

۱۴۰۰



دفترچه شماره ۲
آزمون اختصاصی

داخل کشور

آقای کنکور
t.me/MrKonkori

ویژه نظام آموزشی ۳-۲-۶

آزمون سراسری ورودی دانشگاه های کشور - ۱۴۰۰

گروه آزمایشی علوم تجربی
آزمون اختصاصی

نام و نام خانوادگی: شماره داوطلبی:

تعداد سؤال: ۱۷۰ مدت پاسخگویی: ۱۷۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی آزمون. تعداد. شماره سؤالات و مدت پاسخگویی

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	مدت پاسخگویی
۱	زمین شناسی	۲۵	۱۰۱	۱۲۵	۲۰ دقیقه
۲	ریاضی	۳۰	۱۲۶	۱۵۵	۴۷ دقیقه
۳	زیست شناسی	۵۰	۱۵۶	۲۰۵	۳۶ دقیقه
۴	فیزیک	۳۰	۲۰۶	۲۳۵	۳۷ دقیقه
۵	شیمی	۳۵	۲۳۶	۲۷۰	۳۵ دقیقه

فیزیک

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

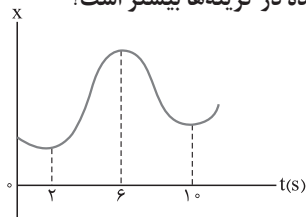
(۴) ۱۳۷ و ۸۸

(۳) ۱۳۷ و ۸۷

(۲) ۱۳۶ و ۸۸

(۱) ۱۳۶ و ۸۷

۲۰۷- نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل زیر است. تندی متوسط در کدام یک از بازه‌های زمانی مشخص شده در گزینه‌ها بیشتر است؟



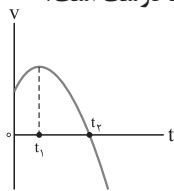
(۱) صفر تا ۲ s

(۲) صفر تا ۶ s

(۳) ۲ s تا ۱۰ s

(۴) ۶ s تا ۱۰ s

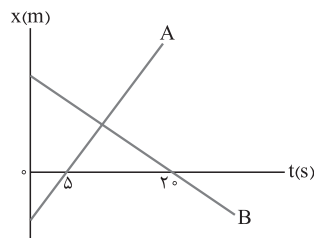
۲۰۸- نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر قسمتی از یک سهمی است، کدام مورد درست است؟

(۱) در بازه صفر تا t_1 تندی در حال کاهش است.(۲) بزرگی شتاب در لحظه صفر و t_1 برابر است.(۳) در بازه صفر تا t_1 شتاب خلاف جهت محور x است.(۴) بزرگی شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_1 بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازه صفر تا t_1 است.

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

(۴) $8\vec{i}$ (۳) $4\vec{i}$ (۲) $-\frac{16}{3}\vec{i}$ (۱) $-\frac{2}{3}\vec{i}$

۲۱۰- نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه $t = 0$ فاصله دو متحرک ۱۵۰ متر باشد و تندی متحرک A، ۲ برابر تندی متحرک B باشد، فاصله دو متحرک در لحظه $t = 20\text{ s}$ چند متر است؟



(۱) ۵۰

(۲) ۱۰۰

(۳) ۱۵۰

(۴) ۲۰۰

۲۱۱- مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم 36 kg که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F = 177\text{ N}$ وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به 3 m/s می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)



(۲) ۳۹۰

(۱) ۳۶۰

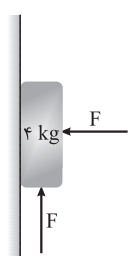
(۴) ۵۰۰

(۳) ۴۰۰

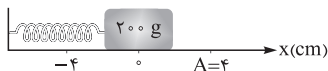
۲۱۲- وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k = 200\text{ N/m}$ و طول آن 50 cm است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به 65 cm می‌رسد. آسانسور با چه شتابی بر حسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به 60 cm برسد؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)

(۴) $\vec{a} = \frac{2}{3}\vec{j}$ (۳) $\vec{a} = -\frac{2}{3}\vec{j}$ (۲) $\vec{a} = \frac{1}{3}\vec{j}$ (۱) $\vec{a} = -\frac{1}{3}\vec{j}$

۲۱۳- در شکل زیر، جسم در آستانه حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر F را 20 N کاهش دهیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود. $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$, $\mu_s = 0.5$, $\mu_k = 0.2$)

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

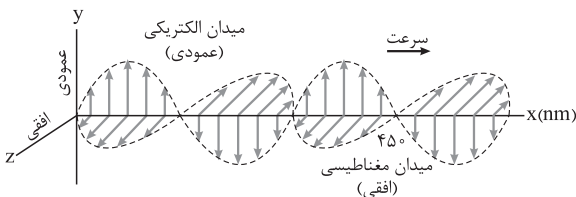
۲۱۴- مطابق شکل زیر، نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از مکان $x_1 = 1 \text{ cm}$ در جهت مثبت محور x عبور کند و به مکان $x_2 = -1 \text{ cm}$ برسد، برابر ۲ ثانیه باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟ ($\pi^2 = 10$)



۰/۲ (۲)
۰/۸ (۴)

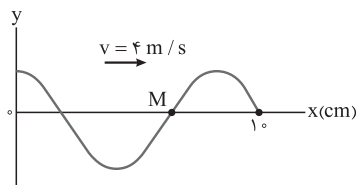
۰/۱ (۱)
۰/۴ (۳)

۲۱۵- شکل زیر، تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با سرعت $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ در حال انتشار است. کدام مورد درست است؟



- (۱) مدت زمانی که طول می‌کشد که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک نوسان کامل انجام دهند، 10^{-15} ثانیه است.
- (۲) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه $1/5 \times 10^{15}$ 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.

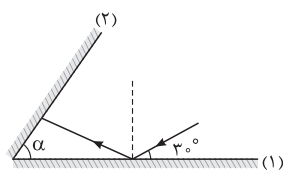
۲۱۶- شکل زیر، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده‌شده در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذره M در مدت 0.25 s برابر 6 m/s باشد، دامنه موج چند سانتی‌متر است؟



۳ (۲)
۶ (۴)

۲ (۱)
۴ (۳)

۲۱۷- مطابق شکل مقابل، پرتو نوری تحت زاویه 30° 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، زاویه α چند درجه است؟



۴۰ (۲)
۶۰ (۴)

۳۰ (۱)
۵۰ (۳)

۲۱۸- الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = 5$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کم انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهرتز است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$ و $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV}$)

۳۲۶۴ (۴)

۱۷۰ (۳)

۷۶/۵ (۲)

۲۵/۵ (۱)

۲۱۹- در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشته لیمان برابر $\frac{1}{3} \times 10^{15} \text{ Hz}$ است؟ ($R = \frac{1}{100} \text{ (nm)}^{-1}$ و $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

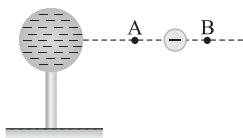
چهارمین (۴)

سومین (۳)

دومین (۲)

اولین (۱)

۲۲۰- در شکل زیر، کره فلزی با بار الکتریکی منفی روی پایه نارسایی قرار دارد و ذره‌ای با بار منفی را از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌کنیم. این آزمایش، پتانسیل الکتریکی نقطه B در مقایسه با پتانسیل الکتریکی نقطه A چگونه است و در این جابه‌جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره باردار چگونه تغییر می‌کند؟



(۲) بیشتر - افزایش
(۴) کم‌تر - افزایش

(۱) بیشتر - کاهش
(۳) کم‌تر - کاهش

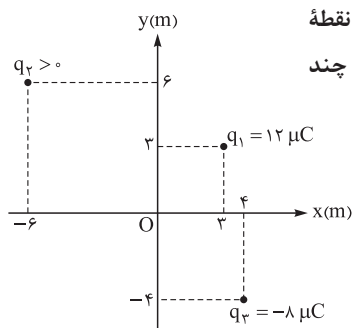
۲۲۱- مطابق شکل زیر، نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از ذره‌های باردار صفر است. اگر جای بار q_1 و q_2 عوض شود، بزرگی نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_2 چند برابر بزرگی خالص الکتریکی وارد بر بار q_1 می‌شود؟



$\frac{5}{4}$ (۲)
۵ (۴)

$\frac{2}{3}$ (۱)
۳ (۳)

۲۲۲- مطابق شکل مقابل، سه بار نقطه‌ای در صفحه xy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه O (مبدأ مختصات) در SI برابر $7/5 \times 10^3$ است. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 به q_2 وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$)



$2/16 \times 10^{-2}$ (۱)

$2/64 \times 10^{-2}$ (۲)

$9/2 \times 10^{-2}$ (۳)

$9/6 \times 10^{-2}$ (۴)

۲۲۳- فاصله بین صفحه‌های یک خازن تخت 5 mm و مساحت هر یک از صفحه‌ها 2 cm^2 است و خازن از ماده‌ی الکتریک انعطاف پذیری به ثابت $\kappa = 4$ پر شده است. اگر فاصله بین صفحه‌ها 3 mm کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ ($\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$)

۲۳/۶ (۴)

۲۱/۲۴ (۳)

۲/۳۶ (۲)

۲/۱۲۴ (۱)

۲۲۴- در پدیده‌ی آبر رسانایی، مقاومت ویژه‌ی جسم با کاهش دما:

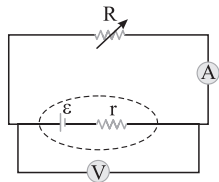
(۱) با شیب ثابتی به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر نیز صفر می‌ماند.

(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 ادامه‌ی کاهش دما، دوباره افزایش می‌یابد.

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

۲۲۵- در مدار زیر، توان خروجی باتری به ازای جریان‌های 3 A و 5 A یکسان است. در حالتی که ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی فرض شود.)



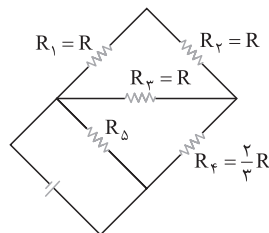
(۱) صفر

(۲) ۲

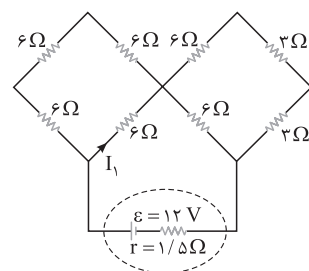
(۳) ۴

(۴) ۸

۲۲۶- در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت R_p ، $\frac{1}{3}$ توان مصرفی مقاومت R_Δ است. مقاومت معادل مدار چند برابر R است؟

(۱) $\frac{8}{3}$ (۲) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{1}{3}$

۲۲۷- در مدار مطابق شکل مقابل، I_1 چند آمپر است؟



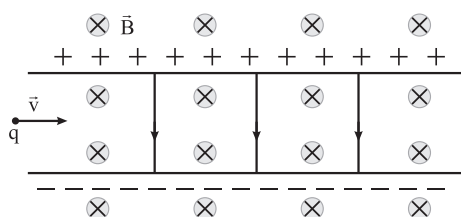
(۱) ۰/۳

(۲) ۰/۶

(۳) ۰/۹

(۴) ۱/۲

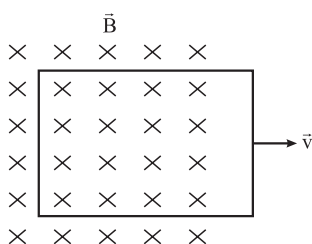
۲۲۸- مطابق شکل زیر، ذره‌ای به بار $q = 2 \mu\text{C}$ با جرم ناچیز با تندی $v = 2 \times 10^4 \text{ m/s}$ در جهت نشان داده شده که عمود بر میدان‌های یکنواخت $B = 0.2 \text{ T}$ و $E = 500 \text{ N/C}$ است، وارد فضای این میدان‌ها می‌شود. نیروی خالص وارد بر ذره در لحظه‌ی ورود به میدان‌ها چند نیوتون است؟



(۱) صفر

(۲) 3×10^{-4} (۳) 2×10^{-4} (۴) $1/8 \times 10^{-3}$

۲۲۹- در شکل زیر، یک حلقه‌ی رسانا با تندی ثابت از یک میدان مغناطیسی خارج می‌شود و شار مغناطیسی در هر میلی ثانیه 0.2 وبر کاهش می‌یابد. جریان الکتریکی القایی در کدام جهت است و نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چند ولت است؟



(۱) ساعتگرد، ۰/۲

(۲) ساعتگرد، ۲۰

(۳) پادساعتگرد، ۰/۲

(۴) پادساعتگرد، ۲۰

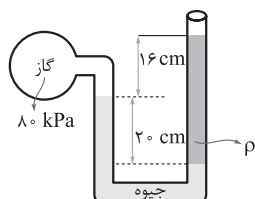
۲۳۰- یک ماشین بالابر، برای بالابردن وزنه‌ای به جرم 50 kg تا ارتفاع معینی از سطح زمین 2000 J انرژی مصرف می‌کند. اگر این وزنه از ارتفاع فوق بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ رها شود، با تندی 8 m/s به زمین می‌رسد. بازده این ماشین چند درصد است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۵۵ (۲) ۶۰ (۳) ۷۵ (۴) ۸۰

۲۳۱- در مکانی که فشار هوا $1.026 \times 10^5 \text{ Pa}$ است، اگر از عمق 10 سانتی‌متری مایعی، به عمق 53 سانتی‌متری برویم، فشار $1/5$ برابر می‌شود، چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (۱) $2/5$ (۲) $2/6$ (۳) $13/5$ (۴) $13/8$

۲۳۲- درون لوله U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است، جیوه به چگالی 13600 kg/m^3 و مایعی به چگالی ρ وجود دارد. اگر فشار هوای بیرون لوله 10^5 Pa باشد، ρ چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (۱) ۱۰۰۰ (۲) ۱۵۰۰ (۳) ۲۰۰۰ (۴) ۲۵۰۰

۲۳۳- طول میله‌ای با یک خط‌کش مدرج اندازه‌گیری شده و به صورت $68/6 \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm}$ گزارش شده است. کمینه درجه‌بندی این خط‌کش چند میلی‌متر است و این اندازه با چند رقم بامعنا گزارش شده است و رقم غیرقطعی (به ترتیب از راست به چپ) کدام است؟

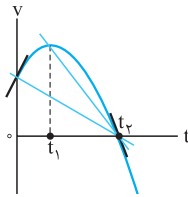
- (۱) ۶ و ۳، ۱ (۲) ۰/۵ و ۲، ۱ (۳) ۱ و ۲، ۰/۵ (۴) ۶ و ۳، ۰/۵

