

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۳ چون کشتی با سرعت ثابت و در راستای افقی در حال حرکت است، لذا شتاب آن صفر است. همچنین کشتی در راستای قائم حرکت نمی‌کند، بنابراین شتاب آن در راستای قائم نیز صفر است، بنابراین با توجه به قانون اول نیوتون کشتی در حال تعادل است و در نتیجه:

$$F_1 = F_2, F_3 = F_4$$

۲ گزینه ۱ طبق قانون اول نیوتون، یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند، مگر آن‌که نیروی خالص غیر صفری به آن اثر کند. پس اگر طناب را به سرعت بکشیم، گلوله تمایل دارد حالت سکون خود را حفظ کند و در نتیجه طناب پایین پاره می‌شود. اما اگر طناب را به آرامی بکشیم، به طناب پایینی فقط نیروی دست ما اثر می‌کند در حالی‌که به طناب بالایی مجموع نیروی دست و وزن گلوله اثر می‌کند؛ بنابراین طناب بالایی پاره می‌شود.

۳ گزینه ۳ با توجه به قانون اول نیوتون، با حرکت ناگهانی گاری به طرف راست، گلوله آونگ به طرف چپ منحرف می‌شود.

۴ گزینه ۳ چون سرعت زیر دریایی ثابت است، شتاب آن صفر بوده و در نتیجه نیروی خالصی به زیر دریایی وارد نمی‌شود. به عبارت دیگر نیروهای وارد بر زیر دریایی متوازن هستند، به طوری‌که نیروی وزن با شناوری متوازن شده است و نیروی پیشران با مقاومت آب.

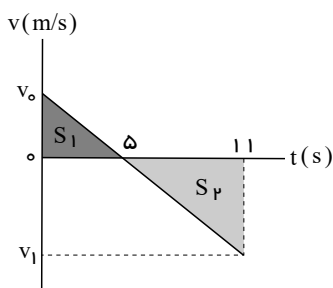
۵ گزینه ۳ هنگامی که بازیکن با پای خود به توپ ضربه می‌زند، به توپ انرژی جنبشی اولیه می‌دهد. پس از جدا شدن توپ از پای بازیکن، اگر مقاومت هوا را اندک فرض کنیم، می‌توان گفت تقریباً نیروی خالصی در راستای حرکت توپ بر آن وارد نمی‌شود. پس طبق خاصیت لختی در توپ (که ناشی از قانون اول نیوتون است)، توپ همچنان حالت حرکت رو به جلوی خود را حفظ می‌کند.

۶ گزینه ۳ مطابق قانون اول نیوتن، چون جسم ساکن است در حالتی که برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، جسم حالت سکون خود را حفظ می‌کند. با توجه به این‌که هر سه نیرو هم‌راستا هستند، در حالتی که مجموع اندازه دو نیرو برابر با اندازه نیروی سوم باشد، برآیند صفر می‌شود. در میان گزینه‌ها تنها در گزینه ۳، این شرط برقرار است.

۷ گزینه ۳

با توجه به ثابت بودن شیب نمودار و از تشابه دو مثلث نشان داده شده، داریم:

$$\frac{v_o}{5} = \frac{v_1}{6} \Rightarrow v_1 = 1.2v_o$$



از طرفی حاصل جمع قدرمطلق جابه‌جایی‌ها برابر مسافت است و در نمودار سرعت - زمان مساحت محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان در یک بازه زمانی مشخص برابر با جابه‌جایی متحرک در آن بازه زمانی است:

$$l = s_1 + s_2 \Rightarrow 122 = \frac{v_o \times 5}{2} + \frac{v_1 \times 6}{2} \Rightarrow 122 = 2.5v_o + 3.6v_o \Rightarrow 6.1v_o = 122 \Rightarrow v_o = 20 \frac{m}{s}$$

شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان، همان شتاب متحرکی در آن لحظه است که با توجه به نمودار ثابت است.

$$a = \frac{0 - 20}{5} = -4 \frac{m}{s^2}$$

از قانون دوم نیوتون داریم:

$$|F_{net}| = m|a| = 4.5 \times 4 = 18N$$

۸ گزینه ۳ در حالت نهایی، طبق قانون اول نیوتون نیروی خالص وارد بر جسم صفر است، بنابراین:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0 \Rightarrow (4 + \alpha + \alpha)\vec{i} + (\beta + 3 + \alpha + 1)\vec{j} = 0 \Rightarrow (2\alpha + 4)\vec{i} + (\beta + \alpha + 4)\vec{j} = 0 \Rightarrow \begin{cases} 2\alpha + 4 = 0 \Rightarrow \alpha = -2 \\ \beta + \alpha + 4 = 0 \Rightarrow \beta - 2 + 4 = 0 \Rightarrow \beta = -2 \end{cases}$$

از طرفی در حالت اول، داریم:

$$\vec{F}_{net} = (\alpha + 4)\vec{i} + (\beta + 3)\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_{net} = \sqrt{(\alpha + 4)^2 + (\beta + 3)^2}$$

$$\vec{F}_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{(\alpha + 4)^2 + (\beta + 3)^2} = 4m \Rightarrow \sqrt{(-2 + 4)^2 + (-2 + 3)^2} = 4m \Rightarrow m = \frac{\sqrt{5}}{4} kg$$

۹ گزینه ۳ با استفاده از قانون دوم نیوتون، جرم جسم‌ها را به دست می‌آوریم:

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$m_1 \text{ جسم} \rightarrow |F_{net}| = m|a| \rightarrow 13 - 5 = m_1 \times 2 \rightarrow m_1 = \frac{8}{2} = 4 \text{ kg}$$

$$m_2 \text{ جسم} \rightarrow |F_{net}| = m|a| \rightarrow (4 + 5) - 2 = m_2 \times 2 \rightarrow m_2 = \frac{7}{2} = 3.5 \text{ kg}$$

$$m_3 \text{ جسم} \rightarrow |F_{net}| = m|a| \rightarrow 5 - 4 = m_3 \times 4 \rightarrow m_3 = \frac{1}{4} \text{ kg}$$

$$m_4 \text{ جسم} \rightarrow |F_{net}| = m|a| \rightarrow (9 + 1) - 5 = m_4 \times 1 \rightarrow m_4 = \frac{5}{1} = 5 \text{ kg}$$

$$m_4 > m_1 > m_2 > m_3$$

۱۰ گزینه ۳ به دلیل متوازن بودن نیروهای وارد بر جسم، برآیند این سه نیرو برابر صفر است که در این صورت این جسم می‌تواند یا ساکن باشد و یا با سرعت ثابت حرکت کند. پس عبارت‌های ب و پ می‌توانند صحیح باشند.

اگر نیروی $\vec{F}_1$ را حذف کنیم برآیند و نیروی $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ هم‌اندازه و خلاف جهت نیروی $\vec{F}_1$ خواهند شد و طبق قانون دوم نیوتون جهت نیروی برآیند و شتاب حرکت یکسان است. بنابراین عبارت الف هم می‌تواند صحیح باشد.

۱۱ گزینه ۳ نمودار مکان - زمان جسم به صورت خط راست است، پس نوع حرکت یکنواخت است؛ بنابراین نیروهای وارد بر آن متوازن خواهد بود و از طرفی چون متحرک در جهت محور x در حال حرکت است، بنابراین اصطکاک در خلاف جهت محور x به آن وارد می‌شود و از طرفی دیگر $\vec{F}_2$ در جهت محور x است و پس از $\vec{F}_1$ حرکت جسم پیوسته تندشونده خواهد بود.

۱۲ گزینه ۴ مطابق با قانون دوم نیوتون با افزایش جرم، شتاب آن نیز کاهش می‌یابد، پس:

$$F = m'_1 a'_1 = m_1 a_1 \xrightarrow{m'_1 = m_1 + 0.4m_2} 0.6a_1 \times (m_1 + 0.4m_2) = m_1 a_1 \Rightarrow 0.4m_1 = 0.24m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \quad (I)$$

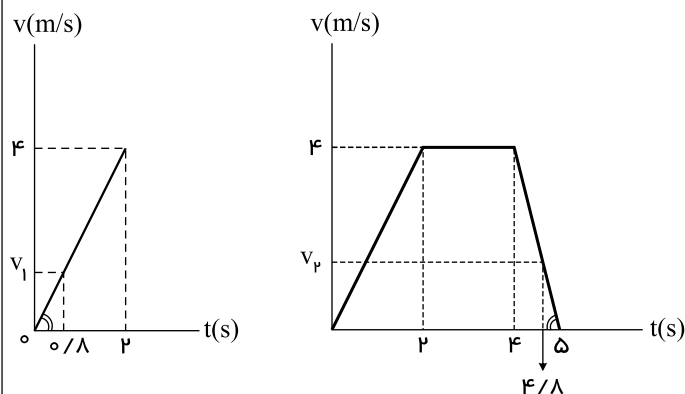
$$\left. \begin{array}{l} F = m_1 a_1 \\ F = m_2 a_2 \end{array} \right\} \xrightarrow{(I)} \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{3}{5}$$

۱۳ گزینه ۳ ابتدا به کمک شیب خط‌ها، سرعت در لحظه‌های t_1 و t_2 را می‌یابیم و سپس از رابطه قانون دوم نیوتن بر حسب تکانه استفاده می‌کنیم:

$$\text{شیب خط} : \frac{4}{2} = \frac{v_1}{0.8} \rightarrow v_1 = 1.6 \frac{m}{s}$$

$$|\text{شیب خط}| = \frac{4}{1} = \frac{v_2}{0.2}$$

$$v_2 = 0.8 \frac{m}{s}$$



$$|F_{net}| = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \left| \frac{m \Delta v}{\Delta t} \right| = \frac{m(v_2 - v_1)}{t_2 - t_1} = \left| \frac{4(0.8 - 1.6)}{4 - 0.8} \right| = 0.8 \text{ N}$$

۱۴ اگر در اثر اعمال n نیرو به یک جسم، برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد و یکی از نیروها حذف شود، بزرگی برآیند نیروهای باقی‌مانده، با نیروی حذف‌شده هم‌اندازه و در خلاف جهت آن است. در اینجا که نیروی ۱۵ نیوتونی حذف شده، بزرگی برآیند نیروهای باقی‌مانده همان 15 N خواهد بود. بنابراین داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow 15 = 5a \rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 3 = \frac{v - v_0}{1.5} \xrightarrow{v_0 = 0} v = 4.5 \frac{m}{s}$$

۱۵ گزینه ۳ ابتدا تندی متحرک در ابتدا و انتهای مسیر را به $\frac{m}{s}$ تبدیل می‌کنیم:

$$v_1 = 54 \frac{km}{h} \div 3.6 = 15 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = 90 \frac{km}{h} \div 3.6 = 25 \frac{m}{s}$$

$$v_2 - v_1 = 2a\Delta x$$

$$25^2 - 15^2 = 2 \times a \times 2000 \Rightarrow a = 0.7 \frac{m}{s^2}$$

حالا با کمک رابطه سرعت - جابه‌جایی، شتاب حرکت را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_{net} = 500 \times 0.7 = 50N$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

۱۶ گزینه ۱ در این آزمایش که به آزمایش گالیله معروف است، چون سطح صیقلی و بدون اصطکاک است. در لحظه عبور گلوله از نقطه B ، نیروی خالص وارد بر گلوله صفر است و جسم در امتداد سطح افقی با همان سرعتی که به B رسیده، به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۱۷ گزینه ۱ طبق قانون دوم نیوتون شتاب مجموعه با برابری نیروهای وارد بر جسم رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه عکس دارد. بیشترین مقدار نیروی برابری در حالتی رخ می‌دهد که نیروها با هم، هم‌جهت باشند.

$$F_{\max} = 2 + 7 + 6 = 15N \Rightarrow a_{\max} = \frac{F_{\max}}{m} = \frac{15}{1} = 15 \frac{m}{s^2}$$

کمترین اندازه شتاب در حالتی است که نیروهای F_1 و F_2 با یکدیگر هم‌جهت و در خلاف جهت نیروی F_3 باشد. داریم:

$$F_{\min} = F_1 + F_2 - F_3 = 1N$$

$$a_{\min} = \frac{1}{1} = 1 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$a_{\max} - a_{\min} = 15 - 1 = 14 \frac{m}{s^2}$$

۱۸ گزینه ۲ با استفاده از معادله سرعت - جابه‌جایی، شتاب حرکت را می‌یابیم. داریم:

$$\Rightarrow 0 = v_0^2 + 2a\Delta x \Rightarrow a = -\frac{v_0^2}{2\Delta x}$$

حال با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F = ma = m \times \frac{(-v_0^2)}{2\Delta x}$$

برای جابه‌جایی یکسان، نیرو با جرم و مجذور تندی اولیه نسبت مستقیم دارد. بنابراین:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_{0A}}{v_{0B}}\right)^2 = \frac{1000}{2000} \times \left(\frac{20}{10}\right)^2 = 2$$

۱۹ گزینه ۳ با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$\begin{cases} F = ma \\ F' = (m + 3m) \times \frac{1}{\lambda} a \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{4m \times \frac{1}{\lambda} a}{ma} = \frac{4}{\lambda} \end{cases}$$

۲۰ گزینه ۴ مطابق قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \xrightarrow{a' = 3a} \frac{F'_{net} = F_{net} + \lambda(N)}{F_{net}} = 3 \Rightarrow 3F_{net} = F_{net} + \lambda \Rightarrow F_{net} = \lambda N$$

۲۱ گزینه ۳ با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F = ma \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{2}{F} = \frac{2m}{m} \times \frac{a_2}{a} \Rightarrow a_2 = \frac{1}{2} a$$

۲۲ گزینه ۲

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

$$F = m \times 2 \Rightarrow m = \frac{F}{2}$$

$$F + 10 = (m + 2) \times 3 \Rightarrow F + 10 = \left(\frac{F}{2} + 2\right) \times 3$$

$$F + 10 = 1,5F + 6 \Rightarrow F = 0,5F \Rightarrow F = 1N \Rightarrow m = \frac{F}{2} = \frac{1}{2} = 0,5kg$$

در نتیجه:

$$F = (m + 4) \times a \Rightarrow 32 = (4 + 4) \times a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

۲۳ گزینه ۳ ابتدا شتاب حرکت جسم را به دست می آوریم:

$$x = t^2 - 4t \xrightarrow{x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t} 1 = \frac{1}{2}a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

اکنون مطابق قانون دوم نیوتون، بزرگی برابند نیروهای وارد بر متحرک را به دست می آوریم:

$$F_{net} = ma \xrightarrow{a = 2 \frac{m}{s^2}} F_{net} = 0,5 \times 2 = 1N$$

۲۴ گزینه ۱ مطابق قانون دوم نیوتون داریم:

$$\begin{aligned} \vec{F}_{net} &= m\vec{a} \\ (13 + \alpha)\vec{i} + (7 + \beta)\vec{j} &= 3(2\vec{i} + 4\vec{j}) \\ (13 + \alpha)\vec{i} + (7 + \beta)\vec{j} &= 6\vec{i} + 12\vec{j} \\ \left. \begin{aligned} 13 + \alpha &= 6 \Rightarrow \alpha = -7 \\ 7 + \beta &= 12 \Rightarrow \beta = 5 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} &= \frac{-7}{5} \end{aligned}$$

۲۵ گزینه ۲ با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} 30 = ma \\ 70 = m(2a + 1) \end{cases} \Rightarrow \frac{3}{7} = \frac{a}{2a + 1} \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

۲۶ گزینه ۳ اگر جسمی از حالت سکون شروع به حرکت کند، چون در ابتدای حرکت، حتماً حرکت آن شتاب دار است، بنابراین برابند نیروهای وارد بر آن صفر نخواهد بود.

۲۷ گزینه ۴ برای تعادل باید $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ قرینه برآیند نیروهای $\vec{F}_3, \vec{F}_4$ و $\vec{F}_5$ باشد.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_5 = -13\vec{i} + 8\vec{j} - 2\vec{i} = -15\vec{i} - 5\vec{j}$$

بنابراین:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{R} = 15\vec{i} + 5\vec{j}$$

۲۸ گزینه ۲ عامل حرکت شخص به سمت راست، نیرویی است که واگن به شخص برای حرکت به سمت راست وارد می کند. شخص واگن را با پای خود به سمت چپ هل می دهد و بنابراین طبق قانون سوم نیوتون، واگن نیز شخص را به سمت راست هل می دهد و باعث حرکت شخص می شود. اندازه این نیرو برابر است با:

$$F = ma = (75 \times 1,2)N$$

طبق قانون سوم نیوتون، همین مقدار نیرو به سمت چپ به واگن اعمال می شود و اندازه شتاب واگن که به سمت چپ است، برابر است با:

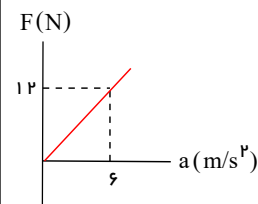
$$F = F' \Rightarrow F' = m'a' \Rightarrow 75 \times 1,2 = 450a' \Rightarrow a' = 0,2 \frac{m}{s^2}$$

۲۹ گزینه ۴

طبق رابطه $\vec{F}_{net} = m\vec{a}$ نیروی خالص وارد بر جسم متناسب با شتاب آن می باشد.

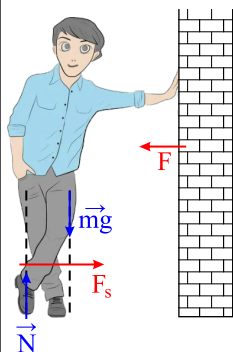
ضریب تناسب، جرم جسم است که مقداری ثابت می باشد، بنابراین نمودار $F - a$ خطی گذرنده از مبدأ می باشد که شیب آن برابر جرم جسم می باشد. در

لحظه دلخواه t که شتاب برابر با $6 \frac{m}{s^2}$ است، نیروی خالص وارد بر جسم $F_{net} = ma = 2 \times 6 = 12N$ است.



۳۰ گزینه ۲ ابتدا نیروهای وارد بر شخص را از طرف محیط (دیوار، زمین و سطح زمین) رسم می کنیم. می دانیم که واکنش هر نیرویی که بر شخص وارد می شود به عامل واردکننده آن وارد می شود و جهت آن خلاف جهت نیروی وارد بر شخص است.

فیزیک دوازدهم فصل دو



۴ نیرو در امتداد افق و قائم بر شخص وارد می‌شود: ۱ نیروی وزن در راستای قائم به پایین که از طرف زمین بر شخص وارد می‌شود و واکنش آن از طرف شخص بر زمین و جهت آن به بالاست. ۲ نیروی دیوار بر شخص که افقی به چپ وارد می‌شود و واکنش آن بر سطح زمین و از طرف شخص بر دیوار به راست وارد می‌شود. چون دیوار بدون اصطکاک است، نیروی دیوار بر شخص همان نیروی عمودی دیوار بر شخص است. ۳ نیروی عمودی تکیه‌گاهی سطح زمین در راستای قائم به بالا و واکنش آن بر سطح زمین به سمت پایین است. ۴ نیروی اصطکاک زمین بر پای شخص که افقی به راست است و واکنش آن به چپ است. برآیند نیروی عمودی و اصطکاک سطح زمین نیروی سطح زمین بر شخص است که با برآیند نیروی وزن شخص و نیروی دیوار متوازن می‌شود. چون شخص ساکن است، نیروهای وارد بر آن متوازن‌اند و می‌توان گفت هر ۴ نیرو با هم متوازن شده‌اند.

براساس آنچه گفته شد، الف و ج درست و ب نادرست است.

۳۱ گزینه ۱ فقط مورد «الف» صحیح است.

بررسی سایر موارد:

ب: نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند، ولی لزوماً آثار یکسانی ندارند.

پ: نیروهای کنش و واکنش هم‌نوع‌اند، مثلاً هر دو الکتریکی هستند یا هر دو مغناطیسی هستند یا ...

ت: نقطه اثر نیروهای کنش و واکنش متفاوت است (به دو جسم مختلف وارد می‌شوند)، پس بررسی برآیند آن‌ها مفهوم فیزیکی ندارد!

۳۲ گزینه ۳ نیروهای کنش و واکنش همواره به صورت جفت وجود دارند و نوع آن‌ها همواره یکسان است و چون به دو جسم وارد می‌شوند، نمی‌توان برآیند آن‌ها را تعیین کرد. نیروهای کنش و واکنش همواره هم‌اندازه، هم‌راستا اما در خلاف جهت یکدیگر هستند.

۳۳ گزینه ۳ واکنش هر نیرو به جسمی وارد می‌شود که آن نیرو را وارد کرده است. بنابراین واکنش نیروی وزن به زمین وارد می‌شود و چون در حالت دوم از طرف شخص، درخت و زمین به طناب نیرو وارد شده است، پس طناب نیز طبق قانون سوم نیوتون به هر سه نیروی عکس‌العمل وارد می‌کند.

۳۴ گزینه ۱ با توجه به قانون سوم نیوتون اندازه نیرویی که دو ذره به هم وارد می‌کنند با هم برابر است یعنی $F_A = F_B$ برای مقایسه جرم دو جسم با هم از رابطه $F = ma$ استفاده می‌کنیم.

$$F_A = F_B \Rightarrow m_A a_A = m_B a_B \xrightarrow{a_A = 2a_B} m_A \times 2a_B = m_B a_B \Rightarrow m_A = \frac{1}{2} m_B$$

توجه: بار الکتریکی ذرات تأثیری بر جواب نداشت.

۳۵ گزینه ۴ وزن جعبه چوبی شماره ۱، در مریخ برابر جعبه چوبی شماره ۲ در ماه است پس:

$$(W_1)_{\text{مریخ}} = (W_2)_{\text{ماه}} \Rightarrow m_1 g_{\text{مریخ}} = m_2 g_{\text{ماه}} \Rightarrow m_1 \times 3.6 = m_2 \times 1.6 \Rightarrow m_2 = \frac{9}{4} m_1 \quad (I)$$

در سطح زمین، وزن جعبه چوبی شماره ۲، ۱۰۰ نیوتون بیشتر از وزن جعبه چوبی شماره ۱ است، پس:

$$(W_2)_{\text{زمین}} - (W_1)_{\text{زمین}} = 100 \Rightarrow m_2 g_{\text{زمین}} - m_1 g_{\text{زمین}} = 100 \Rightarrow 10 m_2 - 10 m_1 = 100 \Rightarrow m_2 - m_1 = 10 \xrightarrow{(I)} \frac{9}{4} m_1 - m_1 = 10 \Rightarrow m_1 = 8 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{9}{4} m_1 \Rightarrow m_2 = \frac{9}{4} \times 8 = 18 \text{ kg}$$

۳۶ گزینه ۳ نسبت وزن جسم بر سطح کره‌ها با نسبت اندازه شتاب گرانشی برابر است، زیرا جرم جسم، در همه‌جا ثابت است.

$$W = mg \Rightarrow \frac{W_{\text{ماه}}}{W_{\text{مریخ}}} = \frac{g_{\text{ماه}}}{g_{\text{مریخ}}} \Rightarrow \frac{W_{\text{ماه}}}{W_{\text{مریخ}}} = \frac{1.6}{3.6} = \frac{16}{36} \simeq 0.43$$

۳۷ گزینه ۲ گلوله A در شرایط خلأ به سمت بالا پرتاب می‌شود پس شتاب حرکت آن برابر با g است؛ اگر جهت پایین را مثبت فرض کنیم پس:

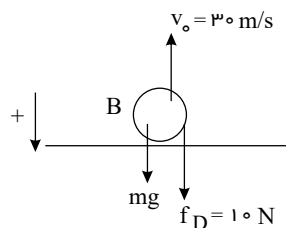
$$v_o = 30 \text{ m/s}$$

$$a = g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 10t - 30$$

$$\text{اوج در نقطه } v = 0 \Rightarrow 10t_A - 30 = 0 \Rightarrow 10t_A = 30 \Rightarrow t_A = 3s$$



$$mg + f_D = ma' \Rightarrow a' = g + \frac{f_D}{m} = 10 + \frac{10}{2} = 15 \frac{m}{s^2}$$

$$v = a't + v_0 \Rightarrow v = 15t - 30$$

$$\text{اوج در نقطه } v = 0 \Rightarrow 15t_B - 30 = 0 \Rightarrow 15t_B = 30 \Rightarrow t_B = 2s$$

$$\Delta t = t_A - t_B = 3 - 2 = 1s$$

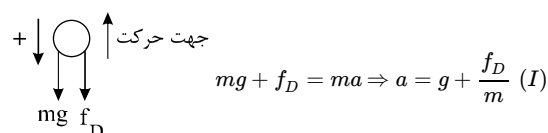
نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت گلوله B ثابت و برابر با $10N$ است پس داریم:

چون $t_B < t_A$ است، پس گلوله B زودتر به اوج خود می‌رسد:

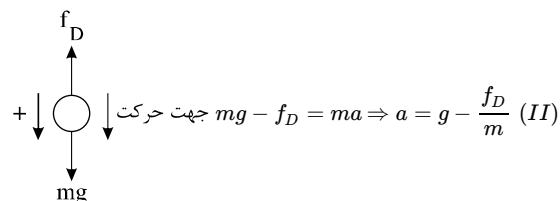
پس گزینه ۲ صحیح است.

۳۸ گزینه ۴

حداکثر شتاب در حالتی است که حداکثر نیرو به جسم وارد آید و آن در صورتی است که جسم به طرف بالا حرکت کند. یعنی:



و حداقل شتاب در حالتی است که حداقل نیرو به جسم وارد آید و آن در صورتی است که جسم به طرف پایین حرکت کند. یعنی:



$$a_{\text{اوج}} = g$$

چون بیشینه مقاومت هوا در برابر حرکت توپ $\frac{2}{5}$ وزن توپ است داریم:

$$f_{D\max} = \frac{2}{5}mg$$

$$(I) : a_{\max} = g + \frac{f_{D\max}}{m} = g + \frac{\frac{2}{5}mg}{m} = g + \frac{2}{5}g = 1.4g = 14 \frac{m}{s^2}$$

$$(II) : a_{\min} = g - \frac{f_{D\max}}{m} = g - \frac{\frac{2}{5}mg}{m} = g - \frac{2}{5}g = 0.6g = 6 \frac{m}{s^2}$$

$$\frac{a_{\max}}{a_{\min}} = \frac{14}{6} = \frac{7}{3}$$

۳۹ گزینه ۲ چون از نیروی مقاومت هوا قبل باز شدن چتر صرف نظر شده است، حرکت سرباز به صورت شتابدار ثابت با شتاب $g = 10 \frac{N}{kg}$ است، پس سرعت سرباز پس از پیمودن $45m$ برابر

است با:

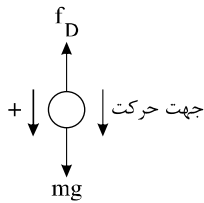
$$v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \Rightarrow v_1^2 - 0 = 2 \times 10 \times 45 \Rightarrow v_1^2 = 900 \Rightarrow v_1 = 30 \frac{m}{s}$$

حال لحظه‌ای که در آن سرباز چتر باز به این سرعت می‌رسد را به دست می‌آوریم:

$$v = gt + v_0 \Rightarrow v_1 = 10t_1 + 0 \Rightarrow 30 = 10t_1 \Rightarrow t_1 = 3s$$

پس از باز شدن چتر نیروی $1000N$ به سرباز وارد می‌شود. پس:

فیزیک دوازدهم فصل دو



$$mg - f_D = ma \Rightarrow 50 \times 10 - 1000 = 50 \times a \Rightarrow a = -10 \frac{m}{s^2}$$

حال لحظه‌ای که سرعت به $10 \frac{m}{s}$ می‌رسد را به دست می‌آوریم. پس:

$$v_y = at_y + v_1 \Rightarrow v_y = -10t_y + 30 \Rightarrow 10 = -10t_y + 30 \Rightarrow -20 = -10t_y \Rightarrow t_y = 2s$$

$$t_T = t_1 + t_y = 3 + 2 = 5s$$

۴۰ گزینه ۲ با توجه به شکل زیر و جهت مثبت رو به پایین، قانون دوم نیوتون را برای حالتی که به سمت بالا پرتاب می‌شود می‌نویسیم و سپس زمان و ارتفاع اوج به دست می‌آوریم.

$$mg + f_D = ma_1 \Rightarrow a_1 = g + \frac{f_D}{m} = 10 + \frac{5}{1} = 15 \frac{m}{s^2}$$

$$v = a_1 t + v_0 \Rightarrow v = 15t - 60$$

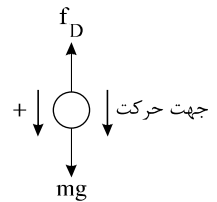
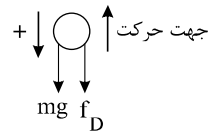
$$\text{اوج در نقطه } v = 0 \Rightarrow 15t_1 - 60 = 0 \Rightarrow t_1 = 4s$$

$$h_{\text{اوج}} = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + v_0 t_1 = \frac{1}{2} \times 15 \times 4^2 - 60 \times 4 \Rightarrow h_{\text{اوج}} = -120m$$

توجه شود که جهت مثبت رو به پایین است پس v_0 چون به سمت بالا گلوله پرتاب می‌شود منفی است و همچنین $h_{\text{اوج}}$ منفی به دست آمده به این معنا که گلوله برخلاف جهت مثبت حرکت کرده است.

$$mg - f_D = ma_y \Rightarrow a_y = g - \frac{f_D}{m} = 10 - \frac{5}{1} = 5 \frac{m}{s^2}$$

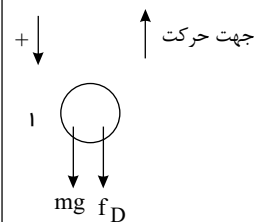
$$h = \frac{1}{2} a_y t_y^2 + v_0 t_y \Rightarrow 120 = \frac{1}{2} \times 5 \times t_y^2 + 0 \Rightarrow t_y^2 = 48 \Rightarrow t_y = 4\sqrt{3}s$$



در نتیجه $t_1 > t_y$ است. حال نسبت $\frac{t_1}{t_y}$ را به دست می‌آوریم:

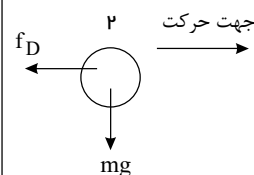
$$\frac{t_1}{t_y} = \frac{4}{4\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۴۱ گزینه ۱ توپ ۱ در راستای قائم و به سمت بالا پرتاب می‌شود؛ با فرض جهت رو به پایین مثبت:



$$mg + f_D = m \cdot a_1 \Rightarrow mg + \frac{1}{2}mg = ma_1 \Rightarrow \frac{3}{2}mg = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{3}{2}g \quad (I)$$

توپ ۲ در راستای افق و به سمت راست پرتاب می‌شود؛ نیروی مقاومت هوای وارد بر آن در راستای افق و به سمت چپ است پس:

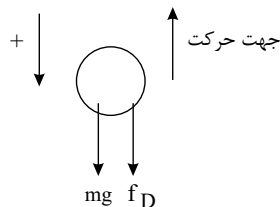


$$F_t = ma_y \Rightarrow \sqrt{(mg)^2 + f_D^2} = ma_y \Rightarrow \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{1}{2}mg\right)^2} = ma_y \Rightarrow \sqrt{m^2 g^2 + \frac{1}{4}m^2 g^2} = ma_y \Rightarrow \sqrt{\frac{5}{4}m^2 g^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}mg = ma_y \Rightarrow a_y = \frac{\sqrt{5}}{2}g \quad (II)$$

حال با توجه به رابطه (I) و (II) داریم:

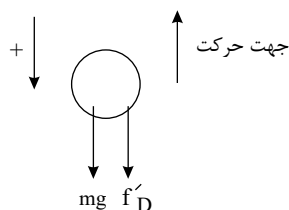
$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\frac{\sqrt{5}}{2}g}{\frac{3}{2}g} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

۴۲ گزینه ۳ شتاب حرکت توپ در لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا f_D است برابر $\frac{13m}{s^2}$ است؛ پس با توجه به شکل و جهت مثبت رو به پایین داریم:



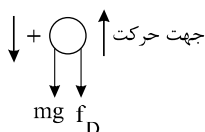
$$mg + f_D = ma \Rightarrow m \times 10 + f_D = 13m \Rightarrow f_D = 3m \quad (I)$$

با فرض این که شتاب حرکت جسم در لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا $f'_D = 3f_D$ است برابر a' باشد، پس:



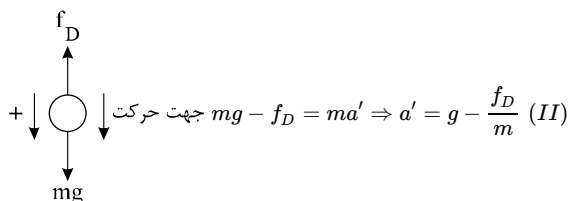
$$mg + f'_D = ma' \Rightarrow mg + 3f_D = ma' \xrightarrow{(I)} m \times 10 + 3(3m) = ma' \Rightarrow 19m = ma' \Rightarrow a' = 19 \frac{m}{s^2}$$

۴۳ گزینه ۲ اگر جهت مثبت را رو به پایین فرض کنیم، برای حالتی که توپ به سمت بالا حرکت می‌کند، خواهیم داشت:



$$mg + f_D = ma \Rightarrow a = g + \frac{f_D}{m} \quad (I)$$

برای حالتی که توپ به سمت پایین حرکت می‌کند پس:



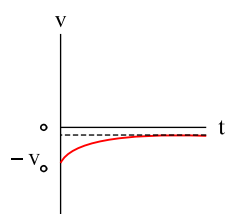
$$mg - f_D = ma' \Rightarrow a' = g - \frac{f_D}{m} \quad (II)$$

جمع دو رابطه (I) و (II) داریم:

$$a + a' = \left(g + \frac{f_D}{m}\right) + \left(g - \frac{f_D}{m}\right) = 2g = 2 \times 10 \Rightarrow a + a' = 20$$

۴۴ گزینه ۳

می‌بینیم که پس از باز شدن چتر نیروی مقاومت هوا بیشتر از نیروی وزن شخص می‌شود و شتاب رو به بالا و حرکت کندشونده خواهد داشت. در این لحظه تندی شخص کاهش می‌یابد، بنابراین نیروی مقاومت هوا نیز کاهش خواهد یافت تا جایی که به تندی حدی می‌رسد.



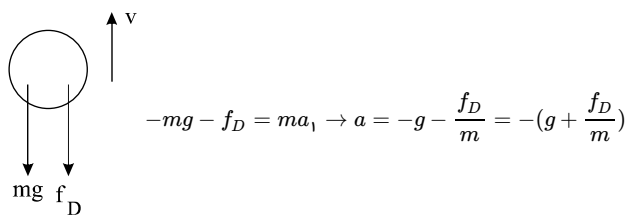
در این حالت نیروهای وارده متوازن شده و شخص با همان تندی حدی که داشت به حرکت رو به پایین خود ادامه خواهد داد.

۴۵ گزینه ۲ جسم را در دو حالت بررسی می‌کنیم:

حالت اول: هنگامی که جسم به سمت بالا حرکت می‌کند:

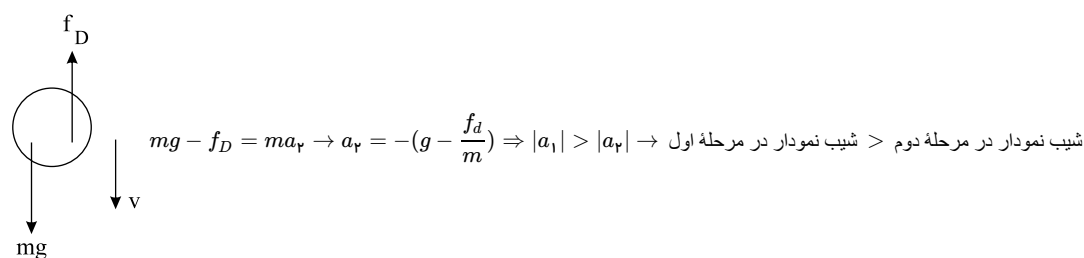
$$F_{net} = ma$$

فیزیک دوازدهم فصل دو



حالت دوم: هنگامی که جسم رو به پایین حرکت می کند، نیروی وزن در جهت حرکت و نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می شود:

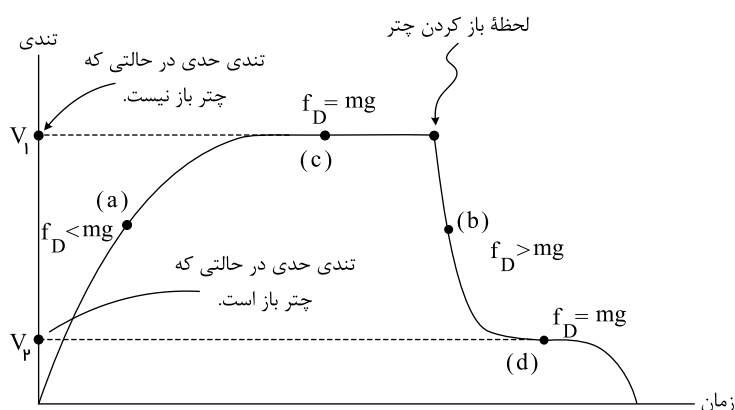
$$F_{net} = ma$$



نمودار گزینه ۲ با توجه به اینکه شیب خط مماس بر نمودار $(v - t)$ بیانگر شتاب است، درست می باشد.

