ \xrightarrow[x_۰=-۵۰m]{v_A=۱۰m/s} x_A=+۱۰t-۵۰$$

$$\xrightarrow{t=۲۰s} x_A=۲۰۰-۵۰=۱۵۰m$$

فاصله دو متحرک را حساب می‌کنیم:

$$r=|x_A-x_B| \Rightarrow r=|۱۵۰-۰|=۱۵۰m$$

روش دوم: سرعت متحرک A برابر $۱۰m/s$ است یعنی متحرک A در هر ثانیه $۱۰m$ در جهت مثبت جابه‌جا می‌شود و سرعت متحرک B، $-۵m/s$ بوده یعنی متحرک B در هر ثانیه $۵m$ خلاف جهت محور x جابه‌جا می‌شود یعنی در هر ثانیه جمعاً دو متحرک A و B، $۱۰+۵=۱۵m$ به هم نزدیک می‌شوند. در ابتدا فاصلهٔ A از B، ۱۵۰ متر است بنابراین این دو متحرک در مدت $\frac{۱۵۰}{۱۵}=۱۰s$ به هم می‌رسند و بعد از به هم رسیدن در هر ثانیه $۱۵m$ از هم دور می‌شوند در مدت $(۲۰-۱۰=۱۰s)$ فاصلهٔ آن‌ها از هم $۱۰\times۱۵=۱۵۰m$ می‌شود.

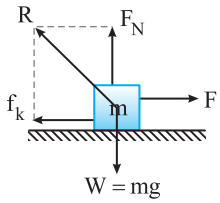
۱۷۱۶ **B** **۲**

خط فکری هر گاه در مسائل دینامیک، در صورت مسئله، زمان داده شود یعنی شما باید سراغ حرکت‌شناسی بروید زیرا در روابط حرکت‌شناسی، زمان وجود دارد. یعنی به کمک حرکت‌شناسی، شتاب را حساب کنید سپس به کمک قانون دوم نیوتون (البته پس از رسم نیروهای وارد بر جسم) مجهول مسئله را به‌دست بیاورید.

۱) شتاب حرکت جسم را حساب می‌کنیم.

$$a=\frac{v-v_۰}{t} \Rightarrow a=\frac{۳-۰}{۴} \Rightarrow a=\frac{۳}{۴}m/s^۲$$

۲) به کمک قانون دوم نیوتون نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را به‌دست می‌آوریم:

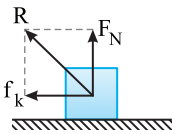


$$F_{net}=ma \Rightarrow F-f_k=ma \Rightarrow ۱۷۷-f_k=۳۶\times\frac{۳}{۴} \Rightarrow f_k=۱۵۰N$$

۳) جسم روی سطح افقی در حال حرکت است پس باید نیروهای قائم متوازن باشند:

$$F_N=W \Rightarrow F_N=mg \Rightarrow F_N=۳۶۰N$$

نکته نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک از طرف سطح به جسم وارد می‌شود بنابراین نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند برابر برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است که برهم عمودند: $R=\sqrt{F_N^۲+f_k^۲}$



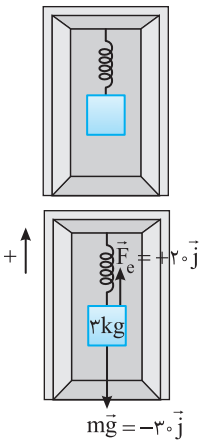
۴) نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند، برایند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است:

$$R=\sqrt{F_N^۲+f_k^۲}=\sqrt{۳۶۰^۲+۱۵۰^۲} \Rightarrow R=\sqrt{۳۰^۲(۱۲^۲+۵^۲)}$$

$$\Rightarrow R=۳۰\sqrt{۱۶۹} \Rightarrow R=۳۰\times۱۳ \Rightarrow R=۳۹۰N$$

۱۷۱۷ **B** **۱**

خط فکری هر گاه در صورت مسئله کلمه ساکن و یا سرعت ثابت مشاهده کردید بلافاصله بالای آن عبارت $F_{net}=۰$ را قرار دهید. در این مسئله با این کار می‌توانید جرم m را حساب کنید.



۱) وقتی آسانسور ساکن است نیروی کشسانی فنر برابر نیروی وزن جسم است.

$$W=F_e \Rightarrow mg=k\Delta x$$

$$\Rightarrow m\times۱۰=۲۰۰\times\left(\frac{۶۵-۵۰}{۱۰۰}\right) \Rightarrow m=۳kg$$

۲) می‌خواهیم طول فنر $۶۰cm$ شود یعنی نیروی کشسانی فنر برابر شود با:

$$F_e=k\Delta L \Rightarrow F_e=۲۰۰\times\left(\frac{۶۰-۵۰}{۱۰۰}\right)$$

$$\Rightarrow F_e=۲۰N$$

۳) جهت مثبت محور yها را رو به بالا اختیار می‌کنیم.

در صورت تست بیان نشده که جهت مثبت را باید رو به بالا و یا رو به پایین اختیار کنیم اما چون همواره در ریاضی جهت مثبت محور yها رو به بالاست ما نیز این مطلب را رعایت می‌کنیم. در این حالت نیروی کشسانی فنر برابر $\vec{F}_e=+۲۰\vec{j}$ و نیروی وزن برابر $\vec{W}=m\vec{g}=-۳۰\vec{j}$ می‌شود و بنا به قانون دوم نیوتون شتاب برابر است با:

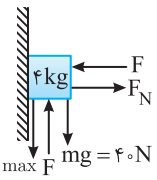
$$\vec{F}_{net}=m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_e+\vec{W}=m\vec{a} \Rightarrow ۲۰\vec{j}+(-۳۰\vec{j})=۳\vec{a} \Rightarrow \vec{a}=\frac{-۱۰}{۳}\vec{j}$$

B ۱۷۱۸ (۲)

خط‌فکری مسئله در دو حالت بیان شده است بنابراین شما باید هر حالت را جداگانه بررسی کنید و نیروهای وارد بر جسم را در هر حالت رسم کرده و به کمک قانون دوم نیوتون مسئله را حل کنید.

حالت (۱): در حالت اول جسم در آستانهٔ حرکت به سمت بالا است نیروی اصطکاک باید خلاف جهت لغزش باشد پس نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت $(f_{s\,max})$ رو به پایین است.

الف) جسم در راستای افقی ساکن است پس باید F_N و F متوازن باشد: $F_N = F$



ب) اصطکاک در آستانهٔ حرکت را حساب می‌کنیم.

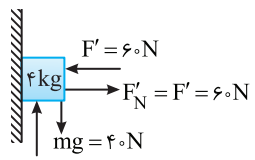
$$f_{s\,max} = \mu_s F_N \xrightarrow[\mu_s = ۰/۵]{F_N = F} f_{s\,max} = ۰/۵F$$

پ) جسم ساکن است و نیروها در راستای قائم متوازن بوده بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \overbrace{mg + f_{s\,max}}^{\text{نیروهای رو به پایین}} = F \Rightarrow ۴۰ + ۰/۵F = F$$

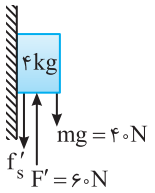
$$\Rightarrow ۴۰ = F - ۰/۵F \Rightarrow ۴۰ = ۰/۵F \Rightarrow F = ۸۰\,N$$

حالت (۲): در این حالت نیرو F را ۲۰ N کاهش داده‌ایم یعنی نیروی F' برابر $۸۰ - ۲۰ = ۶۰$ است، ابتدا $f'_{s\,max}$ را به‌دست می‌آوریم تا ببینیم جسم شروع به حرکت می‌کند یا نه؟



$$f'_{s\,max} = \mu_s F' \Rightarrow f'_{s\,max} = ۰/۵ \times ۶۰ = ۳۰\,N$$

نیروی $mg = ۴۰\,N$ می‌خواهد جسم را به سمت پایین بکشد و نیروی $F' = ۶۰\,N$ می‌خواهد جسم را به سمت بالا هل دهد پس در واقع نیروی $۶۰ - ۴۰ = ۲۰$ نیوتون می‌خواهد جسم را بالا ببرد که این مقدار از $f'_{s\,max}$ کمتر است در نتیجه جسم در حال سکون باقی می‌ماند و به جسم ساکن نیروی اصطکاک ایستایی وارد می‌شود:



جسم ساکن است: $\overbrace{mg + f'_s}^{\text{نیروهای رو به پایین}} = F'$

$$\Rightarrow ۴۰ + f'_s = ۶۰ \Rightarrow f'_s = ۲۰\,N$$

نیروی عمودی سطح و اصطکاک در حالت اول برابر شد با:

$$F_N = ۸۰\,N \;,\; f_{s\,max} = \mu_s F_N = ۴۰\,N$$

نیروی عمودی سطح و اصطکاک در حالت دوم برابر شد با:

$$F'_N = ۶۰\,N \;,\; f'_s = ۲۰\,N$$

نکته برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح برابر نیرویی است که جسم بر سطح یا سطح بر جسم وارد می‌کند.

حالت (۱)	حالت (۲)
$R = \sqrt{f_{s\,max}^2 + F_N^2}$	$R' = \sqrt{f_s'^2 + F_N'^2}$
$R = \sqrt{۴۰^2 + ۸۰^2} = ۴۰\sqrt{۱+۲^2}$	$R' = \sqrt{۲۰^2 + ۶۰^2} = ۲۰\sqrt{۱^2+۳^2}$
$R = ۴۰\sqrt{۵}\,N$	$R' = ۲۰\sqrt{۱۰}$

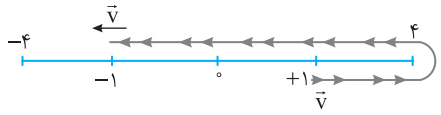
حال نسبت $\frac{R'}{R}$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{R'}{R} = \frac{۲۰\sqrt{۱۰}}{۴۰\sqrt{۵}} = \frac{۲۰\sqrt{۵}\times\sqrt{۲}}{۴۰\sqrt{۵}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

B ۱۷۱۹ (۳)

نکته هرگاه در یک حرکت هماهنگ ساده مکان و سرعت نوسانگر قرینه شود کوتاه‌ترین زمانی که این اتفاق می‌افتد برابر $\frac{T}{۲}$ است.

خط‌فکری مسیر حرکت زیر از مکان $x_۱ = +۱cm$ در جهت مثبت محور تا رسیدن برای اولین بار به مکان $x_۲ = -۱cm$ مشخص می‌کند که هم مکان و هم سرعت نوسانگر قرینه شده است. بنابراین این بازهٔ زمانی برابر $\frac{T}{۲}$ است. اکنون با دانستن این مطلب مسئله قابل حل است.



۱) با توجه به سؤال $\frac{T}{۲}$ برابر ۲s است:

$$\frac{T}{۲} = ۲s \Rightarrow T = ۴s$$

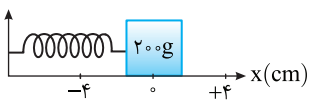
۲) بسامد زاویه‌ای برابر است با:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{۴} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{۲}\,\frac{rad}{s}$$

۳) انرژی مکانیکی نوسانگر برابر خواهد شد با:

$$E = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \xrightarrow[A=۴cm=۴\times۱۰^{-۲}m]{m=۲۰۰\,g=۰/۲kg} E = \frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times(۴\times۱۰^{-۲})^۲\times(\frac{\pi}{۲})^۲$$

$$\xrightarrow{\pi^۲=۱۰} E = ۰/۱\times۱۶\times۱۰^{-۴}\times\frac{۱۰}{۴} \Rightarrow E = ۴\times۱۰^{-۴}\,J$$



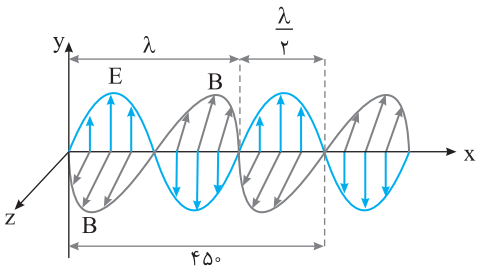
نکته هر ژول برابر ۱۰۰۰ میلی‌ژول است:

$$E = ۴\times۱۰^{-۴}\,J = ۴\times۱۰^{-۱}\,mJ = ۰/۴mJ$$

B ۱۷۲۰ (۱)

۱) با توجه به نمودار می‌توان طول موج را حساب کرد.

$$۳\frac{\lambda}{۲} = ۴۵۰ \Rightarrow \lambda = ۳۰۰\,nm$$



۲) دوره را حساب می‌کنیم.

$$\lambda = vT \xrightarrow{v=c} T = \frac{\lambda}{c} \Rightarrow T = \frac{۳۰۰\times۱۰^{-۹}}{۳\times۱۰^۸} \Rightarrow T = ۱۰^{-۱۵}\,s$$

بنابراین گزینه (۱) درست است.

۳) بسامد نوسان خواهد شد:

$$f = \frac{۱}{T} \Rightarrow f = ۱۰^{۱۵}\,Hz$$

گزینه (۲) نادرست است.

۴) تندی حرکت موج الکترومغناطیسی در خلأ ثابت و برابر $۳\times۱۰^۸\,m/s$ است:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۱s]{v = ۳\times۱۰^۸\,m/s} \Delta x = ۳\times۱۰^۸\,m$$

بنابراین موج الکترومغناطیسی در مدت یک ثانیه، $۳\times۱۰^۸\,m$ طی می‌کند که برابر با ۳×۱۰^{۱۷} است بنابراین گزینهٔ (۳) نادرست است.

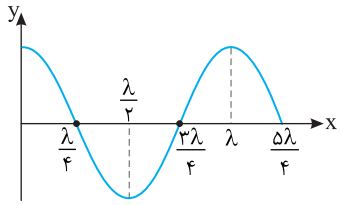
نکته طول موج‌های بین ۴۰۰ nm (بنفش) تا ۷۰۰ nm (قرمز) در محدودهٔ نور مرئی قرار دارند.

۵) طول موج این موج ۳۰۰ nm است در حالی که محدوده تقریبی طول موج‌های مرئی بین ۴۰۰ nm (بنفش) تا ۷۰۰ nm (قرمز) است بنابراین گزینه (۴) نادرست است.

۱۷۲۱ B ۲

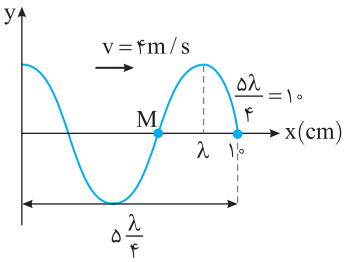
خط فکری در سؤالاتی مانند این سؤال که با تصویر موج یا به اصطلاح نقش موج سروکار داریم از محور قائم دامنهٔ موج و از محور افقی طول موج را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید در یک موج ذرات محیط دارای حرکت نوسانی‌اند پس برای بررسی حرکت ذرات محیط باید از رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}=vT$ دورهٔ نوسان را حساب کنید.

نکته برای به‌دست آوردن طول موج در یک نقش موج به شکل زیر دقت کنید:



۱) با توجه به شکل $\frac{5\lambda}{4}$ برابر $10cm$ شده است، پس طول موج خواهد شد:

$$5\frac{\lambda}{4}=10\Rightarrow\lambda=8cm$$



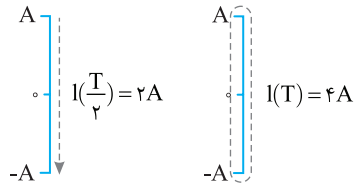
۲) با استفاده از رابطهٔ $\lambda=vT$ دوره را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda=vT\Rightarrow T=\frac{\lambda}{v}\Rightarrow T=\frac{0/8}{4}\Rightarrow T=0/2s$$

۳) بازهٔ $0/25s$ را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{0/25}{0/2}\Rightarrow\Delta t=12/5T\Rightarrow\Delta t=12T+\frac{T}{2}$$

نکته در هر دوره مسافتی که ذره M در حرکت هماهنگ ساده طی می‌کند برابر $4A$ و در نصف دوره برابر $2A$ است.



۴) بنابراین در مدت $12T+\frac{T}{2}$ مسافت طی شده خواهد شد:

$$l=12(4A)+2A\Rightarrow l=50A$$

یادآوری تندی متوسط برابر است با: $s_{av}=\frac{l}{\Delta t}$

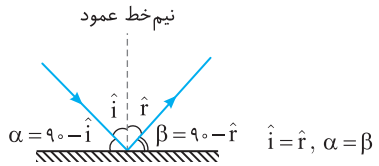
۵) تندی متوسط ذرهٔ M در این مدت برابر $6m/s$ است از این‌رو خواهیم داشت.

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow 6=\frac{50A}{0/25}\Rightarrow A=0/3m\Rightarrow A=3cm$$

۱۷۲۲ B ۳

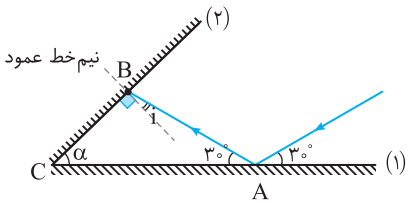
خط فکری در حل این سؤال باید در گام اول پرتوهای تابش و بازتاب بر سطح آینه (۱) و سپس پرتو تابش و بازتاب دوم از سطح آینه (۲) را رسم کنیم. به فرض مسئله دقت کنید که گفته شده پرتو دوم بازتابی از سطح آینه (۱) موازی آینه (۲) خواهد شد.