۲۳۴- به مقداری یخ صفر درجه سلسیوس در فشار 1 atm ، گرما می‌دهیم و آن را به آب با دمای 20 درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم. چند درصد گرمای داده‌شده، صرف ذوب کردن یخ شده است؟ ($L_F = 336 \text{ kJ/kg}$ و $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$)

- (۱) ۹۰ (۲) ۸۰ (۳) ۸۵ (۴) ۷۵

۲۳۵- جرم دو میله مسی استوانه‌ای شکل A و B با هم برابر است و طول میله A، $\frac{3}{4}$ طول میله B است. اگر دو سر این میله‌ها را بین دو منبع گرما قرار دهیم به طوری که اختلاف دما در دو سر میله‌ها با هم برابر باشد، آهنگ شارش گرما در میله A چند برابر آهنگ شارش گرما در میله B است؟

- (۱) $\frac{9}{16}$ (۲) $\frac{3}{4}$ (۳) $\frac{4}{3}$ (۴) $\frac{16}{9}$



۲۰۸- گزینه با توجه به نمودار،

گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱ در بازه صفر تا t_1 ، اندازه سرعت

(تندی) در حال افزایش است؛ نه

کاهش! ×

۲ اندازه شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ ، بزرگی شتاب را نشان می‌دهد؛ از آن‌جا که نمودار بخشی از یک سهمی است، اندازه شیب خط در لحظه t_2 بیشتر از لحظه صفر است؛ پس بزرگی شتاب در لحظه t_2 بیشتر از لحظه صفر است. ×

۳ در بازه صفر تا t_1 ، سرعت در حال افزایش ($\Delta v > 0$) و در بازه t_1 تا t_2 ، سرعت در حال کاهش ($\Delta v < 0$) است؛ بنابراین طبق

رابطه $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ، از صفر تا t_1 شتاب در جهت محور x و از t_1 تا t_2 شتاب در خلاف جهت محور x است. ×

۴ اندازه شیب خط گذرنده از دو نقطه t_1 و t_2 ، بیشتر از اندازه شیب خط گذرنده از $t = 0$ و t_2 است؛ بنابراین بزرگی شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_2 بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازه صفر تا t_2 است. ✓

۲۰۹- گزینه گام اول: به کمک رابطه شتاب متوسط، بردار تغییر سرعت در بازه t_1 تا t_2 و t_2 تا t_3 را به دست می‌آوریم:

$$\vec{a}_{av(\Delta, 10)} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow -4\vec{i} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{10 - 5}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -20\vec{i} \quad (1)$$

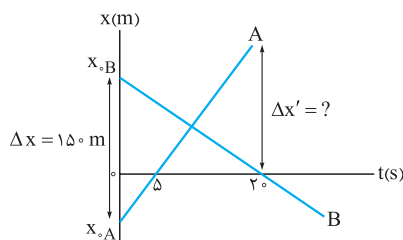
$$\vec{a}_{av(10, 12)} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_2}{t_3 - t_2} \Rightarrow 2\vec{i} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_2}{12 - 10}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_3 - \vec{v}_2 = 4\vec{i} \quad (2)$$

گام دوم: حالا از جمع رابطه (۱) و (۲)، اندازه بردار تغییر سرعت در بازه زمانی t_1 تا t_3 و بردار شتاب متوسط در این بازه را حساب می‌کنیم:

$$\xrightarrow{(1)+(2)} \vec{v}_3 - \vec{v}_1 = -16\vec{i} \Rightarrow \vec{a}_{av(\Delta, 12)} = \frac{-16\vec{i}}{12 - 5} = \frac{-16}{7}\vec{i} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

۲۱۰- گزینه گام اول: مطابق شکل، متحرک A در $t = 5$ s و متحرک B در $t = 20$ s از مبدأ مکان عبور می‌کنند؛ از طرفی $v_A = 2|v_B|$ است؛ بنابراین معادله مکان - زمان هر دو متحرک را می‌نویسیم و با حل معادله، سرعت هر متحرک را حساب می‌کنیم:

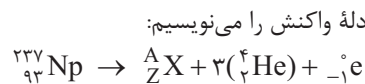


$$x_A = v_A t + x_{0A} \xrightarrow{v_A > 0, x_{0A} = 0} 0 = 2v(5) + x_{0A} \quad (1)$$

$$x_B = v_B t + x_{0B} \xrightarrow{v_B < 0, x_{0B} = 15} 0 = -v(20) + x_{0B} \quad (2)$$

فیزیک

۲۰۶- گزینه گام اول: ابتدا با توجه به گسیل ۳ ذره α (${}^4_2\text{He}$) و یک ذره β^- (${}^0_{-1}\text{e}$)، معادله واکنش را می‌نویسیم:



گام دوم: حالا به کمک موازنه عدد اتمی و جرمی، A و Z و در نتیجه تعداد نوترون‌ها (N) را حساب می‌کنیم:

$$93 = Z + 3(2) - 1 \Rightarrow Z = 93 - 5 = 88$$

$$237 = A + 3(4) + 0 \Rightarrow A = 237 - 12 = 225$$

$$\Rightarrow N = A - Z = 225 - 88 = 137$$

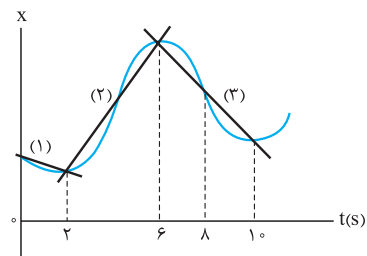
۲۰۷- گزینه طراح از ما تندی متوسط را می‌خواهد؛ یعنی نسبت

مسافت طی شده به زمان! برای این کار ابتدا با توجه به نمودار، اندازه

شیب خط در بازه‌هایی که تغییر جهت نداریم را با هم مقایسه می‌کنیم:

اندازه شیب خط (۱) > اندازه شیب خط (۲) > اندازه شیب خط (۳)

$$\Rightarrow S_{av(2,6)} > S_{av(6,10)} > S_{av(0,2)}$$



حالا به سراغ بررسی گزینه‌ها می‌رویم:

واضح است که ۱ کم‌ترین تندی متوسط را دارد؛ پس این گزینه را کنار می‌گذاریم؛ با توجه به مقایسه تندی‌های بالا، حتماً تندی متوسط در بازه ۶ s تا ۱۰ s از ۲ s تا ۱۰ s کم‌تر است؛ چرا که

$$S_{av(6,10)} < \frac{S_{av(2,6)} + S_{av(6,10)}}{2}$$

پس ۴ هم حذف می‌شود! می‌ماند ۲ و ۳؛ اگر خوب به شکل نگاه کنید، متوجه

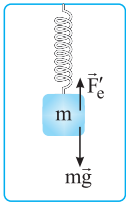
می‌شوید که شیب خط در بازه زمانی ۶ s تا ۸ s بیشتر از بازه ۰ تا ۲ s است؛ پس می‌توان گفت $S_{av(2,8)} < S_{av(0,6)}$ است؛ چرا که در یک بازه زمانی یکسان (۶ s)، متحرک در بازه زمانی ۲ s تا ۸ s مسافت بیشتری از بازه زمانی ۰ تا ۶ s طی کرده است؛ به طریق مشابه، شیب خط در بازه زمانی ۸ s تا ۱۰ s هم بیشتر از بازه زمانی ۰ تا ۲ s است؛ بنابراین می‌توان گفت $S_{av(2,10)} < S_{av(0,6)}$ است؛ با این حساب ۳ پاسخ این تست خواهد بود.

توجه

به هر حال این روش حل، چشمی و غیراصولی است و اگر طراح تست، صفحه را شطرنجی می‌کرد یا بر روی نمودار اطلاعات عددی می‌نوشت، مسلماً تست بهتری می‌شد!

از روش عددگذاری هم می‌توانستید این تست را حل کنید، که آن هم چشمی و غیردقیق است؛ اما برای رسیدن به گزینه درست جواب می‌دهد!

از آن جایی که $F'_e > (mg = 30 \text{ N})$ است، شتاب جسم باید به سمت پایین باشد. اندازه آن هم برابر است با:



$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow mg - F'_e = ma$$

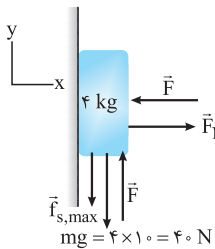
$$\Rightarrow 30 - 20 = 3a \Rightarrow a = \frac{10}{3} \text{ m/s}^2$$

از آن جایی که شتاب جسم به سمت پایین است،

$$\vec{a} = \left(-\frac{10}{3} \text{ m/s}^2\right) \vec{j}$$

مواستون باشه! متأسفانه طراح معترم فراموش کرده که جهت مثبت محور y رو مشخص کنه، یعنی تعیین نکرده که جهت $\vec{j}$ رو به بالاست یا رو به پایین. اما از اون بایی که معمولاً جهت مثبت محور y به سمت بالا در نظر گرفته می شه، ما هم برای حل تست همین کارو کردیم.

گام اول: نیروهای وارد



بر جسم را در حالت اول مشخص می کنیم. از آن جایی که جسم در آستانه حرکت به سمت بالاست، نیروی اصطکاک وارد بر آن از نوع ایستایی بیشینه و به سمت پایین است. پس نیروهای وارد بر جسم مطابق شکل روبه رو است.

گام دوم: از آن جایی که جسم ساکن و در تعادل است، داریم:

$$F_N = F \quad \text{تعادل جسم در راستای محور } x$$

$$f_{s,\text{max}} = F_N \mu_s = F \times 0.5 = \frac{1}{2} F$$

$$F = mg + f_{s,\text{max}} \quad \text{تعادل جسم در راستای محور } y$$

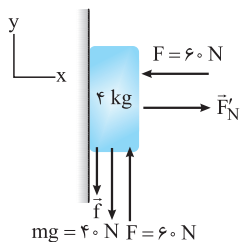
$$\Rightarrow F = 40 + \frac{1}{2} F \Rightarrow \frac{1}{2} F = 40 \Rightarrow F = 80 \text{ N}$$

گام سوم: با توجه به خواسته مسئله، در حالت اول، نیرویی که سطح بر جسم وارد می کند (R) را هم باید حساب کنیم. این نیرو برابرند $f_{s,\text{max}}$ و F_N است. یعنی: $F_N = F = 80 \text{ N}$, $f_{s,\text{max}} = \frac{1}{2} F = 40 \text{ N}$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,\text{max}}^2} = \sqrt{80^2 + 40^2} = 40 \times \sqrt{2^2 + 1^2} = 40\sqrt{5} \text{ N}$$

نیرویی که جسم به سطح وارد می کند هم برابر همین مقدار است. گام چهارم: در حالت دوم اندازه نیروی F ، 20 N کاهش یافته و به 60 N رسیده است. ابتدا باید تعیین کنیم که در این حالت جسم ساکن می ماند یا شروع به حرکت می کند. برای این کار، ابتدا F'_N و سپس $f'_{s,\text{max}}$ را حساب می کنیم.

نیروهای وارد بر جسم را در شکل زیر مشخص کرده ایم (چون نوع نیروی اصطکاک وارد بر جسم را فعلاً نمی دانیم، آن را به صورت f (بدون اندیس) نشان داده ایم).



مواستون باشه! فون F از mg بزرگ تره،

آگه قرار باشه جسم حرکت کنه، به سمت بالا

حرکت می کنه، پس نیروی اصطکاک وارد بر

جسم باید به سمت پایین باشه!

بریم سراغ محاسبه $f'_{s,\text{max}}$!

$$F'_N = F \Rightarrow F'_N = 60 \text{ N} \quad \text{تعادل جسم در راستای محور } x$$

$$f'_{s,\text{max}} = F'_N \mu_s = 60 \times 0.5 = 30 \text{ N}$$

$$\xrightarrow{(2)-(1)} 0 = (-20v - 10v) + \underbrace{(x_{0B} - x_{0A})}_{150}$$

$$\Rightarrow 30v = 150 \Rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v_B = -5 \text{ m/s}, v_A = 10 \text{ m/s}$$

گام دوم: حالا $t = 20 \text{ s}$ را در معادله مکان - زمان هر متحرک جای گذاری می کنیم و با تفاضل آن ها، فاصله دو متحرک در $t = 20 \text{ s}$ را به دست می آوریم:

$$x_A = 10(20) + x_{0A} \Rightarrow x_A = 200 + x_{0A} \quad (1)$$

$$x_B = -5(20) + x_{0B} \Rightarrow x_B = -100 + x_{0B} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1)-(2)} \underbrace{x_A - x_B}_{\Delta x} = \underbrace{(200 - (-100))}_{300} + \underbrace{(x_{0A} - x_{0B})}_{-150}$$

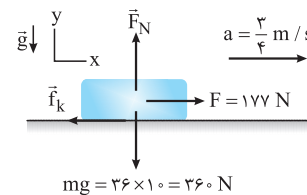
$$\Rightarrow \Delta x = 150 \text{ m}$$

گام اول: شتاب جسم را حساب می کنیم. در مدت

4 s تندى جسم از صفر به 3 m/s رسیده است. بنابراین داریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3-0}{4} = \frac{3}{4} \text{ m/s}^2$$

گام دوم: حالا نیروهای وارد بر جسم را مشخص می کنیم. با توجه به شکل مقابل داریم:



$$\text{در راستای محور } y: F_N = mg \Rightarrow F_N = 360 \text{ N}$$

$$\text{در راستای محور } x: F - f_k = ma \Rightarrow 177 - f_k = 36 \times \frac{3}{4} \Rightarrow f_k = 150 \text{ N}$$

گام سوم: نیرویی که سطح به جسم وارد می کند برآیند نیروهای $\vec{f}_k$ و $\vec{F}_N$ است؛ بنابراین: $R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} = \sqrt{360^2 + 150^2} = 390 \text{ N}$

مواستون باشه! تیکه آثرو این طوری حساب کردیم:

$$\left. \begin{aligned} 360 &= 30 \times 12 \\ 150 &= 30 \times 5 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sqrt{360^2 + 150^2}$$

$$= \sqrt{(30 \times 12)^2 + (30 \times 5)^2}$$

$$= \sqrt{30^2 \times (12^2 + 5^2)} = \sqrt{30^2 \times 13^2} = 30 \times 13 = 390 \text{ N}$$

شاید نوشتار مناسبه بالا به نظر سفت بیاد، اما آگه دل به کار برید می بینید که خیلی هم ساده ست.

