

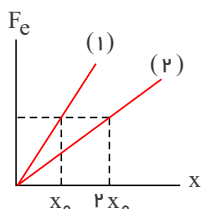
۱- اگر فنری را از هر دو طرف با نیرویی افقی به بزرگی 50 N بکشیم، طول آن 5 cm افزایش می‌یابد. ثابت فنر چند کیلو نیوتون بر متر است؟

- ① ۱۰۰۰ ② ۱ ③ ۲۰۰۰ ④ ۲

۲- به انتهای فنر قائمی با طول عادی 20 cm ، کفه‌ای به جرم m وصل می‌کنیم. در این حالت طول فنر 25 cm می‌شود. اگر با قرار دادن یک وزنه 200 g گرمی بر روی این کفه، 8 cm دیگر به طول فنر اضافه شود، m چند گرم است؟

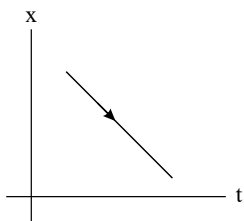
- ① ۷۵ ② ۱۲۵ ③ ۲۰۰ ④ $\frac{1000}{3}$

۳- نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای دو فنر متفاوت مطابق شکل زیر است. به انتهای فنر (۱) جسمی به جرم m_1 و به انتهای فنر (۲)، جسمی به جرم m_2 آویزان می‌کنیم. اگر بعد از رسیدن به تعادل افزایش طول فنر (۱) دو برابر افزایش طول فنر (۲) باشد، حاصل $\frac{m_2}{m_1}$ کدام است؟



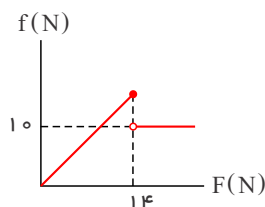
- ① ۴ ② $\frac{1}{4}$ ③ ۲ ④ $\frac{1}{2}$

۴- نمودار مکان - زمان حرکت جسمی که روی محور x و بر روی سطح افقی دارای اصطکاک تحت تأثیر دو نیروی افقی و هم راستای \vec{F}_1 و \vec{F}_2 در حال حرکت است، مطابق شکل زیر است. اگر نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر با f باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



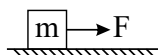
- ① $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = f$ ② $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$ ③ بردار $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ در خلاف جهت محور x است. ④ بردار f در خلاف جهت محور x است.

۵- جسمی به جرم m روی یک سطح افقی در حال سکون قرار دارد. نیروی افقی \vec{F} را موازی با سطح به جسم وارد می‌کنیم. اگر نمودار اندازه نیروی اصطکاک وارد بر جسم بر حسب اندازه نیروی \vec{F} مطابق شکل زیر باشد، نسبت ضریب اصطکاک جنبشی به ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح افقی کدام است؟



- ① $\frac{5}{14}$ ② $\frac{5}{7}$ ③ $\frac{7}{5}$ ④ $\frac{14}{5}$

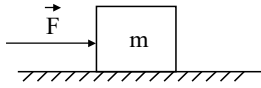
۶- مطابق شکل زیر جسمی به جرم m بر روی سطح افقی در حال سکون قرار دارد. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این جسم صحیح نیست؟



- ① بزرگی نیروی سطح وارد بر جسم برابر با وزن جسم است. ② با کاهش نیروی F ، نیروی سطح وارد بر جسم کاهش می‌یابد. ③ با کاهش نیروی F ، جسم همچنان ساکن است. ④ سطح افقی دارای اصطکاک است.

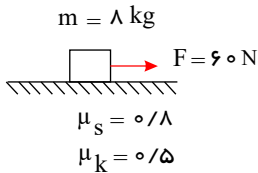


۷- در شکل مقابل نیروی افقی \vec{F} ، به جسمی به جرم m که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر اندازه‌ی نیروی \vec{F} را دو برابر کنیم و جسم هم‌چنان ساکن بماند. در این صورت اندازه‌ی نیروی اصطکاک در حالت دوم برابر اندازه‌ی نیروی اصطکاک در حالت اول می‌شود و این با قانون نیوتون قابل توجیه است.



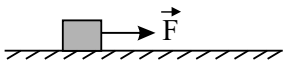
- ① ۲-اول
 ② ۲-سوم
 ③ کم‌تر از ۲-اول
 ④ کم‌تر از ۲-سوم

۸- مطابق شکل روبه‌رو، به جسم ساکنی به جرم 8 kg نیرویی افقی به بزرگی 60 N وارد می‌شود. اندازه‌ی نیرویی که از طرف سطح بر جسم وارد می‌شود، بر حسب نیوتون کدام است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



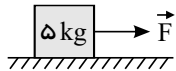
- ① $40\sqrt{5}$
 ② ۱۰۰
 ③ ۸۰
 ④ ۵۰

۹- در شکل زیر، جسمی به جرم $m = 6\text{ kg}$ روی سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی $F = 90\text{ N}$ به آن وارد می‌شود. اگر اندازه‌ی نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود برابر با 75 N باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



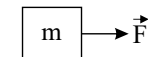
- ① صفر
 ② ۷٫۵
 ③ ۲٫۵
 ④ ۱۵

۱۰- مطابق شکل زیر، نیروی افقی $F = 10\text{ N}$ به جسمی به جرم 5 kg وارد می‌شود و جسم در آستانه‌ی حرکت روی سطح افقی قرار می‌گیرد. اگر نیروی افقی \vec{F} را به اندازه 7 N افزایش دهیم، جسم با شتاب 3 m/s^2 روی سطح افقی شروع به حرکت می‌کند. اختلاف ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی جسم با سطح کدام است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



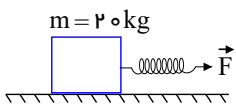
- ① ۰٫۲
 ② ۰٫۰۴
 ③ ۰٫۱۶
 ④ ۰٫۰۲

۱۱- در شکل زیر، جسم m تحت تأثیر نیروی افقی \vec{F} به سمت راست با شتاب ثابت در حال حرکت است. اگر در یک لحظه نیروی F در صفحه کاغذ و 90° درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت طوری بچرخد که در راستای قائم به جسم به طرف بالا وارد شود، بزرگی شتاب جسم در راستای افقی دو برابر می‌شود. چنانچه ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح برابر با 0.4 باشد، بزرگی نیروی F چند برابر وزن جسم است؟ (جسم در هر دو حالت روی سطح افقی حرکت می‌کند.)



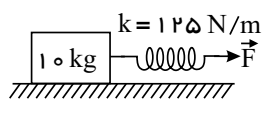
- ① $\frac{1}{5}$
 ② $\frac{1}{4}$
 ③ $\frac{1}{2}$
 ④ ۲

۱۲- در شکل زیر، اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی برابر با 0.1 ، ثابت فنر برابر با $100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ و تغییر طول فنر از حالت اولیه‌ی آن برابر با 40 cm باشد، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ و از جرم فنر صرف نظر کنید.)



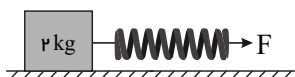
- ① ۰٫۲۵
 ② ۰٫۵
 ③ ۱
 ④ ۲

۱۳- مطابق شکل زیر، فنری به جرم ناچیز را به جسمی به جرم 10 kg متصل کرده و توسط نیروی \vec{F} آن را می‌کشیم. اگر هنگامی که جسم در آستانه‌ی حرکت قرار گرفته است، افزایش طول فنر نسبت به حالت عادی آن برابر با 20 سانتی‌متر شود، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح کدام است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



- ① ۱
 ② $\frac{1}{4}$
 ③ $\frac{1}{2}$
 ④ $\frac{1}{5}$

۱۴- وزنه‌ای به جرم 2 kg را روی یک سطح افقی که ضریب اصطکاک جنبشی آن با جسم 0.3 می‌باشد، به وسیله‌ی فنری با سرعت ثابت می‌کشیم. اگر تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی آن برابر 20 cm باشد، ثابت فنر چند N/m است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



- ① ۳۰
 ② ۳۰۰
 ③ ۳
 ④ ۰٫۳



۱۵- به جرمی به جرم ۲ کیلوگرم که روی یک سطح افقی ساکن است، نیرویی افقی به اندازه ۵ نیوتون وارد می‌کنیم. جسم شروع به حرکت می‌کند و پس از ۲۰ متر جابه‌جایی، سرعت آن به ۸ متر بر ثانیه می‌رسد. اندازه نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند نیوتون است؟

- ① صفر ② ۱٫۶ ③ ۳٫۶ ④ ۱٫۸

۱۶- روی سطحی افقی، جسمی به صورت مماس بر سطح با سرعت اولیه $10 \frac{m}{s}$ پرتاب می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح برابر با ۰٫۳ باشد، پس از ۶ متر جابه‌جایی، سرعت جسم چند درصد کاهش می‌یابد؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

- ① ۳۶ ② ۸۰ ③ ۶۴ ④ ۲۰

۱۷- جسمی که با سرعت ثابت v در مسیری مستقیم و افقی در حال حرکت است، با شتاب ثابت ناگهان ترمز کرده و پس از مدتی می‌ایستد. اگر این جسم در آخرین ثانیه حرکت خود مسافت $0.5m$ را طی کند، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی کدام است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

- ① ۰٫۱ ② ۰٫۲ ③ ۰٫۵ ④ ۰٫۷

۱۸- جعبه‌ای خالی به جرم $5kg$ را با تندی اولیه v روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم و جعبه پس از طی مسافت d متوقف می‌شود. اگر وزنه‌ای به جرم $2kg$ داخل جعبه قرار دهیم و این بار روی همان سطح با تندی اولیه $3v$ پرتاب کنیم، پس از طی مسافت d' متوقف می‌شود، نسبت $\frac{d'}{d}$ کدام است؟

