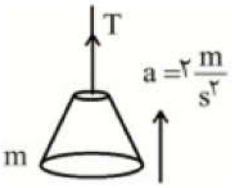
نام دبیر : مهدس مهدی باباخانی

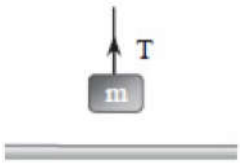
عنوان آزمون : هومورک۴ دینامیک

۱ مطابق شکل جرم ۴۰ کیلوگرم با شتاب a به طرف بالا کشیده می‌شود، نیروی کشش ریسمان چند نیوتن است؟ $\left(g = ۹/۸ \frac{N}{kg}\right)$



۱) ۷۴۷ ۲) ۷۲۴ ۳) ۴۷۲ ۴) ۴۲۷

۲ اگر در شکل مقابل اندازه‌ی نیروی کشش نخ $\frac{۱}{۳}$ وزن جسم باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانش است؟



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

۳ شخصی یک سطل محتوی مصالح به جرم $۲۰\ kg$ را با طناب سبکی به طرف بالا می‌کشد. اگر تندی حرکت رو به بالای سطل، ثابت باشد نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟ (از مقاومت هوا طرف‌نظرشود). $\left(g = ۱۰ \frac{N}{kg}\right)$

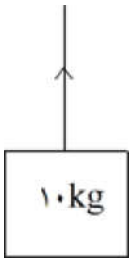
۴ وزنه‌ای به جرم $۲\ kg$ را با طناب سبکی با شتاب $۲ \frac{m}{s^۲}$ تندشونده رو به بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟ $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

۱) ۱۴ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۲

۵ آسانسوری با شتاب ثابت در حال حرکت است، گلوله‌ای به جرم ۵۰۰ گرم که به نخ متصل است، از سقف آسانسور آویزان شده است. اگر حداکثر نیروی کشش قابل تحمل نخ برابر با $۴N$ باشد. شتاب آسانسور می‌تواند چند متر بر مربع ثانیه و به کدام جهت باشد تا نخ پاره نشود؟ $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

۱) ۲، پایین ۲) ۲، بالا ۳) ۱، پایین ۴) ۱، بالا

۶ در شکل مقابل، وزنه‌ی بسته‌شده به طناب با شتاب $۶\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم در حرکت است. نیروی کشش طناب در این حالت، چند نیوتون است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ است.)

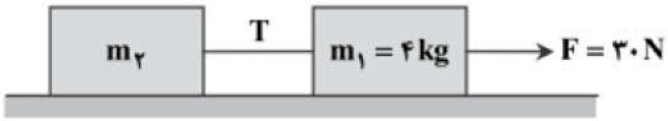


۱) ۶۰
۲) ۸۰
۳) ۱۶۰
۴) بسته به شرایط، ۱۶۰ یا ۴۰

۷ درون آسانسوری که با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$، رو به پایین حرکت کندشونده دارد، لامپی به‌وسیله‌ی سیمی از سقف آویزان است. اگر اندازه‌ی نیروی کشش سیم $۲/۴\text{N}$ باشد، جرم لامپ چند گرم است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

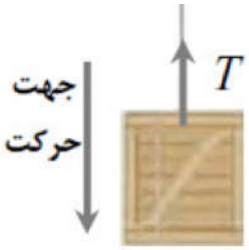
۱) ۲۰
۲) ۳۰
۳) ۲۰۰
۴) ۳۰۰

۸ در شکل مقابل، جرم طناب و اصطکاک وزنه‌ی $m_۱$ با سطح افقی ناچیز است و وزنه‌ها با شتاب یکسان $۲\frac{m}{s^۲}$ روی سطح افقی حرکت می‌کنند. اندازه‌ی نیروی کشش طناب (T) چند نیوتون است؟



۱) ۲۲
۲) ۲۰
۳) ۱۸
۴) ۱۶

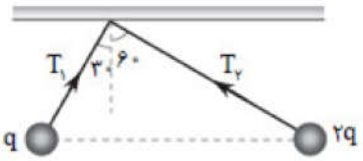
۹ جعبه‌ای به جرم $۴۰\ \text{kg}$ مطابق شکل، با شتاب ثابت رو به پایین $۲\frac{m}{s^۲}$ حرکت می‌کند. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت جسم $۱۰۰N$ باشد، نیروی کشش طناب را حساب کنید. $\left(g = ۱۰\frac{N}{\text{kg}}\right)$



۱۰ یک خودرو توسط یک ریسمان به صورت افقی کشیده می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا $۳۲۰N$ و نیروی مقاومت جاده در برابر حرکت خودرو $۴۳۰N$ باشد، نیروی کشش طناب در صورتی‌که جسم با سرعت ثابت و با شتاب ثابت $a = ۰/۲\frac{m}{s^۲}$ حرکت کند، به‌ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ $(m_{\text{خودرو}} = ۱۲۰۰\,\text{kg})$