گام اول: به جسم متصل به فنر دو

نیرو وارد می شود. یکی نیروی کشسانی فنر و دیگری وزن. در حالت اول که جسم ساکن است، داریم:

$$F_e = mg \Rightarrow kx = mg \quad x = 65 - 50 = 15 \text{ cm}$$

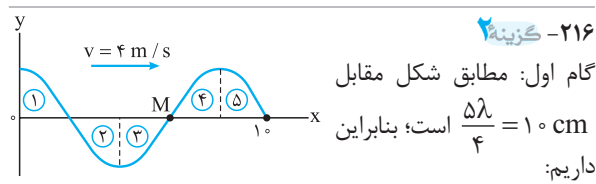
$$200 \times \frac{15}{100} = m \times 10 \Rightarrow m = 3 \text{ kg}$$

گام دوم: در حالت دوم طول فنر به 60 cm رسیده است. در این حالت ابتدا نیروی کشسانی فنر و سپس شتاب جسم را حساب می کنیم:

$$x' = 60 - 50 = 10 \text{ cm} = \frac{1}{10} \text{ m}$$

$$F'_e = kx' = 200 \times \frac{1}{10} = 20 \text{ N}$$

نادرستی (۴): طول موج امواج مرئی تقریباً در محدوده $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$ قرار دارد!



$$\frac{\Delta \lambda}{4} = 1 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ cm} = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

گام دوم: تندی موج 4 m/s و طول موج آن $8 \times 10^{-2} \text{ m}$ است؛ بنابراین، دوره تناوب برابر است با:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow 4 = \frac{8 \times 10^{-2}}{T} \Rightarrow T = 2 \times 10^{-2} \text{ s}$$

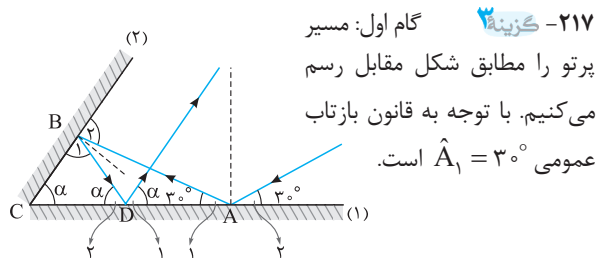
گام سوم: حالا $\Delta t = 0.25 \text{ s}$ را بر حسب T می‌نویسیم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.25 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{25}{2} \Rightarrow \Delta t = 25 \left(\frac{T}{2} \right)$$

گام چهارم: می‌دانیم که تندی متوسط یک نوسانگر در ضرب صحیحی از $\frac{T}{2}$ برابر با $s_{av} = 4 \frac{A}{T}$ است؛ پس داریم:

$$s_{av} = 4 \left(\frac{A}{T} \right) \Rightarrow 6 = 4 \left(\frac{A}{2 \times 10^{-2}} \right)$$

$$\Rightarrow A = 3 \times 10^{-2} \text{ m} = 3 \text{ cm}$$



از طرفی چون پرتوی خروجی موازی با آینه است، $\hat{D}_1 = \hat{C} = \alpha$ است. هم‌چنین در نقطه D با توجه به قانون بازتاب عمومی $\hat{D}_\gamma = \hat{D}_1 = \alpha$ است.

گام دوم: در مثلث CDB داریم:

هم‌چنین با توجه به قانون بازتاب عمومی داریم:

$$\hat{B}_1 = \hat{B}_\gamma = 180^\circ - 2\alpha$$

گام سوم: زاویه خارجی مثلث ABC است؛ بنابراین:

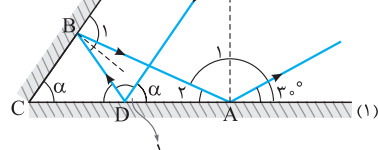
$$\hat{B}_\gamma = 30^\circ + \alpha \Rightarrow 180^\circ - 2\alpha = 30^\circ + \alpha$$

$$\Rightarrow 3\alpha = 150^\circ \Rightarrow \alpha = 50^\circ$$

تکنیک: اگر یک پرتو موازی با یکی از آینه‌ها وارد شود، در هر بار برخورد با یک آینه، زاویه بین پرتوی بازتاب از آن آینه با آینه بعدی به اندازه زاویه بین دو آینه (این‌جا α) افزایش می‌یابد.

برای استفاده از این تکنیک مسیر پرتوی نور را برعکس می‌کنیم:

چون نور موازی با آینه (۲) وارد شده، زاویه $\hat{D}_1$ برابر α است.



نیروی محرک وارد بر جسم تفاضل F و mg است، یعنی $F - mg$. اندازه این نیرو را با $f_{s, \max}$ مقایسه می‌کنیم:

$$F_{\text{محرک}} = F - mg = 60 - 40 = 20 \text{ N}$$

جسم حرکت نمی‌کند $\Rightarrow f_{s, \max} > F_{\text{محرک}}$

گام پنجم: از آن جایی که جسم حرکت نمی‌کند، نیروی اصطکاک وارد بر آن از نوع ایستایی و برابر است با:

توازن جسم در راستای محور y :

$$F = mg + f_s' \Rightarrow 60 = 40 + f_s' \Rightarrow f_s' = 20 \text{ N}$$

گام ششم: نیرویی که سطح به جسم در حالت دوم وارد می‌کند (R') برابر است با:

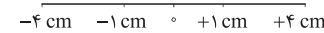
$$R' = \sqrt{F_N'^2 + f_s'^2} = \sqrt{60^2 + 20^2} = 20 \times \sqrt{3^2 + 1^2} = 20\sqrt{10}$$

$$\frac{R'}{R} = \frac{20\sqrt{10}}{40\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{10}}{2\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

بنابراین:

۲۱۴- گزینه ۳

گام اول: حداقل زمان لازم برای این که نوسانگر از مکان $x_1 = 1 \text{ cm}$ در جهت مثبت محور x عبور کند و به مکان $x_2 = -1 \text{ cm}$ برسد، مربوط به حالتی است که نوسانگر مسیر زیر را طی کند.



می‌دانیم مدت‌زمان لازم برای طی این مسیر، نصف دوره ($\frac{T}{2}$) است؛ پس:

$$\frac{T}{2} = 2 \Rightarrow T = 4 \text{ s}$$

گام دوم: حالا بسامد زاویه‌ای (ω) و سپس انرژی مکانیکی نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times \left(\frac{\pi}{2} \right)^2 \times (16 \times 10^{-4})$$

$$= 4\pi^2 \times 10^{-5} \text{ J} \xrightarrow{\pi^2 \approx 10} E = 4 \times 10^{-4} \text{ J} = 0.4 \text{ mJ}$$

۲۱۵- گزینه ۱

با توجه به تصویر داده‌شده از موج، داریم:

$$\lambda + \frac{\lambda}{2} = 450 \text{ nm} \Rightarrow \frac{3\lambda}{2} = 450 \text{ nm}$$

$$\Rightarrow \lambda = 300 \text{ nm} = 3 \times 10^{-7} \text{ m}$$

حالا ابتدا دوره و سپس بسامد موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = vT \Rightarrow 3 \times 10^{-7} = (3 \times 10^8) \times T \Rightarrow T = 10^{-15} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-15}} = 10^{15} \text{ Hz}$$

$T = 10^{-15} \text{ s}$ ، یعنی مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا میدان‌های

الکتریکی و مغناطیسی یک نوسان کامل انجام دهند، برابر 10^{-15} s

است. (درستی (۱) و $f = 10^{15} \text{ Hz}$ ، یعنی میدان‌های الکتریکی و

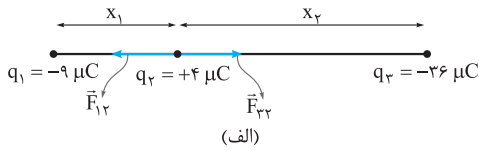
مغناطیسی در هر ثانیه 10^{15} نوسان انجام می‌دهند (نادرستی (۲)).

درباره نادرستی گزینه‌های دیگر هم داریم:

نادرستی (۳): مسافتی که موج در هر ثانیه طی می‌کند، برابر است با:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \Delta t = (3 \times 10^8) \times 1 = 3 \times 10^8 \text{ m}$$

۲۲۱- گزینه ۲ گام اول: در شکل (الف) نیروی خالص وارد بر هر کدام از بارها صفر است.

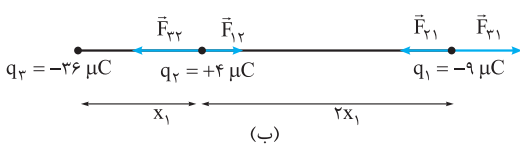


برای این که نسبت فاصله‌های بین بارها را پیدا کنیم، نیروی خالص وارد بر بار q_2 را صفر در نظر می‌گیریم (شما می‌توانید نیروی خالص وارد بر q_1 یا q_3 را صفر در نظر بگیرید).

$$F_{12} = F_{23} \Rightarrow \frac{k|q_1||q_2|}{x_1^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{x_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{9}{x_1^2} = \frac{36}{x_2^2} \Rightarrow \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2 = 4 \Rightarrow x_2 = 2x_1$$

گام دوم: حالا مطابق شکل (ب) جای بارهای q_1 و q_3 را عوض می‌کنیم و برآیند نیروهای وارد بر q_1 و q_2 را حساب می‌کنیم:



برآیند نیروهای وارد بر q_1 :

$$\begin{cases} F_{r1} = \frac{kq_2|q_1|}{(2x_1)^2} = \frac{k \times 4 \times 9}{4x_1^2} = \frac{9k}{x_1^2} \\ F_{r2} = \frac{k|q_2||q_3|}{(3x_1)^2} = \frac{k \times 4 \times 36}{9x_1^2} = \frac{16k}{x_1^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_{\text{net}(1)} = F_{r1} - F_{r2} = \frac{9k}{x_1^2} - \frac{16k}{x_1^2} = \frac{-7k}{x_1^2}$$

برآیند نیروهای وارد بر q_2 :

$$\begin{cases} F_{12} = F_{r1} = \frac{9k}{x_1^2} \\ F_{23} = \frac{k|q_2||q_3|}{x_1^2} = \frac{k \times 4 \times 36}{x_1^2} = \frac{144k}{x_1^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_{\text{net}(2)} = F_{23} - F_{12} = \frac{144k}{x_1^2} - \frac{9k}{x_1^2} = \frac{135k}{x_1^2}$$

گام سوم: نسبت $\frac{F_{\text{net}(2)}}{F_{\text{net}(1)}}$ را می‌نویسیم:

$$\frac{F_{\text{net}(2)}}{F_{\text{net}(1)}} = \frac{\frac{135k}{x_1^2}}{\frac{-7k}{x_1^2}} = \frac{135}{-7} = -5$$

گام دوم (روش سریع): نیرویی که q_1 به q_2 وارد می‌کند، برابر نیرویی است که q_2 به q_1 وارد می‌کند ($F_{12} = F_{21}$)؛ بنابراین ما نیروهای F_{12} و F_{23} را بر حسب F_{12} به دست می‌آوریم:

$$\frac{F_{23}}{F_{12}} = \left|\frac{q_3}{q_1}\right| \times \left(\frac{r_{12}}{r_{23}}\right)^2 = \frac{36}{9} \times \left(\frac{2x_1}{x_1}\right)^2 = 16 \Rightarrow F_{23} = 16F_{12}$$

$$F_{\text{net}(2)} = F_{23} - F_{12}$$

$$= 16F_{12} - F_{12} = 15F_{12}$$

$$\frac{F_{r1}}{F_{21}} = \left|\frac{q_3}{q_2}\right| \times \left(\frac{r_{21}}{r_{r1}}\right)^2 = \frac{36}{4} \times \left(\frac{2x_1}{3x_1}\right)^2 = 4 \Rightarrow F_{r1} = 4F_{21}$$

زاویه بین پرتوی بازتاب‌شده از آینه (۱) با آینه (۲) برابر $B_1 = \alpha + \alpha$ است. در نهایت زاویه بین پرتوی بازتاب‌شده از آینه (۲) با آینه (۱) برابر $A_1 = 3\alpha$ است؛ بنابراین، داریم:

$$18^\circ = A_1 + A_2 \xrightarrow[A_1=3\alpha]{A_2=3^\circ} 18^\circ = 3^\circ + 3\alpha$$

$$\Rightarrow 3\alpha = 15^\circ \Rightarrow \alpha = 5^\circ$$

۲۱۸- گزینه ۲ کم‌انرژی‌ترین فوتون زمانی گسیل می‌شود که الکترون از تراز $n = 5$ به تراز $n - 1 = 5 - 1 = 4$ برود؛ بنابراین داریم:

$$\Delta E = E_n - E_{n-1}$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \xrightarrow{\Delta E = hf} hf = -E_R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n-1)^2} \right)$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^{-15} f = -13/6 \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{4^2} \right) = -13/6 \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{16} \right)$$

$$= -13/6 \left(\frac{16-25}{400} \right) \Rightarrow f = \frac{13/6 \times 9}{4 \times 10^{-15} \times 400}$$

$$= 7/65 \times 10^{13} \text{ Hz} = 76/5 \times 10^{12} \text{ Hz} = 76/5 \text{ THz}$$

۲۱۹- گزینه ۲ گام اول: با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ ، مقدار طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{9}{8} \times 10^{15}} = \frac{9}{8} \times 10^{-7} \text{ m} = \frac{900}{8} \text{ nm}$$

گام دوم: حالا به کمک رابطه ریدبرگ مشخص می‌کنیم که این طول موج مربوط به چندمین خط رشته لیمن است. می‌دانیم در رشته لیمن $n' = 1$ است و داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{900} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{900} = \frac{1}{100} \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{9} = 1 - \frac{1}{n^2}$$

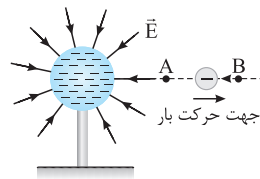
$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{2}{3} \Rightarrow n = 3$$

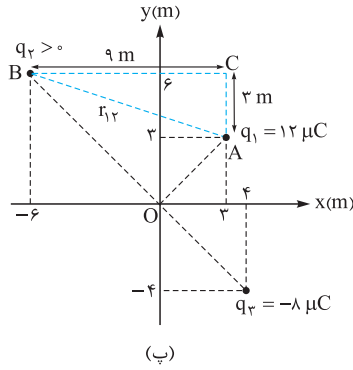
مطابق شکل گذار از $n = 3$ به $n' = 1$ اتفاق افتاده، پس مربوط به دومین خط این رشته است:



۲۲۰- گزینه ۱ گام اول: خطوط میدان الکتریکی حاصل از کره فلزی را رسم می‌کنیم: می‌دانیم اگر در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد؛ بنابراین $V_A < V_B$ است.