- ① $\frac{2}{5}$ ② $\frac{5}{8}$ ③ ۳ ④ ۹

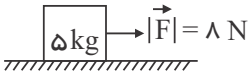
۱۹- جسم A با تندی $10m/s$ و جسم B با تندی $20m/s$ بر روی سطحی افقی و موازی با آن پرتاب می‌شوند. اگر جرم جسم A دو برابر جرم جسم B باشد و مسافتی که جسم A تا توقف کامل می‌پیماید، نصف مسافتی باشد که جسم B تا توقف کامل می‌پیماید. ضریب اصطکاک جنبشی جسم B با سطح چند برابر ضریب اصطکاک جنبشی جسم A با سطح است؟

- ① ۲ ② ۴ ③ $\frac{1}{4}$ ④ $\frac{1}{2}$

۲۰- جسمی به جرم $4kg$ روی سطحی افقی تحت اثر نیروی افقی \vec{F} با تندی ثابت $5m/s$ بر روی خط راست حرکت می‌کند. اگر نیروی \vec{F} قطع شود، جسم پس از طی مسافت $4m$ متوقف می‌شود. اندازه \vec{F} چند نیوتون است؟

- ① ۲٫۵ ② ۱۰ ③ ۱۲٫۵ ④ ۲۰

۲۱- در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت $1 \frac{m}{s}$ به صورت مستقیم و افقی در جهت نیروی افقی \vec{F} حرکت می‌کند. چند نیوتون اندازه‌ی نیروی \vec{F} را کاهش دهیم تا پس از ۵ ثانیه این جسم متوقف گردد؟

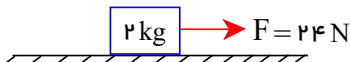


- ① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ ۷

۲۲- در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم $2kg$ روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی و ثابت \vec{F} از زمان $t = 0$ بر آن وارد می‌شود، به طوری که سرعت آن در SI به صورت $v = 2t + 3$ با زمان تغییر می‌کند. اگر $3s$ پس از اعمال نیروی \vec{F} ، نیرو قطع شده و جسم ۶ ثانیه پس از قطع نیروی \vec{F} ، با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه‌ی نیروی \vec{F} چند نیوتون است؟

- ① ۴ ② ۶ ③ ۷ ④ ۸

۲۳- مطابق شکل مقابل، به جسمی که روی یک سطح افقی ساکن است، نیروی افقی \vec{F} وارد می‌شود. اگر پس از ۲ ثانیه نیروی \vec{F} حذف شود، از ابتدای



حرکت جسم تا لحظه‌ی توقف، در مجموع جسم چند متر روی سطح افقی جابجا می‌شود؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

$$\mu_s = 0.3, \mu_k = 0.2$$

- ① ۰ ② ۲۰

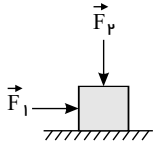
- ③ ۱۰۰ ④ ۱۲۰



۲۴- جسمی به جرم m روی سطحی افقی در حال سکون قرار دارد. اگر نیروی ثابت \vec{F} به مدت t ثانیه به آن وارد شده و سپس قطع شود، نسبت مسافت طی شده در مدت زمانی که حرکت جسم کندشونده است به مسافت طی شده در مدت زمانی که حرکت جسم تندشونده است، کدام است؟ (اصطکاک جنبشی است.)

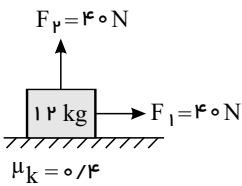
- (۱) $\frac{f_k}{F}$ (۲) $\frac{f_k}{F - f_k}$ (۳) $\frac{F}{f_k}$ (۴) $\frac{F - f_k}{f_k}$

۲۵- در شکل زیر جسم بر روی سطح افقی ساکن است. اگر اندازه نیروی عمودی \vec{F}_p بدون تغییر جهت آن افزایش یابد، از میان ۳ کمیت نیروی عمودی سطح، نیروی اصطکاک و نیروی خالص وارد بر جسم اندازه کدام کمیت‌ها افزایش می‌یابد؟



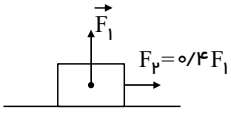
- (۱) هر سه کمیت افزایش می‌یابند. (۲) فقط نیروی عمودی سطح
 (۳) فقط نیروی اصطکاک (۴) نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک

۲۶- در شکل زیر جسم به سمت راست در حال حرکت است. بزرگی شتاب حرکت جسم چند m/s^2 است؟ ($g = 10 N/kg$)



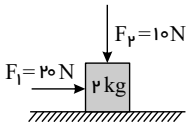
- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲
 (۳) $\frac{1}{4}$ (۴) $\frac{2}{3}$

۲۷- مطابق شکل زیر، جسمی روی یک سطح افقی تحت تأثیر نیروهای \vec{F}_1 و \vec{F}_p با سرعت ثابت در حال حرکت است. اگر $\mu_k = 0.8$ باشد، نسبت اندازه نیروی وزن جسم به اندازه نیروی \vec{F}_1 کدام است؟



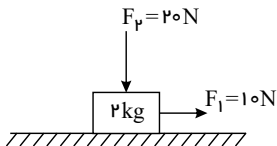
- (۱) $\frac{2}{3}$ (۲) ۲
 (۳) $\frac{3}{2}$ (۴) $\frac{1}{2}$

۲۸- در شکل زیر وقتی $F_p = 10 N$ است جسم با تندی ثابت در حال حرکت است. نیروی F_p چند نیوتون افزایش یابد تا بزرگی شتاب حرکت جسم برابر با $2 m/s^2$ شود؟ ($g = 10 N/kg$)



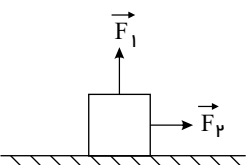
- (۱) ۱۶ (۲) ۸ (۳) ۴ (۴) ۶

۲۹- در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر اندازه نیروی \vec{F}_1 را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟ ($g = 10 N/kg$)



- (۱) ۲.۵ (۲) ۴
 (۳) ۵ (۴) ۸

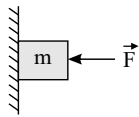
۳۰- مطابق شکل زیر، دو نیروی \vec{F}_1 و \vec{F}_p که اندازه هر کدام برابر با $20 N$ است، در لحظه $t = 0$ به طور همزمان به جسمی به جرم $5 kg$ که روی سطحی افقی در حالت سکون قرار دارد، وارد می‌شود و جسم با شتاب $1 m/s^2$ در راستای افق شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از $6 s$ نیروی \vec{F}_1 قطع شود، کدام گزینه در مورد حرکت جسم پس از لحظه $t = 6 s$ صحیح نیست؟ ($g = 10 N/kg$)



- (۱) متحرک پس از ۱۸ متر جابه‌جایی متوقف می‌شود.
 (۲) متحرک به حرکت خود با شتاب $1 m/s^2$ ادامه می‌دهد.
 (۳) متحرک پس از $6 s$ متوقف می‌شود.
 (۴) متحرک با شتاب $1 m/s^2$ - به حرکت خود ادامه می‌دهد.



۳۱- جسمی را مطابق شکل با نیروی افقی \vec{F} به دیواره قائمی فشرده‌ایم و جسم ساکن و بزرگی نیروی اصطکاک برابر با f است. اگر اندازه نیروی افقی وارد بر جسم بیش تر شود، نیروی اصطکاک برابر با f' و اگر جسم با سرعت ثابت به سمت پایین حرکت کند، اندازه نیروی اصطکاک برابر با f'' می‌شود. کدام گزینه در مورد مقایسه اندازه این سه نیرو درست است؟



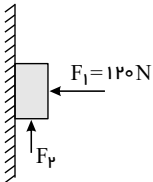
$f' = f > f''$ (۴)

$f'' > f' = f$ (۳)

$f' > f > f''$ (۲)

$f = f' = f''$ (۱)

۳۲- در شکل زیر جسم $m = 4\text{kg}$ در آستانه حرکت قرار دارد. اندازه اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین اندازه نیروی قائم F_p برابر با چند نیوتون است؟
($g = 10\text{N/kg}$, $\mu_s = 0.25$)



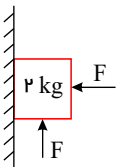
۷۰ (۲)

۶۰ (۱)

۱۰ (۴)

۳۰ (۳)

۳۳- در شکل مقابل، ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح قائم و جسم برابر با ۰٫۵ است. کمینه اندازه نیروی F چند نیوتون تا جسم در آستانه حرکت رو به پایین قرار گیرد؟ ($g = 10\text{N/kg}$)



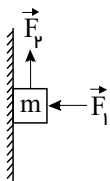
۴۰ (۲)

$\frac{40}{3}$ (۱)

۳۲ (۴)

۳۰ (۳)

۳۴- در شکل زیر، به جسمی به جرم $m = 4\text{kg}$ که به دیوار قائمی تکیه دارد، دو نیروی عمود بر هم $F_1 = 20\text{N}$ و F_p وارد می‌شود. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جسم با دیوار ۰٫۲۵ باشد، حداقل بزرگی F_p چند نیوتون باشد تا جسم در حال سکون باقی بماند؟



۳۵ (۲)

۴۵ (۱)

۲۵ (۴)

۳۰ (۳)

۳۵- جسمی به وزن W را با نیروی افقی \vec{F} به دیوار قائمی ثابت نگه داشته‌ایم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار برابر با μ_s باشد، کمینه اندازه نیروی \vec{F} برای آن که جسم به سمت پایین نلغزد، کدام است؟

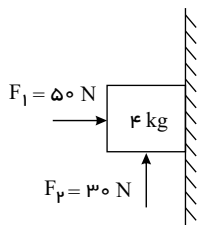
$\frac{W}{\sqrt{1 + \mu_s^2}}$ (۴)

$\mu_s W$ (۳)

$W\sqrt{1 + \mu_s^2}$ (۲)

$\frac{W}{\mu_s}$ (۱)

۳۶- در شکل زیر نیروهای $F_1 = 50\text{N}$ و $F_p = 30\text{N}$ بر جسمی به جرم 4kg وارد می‌شوند و جسم در آستانه حرکت به سمت پایین است. از جرم جسم چند گرم بکاهیم تا جسم در آستانه حرکت به سمت بالا قرار گیرد؟ ($g = 10\text{N/kg}$)



