ضریب انبساط طولی آلومینیم $۲/۳\times۱۰^{-۵}k^{-۱}$ است و روی یک ورقه‌ی تخت آلومینیمی، حفره‌ی دایره‌ای شکل ایجاد کرده ایم که مساحت آن در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس $۵۰\,cm^{۲}$ است. اگر دمای ورقه را به آرامی به ۸۰ درجه‌ی سلسیوس برسانیم، مساحت حفره چند سانتی‌متر مربع می‌شود؟

۱) ۴۹/۸۱۶ ۲) ۴۹/۹۰۸ ۳) ۵۰/۰۹۲ ۴) ۵۰/۱۸۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\Delta A = ۲\alpha A_{۱}\Delta T = ۲\times۲/۳\times۱۰^{-۲}\times۵۰\times۸۰ \Rightarrow \Delta A = ۰/۱۸۴\,cm^{۲} \Rightarrow A_{۲} = ۵۰ + ۰/۱۸۴$$

$$= ۵۰/۱۸۴\,cm^{۲}$$

در کدام‌یک از موارد زیر، همه‌ی کمیت‌ها فرعی هستند؟

۱) جرم، زمان، فشار

۲) چگالی، تندی، انرژی

۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم

۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

به دو جسم هم‌حجم A و B گرمای مساوی داده‌ایم. اگر گرمای ویژه‌ی A دو برابر گرمای ویژه‌ی B و هم‌چنین چگالی A دو برابر چگالی B باشد، تغییر دمای جسم A چند برابر تغییر دمای جسم B است؟

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

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$Q_A = Q_B \Rightarrow (mC\Delta T)_A = (mC\Delta T)_B \Rightarrow (\rho C\Delta T)_A = (\rho C\Delta T)_B \Rightarrow ۲\rho_B \times ۲C_B\Delta T_A$$

$$= \rho_B C_B \Delta T_B \Rightarrow \Delta T_A = \frac{۱}{۴}\Delta T_B$$

در ظرفی یک قطعه یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وجود دارد. اگر ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه‌ی سلسیوس در ظرف وارد کنیم و فقط بین آب و یخ تبادل گرما صورت گیرد، پس از برقراری تعادل گرمایی، $\frac{۱}{۳}$ جرم قطعه یخ در ظرف باقی می‌ماند، جرم اولیه‌ی قطعه یخ چند گرم بوده است؟ ($L_f = ۳۳۶۰۰۰ \frac{J}{kg}$ و $C_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.K}$)

۱) ۲۰۰ ۲) $\frac{۸۰۰}{۳}$ ۳) ۳۰۰ ۴) ۶۰۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هر مقدار آب ۸۰ درجه سلسیوس، معادلش یخ صفر درجه سلسیوس را ذوب می‌کند پس ۸۰۰ گرم آب ۲۰ درجه سلسیوس معادل ۲۰۰ گرم آب ۸۰ درجه سلسیوس است که ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه سلسیوس را ذوب می‌کند که معادل $\frac{۲}{۳}$ جرم قطعه یخ می‌باشد. پس جرم قطعه یخ برابر $\frac{۲}{۳}m_i = ۲۰۰ \Rightarrow m_i = ۳۰۰g$ است.

در شکل زیر، آب به صورت پیوسته در لوله جاری است. اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک باشد، تندی حرکت آب در نقطه‌ی A چند برابر سرعت در نقطه‌ی B است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) ۲

۴) ۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. حاصل‌ضرب AV مقدار ثابتی است بنابراین چون سطح مقطع A، ۴ برابر B است پس سرعت آب در لوله A، $\frac{۱}{۴}$ لوله B است.

سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه‌ی آن $۰/۰۴T$ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $۰/۰۱s$ تغییر می‌کند و به $۰/۰۴T$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر مساحت هر حلقه‌ی پیچه $۵۰cm^{۲}$ باشد، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه، چند ولت است؟

۱) صفر ۲) ۰/۴ ۳) ۴ ۴) ۴۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\frac{A\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۱۰۰۰ \times \frac{۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times (۲ \times ۰/۰۴)}{۰/۰۱} = ۴۰V$$

سیم‌لوله‌ای به طول ۶۰ سانتی‌متر، دارای ۲۰۰ حلقه است و از آن جریان $5A$ عبور می‌کند. میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله چند تسلا است؟ $\left(\mu_{\circ} = 12\times10^{-7}\frac{T.m}{A}\right)$

۱) 2×10^{-1} ۲) 2×10^{3} ۳) $1/2\times10^{-1}$ ۴) $1/2\times10^{-3}$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$B = \mu nI = 12\times10^{-7}\times\frac{200}{0/6}\times5 = 2\times10^{-3}T$$

بار الکتریکی q با سرعت $\vec{V}$ وارد یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت که اندازه آن B است می‌شود و از طرف میدان نیروی $\vec{F}$ بر آن وارد می‌شود، کدام‌یک از موارد زیر درباره‌ی بردارهای $\vec{F}$، $\vec{V}$ و $\vec{B}$، صحیح است؟

۱) $\vec{V}$ همواره بر دو بردار $\vec{B}$ و $\vec{F}$ عمود است.

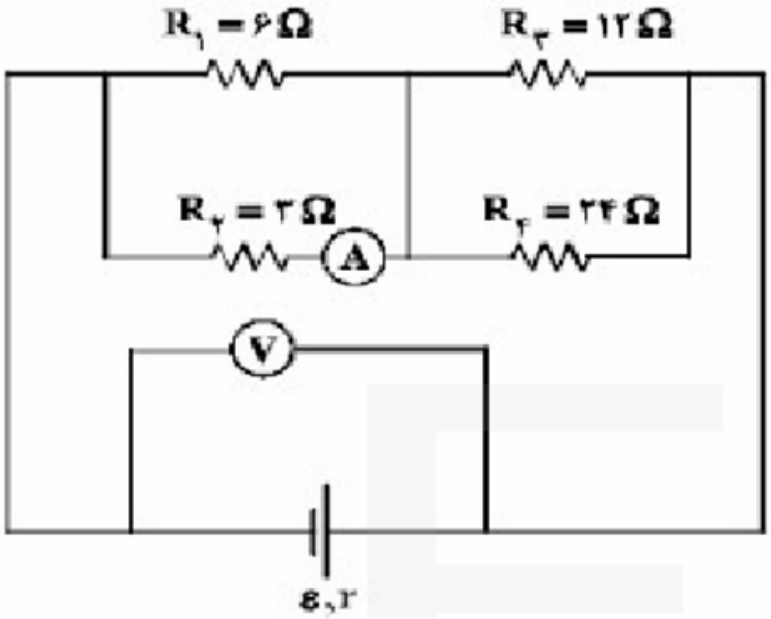
۲) $\vec{B}$ همواره بر دو بردار $\vec{V}$ و $\vec{F}$ عمود است.

۳) $\vec{F}$ همواره بر دو بردار $\vec{V}$ و $\vec{B}$ عمود است.

۴) $\vec{F}$، $\vec{V}$ و $\vec{B}$ همواره دو به دو بر یک‌دیگر عمودند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار همیشه بر بردار سرعت و میدان مغناطیسی عمود است.

در مدار زیر، اگر به جای مقاومت ۳ اهمی، مقاومت ۶ اهمی قرار دهیم، اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، به‌ترتیب چه تغییری می‌کنند؟



۱) افزایش - کاهش

۲) کاهش - افزایش

۳) کاهش - کاهش

۴) افزایش - افزایش

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هرگام مقاومتی در یک مجموعه مدار افزایش یابد، مقاومت کل افزایش می‌یابد و جریان کل مدار کم می‌شود. پس ولتاژ دو سر باتری طبق رابطه $V = \uparrow = \varepsilon - I\downarrow R$ افزایش می‌یابد. جریان عبوری از مقاومت ۳ اهمی دو برابر جریان عبوری از مقاومت ۶ اهمی است. اگر جریان کل مدار I باشد، جریان عبوری از مقاومت ۳ اهمی $\frac{۲}{۳}I$ است. وقتی به جای مقاومت ۳ اهمی، مقاومت ۶ اهمی می‌گذاریم، جریان عبوری از آن نصف جریان کل مدار است که اگر فرض کنیم همان قبلی باشد (هر چند کاهش یافته) در این صورت برابر $\frac{I}{۲}$ است که کم‌تر از حالت اول است.

