

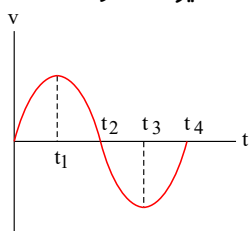
نام آزمون: فیزیک ۳ تشریحی سطح ۱

افشار

مرکز مشاوره تحصیلی دکتر

علیرضا افشار

۱- نمودار سرعت - زمان حرکت جسمی که بر روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل است.

الف) نوع حرکت در بازه ی زمانی t_2 تا t_3 چیست؟ب) در لحظه ی t_1 شتاب جسم چقدر است؟

۲- باتوجه به داده های نقشه شکل زیر:

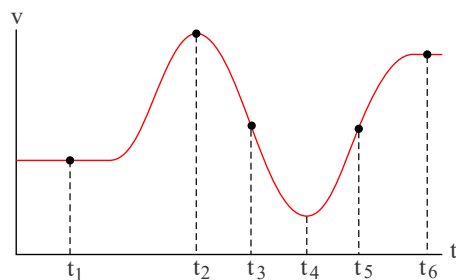
الف) تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط خودرو را پیدا کنید.

ب) مفهوم فیزیکی این دو کمیت چه تفاوتی با یکدیگر دارد؟

پ) در چه صورت تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط می توانند تقریباً با یکدیگر برابر باشند؟

۳- معادله حرکت جسمی در SI به صورت $x = t^3 - 3t^2 + 4$ است.الف) مکان متحرک را در $t = 0$ s و $t = 2$ s به دست آورید.

ب) سرعت متوسط جسم را در بازه زمانی صفر تا ۲ ثانیه پیدا کنید.

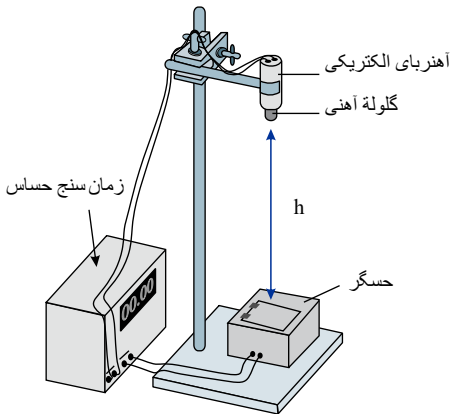
۴- شکل روبه رو نمودار سرعت - زمان دوچرخه سواری را نشان می دهد که در امتداد محور x در حرکت است. جهت شتاب دوچرخه سوار را در هریک ازلحظه های t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 و t_6 تعیین کنید.

۵- شکل مقابل اسباب انجام آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان شتاب گرانش را در محل آزمایش اندازه گرفت.

(الف) به نظر شما این وسیله آزمایش چگونه کار می‌کند؟ (ب) در یک آزمایش نوعی، داده‌های زیر به دست آمده است:

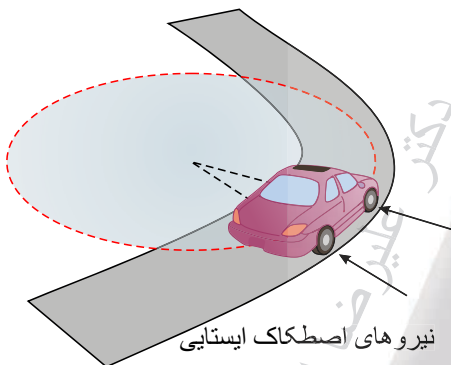
$$h = 0.27 \text{ m} \text{ و } t = 0.23 \text{ s}$$

باتوجه به این داده‌ها، اندازه شتاب گرانش در محل آزمایش چه قدر به دست می‌آید؟ (اشاره: اگر وسایل مشابهی در آزمایشگاه مدرسه دارید، شتاب گرانش محل خود را به کمک آن اندازه‌گیری کنید).



