مهندس علی عاقلی

تاریخ آزمون: ۱۴۰۱/۰۷/۱۶

زمان برگزاری: ۳۹۰۰ دقیقه

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: دینامیک ۹۹ تا ۱۴۰۱

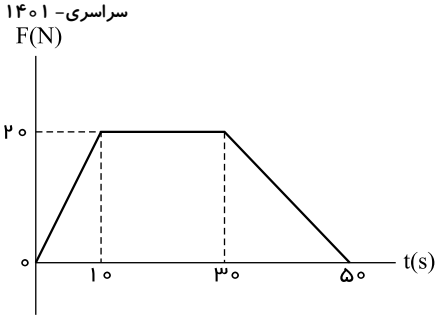
۱ معادلهٔ تکانهٔ جسمی برحسب زمان در SI به صورت $P = ۱۵t^۲ + ۵t$ می‌باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۳s$ تا $t_۲ = ۶s$ چند نیوتون است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۷۰ ۲) ۸۵ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۹۰

۲ نمودار نیرو - زمان متحرکی به صورت زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در ۵۰ ثانیهٔ داده شده، چند نیوتون است؟

سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۱۰

۲) ۱۲٫۵

۳) ۱۴

۴) ۱۷٫۵

۳ دو شخص به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲ > m_۱$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی $\vec{F}$، شخص دوم را به طرف چپ هل می‌دهد و شخص دوم با نیروی $\overrightarrow{F'}$، شخص اول را به طرف راست هُل می‌دهد. اگر شتاب حرکت دو شخص $\overrightarrow{a_۱}$ و $\overrightarrow{a_۲}$ باشد، کدام رابطه درست است؟

خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) $a_۱ < a_۲, \vec{F} = \overrightarrow{F'}$

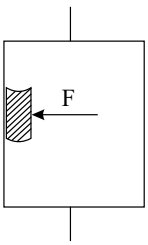
۲) $\vec{a}_۱ = \vec{a}_۲, \vec{F} = \overrightarrow{F'}$

۳) $\vec{a}_۱ = -\vec{a}_۲, \vec{F} = -\overrightarrow{F'}$

۴) $a_۱ > a_۲, \vec{F} = -\overrightarrow{F'}$

۴ شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم $۲kg$ را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F = ۳۲N$ به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

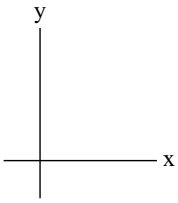
سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۲۰ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

۵ مطابق شکل زیر، شخصی جعبهٔ ساکنی به جرم $۵۰kg$ را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F}=(۲۵۰N)\vec{i}$ می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به‌ترتیب ۰٫۶ و ۰٫۳ باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $(-۵۰۰N)\vec{j}$

۲) $(۵۰۰N)\vec{j}$

۳) $(-۲۵۰N)\vec{i}+(۵۰۰N)\vec{j}$

۴) $(۲۵۰N)\vec{i}+(-۵۰۰N)\vec{j}$

۶ گلوله‌ای به جرم $۲۰۰g$ در شرایط خلاء از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰ متری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس گلوله با زمین $۲ms$ باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر گلوله در مدت برخورد به زمین چند نیوتون است؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۵۰۰۰

۷ وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به انتهای فنری به طول $۳۰cm$ می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب روبه بالای $۲\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به $۴۲cm$ می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ به حرکت درمی‌آوریم، اگر در این حالت طول فنر به $۳۶cm$ برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۰٫۲ ۲) ۰٫۳ ۳) ۰٫۴ ۴) ۰٫۵

۸ مطابق شکل زیر، شخصی با نیروی افقی $۵۵۰N$ جعبه‌ای به جرم $۱۰۰kg$ را از حال سکون به حرکت درمی‌آورد و پس از $۴s$ طناب پاره می‌شود. مسافتی که جعبه از شروع حرکت تا توقف طی می‌کند، چند متر است؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

سراسری- ۱۳۹۹

$\mu_k=۰/۵$

۱) ۲٫۲

۲) ۲٫۴

۳) ۴٫۲

۴) ۴٫۴

۹ وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را با طناب سبکی با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تندشونده روبه بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

سراسری- ۱۳۹۹

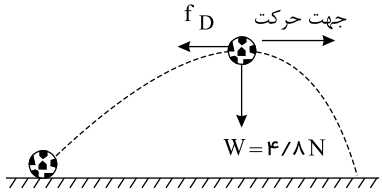
۱) ۱۴ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۲

۱۰ اگر جرم جسم B، $\frac{۵}{۸}$ جرم جسم A و تکانهٔ جسم A، $\frac{۴}{۳}$ تکانهٔ جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B، کدام است؟

سراسری- ۱۳۹۹

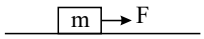
۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۱۰}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

۱۱ شکل زیر، نیروهای وارد بر توپی را در بالاترین نقطهٔ مسیرش نشان می‌دهد که در آن $\vec{f_D}$ نیروی مقاومت هوا و $\vec{W}$ وزن توپ است. اگر بزرگی شتاب در این لحظه $\frac{۶۵}{۶}\frac{m}{s^۲}$ باشد، f_D چند نیوتون است؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف‌نظر کنید و $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ سراسری- ۱۳۹۹



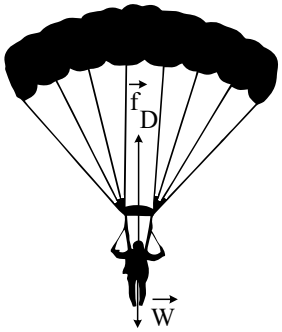
۱) ۱
۲) ۱٫۵
۳) ۲
۴) ۲٫۵

۱۲ مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $۳۶kg$ که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F = ۱۷۷N$ وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به $۳\frac{m}{s}$ می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۳۶۰
۲) ۳۹۰
۳) ۴۰۰
۴) ۵۰۰

۱۳ در شکل زیر، چتربازی مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند و ناگهان مقاومت هوا افزایش می‌یابد. از این لحظه به بعد، تا قبل از رسیدن چترباز به تندی حدی، کدام مورد، دربارهٔ حرکت چترباز درست است؟ خارج از کشور- ۱۴۰۰



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

۱۴ فنر سبکی با ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنهٔ $m = ۵kg$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $۲\frac{m}{s^۲}$ پایین می‌آید و طول فنر $L_۱$ است. وقتی این آسانسور با شتاب $۱\frac{m}{s^۲}$ به صورت کندشونده پایین می‌آید، طول فنر $L_۲$ می‌شود. اختلاف $L_۲$ و $L_۱$ چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱۵
۲) ۷٫۵
۳) ۵
۴) ۲٫۵

۱۵ نردبانی به جرم $۱۶kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد و پایهٔ آن روی سطح افقی در آستانهٔ سُر خوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود $۲۰۰N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چقدر است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$ خارج از کشور- ۱۴۰۰

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

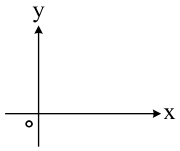
۱۶ فاصلهٔ ماهواره‌ای تا سطح زمین به اندازهٔ شعاع زمین است. اگر این ماهواره در مداری قرار گیرد که فاصله‌اش تا سطح زمین ۱٫۵ برابر شعاع زمین باشد، شتاب مرکزگرای آن چگونه تغییر می‌کند؟ خارج از کشور- ۱۳۹۹

۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
۲) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
۳) ۳۶ درصد افزایش می‌یابد.
۴) ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

۱۷ چوب مکعب‌شکلی به جرم $5kg$ را به نخی بسته و با نیروی ثابت افقی $15N$ روی سطح افقی می‌کشیم و از حال سکون به حرکت درمی‌آوریم و بعد از ۲ ثانیه نخ پاره می شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰٫۲ باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظهٔ ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$ سراسری- ۱۴۰۰

۱) ۱٫۵ ۲) ۲ ۳) ۲٫۵ ۴) ۳

۱۸ وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k = 200\frac{N}{m}$ و طول آن $50cm$ است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به $65cm$ می‌رسد. آسانسور با چه شتابی برحسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به $60cm$ برسد؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$ سراسری- ۱۴۰۰



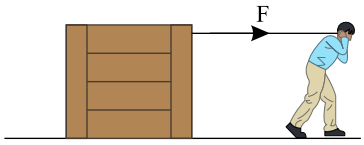
۱) $\vec{a} = -\frac{10}{3}\vec{j}$ ۲) $\vec{a} = \frac{10}{3}\vec{j}$

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

۱۹ جسمی به وزن $8N$ را به فنری به طول $20cm$ و ثابت $k = 2\frac{N}{cm}$ می‌بندیم و از سقف آسانسور آویزان می‌کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ در حال توقف است، طول فنر به چند سانتی متر می‌رسد؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$ خارج از کشور- ۱۴۰۰

۱) ۲۰.۸ ۲) ۱۶٫۸ ۳) ۲۷٫۲ ۴) ۲۳٫۲

۲۰ در شکل زیر، نیرویی ثابت و افقی F به صندوقی به جرم $160kg$ وارد می‌شود و صندوق با شتاب ثابت $0.25\frac{m}{s^2}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. چند کیلوگرم از محتویات صندوق کم کنیم، تا همین نیروی افقی، شتاب حرکت صندوق دو برابر شود؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$ خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) ۱۶
۲) ۳۲
۳) ۴۰
۴) ۸۰