نکته با توجه به قانون بازتاب عمومی داریم:

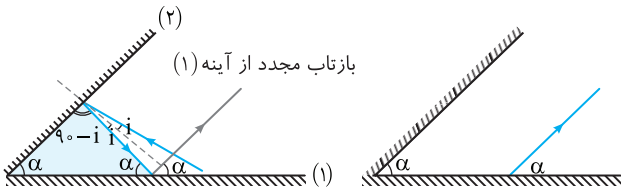


۱) بازتاب پرتو از آینه (۲) را رسم می‌کنیم و نیم‌خط عمود آن را مشخص می‌کنیم، مجموع زوایای داخلی مثلث ABC برابر 180° است:

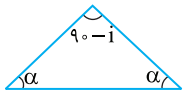
$$30+(90+\hat{i})+\alpha=180^\circ\Rightarrow\hat{i}=180^\circ-90^\circ-30^\circ-\hat{\alpha}\Rightarrow\hat{i}=60^\circ-\hat{\alpha}\quad(I)$$



۲) پرتو بازتاب شده از آینه (۲) مجدد به آینه (۱) برخورد کرده و با توجه به سؤال و پرتو بازتاب مجدد از آینه (۱) موازی با آینه (۲) است. طبق خطوط موازی و مورب، آینهٔ (۲) و بازتاب مجدد موازی‌اند و آینهٔ (۱) مورب است بنابراین:



۳) در مثلث رنگی زاویهٔ دو آینه α و زاویه‌ای که پرتو تابش با سطح آینه می‌سازد نیز با توجه به موازی مورب بالا α درجه است و مجموع زوایای داخلی مثلث 180° است. بنابراین:



$$\hat{\alpha}+\hat{\alpha}+(90-\hat{i})=180^\circ\xrightarrow[i=60-\alpha]{\text{طبق معادلهٔ (۱)}}$$

$$2\alpha+(90-(60-\alpha))=180^\circ\Rightarrow 3\alpha+30=180^\circ\Rightarrow\alpha=50^\circ$$

۱۷۲۳ B ۲

نکته کمترین انرژی هنگامی گسیل می‌شود که الکترون از تراز n به تراز $n-1$ برود و بیشترین انرژی هنگامی گسیل می‌شود که الکترون از تراز n به تراز ۱ برود.

انرژی فوتون در هر تراز $E_n=\frac{-E_R}{n^2}$ است و انرژی فوتون گسیل شده در انتقال از تراز n به n' برابر است با:

$$\underbrace{hf}_{\text{انرژی فوتون}}=E_n-E_{n'}$$

کمترین انرژی فوتون گسیل‌شده در گذار الکترون از $n=5$ به $n'=4$ است.

$$E_n-E_{n'}=hf\xrightarrow{E_n=-\frac{E_R}{n^2}}-\frac{E_R}{5^2}-(-\frac{E_R}{4^2})=hf$$

$$\Rightarrow\frac{-13/6}{25}+\frac{13/6}{16}=4\times10^{-15}f\Rightarrow\frac{(25-16)\times13/6}{25\times16}=4\times10^{-15}f$$

$$f=\frac{9\times3/4}{25\times16}\times10^{15}=0/765\times10^{15}\Rightarrow f=76/5THz$$

۱۷۲۴ B (۲)

خطاخوری طول موج‌های گسیلی اتم هیدروژن از معادلهٔ ریدبرگ به‌دست می‌آید.

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})$$

ثابت ریدبرگ

به n' های مختلف نام‌های متفاوتی داده شده است وقتی $n'=۱$ باشد رشتهٔ طول موج‌ها را رشتهٔ لیمان می‌گویند بنابراین در این مسئله معادلهٔ ریدبرگ به‌صورت مقابل است.

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۱^۲}-\frac{۱}{n^۲})$$

از طرفی شمارهٔ خط طیفی به این گونه است که در رشتهٔ لیمان اولین خط طیفی یعنی گذار از $n=۲$ به $n'=۱$، دومین خط طیفی یعنی گذار از $n=۳$ به $n'=۱$ و ... برای یافتن شمارهٔ خط طیفی شما باید ابتدا طول موج گسیل شده را حساب کنید.

طول موج گسیلی را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{c}{f}\Rightarrow\lambda=\frac{۳\times۱۰^۸}{\frac{۸}{۳}\times۱۰^{۱۵}}\Rightarrow\lambda=\frac{۹}{۸}\times۱۰^{-۷}\,m\Rightarrow\lambda=\frac{۹۰۰}{۸}\,nm$$

به کمک رابطه ریدبرگ - بالمر خواهیم داشت:

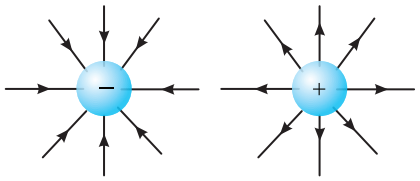
$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\xrightarrow[R=۰/۰۱nm^{-۱}]{n'=۱}$$

$$\frac{۸}{۹۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow n^۲=۹\Rightarrow n=۳$$

بنابراین این طول موج مربوط به دومین خط طیفی لیمان است.

۱۷۲۵ B (۱)

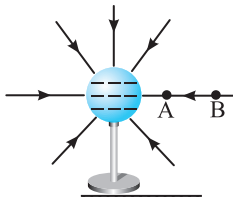
نکته ۱) خطوط میدان به بار منفی وارد و از بار مثبت خارج می‌شود:



۲) با جابه‌جایی بار در جهت خطوط میدان پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس.

۱) خطوط میدان اطراف کرهٔ فلزی دارای بار منفی را رسم می‌کنیم:

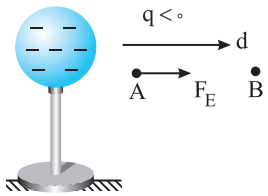
ذره از A تا B خلاف جهت خطوط میدان در حال حرکت بوده و پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد: $V_B>V_A$



۲) بار منفی از گوی منفی در حال دور شدن است، نیروی الکتریکی وارد بر ذره و جهت جابه‌جایی ذره در یک جهت است پس کار میدان الکتریکی مثبت است، اما تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی قرینهٔ کار میدان الکتریکی بوده و منفی است.

البته می‌توانستیم بگوییم که ذره با بار منفی از گوی منفی دور شده که یک حرکت خودبه‌خودی بوده پس انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد و ΔU منفی است.

$$\Delta U_{BA}<۰\Rightarrow U_B-U_A<۰\Rightarrow U_B<U_A$$

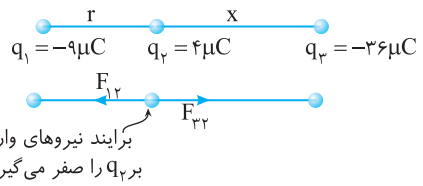


۱۷۲۶ B (۴)

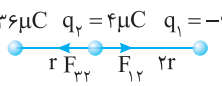
خطاخوری در حل این سؤال ابتدا باید از فرض مسئله یعنی صفر بودن نیروهای وارد بر بارها استفاده کنیم و رابطه‌ای بین فاصلهٔ بارها به‌دست آوریم و در گام بعدی جای بارهای $q_۳$ و $q_۱$ را جابه‌جا کرد و نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ و $q_۱$ را برحسب رابطه‌ای که برای فاصله‌ها به‌دست آوردیم محاسبه کنیم.

۱) با توجه به شکل زیر باید یک رابطه بین x و r به‌دست آوریم، از این‌رو مطابق فرض مسئله نیروی خالص وارد بر $q_۲$ را صفر گرفته‌ایم، در این صورت نیروهایی که دو بار $q_۱$ و $q_۳$ به بار $q_۲$ وارد می‌کنند باید هم‌اندازه و خلاف جهت هم باشند:

$$F_{۱۲}=F_{۳۲}\Rightarrow k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}=k\frac{|q_۳||q_۲|}{x^۲}\Rightarrow\frac{۹}{r^۲}=\frac{۳۶}{x^۲}\Rightarrow\frac{x^۲}{r^۲}=۴\Rightarrow x=۲r$$



۲) جای بارهای $q_۱$ و $q_۳$ را عوض کرده و نیروی خالص وارد بر بار $q_۲$ را حساب می‌کنیم:



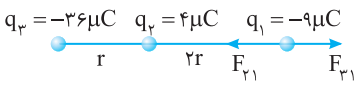
$$F_{۱۲}=k\frac{|q_۱||q_۲|}{(۲r)^۲}\Rightarrow F_{۱۲}=k\times\frac{۹\times۴\times۱۰^{-۱۲}}{۴r^۲}=\frac{۹\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}$$

$$F_{۳۲}=k\frac{|q_۳||q_۲|}{(r)^۲}\Rightarrow F_{۳۲}=k\times\frac{۳۶\times۴\times۱۰^{-۱۲}}{r^۲}=\frac{۱۴۴\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}$$

دو بردار $F_{۳۲}$ و $F_{۱۲}$ خلاف جهت هم‌اند بنابراین بزرگی نیروی خالص وارد بر $q_۲$ برابر اختلاف دو نیرو است:

$$|\vec{F}_۲|=|\underbrace{\vec{F}_{۱۲}-\vec{F}_{۳۲}}_{\text{خلاف جهت هم}}|\Rightarrow|\vec{F}_۲|=\frac{(۱۴۴-۹)\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}=\frac{۱۳۵\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}$$

۳) نیروی خالص وارد بر بار $q_۱$ را حساب می‌کنیم:



$$|\vec{F}_{۲۱}|=|\vec{F}_{۱۲}|=\frac{۹\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}$$

$$F_{۳۱}=k\frac{|q_۱||q_۳|}{(۳r)^۲}\Rightarrow F_{۳۱}=k\times\frac{۹\times۳۶\times۱۰^{-۱۲}}{۹r^۲}\Rightarrow F_{۳۱}=\frac{۳۶\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}$$

دو بردار $F_{۳۱}$ و $F_{۲۱}$ خلاف جهت هم‌اند بنابراین:

$$|\vec{F}_۱|=|\underbrace{\vec{F}_{۳۱}-\vec{F}_{۲۱}}_{\text{خلاف جهت هم}}|\Rightarrow F_۱=\frac{۲۷\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}$$

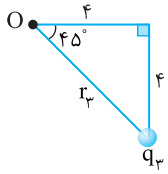
۴) حال نسبت خواسته شده را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{\frac{۱۳۵\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}}{\frac{۲۷\times۱۰^{-۱۲}k}{r^۲}}=۵$$

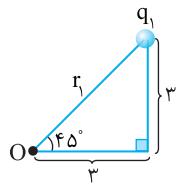
B ۱۷۲۷ (۱)

خط فکری با سؤال طولانی و وقت‌گیری سروکار داریم. بار q_1 و q_3 و مکان آن‌ها مشخص است. ابتدا بزرگی میدان این دو بار در مبدأ مختصات را حساب می‌کنیم و با داشتن میدان خالص در نقطهٔ O می‌توان بزرگی میدان بار q_2 در مرکز و مقدار بار آن را حساب کرد.

۱) فاصلهٔ دو بار q_1 و q_3 را تا نقطهٔ O به کمک فیثاغورس حساب می‌کنیم.



$$r_3=\sqrt{4^2+4^2}=4\sqrt{2}m$$



$$r_1=\sqrt{3^2+3^2}=3\sqrt{2}m$$

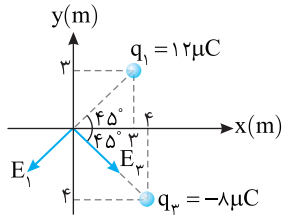
میانبر البته با توجه به زاویهٔ ۴۵° مثلث قائم‌الزاویه مشخص است که وتر برابر ساق‌ها است. $\sqrt{2}$

۲) بار q_1 مثبت و میدان در راستا خط واصل بار و نقطهٔ O بوده و از بار q_1 خارج می‌شود. بار q_3 منفی بوده و میدان در راستای خط واصل بار و نقطهٔ O بوده و به بار q_3 وارد می‌شود. حال بزرگی میدان‌ها را حساب می‌کنیم

$$E_1=k\frac{q_1}{r_1^2}\Rightarrow E_1=\frac{9\times10^9\times12\times10^{-6}}{18}=6\times10^3\ N/C$$

$$E_3=k\frac{q_3}{r_3^2}$$

$$\Rightarrow E_3=\frac{9\times10^9\times8\times10^{-6}}{32}=\frac{9}{4}\times10^3\ N/C$$

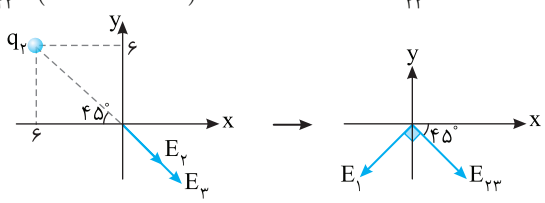


۳) بار q_2 نیز مثبت است و میدان در نقطهٔ O در راستای خط واصل بین بار q_2 و O است از بار q_2 خارج می‌شود. بنابراین میدان‌های E_2 و E_3 هم‌جهت‌اند و برایند آن‌ها مطابق شکل با میدان E_1 عمود است.

$$E_T=\sqrt{E_1^2+E_{23}^2}\Rightarrow E_T^2=E_1^2+E_{23}^2$$

$$\Rightarrow 7/5\times7/5\times10^6=6\times6\times10^6+E_{23}^2$$

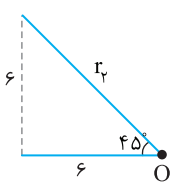
$$E_{23}^2=(7/5\times7/5-6\times6)10^6=20/25\times10^6\Rightarrow E_{23}=4/5\times10^3\ N/C$$



میانبر البته با توجه به اعداد فیثاغورس ۳، ۴ و ۵ که به ۴/۵، ۶ و ۷/۵ تبدیل شده بودند می‌توانستیم سریع‌تر به E_{23} برسیم.

$$E_{23}=E_2+E_3\Rightarrow 4/5\times10^3=E_2+\frac{9}{4}\times10^3\Rightarrow E_2=2/25\times10^3$$

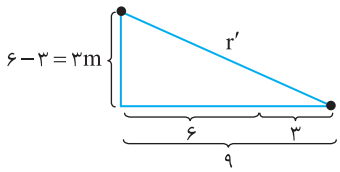
حال با توجه به E_2، q_2 را به‌دست می‌آوریم. ابتدا فاصلهٔ q_2 تا نقطهٔ O را با توجه به فیثاغورس حساب می‌کنیم:



$$r_2=\sqrt{6^2+6^2}\Rightarrow r_2=6\sqrt{2}$$

$$E_2=k\frac{q_2}{r_2^2}\Rightarrow 2/25\times10^3=\frac{9\times10^9\times q_2}{72}\Rightarrow q_2=18\times10^{-6}\ C$$

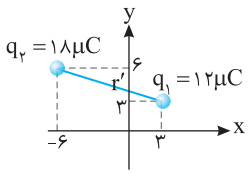
خط فکری حال فاصلهٔ بین بار q_1 و q_2 را با توجه به فیثاغورس حساب کرده و سپس به کمک قانون کولن اندازهٔ این نیرو را حساب می‌کنیم.



$$r'=\sqrt{(9)^2+(3)^2}\Rightarrow r'=\sqrt{81+9}=\sqrt{90}m$$

$$F_{12}=k\frac{q_1q_2}{r'^2}\Rightarrow F_{12}=9\times10^9\times\frac{12\times18\times10^{-12}}{90}$$

$$\Rightarrow F_{12}=12\times18\times10^{-4}=2/16\times10^{-2}\ N$$



میانبر فاصلهٔ دو نقطه به مختصات (x_1,y_1) و (x_2,y_2) را می‌توان به کمک رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

$$r'=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}\xrightarrow[(-6,6)]{(3,3)}$$

$$r'=\sqrt{(-6-3)^2+(6-3)^2}=\sqrt{81+9}=\sqrt{90}m$$

A ۱۷۲۸ (۱) تجربی - ۱۴۰۰

خط فکری ظرفیت خازن به شکل هندسی خازن بستگی داشته و با توجه به رابطهٔ

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

(A: مساحت سطح صفحه‌ها، κ: ثابت خازن، d: فاصلهٔ صفحه‌ها)

با تغییر فاصلهٔ دو صفحه (d) ظرفیت خازن تغییر می‌کند.

هر فاراد برابر 10^{12} پیکوفاراد است.

۱) ظرفیت خازن را در حالت اول به‌دست می‌آوریم:

$$C_1=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d_1}\Rightarrow C_1=4\times8/85\times10^{-12}\times\frac{2\times10^{-4}}{5\times10^{-3}}=14/16\times10^{-13}\ F$$

$$\xrightarrow{1F=10^{12}pF} C_1=14/16\times10^{-1}pF=1/416pF$$

۲) فاصلهٔ بین صفحات ۳mm کاهش یافته:

$$d_2=d_1-3\Rightarrow d_2=2mm$$

ظرفیت خازن را در حالت دوم به‌دست می‌آوریم:

$$C_2=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d_2}\Rightarrow C_2=4\times8/85\times10^{-12}\times\frac{2\times10^{-4}}{2\times10^{-3}}=35/4\times10^{-13}\ F$$

$$\xrightarrow{1F=10^{12}pF} C_2=35/4\times10^{-1}pF=3/54pF$$

۳) حال اختلاف ظرفیت خازن را در دو حالت به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta C=C_2-C_1\Rightarrow\Delta C=3/54-1/416=2/124pF$$

A ۱۷۲۹ (۴)

نکته در پدیدهٔ ابررسانایی مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر همچنان صفر می‌ماند.

چون این پدیده به صورت ناگهانی رخ می‌دهد عبارت «شیب ثابت» در این گزینه یعنی تغییر تدریجی مقاومت بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست است.

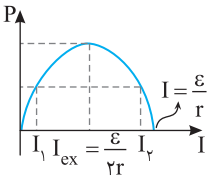
در این پدیده مقاومت ویژه ناگهان افت می‌کند و نه افزایش و گزینهٔ (۲) نادرست است.