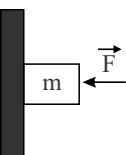
۲۰۰۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۱۰۰۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۳۷- مطابق شکل زیر، جسمی با نیروی افقی \vec{F} طوری به دیوار قائم تکیه داده شده است که جسم در آستانه لغزش به سمت پایین باشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار از $(\mu_s) = \frac{\sqrt{2}}{2}$ به $(\mu_s) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ برسد، \vec{F} را چند برابر کنیم تا اندازه نیرویی که از طرف دیوار به جسم وارد می‌شود، تغییر نکند؟



$\frac{2\sqrt{2}}{3}$ (۴)

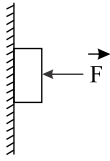
$\frac{\sqrt{42}}{6}$ (۳)

$\frac{\sqrt{47}}{7}$ (۲)

۱ (۱)



۳۸- مطابق شکل زیر جسم $m = 2\text{ kg}$ که تحت تأثیر نیروی افقی \vec{F} قرار دارد، با سرعت ثابت $4 \frac{m}{s}$ در راستای قائم پایین می‌آید. اگر در یک لحظه اندازه نیروی افقی \vec{F} بدون تغییر جهت آن دو برابر شود، مسافت طی شده توسط جسم ۲ ثانیه پس از این لحظه چند متر است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



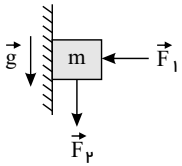
۱۰۰ (۲)

۲۰ (۱)

۸۰ (۴)

۶۰ (۳)

۳۹- در شکل زیر جسمی به جرم $m = 400g$ تحت تأثیر دو نیروی افقی و قائم \vec{F}_1 و \vec{F}_2 از حال سکون به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، و پس از طی مسافت 10 cm ، تندی آن به $1 \frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر در این لحظه جهت نیروی \vec{F}_2 عکس شود، جسم پس از طی مسافت 20 cm متوقف می‌شود. اندازه نیروی \vec{F}_2 چند نیوتون است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



۱٫۵ (۲)

۴ (۱)

۲٫۵ (۴)

۲ (۳)

۴۰- شخصی به جرم 60 kg بر روی یک نیروسنج ایستاده و فنری با ضریب ثابت $200 \frac{N}{m}$ را که به سقف آویزان است، به اندازه 10 cm پایین می‌کشد، پس از ایجاد تعادل، نیروسنج چه عددی را بر حسب نیوتون نشان می‌دهد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

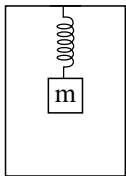
۶۸۰ (۴)

۶۲۰ (۳)

۵۸۰ (۲)

۴۲۰ (۱)

۴۱- در شکل زیر مجموعه وزنه - فنر از سقف آسانسور ساکن آویزان است و طول فنر در این حالت برابر با L است. اگر آسانسور با شتاب ثابت 2 m/s^2 به سمت بالا شروع به حرکت کند، طول فنر برابر با L' و اگر با شتاب ثابت 2 m/s^2 به سمت پایین شروع به حرکت کند طول فنر برابر با L'' می‌شود. کدام گزینه در مورد مقایسه طول فنر در این سه حالت صحیح است؟



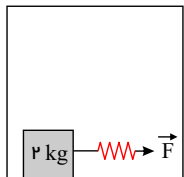
$L < L'' < L'$ (۲)

$L'' < L < L'$ (۱)

$L' < L < L''$ (۴)

$L' < L'' < L$ (۳)

۴۲- در شکل زیر، جسمی به جرم 2 kg روی آسانسور قرار دارد و آسانسور با شتاب 2 m/s^2 به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر جسم در آستانه لغزش روی سطح آسانسور باشد، تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ (ضریب اصطکاک ایستایی بین جرم و آسانسور $= 0.5$ ، $g = 10\text{ m/s}^2$ ، ثابت فنر 400 N/m)



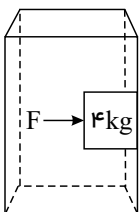
۲ (۲)

۲٫۵ (۱)

۳٫۵ (۴)

۳ (۳)

۴۳- آسانسوری که در حال حرکت به سمت پایین است، با شتابی به بزرگی 2.5 m/s^2 در حال توقف است. شخصی درون این آسانسور، جسمی به جرم 4 kg را با نیروی افقی $F = 120\text{ N}$ به دیواره قائم آسانسور می‌فشارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی دیواره آسانسور با جسم برابر 0.5 باشد و در مدت حرکت آسانسور، جسم روی دیواره نلغزد، نیروی برآیندی که جسم به دیواره آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$)



$30\sqrt{17}$ (۲)

۵۰ (۱)

$60\sqrt{5}$ (۴)

۱۳۰ (۳)



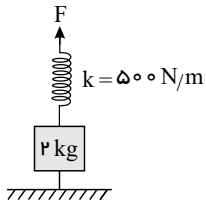
۴۴- یک بالون هوای داغ به جرم 600 kg با شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ در راستای قائم در حال پایین آمدن است. چه جرمی بر حسب kg را باید سریعاً از آن بیرون راند تا بالون با شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ در جهت رو به بالا حرکت کند؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) و فرض کنید در هر دو حالت نیروی رو به بالایی از طرف هوا به بالون وارد می شود، که بر اثر کاهش جرم بالون تغییر نمی کند.

- ۱۰۰ (۱) ۲۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۴۰۰ (۴)

۴۵- در شرایط خلأ، به جسمی به جرم 100 kg که روی سطح زمین قرار دارد، نیروی ثابت F در راستای قائم و به طرف بالا وارد می شود، به طوری که جسم از حال سکون و با شتاب $5 \frac{m}{s^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می کند. اگر پس از 20 s نیروی F حذف شود، جسم حداکثر تا چه ارتفاعی بر حسب متر از سطح زمین بالا می رود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

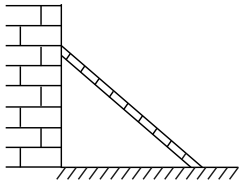
- ۱۰۰ (۱) ۵۰۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۱۵۰۰ (۴)

۴۶- در شکل زیر مجموعه در حال تعادل و نیروی کشش نخ برابر با 5 N است، اگر طول عادی فنر 12 cm باشد طول فنر در این حالت چند سانتی متر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



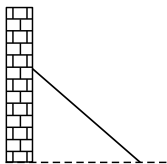
- ۲۱ (۱) ۱۵ (۲) ۱۷ (۳) ۱۳ (۴)

۴۷- در شکل زیر، نردبانی به جرم 20 kg به دیوار قائم و بدون اصطکاکی تکیه داده شده است و ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و نردبان برابر با 0.75 است. در آستانه سر خوردن نردبان، نسبت اندازه نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می کند، به اندازه نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می کند، کدام است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



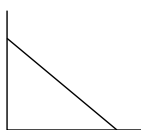
- $\frac{3}{5}$ (۱) $\frac{3}{4}$ (۲) $\frac{2}{5}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴)

۴۸- در شکل زیر نردبانی به جرم 20 کیلوگرم به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان 0.4 باشد، در آستانه سر خوردن نردبان، اندازه نیرویی که از طرف زمین بر نردبان وارد می شود چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



- $40\sqrt{29}$ (۱) ۸۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۲۸۰ (۴)

۴۹- مطابق شکل زیر، نردبانی به جرم 40 kg به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه داده شده است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان $\frac{3}{4}$ باشد، در آستانه لغزیدن نردبان، نیرویی که از طرف سطح افقی به نردبان وارد می شود چه زاویه ای با راستای قائم می سازد؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

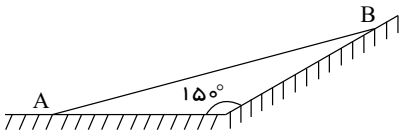


- 30° (۱) 37° (۲) 53° (۳) 60° (۴)



۵۰- مطابق شکل زیر، میله AB به جرم 1 kg به دو دیوار افقی برابر و مایل تکیه داده شده است. دیوار مایل کاملاً صیقلی و ضریب اصطکاکی ایستایی میله با سطح افقی برابر با $1/۰$ است. چنانچه میله در آستانه‌ی حرکت باشد، اندازه‌ی نیرویی که دیوار مایل به میله وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

$$(g = 10 \frac{N}{Kg})$$



$$\frac{20}{10 - \sqrt{3}} \text{ (۴)}$$

$$\frac{20}{10 + \sqrt{3}} \text{ (۳)}$$

$$100\sqrt{3} \text{ (۲)}$$

$$\frac{10 + \sqrt{3}}{20} \text{ (۱)}$$



پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۲ با استفاده از رابطه بزرگی نیروی کشسانی فنر، می توان نوشت:

$$F_e = kx \Rightarrow 50 = k \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow k = 10^3 N/m \Rightarrow k = 1 kN/m$$

۲ - گزینه ۲ راه حل اول: وقتی وزنه ی ۲۰۰ گرمی به فنر آویخته شده، طول آن ۸cm دیگر زیاد شده است. پس:

$$F' = m'g = 0.2 \times 10 = 2N, \Delta x' = 8cm = 0.08m$$

$$\frac{F' = k\Delta x'}{0.08} \Rightarrow \frac{2}{0.08} = 25 \frac{N}{m}$$

تغییر طول فنر وقتی کفه را به آن متصل کردیم، برابر با ۵cm است.

$$mg = k\Delta x \Rightarrow m \times 10 = 25 \times 0.05 = 1.25N$$

$$\Rightarrow m = 0.125kg = 125g$$

راه حل دوم: از آن جایی که بنابر قانون هوک $F = kx$ تغییر طول فنر با نیروی وارد بر آن متناسب است. می توانیم این فرم مسئله های مربوط به فنر را به روش تناسب حل کنیم و داریم:

$$\frac{m' = 200g}{m = ?} = \frac{\Delta L' = 8cm}{\Delta L = 5cm} \Rightarrow m = \frac{5 \times 200}{8} = 125g$$