گام دوم: هم‌چنین می‌دانیم که انرژی پتانسیل الکتریکی ذره‌ای با بار الکتریکی منفی که در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کند، کاهش می‌یابد؛ پس برای ذره $U_A > U_B$ است.





گام پنجم: در شکل (پ) می بینید که فاصله بارهای q_2 و q_1 (یعنی AB) برابر وتر مثلث قائم الزاویه ΔABC است، پس داریم:

$$r_{12} = \sqrt{3^2 + 9^2} = 3\sqrt{10} \text{ m} = 3\sqrt{10} \times 10^{-2} \text{ cm}$$

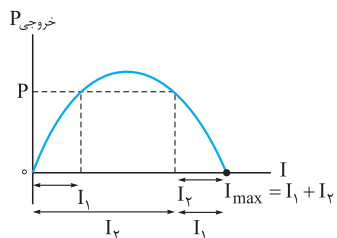
گام ششم: محاسبه نیرویی که q_1 به q_2 وارد می کند:

$$F_{12} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2} \xrightarrow{k=9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{cm}^2}{\mu\text{C}^2}} F_{12} = \frac{9 \times 12 \times 18}{(3\sqrt{10} \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 12 \times 18}{9 \times 10^{-4}} = 2/16 \times 10^{-2} \text{ N}$$

۲۲۲- گزینه ۱ به کمک رابطه $C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ تغییر ظرفیت خازن را محاسبه می کنیم:

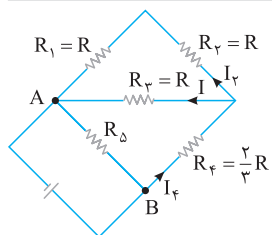
$$\Delta C = C_2 - C_1 = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d_2} - \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d_1} = \kappa \epsilon_0 A \left(\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \right) = 4 \times 8 / 85 \times 10^{-12} \times 2 \times 10^{-4} \left(\frac{1}{(5-3) \times 10^{-3}} - \frac{1}{5 \times 10^{-3}} \right) = 2/124 \times 10^{-12} \text{ F} = 2/124 \text{ pF}$$

۲۲۴- گزینه ۲ بدون شرح!



۲۲۵- گزینه ۲ شکل رویه رو نمودار توان خروجی باتری بر حسب جریان گذرنده از آن است. در حالتی که ولت سنج عدد صفر را نشان می دهد،

مقاومت رثوستا (R) صفر و جریان مدار بیشینه است. همین طور که در شکل بالا می بینید، جریان بیشینه برابر $I_1 + I_2$ است و داریم: $I_{\text{max}} = 3 + 5 = 8 \text{ A}$



۲۲۶- گزینه ۳ گام اول: جریان عبوری از مقاومت R_3 را I در نظر می گیریم و با توجه به آن جریان عبوری از مقاومت R_4 را محاسبه می کنیم:

$$\frac{I_2}{I} = \frac{R_3}{R_{1,2}} \Rightarrow \frac{I_2}{I} = \frac{R}{2R} \Rightarrow I_2 = \frac{I}{2}$$

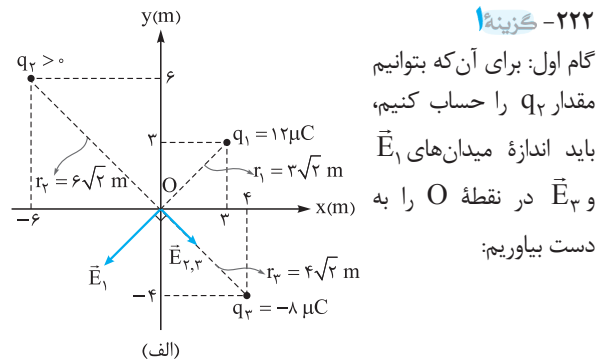
$$I_4 = I_2 + I = \frac{3}{2} I$$

$$q_1 \text{ نیروی خالص وارد بر } F_{\text{net}(1)} = F_{21} - F_{31} = 4F_{21} - F_{31} = 3F_{21}$$

حالا نسبت $\frac{F_{\text{net}(2)}}{F_{\text{net}(1)}}$ را به دست می آوریم:

$$\frac{F_{\text{net}(2)}}{F_{\text{net}(1)}} = \frac{15F_{12}}{3F_{21}} \xrightarrow{F_{12}=F_{21}} \frac{F_{\text{net}(2)}}{F_{\text{net}(1)}} = 5$$

۲۲۲- گزینه ۱



گام اول: برای آن که بتوانیم مقدار q_2 را حساب کنیم، باید اندازه میدان های $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_3$ در نقطه O را به دست بیاوریم:

$$E_1 = \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-6}}{(3\sqrt{2})^2} = 6 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_3 = \frac{k|q_3|}{r_3^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-6}}{(4\sqrt{2})^2} = 2/25 \times 10^3 \text{ N/C}$$

گام دوم: مطابق شکل (الف) بردارهای میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_1, q_2, q_3 در نقطه O در امتداد قطرهای مربع قرار می گیرند. (در این شکل $\vec{E}_{2,3}$ براینده بردارهای $\vec{E}_2$ و $\vec{E}_3$ است) یعنی براینده $\vec{E}_1$ بر $\vec{E}_{2,3}$ عمود است. در شکل (ب) بردارهای $\vec{E}_1, \vec{E}_{2,3}$ و براینده شان (یعنی بردار میدان الکتریکی خالص در نقطه O) را نشان داده ایم. بنابراین داریم:

$$\vec{E}_t = \vec{E}_1 + \vec{E}_{2,3} \Rightarrow (7/5 \times 10^3)^2 = (6 \times 10^3)^2 + (E_{2,3})^2 \Rightarrow E_{2,3} = 4/5 \times 10^3 \text{ N/C}$$

تکنیک: برای نوشتن مقدار $E_{2,3}$ نیازی به محاسبات پیچیده نیست. کافی است بدانیم $4/5, 6$ و $7/5$ مضارب اعداد فیثاغورس $3, 4, 5$ هستند:

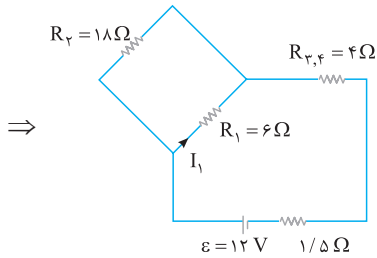
$$\begin{cases} E_t = 5 \times 1/5 = 7/5 \\ E_1 = 4 \times 1/5 = 6 \end{cases} \Rightarrow E_{2,3} = 3 \times 1/5 = 4/5$$

گام سوم: با توجه به علامت بارهای q_2 و q_3 (در شکل (الف)) جهت میدان های $\vec{E}_2$ و $\vec{E}_3$ در نقطه O همسو است. پس داریم:

$$E_{2,3} = E_2 + E_3 \Rightarrow 4/5 \times 10^3 = E_2 + 2/25 \times 10^3 \Rightarrow E_2 = 2/25 \times 10^3 \text{ N/C}$$

گام چهارم: حالا که E_2 را حساب کردیم، q_2 را هم می توانیم محاسبه کنیم:

$$E_2 = \frac{kq_2}{r_2^2} \Rightarrow 2/25 \times 10^3 = \frac{9 \times 10^9 \times q_2}{(6\sqrt{5})^2} \Rightarrow q_2 = 18 \times 10^{-6} \text{ C} = 18 \mu\text{C}$$



گام دوم: مقاومت معادل مدار و جریان عبوری از باتری را به دست می‌آوریم:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{6 \times 18}{6 + 18} + 4 = 8/5 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{8/5 + 1/5} = \frac{12}{9} = 4/3 A$$

جریان I بین دو مقاومت R_1 و R_2 تقسیم می‌شود. در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون بین دو مقاومت تقسیم می‌شود. پس:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{18}{18 + 6} \times 4/3 = \frac{2}{3} \times 4/3 = 8/9 A$$

۲۲۸- گزینه ۳ گام اول: ابتدا جهت نیروهای الکتریکی و مغناطیسی وارد بر ذره را تعیین می‌کنیم. نیروی الکتریکی در جهت میدان الکتریکی و به سمت پایین و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره طبق قاعده دست راست به سمت بالا است. اندازه هر یک از این دو نیرو را تعیین می‌کنیم:

$$\begin{cases} F_E = E |q| = 500 \times 2 \times 10^{-6} = 10^{-3} N = 10 \times 10^{-4} N \\ F_B = |q| v B \sin \theta = 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^4 \times 0.5 \times \sin 90^\circ \\ = 10 \times 10^{-4} N \end{cases}$$

گام دوم: چون دو نیرو در خلاف جهت هم هستند، برابری این دو نیرو برابر است با:

$$F_{net} = F_E - F_B = 10 \times 10^{-4} - 10 \times 10^{-4} = 0 N$$

۲۲۹- گزینه ۲ با خروج حلقه از میدان، شار عبوری از حلقه کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز، جهت میدان القایی باید در جهت میدان اصلی و به سمت درون صفحه باشد. طبق قاعده دست راست، جهت جریان ساعتگرد است.

برای محاسبه نیروی محرکه القایی متوسط از رابطه $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -1 \times \frac{0.02}{1 \times 10^{-3}} = 20 V$$

۲۳۰- گزینه ۲ گام اول: با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی

بین لحظه رهاسدن جسم و لحظه برخورد آن به زمین، ارتفاع رهاسدن جسم را تعیین می‌کنیم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$\Rightarrow U_1 = K_2 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow 10 \cdot h = \frac{1}{2} \times 1^2$$

$$\Rightarrow h = 1/20 m$$

گام دوم: کاری که دستگاه انجام داده است برابر تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم است.

$$W = \Delta U = mg \Delta h = 50 \times 10 \times 1/20 = 250 J$$

گام دوم: با توجه به این که اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B همان اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_3 و R_4 است، پس:

$$V_{R_3} + V_{R_4} = V_{R_5} \Rightarrow RI + \frac{2}{3} RI = V_{R_5}$$

$$\frac{RI}{V} + \frac{2}{3} \frac{R(\frac{2}{3}I)}{V} = V_{R_5}$$

$$V + V = V_{R_5} \Rightarrow V = \frac{V_{R_5}}{2} \xrightarrow{V_{R_3}=V} V_{R_3} = \frac{V_{R_5}}{2}$$

گام سوم: نسبت توان دو مقاومت را به کمک رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ می‌نویسیم تا مقاومت R_5 به دست بیاید.

$$P_{R_3} = \frac{1}{3} P_{R_5} \Rightarrow \frac{V_{R_3}^2}{R} = \frac{1}{3} \frac{V_{R_5}^2}{R_5}$$

$$\xrightarrow{V_{R_5}=2V_{R_3}} \frac{V_{R_3}^2}{R} = \frac{1}{3} \frac{(2V_{R_3})^2}{R_5} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{4}{3R_5}$$

$$\Rightarrow R_5 = \frac{4}{3} R$$

گام چهارم: مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم:

$$R_{1,2} = R + R = 2R \quad \text{و } R_3 \text{ سری اند:}$$

$$R_{1,2,3} = R_{1,2} + R_3 = 2R + R = 3R \quad \text{با هم موازی اند:}$$

$$R_{1,2,3} = \frac{R_{1,2} \times R_3}{R_{1,2} + R_3} = \frac{2R \times R}{2R + R} = \frac{2}{3} R$$

$$R_{1,2,3,4} = R_{1,2,3} + R_4 = \frac{2}{3} R + \frac{2}{3} R = \frac{4}{3} R \quad \text{سری اند:}$$

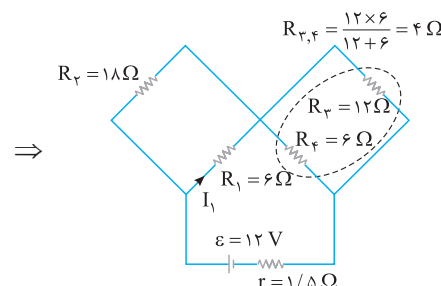
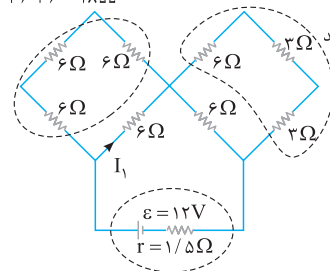
$$R_{1,2,3,4} = R_{1,2,3} + R_4 = \frac{2}{3} R + \frac{2}{3} R = \frac{4}{3} R$$

$$R_{1,2,3,4} = R_{1,2,3} + R_4 = \frac{2}{3} R + \frac{2}{3} R = \frac{4}{3} R$$

$$R_{eq} = \frac{R_{1,2,3,4} \times R_5}{R_{1,2,3,4} + R_5} = \frac{\frac{4}{3} R \times \frac{4}{3} R}{\frac{4}{3} R + \frac{4}{3} R} = \frac{2}{3} R$$

۲۲۷- گزینه ۳ گام اول: مدار را ساده می‌کنیم:

$$6 + 6 + 6 = 18 \Omega \quad \text{سری اند}$$



گام دوم: تعداد رقم‌های گزارش شده که همان رقم‌های بامعنا است برابر ۳ است (۸، ۶ و ۶) و رقم آخر یعنی ۶، رقم غیرقطعی و مشکوک (حدسی) است:

رقم بامعنا
 $\uparrow \uparrow \uparrow$
 ۶۸/۶ mm
 $\downarrow$
 رقم غیرقطعی

۲۳۴- گزینه ۲ گام اول: فرض می‌کنیم جرم یخ برابر m است، مقدار گرمایی که این مقدار یخ $^{\circ}\text{C}$ را به آب $^{\circ}\text{C}$ تبدیل می‌کند، $Q_F = mL_F = 336 m$ برابر است با:

مقدار گرمایی که باید به این مقدار آب $^{\circ}\text{C}$ بدهیم تا به آب $^{\circ}\text{C}$ تبدیل شود برابر است با:

$$Q_1 = mc_{\text{آب}} \Delta\theta = m \times 4/2 \times (20 - 0) = 20 \times 4/2 \times m$$

گام دوم: ابتدا گرمای کل و سپس خواسته تست را به دست می‌آوریم:

$$Q_{\text{کل}} = Q_F + Q_1 = 336 m + 84 m = 420 m$$

$$\frac{Q_F}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{336 m}{420 m} \times 100 = 80\%$$