با کم شدن دما پس از پدیدهٔ ابررسانایی همچنان مقاومت صفر است و دوباره افزایش نمی‌یابد و گزینهٔ (۳) نادرست است.

با توجه به نکتهٔ بیان شده گزینهٔ (۴) درست است.

B ۱۷۳۰ (۴)

نکته نمودار توان خروجی برحسب جریان $P=\varepsilon I-rI^2$ سهمی شکل بوده و در نمودار سهمی نسبت به محور قائم گذرنده از رأس متقارن است از این‌رو:



$$I_{ex}=\frac{I_1+I_2}{2}$$

در صورت سؤال بیان شده که در جریان‌های ۳A و ۵A، توان خروجی یکسان است:

$$I_{ex}=\frac{3+5}{2}=4A$$

نکته بیشینه توان خروجی زمانی است که مقاومت داخلی و خارجی با هم برابر باشند، بنابراین:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\xrightarrow{R=r}I_{ex}=\frac{\varepsilon}{2r}$$

با توجه به جریان I_{ex} و نکته بالا، مقاومت داخلی را حساب می‌کنیم:

$$I_{ex}=\frac{\varepsilon}{2r}\Rightarrow 4=\frac{\varepsilon}{2r}\Rightarrow\varepsilon=8r$$

هنگامی که ولت سنج عدد صفر را نشان دهد یعنی اختلاف پتانسیل دو سر باتری صفر شده است:

$$V=\varepsilon-rI\xrightarrow{V=0}I=\frac{\varepsilon}{r}\xrightarrow{\varepsilon=8r}I=8A$$

آمپرسنج $I=8A$ را نشان می‌دهد.

هنوز همواره به ازای جریان $I=\frac{\varepsilon}{r}$ اختلاف پتانسیل دو سر باتری صفر می‌شود. جریان $I_{ex}=4A$ بوده و دو برابر این جریان یعنی $8A$ جریانی است که اختلاف پتانسیل صفر می‌شود.

B ۱۷۳۱ (۳)

خطاخوری مسئله را باید با دو نکته زیر حل کنیم:

۱) در مقاومت‌های موازی، توان با مقاومت نسبت وارون دارد.

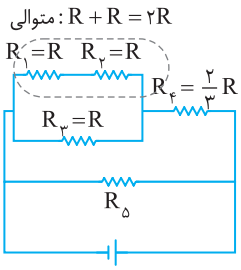
$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{R_1}{R_2}$$

۲) در مقاومت‌های متوالی، توان با مقاومت نسبت مستقیم دارد.

$$\frac{P_2}{P_1}=\frac{R_2}{R_1}$$

باید از مقاومت $R_3=R$ شروع کنیم و توان این مقاومت را P فرض کنیم و براساس آن توان تک‌تک شاخه‌ها را بررسی کنیم.

مدار را به شکل ساده‌تری رسم می‌کنیم.



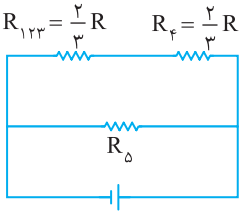
۱) توان مقاومت R_3، P است مقاومت $R_{12}=2R$ با R_3 موازی بنابراین توان مصرفی در شاخه R_1 و R_2 نصف $\left(\frac{P}{2}\right)$ است.

۲) مجموع توان مصرفی در کل مقاومت R_1 و R_2 و R_3 برابر است با: $P+\frac{P}{2}=3\frac{P}{2}$

۳) مقاومت معادل R_1 و R_2 و R_3 را حساب می‌کنیم

$$\frac{1}{R_{123}}=\frac{1}{2R}+\frac{1}{R}\Rightarrow R_{123}=\frac{2R}{3}$$

۴) مقاومت R_{123} با مقاومت R_4 متوالی است و دو مقاومت برابرند بنابراین توان R_4 نیز $\frac{3P}{2}$ است.



۵) کل توان R_1 و R_2 و R_3 و R_4 برابر است با: $\frac{3P}{2}+\frac{3P}{2}=3P$

۶) جالب شد با توجه به فرض مسئله توان مقاومت R_3، $\frac{1}{3}$ توان مقاومت R_5 است یعنی

$$P_3=\frac{1}{3}P_5\Rightarrow P_5=3P_3\xrightarrow{P_3=P}P_5=3P$$

کل توان شاخه شامل R_{1234} با توان شاخه شامل R_5 که با آن موازی است برابر شده است یعنی مقاومت R_5 برابر مقاومت معادل R_{1234} است.

$$R_{1234}=\frac{2}{3}R+\frac{2}{3}R\Rightarrow R_5=\frac{4}{3}R$$

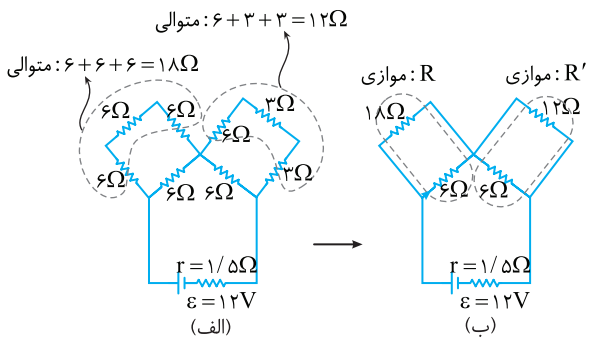
دو مقاومت R_5 و R_{1234} موازی‌اند، بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{3}{4R}+\frac{3}{4R}\Rightarrow R_{eq}=\frac{2}{3}R$$

B ۱۷۳۲ (۳)

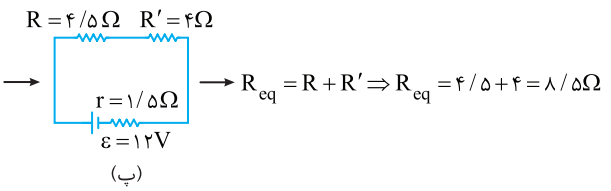
خطاخوری در سؤالاتی که مقدار تمام مقاومت‌ها و نیرو محرکه داده شده است، ابتدا مقاومت معادل را حساب کرده و در گام بعدی جریان کل $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ را حساب می‌کنیم و در گام آخر جریان شاخهٔ خواسته شده را با تقسیم جریان به‌دست می‌آوریم.

۱) ابتدا مقاومت معادل را حساب می‌کنیم:



مقاومت‌های R و R' متوالی‌اند:

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{18}+\frac{1}{6}=\frac{4}{18}\Rightarrow R=4/5\Omega\ ,\ \frac{1}{R'}=\frac{1}{12}+\frac{1}{6}=\frac{3}{12}\Rightarrow R'=4\Omega$$

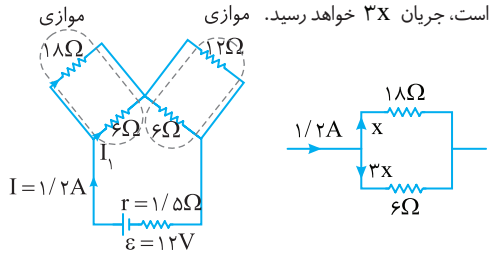


$$\rightarrow R_{eq}=R+R'\Rightarrow R_{eq}=4/5+4=8/5\Omega$$

۲) جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{12}{8/5+1/5}=1/2A$$

با توجه به مدار شکل (ب) جریان I_1 خواسته شده را حساب می‌کنیم. دقت کنید در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود یعنی جریان $I=1/2A$ بین دو مقاومت 6Ω و 18Ω به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود و اگر به مقاومت 18Ω جریان x برسد به مقاومت 6Ω که مقدار آن $\frac{1}{3}$، مقاومت 18Ω است، جریان $3x$ خواهد رسید.



$$x+3x=1/2\Rightarrow x=0/3A\ ,\ I_1=3x\Rightarrow I_1=0/9A$$

۱۷۳۳ B (۳)

خط فکری با توجه به سؤال جرم ذره ناچیز بوده و در واقع از نیروی وزن وارد بر جسم صرف‌نظر شده است. ابتدا اندازه و جهت نیروی الکتریکی و نیروی مغناطیسی که از طرف میدان الکتریکی و مغناطیسی به ذره وارد می‌شود را به‌دست می‌آوریم و اگر این دو نیرو هم‌جهت باشند نیروی خالص مجموع آن‌ها و اگر این نیرو خلاف جهت هم باشند نیروی خالص تفاضل آن‌ها و اگر برهم عمودند، نیروی خالص از فیثاغورس به‌دست می‌آید.

یادآوری اندازهٔ نیروی مغناطیسی و نیروی الکتریکی از طرف میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی از رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید:

نیروی مغناطیسی	نیروی الکتریکی
$F=\lvert q\rvert vB\sin\alpha$ (زاویهٔ بین میدان مغناطیسی و جهت حرکت ذره)	$F_E=E\lvert q\rvert$

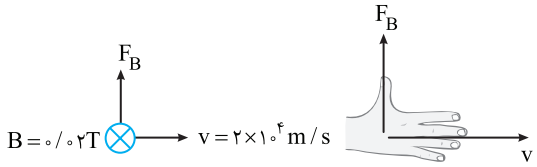
۱) نیروی مغناطیسی: ذره عمود بر خطوط میدان مغناطیسی در حال حرکت است

$$F_B=qvB\Rightarrow F_B=2\times10^{-6}\times2\times10^{4}\times2\times10^{-2}$$

بنابراین $\alpha=90^\circ$ است:

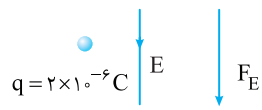
$$\Rightarrow F_B=8\times10^{-4}N=0/8\times10^{-3}N$$

جهت نیروی مغناطیسی با توجه به قاعدهٔ دست راست مشخص می‌شود. چهار انگشت دست راست را در جهت حرکت ذره به سمت راست گرفته به‌طوری که خم شدن انگشت‌ها جهت میدان مغناطیسی (درونسو) را نشان دهد، حال جهت شست (روبه‌بالا) جهت نیروی مغناطیسی می‌شود:



۲) نیروی الکتریکی: $F_E=Eq\Rightarrow F_E=500\times2\times10^{-6}=10^{-3}N$

ذره دارای بار مثبت است پس نیروی الکتریکی و میدان الکتریکی هم‌جهت‌اند.

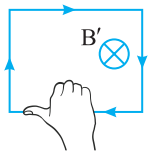


دو نیرو خلاف جهت هم‌اند، بنابراین نیروی خالص وارد بر ذره برابر است با:

$$F_T=F_E-F_B\Rightarrow F_T=10^{-3}-0/8\times10^{-3}=0/2\times10^{-3}=2\times10^{-4}N$$

۱۷۳۴ B (۲)

خط فکری مقدار نیرو محرکه القایی را با توجه به قانون القای فاراده $\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ به‌دست می‌آوریم که مدت زمان 1ms و تغییر شار $0/02Wb$ در حال کاهش داده شده است. جهت جریان القایی هم با توجه به قانون لنز به‌دست می‌آید. جهت جریان باید به گونه‌ای باشد که با کاهش شار که حاصل از خروج قاب از میدان است مخالفت کند.



قاب در حال خارج شدن بوده پس شار در حال کاهش است و میدان مغناطیسی القایی با کاهش شار مخالفت کرده و هم‌جهت با B به صورت درونسو القا می‌شود حال با توجه به جهت میدان القایی و قاعدهٔ دست راست، جهت جریان القایی قاب را به‌دست می‌آوریم:

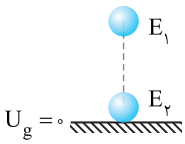
چهار انگشت خم شدهٔ دست راست را در جهت میدان القایی درونسو گرفته در این حالت جهت جریان در جهت شست دست راست قرار دارد و ساعتگرد است.

با استفاده از قانون القای فاراده، نیرو محرکه را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=1ms=10^{-3}s]{N=1,\ \Delta\Phi=-0/02Wb}\bar{\varepsilon}=-1\times\frac{(-0/02)}{10^{-3}}=20V$$

۱۷۳۵ B (۴)

خط فکری کار مفیدی که ماشین بالابر انجام داده به‌صورت انرژی پتانسیل گرانش در جسم ذخیره می‌شود و اگر وزنه در شرایط خلأ رها شود تمام این انرژی ذخیره شده بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی به انرژی جنبشی وزنه تبدیل می‌شود. یعنی شما برای یافتن کار مفید ماشین بالابر کافی است، انرژی جنبشی جسم را هنگام برخورد به زمین به‌دست آورید سپس به کمک آن بازده ماشین را حساب کنید.



۱) انرژی ذخیره شده در جسم در ارتفاع h که توسط ماشین بالا برده شده است را با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی حساب می‌کنیم:

$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\xrightarrow{K_1=0\ ,\ U_2=0}E_1=K_2$$

$$\Rightarrow E_1=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow E_1=\frac{1}{2}\times50\times64=1600J$$

۲) بنابراین ماشین 2000J انرژی مصرف کرده اما به جسم 1600J انرژی رسیده است:

2000J انرژی کل مصرفی ماشین → بالابر → 1600J انرژی مفید ذخیره شده در وزنه

$$Ra=\frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}}\times100\Rightarrow Ra=\frac{1600}{2000}\times100=80\%$$

۱۷۳۶ B (۳)

یادآوری فشار در عمق h یک مایع از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید: $P=\rho gh+P_0$

۱) فشار در عمق 10cm، برابر است با:

$$P=P_0+\rho gh_1\Rightarrow P_1=1/026\times10^5+\rho\times10\times\frac{10}{100}\Rightarrow P_1=1/026\times10^5+\rho$$

۲) فشار در عمق 53cm برابر است:

$$\begin{cases}P_2=P_0+\rho gh_2\\ P_2=1/026\times10^5+\rho\times10\times\frac{53}{100}\end{cases}\Rightarrow P_2=1/026\times10^5+5/3\rho$$

۳) با توجه به صورت سؤال $P_2=1/5P_1$ است:

$$\begin{cases}P_2=1/5P_1\Rightarrow 1/5P_1=1/026\times10^5+5/3\rho\\ P_1=1/026\times10^5+\rho\end{cases}$$

۴) رابطهٔ P_1 و P_2 را برهم تقسیم می‌کنیم تا مجهول P_1 از صورت و مخرج حذف شود و تنها مجهول چگالی باقی بماند:

$$\frac{P}{1/5P}=\frac{1/026\times10^5+\rho}{1/026\times10^5+5/3\rho}\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{1/026\times10^5+\rho}{1/026\times10^5+5/3\rho}$$

$$\Rightarrow2(1/026\times10^5)+10/6\rho=3(1/026\times10^5)+3\rho\Rightarrow7/6\rho=1/026\times10^5$$

$$\rho=13500kg/m^3=13/5g/cm^3$$

۱۷۳۷ B ۳

خط فکری برای حل سؤالاتی که با لولهٔ U سرو کار داریم ابتدا خط تراز را می‌کشیم. خط تراز آخرین جایی است که مایع در دو شاخه یکسان بوده و خطی موازی با سطحی است که لوله روی آن قرار گرفته است. ویژگی خط تراز این است که فشار روی خط تراز یکسان است.

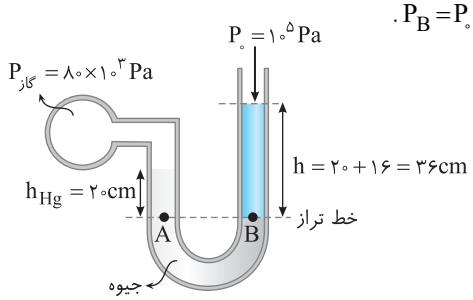
مطابق شکل خط تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B با هم برابر است: $P_A = P_B$

فشار در نقطه A برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_{Hg} g h_{Hg}$.

فشار در نقطهٔ B برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$P_B = P_\circ + \rho g h$.



$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_{Hg} g h_{Hg} = P_\circ + \rho g h$

$۸۰\times۱۰^۳ + ۱۳۶۰۰\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰} = ۱۰^۵ + \rho\times۱۰\times\frac{۳۶}{۱۰۰}$

$۸\times۱۰^۴ + ۲۷۲۰۰ = ۱۰^۵ + ۳/۶\rho \Rightarrow ۸\times۱۰^۴ + ۲/۷۲\times۱۰^۴ - ۱۰^۵ = ۳/۶\rho$

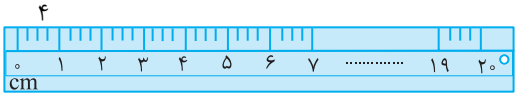
$\Rightarrow ۰/۷۲\times۱۰^۴ = ۳/۶\rho \Rightarrow \rho = ۲۰۰۰ kg/m^۳$

۱۷۳۸ B ۳

نکته دقت یک وسیله اندازه‌گیری مدرج مانند خط‌کش برابر کمینه درجه‌بندی آن وسیله است.