۳ - گزینه ۲ از روی نمودار مشخص است که به ازای اندازه نیروی کشسانی یکسان، افزایش طول فنر (۲)، دو برابر افزایش طول فنر (۱) است. بنابراین:

$$F_e = kx \Rightarrow \frac{(F_e)_2}{(F_e)_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{x_2}{x_1} \Rightarrow 1 = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{2x_0}{x_0} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{1}{2}$$

وقتی وزنه ای به فنر می بندیم و آن را آویزان می کنیم، بعد از رسیدن به تعادل داریم:

$$F'_e - W = 0 \Rightarrow F'_e = W \Rightarrow kx' = mg$$

$$\Rightarrow \frac{k_2}{k_1} \times \frac{x'_2}{x'_1} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$$

۴ - گزینه ۳ چون حرکت جسم، یکنواخت بر روی خط راست است؛ بنابراین برایند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است. از طرفی با توجه به نمودار $v < 0$ است. بنابراین نیروی اصطکاک در

خلاف جهت حرکت جسم یعنی در جهت مثبت است. لذا با توجه به رابطه $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{f} = 0$ داریم:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{f} \Rightarrow \text{در } \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \text{ در خلاف جهت محور } x \text{ ها است}$$

۵ - گزینه ۲ جسم روی سطح افقی ابتدا ساکن است. با اعمال نیروی افقی \vec{F} و افزایش اندازه آن، جسم همچنان ساکن می ماند و اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم برابر با اندازه نیروی

\vec{F} خواهد بود. زمانی که اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم به بیشینه مقدار خود می رسد، با کمی افزایش نیروی \vec{F} ، جسم شروع به حرکت می کند و اصطکاک وارد بر جسم به نوع جنبشی

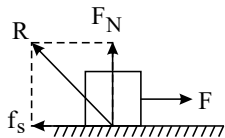
تبدیل خواهد شد و اندازه آن ثابت می شود. بنابراین مطابق نمودار، بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی برابر با ۱۴N و اندازه نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسم برابر با ۱۰N است. داریم:

$$f_{s,max} = 14N \Rightarrow \mu_s F_N = 14N$$

$$f_k = 10N \Rightarrow \mu_k F_N = 10N \Rightarrow \frac{f_k}{f_{s,max}} = \frac{\mu_k F_N}{\mu_s F_N} = \frac{\mu_k}{\mu_s} = \frac{10}{14} \Rightarrow \frac{\mu_k}{\mu_s} = \frac{5}{7}$$

۶ - گزینه ۱ بررسی گزینه ها:

گزینه ۱: نیروی سطح وارد بر جسم برابر با برایند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است. در این سؤال نیروی عمودی سطح با نیروی وزن جسم برابر است.



$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} \xrightarrow{F_N=W} R = \sqrt{W^2 + f_s^2} > W$$

گزینه ۲: مطابق روابط فوق، چون $f_s = F$ ، با کاهش نیروی F نیروی سطح نیز کاهش می یابد.

گزینه ۳: با کاهش نیروی F ، نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم کاهش می یابد و جسم همچنان ساکن است.

گزینه ۴: چون جسم ساکن است، بنابراین الزاماً نیروی اصطکاک در خلاف جهت نیروی \vec{F} به جسم وارد می شود.

۱ - گزینه ۱ طبق قانون اول نیوتون هنگامی که جسم ساکن است، برایند نیروهای وارد بر جسم برابر با صفر می باشد. بنابراین:

$$\left. \begin{array}{l} \text{در حالت اول: } F_{net} = 0 \Rightarrow F - f_1 = 0 \Rightarrow f_1 = F \\ \text{در حالت دوم: } F_{net} = 0 \Rightarrow 2F - f_2 = 0 \Rightarrow f_2 = 2F \end{array} \right\} \Rightarrow f_2 = 2f_1$$



بنابراین در حالت دوم، اندازه‌ی نیروی اصطکاک نیز دو برابر می‌شود.

۸ - گزینه ۲ ابتدا باید مشخص کرد که جسم توسط این نیرو به حرکت در می‌آید و یا خیر؟

$$f_{s \max} = \mu_s N = \mu_s mg = 0.8 \times 8 \times 10 = 64 N$$

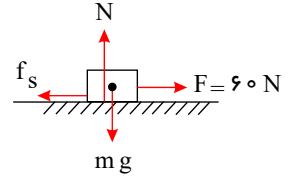
مقدار نیروی محرک در این مسئله $60 N$ است که قادر به غلبه بر اصطکاک ایستایی ماکزیم نیست. پس جسم حرکت نمی‌کند.

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow f_s = F = 60 N$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = mg = 80 N$$

$$R = \sqrt{N^2 + f_s^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 N$$

اما نیروی سطح بر ایند نیروی عمود بر سطح و نیروی اصطکاک است.



۹ - گزینه ۲ نیروی خالصی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود، بر ایند دو نیروی عمود برهم عمودی سطح و اصطکاک است. داریم:

$$\vec{F}_N + \vec{W} = 0 \Rightarrow F_N = W = 6 \times 10 = 60 N$$

$$R^2 = F_N^2 + f^2 \Rightarrow 75^2 = 60^2 + f^2 \Rightarrow f^2 = 75^2 - 60^2$$

$$\Rightarrow f^2 = (75 - 60)(75 + 60) = 15 \times 135 = (15 \times 3)^2 \Rightarrow f = 45 N$$

چون اندازه‌ی نیروی اصطکاک وارد بر جسم کمتر از اندازه‌ی نیروی F است، بنابراین جسم با شتاب ثابت به طرف راست در حال حرکت است و نیروی اصطکاک وارد بر آن از نوع اصطکاک جنبشی است. با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 90 - 45 = 6a \Rightarrow a = 7.5 m/s^2$$

۱۰ - گزینه ۳ قانون دوم نیوتون را در راستای سطح می‌نویسیم:

در حالت اول: $F_{net} = ma$

$$F = f_{s, \max} \Rightarrow 10 = \mu_s mg \Rightarrow \mu_s = \frac{10}{5 \times 10} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$$F_N = mg$$

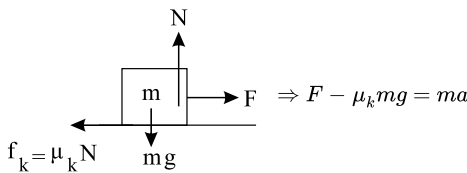
در حالت دوم: $F_{net} = ma$

$$\Rightarrow F' - f_k = ma \Rightarrow 17 - f_k = 5 \times 3 \Rightarrow f_k = 2 N$$

$$\mu_k F_N = \mu_k mg = 2 \Rightarrow \mu_k = \frac{2}{5 \times 10} = 0.04$$

$$\mu_s - \mu_k = 0.2 - 0.04 = 0.16$$

۱۱ - گزینه ۳ در حالت اول داریم:



$$N' = mg - F$$

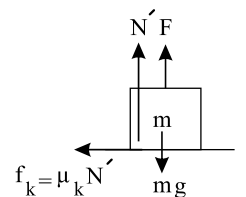
$$-\mu_k N' = ma' \Rightarrow m |a'| = \mu_k N'$$

$$\frac{N' = mg - F}{m} \rightarrow m |a'| = \mu_k (mg - F)$$

$$\frac{|a'| = a}{m} \rightarrow \frac{\mu_k (mg - F)}{F - \mu_k mg} = 2 \Rightarrow 2F - 2\mu_k mg = \mu_k mg - \mu_k F$$

$$\Rightarrow F(\mu_k + 2) = 3\mu_k mg \Rightarrow \frac{F}{mg} = \frac{3\mu_k}{\mu_k + 2} \quad \frac{F}{mg} = \frac{3 \times 0.4}{2.4} = \frac{1}{2}$$

در حالت دوم داریم:

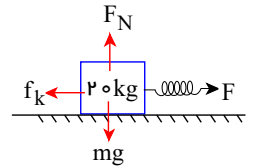




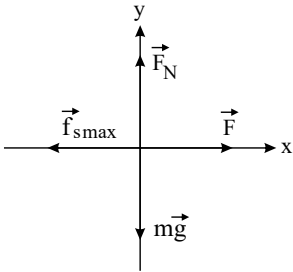
۱۲ - گزینه ۳

$$F - f_k = ma \Rightarrow (k\Delta x) - (\mu_k F_N) = 20a$$

$$\Rightarrow (100 \times 0,4) - (0,1 \times 200) = 20a \Rightarrow 40 - 20 = 20a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$



۱۳ - گزینه ۲ ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم:



$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_N = mg = 100N$$

چون جسم در آستانه حرکت است داریم:

$$f_{s\ max} = \mu_s F_N = \mu_s (100)$$

$$F = kx = (125)(0,2) = 25N$$

$$f_{s\ max} = F \Rightarrow 100\mu_s = 25 \Rightarrow \mu_s = \frac{1}{4}$$

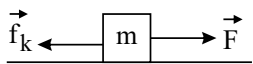
۱۴ - گزینه ۱

$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k \times mg = 0,3 \times 2 \times 10 = 6N$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F = f_k = 6N$$

$$F = kx \Rightarrow 6 = k \times \frac{2}{10} \Rightarrow k = 30N/m$$

۱۵ - گزینه ۴



با توجه به شکل ابتدا با استفاده از معادله سرعت - جابه‌جایی، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم. سپس با استفاده از قانون دوم نیوتون، اندازه نیروی اصطکاک را محاسبه می‌کنیم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow[v_0=0, v=1m/s]{\Delta x=20m} 1^2 - 0 = 2a \times 20 \Rightarrow a = 1,6m/s^2$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \xrightarrow{F=5N} 5 - f_k = 2 \times 1,6 \Rightarrow f_k = 1,8N$$

۱۶ - گزینه ۴ وقتی جسم روی سطح افقی پرتاب می‌شود، تنها نیروی افقی وارد بر جسم نیروی اصطکاک جنبشی است و در نتیجه شتاب حرکت جسم منفی است. در این صورت داریم:

$$F - f_k = ma \xrightarrow{F=0} -f_k = ma \Rightarrow -mg\mu_k = ma \Rightarrow a = -\mu_k g = -0,3 \times 10 = -3 \frac{m}{s^2}$$

برای به دست آوردن سرعت جسم پس از جابه‌جایی مشخص، از رابطه سرعت به جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت استفاده می‌کنیم. داریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow v^2 - 100 = 2 \times (-3) \times 6 \Rightarrow v^2 = 64 \Rightarrow v = 8 \frac{m}{s}$$

سرعت از ۱۰ متر بر ثانیه به ۸ متر بر ثانیه می‌رسد، یعنی ۲ متر بر ثانیه کاهش یافته است؛ در نتیجه:

$$\text{درصد تغییرات سرعت} = \frac{\Delta v}{v_0} \times 100 = \frac{(-2)}{10} \times 100 = -20\%$$

یعنی سرعت ۲۰٪ کاهش می‌یابد.