۲۳۵- گزینه ۲ گام اول: نسبت مساحت مقطع دو میله را به دست می‌آوریم:

$$m_A = m_B \quad \frac{m = \rho V}{\rho_A = \rho_B} \rightarrow V_A = V_B$$

$$\frac{V = AL}{\rightarrow} A_A L_A = A_B L_B \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{L_B}{L_A}$$

گام دوم: رابطه آهنگ رسانش گرمایی را به صورت نسبتی برای دو میله می‌نویسیم:

$$H = k \frac{A \Delta T}{L} \quad \frac{k_A = k_B = k_{\text{مس}}}{\Delta T_A = \Delta T_B} \rightarrow \frac{H_A}{H_B} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{L_B}{L_A}$$

$$\frac{\frac{A_A}{A_B} = \frac{L_B}{L_A}}{\rightarrow} \frac{H_A}{H_B} = \left(\frac{L_B}{L_A}\right)^2 = \left(\frac{3}{4} L_B\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{H_A}{H_B} = \frac{16}{9}$$

گام سوم: با استفاده از رابطه $Ra = \frac{W}{E_{\text{کل}}} \times 100\%$ درصد بازده دستگاه را به دست می‌آوریم:

$$Ra = \frac{W}{E_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{1600}{2000} \times 100 = 80\%$$

۲۳۱- گزینه ۲ به کمک رابطه فشار کل، نسبت فشار در دو عمق را می‌نویسیم:

$$P = P_0 + \rho gh \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_0 + \rho gh_2}{P_0 + \rho gh_1}$$

$$\frac{P_2 = 1/5 P_1}{\rightarrow} 1/5 = \frac{1/0.26 \times 10^5 + \rho \times 10 \times 53 \times 10^{-2}}{1/0.26 \times 10^5 + \rho \times 10 \times 10 \times 10^{-2}}$$

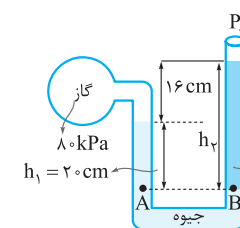
$$\Rightarrow 1/5 \times 1/0.26 \times 10^5 + 1/5 \rho = 1/0.26 \times 10^5 + 5/3 \rho$$

$$\Rightarrow 3/8 \rho = 1/0.26 \times 10^5 (1/5 - 1)$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{1/0.26 \times 10^5 \times 0/5}{3/8} = 13/5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{1 \text{ kg/m}^3 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3}{\rightarrow} \rho = 13/5 \text{ g/cm}^3$$

۲۳۲- گزینه ۲ مطابق شکل مقابل نقاط A و B در جیوه قرار دارند و هم‌ترازند، بنابراین براساس اصل هم‌فشاری نقاط هم‌تراز در یک مایع ساکن می‌توان نوشت:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}} gh_1 = P_0 + \rho gh_2$$

$$\Rightarrow 80 \times 10^3 + 13600 \times 10 \times 0/2 = 10^5 + \rho \times 10 \times 0/26$$

$$\Rightarrow 107/2 \times 10^3 = 100 \times 10^3 + 3/6 \rho$$

$$\Rightarrow 3/6 \rho = 7/2 \times 10^3 \Rightarrow \rho = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

۲۳۳- گزینه ۱ گام اول: کمینه درجه‌بندی خط‌کش همان دقت اندازه‌گیری آن است. خط‌کش مدرج است؛ بنابراین دقت اندازه‌گیری خط‌کش، ۲ برابر خطای اندازه‌گیری آن است:

$$\text{خطای اندازه‌گیری} = 2 \times \text{دقت اندازه‌گیری}$$

$$= 2 \times 0/5 \text{ mm} = 1 \text{ mm}$$

۱۴۰۰



دفترچه شماره ۲
آزمون اختصاصی

خارج از کشور

آقای کنکور
t.me/MrKonkori

ویژه نظام آموزشی ۳-۲-۶

آزمون سراسری ورودی دانشگاه های کشور - ۱۴۰۰

گروه آزمایشی علوم تجربی
آزمون اختصاصی

نام و نام خانوادگی: شماره داوطلبی:

تعداد سؤال: ۱۷۰ مدت پاسخگویی: ۱۷۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی آزمون. تعداد. شماره سؤالات و مدت پاسخگویی

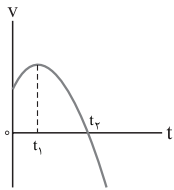
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	مدت پاسخگویی
۱	زمین شناسی	۲۵	۱۰۱	۱۲۵	۲۰ دقیقه
۲	ریاضی	۳۰	۱۲۶	۱۵۵	۴۷ دقیقه
۳	زیست شناسی	۵۰	۱۵۶	۲۰۵	۳۶ دقیقه
۴	فیزیک	۳۰	۲۰۶	۲۳۵	۳۷ دقیقه
۵	شیمی	۳۵	۲۳۶	۲۷۰	۳۵ دقیقه

فیزیک

۲۰۶- حجم یک مول گاز آرمانی در دمای 27°C برابر ۸ لیتر است. فشار گاز چند پاسکال است؟ ($R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$)

- (۱) 2×10^2 (۲) 2×10^5 (۳) 3×10^2 (۴) 3×10^5

۲۰۷- نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. کدام موارد زیر درست است؟



الف - جهت سرعت و شتاب در لحظه t_1 تغییر کرده است.

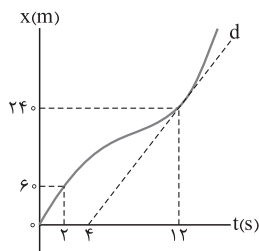
ب - در بازه زمانی t_1 تا t_2 حرکت در جهت محور x است.

پ - در بازه زمانی صفر تا t_2 تندی در حال کاهش است.

ت - بردار شتاب در بازه زمانی صفر تا t_2 خلاف جهت محور x است.

- (۱) ب (۲) پ (۳) الف و ت (۴) ب و ت

۲۰۸- نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل مقابل است. اگر تندی در لحظه $t = 12 \text{ s}$ برابر تندی متوسط در



بازه $t_1 = 2 \text{ s}$ تا $t_2 = 14 \text{ s}$ باشد، سرعت متوسط ۲ ثانیه اول چند برابر سرعت متوسط ۲ ثانیه هفتم است؟ (خط

d مماس بر نمودار در لحظه $t = 12 \text{ s}$ است.)

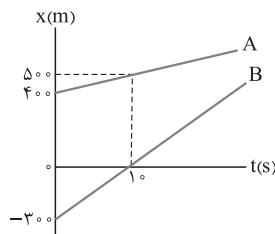
- (۱) $\frac{1}{3}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) $\frac{3}{5}$ (۴) $\frac{2}{3}$

۲۰۹- متحرکی روی محور x در حال حرکت است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_1 = 0 \text{ s}$ تا $t_2 = 10 \text{ s}$ در SI برابر $2\vec{i}$ و در بازه زمانی

$t_1 = 0 \text{ s}$ تا $t_2 = 15 \text{ s}$ برابر $\frac{2}{3}\vec{i}$ است. بردار شتاب متوسط آن در بازه زمانی $t_2 = 10 \text{ s}$ تا $t_3 = 15 \text{ s}$ در SI، کدام است؟

- (۱) $2\vec{i}$ (۲) $4\vec{i}$ (۳) $6\vec{i}$ (۴) $\frac{4}{3}\vec{i}$

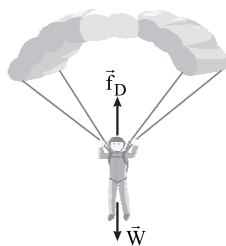
۲۱۰- نمودار مکان - زمان دو خودرو که روی خط راست حرکت می کنند، مطابق شکل زیر، است. در لحظه های t_1 و t_2 فاصله دو متحرک از



هم 600 m است. $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

- (۱) ۱۵ (۲) ۱۳ (۳) ۸ (۴) ۵

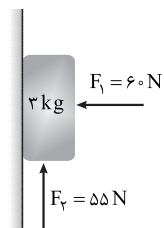
۲۱۱- در شکل مقابل، چتربازی مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می کند و ناگهان مقاومت هوا افزایش



می یابد. از این لحظه به بعد، تا قبل از رسیدن چترباز به تندی حدی، کدام مورد، درباره حرکت چترباز درست است؟

- (۱) تندی و شتاب افزایش می یابند.
(۲) تندی و شتاب کاهش می یابند.
(۳) تندی افزایش و شتاب ثابت می ماند.
(۴) تندی افزایش و شتاب کاهش می یابد.

۲۱۲- مطابق شکل زیر، جسم را با نیروی افقی F_1 به دیوار قائمی می فشاریم و جسم ساکن می ماند. اگر نیروی قائم F_2 نیز به جسم وارد شود، در



این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

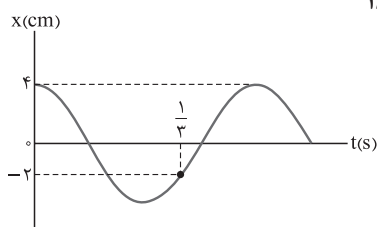
- (۱) $30\sqrt{3}$ (۲) $30\sqrt{5}$ (۳) ۶۵ (۴) ۶۰

۲۱۳- جسمی به وزن 8 N را به فنری به طول 20 cm و ثابت $k = 2 \text{ N/cm}$ می بندیم و از سقف آسانسور آویزان می کنیم. در مدتی که آسانسور

روبه بالا با شتاب 2 m/s^2 در حال توقف است، طول فنر به چند سانتی متر می رسد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

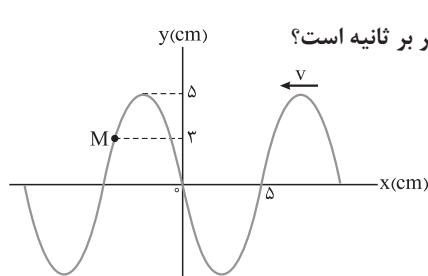
- (۱) $20/8$ (۲) $16/8$ (۳) $27/2$ (۴) $23/2$

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



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

۲۱۵- شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه t_1 نشان می‌دهد و موج به سمت چپ حرکت می‌کند. اگر

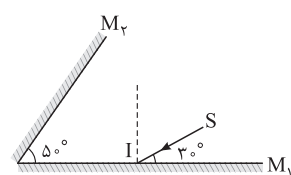


تندی موج 20 cm/s باشد، بزرگی سرعت متوسط ذره M در مدت t_1 تا $t_1 + \frac{1}{4}$ s چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱۲
(۲) ۲۰
(۳) ۲۴
(۴) ۴۰

۲۱۶- سه ناظر A، B و C در فاصله‌های r ، $2r$ و $4r$ از یک چشمه صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B در معرض آن قرار دارند، β و $\beta \frac{5}{6}$ 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 صرف نظر شود).

- (۱) ۲۴ (۲) ۳۰ (۳) ۳۶ (۴) ۴۸



۲۱۷- در شکل زیر، امتداد پرتو نور بازتابیده از آینه M_2 با امتداد پرتو SI، زاویه چند درجه می‌سازد؟

- (۱) ۴۰
(۲) ۷۰
(۳) ۱۰۰
(۴) ۱۱۰

۲۱۸- سدیم $^{24}_{11}\text{Na}$ واپاشی β^- انجام می‌دهد. هسته جدید به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

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

۲۱۹- بسامد سومین خط طیف اتم هیدروژن در کدام رشته $2 \times 10^{14} \text{ Hz}$ است؟ ($R = \frac{1}{100} (\text{nm})^{-1}$ و $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

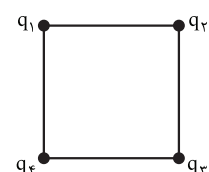
- (۱) پاشن ($n' = 3$) (۲) براکت ($n' = 4$) (۳) پفوند ($n' = 5$) (۴) بالمر ($n' = 2$)

۲۲۰- در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع r' می‌رود و فوتونی با انرژی $2/55 \text{ eV}$ گسیل می‌کند. $r - r'$ چند

برابر شعاع بور (a) است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$)

- (۱) ۲ (۲) ۵ (۳) ۸ (۴) ۱۲

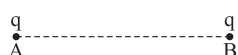
۲۲۱- در شکل زیر، چهار ذره باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 برابر صفر باشد، کدام رابطه درست است؟



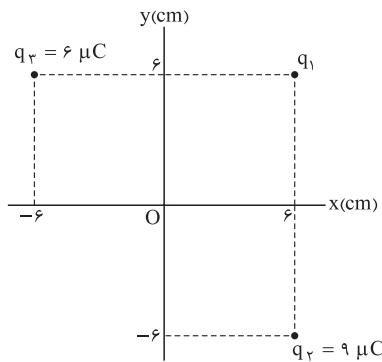
- (۱) $q_1 = q_2 = -2\sqrt{2}q_3$
(۲) $q_1 = q_2 = -\frac{\sqrt{2}}{4}q_3$
(۳) $q_1 = q_2 = 2\sqrt{2}q_3$
(۴) $q_1 = q_2 = \frac{\sqrt{2}}{4}q_3$

۲۲۲- مطابق شکل زیر، بارهای الکتریکی مثبت و هم‌اندازه 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 $-2q$ 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



۲۲۳- مطابق شکل مقابل، سه بار نقطه‌ای در صفحه xy قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه O (مبدأ مختصات) در SI، برابر $6/25 \times 10^6 \text{ N/C}$ است. $|q_1|$ چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2})$

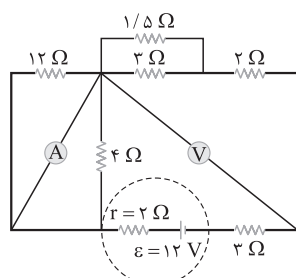
(۱) ۲

(۲) ۳

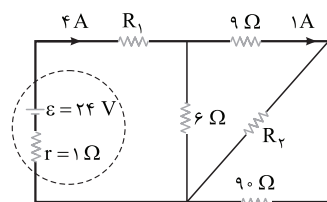
(۳) ۴

(۴) ۵

۲۲۴- اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازنی 10° درصد کاهش یابد، بار الکتریکی و انرژی ذخیره‌شده در آن هر کدام چند درصد (به ترتیب از راست به چپ) کاهش می‌یابند؟

(۴) 10° و 19° (۳) 10° و 10° (۲) 19° و 19° (۱) 19° و 10° 

۲۲۵- در مدار روبه‌رو، آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی چه عددی را نشان می‌دهند؟

(۱) 0.8 A و $2/4 \text{ V}$ (۲) 0.8 A و $4/8 \text{ V}$ (۳) $1/5 \text{ A}$ و $4/5 \text{ V}$ (۴) $1/5 \text{ A}$ و 6 V 