۴۶ گزینه ۲

نمودار تغییرات تندی بر حسب زمان در پرش آزاد یک چتر باز در هوا به صورت زیر است:



$$|V_p| < |V_1|$$

۴۷ گزینه ۲ پس از باز کردن چتر، تا رسیدن به تندی حده، حرکت چتر باز کندشونده و بزرگی شتابش نیز در حال کاهش است. با توجه به صورت سؤال، در این حالت نیروی مقاومت هوا با مربع تندی چتر باز متناسب است. یعنی:

$$F_{net=0} \rightarrow f_D = mg \xrightarrow{f_D = kv^2} kv_C^2 = mg \xrightarrow{v_C = 4.5 m/s} k(4.5)^2 = mg \quad (1)$$

در حالتی که شتاب به $3g$ می رسد و در حال کاهش است داریم:

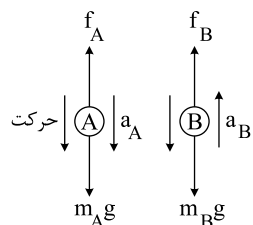
$$F_{net} = ma \rightarrow f_D - mg = ma \xrightarrow{a = 3g} f_D = 4mg \xrightarrow{f_D = kv^2} kv^2 = 4mg \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{kv^2}{k(4.5)^2} = \frac{4mg}{mg} \rightarrow v = 9 m/s$$

۴۸ گزینه ۴ گلوله A دارای حرکت تندشونده به طرف پایین است، در نتیجه جهت شتابش نیز به طرف پایین است.

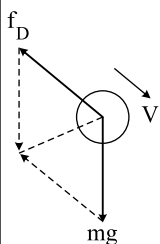
گلوله B دارای حرکت کندشونده به طرف پایین است، در نتیجه جهت شتابش به طرف بالا است.

اکنون قانون دوم نیوتون را برای دو گلوله می‌نویسیم:



$$\begin{aligned} A \quad & \begin{cases} mg - f_A = ma \Rightarrow (0.1 \times 10) - f_A = (0.1)(4) \Rightarrow f_A = 0.6 \\ f_B - mg = ma \Rightarrow f_B - (0.3 \times 10) = (0.3)(2) \Rightarrow f_B = 3.6 \end{cases} \Rightarrow f_B - f_A = 3.6 - 0.6 = +3N \\ B \quad & \end{aligned}$$

۴۹ گزینه ۳ با توجه به اینکه به جسم دو نیروی mg و f_D وارد می‌شود و با در نظر گرفتن جهت این نیروها تنها در محدوده c ، می‌تواند $a=g$ باشد زیرا در این ناحیه که جسم به طرف پایین حرکت می‌کند، نیروی مقاوم به طرف بالا بوده و داریم:



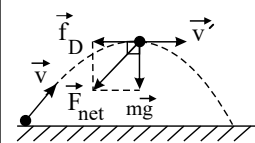
یعنی چون زاویه بین دو بردار بیشتر از 90° است، برآیند آن‌ها می‌تواند با یکی از آن‌ها هم‌اندازه باشد.

$$\vec{|f_D + mg|} = m\vec{a} \xrightarrow{\text{که می‌تواند } \vec{a} = \vec{g} \text{ باشد}} \vec{|f_D + mg|} = m\vec{g}$$

۵۰ گزینه ۳ در هر مرحله، رابطه بین بزرگی نیروی مقاومت هوا (f_D) و نیروی وزن چتر باز (mg) به‌صورت زیر است:

$$\begin{aligned} (۱) : & \begin{cases} \text{حرکت تندشونده} \\ f_D < mg \end{cases} \\ (۲) : & \begin{cases} \text{تندی ثابت} \\ f_D = mg \end{cases} \\ (۳) : & \begin{cases} \text{حرکت کندشونده} \\ f_D > mg \end{cases} \\ (۴) : & \begin{cases} \text{تندی ثابت} \\ f_D = mg \end{cases} \end{aligned}$$

۵۱ گزینه ۴ در بالاترین نقطه مسیر حرکت، دو نیروی عمود بر هم وزن و مقاومت هوا بر گلوله وارد می‌شود. داریم:

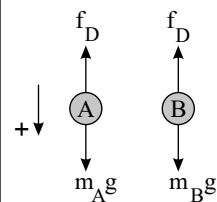


$$F_{net} = \sqrt{f_D^2 + (mg)^2}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow a = \frac{\sqrt{f_D^2 + (mg)^2}}{m} \Rightarrow a = \sqrt{\left(\frac{f_D}{m}\right)^2 + g^2}$$

۵۲ گزینه ۲



با توجه به قانون دوم نیوتون شتاب هر یک از گلوله‌ها را به دست می‌آوریم:

با در نظر گرفتن جهت مثبت حرکت به سمت پایین داریم:

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$\left. \begin{aligned} m_A g - f_D &= m_A a_A \Rightarrow a_A = g - \frac{f_D}{m_A} \\ m_B g - f_D &= m_B a_B \Rightarrow a_B = g - \frac{f_D}{m_B} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{m_A > m_B} a_A > a_B$$

با توجه به رابطه مستقل از زمان تندی برخورد دو گلوله با سطح زمین را مقایسه می‌کنیم:

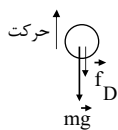
$$v_A^2 - v_0^2 = 2a_A \Delta y \xrightarrow{v_0 A = v_0 B = 0, \Delta y A = \Delta y B} \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{a_A}{a_B} > 1 \Rightarrow v_A > v_B$$

اکنون با استفاده از رابطه مکان - زمان، زمان رسیدن دو گلوله به سطح زمین را مقایسه می‌کنیم.

$$\Delta y = \frac{1}{2} a t^2 \xrightarrow{\Delta y A = \Delta y B} \frac{1}{2} a_A t_A^2 = \frac{1}{2} a_B t_B^2 \xrightarrow{a_A > a_B} \left(\frac{t_B}{t_A} \right)^2 = \frac{a_A}{a_B} > 1 \Rightarrow t_B > t_A$$

۵۳ گزینه ۲ اگر جهت مثبت را رو به بالا در نظر بگیریم، شتاب متوسط جسم ضمن بالا رفتن برابر است با:

$$a_{av} = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{0 - 10}{4 - 0} = -15 \frac{m}{s^2}$$



علامت منفی شتاب بیانگر این است که شتاب رو به پایین است و بنابر قانون دوم نیوتون داریم:

$$\Rightarrow -1 \times 10 - f_D = 1 \times (-15) \Rightarrow f_D = 5N$$

۵۴ گزینه ۳ پس از باز شدن چتر، حرکت چتر باز کندشونده می‌شود تا تندی آن به تندی حدی برسد. پس از آن، حرکت با تندی ثابت خواهد بود.

۵۵ گزینه ۱ قانون دوم نیوتن را برای هر دو گوی می‌نویسیم.

$$\begin{aligned} m_1 g - f_D &= m_1 a_1 \Rightarrow 2 \times 10 - 10 = 2a_1 \Rightarrow a_1 = 5 \frac{m}{s^2} \\ m_2 g - f_D &= m_2 a_2 \Rightarrow 4 \times 10 - 10 = 4a_2 \Rightarrow a_2 = 7.5 \frac{m}{s^2} \end{aligned}$$

بیش‌ترین فاصله دو گوی در لحظه‌ای رخ می‌دهد که گوی دوم به زمین می‌رسد.

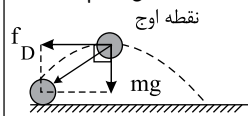
$$h = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 15 = \frac{1}{2} \times 7.5 \times t^2 \Rightarrow t = 2s$$

در این لحظه داریم:

$$h = \frac{1}{2} a_1 t^2 \Rightarrow |\Delta y_1| = \frac{1}{2} \times 5 \times (2)^2 \Rightarrow |\Delta y_1| = 10m$$

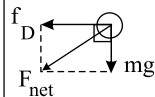
$$d = h - |\Delta y_1| = 5$$

۵۶ گزینه ۲ نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت است، پس در نقطه اوج، این نیرو افقی است. نیروهای وارد بر توپ را در نقطه اوج رسم کرده و برآیند آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:



$$F_{net} = \sqrt{f_D^2 + (mg)^2}$$

همچنین اندازه برآیند نیروها برابر ma است، پس:



$$F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^2 + (mg)^2} = m \left(\frac{4}{3} \right) g \xrightarrow{\text{توان}} f_D^2 = \frac{16}{9} (mg)^2 - (mg)^2 \Rightarrow f_D^2 = \frac{7}{9} (mg)^2 \Rightarrow f_D = \frac{\sqrt{7}}{3} mg$$

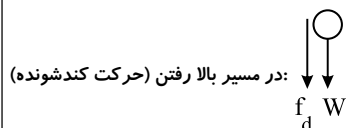
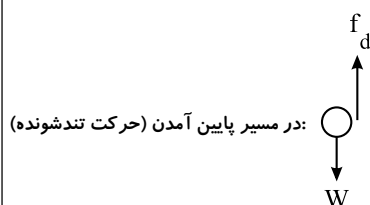
۵۷ گزینه ۱ با در نظر گرفتن جهت مثبت روبه بالا، شتاب متوسط سقوط جسم برابر است با:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-27 - 0}{3} \Rightarrow a = -9 \frac{m}{s^2}$$

حال اگر قانون دوم نیوتون را برای جسم بنویسیم، خواهیم داشت:

$$F_{net} = ma \Rightarrow f_D - W = ma \Rightarrow f_D - 1.5 \times 10 = 1.5 \times (-9) \Rightarrow f_D = 1.5N$$

۵۸ گزینه ۱ نیروهای وارد بر گلوله را در مسیر بالا رفتن و پایین آمدن مشخص می‌کنیم و شتاب هر مرحله را با در نظر گرفتن جهت مثبت به سمت پایین به‌دست می‌آوریم:



$$F_{net} = ma \xrightarrow{F_{net}=f_d+W} a = \frac{-f_d - W}{m} \quad (I)$$

$$F'_{net} = ma' \xrightarrow{F'_{net}=W-f_d} a' = \frac{W - f_d}{m} \quad (II)$$

اکنون با استفاده از معادله مکان - زمان در حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$\frac{1}{2}at^2 = \Delta y$$

$$\frac{1}{2}a't'^2 = \Delta y'$$

$$\frac{|\Delta y| = |\Delta y'|}{\frac{1}{2}a} = \left(\frac{t'}{t}\right)^2$$

$$\xrightarrow{\frac{t'}{t} = \frac{3}{2}, (I), (II)} \frac{f_d + W}{W - f_d} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 \Rightarrow \frac{f_d + W}{W - f_d} = \frac{9}{4} \Rightarrow 4W - 4f_d = 9f_d + 4W \Rightarrow 13f_d = 5W \Rightarrow f_d = \frac{5W}{13}$$

۵۹ گزینه ۳ چتر باز وقتی از حال سکون سقوط می کند تندی آن، افزایش می یابد، از آنجا که نیروی مقاومت هوا به تندی چتر باز بستگی دارد با افزایش تندی بزرگی شتاب چتر باز کاهش می یابد. در لحظه ای که چتر باز چتر خود را باز می کند تندی چتر باز بیشینه است و با باز شدن چتر نیروی مقاومت هوا افزایش می یابد و جهت شتاب حرکت چتر باز به سمت بالا می شود به این ترتیب پس از این لحظه نوع حرکت چتر باز کندشونده می شود تا جایی که اندازه نیروی مقاومت هوا با اندازه نیروی وزن چتر باز برابر می شود و پس از این لحظه نیروی مقاومت هوا ثابت می ماند و چتر باز با تندی حدی ادامه مسیر خود را طی می کند.

۶۰ گزینه ۱ به جسم دو نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا اثر می کنند، با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$f = \frac{1}{5}mg \Rightarrow F_{net} = mg - f = \frac{4}{5}mg = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{4}{5}g = 8 \frac{m}{s^2}$$

حال با استفاده از معادله سرعت - جابه جایی، داریم:

$$v^2 - 0 = 2 \times a \times \Delta x \Rightarrow v^2 = 2 \times 8 \times 100 \Rightarrow v = 40 \frac{m}{s}$$

۶۱ گزینه ۳ ابتدا با در نظر گرفتن جهت مثبت به سمت بالا و استفاده از معادله سرعت - جابه جایی، شتاب سقوط چتر باز را محاسبه می کنیم، داریم:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta y \Rightarrow 10^2 = 60^2 + 2a \times (-50) \Rightarrow a = 35 \frac{m}{s^2}$$

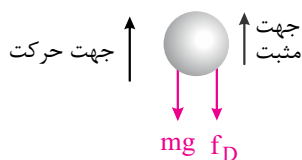


حال اگر قانون دوم نیوتن را برای چتر باز بنویسیم، داریم:

$$f_D - mg = ma \Rightarrow f_D = m(g + a) \Rightarrow f_D = 120(10 + 35) = 5400 N$$

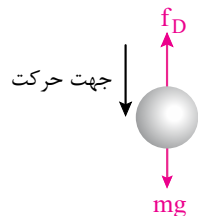
۶۲ گزینه ۳ هنگامی که یک جسم در هوا در حال سقوط است، جهت نیروی مقاومت شتاب وارد بر جسم به سمت بالا است، پس واکنش این نیرو به سمت پایین از طرف جسم به هوا وارد می شود.

۶۳ گزینه ۱ ابتدا با استفاده از قانون دوم نیوتون شتاب حرکت توپ را محاسبه می کنیم:



$$F_{net} = ma \rightarrow -mg - f_D = ma \xrightarrow{f_D = \frac{v}{\Delta} mg} \frac{-v}{\Delta} mg = ma_1 \rightarrow a_1 = -14 \frac{m}{s^2}$$

مدت زمانی که طول می کشد تا توپ به بالاترین نقطه مسیری برسد (سرعت صفر شود) را محاسبه می کنیم:



$$v_f = a_1 t_1 + v_1 \rightarrow -14 t_1 + 28 = 0 \rightarrow t_1 = 2s$$

دوباره شتاب حرکت توپ هنگام پایین آمدن را به دست می آوریم:

$$F_{net} = ma_v \rightarrow mg - f_D = ma_v \xrightarrow{f_D = \frac{v}{\Delta} mg} mg - \frac{v}{\Delta} mg = ma_v \rightarrow -\frac{v}{\Delta} g = a_v \rightarrow a_v = -6 \frac{m}{s^2}$$

مسافتی که توپ در مرحله اول بالا می رود برابر مسافتی است که در مرحله دوم پایین می آید:
بنابراین:

$$\Delta y = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + v_1 t_1 = \frac{1}{2} \times (-14)(2)^2 + 28 \times 2 = 28m$$

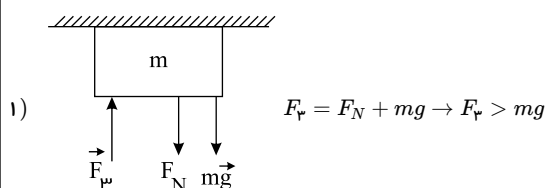
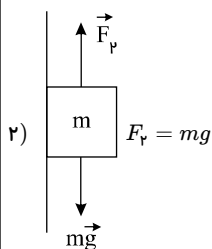
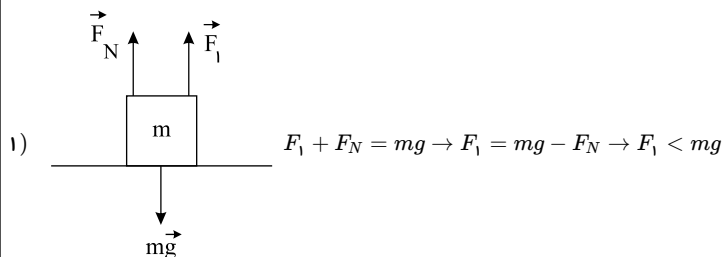
$$\Delta y = \frac{1}{2} a_v t_v^2 + v_f t_v \Rightarrow 28 = \frac{1}{2} \times (6) t_v^2 \rightarrow t_v^2 = \frac{28}{3} \rightarrow t_v = \sqrt{\frac{28}{3}}$$

برای به دست آوردن تندی برخورد گلوله به زمین داریم:

$$v_v = a_v t_v + v_f = 6 \times \sqrt{\frac{28}{3}} = 6 \sqrt{\frac{28}{3}}$$

۶۴ گزینه ۴

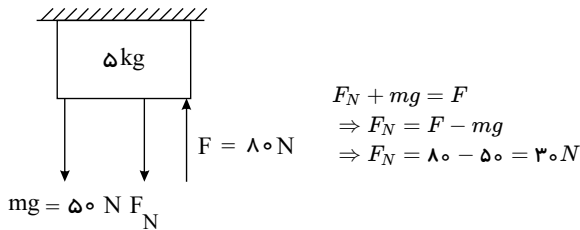
نیروهای وارد بر هر جسم را رسم می کنیم:



پس در نهایت داریم:

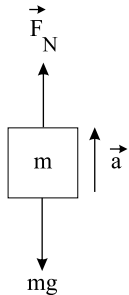
$$\Rightarrow F_v > F_v > F_1$$

۶۵ گزینه ۱ از آنجا که جسم ثابت است پس برابری نیروهای وارد بر آن، برابر صفر می‌باشد.



۶۶ گزینه ۳

چون شتاب روبه بالا است، نیروی عمودی تیکه‌گاه، بیشتر از mg است.

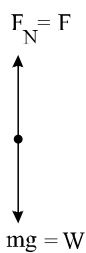


$$F_N = 200 \times 10^{-3}(4 + 10) = 0.2 \times 14 = 2.8 \text{ N}$$

$$F_{net} = ma \rightarrow F_N - mg = ma \rightarrow F_N = m(g + a)$$

۶۷ گزینه ۴

نیروهایی که به شخص وارد می‌شود، مطابق شکل است:
(F_N همان عدد ترازو است.)



اگر جهت بالا را مثبت در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$F - W = ma \Rightarrow F = W + ma \begin{cases} a > 0 \Rightarrow F > W \text{ حرکت تندشونده رو به بالا یا کندشونده رو به پایین} \\ a = 0 \Rightarrow F = W \text{ حرکت با سرعت ثابت} \\ a < 0 \Rightarrow F < W \text{ حرکت کندشونده رو به پایین یا کندشونده رو به بالا} \end{cases}$$

در نتیجه بسته به نوع حرکت آسانسور یا جهت شتاب آسانسور، هر سه گزینه می‌تواند صحیح باشند.

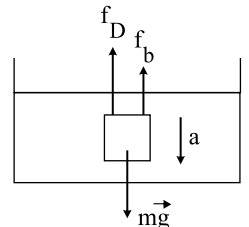
۶۸ گزینه ۲ مطابق شکل، به چشم سه نیرو، یکی وزن و دیگری مجموعه نیروهایی که از اطراف آب به جسم وارد می‌شود، در نظر می‌گیریم، با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$a = \frac{60}{100}g = 0.6g$$

$$f_{net} = ma$$

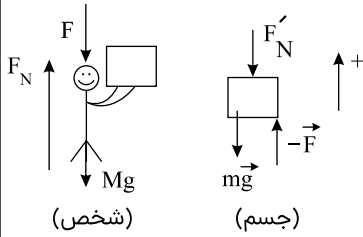
$$mg - (f_b + f_D) = ma = 0.6mg \rightarrow (f_b + f_D) = mg - 0.6mg = 0.4mg$$

$$8 = 0.4 \times m \times 10 \rightarrow m = 2 \text{ kg}$$



۶۹ گزینه ۲ ابتدا نیروهای وارد بر شخص و جرم را مشخص می‌کنیم:

به شخص سه نیرو وارد می‌شود (۱ نیروی عمودی سطح، ۲ نیروی وزن و ۳ نیرویی که جسم به آن وارد می‌کند. به جسم هم سه نیروی وزن و عمودی سطح و نیرویی که شخص به آن وارد می‌کند، وارد می‌شود و می‌دانیم عددی که ترازو نشان می‌دهد، برابر با اندازه نیروی عمودی سطح است که به شخص وارد می‌شود. اگر جرم شخص را M و جرم جسم را m در نظر بگیریم:



$$\begin{aligned} \text{شخص: } F_N - Mg - F &= Ma \rightarrow \frac{F_N - Mg - F}{M} = \frac{F - mg - F'_N}{m} \rightarrow \begin{cases} F_N = 375N \\ M = 30kg \\ g = 10 \frac{N}{kg} \\ F = ?, m = 0.75kg \end{cases} \rightarrow \frac{375 - 300 - F}{30} = \frac{F - 7.5 - 26.5}{0.75} \\ \text{جسم: } F - mg - F'_N &= ma \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow 30F - 225 - 795 &= 281.25 - 225 - 0.75F \\ \rightarrow F &= 35N \end{aligned}$$

۷۰ گزینه ۱ شتاب شخص (که همان شتاب آسانسور است) رو به بالا است. یعنی نیروی خالص وارد بر شخص رو به بالاست و این یعنی نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر شخص بیشتر از وزن آن است و ترازو عدد بیشتری را نشان می‌دهد و گزینه ۱ پاسخ درست است.

اگر انواع حرکت‌های ممکن آسانسور را بررسی کنیم:

الف. تندشونده به بالا

$$a \uparrow \checkmark m' = 60$$

ب. کندشونده به بالا

$a \downarrow$ بنا به فرض مسئله غرق

ج. تندشونده به پایین

$a \downarrow$ بنا به فرض مسئله غرق

د. کندشونده پایین

$$a \uparrow \checkmark m' = 60$$

اکنون فرض‌های مورد قبول مسئله را برمی‌گزینیم.

الف. تندشونده به بالا

$$a \uparrow \checkmark m' = 60$$

و

د. کندشونده پایین

$$a \uparrow \checkmark m' = 60$$

و این یعنی پاسخ با معلوم بودن نوع حرکت، به تنهایی، یا جهت حرکت، به تنهایی، مشخص نیست ولی با معلوم بودن جهت شتاب، به تنهایی، قابل حل است.

۷۱ گزینه ۲ ابتدا شتاب در مرحله OA و سپس نیرویی که بالابر در این مرحله به جسم وارد می‌کند را می‌یابیم:

$$\Delta y = \frac{1}{2} a_1 t^2 + v_0 t \xrightarrow{v_0=0} 2 = \frac{1}{2} (a)(4)^2 \rightarrow a_1 = \frac{1}{4} \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow{v_0=0} v = \frac{1}{4} \times 4 = 1 \frac{m}{s}$$

$$F_1 - mg = ma \rightarrow F = m(g + a_1) = 400(10 + \frac{1}{4}) \rightarrow F_1 = 4100N$$

در مرحله AB ، بالابر با سرعت ثابت حرکت می‌کند، پس:

$$a_2 = 0 \rightarrow F_2 = mg = 4000N$$

در مرحله BC ، حرکت بالابر کندشونده است؛ بنابراین داریم:

$$v = a_2 t + v'_0 \xrightarrow[v=1 \frac{m}{s}]{v'_0=0} 0 = a_2 \times 2 + 1 \rightarrow a_2 = -\frac{1}{2} \frac{m}{s^2}$$

$$F_2 - mg = ma_2 \rightarrow F_2 = m(g + a_2) = 400(10 - \frac{1}{2}) \rightarrow F_2 = 3800N$$

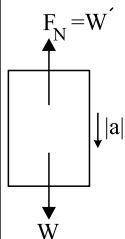
در نهایت داریم:

$$\frac{F_{\max}}{F_{\min}} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{4100}{3800} = \frac{41}{38}$$

۷۲ گزینه ۲ نکته: به طور کلی اگر جهت شتاب آسانسور رو به بالا باشد، وزن ظاهری جسم از وزن واقعی آن بیشتر است و اگر جهت شتاب آسانسور رو به پایین باشد، وزن ظاهری جسم از وزن واقعی آن کمتر است.

از آنجایی که جهت شتاب آسانسور رو به پایین است، داریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow W - F_N = m|a| \Rightarrow F_N = W - m|a| \Rightarrow F_N = m|g - a|$$



یعنی در صورتی که جهت شتاب آسانسور رو به پایین باشد، وزن ظاهری جسم از وزن واقعی اش کمتر است و $W > W'$ است.

۷۳ گزینه ۱ بیشینه نیرویی که ترازو نشان می دهد مربوط به حالتی است که حرکت آسانسور تندشونده است.

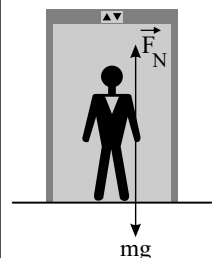
$$F_N = m(g + a) \begin{cases} \xrightarrow{\text{حرکت تندشونده به سمت پایین}} F_N = m(g - a) & (I) \\ \xrightarrow{\text{حرکت کندشونده به سمت پایین}} F'_N = m(g + a') & (II) \end{cases}$$

$$\xrightarrow{(I), (II)} F'_N - F_N = m(g + a') - m(g - a)$$

$$\Rightarrow F'_N - F_N = m(a + a')$$

$$\xrightarrow{a = 2 \frac{m}{s^2}, a' = 3 \frac{m}{s^2}} \xrightarrow{m = 60 \text{ kg}} F'_N - F_N = 60(2 + 3) = 300 \text{ N}$$

۷۴ گزینه ۲ ابتدا نیروهای وارد بر شخص را تعیین می کنیم.



راه حل اول: با در نظر گرفتن جهت مثبت به سمت پایین داریم:

$$mg - F_N = ma \Rightarrow 0.8mg = ma \Rightarrow a = 0.2 \frac{m}{s^2}$$

با توجه به این که علامت شتاب مثبت به دست آمد، پس شتاب رو به پایین است.

راه حل دوم:

می دانیم عددی که ترازو نشان می دهد، همان F_N است. پس $F_N = 0.8mg$. چون عدد ترازو کمتر از وزن شخص است، پس داریم:

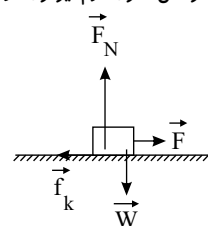
$$F_N = mg - ma \rightarrow 0.8mg = mg - ma \rightarrow a = 0.2 \frac{m}{s^2}$$

از طرفی چون F_N از وزن کمتر است، پس حرکت آسانسور یا تندشونده رو به پایین است و یا کندشونده رو به بالا است که در هر حالت جهت شتاب رو به پایین خواهد بود.

۷۵ گزینه ۳ چون جسم در راستای افق با سرعت ثابت در حال حرکت است بنابراین بر ایند نیروهای وارد بر جسم در راستای افق برابر صفر است.

با نوشتن قانون دوم نیوتون در راستای افقی برای جسم، $\vec{F}_N$ را به دست می آوریم.

$$F = f_k \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N} 4 = 0.2 F_N \Rightarrow F_N = 20 \text{ N}$$



اکنون قانون دوم نیوتون را برای جسم در راستای قائم می نویسیم و چون $mg > F_N$ است، بنابراین جهت شتاب حرکت به سمت پایین است و از آنجا که آسانسور به سمت بالا در حال حرکت است، بردار سرعت و شتاب خلاف جهت هم هستند و حرکت آسانسور کندشونده است.

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$mg - F_N = ma \xrightarrow[m=4kg, g=10 \frac{N}{kg}]{F_N=20N} 40 - 20 = 4a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

۷۶ گزینه ۴ وقتی آسانسور به صورت کندشونده، به طرف پایین حرکت می‌کند، جهت شتاب آن روبه بالا است، بنابراین شتاب ظاهری‌اش به صورت $g' = g + a$ خواهد بود، یعنی:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h \rightarrow \frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{g'}{g}$$

وقتی مایع در شرایط جدید قرار می‌گیرد $g = \frac{g}{3}$ خواهد بود، بنابراین $g' = \frac{4}{3}g$ خواهد بود. از این رو:

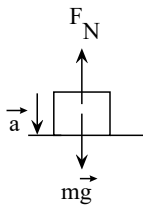
$$\Delta P' = \frac{4}{3} \Delta P$$

۷۷ گزینه ۳ اگر آسانسور با شتاب ثابت روبه بالا و صورت تند شونده حرکت کند، نیرویی به اندازه $m(g + a)$ به شخص وارد می‌شود و طبق قانون سوم نیوتن، همین مقدار نیرو را نیز به شخص وارد می‌کند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$F'_N = m(g + a) = 60(10 + 2) = 720N$$

۷۸ گزینه ۱

در حالتی که آسانسور به صورت کند شونده به سمت بالا حرکت می‌کند، نیروهای وارد بر جسم به صورت زیر است:

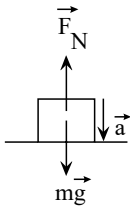


باتوجه به این‌که حرکت آسانسور به صورت کند شونده روبه بالا است، جهت شتاب آسانسور به سمت پایین است.

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

$$mg - F_N = ma \Rightarrow F_N = m(g - a) = 2(10 - 2) = 16N$$

در حالت دوم نیروهای وارد بر جسم به صورت زیر است:



$$mg - F'_N = ma' \Rightarrow F'_N = m(g - a')$$

$$16 = 2(10 - a') \Rightarrow 8 = 10 - a' \Rightarrow a' = 2 \frac{m}{s^2}$$

اگر آسانسور به صورت تند شونده روبه پایین حرکت کند، نیروهای وارد بر جسم مطابق همین شکل خواهند بود، زیرا جهت شتاب جسم به سمت پایین است. بنابراین آسانسور با شتابی به اندازه $2 \frac{m}{s^2}$ و به صورت تند شونده باید پایین آید.

نکته: باتوجه به این‌که در هر دو حالت نیروی عمودی وارد بر جسم یکسان است، بنابراین جهت و اندازه شتاب آسانسور نیز در هر دو حالت با یکدیگر برابر است، لذا جهت شتاب در حالت دوم نیز به سمت پایین و مقدار آن برابر با $2 \frac{m}{s^2}$ است و چون آسانسور به سمت پایین حرکت می‌کند نوع حرکت آن تند شونده است.

۷۹ گزینه ۱ در قسمت اول حرکت (۳s تا ۳s)، سرعت منفی است ($v < 0$)، یعنی آسانسور به طرف پایین در حال حرکت است. همچنین شتاب (شیب نمودار) مثبت است، لذا در قسمت اول، حرکت کندشونده است.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - (-6)}{2 - 0} = 3 \frac{m}{s^2}$$

در حرکت کندشونده به سمت پایین، عددی که ترازو نشان می‌دهد، برابر است با:

$$F_{N_1} = m(g + a)$$

در قسمت دوم حرکت (۳s تا ۶s)، $v > 0$ و $a > 0$ می‌باشد یعنی حرکت تندشونده رو به بالا است، بنابراین:

$$F_{N_2} = m(g + a)$$

در نتیجه:

$$F_{N_1} = F_{N_2} \Rightarrow \Delta F_N = 0$$

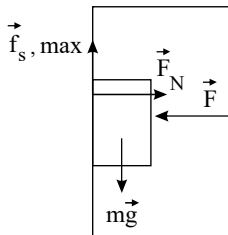
۸۰ گزینه ۲ برای اینکه کسی که در آسانسور قرار دارد از کف آسانسور جدا شود باید نیروی عمودی سطح وجود نداشته باشد و یا به عبارت دیگر صفر شود، پس:

$$N + mg = ma \Rightarrow N = m(a - g)$$

مشاهده می‌شود که باید اندازه a با g برابر باشد تا نیروی عمودی سطح برابر صفر شود، پس:

$$a = g = 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = g = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \frac{12}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 1.2 \text{ s}$$

۸۱ گزینه ۱ چون کمینه اندازه نیروی $\vec{F}$ خواسته شده است، بنابراین جسم در داخل آسانسور در آستانه حرکت قرار دارد. اگر جهت مثبت را رو به پایین در نظر بگیریم و قانون دوم نیوتون را برای جسم داخل آسانسور بنویسیم، داریم:



$$(F_{net})_y = ma_y \Rightarrow mg - f_{s, \max} = ma_y \Rightarrow f_{s, \max} = m(g - a_y) = 4 \times (10 - 2) \Rightarrow f_{s, \max} = 32 \text{ N}$$

بنابراین:

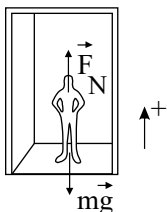
$$f_{s, \max} = \mu_s F_N \Rightarrow 32 = 0.5 F_N \Rightarrow F_N = 64 \text{ N}$$

چون جسم در راستای افقی حرکتی ندارد، بنابراین:

$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F = F_N = 64 \text{ N}$$

۸۲ گزینه ۴

با استفاده از قانون دوم نیوتون و در نظر گرفتن جهت مثبت به طرف بالا، می‌توان نوشت:



حالت اول: حرکت به صورت تندشونده با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ به طرف بالا:

$$F_N - mg = ma \Rightarrow N_1 = m(g + a) \quad (1)$$

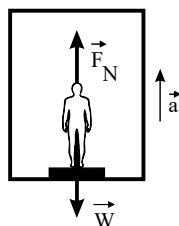
حالت دوم: حرکت به صورت کندشونده با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ به طرف بالا:

$$F'_N - mg = ma' \xrightarrow{a' = -a} N_2 = m(g - a) \quad (2)$$

بنابراین با استفاده از رابطه‌های (۱) و (۲)، داریم:

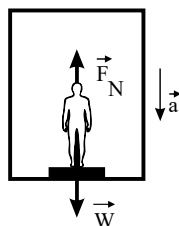
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{g + a}{g - a} = \frac{10 + 2}{10 - 2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{3}{2}$$

۸۳ گزینه ۴



وقتی آسانسور با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ به صورت تندشونده رو به بالا و یا به صورت کندشونده رو به پایین حرکت می‌کند، داریم:

$$F_N - W = ma \Rightarrow F_N = mg + ma = m(g + a) \Rightarrow F_N = 60(10 + 2) = 720 \text{ N}$$



وقتی آسانسور با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ به صورت تندشونده رو به پایین و یا به صورت کندشونده رو به بالا حرکت می‌کند، داریم:

$$F_N - W = -ma \Rightarrow F_N = m(g - a) \Rightarrow F_N = 60(10 - 2) = 480N$$

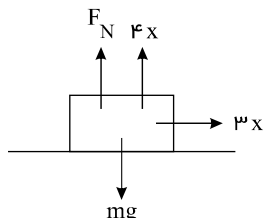
۸۴ گزینه ۱ برای این که جسم حرکت افقی کند باید $F > f_{\max}$ باشد، پس در ابتدا نیروی عمودی تکیه گاه را می یابیم. در امتداد قائم داریم:

$$F_{\text{net}y} = 0 \rightarrow F_N - mg + fx = 0 \Rightarrow F_N = mg - fx$$

$$f_{s\max} = \mu_s F_N = \mu_s (mg - fx)$$

$$\text{کند حرکت کند برای اینکه جسم حرکت کند: } fx > f_{s\max} \Rightarrow fx > \mu_s (mg - fx) \Rightarrow \frac{fx}{mg - fx} > \mu_s \Rightarrow \frac{mg - fx}{fx} < \frac{1}{\mu_s} \xrightarrow{mg=30, \mu_s=0.5} \frac{30}{fx} - \frac{4}{3} < 2$$

$$\Rightarrow \frac{30}{fx} < 2 + \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{10}{x} < \frac{10}{3} \Rightarrow \frac{1}{x} < \frac{1}{3} \Rightarrow x > 3N$$

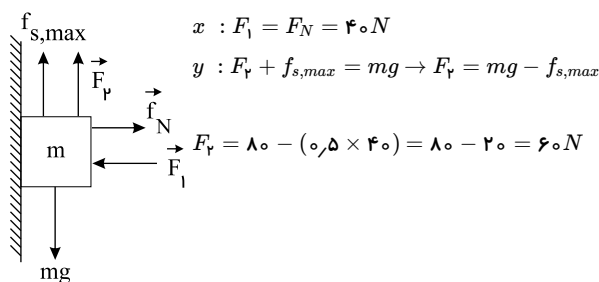


همچنین باید نیروی fx کمتر از mg باشد چون حرکت افقی تبدیل به حرکت عمودی نشود. پس:

$$fx < mg \Rightarrow fx < 30 \Rightarrow x < 7.5N \Rightarrow 3N < x < 7.5N$$

۸۵ گزینه ۳ برای حل این سؤال باید دو حالت را بررسی کنیم:

حالت (۱) اگر جسم در آستانه حرکت به سمت پایین باشد، نیروی اصطکاک ایستایی به سمت بالا خواهد بود.

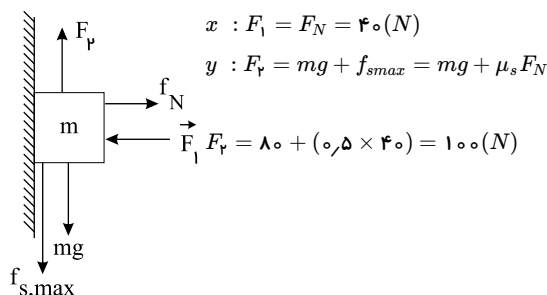


$$x : F_1 = F_N = 40N$$

$$y : F_f + f_{s,max} = mg \rightarrow F_f = mg - f_{s,max}$$

$$F_f = 80 - (0.5 \times 40) = 80 - 20 = 60N$$

حالت (۲) اگر جسم در آستانه حرکت به سمت بالا باشد، نیروی اصطکاک ایستایی به سمت پایین خواهد بود:



$$x : F_1 = F_N = 40(N)$$

$$y : F_f = mg + f_{s,max} = mg + \mu_s F_N$$

$$F_f = 80 + (0.5 \times 40) = 100(N)$$

پس حداقل بزرگی نیروی F_f برابر $60N$ است.