۱۷ - گزینه ۱ برای حل سوالات ترکیبی سینماتیک و دینامیک، اولین قدم محاسبه شتاب می‌باشد، بنابراین داریم:

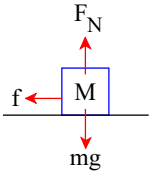
$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + vt \Rightarrow 0,5 = \frac{1}{2} \times a \times (1)^2 + 0 \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2} \Rightarrow a = -1 \frac{m}{s^2}$$

کته: اگر حرکتی ختم به توقف شود و در مورد ثانیه‌های پایانی سوال مطرح شود، می‌توان معادلات را به صورت برعکس در نظر گرفت. یعنی سرعت اولیه را صفر فرض کرد و فقط در آخر علامت جابجایی را برعکس کنیم، زیرا بدیهی است که علامت شتاب (ترمز) منفی است.

ر. قسمت حل دینامیک سوال داریم:



$$\circ - f = ma \xrightarrow{N=mg} \mu_k(mg) = m \times (-1) \Rightarrow \mu_k = \frac{1}{g} \Rightarrow \mu_k = 0.1$$



۱۸ - گزینه ۴ می دانیم که شتاب جسم در هر حالت به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\circ - \mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

با استفاده از معادله سرعت - جابه جایی داریم:

$$v_f - v_o = 2a\Delta x \Rightarrow \circ - v_o = 2(-\mu_k g)\Delta x \Rightarrow \Delta x = d = \frac{v_o^2}{2\mu_k g}$$

و به طور مشابه داریم:

$$\circ - (3v_o)^2 = 2(-\mu_k g)\Delta x' \Rightarrow \Delta x' = d' = \frac{9v_o^2}{2\mu_k g}$$

بنابراین:

$$\frac{d'}{d} = 9$$

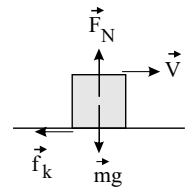
۱۹ - گزینه ۱

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$(F_{net})_y = ma_y = \circ \Rightarrow F_N = mg$$

$$(F_{net})_x = ma_x \Rightarrow -f_k = ma_x \Rightarrow -\mu_k F_N = ma_x$$

$$\Rightarrow -\mu_k mg = ma_x \Rightarrow a_x = -\mu_k g$$



از طرفی با استفاده از معادله سرعت - مسافتی که جسم طی می کند تا ایستد، برابر است با:

$$v_f - v_o = 2a_x \Delta x \Rightarrow \circ - v_o = 2(-\mu_k g)\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{v_o^2}{2\mu_k g}$$

بنابراین داریم:

$$\frac{\Delta x_B}{\Delta x_A} = \left(\frac{v_{oB}}{v_{oA}}\right)^2 \times \frac{(\mu_k)_A}{(\mu_k)_B} \Rightarrow \frac{2\Delta x_A}{\Delta x_A} = \left(\frac{2}{1}\right)^2 \times \frac{(\mu_k)_A}{(\mu_k)_B} \Rightarrow \frac{(\mu_k)_B}{(\mu_k)_A} = 2$$

۲۰ - گزینه ۳ در ابتدا با وجود نیروی جلوبرنده \vec{F} و نیروی بازدارنده اصطکاک \vec{f}_k ، جسم با تندی ثابت روی خط راست حرکت می کند.

طبق قانون اول نیوتون، نیروی خالص در این حالت صفر و $F = f_k$ است و با قطع شدن نیروی \vec{F} ، جسم فقط تحت تأثیر نیروی اصطکاک قرار دارد و مسافت توقف مثل ماشینی که ترمز می کند از رابطه زیر به دست می آید:

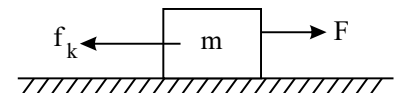
و طبق قانون دوم نیوتون، اندازه نیروی اصطکاک (که تنها نیروی وارد بر جسم است) برابر است با:

$$x_s = \frac{v_o^2}{2a} \Rightarrow 4 = \frac{5^2}{|2a|} \Rightarrow |a| = \frac{25}{8} = 3.125 m/s^2 \Rightarrow f_k = F = 4 \times 3.125 = 12.5 N$$

بنابراین در ابتدا $F = f = 12.5 N$ بوده است.

۲۱ - گزینه ۱ در حالت اول جسم با سرعت ثابت روی مسیر مستقیم و افقی حرکت می کند. بنابراین داریم:

$$F_{net} = \circ \Rightarrow F - f_k = \circ \Rightarrow 8 - f_k = \circ \Rightarrow f_k = 8 N$$



برای این که جسم پس از ۵ ثانیه متوقف گردد، داریم:

$$v = at + v_o \Rightarrow \circ = a(5) + 1 \Rightarrow a = -\frac{1}{5} \frac{m}{s^2} \Rightarrow \sum F = ma \Rightarrow F_f - f_k = ma$$

$$F_f - 8 = 5 \times \left(-\frac{1}{5}\right) \Rightarrow F_f = 7 N \Rightarrow |\Delta F| = 1 N$$

۲۱ - گزینه ۳ ابتدا با استفاده از معادله سرعت - زمان جسم، سرعت آن را در لحظه قطع نیروی \vec{F} بدست می آوریم.

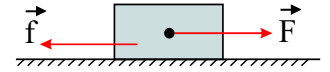
$$v = 2t + 3 \xrightarrow{t=3s} v = 2 \times 3 + 3 = 9 \frac{m}{s}$$

پس از قطع نیروی \vec{F} ، تنها نیروی اصطکاک به جسم شتاب می دهد و می توان نوشت:



$$v = a't + v_0 \Rightarrow 0 = a' \times 6 + 9 \Rightarrow a' = -1,5 \frac{m}{s^2}$$

$$-f = ma' \Rightarrow -f = 2 \times (-1,5) \Rightarrow f = 3N$$



با توجه به معادله‌ی سرعت - زمان جسم، در ۳s اول حرکت، شتاب جسم برابر $2 \frac{m}{s^2}$ بوده است، بنابراین با توجه به شکل بالا داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f = ma \Rightarrow F = 3 + 2 \times 2 = 7N$$

۲۳ - گزینه ۴ اندازه‌ی شتاب حرکت جسم و سپس جابه‌جایی آن را در مدت ۲ ثانیه‌ی اول حرکت محاسبه می‌کنیم.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - \mu mg = ma \Rightarrow 24 - 0,2 \times 2 \times 10 = 2a \Rightarrow a = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 + 0 \Rightarrow \Delta x_1 = 20m$$

بعد از حذف نیروی \vec{F} ، تنها نیروی اصطکاک جنبشی در خلاف جهت حرکت به جسم متحرک وارد می‌شود. سرعت جسم در انتهای ۲ ثانیه‌ی حرکت آن برابر است با:

$$v_1 = at + v_0 \Rightarrow v_1 = 10 \times 2 + 0 \Rightarrow v_1 = 20 \frac{m}{s}$$

$$F'_{net} = ma' \Rightarrow -f_k = ma' \Rightarrow -\mu_k mg = ma' \Rightarrow a' = -0,2 \times 10 = -2 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین اندازه‌ی جابه‌جایی جسم بعد از حذف نیروی F تا توقف کامل آن، برابر است با:

$$v_f^2 - v_1^2 = 2a'\Delta x_2 \Rightarrow 0 - 20^2 = 2 \times (-2)\Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 100m$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 20 + 100 = 120m$$

و جابه‌جایی کل متحرک برابر است با:

۲۴ - گزینه ۴ چون جسم در ابتدا ساکن است و با اعمال نیروی افقی \vec{F} شروع به حرکت می‌کند، بنابراین در t ثانیه‌ی ابتدایی، حرکت جسم تندشونده و بعد از قطع نیروی \vec{F} ، حرکت آن کندشونده خواهد بود تا جسم بایستد. داریم:

$$\text{حرکت تندشونده: } F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{1}{m}(F - f_k)$$

$$\text{حرکت کندشونده: } F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{-1}{m}f_k$$

حال با استفاده از معادله‌ی سرعت - جابه‌جایی در هر مرحله، داریم:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

$$\text{حرکت تندشونده: } v^2 = 0 + 2a_1\Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{v^2}{2a_1}$$

$$\text{حرکت کندشونده: } 0 = v^2 + 2a_2\Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{-v^2}{2a_2}$$

بنابراین:

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{-a_1}{a_2} = \frac{-\frac{1}{m}(F - f_k)}{-\frac{1}{m}f_k} \Rightarrow \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{F - f_k}{f_k}$$

۲۵ - گزینه ۲

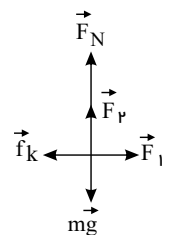
$$\text{قانون دوم نیوتون در راستای قائم: } \uparrow F_N + mg = F_N \uparrow$$

$$\text{قانون دوم نیوتون در راستای افقی: } f_s = F_1 \Rightarrow \text{ثابت می‌ماند}$$