۲۱ شخصی به جرم $60kg$ درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $2a$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این حالت نشان می‌دهد، $270N$ است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$ خارج از کشور- ۱۴۰۰

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

۲۲ دو ماهوارهٔ A و B به ترتیب به جرم‌های m و $2m$، در فاصله‌های $\frac{R_e}{2}$ و $\frac{R_e}{4}$ از سطح زمین، در مدارهای دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. انرژی جنبشی ماهوارهٔ A چند برابر انرژی جنبشی ماهوارهٔ B است؟ (R_e شعاع کرهٔ زمین است.) خارج از کشور- ۱۴۰۰

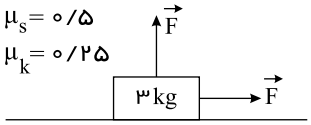
۱) $\frac{25}{6}$ ۲) $\frac{5}{6}$ ۳) $\frac{25}{36}$ ۴) $\frac{5}{12}$

۲۳ در کدام فاصله از سطح زمین، شتاب گرانش در مقایسه با سطح زمین، ۹۹ درصد کاهش می‌یابد؟ (R_e شعاع زمین است.) سراسری- ۱۴۰۱

۱) $100R_e$ ۲) $99R_e$ ۳) $10R_e$ ۴) $9R_e$

۲۴ در شکل زیر، جسمی روی سطح افقی در آستانهٔ حرکت قرار دارد و دو نیروی افقی و عمودی هم‌اندازهٔ $\vec{F}$ به آن وارد می‌شود. اگر اندازه نیروهای $\vec{F}$ هر کدام ۴ نیوتون کاهش یابند، نیروی اصطکاک چند نیوتون می‌شود؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

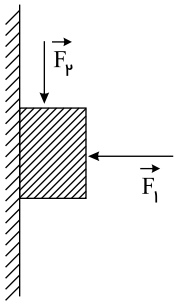
سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۶٫۵
۴) ۱۲

۲۵ قطعه چوبی به جرم ۲۵۰ گرم، با نیروی افقی $F_۱$ مطابق شکل زیر، به دیوار قائم فشرده شده است. اگر با وارد کردن نیروی $F_۲ = ۳٫۵N$ چوب در آستانهٔ لغزش قرار گیرد و در این حالت نیرویی که دیوار به چوب وارد می‌کند $۱۰N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و چوب، چقدر است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۰٫۷۵
۲) ۰٫۶
۳) ۰٫۵
۴) ۰٫۲۵

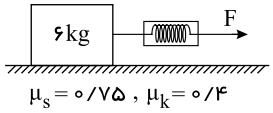
۲۶ جسمی به جرم $۲۰kg$ با سرعت ثابت $\vec{v} = (۵\frac{m}{s})\vec{i}$ در مسیر مستقیم در حرکت است. نیروی خالص $\vec{F}_{net} = (۴N)\vec{i}$ به مدت چند ثانیه بر جسم اثر کند تا تکانهٔ آن دو برابر شود؟

سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۵۰

۲۷ در شکل زیر، جسم روی سطح افقی ساکن است. اگر با نیروسنج، نیروی افقی $F = ۲۵N$ بر آن وارد کنیم، نیرویی که جسم به سطح افقی وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

سراسری- ۱۴۰۱



۱) ۶۵
۲) ۷۵
۳) $۱۵\sqrt{۱۳}$
۴) $۱۲\sqrt{۲۹}$

۲۸ دو متحرک A و B در یک مسیر مستقیم و در یک جهت حرکت می‌کنند. تکانهٔ آن‌ها با هم برابر و انرژی جنبشی A، ۴ برابر انرژی جنبشی B است. اگر جرم A، $۲kg$ باشد، جرم B چند کیلوگرم است؟

سراسری- ۱۴۰۱

۱) ۸
۲) ۴
۳) ۱
۴) ۰٫۵

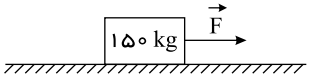
۲۹ وزنه‌ای را به انتهای فنر سبکی به طول $۲۶cm$ بسته و از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. ثابت فنر در SI برابر ۲۰۰ است. آسانسور از حالت سکون با شتاب $۱\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند و در این شرایط طول فنر به $۳۵cm$ می‌رسد. جرم وزنه، چند کیلوگرم است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۲
۲) ۱٫۵
۳) ۱
۴) ۰٫۵

۳۰ مطابق شکل زیر، جسمی با نیروی افقی $\vec{F}$ روی سطح افقی با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف راست به حرکت درمی‌آید. اگر نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می‌کند، $۱۶۲۵N$ باشد، نیروی F چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)

خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۴۰۰
۲) ۴۲۵
۳) ۸۰۰
۴) ۹۲۵

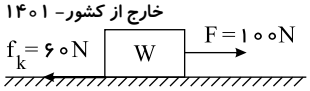
۳۱ گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم از ارتفاع ۲۰ متری، روی سطح سنگ‌فرش‌شده‌ای رها می‌شود و پس از برخورد با سطح، با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ رو به بالا در راستای قائم از سطح جدا می‌شود. اگر زمان تماس گلوله با سطح افقی $۰/۲s$ باشد، بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله در مدت تماس چند نیوتون است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ است.)

خارج از کشور- ۱۴۰۱

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۳۲ شکل زیر، نیروهای افقی واردشده به جسمی به وزن W را نشان می‌دهد که بر روی سطح افقی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تغییر تکانهٔ آن در مدت یک ثانیه، در SI چقدر است؟

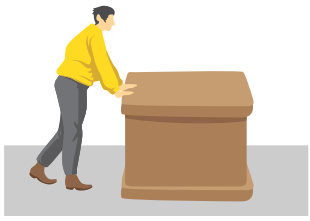
خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) $۴۰\sqrt{۲}$ ۲) ۴۰
۳) ۴۰۰ ۴) $۴۰۰\sqrt{۲}$

۳۳ در شکل زیر، شخص با نیروی ثابت و افقی $F = ۲۲۰N$ صندوقی به جرم $۵۰kg$ را از حالت سکون به حرکت درمی‌آورد. اگر $\mu_k = ۰/۴$ باشد، کار نیروی F روی صندوق در ۲ ثانیهٔ اول، چند ژول است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

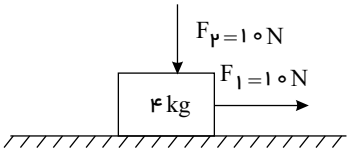
خارج از کشور- ۱۴۰۱



۱) ۸۸
۲) ۱۷۶
۳) ۲۶۴
۴) ۳۵۲

۳۴ در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۱$ را با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی $F_۲$ را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۲$ را با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟

سراسری- ۱۳۹۹



۱) $\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$ ۲) $\theta_۲ = \theta_۱ = ۹۰^\circ$
۳) $\theta_۲ < \theta_۱$ ۴) $\theta_۲ > \theta_۱$

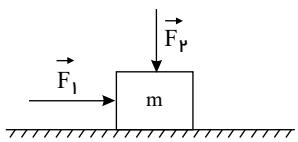
۳۵ وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به فنر سبکی به طول $۴۰cm$ که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعداز رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصلهٔ آن از کف آسانسور $۱۴۰cm$ است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا شروع به حرکت کند، فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور به $۱۳۶cm$ می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

خارج از کشور- ۱۳۹۹

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

۳۶ مطابق شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم $\vec{F_۱}$ و $\vec{F_۲}$ به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هریک ۲ برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، k برابر می‌شود. کدام مورد درست است؟

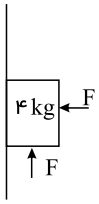
خارج از کشور- ۱۳۹۹



۱) $۲ < k < ۳$ ۲) $۱ < k < ۲$
۳) $k = ۲$ ۴) $k = ۱$

۳۷ در شکل زیر، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر جسم را ساکن نگه داشته و F را $۲۰N$ کاهش دهیم و سپس جسم را رها کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ \mu_s = ۰/۵\ ,\ \mu_k = ۰/۲)$

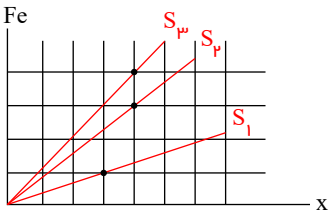
سراسری- ۱۴۰۰



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

۳۸ شکل زیر، تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را برحسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی $F_e = ۳۰N$ طول فنر $S_۲$ را ۴ سانتی‌متر افزایش دهد، طول فنرهای $S_۱$ و $S_۳$ را به‌ترتیب چند سانتی‌متر افزایش می‌دهد؟

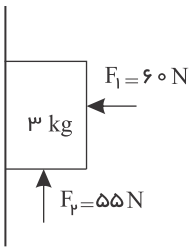
سراسری- ۱۴۰۰



۱) ۳ و ۶
۲) ۶ و ۲
۳) ۸ و ۲
۴) ۹ و ۳

۳۹ مطابق شکل زیر، جسم را با نیروی افقی $F_۱$ به دیوار قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم $F_۲$ نیز به جسم وارد شود، در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