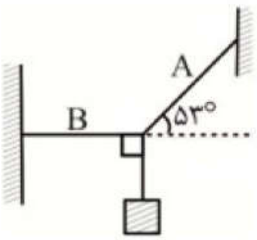
۱) ۷۵۰ - ۱۱۹۰
۲) ۶۰۰ - ۹۹۰
۳) ۶۰۰ - ۱۱۹۰
۴) ۷۵۰ - ۹۹۰

۱۱) در شکل زیر، دو آونگ الکتریکی باردار در حالت تعادل قرار دارند. کشش نخ T_1 چند برابر کشش نخ T_2 است؟
$\left(\text{Cos}\,۶۰ = \frac{۱}{۲}\right)$



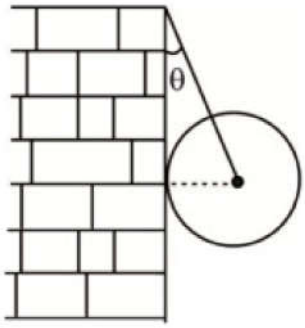
۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\sqrt{۳}$
۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$

۱۲) مطابق شکل مقابل جسمی توسط دو نخ بدون جرم A و B به حالت تعادل درآمده است. اگر اختلاف بزرگی کشش دو نخ ۱۲۰N باشد و T_A و T_B به ترتیب چند نیوتون هستند؟
$(\text{Sin}\,۵۳^\circ = ۰/۸)$



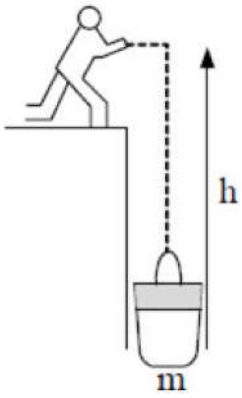
۱) ۳۰۰ ،۳۰۰
۲) ۱۸۰ ،۲۴۰
۳) ۳۰۰ ،۲۴۰
۴) ۱۸۰ ،۳۰۰

۱۳) مطابق شکل مقابل یک گوی فلزی همگن صیقلی به جرم $۲/۴\text{kg}$ و شعاع ۱۵cm به کمک طناب سبکی به طول ۳۹cm به حال تعادل قرار دارد. نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟ $\left(g = ۱۰\,\frac{m}{s^۲}\right)$



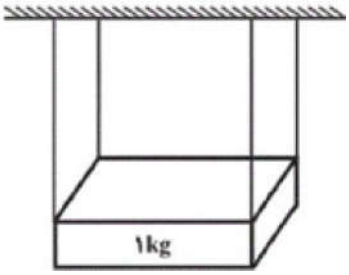
۱) ۱۲
۲) ۱۳
۳) ۲۴
۴) ۲۶

۱۴) یک کارگر به وسیله‌ی ریسمانی سطلی به جرم m را تا ارتفاع h بالا می‌کشد. اگر تندی این جابه‌جایی ثابت باشد، کار نیروی وارد از طرف کارگر چند ژول است؟
(مقاومت هوا = ۰)



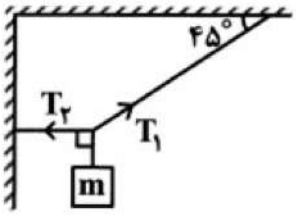
۱) صفر
۲) $-Mgh$
۳) $\frac{Mgh}{۲}$
۴) Mgh

۱۵) مطابق شکل زیر، جسمی توسط چهار ریسمان با طول یکسان و جرم ناچیز از سقف آویزان است. اگر حداکثر کشش قابل تحمل ریسمان‌ها برابر با ۵۰N، ۶۰N، ۶۵N و ۸۰N باشد، حداکثر چند کیلوگرم جسم را به آرامی می‌توان روی جسم اول قرار داد تا هیچ‌کدام از نخ‌ها پاره نشود؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



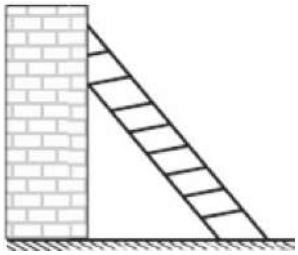
۱) ۲۴/۵
۲) ۲۰
۳) ۱۹
۴) ۲۵/۵

۱۶) در شکل زیر اگر $T_۲ = ۴۰N$ باشد، جرم وزنه‌ی آویخته شدن چند کیلوگرم است؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



