



نام و نام خانوادگی :

پایه تحصیلی :

نام دبیر :

عنوان آزمون : بانک تست فیزیک سال

دوازدهم تجربی (فصل ۲ دینامیک)

نام درس :

نام آموزشگاه :

تاریخ برگزاری ۱۴۰۴/۰۴/۳۱

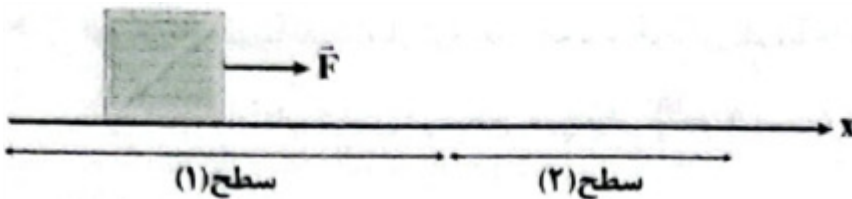
۱ جعبه‌ای به جرم 50 kg بر روی یک سطح افقی ساکن است. به این جعبه، نیروی افقی متغیر با زمان $F = 100t$ وارد می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح، به ترتیب $0/6$ و $0/4$ باشد، کدام مورد درباره جابه‌جایی جعبه، d ، در بازه زمانی $t = 0 \text{ s}$ تا $t = 4/0 \text{ s}$ صحیح است؟ (همه مقادیر در SI هستند و $g = 10 \frac{N}{kg}$)

- ۱ $4/0 < d < 8/0$ ۲ $2/0 < d < 4/0$ ۳ $1/0 < d < 2/0$ ۴ $d < 1/0$

۲ توپ کوچکی به جرم 200 گرم از بام ساختمانی به ارتفاع 80 متر با تندی $30 \frac{m}{s}$ در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود و پس از برخورد به سطح افقی زمین برای اولین بار حداکثر تا لبه بام بالا می‌رود. اگر مدت زمان تماس توپ با زمین $0/2$ ثانیه باشد، نیروی متوسطی که از طرف سطح زمین به توپ وارد می‌شود، در مدت زمان برخورد با زمین چند نیوتون است؟ (مقاومت هوا در مسیر حرکت ناچیز می‌شود و $g = 10 \frac{m}{s^2}$)

- ۱ ۹۰ ۲ ۹۲ ۳ ۱۰۰ ۴ ۱۰۲

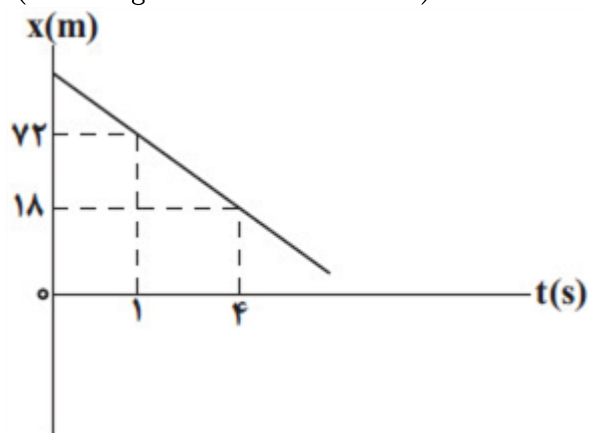
۳ مطابق شکل زیر، جسمی تحت تأثیر نیروی ثابت و افقی F در مبدأ زمان شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جنبشی سطح ۲، $\frac{3}{8}$ ، ضریب اصطکاک جنبشی سطح ۱ است. اگر زاویه‌ای که نیروی سطح با جهت منفی محور x تشکیل می‌دهد، در سطح ۲، دو برابر سطح ۱ باشد، آن‌گاه ضریب اصطکاک جنبشی سطح ۲ کدام است؟



- ۱ ۲ ۲ $1/25$ ۳ $0/75$ ۴ $0/6$

۴) نمودار مکان - زمان جسمی به جرم ۲ کیلوگرم که روی سطح افقی دارای اصطکاکی تحت تأثیر دو نیروی هم‌راستای افقی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ در حال حرکت است، مطابق شکل مقابل است. اگر در لحظه‌ای که جهت بردار مکان جسم تغییر می‌کند، نیروی $\vec{F}_1$ حذف شود، مسافت طی شده توسط متحرک از مبدأ زمان تا لحظه توقف ۱۱۷ متر می‌شود. $\vec{F}_1$ برحسب نیوتون کدام است؟

$$\left(g = 10 \frac{N}{kg}, \mu_s = 0.6, \mu_k = 0.4\right)$$



۱۶ $\vec{i}$ (۴)

-۱۲ $\vec{i}$ (۳)

-۱۶ $\vec{i}$ (۲)

۱۲ $\vec{i}$ (۱)

۵) جسمی به جرم ۵۰۰ گرم تحت تأثیر نیروی $\vec{F}_1 = (-10N)\vec{i}$ در لحظه $t = 0$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. از لحظه $t = 4s$ ، نیروی $\vec{F}_2 = (15N)\vec{i}$ هم علاوه بر $\vec{F}_1$ به جسم وارد می‌شود. سرعت متوسط جسم در ۱۰ ثانیه‌ی اول حرکت چند متر بر ثانیه است؟

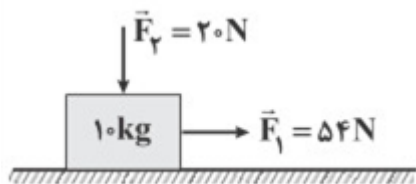
۴۴ $\vec{i}$ (۴)

-۴۴ $\vec{i}$ (۳)

۴۶ $\vec{i}$ (۲)

-۴۶ $\vec{i}$ (۱)

۶) مطابق شکل زیر، دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هم‌زمان بر جسم ساکنی به جرم ۱۰ kg اثر می‌کنند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح به ترتیب، ۰/۴ و ۰/۲ باشند، اندازه‌ی تکانه‌ی این جسم در لحظه‌ی $t = 5s$ چند واحد SI است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



صفر (۴)

۱۵۰ (۳)

۵۰ (۲)

۳۰ (۱)

۷ مطابق شکل مقابل، کودکی داخل آسانسوری متحرک که جهت شتاب آن رو به بالا است، ایستاده است. اگر بزرگی نیرویی که کف آسانسور در حال حرکت به شخص وارد می‌کند برابر با F و هنگامی که آسانسور ساکن است برابر با F' باشد، کدام گزینه صحیح است؟



۱ $F = F'$

۲ $F > F'$

۳ $F < F'$

۴ بسته به نوع حرکت آسانسور می‌تواند هر سه گزینه صحیح باشد.

۸ مطابق شکل، شخصی با نیروی افقی در حال هل دادن یک جسم با تندی ثابت است. کدامیک از عبارتهای زیر در مورد این شکل، نادرست است؟
الف) نیرویی که شخص با آن جسم را هل می‌دهد، هم‌اندازه و در خلاف جهت نیروی اصطکاک بین جسم و سطح افقی است.



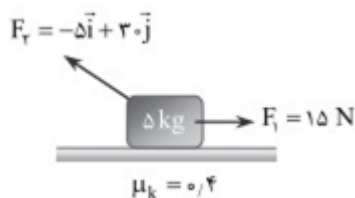
۴ «الف» و «ج»

۳ «الف» و «ب»

۲ فقط «ب»

۱ فقط «ج»

۹ در شکل مقابل دو نیروی F_1 و F_2 به جسم ساکنی اثر می‌کند و جسم شتاب می‌گیرد. اگر پس از Δs ، نیروی F_2 قطع شود، جسم پس از طی چه مسافتی از شروع حرکت متوقف می‌شود؟



۴ ۱۱ m

۳ ۷ m

۲ ۵ m

۱ ۲ m

۱۰ دو وزنه‌ی A و B با سرعت اولیه‌ی یکسان، تماس بر یک سطح افقی پرتاب می‌شوند. اگر جرم وزنه‌ی A نصف جرم وزنه‌ی B و ضریب اصطکاک آن ۲ برابر ضریب اصطکاک وزنه‌ی B باشد، مسافتی که وزنه A طی می‌کند تا متوقف شود، چند برابر مسافتی است که وزنه B طی می‌کند تا متوقف شود؟

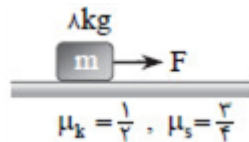
۴ $\frac{1}{2}$

۳ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۲ ۱

۱ ۲

۱۱) جسم مقابل ساکن است. نیروی F را به تدریج افزایش می‌دهیم تا جعبه شروع به حرکت کند حداکثر نیرویی که سطح



افقی بر جعبه وارد می‌کند چند نیوتون است؟

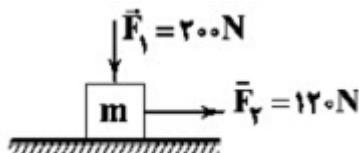
۵۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۸۰ (۲)

۴۰ (۱)