خط‌کش ۲۰cm به ۸۰ قسمت تقسیم شده بنابراین کمینه درجه‌بندی برابر است با:

$\frac{۲۰cm}{۸۰} = \frac{۱}{۴} cm = ۰/۲۵cm$



هر سانتی‌متر ۱۰ میلی‌متر است بنابراین دقت خط‌کش برحسب mm خواهد شد:

$۰/۲۵cm = ۲/۵mm$

۱۷۳۹ B ۲

روش اول: یخ صفر درجه ابتدا تغییر حالت داده و به آب $۰^\circ C$ تبدیل می‌شود و سپس آب $۰^\circ C$ به آب $۲۰^\circ C$ تغییر دما می‌دهد:

یخ $۰^\circ C$ —$Q_۱ = mL_F$→ آب $۰^\circ C$ —$Q_۲ = mc\Delta\theta$→ آب $۲۰^\circ C$

$Q_{کل} = Q_۱ + Q_۲ \Rightarrow Q_{کل} = mL_F + mc\Delta\theta$

$\Rightarrow Q_{کل} = m\times۳۳۶۰۰۰ + m\times۴۲۰۰\times۲۰$

$Q_{کل} = ۳۳۶۰۰۰m + ۸۴۰۰۰m = ۴۲۰۰۰۰mJ$

سؤال نسبت گرمای ذوب یخ $(Q_۱)$ به کل گرمای داده شده به آن $(Q_{کل})$ را برحسب درصد خواسته است:

$\frac{Q_{\text{ذوب یخ}}}{Q_{کل}}\times۱۰۰ = \frac{Q_۱}{Q_{کل}}\times۱۰۰ = \frac{۳۳۶۰۰۰m}{۴۲۰۰۰۰m}\times۱۰۰ = ۸۰٪$

روش دوم: برای حل سؤالات بهتر است نسبت L_F و L_V آب را برحسب $c_{آب} = ۴۲۰۰ J/kg.K$ به خاطر بسپارید:

$L_F = ۳۳۶۰۰۰ = ۸۰\times۴۲۰۰ = ۸۰c_{آب}$

$L_V = ۲۲۶۸۰۰۰ = ۵۴۰\times۴۲۰۰ = ۵۴۰c_{آب}$

گرمای نهان ذوب $L_F = ۳۳۶\times۱۰^۳ J/kg$، ۸۰ برابر گرمای ویژهٔ آب $c = ۴۲۰۰ J/kg.K$ است بنابراین برای سادگی $L_F = ۸۰c$ می‌گیریم:

صرف ذوب یخ — صرف افزایش دمای آب

$Q_{کل} = Q_۱ + Q_۲ = mL_F + mc\Delta\theta$

$Q_{کل} = m(۸۰c) + mc\times۲۰ = ۱۰۰mc$

یخ $۰^\circ C$ —$Q_۱$→ آب $۰^\circ C$ —$Q_۲$→ آب $۲۰^\circ C$

از ۱۰۰mc گرما، ۸۰mc صرف ذوب یخ شده است:

$\frac{Q_۱}{Q_{کل}}\times۱۰۰ = \frac{۸۰mc}{۱۰۰mc}\times۱۰۰ = ۸۰٪$

۱۷۴۰ A ۱

خط فکری گرمای داده شده و تغییر طول دو میله داده شده است اما این دو پارامتر باهم چه رابطه‌ای دارند:

$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ \Delta L = L_\circ \alpha\Delta\theta \end{cases}$

تنها ربط این دو رابطه تغییر دماست که باید از یکی به‌دست آمده و در دیگری استفاده شود.

نکته چون دو میله هم‌جنس‌اند پس گرمای ویژه و ضریب انبساط طولی یکسانی دارند.

۱) گرمای داده شده به دو جسم یکسان است:

$\begin{cases} Q_A = m_A c\Delta\theta_A \\ Q_B = m_B c\Delta\theta_B \end{cases} \xrightarrow{Q_A = Q_B}$

$m_A c\Delta\theta_A = m_B c\Delta\theta_B \xrightarrow{m_A = \frac{m_B}{۲}}$

$\frac{m_B}{۲}\Delta\theta_A = m_B\Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{۲} = \Delta\theta_B$

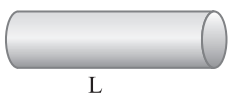
۲) تغییر طول میله A، $\frac{۳}{۴}$ برابر تغییر طول میلهٔ B است:

$\begin{cases} \Delta L_A = L_{\circ A}\alpha\Delta\theta_A \\ \Delta L_B = L_{\circ B}\alpha\Delta\theta_B \end{cases} \xrightarrow{\Delta L_A = \frac{۳}{۴}\Delta L_B}$

$L_{\circ A}\alpha\Delta\theta_A = \frac{۳}{۴}L_{\circ B}\alpha\Delta\theta_B \xrightarrow{\Delta\theta_B = \frac{۱}{۲}\Delta\theta_A}$

$L_{\circ A}\Delta\theta_A = \frac{۳}{۴}L_{\circ B}\frac{\Delta\theta_A}{۲} \Rightarrow L_{\circ A} = \frac{۳}{۸}L_{\circ B}$

نکته حجم یک استوانه برابر است با:



$V = AL$

سطح مقطع دو میله یکسان است و نسبت طول اولیه آن‌ها را به‌دست آوردیم بنابراین نسبت حجم آن‌ها برابر است با:

$\frac{V_A}{V_B} = \frac{A_A L_{\circ A}}{A_B L_{\circ B}} \xrightarrow[A_A = A_B]{L_{\circ A} = \frac{۳}{۸}V_{\circ B}} \frac{V_{\circ A}}{V_{\circ B}} = \frac{۳}{۸}$

پاسخ تجربی خارج - ۱۴۰۰

۱۷۴۱ **A**

فکر کنید با توجه به اینکه گرمای ویژهٔ آب برحسب $J/kg^\circ C$ داده شده باید تغییر دما را در رابطهٔ $Q=mc\Delta\theta$ برحسب درجهٔ سلسیوس قرار دهیم، پس باید فارنهایت را به سلسیوس تبدیل کنیم، همچنین باید با توجه به چگالی و حجم آب، جرم آب را حساب کنیم.

یادآوری برای تبدیل دما از فارنهایت به درجهٔ سلسیوس از رابطهٔ $F=\frac{9}{5}\theta+32$ و برای تبدیل تغییر دما از فارنهایت به درجهٔ سلسیوس از رابطهٔ $\Delta F=\frac{9}{5}\Delta\theta$ استفاده می‌کنیم.

۱) دمای آب $90^\circ F$ افزایش یافته یعنی $\Delta F=90^\circ F$ است، بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta F=\frac{9}{5}\Delta\theta\Rightarrow 90=\frac{9}{5}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=50^\circ C$$

یادآوری هر لیتر معادل $1000cm^3$ است.

۲) جرم آب را حساب می‌کنیم:

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow[V=2L=2000cm^3]{\rho=1g/cm^3} 1g/cm^3=\frac{m}{2000cm^3}$$

$$\Rightarrow m=2000g=2kg$$

میانبر برای آب با چگالی $\rho=1g/cm^3$ به‌ازای هر حجم آب برحسب لیتر همان مقدار آب برحسب کیلوگرم در اختیار داریم، پس جرم ۲ لیتر آب برابر $2kg$ است.

۳) حال مقدار گرما را حساب می‌کنیم:

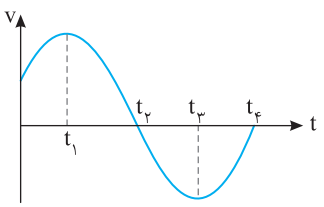
$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow[m=2kg]{\Delta\theta=50^\circ C} Q=2\times4200\times50=420000J$$

یادآوری هر ۱۰۰۰ ژول گرما معادل ۱ کیلو ژول گرما است: $Q=420kJ$

۱۷۴۲ **B**

فکر کنید در نمودار $v-t$ مطابق شکل زیر به نکات زیر دقت کنید:

الف) در بازهٔ ۰ تا t_2 سرعت متحرک مثبت بوده و متحرک در جهت مثبت محور xها در حال حرکت است و در مدت t_2 تا t_4 سرعت منفی شده و جهت حرکت متحرک تغییر کرده و متحرک در خلاف جهت محور xها در حال حرکت است.



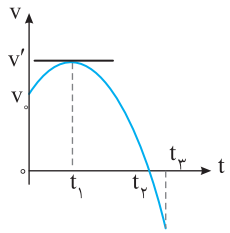
نکته: جهت حرکت با جهت سرعت مشخص می‌شود و اگر سرعت مثبت باشد، متحرک در جهت محور xها حرکت می‌کند و بالعکس.

ب) شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ در هر لحظه برابر شتاب حرکت است. در بازهٔ ۰ تا t_1 و t_3 تا t_4 نمودار صعودی با شیب مثبت بوده و شتاب مثبت است و در بازهٔ t_1 تا t_3 نمودار نزولی بوده و شتاب منفی است.

پ) در بازهٔ ۰ تا t_1 و t_2 تا t_3 نمودار از محور زمان در حال دور شدن بوده و تندی در حال افزایش و حرکت تندشونده است و از طرف دیگر در بازهٔ t_1 تا t_2 و t_3 تا t_4 نمودار به محور زمان در حال نزدیک شدن بوده و تندی در حال کاهش و حرکت کندشونده است.

ت) در لحظهٔ t_2 سرعت صفر شده و پس از آن تغییر علامت می‌دهد، پس در این لحظه متحرک تغییر جهت می‌دهد و در بیشینه و کمینهٔ نمودار یعنی لحظه‌های t_1 و t_3 شیب خط مماس صفر بوده و در نتیجه شتاب صفر می‌شود و علامت شتاب تغییر می‌کند.

با توجه به این نکات به بررسی تک‌تک گزاره‌ها می‌پردازیم:



الف) در لحظهٔ t_1 شیب خط نمودار افقی و صفر شده پس در این لحظه تنها شتاب صفر شده و تغییر علامت می‌دهد اما سرعت v' بوده و تغییر علامت نمی‌دهد، بنابراین گزاره (الف) نادرست است.

ب) در بازهٔ t_1 تا t_2 سرعت مثبت بوده پس متحرک در جهت مثبت محور xها در حال حرکت است و گزارهٔ (ب) درست است.

پ) در بازهٔ ۰ تا t_1 نمودار از محور افقی زمان در حال دور شدن است، پس حرکت متحرک تندشونده بوده و تندی آن از v_0 تا v' افزایش می‌یابد و گزارهٔ (پ) نادرست است.

ت) در بازهٔ ۰ تا t_1 نمودار صعودی با شیب مثبت بوده و شتاب آن مثبت است (شتاب در جهت محور x است) و در بازهٔ t_1 تا t_2 نمودار نزولی با شیب منفی بوده و شتاب آن منفی است (شتاب خلاف جهت محور x است) بنابراین گزارهٔ (ت) نادرست است و تنها گزارهٔ (ب) درست است.

نکته البته می‌توانیم کمی حرفه‌ای‌تر باشیم، با توجه به گزینه‌ها گزارهٔ (ب) و (ت) دو بار در گزینه‌ها تکرار شده‌اند، پس تنها همین دو گزاره را بررسی کنیم و چون گزارهٔ (ب) درست و گزارهٔ (ت) نادرست است، پس پاسخ گزینهٔ (۱) می‌شود.

۱۷۴۳ **C**

فکر کنید در این سؤال با نمودار $x-t$ سروکار داریم، به دو نکته زیر دقت کنید:

۱) سرعت متوسط برابر $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ (جابه‌جایی) یا شیب خط قاطع بین دو لحظه است و تندی متوسط برابر $s_{av}=\frac{l}{\Delta t}$ (مسافت) است.

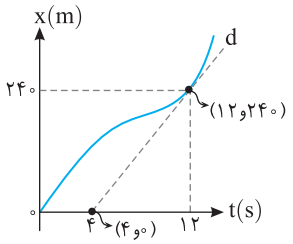
۲) سرعت در هر لحظه برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه و تندی برابر اندازهٔ شیب خط مماس در آن لحظه خواهد بود.

در حل سؤال ابتدا با فرض مسئله یعنی برابری تندی در لحظهٔ $t=12s$ با تندی متوسط در بازهٔ $t_1=2s$ تا $t_2=14s$ شروع می‌کنیم، سپس خواستهٔ سؤال یعنی نسبت سرعت متوسط در دو بازهٔ گفته شده را حساب می‌کنیم.

۱) تندی در لحظهٔ $t=12s$ برابر شیب خط مماس d است.

یادآوری شیب خط برابر نسبت تغییرات محور قائم به تغییرات محور افقی است:

$$\text{شیب خط}=\frac{\text{تغییرات محور قائم}}{\text{تغییرات محور افقی}}=\frac{240-0}{12-4}=\frac{240}{8}=30m/s$$

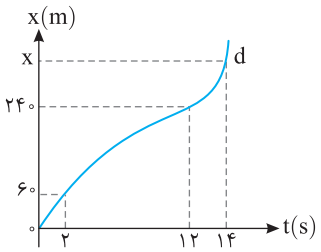


شیب خط برابر تندی لحظه‌ای است، بنابراین:

$$s(t=12s)=30m/s \quad (I)$$

۲) مکان متحرک در لحظهٔ $t=14s$ داده نشده و مطابق شکل در بازهٔ $2s$ تا $14s$ متحرک از مکان $60m$ به مکان x می‌رسد:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{x-60}{12} \quad (II)$$



با توجه به فرض مسئله تندی در لحظهٔ ۱۲s با تندی متوسط در بازهٔ ۲s تا ۱۴s باهم برابر است پس از رابطهٔ (I) و (II) می‌توان نوشت:

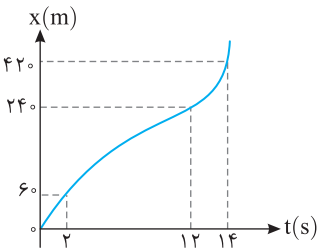
$$\frac{x-۶۰}{۱۲}=۳۰\Rightarrow x-۶۰=۳۶۰\Rightarrow x=۴۲۰m$$

یادآوری دو ثانیه اول یعنی $t=۰$ تا $t=۲s$ و دو ثانیه هفتم یعنی $t=۱۲s$ تا $t=۱۴s$

دو ثانیه اول	دو ثانیه دوم	دو ثانیه سوم	دو ثانیه چهارم	دو ثانیه پنجم	دو ثانیه ششم	دو ثانیه هفتم
۰ تا ۲s	۲s تا ۴s	۴s تا ۶s	۶s تا ۸s	۸s تا ۱۰s	۱۰s تا ۱۲s	۱۲s تا ۱۴s

۳) در دو ثانیه اول (۰ تا ۲s) متحرک از مکان $x=۰$ تا $x=۶۰m$ جابه‌جا می‌شود و سرعت متوسط در این بازه برابر است با:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۶۰-۰}{۲}=۳۰m/s$$



۴) در دو ثانیه هفتم (۱۲s تا ۱۴s) متحرک از مکان $x=۲۴۰m$ به مکان $x=۴۲۰m$ می‌رود و سرعت متوسط خواهد شد:

$$v'_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v'_{av}=\frac{۴۲۰-۲۴۰}{۲}=\frac{۱۸۰}{۲}=۹۰m/s$$

۵) نسبت v_{av} به v'_{av} را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{v_{av}}{v'_{av}}=\frac{۳۰}{۹۰}=\frac{۱}{۳}$$

۳) ۱۷۴۴ B

یادآوری شتاب متوسط برابر $\vec{a}_{av}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ است.

۱) شتاب متوسط در بازهٔ ۰ تا ۱۰s برابر $-۲\vec{i}$ است:

$$\vec{a}_{av}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\xrightarrow[t_۲=۱۰s]{t_۱=۰}-۲\vec{i}=\frac{\vec{v}(t=۱۰s)-\vec{v}(t=۰)}{۱۰-۰}$$
$$\Rightarrow\vec{v}(t=۱۰s)-\vec{v}(t=۰)=-۲۰\vec{i}\quad(۱)$$

۲) شتاب متوسط در بازهٔ ۰ تا ۱۵s برابر $\frac{۲}{۳}\vec{i}$ است:

$$\vec{a}_{av}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\xrightarrow[t_۳=۱۵s]{t_۱=۰}\frac{۲}{۳}\vec{i}=\frac{\vec{v}(t=۱۵s)-\vec{v}(t=۰)}{۱۵-۰}$$
$$\Rightarrow\vec{v}(t=۱۵s)-\vec{v}(t=۰)=۱۰\vec{i}\quad(۲)$$

۳) برای به‌دست آوردن شتاب متوسط در بازهٔ ۱۰s تا ۱۵s نیاز به تغییر سرعت در این بازه یعنی $\vec{v}(t=۱۵s)-\vec{v}(t=۱۰s)$ است که این مقدار را با توجه به معادله‌های (۱) و (۲) به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}\vec{v}(t=۱۰s)-\vec{v}(t=۰)=-۲۰\vec{i}\\ \vec{v}(t=۱۵s)-\vec{v}(t=۰)=۱۰\vec{i}\end{cases}\xrightarrow{\text{دو معادله را از هم کم می‌کنیم تا } \vec{v}(t=۰) \text{ حذف شود.}}$$
$$\vec{v}(t=۱۰s)-\vec{v}(t=۱۵s)=-۳۰\vec{i}\Rightarrow\vec{v}(t=۱۵s)-\vec{v}(t=۱۰s)=۳۰\vec{i}$$

۴) حال شتاب متوسط در بازهٔ ۱۰s تا ۱۵s را حساب می‌کنیم:

$$\vec{a}_{av}=\frac{\vec{v}(t=۱۵s)-\vec{v}(t=۱۰s)}{\Delta t}\Rightarrow\vec{a}_{av}=\frac{۳۰\vec{i}}{۵}=۶\vec{i}$$

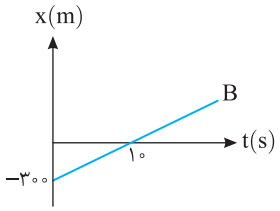
۲) ۱۷۴۵ B

خط‌خطری ابتدا با توجه به نمودار باید معادلهٔ حرکت دو متحرک را بنویسیم. فاصلهٔ بین دو متحرک برابر تفاضل مکان دو متحرک یعنی $|x_A-x_B|$ است.

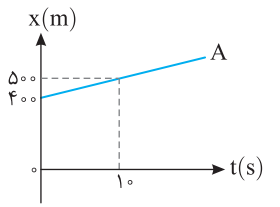
نکته اگر نمودار $x-t$ متحرکی به صورت خط راست باشد، حرکت متحرک با سرعت ثابت بوده و معادلهٔ حرکت آن به صورت $x=vt+x_۰$ است.