۶- در مثال قبل اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و زمین 0.60 و جسم در ابتدا ساکن باشد، حداقل نیروی افقی لازم برای به حرکت درآوردن جعبه چقدر است؟

۷- خودرویی به جرم 1500 kg را در نظر بگیرید که می‌خواهد در یک پیچ مسطح افقی به شعاع 50 m بدون آنکه بلغزد، دور بزند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک و سطح جاده 0.1 باشد، حداکثر تندی خودرو چقدر می‌تواند باشد؟ (راهنمایی: با اینکه خودرو می‌خواهد یک چهارم دایره را طی کند، می‌توانیم خودرو را به صورت یک ذره در نظر بگیریم که در یک چهارم دایره، حرکت دایره‌ای یکنواخت دارد. در راستای عمود بر سطح، نیروی وزن و نیروی عمودی سطح بر خودرو وارد می‌شود و نیروی اصطکاک ایستایی که عمود بر راستای حرکت است. مانع از لغزش خودرو شده و به طرف مرکز پیچ، بر خودرو وارد می‌شود. این نیرو شتاب مرکز گرای لازم را برای دور زدن تأمین می‌کند).



۸- هر یک از دو انتهای فنری را با نیروی 48 نیوتون و در خلاف جهت هم می‌کشیم. اگر ثابت فنر 960 N/m باشد، افزایش طول فنر چند سانتی‌متر است؟

۹- جسمی بر کف آسانسوری قرار گرفته است. تفاوت نیروی عمودی تکیه‌گاه جسم وقتی آسانسور با شتاب 1 m/s^2 به صورت تند شونده بالا می‌رود و هنگامی که با سرعت ثابت 4 m/s پایین می‌آید برابر 2 نیوتون است. جرم جسم چند کیلوگرم است؟

۱۰- نمودار نیروی فنر بر حسب تغییرات طول آن را رسم کنید و تعیین کنید که شیب آن برابر چیست؟

۱۱- وقتی یک بازیکن فوتبال، توپی را شوت می‌کند، توپ نیز معادل همان نیرو را به بازیکن وارد می‌کند، چرا بازیکن در اثر این نیرو شتاب نمی‌گیرد؟

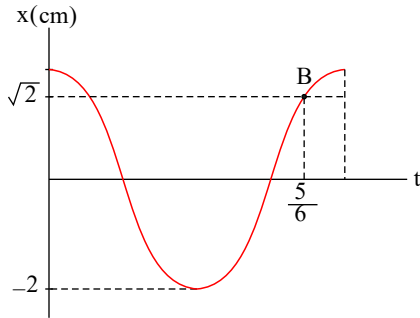
۱۲- شخصی به جرم 60 کیلوگرم درون اتاقک آسانسوری ایستاده است. در هریک از موارد زیر نیرویی که از طرف کف آسانسور به شخص وارد می‌شود، چه اندازه است؟

(الف) آسانسور با سرعت ثابت بالا می‌رود.

(ب) آسانسور شتاب رو به پایین $2 \text{ متر بر مجذور ثانیه}$ دارد.

۱۳- یک وزنه 2 کیلوگرمی با اتصال به یک فنر با ثابت فنر 100 N/m با انرژی 2 ژول نوسان می‌کند. اگر همان وزنه را به فنر دیگری بسته و با بسامد 300 هرتز و همان دامنه قبل به نوسان درآوریم، انرژی نوسان آن چند ژول می‌شود؟

۱۴ - نمودار حرکت نوسانگر ساده‌ای برای نوسانگری به جرم 1 gr به شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسانگر را محاسبه نمایید.



۱۵ - معادله مکان - زمان متحرکی که بر خط راست، بر روی محور X حرکت می‌کند در SI به صورت: $X = t^2 - 5t + 6$ است.

(الف) نوع حرکت متحرک را در بازه‌های زمانی مختلف مشخص کنید.

(ب) تندی متوسط متحرک را در بازه زمانی $t_1 = 2\text{ s}$ تا $t_2 = 3\text{ s}$ بیابید.

۱۶ - جسمی به جرم 2 kg روی سطح افقی با نیروی افقی 80 نیوتون حرکت نمی‌کند.

(الف) نیروی اصطکاک جسم و سطح را در این لحظه حساب کنید.

(ب) در صورتی که نیروی افقی 100 نیوتون بر آن وارد شود با کمترین ضربه افقی با شتاب 0.5 m/s^2 به راه می‌افتد. ضریب اصطکاک جنبشی سطح افق و

جسم را حساب کنید. ($g = 10\text{ N/kg}$)

۱۷ - معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = 0.2 \cos 10\pi t$ است.