۱۲) اگر مطابق شکل زیر، بر جسمی به جرم 4 kg که در ابتدا روی سطح افقی به ضرایب اصطکاک $\mu_s = 0.7$ و $\mu_k = 0.4$ ساکن بوده است، دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به طور همزمان وارد شوند، اندازه‌ی نیرویی که سطح افقی بر وزنه وارد می‌کند، چند برابر اندازه‌ی نیروی وزن جسم خواهد شد؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



۳ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۳) جسمی تحت تأثیر نیروی افقی F به بزرگی 12 N روی سطح افقی بدون اصطکاک بر روی خط راست در حال حرکت است. اگر تکانه‌ی جسم در لحظه‌ی $t = 1\text{ s}$ برابر با p و در لحظه‌ی $t = 3\text{ s}$ برابر با $-\frac{p}{4}$ باشد. بزرگی تکانه‌ی جسم در لحظه‌ی $t = 5\text{ s}$ در SI کدام است؟

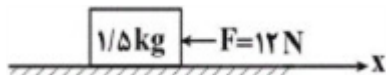
۸ (۴)

۱۲ (۳)

۳۲ (۲)

۱۶ (۱)

۱۴) مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $1/5\text{ kg}$ که بر روی سطح افقی دارای اصطکاک در راستای محور x در حال حرکت است، نیروی افقی و ثابت $F = 12\text{ N}$ وارد می‌شود. اگر بردار سرعت اولیه‌ی جسم در SI، $18\vec{i}$ باشد، تندی جسم در لحظه‌ی $t = 4\text{ s}$ چند $\frac{m}{s}$ است؟ $\left(\mu_s = 0.5, \mu_k = 0.4, g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



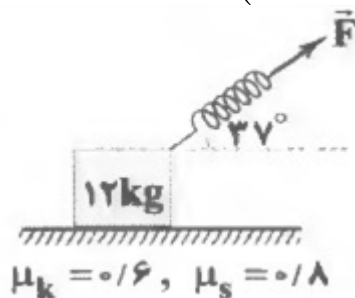
۱۰ (۴)

صفر (۳)

۲ (۲)

۳۴ (۱)

۱۵) مطابق شکل زیر، به وسیله‌ی یک فنر افقی با ثابت $200 \frac{N}{m}$ وزنه‌ای 12 kg را می‌کشیم. اگر افزایش طول فنر 50 cm باشد، تکانه‌ی جسم بعد از گذشت 3 ثانیه چند نیوتون ثانیه است؟ $\left(\sin 37^\circ = 0.6, g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



۱۳۲ (۴)

۱/۳۲ (۳)

۱۳/۲ (۲)

۱۳۲ (۱)

۱۶ خودرویی به جرم $2/5$ تن با نیروی محرکه 6 kN و شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می‌کند.

کار نیروهای مقاوم در برابر حرکت اتومبیل در مسیری به طول 90 m چند کیلوژول است؟

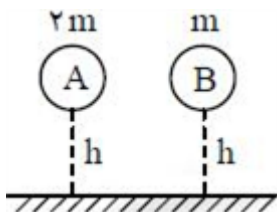
- ۱) -30 ۲) -90 ۳) 45 ۴) -150

۱۷ نیروی F به وزنه‌ای به جرم m_1 ، شتاب a_1 و به وزنه‌ای به جرم m_2 ، شتاب a_2 می‌دهد. این نیرو به وزنه‌ای به جرم

$\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ چه شتابی می‌دهد؟

- ۱) $\sqrt{a_1^2 + a_2^2}$ ۲) $\frac{\sqrt{a_1^2 + a_2^2}}{a_1 a_2}$ ۳) $\frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 + a_2^2}}$ ۴) $\frac{\sqrt{a_1^2 + a_2^2}}{2}$

۱۸ دو گوی هم‌اندازه A و B از بالای برجی به ارتفاع h به‌طور هم‌زمان رها می‌شوند. اگر نیروی مقاومت هوا بر هر دو گوی یکسان باشد، در مورد شتاب سقوط گلوله‌ها و تندی برخورد آن‌ها با سطح زمین کدام گزینه صحیح است؟ (جرم A دو برابر جرم B است.)



- ۱) $v_B = v_A, a_B = a_A$ ۲) $v_B > v_A, a_B > a_A$ ۳) $v_B < v_A, a_B < a_A$ ۴) $v_B < v_A, a_B = a_A$

۱۹ در شکل زیر سیستم به حالت تعادل قرار دارد. اگر جرم قرقره 3 کیلوگرم و جرم و اصطکاک نخ ناچیز باشد، نیروسنج

چند نیوتن را نشان می‌دهد؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



- ۱) 30 ۲) 35 ۳) 60 ۴) 55

۲۰ جسمی به جرم 3 کیلوگرم را از نقطه‌ای که تا دیوار مقابل 9 متر فاصله دارد روی سطحی با ضریب اصطکاک جنبشی $0/2$ و سرعت اولیه‌ی v پرتاب می‌کنیم. حداکثر v چند متر بر ثانیه باشد تا جسم به دیوار مقابل برخورد نکند؟

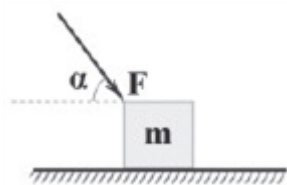
$\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$

- ۱) 9 ۲) 6 ۳) $4/5$ ۴) 3

۲۱ شخصی به جرم 60 کیلوگرم در طبقه‌ی همکف، وارد آسانسور می‌شود. آسانسور در ابتدا با شتاب تندشونده $2 \frac{m}{s^2}$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند. سپس برای توقف در طبقه‌ی دهم با شتاب کندشونده $2/6 \frac{m}{s^2}$ سرعتش را کاهش می‌دهد. اگر در تمام مدت فرد روی ترازو ایستاده باشد، اختلاف اعدادی که ترازو در حالت‌های تندشونده و کندشونده نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟

- ۱) 276 ۲) 216 ۳) 220 ۴) 320

۲۲ در شکل زیر، جسمی به جرم m روی یک سطح افقی با ضریب اصطکاک ایستایی μ_s و ضریب اصطکاک جنبشی μ_k قرار دارد. با تغییر زاویه α از صفر تا 90° ، جسم روی سطح باقی می‌ماند؛ در اثر این تغییر زاویه، نیروی برابندی که سطح زیرین جسم به آن وارد می‌کند، چگونه تغییر می‌کند؟



۱ افزایش می‌یابد. ۲ کاهش می‌یابد.

۳ ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد. ۴ ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

۲۳ دو شخص A و B با جرم‌های برابر در مسابقه‌ی طناب‌کشی، دو سر یک طناب بسیار سبک را گرفته‌اند و در حالی که تقریباً به‌طور عمود بر سطح زمین ایستاده‌اند، به‌طور افقی طناب را می‌کشند. شخص A در حال بَرَنده شدن است، در این‌صورت کدام گزینه درست است؟

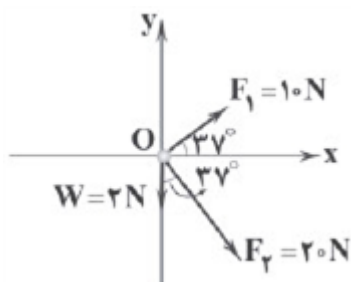
۱ نیرویی که شخص A بر طناب وارد می‌کند، با نیرویی که شخص B بر طناب وارد می‌کند، برابر است.

۲ نیروی قائمی که شخص A به زمین وارد می‌کند، بیشتر از نیروی قائم شخص B به زمین است.

۳ نیروی اصطکاک وارد از سطح زمین بر کف پاهای شخص A و شخص B برابر است.

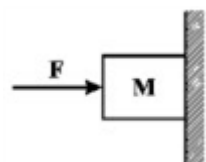
۴ نیرویی که شخص A بر طناب وارد می‌کند، بیشتر از نیرویی است که شخص B بر طناب وارد می‌کند.