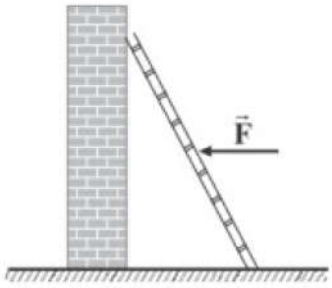
۱) $۲\sqrt{۲}$
۲) $۴\sqrt{۲}$
۳) ۸
۴) ۴

۱۷ مطابق شکل مقابل، نردبانی به جرم m به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و در آستانه‌ی لغزش روی سطح افقی دارای ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۷۵ قرار گرفته است. نیرویی که از طرف سطح افقی به نردبان وارد می‌شود، چند برابر وزن نردبان است؟



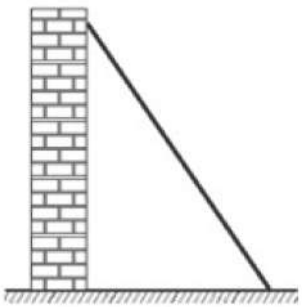
۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۴}$

۱۸ در شکل زیر، نردبانی به وزن W، به دیوار قائمی تکیه داده شده است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و نردبان، μ_s و ضریب اصطکاک ایستایی بین نردبان و سطح افقی، ناچیز و قابل صرف‌نظر باشد، بیشترین نیروی افقی برای آن‌که نردبان، وارد می‌کند، برابر کدام گزینه است؟



۱) $W + \frac{\mu_s F}{۲}$ ۲) $W\ \frac{F}{\mu_s}$ ۳) $W + \mu_s F$ ۴) $W - \mu_s F$

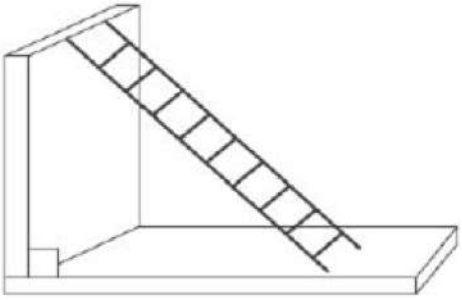
۱۹ مطابق شکل، میله‌ی یکنواختی به جرم $۲۰\,\text{kg}$ به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده‌شده و در آستانه‌ی لغزیدن می‌باشد. اگر اندازه‌ی نیرویی که سطح افقی به میله وارد می‌کند، $۱۰۰\sqrt{۵}$ نیوتون باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین میله و سطح افقی برابر کدام گزینه است؟ $(g = ۱۰\,\frac{N}{\text{kg}})$



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

۲۰ مطابق شکل یک نردبان به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و نردبان در آستانهٔ سر خوردن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و نردبان ۰/۷۵ و بزرگی نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، ۵۰N باشد، بزرگی نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتن است؟

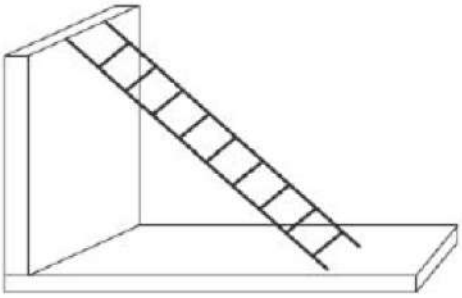
$$\left(g = ۱۰\frac{N}{\text{kg}}\right)$$



۱) ۳۰ ۲) ۳۷/۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

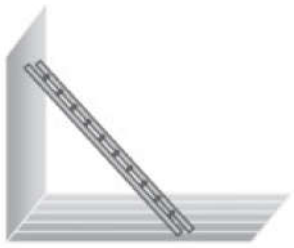
۲۱ در شکل زیر جرم نردبان $۱۵\,\text{kg}$ است و نردبان در آستانهٔ سُر خوردن قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی برای تمامی سطوح با نردبان ۰/۵ باشد، اندازهٔ نیرویی که دیوار به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتن است؟

$$\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$$



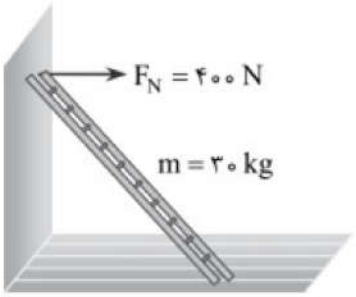
۱) $۳۰\sqrt{۵}$ ۲) ۱۰۰ ۳) $۷۵\sqrt{۲}$ ۴) ۱۵۰

۲۲ نردبانی مطابق شکل به دیوار عمودی بدون اصطکاکی تکیه داده است. نیرویی که دیوار به نردبان وارد می‌کند، ۲۰۰ نیوتن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با سطح افقی $۰/۸$ باشد و نردبان در آستانه‌ی سُر خوردن باشد، جرم نردبان چند کیلوگرم خواهد بود؟



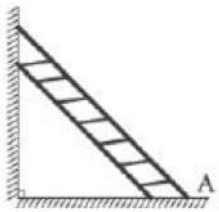
۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۱۶ ۴) ۴۰

۲۳ در شکل مقابل نردبان در حال تعادل است نیروی سطح افقی بر نردبان چند نیوتون است؟



۱) ۴۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۷۰۰ ۴) ۵۰۰

۲۴ نردبانی همگن مطابق شکل روی دیوار قائمی قرار دارد. در کدام‌یک از حالت‌های زیر، نردبان نمی‌تواند تعادل داشته باشد؟



۱) سطح افقی دارای اصطکاک و سطح قائم بدون اصطکاک باشد.