۲۲۶- در شکل روبه‌رو، توان الکتریکی مصرفی مقاومت R_p چند وات است؟

(۱) $9/8$ (۲) $8/1$ (۳) $7/2$ (۴) $3/6$

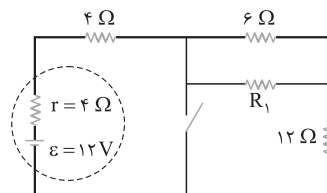
۲۲۷- در شکل زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری 4° درصد کاهش می‌یابد، R_1 چند اهم است؟

(۱) ۳

(۲) ۶

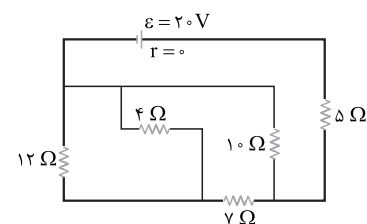
(۳) ۱۲

(۴) ۱۸



۲۲۸- در مدار زیر، شدت جریان عبوری از مقاومت 4° اهمی چند آمپر است؟

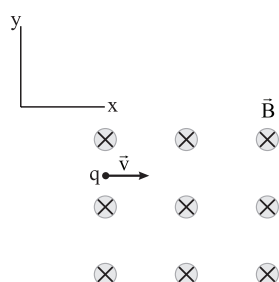
(۱) ۱

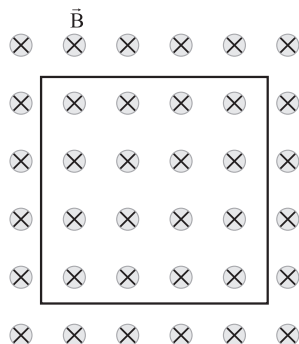
(۲) $3/4$ (۳) $1/2$ (۴) $1/4$ 

۲۲۹- مطابق شکل زیر، پروتونی با سرعت $\vec{v} = (10^4 \text{ m/s}) \vec{i}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت، به بزرگی 17° G می‌شود. اگر تنها نیروی

مغناطیسی به پروتون وارد شود، شتاب حرکتش در این لحظه در SI، کدام است؟

(بار الکتریکی پروتون $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم آن $1/7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است.)

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



۲۳۰- در شکل مقابل، حلقهٔ رسانایی به مساحت 600 cm^2 عمود بر میدان مغناطیسی قرار دارد و میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت، در یک میلی‌ثانیه 200 گاوس کاهش می‌یابد. در این مدت، نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه چند ولت است و جهت جریان القایی چگونه است؟

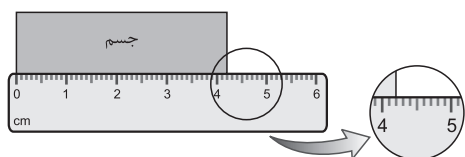
(۱) $1/2$ ، پادساعتگرد

(۲) $0/6$ ، پادساعتگرد

(۳) $0/6$ ، ساعتگرد

(۴) $1/2$ ، ساعتگرد

۲۳۱- در شکل زیر، نتیجه اندازه‌گیری با چند رقم بامعنا گزارش می‌شود و خطای وسیله اندازه‌گیری بر حسب میلی‌متر، چه قدر است؟



(۱) $\pm 0/1, 2$

(۲) $\pm 0/5, 2$

(۳) $\pm 0/1, 3$

(۴) $\pm 0/5, 3$

۲۳۲- 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.

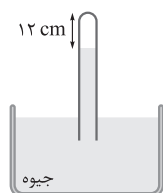
(۴) ب و پ

(۳) الف و ب

(۲) پ

(۱) الف

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



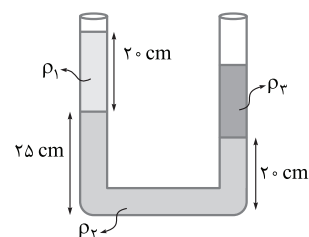
(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۶

(۴) ۷

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



(۱) ۵۶

(۲) ۴۸

(۳) ۴۲

(۴) ۳۵

۲۳۵- در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، طول دو میلهٔ آلومینیومی و فولادی با هم برابر و هر کدام ۴ متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها $2/3$ میلی‌متر شود؟ ($\alpha_{\text{آلومینیوم}} = 23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ و $\alpha_{\text{فولاد}} = 11/5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)

(۴) ۱۰۰

(۳) ۵۰

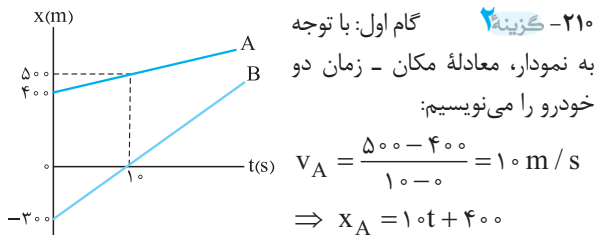
(۲) ۲۵

(۱) ۱۵

$$\xrightarrow{(2)-(1)} (\vec{v}_3 - \vec{v}_1) - (\vec{v}_2 - \vec{v}_1) = \vec{v}_3 - \vec{v}_2$$

$$= 10\vec{i} - (-20\vec{i}) = 30\vec{i}$$

$$\vec{a}_{av(10,15)} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_2}{t_3 - t_2} = \frac{30\vec{i}}{15 - 10} = 6\vec{i}$$



$$v_B = \frac{0 - (-300)}{10 - 0} = 30 \text{ m/s} \Rightarrow x_B = 30t - 300$$

گام دوم: با توجه به شکل ابتدا متحرک A در لحظه t_1 ، 600 m جلوتر از متحرک B قرار می‌گیرد و سپس متحرک B در لحظه t_2 ، 600 m جلوتر از A خواهد بود؛ با این حساب $\frac{t_2}{t_1}$ برابر است با:

$$(1): x_A - x_B = 10t_1 + 400 - (30t_1 - 300) = 600$$

$$\Rightarrow -20t_1 + 700 = 600 \Rightarrow 20t_1 = 100 \Rightarrow t_1 = 5 \text{ s}$$

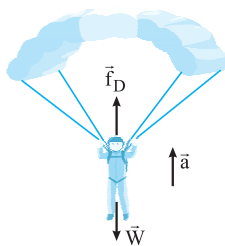
$$(2): x_B - x_A = 30t_2 - 300 - (10t_2 + 400) = 600$$

$$\Rightarrow 20t_2 - 700 = 600 \Rightarrow 20t_2 = 1300 \Rightarrow t_2 = \frac{130}{2} \text{ s}$$

$$\Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{2}{5} = \frac{130}{10} = 13$$

گام سوم: نسبت خواسته شده برابر است با: ۱۳

۲۱۱- گزینه ۲ وقتی چتر باز، چترش را باز می‌کند، اندازه نیروی مقاومت هوا بیشتر از نیروی وزن می‌شود؛ به خاطر همین نیروی خالص به سمت بالا می‌شود. در این حالت، جهت سرعت به سمت پایین و جهت شتاب به سمت بالا خواهد بود؛ بنابراین حرکت کندشونده خواهد بود؛ در نتیجه تندی کاهش می‌یابد. از آنجا که قبل از باز کردن چتر، شتاب حدود g بوده است؛ با باز شدن چتر، اندازه شتاب هم کمتر می‌شود؛ به گونه‌ای که وقتی چتر باز به تندی حدی خود می‌رسد، شتاب آن صفر می‌شود و با تندی ثابت به حرکتش ادامه می‌دهد.



۲۱۲- گزینه ۳ گام اول: ابتدا باید نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنیم. از آنجایی که جسم ساکن است، نیروی اصطکاک وارد بر آن از نوع ایستایی است. همچنین چون $F_f > mg$ است، $\vec{f}_s$ باید به سمت پایین باشد.

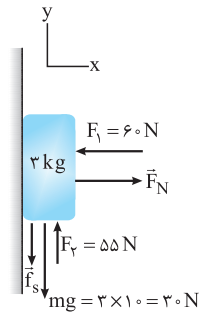
گام دوم: در شکل مقابل، با توجه به ساکن بودن جسم داریم:

$$x \text{ راستای محور } x: F_N = F_f$$

$$\Rightarrow F_N = 60 \text{ N}$$

$$y \text{ راستای محور } y: F_f = mg + f_s$$

$$\Rightarrow 55 = 30 + f_s \Rightarrow f_s = 25 \text{ N}$$



فیزیک

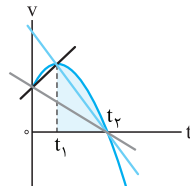
۲۰۶- گزینه ۲ برای حل این تست، کافی است رابطه $PV = nRT$ را بلد باشید:

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{1 \times 8 \times (27 + 273)}{8 \times 10^{-3}} = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

۲۰۷- گزینه ۱ با توجه به نمودار، عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

(الف) در لحظه t_1 ، علامت شتاب از مثبت به منفی تغییر می‌کند، اما علامت سرعت همچنان مثبت است. $\times$

(ب) در بازه زمانی t_1 تا t_2 نمودار بالای محور t است (v مثبت است)، بنابراین متحرک در جهت محور x حرکت کرده است. $\checkmark$



(پ) در بازه زمانی صفر تا t_1 ، تندی در حال افزایش است؛ نه کاهش! $\times$

(ت) بردار شتاب متوسط در بازه زمانی صفر تا t_2 (شیب خط گذرنده از $t=0$ و $t=t_2$) خلاف جهت محور x است، ولی بردار شتاب از صفر تا t_1 در جهت محور x و از t_1 تا t_2 در خلاف جهت محور x است! $\times$

بنابراین فقط عبارت (ب) درست است.

۲۰۸- گزینه ۱ گام اول: با توجه به برابری تندی لحظه $t = 12 \text{ s}$

با تندی متوسط در بازه $t_1 = 2 \text{ s}$ تا $t_2 = 14 \text{ s}$ مکان متحرک در $t = 14 \text{ s}$ را حساب می‌کنیم؛ برای این کار از شیب خط مماس بر نمودار در لحظه $t = 12 \text{ s}$ استفاده می‌کنیم:

$$S_{12} = S_{av(2,14)} \Rightarrow \frac{240}{12-2} = \frac{x' - 60}{14-2}$$

$$\Rightarrow 360 = x' - 60 \Rightarrow x' = 420 \text{ m}$$

گام دوم: حالا نسبت سرعت متوسط ۲ ثانیه اول ($v_{av(0,2)}$) به سرعت متوسط ۲ ثانیه هفتم ($v_{av(12,14)}$) را به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_{av(0,2)}}{v_{av(12,14)}} = \frac{\frac{60-0}{2}}{\frac{420-240}{2}} = \frac{60}{180} = \frac{1}{3}$$

۲۰۹- گزینه ۳ گام اول: به کمک رابطه شتاب متوسط، بردار تغییر سرعت در بازه t_1 تا t_2 و t_1 تا t_3 را به دست می‌آوریم:

$$\vec{a}_{av(0,10)} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow -2\vec{i} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{10 - 0}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -20\vec{i} \quad (1)$$

$$\vec{a}_{av(0,15)} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_1}{t_3 - t_1} \Rightarrow \frac{2}{3}\vec{i} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_1}{15 - 0}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_3 - \vec{v}_1 = 10\vec{i} \quad (2)$$

گام دوم: حالا با کم کردن رابطه (۱) از (۲)، بردار تغییر سرعت در بازه t_1 تا t_3 و بردار شتاب متوسط در این بازه را حساب می‌کنیم:

البته برای تعیین مکان متحرک در لحظه $t = \frac{3}{16} s$ از معادله مکان - زمان هم می‌توانیم استفاده کنیم.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{4}} = 4\pi \text{ rad/s}$$

$$x = A \cos(\omega t) \rightarrow x = A \cos(4\pi t)$$

$$\xrightarrow{t = \frac{3}{16} s} x = A \cos(4\pi \times \frac{3}{16}) = A \cos(\frac{3\pi}{4})$$

$$= A \times (-\frac{\sqrt{2}}{2}) = -\frac{\sqrt{2}}{2} A$$

گام سوم: حالا به سراغ محاسبه نسبت انرژی خواسته شده می‌رویم. در این جا باید از نکته‌ای استفاده کنیم که در پاورقی کتاب درسی اشاره شده که نباید در کنکور از آن سوالی مطرح شود، اما متأسفانه همان‌طور که می‌بینید، این موضوع رعایت نشده است. نکته این است که انرژی پتانسیل نوسانگر در مکان x با x^2 متناسب است. در واقع به زبان ریاضی:

$$\frac{U}{E} = (\frac{x}{A})^2 \Rightarrow \frac{U}{E} = (\frac{-\frac{\sqrt{2}}{2} A}{A})^2 = \frac{1}{2}$$

در واقع نیمی از انرژی مکانیکی نوسانگر به صورت پتانسیل و بقیه آن به صورت جنبشی است.

$$\frac{U}{E} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{2}$$

۲۱۵- گزینه ۳ گام اول: با توجه به تصویر لحظه‌ای داده شده و عدد 5 cm روی محور x داریم: $\lambda = 10 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 5 \text{ cm}$

بنابراین دوره نوسان تک‌تک ذرات ریسمان برابر است با:

$$\lambda = vT \Rightarrow 10 = 2 \times T \Rightarrow T = \frac{1}{2} s$$

گام دوم: حالا حرکت ذره M از ریسمان را بررسی می‌کنیم. در لحظه t_1 این ذره در مکان $y_1 = 3 \text{ cm}$ قرار دارد و در حال حرکت به سمت بالاست. $\frac{1}{4} s = \frac{T}{4}$ بعد از این لحظه، ذره با طی مسیر مقابل به مکان $y_2 = -3 \text{ cm}$ می‌رسد. چرا؟ به طور کلی این نکته را بلد باشید که اگر نوسانگر در نقطه‌ای در مکان باشد، بعد از نصف دوره به مکان (می‌رسد).