یادآوری شیب نمودار $x-t$ برابر سرعت متحرک است.

۱) با توجه به شیب خط‌ها، سرعت متحرک‌ها را به‌دست می‌آوریم:



$$v_B=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_B=\frac{۳۰۰}{۱۰}=۳۰m/s$$



$$v_A=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_A=\frac{۱۰۰}{۱۰}=۱۰m/s$$

۲) معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم.

$$x_A=v_At+x_{۰A}\xrightarrow[x_{۰A}=۴۰۰m]{v_A=۱۰m/s}x_A=۱۰t+۴۰۰$$
$$x_B=v_Bt+x_{۰B}\xrightarrow[x_{۰B}=-۳۰۰m]{v_B=۳۰m/s}x_B=۳۰t-۳۰۰$$

۳) فاصلهٔ دو متحرک از هم ۶۰۰ متر است، بنابراین:

$$|x_A-x_B|=۶۰۰\xrightarrow[x_B=۳۰t-۳۰۰]{x_A=۱۰t+۴۰۰}|۱۰t+۴۰۰-۳۰t+۳۰۰|=۶۰۰$$
$$\Rightarrow|-۲۰t+۷۰۰|=۶۰۰$$

نکته در حل معادله‌های قدرمطلقی حواستون باشد که: $|x|=a\Rightarrow x=\pm a$

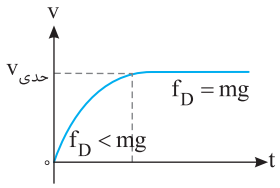
۴) حال معادله را حساب می‌کنیم:

$$|-۲۰t+۷۰۰|=۶۰۰\Rightarrow-۲۰t+۷۰۰=\pm۶۰۰$$
$$\begin{cases}-۲۰t+۷۰۰=۶۰۰\Rightarrow-۲۰t=-۱۰۰\Rightarrow t_۱=۵s\\ -۲۰t+۷۰۰=-۶۰۰\Rightarrow-۲۰t=-۱۳۰۰\Rightarrow t_۲=۶۵s\end{cases}\Rightarrow\frac{t_۲}{t_۱}=\frac{۶۵}{۵}=۱۳$$

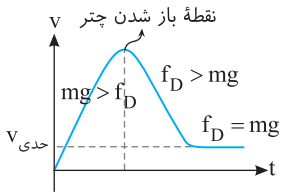
C ۱۷۴۶ (۲)

خطاشکری در موضوع مقاومت شاره و حرکت چترباز به دو حالت زیر دقت کنید:

الف) اگر چترباز در همان ابتدا با چتر باز پریده باشد، رفته‌رفته تندی آن افزایش یافته تا به تندی حدی برسد و پس از آن با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد:



ب) اگر چترباز بپرد و پس از مدتی چتر خود را باز کند، در لحظهٔ باز شدن چتر تندی حرکت متحرک بیشینه بوده و با باز شدن چتر تندی چترباز شروع به کم شدن می‌کند تا به تندی حدی برسد:

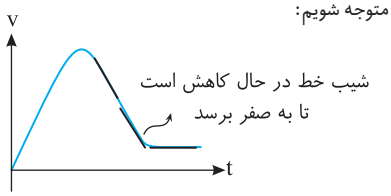


نکته مقاومت هوا به تندی جسم بستگی دارد و با افزایش و یا کاهش تندی جسم مقاومت هوا به ترتیب افزایش و یا کاهش می‌یابد.

با توجه به سؤال چترباز بعد از مدتی چتر خود را باز کرده یعنی حرکت چترباز مانند حالت (ب) خط فکری است. بعد از باز شدن چتر تندی چترباز شروع به کاهش می‌کند بنابراین گزینه‌های (۱) و (۳) و (۴) که در آن‌ها بیان شده تندی جسم افزایش می‌یابد نادرست بوده و تنها گزینهٔ (۲) درست است.

اما بررسی شتاب حرکت: جهت حرکت چترباز به سمت پایین است و پس از باز کردن چتر حرکت چترباز کندشونده بوده و نیروی مقاومت هوا (f_D) به سمت بالا و بزرگ‌تر از W است و نیروی خالص وارد بر چترباز $f_D - W$، خواهد شد. در اصل $F_{net} = ma \Rightarrow f_D - W = ma'$ است و با کم شدن تندی جسم f_D کاهش می‌یابد در نتیجه شتاب کاهش می‌یابد و در تندی حدی که $f_D = mg$ می‌شود شتاب صفر است یعنی شتاب بعد از باز شدن چتر در حال کاهش است.

البته می‌توانستیم از روی نمودار $v-t$ و شیب خط مماس که شتاب را به ما می‌دهد نیز این موضوع را متوجه شویم:

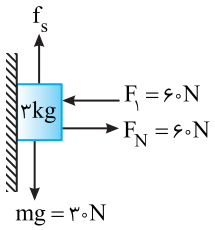


B ۱۷۴۷ (۳)

خطاشکری ابتدا با نیروی F_1 جسم ساکن است، در این حالت به جسم نیروی $mg = ۳۰N$ رو به پایین وارد می‌شود، اما جسم تکان نمی‌خورد یعنی برای نیروهای مساوی یا کوچک‌تر از $۳۰N$ جسم به حرکت در نمی‌آید.

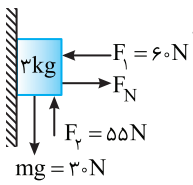
جسم ساکن است: $f_s = mg \Rightarrow f_s = ۳۰N$

جسم در راستای افقی حرکت ندارد: $F_1 = F_N \Rightarrow F_N = ۶۰N$



هم بر نیروی وزن و هم بر نیروی اصطکاک غلبه شده است.

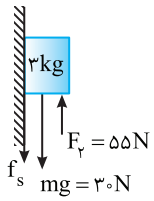
مطابق شکل به جسم دو نیروی F_1 و F_2 وارد می‌شود:



در راستای افقی جسم حرکت نمی‌کند:

$F_1 = F_N \Rightarrow F_N = ۶۰N$

دو نیروی $F_2 = ۵۵N$ به سمت بالا و $mg = ۳۰N$ به سمت پایین به جسم وارد می‌شود. در واقع به جسم نیروی خالص $۵۵ - ۳۰ = ۲۵N$ به سمت بالا وارد می‌شود که چون از $۳۰N$ کمتر است با توجه به خط فکری جسم همچنان ساکن می‌ماند و به آن نیروی اصطکاک ایستایی به سمت پایین وارد می‌شود، چون نیروی F_2 به سمت بالا بزرگ‌تر از نیروی mg به سمت پایین است:



جسم ساکن است: $f_s + mg = F_2 \Rightarrow f_s + ۳۰ = ۵۵ \Rightarrow f_s = ۲۵N$

نکته از طرف سطح دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک، عمود بر هم به جسم وارد می‌شود بنابراین نیرویی که سطح وارد می‌کند برایند این دو نیروی عمود برهم است:

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

نیروی وارد از طرف سطح را حساب می‌کنیم:

$$R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} \xrightarrow[F_N = ۶۰N]{f_s = ۲۵N} R = \sqrt{(۲۵)^2 + (۶۰)^2} = ۵\sqrt{۵^2 + ۱۲^2}$$

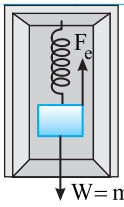
$$R = ۵\sqrt{۲۵ + ۱۴۴} \Rightarrow R = ۵\sqrt{۱۶۹} \xrightarrow{\sqrt{۱۶۹} = ۱۳} R = ۶۵N$$

میانبر خوب است دو عدد فیثاغورسی را بلد باشیم: $(۳,۴,۵), (۵,۱۲,۱۳)$

دو نیروی عمود بر هم در این سؤال $۵ \times ۵ = ۲۵$ نیوتون و $۱۲ \times ۵ = ۶۰$ است پس برایند آن‌ها $۱۳ \times ۵ = ۶۵$ نیوتون است.

B ۱۷۴۸ (۴)

۱) مطابق شکل روبه‌رو، در یک شکل ساده نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:

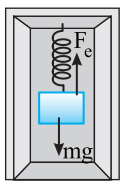


نکته در استفاده از قانون دوم نیوتون به نکات زیر دقت کنید:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} a > ۰ : \text{حرکت تندشونده} \\ a < ۰ : \text{حرکت کندشونده} \end{cases}$$

$F_{net} =$ نیرو خلاف جهت حرکت $-$ نیرو در جهت حرکت

۲) آسانسور در حال حرکت به سمت بالا و در حال ترمز بوده $(a = -۲m/s^2)$ است، با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{net} = ma$$

$$\xrightarrow[a = -۲m/s^2]{F_{net} = \text{نیرو خلاف جهت حرکت} - \text{نیرو در جهت حرکت}}$$

$$F_e - mg = ma \xrightarrow[m = ۰/۸kg]{mg = ۸N}$$

$$F_e - ۸ = ۰/۸ \times (-۲) \Rightarrow F_e - ۸ = -۱/۶ \Rightarrow F_e = ۶/۴N$$

یادآوری نیروی فنر برابر $F_e = k\Delta x$ است: $F_e = k\Delta x$

نکته در رابطهٔ $F_e = k\Delta x$ اگر یکای ثابت فنر N/m باشد، تغییر طول فنر نیز برحسب m قرار می‌گیرد و اگر ثابت فنر برحسب N/cm داده شد می‌توان یکای تغییر طول فنر را نیز cm قرار داد.

$$۶/۴ = ۲ \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = ۳/۲cm$$

نیروی وزن (mg) فنر را به سمت پایین می‌کشد و بزرگی شتاب حرکت $۲m/s^2$ بوده و از $g = ۱۰m/s^2$ کمتر است پس فنر کشیده خواهد شد:

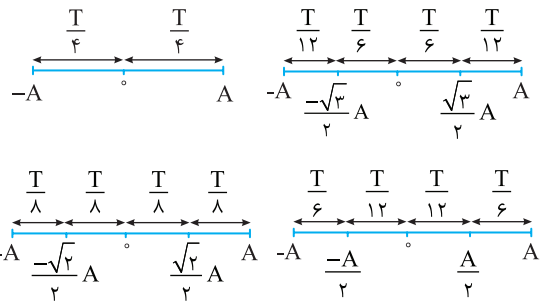
$$x_2 - x_1 = ۳/۲ \xrightarrow{x_1 = ۲۰cm} x_2 - ۲۰ = ۳/۲ \Rightarrow x_2 = ۲۳/۲cm$$

B ۱۷۴۹ (۲)

در ابتدای این تست به شما می‌گوییم که این تست با اطلاعات کتاب درسی قابل حل نیست. زیرا در کتاب درسی به صراحت بیان شده که نباید براساس رابطهٔ انرژی پتانسیل نوسانگر $(U=\frac{۱}{۲}kx^۲)$ مسئله‌ای طرح شود.

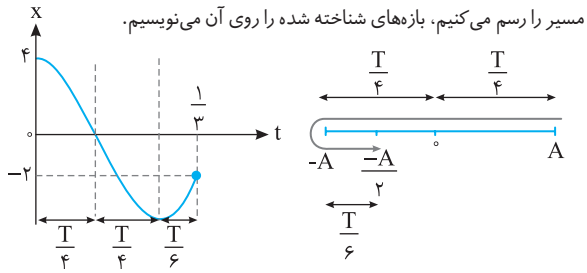
خط فکری در نمودار $x-t$ حرکت هماهنگ ساده از محور افقی دوره و از محور قائم دامنهٔ حرکت به‌دست می‌آید.

یادآوری باید بازه‌های زمانی شناخته شده مربوط به جابه‌جایی‌های معروف را به‌خاطر بسپارید.



۱) با توجه به نمودار مدت زمانی که طول می‌کشد متحرک برای دومین بار به $-۲cm$ یعنی $-\frac{A}{۲}$ برسد، $\frac{۱}{۳}$ ثانیه است:

مسیر را رسم می‌کنیم. بازه‌های شناخته شده را روی آن می‌نویسیم.



$$\Delta t=\frac{۱}{۳}\Rightarrow\frac{T}{۴}+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۶}=\frac{۱}{۳}\quad,\quad\frac{۴T}{۶}=\frac{۱}{۳}\Rightarrow T=\frac{۱}{۲}s$$

بسامد زاویه‌ای خواهد شد:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۲}}\Rightarrow\omega=۴\pi\frac{rad}{s}$$

معادلهٔ حرکت نوسانی را می‌نویسیم:

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow{A=۴cm=۰/۰۴m}x=۰/۰۴\cos۴\pi t$$

$$\xrightarrow{t=\frac{۳}{۱۶}s}x=۰/۰۴\cos۴\pi\times\frac{۳}{۱۶}$$

$$x=۰/۰۴\cos\frac{۳\pi}{۴}=-۰/۰۲\sqrt{۲}m$$

از اینجا به بعد شما باید از کتاب درسی خارج شوید و از رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}kx^۲$ استفاده کنید.

$$\frac{U}{E}=\frac{\text{انرژی پتانسیل کشسانی}}{\text{انرژی مکانیکی}}=\frac{\frac{۱}{۲}kx^۲}{\frac{۱}{۲}kA^۲}\Rightarrow\frac{U}{E}=\frac{x^۲}{A^۲}\xrightarrow[A=۰/۰۴m]{x=-۰/۰۲\sqrt{۲}m}$$

$$\frac{U}{E}=\frac{(-۰/۰۲\sqrt{۲})^۲}{(۰/۰۴)^۲}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow U=\frac{۱}{۲}E$$

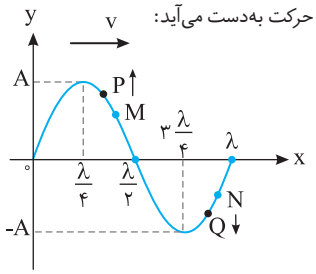
با توجه به تعریف انرژی مکانیکی خواهیم داشت:

$$E=U+K\Rightarrow E=\frac{۱}{۲}E+K\Rightarrow K=\frac{۱}{۲}E$$

بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

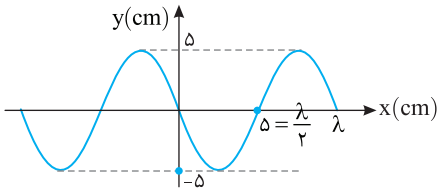
B ۱۷۵۰ (۳)

خط فکری در نمودار $y-x$ یک موج که تصویر آن است، از محور افقی طول موج و از محور قائم دامنهٔ حرکت به‌دست می‌آید:



جهت حرکت هر ذره از محیط با توجه به نقطهٔ قبل به‌دست می‌آید، به‌طور مثال وقتی موج به سمت راست حرکت می‌کند ذره P که قبل از M است بالاتر از M قرار دارد یعنی ذرهٔ M رو به بالا در حال حرکت است. ذره قبل از N یعنی ذرهٔ Q پایین‌تر از N بوده و نقطهٔ N در حال حرکت به سمت پایین است.

۱) با توجه به محور افقی طول موج را به‌دست می‌آوریم: $\frac{\lambda}{۲}=۵\Rightarrow\lambda=۱۰cm$

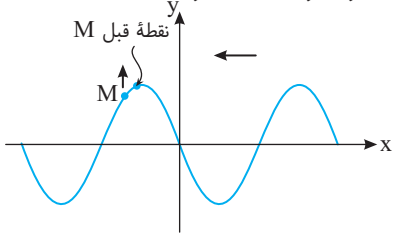


با توجه به رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}=vT$، دورهٔ نوسان ذرات موج و بسامد نوسان ذرات موج به‌دست می‌آید:

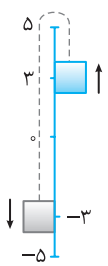
$$\lambda=vT\Rightarrow۱۰cm=۲۰\frac{cm}{s}\times T\Rightarrow T=\frac{۱}{۲}s$$

نکته در مدت T ذرات محیط یک نوسان کامل انجام داده و به مکان قبلی و در همان جهت نوسان قبلی باز می‌گردند و در مدت $\frac{T}{۲}$ مکان و جهت نوسان ذرات محیط قرینه می‌شوند.

۲) با توجه به مکان M و جهت انتشار موج نقطهٔ قبل M بالاتر از آن قرار دارد بنابراین در لحظهٔ $t_۱$ مکان نوسانگر $x=۳cm$ بوده و به سمت بالا در حال حرکت است.



۳) در مدت $\Delta t=t_۲-t_۱=\frac{۱}{۴}s$ باید دید نوسانگر چه مقدار جابه‌جا شده است. دقت کنید که $\frac{۱}{۴}s$ نصف دوره $(T=\frac{۱}{۲}s)$ نوسان است. بنابراین مطابق شکل روبه‌رو مکان و جهت نوسانگر در این مدت قرینه می‌شود و جابه‌جایی آن خواهد شد:



$$\Delta x=x_۲-x_۱\Rightarrow\Delta x=-۳-۳=-۶cm$$

$$\Delta t=\frac{۱}{۴}s$$

یادآوری سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

۴) بزرگی سرعت متوسط ذرهٔ M را حساب می‌کنیم:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{-۶cm}{\frac{۱}{۴}s}\Rightarrow v_{av}=-۲۴\frac{cm}{s}$$

$$\xrightarrow{\text{بزرگی سرعت متوسط خواسته شده }|v_{av}|}|v_{av}|=۲۴cm/s$$

۱۷۵۱ B

خطفکنی در سؤالاتی که تراز شدت صوت در چند نقطه داده می‌شود به نکات زیر دقت کنید:

الف) شدت صوت برابر $I=\frac{P}{A}$ است که در این رابطه $A=4\pi r^2$ و r فاصله از چشمهٔ صوت و P توان چشمه صوت است.

