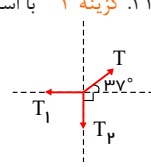


۲۱. گزینه ۳ با استفاده از قضیه ی سینوس ها:

$$\frac{T}{\sin 90^\circ} = \frac{T_1}{\sin(90^\circ + 37^\circ)} = \frac{T_2}{\sin(90^\circ + 53^\circ)}$$

$$\frac{T_2 = mg = 0.6 \times 10 = 6N}{\cos 53^\circ} = \frac{T_1}{\cos 37^\circ} \Rightarrow T_1 = 8N$$

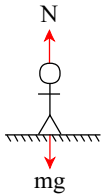


برای جسم ۲ کیلوگرمی، از آن جایی که حداقل ضریب اصطکاک را خواسته است، فرض می کنیم جسم در آستانه ی لغزش است:

$$T_1 - f_s \max = 0 \Rightarrow f_s \max = \mu_s \cdot N = \mu_s \times 20 = 8 \Rightarrow \mu_s = 0.4$$

۲۲. گزینه ۲

وقتی شخصی روی نیروسنج ایستاده است، به او دو نیروی N و mg وارد می شود. نیروسنج، مقدار نیروی N را نمایش می دهد. در لحظه ی اول نشستن، شتاب رو به پایین است زیرا شخص ساکن به پایین حرکت می کند پس $mg > N$ می باشد. و در لحظه ی آخر نشستن، شتاب رو به بالا است چون حرکت به سمت پایین باید متوقف شود. پس $N > mg$ است.



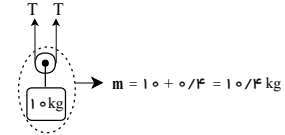
۲۳. گزینه ۲

برای مجموعه ی جرم و قرقره ی متصل به آن، نیروها را رسم می کنیم:

$$2T = mg \Rightarrow T = \frac{1}{2}mg = \frac{1}{2} \times 10.4 \times 10 = 52 N$$

نیروی کشش طناب در تمام قسمت ها یکسان است و همان نیرویی است که فنر را می کشد.

$$F = k \cdot \Delta l \Rightarrow 52 = 500 \cdot \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{52}{500} m = \frac{52}{5} cm = 10.4 cm$$



۲۴. گزینه ۲

$$\text{برای مجموعه } mgsin \alpha = 150 \times 0.6 = 90 N$$

$$f_k = \mu mg \cos \alpha = 0.5 \times 150 \times 0.8 = 60 N$$

$$ma = mgsin \alpha - f_k \Rightarrow a = \frac{90 - 60}{15} = \frac{2}{3} \frac{m}{s^2}$$

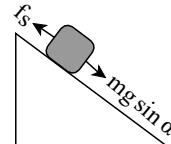
$$\text{برای } m_2 : m_2 g sin \alpha - f_s = m_2 a$$

$$50 \times 0.6 - f_s = 5 \times \frac{2}{3} \Rightarrow f_s = 20 N$$

$$f_s = m g sin \alpha \quad \text{و} \quad f_s \leq \mu_s m g cos \alpha$$

۲۵. گزینه ۲

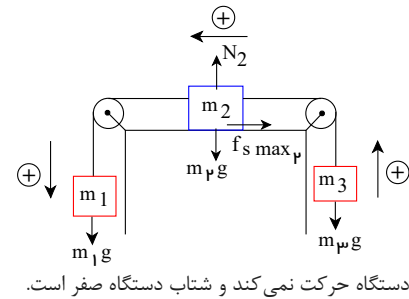
وقتی جسم روی سطح شیب دار ساکن است:



با کاهش α ، اولاً $\mu_s m g \cos \alpha$ زیاد می شود و $m g \sin \alpha$ کم می شود، پس اگر در حالت اول جسم ساکن بوده باز هم ساکن می ماند. ثانیاً چون $m g \sin \alpha$ کم می شود، اصطکاک هم کم می شود.