۲۴ در شکل زیر به گلوله‌ای به جرم $200g$ در نقطه‌ی O نیروهای $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{W}$ وارد می‌شود. بردار شتاب گلوله در SI کدام است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



۱ $40\vec{i} - 60\vec{j}$ ۲ $40\vec{i} - 80\vec{j}$ ۳ $100\vec{i} - 80\vec{j}$ ۴ $100\vec{i} - 60\vec{j}$

۲۵ نیروی افقی $F = 12N$ مطابق شکل، جعبه‌ای به وزن $5N$ را به دیوار قائمی می‌فشارد. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیوار و جسم به‌ترتیب $\mu_s = 0.6$ و $\mu_k = 0.4$ است. با فرض این‌که جسم در ابتدا ساکن است، نیرویی که دیوار به جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟



۱ ۵ ۲ ۱۲ ۳ ۱۳ ۴ ۷/۲

۲۶ آسانسوری با شتاب ثابت در حال حرکت است. گلوله‌ای به جرم 200 g از یک نخ سبک و از سقف آسانسور آویزان شده است. اگر حداکثر نیروی کشش قابل تحمل نخ برابر 1 نیوتون باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد بزرگی شتاب آسانسور بر حسب متر بر مجذور ثانیه و نوع حرکت آسانسور می‌تواند صحیح باشد؟ $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

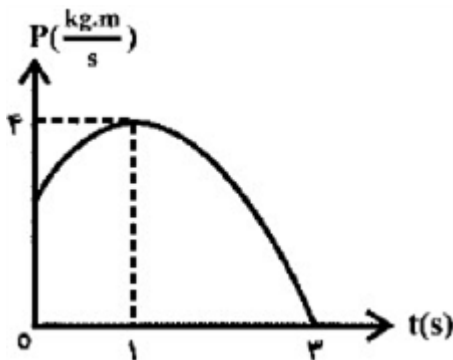
۱، تندشونده به سمت بالا ۲، کندشونده به سمت بالا

۳، تندشونده به سمت پایین ۴، کندشونده به سمت پایین

۲۷ توپی به جرم 300 گرم با سرعت افقی $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به یک دیوار برخورد کرده و با سرعت افقی $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ برمی‌گردد. اگر زمان تماس توپ با دیوار 0.2 ثانیه باشد، بزرگی نیروی متوسطی که دیوار به توپ وارد کرده است، چند نیوتن است؟

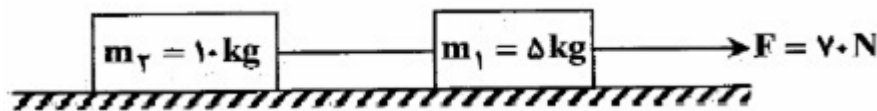
۱، ۳ ۲، ۲ ۳، ۶ ۴، $1/2$

۲۸ نمودار $p - t$ متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، به صورت سهمی شکل مقابل می‌باشد. اگر جرم جسم 2 kg باشد، سرعت اولیه‌ی جسم چند متر بر ثانیه است؟



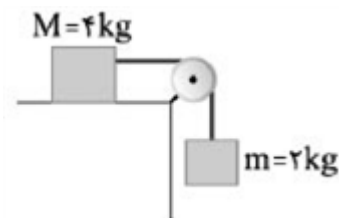
۱، ۱ ۲، $1/5$ ۳، ۲ ۴، ۳

۲۹ در شکل مقابل، جرم طناب و اصطکاک m_1 با سطح افقی ناچیز است و ضریب اصطکاک m_2 با تکیه‌گاه برابر 0.4 است. اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر m_1 چند نیوتن است؟



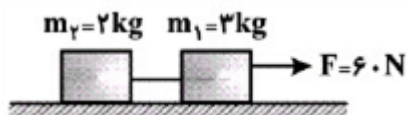
۱، ۱۰ ۲، ۲۰ ۳، ۳۰ ۴، ۶۰

۳۰ در شکل روبه‌رو سیستم در حال حرکت یک‌نواخت می‌باشد. اگر جای دو جرم m و M عوض شود، شتاب حرکت مجموعه چند متر بر مجذور ثانیه خواهد شد؟ $\left(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}\right)$



۱، ۱۰ ۲، ۵ ۳، $3/5$ ۴، $1/25$

۳۱ در شکل زیر، نسبت اندازه‌ی نیروی کشش نخ متصل بین دو وزنه هنگامی که اصطکاک ناچیز است به حالتی که ضریب اصطکاک جنبشی هر یک از دو جسم با سطح برابر با $0/1$ می‌باشد، کدام است؟ (نخ بدون جرم فرض شود و



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

- ۱ ☐ ۲ ☐ ۳ ☐ ۴ ☐ ۵

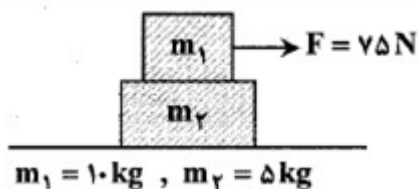
۳۲ جسمی به جرم 2 Kg با سرعت $20 \frac{m}{s}$ روی یک سطح افقی پرتاب می‌شود. پس از گذشت 10 s ، سرعت جسم در اثر نیروی اصطکاک به $10 \frac{m}{s}$ می‌رسد. توان نیروی اصطکاک وارد بر جسم چند وات بوده است؟

- ۱ ☐ ۲ ☐ ۳ ☐ ۴ ☐ ۵

۳۳ اتومبیلی به جرم 1200 kg پس از طی مسافت 300 متر بدون تغییر جهت و با شتاب ثابت، سرعتش از 36 km/h به 72 km/h می‌رسد. برآیند نیروهای وارد بر آن چند نیوتون است؟

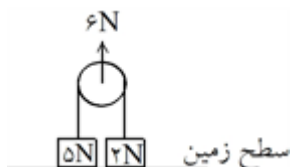
- ۱ ☐ ۲ ☐ ۳ ☐ ۴ ☐ ۵

۳۴ در شکل مقابل، ضریب اصطکاک در کلیه‌ی سطوح تماس $\mu_s = 0/7$ و $\mu_k = 0/4$ است. اندازه‌ی نیروی اصطکاک وارد بر m_1 چند نیوتن است؟



- ۱ ☐ ۲ ☐ ۳ ☐ ۴ ☐ ۵

۳۵ در شکل مقابل از جرم قرقره، نخ و اصطکاک بین آن‌ها صرف‌نظر می‌شود. پس از یک ثانیه فاصله‌ی قائم دو جسم چه قدر است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$



- ۱ ☐ ۲ ☐ ۳ ☐ ۴ ☐ ۵

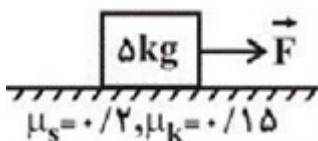
۳۶ نیرویی افقی F به جسمی به جرم m که روی سطح اصطکاک‌دار زمین قرار دارد، شتاب $a \neq 0$ می‌دهد. نیروی افقی $2F$ به این جسم شتاب a_1 و به جسمی به جرم $2m$ که روی همان سطح قرار بگیرد، شتاب a_2 می‌دهد. در این صورت

- ۱ ☐ ۲ ☐ ۳ ☐ ۴ ☐ ۵

۳۷ یک کامیون با خودروی سواری برخورد رودرو می‌کند. اگر نیرویی که کامیون به سواری وارد می‌کند را F_1 و نیرویی که سواری به کامیون وارد می‌کند را F_2 بنامیم، کدام گزینه صحیح است؟

- ۱ ☐ ۲ ☐ ۳ ☐ ۴ ☐ ۵

۳۸ مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $m = ۵ \text{ kg}$ روی سطح افقی ساکن است و نیروی افقی و متغیر $F = ۳t + ۲$ نیوتون به آن وارد می‌شود. اگر $\mu_s = ۰/۲$ و $\mu_k = ۰/۱۵$ باشد، در لحظه‌ی $t = ۲ \text{ s}$ ، اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین جسم و سطح افقی چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



۶ (۴)

۷/۵ (۳)

۸ (۲)

۱۰ (۱)

۳۹ اگر جرم سیاره‌ای $\frac{۱}{۱۰}$ جرم زمین و شعاع آن $\frac{۱}{۴}$ شعاع کره‌ی زمین باشد، اندازه‌ی شتاب گرانش در سطح این سیاره چند برابر اندازه‌ی شتاب گرانش در سطح زمین است؟

۰/۰۵ (۴)

۰/۴ (۳)

۰/۵ (۲)

۰/۲ (۱)

۴۰ اگر توپی با جرم $۰/۲$ کیلوگرم با سرعت اولیه‌ی V در راستای قائم به سمت بالا پرتاب شود، در شرایط خلأ در طی ۱ ثانیه و در هوا در طی $۰/۸$ ثانیه به نقطه‌ی اوج خود می‌رسد. نیروی مقاومت هوا به طور متوسط برابر چند نیوتون است؟

۰/۸ (۴)

۰/۵ (۳)

۰/۴ (۲)

۱ (۱)

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$f_{s\max} = 0/6 \times 500 = 300N \quad f_k = 0/4 \times 500 = 200N$$

$t = 3s \Rightarrow F_{t=3s} = 300N \Rightarrow$ جسم در آستانه حرکت

$$t = 4s \Rightarrow 400 - 200 = 50a \Rightarrow a = \frac{4}{5} \frac{m}{s^2} \Rightarrow d = \frac{16 - 0}{2(4)} = 2m \Rightarrow \text{بیشترین جابه‌جایی}$$

۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی توپ، تندی توپ را هنگام برخورد به زمین و سپس هنگام جدا شدن از سطح زمین به دست می‌آوریم:
تندی گلوله در لحظه برخورد به زمین:

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh$$

$$\Rightarrow v_1^2 - v_0^2 = 2gh \Rightarrow v_1^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = \sqrt{900 + 2 \times 10 \times 80}$$

$$= \sqrt{2500} = 50 \frac{m}{s}$$

تندی گلوله هنگام جدا شدن از زمین:

$$\Delta K = -\Delta U \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = -mgh \Rightarrow v_2^2 = v_1^2 - 2gh$$

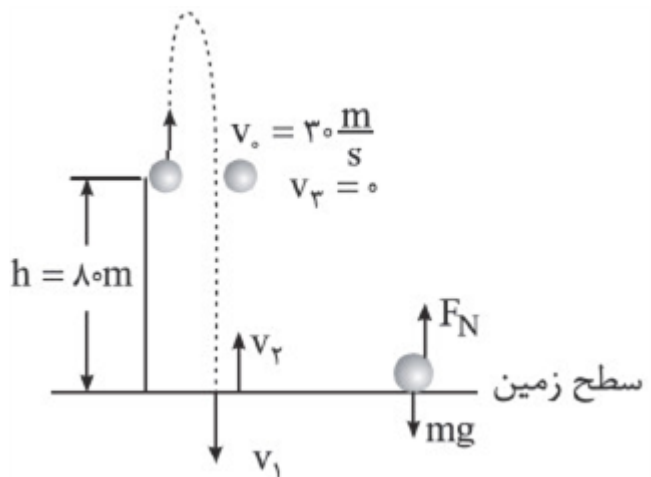
$$v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2gh} = \sqrt{2500 - 2 \times 10 \times 80} = \sqrt{900} = 30 \frac{m}{s}$$

اگر جهت مثبت محور مکان را رو به فرض کنیم، سرعت توپ هنگام برخورد به زمین و هنگام جدا شدن از سطح زمین

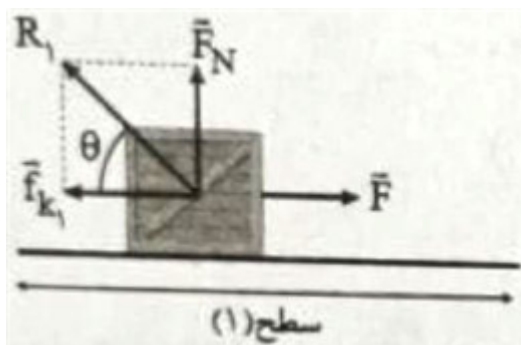
$$v_1 = -50 \frac{m}{s}, v_2 = +30 \frac{m}{s} \quad \text{برابر است با:}$$

$$\bar{F}_{\text{net av}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \bar{F}_{\text{net av}} = \frac{0/2 \times (30 - (-50))}{0/2} = 90N$$

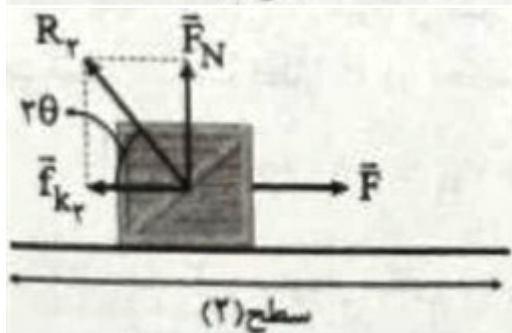
$$\bar{F}_{\text{net}} = mg + \bar{F}_N \Rightarrow 90 = -2 + \bar{F}_N \Rightarrow \bar{F}_N = 92N$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به دو شکل زیر داریم:



$$\tan \theta = \frac{F_N}{f_{k_1}} = \frac{F_N}{\mu_{k_1} \cdot F_N} = \frac{1}{\mu_{k_1}}$$



$$\tan r\theta = \frac{F_N}{f_{k_r}} = \frac{F_N}{\mu_{k_r} \cdot F_N} = \frac{1}{\mu_{k_r}}$$

$$\tan r\theta = \frac{r \tan \theta}{1 - \tan r\theta} \rightarrow \frac{1}{\mu_{k_r}} = \frac{r}{\frac{\mu_{k_1}}{1 - \frac{1}{\mu_{k_1}}}}} \Rightarrow \frac{1}{\mu_{k_r}} = \frac{r \mu_{k_1}}{\mu_{k_1}^2 - 1}$$

$$\mu_{k_1}^2 - 1 = r \mu_{k_1} \mu_{k_r} \Rightarrow \mu_{k_1}^2 - r \mu_{k_1} \mu_{k_r} - 1 = 0 \xrightarrow{\mu_{k_r} = \frac{r}{\lambda} \mu_{k_1}} \mu_{k_1}^2 - \frac{r^2}{\lambda} \mu_{k_1} - 1 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{r} \mu_{k_1}^2 = 1 \Rightarrow \mu_{k_1} = r \Rightarrow \mu_{k_r} = \frac{r}{\lambda} \times r = 0.75$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. متحرک در خلاف جهت محور x ها حرکت می‌کند و سرعت آن ثابت است، بنابراین اولاً برابند نیروهای وارد بر آن برابر صفر است. ثانیاً نیروی اصطکاک در جهت مثبت به جسم وارد می‌شود.

ابتدا معادله حرکت متحرک را به دست می‌آوریم، و لحظه‌ای که جهت بردار مکان تغییر می‌کند را مشخص می‌کنیم:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = 4-1=3s]{\Delta x = 18-72 = -54m} v = \frac{-54}{3} = -18 \frac{m}{s} \Rightarrow x = -18t + 90$$

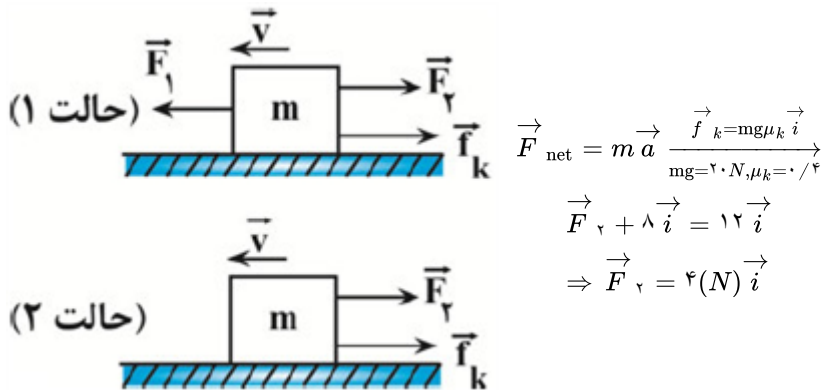
پس از لحظه $t = 5s$ نوع حرکت متحرک کندشونده می‌شود و جابه‌جایی آن تا لحظه توقف برابر می‌شود با:

$$\Delta x = 90 - 117 = -27m$$

اکنون شتاب حرکت را از لحظه حذف نیروی $\vec{F}_1$ تا لحظه توقف به دست می‌آوریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow[v = 0, v_0 = -18 \frac{m}{s}]{\Delta x = -27m} 0 - 18^2 = -2 \times 27 \times a \Rightarrow a = \frac{18^2}{2 \times 27} = 6 \frac{m}{s^2}$$

اکنون برابند نیروهای وارد بر جسم را به دست می‌آوریم:



در حالت اول که برابند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر است، داریم:

$$\vec{F}_{net} = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{f}_k = 0 \xrightarrow[\substack{\vec{F}_2 = 4\vec{i} \\ \vec{f}_k = 8\vec{i}}]{\vec{F}_1 = -12(N)\vec{i}}$$

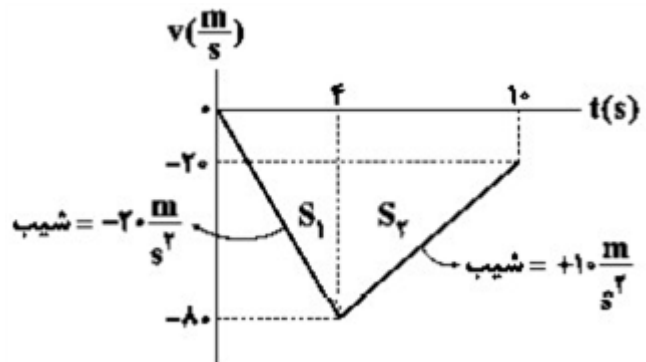
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در ۴ ثانیه‌ی اول حرکت، شتاب برابر است با:

$$F_{net} = ma \Rightarrow -10 = 0.5a_1 \Rightarrow a_1 = -20 \frac{m}{s^2}$$

در بازه‌ی زمانی $4s < t < 10s$ شتاب متحرک برابر است با:

$$F_{net} = ma \Rightarrow -10 + 15 = 0.5a_2 \Rightarrow a_2 = 10 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین می‌توانیم نمودار سرعت - زمان متحرک را به شکل زیر رسم کنیم:



جابه‌جایی متحرک برابر مساحت محصور بین نمودار و محور افقی است، بنابراین داریم:

$$\Delta x = -S_1 - S_2 = \frac{-4 \times 20}{2} - \frac{6 \times 20}{2} = -40m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-40}{10} = -4 \frac{m}{s} \Rightarrow \vec{v}_{av} = \left(-4 \frac{m}{s}\right)\vec{i}$$