(الف) بیشینه تندی این نوسانگر چقدر است؟ ($\pi = 3$)

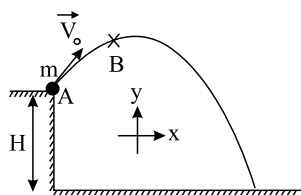
(ب) در چه زمانی پس از لحظه صفر برای نخستین بار انرژی پتانسیل نوسانگر بیشینه است؟

۱۸ - در شکل داده شده جسمی به جرم m با سرعت اولیه \vec{v} از ارتفاع H بالای سطح زمین در جهت نشان داده شده پرتاب شده است. در شرایط زیر، از

A تا B جهت تغییرات بردار تکانه جسم را مشخص کنید. (نیروی مقاومت هوا پیوسته مقداری ثابت و در خلاف جهت حرکت جسم در هر لحظه فرض می

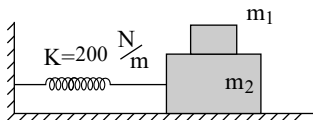
شود). (الف) مقاومت هوا ناچیز فرض شود.

(ب) مقاومت هوا داشته باشیم.



۱۹ - مطابق شکل، اجسام ساکن بوده و فنر 8 cm افزایش طول دارد. (نسبت به طول عادی آن). بین جسم m_s و سطح افقی: $\mu_k = 0.25$ است. اگر جرم

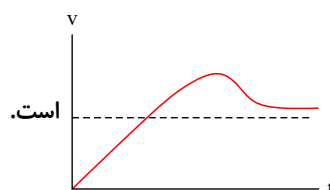
m_1 را برداریم در همین وضعیت جرم m_2 در آستانه لغزش قرار می‌گیرد. m_2 چند کیلوگرم است؟



۲۰ - درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کنید.

(الف) نیروی مقاومت شاره به ابعاد جسم و تندی جسم هم بستگی دارد.

(ب) فرض کنید یک چتر باز از ارتفاعی بلند از یک بالگرد ساکن به پایین بیفتد.



در این حالت نمودار تندی چتر باز بر حسب زمان به صورت: است.

(پ) جهت حرکت یک جسم همواره هم‌سو با نیروی خالص وارد بر جسم است.

(ت) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، تکانه جسم صفر است.

پاسخنامه تشریحی

۱ - الف) تندشونده، چون اندازه سرعت افزایش می یابد.

ب) صفر، چون شیب نمودار صفر شده است.

آسان

۲ - الف) مدت زمان حرکت خودرو یک ساعت و بیست دقیقه (۸۰ دقیقه) است.

$$\Delta t = 80 \text{ min} = \frac{80}{60} h = \frac{4}{3} h \quad S_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{88 \text{ km}}{(\frac{4}{3} h)} = 66 \text{ km/h}$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{60 \text{ km}}{(\frac{4}{3} h)} = 45 \text{ km/h}$$

ب) تندی متوسط یک کمیت نردهای (عددی) است و تنها مقدار دارد. اما سرعت متوسط یک کمیت برداری و دارای مقدار و جهت (راستا و سو) است که ما تنها مقدار آن را حساب کرده ایم. جهت سرعت متوسط همان جهت جابه جایی است که تقریباً به سوی شمال است.

پ) اگر مسیر حرکت خودرو مستقیم باشد و خودرو تغییر جهت ندهد، اندازه جابه جایی با مسافت برابر می شود و در نتیجه اندازه سرعت متوسط و تندی متوسط برابر می شوند.

آسان

۳ - الف)

$$x = t^3 - 3t^2 + 4$$

$$\begin{cases} t = 0 \text{ s} \Rightarrow x(0 \text{ s}) = 4 \text{ m} \\ t = 2 \text{ s} \Rightarrow x(2 \text{ s}) = 2^3 - 3 \times 2^2 + 4 = 0 \text{ m} \end{cases}$$

ب)

$$V_{av} = \frac{x(2 \text{ s}) - x(0 \text{ s})}{2 \text{ s} - 0 \text{ s}} = \frac{0 \text{ m} - 4 \text{ m}}{2 \text{ s}} = -2 \text{ m/s}$$

آسان

۴ - شتاب برابر شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان است.

لحظه های t_1 و t_2 در بازه هایی قرار دارند که در آن منحنی سرعت - زمان خط راست موازی محور زمان است. در این بازه های زمانی سرعت ثابت و در نتیجه شتاب صفر است.