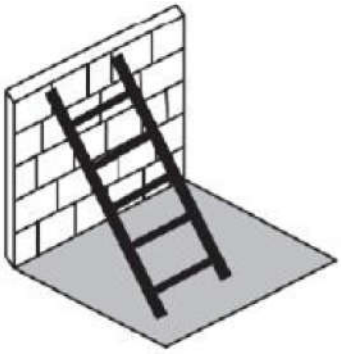
۲) هر دو سطح افقی و قائم اصطکاک داشته باشد.

۳) هر دو سطح افقی و قائم بدون اصطکاک باشد و به نردبان در نقطهٔ A، نیروی افقی F به سمت دیوار قائم اعمال شود.

۴) سطح افقی، بدون اصطکاک و سطح قائم، اصطکاک داشته باشد.

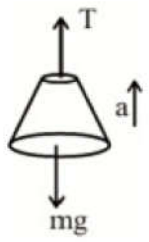
۲۵ در شکل زیر نردبانی به جرم $۴\ kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده است. اگر نیرویی که دیوار به نردبان وارد می‌کند $۱۴N$ باشد، نیروی اصطکاک بین زمین و نردبان چند نیوتن است؟

$$\left(g = ۱\frac{m}{s^۲}, \mu_k = ۰/۳, \mu_s = ۰/۴\right)$$



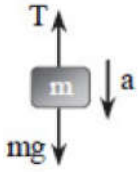
۱) ۱۶ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴ ۴) ۱۸

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. قانون دوم نیوتن را می‌نویسیم:



$$F_T = ma$$
$$T - mg = ma$$
$$T = m(g+a)$$
$$T = ۴۰(۹/۸ + ۲) = ۴۰ \times ۱۱/۸ = ۴۷۲N$$

۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$mg - T = ma$$
$$mg - \frac{۱}{۳}mg = ma \Rightarrow a = \frac{۲}{۳}g$$

۳ $T - mg = ma \Rightarrow T - (۲۰ \times ۱۰) = ۰ \Rightarrow T = ۲۰۰N$ (ص ۴۳)

۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$T = m(g+a) \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{g+a_۲}{g+a_۱} \Rightarrow ۲ = \frac{۱۰ + a_۲}{۱۰ + ۲} \Rightarrow a_۲ = ۱۴\frac{m}{s^۲}$$

شتاب از $۲\frac{m}{s^۲}$ به $۱۴\frac{m}{s^۲}$ تغییر کرده است. یعنی ۷ برابر شده است.

۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$w' = mg' = ۴ \Rightarrow ۰/۵g' = ۴ \Rightarrow g' = ۸\frac{m}{s^۲} \Rightarrow g - a = ۸$$
$$a = ۲\frac{m}{s^۲}$$

اگر شتاب به سمت پایین باشد، همواره گلوله احساس سبکی می‌کند.

۶ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

برآیند $F = ma = ۱۰ \times ۶ = ۶۰N$

به دو جسم دو نیرو وارد می‌شود، یکی $W = mg = ۱۰۰N$ رو به پایین و دیگری T رو به بالا، حال اگر $T = ۱۶۰N$ باشد، نیروی برآیند رو به بالا و اگر $T = ۴۰N$ باشد، نیروی برآیند رو به پایین خواهد شد و در هر دو حالت شتاب $۶\frac{m}{s^۲}$ خواهد شد.

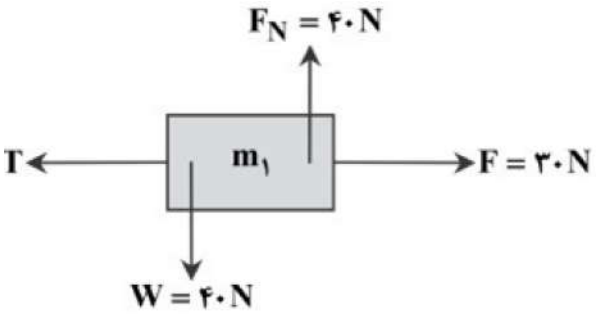
۷ گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$T - mg = ma \Rightarrow T = mg + ma \Rightarrow ۲/۴ = ۱۰m + ۲m \Rightarrow ۲/۴ = ۱۲m \Rightarrow m = \frac{۲/۴}{۱۲}kg = ۰/۲kg = ۲۰۰g$$

۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

نیروهای وارد بر وزنه‌ی $m_۱$ مطابق شکل است. طبق قانون دوم نیوتون برای $m_۱$ داریم:

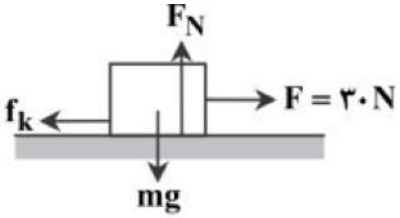
$$F_{\text{net}} = m_۱ a \Rightarrow ۳۰ - T = ۴ \times ۲ \Rightarrow T = ۲۲\text{N}$$



گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$v_۲^۲ - v_۱^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow (\sqrt{۱۰})^۲ - ۰ = ۲a \times ۵ \Rightarrow a = ۱\frac{\text{m}}{s^۲}$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow ۳۰ - f_k = ۱۰ \times ۱ \Rightarrow f_k = ۲۰\ N$$



۹ $\text{mg} - T - f_D = \text{ma} \Rightarrow ۴۰۰ - T - ۱۰۰ = ۴۰ \times ۲ \Rightarrow T = ۲۲۰N$ (ص ۵۹)

۱۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در صورتی‌که جسم با سرعت ثابت حرکت کند، برایند نیروهای وارد بر آن صفر است، پس داریم:

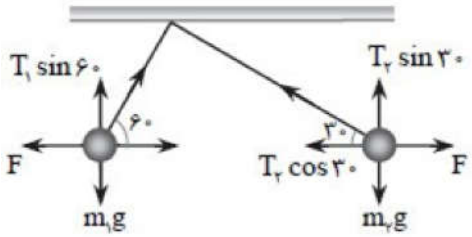
$$T_۱ = f_{k\text{هوا}} + f_{k\text{جاده}} \xrightarrow[f_{k\text{جاده}}=۴۳۰N]{f_{k\text{هوا}}=۳۲۰N} T = ۳۲۰ + ۴۳۰ = ۷۵۰N$$

برای حالتی‌که جسم با شتاب ثابت $a = ۰/۲\frac{m}{s^۲}$ شروع به حرکت کند، با نوشتن قانون دوم نیوتون برای حرکت خودرو داریم:

$$\Sigma F = \text{ma} \Rightarrow T_۲ - f_{k\text{هوا}} - f_{k\text{جاده}} = \text{ma} \xrightarrow[m=۱۲۰۰\ \text{kg}, a=۰/۲\frac{m}{s^۲}]{f_{k\text{هوا}}=۳۲۰N\ ,\ f_{k\text{جاده}}=۴۳۰N}$$

$$T_۲ - ۳۲۰ - ۴۳۰ = ۱۲۰۰ \times ۰/۲ \Rightarrow T_۲ = ۹۹۰N$$

۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

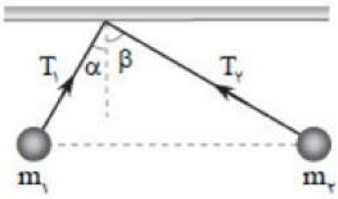


$$F = T_1 \,\mathrm{Cos}\, ۶۰ = T_2 \,\mathrm{Cos}\, ۳۰$$

$$\frac{۱}{۲}T_1 = \frac{\sqrt{۳}}{۲}T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{۳}$$

در حالت کلی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

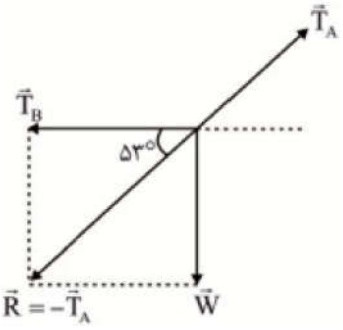


$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathrm{Sin}\,\beta}{\mathrm{Sin}\,\alpha}$$

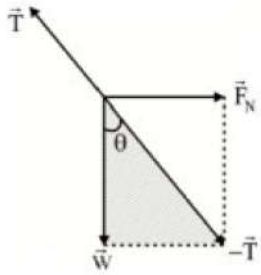
۱۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

مطابق شکل، برایند دو نیروی عمود بر هم $\vec{T}_B$ و $\vec{W}$ باید قرینه کشش نخ A ($\vec{T}_A$) باشد تا جسم به حالت تعادل درآید:

$$\begin{cases} \frac{T_B}{T_A} = \mathrm{Cos}\, ۵۳^\circ \Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \frac{۳}{۵} \quad (۱) \\ T_A - T_B = ۱۲۰ \quad (۲) \end{cases} \xrightarrow{(۱)\,;(۲)} \begin{cases} T_A = ۳۰۰\mathrm{N} \\ T_B = ۱۸۰\,N \end{cases}$$