بنابراین سرعت متوسط برابر است با:

۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا شرط حرکت جسم، یعنی همان غلبه‌ی نیروی اعمالی خارجی بر نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را بررسی می‌کنیم:

$$F_N = F_g + mg = 20 + 10 \times 10 = 20 + 100 = 120 \text{ N}$$

$$f_{s, \max} = \mu_s F_N \xrightarrow{\mu_s = 0.4} f_{s, \max} = 0.4 \times 120 = 48 \text{ N}$$

با توجه به این‌که اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ از ۴۸ نیوتون بیشتر است، در نتیجه جسم حرکت می‌کند، در نتیجه می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \\ f_k = \mu_k F_N \xrightarrow[F_N = 120 \text{ N}]{\mu_k = 0.2} 0.2 \times 120 = 24 \text{ N} \end{cases}$$

$$\xrightarrow[F_N = 120 \text{ N}]{F = 54 \text{ N}} 54 - 24 = 10a \Rightarrow 30 = 10a \Rightarrow a = \frac{30}{10} = 3 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین سرعت جسم در لحظه‌ی $t = 5 \text{ s}$ برابر است با:

$$v = at + v_0 \xrightarrow[t = 5 \text{ s}, v_0 = 0]{a = 3 \frac{m}{s^2}} v = 3 \times 5 + 0 \Rightarrow v = 15 \frac{m}{s}$$

بنابراین اندازه‌ی تکانه‌ی جسم در لحظه‌ی $t = 5 \text{ s}$ برابر است با:

$$p = mv \xrightarrow[v = 15 \frac{m}{s}]{m = 10 \text{ kg}} p = 10 \times 15 = 150 \frac{\text{kg} \cdot m}{s}$$

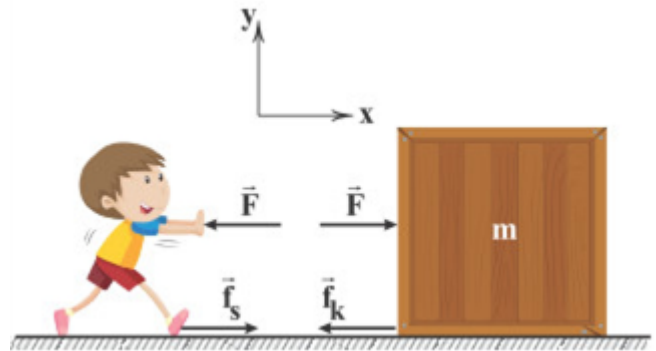
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به طور کلی اگر جهت شتاب آسانسور رو به بالا باشد (فارغ از هر نوع حرکت آسانسور) اندازه‌ی نیرویی که آسانسور به شخصی وارد می‌کند بیش‌تر از حالتی است که آسانسور ساکن است.

$$\begin{aligned} & \text{در حال سکون: } F' = mg \\ & \Rightarrow F > F' \\ & \text{اگر شتاب رو به بالا باشد: } F = m(g + |a|) \end{aligned}$$

۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. شکل زیر، نیروهای وارد بر جسم و شخص را نشان می‌دهد.

دقت کنید: نیرویی که شخص به جسم وارد می‌کند، مطابق قانون سوم نیوتون، هم‌اندازه با نیرویی است که جسم به شخص وارد می‌کند. برای واضح‌تر شدن شکل، بین شخص و جسم فاصله ایجاد کرده‌ایم.

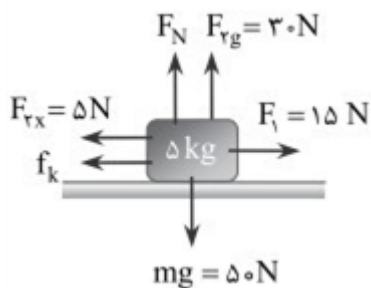


با توجه به این‌که حرکت با سرعت ثابت انجام می‌شود، نیروی خالص وارد بر شخص و جسم صفر است، بنابراین داریم:

$$F = f_s \Rightarrow \text{نیروی خالص وارد بر شخص، صفر است.}$$

$$F = f_k \Rightarrow \text{نیروی خالص وارد بر جسم، صفر است.}$$

مطابق توضیحات فوق، فقط عبارت «ب» نادرست است.



$$\begin{aligned} F_N + F_{rg} &= mg \\ \Rightarrow F_N - 20 N \\ f_k &= \mu_k = \mu_k F_N \\ &= 0.4 \times 20 = 8 N \end{aligned}$$

$$F_1 - F_{rx} - f_k = ma_1 \Rightarrow 15 - 5 - 8 = 5a \Rightarrow a_1 = 0.4$$

جابه‌جایی مرحله اول برابر است با:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{4}{1} \times 2^2 = 4 m$$

$$V_1 = at_1 = 0.4 \times 0.4 = 0.16 \frac{m}{s}$$

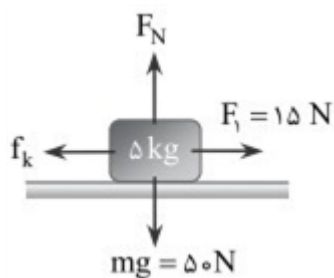
$$F_N = mg = 50 N$$

پس از قطع F_1 داریم:

$$f_k = \mu_k \cdot F_N = 0.4 \times 50 = 20 N$$

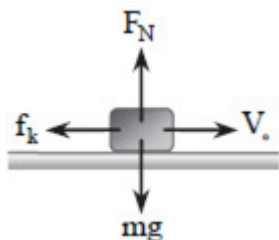
$$f_k - F_1 = ma_2 \Rightarrow a_2 = 1 \frac{m}{s^2}$$

جابه‌جایی مرحله دوم برابر است با:



$$\begin{aligned} V_2^2 - V_1^2 &= 2a\Delta x \\ 0 - (0.16)^2 &= 2 \times (-1) \times \Delta x \\ \Rightarrow \Delta x_2 &= 0.0128 m \\ \Delta x_t &= \Delta x_1 + \Delta x_2 = 4 + 0.0128 = 4.0128 m \end{aligned}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. توجه شود که شتاب جسم در این حرکت به جرم آن بستگی ندارد.



$$\begin{aligned} f_k &= \mu_k \cdot F_N = \mu_k mg \\ F_{net} &= f_k = ma \Rightarrow a = \mu_k g \\ \frac{a_A}{a_B} &= \frac{\mu_{kA}}{\mu_{kB}} = 2 \end{aligned}$$

$$V_1^2 - V_2^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{a_B}{a_A} = \frac{1}{2}$$

برای جابه‌جایی داریم:

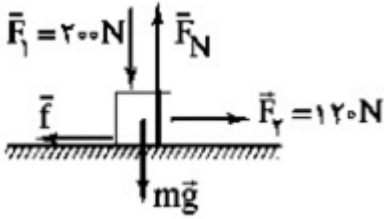
$$\sqrt{f^2 + F_N^2}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی سطح بر جعبه برآیند نیروهای F_N و اصطکاک است.

چون مقدار $F_N = mg = 80$ ثابت است بنابراین حداکثر نیروی سطح بر جعبه وقتی رخ می‌دهد که، نیروی اصطکاک بیشینه باشد.

$$f_{smax} = \mu_s N = \left(\frac{3}{4}\right)(80) = 60 \Rightarrow R_{max} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100 N$$

ابتد باید مشخص کنیم جسم به حرکت درمی‌آید یا نه.



$$F_N = F_1 + mg = 240 \text{ N}$$

$$f_{s; \max} = \mu_s F_N = 0.7 \times 240 = 168 \text{ N}$$

جسم ساکن می‌ماند $\Rightarrow F_2 = 120 \text{ N} < f_{s; \max} = 168 \text{ N}$

$$F_{\text{net}_x} = 0 \Rightarrow f = F_2 = 120 \text{ N}$$

منظور از نیروی سطح، برآیند دو نیروی $\vec{F}_N$ و $\vec{f}$ است.