در لحظه های t_3 و t_4 خط مماس بر منحنی موازی محور زمان است و در نتیجه در این لحظه ها نیز شتاب صفر است.

در لحظه t_5 منحنی سرعت زمان نزولی است و شیب آن منفی و شتاب در این لحظه منفی است و در لحظه t_6 منحنی سرعت زمان صعودی است و شیب آن مثبت و شتاب در این لحظه مثبت است.

آسان

۵ - الف) این دستگاه به کمک حسگرهای الکتریکی زمان سقوط گلوله را اندازه می گیرد و سپس با کمک رابطه $y = \frac{1}{2}gt^2$ ، شتاب گرانش اندازه گیری می شود.

ب)

$$\begin{cases} h = 0.27 \text{ m} \\ t = 0.23 \text{ s} \end{cases} \xrightarrow{h = \frac{1}{2}gt^2} \frac{27}{100} = \frac{1}{2}g\left(\frac{23}{100}\right)^2 \Rightarrow g = \frac{27 \times 100 \times 2}{23 \times 23} \simeq 10.2 \text{ m/s}^2$$

آسان

۶ -

$$F - f_{s,\max} = ma = 0 \rightarrow F = f_{s,\max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$\rightarrow F = f_{s,\max} = 0.6 \times 75 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 441 \text{ N}$$

متوسط

۷ -

$$F_y = 0 \rightarrow F_N - mg = 0 \rightarrow F_N = mg$$

$$\left. \begin{aligned} F &= f_s = \mu_s N = \mu_s mg \\ F &= m \frac{v^2}{r} \end{aligned} \right\} \rightarrow \mu_s \cancel{m} g = \cancel{m} \frac{v^2}{r} \rightarrow v^2 = \mu_s r g$$

$$v = \sqrt{\mu_s r g} \rightarrow v = \sqrt{1 \times 50 \text{ m} \times 9.8 \text{ m/s}^2} = 22.13 \text{ m/s}$$

متوسط

۸ - نیروی مؤثر وارد بر فنر، نیرویی است که بر ابتدای آن در جهت فشردگی یا کشیدگی وارد می شود.

در این صورت داریم:

$$F_e = kx \Rightarrow 48 = 960x \Rightarrow x = \frac{48}{960} = \frac{1}{20} \text{ m} = \frac{100}{20} \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

آسان

۹ -

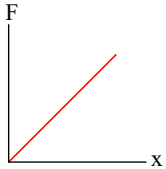
با توجه به قانون دوم نیوتون در دو حالت، می توان نوشت:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} F_{N_1} - mg = ma \\ F_{N_2} = mg \end{cases} \rightarrow F_{N_1} - mg - F_{N_2} = ma - mg$$

$$\Rightarrow F_{N_1} - F_{N_2} = ma \Rightarrow 2 = m \times 1 \Rightarrow m = 2kg$$

متوسط

۱۰ -

طبق رابطه محاسبه نیروی فنر $F = -kx$ ، شیب نمودار با ثابت فنر برابر است. شیب نمودار مشخص کننده ثابت فنر است. $F = kx$ 

آسان

۱۱ - با توجه به قانون سوم نیوتون می توان نوشت:

$$F_{21} = F_{12} \Rightarrow m_1 a_1 = m_2 a_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

یعنی شتاب با جرم رابطه وارون دارد. بنابراین جسمی که جرم بیشتری دارد شتاب بسیار کوچکی می گیرد.

آسان

۱۲ - الف) اگر آسانسور با سرعت ثابت حرکت کند، نیروی خالص وارد بر آن صفر است. در این صورت داریم:

$$F_{net} = 0 \Rightarrow F_N = mg = 600N$$

ب) اگر آسانسور رو به پایین حرکت کند.

$$mg - F_N = ma \Rightarrow 600 - F_N = 60 \times 2 \Rightarrow F_N = 480N$$

آسان

۱۳ -

$$E_1 = \frac{1}{2} k A^2 \rightarrow 2 = \frac{1}{2} \times 100 \times A^2 \rightarrow A = 0.2m$$

$$E_2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \xrightarrow[\omega = 2\pi f = 60 \times \pi]{A = 0.2} E_2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 36\pi^2 \times 10^{-4} \times 0.04$$

$$E_2 = 14400\pi^2 J$$

متوسط

۱۴ - با توجه به رابطه $x = A \cos \omega t$ داریم:

$$A = +2, x = \sqrt{2}, t = \frac{5}{6}s \rightarrow \cos\left(\frac{5}{6}\omega\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{5}{6}\omega = 2k\pi \pm \frac{\pi}{4}$$