خارج از کشور- ۱۴۰۰



۱) $۳۰\sqrt{۳}$
۲) $۳۰\sqrt{۵}$
۳) ۶۵
۴) ۶۰

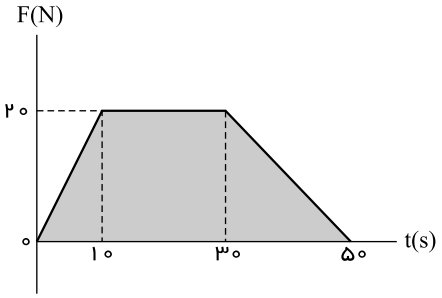
پاسخنامه تشریحی

۱ **گزینه ۳** با قرار دادن زمانهای داده شده در رابطهٔ تکانه، مقادیر تکانه در این دو لحظه را پیدا کرده و پس از آن نیروی متوسط موثروارد بر جسم را می‌یابیم.

$$\begin{cases} F_{net} = \dfrac{\Delta P}{\Delta t} = \dfrac{۵۷۰ - ۱۵۰}{۶ - ۳} = ۱۴۰(N) \\ P = ۱۵t^۲ + ۵t \begin{cases} t_۱ = ۳s \Rightarrow P_۱ = ۱۵۰ \\ t_۲ = ۶s \Rightarrow P_۲ = ۵۷۰ \end{cases} \end{cases}$$

۲ **گزینه ۳**

می‌دانیم که سطح محصور بین نمودار نیرو – زمان و محور زمان برابر تغییر تکانهٔ جسم است. بنابراین داریم:



$$S = \Delta p \xrightarrow{\Delta p = F_{net_{av}} \cdot \Delta t} F_{net_{av}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{S_{F-t}}{\Delta t} \Rightarrow F_{net_{av}} = \frac{\frac{۵۰+۲۰}{۲} \times ۲۰}{۵۰} \rightarrow F_{net_{av}} = ۱۴N$$

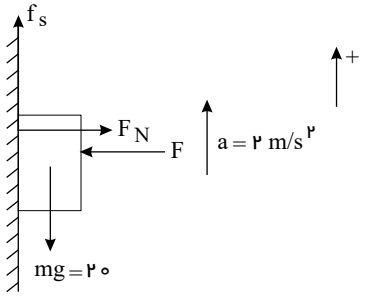
۳ **گزینه ۴** با توجه به قانون سوم نیوتون، نیروهایی که اشخاص در اینجا به هم وارد می‌کنند هم‌اندازه و غیرهمسو است، یعنی $\vec{F} = -\vec{F'}$ ولی با توجه به اینکه جرم آنها متفاوت است، اثری که هر نیرو بر شخص می‌گذارد متفاوت با دیگری است به‌گونه‌ای که چون جرم اولی کمتر از دومی است، بزرگی شتابی که می‌گیرد، بیشتر از دیگری خواهد بود زیرا:

$$a = \frac{F}{m} \xrightarrow{|\vec{F}_۱| = |\vec{F}_۲|} \frac{a_۱}{a_۲} = \frac{m_۲}{m_۱} \xrightarrow{m_۲ > m_۱} a_۱ > a_۲$$

۴ **گزینه ۴** دقت کنید که در اینجا، نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، هم اندازه با نیرویی است که از طرف سطح دیوارهٔ اسانسور به کتاب وارد می‌شود، یعنی

حالت اول:

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_{\text{اصطکاک}}^۲}$$



نسبت به ناظر ساکن، در بیرون آسانسور داریم:

کتاب در امتداد افق ساکن است $\Rightarrow F_N = F = ۳۲N$

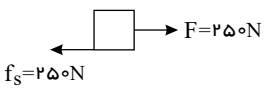
(کتاب در امتداد قائم حرکت دارد) $\Rightarrow f_s - mg = ma \Rightarrow f_s - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow f_s = ۲۴N$

$= \sqrt{۴^۲ \times ۸^۲ + ۳^۲ \times ۸^۲} = ۸\sqrt{۲۵} = ۴۰N R = \sqrt{F_N^۲ + f_s^۲} = \sqrt{۳۲^۲ + ۲۴^۲}$

۵ **گزینه ۴** گام اول: ابتدا ببینیم جسم ساکن است یا خیر! برای این منظور، باید نیروی F محرک را با $(f_s)_{max}$ مقایسه کنیم.

$$\begin{cases} (f_s)_{max} = \mu_s F_N = \dfrac{۶}{۱۰} \times ۵۰۰ = ۳۰۰N \xrightarrow{F = ۲۵۰N < (f_s)_{max}} \text{(جسم ساکن می‌ماند)} \\ F_N = W = mg = ۵۰۰ \end{cases}$$

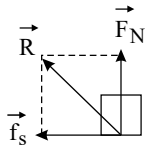
گام دوم: نیروی اصطکاک به دلیل ساکن ماندن جسم برابر خواهد بود:



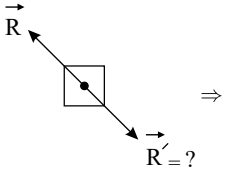
$$\Rightarrow f_s = ۲۵۰N \Rightarrow \vec{f_s} = -۲۵۰\vec{i}$$

گام سوم: نیرویی که سطح تکیه‌گاه به جسم وارد می‌کند برابر است با:

$$\begin{cases} \vec{R} = \vec{F_N} + \vec{f_s} = -۲۵۰\vec{i} + ۵۰۰\vec{j} \\ F_N = mg = ۵۰۰N \Rightarrow \vec{F_N} = ۵۰۰\vec{j} \end{cases}$$



گام چهارم: امّا سؤال نیروی وارده از طرف جسم به سطح را خواسته است:



$$\Rightarrow \vec{R'} = -\vec{R} = ۲۵۰\vec{i} - ۵۰۰\vec{j}$$

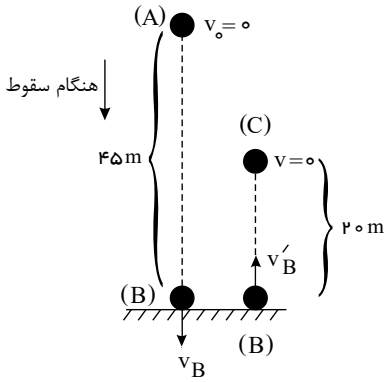
۶ گزینه ۴

– ابتدا باید سرعت گلوله را در لحظهٔ برخورد با سطح زمین و لحظهٔ جدا شدن از سطح زمین بیابیم.

– شرایط خلاء درنظر گرفته شده است. چون ارتفاع بازگشت (صعود) کمتر از ارتفاع سقوط است، لاجرم هنگام برخورد با سطح زمین مقداری از انرژی جسم تلف شده است.

– جهت رو به پایین را مثبت می‌گیریم. (گرچه تفاوتی نمی‌کند.)

– پایستگی انرژی را از (A) تا (B) و نیز از (B) تا (C) می‌نویسیم:



$$A \to B : E_{(B)} = E_{(A)} \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_B^۲ = mgh_A \to v_B^۲ = ۲gh_A = ۲۰ \times ۴۵ = ۹۰۰ \Rightarrow v_B = \pm ۳۰\frac{m}{s} \xrightarrow[\text{را مثبت درنظر گرفته‌ایم}]{\text{چون جهت رو به پایین}} v_B = +۳۰\frac{m}{s}$$

$$B \to C : E_{(B)} = E_{(C)} \Rightarrow \frac{۱}{۲}\cancel{m}\, v_B'^۲ = \cancel{m}\, gh_C \Rightarrow v_B'^۲ = ۲gh_C = ۴۰۰ \Rightarrow v'_B = \pm ۲۰\frac{m}{s} \xrightarrow[\text{فرض شده بود}]{\text{چون جهت مثبت رو به پایین}} v'_B = -۲۰\frac{m}{s}$$

– نیروی خالص وارد بر گلوله:

$$F_{net} = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۲۰}{۱۰}\frac{(-۲۰ - (+۳۰))}{۲ \times ۱۰^{-۳}} = -۵۰۰۰N$$

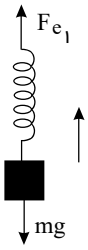
علامت منفی به مفهوم این است که جهت F_{net} رو به بالاست. (در امتداد قائم)

$$\Rightarrow |F_{net}| = ۵۰۰۰N$$

۷ گزینه ۳

تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی (طول اولیه‌اش) را ΔL می‌نامیم. با توجه به نمودار نیروهای وارد بر جسم داریم:

حالت اول ⇒

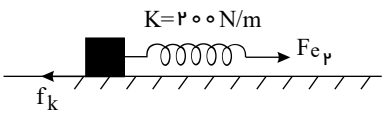


$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow F_{e_۱} - mg = ma \Rightarrow k\Delta L = m(g+a) \Rightarrow k\underbrace{(۴۲ - ۳۰)}_{۱۲} \times ۱۰^{-۲} = ۲\underbrace{(۱۰ + ۲)}_{۱۲} = ۲۴$$

$$\Rightarrow k = ۲۰۰\frac{N}{m}$$

بر روی سطح افقی، نیروی فنر به عنوان نیروی محرک و نیروی اصطکاک به عنوان مقاوم عمل می‌کند.

حالت دوم ⇒



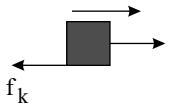
$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow F_{e_۲} - f_k = ma_۲ \Rightarrow K\Delta L - \mu_k F_N = ma_۲ \Rightarrow ۲۰۰\underbrace{(۳۶ - ۳۰)}_{۶} \times ۱۰^{-۲}$$

$$-\mu_k \times ۲۰ = ۲ \times ۲ = ۴ \Rightarrow ۱۲ - ۲۰\mu_k = ۴ \Rightarrow \mu_k = \frac{۸}{۲۰} \times \frac{۵}{۵} = ۰/۴ \Rightarrow \mu_k = ۰/۴$$

۸ گزینه ۴

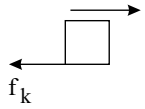
این سوال ترکیبی از حرکت شناسی و دینامیک است. نقطهٔ مشترک این دو مبحث، شتاب حرکات است، بنابراین باید با استفاده از قانون دوم نیوتون، در ابتدا شتاب حرکت را محاسبه کنیم و پس از آن وارد بحث حرکت شناسی می‌شویم.