تذکره: به طور کلی، در اینگونه سوالات که به دنبال حداقل نیروی F می گردد، جسم باید در آستانه حرکت به گونه ای قرار گیرد که نیروی F و نیروی اصطکاک هم سو باشند.

۸۶ گزینه ۳

$$\text{شرط شروع حرکت: } F > F_{s\max}$$

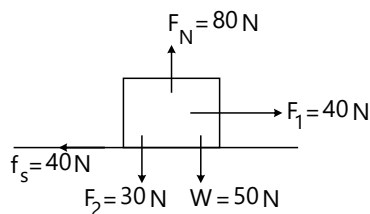
$$\Rightarrow t^2 + 3t + 12 > \mu_s mg$$

$$\Rightarrow t^2 + 3t + 12 > 0.2 \times 200 \Rightarrow t^2 + 3t - 28 > 0 \Rightarrow \underbrace{(t+7)(t-4)}_{\text{مثبت}} > 0 \Rightarrow t - 4 > 0 \Rightarrow t > 4(s)$$

یعنی از لحظه $t = 4(s)$ به بعد جسم شروع به حرکت خواهد کرد.

۸۷ گزینه ۳ با استفاده از قانون دوم نیوتون در راستای قائم داریم:

فیزیک دوازدهم فصل دو



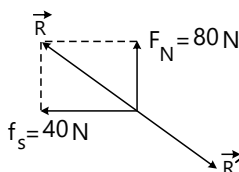
$$F_N - F_f - W = 0 \Rightarrow F_N = F_f + mg = 30 + 5 \times 10 = 80 N$$

$$f_{smax} = \mu_s F_N = 0.6 \times 80 = 48 N$$

$\vec{F}_1 < f_{smax} \rightarrow$ پس جسم ساکن است

$$\vec{R} = -f_s \vec{i} + F_N \vec{j} = -40 \vec{i} + 80 \vec{j}$$

$$\vec{R}' = -R = 40 \vec{i} - 80 \vec{j}$$



اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با:

چون $\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 = 40 N$ از f_{smax} کمتر است پس:

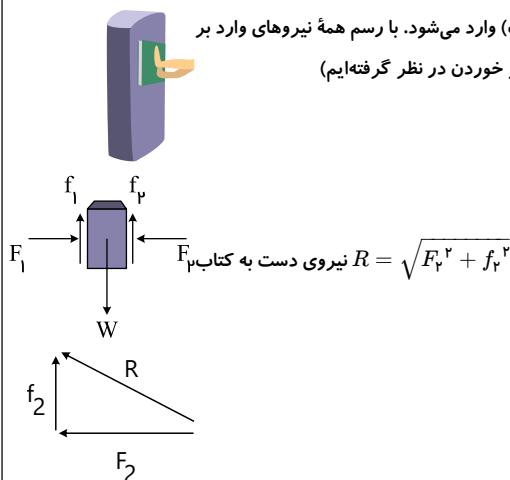
$$f_s = F_1 = 40 N \text{ پس}$$

و بردار نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند:

طبق قانون سوم نیوتون، اندازهٔ نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند:

۸۸ گزینه ۴

از طرف کف دست بر کتاب دو نیروی عمود بر سطح کتاب (نیروی عمودی تکیه‌گاه) و مماس بر سطح کتاب (نیروی اصطکاک) وارد می‌شود. با رسم همهٔ نیروهای وارد بر کتاب (تصویر را ببینید) و با انتخاب جهات مثبت به راست و بالا داریم: (در این جا f_1 و f_2 را نیروهای اصطکاک در آستانهٔ سر خوردن در نظر گرفته‌ایم)



$$\rightarrow F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow F_1 = F_2 = F$$

$$\uparrow f_1 + f_2 - W = 0 \Rightarrow f_1 + f_2 = W = 10 N$$

$$f_1 = \mu_1 F_1 = 0.4 F \text{ در آستانهٔ سر خوردن:}$$

$$f_2 = \mu_2 F_2 = 0.6 F$$

$$0.4 F + 0.6 F = 10 \rightarrow F = 10 N$$

$$f_2 = 0.6 \times 10 = 6 N$$

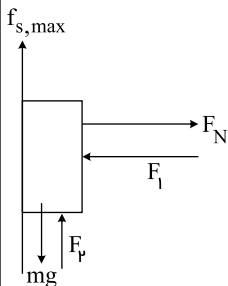
$$R = \sqrt{F^2 + f_2^2} = \sqrt{10^2 + 6^2} = 2\sqrt{34} N$$

۸۹ گزینه ۴ در ابتدا بیشترین مقدار نیروی اصطکاک ایستایی (نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت) را می‌یابیم.

$$\begin{cases} f_{smax} = \mu_s F_N = \mu_s F_1 = 0.4 \times 60 = 24 (N) \\ F_N = F_1 = 60 N \end{cases}$$

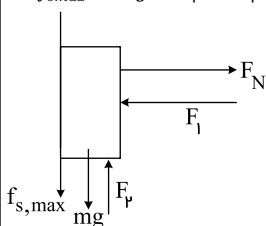
حداقل F_p موقعی است که جسم در آستانه حرکت رو به پایین باشد:

$$\rightarrow f_{s,max} + F_p = mg \rightarrow 24 + F_p = 30 \rightarrow F_p = 6(N)$$



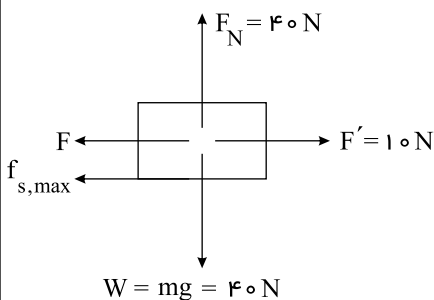
حداکثر F_p موقعی است که جسم در آستانه حرکت رو به بالا باشد:

$$\rightarrow f_{s,max} + mg = F_p \rightarrow F_p = 30 + 26 = 56N$$



بنابراین اگر $6N < F_p < 56N$ باشد، جسم ساکن می‌ماند، که در این صورت گزینه ۴ صحیح است.

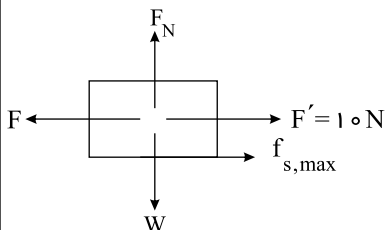
۹۰ گزینه ۱ اگر فرض کنیم که جسم در آستانه حرکت قرار بگیرد، بیشترین و کمترین مقدار F به صورت زیر محاسبه می‌شود:
در آستانه حرکت به طرف راست نیروی اصطکاک به سمت چپ است و داریم:



$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0.2 \times 40 = 8N$$

$$F' = F_{min} + f_{s,max} \rightarrow F_{min} = 10 - 8 \rightarrow F_{min} = 2N$$

در آستانه حرکت به طرف چپ نیروی اصطکاک به سمت راست است و داریم:



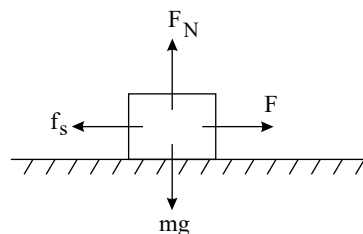
$$F_{max} = F' + f_{s,max} = 10 + 8 \rightarrow F_{max} = 18N$$

بنابراین برای ساکن ماندن جسم، نیروی F می‌تواند هر مقداری بین بیشینه و کمینه‌اش باشد:

$$F_{min} < F < F_{max} \rightarrow 2 \leq F \leq 18$$

۹۱ گزینه ۱ با توجه به اینکه در حالت اول، جسم در آستانه لغزیدن است، ضریب اصطکاک ایستایی را می‌یابیم:

$$\left. \begin{aligned} F_N &= mg \\ f_{s,max} &= \mu_s \times F_N \\ f_{s,max} &= F = 40N \end{aligned} \right\} \Rightarrow f_{s,max} = \mu_s \times mg \Rightarrow 40 = \mu_s \times 20 \times 10 \Rightarrow \mu_s = \frac{1}{5}$$



در حالتی که 30 kg به محتویات اضافه شده و F' دو برابر شود، باید بررسی کنیم که آیا جسم ساکن می ماند یا حرکت می کند.

$$m' = 20 + 30 = 50\text{ kg}$$

$$F' = 2 \times F = 2 \times 40 = 80\text{ N}$$

$$f'_{s\max} = \mu_s \times m'g \Rightarrow f'_{s\max} = \frac{1}{5} \times 50 \times 10 = 100\text{ N}$$

چون $f'_{s\max} > F'$ است، جسم تکان نمی خورد و نیروی اصطکاک برابر است با F' که همان 80 N است. پس داریم:

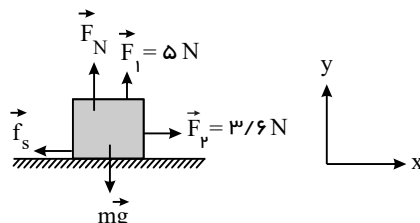
$$\frac{F'}{F} = \frac{80}{40} = 2$$

۹۲ گزینه ۴ ابتدا بقیه نیروهای وارد بر جسم را تعیین کرده و سپس اندازه نیروی عمودی سطح را محاسبه می کنیم.

از قانون دوم نیوتون در راستای محور y استفاده می کنیم. چون جسم در راستای قائم حرکتی ندارد، داریم:

$$F_N + F_1 = mg \Rightarrow F_N + 5 = 17.5 \times 10$$

$$F_N = 10\text{ N}$$

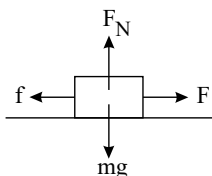


سپس اندازه نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه در آستانه حرکت را محاسبه می کنیم.

$$f_{s,\max} = \mu_s F_N \Rightarrow f_{s,\max} = 0.4 \times 10 = 4\text{ N}$$

چون $F_2 < f_{s,\max}$ و جسم در ابتدا ساکن است، پس ساکن می ماند و نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر آن برابر با اندازه F_2 یعنی 37.5 N است.

۹۳ گزینه ۴ برای این که ببینیم جسم تحت تأثیری این نیروها ساکن می ماند یا به حرکت در می آید، باید در ابتدا نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را حساب کنیم و با نیروی محرک F_1 (ی) مقایسه کنیم. اگر $F < (f_{s\max})$ باشد، جسم ساکن بوده و نیروی اصطکاک ایستایی f_s برابر f خواهد بود.



$$F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg = 50 \times 10 = 500\text{ N}$$

$$f_{s\max} = \mu_s \times F_N = 0.4 \times 500 = 200\text{ N}$$

چون هر دو نیروی F_1 و F_2 از $f_{s\max}$ کمتر است، پس در هر دو حالت این جسم هم چنان ساکن می ماند و f_s برابر F_1 و F_2 خواهد بود پس:

$$\begin{cases} F_1 - f_{s1} = 0 \Rightarrow f_{s1} = F_1 = 100\text{ N} \\ F_2 - f_{s2} = 0 \Rightarrow f_{s2} = F_2 = 180\text{ N} \end{cases}$$

۹۴ گزینه ۳ زمانی جسم در آستانه حرکت قرار می گیرد که نیروی وزن جسم با بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی برابر است؛ اکنون نیروی عمودی سطح را در حالتی که جسم در آستانه حرکت

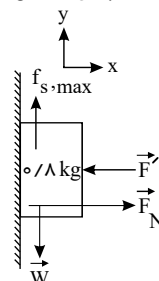
به سمت پایین قرار می گیرد به دست می آوریم:

$$(F_{\text{net}})_x = 0 \Rightarrow F_N = \vec{F}'$$

$$(F_{\text{net}})_y = 0 \Rightarrow W = f_{s,\max}$$

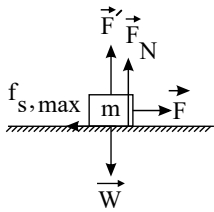
$$f_{s,\max} = \mu_s F_N, m = 0.8\text{ kg}, \mu_s = 0.4 \rightarrow 0.4 \times F' = 8 \Rightarrow F' = 20\text{ N}$$

$$F_N = F', W = mg, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$



بنابراین نیروی F باید 20 N کاهش یابد.

۹۵ گزینه ۴



نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. در لحظه‌ای که جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد داریم:

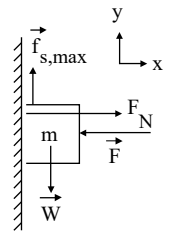
$$f_{s, \max} = \mu_s F_N = F \xrightarrow{F_N = mg - F', g = 10 \frac{N}{kg}} f_{s, \max} = \frac{4}{5} \times F_N = 2 \Rightarrow \frac{4}{5} \times (5 - F') = 2$$

$$\Rightarrow 5 - F' = \frac{10}{4} \Rightarrow F' = 2,5 N$$

۹۶ گزینه ۳ مطابق شکل، با توجه به نیروهای وارد بر جسم و با توجه به این‌که جسم در راستای افقی هیچ حرکتی ندارد، می‌توان نوشت:

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

$$\text{شرط نلغزیدن جسم: } f_{s, \max} \geq mg \Rightarrow \mu_s F_N \geq mg \Rightarrow F_N \geq \frac{2 \times 10}{0,5} = 40 N \Rightarrow F_N = F \Rightarrow F \geq 40 N$$



۹۷ گزینه ۲ چون جسم ابتدا ساکن است باید اندازه نیروی $\vec{F}$ بیشتر از بیشینه اندازه نیروی اصطکاک ایستایی شود تا جسم حرکت کند و تا قبل از آن، چون جسم ساکن است، اصطکاک از نوع ایستایی است و اندازه آن برابر با اندازه نیروی $\vec{F}$ وارد بر جسم است. بنابراین ابتدا باید بیشینه اندازه نیروی اصطکاک ایستایی و اندازه نیروی $\vec{F}$ در لحظه $t = 2s$ را محاسبه کرده و با هم مقایسه کنیم. داریم:

$$f_{s, \max} = \mu_s F_N = \mu_s mg \Rightarrow f_{s, \max} = 0,2 \times 5 \times 10 = 10 N$$

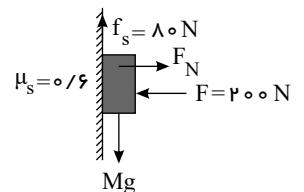
$$F = 3t + 2 \xrightarrow{t=2s} F = 3 \times 2 + 2 \Rightarrow F = 8 N$$

چون $F < f_{s, \max}$ است، بنابراین جسم ساکن می‌ماند و اندازه نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر آن برابر است با:

$$f_s = F = 8 N$$

۹۸ گزینه ۲ ابتدا جرم M را محاسبه می‌کنیم. با توجه به شکل، چون جسم در راستای قائم در حالت تعادل قرار دارد، داریم:

$$(F_y)_{net} = 0 \Rightarrow f_s = Mg \Rightarrow 80 = M \times 10 \Rightarrow M = 8 kg$$

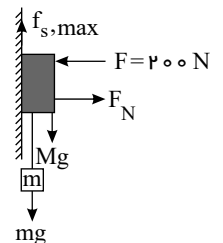


بعد از آویزان کردن وزنه، جسم در آستانه حرکت قرار گرفته و در این حالت نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه به جسم وارد می‌شود و چون جسم در راستای قائم و افقی در حالت تعادل قرار دارد، داریم:

$$(F_x)_{net} = 0 \Rightarrow F_N = F = 200 N$$

$$\Rightarrow \mu_s F_N = Mg + mg \Rightarrow f_{s, \max} = Mg + mg$$

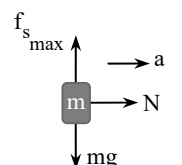
$$\Rightarrow m = 4 kg \Rightarrow 0,4 \times 200 = 80 + 10m \Rightarrow 120 = 80 + 10m$$



۹۹ گزینه ۲ اگر کتاب را جدا کرده و نیروی وارد بر آن را رسم کنیم، درمی‌یابیم، آنچه به شتاب گرفتن کتاب (که معادل همان شتاب دیواره است) نسبت به ناظر ساکن بیرونی می‌شود، نیروی عمودی تیکه‌گاه است. بنابراین داریم:

$$\begin{cases} \sum F_y = 0 \Rightarrow f_{s, \max} = mg \Rightarrow \mu_s N = mg \Rightarrow N = \frac{mg}{\mu_s} \\ \sum F_x = ma \Rightarrow N = ma \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{mg}{\mu_s} = ma \Rightarrow a = \frac{g}{\mu_s} = \frac{10}{0,5} = 20 \frac{m}{s^2}$$



۱۰۰ گزینه ۴ اصطکاک ایستایی بیشینه بین جسم و سطح را حساب می‌کنیم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg \Rightarrow f_{s,max} = 0.6 \times 6 \times 10 = 36N$$

پس هنگامی که نیروی F به ۳۶ نیوتون برسد، جسم شروع به حرکت کرده و نیروی F را ثابت می‌کنیم. در اینجاست که نیروی اصطکاک جنبشی تمایل مخالفت با حرکت جسم را دارد. در این حالت، نیروی اصطکاک و جنبشی تمایل به مخالفت با حرکت جسم را دارد. با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جسم را به دست می‌آوریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - \mu_k mg = ma \Rightarrow 36 - 0.3 \times 60 = 6a \Rightarrow a = 3m/s^2$$

از رابطه سرعت-زمان استفاده کرده و سرعت جسم را پس از ۳ ثانیه محاسبه می‌کنیم:

$$v = at + v_0 \xrightarrow{a=3\frac{m}{s^2}, t=3s, v_0=0} v = 3 \times 3 + 0 = 9\frac{m}{s}$$

۱۰۱ گزینه ۳

$$A \text{ جسم: } -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \rightarrow a = -(0.2)(10) = -2\frac{m}{s^2}$$

زمان توقف A را به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = (-2)t + 12 \Rightarrow t = 6s$$

چون جسم A پس از ۶ ثانیه متوقف شده است، باید جابه‌جایی آن را تا $t = 5$ حساب کنیم.

$$\Delta x_A = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t = \frac{1}{2}(-2)(5)^2 + (12)(5) \Rightarrow \Delta x_A = 35m$$

$$B \text{ جسم: } f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \rightarrow a = (0.3)(10) = 3\frac{m}{s^2}$$

زمان توقف B را به دست می‌آوریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = 3t - 12 \Rightarrow t = 4s$$

پس دقت شود که از $t = 4$ تا $t = 5$ متحرک B حرکتی نداشته است و جابه‌جایی آن را باید در ۴ ثانیه بررسی کنیم.

$$\Delta x_B = \frac{1}{2}(3)(4)^2 + (-12)(4) \Rightarrow \Delta x_B = -24m \Rightarrow \text{فاصله} = 24 + 35 = 59m$$

۱۰۲ گزینه ۱ با توجه به ثابت بودن نیروها و در نتیجه ثابت بودن شتاب در هر مرحله، خواهیم داشت:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \begin{cases} a_{AB} = \frac{v - 3v}{\Delta t} = -\frac{2v}{\Delta t} \\ a_{BC} = \frac{\frac{v}{2} - v}{\Delta t} = -\frac{\frac{v}{2}}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow |a_{AB}| = 4|a_{BC}|$$

تنها نیروی وارد بر جعبه در راستای افقی، نیروی اصطکاک جنبشی است:

$$\begin{cases} A \rightarrow B: f_k = ma \rightarrow 3\mu_k F_N = ma \rightarrow 3\mu_k(F + mg) = ma_{AB} \\ B \rightarrow C: f_k = ma \rightarrow \mu_k F_N = ma \rightarrow \mu_k(mg - F) = ma_{BC} \end{cases}$$

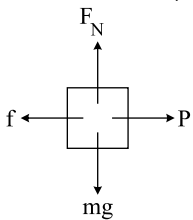
دو رابطه را بر یکدیگر تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{3(mg + F)}{(mg - F)} = \frac{a_{AB}}{a_{BC}} \Rightarrow \frac{mg + F}{mg - F} = \frac{4}{3} \Rightarrow mg = 4F \Rightarrow F = \frac{1}{4}mg$$

۱۰۳ گزینه ۲ از نمودار نیروی اصطکاک بر حسب نیروی P برمی‌آید که:

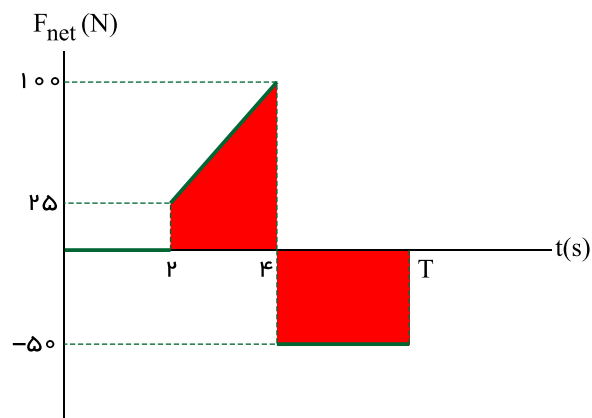
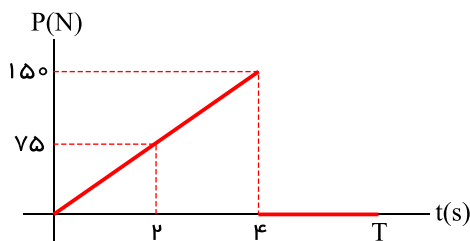
۱. با افزایش نیروی افقی P تا ۷۵ نیوتون، نیروی اصطکاک نیز افزایش می‌یابد، پس جسم تا این لحظه ساکن است.

۲. با ادامهٔ افزایش نیروی افقی P نیروی اصطکاک ایستایی که به بیشینهٔ خود رسیده است، دیگر افزایش نمی‌یابد و جسم حرکت می‌کند و اندازهٔ نیروی اصطکاک پس از آن مقدار ثابت ۵۰ نیوتون خواهد داشت. با رسم نیروهای وارد بر جسم می‌توان نیروی خالص وارد بر جسم را محاسبه کرد. مساحت محدود به نمودار نیروی خالص بر حسب زمان با تغییر تکانهٔ جسم برابر است.



چون نیروی P با آهنگ ثابت، در مدت ۴ ثانیه از صفر تا $150N$ افزایش یافته، بدیهی است که در ۲ ثانیهٔ اول، نیرو از صفر تا ۷۵ نیوتون افزایش دارد (که در این بازه جسم همچنان ساکن

مانده)، سپس بین ۲s تا ۴s نیرو به صورت خطی از ۷۵ تا ۱۵۰ نیوتون افزایش می‌یابد و از این به بعد نیروی F قطع می‌شود تا در لحظهٔ T متوقف شود.



$$mg = F_N$$

$$F_{net} = P - F$$

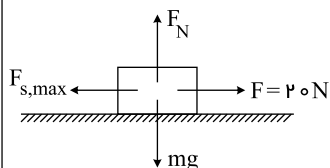
$$F_{net} = \begin{cases} 0 & 0 \leq t < 2 \\ P - 50 & 2 \leq t < 4 \\ -50 & 4 \leq t < T \end{cases}$$

جسم ابتدا ساکن است و در انتها نیز ساکن خواهد شد.

$$S_{F-t} = \Delta P = 0 \Rightarrow S = \frac{(4-2)(25+100)}{2} - 50(T-4) = 0$$

$$T - 4 = \frac{125}{50} = 2.5(s)$$

۱۰۴ گزینه ۲ در آستانه حرکت، بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی و نیروی افقی ۲۰ نیوتونی هم اندازه اند، پس به صورت زیر، در ابتدا جرم را یافته، سپس شتاب حرکت جسم تحت تأثیر نیروی ۲۵N را محاسبه می کنیم.



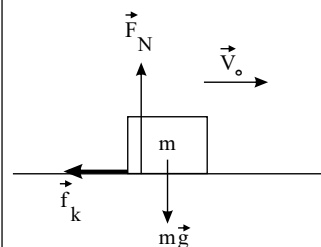
$$f_{s,max} = F = 20 N$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg \Rightarrow 20 = 0.4 \times m \times 10 \Rightarrow \boxed{m = 5 kg}$$

$$f_k = \mu_k mg = 0.2 \times 5 \times 10 = 10 N$$

$$F - f_k = ma \Rightarrow 25 - 10 = 5a \Rightarrow \boxed{a = 3 \frac{m}{s^2}}$$

۱۰۵ گزینه ۲



اگر قانون دوم نیوتون را برای جسمی که روی سطحی افقی پرتاب شده است، بنویسیم، داریم:

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

$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -\mu_k F_N = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

بنابراین زمان توقف برابر است با:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -\mu_k gt + v_0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{\mu_k g}$$

در نتیجه با دو برابر شدن سرعت اولیه، زمان توقف نیز دو برابر می شود.

مسافتی که جسم طی می کند تا متوقف شود، برابر است با:

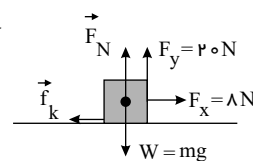
$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \Rightarrow 0 = v_0^2 + 2(-\mu_k g)\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{v_0^2}{2\mu_k g}$$

در نتیجه با دو برابر شدن سرعت اولیه، مسافتی که جسم طی می‌کند تا متوقف شود چهار برابر می‌شود.
دقت کنید جرم جسم تأثیری در زمان توقف و مسافت توقف جسم ندارد.

۱۰۶ گزینه ۲ با توجه به شکل زیر، نیروی $\vec{F} = \lambda \vec{i} + 2\circ \vec{j} (N)$ از دو نیروی عمود بر هم $F_x = \lambda N$ و $F_y = 2\circ N$ تشکیل شده است.

ابتدا اندازه نیروی اصطکاک جنبشی را به دست می‌آوریم. چون جسم در راستای قائم حرکتی ندارد، برآیند نیروهای وارد بر آن در راستای قائم صفر است. بنابراین داریم:

$$f_k = \mu_k \cdot F_N \xrightarrow{\mu_k = 0.2} f_k = 0.2 \times 10 \Rightarrow f_k = 2N (F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_N + F_y = mg \xrightarrow{m = 3kg} F_N + 20 = 3 \times 10 \Rightarrow F_N = 10N$$



حال با استفاده از قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جسم را می‌یابیم:

$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow F_x - f_k = ma \xrightarrow{F_x = \lambda N, m = 3kg} \lambda - 2 = 3a \Rightarrow a = \frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$$

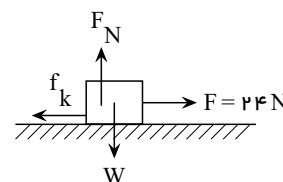
۱۰۷ گزینه ۳ جسم با سرعت ثابت در حال حرکت است، پس برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است و پس از حذف نیروی $\vec{F}$ ، تنها نیرویی که بر جسم وارد می‌شود، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح می‌باشد که اندازه آن با اندازه نیروی $\vec{F}$ برابر است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = a \times 4 + 12 \Rightarrow a = -3 \frac{m}{s}$$

$$F = f_{\text{اصطکاک}} = ma = 2 \times 3 = 6N$$

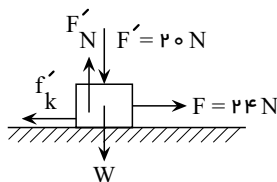
۱۰۸ گزینه ۴ ابتدا بررسی می‌کنیم که جسم در اثر نیروی افقی $F = 24N$ حرکت می‌کند یا خیر.

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0.3 \times 6 \times 10 = 18N \xrightarrow{F = 24N} F > f_{s,max} \Rightarrow \text{بنابراین جسم با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند.}$$



اکنون در حالتی که نیروی قائم $20N$ به جسم وارد می‌شود شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

$$F - f'_k = ma \Rightarrow 24 - (60 + 20) \times 0.25 = 6a \Rightarrow a = \frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$$



بنابراین جسم هم‌چنان به حرکت تند شونده خود ادامه می‌دهد.

۱۰۹ گزینه ۱

$$f_k = \mu_k \times F_N$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{شکل ۱: } F_{N_1} = mg - F_1 \\ \text{شکل ۲: } F_{N_2} = mg + F_2 \end{array} \right\} \Rightarrow F_{N_1} < F_{N_2}$$

نیروی اصطکاک جنبشی هردو برابر است، طبق رابطه $f_k = \mu_k \times F_N$ به ازای نیروی اصطکاک یکسان، هرچه نیروی عمودی سطح بیشتر باشد، ضریب اصطکاک کمتر است پس:

$$\mu_1 > \mu_2$$

پس گزینه ۱ صحیح است.

۱۱۰ گزینه ۲ حالت اول:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \Rightarrow 30 = 0.6 \times 10m \Rightarrow m = 5kg$$

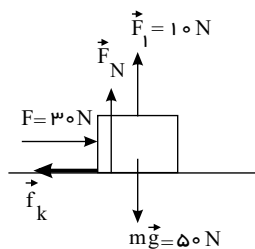
حالت دوم:

$$F = 30 + 10 = 40N$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 40 - 0.5 \times 5 \times 10 = 5a \Rightarrow a = \frac{3}{5} \frac{m}{s^2}$$

۱۱۱ گزینه ۳

فیزیک دوازدهم فصل دو



در ابتدا جسم با شتاب در مسیری مستقیم در حال حرکت است. چون می‌خواهیم جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه دهد، بنابراین شتاب حرکت آن برابر با صفر خواهد بود و این کار را با افزایش اندازه نیروی اصطکاک انجام می‌دهیم. داریم:

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_N - F'_1 - mg = 0 \Rightarrow F_N = F'_1 + mg$$

$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow f_k = \mu_k (F'_1 + mg)$$

$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F - f_k = 0 \Rightarrow F = \mu_k (F'_1 + mg) \Rightarrow 30 = 0.2 (F'_1 + 5 \times 10) \Rightarrow F'_1 = 100 N$$

در نتیجه افزایش اندازه نیروی $\vec{F}_1$ برابر است با:

$$\Delta F_1 = F'_1 - F_1 = 100 - 10 \Rightarrow \Delta F_1 = 90 N$$

۱۱۲ گزینه ۳ با مقایسهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی ($f_{s,max}$) با نیروی اعمال شده بر جسم، حرکت جسم را بررسی می‌کنیم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0.5 \times 4 \times 10 = 20 N$$

چون $F > f_{s,max}$ است، لذا جسم حرکت می‌کند و اصطکاک از نوع جنبشی می‌شود.

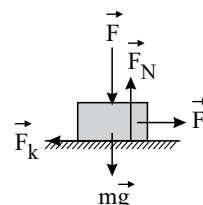
$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = 0.3 \times 4 \times 10 = 12 N$$

سطح بر جسم دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک جنبشی وارد می‌کند که برآیند آن‌ها برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} = \sqrt{40^2 + 12^2} = 4\sqrt{109} N$$

۱۱۳ گزینه ۲ نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. در راستای قائم می‌توان نوشت:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_N - F - mg = 0 \Rightarrow F_N = F + mg$$



در راستای افقی می‌توان نوشت:

$$\Sigma F_x = ma_x \Rightarrow F - f_k = ma_x \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N} F - \mu_k (F + mg) = ma_x \Rightarrow F = \frac{(a_k + \mu_k g)m}{1 - \mu_k} \xrightarrow{a_x = 2 \frac{m}{s^2}, \mu_k = 0.2, m = 2.5 kg, g = 10 \frac{N}{kg}} F = \frac{(2 + 0.2 \times 10) \times 2.5}{1 - 0.2} \Rightarrow F = 12.5 N$$

۱۱۴ گزینه ۱ ابتدا تندی جسم را در لحظه‌ای که انرژی جنبشی آن برابر با ۲۰۰ J است، می‌یابیم:

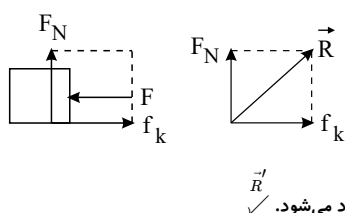
$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 200 = \frac{1}{2} \times 4 \times v^2 \Rightarrow v = 10 \frac{m}{s}$$

حال از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم. داریم:

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{t} \Rightarrow 40 = 4 \times \frac{10 - 0}{t} \Rightarrow t = 1 s$$

۱۱۵ گزینه ۳ نیرویی که از طرف شخص به جعبه وارد می‌شود، به سمت غرب است و نیرویی که از طرف زمین به جعبه وارد می‌شود به سمت پایین است. بنابراین مطابق قانون سوم نیوتون واکنش این دو نیرو از طرف جعبه به شخص در جهت شرق و از طرف جعبه به زمین به سمت بالاست.

۱۱۶ گزینه ۴ نیروی سطح برآیند دو نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است.

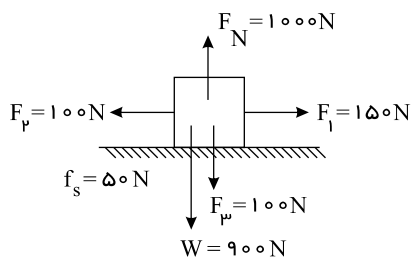


بنابراین نیروی واکنش سطح (نیرویی که جسم به سطح افق وارد می‌کند). مطابق قانون سوم نیوتون هم‌اندازه با $\vec{R}$ و در خلاف جهت آن به سطح وارد می‌شود. $\vec{R}$

۱۱۷ گزینه ۳

ابتدای نیروی عمودی تکیه‌گاه و پس از $f_{s,max}$ را محاسبه می‌کنیم. اگر برآیند دو نیروی افقی F_1 و F_2 بزرگتر یا مساوی $f_{s,max}$ باشد، جسم حرکت می‌کند، در غیر اینصورت ساکن می‌ماند.

بنابراین داریم:

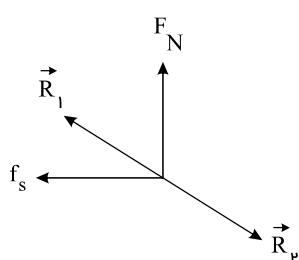


$$F_{net} = ma \rightarrow F_N - F_2 - mg = 0 \rightarrow F_N = F_2 + mg$$

$$F_N = 100 + 90 \times 10 = 1000 N$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0.6 \times 1000 = 600 N$$

برایند دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را به دست می آوریم:

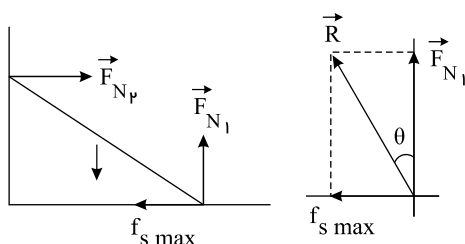


$$F_{net} = F_2 - F_1 = 150 - 100 = 50 N$$

$$F_{net} < f_{s,max} \rightarrow \text{جسم ساکن است} \rightarrow f_s = F_{net} = 50 N \xrightarrow{\text{نیرویی که سطح به جسم وارد می کند}} R_1 = -f_s \vec{i} + F_N \vec{j}$$

$$\vec{R}_1 = -50 \vec{i} + 1000 \vec{j} \rightarrow \vec{R}_2 = -\vec{R}_1 = 50 \vec{i} - 1000 \vec{j}$$

۱۱۸ گزینه ۳ نیروهای وارد بر نردبان را رسم می کنیم:



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

$$F_{N_1} = mg = 300 N$$

$$f_{s,max} = F_{N_2} = \mu_s \times F_{N_1} = \frac{3}{4} \times 300 = 225 N$$

$$\tan \theta = \frac{f_{s,max}}{F_{N_1}} = \frac{225}{300} = \frac{3}{4} \rightarrow \theta = 37^\circ$$

۱۱۹ گزینه ۱ در هر حالت نیروی عمودی تکیه گاه و نیروی اصطکاک را تعیین می کنیم. چون در هر دو حالت جسم ساکن می ماند، در هر دو حالت نیروی اصطکاک با نیروی افقی هم اندازه است. یعنی:

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

$$x \text{ در راستای } : (F_{net,x}) = ma_x = 0 \rightarrow f_s = F_1$$

$$y \text{ در راستای } : (F_{net,y}) = ma_y = 0 \rightarrow f_N = F_2 + mg \Rightarrow R = \sqrt{(F_2 + mg)^2 + (F_1)^2}$$

$|\vec{F}_1|$ و $|\vec{F}_2|$ هر یک سه برابر شده و جسم ساکن می ماند:

$$R' = \sqrt{(3F_2 + mg)^2 + (3F_1)^2}$$

$$\frac{R'}{R} = \sqrt{\frac{(3F_2 + mg)^2 + (3F_1)^2}{(F_2 + mg)^2 + (F_1)^2}} = n$$

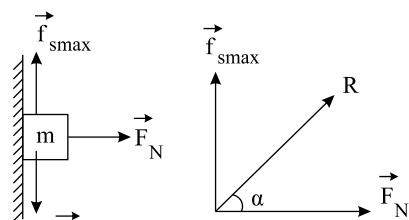
$$\text{اگر: } \frac{9F_1^2 + (3F_2 + 3mg)^2}{F_1^2 + (F_2 + mg)^2} = \frac{9[F_1^2 + (F_2 + mg)^2]}{F_1^2 + (F_2 + mg)^2} = 9$$

$$\text{از طرفی داریم: } \frac{9F_1^2 + (2F_2^2 + 3mg)^2}{F_1^2 + (F_2^2 + mg)^2} > \frac{9F_1^2 + (3F_2^2 + mg)^2}{F_1^2 + (F_2^2 + mg)^2} = n^2$$

$$n^2 < 9 \rightarrow 1 < n < 3$$

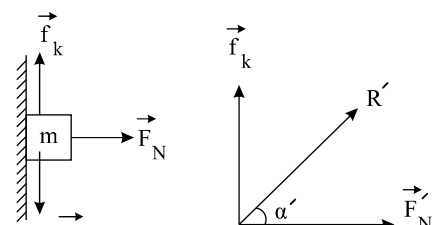
۱۲۰. گزینه ۳ ابتدا برآیند نیروها در راستای قائم را بررسی می‌کنیم و بدیهی است که در هر دو حالت نیروی وزن برابر نیروی اصطکاک است.