بار خازنی به ظرفیت $۵\mu F$، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد و در اثر آن، $۹۰\mu F$ به انرژی ذخیره شده در خازن افزوده می‌شود. ولتاژ اولیه‌ی دو سر خازن چند ولت بوده است؟

۱) ۸ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در فرمول انرژی کل ذخیره شده در خازن $\left(U=\frac{q^{۲}}{۲C}\right)$ هرگاه بار برحسب میکروکولن و ظرفیت خازن برحسب میکروفاراد باشد، انرژی برحسب میکروژول به دست می‌آید.

$$U_۱=\frac{q^{۲}}{۲C}\Rightarrow \Delta U=U_۲-U_۱\Rightarrow ۹۰=\frac{\left(q+\frac{۱}{۴}q\right)^{۲}}{۲\times ۵}-\frac{q^{۲}}{۲\times ۵}\Rightarrow ۹۰۰=\frac{۲۵}{۱۶}q^{۲}-q^{۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۹}{۱۶}q^{۲}=۹۰۰\Rightarrow q=۴۰\mu C$$

$$V=\frac{q}{C}=\frac{۴۰}{۵}=۸V$$

در یک میدان الکتریکی یکنواخت، به بار الکتریکی $q = ۲\mu C$ نیروی الکتریکی $\vec{F} = ۱۰/۸N\vec{i} - ۱۴/۴N\vec{j}$ وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن است؟

۱) ۳۶×۱۰^{۶} ۲) ۱۸×۱۰^{۶} ۳) ۹×۱۰^{۶} ۴) $۴/۵ \times ۱۰^{۶}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا اندازه نیرو را به دست می‌آوریم و به بار تقسیم می‌کنیم تا میدان الکتریکی به دست آید $\left(E = \frac{F}{q}\right)$:

$$F = \sqrt{۱۰/۸^{۲} + ۱۴/۴^{۲}} = \sqrt{(۳ \times ۳/۶)^{۲} + (۴ \times ۳/۶)^{۲}} = ۳/۶ \times ۵ = ۱۸N \Rightarrow E = \frac{۱۸}{۲ \times ۱۰^{-۶}}$$

$$= ۹ \times ۱۰^{۶} \frac{N}{C}$$

در هسته‌ی اتم یک عنصر، اگر نیروی ربایشی هسته‌ای بین دو پروتون مجاور F و بین دو نوترون مجاور برابر F' و بین یک پروتون و یک نوترون مجاور برابر F" باشد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

۱) F = F' = F" ۲) F" > F' > F ۳) F'> F" > F ۴) F > F' > F"

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروی قوی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) در فاصله یکسان برابر است.

در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟

$R = ۰/۰۱ (nm)^{-۱}$

۱) ۱۰۰ و بالمر ۲) ۱۰۰ و لیمان ۳) $\frac{۴۰۰}{۳}$ و بالمر ۴) $\frac{۴۰۰}{۳}$ و لیمان

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کوتاه‌ترین طول موج گسیلی متناظر است با بیش‌ترین انرژی طیف اتم هیدروژن که مربوط به رشته لیمان $n = ۱ , n' = \infty$ است:

$$n = ۱ , n' = \infty \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱ \left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}} \right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = ۰/۰۱ \left(\frac{۱}{۱^{۲}} - \frac{۱}{\infty^{۲}} \right)$$

$$\Rightarrow \lambda_{min} = ۱۰۰ nm$$

کدام‌یک از موارد زیر، با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند؟

۱) مکانیت نیوتونی و پدیده‌ی فوتوالکتریک
۲) پدیده‌ی فوتوالکتریک و طیف خطی
۳) لیزر و نظریه‌ی الکترومغناطیسی ماکسول
۴) نظریه‌ی الکترومغناطیسی ماکسول و طیف خطی

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

شخصی بین دو صخره‌ی قائم و موازی ایستاده است وفاصله‌اش از صخره‌ی نزدیک‌تر ۵۱۰ متر است. اگر این شخص فریاد بزند، اولین پژواک صدای خود را ۳ ثانیه‌ی بعد می‌شنود و پژواک دوم را یک ثانیه پس از آن می‌شنود. فاصله‌ی بین در صخره چند متر است؟