سؤال دارای دو بخش است. یکی در حضور طناب و دیگری پس از قطع طناب.

ابتدا $\Rightarrow$ 

$$\Rightarrow ۵۵۰ - ۵۰۰ = ma_۱ = ۱۰۰a_۱ \Rightarrow a_۱ = ۰/۵\frac{m}{s^۲}$$

$$f_k = \mu_k F_N = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰N$$

پس از پاره شدن طناب $\Rightarrow$ 

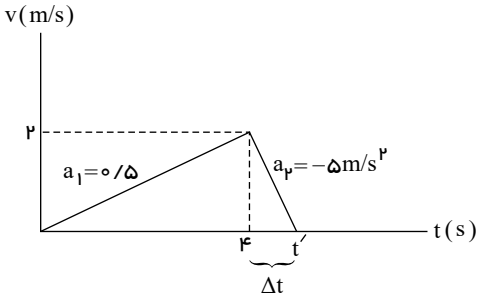
$$\Rightarrow ۰ - f_k = ma_۲ \Rightarrow ۰ - ۵۰۰ = ۱۰۰a_۲ \Rightarrow a_۲ = -۵\frac{m}{s^۲}$$

و طبق مفهوم شتاب در لحظهٔ پاره شدن طناب:

$$v_{(t=۴)} = a_۱ \Delta t + \cancel{v_۰} \Rightarrow v_{(t=۴)} = ۰/۵ \times ۴ = ۲\frac{m}{s}$$

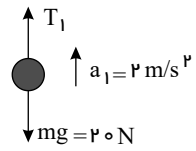
اکنون نمودار $(v-t)$ را رسم می‌کنیم:

$$a_۲ = -۵\frac{m}{s^۲} \Rightarrow a_۲ = \text{شیب خط مماس} = \frac{۰ - ۲}{\Delta t} = -۵ \Rightarrow \Delta t = ۰/۴s \Rightarrow t' = ۴ + ۰/۴ = ۴/۴s$$
$$\Rightarrow t' = ۴/۴s$$

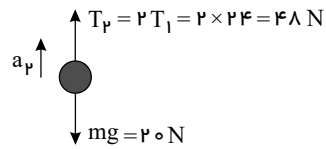


۹ گزینه ۲

در حالت اول نیروی کشش T را محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم بعد از دوبرابرشدن T مقدار نیروی محرک را بدانیم.

حالت اول 

$$\Rightarrow F_{net} = ma_۱ \Rightarrow T_۱ - ۲۰ = ۲ \times ۲ = ۴N \Rightarrow T_۱ = ۲۴N$$

حالت دوم 

$$\Rightarrow F_{net} = ma_۲ \Rightarrow ۴۸ - ۲۰ = ۲a_۲ \Rightarrow ۲۸ = ۲a_۲ \Rightarrow a_۲ = ۱۴\frac{m}{s^۲} \Rightarrow \frac{a_۲}{a_۱} = \frac{۱۴}{۲} = ۷$$

۱۰ گزینه ۱

انرژی جنبشی با مجذور تکانهٔ متناسب و با جرم جسم نسبت عکس دارد. یعنی:

$$\begin{cases} m_B = \frac{۵}{۸}m_A \\ p_A = \frac{۴}{۳}p_B \end{cases} \xrightarrow{k=\frac{p^۲}{۲m} \Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = (\frac{p_A}{p_B})^۲ (\frac{m_B}{m_A})} \frac{k_A}{k_B} = (\frac{۴}{۳})^۲ (\frac{۵}{۸}) \Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = \frac{۱۶}{۹} \times \frac{۵}{۸} = \frac{۱۰}{۹} \Rightarrow \frac{k_A}{k_B} = \frac{۱۰}{۹}$$

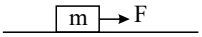
۱۱ گزینه ۳ **در نقطهٔ اوج، نیروی خالص وارد بر توپ، برایند دو نیروی وزن و مقاومت هوا است، بنابراین داریم:**

$$W = mg = ۴/۸ \rightarrow m \times ۱۰ = ۴/۸ \Rightarrow m = ۰/۴۸kg$$

در نقطهٔ اوج $\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^۲ + ۴/۸^۲} = ۰/۴۸ \times \frac{۶۵}{۶} = ۵/۲$

$$f_D^{۲} + ۴٫۸^{۲} = ۵٫۲^{۲} \Rightarrow f_D^{۲} = ۵٫۲^{۲} - ۴٫۸^{۲} = \underbrace{(۵٫۲ - ۴٫۸)}_{۰٫۴}\ \underbrace{(۵٫۲ + ۴٫۸)}_{۱۰} = ۴ \Rightarrow f_D = ۲N$$

۱۲ گزینه ۲



$$m = ۳۶kg\ ,\ F = ۱۷۷N\ ,\ v_۰ = ۰\ ,\ v = ۳\frac{m}{s}\ ,\ t = ۴s$$

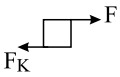
گام اول: شتاب حرکت را می‌یابیم.

$$v = at + v_۰ \Rightarrow ۳ = a \times ۴ + ۰ \Rightarrow a = \frac{۳}{۴}\frac{m}{s^۲}$$

گام دوم: تشخیص اینکه نیروی اصطکاک داریم یا خیر؟

(درحالی که شتاب جسم اکنون $a = ۰٫۷۵\frac{m}{s^۲}$ است) $\Rightarrow$ (می‌بایستی شتاب حرکت برابر باشد با: $a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{F}{m} = \frac{۱۷۷}{۳۶}\frac{m}{s^۲}$) $\Rightarrow$ (اگر اصطکاک نداشته باشیم)

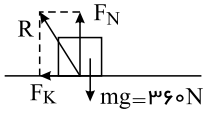
$\xrightarrow{\text{چون: } \frac{۱۷۷}{۳۶} > ۰٫۷۵}$ (حتماً اصطکاک داریم) $\Rightarrow$ (چون جسم در حال حرکت است، نیروی اصطکاک از نوع نیروی اصطکاک جنبشی است.)



$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow f_k = F - ma = ۱۷۷ - ۳۶ \times ۰٫۷۵ \Rightarrow f_k = ۱۷۷ - ۲۷ = ۱۵۰N \Rightarrow f_k = ۱۵۰N$$

گام سوم: نیروی f_k و F_N از طرف سطح تکیه‌گاه به جسم وارد می‌شود پس برای یافتن نیروی سطح به جسم می‌بایستی برآیند آن‌ها را یافت.

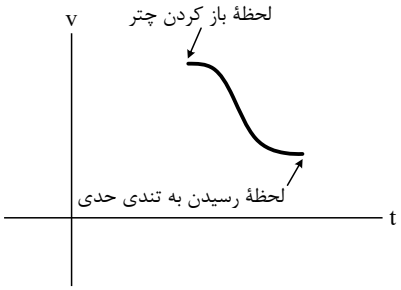
$$F_N = mg = ۳۶۰N$$



$$\Rightarrow R = \sqrt{F_N^{۲} + f_k^{۲}} = \sqrt{۳۶۰^{۲} + ۱۵۰^{۲}} \Rightarrow R = ۳۹۰N$$

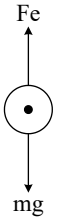
۱۳ گزینه ۲

پس از بازکردن چتر و تا قبل از رسیدن به تندی حدی، نیروی مقاومت هوا از نیروی وزن بیشتر، پس شتاب رو به بالا است و چون حرکت رو به پایین است، حرکت کندشونده است و البته شتاب هم در حال کاهش. اگر جهت سرعت رو به پایین را مثبت فرض کنیم. از لحظهٔ باز کردن چتر تا رسیدن به تندی حدی، نمودار $v - t$ به صورت زیر است.