حالت (۱) جسم در آستانه حرکت به سمت پایین قرار می‌گیرد.



$$\tan \alpha = \frac{f_{s \max}}{F_N} = \frac{\mu_s F_N}{F_N} = \mu_s \quad (1)$$

حالت دوم) جسم با تندی ثابت حرکت کند.

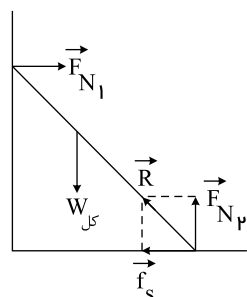


$$\tan \alpha' = \frac{f_k}{F_{N'}} \rightarrow \tan \alpha' = \frac{\mu_k F_{N'}}{F_{N'}} = \mu_k \quad (1)$$

بنابراین:

$$\frac{\tan \alpha}{\tan \alpha'} = \frac{\mu_s}{\mu_k}$$

۱۲۱. گزینه ۴ ابتدا که نردبان ساکن است. برآیند نیروها در راستای افقی و قائم صفر است. داریم:



$$\vec{F}_{net,y} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{N_2} = W_{کل} \rightarrow \vec{F}_{N_2} = (m_{نردبان} + M_{شخص})g \rightarrow \vec{F}_{N_2} = (20 + 60) \times 10 = 800N$$

$$\vec{F}_{net,x} = 0 \Rightarrow \vec{f}_s = \vec{F}_{N_1} = 200N$$

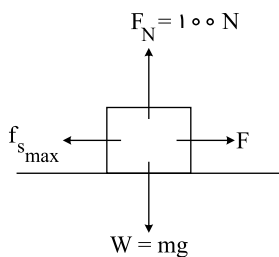
حال f_{smax} را حساب می‌کنیم تا در مورد ساکن ماندن یا حرکت نردبان، نتیجه‌گیری کنیم:

$$f_{smax} = \mu_s F_{N_2} = 0.25 \times 800 = 200N \Rightarrow f_s < f_{smax}$$

پس نردبان ساکن می‌ماند. حال نیروی سطح (R) را حساب می‌کنیم:

$$R = \sqrt{F_{N_2}^2 + f_s^2} = \sqrt{800^2 + 200^2} = \sqrt{(4 \times 200)^2 + 200^2} = \sqrt{200^2(16 + 1)} = 200\sqrt{17}N$$

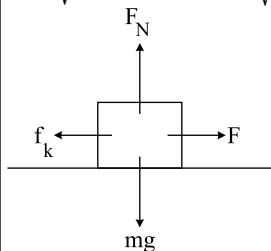
۱۲۲. گزینه ۳ می‌دانیم که حداقل تغییرات نیروی سطح بین دو وضعیت سکون و لغزش، در آستانه لغزش خواهد بود به گونه‌ای که:



$$F_N = W = mg = (10)(10) = 100\text{ N}$$

در لحظه شروع به حرکت: $f_{s,max} = \mu_s F_N = 100\text{ N}$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} = 100\sqrt{2} \approx 141\text{ N}$$



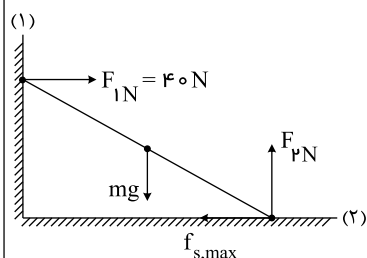
با شروع به حرکت جسم: $f_k = \mu_k F_N = 0.5 \times 100 = 50\text{ N}$

$$R' = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} = \sqrt{100^2 + 50^2} = \sqrt{12500} \approx 112\text{ N}$$

$$\Delta R = |R' - R| = |112 - 141| = 29\text{ N} \approx 30\text{ N}$$

۱۲۳ گزینه ۲ ابتدا نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم:

اگر جسم نلغزد باید برآیند نیروهای آن در هر دو جهت x و y صفر باشد و برای حداقل شدن جرم، نردبان باید در آستانه لغزش قرار بگیرد.

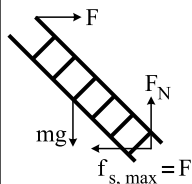


$$F_{2N} = mg$$

$$f_{s,max} = F_{1N} = 40 \Rightarrow \mu_s F_{2N} = 40 \Rightarrow 0.5 \times F_{2N} = 40 \Rightarrow \boxed{F_{2N} = 80\text{ N}}$$

$$\Rightarrow mg = 80 \Rightarrow m \times 10 = 80 \Rightarrow \boxed{m = 8\text{ kg}}$$

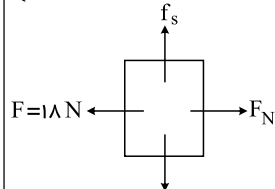
۱۲۴ گزینه ۱ ابتدا نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم. در آستانه سُر خوردن نردبان، داریم:



$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{f_{s,max}=F} F = \mu_s F_N \rightarrow \frac{F}{F_N} = \mu_s = 0.4$$

۱۲۵ گزینه ۲ از آنجایی که جسم ساکن است، نیروهای وارد بر آن متوازن هستند. پس اگر نیروهای وارد بر جسم را رسم کنیم، داریم:

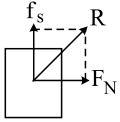
$$\begin{cases} f_s = W = 7.5\text{ N} \\ F_N = F = 18\text{ N} \end{cases}$$



فیزیک دوازدهم فصل دو

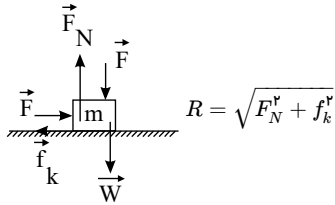
$$W = mg = 0.75 \times 10 = 7.5N$$

برای تعیین بزرگی نیرویی که از طرف دیوار به جسم وارد می‌شود، داریم:



$$R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} = \sqrt{7.5^2 + 18^2} = \sqrt{(1.5 \times 5)^2 + (1.5 \times 12)^2} = 1.5 \times 13 \Rightarrow R = 19.5N$$

۱۲۶ گزینه ۳ نیروی سطح برآیند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.



با توجه به رابطهٔ نیروی سطح، نیروی $\vec{F}$ را به دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned} \frac{F_N = W + F}{f_k = \mu_k F_N} \rightarrow R &= \sqrt{(W + F)^2 + (\mu_k(W + F))^2} \\ \mu_k &= \frac{3}{4} \\ \Rightarrow R &= (W + F) \sqrt{1 + \mu_k^2} \xrightarrow{W = 2 \times 10 = 20N, R = 150N} 150 = (20 + F) \sqrt{1 + \left(\frac{3}{4}\right)^2} \Rightarrow 150 = (2 + F) \left(\sqrt{\frac{25}{16}}\right) \\ \Rightarrow 20 + F &= \frac{150 \times 4}{5} \Rightarrow F = 100N \end{aligned}$$

اکنون قانون دوم نیوتون را برای جسم m می‌نویسیم:

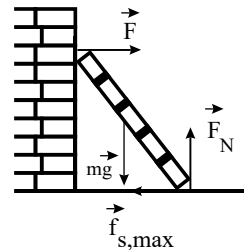
$$F - \mu_k F_N = ma \xrightarrow{F_N = W + F = 120N} 100 - 120 \times \frac{3}{4} = 2a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

۱۲۷ گزینه ۲ اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند را F بنامیم:

$$F = f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

و اگر نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند را R بنامیم:

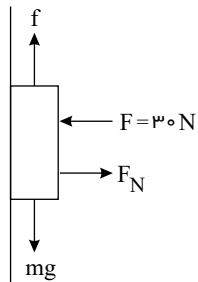
$$R = \sqrt{F_N^2 + (\mu_s F_N)^2} \xrightarrow{F_N = mg} R = mg \sqrt{1 + \mu_s^2}$$



در نهایت داریم:

$$\frac{F}{R} = \frac{\mu_s mg}{mg \sqrt{1 + \mu_s^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۱۲۸ گزینه ۱ نیروی عمودی تکیه گاه برابر نیروی F است. برای اینکه به نوع حرکت یا سکون جسم پی ببریم، باید وزن جسم را با $f_{s,max}$ مقایسه کنیم. بنابراین داریم:



$$F_N - F = 0 \Rightarrow F_N = F = 30N$$

$$f_{s,max} = \mu_s \times F_N = 0.6 \times 30 = 18N$$

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$mg = 0.5 \times 10 = 5N$$

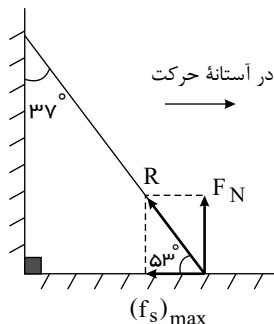
چون $f_{s,max}$ بیشتر از mg است پس جسم ساکن می ماند پس f_s برابر است با:

$$mg - f_s = 0 \Rightarrow mg = f_s = 5N$$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{30^2 + 5^2} = \sqrt{925} = 5\sqrt{37}N$$

۱۲۹ گزینه ۳

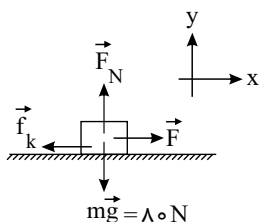
قدم اول: نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می کند، معادل برآیند نیروی اصطکاک و عمودی تکیه گاه است. با رسم نیروی وارد بر نردبان از طرف سطح زمین، داریم:



$$\tan 53^\circ = \frac{F_N}{(f_s)_{\max}} = \frac{F_N}{\mu_s F_N} = \frac{1}{\mu_s} \rightarrow \mu_s = \frac{1}{\tan 53^\circ} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} \rightarrow \mu_s = 0.75$$

وزن نردبان تأثیری نداشته است!

۱۳۰ گزینه ۳



با توجه به شکل بالا و با نوشتن قانون دوم نیوتون، ابتدا نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه را محاسبه می کنیم.

$$F_{net,x} = ma_x \Rightarrow 100 - f_k = 8 \times 5 \Rightarrow f_k = 60N$$

$$F_{net,y} = 0 \Rightarrow F_N = mg = 80N$$

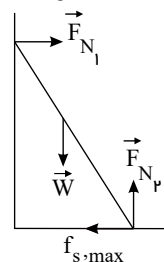
می دانیم نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح مؤلفه های نیرویی هستند که از طرف سطح به جعبه وارد می شود. بنابراین نیروی وارد بر جعبه از طرف سطح برابر است با:

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

۱۳۱ گزینه ۲ وقتی نردبان در آستانه سر خوردن است، با توجه به رابطه نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه داریم:

$$(F_x)_{net} = 0 \Rightarrow f_{s,max} = F_{N1}$$

$$(F_y)_{net} = 0 \Rightarrow F_{N2} = W$$



$$f_{s,max} = \mu_s F_{N2} \xrightarrow[F_{N2} = W, \mu_s = 1.5 kg, F_{N1} = f_{s,max}]{W = mg, g = 10 \frac{N}{kg}} F_{N1} = 0.6 \times 15 \times 10 = 90N$$

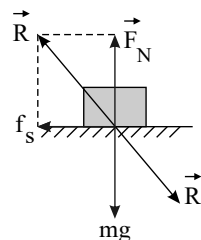
۱۳۲ گزینه ۱ برای پاسخ به این تست به این ترتیب عمل می کنیم:

جسم ساکن است. بنابراین در امتداد سطح افق (محور x) نیروی اصطکاک مانع حرکت جسم شده است. می دانیم اگر نیروی وارده از طرف جسم به سطح R' و نیروی وارده از طرف سطح به جسم $\vec{R}$ باشد، طبق قانون سوم نیوتن داریم:

$$\vec{R} = -\vec{R}' = -(60\vec{i} - 80\vec{j}) = -60\vec{i} + 80\vec{j}$$

با توجه به $\vec{R}$ که در واقع برآیند $\vec{F}_N$ و $\vec{f}_s$ است؛ در می یابیم:

$$\vec{R} = -6\hat{i} + 8\hat{j} = f_s\hat{i} + F_N\hat{j}$$



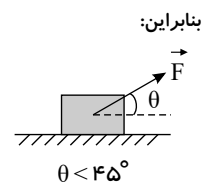
با مقایسه F_N و Mg می توان مؤلفه عمودی نیروی $\vec{F}$ را یافت:

$$\left. \begin{array}{l} \vec{F}_N = 8\text{ N} \\ mg = 9\text{ N} \end{array} \right\} \Rightarrow F_y = 1\text{ N} \quad \text{در جهت } \vec{F}_N \text{ است.}$$

$$\begin{array}{c} f_y = 1\text{ N} \\ \uparrow \\ \square \rightarrow f_x = 6\text{ N} \end{array}$$

و بدیهی است که $\vec{F}_x$ در خلاف جهت $\vec{f}_s$ و هم اندازه آن می باشد، یعنی $f_x = 6\text{ N}$

$$\vec{F} = 6\hat{i} + 1\hat{j}$$



بنابراین:

۱۳۳ گزینه ۴ در ابتدا جسم ساکن است پس داریم:

$$F_1 = k\Delta l = 200(0.25 - 0.2) = 200 \times \frac{5}{100} = 10\text{ N}$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0.4 \times 4 \times 10 = 16\text{ N}$$

برای جسم در آستانه حرکت داریم:

$$F_2 = f_{s,max} = 16\text{ N}$$

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100 = \frac{16 - 10}{10} \times 100 = 60\%$$

۱۳۴ گزینه ۱ در حالت تعادل به نیروی فنر با وزن جسم برابر است. بنابراین در ابتدا جرم جسم را می یابیم:

$$\Delta l = 190 - 160 = 30$$

$$F_{net} = 0 \rightarrow F_{\text{فنر}} - mg = 0$$

$$k\Delta l = mg \rightarrow 400 \times 0.3 = m \times 10 \rightarrow m = 12\text{ kg}$$

حال فرض می کنیم آسانسور با طول عادی با شتاب a رو به بالا شروع به حرکت کند تا وزنه به کف آسانسور برسد، خواهیم داشت:

$$\Delta l_2 = \Delta l_1 + 9.5\text{ cm} = 30 + 9.5 = 39.5\text{ cm}$$

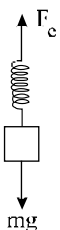
$$F_{net} = ma \rightarrow F_{\text{فنر}} - mg = ma \rightarrow k\Delta l - mg = ma$$

$$400 \times 39.5 \times 10^{-2} - 120 = 12a \rightarrow a = 3.16 \frac{m}{s^2}$$

۱۳۵ گزینه ۳ حالت اول، با توجه به نیروهای وارد بر جسم در راستای قائم، با استفاده از قانون دوم نیوتون، ثابت فنر را می یابیم:

$$F_{net} = ma \rightarrow F_{e_1} - mg = ma \rightarrow k\Delta l = m(g + a) \rightarrow k(84 - 60) \times 10^{-2} = 4(10 + 2)$$

$$k = 200 \frac{N}{m}$$



حالت دوم، نیروی فنر به عنوان نیروی محرک و نیروی اصطحاکاک جنبشی به عنوان نیروی مقاوم عمل می کند.

فیزیک دوازدهم فصل دو

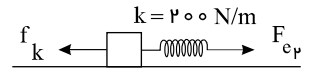
$$F_{net} = ma \rightarrow F_{e_p} - f_k = ma_p$$

$$k\Delta\ell - \mu_k F_N = ma_p$$

$$200(72 - 60) \times 10^{-2} - \mu_k \times 40 = 4 \times 2$$

$$200 \times 12 \times 10^{-2} - 40\mu_k = 8$$

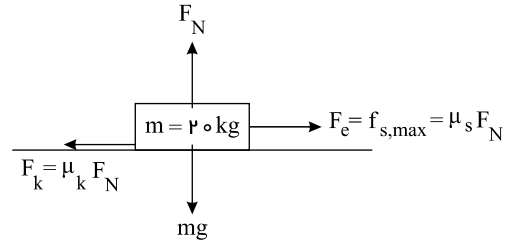
$$\mu_k = 0.4$$



۱۳۶ گزینه ۴ در ابتدای حرکت، نیروی اصطکاک به بیشینه مقدار خود می‌رسد، به عبارتی در آستانه حرکت داریم: (در اینجا تغییر طول فنر ۲۰ cm است).

$$F = f_{s,max} = kx = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$300 \times 20 \times 10^{-2} = 0.4 \times m \times 10 \rightarrow m = 20 \text{ kg}$$



پس از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$F_{net} = ma$$

$$\mu_s F_N - \mu_k F_N = ma \Rightarrow \mu_s \cancel{mg} - \mu_k \cancel{mg} = \cancel{m} a$$

$$(0.4 \times 10) - (0.1 \times 10) = a \rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

۱۳۷ گزینه ۲ در هر دو حالت اول نیروی وزن برابر نیروی کشسانی است، پس:

$$F_e = kx \Rightarrow \begin{cases} \ell_p = 20 \text{ cm}, F = mg \Rightarrow k(\frac{20}{100} - \ell_o) = 0.1 \times 10 & (I) \\ \ell'_p = 24 \text{ cm}, F' = m'g \Rightarrow k(\frac{24}{100} - \ell_o) = 0.2 \times 10 & (II) \end{cases}$$

از تقسیم رابطه (II) بر (I) داریم:

$$\frac{k(\frac{24}{100} - \ell_o)}{k(\frac{20}{100} - \ell_o)} = \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{24}{100} - \ell_o = \frac{40}{100} - 2\ell_o \Rightarrow \ell_o = \frac{16}{100} m \Rightarrow \ell_o = 16 \text{ cm}$$

حال با جایگذاری ℓ_o در معادله (I)، ثابت فنر را می‌یابیم:

$$k(\frac{20}{100} - \frac{16}{100}) = 0.1 \times 10 \Rightarrow k \times (\frac{4}{100}) = 1 \Rightarrow k = \frac{100}{4} = 25 \frac{N}{m}$$

حال داریم:

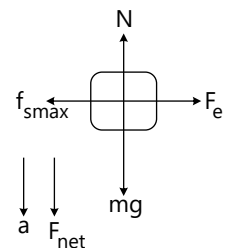
$$k(\frac{30}{100} - \frac{16}{100}) = mg \Rightarrow 25 \times (\frac{14}{100}) = m \times 10 \Rightarrow m = 0.35 \text{ kg} = 350 \text{ g}$$

روش دوم: بین دو حالت اول و دوم، به دلیل تغییر ۱۰۰ گرمی جرم، طول فنر ۴ سانتی‌متر تغییر کرده، پس اگر هر ۱۰۰ گرم به طول فنر ۴ cm می‌افزاید، در ابتدا طول فنر ۱۶ cm بوده که با آویختن وزنه ۱۰۰ گرمی به طول ۲۰ cm رسیده، حال برای اینکه طول فنر به ۳۰ cm برسد باید ۱۴ cm تغییر طول داشته باشیم یعنی (۴ + ۴ + ۴ + ۲) cm پس باید وزنه (۱۰۰ + ۱۰۰ + ۱۰۰ + ۵۰) گرمی یعنی ۳۵۰ گرمی به آن بیاویزیم.

۱۳۸ گزینه ۲ وقتی شتاب رو به پایین آسانسور افزایش می‌یابد، اندازه نیروی عمودی تکیه‌گاه کف آسانسور بر جسم کاهش می‌یابد و بی‌آنکه اندازه نیروی اصطکاک تغییر کند؛ نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه کاهش می‌یابد و جسم در آستانه حرکت نسبت به کف کابین قرار می‌گیرد. شتاب جسم در امتداد افق صفر و در امتداد قائم همان شتاب آسانسور است. با نوشتن روابط در امتداد افق و قائم داریم:

$$\rightarrow + (F_e = kx) = (f_{smax} = \mu_s F_N) \rightarrow + mg - F_N = ma \Rightarrow mg - \frac{f_{smax}}{\mu_s} = ma \Rightarrow mg - \frac{kx}{\mu_s} = ma$$

$$\Rightarrow \mu_s = \frac{kx}{m(g-a)} = \frac{200 \times 20 \times 10^{-2}}{10(9.8 - 1.8)} = 0.50$$



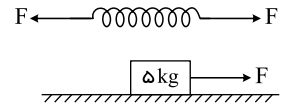
۱۳۹ گزینه ۴ نیرویی که فنر بر هر یک از دستان ورزشکار وارد می‌کند، عکس‌العمل و برابر نیرویی است که هر یک از دستان ورزشکار بر هر یک از دو طرف فنر وارد کرده است که نیروی فنر نیز همین است. (نیروی کشسانی فنر در نقاط مختلف یکسان و برابر هر یک از نیروهای وارد بر طرفین است).

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$F = k\Delta\ell = 3 \times 20 = 60 (N)$$

$$F_{net} = ma$$

$$F = ma \rightarrow 60 = 5a \rightarrow a = 12 \frac{m}{s^2}$$



۱۴۰ گزینه ۲ در ابتدا باید بینیم که نیروی فنر چند نیوتون است. یعنی:

$$\begin{cases} \mu_s = 0.3 \\ \mu_k = 0.25 \end{cases}$$

$$F_e = kx = 1 \times 4.8 = 4.8 N$$

حال برای اینکه جسم در آستانه حرکت قرار گیرد، باید نیروی فنر با نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه برابر باشد، یعنی:

$$f_{s,max} = F_e \rightarrow \mu_s F_N = F_e \rightarrow 0.3 F_N = 4.8 \rightarrow F_N = 16 N$$

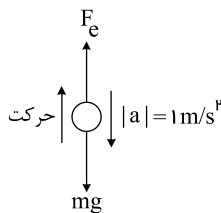
بدیهی است که چون $F_N < mg$ است، جهت شتاب آسانسور به طرف پایین است و مقدار این شتاب به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$a \downarrow F_N = m(g - a) \rightarrow 16 = 2(10 - a) \rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

۱۴۱ گزینه ۱

چون آسانسور هنگام بالا رفتن متوقف می‌شود، حرکتش کندشونده بوده، پس شتابش رو به پایین است و داریم:

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



$$kx = m(g - a)$$

$$k(0.25 - 0.2) = 0.5(10 - 1)$$

$$0.05 \times k = 0.5 \times 9 \rightarrow k = 90 \frac{N}{m}$$

۱۴۲ گزینه ۱ نیروی وزن قطعه به پایین وارد می‌شود و فنر قطعه را به بالا می‌راند. در حالت تعادل داریم: $kx_o - mg = 0$

با حرکت شتاب‌دار مجموعه داریم: $kx - mg = ma$

$$\begin{cases} kx_o - mg = 0 \\ kx - mg = ma \end{cases}$$

رابطه دوم را منهای رابطه اول می‌کنیم:

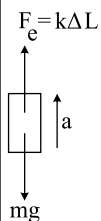
$$k(x - x_o) = ma$$

$$k = \frac{ma}{(x - x_o)} = \frac{100 \times 10^{-3}(5 \times 9.81)}{5 \times 10^{-3}} = 981 \frac{N}{m}$$

۱۴۳ گزینه ۴ ابتدا به کمک تغییر طول فنر در حالت اول، ثابت فنر را به دست می‌آوریم:

$$k\Delta L = mg \rightarrow k(20 - 10) = 5 \times 10 \rightarrow k = 5 \frac{N}{cm}$$

آنچه باید به آن دقت کنیم این است که بعد از عبور طول فنر از $20 cm$ (لحظه تعادل وزنه - فنر) نیروی فنر از وزن وزنه بیشتر شده، پس حرکت وزنه کندشونده است و چون وزنه به طرف پایین حرکت می‌کند، جهت شتاب آن رو به بالا خواهد بود. بنابراین داریم:



$$F_e - mg = ma \rightarrow k(L_2 - L_1) - mg = ma$$

$$5(24 - 10) - 50 = 5 \times a \rightarrow 70 - 50 = 5a$$

$$a = \frac{20}{5} = 4 \frac{m}{s^2} \rightarrow \vec{a} = 4\vec{j}\left(\frac{m}{s^2}\right)$$

۱۴۴ گزینه ۴ در ابتدا با توجه به نمودار، ثابت هر یک از فنرها را می‌یابیم:

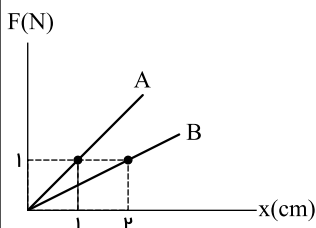
فیزیک دوازدهم فصل دو

$$k = \frac{F}{x} \Rightarrow \begin{cases} k_A = \frac{1}{1} \frac{N}{cm} = 100 \frac{N}{m} \\ k_B = \frac{1}{2} \frac{N}{cm} = 50 \frac{N}{m} \end{cases}$$

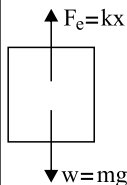
در آسانسور اول که فنر A داریم، نیروی فنر با نیروی وزن برابر است (چرا؟) ولی در آسانسور دوم که فنر B قرار دارد، نیروی فنر از نیروی W = mg به اندازه ma بیشتر است. یعنی:

$$\frac{(2)}{(1)} \rightarrow \frac{B}{A} : \frac{m_B(g+a)}{m_A(g)} = \frac{k_B x_B}{k_A x_A} \Rightarrow \frac{2m(g+\frac{g}{4})}{mg} = \frac{100 x_B}{50 x_A}$$

$$\frac{2 \times \frac{5}{4}}{1} = \frac{x_B}{2x_A} \Rightarrow \frac{x_B}{x_A} = 5$$



۱۴۵ گزینه ۲ در هر دو حالت، نیروی خالص وارد بر جسم را نوشته و از قانون دوم نیوتون به صورت زیر استفاده می کنیم:



$$1) \xrightarrow{a=0} F_e = mg \rightarrow kx_1 = mg \xrightarrow{x_1=14-12=2cm} \frac{k}{m} = \frac{g}{x_1} = \frac{10}{0.2} = 500$$

$$2) \xrightarrow{a'=1} F_e' - mg = ma' \rightarrow kx_2 - mg = ma'$$

$$(1), (2) \rightarrow k(x_2 - x_1) = ma \rightarrow \frac{k}{m}(x_2 - x_1) = a \rightarrow 500(x_2 - 0.2) = 1$$

$$\xrightarrow{x_2 = \ell - \ell_0} \rightarrow x_2 = 0.22 = 2.2cm \xrightarrow{x_2 = \ell - 12} \ell - 12 = 2.2 \rightarrow \ell = 14.2cm$$

۱۴۶ گزینه ۴ ابتدا با توجه به نمودار داده شده، ثابت هر فنر را می یابیم:

$$k_A = \text{شیب خط} = \frac{4}{2} = 2 \frac{N}{cm}$$

$$k_B = \text{شیب خط} = \frac{2}{3} \frac{N}{cm}$$

در حالت افقی داریم:

$$v : \text{ثابت} \rightarrow F_{net} = 0 \rightarrow F_e = f_k \rightarrow k_A x_A = \mu_k mg \rightarrow 2x_A = 0.3 \times m \times 10 \rightarrow x_A = \frac{3}{2}m$$

در حالت قائم:

$$\text{تعادل } F_{net} = 0 \rightarrow F_e = mg \rightarrow k_B x_B = mg \rightarrow \frac{2}{3} x_B = m \times 10 \rightarrow x_B = 15m$$

در نهایت داریم:

$$\frac{x_A}{x_B} = \frac{\frac{3}{2}m}{15m} \rightarrow \frac{x_A}{x_B} = \frac{1}{10}$$

۱۴۷ گزینه ۳ در حالت اول، می توان شتاب ثابت فنر را به صورت زیر محاسبه کرد.

$$\text{تعادل: } Fe = mg \rightarrow kx = mg \xrightarrow{x=25-20=5cm, m=0.6kg} k \times 5 = 0.6 \times 10 \rightarrow k = \frac{6}{5} \frac{N}{cm}$$

در حالت دوم که آسانسور رو به پایین و با شتاب ثابت شروع به حرکت می کند، داریم: (جهت مثبت را رو به پایین در نظر گرفته ایم.)

$$F_{net} = ma \rightarrow mg - kx = m'a \xrightarrow{x=5cm, m'=0.8kg} 0.8 \times 10 - \frac{6}{5} \times 5 = 0.8a \rightarrow a = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

در نهایت با استفاده از رابطه سرعت - جابه‌جایی داریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow[v_0=0, v=10 \frac{m}{s}]{a=2.5 \frac{m}{s^2}} 100 - 0 = (2)(2.5)\Delta x \rightarrow \Delta x = 20m$$

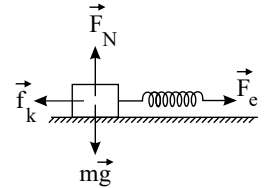
۱۴۸ گزینه ۲ با استفاده از رابطه بین اندازه نیروی وارد بر فنر و تغییر طول آن، می‌توان نوشت:

$$F_e = kx \Rightarrow F_e = k(l - l_0) \Rightarrow \Delta F_e = k(l_2 - l_1) \Rightarrow \frac{\Delta F_e'}{\Delta F_e} = \frac{l_2' - l_1'}{l_2 - l_1} \Rightarrow \frac{24 - 8}{40 - 8} = \frac{l_2' - 4}{8 - 4} \Rightarrow l_2' = 6cm$$

۱۴۹ گزینه ۲ ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. سپس از قانون دوم نیوتون در راستای y و x استفاده می‌کنیم.

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_N = mg = 80N$$

$$\sum F_x = ma_x \Rightarrow F_e - f_k = ma$$



اگر برای F_e از قانون هوک ($F_e = kx$) و برای f_k از $f_k = \mu_k F_N$ استفاده کنیم، در حالتی که $x_1 = 10cm$ و $x_2 = 15cm$ است، داریم:

$$kx - \mu_k mg = ma \left\{ \begin{array}{l} k \times 0.1 - \mu_k \times 80 = 8 \times 2.5 \\ k \times 0.15 - \mu_k \times 80 = 8 \times 5 \end{array} \right.$$

از حل این معادله μ_k به‌دست می‌آید: $\mu_k = 0.25$

۱۵۰ گزینه ۱ از روی نمودار نسبت ثابت فنرها را به‌دست می‌آوریم: (شیب نمودار $F_e - x$ برابر با ثابت فنر است.) اکنون با استفاده از رابطه $F_e = k\Delta\ell$ داریم:

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{\frac{F_{e2}}{x_2}}{\frac{F_{e1}}{x_1}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{2}{4}} = 3$$

اکنون با استفاده از رابطه $F_e = k\Delta\ell$ داریم:

$$\frac{F_{e2}}{F_{e1}} = \frac{k_2 \Delta\ell_2}{k_1 \Delta\ell_1} \xrightarrow[F_{e1}=m_1g, m_1=500g, \Delta\ell_1=5cm]{F_{e2}=m_2g, m_2=900g} \frac{900g}{500g} = 3 \times \frac{\Delta\ell_2}{5} \Rightarrow \Delta\ell_2 = 3cm$$

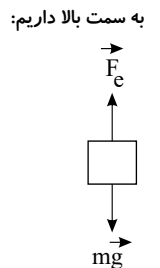
۱۵۱ گزینه ۱ چون جسم به سمت پایین حرکت می‌کند و نوع حرکت آن کندشونده است، بنابراین جهت شتاب به سمت بالا است. با توجه به قانون دوم نیوتون و در نظر گرفتن جهت مثبت حرکت به سمت بالا داریم:

$$F_e - mg = ma \xrightarrow{F_e=k\Delta\ell} k\Delta\ell = m(g + a)$$

$$\xrightarrow[g=10 \frac{N}{kg}, k=1400 \frac{N}{m}]{a=2 \frac{m}{s^2}, m=2kg} 1400\Delta\ell = 2(10 + 2)$$

$$\Rightarrow \Delta\ell = \frac{28}{1400} = \frac{2}{100}m = 2cm$$

$$\Delta\ell = \ell - \ell_0 \xrightarrow[\ell_0=15cm]{\Delta\ell=2cm} \ell = 15 + 2 = 17cm$$



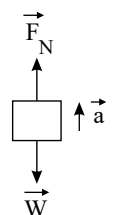
۱۵۲ گزینه ۱ الف) در حالتی که شتاب متحرک به سمت بالا است، نیرویی که از طرف فنر به جسم وارد می‌شود، به سمت بالاست و نیرویی که از طرف جسم به فنر وارد می‌شود به سمت پایین است. با توجه به قانون دوم نیوتون، اندازه نیروی فنر را به دست می‌آوریم:

$$F_N - W = ma$$

$$\Rightarrow F_N = m(g + a) \xrightarrow[m=1.2kg, g=10 \frac{N}{kg}]{a=2 \frac{m}{s^2}} \Rightarrow F_N = 12(10 + 2) = 144N$$

$$\xrightarrow[F_e=k\Delta x, \Delta x=L_1-L_0]{F_N=-F_e, k=400 \frac{N}{m}} 144 = -400(L_1 - L_0)$$

$$400(L_1 - L_0) = -144 \Rightarrow L_1 = \frac{-144}{400} + L_0 \quad (I)$$



ب) در حالتی که شتاب متحرک به سمت پایین است، نیرویی که از طرف فنر به جسم وارد می‌شود به سمت بالا است. با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$W - F'_N = ma' \Rightarrow F'_N = m(g - a')$$

$$g = 10 \frac{N}{kg}, a' = 3 \frac{m}{s^2} \rightarrow F'_N = 1,2 \times (10 - 3) = 8,4 N$$

$$m = 1,2 kg$$

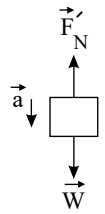
$$F'_e = k \Delta x' \xrightarrow{F_e = -F'_N, \Delta x = L_v - L_o} -8,4 = 400 (L_v - L_o)$$

$$k = 400 \frac{N}{m}$$

$$\Rightarrow L_v = -\frac{8,4}{400} + L_o \quad (II)$$

$$L_1 - L_v = \left(-\frac{14,4}{400} + L_o\right) - \left(-\frac{8,4}{400} + L_o\right)$$

$$\Rightarrow L_1 - L_v = \frac{-6}{400} m = -1,5 cm$$



۱۵۳ گزینه ۴ هنگامی که جسم در آستانه حرکت قرار دارد، اندازه نیروی اصطکاک ایستایی، بیشینه و با اندازه نیروی فنر برابر است. داریم:

$$f_{s,max} = F_{\text{فنر}} \Rightarrow \mu_s F_N = k(\ell - \ell_o) \quad (*)$$

از طرفی، زمانی که جسم با سرعت ثابت روی سطح افقی در حال حرکت است، اندازه نیروی فنر با اندازه نیروی اصطکاک جنبشی برابر است و داریم:

$$f_k = F_{\text{فنر}} \Rightarrow \mu_k F_N = k(\ell' - \ell_o) \quad (**)$$

بنابراین داریم:

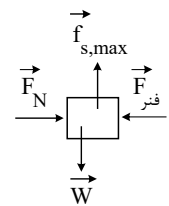
$$\xrightarrow{(*),(**)} \frac{\mu_k}{\mu_s} = \frac{\ell' - \ell_o}{\ell - \ell_o} \Rightarrow \frac{0,4}{0,6} = \frac{22 - \ell_o}{26 - \ell_o} \Rightarrow \ell_o = 14 cm$$

حال با جای گذاری در یکی از رابطه‌ها، داریم:

$$\mu_k F_N = k(\ell' - \ell_o) \Rightarrow 0,4 \times 3 \times 10 = k(22 - 14) \times 10^{-2} \Rightarrow k = 150 \frac{N}{m}$$

۱۵۴ گزینه ۲

با توجه به نیروهای وارد بر جسم در شکل مقابل و با توجه به اینکه جسم در آستانه حرکت به سمت پایین قرار دارد، نیروی خالص در راستای افقی و قائم صفر است و می‌توان نوشت:



$$x \text{ راستای محور } F_N = F_{\text{فنر}} \quad (1)$$

$$y \text{ راستای محور } f_{s,max} = W \quad (2)$$

با توجه به رابطه (۲) می‌توان نوشت:

$$f_{s,max} = W \Rightarrow \mu_s F_N = mg \Rightarrow \mu_s F_{\text{فنر}} = mg \Rightarrow 0,4 \times F_{\text{فنر}} = 20 \Rightarrow F_{\text{فنر}} = 50 N$$

از طرفی داریم:

$$F_{\text{فنر}} = kx \Rightarrow 50 = 1000 \times x \Rightarrow x = 0,05 m = 5 cm$$

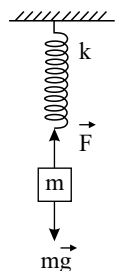
x در رابطه $F_{\text{فنر}} = kx$ ، جابه‌جایی فنر از حالت عادی است که چون فنر فشرده شده است، پس طول ثانویه فنر برابر خواهد بود با:

$$\text{طول ثانویه فنر} = 13 - 5 = 8 cm$$

۱۵۵ گزینه ۱ بر وزنه دو نیروی وزن و کشش فنر وارد می‌شود. بعد از ایجاد تعادل می‌توان نوشت:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F - mg = 0 \Rightarrow ky = mg \Rightarrow k(l - l_o) = mg \Rightarrow l = \frac{mg}{k} + l_o$$

$$\Rightarrow l_v - l_1 = \frac{(m_v - m_1)g}{k} \Rightarrow k = \frac{(m_v - m_1)g}{l_v - l_1} \Rightarrow k = \frac{(500 - 200) \times 10^{-3} \times 10}{(30 - 24) \times 10^{-2}} \Rightarrow k = 50 \frac{N}{m}$$



در حالت اول می‌توان نوشت:

$$k(l_1 - l_o) = m_1 g \Rightarrow 50 \times (24 - l_o) \times 10^{-2} = 200 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow l_o = 20 cm = 0,2 m$$

دقت کنید اگر برای حالت دوم نیز می‌نوشتیم، به همین نتیجه می‌رسیدیم. به عنوان تمرین، خودتان این محاسبات را انجام دهید.