ب) اگر چشمهٔ صوت یکسان و فاصله‌ها در حال تغییر باشند، توان چشمه P در هر نقطه ثابت اما A با توجه به فاصله از چشمه در حال تغییر است.

پ) تراز شدت صوت برابر $\beta=10\log\frac{I}{I_0}$

(شدت صوت در نقطه خواسته شده، تراز شدت صوت مبنا، تراز شدت صوت برحسب دسی بل)

است و اختلاف تراز شدت صوت در دو نقطهٔ دلخواه (۱) و (۲) برابر است:

$$\Delta\beta=\beta_2-\beta_1\Rightarrow\Delta\beta=10\log\frac{I_2}{I_0}-10\log\frac{I_1}{I_0}$$

$$\Delta\beta=10(\log\frac{I_2}{I_0}-\log\frac{I_1}{I_0})\xrightarrow{\log a-\log b=\log\frac{a}{b}}\Delta\beta=10\log\frac{I_2}{I_1}$$

ت) نسبت شدت صوت در دو نقطه برابر است با:

$$\frac{I_2}{I_1}=\frac{P_2}{P_1}\times\frac{A_1}{A_2}\xrightarrow[A=4\pi r^2]{P\propto f^2,\ P\propto A^2}\frac{I_2}{I_1}=(\frac{f_2}{f_1})^2\times(\frac{A_2}{A_1})^2\times(\frac{r_1}{r_2})^2$$

(دامنه چشمه موج، بسامد چشمه موج، مساحت سطح جبهه صوت)

که اگر چشمه ثابت باشد: $\frac{I_2}{I_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2$

جمع‌بندی از نکات لگاریتم که در این بخش به آن نیاز داریم:

$$\log a+\log b=\log ab\qquad \log a-\log b=\log\frac{a}{b}$$

$$\log b^a=b\log a\qquad \log a=\log b\Rightarrow a=b$$

$$\log 10^a=a\log 10=a$$

۱) اختلاف تراز شدت صوت در دو نقطهٔ A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta\beta=\beta_A-\beta_B\xrightarrow[\beta_B=10\log\frac{I_B=\frac{5}{6}I_A}{I_0}\beta_A]{\beta_A=10\log\frac{I_A}{I_0}=\beta}$$

$$\beta_A-\frac{5}{6}\beta_A=10(\log\frac{I_A}{I_0}-\log\frac{I_B}{I_0})\Rightarrow\frac{\beta_A}{6}=10\log\frac{I_A}{I_B}$$

۲) چشمه ثابت است و شدت صوت با مربع فاصله نسبت وارون دارد یعنی $\frac{I_A}{I_B}$ برابر $(\frac{r_B}{r_A})^2$ است:

$$\frac{\beta_A}{6}=10\log(\frac{r_B}{r_A})^2\xrightarrow{r_B=2r_A}\frac{\beta_A}{6}=10\log(2)^2$$

$$\xrightarrow{\log a^b=b\log a}\frac{\beta_A}{6}=20\log 2$$

$$\xrightarrow{\log 2=0/3}\frac{\beta_A}{6}=6\Rightarrow\beta_A=36\,d\beta$$

۳) حال اختلاف تراز شدت صوت بین A و C را به‌دست می‌آوریم:

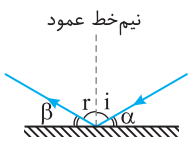
$$\beta_A-\beta_C=10\log\frac{I_A}{I_0}-10\log\frac{I_C}{I_0}\Rightarrow 36-\beta_C=10(\log\frac{I_A}{I_C})$$

$$\frac{I_A}{I_C}=(\frac{r_C}{r_A})^2=16\xrightarrow[16=2^4]{}36-\beta_C=10\log 2^4$$

$$\xrightarrow{\log a^b=b\log a}36-\beta_C=40\log 2\xrightarrow{\log 2=0/3}36-\beta_C=12\Rightarrow\beta_C=24\,d\beta$$

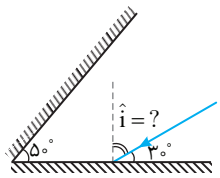
۱۷۵۲ B

نکته با توجه به قانون بازتاب عمومی، زاویه‌ای که پرتو تابش با نیم‌خط عمود (زاویه تابش) با زاویه‌ای که پرتو بازتاب با نیم‌خط عمود (زاویه بازتاب) می‌سازد باهم برابر است:



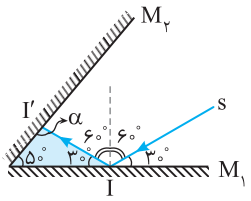
$$\begin{cases}\hat{i}=\hat{r}\\ \hat{\alpha}+\hat{i}=90^\circ\\ \hat{r}+\hat{\beta}=90^\circ\end{cases}$$

۱) با توجه به پرتو تابش زاویهٔ تابش را به‌دست می‌آوریم، سپس با توجه به اینکه زاویهٔ تابش و بازتاب باهم برابر است، زاویه بازتاب و پرتو بازتاب را می‌کشیم: $30^\circ+\hat{i}=90^\circ\Rightarrow\hat{i}=60^\circ$



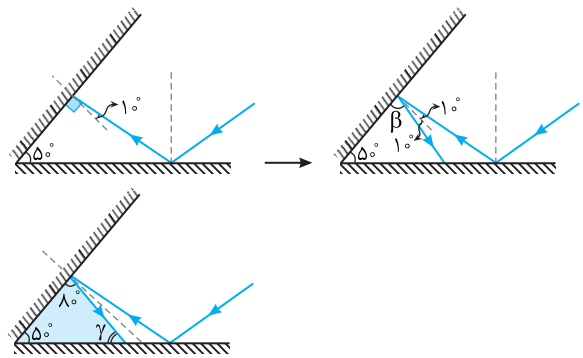
۲) زاویهٔ بازتاب 60° است:

در مثلث رنگی: $30^\circ+50^\circ+\hat{\alpha}=180^\circ\Rightarrow\hat{\alpha}=100^\circ C$



۳) برای پرتو II' خط عمود را می‌کشیم، پس زاویهٔ تابش به سطح M_2، 10° است و زاویهٔ بازتاب نیز 10° است:

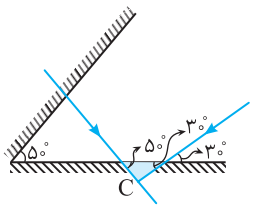
$$\hat{\beta}+10^\circ=90^\circ\Rightarrow\hat{\beta}=80^\circ$$



در مثلث رنگی: $50^\circ+80^\circ+\hat{\gamma}=180^\circ\Rightarrow\hat{\gamma}=50^\circ$

۴) حال امتداد دو پرتو SI و بازتاب از سطح دوم را باهم قطع می‌دهیم تا زاویهٔ بین دو پرتو را به‌دست بیاوریم. برای خلوت شدن شکل تنها پرتو SI و بازتاب از سطح M_2 را کشیدیم:

در مثلث رنگی: $50^\circ+30^\circ+\hat{C}=180^\circ\Rightarrow\hat{C}=100^\circ$



۱۷۵۳ **B** **(۴)**

نکته در واپاشی β^- که از جنس الکترون است یک نوترون واپاشیده شده و یک پروتون و یک الکترون (β^-) تولید می‌شود $({}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e^-)$. به همین دلیل عدد جرمی تغییر نمی‌کند. اما به تعداد پروتون‌ها یکی اضافه شده و عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد و خواهیم داشت: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^-$

سدیم ${}^{24}_{11}Na$ دارای ۱۱ پروتون و ۱۳=۱۱−۲۴ نوترون است. با گسیل β^-، از نوترون‌ها یکی کم می‌شود ۱۲=۱−۱۳ و بر تعداد پروتون‌ها یکی اضافه می‌شود.

۱۱+۱=۱۲

۱۷۵۴ **B** **(۱)**

خط فکری در ابتدا شما باید بررسی کنید که سومین خط طیفی یک رشته از طول موج‌های اتم هیدروژن کدام است. اگر فرض شود که الکترون از ترازهای بالاتر به تراز n' برود در این صورت اولین خط طیفی اتم هیدروژن در این رشته از $n'+1$ به n' و دومین طیف خطی اتم هیدروژن در این رشته از $n'+2$ به n' و سومین خط طیف این رشته از $n'+3$ به n' است یعنی به‌طور کلی اگر شمارهٔ خط طیفی m باشد، طول موج گسیلی مربوط به گذار الکترون از تراز $n'+m$ به n' است.

با توجه به اینکه ثابت ریدبرگ (R) داده شده سؤال را از رابطهٔ $\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})$ حل می‌کنیم.

۱) سومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ n' برابر گذار از $n'+3$ به n' است، بنابراین:

$$\text{معادلهٔ ریدبرگ:}\ \frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}) \xrightarrow{n=n'+3} \frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2})$$

۲) با توجه به بسامد، طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{v}{f} \xrightarrow[f=2/5\times10^{14}\,Hz]{v=c=3\times10^{8}\,m/s} \lambda=\frac{3\times10^{8}}{2/5\times10^{14}} \Rightarrow \lambda=\frac{6}{5}\times10^{-6}\,m$$

۳) در معادلهٔ ریدبرگ چون یکای R برحسب $\frac{1}{nm}$ داده شده پس باید یکای λ نیز برحسب nm گذاشته شود.

$$\lambda=\frac{6}{5}\times10^{-6}\,m \xrightarrow{1m=10^{9}nm} \lambda=\frac{6}{5}\times10^{-6}\times10^{9}\,nm \Rightarrow \lambda=1200\,nm$$

نکته طول موج‌های بین ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm در بازهٔ نورهای مرئی‌اند و نورهایی با طول موج کمتر از ۴۰۰nm فرابنفش و نورهایی با طول موج بیشتر از ۷۰۰nm در گسترهٔ طول موج‌های فروسرخ‌اند.

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2}) \Rightarrow \frac{1}{1200}=\frac{1}{100}(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{12}=\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2}$$

نکته رشتهٔ بالمر در ناحیهٔ فرابنفش و مرئی قرار دارد و چون $\lambda=1200\,nm$ در ناحیهٔ فروسرخ است پس این طول موج برای رشتهٔ بالمر نیست.

برای حل معادلهٔ بالا به جای حل معادله بهتر است گزینه‌ها را در معادله قرار دهیم یعنی به جای n' اعداد داده شده در هر گزینه را قرار دهیم.

گزینهٔ (۱):

$$\frac{1}{12}=(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2}) \xrightarrow{n'=3} \frac{1}{12}=\frac{1}{9}-\frac{1}{36} \Rightarrow \frac{1}{12}=\frac{3}{36}\ \checkmark$$

بنابراین $n'=3$ و رشتهٔ آن پاشن است.

گزینهٔ (۲):

$$\frac{1}{12}=(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2}) \xrightarrow{n'=4} \frac{1}{12}=\frac{1}{16}-\frac{1}{49} \Rightarrow \frac{1}{12}=\frac{33}{784}\ \times$$

گزینهٔ (۳):

$$\frac{1}{12}=(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+3)^2}) \xrightarrow{n'=5} \frac{1}{12}=\frac{1}{25}-\frac{1}{64} \Rightarrow \frac{1}{12}=\frac{39}{1600}\ \times$$

۱۷۵۵ **B** **(۴)**

خط فکری چون در پرانتز انرژی ریدبرگ داده شده است، پس باید مسئله را با استفاده از رابطهٔ $E_U-E_L=hf$ حل کرد. همچنین باید دو رابطهٔ زیر از مدل اتمی بور را به خاطر داشته باشیم:

$$E_n=\frac{-E_R}{n^2} \quad (E_R: \text{یک ریدبرگ}) \qquad r=n^2a_0 \quad (n: \text{شمارهٔ تراز},\ a_0: \text{شعاع مدار ۱})$$

۱) ابتدا با توجه به رابطهٔ $E_U-E_L=hf$ حل سؤال را آغاز می‌کنیم و شماره مدار r و r' را به‌دست می‌آوریم.

$$E_U-E_L=hf \xrightarrow[hf=2/55eV]{E_U=\frac{-E_R}{n_U^2},\ E_L=\frac{-E_R}{n_L^2}} \frac{-13/6}{n_U^2}-\frac{-13/6}{n_L^2}=2/55$$

$$\Rightarrow \frac{-1}{n_U^2}-(-\frac{1}{n_L^2})=\frac{2/55}{13/6} \Rightarrow \frac{-1}{n_U^2}+\frac{1}{n_L^2}=\frac{3}{16} \Rightarrow n_U=4,\ n_L=2$$

بنابراین شماره مدار r، ۴ و شماره مدار r'، ۲ است.

در این سؤال هم با توجه به معادله n_U و n_L را حدس زدیم.

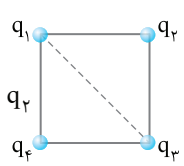
۲) شعاع هر مدار را برحسب شعاع بور (a_0) حساب کرده و آن‌ها را از هم کم می‌کنیم.

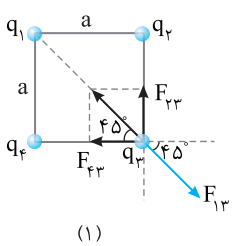
$$r_L=n_L^2a_0 \xrightarrow{r_L=r'} r'=4a_0 \xrightarrow{(-)} \Delta r=12a_0 \Rightarrow \frac{\Delta r}{a_0}=12$$

$$r_U=n_U^2a_0 \xrightarrow{r_U=r} r=16a_0$$

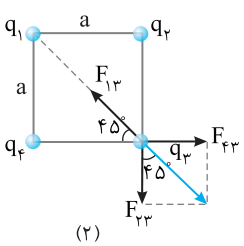
۱۷۵۶ **B** **(۲)**

خط فکری به بار q_3 از طرف سه بار q_1 و q_2 و q_4 به‌ترتیب نیروهای الکتریکی F_{13} و F_{23} و F_{43} وارد می‌شود که نیروهای وارد از طرف بارهای q_4 و q_2 بر بار q_3 برهم عمودند و نیروی وارد از طرف q_1 (F_{13}) در راستای قطر قرار دارد. برای اینکه برایند نیروهای وارد بر q_3 صفر شود باید برایند دو نیروی عمود برهم F_{23} و F_{43} هم‌اندازه و خلاف جهت نیرویی باشد که q_1 به q_3 (F_{13}) وارد می‌کند. در واقع شکل نیروها باید یکی از حالت‌های زیر باشد:





(۱)



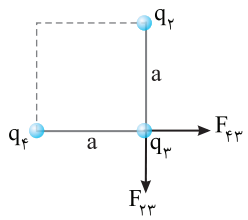
(۲)

دقت کنید که برایند $F_{۴۳}$ و $F_{۲۳}$ دقیقاً خلاف جهت با $F_{۱۳}$ است و چون $F_{۱۳}$ در راستای قطر مربع است، یعنی با محور افقی و قائم زاویهٔ ۴۵° می‌سازد پس باید نیروهای $F_{۴۳}$ و $F_{۲۳}$ هم‌اندازه باشند تا برایند آن‌ها دقیقاً وسط این دو بردار عمود برهم قرار گیرد یعنی در امتداد قطر مربع بوده و با محور افقی و قائم زاویهٔ ۴۵° بسازد. از طرفی هر دو بار $q_۲$ و $q_۴$ بار $q_۳$ را یا باهم جذب می‌کنند (شکل (۱)) و یا دفع می‌کنند (شکل (۲)) بنابراین باید $q_۲$ و $q_۴$ همنام باشند.

$$F_{۲۳}=F_{۴۳}\Rightarrow k\frac{|q_۲||q_۳|}{a^۲}=k\frac{|q_۴||q_۳|}{a^۲}\Rightarrow|q_۲|=|q_۴|\Rightarrow q_۲=q_۴$$

با توجه به شکل (۱) اگر نیروهای $F_{۴۳}$ و $F_{۲۳}$ ربایشی باشند، نیروی $F_{۱۳}$ رانشی است و در شکل (۲) برعکس شده پس نوع نیروی $F_{۱۳}$ با دو نیروی دیگر متفاوت است و علامت بار $q_۱$ با $q_۲$ و $q_۴$ مختلف است بنابراین گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست‌اند.

همچنین با توجه به خط فکری باید برایند $F_{۴۳}$ و $F_{۲۳}$ برابر $F_{۱۳}$ باشد:



$$\begin{cases}F_{۲۳}=k\dfrac{|q_۲||q_۳|}{a^۲}\\ F_{۴۳}=k\dfrac{|q_۴||q_۳|}{a^۲}\end{cases}\xrightarrow[q_۲=q_۴]{\text{دو بردار برهم عمودند}}F=\sqrt{F_{۲۳}^۲+F_{۴۳}^۲}$$

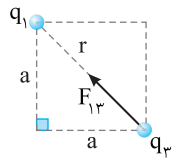
نکته برایند دو بردار هم‌اندازه و عمود برهم R برابر است با:

$$R_T=\sqrt{R^۲+R^۲}=R\sqrt{۲}$$

در این سؤال نیز $F_{۲۳}$ و $F_{۴۳}$ باهم برابراند چون $q_۲$ و $q_۴$ باهم برابر شده‌اند پس:

$$F=k\frac{|q_۲||q_۳|}{a^۲}\sqrt{۲}$$

این نیرو باید با $F_{۱۳}$ برابر باشد:



فیثاغورس: $r=\sqrt{a^۲+a^۲}=a\sqrt{۲}$

قانون کولن: $F_{۱۳}=k\dfrac{|q_۱||q_۳|}{(a\sqrt{۲})^۲}$

$$\Rightarrow F_{۱۳}=k\frac{|q_۱||q_۳|}{۲a^۲}$$

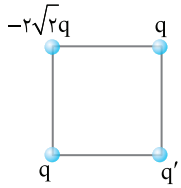
$$F=F_{۱۳}\Rightarrow k\frac{|q_۲||q_۳|}{a^۲}\sqrt{۲}=k\frac{|q_۱||q_۳|}{۲a^۲}$$

$$\Rightarrow ۲\sqrt{۲}|q_۲|=|q_۱|\Rightarrow|q_۲|=\frac{۱}{۲\sqrt{۲}}|q_۱|$$

مخرج کسر را گویا می‌کنیم: $|q_۲|=\dfrac{۱}{۲\sqrt{۲}}\times\dfrac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}}|q_۱|\Rightarrow|q_۲|=\dfrac{\sqrt{۲}}{۴}|q_۱|$

بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

میانبر هر گاه بخواهیم برایند نیروهای وارد بر یک رأس مربع صفر شود باید دو بار مجاور آن رأس هم‌اندازه و همنام باشند و بار روی رأس روبه‌روی آن برابر بار رأس‌های مجاور باشد.