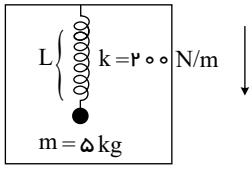


۱۴ گزینه ۲

اگر تغییر طول فنر از $\triangle L$ و درحالت اول جهت شتاب روبه پایین را نسبت بگیریم، داریم: $F_{net} = ma$



$$\Rightarrow mg - F_e = ma \Rightarrow F_e = m(g - a) \Rightarrow k\Delta L = m(g - a) \quad *$$



حالت اول: $\xrightarrow{*} \begin{cases} k(\overbrace{L_۱ - L_۰}^{\Delta L_۱}) = m(g - ۲) = ۴۰ \end{cases} \Rightarrow \Delta L_۱ = \frac{۴۰}{۲۰۰}m = ۲۰cm \quad (۱)$

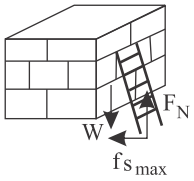
در حالت دوم که آسانسور به صورت کندشونده پایین می‌رود، جهت شتاب روبه بالا است، بنابراین داریم:

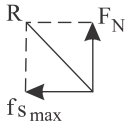
حالت دوم: $\xrightarrow{*} \begin{cases} k(\overbrace{L_۲ - L_۰}^{\Delta L_۲}) = m(g + ۱) = ۵ \times ۱۱ = ۵۵N \Rightarrow a_۲ = -۱ \end{cases}$

$$\Rightarrow \Delta L_۲ = \frac{۵۵}{k} = \frac{۵۵}{۲۰۰} = \frac{۲۷٫۵}{۱۰۰}m = ۲۷٫۵cm \quad (۲)$$

$$(۱)\ ,\ (۲) \Rightarrow \Delta L_۲ - \Delta L_۱ = ۷٫۵cm \Rightarrow (L_۲ - L_۰) - (L_۱ - L_۰) = ۷٫۵cm \Rightarrow L_۲ - L_۱ = ۷٫۵cm$$

۱۵ گزینه ۱ **روش اول:**





در راستای قائم داریم:

$$F_{nety}=0 \rightarrow F_N=W=mg=160N$$

با توجه به رابطهٔ مربوط به نیروی سطح داریم:

$$R^2=f_{smax}^2+F_N^2 \rightarrow (200)^2=f_{smax}^2+(160)^2 \rightarrow f_{smax}^2=120N$$

از طرفی داریم:

$$f_{smax}^2=\mu_s F_N \rightarrow 120=\mu_s \times 160 \rightarrow \mu_s=\frac{3}{4}$$

روش دوم:

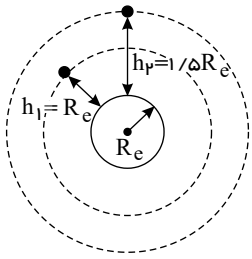
$$R^2=f_{smax}^2+F_N^2=(\mu_s F_N)^2+F_N^2=F_N^2(\mu_s^2+1) \rightarrow R=F_N\sqrt{\mu^2+1} \rightarrow 200=160+\sqrt{\mu^2+1} \rightarrow \sqrt{\mu^2+1}=\frac{200}{160}=\frac{5}{4}$$

$$\rightarrow \mu^2+1=\frac{25}{16} \rightarrow \mu^2=\frac{9}{16} \rightarrow \mu=\frac{3}{4}$$

۱۶ **گزینه ۴** گام اول: شعاع دوران را در دو حالت تعیین می‌کنیم:

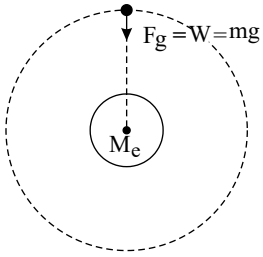
$r_1=R_e+h_1=2R_e$

شعاع دوران $r_2=R_e+h_2=R_e+1/5R_e=2/5R_e$



گام دوم: هنگامی که یک ماهواره پیرامون کرهٔ زمین آزادانه دوران می‌کند (فقط تحت تأثیر نیروی گرانش کرهٔ زمین قرار دارد.) شتاب مرکزگرای ماهواره همان شتاب گرانش در محل ماهواره است:

$$\begin{cases} F_c=ma_c \\ F_c=F_g=mg \end{cases} \Rightarrow \cancel{m}\,g=\cancel{m}\,a_c \Rightarrow a_c=g$$

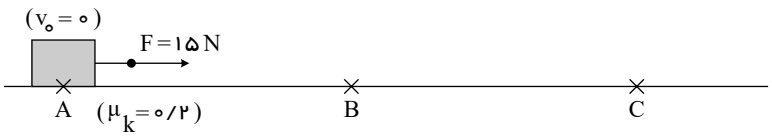


گام سوم:

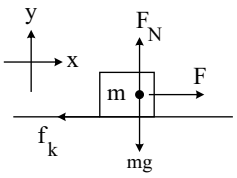
$$a_c=g=\frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2=(\frac{2R_e}{2/5R_e})^2 \Rightarrow \frac{a_2}{a_1}=\frac{16}{25} \Rightarrow \text{درصد تغییرات}=(\frac{a_2}{a_1}-1)\times 100=(\frac{16}{25}-1)\times 100=\frac{-900}{25}=-36\%$$

۱۷ **گزینه ۴** فرض کنید نخ از (A) شروع به حرکت کرده و در نقطهٔ (B) نخ پاره شود.

از B تا C (محل توقف) در امتداد موازی سطح افقی تنها نیروی اصطکاک وارد می‌شود.



$(A \to B):$



$$y : (F_{net})_y = ۰$$
$$x : (F_{net})_x = ma_x$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y : F_N = mg = ۵۰N \Rightarrow f_k = \mu_k F_N = \frac{۲}{۱۰} \times ۵۰ = ۱۰N \\ x : F - f_k = ma \Rightarrow ۱۵ - ۱۰ = ۵a \Rightarrow a = ۱\frac{m}{s^۲} \Rightarrow v_B = v_A + at \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_B = ۰ + (۱)(۲) = ۲\frac{m}{s} \Rightarrow v_B = ۲\frac{m}{s} \Rightarrow \Delta x_{AB} = (\frac{v_B + v_A}{۲})(\Delta t) \Rightarrow \Delta x_{AB} = (\frac{۲ + ۰}{۲})(۲) = ۲m \Rightarrow \Delta x_{AB} = ۲m$$

در مرحله دوم که نخ پاره شده، جسم تحت اثر نیروی اصطکاک، یک حرکت‌کندشونده با شتاب a دارد که:

$$(B \to C) : a = -\mu_k g \quad (F_{net} = ma \Rightarrow ۰ - f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g)$$

$$\Rightarrow a = -\frac{۲}{۱۰} \times ۱۰ \Rightarrow a = -۲\frac{m}{s^۲}$$

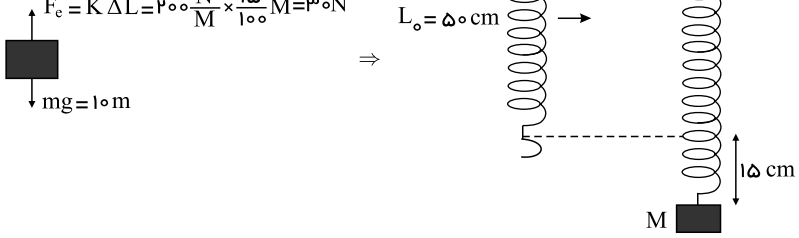
$$v_C^۲ - v_B^۲ = ۲a\Delta x_{BC} \Rightarrow ۰ - ۲^۲ = ۲(-۲)\Delta x_{BC} \Rightarrow \Delta x_{BC} = ۱m$$

$$\Delta x_{AC} = \Delta x_{AB} + \Delta x_{BC} = ۲ + ۱ = ۳m$$

۱۸ گزینه ۱

$$K = ۲۰۰\frac{N}{m} \quad , \quad L_۰ = ۵۰cm$$

در حالت اول که وزنه ساکن است طول نهایی فنر $۶۵cm$ و میزان افزایش طول فنر $\Delta L = L - L_۰ = ۶۵ - ۵۰ = ۱۵cm$ است.

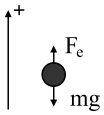


$$\Rightarrow F_e = K\Delta L = ۲۰۰\frac{N}{m} \times \frac{۱۵}{۱۰۰}m = ۳۰N$$

$$\Rightarrow ۳۰ = ۱۰m \Rightarrow m = ۳kg$$

اگر بخواهیم مطابق آنچه در فرض تست بیان شده است، طول فنر به $۶۰cm$ برسد، بایستی فنر نسبت به حالتی که وزنه و آسانسور ساکن است، فشرده‌تر شده باشد. یعنی یک جور حالت بی‌وزنی به وزنه می‌بایست دست داده باشد (نسبت به حالت سکون) برای این کار یا آسانسور می‌بایستی کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین حرکت نموده باشد.

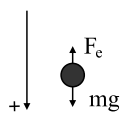
کندرو به بالا⇒



$$\Rightarrow F_e - mg = ma \Rightarrow K\Delta L - mg = ma \Rightarrow ۲۰۰(\frac{۶}{۱۰} - \frac{۵}{۱۰}) - ۳ \times ۱۰ = ۳a \Rightarrow ۲۰ - ۳۰ = ۳a \Rightarrow a = -\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s^۲}$$

$$\Rightarrow [\text{متر برمجذور ثانیه رو به پایین (خلاف جهت)} \ (*)) \frac{۱۰}{۳}] \quad (۱)$$

$or :\Rightarrow$

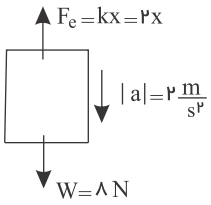


$$\Rightarrow mg - F_e = ma \Rightarrow ۳۰ - ۲۰۰(\frac{۶}{۱۰} - \frac{۵}{۱۰}) = ma = ۳a \Rightarrow a = +\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s^۲} \Rightarrow [\text{متر برمجذور ثانیه رو به پایین (هم‌جهت)} \ (**)) \frac{۱۰}{۳}] \quad (۲)$$

جهت y رو به بالا است پس چه حالت (۱) یا حالت (۲) نتیجه می‌دهد: $(\vec{a} = -\frac{۱۰}{۳}\frac{m}{s^۲})$

