

# دینامیک

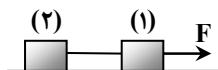


مدرس: مسعود رهنمون

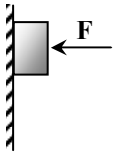
فیزیک

فصل ۲: دینامیک

- ۱- شخصی روی سطح افقی کف اتاق راه می‌رود. کدام یک از نیروهای زیر باعث جلو رفتن او می‌شود؟  
 (۱) نیرویی که پای شخص بر زمین وارد می‌کند. (۲) نیروی اصطکاک وارد بر پای شخص  
 (۳) واکنش وزن شخص (۴) وزن شخص
- ۲- جسمی که روی صفحه‌ی افقی گردانی گذاشته شده است، همراه صفحه‌ی گردان روی مسیر دایره‌ای شکل، حول مرکز، دوران می‌کند. در این حالت نیروی مرکزگرا ..... است.  
 (۱) کوچک‌تر از نیروی اصطکاک (۲) برابر وزن جسم  
 (۳) بزرگ‌تر از نیروی اصطکاک (۴) برابر با نیروی اصطکاک
- ۳- اتوبوسی با سرعت ثابت در حال حرکت است و ناگهان ترمز می‌کند، مسافران آن به جلو پرتاب می‌شوند. کدام قانون علت پرتاب شدن مسافران را توضیح می‌دهد؟  
 (۱) قانون اول نیوتن (۲) قانون دوم نیوتن (۳) قانون سوم نیوتن (۴) قانون پایستگی انرژی مکانیکی
- ۴- جسمی به جرم  $0.8 \text{ kg}$  تحت تأثیر نیروی افقی  $6 \text{ N}$  بر روی یک میز افقی قرار گرفته و ساکن مانده است. نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند بر حسب نیوتن برابر است با:  
 (۱) ۸ (۲) ۶ (۳) ۱۴ (۴) ۱۰
- ۵- به یک وزنه  $1 \text{ kg}$  که روی زمین قرار دارد نخ بسته و به نخ نیرویی برابر با  $8 \text{ N}$  نیوتن رو به بالا وارد می‌کنیم، فاصله وزنه از زمین بعد از  $2$  ثانیه چند متر است؟  
 (۱) صفر (۲) ۴ (۳) ۱۴ (۴) ۱۸
- ۶- شخصی درون آسانسور ایستاده است و شتاب آسانسور  $\frac{2 \text{ m}}{\text{s}^2}$  رو به بالا می‌باشد. نیروی عمودی که کف آسانسور بر پای او وارد می‌کند، در این حالت  $720 \text{ N}$  است. جرم شخص چند کیلوگرم است؟  
 (۱) ۷۲ (۲) ۶۰ (۳) ۸۴ (۴) ۶۰ یا ۸۴
- ۷- معادله تکانه (اندازه حرکت) جسمی به جرم  $4 \text{ kg}$  در SI به صورت  $(P = 2t^2 - t + 4)$  است. شتاب جسم در لحظه  $t = 2 \text{ (s)}$  چند واحد SI است؟  
 (۱) ۷ (۲) ۱۰ (۳)  $\frac{7}{4}$  (۴)  $\frac{5}{2}$
- ۸- در یک مسابقه‌ی طناب‌کشی هر گروه به طناب  $3000 \text{ N}$  نیرو وارد می‌کند. کشش طناب در وسط آن چند نیوتن است؟  
 (۱) صفر (۲) ۳۰۰۰ (۳) ۶۰۰۰ (۴) ۱۵۰۰
- ۹- سرعت زاویه‌ای شهری در عرض جغرافیایی  $30^\circ$  چند برابر سرعت زاویه‌ای شهری است که در عرض جغرافیایی  $60^\circ$  زمین قرار دارد؟ (در گردش زمین به دور خودش)  
 (۱) ۲ (۲)  $\sqrt{3}$  (۳)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  (۴) ۱
- ۱۰- شخص (۱) در مدار عرض جغرافیایی  $45^\circ$  و شخص (۲) در مدار عرض جغرافیایی  $37^\circ$  قرار دارد. در گردش زمین به دور خودش نسبت سرعت زاویه‌ای شخص (۱) به شخص (۲) چقدر است؟  
 (۱) ۱ (۲)  $\frac{6}{5\sqrt{2}}$  (۳)  $\frac{5\sqrt{2}}{8}$  (۴)  $\frac{5\sqrt{2}}{6}$
- ۱۱- به جسمی به جرم  $\frac{2}{6} \text{ kg}$  که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، دو نیروی افقی  $5$  و  $12$  نیوتن وارد می‌شود. شتاب جسم برابر است با:  
 (۱)  $5 \text{ m/s}^2$  (۲)  $6 \text{ m/s}^2$  (۳)  $4 \text{ m/s}^2$  (۴) هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.
- ۱۲- در شکل مقابل  $m_1 = m_2 = 3 \text{ kg}$ ، جرم نخ ناچیز و مجموعه در ابتدا ساکن می‌باشد.  $\mu_k$  و  $\mu_s$  برای هر دو جعبه به ترتیب  $0.4$  و  $0.5$  هستند. نیروی افقی  $F = 10 \text{ N}$  را به جرم  $m_1$  وارد می‌کنیم. نیروی اصطکاک جسم (۲) با زمین چند نیوتن است؟  
 (۱) صفر (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۱۵



۱۳- در شکل مقابل جسم روی سطح دیوار ساکن است. با افزایش مقدار  $F$  کدام یک از موارد زیر اتفاق می افتد؟



(۱) ممکن است جسم حرکت کند.