۱) ۱۳۶۰ ۲) ۱۱۹۰ ۳) ۱۰۲۰ ۴) ۸۵۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل، ابتدا سرعت صوت را پیدا می‌کنیم و با کمک آن فاصله شخص تا دیوار دور را می‌یابیم:

$$\begin{cases} \Delta x_1 = v\Delta t \Rightarrow ۵۱۰ = v \times ۱/۵ \Rightarrow v = ۳۴۰ \dfrac{m}{s} \\ \Delta x_2 = ۳۴۰ \times ۲ = ۶۸۰ m \end{cases} \Rightarrow \Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = ۵۱۰ + ۶۸۰ = ۱۱۹۰ m$$

یک موج عرضی در طنابی در حال انتشار است. کدام کمیت در یک بازه‌ی زمانی معین برای تمام ذرات طناب یکسان است؟

۱) مسافت ۲) جابه‌جایی ۳) شتاب متوسط ۴) بسامد زاویه‌ای

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد زاویه‌ای ذرات در طول زمان ثابت می‌باشد.

نوسانگر ساده‌ای روی پاره‌خطی به طول ۴ سانتی‌متر نوسان می‌کند و در هر ثانیه یک بار طول این پاره‌خط را طی می‌کند. بیشینه‌ی سرعت این نوسان‌گر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) $۰/۰۲\pi$ ۲) $۰/۰۴\pi$ ۳) ۲π ۴) ۴π

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون طول‌پاره خط را در یک ثانیه طی می‌کند که برابر نصف دوره است، پس دوره تناوب برابر ۲ ثانیه می‌شود.

$$V_m = A\omega^{۲}$$

$$A = ۲cm\ ,\ T = ۲s \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۲} = \pi\frac{rad}{s} \Rightarrow V_m = ۲\pi\frac{cm}{s}$$

نیروی $\vec{F} = (۳۰\,N)\vec{i} + (۴۰\,N)\vec{j}$ به جسمی به جرم ۵kg وارد می‌شود و آن‌را روی سطح افقی به اندازه‌ی $\overrightarrow{\Delta x} = (۶\,m)\vec{i}$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۲۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق تعریف کار: حاصل‌ضرب نیرو در راستای جابه‌جائی

$$W = F_x d_x = ۳۰ \times ۶ = ۱۸۰\,J$$

یک پمپ آب در هر ساعت ۲۵۲ تن آب را تا ارتفاع ۱۲ متر بالا می‌کشد. اگر بازده پمپ ۸۰ درصد باشد، توان پمپ چند کیلووات است؟ $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

۱) ۷/۵ ۲) ۸ ۳) ۸/۴ ۴) ۱۰/۵

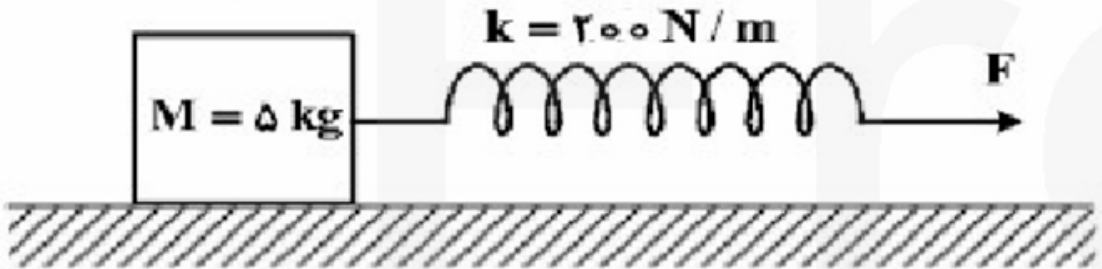
گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$Ra = \frac{P'}{P} \Rightarrow P = \frac{P'}{Ra}$$

$$P' = \frac{mgh}{\Delta t} = \frac{۲۵۲ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times ۱۲}{۳۶۰۰} \Rightarrow P = \frac{P'}{Ra} = \frac{۲۵۲ \times ۱۰^{۳} \times ۱۰ \times ۱۲}{۳۶۰۰} \div ۰/۸$$

$$= ۱۰/۵ \times ۱۰^{۳} W = ۱۰/۵ kW$$

جسمی روی یک سطح افقی تحت تأثیری نیروی افقی $\mathbf{F}$ با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر در ضمن حرکت ۵ سانتی‌متر باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$