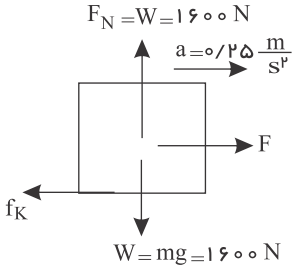
۱۹ گزینه ۴

هنگامی که آسانسور در حال توقف است، حرکتش کندشونده است، یعنی شتاب و سرعتش در خلاف جهت یکدیگرند، در اینجا که آسانسور حرکت کندشونده رو به بالا دارد، پس شتابی رو به پایین خواهد داشت، بنابراین داریم:



$$F_{net} = ma \rightarrow W - F_e = ma \rightarrow ۸ - ۲x = ۰/۸ \times ۲ \rightarrow x = ۳/۲cm$$
$$x = \Delta\ell = \ell - \ell_۰ \rightarrow ۳/۲ = \ell - ۲۰ \rightarrow \ell = ۲۳/۲cm$$

۲۰ گزینه ۱ با رسم نیروی وارد بر صندوق داریم:



$$f_k = \mu_k F_N = ۰/۲ \times ۱۶۰۰ \rightarrow f_k = ۳۲۰N$$

در حالت اول برای تعیین نیروی F داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow F - ۳۲۰ = ۱۶۰ \times ۰/۲۵ \rightarrow F = ۳۶۰N$$

در حالت دوم برای تعیین جرم صندوق جدید داریم:

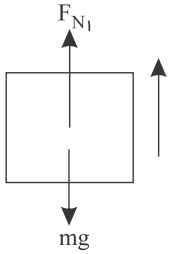
$$F_{net} = m'a' \rightarrow F - f'_k = m'a' \xrightarrow[a'=۲a]{f'_k=\mu_k=m'g} F - \mu_k = m'g = m'a' \rightarrow ۳۶۰ - ۰/۲ \times m' \times ۱۰ = m' \times ۰/۵ \rightarrow ۲/۵m' = ۳۶۰ \rightarrow m' = ۱۴۴kg$$

و در نهایت داریم:

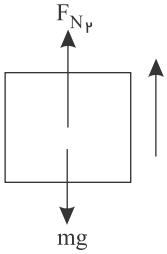
$$\Delta m = m - m' = ۱۶۰ - ۱۴۴ \rightarrow \Delta m = ۱۶kg$$

۲۱ گزینه ۳ می‌دانی که در شروع حرکت از حال سکون، حرکت تندشونده است. بنابراین در حالت اول شتاب رو به بالا و در حالت دوم شتاب رو به پایین است. در اینصورت داریم:

$$a_۱ = a \rightarrow F_{N_۱} - mg = ma_۱ \rightarrow F_{N_۱} = mg + ma_۱ = mg + ma$$



$$a_۲ = ۲a \rightarrow mg - F_{N_۲} = ma_۲ \rightarrow F_{N_۲} = mg - ma_۲ = mg - ۲ma$$



$$\rightarrow F_{N_۱} - F_{N_۲} = ۳ma \xrightarrow[m=۶۰kg]{F_{N_۱} - F_{N_۲} = ۲۷۰} ۲۷۰ = ۳ \times ۶۰ \times a \rightarrow \frac{۳}{۲} \frac{m}{s^۲}$$

۲۲ گزینه ۴ می‌دانیم در فاصلهٔ h از سطح زمین (و شعاع مدار r)، تندی حرکت ماهواره به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$v = R_e \sqrt{\frac{g}{r}} \xrightarrow{r = R_e + h} v = R_e \sqrt{\frac{g}{R_e + h}}$$

پس در مقایسهٔ انرژی جنبشی ماهواره A و B داریم:

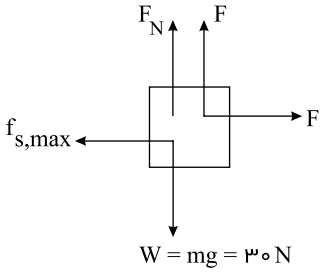
۲۳ گزینه ۴

وقتی شتاب گرانش ۹۹ درصد کاهش یافته، شتاب گرانش در آن نقطه معادل یک درصد شتاب گرانش در سطح زمین است. از طرفی می‌دانیم (۲) $r = R_e + h$ (۱) h R_e M_e که شتاب گرانش با مربع فاصله از مرکز زمین نسبت عکس دارد؛ بنابراین داریم:

$$\frac{g_۲}{g_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \xrightarrow[r_۱=R_e, r_۲=R_e+h]{g_۲=۰/۰۱g_۱} \frac{۱}{۱۰۰} = (\frac{R_e}{R_e+h})^۲ \to \frac{۱}{۱۰} = \frac{R_e}{R_e+h} \to h = ۹R_e$$

۲۴ گزینه ۲

در ابتدا بزرگی نیروی F را در حالت اول محاسبه می‌کنیم.



در آستانهٔ حرکت داریم:

$$\begin{cases} F_N = ۳۰ - F \\ f_{smax} = F \end{cases} \xrightarrow[\mu_s = ۰/۵]{f_{smax} = \mu_s F_N} ۰/۵(۳۰ - F) = F \to F = ۱۰N$$

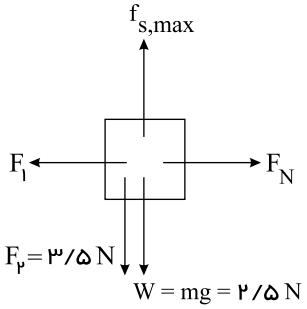
حال اگر اندازهٔ نیروی F به اندازهٔ ۴ نیوتون کاهش یابد، نیروی باقی‌مانده $۶N$ خواهد بود. در این موقعیت نیروی اصطکاک در آستانه حرکت را می‌یابیم:

$$\begin{cases} F'_N = ۳۰ - F' \xrightarrow{F'=۶N} F'_N = ۲۴N \\ f'_{smax} = \mu_s F'_N = (۰/۵)(۲۴) = ۱۲N \end{cases}$$

در این موقعیت چون $F' = ۶N$ کمتر از $f'_{s_۱\,max}$ است، بنابراین جسم حرکت نمی‌کند و ساکن است، پس: $f_s = F' = ۶N$ است.

۲۵ گزینه ۱

در ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. در آستانهٔ لغزش داریم:



$$f_{s,max} = F_۲ + W = ۳/۵ + ۲/۵ = ۶N$$

از طرفی می‌دانیم که نیروی دیوار به چوب به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$R = \sqrt{f_{s,max}^۲ + F_N^۲} \to ۱۰ = \sqrt{۶^۲ + F_N^۲} \to F_N = ۸N$$

و درنهایت داریم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \to ۶ = \mu_s \times ۸ \to \mu_s = ۰/۷۵$$

۲۶ گزینه ۲ در ابتدا تغییر تکانهٔ جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta p = p_۲ - p_۱ \xrightarrow{p_۲ = ۲p_۱} \Delta p = ۲p_۱ - p_۱ \to \Delta p = p_۱$$

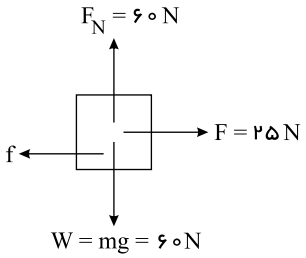
از طرفی با توجه به رابطهٔ بین قانون دوم نیوتون و تغییر تکانه داریم:

$$\Delta p = F_{net}\cdot\Delta t \xrightarrow{\Delta p = p_1} p_1 = F_{net}\cdot\Delta t \xrightarrow{p_1 = mv_1} mv_1 = F_{net}\cdot\Delta t \xrightarrow[F_{net}=4N]{m=20kg,\, v_1=5\frac{m}{s}} 20\times 5 = 4\Delta t \to \Delta t = 25s$$

۲۷ **گزینه ۱** قبل از هر چیز می‌دانیم، در اینجا نیرویی که سطح افقی به جسم وارد می‌کند به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

بنابراین نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح را می‌یابیم:



چون جسم ساکن است، باید اول بررسی کنیم که قادر به حرکت دادن جسم هستیم یا خیر. یعنی:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0/75 \times 60 \to f_{s,max} = 45N$$

یعنی در اینجا حداقل $45N$ نیرو لازم داریم تا جسم ساکن را به حرکت واداریم و چون $F = 25N < 45N$ است، قادر به حرکت دادن جسم نیستیم و جسم ساکن می‌ماند، پس $f_s = F = 25N$ است. در نهایت داریم:

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

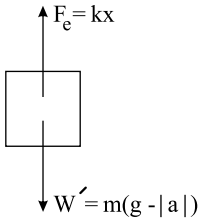
۲۸ **گزینه ۱** با توجه به رابطهٔ بین تکانه، انرژی جنبشی و جرم متحرک داریم:

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = (\frac{p_A}{p_B})^2 \times \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{p_A = p_B} \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow[m_A=2kg]{K_A = 4K_B} 4 = \frac{m_B}{2} \to m_B = 8kg$$

۲۹ **گزینه ۱** با توجه به ترکیبی بودن این سؤال که از ترکیب نیروی کشسانی فنر و حرکت آسانسور تشکیل شده، باید به دو نکته توجه کنیم. اول اینکه چون شتاب حرکت آسانسور رو به پایین است، شتاب ظاهری از رابطهٔ $g' = g - |a|$ و همین‌طور نیروی وزن ظاهری از رابطهٔ $W' = m(g - |a|)$ محاسبه می‌شود. دوم اینکه بزرگی نیروی کشسانی فنر برای این جسم آویخته به فنر وقتی به اندازهٔ x تغییر طول پیدا کرده (نسبت به حالت عادی فنر) به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$F_e = kx$$

در نهایت از دید شخصی که در داخل آسانسور ایستاده و به جسم آویخته به فنر ساکن نگاه می‌کند، داریم:

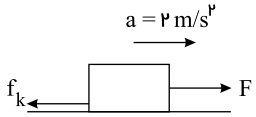


$$x = \ell - \ell_0 = 35 - 26 = 9cm = 0/09m$$

$$kx = w' \xrightarrow[|a|=1\frac{m}{s^2}]{k=200\frac{N}{m}} (200)(0/09) = m(10-1) \Rightarrow m = 2kg$$

۳۰ **گزینه ۴**

در ابتدا با توجه به قانون دوم نیوتون، رابطهٔ بین نیروی محرک F و نیروی اصطکاک f_k را می‌یابیم.



$$F_{Net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \xrightarrow[a=2\frac{m}{s^2}]{m=150kg} F - f_k = 150\times 2 \Rightarrow F - f_k = 300N \quad (1)$$

از طرفی می‌دانیم که نیروی سطح افقی به جسم به‌صورت زیر محاسبه می‌شود

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} \xrightarrow[R=1625N]{F_N = mg = 1500N} 1625 = \sqrt{(1500)^2 + f_k^2} \Rightarrow (1625)^2 = (1500)^2 + f_k^2 \Rightarrow f_k^2 = (1625)^2 - (1500)^2$$

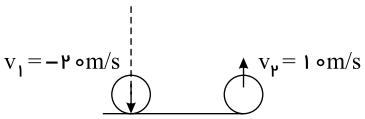
$$\Rightarrow f_k^2 = (1625 - 1500)(1625 + 1500) = 125\times 3125 \Rightarrow f_k^2 = 125\times 25\times 125 \Rightarrow f_k^2 = 125\times 5 \Rightarrow f_k = 625N$$

حال با توجه به معادلهٔ (۱) داریم:

$$F - f_k = ۳۰۰N \xrightarrow{f_k=۶۲۵N} F - ۶۲۵ = ۳۰۰ \Rightarrow F = ۹۲۵N$$

۳۱ گزینه ۴

برای تعیین بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله، باید بزرگی شتاب متوسط آن را بیابیم، به همین دلیل باید بزرگی تغییر سرعت گلوله را محاسبه کنیم. در اینجا اگر جهت رو به پایین را منفی در نظر بگیریم، داریم:



$$|v_۱| = \sqrt{۲gh} \xrightarrow[g=۱۰\frac{m}{s^۲}]{h=۲۰m} |v_۱| = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۲۰} \Rightarrow |v_۱| = ۲۰\frac{m}{s}$$

$$\Delta v = v_۲ - v_۱ = ۱۰ - (-۲۰) \Rightarrow \Delta v = ۳۰\frac{m}{s}$$

و برای تعیین بزرگی شتاب متوسط داریم:

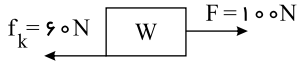
$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۰/۲s]{\Delta v = ۳۰\frac{m}{s}} a_{av} = \frac{۳۰}{۰/۲} \Rightarrow a_{av} = ۱۵۰\frac{m}{s^۲}$$

و در نهایت برای تعیین بزرگی نیروی متوسط داریم:

$$F_{av} = ma_{av} = ۰/۲ \times ۱۵۰ \Rightarrow F_{av} = ۳۰N$$

۳۲ گزینه ۲

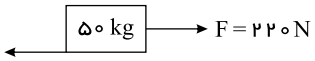
با توجه به رابطهٔ بین تکانه و قانون دوم نیوتون داریم:



$$\vec{F_{net}} = m\vec{a} = \frac{m\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\vec{P} = \vec{F_{net}} \cdot \Delta t \xrightarrow{F_{net}=F-f_k} \Delta P = (F - f_k)\Delta t \xrightarrow[f_k=۶۰N]{F=۱۰۰N,\Delta t=۱s} \Delta P = (۱۰۰ - ۶۰) \times ۱ \Rightarrow \Delta P = ۴۰kg\frac{m}{s}$$

۳۳ گزینه ۲

در ابتدا شتاب حرکت و بعد از آن جابه‌جایی را در ۲ ثانیهٔ اول می‌یابیم.



$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = ۰/۴ \times ۵۰۰ = ۲۰۰N$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{Net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow ۲۲۰ - ۲۰۰ = ۵۰a \Rightarrow a = ۰/۴\frac{m}{s^۲}$$

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \xrightarrow[t=۲s]{v_۰=۰} \Delta x = (\frac{۱}{۲})(۰/۴)(۲)^۲ \Rightarrow \Delta x = ۰/۸m$$

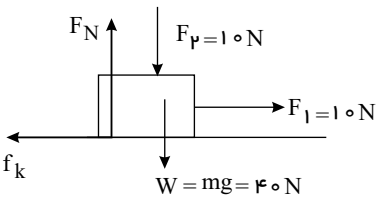
و برای تعیین کار نیروی F داریم:

$$W_F = F \cdot d \cdot \cos\theta = ۲۲۰ \times ۰/۸ \times \cos ۰^\circ \Rightarrow W_F = ۱۷۶J$$

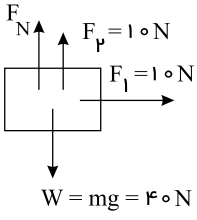
۳۴ گزینه ۱

قدم اول:

ابتدا حرکت جسم با سرعت ثابت است ($a = ۰$) بنابراین:



$$F_{net} = ma^{\nearrow^\circ} = ۰ \Rightarrow ۱۰ - f_k = ۰ \Rightarrow f_k = ۱۰N \text{ و } F_{N_۱} = ۴۰ + ۱۰ = ۵۰N$$



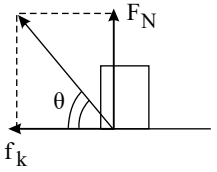
قدم دوم:

در امتداد y داریم:

$$F_{N_۲} + F_۲ = W \Rightarrow F_{N_۲} = ۳۰N$$

$$\frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} = \frac{۳}{۵} \xrightarrow[\text{را در } \mu_k \text{ ضرب می‌کنیم}]{\text{صورت و مخرج}} \frac{f_{k_۲}}{f_{k_۱}} = \frac{۳}{۵} \Rightarrow f_{k_۲} = \frac{۳}{۵} f_{k_۱} \quad \text{و} \quad F_{N_۲} = \frac{۳}{۵} F_{N_۱}$$

$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} \Rightarrow \frac{\tan\theta_۲}{\tan\theta_۱} = \frac{F_{N_۲}}{F_{N_۱}} \times \frac{f_{k_۱}}{f_{k_۲}} = \frac{۳}{۵} \times \frac{۵}{۳} = ۱$$



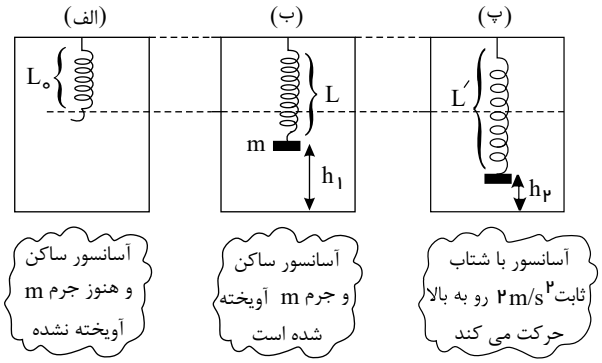
روش دوم:

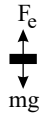
$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{F_N}{\mu_k F_N} = \frac{۱}{\mu_k} = \text{ثابت}$$

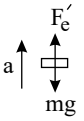
$$\theta_۲ = \theta_۱ < ۹۰^\circ$$

۳۵ گزینه ۲ تغییر طول فنر از حالت تعادل (تفاضل طول فنر نسبت به طول حالت عادی‌اش) را با ΔL (کتاب درسی مقدار ΔL را با x نشان داده است.) نشان می‌دهیم. فرض کنید طول اولیهٔ فنر $L_۰$، طول فنر قبل از حرکت آسانسور و پس از آویختن وزنه برابر L و بعد از حرکت آسانسور L' باشد. فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور را ابتدا $h_۱$ سپس $h_۲$ می‌نامیم:

$$\begin{cases} m = ۲kg \text{ و } L_۰ = ۴۰cm \\ h_۱ = ۱۴۰cm \text{ و } h_۲ = ۱۳۶cm \\ a = ۲\frac{m}{s^۲} \end{cases}$$



(در شکل ب) $\Rightarrow$  $\Rightarrow k(L - L_۰) = mg \quad (۱)$

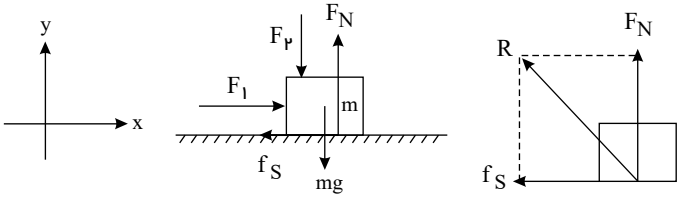
(در شکل پ) $\Rightarrow$  $\Rightarrow F'_e - mg = ma \Rightarrow k(L' - L_۰) = m(g + a) \quad (۲)$

$$(۲) - (۱) \Rightarrow (kL' - kL_۰) - (kL - kL_۰) = mg + ma - mg \Rightarrow k(L' - L) = ma \xrightarrow[L' - L = h_۱ - h_۲ \text{ : شکل (ب) و (پ) مشخص است که}]{\text{با کمی توجه به اشکال و مقایسهٔ}} k(۴cm) = ۲ \times ۲ = ۴N$$

$$\Rightarrow k = ۱\frac{N}{cm}$$

۳۶ گزینه ۲

در هر حالت نیروی عمودی تکیه گاه و نیروی اصطکاک را می‌یابیم. چون جسم ساکن است، در هر دو حالت نیروی اصطکاک با نیروی افقی هم اندازه است.