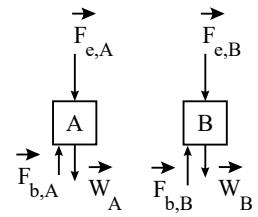
۱۵۶ گزینه ۱ چون هر دو جسم درون مایع غوطه‌ورند، بنابراین نیروی شناوری وارد بر هر دو جسم با یکدیگر برابر است. از طرفی چون فنر متصل به جسم A فشرده‌تر از فنر متصل به جسم B

فیزیک دوازدهم فصل دو

است، مطابق رابطه $F_e = kx$ نیروی فنر وارد بر جسم A بزرگ‌تر از نیروی وارد بر جسم B است. بنابراین با نوشتن قانون دوم نیوتون در راستای قائم داریم:

$$F_{e,B} + W_B = F_{b,B} \xrightarrow{F_{e,B} < F_{e,A}} W_A < W_B \xrightarrow{W=mg, m=\rho V} \rho_A V_A < \rho_B V_B \xrightarrow{V_A=V_B} \rho_A < \rho_B$$

$$F_{e,A} + W_A = F_{b,A} \xrightarrow{F_{b,B}=F_{b,A}} \rho_C V_B g = \rho_B V_B g + F_{e,B} \Rightarrow \rho_C > \rho_B$$



وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره‌ی جابه‌جا شده توسط جسم برابر است. بنابراین نیروی شناوری وارد بر جسم B برابر با وزن مایع C با حجم برابر حجم جسم B است. به عبارت دیگر داریم:

$$F_{b,B} = W_{\text{شاره جابه‌جا شده}} \xrightarrow{m=\rho V} F_{b,B} = \rho_C V_B g$$

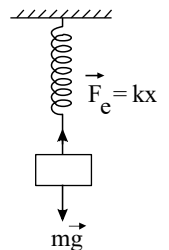
$$B \text{ توسط جسم } C \xrightarrow{F_{b,B}=W_B+F_{e,B}} \rho_C V_B g = \rho_B V_B g + F_{e,B} \Rightarrow \rho_C > \rho_B$$

۱۵۷ گزینه ۲ با استفاده از رابطه نیروی وارد بر فنر و افزایش طول آن، داریم:

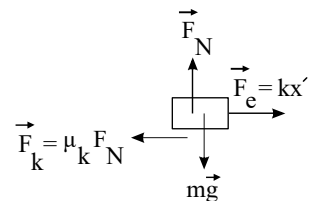
$$F_e = kx \Rightarrow F_e = k\Delta l \Rightarrow \frac{F_{e2}}{F_{e1}} = \frac{\Delta L_2}{\Delta L_1} \Rightarrow \frac{0.35g}{0.2g} = \frac{L' - 21}{23 - 21} \Rightarrow L' = 24.5cm$$

۱۵۸ گزینه ۳ چون در حالت اول جسم در راستای قائم شتاب ندارد، از قانون دوم نیوتون نتیجه می‌شود که برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای قائم صفر است.

$$F_e - mg = 0 \xrightarrow{F_e=kx} mg = kx \xrightarrow{x=20cm=0.2m} mg = 0.2k \Rightarrow k = 5mg$$



در حالت دوم طبق قانون دوم نیوتون داریم:

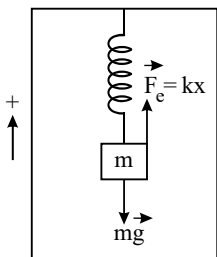


$$\Rightarrow F_{net} = ma \Rightarrow F_e - f_k = ma \xrightarrow{f_k=\mu_k F_N, F_e=kx', F_N=mg} kx' - \mu_k mg = ma$$

$$k=5mg, a=\frac{m}{s^2} \xrightarrow{} 5mg \times 0.16 - \mu_k mg = 4m$$

$$x'=16cm=0.16m, g=10 \frac{N}{kg} \xrightarrow{} 0.8 - \mu_k = \frac{4}{10} \Rightarrow \mu_k = 0.4$$

۱۵۹ گزینه ۲



با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$kx - mg = ma$$

برای قسمت اول حرکت داریم:

$$400x - 0.2 \times 10 = 0.2 \times 2 \Rightarrow x = 0.006m = 0.6cm$$

در قسمت دوم حرکت، چون حرکت کندشونده است، $a = -2 \frac{m}{s^2}$ بوده و داریم:

$$400x' - 0.2 \times 10 = 0.2 \times (-2) \Rightarrow x' = 0.4cm$$

بنابراین:

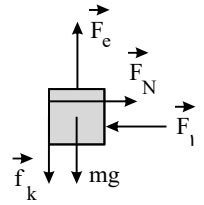
$$|x - x'| = 0.2cm$$

فیزیک دوازدهم فصل دو

۱۶۰ گزینه ۳ نیروهای وارد بر جسم را مشخص می‌کنیم. با نوشتن قانون دوم نیوتون نیروی فنر را به دست می‌آوریم:

$$f_k = \mu_k F_N, F_1 = F_N = 20 \text{ N}, \mu_k = 0.6 \rightarrow F_e = 0.4 \times 2 + (0.6 \times 20 + 0.4 \times 10) = 16.8 \text{ N}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, m = 400 \text{ g} = 0.4 \text{ kg}, a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

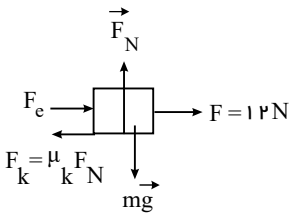


اکنون با توجه به رابطه تغییر طول فنر داریم:

$$F_e = kx \xrightarrow[k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}]{F_e = 16.8 \text{ N}} x = \frac{16.8}{400} \text{ m} = 4.2 \text{ cm}$$

۱۶۱ گزینه ۲

دیاگرام نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. با توجه به این که حرکت جسم تندشونده و به سمت راست است، بنابراین مطابق قانون دوم نیوتن جهت نیروی فنر (F_e) به سمت راست است.



$$F_{net} = ma$$

$$F - f_k + F_e = ma \xrightarrow[F_N = mg, F_e = kx]{f_k = \mu_k F_N} 12 - (0.4 \times 2 \times 10) + 50x = 2 \times 3 \Rightarrow x = \frac{2}{50} \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

از آنجا که جهت نیروی فنر به سمت راست است بنابراین فنر در این حالت فشرده شده است. پس طول فنر در این حالت برابر است با:

$$x = \ell_0 - \ell \xrightarrow[\ell_0 = 20 \text{ cm}]{x = 4 \text{ cm}} \ell = 16 \text{ cm}$$

۱۶۲ گزینه ۴ ابتدا ثابت فنر فنرهای A، B و C را به صورت نسبی و برحسب واحدهای نمودار به دست می‌آوریم:

$$F_e = kx \xrightarrow[k = \frac{F_e}{x}]{F_e = 30 \text{ N}} k_A = \frac{3}{2}, k_B = 1, k_C = \frac{1}{2}$$

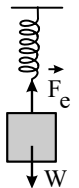
پس از آویزان کردن وزنه از هر فنر، با استفاده از قانون دوم نیوتون در راستای قائم در حال تعادل داریم:

$$F_e - W = ma \xrightarrow{a=0} F_e = mg$$

$$\Rightarrow k_A x_A = 3mg \Rightarrow \frac{3}{2} x_A = 3mg \Rightarrow x_A = 2mg \quad (1)$$

$$k_B x_B = 2mg \Rightarrow 1 \times x_B = 2mg \Rightarrow x_B = 2mg \quad (2)$$

$$k_C x_C = mg \Rightarrow \frac{1}{2} x_C = mg \Rightarrow x_C = 2mg \quad (3)$$

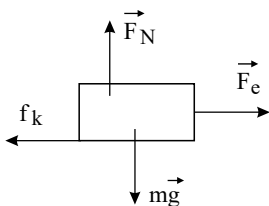


از روابط (1)، (2) و (3) نتیجه می‌گیریم:

$$x_A = x_C = x_B$$

۱۶۳ گزینه ۳

نیروهای وارد بر هر جسم، در شکل مقابل رسم شده است. شتاب این حرکت از رابطه $a = \frac{F_e - f_k}{m}$ به دست می‌آید.



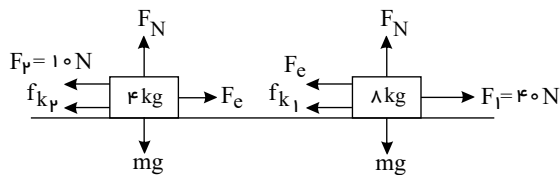
از طرف دیگر، $f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$ بوده و برای هر سه جسم یکسان است و چون، طبق $F_e = kx$ ، تغییر طول ایجاد شده در هر سه فنر برابر است، پس فنری که مقدار k برای آن بیش تر باشد، نیروی بیش تری به جسم وارد کرده و بنابراین شتاب بیش تری به آن می‌دهد. در نمودار F_e برحسب x ، شیب نمودار همان ثابت فنر است که طبق این نمودار:

$$k_C > k_B > k_A \Rightarrow F_{e(C)} > F_{e(B)} > F_{e(A)} \Rightarrow a_C > a_B > a_A$$

پس شتاب جسم متصل به فنر C از سایر فنرها بیش تر است.

فیزیک دوازدهم فصل دو

۱۶۴ گزینه ۳ ابتدا شتاب را بدست می آوریم. چون $F_1 > F_2$ است پس دستگاه به سمت راست حرکت می کند و نیروی اصطکاک به سمت چپ است:



$$f_{k1} = \mu_k \times F_{N1} = 0.2 \times m_1 g = 0.2 \times 4 \times 10 = 16 N$$

$$f_{k2} = \mu_k \times F_{N2} = 0.2 \times m_2 g = 0.2 \times 8 \times 10 = 16 N$$

$$8 kg \text{ برای جسم } 1: F_1 - f_{k1} - F_e = m_1 a \Rightarrow 40 - 16 - F_e = 8a \Rightarrow 24 - F_e = 8a \Rightarrow F_e = 24 - 8a \quad *$$

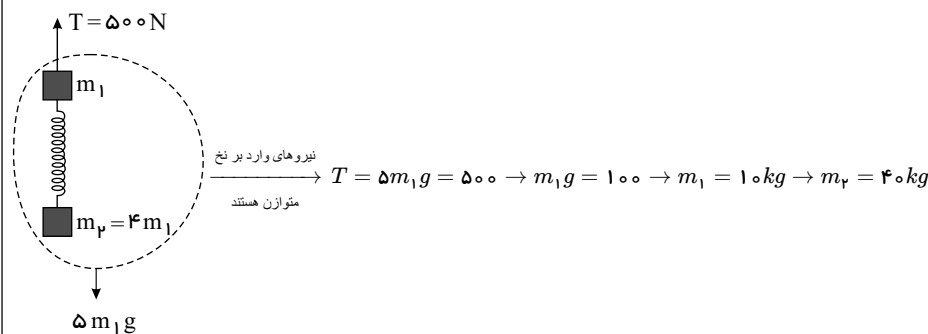
$$4 kg \text{ برای جسم } 2: F_e - F_2 - f_{k2} = m_2 a \Rightarrow F_e - 10 - 16 = 4a \Rightarrow F_e - 26 = 4a \Rightarrow 24 - 8a - 26 = 4a \Rightarrow -2 = 12a \Rightarrow a = -\frac{1}{6} m/s^2 \quad **$$

$$\rightarrow F_e = 24 - 8a \xrightarrow{**} F_e = 24 - 8\left(-\frac{1}{6}\right) = 25.3 N$$

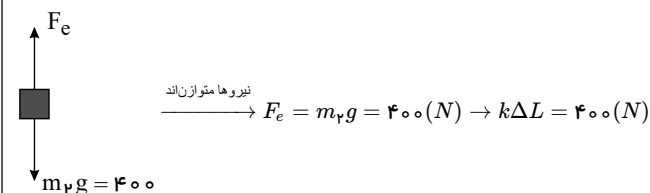
حال طبق فرمول مقدار کشیده شدن فنر را بدست می آوریم:

$$F_e = kx \Rightarrow 25.3 = 100 \times x \Rightarrow x = \frac{25.3}{100} = 0.253 m$$

۱۶۵ گزینه ۳ قدم اول: با توجه به این که جرم فنر ناچیز است (و همچنین نخ!)، برای پیدا کردن جرم های m_1 و m_2 در حالت تعادل داریم:



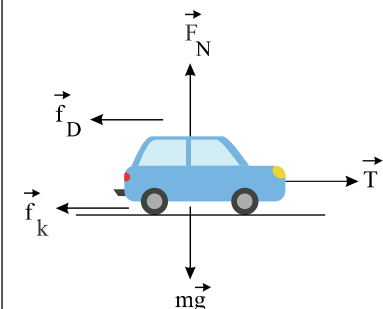
قدم دوم: به جرم m_2 توجه فرمایید:



$$\rightarrow 600 \frac{N}{m} \times \Delta l = 400 N \rightarrow \Delta L = \frac{2}{3} m \rightarrow \Delta L = \frac{200}{3} cm$$

۱۶۶ گزینه ۳

نیروهای وارد بر خودرو را رسم می کنیم، سپس با به کارگیری قانون دوم نیوتون، با توجه به معلوم بودن شتاب خودرو، نیروی مقاوم هوای وارد بر آن را می یابیم.



$$y \text{ راستای } a = 0.5 \frac{m}{s^2} \rightarrow F_N = mg = 2000 \times 10 \rightarrow F_N = 20000$$

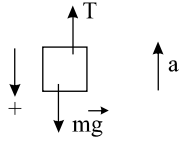
$$9000 - 2000 - f_D = 4000x \text{ راستای } a = 0.5 \frac{m}{s^2} \rightarrow T - f_k - f_D = ma \rightarrow 9000 - \mu_k F_N - f_D = 2000 \times 2 \rightarrow 9000 - 0.1 \times 20000 - f_D = 4000$$

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$۷۰۰۰ - f_D = ۴۰۰۰ \rightarrow f_D = ۳۰۰۰ N$$

۱۶۷ گزینه ۳ با توجه به قانون دوم نیوتون نیروی خالص در جهت شتاب جسم است و به طرف بالا است. در اینجا دو نیروی کشش طناب و وزن به جسم وارد می‌شود، بنابراین داریم:

$$F_{net} = T - mg \rightarrow F_{net} = ۴۸۰ - ۴۰۰ \rightarrow F_{net} = ۸۰ N$$



۱۶۸ گزینه ۴ ابتدا شتاب حرکت پس از پاره شدن طناب $T_۲$ را حساب می‌کنیم.

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = a(۸) + ۲۰ \Rightarrow a = -۲٫۵ \frac{m}{s^2}$$

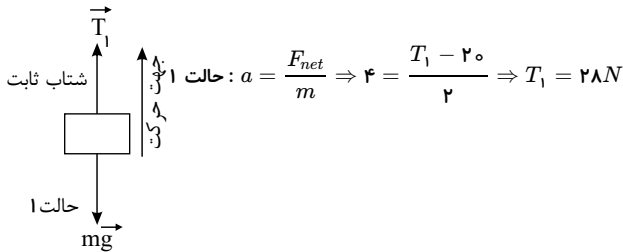
اکنون نیروی T_1 را پس از پاره شدن $T_۲$ حساب می‌کنیم.

$$T_1 - f_k = ma \Rightarrow T_1 - \mu_k mg = ma \Rightarrow T_1 - (0٫۳ \times ۴ \times ۱۰) = (۴)(-۲٫۵) \Rightarrow T_1 = ۲ N$$

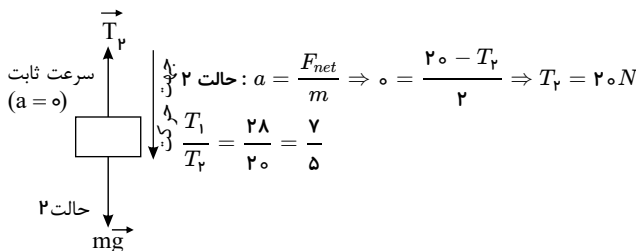
با توجه به وضعیت نیروها قبل از پاره شدن $T_۲$ و یکنواخت بودن حرکت خواهیم داشت:

$$T_1 + T_۲ = f_k \Rightarrow ۲ + T_۲ = ۱۲ \Rightarrow T_۲ = ۱۰ N$$

۱۶۹ گزینه ۳ قانون دوم نیوتون را برای جسم در هر دو حالت می‌نویسیم و اندازه نیروی کشش نخ را به دست می‌آوریم:



$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow ۴ = \frac{T_1 - ۲۰}{۲} \Rightarrow T_1 = ۲۸ N$$



$$a = \frac{F_{net}}{m} \Rightarrow 0 = \frac{۲۰ - T_۲}{۲} \Rightarrow T_۲ = ۲۰ N$$

$$\frac{T_1}{T_۲} = \frac{۲۸}{۲۰} = \frac{۷}{۵}$$

۱۷۰ گزینه ۳ با توجه به داده‌های مسئله داریم:

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

$$\Rightarrow a = \frac{T - mg}{m} \xrightarrow{a=۳g}$$

$$۳g = \frac{T - mg}{m} \Rightarrow ۳mg = T - mg \Rightarrow T = ۴mg$$



۱۷۱ گزینه ۱ با استفاده از رابطه سرعت - زمان در حرکت با شتاب داریم:

$$v = at + v_0 \begin{cases} v_{0A} = 0 \Rightarrow v_A = a_A t_A \\ v_{0B} = 0 \Rightarrow v_B = a_B t_B \end{cases}$$

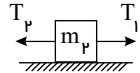
در لحظه‌ای که دو شخص به یکدیگر می‌رسند $t_A = t_B$ است، بنابراین داریم:

$$\left| \frac{v_A}{v_B} \right| = \left| \frac{a_A t_A}{a_B t_B} \right| \Rightarrow \left| \frac{v_A}{v_B} \right| = \left| \frac{a_A}{a_B} \right| \xrightarrow{T=m_A |a_A| \Rightarrow |a_A| = \frac{T}{m_A}} \xrightarrow{T=m_B |a_B| \Rightarrow |a_B| = \frac{T}{m_B}}$$

$$\left| \frac{v_A}{v_B} \right| = \left| \frac{m_A}{m_B} \right| \xrightarrow{\frac{m_B=۸۰kg}{m_A=۶۰kg}} \left| \frac{v_A}{v_B} \right| = \frac{۸}{۶} = \frac{۴}{۳}$$

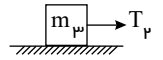
۱۷۲ گزینه ۴ برای حل، ابتدا با بررسی بسته m_1 شتاب مجموعه را محاسبه می‌کنیم:

$$m_1: F_{net} = m_1 a \Rightarrow T_1 - T_2 = m_1 a \Rightarrow 1 - 0.6 = 0.4 \times a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$



حال قانون دوم نیوتون را برای بسته m_2 می‌نویسیم:

$$m_2: F_{net} = m_2 a \Rightarrow T_2 = m_2 a \Rightarrow 0.6 = m_2 \times 1 \Rightarrow m_2 = 0.6 kg$$



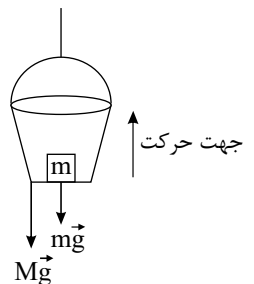
روش دوم: با توجه به اینکه نیروی اصطکاک برای همه اجسام با سطح صفر و همه با شتاب یکسان حرکت می‌کنند می‌توان به صورت زیر نیز مقدار m_2 را محاسبه کرد.

$$a_1 = a_2 \Rightarrow \frac{F_{net1}}{m_1} = \frac{F_{net2}}{m_2} \Rightarrow \frac{T_1 - T_2}{m_1} = \frac{T_2}{m_2} \Rightarrow \frac{1 - 0.6}{0.4} = \frac{0.6}{m_2} \Rightarrow m_2 = 0.6 kg$$

۱۷۳ گزینه ۴ جرم جسم را به m و جرم سطل را با M نمایش می‌دهیم. ابتدا معادله حرکت مجموعه را می‌نویسیم و اندازه کشش طناب را به دست می‌آوریم؛ دقت کنید جهت حرکت سطل به سمت بالا است و این جهت را مثبت فرض می‌کنیم. با توجه به این که حرکت مجموعه به صورت کندشونده است، جهت شتاب در خلاف جهت حرکت مجموعه یعنی به سمت پایین است. پس داریم:

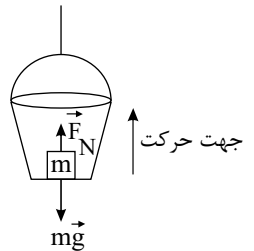
$$T - (M + m)g = (M + m)a$$

$$T - (1 + 0.5) \times 10 = (1 + 0.5)(-2) \Rightarrow T = 12 N$$



اکنون معادله حرکت جسم m را نوشته و داریم:

$$F_N - mg = ma \Rightarrow F_N - 0.5 \times 10 = 0.5(-2) \Rightarrow F_N = 4 N$$



۱۷۴ گزینه ۳ حالت اول: چون جعبه را از حال سکون به حرکت درآورده‌ایم، پس حرکت تندشونده و رو به بالا است، داریم:

$$T = m(g + a) = 3(10 + 1) = 33 N$$

حالت دوم: چون جعبه در حال متوقف شدن است، پس حرکت کندشونده و رو به بالا است، داریم:

$$T = m(g - a) = 3(10 - 1) = 27 N$$

در نتیجه اختلاف اندازه نیروی کشش طناب در این دو حالت، $6 N$ است.

۱۷۵ گزینه ۱ ابتدا شتاب قایق را به دست می‌آوریم، از طرف دیگر، با ترکیب قضیه کار و انرژی و توان، تفاضل مجذور سرعت‌های اولیه و پایانی را یافته و در نهایت جابه جایی را محاسبه می‌کنیم.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_{موتور} - F_{مقاومت} = ma \Rightarrow 1200 - 400 = 160 \times a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$P = \frac{K_1 - K_0}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2} m (v_1^2 - v_0^2)}{\Delta t} \Rightarrow P \times \Delta t = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_0^2) \Rightarrow 2000 \times 4 = \frac{1}{2} \times 160 \times (v_1^2 - v_0^2) \Rightarrow v_1^2 - v_0^2 = 100 \quad (I)$$

حال جابه جایی را به دست می‌آوریم و طبق رابطه (I) می‌دانیم $(v_1^2 - v_0^2 = 100)$ پس:

$$v_1^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{(I)} 100 = 2 \times 5 \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 10 m$$

۱۷۶ گزینه ۲ با اعمال نیروی F به جسم، شتاب آن $\frac{1}{g}$ و با اعمال نیروی $F + 30 N$ ، شتاب آن g می‌شود؛ بنابراین با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F = ma \Rightarrow \begin{cases} F = 8 \times \frac{1}{g} \Rightarrow F = \frac{8}{g} \quad (I) \\ F + 30 = 8 \times g \Rightarrow F + 30 = 8g \xrightarrow{(I)} \frac{8}{g} + 30 = 8g \end{cases} \Rightarrow 8 + 30g = 8g^2 \Rightarrow 8g^2 - 30g - 8 = 0 \Rightarrow 4g^2 - 15g - 4 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} g = 4 \frac{m}{s^2} \checkmark \\ g = -\frac{1}{4} \frac{m}{s^2} \end{cases} \Rightarrow W = mg = 8 \times 4 = 32 N$$

شتاب گرانش روبه پایین است که در اینجا مثبت است، به همین دلیل شتاب منفی غیر قابل قبول است.

۱۷۷ گزینه ۴ ابتدا باید ببینیم که جسم در کدام بخش از مسیر می‌ایستد. برای این کار فرض می‌کنیم که کل مسیر روغن کاری شده است و مسافت لازم برای ایستادن جسم را محاسبه می‌کنیم. (دقت کنید که در اینجا بر روی سطح افقی، فقط نیروی اصطکاک کار می‌کند.)

$$W = \Delta K \Rightarrow f_k \times d = \frac{1}{2} m v^2 - 0 \Rightarrow \mu_k \times m \times g \times d = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 0.3 \times m \times 10 \times d = \frac{1}{2} \times m \times 30^2 \Rightarrow d = 150 m$$

اگر تمام سطوح روغن کاری باشد در ۱۵۰ متری می‌ایستد از آنجا که فقط ۳۰ متر از مسیر روغن ریخته شده، بنابراین جسم در سطح خشک از حرکت بازمی‌ایستد. پس ابتدا باید سرعت را در اول مسیر خشک محاسبه کنیم:

$$-f_{k1} \times d = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow -\mu_k \times m \times g \times d = \frac{1}{2} m (v^2 - v_1^2) \Rightarrow 0.3 \times m \times 10 \times 30 = \frac{1}{2} \times m (30^2 - v^2) \Rightarrow 90 = \frac{1}{2} (900 - v^2) \Rightarrow v^2 = 720$$

$$\Rightarrow f_{k2} \times d = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \mu_k \times m \times g \times d = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \xrightarrow{v^2=720, \mu_k=0.6} 0.6 \times m \times 10 \times d = \frac{1}{2} \times m \times 360 \Rightarrow d = 60 m$$

(دقت کنید که سرعت در ابتدای سطح خشک برابر سرعت در انتهای مسیر روغن کاری شده است که آن را V_2 نامیده‌ایم.)

در نتیجه کل مسافت طی شده ۹۰ م است. یعنی ۳۰ م در مسیر روغن کاری شده و ۶۰ م در مسیر خشک.

۱۷۸ گزینه ۲ با استفاده از معادله سرعت - زمان، سرعت جسم را می‌توان در لحظه قطع نیرو به دست آورد:

$$v = at + v_0 \rightarrow t = 6 s \Rightarrow v = 4 \times 6 + 6 = 30 \frac{m}{s}$$

هنگامی که نیروی F قطع شود، تنها نیروی موثر وارد بر جسم، نیروی اصطکاک است، یعنی:

$$\vec{f} \quad \vec{F} \quad v = at' + v_0 \rightarrow 0 = a' \times 12 + 30 \rightarrow a' = -2.5 \frac{m}{s^2} \rightarrow -f = ma' \rightarrow -f = 4 \times -2.5 \rightarrow f_k = 10 N$$

با توجه به معادله سرعت - زمان که در سؤال داده است، جسم در ۶ ثانیه اول دارای شتاب ۴ متر بر مجذور ثانیه می‌باشد، بنابراین در ۴ ثانیه اول داریم:

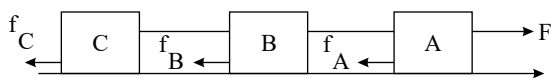
$$F_{net} = ma \rightarrow F - f = ma \rightarrow F = 10 + 4 \times 4 = 26 N$$

۱۷۹ گزینه ۲ چون سطح دارای اصطکاک است، دو حالت داریم:

حالت اول: شرط حرکت یعنی ($f_{s, \max} < F$) برقرار باشد، که در این صورت جسم به صورت تندشونده شروع به حرکت می‌کند و پس از قطع نیروی F حرکت جسم به صورت کندشونده ادامه می‌یابد تا متوقف شود.

حالت دوم: اگر شرط حرکت ($f_{s, \max} < F$) برقرار نباشد جسم حرکتی نمی‌کند و همچنان ساکن می‌ماند. بنابراین دو عبارت الف و پ صحیح است.

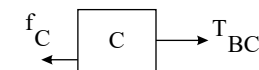
۱۸۰ گزینه ۲



دیاگرام نیروهای افقی وارد بر این مجموعه مطابق شکل است:

$$F_{net} = (\sum m)a \Rightarrow F - (f_A + f_B + f_C) = (m_A + m_B + m_C)a \Rightarrow F - \mu(m_A + m_B + m_C)g = (m_A + m_B + m_C)a$$

$$\Rightarrow a = \frac{F}{m_A + m_B + m_C} - \mu g \quad (I)$$



حال دیاگرام نیروهای افقی وارد بر جسم C مطابق شکل است:

$$F_{net} = \mu_c a \Rightarrow T_{BC} - f_c = m_c a \xrightarrow{(I)} T_{BC} - \mu m_c g = m_c \left(\frac{F}{m_A + m_B + m_C} - \mu g \right) \Rightarrow T_{BC} = \frac{m_c F}{m_A + m_B + m_C}$$

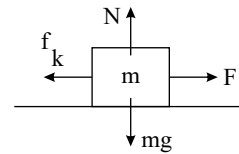
روش ساده‌تر: چون در اینجا ضریب اصطکاک همه با سطح افقی یکسان، از طرفی دستگاه در حال حرکت است می‌تواند از تناسب زیر استفاده کرد: (F همه را می‌کشد و T جسم C را)

$$\frac{F}{M_A + M_B + M_C} = \frac{T_C}{m_c} \rightarrow T_c = \frac{M_c}{M_A + M_B + M_C} F$$

۱۸۱ گزینه ۲ نیروهایی که به جسم وارد می‌شوند مطابق شکل عبارتند از:

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$f_k = \mu_K N = \mu_K mg = 0.45 \times 0.1 \times 10 \Rightarrow f_K = 0.45 N$$



از طرفی برآیند نیروهای وارد بر جسم به آن شتاب وارد می‌کند:

$$F - f_k = ma \Rightarrow F - 0.45 = 0.1a \Rightarrow a = 10F - 4.5$$

این شتاب باعث حرکت جسم می‌شود و پس از ۲ ثانیه، سرعت حرکت جسم برابر است با:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 2a + 0 \Rightarrow v = 2a = 20F - 9$$

پس از ۲s که نیروی F حذف می‌شود تنها نیروی وارد بر جسم، نیروی اصطکاک است که یک شتاب منفی به جسم می‌دهد و باعث متوقف شدن جسم می‌شود. این شتاب منفی برابر است با:

$$F - f_k = ma \Rightarrow 0 - f_k = ma \Rightarrow -\mu_K mg = ma \Rightarrow a = -\mu_K g = -4.5 \frac{m}{s^2}$$

با استفاده از معادله سرعت - جابه‌جایی یا همان مستقل از زمان می‌توانیم سرعت اولیه در مرحله دوم حرکت جسم که در حقیقت همان سرعت جسم در لحظه حذف نیروی F است را به دست آوریم:

$$v'^2 - v_0'^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - v_0'^2 = -2 \times 4.5 \times 1 \Rightarrow v_0'^2 = 9 \Rightarrow v_0' = 3 \frac{m}{s}$$

v_0' همان سرعت حرکت جسم پس از ۲s است پس:

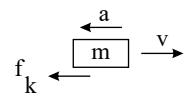
$$20F - 9 = 3 \Rightarrow 20F = 12 \Rightarrow F = 0.6 N$$

۱۸۲ گزینه ۲ ابتدا با توجه به مبحث حرکت شناسی، شتاب اتومبیل را محاسبه می‌کنیم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow 0 - 30^2 = 2a \times 45 \rightarrow a = -10 \frac{m}{s^2} \quad (10.8 \frac{km}{h} = 30 \frac{m}{s})$$

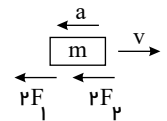
حال وارد بحث دینامیک تست می‌شویم:

$$F_k = ma \rightarrow -f_k = 1000 \times (-10) \rightarrow f_k = 10000 N$$



فرض کنیم نیروی اصطکاک وارده به هر چرخ عقب F_1 و هر چرخ جلو F_2 باشد:

$$2F_1 + 2F_2 = f_k \rightarrow F_1 + F_2 = 5000 N$$



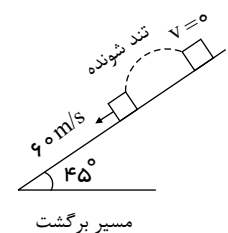
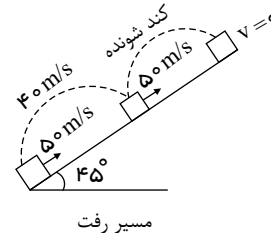
$$2F_2 = \frac{10}{100} f_k \rightarrow F_2 = 0.4 \times 10000 \rightarrow F_2 = 4000 N, F_1 = 1000 N$$

۱۸۳ گزینه ۲ زمانی که اتومبیل به سمت بالا حرکت می‌کند نمی‌تواند به سرعت $60 \frac{m}{s}$ برسد چون پس از اتمام بنزین حرکتی کندشونده رو به بالا خواهد داشت. بنابراین در مسیر برگشت به این سرعت خواهد رسید برای محاسبه تندی متوسط، زمان و مسافت پیموده شده در هر قسمت را باید محاسبه نمود.

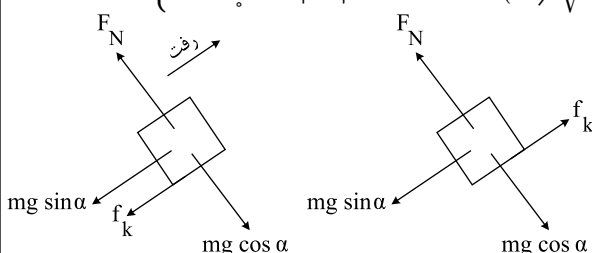
بخش یکنواخت

$$\Delta x_1 = vt \rightarrow \Delta x_1 = 50 \times 40 = 2000 m$$

(مسیر رفت)



$$\text{بخش کندشونده (مسیر رفت)} : \begin{cases} F_{net} = ma \rightarrow \cancel{m} g \sin 45 + \mu_K \cancel{m} g \cos 45 = \cancel{m} a_r \rightarrow a_r = 7.5 \sqrt{2} \frac{m}{s^2} \\ v = at + v_0 \rightarrow 0 = -7.5 \sqrt{2} t_r + 50 \rightarrow t_r \simeq 5 s \\ v^2 - v_0^2 = 2a_r \Delta x_r \rightarrow 0 - 50^2 = 2(-7.5 \sqrt{2}) \Delta x_r \rightarrow \Delta x_r \simeq 120 m \end{cases}$$



فیزیک دوازدهم فصل دو

$$\text{بخش تندشونده (مسیر برگشت)} : \begin{cases} F_{net} = ma \rightarrow mg \sin 45^\circ - \mu_k mg \cos 45^\circ = ma_p \rightarrow a_p = 2,5 \sqrt{2} \frac{m}{s^2} \\ v = at + v_o \rightarrow 60 = 2,5 \sqrt{2} t_p + 0 \rightarrow t_p \simeq 17s \\ v^2 - v_o^2 = 2a_p \Delta x_p \rightarrow 60^2 - 0 = 2 \times 2,5 \sqrt{2} \Delta x_p \rightarrow \Delta x_p \simeq 541m \end{cases}$$

$$S_{av} = \frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_p| + |\Delta x_p|}{\Delta t_1 + \Delta t_p + \Delta t_p} = \frac{2000 + 120 + 514}{40 + 5 + 17} \simeq 40 \frac{m}{s}$$

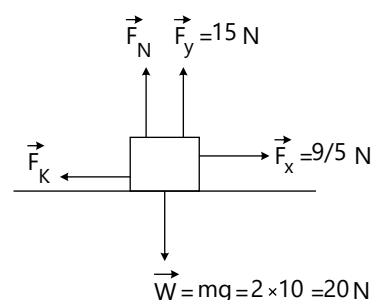
۱۸۴ گزینه ۱ در ابتدا که سرعت جسم ثابت است شتاب صفر است؛ در نتیجه برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است. پس اثر نیروی $\vec{F}$ توسط نیروی اصطکاک جنبشی خنثی شده است. با حذف F ، برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر نیروی اصطکاک خواهد شد که حرکت جسم را تا توقف کامل، کند می‌کند و داریم:

$$x_s = \frac{v_o^2}{2|a|} \rightarrow 40 = \frac{400}{2|a|} \rightarrow |a| = 5 \frac{m}{s^2}$$

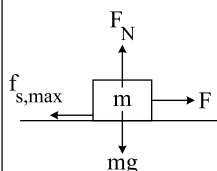
$$|f_k| = m|a| = 2 \times 5 = 10(N) \rightarrow |f_k| = 10(N)$$

۱۸۵ گزینه ۱

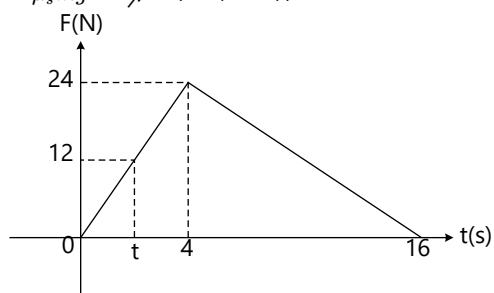
$$\begin{aligned} \vec{F}_N + \vec{F}_y &= \vec{W} \Rightarrow F_N + 15 = 20 \Rightarrow F_N = 5N \\ f_k &= \mu_k \cdot F_N = 0,3 \times 5 = 1,5N \\ \vec{F}_x - f_k &= ma \Rightarrow \underbrace{9,5 - 1,5}_{\lambda} = 2(a) \Rightarrow a = 4 \frac{m}{s^2} \\ \Delta x &= \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} (4) \left(\frac{5}{2} \right)^2 = \frac{25}{2} = 12,5m \end{aligned}$$



۱۸۶ گزینه ۳ کام اول: اندازه بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم:



$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0,6 \times 2 \times 10 = 12N$$



در لحظه $t = 2s$ ، $F = f_{s,max}$ می‌شود و جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد.