۱) ۰/۲
۲) ۰/۲۵
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

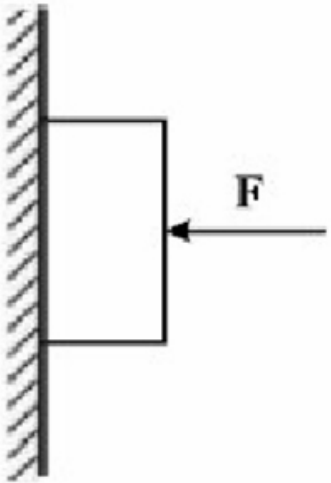
$$f_k = kx \Rightarrow \mu_k mg = kx \Rightarrow \mu_k \times ۵ \times ۱۰ = ۲۰۰ \times ۰/۰۵ \Rightarrow \mu_k = ۰/۲$$

جرم فضانوردی ۸۰kg است. اگر شتاب گرانش در سطح زمین $۹/۸\frac{m}{s^۲}$ و شعاع متوسط کره زمین ۶۴۰۰km باشد، وزن این فضانورد وقتی داخل سفینه‌ای است که در ارتفاع ۶۴۰۰ کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد، چند نیوتون است؟

۱) ۸۰۰ ۲) ۳۹۲ ۳) ۱۹۶ ۴) صفر

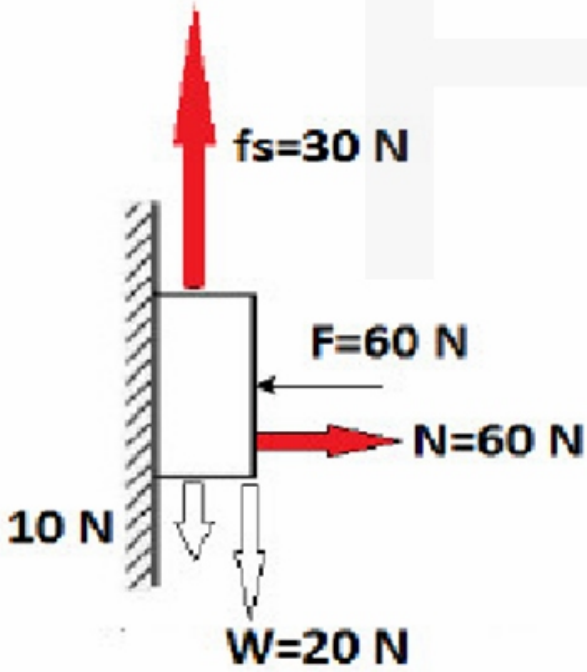
گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{W_۲}{W_۱}=\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^۲=\left(\frac{R_e}{۲R_e}\right)^۲\Rightarrow\frac{W_۲}{W۱}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow\frac{W_۲}{۹/۸\times۸۰}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow W_۲=۱۹۶N$$



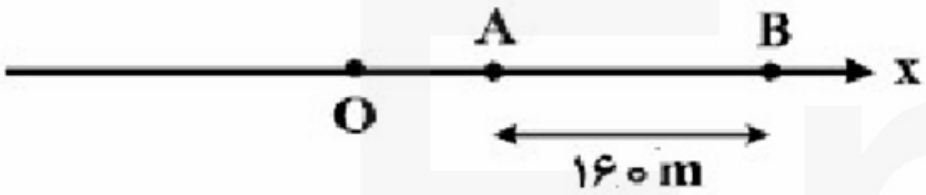
مطابق شکل زیر، جسمی به وزن $۲۰N$ توسط نیروی افقی $F = ۶۰N$ به حال سکون بر دیواره‌ی قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به‌ترتیب ۰/۶ و ۰/۳ است. در این حالت نیروی به بزرگی $۱۰N$ موازی با دیواره رو به پایین به جسم وارد می‌شود. نیرویی که جسم به دیواره وارد می‌کند، چند نیوتون می‌شود؟