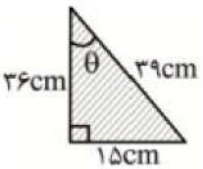


۱۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به جسم سه نیروی عمودی تکیه‌گاه، کشش طناب و وزن وارد می‌شود و جسم تحت اثر این سه نیرو در تعادل است. با توجه به مثلث هاشور خورده شکل مقابل، داریم:



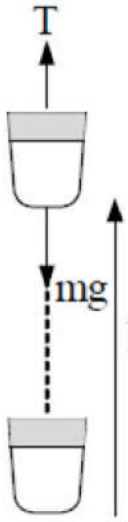
$$\mathrm{Cos}\,\theta = \frac{W}{T} \rightarrow T = \frac{W}{\mathrm{Cos}\,\theta} = \frac{۲۴}{\frac{۱۲}{۱۳}} = ۲۶\mathrm{N}$$

در محاسبه مقدار $\mathrm{Cos}\,\theta$ از مثلث قائم‌الزاویه‌ای که میان طناب، دیوار و شعاع کره ایجاد می‌شود، استفاده کرده‌ایم:



$$\mathrm{Cos}\,\theta = \frac{۳۶}{۳۹} = \frac{۱۲}{۱۳}$$

۱۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون مقاومت هوا نداریم و تندی ثابت است:



$$\Rightarrow T = mg$$

$$\Rightarrow W_T = T \times h \times \overset{۱}{\overbrace{\text{Cos}\theta}}$$

نیروی کارگر

θ = جهت نیرو و جابه جایی

$$\Rightarrow W_T = Mgh$$

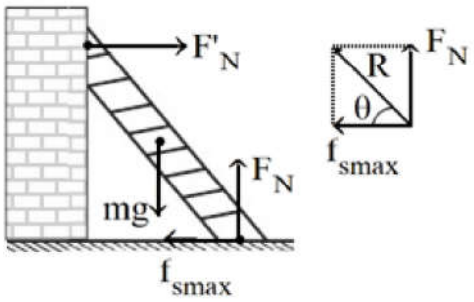
۱۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همواره کشش هر نخ یکسان و برابر با $\frac{۱}{۴}$ مجموع وزن جسم اول و جسم‌های قرار داده شده روی آن است، چون کمترین کشش قابل تحمل برای این ریسمان‌ها قبل از پاره‌شدن برابر با $۵۰N$ است، بنابراین داریم:

$$mg + Mg = ۴T \Rightarrow ۱\times۱۰ + M\times۱۰ = ۴\times۵۰ \Rightarrow M = ۱۹\,kg$$

۱۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. برای اینکه وزنه‌ی m در حال تعادل باشد، باید برایند نیروهای $T_۲$ و mg در راستای $T_۱$ باشد $\Longleftarrow$ $T_۲$ و mg باید با هم، هم‌اندازه باشند.

$$T_۲ = mg = ۴۰ \Rightarrow m = ۴kg$$

۱۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

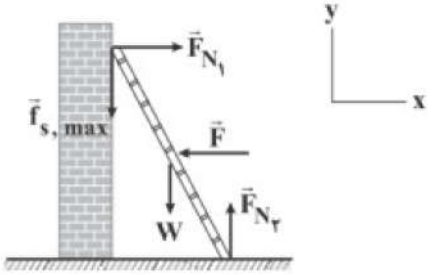


$$F_N = mg,\ f_{smax} = \mu_s \times F_N = \frac{۳}{۴}mg$$

$$R = \sqrt{F_N^{۲} + f_{s,\,max}^{۲}} = \sqrt{(mg)^{۲} + \left(\frac{۳}{۴}mg\right)^{۲}}$$

$$R = \frac{۵}{۴}mg \Rightarrow \frac{R}{mg} = \frac{۵}{۴}$$

۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروهایی که به نردبان وارد می‌شوند را رسم می‌کنیم:



اگر نیروی $\vec{F}$ از مقدار معینی کم‌تر باشد، نردبان در تماس با دیوار به پایین حرکت خواهد کرد و اگر از مقدار معین دیگری بیشتر باشد، نردبان در تماس با دیوار، بالا می‌رود. چون بیشترین مقدار نیروی $\vec{F}$ مد نظر است، باید لغزش نردبان به سمت بالا را در نظر بگیریم.