۴ ۱۷۵۷ B

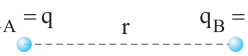
خط فکری هر دو بار مثبت هستند و وقتی از بار $q_A=q$ تعدادی الکترون گرفته شود بار q_A مثبت‌تر می‌شود $(q'_A>q_A)$ و وقتی این الکترون‌ها به بار B داده می‌شود بار مثبت آن کاهش می‌یابد. اما با توجه به صورت مسئله تعداد الکترون‌ها آن قدر زیاد بوده که بار الکتریکی B منفی شده و $q'_B=-۲q$ می‌شود. البته با توجه به پایستگی بار، مجموع بارهای A و B قبل از انتقال الکترون و بعد از آن تغییر نمی‌کند.

$$q_A+q_B=q'_A+q'_B$$

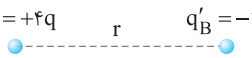
با توجه به پایستگی بار الکتریکی، مقدار بار A را برحسب q به دست می‌آوریم.

$$q_A+q_B=q'_A+q'_B\xrightarrow[q'_B=-۲q]{q_A=q_B=q}۲q=q'_A-۲q\Rightarrow q'_A=۴q$$

نیروی کولنی که دو ذره در دو حالت به هم وارد می‌کنند را حساب می‌کنیم:



$$F_۱=k\frac{|q_A||q_B|}{r^۲}\xrightarrow{|q_A|=|q_B|=q}F_۱=k\frac{q^۲}{r^۲}$$



$$F_۲=k\frac{q'_Aq'_B}{r^۲}\xrightarrow[|q'_B|=۲q]{|q'_A|=۴q}F_۲=k\frac{۸q^۲}{r^۲}$$

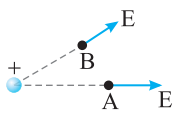
نسبت دو نیرو خواسته شده:

$$\frac{F_۲}{F_۱}=\frac{k\frac{۸q^۲}{r^۲}}{k\frac{q^۲}{r^۲}}\Rightarrow\frac{F_۲}{F_۱}=۸$$

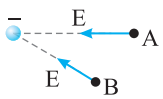
۳ ۱۷۵۸ B

خط فکری ابتدا با توجه به اینکه بار $q_۲$ و $q_۳$ داده شده میدان آن‌ها در مبدأ مختصات را حساب می‌کنیم، این دو بردار در یک راستا قرار داشته و برایند آن‌ها را به‌دست می‌آوریم و در گام بعدی با توجه به میدان خالص حاصل از سه ذره و میدان برایند دو بار $q_۲$ و $q_۳$، میدان حاصل از بار $q_۱$ در نقطهٔ O را به‌دست آورده و در گام آخر با توجه به رابطهٔ $E_۱=k\dfrac{q_۱}{r^۲}$، مقدار بار $q_۱$ را حساب می‌کنیم.

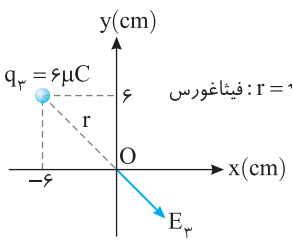
نکته اگر ذره‌ای دارای بار مثبت باشد، میدان حاصل از آن بار در یک نقطه، به سوی خارج بار است یعنی:



اگر ذره‌ای دارای بار منفی باشد، میدان حاصل از آن بار در یک نقطه، به سوی آن بار است. یعنی:

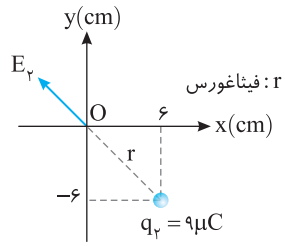


۱) میدان حاصل از بار $q_۲$ و $q_۳$ را حساب می‌کنیم.



فیثاغورس: $r=\sqrt{۶^۲+۶^۲}=۶\sqrt{۲}\text{cm}$

$$E_۳=k\frac{q_۳}{r^۲}\Rightarrow E_۳=۹\times۱۰^۹\times\frac{۶\times۱۰^{-۶}}{۷۲\times۱۰^{-۴}}=\frac{۶}{۸}\times۱۰^۷\,N/C$$

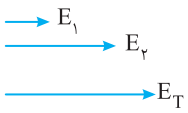


فیثاغورس: $r=\sqrt{۶^۲+۶^۲}=۶\sqrt{۲}cm$

$$E_۲=k\frac{q_۲}{r^۲}\Rightarrow E_۲=۹\times۱۰^۹\times\frac{۹\times۱۰^{-۶}}{۷۲\times۱۰^{-۴}}=\frac{۹}{۸}\times۱۰^۷\,N/C$$

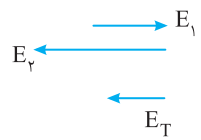
نکته برای دو بردار میدان الکتریکی داریم:

۱) اگر دو بردار هم‌جهت باشند:



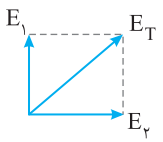
$$E_T=E_۱+E_۲$$

۲) اگر دو بردار خلاف جهت هم باشند:



$$E_T=|E_۱-E_۲|$$

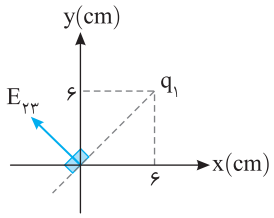
۳) اگر دو بردار برهم عمود باشند:



$$E_T=\sqrt{E_۱^۲+E_۲^۲}$$

۲) دو میدان $E_۲$ و $E_۳$ خلاف جهت هم‌اند و $E_۲$ بزرگ‌تر از $E_۳$ است. بنابراین میدان برایند این دو بردار برابر $E_{۲۳}=|E_۲-E_۳|$ است و جهت آن به سمت $E_۲$ است:

$$E_{۲۳}=\frac{۹}{۸}\times۱۰^۷-\frac{۶}{۸}\times۱۰^۷\Rightarrow E_{۲,۳}=\frac{۳}{۸}\times۱۰^۷\,N/C$$



۳) بار $q_۱$ چه منفی و چه مثبت باشد $E_۱$ با $E_{۲۳}$ عمود است پس نیروی خالص در مبدأ مختصات حاصل از برایند دو بردار میدان عمود برهم $E_۱$ و $E_{۲۳}$ است:

$$E_T=\sqrt{E_۱^۲+E_{۲۳}^۲}\Rightarrow E_T^۲=E_۱^۲+E_{۲۳}^۲$$

$$\Rightarrow(۶/۲۵\times۱۰^۶)^۲=E_۱^۲+(\frac{۳}{۸}\times۱۰^۷)^۲$$

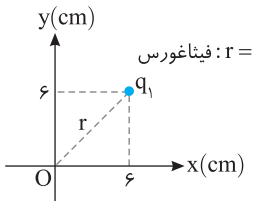
$$E_۱^۲=(۶/۲۵\times۱۰^۶)^۲-(\frac{۳}{۸}\times۱۰^۷)^۲\Rightarrow E_۱^۲=(۱۰^۶)^۲((\frac{۶۲۵}{۱۰۰})^۲-(\frac{۳۰}{۸})^۲)$$

$$\Rightarrow E_۱^۲=(۱۰^۶)^۲((\frac{۲۵}{۴})^۲-(\frac{۱۵}{۴})^۲)$$

$$E_۱^۲=(۱۰^۶)^۲(\frac{۶۲۵-۲۲۵}{۱۶})\Rightarrow E_۱^۲=(۱۰^۶)^۲(۲۵)$$

$$\Rightarrow E_۱=۵\times۱۰^۶\,N/C$$

حال با توجه به $E_۱$، مقدار $q_۱$ را به دست می‌آوریم:



فیثاغورس: $r=\sqrt{۶^۲+۶^۲}\Rightarrow r=۶\sqrt{۲}cm$

میدان در نقطهٔ O: $E=k\frac{|q_۱|}{r^۲}\Rightarrow۵\times۱۰^۶=۹\times۱۰^۹\times\frac{|q_۱|}{۷۲\times۱۰^{-۴}}$

$$\Rightarrow۴۰\times۱۰^۶=۱۰^{۱۳}\times|q_۱|\Rightarrow|q_۱|=۴\times۱۰^{-۶}C=۴\mu C$$

۴) ۱۷۵۹ B

نکته در یک خازن با تغییر ولتاژ یا بار ذخیره شده در صفحات خازن، ظرفیت خازن تغییر نکرده و ثابت می‌ماند.

۱) ولتاژ (اختلاف پتانسیل) خازن ۱۰ درصد کاهش یافته است:

$$V_۲=V_۱-\frac{۱۰}{۱۰۰}V_۱\Rightarrow V_۲=۰/۹V_۱$$

۲) ظرفیت خازن ثابت است، بنابراین با توجه به تعریف ظرفیت خازن می‌توانیم بنویسیم.

$$\begin{cases}C_۲=\frac{Q_۲}{V_۲}\\ C_۱=\frac{Q_۱}{V_۱}\end{cases}\xrightarrow[V_۲=۰/۹V_۱]{C_۱=C_۲}\frac{Q_۲}{۰/۹V_۱}=\frac{Q_۱}{V_۱}\Rightarrow Q_۲=۰/۹Q_۱$$

بنابراین بار الکتریکی نیز مانند ولتاژ ۰/۹ مقدار اولیه شده یعنی ۱۰٪ کاهش یافته است.

نکته درصد تغییرات برابر است با:

$$\frac{\Delta Q}{Q_۱}\times۱۰۰$$

$$\frac{\Delta Q}{Q_۱}\times۱۰۰=\frac{Q_۲-Q_۱}{U_۱}\times۱۰۰\xrightarrow{Q_۲=۰/۹Q_۱}$$

$$\text{درصد تغییرات}=\frac{-۰/۹Q_۱}{Q_۱}\times۱۰۰=-۱۰\%$$

کاهش

میانبر اگر تنها ولتاژ یا بار تغییر کند و ظرفیت خازن ثابت باشد، درصد تغییرات ولتاژ و بار یکسان خواهد بود.

برای به‌دست آوردن تغییرات انرژی ذخیره شده از رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}QV$ استفاده می‌کنیم، بنابراین:

$$U_۱=\frac{۱}{۲}Q_۱V_۱$$

$$U_۲=\frac{۱}{۲}Q_۲V_۲=\frac{۱}{۲}(۰/۹Q_۱)(۰/۹V_۱)=۰/۸۱(\frac{۱}{۲}Q_۱V_۱)=۰/۸۱U_۱$$

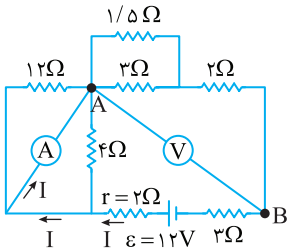
درصد تغییرات انرژی برابر است با:

$$\frac{\Delta U}{U_۱}\times۱۰۰=\frac{۰/۸۱U_۱-U_۱}{U_۱}\times۱۰۰$$

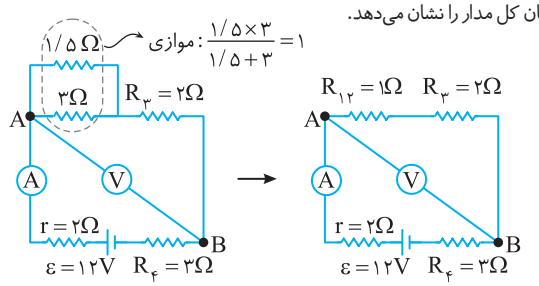
$$\text{درصد تغییرات}=-۰/۱۹\times۱۰۰=-۱۹\%$$

۱۷۶۰ (۳) **B**

خط فکری آمپرسنج آرمانی دارای مقاومت ناچیز است و ولت‌سنج آرمانی دارای مقاومت بسیار بزرگی است. ابتدا باید شما به نحوهٔ بسته شدن آمپرسنج و ولت‌سنج در مدار دقت کنید. سپس مقاومت معادل و جریان مدار را حساب کنید.



۱) آمپرسنج با مقاومت‌های ۱۲Ω و ۴Ω موازی بسته شده و باعث اتصال کوتاه این دو مقاومت می‌شود و این دو مقاومت از مدار حذف شده و مدار به شکل ساده زیر در می‌آید. در این حالت آمپرسنج جریان کل مدار را نشان می‌دهد.



۲) مقاومت معادل مدار خواهد شد: $R_{eq}=۱+۲+۳=۶\Omega$

۳) جریان مدار را حساب می‌کنیم $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۱۲}{۶+۲}\Rightarrow I=۱/۵A$

بنابراین آمپرسنج $۱/۵A$ را نشان می‌دهد.

۴) ولت‌سنج بین دو نقطهٔ AB بسته شده و اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B را نشان می‌دهد، بنابراین ابتدا مقاومت معادل بین B و A را حساب می‌کنیم:

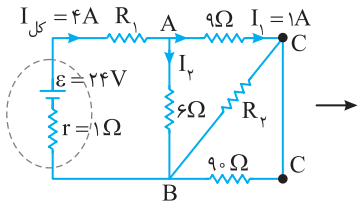
$R_{AB}=R_{۱۲}+R_{۳}=۱+۲=۳\Omega$

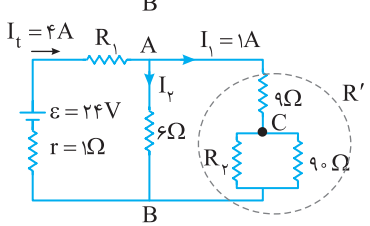
عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد خواهد شد:

$V_{AB}=IR_{AB}\Rightarrow V_{AB}=۱/۵\times۳=۴/۵V$

۱۷۶۱ (۲) **B**

خط فکری شکل مدار را ساده‌تر رسم کنید تا بتوانید تقسیم جریان در هر شاخه را راحت‌تر درک کنید. مقاومت $R_۲$ و ۹۰Ω موازی و با مقاومت ۹Ω متوالی هستند و مجموعهٔ آن‌ها با مقاومت ۶Ω موازی است.





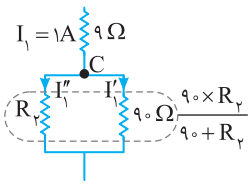
۱) جریان کل مدار $۴A$ وقتی به نقطهٔ A می‌رسد، به دو شاخه $I_۱=۱A$ و $I_۲$ تقسیم می‌شود بنابراین جریان $I_۲$ خواهد شد: $I_t=I_۱+I_۲\Rightarrow ۴=۱+I_۲\Rightarrow I_۲=۳A$

۲) مقاومت ۶Ω با مقاومت R' موازی است و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر V_{AB} است. بنابراین می‌توان نوشت: $I_۲\times۶=I_۱\times R'\Rightarrow ۳\times۶=۱\times R'\Rightarrow R'=۱۸\Omega$

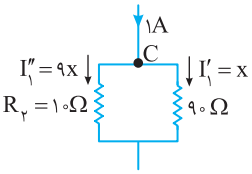
به مقاومت R' نگاه کنید. در آن یک مقاومت ۹Ω با مقاومت معادل ۹۰Ω و $R_۲$ متوالی است:

$$R'=۹+\frac{۹۰\times R_۲}{۹۰+R_۲}\Rightarrow ۱۸=۹+\frac{۹۰\times R_۲}{۹۰+R_۲}$$

$$۹=\frac{۹۰\times R_۲}{۹۰+R_۲}\Rightarrow ۱=\frac{۱۰R_۲}{۹۰+R_۲}\Rightarrow ۹۰+R_۲=۱۰R_۲\Rightarrow R_۲=۱۰\Omega$$



جریان $I_۱$ در نقطهٔ C به دو جریان $I_۱'$ و $I_۱''$ تقسیم می‌شود. در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.



یعنی اگر جریان مقاومت ۹۰Ω را با حرف x نمایش دهیم جریان مقاومت ۱۰Ω برابر $۹x$ می‌شود در این صورت:

$$۱A=x+۹x\Rightarrow I_۱'=x=۰/۱A\ ,\ I_۱''=۱-۰/۱=۰/۹A$$

یادآوری توان مصرفی در یک مقاومت از رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید:

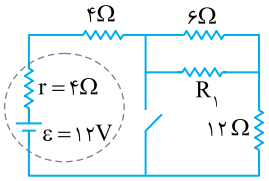
$$P=VI=\frac{V^۲}{R}=RI^۲$$

از رابطهٔ $P=RI^۲$ توان مصرفی را حساب می‌کنیم:

$$P_۲=R_۲I_۱''^۲\Rightarrow P_۲=۱۰\times(۰/۹)^۲\Rightarrow P_۲=۸/۱W$$

۱۷۶۲ (۳) **B**

خط فکری اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با $V=\varepsilon-Ir$ با بستن کلید ولتاژ دو سر باتری ۴۰٪ کاهش می‌یابد یعنی $V_۲=۰/۶V_۱$ است. از طرفی با بستن کلید سه مقاومت ۶Ω و $R_۱$ و ۱۲Ω اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود و تنها مقاومت ۴Ω در مدار باقی می‌ماند. اکنون با توجه به این نکات شما می‌توانید در چند مرحله مسئله را حل کنید.