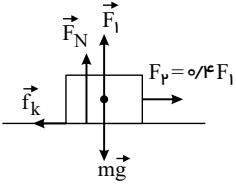
$$F_{Net} \text{ تغییر نمی‌کند} \Rightarrow F_{Net} = 0 \Rightarrow \text{جسم ساکن است}$$

۲۶ - گزینه ۴ برآیند نیروها در راستای قائم برابر با صفر است، مطابق قانون دوم نیوتون برای حرکت در راستای افقی داریم:

$$F_{net} = ma \begin{cases} \text{در راستای قائم: } F_N + F_2 = mg \Rightarrow F_N = mg - F_2 \\ \text{در راستای افقی: } F_1 - f_k = ma \\ f_k = \mu_k F_N = \frac{4}{10} \times (12 \times 10 - 40) = 32N \\ \Rightarrow 40 - 32 = 12a \\ \Rightarrow 8 = 12a \Rightarrow a = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} m/s^2 \end{cases}$$



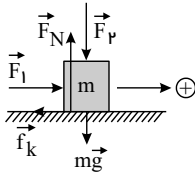
چون جسم با سرعت ثابت روی سطح افقی در حال حرکت است، برآیند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است و داریم:



$$F_1 + F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg - F_1 \rightarrow F_p - f_k = 0 \Rightarrow F_p = \mu_k F_N$$

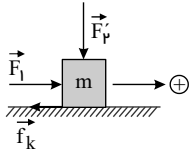
$$\Rightarrow 0.4 F_1 = 0.4 (mg - F_1) \Rightarrow F_1 = 2mg - 2F_1 \Rightarrow \frac{mg}{F_1} = \frac{3}{2}$$

وقتی جسم با تندی ثابت حرکت می‌کند برآیند نیروهای وارد بر آن برابر صفر است.



$$\text{برایند } F = ma \Rightarrow F_1 - f_k = ma \xrightarrow{a=0} 20 - f_k = 0 \Rightarrow \mu_k N = 20 \Rightarrow \mu_k (F_p + mg) = 20 \xrightarrow{F_p=10N, mg=20N} \mu_k (10 + 20) = 20 \Rightarrow \mu_k = \frac{2}{3}$$

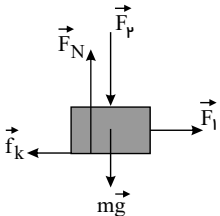
وقتی نیروی F_p افزایش می‌یابد، f_k نیز افزایش می‌یابد و لذا نوع حرکت جسم کندشونده می‌شود.



$$\text{حرکت کندشونده} \rightarrow F_1 - f_k = ma \Rightarrow 20 - \mu_k (F_p' + mg) = 2 \times (-2) \Rightarrow 20 - \frac{2}{3} (F_p' + 20) = -4 \Rightarrow F_p' = 16N$$

بنابراین نیروی F_p باید ۶ نیوتون افزایش یابد.

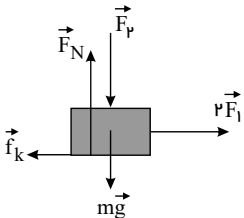
نیروهای وارد بر جسم را در ابتدا رسم می‌کنیم و قانون دوم نیوتون را برای آن می‌نویسیم:



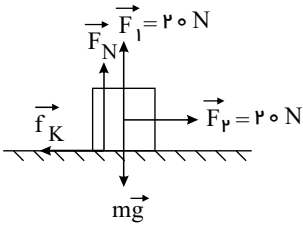
$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_N - F_p - mg = 0 \Rightarrow F_N = 20 + 2 \times 10 \Rightarrow F_N = 40N$$

$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_1 - f_k = 0 \Rightarrow f_k = F_1 = 10N$$

وقتی اندازه نیروی F_1 دو برابر می‌شود، چون نیروهای در راستای قائم تغییر نکرده است، اندازه نیروی اصطکاک جنبشی ثابت می‌ماند. با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:



$$(F_{net})_x = ma_x \Rightarrow 2F_1 - f_k = ma_x \Rightarrow 2 \times 10 - 10 = 2a_x \Rightarrow a_x = 5m/s^2$$



قبل از حذف نیروی \vec{F}_1 یعنی در ۶ ثانیه ابتدایی حرکت، داریم:

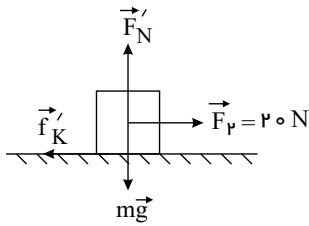
$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_1 + F_N = mg \Rightarrow 20 + F_N = 5 \times 10 \Rightarrow F_N = 30 N$$

$$(F_{net})_x = ma_x \Rightarrow F_p - f_k = ma_x \Rightarrow F_p - \mu_k F_N = ma_x$$

$$\Rightarrow 20 - \mu_k \times 30 = 5 \times 1 \Rightarrow \mu_k = 0,5$$

سرعت جسم در لحظه $t = 6s$ برابر است با:

$$v_f = at + v_o \Rightarrow v_f = 1 \times 6 + 0 \Rightarrow v_f = 6 m/s$$



بعد از حذف نیروی \vec{F}_1 یعنی از لحظه $t = 6s$ به بعد، می توان نوشت:

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F'_N = mg = 5 \times 10 \Rightarrow F'_N = 50 N$$

$$(F_{net})_x = ma'_x \Rightarrow F_p - f'_k = ma'_x \Rightarrow 20 - 0,5 \times 50 = 5a'_x \Rightarrow a'_x = -1 m/s^2$$

گزینه ۴، صحیح است.

متحرک در حال حرکت به طرف راست است و شتاب آن به طرف چپ می باشد، بنابراین حرکت متحرک کندشونده است و بعد از مدتی می ایستد. داریم:

$$v^* - v'_f = 2a'\Delta x' \Rightarrow 0 - 6^2 = 2 \times (-1)\Delta x' \Rightarrow \Delta x' = 18 m$$

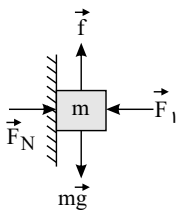
گزینه ۱، صحیح است.

$$v = a't' + v_f \Rightarrow 0 = (-1)t' + 6 \Rightarrow t' = 6s$$

گزینه ۳، صحیح است.

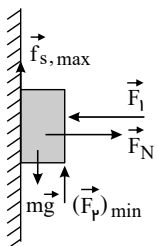
۳۱ - گزینه ۱

هنگامی که جسم ساکن است، یا با سرعت ثابت حرکت می کند و یا در آستانه حرکت است با توجه به قانون دوم نیوتون در راستای قائم، نیروی اصطکاک برابر وزن است.



۳۲ - گزینه ۱ بسته به اندازه قائم \vec{F}_p ، جسم می تواند در آستانه حرکت به سمت پایین و یا بالا باشد.

اگر جسم در آستانه حرکت به سمت پایین باشد، اندازه نیروی \vec{F}_p ، کمترین مقدار است و نیروی اصطکاک ایستایی به طرف بالا بر جسم وارد می شود. با رسم نیروهای وارد بر جسم داریم:



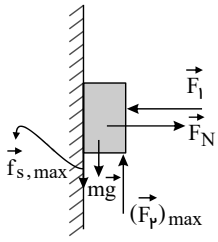
$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_N = F_1 = 120 N$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0,25 \times 120 \Rightarrow f_{s,max} = 30 N$$



$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow (F_v)_{min} + f_{s,max} = mg$$

$$\Rightarrow (F_v)_{min} + 30 = 4 \times 10 \Rightarrow (F_v)_{min} = 10N$$



اگر جسم در آستانه حرکت به سمت بالا باشد، اندازه نیروی \vec{F}_v بیشترین مقدار است و نیروی اصطکاک ایستایی به طرف پایین بر جسم وارد می شود. با رسم نیروهای وارد بر جسم در این حالت داریم:

$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_N = F_1 = 120N$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0,25 \times 120 \Rightarrow f_{s,max} = 30N$$

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow (F_v)_{max} = f_{s,max} + mg$$

$$\Rightarrow (F_v)_{max} = 30 + 4 \times 10 \Rightarrow (F_v)_{max} = 70N$$

بنابراین اختلاف اندازه بیشترین و کمترین مقدار نیروی \vec{F}_v برای اینکه جسم در آستانه حرکت باشد، برابر است با:

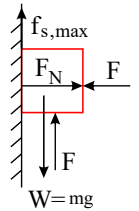
$$\Delta F_v = 70 - 10 = 60N$$

۳۳ - گزینه ۱ وقتی جسم در آستانه حرکت رو به پایین قرار دارد، نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه به طرف بالا بر جسم وارد می شود و داریم:

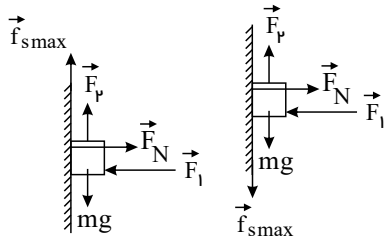
$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_N = F \quad (*)$$

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F + f_{s,max} = W \Rightarrow F + \mu_s F_N = mg$$

$$\xrightarrow{(*)} F + \mu_s F = mg \Rightarrow F = \frac{mg}{1 + \mu_s} \Rightarrow F = \frac{2 \times 10}{1 + 0,5} \Rightarrow F = \frac{40}{3}N$$



۳۴ - گزینه ۲



اگر فرض کنیم، جسم در آستانه حرکت به سمت بالا است، نیروی اصطکاک ایستایی، به سمت پایین به جسم وارد می شود. در این حالت بزرگی نیروی F_v بیشینه است.

$$x \text{ راستای } : F_N = F_1 = 20N$$

$$y \text{ برآیند نیروها در راستای } : F_v = mg + f_{s,max} = mg + \mu_s F_N$$

$$(4 \times 10) + (0,25 \times 20) = 45N$$

اما اگر فرض کنیم، جسم در آستانه حرکت به سمت پایین است، نیروی اصطکاک ایستایی به سمت بالا به جسم وارد می شود.

$$x \text{ راستای } : F_N = F_1 = 20N$$

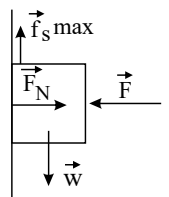
$$y \text{ برآیند نیروها در راستای } : F_v + f_{s,max} = mg$$

$$\Rightarrow F_v + (0,25 \times 20) = 4 \times 10 \Rightarrow F_v = 35N$$

بنابراین حداقل بزرگی نیروی F_v برابر با $35N$ است.