(۲) اندازه‌ی نیرویی که دیوار بر جسم وارد می کند تغییر نمی کند.

(۳) اندازه‌ی نیروی اصطکاک وارد بر جسم تغییر نمی کند.

(۴) اندازه‌ی نیروی اصطکاک وارد بر جسم زیاد می شود.

۱۴- اتومبیلی کوچک و کامیونی بزرگ در یک جاده مستقیم و افقی رودررو برخورد می کنند و هر دو هم زمان متوقف می شوند. کدام یک از

گزاره‌های زیر درباره‌ی اندازه تغییر تکانه آن‌ها درست است؟ (با فرض این که اصطکاک با سطح جاده ناچیز باشد)

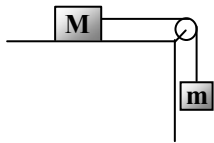
(۱) اندازه تغییر تکانه کامیون بزرگ تر است.

(۲) اندازه تغییر تکانه‌ی اتومبیل بزرگ تر است.

(۳) اندازه تغییر تکانه اتومبیل و کامیون یکسان است.

(۴) اظهار نظر قطعی امکان پذیر نمی باشد.

۱۵- اگر در شکل مقابل اصطکاک و وزن قرقه ناچیز فرض شود، شتاب حرکت وزنه‌ی  $M$  برابر است با:



(۲)  $\frac{Mg}{M+m}$

(۱)  $\frac{mg}{M+m}$

(۴)  $\frac{mg}{2m+M}$

(۳)  $\frac{mg}{2M+m}$

۱۶- در شکل مقابل کشش نخ وارد بر جسم (۱) را  $T$  و کشش نخ وارد بر جسم (۲) را  $T'$  می نامیم. کدام گزینه درست نیست؟ (جرم نخ ناچیز است.)



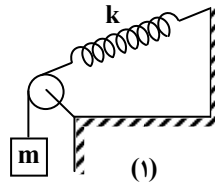
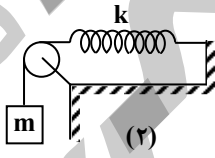
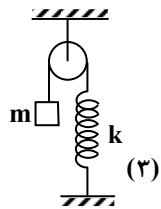
(۱) واکنش  $T$  است.

(۲)  $T$  و  $T'$  هم اندازه هستند.

(۳)  $T$  واکنش نیرویی است که جسم (۱) به نخ وارد می کند.

(۴)  $T'$  واکنش نیرویی است که جسم (۲) به نخ وارد می کند.

۱۷- با صرف نظر از نیروی اصطکاک و جرم نخ‌ها، چه رابطه‌ای بین تغییر طول فنرها وجود دارد؟



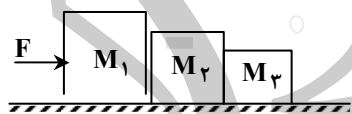
(۱)  $\Delta l_3 > \Delta l_2 > \Delta l_1$

(۲)  $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3$

(۳)  $\Delta l_2 > \Delta l_1 > \Delta l_3$

(۴)  $\Delta l_1 > \Delta l_2 > \Delta l_3$

۱۸- در شکل مقابل، نیرویی که جسم  $M_2$  بر  $M_3$  وارد می کند،  $6N$  است. اگر سطح افقی بدون اصطکاک فرض گردد، نیروی  $F$  چند نیوتن است؟



$M_1 = 5kg$

$M_2 = 3kg$

$M_3 = 2kg$

(۱) ۲۰

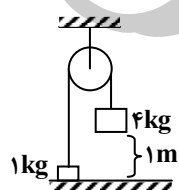
(۲) ۳۰

(۳) ۲۵

(۴) ۲۴

۱۹- مطابق شکل، در حالی که وزنه‌ی یک کیلوگرمی روی سطح زمین است و طناب در حالت کشیده است، جسم ۴ کیلوگرمی را رها می کنیم.