طبق شکل نقطه B مربوط به دومین عبور نوسانگر از $\sqrt{2} +$ می باشد پس $k = 1$ و علامت منفی را انتخاب می کنیم و خواهیم داشت:

$$\frac{5}{6}\omega = 2\pi - \frac{\pi}{4} = \frac{7\pi}{4} \rightarrow \omega = \frac{21\pi}{10}$$

برای محاسبه انرژی مکانیکی می نویسیم:

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^{-3} \times (0.02)^2 \times \left(\frac{21\pi}{10}\right)^2 = 882\pi^2 \times 10^{-9} (J)$$

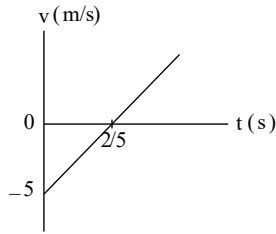
متوسط

۱۵ - قدم اول: معادله $(X - t)$ درجه دوم است. بنابراین حرکت شتابدار با شتاب ثابت است. برای تعیین نوع حرکت می توان از نمودار $(v - t)$ کمک گرفت. بنابراین ابتدا a و v_0 را مشخص کرده، معادله $(v - t)$ را می نویسیم سپس آن را رسم می کنیم:

$$\begin{cases} X = t^2 - 5t + 6 \\ X = \left(\frac{1}{2}a\right)t^2 + (v_0)t + X_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = 2m/s^2 \\ v_0 = -5m/s \\ X_0 = +6m \end{cases}$$

$$\rightarrow v = at + v_0 = 2t - 5 \rightarrow v = 2t - 5$$

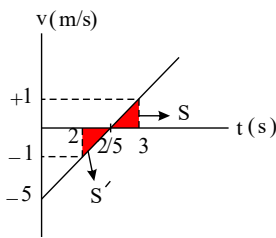
نکته مهم: هرگاه ضریب t^2 و t در معادله درجه دوم مکان - زمان مختلف علامت باشند حتماً حرکت متحرک به صورت رفت و برگشت است. ابتدا کند شونده بوده، متوقف شده و به صورت تند شونده باز می گردد.

قدم دوم: رسم نمودار: $(v - t)$ قدم سوم: در بازه زمانی صفر تا $2.5s$:

و حرکت کند شونده $\rightarrow a > 0$ = شیب خط

در بازه زمانی 2.5 به بعد:

و حرکت تند شونده $\rightarrow a > 0$ = شیب خط
و $v > 0$



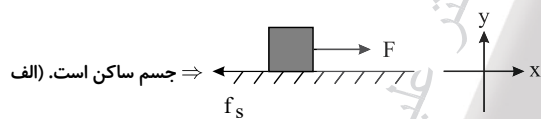
(ب) دقت می کنیم برای محاسبهٔ تندی متوسط به مسافت احتیاج داریم نه جابه جایی. می دانیم مجموع کل مساحت سطح زیر نمودار $(v - t)$ برابر (L) طی شده، توسط متحرک است.

$$v = 2t - 5 \begin{cases} t_1 = 2s \rightarrow v_1 = -1m/s \\ t_2 = 3s \rightarrow v_2 = +1m/s \end{cases} \rightarrow \begin{cases} S = S' = \frac{1}{2} \times 1 \times 0.5 = 0.25m \\ L = S + S' = 2S = 0.5m \end{cases}$$

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{0.5m}{(3-2)(s)} = 0.5m/s$$

متوسط

۱۶ -



$$x: F_{net} = 0 \rightarrow F - f_s = 0 \rightarrow f_s = F = 10N$$

$$b) \begin{cases} \mu_k N = f_k = 90 \\ N = mg = 200N \end{cases} \rightarrow x: F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow 100 - f_k = 20 \times 0.5 \rightarrow f_k = 90N$$

$$\rightarrow \mu_k \times 200 = 90 \rightarrow \mu_k = \frac{9}{20} \rightarrow \boxed{\mu_k = 0.45}$$

متوسط

۱۷ -

$$v_{max} = A\omega \rightarrow v_{max} = 0.2 \times 10 \times 3 \Rightarrow v_{max} = 0.6m/s$$