چون نردبان در حالت تعادل می‌باشد یا به عبارت دیگر چون ساکن است، برایند نیروهای وارد بر آن در هر راستایی، صفر است، در نتیجه خواهیم داشت:

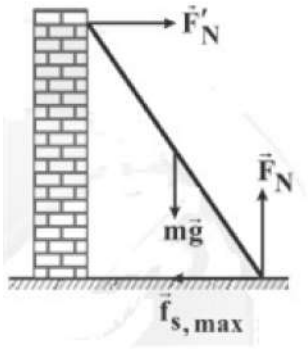
$$F_{\text{net}_x} = ۰ \Rightarrow F - F_N = ۰ \Rightarrow F_{N_۱} = F \quad (*)$$

$$F_{\text{net}_y} = ۰ \Rightarrow F_{N_۲} - W - f_{s,\max} = ۰ \Rightarrow F_{N_۲} = W + \mu_s F_{N_۱}$$

$$\xrightarrow{(*)} F_{N_۲} = W + \mu_s F$$

۱۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروهای واردشده به میله را به صورت مقابل رسم می‌کنیم:

با توجه به این‌که میله ساکن است، برایند نیروهای واردشده به آن صفر است و داریم:



$$F_N = \text{mg} = ۲۰ \times ۱۰ = ۲۰۰\text{N}$$

$$f_{s\,\max} = \mu_s F_N = ۲۰۰\,\mu_s$$

اندازه‌ی نیروی واردشده از طرف سطح افقی به نردبان، برابر اندازه‌ی برایند نیروهای $\vec{F}_N$ و $\vec{f}_{s,\max}$ است، بنابراین داریم:

$$R = \sqrt{F_N^{۲} + f_{s;\max}^{۲}} \Rightarrow ۱۰۰\sqrt{۵} = \sqrt{(۲۰۰)^{۲} + (۲۰۰\,\mu_a)^{۲}}$$

$$\Rightarrow ۱۰۰\sqrt{۵} = ۲۰۰\sqrt{۱ + \mu_s^{۲}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۵}}{۲} = \sqrt{۱ + \mu_s^{۲}} \Rightarrow \mu_s = \frac{۱}{۲}$$

۲۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، برآیند دو نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه و نیروی عمودی سطح افقی است، بنابراین:

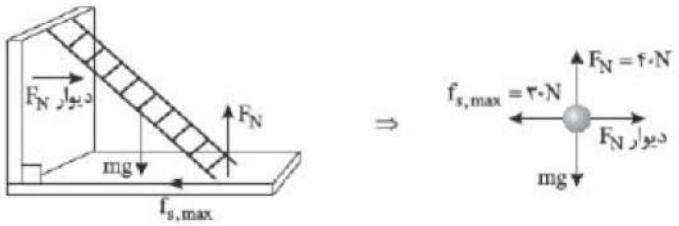
$$R=\sqrt{(f_{s.\max})^{۲}+F_N^{۲}} \xrightarrow{f_{s.\max}=\mu_s F_N} R=\sqrt{\mu_s^{۲}F_N^{۲}+F_N^{۲}}$$

$$\Rightarrow R=F_N\sqrt{\mu_s^{۲}+۱}=F_N\sqrt{\left(\frac{۳}{۴}\right)^{۲}+۱}=\frac{۵}{۴}F_N$$

$$\xrightarrow{R=۵۰\text{N}} ۵۰=\frac{۵}{۴}F_N \Rightarrow F_N=۴۰\text{N}$$

$$f_{s.\max}=\mu_s F_N=\frac{۳}{۴}\times ۴۰=۳۰\text{N}$$

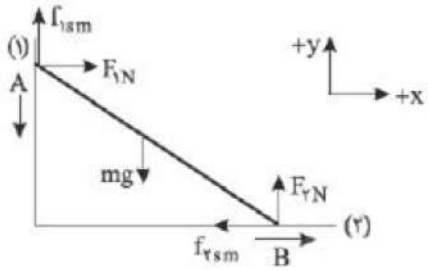
نیروهای وارد بر نردبان به صورت شکل زیر است. با توجه به این‌که نردبان در آستانهٔ سر خوردن است، شتاب و در نتیجه برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می‌باشد، به این ترتیب داریم:



$$\begin{cases} \text{mg}=F_N \Rightarrow \text{mg}=۴۰\text{N} \\ F_{N_{\text{دیوار}}}=f_{s.\max} \Rightarrow F_{N_{\text{دیوار}}}=۳۰\text{N} \end{cases}$$

۲۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در شکل نردبان در آستانهٔ سُر خوردن است.



نقطهٔ A می‌خواهد رو به پایین و B می‌خواهد به سمت راست حرکت کند، از این‌رو اصطکاک ایستایی در آستانهٔ حرکت که به نقاط A و B از نردبان اثر می‌کند، در خلاف جهت حرکت این نقاط است.

$$\Sigma F_y=۰ \Rightarrow f_{۱\text{sm}}+F_N-\text{mg}=۰ \quad (۱)$$

$$\Sigma F_x=۰ \Rightarrow F_{۱\text{N}}-f_{۲\text{sm}}=۰ \Rightarrow F_{۱\text{N}}=\mu_s\times F_{۲\text{N}} \Rightarrow F_{۱\text{N}}=۰/۵F_{۲\text{N}}$$