$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2} = \sqrt{(240)^2 + (120)^2} = 120\sqrt{5} \text{ N}$$

نسبت بزرگی نیروی سطح به بزرگی نیروی وزن خواسته شده است:

$$\frac{R}{mg} = \frac{120\sqrt{5}}{40} = 3\sqrt{5}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطهٔ تکانه و نیرو، تکانه جسم را در لحظهٔ $t = 1 \text{ s}$ به دست می‌آوریم:

$$|F_{\text{net}}| = \frac{\Delta p}{\Delta t} \xrightarrow{F_{\text{net}} = 12 \text{ N st } t_1 = 1 \text{ s و } t_2 = 3 \text{ s}} 12 = \frac{-\frac{p}{3} - p}{3 - 1} \Rightarrow 24 = \frac{3|p|}{2}$$

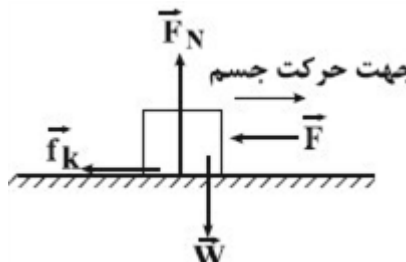
$$\Rightarrow p = 16 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \Rightarrow P_t = 3s = -\frac{p}{3} = -8 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

با توجه به اینکه بردار تکانه در لحظات $t = 1 \text{ s}$ و $t = 3 \text{ s}$ خلاف جهت یکدیگر است و از طرفی جسم با شتاب ثابت در حال حرکت است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که در لحظه $t = 3 \text{ s}$ بردار سرعت و نیرو با یکدیگر هم‌جهت هستند.

$$|F_{\text{net}}| = \left| \frac{\Delta p}{\Delta t} \right| \Rightarrow 12 = \left| \frac{P_{t=3s} - P_{t=1s}}{3 - 1} \right|$$

$$\xrightarrow{P_{(t=1s)} = -8 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}} 12 \times 2 = |P_{t=3s} + 8| \Rightarrow P_{t=3s} = -24 - 8 = -32 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جسم در ابتدا در جهت مثبت محور x ها در حال حرکت است. بنابراین نیروی اصطکاک از نوع جنبشی و در خلاف جهت محور x ها به جسم وارد می شود. 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.



جهت حرکت جسم

$$(F_{\text{net}})_x = ma \Rightarrow -F - f_k = ma$$

$$f_k = \mu_k F_N, F = 12\text{ N}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, m = 1/5 \text{ kg}$$

$$F_N = W, W = mg, \mu_k = 0.4$$

$$-12 - 0.4 \times 1/5 \times 10 = 1/5 a \Rightarrow a = -12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

اکنون مدت زمانی که طول می‌کشد تا تندی جسم صفر شود را به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow{v = 0, v_0 = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}}, a = -12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, t_0 = 0} t = \frac{0 - 18}{-12} = 1.5 \text{ s}$$

اکنون بررسی می‌کنیم که در لحظه‌ای که تندی جسم صفر شده است، جسم به حرکت خود ادامه می‌دهد یا خیر؟

ابتدا $f_{s,\text{max}}$ را به دست می‌آوریم و با نیروی F مقایسه می‌کنیم:

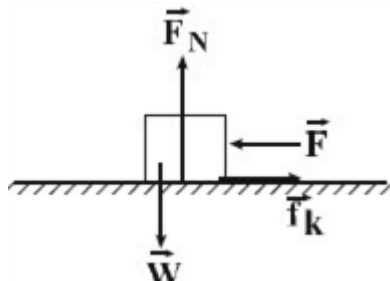
$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N = W, W = mg, \mu_s = 0.5, m = 1/5 \text{ kg}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} f_{s,\text{max}} = 0.5 \times 1/5 \times 10 = 1 \text{ N}$$

$$\xrightarrow{F = 12 \text{ N}} F > f_{s,\text{max}}$$

بنابراین جسم در جهت نیروی F به حرکت خود ادامه می‌دهد.

پس در لحظه‌ی $t = 1.5 \text{ s}$ 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.



$$-F + f_k = ma' \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N, m = 1/5 \text{ kg}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, F_N = W, W = mg, \mu_k = 0.4} -12 + 0.4 \times 1/5 \times 10 = 1/5 a'$$

$$\Rightarrow a' = \frac{-6}{1/5} = -6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

بنابراین ادامه‌ی حرکت جسم با شتاب $-6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است.

$$v' = a' t' + v' \xrightarrow{t' = 4 - 1.5 = 2.5 \text{ s}, a' = -6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, v' = 0} v' = -6 \times 2.5 = -15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow |v'| = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۱۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در ابتدا بزرگی نیروی $\vec{F}$ را با توجه به در اختیار داشتن فنر به دست می‌آوریم:

$$F_e = k\Delta x = 200 \times \frac{50}{100} = 100N$$

لازم است بررسی کنیم که آیا جسم شروع به حرکت می‌کند یا خیر.

$$F_N = mg - F \sin 37^\circ$$

$$f_{s,max} = \mu_s \times F_N = \mu_s (mg - F \sin 37^\circ)$$

$$\Rightarrow f_{s,max} = 0.8 \left(120 - 100 \times \frac{6}{10} \right) = 0.8 \times 60 = 48N$$

$$F = F \cos 37^\circ = 100 \times \frac{8}{10} = 80N$$

چون $F > f_{s,max}$ است، جسم حرکت خواهد کرد. حال با استفاده از قانون دوم نیوتون شتاب حرکت جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F \cos 37^\circ - f_k = ma \Rightarrow F \cos 37^\circ - \mu_k (mg - F \sin 37^\circ) = ma$$

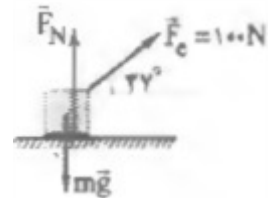
$$\Rightarrow 80 - 0.6(120 - 60) = 12 \times a = 44 = 12a \Rightarrow a = \frac{44}{12} = \frac{11}{3} \frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = \frac{11}{3} \times 3 + 0 = 11 \frac{m}{s}$$

حال سرعت متحرک را در لحظه $t = 3s$ محاسبه می‌کنیم:

$$\vec{P} = m\vec{v} \Rightarrow P = 12 \times 11 = 132 N.s$$

با استفاده از رابطه $\vec{P} = m\vec{v}$ تکانه جسم را به دست می‌آوریم:



۱۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Sigma F = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 6000 - f_k = 2/5 \times 10^3 \times 2 \Rightarrow f_k = 1000N$$

$$W_{f_k} = f_k \times d \cos \alpha = 1000 \times 90 \times -1 \Rightarrow W_f = -90 kJ$$

۱۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} F &= m_1 a_1 \Rightarrow m_1 = \frac{F}{a_1} \\ F &= m_2 a_2 \Rightarrow m_2 = \frac{F}{a_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} \times a'$$

$$\Rightarrow F = \sqrt{\left(\frac{F}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{F}{a_2}\right)^2} \times a' \Rightarrow 1 = \frac{\sqrt{a_1^2 + a_2^2}}{a_1 a_2} \times a' \Rightarrow a' = \frac{a_1 a_2}{\sqrt{a_1^2 + a_2^2}}$$

۱۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$mg - f_D = ma \Rightarrow a = g - \frac{f_D}{m}$$

هرچه جرم بیش‌تر باشد، شتاب حرکت بیش‌تر است، در نتیجه: $a_A > a_B$

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow v = \sqrt{2ah} \Rightarrow v_A > v_B$$

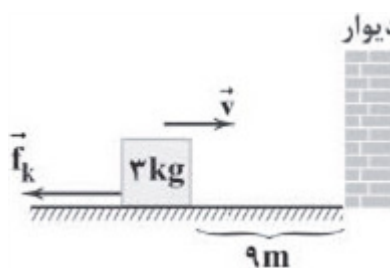
۱۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نیروسنج، نیروی کشش نخ و در واقع وزن جسم را نشان می‌دهد یعنی:

$$F = mg = 30N$$

۲۰

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. حداکثر جابه‌جایی جسم از لحظه‌ی پرتاب شدن تا نقطه‌ی توقف ۹ متر است؛ بنابراین ابتدا شتاب وارد بر جسم در اثر نیروی اصطکاک را به دست می‌آوریم و سپس با استفاده از معادله‌ی مستقل از زمان حداکثر سرعت اولیه را محاسبه می‌کنیم:



$$\Sigma F = ma \Rightarrow -f_k = ma \xrightarrow{f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg} -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g \xrightarrow{\mu_k = 0.7, g = 10 \frac{m}{s^2}} a = -7 \frac{m}{s^2}$$

حال معادله‌ی مستقل از زمان را می‌نویسیم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow{v_0 = 0, a = -7 \frac{m}{s^2}, \Delta x = 9m} 0 - v^2 = 2(-7)(9) \Rightarrow v = 6 \frac{m}{s}$$

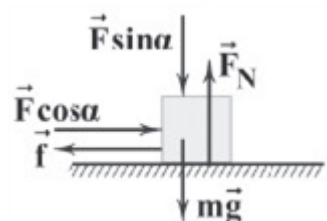
۲۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. می‌دانیم شتابی که به فرد داخل آسانسور وارد می‌شود در حرکت تندشونده رو به بالا (یا کندشونده رو به پایین) با شتاب a برابر $g' = g + a$ و در حرکت کندشونده رو به بالا (یا تندشونده رو به پایین) با شتاب a برابر $g' = g - a$ است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= mg' \xrightarrow{g' = 10 + 2, m = 60 \text{ kg}} W_1 = 60 \times 12 = 720 N \\ W_2 &= mg' \xrightarrow{g' = 10 - 2/4, m = 60 \text{ kg}} W_2 = 60 \times 9/4 = 444 N \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_1 - W_2 = 720 - 444 = 276 N$$

۲۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای پاسخ به این سؤال در ابتدا نیروهای وارد شده از طرف سطح به جسم (یعنی نیروهای اصطکاک و عمودی سطح) را برحسب α به دست می‌آوریم؛ و سپس برابری نیروها را تشکیل می‌دهیم؛ بنابراین:



$$\left. \begin{aligned} f - F \cos \alpha &= ma \xrightarrow{a=0} f = F \cos \alpha \\ F_N &= F \sin \alpha + mg \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{f^2 + F_N^2} \rightarrow R = \sqrt{(F \cos \alpha)^2 + (F \sin \alpha + mg)^2} \\ \Rightarrow R &= \sqrt{F^2 \cos^2 \alpha + F^2 \sin^2 \alpha + m^2 g^2 + 2Fmg \sin \alpha} \\ \Rightarrow R &= \sqrt{F^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + m^2 g^2 + 2Fmg \sin \alpha} \end{aligned}$$

بنابراین نیروی R تابعی از $\sin \alpha$ به دست آمد؛ هر چه $\sin \alpha$ بزرگ‌تر باشد، R بزرگ‌تر است؛ پس از $\alpha = 0^\circ$ تا $\alpha = 90^\circ$ نیروی واکنش سطح دائماً افزایش می‌یابد.