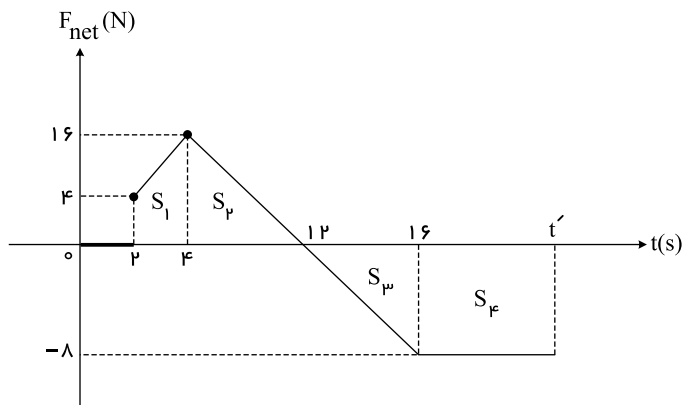
$$\frac{24}{4} = \frac{12}{t} \Rightarrow t = 2s$$

پس از آن نیروی وارد بر جسم از نوع اصطکاک جنبشی است، پس در بازه زمانی $2s \leq t \leq 16s$ نیروی خالص وارد بر جسم عبارت است از:

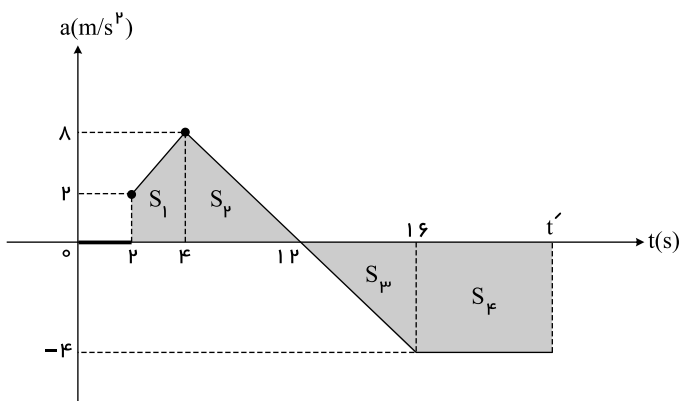
$$F_{net} = F - f_k \rightarrow F_{net} = F - \mu_k F_N = F - \mu_k mg \Rightarrow F_{net} = F - 0,4 \times 2 \times 10 \Rightarrow F_{net} = F - 8$$

اکنون نمودار نیروی خالص وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. پس از لحظه $t = 16s$ در راستای افقی تنها نیروی اصطکاک جنبشی تا لحظه توقف در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می‌شود.

می‌دانیم مساحت محصور بین نمودار نیروی خالص بر حسب زمان و محور زمان در بازه معین برابر با اندازه تغییرات تکانه در بازه زمانی است. بنابراین در لحظه t' تندی جسم صفر می‌شود پس:



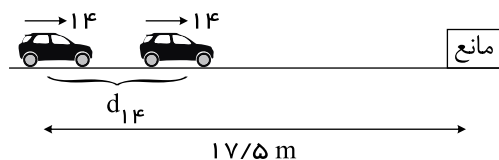
نمودار $a - t$ را رسم می‌کنیم. ($a = \frac{F_{net}}{m}$)



$$\begin{cases} v_0 = 0 \rightarrow \Delta v = 0 \rightarrow S_1 + S_2 = S_3 + S_4 \rightarrow \frac{(2+8) \times 4}{2} + \frac{8 \times 8}{2} = \frac{4 \times 4}{2} + (t' - 16) \times 4 \\ v = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow 10 + 32 = 8 + 4t' - 64 \rightarrow 4t' = 98 \rightarrow t' = 24.5 \text{ s}$$

۱۸۷ گزینه ۳



در زمان واکنش راننده، خودرو با تندی ثابت حرکت می‌کند. با فشردن پدال ترمز با شتاب ثابتی از تندی خودرو کاسته می‌شود. درست در لحظه آغاز حرکت کندشونده فاصله خودرو از مانع ده و نیم متر می‌شود.

چون در مدت زمان واکنش (لحظه تصمیم‌گیری برای ترمز گرفتن تا شروع حرکت کندشونده)، هنوز خودرو با همان سرعت ثابت در حرکت است. بنابراین داریم:

$$d_1 = vt_1 = 14 \times 0.5 = 7 \text{ m}$$

$$17.5 - 7 = 10.5 \text{ m}$$

در حین ترمز، اتومبیل با شتاب a به صورت کندشونده حرکت می‌کند که این شتاب به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

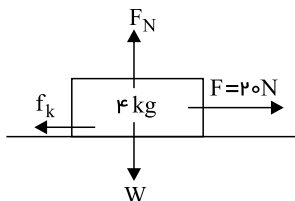
$$a = -\mu_s g = -\frac{m}{s^2}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ad$$

$$v^2 - (14)^2 = 2(-7) \times 10.5$$

$$v = \frac{m}{s}$$

۱۸۸ گزینه ۲ در ابتدا شتاب حرکت جسم و تندی آن در لحظه پاره شدن نخ را محاسبه می‌کنیم



فیزیک دوازدهم فصل دو

$$f_k = \mu_k F_N \xrightarrow{F_N=W=mg} f_k = 0,25 \times 4 \times 10 = 10 \text{ N}$$

$$F_{net} = ma$$

$$\rightarrow F - f_k = ma \rightarrow 20 - 10 = 4a \rightarrow a = 2,5 \frac{m}{s^2}$$

پس از ۱۶,۲ متر جابه‌جایی داریم:

$$v^2 - v_o^2 = 2a\Delta x \rightarrow v^2 - 0 = (2)(2,5)(16,2) \rightarrow v = 9 \frac{m}{s}$$

بعد از پاره شدن نخ، شتاب حرکت جسم به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$a = -\mu_k g = -0,25 \times 10 = -2,5 \frac{m}{s^2}$$

در نهایت داریم:

$$v' = a't' + v_o' \rightarrow v = -2,5 \times 3 + 9 \rightarrow v = 1,5 \frac{m}{s}$$

دقت کنید که v_o' همان سرعت جسم در لحظه پاره شدن نخ است.

۱۸۹ گزینه ۳ قبل از هر چیز، تندی خودرو را به $\frac{m}{s}$ تبدیل می‌کنیم:

$$v_o = 90 \frac{km}{h} \times \frac{10}{36} = 25 \frac{m}{s}$$

در مدت زمان واکنش، هنوز خودرو ترمز نکرده و با همان سرعت حرکت می‌کند؛ پس جابه‌جایی‌اش را در این مدت می‌یابیم:

$$\Delta x_R = v\Delta t_R \rightarrow \Delta x_R = 25 \times 0,2 = 5 \text{ m}$$

حال جابه‌جایی خودرو در مرحله کندشونده را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x_S = \Delta x_T - \Delta x_R = 67,5 - 5 \rightarrow \Delta x_S = 62,5 \text{ m}$$

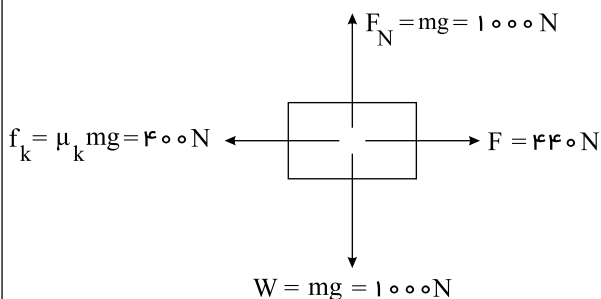
در ادامه، شتاب حرکت کندشونده را محاسبه می‌کنیم:

$$v^2 - v_o^2 = 2a\Delta x \rightarrow 0 - (25)^2 = 2(a)(62,5) \rightarrow a = -5 \frac{m}{s^2}$$

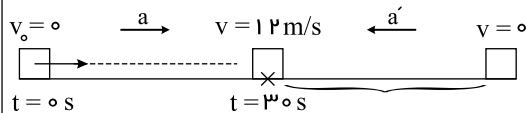
در نهایت داریم:

$$|f_k| = m|a| \rightarrow |f_k| = 1500 \times 5 = 7500 \text{ N}$$

۱۹۰ گزینه ۲ ابتدا باید شتاب حرکت را محاسبه کنیم. سپس سرعت در لحظه قطع نیرو را می‌یابیم تا بتوانیم جابه‌جایی جعبه تا توقف را به دست آوریم:



$$F_{net} = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow 440 - 400 = 100a \rightarrow a = 0,4 \frac{m}{s^2}$$

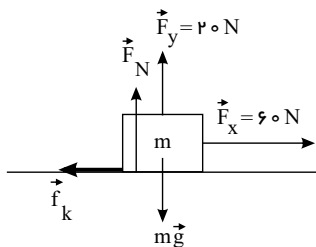


$$v = at + v_o = 0,4 \times 30 + 0 \rightarrow v = 12 \frac{m}{s}$$

بعد از قطع نیروی F ، تنها نیروی مؤثر وارد بر جسم، نیروی اصطکاک است؛ پس شتاب جسم در این مرحله به‌صورت $a' = -\mu_{kg}$ محاسبه می‌شود و داریم:

$$a' = -\mu_k g = -4 \frac{m}{s^2}$$

$$v^2 - v_o^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{v=0} \Delta x_s = \frac{v_o^2}{2|a'|} = \frac{(12)^2}{2 \times 4} \rightarrow x_s = 18 \text{ m}$$



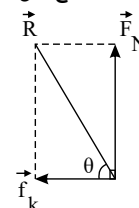
از آن جایی که جسم با سرعت ثابت روی سطح افقی در حال حرکت است، بنابراین طبق قانون اول نیوتون، برآیند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر است و در نتیجه داریم:

$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F_x - f_k = 0 \Rightarrow 60 - f_k = 0 \Rightarrow f_k = 60 N$$

$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_y + F_N - mg = 0 \Rightarrow 20 + F_N - 100 = 0 \Rightarrow F_N = 80 N$$

از طرف سطح افقی دو نیروی عمود بر هم $\vec{f}_k$ و $\vec{F}_N$ به جسم وارد می‌شود و بنابراین نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند ($\vec{R}$) زاویه θ با سطح افقی (راستای حرکت جسم) می‌سازد. داریم:

$$\tan \theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{80}{60} = \frac{4}{3} \Rightarrow \theta = 53^\circ$$



۱۹۲ گزینه ۳ مطابق نمودار سرعت - زمان، نوع حرکت جسم به صورت پیوسته تندشونده است. بنابراین، در هر بازه زمانی جهت بردارهای سرعت و شتاب یکسان است. با توجه به این که شیب نمودار سرعت - زمان برابر با شتاب لحظه‌ای است، اندازه شتاب در بازه زمانی صفر تا t_1 کوچکتر از اندازه شتاب پس از لحظه t_1 است. با توجه به قانون دوم نیوتون $F_{net} = ma$ ؛ اولاً بردار نیروهای برآیند از لحظه $t_0 = 0$ s تا لحظه t_1 و نیروی $\vec{F}_y$ با یکدیگر هم جهت هستند، ثانیاً بزرگی برآیند در بازه صفر تا t_1 کوچکتر از برآیند نیروها پس از لحظه t_1 است.

$$t_1 \text{ لحظه } \vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_y \xrightarrow{|\vec{F}'_{net}| > |\vec{F}_{net}|}$$

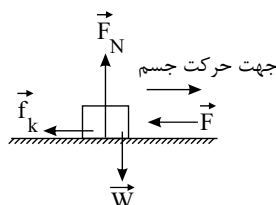
$$t_1 \text{ لحظه } \vec{F}_{net} = \vec{F}_y$$

$$\xrightarrow{|\vec{F}'_{net}| > |\vec{F}_{net}|} |\vec{F}_y| > |\vec{F}_1 + \vec{F}_y| \Rightarrow \vec{F}_y \text{ و } \vec{F}_1 \text{ خلاف جهت} \Rightarrow |\vec{F}_y| > |\vec{F}_1|$$

جسم در ابتدا در جهت مثبت محور x در حال حرکت است.

بنابراین نیروی اصطکاک از نوع جنبشی و در خلاف جهت محور x به جسم وارد می‌شود.

با توجه به جهت نیروی $\vec{F}$ ، شتاب حرکت جسم را از مبدأ زمان تا لحظه‌ای که جهت حرکت آن عوض می‌شود، به دست می‌آوریم.



$$(F_{net})_x = ma \Rightarrow -F - f_k = ma$$

$$f_k = \mu_k F_N, F = 12 N, g = 10 \frac{N}{kg}, m = 1.5 kg$$

$$\xrightarrow{F_N = W, W = mg, \mu_k = 0.4} -12 - 0.4 \times 1.5 \times 10 = 1.5a \Rightarrow a = -12 \frac{m}{s^2}$$

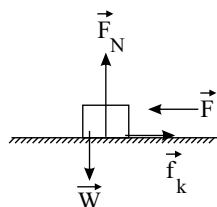
اکنون مدت زمانی که طول می‌کشد تا تندی جسم صفر شود را به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow{v=0, v_0=18 \frac{m}{s}} t = \frac{0 - 18}{-12} = 1.5 s$$

اکنون بررسی می‌کنیم که در لحظه‌ای که تندی جسم صفر شده است، جسم به حرکت خود ادامه می‌دهد یا خیر؟

ابتدا $f_{s,max}$ را به دست می‌آوریم و با نیروی F مقایسه می‌کنیم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = W, W = mg, \mu_s = 0.5} f_{s,max} = 0.5 \times 1.5 \times 10 = 7.5 N \xrightarrow{F = 12 N} F > f_{s,max}$$



بنابراین جسم در جهت نیروی F به حرکت خود ادامه می‌دهد.

پس در لحظه $t = 1,5s$ جهت حرکت جسم عوض شده و در خلاف جهت محور x ها شروع به حرکت می‌کند.

اکنون شتاب حرکت جسم را در این مرحله به دست می‌آوریم.

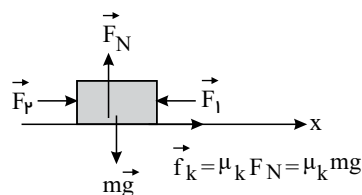
$$-F + f_k = ma' \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N, m = 1,5kg, g = 10 \frac{N}{kg}, F_N = W, W = mg, \mu_k = 0,4} -12 + 0,4 \times 1,5 \times 10 = 1,5a' \Rightarrow a' = \frac{-6}{1,5} = -4 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین ادامه حرکت جسم با شتاب $-4 \frac{m}{s^2}$ است.

$$v' = a't' + v'_0 \xrightarrow{t' = 4 - 1,5 = 2,5s, a' = -4 \frac{m}{s^2}, v'_0 = 0} v' = -4 \times 2,5 = -10 \frac{m}{s} \Rightarrow |v'| = 10 \frac{m}{s}$$

۱۹۴ گزینه ۲ با توجه به این که متحرک در خلاف جهت محور x در حال حرکت است، بنابراین نیروی اصطکاک وارد بر جسم در جهت مثبت محور x به جسم وارد می‌شود. از طرفی نمودار مکان - زمان به صورت خط راست است. بنابراین شتاب متحرک برابر صفر و برابری نیروهای وارد بر آن مطابق قانون اول نیوتون برابر صفر است. داریم:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_p + \vec{f}_k = 0 \xrightarrow{f_k = \mu_k mg \vec{i}, g = 10 \frac{N}{kg}, F_1 = -4 \vec{i} N, \mu_k = 0,4, m = 4 \times 0,5 = 2kg} -4 \vec{i} + \vec{F}_p + 4 \times 0,4 \vec{i} = 0 \Rightarrow \vec{F}_p = 2,4 \vec{i}$$



پس از حذف نیروی $\vec{F}_1$ شتاب حرکت متحرک را به دست می‌آوریم:

$$\vec{F}_p + \vec{f}_k = m\vec{a}' \xrightarrow{F_p = 2,4 \vec{i} N, f_k = 1,6 \vec{i} N} \vec{a}' = \frac{4}{0,4} = 10 \vec{i} \left(\frac{m}{s^2} \right)$$

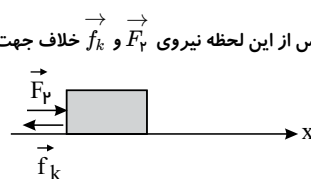
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-18 - 22}{5} = -8 \frac{m}{s}$$

در این لحظه $a' = 10 \frac{m}{s}$ و $v = -8 \frac{m}{s}$ بنابراین حرکت متحرک تا لحظه توقف آن کندشونده است و پس از آن در جهت نیروی F_p حرکت می‌کند و اکنون مدت زمانی که طول می‌کشد تا متحرک پس از حذف نیروی F_1 به حال سکون برسد را به دست می‌آوریم.

$$v = a't + v_0 \xrightarrow{v_0 = 0, v = -8 \frac{m}{s}, a' = 10 \frac{m}{s^2}} t = \frac{8}{10} s$$

پس از این لحظه نیروی $\vec{F}_p$ و $\vec{f}_k$ خلاف جهت یکدیگر هستند. بار دیگر با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{F}_p - \vec{f}_k = m\vec{a}'' \Rightarrow 2,4 \vec{i} - 1,6 \vec{i} = 0,4 \vec{a}'' \Rightarrow \vec{a}'' = 2 \vec{i} \left(\frac{m}{s^2} \right)$$



اکنون تندی متحرک را $1,2s$ پس از این لحظه به دست می‌آوریم:

$$v = a''t \xrightarrow{t = 1,2s, a'' = 2 \frac{m}{s^2}} v = 2,4 \frac{m}{s}$$

نکته: دقت کنید چون $F_p > f_{s,max}$ بنابراین پس از این که جسم به حال سکون رسید دوباره شروع به حرکت می‌کند.

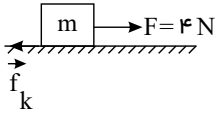
۱۹۵ گزینه ۲ ابتدا با استفاده از معادله سرعت - جابه‌جایی (مستقل از زمان)، شتاب حرکت قایق را به دست می‌آوریم:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \xrightarrow{v = 7 \frac{m}{s}, v_0 = 2 \frac{m}{s}, \Delta x = 30m} a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \times 30} \Rightarrow a = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}$$

اکنون مطابق قانون دوم نیوتون نیروی مقاومت را به دست می‌آوریم:

$$F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}} = ma \xrightarrow{m = 400kg, F_{\text{پیشران}} = 1200N, a = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}} F_{\text{مقاومت}} = 1200 - 300 = 900N$$

فیزیک دوازدهم فصل دو



در حالت اول چون سرعت جسم ثابت است، اندازه نیروی $\vec{F}$ برابر با اندازه نیروی $\vec{f}_k$ است. بنابراین با حذف نیروی $\vec{F}$ ، مطابق قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت جسم برابر می شود با:

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \xrightarrow{F_{net} = -f_k, m = 0.5 kg} -4 = 0.5a \Rightarrow a = -8 \frac{m}{s^2}$$

$|f_k| = |F| = 4N$

با استفاده از رابطه مستقل از زمان، مسافت طی شده توسط جسم از لحظه قطع شدن نیروی F تا لحظه توقف برابر است با:

$$v^2 = v_o^2 + 2a\Delta x \xrightarrow{v = 0, v_o = 12 \frac{m}{s}} 0 = 12^2 + 2(-8) \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{12 \times 12}{2 \times 8} = 9m$$

۱۹۷ گزینه ۱ در مسیر A تا B ، حرکت یکنواخت است، بنابراین:

$$F - f_k = 0 \Rightarrow F = f_k = \mu_k(mg) \Rightarrow F = 0.2 \times 2 \times 10 \Rightarrow F = 4N$$

در مسیر B تا دیوار، حرکت با شتاب ثابت است. بنابراین:

$$F - f_k = ma \Rightarrow F - (\mu'_k mg) = ma$$

$$\Rightarrow 4 - (0.2 \times 2 \times 10) = 2a \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$$

اکنون برای مسیر B تا دیوار، با استفاده از معادله سرعت - جابه جایی (مستقل از زمان)، مسافت طی شده تا لحظه توقف را حساب می کنیم.

$$v^2 = v_o^2 + 2a\Delta x \Rightarrow (0)^2 = (6)^2 + 2(-2)\Delta x \Rightarrow \Delta x = 9m$$

چون فاصله نقطه B تا دیوار $m = 10$ است، پس متحرک در فاصله ۱ متری دیوار می ایستد.

۱۹۸ گزینه ۳ سرعت اولیه جسم $\vec{v}_o = (-8 \frac{m}{s})\vec{i}$ است. ابتدا بردار شتاب جسم را محاسبه می کنیم که برابر است با:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{12}{3} = 4 \frac{m}{s^2}\vec{i}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_o t + x_o \xrightarrow{v_o = -8, x_o = 0} x = 2t^2 - 8t$$

دوباره به مبدأ مکان برسد یعنی دوباره $x = 0$ شود:

$$x = 2t^2 - 8t = 0 \Rightarrow 2t(t - 4) = 0 \Rightarrow t = 0, t = 4s$$

۱۹۹ گزینه ۱ هنگامی که اتومبیل ترمز می کند، متحرک تحت اثر نیروی اصطکاک جنبشی، با شتاب ثابت، حرکتی کندشونده خواهد داشت که به صورت زیر محاسبه می گردد.

$$F_N = mg$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow 0 - f_k = ma \Rightarrow -\mu_k \times F_N = -ma \Rightarrow -\mu_k \times mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k \times g$$

$$a_A = -\mu_{kA} \times g \Rightarrow \frac{\Delta V}{\mu t} = -mu_{K-A} \times g \Rightarrow \frac{0 - v_A}{t_A} = -\mu_{kA} \times g \xrightarrow{v_A = 2v_o, \mu_{kA} = -\mu_k} \frac{0 - 2v_o}{t_A} = -\mu_k \times g \Rightarrow \frac{-2v_o}{t_A} = -\mu_k \times g \Rightarrow t_A = \frac{2v_o}{-\mu_k \times g} \quad (1)$$

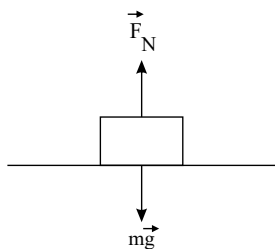
$$a_B = -\mu_{kB} \times g \Rightarrow \left(\frac{\Delta V}{\Delta t}\right)_B = -\mu_{KB} \times g \xrightarrow{v_B = 3v_o, \mu_{kB} = -\mu_k} \frac{0 - 3v_o}{t_B} = -\mu_k \times g \Rightarrow \frac{-3v_o}{t_B} = -\mu_k \times g \Rightarrow t_B = \frac{3v_o}{\mu_k \times g} \quad (2)$$

طبق رابطه (۱) و (۲)، نسبت $\frac{t_A}{t_B}$ را بدست می آوریم:

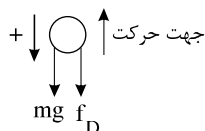
$$\frac{t_A}{t_B} = \frac{\frac{2v_o}{\mu_k \times g}}{\frac{3v_o}{\mu_k \times g}} = \frac{2}{3}$$

۲۰۰ گزینه ۳ دو نیرو: نیروی عمودی سطح و نیروی وزن

فیزیک دوازدهم فصل دو



۲۰۱ گزینه ۴ شتاب حرکت جسم به جرم $M = ۴kg$ که به طرف بالا پرتاب شده در لحظه‌ای برابر با $۱۵ \frac{m}{s^2}$ است، پس نیروی مقاوم هوا در جهت وزن جسم، یعنی رو به پایین به آن وارد می‌شود و شتاب حرکتش نیز به طرف پایین است (چرا؟!؟) بنابراین داریم:



$$Mg + f_D = Ma \Rightarrow ۴ \times ۱۰ + f_D = ۴ \times ۱۵ \Rightarrow f_D = ۲۰N$$

در لحظه‌ای بخشی از جسم به جرم m جدا شده و باقی‌مانده آن به جرم $M' = ۴ - m$ با شتاب $۱۸ \frac{m}{s^2}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. پس با فرض این‌که نیروی مقاوم هوا تغییر نمی‌کند داریم:

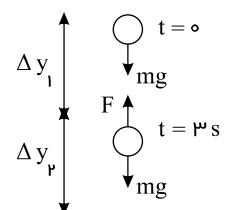
$$M'g + f_D = M'a' \Rightarrow (۴ - m) \times ۱۰ + ۲۰ = (۴ - m) \times ۱۸ \Rightarrow ۴۰ - ۱۰m + ۲۰ = ۷۲ - ۱۸m \Rightarrow m = ۱٫۵kg$$

۲۰۲ گزینه ۲ در $۳s$ اول حرکت جسم فقط نیروی وزن به آن وارد می‌شود و بنابراین با شتاب g به سمت پایین حرکت می‌کند. با فرض اینکه جسم در این مدت مسافت Δy_1 را پیماید و در لحظه

$t = ۳s$ سرعت آن v_1 شود داریم:

$$\Delta y_1 = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t \Rightarrow \Delta y_1 = \frac{1}{2} \times ۱۰ \times ۳^2 + ۰ = ۴۵m$$

$$v_1 = gt + v_0 = ۱۰ \times ۳ + ۰ \Rightarrow v_1 = ۳۰ \frac{m}{s}$$



از لحظه $t = ۳s$ به بعد به جسم علاوه بر نیروی وزن، نیروی رو به بالای F وارد می‌شود؛ پس جسم با شتاب a مسافت باقی‌مانده تا سطح زمین را می‌پیماید. با توجه به شکل بالا داریم:

$$\Delta y_r = ۱۸۰ - \Delta y_1 = ۱۸۰ - ۴۵ = ۱۳۵m$$

$$v_r^2 - v_1^2 = ۲a\Delta y_r \Rightarrow ۰ - ۳۰^2 = ۲ \times a \times ۱۳۵ \Rightarrow a = \frac{۹۰۰}{۲۷۰} = -\frac{۱۰}{۳} \frac{m}{s^2}$$

حال با نوشتن قانون دوم نیوتون داریم:

$$mg - F = ma \Rightarrow ۳ \times ۱۰ - F = ۳ \times \left(-\frac{۱۰}{۳}\right) \Rightarrow ۳۰ - F = -۱۰ \Rightarrow F = ۴۰N$$

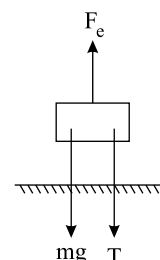
۲۰۳ گزینه ۳

برجسم در راستای قائم یک نیروی فنر به طرف بالا و دو نیروی وزن و کشش نخ به طرف پایین وارد می‌شود. باتوجه به تعادل جسم، نیروهای وارد برجسم متوازن اند. پس داریم:

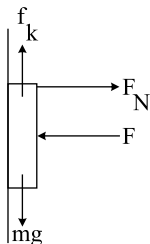
$$F = T + mg \Rightarrow F_e = ۱۰ + ۴ \times ۱۰ = ۵۰N$$

$$F_e = k\Delta\ell \rightarrow ۵۰ = ۱۰۰۰ \times \Delta\ell \rightarrow \Delta\ell = ۰٫۰۵m = ۵cm$$

$$\Delta\ell = \ell - \ell_0 \rightarrow ۵ = \ell - ۲۴ \rightarrow \ell = ۲۹cm$$



۲۰۴ گزینه ۲



$$f_k = mg = 3 \times 10 = 30 \text{ N}$$

ابتدا جسم با تندی ثابت در حال حرکت است، پس:

می‌دانیم که $f_k = \mu_k F_N = \mu_k F$ پس اگر F ، ۲۰ درصد افزایش یابد، نیروی f_k نیز، ۲۰ درصد افزایش می‌یابد، پس:

$$f'_k = f_k + \frac{20}{100} f_k \Rightarrow f'_k = 1.2 f_k \Rightarrow f'_k = 1.2 \times 30 = 36 \text{ N}$$

حال شتاب حرکت کتاب را به دست می‌آوریم:

$$mg - f'_k = ma \Rightarrow 30 - 36 = 3 \times a \Rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2}$$

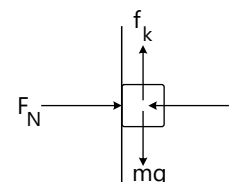
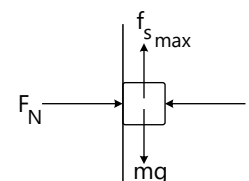
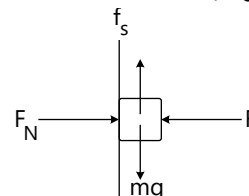
و برای تعیین زمان توقف کتاب داریم:

$$v = at + v_0 \rightarrow 0 = -2t_s + 10 \rightarrow t_s = 5 \text{ s}$$

۲۰۵ گزینه ۴ با کاهش نیروی افقی، نیروی اصطکاک ایستایی آستانه حرکت کم می‌شود تا جسم در جهت نیروی وزن شروع به حرکت کند. چون مکعب در امتداد افق حرکتی ندارد، پس نیروهای

افقی متوازن شده‌اند. $F = F_N$ و

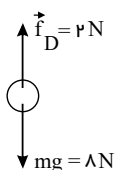
$$F_{smax} = mg \Rightarrow \mu_s F = mg \Rightarrow 0.20 F = 1.0 \times 9.8 \Rightarrow F = 49 \text{ N}$$



با حرکت صندوق در راستای قائم داریم:

$$mg - f_k = ma \Rightarrow mg - \mu_k F_N = ma \Rightarrow 1.0 \times 9.8 - 0.18 \times 49 = 1a \Rightarrow a = 0.98 \text{ m/s}^2$$

۲۰۶ گزینه ۲



اگر جهت رو به پایین را مثبت بگیریم با توجه به قانون دوم نیوتون در راستای قائم داریم:

$$(F_{net})_y = ma_y \Rightarrow mg - f_D = ma_y \Rightarrow 0.8 \times 10 - 2 = 0.8a_y \Rightarrow a_y = 7.5 \frac{m}{s^2}$$

ارتفاع h را با استفاده از رابطه مکان - زمان به دست می‌آوریم:

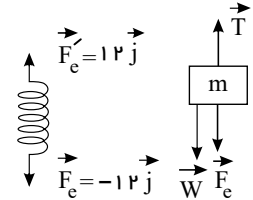
$$h = \frac{1}{2} a_y t^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2} \times 7.5 \times 1.6 = 6.0 \text{ m}$$

و تندی برخورد گلوله به زمین برابر است با:

$$v = a_y t \Rightarrow x = 7,5 \times 4 = 30 \frac{m}{s}$$

۲۰۷ گزینه ۴ نیرویی که از طرف فنر به سطح وارد می‌شود به سمت بالا است. بنابراین مطابق قانون سوم نیوتون نیرویی که از طرف سطح به فنر وارد می‌شود، به سمت پایین است. از آنجا که برابند نیروهای وارد بر فنر برابر صفر است، بنابراین نیروی وارد بر فنر از طرف جسم m به سمت بالا و لذا عکس‌العمل آن یعنی نیرویی که فنر به جسم وارد می‌کند، به سمت پایین است. با نوشتن قانون اول نیوتون برای جرم m داریم:

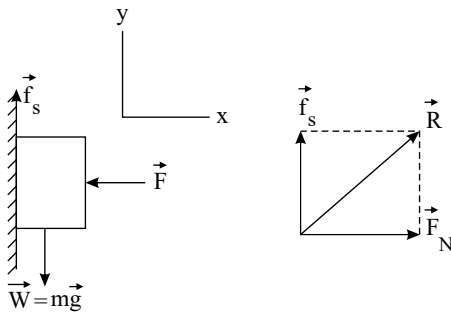
$$T = W + F_e \xrightarrow[F_e = 12N]{W = mg = 2 \times 10 = 20N} T = 32N$$



با توجه به جهت نیروی وارد بر فنر، فنر تحت کشش قرار دارد و طول آن افزایش یافته است. با توجه به رابطه تغییر طول فنر داریم:

$$F_e = k \Delta L \xrightarrow[k = 400 \frac{N}{m}]{F_e = 12N} \Delta L = \frac{12}{400} = 0,03m \xrightarrow[L_0 = 0,12m]{} L_1 = 0,15m$$

۲۰۸ گزینه ۲ جسم در حال تعادل است، بنابراین برابند نیروها در دو راستای قائم و افقی برابر صفر است:



جسم در حال سکون است بنابراین:

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

$$\sum (F_y)_{net} = 0 \Rightarrow f_s = W$$

با افزایش F ، نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه افزایش می‌یابد. بنابراین جسم همچنان ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک تغییری نمی‌کند. با افزایش نیروی F نیروی عکس‌العمل سطح نیز افزایش می‌یابد، زیرا نیروی عکس‌العمل سطح برابند نیروهای عمودی سطح و اصطکاک است.

$$R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} \xrightarrow[F_N \uparrow, f_s = \text{ثابت}]{F_N \uparrow} R \uparrow$$

۲۰۹ گزینه ۲ شخص فنر را به سمت پایین می‌کشد. براساس قانون سوم نیوتون، فنر شخص را به سمت بالا می‌کشد. اندازه نیروی فنر برابر است با:

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

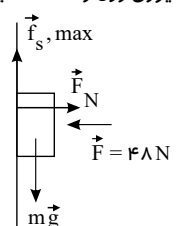
$$F_e = kx \Rightarrow F_e = 200 \times \frac{1}{10} = 20N$$

در حالت تعادل، نیروهای وارد بر شخص صفر است، سپس جمع نیروهای روبه بالا با جمع نیروهای روبه پایین هم‌اندازه‌اند، یعنی:

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

۲۱۰ گزینه ۱ جسم مورد نظر در آسانسور ساکن و در آستانه حرکت است ولی چون آسانسور با شتاب ثابت در حال حرکت است، پس جسم نیز با شتاب ثابت در حال حرکت است. بر جسم دو نیروی وزن و اصطکاک ایستایی در راستای قائم وارد می‌شود. بنابراین داریم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s F = 0,5 \times 48 \Rightarrow f_{s,max} = 24N$$



با توجه به قانون دوم نیوتون و در نظر گرفتن جهت حرکت آسانسور (بالا) به عنوان جهت مثبت، داریم:

$$f_{s,max} - mg = ma \Rightarrow 24 - 40 = 4a \Rightarrow a = -4 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین اندازه شتاب آسانسور برابر با $\frac{m}{s^2}$ و جهت آن به سمت پایین است، بنابراین حرکت آسانسور کندشونده است.

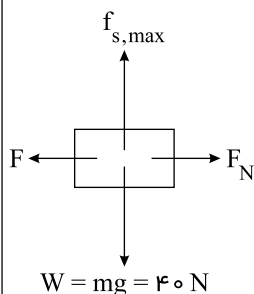
۲۱۱ گزینه ۲ جسم در راستای افق در حال حرکت با سرعت ثابت است، یعنی: $a = 0 \rightarrow F_{net} = 0$
حال قانون دوم نیوتون را در راستای افقی برای جسم می‌نویسیم:

$$F = f_k \rightarrow \begin{cases} f_k = \mu_k F_N \\ F = \lambda N \end{cases} \Rightarrow \lambda = 0.2 F_N \rightarrow F_N = 40 N$$

اکنون قانون دوم نیوتون را برای راستای قائم می‌نویسم و چون $mg > F_N$ است، جهت شتاب روبه پایین است و چون آسانسور رو به بالا در حال حرکت است. بردار سرعت و بردار شتاب در خلاف جهت هم هستند و حرکت آسانسور کندشونده است:

$$mg - F_N = ma \rightarrow \begin{cases} m = \lambda kg \\ g = 10 \frac{N}{kg} \\ F_N = 40 N \end{cases} \rightarrow \lambda 0 - 40 = \lambda a \rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

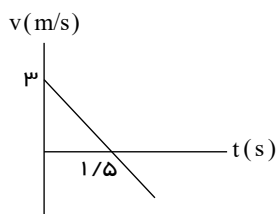
۲۱۲ گزینه ۴ نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. در آستانه لغزش، نیروی وزن و اصطکاک متوازن هستند.