۱) ۳۰
۲) ۳۶
۳) $۳۰\sqrt{۳}$
۴) $۳۰\sqrt{۵}$



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مطابق شکل چون جسم ساکن است، برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است و نیروی اصطکاک ایستایی برابر ۳۰ نیوتون و نیروی عمودی تکیه‌گاه برابر ۶۰ نیوتون است که بر هم عمودند و برآیند آن‌ها برابر $R = \sqrt{۳۰^۲ + ۶۰^۲} = ۳۰\sqrt{۵}N$ می‌شود. از طرفی دو نیروی اصطکاک ۳۰ نیوتونی و عمودی تکیه‌گاه ۶۰ نیوتونی از طرف دیوار به جسم وارد می‌شود و طبق قانون سوم نیوتون همین دو نیرو هم در خلاف جهت به دیوار وارد می‌شود که برآیند آن‌ها برابر $۳۰\sqrt{۵}N$ است.

مطابق شکل زیر، متحرکی با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ روی محور x حرکت می‌کند. اگر فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی A و B را در مدت ۸ ثانیه طی کند و در نقطه‌ی O سرعتش صفر باشد، فاصله‌ی OA چند متر است؟



۱) ۱۸
۲) ۳۶
۳) ۴۵
۴) ۷۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با کمک معادله حرکت برای مسیر AB سرعت نقطه A را پیدا می‌کنیم و بعد با کمک رابطه مستقل از زمان برای مسیر OA، فاصله OA را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_A t \Rightarrow ۱۶۰ = \frac{۱}{۲}\times ۲ \times ۸^۲ + v_A \times ۸ \Rightarrow v_A = ۱۲\frac{m}{s}$$

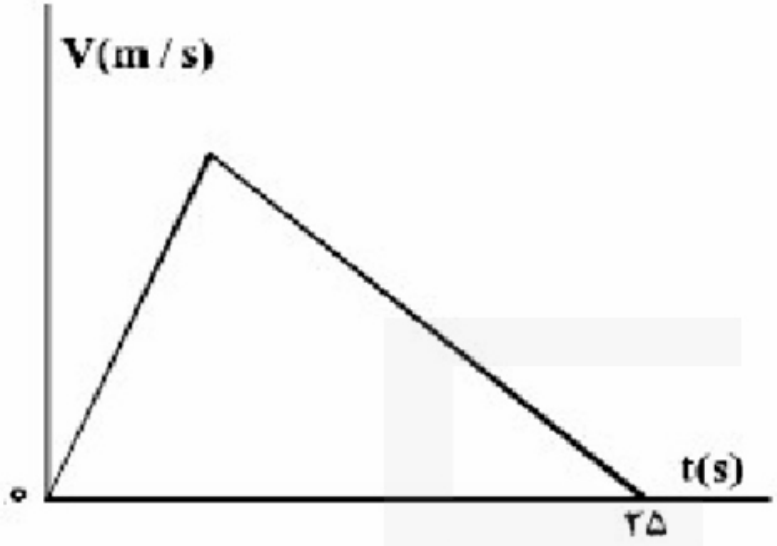
$$v_A^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۱۲^۲ = ۲ \times ۲ \times OA \Rightarrow OA = ۳۶m$$

متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و در مبدأ زمان از مکان $x_0 = -40\,m$ می‌گذرد و در لحظه‌ی $t_1 = 6\,s$ به مکان $x_1 = 100\,m$ می‌رسد و در نهایت در لحظه‌ی $t_2 = 10\,s$ از مکان $x_2 = 20\,m$ می‌گذرد. سرعت متوسط این متحرک در SI در این ۱۰ ثانیه، کدام است؟

۱) ۲۲ ۲) ۱۴ ۳) ۶ ۴) ۲

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow V_{av} = \frac{x_2 - x_0}{\Delta t} = \frac{2 - (-40)}{10} = \frac{60}{10} = 6\frac{m}{s}$$



نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیری مستقیم در حرکت است، به صورت شکل زیر است. اگر سرعت متوسط متحرک در این ۲۵ ثانیه برابر $۱۰\frac{m}{s}$ باشد، بیشینه‌ی سرعت متحرک در ضمن حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۰

۲) ۲۵

۳) ۴۰

۴) ۵۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\Delta x = S_{v-t} = \frac{V_m \times ۲۵}{۲}$$

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰ = \frac{\frac{V_m \times ۲۵}{۲}}{۲۵} \Rightarrow V_m = ۲۰\frac{m}{s}$$