$$\begin{cases} R=\sqrt{F_N^{۲}+f_s^{۲}} \quad (۱) \\ x:(F_{net})_x=ma_x=۰\Rightarrow f_s=F_۱ \quad (۲) \\ y:(F_{net})_y=ma_y=۰\Rightarrow F_N=F_۲+mg \quad (۳) \end{cases}$$

$$(۱)\text{ و }(۲)\text{ و }(۳)\Rightarrow R=\sqrt{(F_۲+mg)^{۲}+(F_۱)^{۲}} \quad (*)$$

$|\vec{F_۱}|$ و $|\vec{F_۲}|$ هریک دو برابر شده و جسم همچنان ساکن می‌ماند.

$$R'=\sqrt{(۲F_۲+mg)^{۲}+(۲F_۱)^{۲}} \quad (**)$$

$$(*)\text{ و }(**)\Rightarrow \frac{R'}{R}=\sqrt{\frac{۴F_۱^{۲}+(۲F_۲+mg)^{۲}}{F_۱^{۲}+(F_۲+mg)^{۲}}}=k$$

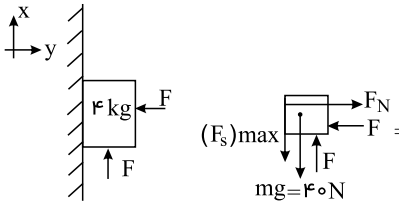
می‌دانیم: $\dfrac{۴F_۱^{۲}+(۲F_۲+۲mg)^{۲}}{F_۱^{۲}+(F_۲+mg)^{۲}}=\dfrac{۴[F_۱^{۲}+(F_۲+mg)^{۲}]}{[F_۱^{۲}+(F_۲+mg)^{۲}]}=۴$

از طرفی: $\underbrace{\dfrac{۴F_۱^{۲}+(۲F_۲+۲mg)^{۲}}{F_۱^{۲}+(F_۲+mg)^{۲}}}_{۴}>\dfrac{۴F_۱^{۲}+(۲F_۲+mg)^{۲}}{F_۱^{۲}+(F_۲+mg)^{۲}}=k^{۲}\rightarrow k^{۲}<۴\rightarrow \begin{cases} k<۲ \\ \text{صورت کسر}>\text{مخرج کسر} \end{cases}\Rightarrow ۱<k<۲$

راه دوم: به جای $F_۱$ و $F_۲$ و mg اعداد دلخواه منطقی قرار داده و ...

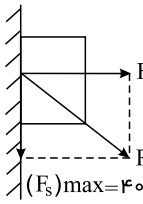
۳۷ گزینه ۲

در حالت اول که جسم در آستانهٔ حرکت روبه بالا قرار دارد، نیروی f_{smax} روبه پایین است به عبارتی داریم:



$$\begin{cases} x:a_x=۰\Rightarrow F_N=F \\ y:f_{smax}+mg=F \end{cases}\Rightarrow f_{smax}=F-۴۰\Rightarrow \mu_sF_N=F-۴۰\Rightarrow ۰/۵F=F-۴۰\Rightarrow \frac{۱}{۲}F=۴۰$$

$$\Rightarrow F=۸۰N\Rightarrow (f_s)_{max}=۴۰N$$



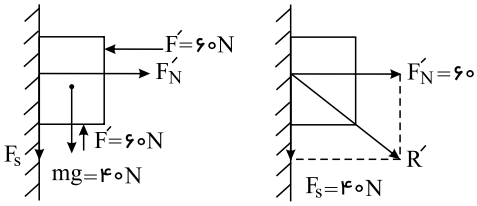
$$\Rightarrow R=\sqrt{۴۰^{۲}+۸۰^{۲}}\Rightarrow R=۴۰\sqrt{۵} \quad (۱)$$

در حالت دوم:

$$F'=F-۲۰=۸۰-۲۰=۶۰N\Rightarrow F'=۶۰N$$

چون $F'-mg=۲۰N$ کمتر از $(f_s)'_{max}=\mu_sF'_N=۰/۵\times ۶۰=۳۰$ است، جسم همچنان ساکن است، بنابراین داریم:

$$F'=mg+f_s\rightarrow ۶۰=۴۰+f_s\rightarrow f_s=۲۰N$$



$$\Rightarrow R' = \sqrt{F_N'^{۲} + f_s^{۲}} \Rightarrow R' = \sqrt{۶۰^{۲} + ۲۰^{۲}} = ۲۰\sqrt{۱۰}N \Rightarrow R' = ۲۰\sqrt{۱۰}N \quad (۲)$$

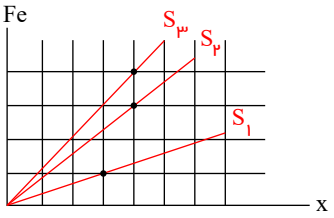
$$(۱)\ ,\ (۲) \Rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{۲۰\sqrt{۱۰}}{۴۰\sqrt{۵}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

۳۸ **گزینه ۴**

طبق رابطهٔ قانون هوک:

$$F_e = kx \quad (x \rightarrow \text{مقدار تغییر طول فنر})$$

طبق $F_e = kx$، شیب نمودار $(F_e - x)$ برابر ثابت فنر است. با توجه به مقیاس رسم شده در نمودار، می‌توان ثابت فنرها را پیدا کرد.



$$\begin{cases} k_۱ = \frac{۱}{۳} \\ k_۲ = \frac{۳}{۴} \end{cases} \Rightarrow \frac{k_۱}{k_۲} = \frac{\frac{۱}{۳}}{\frac{۳}{۴}} = \frac{۴}{۹} \Rightarrow k_۱ = \frac{۴}{۹}k_۲$$

$$\begin{cases} k_۲ = \frac{۳}{۴} \\ k_۳ = ۱ \end{cases} \Rightarrow \frac{k_۳}{k_۲} = \frac{۱}{\frac{۳}{۴}} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow k_۳ = \frac{۴}{۳}k_۲$$

به ازای یک نیروی یکسان تغییر طول فنر با ثابت فنر رابطهٔ عکس دارد:

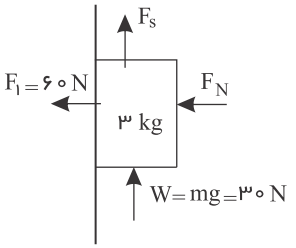
$$F_e = kx = \text{ثابت} \Rightarrow x \propto \frac{۱}{k}$$

$$k_۱ = \frac{۴}{۹}k_۲ \Rightarrow x_۱ = \frac{۹}{۴}x_۲ = \frac{۹}{۴} \times ۴cm = ۹cm \Rightarrow x_۱ = ۹cm$$

$$k_۳ = \frac{۴}{۳}k_۲ \Rightarrow x_۳ = \frac{۳}{۴}x_۲ = \frac{۳}{۴} \times ۴cm = ۳cm \Rightarrow x_۳ = ۳cm$$

۳۹ **گزینه ۳** **در حالت که جسم ساکن است، با رسم نیروی وارد بر جسم داریم:**

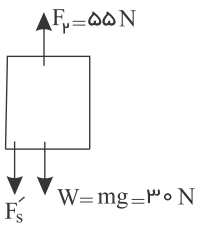
$$\begin{cases} F_{netx} = ۰ \rightarrow F_N = F_۱ = ۶۰N \\ F_{nety} = ۰ \rightarrow f_s = ۳۰N \end{cases}$$



در حالت دوم که نیروی ۵۵ نیوتونی که از نیروی وزن ۳۰ نیوتونی بیشتر است، رو به بالا به جسم وارد می‌شود، نیروی اصطکاک به طرف پایین خواهد بود و چون با فرض ساکن بودن، f_s' جدید ۲۵ نیوتون، یعنی کمتر از $f_s = ۳۰N$ است، پس فرض ما درست بود و جسم ساکن می‌ماند.

$$F_{nety} = ۰ \rightarrow F_۲ = f_s' + W \rightarrow ۵۵ = f_s' + ۳۰ \rightarrow f_s' = ۲۵N$$

حال در حالت دوم داریم:



$$R = \sqrt{F_N^{۲} + f_s'^{۲}} = \sqrt{\underbrace{۶۰^{۲}}_{(۵\times۱۲)} + \underbrace{۲۵^{۲}}_{(۵\times۵)}} \rightarrow \underbrace{R}_{(۵\times۱۳)} = ۶۵N$$

پاسخنامه کلیدی

۱	۳
۲	۳
۳	۴
۴	۴
۵	۴
۶	۴
۷	۳
۸	۴

۹	۲
۱۰	۱
۱۱	۳
۱۲	۲
۱۳	۲
۱۴	۲
۱۵	۱
۱۶	۴

۱۷	۴
۱۸	۱
۱۹	۴
۲۰	۱
۲۱	۳
۲۲	۴
۲۳	۴
۲۴	۲

۲۵	۱
۲۶	۲
۲۷	۱
۲۸	۱
۲۹	۱
۳۰	۴
۳۱	۴
۳۲	۲

۳۳	۲
۳۴	۱
۳۵	۲
۳۶	۲
۳۷	۲
۳۸	۴
۳۹	۳