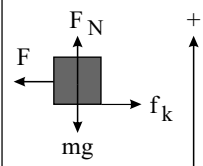
$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N=F} \mu_s F = mg \rightarrow F = \frac{mg}{\mu_s} = \frac{4 \times 10}{0.2} \rightarrow F = 200 N$$

۲۱۳ گزینه ۱ قدم اول: طبق معادله $v = -2t + 3$ مشخص می‌شود که ابتدا $v_0 > 0$ ؛ پس جهت $\oplus$ حرکت رو به بالا اختیار شده و همچنین $a < 0$ ؛ یعنی حرکت ابتدا کندشونده است.
با رسم نمودار $(v - t)$ همه چیز مشخص می‌شود:

ابتدا تا $t = 1.5s$ کندشونده روبه‌بالا و پس از $t = 1.5s$ به بعد حرکت تندشونده رو به پایین خواهد بود.



قدم دوم: از $t_1 = 0$ تا $t_2 = 1.5s$:

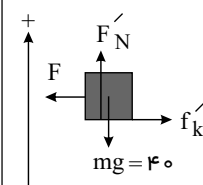


$$F_N - mg = ma \rightarrow F_N - 40 = 4(-2) \rightarrow F_N = 32 N \rightarrow f_k = \mu_k F_N = \frac{1}{2} \times 32 = 16 N$$

$$(در امتداد موازی با کف آسانسور) \Rightarrow F - f_k = ma \rightarrow 20 - 16 = 4a \rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times 1 \times 1.5^2 + (3)(1.5) = \frac{45}{8} m$$

قدم سوم: حال از $t = 1.5s$ تا $t = 2s$ آسانسور با شتاب به بزرگی $2 \frac{m}{s^2}$ و تندشونده رو به پایین حرکت می‌کند:



$$F'_N - mg = ma \rightarrow F'_N - ۴۰ = ۴(-۲) \rightarrow F'_N = ۳۲N \rightarrow f'_k = \mu_k F'_N = \frac{1}{۲} \times ۳۲ = ۱۶N$$

پس همان شتاب قبلی در امتداد افق خواهد شد:

$$F - f'_k = ma \rightarrow ۲۰ - ۱۶ = ۴a \rightarrow a = ۱ \frac{m}{s^2}$$

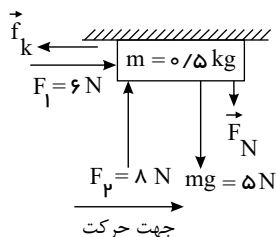
بنابراین هنگام پایین آمدن آسانسور و در بازه زمانی $t_1 = ۱٫۵s$ تا $t_2 = ۲s$

$$\Delta x_v = \frac{1}{۲} a_v t^2 + v_o t = \frac{1}{۲} (۱) \left(\frac{1}{۲} \right)^2 + (۰) \left(\frac{1}{۲} \right) = \frac{1}{۸} m$$

قدم چهارم: جابه‌جایی کل:

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_v = \frac{۴۵}{۸} m + \frac{1}{۸} m = \frac{۴۶}{۸} = ۵٫۷۵ m$$

۲۱۴ گزینه ۴ با رسم نیروهای وارد بر جسم و اعمال قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم.



چون جسم در امتداد قائم شتاب ندارد، از قانون دوم نیوتون نتیجه می‌شود که نیروی خالص وارد بر جسم در راستای قائم صفر است:

$$F_v - mg - F_N = ۰ \Rightarrow F_N = F_v - mg = ۸ - ۵ = ۳N$$

$$f_k = \mu_k F_N = ۰٫۵ \times ۳ = ۱٫۵N$$

بنابراین جابه‌جایی در ثانیه اول حرکت برابر است با:

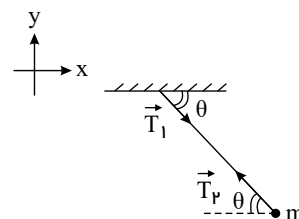
$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{۶ - ۱٫۵}{۰٫۵} = ۹ \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{۲} a (t_v^2 - t_1^2) + v_o (t_v - t_1)$$

$$\Delta x = \frac{1}{۲} (۹) (۱^2 - ۰^2) + ۰ (۱ - ۰) = ۴٫۵ m$$

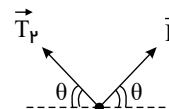
۲۱۵ گزینه ۳ قدم اول: چون نخ سبک است اندازه نیروی کشش نخ در طول نخ همه جا با هم برابر است. و نیز با توجه به جهت نیروی کشش نخ در محل جرم m :

$$\begin{cases} \vec{T}_1 = ۴\vec{i} - ۳\vec{j} \rightarrow \vec{T}_v = -۴\vec{i} + ۳\vec{j} \\ \vec{T}_v = -\vec{T}_1 \end{cases}$$



قدم دوم: با مقایسه $\vec{T}_v$ و $\vec{F}$ اینکه جسم ساکن است در می‌یابیم:

$$\Rightarrow F_x = T_{vx} \rightarrow F \cos \theta = T_v \cos \theta \rightarrow \boxed{F = T_v}$$



یعنی بزرگی نیروی F با بزرگی نیروی T_v برابر است.
به دلیل اینکه با امتداد افق زوایای یکسانی هم می‌سازند:

$$\begin{cases} T_{vy} = T_v \sin \theta = ۳(N) \\ F_{vy} = F_v \sin \theta = ۳(N) \end{cases}$$

قدم سوم: در امتداد قائم (امتداد نیروی وزن) و با توجه به ساکن بودن جرم m داریم:

$$T_{vy} + F_{vy} = mg \rightarrow ۳ + ۳ = m \times ۱۰ \rightarrow m = ۰٫۶ kg = ۶۰۰g$$

۲۱۶ گزینه ۱ جهت رو به پایین را مثبت فرض می‌کنیم؛ بنابراین شتاب حرکت چتر باز به جرم $m_1 = ۹۰ kg$ بعد از باز کردن چتر برابر با $a_1 = +۶ \frac{m}{s^2}$ است. اگر f_{1D} نیروی مقاومت هوای

وارد بر چتر باز باشد، پس:

$$m_1 g - f_{1D} = m_1 a_1 \Rightarrow ۹۰ \times ۱۰ - f_{1D} = ۹۰ \times ۶ \Rightarrow f_{1D} = ۳۶۰ N$$

شتاب چتر باز به جرم $m_2 = ۷۵ kg$ پس از آن که چترش را باز می‌کند، برابر با $۶ \frac{m}{s^2}$ رو به بالا می‌شود و به عبارتی $a_2 = -۶ \frac{m}{s^2}$ ، در نتیجه اگر f_{2D} نیروی مقاومت هوای وارد بر چتر باز باشد

پس:

$$m_r g - f_{rD} = m_r a_r \Rightarrow 75 \times 10 - f_{rD} = 75 \times (-6) \Rightarrow f_{rD} = 1200 N$$

نیروی مقاومت هوا متناسب با هر سرعت چتر باز است پس:

$$\frac{F_{lD}}{F_{rD}} = \frac{v_1}{v_r} \Rightarrow \frac{360}{1200} = \frac{1.5}{v_r} \Rightarrow v_r = \frac{1200 \times 1.5}{360} = 5 \frac{m}{s}$$

حال نسبت تکانه را به دست می آوریم:

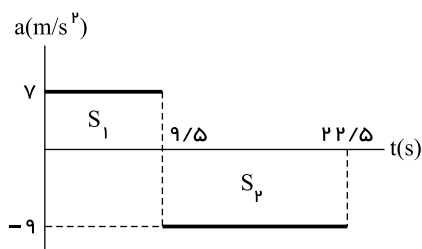
$$P = mv \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{m_r v_r}{m_1 v_1} \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{75 \times 5}{90 \times 1.5} = \frac{25}{9}$$

۲۱۷ گزینه ۲ مساحت زیر نمودار $a - t$ برابر Δv بنابراین، پس از یافتن Δv ، می توان $m \Delta v$ یعنی تغییر تکانه را یافت

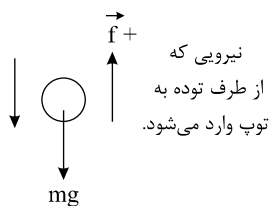
$$\Delta v = |-S_r| = |-9 \times 13|$$

$$\Delta v = |-1| = 1 \frac{m}{s}$$

$$p = m \Delta v = 32 \times 117 = 3744 \frac{kgm}{s}$$



۲۱۸ گزینه ۲ سرعت توپ را در لحظه برخورد با توده شنی به دست می آوریم، سپس با توجه به زمان حرکت توپ در توده شنی و معلوم بودن تغییر سرعت آن، نیرویی که از طرف شنی به آن وارد می شود را محاسبه می کنیم.



$$v_r^2 - v_o^2 = 2g\Delta y \rightarrow \begin{cases} v_o = 10 \frac{m}{s} \\ \Delta y = 40m \end{cases}$$

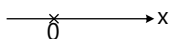
$$v_r^2 - 100 = 2 \times 10 \times 40 \rightarrow v_r^2 = 900 \rightarrow v = 30 \frac{m}{s}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \rightarrow -f + mg = \frac{m(v_r - v_1)}{\Delta t} \rightarrow \begin{cases} v_r = 0 \\ v_1 = 30 \frac{m}{s} \\ m = 400g = 0.4kg \\ \Delta t = 0.2s \end{cases} \Rightarrow -f + 0.4 \times 10 = \frac{0.4(0 - 30)}{0.2} \rightarrow -f = -60 - 4 \rightarrow f = 64N$$

۲۱۹ گزینه ۳ چون انرژی جنبشی اش ۶۴ درصد کاهش یافته، ۳۶ درصد انرژی اش باقی مانده یعنی:

$$K_r = \frac{36}{100} K_1 \rightarrow \frac{1}{2} m v_r^2 = \frac{36}{100} \times \frac{1}{2} m v_1^2 \rightarrow v_r^2 = \frac{36}{100} v_1^2 \rightarrow v_r = \frac{6}{10} v_1 \rightarrow v_r = 6 \left(\frac{m}{s} \right)$$

چون جهت سرعت هنگام برگشت جسم عوض می شود $\vec{v}_r = -6\vec{i}$ می باشد و اگر جهت مثبت محور x ها به سمت راست باشد، داریم:

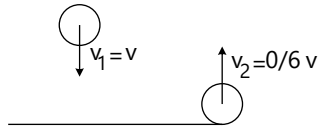


$$\begin{cases} \vec{v}_1 = 10\vec{i} \\ \vec{v}_r = -6\vec{i} \end{cases}$$

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{2 \times (-16\vec{i})}{0.1} = -320\vec{i} \rightarrow |\vec{F}_{av}| = 320(N)$$

۲۲۰ گزینه ۳ در ابتدا تغییر سرعت و پس از آن تغییر تکانه را می یابیم:

$$\begin{cases} \vec{v}_1 = -v\hat{j} \\ \vec{v}_r = +0.6v\hat{j} \end{cases} \Rightarrow \vec{\Delta v} = 0.6v\hat{j} - (-v\hat{j}) = 1.6v\hat{j}$$

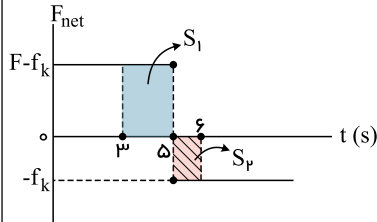


نیروی متوسط وارد برابر است با: $\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ در نتیجه داریم:

$$\vec{F}_{av} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{m(1,6v\hat{j})}{t} = \frac{1,6mv}{t}\hat{j}$$

۲۲۱ گزینه ۴ نکته: سطح محصور بین نمودار $F_{net} - t$ و محور زمان، با تغییر تکانه جسم برابر است.

اگر نمودار نیروی خالص وارد بر جسم را رسم کنیم، در پنج ثانیه اول و پس از آن داریم (۳ ثانیه دوم یعنی بین دو لحظه $t_1 = 3s$ و $t_2 = 6s$):



$$\Delta p = S_1 - S_2 = 2(F - f_k) - f_k \xrightarrow{\Delta p = 30 kg \frac{m}{s}} 2F - 3f_k = 30$$

$$f_k = \mu_k mg = 0,2 \times 5 \times 10 = 10 N$$

$$\xrightarrow{\quad} 2F - 3 \times 10 = 30 \Rightarrow F = 30 N$$

۲۲۲ گزینه ۳ با رابطه تغییرات تکانه در واحد زمان می‌توانیم نیروی متوسط را به دست آوریم.

$$|\vec{F}_{av}| = \left| \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \right| = m \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{2 \times |-5 - 10|}{0,05} = \frac{2 \times 15}{0,05} = 600 N$$

۲۲۳ گزینه ۴

قدم اول: طبق قانون سوم نیوتون در مدت لحظه برخورد $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$ بنابراین:

$$(\vec{F}_{21})_{av} = -(\vec{F}_{12})_{av}$$

قدم دوم: داریم:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

قدم سوم:

$$(\vec{F}_{21})_{av} = -(\vec{F}_{12})_{av} \Rightarrow \frac{\vec{p}'_1 - \vec{p}_1}{\Delta t} = -\left(\frac{\vec{p}'_2 - \vec{p}_2}{\Delta t}\right) \Rightarrow \vec{p}'_1 - \vec{p}_1 = \vec{p}_2 - \vec{p}'_2 (*)$$

قدم چهارم: با فرض جهت مثبت، از چپ به راست خواهیم داشت:

$$p_2 = -6 kg \ m/s, \ p_1 = +8 kg \ m/s, \ p'_2 = +4,8 kg \ m/s \xrightarrow{*} p'_1 - 8 = -6 - 4,8 \rightarrow p'_1 = -2,8 kg \ m/s \rightarrow 2,8 kg \ m/s \text{ به طرف چپ}$$

۲۲۴ گزینه ۴ با استفاده از رابطه تکانه و نیرو، تکانه جسم را در لحظه $t = 1s$ به دست می‌آوریم:

$$|F_{net}| = \left| \frac{\Delta p}{\Delta t} \right| \xrightarrow{F_{net}=12N, t_2=3s, t_1=1s} 12 = \left| \frac{-\frac{p}{2} - p}{3 - 1} \right| \Rightarrow 24 = \frac{3|p|}{2}$$

$$p_2 = -\frac{p}{2}, p_1 = p$$

$$\Rightarrow p = 16 \frac{kg \cdot m}{s} \Rightarrow p_{t=3s} = -\frac{p}{2} = -8 \frac{kg \cdot m}{s}$$

با توجه به اینکه بردار تکانه در لحظات $t = 1s$ و $t = 3s$ خلاف جهت یکدیگر است و از طرفی جسم با شتاب ثابت در حال حرکت است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که در لحظه $t = 3s$ بردار سرعت و نیرو با یکدیگر هم‌جهت هستند.

$$|F_{net}| = \left| \frac{\Delta p}{\Delta t} \right| \Rightarrow 12 = \left| \frac{p_{t=5s} - p_{t=3s}}{5 - 3} \right|$$

$$p(t=3s) = -8 \frac{kg \cdot m}{s} \xrightarrow{\quad} 12 \times 2 = |p_{t=5s} + 8| \Rightarrow p_{t=5s} = -24 - 8 = -32 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۲۲۵ گزینه ۴ مطابق قانون اول نیوتون اگر نیروی خالص وارد بر یک جسم صفر باشد، در صورتی که جسم در حال حرکت باشد، حرکت آن به‌صورت یکنواخت است. یعنی اندازه و جهت سرعت آن ثابت است و اگر جسم ساکن باشد، حالت سکون خود را حفظ می‌کند. در قانون اول نیوتون ممکن است هیچ نیرویی به جسم وارد نشود یا این‌که اگر دو یا چند نیرو به آن وارد می‌شود برآیند نیروها برابر با صفر باشد.

۲۲۶ گزینه ۴

$$\left\{ \begin{array}{l} |\Delta \vec{P}| = |\vec{F}_{net}| \cdot \Delta t \\ |\vec{F}_{net}| = \sqrt{F^2 + F^2} = F\sqrt{2} \Rightarrow 20 = F\sqrt{2} \times 4 \Rightarrow F = 2,5\sqrt{2}N \end{array} \right.$$

۲۲۷ گزینه ۲ طبق رابطه اندازه تکانه ($P = mv$) داریم:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{mv_2}{mv_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{44}{40} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{11}{10}$$

$$\text{درصد افزایش تندی جسم} = \frac{v_2 - v_1}{v_1} \times 100 = \left(\frac{11}{10} - 1\right) \times 100 = 10\%$$

بنابراین تندی جسم ۱۰ درصد افزایش می‌یابد.

۲۲۸ گزینه ۳ ابتدا پیشینه نیروی اصطکاک ایستایی را محاسبه می‌کنیم:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \mu_s F = 0,5 \times 40 = 20N$$

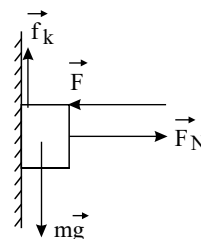
چون $W = mg = 2 \times 10 = 20N$ است، پس در این حالت جسم در آستانه حرکت قرار دارد. اگر نیروی F ، $10N$ کاهش یابد، به $30N$ می‌رسد.

$$f'_{s,max} = \mu_s F'_N = \mu_s F' = 0,5 \times 30 = 15N < W = mg = 20N$$

یعنی جسم شروع به حرکت می‌کند که در این حالت، با استفاده از قانون دوم نیوتن، داریم:

$$F_{net} = mg - f_k = mg - \mu_k F_N \Rightarrow F_{net} = 2 \times 10 - 0,2 \times 30 = 14N$$

$$\Delta p = F_{net} \Delta t = 14 \times 5 = 70 \frac{kgm}{s}$$



۲۲۹ گزینه ۳ ابتدا معادله سرعت - زمان را به کمک نمودار سرعت - زمان می‌نویسیم:

$$\left. \begin{array}{l} \text{شیب خط} = \frac{0 - (-10)}{2} = \frac{10}{2} = 5 \frac{m}{s^2} \\ \text{عرض از مبدأ} = -10 \frac{m}{s} \end{array} \right\} v = 5t - 10$$

حال سرعت متحرک را در ابتدا و انتهای بازه زمانی دو ثانیه دوم (یعنی $t_1 = 2s$ و $t_2 = 4s$) محاسبه می‌کنیم.

$$t_1 = 2s \rightarrow v_1 = 5 \times 2 - 10 = 0$$

$$t_2 = 4s \rightarrow v_2 = 5 \times 4 - 10 = 10 \frac{m}{s}$$

$$\Delta p = m\Delta v = 4 \times 10 = 40 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۲۳۰ گزینه ۳

هر کیلوگرم آب معادل یک لیتر آب است $\rightarrow m = 1440kg$

$$\Delta p = m \times \Delta V = 1440 \times 5 \frac{kgm}{s}$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{1440 \times 5}{3600} = 2(N)$$

یک ساعت

چون آب خروجی به سمت راست حرکت می‌کند و طبق قانون سوم نیوتون نیرویی به چپ (به بشکه) وارد می‌کند لذا نیروی اصطکاک باید $2(N)$ و به سمت راست باشد تا از حرکت بشکه جلوگیری کند.

۲۳۱ گزینه ۳ مطابق رابطه شتاب متوسط در حرکت بر خط راست، داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow{a_{av}=0} \Delta v = 0 \xrightarrow{\Delta p=m\Delta v} \Delta p = 0$$

۲۳۲ گزینه ۱ با توجه به این‌که دو گلوله مشابه هستند پس نیروی وزن وارد شده به آن‌ها یکسان است. چون گلوله A در شرایط خلا رها شده، پس تنها نیروی وزن بر آن وارد می‌شود، اما بر گلوله B علاوه بر نیروی وزن، نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت وارد می‌شود پس:

$$F_A > F_B \xrightarrow[m=ma]{m_A=m_B} a_A > a_B$$

$$v_2 - v_1 = 2a\Delta x \xrightarrow[v_{0A}=v_{0B}=0]{\Delta x_A=\Delta x_B} v_A > v_B$$

فیزیک دوازدهم فصل دو

$$P = mv \xrightarrow[m_A=m_B]{v_A > v_B} P_A > P_B$$

۲۳۳ گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} x_A &= t^2 - 5t + 10 \\ x_A &= \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \\ x_B &= 3t^2 - 6t + 5 \\ x_B &= \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = 2m/s^2 \text{ و } v_0 = -5m/s \Rightarrow v_A = 2t - 5$$

$$\left. \begin{aligned} x_B &= 3t^2 - 6t + 5 \\ x_B &= \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow a = 6m/s^2 \text{ و } v_0 = -6m/s \Rightarrow v_B = 6t - 6$$

اگر تکانه برابر باشد:

$$P_A = P_B \Rightarrow m_A v_A = m_B v_B \xrightarrow{m_A=4m_B} \Rightarrow 4 \times (2t - 5) = 1 \times (6t - 6) \Rightarrow 8t - 20 = 6t - 6 \Rightarrow 2t = 14 \Rightarrow t = 7s$$

۲۳۴ گزینه ۱ اندازه نیروی وارد بر راننده اتومبیل بدون کیسه هوا:

$$F_{av_1} = \frac{|\Delta p_1|}{\Delta t_1} = \frac{m|\Delta v|}{\Delta t_1} = \frac{80 \times |(0 - 30)|}{0.2} = 12000N$$

اندازه نیروی خالص متوسط وارد بر راننده اتومبیل با کیسه هوا:

$$F_{av_2} = \frac{|\Delta p_2|}{\Delta t_2} = \frac{m|\Delta v|}{\Delta t_2} = \frac{80 \times |(0 - 30)|}{(0.2 + 0.6)} = 3000N$$

$$F_{av_2} - F_{av_1} = 3000 - 12000 = -9000N$$

یعنی وجود کیسه هوا باعث شده است که اندازه نیروی وارد بر راننده در حین برخورد، $9000N$ کاهش یابد.

۲۳۵ گزینه ۴ ابتدا معادله سرعت - زمان دو متحرک را به دست می آوریم:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{23 - 15}{4 - 0} = 2 \frac{m}{s^2}, v_{01} = 15 \frac{m}{s}$$

$$v_1 = 2t + 15$$

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{23 - 3}{4} = 5 \frac{m}{s^2}, v_{02} = 3 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = 5t + 3$$

با استفاده از تعریف تکانه، لحظه ای که اندازه تکانه دو متحرک برابر می شود را می یابیم:

$$p_1 = p_2 \Rightarrow m_1 v_1 = m_2 v_2 \xrightarrow[m_2=1kg, v_2=5t+3]{m_1=2kg, v_1=2t+15} 2(2t + 15) = 1(5t + 3)$$

$$4t + 30 = 5t + 3 \Rightarrow t = 27s$$

۲۳۶ گزینه ۲

نیروی متوسط موثر وارد بر جسم برابر است با آهنگ تغییر تکانه جسم، یعنی:

$$\left\{ \begin{aligned} F_{av} &= \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = \frac{m_0 \Delta v}{\Delta t} \\ \Delta p &= m \Delta v \end{aligned} \right.$$

$$\frac{F_{av_2}}{F_{av_1}} = \frac{\frac{m_2 \Delta v_2}{\Delta t_2}}{\frac{m_1 \Delta v_1}{\Delta t_1}} = \frac{6F}{3F} = \frac{2m \Delta v_2}{2m \Delta v_1} \Rightarrow 2 = \frac{5 \Delta v_2}{4 \Delta v_1} \Rightarrow \frac{\Delta v_2}{\Delta v_1} = \frac{8}{5}$$

$$\Rightarrow \text{چون برای هر دو جسم } v_0 = 0 \text{ است} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{8}{5}$$

۲۳۷ گزینه ۳

ابتدا تکانه و بعد از آن تغییر تکانه را یافته و سپس از آن نیروی متوسط موثر وارد بر جعبه را محاسبه می کنیم و در انتها شتاب را بدست می آوریم.

$$p = mV \Rightarrow p_1 = m \times v \Rightarrow p_1 = 10m$$

$$p_2 = 4p_1 \Rightarrow p_2 = 4 \times 10m = 40m$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 40m - 10m = 30m$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{30m}{5} = 6m$$

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{6m}{m} = 6 \frac{m}{s^2}$$

۲۳۸ گزینه ۴

$$p_o = o \Rightarrow \Delta p = p - p_o = mv = 3o$$

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow \Delta p = (\beta i + \alpha j) \times 3 = 3o \Rightarrow |\beta i + \alpha j| = 1o \Rightarrow \alpha^2 + \beta^2 = 1oo$$

$$\alpha = \pm 8$$

۲۳۹ گزینه ۳

$$K = \frac{p^2}{2m} \rightarrow \frac{K^2}{K_1^2} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \xrightarrow[p_2=(p_1+\Delta p)]{K_2=1,44K_1} \frac{144}{1oo} = \left(\frac{p_1+\Delta p}{p_1}\right)^2 \rightarrow \frac{12}{1o} = \frac{p_1+\Delta p}{p_1}$$

$$12p_1 = 1op_1 + \Delta p \rightarrow 2p_1 = \Delta p \rightarrow p_1 = 28 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۲۴۰ گزینه ۲ روش اول)

$$P_2 = 4P_1 \Rightarrow mv_2 = 4mv_1 \Rightarrow v_2 = 4v_1$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{v_2=4v_1} \frac{K_2}{K_1} = (4)^2 = 16$$

روش دوم)

رابطه بین تکانه و انرژی جنبشی را پیدا می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{1}{2}mv^2 \\ P = mv \end{array} \right. \Rightarrow K = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 \xrightarrow{P_2=4P_1} \frac{K_2}{K_1} = (4)^2 = 16$$

۲۴۱ گزینه ۱

$$K = \frac{p^2}{2m} \rightarrow K_2 = K_1 - \frac{3}{4}K_1 = \frac{1}{4}K_1$$

$$m_2 = 16m_1 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \times \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \times \frac{m_1}{16m_1}$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \times \frac{1}{16} \Rightarrow \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 = 4 \Rightarrow \left(\frac{p_2}{p_1}\right) = 2$$

۲۴۲ گزینه ۳ طبق قضیه کار و انرژی کار کل انجام شده روی جسم با تغییر انرژی جنبشی آن برابر است، پس کافی است که در هر حالت انرژی جنبشی جسم را بیابیم. یعنی:

$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{P^2}{2m} \\ P_1 = 3N \cdot s \\ P_2 = 6kg \frac{m}{s} \\ m = 3kg \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{9}{2 \times 3} \rightarrow K_1 = 1,5J \\ K_2 = \frac{36}{2 \times 3} \rightarrow K_2 = 6J \end{array} \right.$$

$$W_t = \Delta K = K_2 - K_1 \rightarrow W_t = 6 - 1,5 \rightarrow W_t = 4,5J$$

روش دوم:

$$K = \frac{P^2}{2m} \xrightarrow{m: ثابت} \Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2m}(P_2^2 - P_1^2)$$

$$\rightarrow W_t = \Delta K = \frac{1}{2 \times 3}(6^2 - 3^2) \rightarrow W_t = 4,5J$$

۲۴۳ گزینه ۱ با استفاده از رابطه بین انرژی جنبشی و اندازه تکانه یک جسم، داریم:

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \times \frac{m_1}{m_2} \xrightarrow[m_2=\frac{3}{4}K_1]{m_2=3m_1} \frac{3}{4} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \times \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{3}{2}$$

بنابراین درصد تغییرات اندازه تکانه جسم برابر است با:

$$\frac{\Delta p}{p_1} \times 1oo = \left(\frac{p_2}{p_1} - 1\right) \times 1oo = \left(\frac{3}{2} - 1\right) \times 1oo = 50\%$$

۲۴۴ گزینه ۲

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mK} \Rightarrow \sqrt{12K} = \sqrt{2mK} \Rightarrow m = 6kg$$

اکنون اندازه نیروی خالص متوسط را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{F}_{متوسط} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{6(3-2)}{4} = 1,5N$$

۲۴۵ گزینه ۴

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

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \left\{ \begin{array}{l} p = mv \end{array} \right\} \Rightarrow K = \frac{1}{2}(mv)\frac{(mv)}{m} \Rightarrow K = \frac{p^2}{2m}$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{p_A^2}{2m_A}}{\frac{p_B^2}{2m_B}} \Rightarrow 1 = \frac{\frac{p_A^2}{2m_A}}{\frac{16p^2}{2m_B}} \Rightarrow 1 = \frac{m_B}{4m_A} \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = 4 \Rightarrow \frac{F_{NB}}{F_{NA}} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{g}{g} = 4$$

۲۴۶ گزینه ۱ با استفاده از رابطه $K = \frac{p^2}{2m}$ ، انرژی جنبشی اولیه جسم را می‌یابیم:

$$p_2 = p_1 + 0.1p_1 \Rightarrow p_2 = 1.1p_1$$

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_1}{m_2} \times \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2$$

$$\xrightarrow{K_2=K_1+1.42(J)} \frac{K_1+1.42}{K_1} = \frac{2}{1} \times \left(\frac{1.1p_1}{p_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{K_1+1.42}{K_1} = 2 \times 1.21 \Rightarrow K_1 = 1J$$

$m_1=2kg, m_2=1kg$

حال با داشتن K_1 و m_1 ، به صورت زیر p_1 را پیدا می‌کنیم:

$$K_1 = \frac{p_1^2}{2m_1} \xrightarrow{m_1=2kg, K_1=1J} 1 = \frac{p_1^2}{2 \times 2} \Rightarrow p_1^2 = 4 \Rightarrow p_1 = 2 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۲۴۷ گزینه ۴ رابطه اندازه تکانه با انرژی جنبشی به صورت $K = \frac{p^2}{2m}$ است، بنابراین داریم:

$$\frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^2 \times \frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^2 \times \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{p_A}{p_B} = \sqrt{2}$$

۲۴۸ گزینه ۳

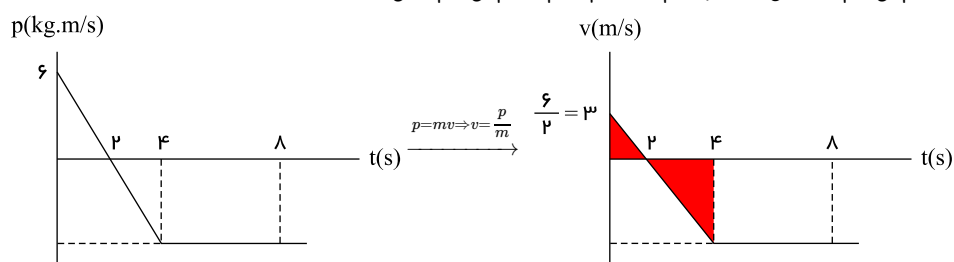
این سؤال به دنبال شتاب محرک است. پس اگر $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ یعنی نیروی متوسط مؤثر وارد بر جسم را یافته و به جرم جسم تقسیم کنیم، شتاب حرکت بدست می‌آید.

$$p = 40t + 25 \xrightarrow{t=0} \boxed{p_0 = 25}$$

$$p_0 = mv_0 \rightarrow 25 = 5m \rightarrow m = 5kg$$

$$F = ma = \frac{\Delta p}{\Delta t} \xrightarrow[t_1=1s]{t_0=0s} \Delta a = \frac{65 - 25}{1 - 0} \rightarrow \boxed{a = 40 \frac{m}{s^2}}$$

۲۴۹ گزینه ۴ نمودار سرعت-زمان را از روی نمودار تکانه-زمان رسم می‌کنیم، برای این کار محور قائم را به جرم جسم تقسیم می‌کنیم، یعنی:



با استفاده از تشابه مثلثها، سرعت جسم در لحظه $t=4s$ را می‌یابیم، به عبارتی داریم:

$$\begin{cases} t = 4s \\ v = -3 \frac{m}{s} \end{cases}$$

شتاب در $4s$ تا $8s$ صفر است. یعنی سرعت جسم در این بازه، ثابت و همان $-3 \frac{m}{s}$ است

حال برای تعیین شتاب متوسط در این ۸ ثانیه داریم:

$$(\Delta v = v - v_0 = 3 \frac{m}{s})$$

$$a_{av} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-6}{8} = -3 \frac{m}{s^2}$$

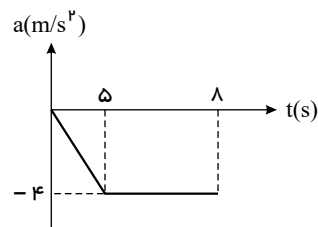
۲۵۰ گزینه ۲ مساحت محصور بین نمودار نیرو و زمان بیانگر تغییرات تکانهٔ جسم است. بنابراین داریم:

$$S_{\text{توان}} = 20 \times \left(\frac{2+10}{2} \right) = 120 \rightarrow \Delta p = 120 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

$$|\vec{F}_{av}| = \frac{|\Delta \vec{p}|}{\Delta t} = \frac{120}{10} = 12 \text{ N}$$

۲۵۱ گزینه ۳ ابتدا با توجه به قانون دوم نیوتون و نمودار نیرو - زمان داده شده و در صورت تست، نمودار شتاب - زمان را رسم می‌نماییم:

$$F = ma \rightarrow a = \frac{-4000}{1000} = -4 \frac{m}{s^2}$$



حال با توجه به اینکه سطح زیر نمودار $a - t$ برابر Δv است، سرعت متحرک را در لحظه $t = 5 \text{ s}$ به دست می‌آوریم:

$$0 - 5 \text{ s} : S = \Delta v \rightarrow \frac{-4 \times 5}{2} = v_5 - v_0 \rightarrow -10 = v_5 - 20 \rightarrow v_5 = 10 \frac{m}{s}$$

در آخر جابه‌جایی در ۳ ثانیه آخر (۵ الی ۸ ثانیه) را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} (-4) \times 3^2 + 10 \times 3 \rightarrow \Delta x = 12 \text{ m} \left(12 \frac{km}{h} = 20 \frac{m}{s} \right)$$

۲۵۲ گزینه ۳ مطابق نمودار، مقدار تکانه ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. با توجه به رابطه $p = mv$ و به دلیل ثابت بودن m ، واضح است که تندی جسم نیز ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. همچنین، چون شیب نمودار ثابت است پس مقدار نیرو نیز ثابت است و در نتیجه شتاب جسم هم ثابت است. (ثابت $\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \Delta v}{\Delta t} = m a_{av} = F_{av}$)

۲۵۳ گزینه ۳ چون جسم در ابتدای اعمال این نیرو ساکن است، پس تکانهٔ آن در هر لحظهٔ دلخواه t با تغییر تکانهٔ آن در بازهٔ زمانی صفر تا t برابر است. از طرفی می‌دانیم که مساحت محدود به نمودار نیرو و محور زمان در هر بازهٔ زمانی برابر با تغییر تکانهٔ جسم در آن بازه است. بنابراین کافیه تا نسبت مساحت نظیر بازهٔ صفر تا ۲ را به مساحت نظیر بازهٔ ۱ تا ۲ به دست آوریم که برابر است با:

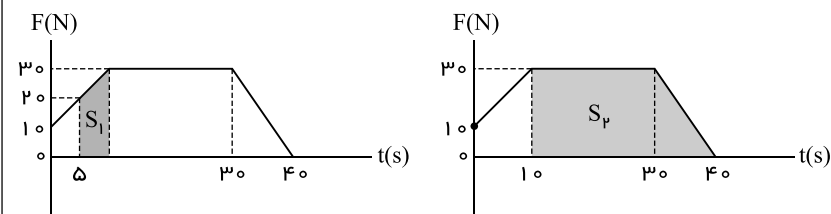
$$(2 \text{ تا } 0) : \Delta p = \frac{4 \times 2}{2} = 4 \xrightarrow{p_0=0} p = 4(N \cdot S)$$

$$\frac{p}{\Delta p'} = \frac{4}{3}$$

$$(2 \text{ تا } 0) : \Delta p' = \frac{4+2}{2} \times 1 \Rightarrow \Delta p' = 3(N \cdot S)$$

۲۵۴ گزینه ۳ در ابتدا تکانهٔ خطی جسم را در لحظهٔ $t = 5 \text{ s}$ می‌یابیم. (با توجه به نمودار لحظهٔ مربوط به $F = 20 \text{ N}$ معادل $t = 5 \text{ s}$ است.)

$$P_1 = mv_1 = 40 \times 5 = 200 \text{ kg} \frac{m}{s}$$



حال با توجه به سطح زیر نمودار، تغییر تکانه را محاسبه کرده و در نهایت تکانهٔ جسم در لحظهٔ $t = 40 \text{ s}$ را به دست می‌آوریم.

$$\Delta P = F \Delta t = S_1 + S_2 = \left[\frac{20+30}{2} \times 5 \right] + \left[\frac{30+20}{2} \times 30 \right]$$

$$\Delta P = 125 + 750 = 875 \rightarrow P_2 - P_1 = 875 \rightarrow P_2 = P_1 + 875$$

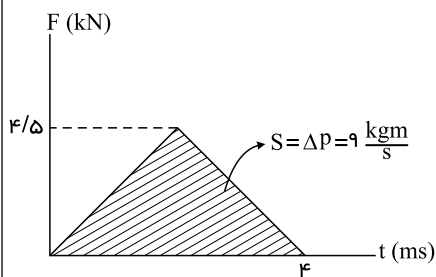
$$\rightarrow P_2 = 200 + 875 = 1075 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

۲۵۵ گزینه ۳ توپ با سرعت افقی v به دیوار برخورد می‌کند و با تندی $0.8v$ در همان امتداد برگردد؛ بنابراین تغییر سرعت آن به صورت زیر خواهد بود:

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 0.8v - v = -0.2v \rightarrow |\Delta v| = 0.2v$$

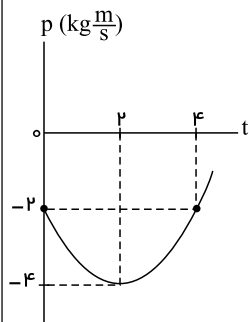
از طرفی می‌دانیم که سطح محصور بین نمودار و محور افقی در نمودار $F - t$ داده شده، با تغییر تکانهٔ توپ برابر است؛ بنابراین داریم:

فیزیک دوازدهم فصل دو



$$\Delta p = m \Delta v \rightarrow 9 = \frac{2}{10} (1,8v) \rightarrow v = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۲۵۶ گزینه ۲ ابتدا با توجه به معادلهٔ تکانه - زمان داده شده، نمودار آن را در چهار ثانیهٔ اول به صورت تقریبی رسم می کنیم:

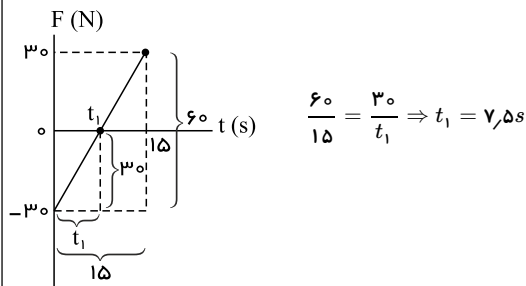


با توجه به نمودار، در دو ثانیهٔ اول که نمودار در حال دور شدن از محور زمان است، بزرگی تکانه و متناسب با آن تندى متحرک در حال افزایش است و در دو ثانیهٔ بعد که نمودار در حال نزدیک شدن به محور زمان است، بزرگی تکانه و متناسب با آن تندى متحرک در حال کاهش است.