۱) جریان مدار در حالت اول و دوم را به ترتیب $I_۱$ و $I_۲$ می‌نامیم بنابراین:

$$V_۲=۰/۶V_۱\xrightarrow{V=\varepsilon-Ir}\varepsilon-I_۲r=۰/۶(\varepsilon-I_۱r)$$

$$۱۲-۴I_۲=۰/۶(۱۲-۴I_۱)\Rightarrow ۱۲-۴I_۲=۷/۲-۲/۴I_۱$$

$$\xrightarrow{\text{دو طرف را به ۴ تقسیم می‌کنیم}}۳-I_۲=۱/۸-۰/۶I_۱$$

$$\Rightarrow I_۲-۰/۶I_۱=۱/۲\quad(I)$$

۲) در حالتی که کلید را می‌بندیم جریان مدار را حساب می‌کنیم. در این حالت در اثر اتصال کوتاه، تنها مقاومت مدار ۴Ω است.

$$I_۲=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I_۲=\frac{۱۲}{۴+۴}\Rightarrow I_۲=۱/۵A$$

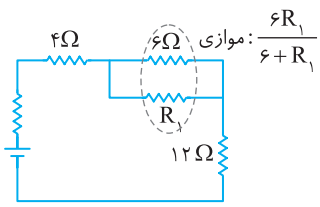
۳) $I_۲$ را در رابطهٔ (I) جای‌گذاری می‌کنیم تا $I_۱$ را به‌دست بیاوریم.

$$۱/۵-۰/۶I_۱=۱/۲\Rightarrow ۰/۳=۰/۶I_۱\Rightarrow I_۱=۰/۵A$$

۴) مقاومت معادل مدار در حالت اول را به کمک جریان به‌دست می‌آوریم:

$$I_۱=\frac{\varepsilon}{R_{eq_۱}+r}\Rightarrow ۰/۵=\frac{۱۲}{R_{eq_۱}+۴}\Rightarrow R_{eq_۱}=۲۰\Omega$$

۵) با توجه به شکل زیر مقاومت معادل خواهد شد:



$$R_{eq_۱}=۴+\frac{۶R_۱}{۶+R_۱}+۱۲\xrightarrow{R_{eq_۱}=۲۰\Omega}$$

$$۲۰=۱۶+\frac{۶R_۱}{۶+R_۱}\Rightarrow ۴=\frac{۶R_۱}{۶+R_۱}$$

$$۱=\frac{۱/۵R_۱}{۶+R_۱}\Rightarrow ۶+R_۱=۱/۵R_۱\Rightarrow ۰/۵R_۱=۶\Rightarrow R_۱=۱۲\Omega$$

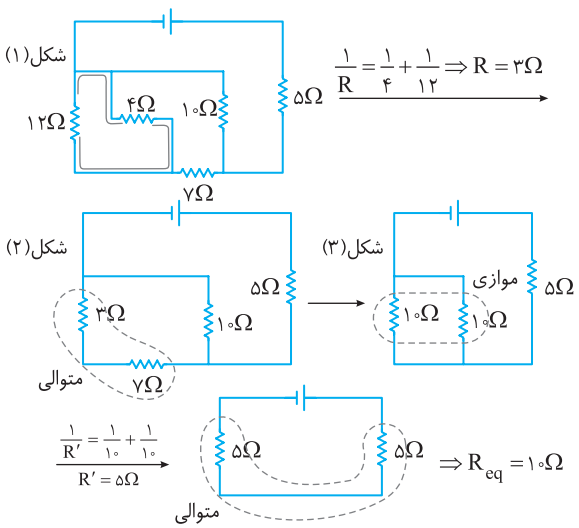
خوب خسته نباشید. این تست جز تست‌هایی است که باید آخر کار به سراغ آن بروید.

۲) ۱۷۶۳ B

خط فکری در سؤالاتی که مقدار تمام مقاومت‌ها، مقاومت درونی و نیرو محرکه داده شده، ابتدا مقاومت معادل را حساب کرده در گام بعدی جریان مدار را حساب می‌کنیم $\left(I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\right)$

و در گام آخر با تقسیم جریان، جریان شاخهٔ خواسته شده را به‌دست می‌آوریم.

۱) دو سر مقاومت‌های ۴Ω و ۱۲Ω به هم بسته شده و این دو مقاومت باهم موازی‌اند:



$$\frac{۱}{R}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۱۲}\Rightarrow R=۳\Omega$$

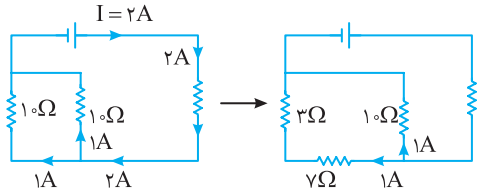
$$\frac{۱}{R'}=\frac{۱}{۱۰}+\frac{۱}{۱۰}\Rightarrow R'=۵\Omega$$

$$\Rightarrow R_{eq}=۱۰\Omega$$

۲) جریان مدار را حساب می‌کنیم:

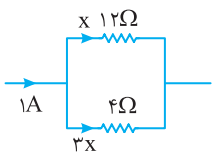
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\xrightarrow[r=۰,\ \varepsilon=۲۰V]{R_{eq}=۱۰\Omega}I=\frac{۲۰}{۱۰+۰}=۲A$$

۳) دوباره به سراغ چگونگی به هم بستن مقاومت‌ها می‌رویم. مقاومت ۴Ω و ۱۲Ω باهم موازی بوده و معادل آن‌ها با مقاومت ۷Ω متوالی است و معادل هر سه مقاومت ۱۲Ω، ۴Ω و ۷Ω با مقاومت ۱۰Ω موازی است. تقسیم جریان را از شکل (۳) آغاز می‌کنیم:



پس به مقاومت ۳Ω که معادل دو مقاومت موازی ۱۲Ω و ۴Ω است جریان ۱A می‌رسد.

نکته در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.



$$x+۳x=۱\Rightarrow x=\frac{۱}{۴}A$$

جریان عبوری از مقاومت ۴Ω خواهد شد:

$$I_{۴\Omega}=۳x\Rightarrow I_{۴\Omega}=۳\times\frac{۱}{۴}=\frac{۳}{۴}A$$

۱) ۱۷۶۴ B

خط فکری به کمک نیروی مغناطیسی وارد بر بار $(F=qvB\sin\alpha)$ نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون را حساب کنید سپس به کمک قانون دوم نیوتون $(F=ma)$ شتاب پروتون را به‌دست بیاورید.

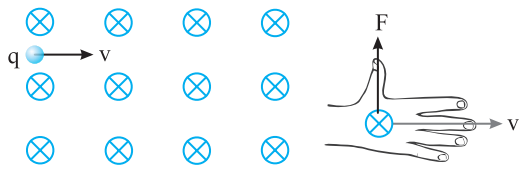
۱) اندازهٔ نیرو و جهت آن را با توجه به قاعدهٔ دست راست به‌دست می‌آوریم:

$$F=qvB\sin\alpha\xrightarrow[\alpha=۹۰^\circ]{\text{زاویه بین راستای حرکت و خطوط میدان}}F=qvB$$

$$\xrightarrow[q=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C]{B=۱۷۰G=۱۷۰\times۱۰^{-۴}T}F=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۱۰^{۴}\times۱۷۰\times۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow F=۱/۶\times۱۷۰\times۱۰^{-۱۹}N$$

نکته برای به‌دست آوردن جهت نیرو، چهار انگشت باز دست راست را در جهت حرکت ذره قرار می‌دهیم به‌طوری که با خم شدن چهار انگشت، جهت میدان مغناطیسی مشخص شود، در این شرایط انگشت باز شست دست، جهت نیرو را مشخص می‌کند.



بنابراین بردار نیرو به سمت بالا و در جهت محور yها است. $\vec{F}=(۱/۶\times۱۷۰\times۱۰^{-۱۹})\vec{j}$

۲) حال با توجه به رابطهٔ $\vec{F}=m\vec{a}$، بردار شتاب را به‌دست می‌آوریم:

$$۱/۶\times۱۷۰\times۱۰^{-۱۹}\vec{j}=۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\vec{a}\Rightarrow\vec{a}=۱/۶\times۱۰^{۱۰}\vec{j}$$

۴) ۱۷۶۵ B

خط فکری در گام اول با توجه به قانون القای فاراده نیرو محرکهٔ القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم و در گام بعدی با توجه به قانون لنز جهت جریان القایی را حساب می‌کنیم.

نکته ۱) نیرو محرکهٔ القایی با توجه به قانون القای فاراده از رابطهٔ $\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید.

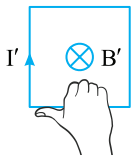
$$\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow[N=۱,\ \Delta t=۱ms=۱۰^{-۳}s]{\Phi=BA\cos\theta}$$

$$\overline{\varepsilon}=-\frac{B_۲A\cos\theta-B_۱A\cos\theta}{۱۰^{-۳}}$$

$$\xrightarrow[\cos\theta=۱]{\text{صفحه بر خطوط عمود است}}\overline{\varepsilon}=\frac{-(B_۲-B_۱)A}{۱۰^{-۳}}$$

$$\xrightarrow[A=۶۰۰\times۱۰^{-۴}m^۲]{\Delta B=-۲۰۰G=-۲۰۰\times۱۰^{-۴}T}\overline{\varepsilon}=\frac{-(-۲۰۰\times۱۰^{-۴})\times(۶۰۰\times۱۰^{-۴})}{۱۰^{-۳}}=۱/۲V$$

نکته ۲) طبق قانون لنز، جریان القایی در جهتی ایجاد می‌شود که با عامل تغییر شار مخالفت کند.



میدان مغناطیسی در حال کاهش است پس باید میدان القایی در جهت میدان داده شده یعنی درونسو القا شود تا با کاهش میدان مغناطیسی (که عامل تغییر شار است) مخالفت کند. حال با توجه به قاعدهٔ دست راست و جهت میدان القایی، جهت جریان القایی را به‌دست می‌آوریم که مشخص می‌شود این جریان ساعتگرد است.

B ۱۷۶۶ (۲)

نکته در دستگاه مدرج مانند خط‌کش دقت اندازه‌گیری برابر کمینه درجه‌بندی دستگاه است. کمینه درجه‌بندی دستگاه در واقع فاصلهٔ بین دو شاخص متوالی روی دستگاه است.

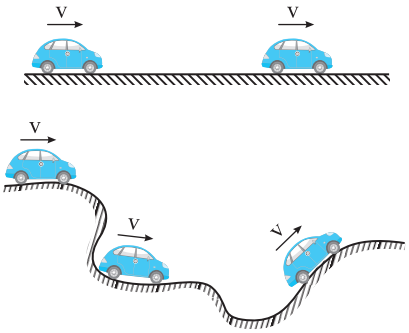
دقت خط‌کش برابر ۰/۵ سانتی‌متر است.

نکته دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری رقمی ۱ واحد از آخرین رقمی است که دستگاه نشان می‌دهد.

دقت ترازو برابر $0/01g$ است.

B ۱۷۶۷ (۱)

نکته تندی حرکت برابر بزرگی سرعت است، در شکل‌های زیر تندی حرکت جسم ثابت است.

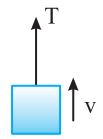


الف) با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی $W_t=\Delta K$ با ثابت ماندن تندی خواهیم داشت:

$$W_t=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2\Rightarrow W_t=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)\xrightarrow{v_1=v_2}W_t=0$$

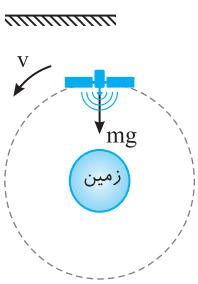
گزارهٔ (الف) درست است.

ب) فرض کنید در شکل روبه‌رو با تندی ثابت جعبه‌ای را به سمت بالا بکشیم در این صورت با اینکه انرژی جنبشی ثابت می‌ماند، اما انرژی پتانسیل در حال افزایش است، بنابراین در این حرکت با تندی ثابت انرژی مکانیکی $(E=K+U)$ افزایش می‌یابد. بنابراین گزارهٔ (ب) نادرست است.



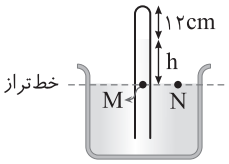
پ) در حرکت ماهواره به دور زمین تندی حرکت ماهواره ثابت است، اما به ماهواره همواره نیروی خالص mg به سمت مرکز زمین وارد می‌شود:

بنابراین گزارهٔ (پ) نادرست است.



B ۱۷۶۸ (۲)

در بالای لوله گاز محبوس است و با جابه‌جا کردن لوله چون حجم گاز محبوس در حال تغییر است پس فشار آن نیز تغییر می‌کند.



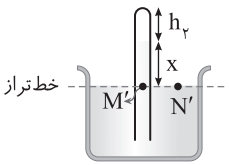
در حالت اول فشار گاز محبوس $2cmHg$ داده شده است. خط تراز را رسم می‌کنیم، در نقاط M و N واقع بر خط تراز خواهیم داشت:

$$P_M=P_N\Rightarrow P_{\text{گاز}}+P_{\text{جیوه}}=P_0\Rightarrow 2+h=76\Rightarrow h=74cm$$

حجم گاز محبوس در این حالت برابر است با:

$$V_1=Ah\xrightarrow{h=12cm}V_1=12A$$

در حالت دوم نیز فشار گاز محبوس $3cmHg$ است، بنابراین فشار در نقاط N' و M' روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم:



$$P_{M'}=P_{N'}\Rightarrow P_{\text{گاز}}+P_{\text{جیوه}}=P_0$$
$$\Rightarrow 3+x=76\Rightarrow x=73cm$$

حجم گاز محبوس در حالت دوم:

$$V_2=Ah_2$$

در طول فرایند دما ثابت است، با توجه به قانون گازها برای گاز محبوس شده در ته لوله در دو حالت داریم:

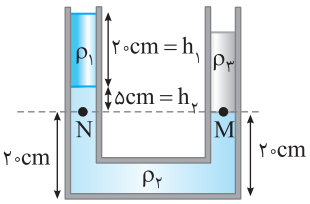
$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\xrightarrow[P_1=2cmHg\,,\,P_2=3cmHg]{T_1=T_2}$$
$$2(12A)=3(Ah_2)\Rightarrow h_2=8cm$$

بنابراین در حالت اول طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $12+h=12+74=86cm$ بوده و در حالت دوم طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $h_2+x=73+8=81cm$ است بنابراین لوله را به اندازهٔ $86-81=5cm$ بیشتر در جیوه فرو برده‌ایم.

B ۱۷۶۹ (۱)

خطفکری برای حل مسائل لوله‌های U شکل، اولین کار رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز است.

ابتدا خط تراز را می‌کشیم، فشار روی خط تراز باهم برابر است:



$$P_N=P_M\Rightarrow P_0+P_{1\,\text{مایع}}+P_{2\,\text{مایع}}=P_{3\,\text{مایع}}+P_0$$
$$\xrightarrow{P=\rho gh}\rho_1gh_1+\rho_2gh_2=P_{3\,\text{مایع}}$$
$$\Rightarrow 800\times 10\times\frac{20}{100}+2400\times 10\times\frac{5}{100}=P_{3\,\text{مایع}}$$
$$P_{3\,\text{مایع}}=1600+1200=2800Pa$$

برای پیدا کردن جرم مایع ρ_3 ابتدا وزن این مایع را به کمک تعریف فشار حساب می‌کنیم.

$$P_3=\frac{W_3}{A}\xrightarrow{A=2cm^2}2800=\frac{W_3}{2\times 10^{-4}}\Rightarrow W_3=0/56N$$

جرم مایع خواهد شد

$$W_3=m_3g\Rightarrow 0/56=m_3\times 10\Rightarrow m_3=0/056kg=56g$$

B ۱۷۷۰ (۳) خطاگیری

طول اولیه دو میله برابر است. وقتی دمای هر دو میله را به یک اندازه بالا ببریم افزایش طول میله آلومینیمی از افزایش طول میلهٔ فولادی بیشتر است زیرا ضریب انبساط طولی آلومینیم بزرگ‌تر است. بعد از افزایش دما طول میلهٔ آلومینیم $۲/۳mm$ بیشتر از طول میلهٔ فولادی است بنابراین $\Delta L_{Al}-\Delta L_{M}=۲/۳mm$ است.

اکنون با جایگذاری $\Delta L=L_{۱}\alpha\Delta\theta$ می‌توانید مسئله را حل کنید.

تغییر طول آلومینیم و تغییر طول فولاد را حساب می‌کنیم سپس آن‌ها را از هم کم می‌کنیم:

$$\Delta L_{Al}-\Delta L_{M}=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow L_{Al}\alpha_{Al}\Delta\theta-L_{M}\alpha_{M}\Delta\theta=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$

$$\xrightarrow[\alpha_{Al}=۲۳\times۱۰^{-۶}K^{-۱},\ \alpha_{M}=۱۱/۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}]{L_{Al}=L_{M}=۴m}$$

$$(۴\times۲۳\times۱۰^{-۶}-۴\times۱۱/۵\times۱۰^{-۶})\Delta\theta=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow ۴۶\times۱۰^{-۶}\Delta\theta=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta=\frac{۲/۳\times۱۰^{-۳}}{۴۶\times۱۰^{-۶}}=\frac{۲/۳\times۱۰^{۳}}{۴۶}=۵۰^{\circ}C$$