۲۶. گزینه ۲ ابتدا بررسی می کنیم تا ببینیم که دستگاه حرکت می کند یا نه:

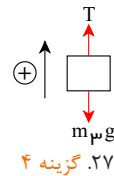
نیروی $40 < -44$ - نیروی مقاوم $m_1 g = 40 N$ = نیروی محرک
 $= F S m_1 \times 2 + m_3 g = \mu_s m_2 g + m_3 g = 0.6 \times 40 + 20 = 44 N$
 نیروهای مقاوم



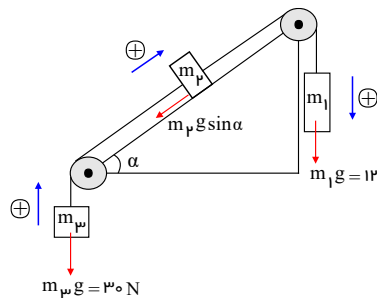
دستگاه حرکت نمی کند و شتاب دستگاه صفر است.

$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

$$T - m_3 g = 0 \Rightarrow T = m_3 g = 20 N$$



۲۷. گزینه ۴



$$\Sigma F - \Sigma R = \Sigma ma$$

$$m_1 g - m_2 g \sin \alpha - m_3 g = (m_1 + m_2 + m_3) a$$

$$120 - 5 \times 10 \times \frac{6}{10} - 30 = 20 a$$

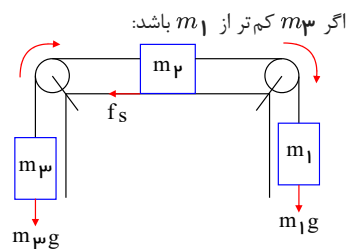
$$m_1 g = 120 N \quad a = \frac{3}{5} \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + V_0 t \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \times 3 \times 1^2 + 0 = \frac{3}{2}$$

۲۸. گزینه ۳

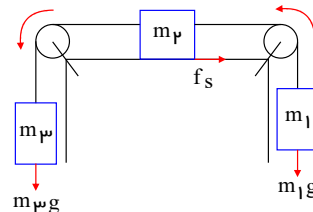
برای وزنی m_2 : $f_{s \max} = m_2 g \mu_s = 100 \times 0.3 = 30 N$

$$T_2 = m_3 g \quad T_1 = m_1 g \quad m_3 g + f_s = m_1 g \Rightarrow m_3 g = m_1 g - f_s$$



اگر m_3 کم تر از m_1 باشد:

$$T_2 = m_3 g \quad T_1 = m_1 g \quad m_3 g = m_1 g + f_s$$



اگر m_3 بیش تر از m_1 باشد:

پس مقادیر مجاز برای m_3 به ترتیب مقابل به دست می آید.

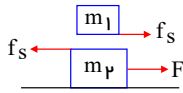
$$m_1 g - f_{s \max} \leq m_3 g \leq m_1 g + f_{s \max}$$

$$100 - 30 \leq 10 m_3 \leq 100 + 30$$

$$7 kg \leq m_3 \leq 13 kg$$

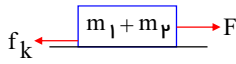
۲۹. گزینه ۳ چون دو جسم بر روی یکدیگر نمی لغزند با شتاب یکسان باهم حرکت می کنند و نیروی اصطکاک ایستائی عامل حرکت وزنی

m_1 با شتاب $a = \frac{3}{5} \frac{m}{s^2}$ می باشد.



$$f_s = m_1 a \Rightarrow 15 = 5a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

می‌توانیم دو جسم را یک جسم در نظر می‌گیریم چون با شتاب یکسان حرکت می‌کنند.



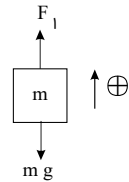
$$F - f_k = (m_1 + m_2)a \Rightarrow F - (m_1 + m_2)g\mu_k = (m_1 + m_2)a$$

$$\Rightarrow F - 150 \times 0.2 = 15 \times 3 \Rightarrow F = 75N$$

۳. گزینه ۲ ابتدا فرض می‌کنیم شتاب به سمت بالا باشد.