۳۵ - گزینه ۱ شرط نلغزیدن آن است که وزن جسم از بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی بیشتر نباشد. بنابراین:

$$F_{net,x} = 0 \Rightarrow F = F_N$$



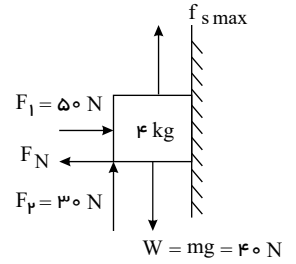
$$W \leq f_{s,max} \Rightarrow W \leq \mu_s F_N \Rightarrow W \leq \mu_s F \Rightarrow F \geq \frac{W}{\mu_s}$$



۳۶ - گزینه ۲ هنگامی که جسم در آستانه حرکت رو به پایین است، اصطکاک ایستایی بیشینه و رو به بالا است بنابراین:

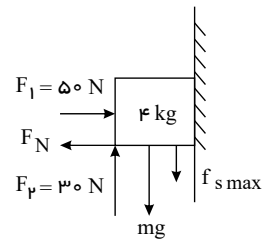
$$F_{net,y} = 0 \rightarrow f_{smax} + 30 - 40 = 0$$

$$f_{smax} = 10$$



اگر جسم در آستانه حرکت رو به بالا قرار گیرد داریم:

$$\begin{cases} F_{net,x} = 0 \rightarrow F_N = F_1 = 50 N \\ F_{net,y} = 0 \rightarrow 30 - 10 - mg = 0 \rightarrow mg = 20 N \rightarrow m = 2 kg \end{cases}$$



بنابراین جرم جسم باید $2 kg (4 - 2 = 2)$ کاهش یابد.

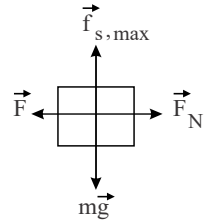
۳۷ - گزینه ۱ در حالت اول جسم ساکن و در آستانه حرکت به طرف پایین است، بنابراین:

$$(F_x)_{net} = 0 \Rightarrow F = F_N$$

$$(F_y)_{net} = 0 \Rightarrow f_{s,max} = mg \Rightarrow \mu_{s1} F_N = mg \Rightarrow F_N = \frac{mg}{\mu_{s1}}$$

نیروی که از طرف دیوار به جسم وارد می شود، برآیند دو نیروی عمود بر هم \vec{F}_N و $\vec{f}_{s,max}$ است. داریم:

$$R_1 = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} = \sqrt{\left(\frac{mg}{\mu_{s1}}\right)^2 + (mg)^2} \Rightarrow R_1 = mg \sqrt{1 + \frac{1}{\mu_{s1}^2}} \quad (*)$$



همان طور که مشاهده می شود، برای این که جسم ساکن باشد، اندازه نیروی اصطکاک همواره با اندازه نیروی وزن باید برابر باشد. در حالت دوم، با افزایش ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار، با همان نیروی \vec{F} قبلی، اندازه نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه افزایش می یابد ولی همچنان اندازه نیروی اصطکاک بین جسم و سطح دیوار برابر با اندازه وزن جسم است. بنابراین در حالت دوم داریم: $f_s = mg$

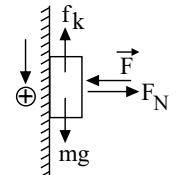
بنابراین برای این که نیروی وارد از طرف دیوار به جسم تغییر نکند، اندازه نیروی F نیز نباید تغییر کند.

$$R_2 = \sqrt{f_s^2 + F_v^2} = \sqrt{(mg)^2 + F_v^2} \quad (**)$$

$$R_1 = R_2 \Rightarrow \frac{1}{\mu_{s1}} = \frac{F_v}{mg} \Rightarrow F_v = \frac{mg}{\mu_{s1}} \Rightarrow F_v = F_1$$

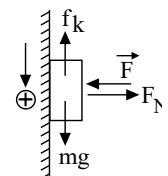
۳۸ - گزینه ۳ در حالت اول که جسم با سرعت ثابت پایین می آید، شتاب صفر است و بنابراین اندازه نیروی اصطکاک با اندازه نیروی اصطکاک با اندازه وزن جسم برابر است.

$$\begin{aligned} F_{net} = ma &\Rightarrow mg - f_k = 0 \\ \Rightarrow mg = f_k &\xrightarrow[N=F]{f_k = \mu_k N} mg = \mu_k F \Rightarrow F = \frac{mg}{\mu_k} \end{aligned}$$



با دو برابر شدن اندازه نیروی افقی \vec{F} ، اندازه نیروی اصطکاک افزایش یافته و حرکت جسم کندشونده شد و شتاب حرکت به سمت بالا می گردد. با انتخاب جهت مثبت به سمت پایین، شتاب حرکت را در این لحظه به دست می آوریم.

$$mg - f'_k = ma \xrightarrow[N'=2F, F=\frac{mg}{\mu_k}]{f'_k = \mu_k N'} mg - \mu_k \times 2 \times \frac{mg}{\mu_k} = ma$$





$$\Delta y = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t, t=2s \Rightarrow a = -g \frac{V_0^2 + V_0^2}{2V_0} \Rightarrow \Delta y = \frac{1}{2} \times (-10) \times 2^2 + 10 \times 2 = 60m$$

$V_0 = 10m/s, g = 10 \frac{m}{s^2}$

۳۹ - گزینه ۲ شتاب در هر مرحله را حساب می‌کنیم با انتخاب جهت مثبت حرکت به سمت پایین داریم:

$$v^2 - 0^2 = 2a_1 \Delta x_1 \Rightarrow a_1 = \frac{v^2}{2\Delta x_1} \xrightarrow{v=1m/s, \Delta x_1=0.1m} a_1 = \frac{1^2}{2 \times 0.1} = 5m/s^2$$

$$0^2 - v^2 = 2a_2 \Delta x_2 \Rightarrow a_2 = \frac{-1^2}{2 \times 0.2} = -2.5m/s^2$$

اکنون قانون دوم نیوتون را برای دو حالت می‌نویسیم:

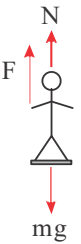
$$\left. \begin{aligned} F_p + mg - \mu_k F_1 &= ma_1 \\ F_p + \mu_k F_1 - mg &= m|a_2| \end{aligned} \right\} \Rightarrow 2F_p = m(a_1 + |a_2|)$$

$$\Rightarrow F_p = \frac{m(a_1 + |a_2|)}{2} \xrightarrow{a_1=5m/s^2, m=400g=0.4kg, a_2=-2.5m/s^2} F_p = \frac{0.4 \times (2.5 + 5)}{2} = 1.5N$$

۴۰ - گزینه ۲ شخص، فنر را به سمت پایین می‌کشد، براساس قانون سوم نیوتون، فنر، شخص را به سمت بالا می‌کشد، اندازه‌ی نیروی فنر برابر است با:

$$x = 10cm = \frac{10}{100}m = \frac{1}{10}m \Rightarrow F = Kx$$

$$\Rightarrow F = 200 \times \frac{1}{10} = 20N$$



از آن جایی که شخص بر روی نیرو سنج ایستاده است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. داریم:

$$F_{net} = ma = 0 \Rightarrow N + F - mg = 0 \Rightarrow N = mg - F = 60 \times 10 - 20 = 580N$$

بنابراین نیرو سنج عدد ۵۸۰N را نشان می‌دهد.

۴۱ - گزینه ۱ نیروی وارد بر فنر را در هر سه حالت به دست می‌آوریم:

$$F_e = mg = k\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{mg}{k} \quad (1)$$

$$F'_e = m(g+a) = k\Delta x' \Rightarrow \Delta x' = \frac{m(g+a)}{k} \quad (2)$$

$$F''_e = m(g-a) = k\Delta x'' \Rightarrow \Delta x'' = \frac{m(g-a)}{k} \quad (3)$$

$$(1) \text{ و } (2) \text{ و } (3) \Rightarrow \Delta x'' < \Delta x < \Delta x' \Rightarrow L'' < L < L'$$

۴۲ - گزینه ۳ وقتی جسم در آستانه لغزش باشد، اولاً:

$$F_{net} = 0 \Rightarrow F - f = 0$$

ثانیاً:

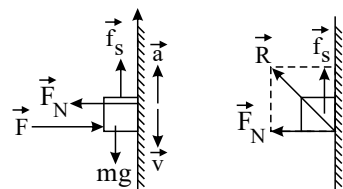
$$f = f_s, \max = \mu_s F_N \xrightarrow{f = \mu_s F_N = \mu_s m(g+a) = 0.5 \times 2 \times 12 = 12N} F - 12 = 0 \Rightarrow F = 12N$$

حال کفایت این نیرو را معادل $k\Delta x$ قرار دهیم:

$$F = k\Delta x \Rightarrow 12 = 400 \Delta x \Rightarrow \Delta x = 0.03m = 3cm$$

۴۳ - گزینه ۳

جسم روی دیواره نمی‌لغزد؛ پس اصطکاک از نوع ایستایی است. (دقت کنید چون در صورت سؤال اشاره‌ای نکرده که جسم در آستانه حرکت قرار دارد، پس نیروی اصطکاک ایستایی، f_s است نه $f_s \max$)



$$x \text{ راستای } : F_N = F = 120N$$

چون آسانسور در حال حرکت به سمت پایین می‌باشد، جهت v به سمت پایین است. از طرفی چون در حال متوقف شدن است، پس حرکتش کندشونده است؛ یعنی جهت a و v برخلاف یکدیگر بوده. در نتیجه جهت a به سمت بالا است:

$$y \text{ راستای } : f_s - mg = ma$$

$$f_s = m(g+a) = 4(10 + 2.5) = 50N$$



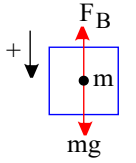
نیروی برابری که دیواره آسانسور به جسم وارد می کند را واکنش سطح می نامیم و با R نشان داده و برابر است با:

$$R = \sqrt{(F_N)^2 + (f_s)^2} = \sqrt{(120)^2 + (50)^2} = 130N$$

دقت کنید که در صورت سؤال راجع به نیرویی که جسم به دیواره آسانسور وارد می کند، پرسیده است که در واقع عکس العمل R است که طبق قانون سوم نیوتون، هم اندازه با R می باشد.