(الف)

$$x = -A \rightarrow \cos 10\pi t = -1 \Rightarrow t = 0.1s$$

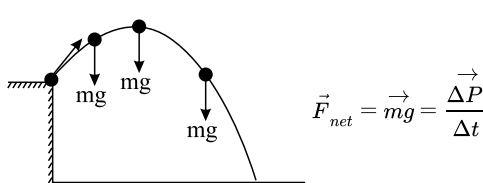
(ب)

متوسط

۱۸ - می دانیم نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانهٔ جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است: $\vec{F}_{net} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$ بنابراین برای یافتن جهت \vec{P} کافی است جهت نیروی خالص وارد بر آن را

بتدا مشخص کنیم. چون $\Delta t > 0$ بنابراین \vec{P} پیوسته با \vec{F}_{net} هم جهت (و هم راستا) است.

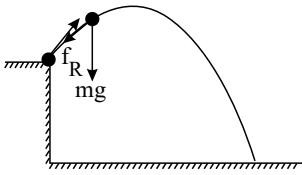
(الف) اگر مقاومت هوا را ناچیز فرض کنیم تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن جسم است. بنابراین:



$\vec{\Delta P}$ با mg هم جهت است.

$$\vec{\Delta P} = \underbrace{\Delta P_x}_{\text{صفر}} \vec{i} + \underbrace{\Delta P_y}_{\text{منفی}} \vec{j} \Rightarrow \downarrow \vec{\Delta P}$$

(ب) اگر مقاومت هوا داشته باشیم \vec{F}_{net} برآیند دو نیروی mg و \vec{f}_R است:



در حین حرکت جسم اندازه f_R ثابت ولی جهت کمی تغییر می کند ولی به طور کلی جهت \vec{F}_{net} مایل به چپ رو به پایین است \Rightarrow

$$\vec{F}_{net} \Rightarrow \vec{\Delta P}$$

$$\Rightarrow \vec{\Delta P} = \underbrace{\Delta P_x}_{\text{منفی}} \vec{i} + \underbrace{\Delta P_y}_{\text{منفی}} \vec{j}$$

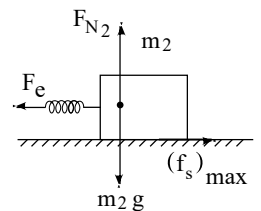
متوسط

۱۹ - هنگامی که جرم m_1 را برمی داریم، جرم m_p در آستانه لغزش قرار می گیرد ضمن اینکه فنر در همین شرایط کشیده شدن از وضعیت تعادل خود قرار دارد؛ فنر کشیده شده بنابراین به جرم m_p به طرف چپ نیرو وارد می کند.

$$(f_s)_{max} = \mu_s = F_e = k\Delta\ell$$

$$\rightarrow \mu_s m_p g = 200 \text{ N/m} \times \frac{8}{100} \text{ m} = 16 \text{ N} \rightarrow \frac{25}{100} m_p \times 10 = 16$$

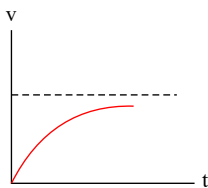
$$\rightarrow \boxed{m_p = \frac{16}{2.5} = 6.4 \text{ kg}}$$



متوسط

۲۰ - الف) درست است.

(ب) هنگام پریدن چتر باز، نیروی مقاومت هوا با افزایش تندی حرکت چتر باز، رفته رفته افزایش یافته تا این که در نهایت با وزن چتر و چتر باز (mg) برابر می شود و چتر باز با تندی ثابتی به نام تندی حذی به مسیر خود ادامه می دهد. تندی حرکت چتر باز هیچ گاه از سرعت حد بیشتر نمی شود. بنابراین نمودار تندی بر حسب زمان به شکل زیر است و (ب) نادرست است.



(پ) در حرکت های کندشونده در مسیر مستقیم، جهت \vec{a} و در نتیجه \vec{F}_{net} خلاف جهت \vec{v} (جهت حرکت جسم) است. در حرکت های دو بعدی تندشونده و کندشونده هم \vec{v} با \vec{F}_{net} زاویه می سازد. بنابراین (پ) نادرست است.

(ت) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد تکانه ثابت می ماند. لزومی ندارد که حتماً صفر باشد. بنابراین قسمت ت نادرست است. آسان