$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

$$F_1 - mg = ma \Rightarrow F_1 - 40 = 4 \times 3 \Rightarrow F_1 = 52N$$

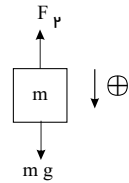


حال در مرحله‌ی دوم باید همان شتاب به سمت پایین باشد.

$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

$$mg - F_2 = ma \Rightarrow 40 - F_2 = 4 \times 3 \Rightarrow F_2 = 28N$$

$$\Delta F = 52 - 28 = 24N$$



۳۱. گزینه ۲ ابتدا نیروهای وارد بر وزنه‌ی ۲۰kg را رسم می‌کنیم:

$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

$$N + T - mg = 0 \Rightarrow 150 + T - 200 = 0 \Rightarrow T = 50N$$

سپس نیروهای وارد بر قرقره را رسم می‌کنیم:

$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

$$T_1 - 2T - m'g = 0 \Rightarrow T_1 - 2 \times 50 - 10 = 0 \Rightarrow T_1 = 110N$$

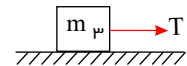
۳۲. گزینه ۱ اندازه‌ی شتاب m_1 و m_2 برابر است.

$$\sum F - \sum R = \sum ma$$

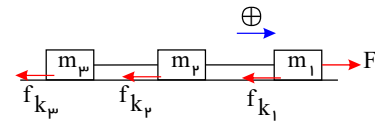
$$\left\{ \begin{array}{l} T = m_2 a \Rightarrow 2 = 2a \Rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2} \quad T \leftarrow \boxed{m_2} \\ F - T = m_1 a \Rightarrow F - 2 = 4 \times 1 \Rightarrow F = 6N \quad T \leftarrow \boxed{m_1} \rightarrow F \end{array} \right.$$

$$m_3 \Rightarrow \sum F - \sum R = \sum ma \Rightarrow T_2 = m_3 a \Rightarrow 9 = 3a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

۳۳. گزینه ۳

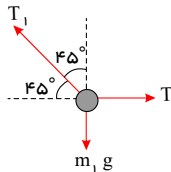


قانون دوم نیوتن برای مجموعه $\Rightarrow \Sigma F - \Sigma R = \Sigma ma \Rightarrow F - f_{k1} - f_{k2} - f_{k3} = (m_1 + m_2 + m_3)a$
 $\Rightarrow 48 - 0 - \mu m_2 g - 0 = 10 \times 3 \Rightarrow 30\mu = 18 \Rightarrow \mu = 0,6$

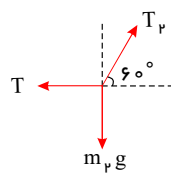


۳۴. گزینه ۳

برآیند نیروهای وارد بر هر یک از وزنه‌ها صفر است. ضمناً کشش طناب وسطی در هر دو انتهای آن برابر (T) است.



$$\frac{T}{\sin(90 + 45)} = \frac{m_1 g}{\sin(90 + 45)} \Rightarrow T = m_1 g \quad (1)$$

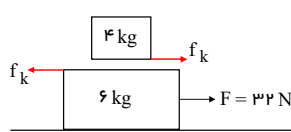


$$\frac{T}{\sin(90 + 60)} = \frac{m_2 g}{\sin(90 + 30)} \Rightarrow \frac{T}{2} = \frac{m_2 g}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow m_1 g = \frac{\sqrt{3}}{2} m_2 g \Rightarrow m_2 = \sqrt{3} m_1$$