۲۳

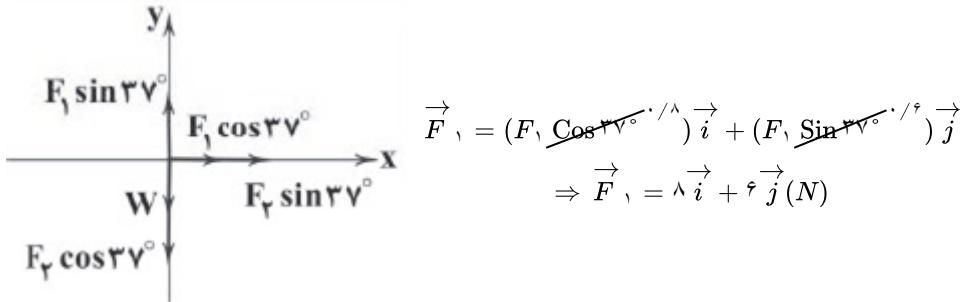
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

نیروی که شخص A بر طناب وارد می‌کند، طبق قانون سوم نیوتون با نیرویی که طناب بر شخص A وارد می‌کند برابر است و در طناب‌های سبک، نیروی کشش در سر دیگر طناب نیز همین اندازه است. پس با نیروی کشش طناب دست شخص B کشیده می‌شود و واکنش آن طبق قانون سوم نیوتون از دست شخص B بر طناب وارد می‌شود. به این ترتیب شخص A و شخص B نیروی یکسانی به طناب وارد می‌کنند. (گزینه ۱ درست و گزینه ۴ نادرست)

وزن جرم دو شخص برابر است، از این رو نیروی قائم وارد بر زمین آن‌ها برابر است و طناب هم افقی است. علت برنده شدن شخص A، بیشتر بودن نیروی اصطکاک زمین بر پاهای او نسبت به اصطکاک زمین به پاهای شخص B است. (گزینه ۳ نادرست)

۲۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را تجزیه کرده و سپس برحسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ نمایش می‌دهیم:



$$\vec{F}_1 = (F_1 \cos 37^\circ) \vec{i} + (F_1 \sin 37^\circ) \vec{j}$$

$$\Rightarrow \vec{F}_1 = 8 \vec{i} + 6 \vec{j} (N)$$

$$\vec{F}_2 = (F_2 \cos 53^\circ) \vec{i} - (F_2 \sin 53^\circ) \vec{j} \Rightarrow \vec{F}_2 = 12 \vec{i} - 16 \vec{j} (N)$$

نیروی خالص وارد بر گلوله را حساب می‌کنیم:

$$\vec{F}_{\text{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{W} = 8 \vec{i} + 6 \vec{j} + 12 \vec{i} - 16 \vec{j} - 2 \vec{j} \Rightarrow \vec{F}_{\text{net}} = 20 \vec{i} - 12 \vec{j} (N)$$

برای پیدا کردن بردار شتاب گلوله در SI از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$\vec{F}_{\text{net}} = m \vec{a} \Rightarrow 20 \vec{i} - 12 \vec{j} = 0.2 \times \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = 100 \vec{i} - 60 \vec{j} \left(\frac{m}{s} \right)$$

۲۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow N - F = 0 \Rightarrow N = F = 12 N$$

$$f_{s, \max} = \mu_s N = 0.7 \times 12 \Rightarrow f_{s, \max} = 8.4 N$$

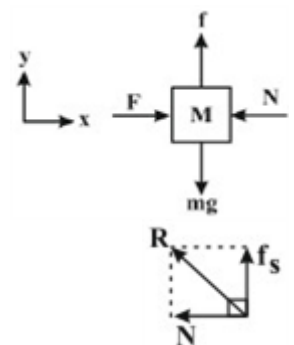
$$mg = 5 N < f_{s, \max} = 8.4 N$$

بنابراین جسم روی دیوار ساکن می‌ماند، پس نیروی اصطکاک f_s با وزن جسم (mg) برابر است با:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow f_s = mg = 5 N$$

$$\begin{cases} f_s = mg = 5 N \\ N = 12 N \end{cases} \xrightarrow[\text{(R) وارد می شود}]{\text{نیرویی که از طرف دیوار به جسم}} R = \sqrt{N^2 + f_s^2}$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{12^2 + 5^2} \Rightarrow R = 13 N$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای هر یک از گزینه‌ها نیروی کشش نخ را با استفاده از قانون دوم نیوتون، به‌دست می‌آوریم و با حداکثر مقدار نیروی کشش قابل تحمل نخ مقایسه می‌کنیم، داریم:

جهت شتاب به سمت پایین است. $\Rightarrow$ حرکت تندشونده به سمت پایین یا کندشونده به سمت بالا

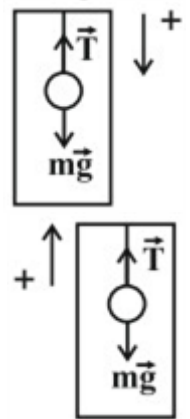
$$\Rightarrow mg - T = ma$$

$$\Rightarrow T = m(g - a) \Rightarrow \begin{cases} \text{گزینه ۳: } a = 1 \frac{m}{s^2} \Rightarrow T = 0.2(10 - 1) = 1.8N \\ \xrightarrow{T_{\max}=1N} T > T_{\max} \Rightarrow \text{نخ پاره می‌شود.} \\ \text{گزینه ۲: } a = 6 \frac{m}{s^2} \Rightarrow T = 0.2(10 - 6) = 0.8N \\ \xrightarrow{T_{\max}=1N} T < T_{\max} \Rightarrow \text{نخ پاره نمی‌شود.} \end{cases}$$

جهت شتاب به سمت بالا است. $\Rightarrow$ حرکت تندشونده به سمت بالا یا کندشونده به سمت پایین

$$\Rightarrow T - mg = ma$$

$$\Rightarrow T = m(g + a) \Rightarrow \begin{cases} \text{گزینه ۱: } a = 1 \frac{m}{s^2} \Rightarrow T = 0.2(10 + 1) = 2.2N \\ \xrightarrow{T_{\max}=1N} T > T_{\max} \Rightarrow \text{نخ پاره می‌شود.} \\ \text{گزینه ۴: } a = 2 \frac{m}{s^2} \Rightarrow T = 0.2(10 + 2) = 2.4N \\ \xrightarrow{T_{\max}=1N} T > T_{\max} \Rightarrow \text{نخ پاره می‌شود.} \end{cases}$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} F &= \frac{\Delta P}{\Delta t} = m \Delta \frac{V}{\Delta t} \\ \Delta V &= 1 - (-3) = 4 \frac{m}{s} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = 0.3 \times \frac{4}{0.2} = 6N$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. معادله‌ی یک سهمی در حالت کلی به صورت $P = at^2 + bt + c$ می‌باشد. اولاً در

$t = 1s$ و $t = 3s$ به ترتیب مقدار p برابر با $4 \frac{kg \cdot m}{s}$ و صفر است و ثانیاً در لحظه‌ی $t = 1s$ مقدار P بیشینه است یعنی مشتق آن در لحظه‌ی $t = 1s$ صفر است، بنابراین:

$$\begin{aligned} \xrightarrow{t=1s} 4 &= a + b + c \\ p &= 4 \frac{kg \cdot m}{s} \\ \xrightarrow{t=3s} 0 &= 9a + 3b + c \\ p &= 0 \\ \frac{dp}{dt} &= 2at + b \xrightarrow{t=1s} 0 = 2a + b \end{aligned}$$