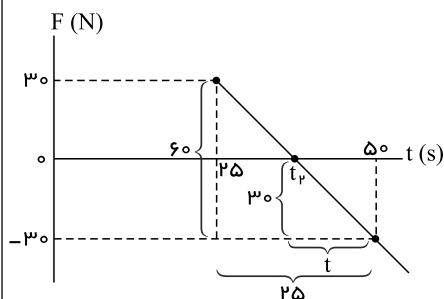
برای تعیین نوع شتاب، باید معادلهٔ سرعت - زمان متحرک را بررسی کنیم.

با توجه به رابطهٔ $p = mv$ ، معادلهٔ سرعت-زمان و تکانه - زمان شبیه به هم هستند. پس از آنجایی که معادلهٔ متحرک خطی (از درجهٔ اول) نیست، معادلهٔ سرعت - زمان آن نیز خطی نخواهد بود؛ بنابراین شتاب این متحرک ثابت نیست. (در حرکت با شتاب ثابت، $v = at + v_0$ یک رابطهٔ خطی است).

۲۵۷ گزینه ۲ ابتدا با استفاده از شیب خطها (یا تشابه مثلثها) لحظه های t_1 و t_2 را محاسبه می کنیم:

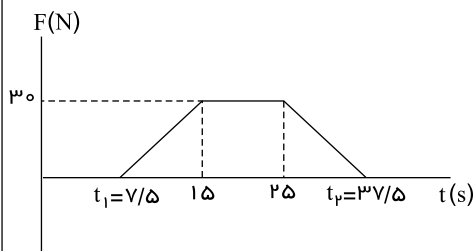


$$\frac{60}{25} = \frac{30}{t} \Rightarrow t = 12,5 \text{ s} \xrightarrow{t_2 = 50 - t} t_2 = 50 - 12,5 \Rightarrow t_2 = 37,5 \text{ s}$$



حال مساحت سطح زیر منحنی نمودار نیرو - زمان را در بازه زمانی $(t_1 - t_2)$ می یابیم.

فیزیک دوازدهم فصل دو

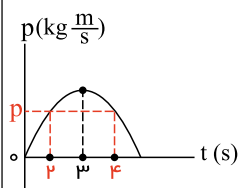


$$S_{\text{نوزنقه}} = \frac{30 + 10}{2} \times 30 = 600 \Rightarrow \Delta p = S = 600 \frac{kg \cdot m}{s}$$

و در آخر داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{600}{30} = 20 N$$

۲۵۸ گزینه ۴ دو ثانیه دوم، یعنی بین دو لحظه $t_1 = 2s$ و $t_2 = 4s$ ، بنابراین با توجه به سهمی بودن نمودار و تقارن زمان‌های داده‌شده نسبت به رأس سهمی، تکانه جسم در این دو لحظه یکسان است.



بنابراین داریم:

$$F_{net,av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1} \xrightarrow{p_2 = p_1} F_{net,av} = 0$$

۲۵۹ گزینه ۴ تغییر تکانه یک جسم برابر با مساحت زیر نمودار نیرو - زمان است، بنابراین داریم:

$$\Delta p = \frac{1}{2} (12 \times t_2) \Rightarrow \Delta p = 6t_2 \frac{kg \cdot m}{s}$$

از طرف دیگر آهنگ تغییر تکانه متوسط برابر با نیروی خالص متوسط وارد بر متحرک است و بنابراین داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{6t_2}{t_2} \Rightarrow F_{av} = 6 N$$

۲۶۰ گزینه ۳ می‌دانیم که مساحت محصور بین نمودار نیرو - زمان و محور زمان برابر تغییرات تکانه جسم است.

$$S_{\text{نوزنقه}} = \left(\frac{2 + 5}{2} \right) \times 10 = 35 \rightarrow \Delta p = 35 kg \cdot \frac{m}{s}$$

از طرفی داریم:

$$|\vec{F}_{av}| = \frac{|\Delta \vec{p}|}{\Delta t} = \frac{35}{5} = 7 N$$

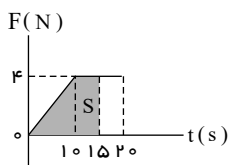
۲۶۱ گزینه ۱ طبق قانون دوم نیوتون ($\vec{F}_{net} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$)، شیب خط مماس بر نمودار $p - t$ در هر لحظه برابر با اندازه نیروی وارد بر جسم در آن لحظه است. در نتیجه داریم:

$$F = \frac{12 - 0}{4 - 2} \Rightarrow F = 6 N$$

۲۶۲ گزینه ۲

مساحت سطح محصور بین نمودار نیرو - زمان و محور زمان برابر با تغییر تکانه است.

بنابراین داریم:



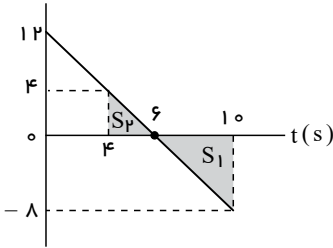
$$\Delta p = S$$

$$p_2 - p_1 = S \xrightarrow{p_1 = mv_1 = 0} p_2 = S = \frac{(15 + 5) \times 4}{2} = 40 \frac{kg \cdot m}{s}$$

از حال سکون به حرکت درآمده است.

۲۶۳ گزینه ۴ ابتدا نمودار نیرو برحسب زمان را رسم می‌کنیم، مساحت محصور بین نمودار نیرو - زمان و محور زمان برابر با تغییر تکانه است.

F خالص (N)



$$F = -2t + 12 \xrightarrow[t_p=10s]{t_1=4s} \begin{cases} F(t_1=4s) = 4N \\ F(t_p=10s) = -8N \end{cases}$$

$$\Delta p = S_2 - S_1 = \frac{4 \times 2}{2} - \frac{4 \times 8}{2} = -12 \frac{kg \cdot m}{s} \Rightarrow |\Delta p| = 12 \frac{kg \cdot m}{s}$$

۲۶۴ گزینه ۳

روش اول: در لحظه تغییر جهت، متحرک متوقف شده یعنی $v = 0$ می شود. بنابراین از انتها شروع می کنیم. یعنی ابتدا سرعت را در لحظه $t = 3s$ را (که همان سرعت در لحظه $t = 2s$ است) را یافته و سپس از آن لحظه مربوط به $v = 0$ را محاسبه می کنیم.

$$a_v = \frac{F}{m} = \frac{-4}{4} = -1 \frac{m}{s^2} : v = -t + v_p \Rightarrow 1 = -2 + v_p \Rightarrow v_p = 3 \frac{m}{s}, v_1 = v_p = 3 \frac{m}{s}$$

$$a_1 = \frac{F}{m} = \frac{8}{4} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{v_1 - v_i}{t - 2} = \frac{3 - 0}{t - 2} \Rightarrow 4 - 2t = 3 \Rightarrow t = 0.5s$$

روش دوم:

$$S = \Delta p = m\Delta v$$

$$-4 \times 2 = 4(1 - v) \Rightarrow v_{(t=2)} = 3 \frac{m}{s}$$

$$(2 - t) \times 8 = 4 \times (3 - 0) \Rightarrow t = 0.5s$$

۲۶۵ گزینه ۲ ابتدا بزرگی تکانه جسم در لحظه $t = 2s$ را محاسبه می کنیم:

$$\vec{P} = 2t\vec{i} + 3t\vec{j} \xrightarrow{t=2s} \vec{P} = 2 \times 2\vec{i} + 3 \times 2\vec{j} \Rightarrow \vec{P} = 4\vec{i} + 6\vec{j} \Rightarrow |\vec{P}| = \sqrt{4^2 + 6^2} \Rightarrow |\vec{P}| = 10 \frac{kg \cdot m}{s}$$

$$P = m \cdot v \Rightarrow 10 = 2 \times v \Rightarrow v = 5 \frac{m}{s}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 = 25J$$

۲۶۶ گزینه ۱ با توجه به رابطه $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ درمی یابیم که شیب خط مماس بر نمودار تکانه - زمان برابر نیرو است. معادله تکانه - زمان جسم به صورت درجه یک است و شیب آن ثابت است. پس نیروی متوسط وارد شده بر جسم، هم در راستای افقی و هم در راستای قائم ثابت است.

پس:

$$p_x = 9t - 6 \xrightarrow{\text{شیب خط نمودار } F_{av}=p-t} F_{avx} = 9$$

$$p_y = 12t + 8 \Rightarrow F_{avy} = 12$$

$$F_{av} : \sqrt{F_{avx}^2 + F_{avy}^2} = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15N$$

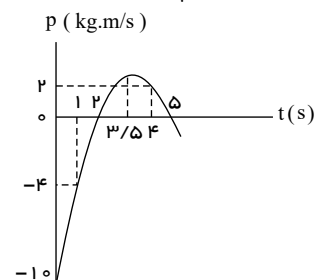
$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{15}{5} = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow{v_0=0} v = 3 \times 4 = 12 \frac{m}{s}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{v_0=0} (12)^2 = 2 \times 3 \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 24m$$

۲۶۷ گزینه ۳ با رسم نمودار تکانه برحسب زمان می توان گزینه ها را بررسی کرد:

$$p = -(t^2 - 7t + 10) = -(t-2)(t-5)$$



گزینه ۱:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2 - (-4)}{4 - 1} = \frac{6}{3} = 2N$$

گزینه ۲: طبق نمودار در $t = 3.5s$ شیب خط مماس بر نمودار صفر است، بنابراین نیروی خالص نیز در $t = 3.5s$ صفر است.

گزینه ۳: در نمودار $p - t$ ، با گذشت زمان، اگر به محور t نزدیک شویم، حرکت کندشونده و اگر از محور t دور شویم، حرکت تندشونده است. طبق نمودار از $t = 0$ تا $t = 2s$ حرکت کندشونده و از $t = 2s$ تا $t = 3s$ حرکت تندشونده است.

گزینه ۴: در $t = 4s$ ، مقدار تکانه برابر با $2 \frac{kg \cdot m}{s}$ است. در نتیجه:

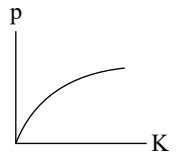
$$K = \frac{p^2}{2m} = \frac{(2)^2}{2(0.5)} = 4J$$

۲۶۸ گزینه ۱ با توجه به رابطه انرژی جنبشی برحسب اندازه تکانه داریم:

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mK}$$

بنابراین نمودار تکانه برحسب انرژی جنبشی جسم به صورت زیر است.

$$m = 1.5kg \xrightarrow{p=\sqrt{2mK}} p = \sqrt{3K} \xrightarrow{K=12J} p = 6N \cdot s$$



۲۶۹ گزینه ۲ ابتدا تغییر تکانه متحرک از $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 3s$ را محاسبه می‌کنیم:

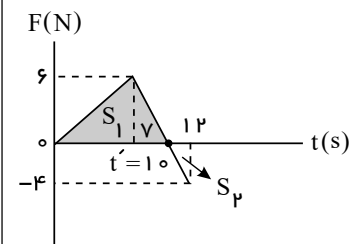
$$\begin{cases} p_1 = (2)^2 + 2(2) - 4 = 4 \frac{kg \cdot m}{s} \\ p_2 = (3)^2 + 2(3) - 4 = 11 \frac{kg \cdot m}{s} \end{cases} \Rightarrow \Delta p = p_2 - p_1 = 7 \frac{kg \cdot m}{s}$$

حال با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{7}{1} = 7N$$

۲۷۰ گزینه ۱

مساحت محصور بین نمودار نیروی خالص وارد بر جسم و محور زمان برابر با تغییر تکانه است. از تشابه مثلث‌ها محل برخورد نمودار با محور زمان را به دست می‌آوریم:



$$\frac{4}{12 - t'} = \frac{6}{t' - 1} \Rightarrow t' = 1.5s$$

$$\Delta p = S_1 - S_2 = \frac{6 \times 1.5}{2} - \frac{4 \times 2}{2} = 2.5 \frac{kg \cdot m}{s} \xrightarrow[m=0.5kg]{\Delta p = m\Delta v} \Delta v = \frac{2.5}{1} = 2.5 \frac{m}{s}$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2.5}{12} = \frac{13}{3} \frac{m}{s^2}$$

۲۷۱ گزینه ۱ طبق رابطه $p = mv$ داریم:

$$v = \frac{p}{m} = \frac{t^2 - 3t + 1}{2} = \frac{1}{2}t^2 - \frac{3}{2}t + \frac{1}{2}$$

حال با استفاده از رابطه شتاب متوسط، داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_o}{4} = \frac{(\frac{1}{2} \times 4^2 - \frac{3}{2} \times 4) - (\frac{1}{2} \times 0^2 - \frac{3}{2} \times 0 + \frac{1}{2})}{4} = 6.5 \frac{m}{s^2}$$

۲۷۲ گزینه ۲ می‌دانیم که شتاب گرانشی یک سیاره با شعاع R و جرم M در فاصله h از سطح آن، از رابطه $g = G \frac{M}{(R+h)^2}$ به دست می‌آید.

با استفاده از اطلاعات روی نمودار، نسبت جرم‌های دو سیاره را به دست می‌آوریم:

$$g_A = g_B \Rightarrow G \frac{M_A}{(h')^2} = G \frac{M_B}{(3h')^2} \Rightarrow \frac{M_A}{M_B} = \frac{1}{9}$$

حال برای حالت جدید، رابطه مقایسه‌ای می‌نویسیم:

$$\frac{g_A}{g_B} = \frac{M_A}{M_B} \times \left(\frac{R_A + h_A}{R_B + h_B} \right)^2 \xrightarrow{R_A + h_A = 9000 \text{ km}} \frac{g_A}{g_B} = \frac{1}{9} \times \left(\frac{9000}{4000} \right)^2 = \frac{9}{16} \xrightarrow{g_A = 6 \frac{N}{kg}} g_B = 6 \times \frac{16}{9} = \frac{32}{3} \frac{N}{kg}$$

۲۷۳ گزینه ۱ اگر ۲۵ درصد از جرم جسم سنگین برداریم، جرم آن برابر $m_2 = m_1 - \frac{25}{100} m_1 = \frac{3}{4} m_1$ می‌شود و اگر این مقدار را به جرم سبک اضافه کنیم، جرم آن برابر

$$m_1' = m_1 + \frac{25}{100} m_1 = \frac{5}{4} m_1 = 1.25 m_1$$

نیروی گرانشی که دو جسم به هم وارد می‌کنند از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

این رابطه را به صورت مقایسه‌ای برای حالت‌های اول و دوم به کار می‌بریم:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{3}{4} m_1 \times \frac{5}{4} m_1}{\frac{3}{4} m_1 \times m_1} \times \left(\frac{r}{2r} \right)^2 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{6}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8} \Rightarrow F_2 = \frac{3}{8} F_1$$

۲۷۴ گزینه ۱

$$F = \frac{Gm^2}{(2R)^2} = \frac{G(\rho V)^2}{(2R)^2}$$

$$F' = \frac{GmM_e}{r^2} \quad \text{نیروی جاذبه بین زمین و هر کره}$$

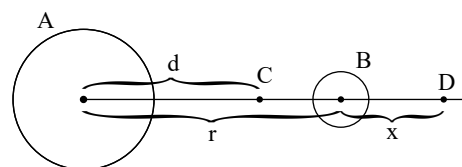
با توجه به صورت تست: $F = F'$ بنابراین:

$$\frac{Gm^2}{(2R)^2} = \frac{GmM_e}{r^2} \rightarrow r^2 = \frac{(2R)^2 M_e}{m} \rightarrow r = \frac{(10^{-1})^2 \times 6 \times 10^{24}}{60000 \times \frac{4}{3} \pi \times 125 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{21} \rightarrow r = 2\sqrt{5} \times 10^{10} \text{ m}$$

۲۷۵ گزینه ۴ در ۲ نقطه نیروهای وارد بر فضاپیما با هم برابرند: نقاط C و D

$$F_A = F_B \rightarrow \frac{Gm_A}{d^2} = \frac{Gm_B}{(r-d)^2} \rightarrow \frac{4m_B}{d^2} = \frac{m_B}{(r-d)^2} \xrightarrow{\text{جنر}} \frac{2}{d} = \frac{1}{r-d}$$

$$\rightarrow d = \frac{2}{3} r \quad \text{در گزینه‌ها نداریم}$$

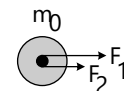


بنابراین به سراغ نقطه D می‌رویم:

$$F'_A = F'_B \rightarrow \frac{Gm_A}{(r+x)^2} = \frac{Gm_B}{x^2} \rightarrow \frac{4m_B}{(r+x)^2} = \frac{m_B}{x^2} \xrightarrow{\text{جنر}} \frac{2}{r+x} = \frac{1}{x} \rightarrow x = r, d' = r + x = r + r = 2r$$

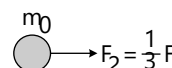
۲۷۶ گزینه ۲ بدیهی است که نیروی وارد بر m از طرف دو جرم دیگر، جاذبه است، یعنی:

$$F = F_1 + F_2 \quad (1)$$



در حالت دوم که m_1 را حذف می‌کنیم، فقط F_2 را داریم:

$$F_2 = \frac{1}{3} F \quad (2)$$



حال داریم:

$$F_2 = \frac{1}{3} F \xrightarrow{F_2 = \frac{1}{3} F} F = F_1 + F_2 \rightarrow F = F_1 + \frac{1}{3} F \rightarrow \frac{2}{3} F = F_1 \quad (3)$$

در نهایت داریم:

$$F = \frac{Gmm'}{r^2} \rightarrow \frac{(2)}{(3)} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{1}{2}F}{\frac{2}{3}F} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{r}{2r}\right)^2 = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 2$$

۲۷۷ گزینه ۱ اول، شتاب گرانش در ارتفاع h از سطح هر سیاره از رابطه زیر محاسبه می‌شود که در آن M جرم سیاره و R شعاع آن است:

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2} \Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{M'}{M_e} \times \left(\frac{R_e+h}{R'}\right)^2 \xrightarrow{M'=0.11M_e, R'=\frac{1}{2}R_e} \frac{g'}{g} = \frac{11}{100} \times \left(\frac{R_e+\frac{1}{2}R_e}{\frac{1}{2}R_e}\right)^2 \Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{99}{100}$$

۲۷۸ گزینه ۳ با استفاده از قانون گرانش عمومی، داریم:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \xrightarrow{M=\rho V, V=\frac{4}{3}\pi R^3} F = \frac{4}{3}\pi G \rho \frac{mR^3}{r^2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^3 \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 = 2 \times \left(\frac{x}{2x}\right)^3 \times \left(\frac{3x}{2x}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{9}{16}$$

۲۷۹ گزینه ۲ اگر تصویر هر یک از حالت‌های بیان‌شده را به صورت زیر رسم کنیم، داریم:

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{حالت اول} \\ \longrightarrow 8000 = G \frac{m^2}{d^2} \\ \text{حالت دوم} \\ \longrightarrow 12000 = G \frac{M^2}{d^2} \\ \text{حالت سوم} \\ \longrightarrow F_2 = G \frac{M^2 - m^2}{d^2} \end{cases} \Rightarrow F_2 = G \frac{M^2}{d^2} - G \frac{m^2}{d^2} = 12000 - 8000 = 4000 N$$

۲۸۰ گزینه ۲ وزن جسم روی سطح سیاره برابر است با:

$$W_p = W = G \frac{mM_p}{R_p^2}$$

وزن جسم در فاصله $2R_e$ از سطح زمین برابر است با:

$$W_e = 3W = G \frac{mM_e}{(2R_e + R_e)^2}$$

با مقایسه این دو رابطه خواهیم داشت:

$$W_e = 3W_p \Rightarrow G \frac{mM_e}{4R_e^2} = 3G \frac{mM_p}{R_p^2} \xrightarrow{R_p=2R_e} \frac{M_e}{4R_e^2} = 3 \frac{M_p}{4R_e^2} \Rightarrow \frac{M_e}{M_p} = 3$$

۲۸۱ گزینه ۲ از رابطه مقایسه‌ای شتاب گرانش برای دو نقطه استفاده می‌کنیم:

$$g = \frac{GM_e}{(h+R_e)^2} \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \frac{(h_1+R_e)^2}{(h_2+R_e)^2} = \left(\frac{2R_e+R_e}{4R_e+R_e}\right)^2 = \left(\frac{3}{5}\right)^2 = \frac{9}{25}$$

۲۸۲ گزینه ۲

شتاب گرانش در فاصله h از سطح سیاره، با جرم سیاره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله از مرکز سیاره ($r = R + h$) نسبت عکس دارد.

$$\frac{GM_A}{(R_A+h_A)^2} = \frac{GM_B}{(R_B+h_B)^2} \rightarrow \left(\frac{R_A+h_A}{R_B+h_B}\right)^2 = 16 \rightarrow \frac{R_A+h_A}{R_B+h_B} = 4 \xrightarrow{h_A=2h_B} \frac{R_A+2h_B}{R_B+h_B} = 4 \rightarrow R_A+2h_B = 4R_B+2h_B \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 2$$

۲۸۳ گزینه ۴ اندازه نیروی وزن برابر $W = mg$ است. با افزایش ارتفاع، شتاب گرانش ۵۱ درصد کاهش می‌یابد. با توجه به رابطه شتاب گرانش داریم:

$$g = \frac{GM}{(h+R_e)^2} \Rightarrow \frac{g_h}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \Rightarrow 0.49 = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \Rightarrow 0.7 = \frac{R_e}{R_e+h} \Rightarrow h = \frac{3}{4}R_e$$

نسبت شتاب گرانش در ارتفاع h به شتاب گرانش در سطح سیاره را می‌نویسیم:

$$\frac{g_h}{g_o} = \left(\frac{R_x}{h + R_x}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_h}{g_o} = \left(\frac{\frac{r}{v} R_e}{\frac{r}{v} R_e + \frac{r}{v} R_e}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\text{درصد تغییرات} = \left(\frac{1}{4} - 1\right) \times 100 = -75\%$$

۲۸۴ گزینه ۳

وقتی وزن جسم نسبت به وزن آن در سطح زمین ۳۶ درصد کاهش یافته، پس وزنش ۶۴ درصد وزن آن در سطح زمین است. بنابراین داریم:

$$W' = \frac{64}{100} W$$

$$\rightarrow \frac{W'}{W} = \frac{64}{100} \rightarrow \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 = \frac{64}{100}$$

$$\rightarrow \frac{R_e}{R_e + h} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$

$$\rightarrow 4R_e + 4h = 5R_e \rightarrow 4h = R_e$$

$$\rightarrow \boxed{h = \frac{1}{4} R_e}$$

۲۸۵ گزینه ۴ می‌دانیم که وزن اجسام در اطراف سطح زمین با مربع فاصله از مرکز زمین نسبت عکس دارد، بنابراین داریم: (R_e شعاع زمین است)

$$W = \frac{GM_e m}{r^2} \xrightarrow{r=R_e+h} \frac{W_h}{W_o} = \left(\frac{R_e + h_1}{R_e + h_2}\right)^2 \xrightarrow[h_2=5R_e]{h_1=0} \frac{W_h}{W_o} = \left(\frac{R_e}{6R_e}\right)^2 = \frac{1}{36}$$

۲۸۶ گزینه ۲ اگر شعاع زمین را R_e فرض کنیم در ارتفاع h ، ۱۹ درصد از وزن کم شده، پس ۸۱ درصد باقی‌مانده. یعنی:

$$\frac{\Delta W}{W} = \%19 \rightarrow W' = \Delta W + W = \%81 W$$

حال با توجه به اینکه، نیروی وزن با مربع فاصله از مرکز زمین نسبت عکس دارد، داریم:

$$\frac{W'}{W} = \frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \Rightarrow \frac{81}{100} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{9}{10} = \frac{R_e}{R_e + h} \rightarrow 9R_e + 9h = 10R_e \rightarrow 9h = R_e$$

$$\rightarrow h = \frac{R_e}{9} = \frac{6399}{9} = 711 \text{ km}$$

۲۸۷ گزینه ۱ در ابتدا شتاب گرانش در محل حضور جسم را می‌یابیم.

$$g' = \frac{W'}{m} \xrightarrow{m=70 \text{ kg}} g' = \frac{175}{70} \Rightarrow g' = 2.5 \frac{m}{s^2}$$

شتاب گرانش در ارتفاع h از سطح زمین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$g' = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$$

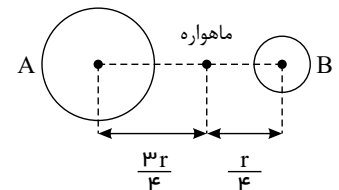
با مقایسه شتاب گرانش در محل حضور جسم با شتاب گرانش در سطح زمین داریم:

$$\frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \xrightarrow[g=10 \frac{m}{s^2}]{g'=2.5 \frac{m}{s^2}} \frac{2.5}{10} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{R_e}{R_e + h} \Rightarrow 4R_e = R_e + h \Rightarrow h = R_e$$

۲۸۸ گزینه ۴ فاصله مرکز دو سیاره برابر r است. برای آن‌که نیروهای وارد بر ماهواره متوازن باشند باید فاصله از مرکز سیاره با جرم بزرگ‌تر بیشتر باشد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$F_A = F_B$$

$$\Rightarrow 9x^2 = (r - x)^2 \Rightarrow 3x = r - x \Rightarrow x = \frac{r}{4}, r - x = \frac{3r}{4} \Rightarrow \cancel{\frac{m_A}{(r-x)^2}} = \cancel{\frac{m_B}{(x)^2}} \Rightarrow \frac{9m_B}{(r-x)^2} = \frac{m_B}{(x)^2}$$



بنابراین در فاصله $\frac{r}{4}$ از مرکز سیاره B و $\frac{3r}{4}$ از مرکز سیاره A نیروهای وارد بر ماهواره متوازن هستند.

۲۸۹ گزینه ۱

$$g = \frac{GM}{R^2} \xrightarrow{W=mg} W = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow \frac{W'}{W} = \frac{M'}{M_e} \times \frac{(Re+h)^2}{R'^2} \xrightarrow[h=Re, R'=\frac{Re}{2}]{M'=\frac{Me}{2}, W=6000N} \frac{W'}{6000} = \frac{1}{2} \times \frac{2^2}{(\frac{1}{2})^2} \Rightarrow W' = 48000N$$

۲۹۰ گزینه ۳ ابتدا نسبت جرم سیاره‌ها را به دست می‌آوریم:

$$M = \rho V = \rho \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right) \Rightarrow \frac{M_B}{M_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \left(\frac{R_B}{R_A} \right)^3 \Rightarrow \frac{M_B}{M_A} = (1.5) \left(\frac{2R}{R} \right)^3 = 12$$

اکنون نسبت نیروهای گرانشی را محاسبه می‌کنیم:

$$F = \frac{GmM}{r^2} \Rightarrow \frac{F_B}{F_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \frac{M_B}{M_A} \times \left(\frac{r_A}{r_B} \right)^2 \Rightarrow \frac{F_B}{F_A} = 2 \times 12 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 6$$

۲۹۱ گزینه ۲ می‌دانیم که اندازهٔ نیروی وزن برابر با $W = mg$ است. چون جرم همواره ثابت است، با افزایش ارتفاع (از سطح زمین به اندازهٔ h)، شتاب گرانش هم ۳۶ درصد کاهش می‌یابد. با

$$\text{توجه به رابطهٔ شتاب گرانش } (g = \frac{GM}{(h+R)^2}) \text{ داریم:}$$

$$\frac{g_h}{g_o} = \left(\frac{R_e}{h+R_e} \right)^2$$

که در آن g_h شتاب گرانش در ارتفاع h از سطح زمین، g_o شتاب گرانش در سطح زمین و R_e شعاع زمین است.

$$0.64 = \left(\frac{R_e}{h+R_e} \right)^2 \Rightarrow 0.8 = \frac{R_e}{h+R_e} \Rightarrow h = \frac{1}{4} R_e$$

نسبت شتاب گرانش در ارتفاع h به شتاب گرانش در سطح سیاره را می‌نویسیم:

$$\frac{g_{xh}}{g_{xo}} = \left(\frac{R_x}{h+R_x} \right)^2 \Rightarrow \frac{g_{xh}}{g_{xo}} = \left(\frac{\frac{1}{4} R_e}{\frac{1}{4} R_e + \frac{1}{4} R_e} \right)^2 \Rightarrow \frac{g_{xh}}{g_{xo}} = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{4}$$

بنابراین:

$$\text{درصد تغییرات} = \left(\frac{1}{4} - 1 \right) \times 100 = -75\%$$

۲۹۲ گزینه ۱ نسبت وزن جسم برابر با نسبت شتاب گرانشی در محل جسم است.

$$W = mg \Rightarrow \frac{W'}{W} = \frac{g'}{g}$$

با توجه به رابطهٔ شتاب گرانش داریم:

$$g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{\frac{M'}{R'^2}}{\frac{M}{R^2}} \xrightarrow[M=Me, R=Re+Re=2Re]{R'=2Re, M'=2Me} \frac{g'}{g} = \frac{\frac{2Me}{(2Re)^2}}{\frac{Me}{(2Re)^2}} = \frac{1}{9} \xrightarrow[W=220N]{\frac{W'}{W} = \frac{g'}{g}} \Rightarrow W' = 220 \times \frac{1}{9} = 24.4N$$

۲۹۳ گزینه ۴ طبق رابطهٔ نیروی گرانشی بین زمین و ماهواره داریم:

$$F = \frac{GM_e m}{r^2} \quad \frac{W_A}{W_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \xrightarrow{r=h+Re} \frac{W_A}{W_B} = \frac{2}{3} \left(\frac{2Re+Re}{Re+Re} \right)^2 = \frac{2}{3} \times \frac{9}{4} = \frac{3}{2}$$

۲۹۴ گزینه ۳ ماهواره و تمام اجزای واقع در آن، تحت اثر نیروی وزن خود حرکت می‌کنند و تنها نیروی وارد بر آنها، نیروی وزن می‌باشد. هر جسمی هم که فقط تحت اثر نیروی وزن حرکت کند،

حرکتی سقوط آزاد خواهد داشت و در نتیجه به تکیه‌گاه خود نیرو وارد نمی‌کند. در نتیجه باسکول عدد صفر را نشان می‌دهد. اما وزن جسم در آن نقطه برابر است با:

$$\left. \begin{aligned} W_h &= mgh \\ W_o &= mg_o \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{W_h}{W_o} = \frac{g_h}{g_o} = \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 = \left(\frac{R}{R+R} \right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow W_h = \frac{1}{4} W_o = \frac{1}{4} mg_o = \frac{1}{4} \times 4 \times 10 = 10N$$

۲۹۵ گزینه ۲ ابتدا طبق قضیه کار و انرژی جنبشی کار نیروی F را به دست می‌آوریم:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow W_F = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow W_F = \frac{1}{2} \times (50 + 10) ((2\sqrt{6})^2 - 2^2) \Rightarrow W_F = 600J$$

حال نیروی F را به دست می‌آوریم:

$$W_F = Fd \cos \theta \Rightarrow 600 = F \times 5 \times 1 \Rightarrow F = 120N$$

حال طبق قانون دوم نیوتون شتاب را به دست می‌آوریم:

$$F = ma \Rightarrow 120 = 60 \times a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

۲۹۶ گزینه ۱

$$\begin{cases} \Delta p = m(v_2 - v_1) \Rightarrow 240 = 20(v_2 - v_1) \Rightarrow v_2 - v_1 = 12 \frac{m}{s} \\ v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow 17.5 = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_1 + v_2 = 35 \frac{m}{s} \end{cases}$$

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_{F_1} + W_{F_2} + W_f = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m(v_2 - v_1)(v_1 + v_2) \Rightarrow 600 + W_{F_2} - 250 = \frac{1}{2} (20)(12)(35) \Rightarrow W_{F_2} = 1690 J$$

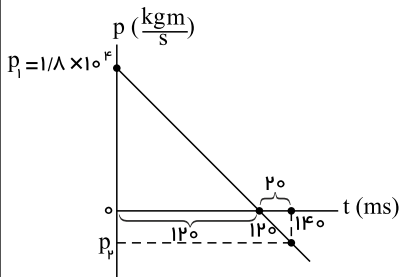
۲۹۷ گزینه ۴ ابتدا انرژی جنبشی جسم در لحظه برخورد با زمین را حساب می‌کنیم. توجه داریم که در لحظه رها شدن تندی جسم صفر است، پس انرژی جنبشی آن صفر است و اگر مبنای انرژی پتانسیل گرانشی را در سطح زمین اختیار کنیم، در لحظه برخورد با زمین انرژی پتانسیل گرانشی آن صفر است.

$$E = 90\% E_0 \rightarrow K + U = 0.9(K_0 + U_0) \rightarrow K + 0 = 0.9(0 + mgh) \rightarrow K = 0.9 \times 2 \times 10 \times 18 = 324 J$$

حال از رابطه اندازه تکانه و انرژی جنبشی داریم:

$$K = \frac{p^2}{2m} \rightarrow p = \sqrt{(2mK)} = \sqrt{2 \times 2 \times 324} = 36 \frac{kgm}{s}$$

۲۹۸ گزینه ۴ ابتدا با توجه به شیب خط (با استفاده از تشابه مثلث‌ها)، تکانه اتومبیل در لحظه $t = 140 ms$ را می‌یابیم.



$$\frac{p_2}{1/8 \times 10^3} = \frac{20}{120} \Rightarrow p_2 = 3 \times 10^3 \left(\frac{kgm}{s} \right)$$

حال انرژی جنبشی اتومبیل را در لحظه‌های $t = 140 ms$ و $t = 0 ms$ محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \begin{cases} K_1 = \frac{(1/8 \times 10^3)^2}{2 \times 1200} \Rightarrow K_1 = 135 \times 10^3 J = 135 kJ \\ K_2 = \frac{(3 \times 10^3)^2}{2 \times 1200} \Rightarrow K_2 = 3750 J = 3.75 kJ \end{cases}$$

در آخر با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K = K_2 - K_1 \xrightarrow{K_1 = 135 kJ} W_t = 3.75 - 135 \Rightarrow W_t = -131.25 kJ$$

۲۹۹ گزینه ۴ در جابه‌جایی افقی جسم، فقط مؤلفه افقی نیرو کار انجام می‌دهد. بنابراین:

$$F_x = ma_x \Rightarrow 2b = 5 \times 2.4 \Rightarrow b = 6 \Rightarrow F_x = 2b = 2 \times 6 \Rightarrow F_x = 12 N$$

$$W = F_x d = 12 \times 20 \Rightarrow W = 240 J$$

۳۰۰ گزینه ۴ اندازه نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر شخص در آسانسور از رابطه $F_N = m(g \pm a)$ محاسبه می‌شود.

در این رابطه وقتی آسانسور به صورت تندشونده به سمت بالا حرکت می‌کند علامت (+) و وقتی آسانسور به صورت تندشونده به سمت پایین حرکت می‌کند، (-) را در نظر می‌گیریم. با توجه به این

که نیروی عمودی تکیه‌گاه به سمت بالا است، داریم:

$$\Rightarrow \frac{W_N}{W'_N} = \frac{m(g+a)}{m(g-a)} \times 1 \times \frac{1}{-1} \Rightarrow \frac{W_N}{W'_N} = \frac{10+2}{10-2} \times (-1) \Rightarrow \frac{W_N}{W'_N} = -1.5 W_N = F_N d \cos \theta \Rightarrow \frac{W_N}{W'_N} = \frac{F_N}{F'_N} \times \frac{d}{d'} \times \frac{\cos \theta}{\cos \theta'}$$