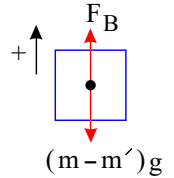
۴۴ - گزینه ۴ دیاگرام آزاد (نیروهای وارد بر) بالون را که شامل نیروی وزن (mg) و نیروی هوا که به نیروی شناوری معروف است (F_B) در دو حالت رسم می کنیم:

$$\text{پایین آمدن: } F_{net} = ma \Rightarrow mg - F_B = ma \Rightarrow 600 \times 10 - F_B = 600 \times 5 \Rightarrow F_B = 3000N$$



$$\text{بالا رفتن: } F_{net} = (m - m')a \Rightarrow F_B - (m - m')g = (m - m')a$$

$$\Rightarrow 3000 - (600 - m')10 = (600 - m') \times 5 \Rightarrow 3000 = (600 - m') \times 15 \Rightarrow m' = 400kg$$



۴۵ - گزینه ۴ حرکت این جسم دارای دو مرحله است. مرحله ای اول از شروع حرکت تا لحظه ای است که نیروی F قطع می شود. طی این مرحله جسم از حال سکون و با شتاب $\frac{5}{2} \frac{m}{s^2}$ به صورت تند شونده به سمت بالا حرکت می کند. اندازه ی جابه جایی جسم طی این مدت و سرعت آن در انتهای این مرحله برابر است با:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times 5 \times 20^2 + 0 \Rightarrow \Delta x_1 = 1000m$$

$$v_1 = a_1 t + v_0 = 5 \times 20 + 0 \Rightarrow v_1 = 100 \frac{m}{s}$$

مرحله ی دوم از لحظه ی قطع شدن نیروی F تا لحظه ای است که جسم به بالاترین نقطه ی مسیر حرکت خود می رسد و سرعت آن برابر با صفر می شود. طی این مدت جسم با شتاب ثابت $g = 10 \frac{m}{s^2}$ و با حرکتی کندشونده حرکت می کند. برای محاسبه ی جابه جایی جسم طی این مرحله داریم:

$$v_2^2 - v_1^2 = -2g \Delta x_2 \Rightarrow 0 - 100^2 = -2 \times 10 \times \Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 500m$$

بنابراین اندازه ی جابه جایی کل این جسم تا لحظه ای که به بالاترین نقطه ی مسیر حرکت خود می رسد، برابر است با:

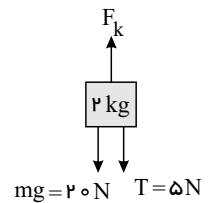
$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 1000 + 500 \Rightarrow \Delta x = 1500m$$

۴۶ - گزینه ۳

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را مشخص می کنیم، چون جسم در حال سکون است، بنابراین بر ایند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است.

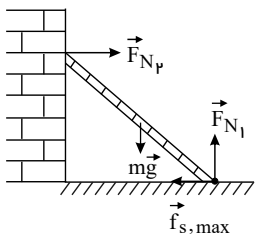
$$F_k = T + mg = 25N \xrightarrow[k=500N/m]{F_k = k \Delta l} \Delta l = \frac{25}{500} = 5cm$$

$$l = l_0 + \Delta l = 12 + 5 = 17cm$$



۴۷ - گزینه ۱

چون نردبان در آستانه ی سر خوردن (حرکت) است، بنابراین نیروی خالص وارد بر نردبان در دو راستای افقی و عمودی صفر است، بنابراین داریم:



$$F_{net} = 0 \Rightarrow \begin{cases} (F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_{N1} = mg = 200N \\ (F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_{N2} = f_{s,max} \quad (*) \end{cases}$$

اندازه ی نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با:

$$f_{s,max} = \mu_s F_{N1} = 0.75 \times 200 = 150N$$

بنابراین:

$$\rightarrow F_{N2} = f_{s,max} = 150N$$

ز طرف سطح افقی دو نیروی عمود بر هم $f_{s,max}$ و F_{N1} بر نردبان وارد می شود، بنابراین:

$$R = \sqrt{F_{N1}^2 + f_{s,max}^2} = \sqrt{200^2 + 150^2} = 250N$$

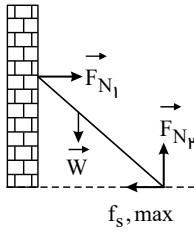
ر نهایت می توان نوشت:



$$\frac{F_{N_p}}{R} = \frac{150}{250} = \frac{3}{5}$$

۴۸ - گزینه ۱

در آستانه حرکت، نردبان همچنان در حال تعادل است. پس نیروی خالص در راستای افقی و قائم صفر است.



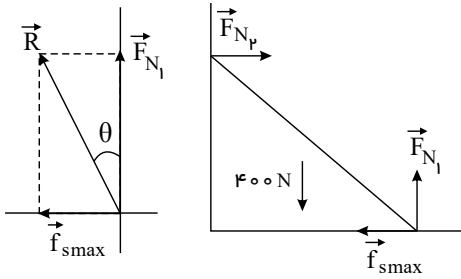
در راستای قائم داریم:

$$F_{N_p} - W = 0 \Rightarrow F_{N_p} = W = mg = 20 \times 10 = 200 \text{ N} \rightarrow f_{s, \max} = \mu_s F_{N_p} = 0.4 \times 200 = 80 \text{ N}$$

از طرف زمین بر نردبان دو نیروی عمود بر هم \vec{F}_{N_p} و $\vec{f}_{s, \max}$ وارد می شود. اندازه آنها برابر است با:

$$\vec{R} = \vec{F}_{N_p} + \vec{f}_{s, \max} \Rightarrow R = \sqrt{F_{N_p}^2 + f_{s, \max}^2} = \sqrt{200^2 + 80^2} = 40 \sqrt{29} \text{ N}$$

۴۹ - گزینه ۲ نیروهای وارد بر نردبان از طرف زمین و دیوار را رسم می کنیم:



چون نردبان در حال تعادل است برآیند نیروها در راستای افقی و قائم صفر است:

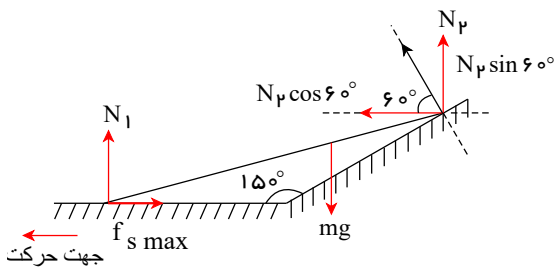
$$F_{N_1} = 400 \text{ N}$$

$$f_{s \max} = F_{N_p} = \mu_s \times F_{N_1} = \frac{3}{4} \times 400 = 300 \text{ N}$$

از طرف زمین بر نردبان دو نیروی F_{N_1} و $f_{s \max}$ وارد می شود. برآیند این دو نیرو را با R نشان داده و زاویه آن با راستای قائم از رابطه زیر حاصل می شود:

$$\tan \theta = \frac{f_{s \max}}{F_{N_1}} = \frac{300}{400} = \frac{3}{4} \Rightarrow \theta = 37^\circ$$

۵۰ - گزینه ۳ میله در آستانه حرکت است، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر میله در راستای x و y صفر است. پس داریم:



$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \Rightarrow N_p \cos 60 = f_{s \max} \Rightarrow N_p \times \frac{1}{2} = \mu_s \cdot N_1 \\ \Rightarrow N_p \times 0.5 = 0.1 \times N_1 \Rightarrow N_1 = 5N_p \quad (I) \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow N_p \sin 60 + N_1 = mg \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} N_p + N_1 = 10 \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} N_p + 5N_p = 10 \\ \Rightarrow \frac{10 + \sqrt{3}}{2} N_p = 10 \Rightarrow N_p = \frac{20}{10 + \sqrt{3}} \end{cases}$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۲	۹ - ۲	۱۷ - ۱	۲۵ - ۲	۳۳ - ۱	۴۱ - ۱	۴۹ - ۲
۲ - ۲	۱۰ - ۳	۱۸ - ۴	۲۶ - ۴	۳۴ - ۲	۴۲ - ۳	۵۰ - ۳
۳ - ۲	۱۱ - ۳	۱۹ - ۱	۲۷ - ۳	۳۵ - ۱	۴۳ - ۳	
۴ - ۳	۱۲ - ۳	۲۰ - ۳	۲۸ - ۴	۳۶ - ۲	۴۴ - ۴	
۵ - ۲	۱۳ - ۲	۲۱ - ۱	۲۹ - ۳	۳۷ - ۱	۴۵ - ۴	
۶ - ۱	۱۴ - ۱	۲۲ - ۳	۳۰ - ۲	۳۸ - ۳	۴۶ - ۳	
۷ - ۱	۱۵ - ۴	۲۳ - ۴	۳۱ - ۱	۳۹ - ۲	۴۷ - ۱	
۸ - ۲	۱۶ - ۴	۲۴ - ۴	۳۲ - ۱	۴۰ - ۲	۴۸ - ۱	