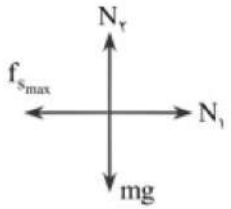
$$\Rightarrow \mu_s\times F_{۱\text{N}}+F_{۲\text{N}}=\text{mg} \Rightarrow ۰/۵\times ۰/۵\times F_{۲\text{N}}+F_{۲\text{N}}=۱۵۰$$

$$\Rightarrow ۱/۲۵F_{۲\text{N}}=۱۵۰ \Rightarrow F_{۲\text{N}}=۱۵۰\times\frac{۴}{۵}=۱۲۰\text{N} \Rightarrow F_{۱\text{N}}=۶۰\text{N}$$

$$f_{۱\text{sm}}=\mu_s\times F_{۱\text{N}}=۳۰\text{N}$$

$$R_۱=\sqrt{F_{۱\text{N}}^{۲}+f_{۱\text{sm}}^{۲}} \Rightarrow R_۱=\sqrt{۳۰^{۲}+۶۰^{۲}}=۳۰\sqrt{۵}N$$

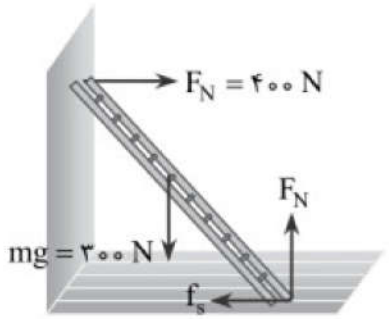
۲۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم. $N_۱$ از طرف دیوار $f_{s_{max}}$ و $N_۲$ از طرف زمین به آن وارد می‌شود.



$$\begin{cases} \Sigma F_x = ۰ \Rightarrow f_{s_{max}} = N_۱ + ۲۰۰\text{N} \Rightarrow \mu_s N_۲ = ۲۰۰ \\ \Sigma F_y = ۰ \Rightarrow N_۲ = \text{mg} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \mu_s(\text{mg}) = ۲۰۰ \Rightarrow m = \frac{۲۰۰}{۰/۸ \times ۱۰} = ۲۵\text{kg}$$

۲۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. شرط تعادل نردبان این است که برآیند نیروها صفر باشد.

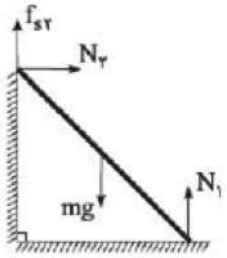


$$F_{\text{net } x} = ۰ \Rightarrow ۴۰۰ = f_s, (F_{\text{net}})_y = ۰ \Rightarrow ۳۰۰ = F_N$$

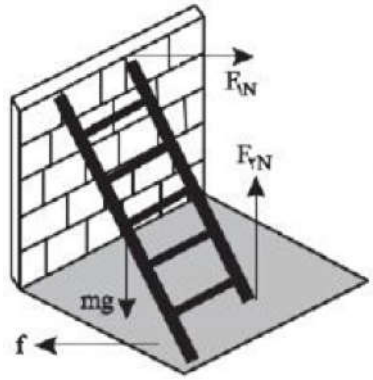
توجه داشته‌باشیم که نیروی سطح افقی که بر نردبان وارد می‌شود، برآیند نیروهای F_N و f_s است.

$$\sqrt{(f_s)^۲ + (F_N)^۲} = \sqrt{(۳۰۰)^۲ + (۴۰۰)^۲} = ۵۰۰\text{N}$$

۲۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر سطح افقی بدون اصطکاک باشد، نیروهای وارد بر نردبان مطابق شکل است. در این حالت نیروی $N_۲$ با هیچ نیرویی خنثی نمی‌شود و امکان تعادل وجود ندارد.



۲۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



راستای y : $F_{\text{net}} = ۰ \Rightarrow F_{۲\text{N}} = \text{mg} = ۴۰\text{N}$

$$f_{s\,\max} = \mu_s F_{۲\text{N}} = ۱۶\text{N}$$

با توجه به این‌که $F_{۱\text{N}} < f_s$ می‌باشد، بنابراین نردبان ساکن بوده و اصطکاک ایستایی داریم:

$$f_s = F_{۱\text{N}} = ۱۴N$$

۱	۱	۲	**۳**	۴
۲	۱	۲	**۳**	۴
۴	۱	**۲**	۳	۴
۵	**۱**	۲	۳	۴
۶	۱	۲	۳	**۴**
۷	۱	۲	**۳**	۴
۸	**۱**	۲	۳	۴
۱۰	۱	۲	۳	**۴**
۱۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۴	۱	۲	۳	**۴**
۱۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۶	۱	۲	۳	**۴**
۱۷	۱	۲	۳	**۴**
۱۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۹	۱	۲	**۳**	۴
۲۰	**۱**	۲	۳	۴
۲۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۲	۱	**۲**	۳	۴
۲۳	۱	۲	۳	**۴**
۲۴	۱	۲	۳	**۴**
۲۵	۱	۲	**۳**	۴