گام سوم: پس سرعت متوسط ذره M در این بازه زمانی برابر است با:

$$v_{av} = \frac{y_2 - y_1}{\Delta t} = \frac{(-3) - (3)}{\frac{1}{4}} = -24 \text{ cm/s}$$

$$\Rightarrow |v_{av}| = 24 \text{ cm/s}$$

۲۱۶- گزینه ۱ گام اول: ابتدا نسبت شدت صوت دریافتی دو ناظر A و B را تعیین می‌کنیم:

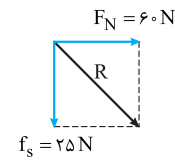
$$\frac{I_A}{I_B} = (\frac{r_B}{r_A})^2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = (\frac{2r}{r})^2 = 4$$

گام دوم: حالا می‌توانیم β را محاسبه کنیم:

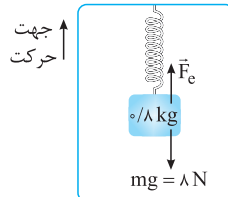
$$\beta_A - \beta_B = 10 \log(\frac{I_A}{I_B}) \Rightarrow \beta - \frac{5}{6}\beta = 10 \log(4)$$

$$\Rightarrow \beta = 60 \log(4) = 120 \log(2) = 120 \times 0.3 = 36 \text{ dB}$$

گام سوم: سطح به جسم دو نیروی عمودی سطح $(\vec{F}_N)$ و اصطکاک ایستایی $(\vec{f}_s)$ را وارد می‌کند، که اندازه برابر آن‌ها (R) برابر است با:



$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{60^2 + 25^2} = 5 \times \sqrt{12^2 + 5^2} = 5 \times 13 = 65 \text{ N}$$



۲۱۳- گزینه ۲ به جسم متصل به فنر، دو نیروی وزن و کشسانی فنر وارد می‌شود. با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_e - mg = ma$$

$$\text{در رابطه بالا باید به جای } a, -2 \text{ m/s}^2 \text{ قرار دهیم. زیرا حرکت جسم کندشونده است. در نتیجه:}$$

$$F_e - mg = ma \Rightarrow kx - mg = ma$$

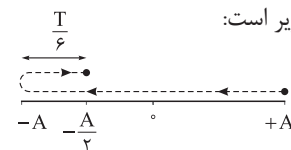
$$\Rightarrow 2x - 8 = 8 \times (-2) \Rightarrow 2x - 8 = -16$$

$$\Rightarrow x = 3/2 \text{ cm}$$

پس طول فنر $3/2 \text{ cm}$ افزایش یافته و به $23/2 \text{ cm}$ رسیده است.

هواستون باشد! تو رابطه $kx = F_e$ ، واحد k رو $\frac{N}{cm}$ ، واحد F_e رو N و واحد x رو cm در نظر گرفتیم که با هم سازگار هم هستن.

۲۱۴- گزینه ۲ گام اول: با توجه به نمودار مکان - زمان داده شده، $\frac{1}{3} s$ طول کشیده تا نوسانگر از مکان $x_1 = 4 \text{ cm} = A$ مرتبه از مکان $x_2 = -2 \text{ cm} = -\frac{A}{2}$ عبور کند. بنابراین مسیر حرکت نوسانگر در این بازه زمانی به شکل زیر است:



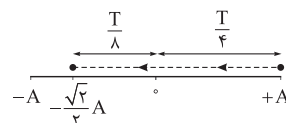
می‌دانیم مدت زمان لازم برای طی مسیر بالا برابر $\frac{T}{3} + \frac{T}{6} = \frac{2T}{3}$ است $(\frac{T}{3}$ برای طی A تا $-A$ و $\frac{T}{6}$ برای رسیدن به $-\frac{A}{2}$ از $-A$). بنابراین داریم:

$$\frac{2T}{3} = \frac{1}{3} \Rightarrow T = \frac{1}{2} s$$

گام دوم: حالا موقعیت نوسانگر را در لحظه $t = \frac{3}{16} s$ تعیین می‌کنیم. برای این کار ابتدا مشخص می‌کنیم که $t = \frac{3}{16} s$ چه کسری از دوره $(T = \frac{1}{2} s)$ است:

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{3}{16}}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{8} \Rightarrow t = \frac{3}{8} T$$

در این لحظه متحرک در مکان $x = -\frac{\sqrt{2}}{2} A$ قرار دارد. شکل زیر را ببینید:





حالا باید ببینیم اختلاف کدام دو تراز برابر $2/55 \text{ eV}$ است با کمی دقت متوجه می شویم که $E_F - E_P$ برابر این مقدار است:

$$E_F - E_P = -0/85 - (-3/4) = 2/55 \text{ eV}$$

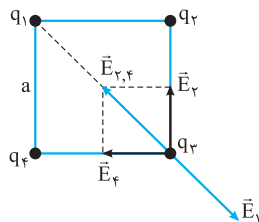
بنابراین الکترون از مدار $n = 4$ به مدار $n' = 2$ منتقل شده است.

گام دوم: حالا می توانیم به کمک رابطه $r_n = a_0 n^2$ به جواب برسیم:

$$r - r' = a_0 n^2 - a_0 n'^2 = a_0 (n^2 - n'^2)$$

$$= a_0 (4^2 - 2^2) = 12a_0$$

گزینه ۲۲۱- گام اول: طبق رابطه $F = E|q|$ ، صفربودن نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_3 به معنای صفربودن میدان الکتریکی خالص در محل بار q_3 است. حالا اگر ضلع مربع را a فرض کنیم، قطر مربع برابر $a\sqrt{2}$ خواهد بود.



$$E_1 = \frac{k|q_1|}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{k|q_1|}{2a^2}$$

بنابراین داریم:

$$E_2 = E_4 = \frac{k|q_2|}{a^2}$$

$\vec{E}_2$ و $\vec{E}_4$ علاوه بر این که هم انداز دارند، بر هم عمود هستند پس، برآیند آنها (یعنی $E_{2,4}$) برابر $E_2\sqrt{2}$ است:

$$E_{2,4} = E_2\sqrt{2} = \frac{k|q_2|}{a^2}\sqrt{2}$$

گام دوم: $\vec{E}_1$ ، $\vec{E}_{2,4}$ را خنثی می کند. یعنی:

$$E_1 = E_{2,4} \Rightarrow \frac{k|q_1|}{2a^2} = \frac{k|q_2|}{a^2}\sqrt{2}$$

$$\Rightarrow |q_2| = \frac{|q_1|}{2\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{4}|q_1|$$

گام سوم: اگر یک بار دیگر به شکل نگاه کنید، متوجه می شوید که q_2 و q_4 با q_1 ناهم نام اند:

$$q_4 = q_2 = \frac{-\sqrt{2}}{4}q_1$$

گزینه ۲۲۲- اصل پایستگی بارهای الکتریکی می گوید: مجموع بارهای دو ذره قبل و بعد از انتقال الکترون ها بین دو ذره، یکسان است. یعنی:

$$q_A + q_B = q'_A + q'_B \Rightarrow q + q = q'_A + (-2q) \Rightarrow q'_A = 4q$$

بنابراین بار الکتریکی ذره A بعد از انتقال برابر $4q$ می شود و داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{kq'_A \times |q'_B|}{r^2}}{\frac{kq_A \times q_B}{r^2}} = \frac{4q \times 2q}{q \times q} = 8$$

گام سوم: در ادامه نسبت شدت صوت دریافتی دو ناظر A و C را حساب می کنیم و بعد به سراغ محاسبه تراز شدت صوت دریافتی ناظر C می رویم:

$$\frac{I_A}{I_C} = \left(\frac{r_C}{r_A}\right)^2 = \left(\frac{4r}{r}\right)^2 = 16$$

$$\beta_A - \beta_C = 10 \log\left(\frac{I_A}{I_C}\right) \Rightarrow 36 - \beta_C = 10 \log(16)$$

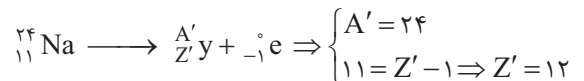
$$\Rightarrow 36 - \beta_C = 10 \log(2^4) \Rightarrow 36 - \beta_C = 12$$

$$\Rightarrow \beta_C = 24 \text{ dB}$$

گزینه ۲۱۷- می دانیم زاویه بین امتداد اولین پرتو نور بازتاب شده از آینه M_2 با پرتو فرودی به آینه M_1 از رابطه $D = 2\alpha$ (زاویه بین دو آینه) به دست می آید و به زاویه تابش بستگی ندارد.

$$D = 2\alpha = 2 \times 50 = 100^\circ$$

گزینه ۲۱۸- ذره β^- همان الکترون (${}_{-1}^0e$) است. پس داریم:



همان تعداد پروتون و A' هم مجموع تعداد پروتون و نوترون است. پس داریم:

$$A' = N' + Z' \Rightarrow 24 = N' + 12 \Rightarrow N' = 12$$

پس این هسته ۱۲ پروتون و ۱۲ نوترون دارد.

گزینه ۲۱۹- سومین خط یعنی الکترون از تراز $n = n' + 3$ به تراز n' برود و فوتون مورد نظر را تابش کند. پس داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow{\frac{1}{\lambda} = \frac{f}{c}} \frac{f}{c} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{2/5 \times 10^{14}}{3 \times 10^8} = \frac{1}{100 \times 10^{-9}} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2}\right)$$

یکای R رو به $\frac{1}{m}$ تبدیل کردیم.

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

حالا راحت ترین کار این است که گزینه ها را در رابطه بالا امتحان کنیم. خوشبختانه در اولین گزینه به جواب می رسیم:

$$\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{(6)^2} = \frac{1}{9} - \frac{1}{36} = \frac{4-1}{36} = \frac{1}{12}$$

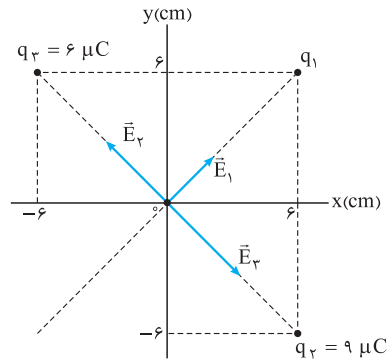
گزینه ۲۲۰- گام اول: ابتدا باید شماره مدارهای r و r' را پیدا کنیم. برای این کار انرژی چند تراز هیدروژن را حساب می کنند:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = -\frac{13/6}{(1)^2} = -13/6 \text{ eV} \\ E_2 = -\frac{13/6}{(2)^2} = -3/4 \text{ eV} \\ E_3 = -\frac{13/6}{(3)^2} = -1/51 \text{ eV} \\ E_4 = -\frac{13/6}{(4)^2} = -0/85 \text{ eV} \end{cases}$$



گزینه ۳- ۲۲۳

گام اول: فاصله هر سه بار تا مبدأ مختصات $6\sqrt{2}$ cm است. با توجه به شکل زیر برآیند $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_3$ برابر می شود:



$$E_{2,3} = E_3 - E_2 = \frac{kq_3}{r_3^2} - \frac{kq_2}{r_2^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^{-9} (9 - 6) \times 10^{-6}}{(6\sqrt{2})^2 \times 10^{-4}} = 3/75 \times 10^6 \text{ N/C}$$

گام دوم: با توجه به علامت احتمالی q_1 بردار $\vec{E}_1$ مطابق شکل بالا و یا در خلاف جهت نشان داده شده در شکل است. ولی در هر حال $\vec{E}_1$ عمود بر $\vec{E}_{2,3}$ خواهد بود و داریم:

$$E_t^2 = E_1^2 + E_{2,3}^2$$

$$\Rightarrow 6/25 \times 10^6 = \sqrt{E_1^2 + (3/75 \times 10^6)^2}$$

$$\Rightarrow E_1 = 5 \times 10^6 \text{ N/C}$$

تکنیک: عددهای $3/75$ ، 5 و $6/25$ مضارب عددهای فیثاغورسی 3 ، 4 و 5 هستند:

$$\begin{cases} E_{2,3} = 1/25 \times 3 = 3/75 \\ E_t = 1/25 \times 5 = 6/25 \end{cases} \Rightarrow E_1 = 1/25 \times 4 = 5$$

گام سوم: فقط می ماند محاسبه $|q_1|$:

$$E_1 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} \Rightarrow 5 \times 10^6 = \frac{9 \times 10^9 \times |q_1| \times 10^{-6}}{(6\sqrt{2})^2 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow |q_1| = 4 \mu\text{C}$$

گزینه ۲- ۲۲۴

گام اول: با تغییر اختلاف پتانسیل دو سر خازن، ظرفیت آن ثابت می ماند. زیرا ظرفیت به ساختمان فیزیکی خازن بستگی دارد. طبق رابطه $Q = CV$ به صورت نسبتی، داریم:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{C_2=C_1} \frac{Q_2}{Q_1} = 1 \times 0/9 = 0/9 = \frac{9}{100}$$

بنابراین بار خازن 10% درصد کاهش یافته است.

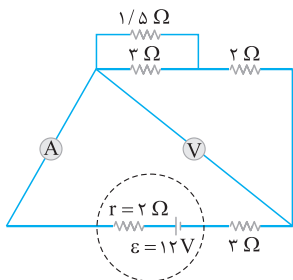
گام دوم: از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ به صورت نسبتی استفاده می کنیم تا نسبت انرژی ذخیره شده در خازن در حالت دوم به اول به دست بیاید.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \xrightarrow{\frac{C_2}{C_1}=1} \frac{U_2}{U_1} = (0/9)^2 = \frac{81}{100}$$

پس انرژی ذخیره شده در خازن 19% درصد کاهش یافته است.

گزینه ۲- ۲۲۵

گام اول: مقاومت های 4Ω و 12Ω با آمپر سنج ایده آل موازی اند پس اتصال کوتاه می شوند و شکل ساده شده مدار به صورت روبه رو خواهد شد. بنابراین با یک مدار تک حلقه روبه رو هستیم.