از حل سه معادله‌ی فوق $c = 2$ به‌دست می‌آید. پس سرعت اولیه‌ی متحرک برابر است با:

$$p = c = 2 \frac{kg \cdot m}{s} \Rightarrow mv = 2 \Rightarrow 2v = 2 \Rightarrow v = 1 \frac{m}{s}$$

$$F - f_{k_1} = (m_1 + m_2) a$$

$$F - m_2 g \mu = (m_1 + m_2) a$$

$$70 - 100 \times 0.4 = 15a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$m_1 \text{ قانون دوم نیوتن برای } \Sigma F = m_1 a = 5 \times 2 = 10 \text{ N}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در حالت اول نیروی وزن m باید اصطکاک وزنه‌ی M را خنثی کند.

$$mg = \mu_k Mg \Rightarrow 2 \times 10 = \mu_k \times 4 \times 10 \Rightarrow \mu_k = \frac{1}{2}$$

پس از عوض کردن جای دو وزنه با به کار بردن قانون دوم نیوتون برای کل مجموعه خواهیم داشت:

$$Mg - \mu mg = (M - m) \cdot a \Rightarrow 40 - \frac{1}{2} \times 2 \times 10 = (4 + 2) \cdot a \Rightarrow 40 - 10 = 6a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

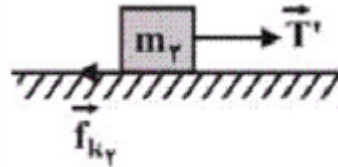
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$F - f_{k_1} - f_{k_2} = (m_1 + m_2) a' \xrightarrow[N=mg]{f_k = \mu_k N} F - \mu_k m_1 g - \mu_k m_2 g = (m_1 + m_2) a'$$

$$\Rightarrow 60 - 0.1 \times 2 \times 10 - 0.1 \times 2 \times 10 = (2 + 2) a' \Rightarrow a' = 11 \frac{m}{s^2}$$

a' شتاب حرکت مجموعه است، بنابراین جسم m_2 نیز با شتاب $a' = 11 \frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند. داریم:

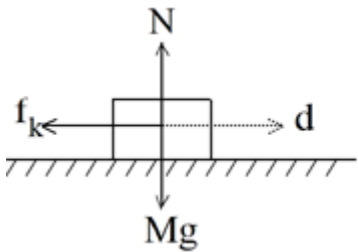
$$T' - f_{k_2} = m_2 a' \Rightarrow T' = m_2 (\mu_k g + a')$$



$$\Rightarrow T' = 2 \times (0.1 \times 10 + 11) \Rightarrow T' = 24 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \frac{T}{T'} = \frac{24}{24} = 1$$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.



$$W_T = \Delta k = k_f - k_i = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\Rightarrow W_T = \frac{1}{2} \times 2 \times (10^2 - 20^2) \Rightarrow W_T = -300 \text{ J}$$

چون کار کمیتی نرده‌ای است، کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر با مجموع کار تک‌تک نیروهای وارد بر جسم است،

یعنی $W_T = W_{mg} + W_N + W_f$ می‌باشد. از طرف دیگر بنابر تعریف کار، $W_N = W_{mg} = 0$ است، زیرا نیروی عمودی سطح

و نیروی وزن عمود بر جابه‌جایی هستند و می‌توان نوشت:

$$W_T = W_f = -300 \text{ J}$$

$$P_f = \frac{|W_f|}{t} = \frac{300}{10} = 30 \text{ W}$$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$V_1 = \frac{36}{3/6} = 10 \text{ m/s}, V_2 = \frac{72}{3/6} = 20 \text{ m/s}$$

$$V_2^2 - V_1^2 = 2a\Delta x \rightarrow 20^2 - 10^2 = 2 \times a \times 300 \rightarrow a = 0.5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{برآیند } F = ma = 1200 \times 0.5 = 600 \text{ N}$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا فرض می‌کنیم که m_1 نلغزیده باشد و مجموعه‌ی دو وزنه با یک شتاب حرکت کنند.

$$F - f_k = ma$$

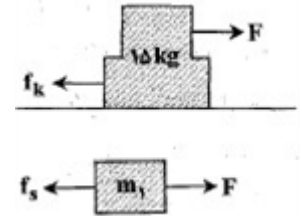
$$\Rightarrow F - mg \mu_k = ma \Rightarrow 75 - 150 \times 0.4 = 15a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

$$F - f_s = m_1 a \Rightarrow 75 - f_s = 10 \times 1 \Rightarrow f_s = 65 N$$

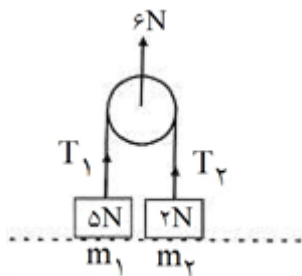
$$f_{s \max} = N \mu_s = m_1 g \mu_s = 100 \times 0.7 = 70 N$$

حالا به وزنه‌ی m_1 به تنهایی توجه می‌کنیم:

باید اطمینان پیدا کنیم که f_s از $f_{s \max}$ بیش‌تر نیست.



گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.



$$T_1 = T_2 = 3N$$

حرکت نمی‌کند.

حرکت می‌کند.

$$T_2 - W = m_2 a \Rightarrow 3 - 2 = 0.2a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta y = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow \Delta y = \frac{1}{2} \times 5 \times 1 = 2.5 m$$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر اصطکاک جرم m با سطح زمین را f_k بنامیم، اصطکاک به جرم m با سطح زمین f_k

خواهد بود، بنابراین برای جرم m در حالتی که نیروی F به آن وارد می‌شود می‌توان نوشت:

$$F - f_k = ma \xrightarrow{\times 2} 2F - 2f_k = 2ma \quad (I)$$

$$\begin{cases} 2F - f_k = ma_1 \\ 2F - 2f_k = (2m) a_2 \end{cases}$$

و وقتی نیروی $2F$ به جرم m و $2m$ وارد می‌شود می‌توان نوشت:

با مقایسه‌ی دو رابطه‌ی فوق با رابطه‌ی (I) می‌توان دریافت که $a_1 > a_2$ و $a = a_2$ است. پس گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. بنابر قانون سوم نیوتن، گزینه‌ی ۲ صحیح است.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. چون جسم ابتدا ساکن است باید اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ بیش‌تر از بیشینه‌ی اندازه‌ی نیروی

اصطکاک ایستایی شود تا جسم حرکت کند و تا قبل از آن، چون جسم ساکن است، اصطکاک از نوع ایستایی است

و اندازه‌ی آن برابر با اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ وارد بر جسم است. بنابراین ابتدا باید بیشینه‌ی اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی

و اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ در لحظه‌ی $t = 2s$ را محاسبه کرده و باهم مقایسه کنیم. داریم:

$$f_{s \max} = \mu_s N = \mu_s mg \Rightarrow f_{s \max} = 0.2 \times 5 \times 10 = 10 N$$

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

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

$$f_s = F = 8 N$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی شتاب گرانش در سطح یک سیاره می‌توان نوشت:

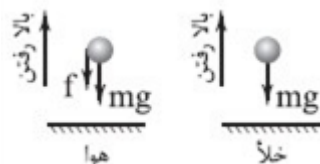
$$g = G \frac{M}{R^2} \Rightarrow \frac{g_p}{g_e} = \frac{M_p}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R_p} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{g_p}{g_e} = \frac{\frac{1}{10} M_e}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{\frac{1}{10} R_e} \right)^2 = \frac{1}{10} \times 100 \Rightarrow \frac{g_p}{g_e} = 10$$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. زمان اوج با شتاب رابطه‌ی معکوس داشته و در مقایسه‌ی دو حالت می‌توان نوشت:

$$t_{\text{خلاء}} = \frac{V_0}{a_{\text{خلاء}}} \quad \frac{t_{\text{خلاء}}}{t_{\text{هوا}}} = \frac{a_{\text{هوا}}}{a_{\text{خلاء}}} \Rightarrow \frac{a_{\text{خلاء}}}{a_{\text{هوا}}} = \frac{t_{\text{خلاء}}}{t_{\text{هوا}}} = \frac{1}{0.8} = \frac{5}{4}$$

از طرفی با توجه به محاسبات زیر، در هنگام بالا رفتن گلوله در خلاء، شتاب برابر g و در هوا برابر $g + \frac{\bar{f}}{m}$ است.



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{هوا : } 0 - (f + mg) = ma_{\text{هوا}} \Rightarrow |\bar{a}_{\text{هوا}}| = g + \frac{\bar{f}}{m} \\ \text{خلاء : } 0 - mg = ma_{\text{خلاء}} \Rightarrow |a_{\text{خلاء}}| = g \end{array} \right.$$

و در نهایت می‌توان نوشت:

$$\frac{\bar{a}_{\text{هوا}}}{a_{\text{خلاء}}} = \frac{10 + \frac{\bar{f}}{m}}{10} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{\bar{f}}{m} = 2/5 \Rightarrow \bar{f} = 2/5 m = 2/5 \times 0.2 = 0.08 N$$

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4