۳۵. گزینه ۲ با رسم دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر جسم‌ها داریم:



$$\begin{cases} \Sigma F = ma \Rightarrow f_k = m_1 a_1 & (1) \\ \Sigma F = ma \Rightarrow F - f_k = m_2 a_2 & (2) \\ a_2 = 2a_1 & \end{cases}$$

$$(1), (2) \rightarrow F - m_1 a_1 = m_2 a_2 \rightarrow 32 - 4a_1 = 6 \times 2a_1 \Rightarrow a_1 = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$(1) \rightarrow f_k = m_1 a_1 \Rightarrow \mu_k m_1 g = m_1 a \Rightarrow \mu_k \times 10 = 2 \Rightarrow \mu_k = 0,2$$

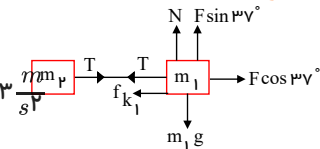
۳۶. گزینه ۳

$$N + F \sin 37^\circ - m_1 g = 0 \Rightarrow N + 60 - 100 = 0 \Rightarrow N = 40 N$$

$$f_k = \mu_k N = 0,5 \times 40 = 20 N$$

$$\text{معادله کلی سیستم: } F \cos 37^\circ - f_{k1} = (m_1 + m_2)a \Rightarrow 80 - 20 = 20a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{معادله جزئی } m_2: T = m_2 a = 10 \times 3 = 30 N$$



۳۷. گزینه ۱ راه حل اول: نیروی F به کل اجسام شتاب می‌دهد و نیروی T فقط به m_2 شتاب می‌دهد. پس $F = (m_1 + m_2)a$ و در نتیجه: $T = m_2 a$

$$\frac{F}{T} = \frac{m_1 + m_2}{m_2} = \frac{5}{3}$$

راه حل دوم: قانون دوم نیوتن را برای اجسام می نویسیم:

$$\left. \begin{array}{l} (1): F - T = m_1 a \\ (2): T = m_2 a \end{array} \right\} \Rightarrow F = (m_1 + m_2) a : (3)$$

از تقسیم رابطه ی (۳) بر (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{F}{T} = \frac{m_1 + m_2}{m_2} = \frac{5}{3}$$

نکته ی مهم: اگر سطح دارای اصطکاک جنبشی با ضریب اصطکاک یکسان برای هر دو جسم باشد، این نسبت ها (تقسیم نیرو به نسبت جرم جسم ها) همچنان برقرار است.

۳۸. گزینه ۲

$$F - mg = ma \Rightarrow 52 - 40 = 4 \times a \Rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

در مدتی که نیروی F حضور دارد:

$$\Delta y = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow \Delta y = \frac{1}{2} \times 3 \times 4^2 = 24 m$$

در ارتفاع ۲۴ متری از زمین F قطع می شود.

$$V = at + V_0 = 4 \times 3 + 0 = 12 \frac{m}{s}$$

سرعت وزنه در لحظه ی قطع شدن F :

پس از قطع شدن نیروی F حرکت گلوله مانند یک پرتاب قائم به سمت بالا، با سرعت $12 \frac{m}{s}$ و از ارتفاع ۲۴ متری است بنا بر این:

$$H = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{12 \times 12}{20} = 7.2 m$$

$$7.2 + 24 = 31.2 m$$

حداکثر ارتفاع جسم از زمین:

۳۹. گزینه ۳ می تواند درست باشد، ولی الزامی نیست. یعنی ممکن است جسم کندشونده رو به پایین برود. گزینه ی ۲ می تواند درست باشد اما باید تندشونده قید شود. گزینه ی ۳ درست است، یعنی همواره اگر شتاب به سمت بالا باشد، نیروی وارد بر نیروسنج از وزن جسم بیشتر است. گزینه ی ۴، می تواند درست باشد اما باید کندشونده قید شود و الزاماً درست نیست.

$$N - mg = ma > 0$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N = 140 N$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow f_s = 70 N$$

$$f_s \leq f_{s \max} \Rightarrow f_s \leq N \cdot \mu_s \Rightarrow 70 \leq 140 \mu_s \Rightarrow 0.5 \leq \mu_s$$

۴۰. گزینه ۲