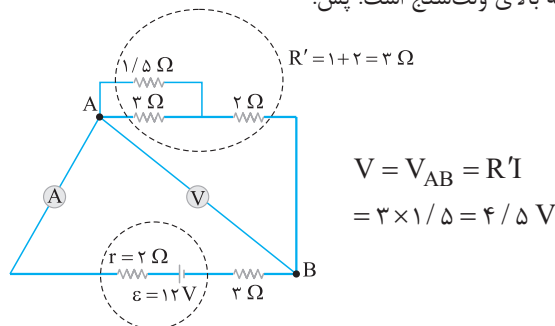


گام دوم: مقاومت معادل مدار و جریان عبوری از باتری را حساب می کنیم:

$$R_{eq} = \frac{1/5 \times 3}{1/5 + 3} + 3 + 2 = 6 \Omega$$

$$I_{\text{باتری}} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{6 + 2} = \frac{3}{2} = 1/5 \text{ A}$$

گام سوم: عدد ولت سنج برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل شاخه بالای ولت سنج است. پس:

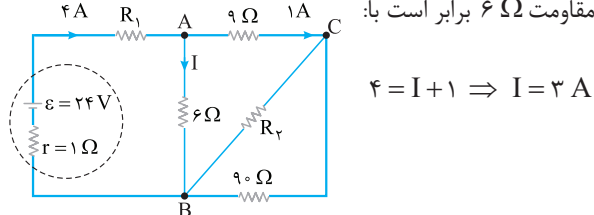


$$V = V_{AB} = R'I$$

$$= 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ V}$$

گزینه ۲- ۲۲۶

گام اول: با توجه به نقطه A، جریان عبوری از مقاومت 6Ω برابر است با:



$$4 = I + 1 \Rightarrow I = 3 \text{ A}$$

گام دوم: اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B با مجموع اختلاف پتانسیل AC و CB برابر است. پس اختلاف پتانسیل دو سر R_p برابر است با:

$$V_{AB} = V_{AC} + V_{CB} \Rightarrow 6 \times 3 = 9 \times 1 + V_{R_p}$$

$$\Rightarrow V_{R_p} = 9 \text{ V}$$

گام سوم: مقاومت 90Ω با R_p موازی است؛ بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن با V_{R_p} برابر است. پس جریان عبوری از مقاومت 90Ω و R_p برابر است با:

$$V_{90 \Omega} = V_{R_p} \Rightarrow I_{90 \Omega} = \frac{V_{90 \Omega}}{R} = \frac{9}{90} = 0/1 \text{ A}$$

$$I_{90 \Omega} + I_{R_p} = 1 \text{ A} \Rightarrow 0/1 + I_{R_p} = 1 \Rightarrow I_{R_p} = 0/9 \text{ A}$$

گام چهارم: حالا توان مصرفی R_p را از رابطه $P = VI$ به دست می آوریم:

$$P_{R_p} = V_{R_p} I_{R_p} = 9 \times 0/9 = 8/1 \text{ W}$$

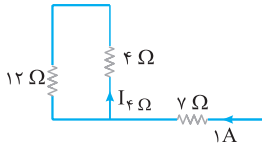


گام دوم: مقاومت معادل مدار و جریان عبوری از هر یک از مقاومت‌ها را تعیین می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{R'' \times 10}{R'' + 10} + 5 = \frac{10 \times 10}{10 + 10} + 5 = 10 \Omega$$

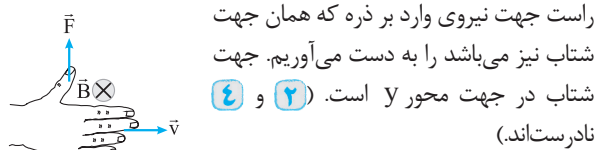
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{20}{10 + 0} = 2 \text{ A}$$

گام سوم: جریان ۲ A بین دو مقاومت $R'' = 10 \Omega$ و 10Ω تقسیم شده و از هر یک ۱ A عبور می‌کند. پس جریان عبوری از R'' که معادل 4Ω ، 7Ω و 12Ω به صورت شکل مقابل بود، برابر ۱ A است. با توجه به شکل جریان عبوری از مقاومت 4Ω برابر است با:



$$I_{4 \Omega} = \frac{12}{12 + 4} \times 1 = \frac{3}{4} \text{ A}$$

۲۲۹- گزینه ۱ گام اول: مطابق شکل زیر با استفاده از قاعده دست



راست جهت نیروی وارد بر ذره که همان جهت شتاب نیز می‌باشد را به دست می‌آوریم. جهت شتاب در جهت محور y است. (۲) و (۳) نادرست‌اند.

$$F = |q| v B \sin \theta \xrightarrow{F=ma} ma = |q| v B \sin 90^\circ$$

$$\Rightarrow 1/7 \times 10^{-27} \times a = 1/6 \times 10^{-19} \times 10^4 \times 170 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow a = 1/6 \times 10^{10} \text{ m/s}^2 \Rightarrow \vec{a} = 1/6 \times 10^{10} \vec{j}$$

۲۳۰- گزینه ۲ گام اول: نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه به صورت زیر به دست می‌آید:

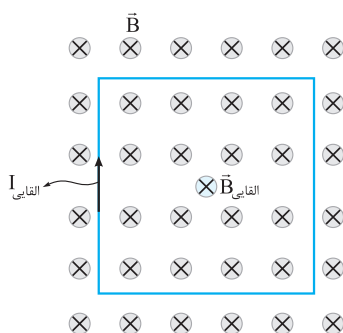
$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\frac{\Phi = AB \cos \theta}{\theta = 0^\circ, N=1} \rightarrow \bar{\varepsilon} = -1 \times \underbrace{\cos 0^\circ}_{=1} \times A \times \frac{\Delta B}{\Delta t} = -A \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

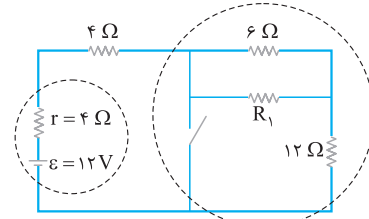
$$\frac{A = 600 \text{ cm}^2 = 600 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{\Delta B = -200 \text{ G} = -200 \times 10^{-4} \text{ T}, \Delta t = 1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}} \rightarrow$$

$$\bar{\varepsilon} = -600 \times 10^{-4} \times \frac{-200 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 1/2 \text{ V}$$

گام دوم: بزرگی میدان مغناطیسی و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال کاهش است، بنابراین میدان مغناطیسی القایی هم‌جهت با میدان مغناطیسی اصلی خواهد بود و به کمک قاعده دست راست و مطابق شکل مقابل جهت جریان القایی در حلقه ساعتگرد است.



۲۲۷- گزینه ۳ گام اول: قبل از بسته‌شدن کلید مقاومت معادل قسمت مشخص شده را R' در نظر می‌گیریم. در این صورت جریان عبوری از باتری و اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با:



$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{4 + R' + 4} = \frac{12}{R' + 8}$$

$$V = \varepsilon - rI = 12 - 4 \times \frac{12}{R' + 8}$$

گام دوم: پس از بسته‌شدن کلید مقاومت معادل R' اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌گردد. در این حالت ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{12}{4 + 4} = 1/5 \text{ A}$$

$$V' = \varepsilon - rI' = 12 - 4 \times 1/5 = 6 \text{ V}$$

گام سوم: طبق گفته طراح، $\frac{V' - V}{V} \times 100 = -40\%$ است، پس:

$$\frac{V' - V}{V} \times 100 = -40 \Rightarrow V' - V = -0.4 V$$

$$\Rightarrow V' = 0.6 V \Rightarrow 6 = 0.6(12 - 4 \times \frac{12}{R' + 8})$$

$$\Rightarrow \frac{48}{R' + 8} = 2 \Rightarrow R' = 16 \Omega$$

گام چهارم: حالا با استفاده از مقاومت معادل به دست آمده، مقاومت R را حساب می‌کنیم:

$$R' = \frac{R_1 \times 6}{R_1 + 6} + 12 \Rightarrow 16 = \frac{R_1 \times 6}{R_1 + 6} + 12$$

$$\frac{R_1 \times 6}{R_1 + 6} = 4 \Rightarrow R_1 = 12 \Omega$$

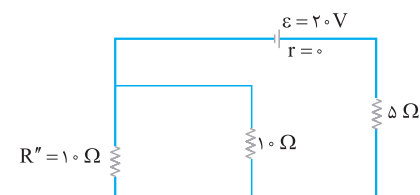
۲۲۸- گزینه ۲ گام اول: ابتدا مدار را کمی ساده می‌کنیم.

مقاومت‌های 4Ω و 12Ω با هم موازی و معادل آن‌ها با 7Ω سری است. پس:

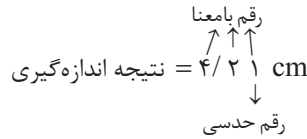
$$R' = \frac{12 \times 4}{12 + 4} = 3 \Omega$$

$$R'' = R' + 7 = 3 + 7 = 10 \Omega$$

شکل ساده‌شده مدار به صورت زیر است:



۲۳۱- گزینه ۱ گام اول: نتیجه اندازه گیری جسم به صورت زیر گزارش می شود به طوری که رقم یک، رقم حدسی و جزء رقم های بامعنا است. بنابراین گزارش نتیجه اندازه گیری شامل ۳ رقم بامعنا است.



گام دوم: خطای این خط کش مدرج به صورت زیر به دست می آید:
دقت اندازه گیری = ۱ mm

$$\Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = \pm \frac{1}{4} \\ = \pm \frac{1}{4} (1 \text{ mm}) = \pm 0.25 \text{ mm}$$

۲۳۲- گزینه ۱ مورد (الف) الزاماً درست است. طبق قضیه کار-انرژی جنبشی، کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است. بنابراین:

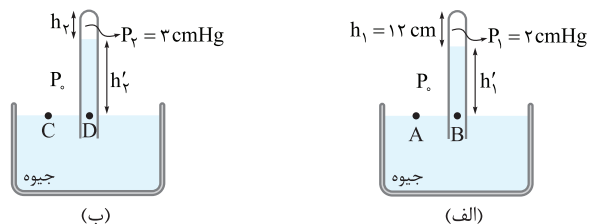
$$W_T = \Delta K \xrightarrow{v_1=v_2, K_1=K_2} W_T = 0$$

علت نادرستی موارد (ب) و (پ) را بررسی می کنیم.
(ب) فرض کنید جسمی را از سطح زمین با تندی ثابت به ارتفاع h می بریم. بنابراین انرژی جنبشی جسم ($K = \frac{1}{2} m v^2$) ثابت و با افزایش ارتفاع h ، انرژی پتانسیل گرانشی جسم ($U = mgh$) افزایش می یابد. در نتیجه انرژی مکانیکی جسم طبق رابطه $E = U + K$ افزایش می یابد.

(پ) طبق توضیحات مورد (الف) فقط می توانیم بگوییم که کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر صفر است و نمی توان گفت که الزاماً نیروی خالص وارد بر جسم برابر صفر است؛ مانند حالتی که نیروی خالص وارد بر جسم عمود بر جابه جایی جسم باشد.

برای مثال فرض کنید بار الکتریکی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت روی یک مسیر دایره ای در حال چرخش است. چون نیروی مغناطیسی همواره عمود بر بردار سرعت و جابه جایی است، کاری روی بار الکتریکی انجام نمی دهد و تندی بار ثابت می ماند در صورتی که نیروی خالص وارد بر بار صفر نیست.

۲۳۳- گزینه ۲ گام اول: به کمک قانون گازهای آرمانی و مطابق شکل های زیر، ارتفاع ستون گاز محبوس درون لوله در حالت دوم را به دست می آوریم:



$$PV = nRT \xrightarrow{T, n \text{ ثابت}, V = Ah} P_1 h_1 = P_2 h_2 \\ \Rightarrow 2 \times 12 = 3 \times h_2 \Rightarrow h_2 = 8 \text{ cm}$$

گام دوم: مطابق شکل (الف) و با استفاده از اصل هم فشاری نقاط هم تراز در یک مایع ساکن، طولی از لوله که بالاتر از سطح جیوه درون ظرف قرار دارد را به دست می آوریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 (\text{cm Hg}) = P_1 (\text{cm Hg}) + P' (\text{cm Hg}) \\ \Rightarrow 76 = 2 + P' \Rightarrow P' = 74 \text{ cm Hg} \Rightarrow h'_1 = 74 \text{ cm}$$

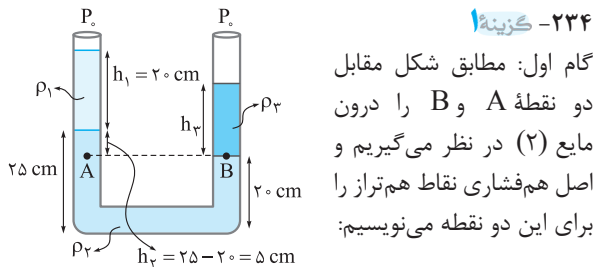
بنابراین در حالت اول لوله به اندازه $74 + 12 = 86 \text{ cm}$ بالاتر از سطح جیوه درون ظرف قرار دارد.

گام سوم: با توجه به شکل (ب)، گام دوم را برای حالت دوم می نویسیم:

$$P_C = P_D \Rightarrow P_0 (\text{cm Hg}) = P_2 (\text{cm Hg}) + P' (\text{cm Hg}) \\ \Rightarrow 76 = 3 + P' \Rightarrow P' = 73 \text{ cm Hg} \Rightarrow h'_2 = 73 \text{ cm}$$

در حالت دوم، لوله به اندازه $73 + 8 = 81 \text{ cm}$ بالاتر از سطح جیوه درون ظرف قرار دارد.

با مقایسه نتایج به دست آمده از گام های دوم و سوم می توان گفت در حالت دوم لوله $81 - 86 = 5 \text{ cm}$ بیشتر در جیوه فرو رفته است.



$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_3 = P_0 + \rho_2 g h_2 \\ \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_2 h_3 \Rightarrow 0.8 \times 20 + 2 / 4 \times 5 = \rho_2 h_2 \\ \Rightarrow \rho_2 h_2 = 16 + 12 = 28 \text{ g/cm}^2$$

گام دوم: جرم مایع سوم به صورت زیر به دست می آید:

$$m_3 = \rho_2 V_3 = \rho_2 A h_3 \\ \xrightarrow{\rho_2 h_3 = 28 \text{ g/cm}^2, A = 2 \text{ cm}^2} m_3 = 28 \times 2 = 56 \text{ g}$$

۲۳۵- گزینه ۳ ضریب انبساط طولی آلومینیم بیشتر از فولاد است؛ بنابراین با افزایش دمای یکسان میله ها، طول میله آلومینیمی بیشتر از میله فولادی خواهد بود. از طرفی چون طول اولیه دو میله برابر است، برای این که اختلاف طول میله ها برابر $2/3 \text{ mm}$ شود، افزایش طول میله آلومینیومی باید $2/3 \text{ mm}$ بیشتر از افزایش طول میله فولادی باشد و داریم:

$$\Delta L_{\text{آلومینیم}} - \Delta L_{\text{فولاد}} = 2/3 \text{ mm} \xrightarrow{\Delta L = L_1 \alpha \Delta T} \\ L_1 (\text{آلومینیم}) \alpha_{\text{آلومینیم}} \Delta T - L_1 (\text{فولاد}) \alpha_{\text{فولاد}} \Delta T = 2/3 \text{ mm} \\ 4 \times 10^{-3} \times \Delta T (23 \times 10^{-6} - 11/5 \times 10^{-6}) = 2/3 \\ \Rightarrow 46 \times 10^{-3} \Delta T = 2/3 \Rightarrow \Delta T = 5^\circ \text{C}$$