سرعت جسم ۴ کیلوگرمی هنگام رسیدن به سطح زمین چند  $\frac{m}{s}$  است؟



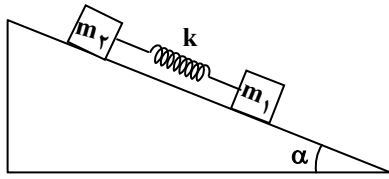
(۱)  $\sqrt{2}$

(۲)  $\sqrt{3}$

(۳) ۳

(۴)  $2\sqrt{3}$

۲۰- در شکل مقابل اصطکاک جسم  $m_1$  با سطح ناچیز است و هر دو جعبه با شتاب برابر  $\frac{4}{5} \frac{m}{s}$  پایین می آیند. طول فنر چند سانتی متر بیش تر از طول عادی آن شده است؟

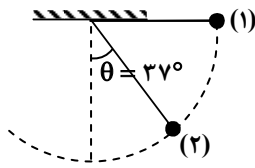


$\sin \alpha = 0.6$   
 $m_1 = m_2 = 5 \text{ kg}$   
 $k = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

از طول عادی آن شده است؟

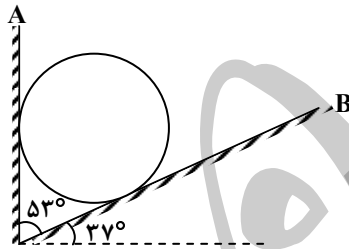
- (۱) ۵
- (۲) ۲/۵
- (۳) ۳
- (۴) ۶

۲۱- مطابق شکل، آونگ را کاملاً افقی نگه می داریم و رها می کنیم. وقتی آونگ از موقعیت (۲) عبور کند نخ پاره می شود. با صرف نظر از کلیه اصطکاک ها حداکثر نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟ ( $m = 1 \text{ kg}$ )



- (۱) ۸
- (۲) ۱۶
- (۳) ۲۴
- (۴) ۳۲

۲۲- کره ای به وزن  $W$  مطابق شکل مابین دیواره هایی به حال تعادل قرار دارد. با چشم پوشی از کلیه اصطکاک ها، نسبت نیروی عمودی سطح دو تکیه گاه ( $\frac{N_A}{N_B}$ ) کدام است؟ ( $\sin 37^\circ = 0.6$ )



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

۲۳- فاصله ماهواره (۱) از سطح زمین  $\frac{1}{4}$  شعاع زمین و فاصله ماهواره (۲) از سطح زمین  $\frac{1}{5}$  شعاع زمین است. اگر جرم ماهواره (۱) نصف جرم ماهواره (۲) باشد اندازه شتاب مرکز گرای ماهواره (۱) چند برابر (۲) است؟

- (۱)  $\frac{4}{5}$
- (۲)  $\frac{16}{25}$
- (۳)  $\frac{24}{25}$
- (۴)  $\frac{576}{625}$

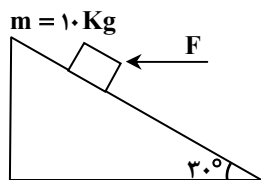
۲۴- اتومبیلی پیچ جاده ای افقی به شعاع ۲۰۰ متر را حداکثر با سرعت  $20 \frac{m}{s}$  بدون انحراف می پیماید. ضریب اصطکاک بین لاستیک های اتومبیل و سطح جاده کدام است؟

- (۱)  $\mu = 0.1$
- (۲)  $\mu = 0.25$
- (۳)  $\mu = 0.5$
- (۴)  $\mu = 0.2$

۲۵- یک جعبه ای خالی به جرم  $m$  روی سطح شیب دار، ساکن است. اگر وزنه ای به جرم  $2m$  داخل جعبه قرار دهیم:

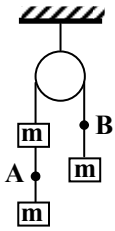
- (۱) نیروی اصطکاک وارد بر جعبه ۳ برابر می شود.
- (۲) جعبه حرکت می کند.
- (۳) جعبه ممکن است حرکت کند.
- (۴) نیروی اصطکاک وارد بر جعبه تغییر نمی کند.

۲۶- در شکل مقابل سطح شیب دار بدون اصطکاک و نیروی  $F$  افقی است. اندازه ی نیروی  $F$  چند نیوتن باشد تا جعبه ساکن بماند؟



- (۱) ۵۰
- (۲)  $50\sqrt{3}$
- (۳)  $100\sqrt{3}$
- (۴) ۱۰۰

۲۷- در شکل زیر جرم هر یک از وزنه‌ها  $m$  است. در این صورت نسبت کشش نخ نقطه‌ی A به کشش نخ نقطه‌ی B کدام است؟ (نخ‌ها بدون جرم هستند و اصطکاک ناچیز است.)



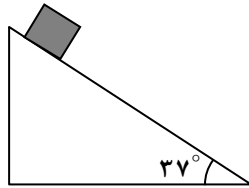
۲ (۱)

$\frac{1}{2}$  (۲)

۱ (۳)

$\frac{1}{3}$  (۴)

۲۸- مدتی که طول می‌کشد تا جسم از بالای یک سطح شیب‌دار دارای اصطکاک به پایین بلغزد، دو برابر مدت لغزیدن از همان سطح شیب‌دار در حالت بدون اصطکاک است. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ ( $\sin 37^\circ = 0.6$ )



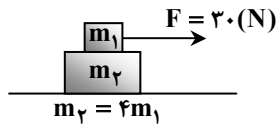
$\frac{9}{20}$  (۲)

$\frac{3}{8}$  (۴)

$\frac{9}{16}$  (۱)

$\frac{3}{4}$  (۳)

۲۹- در شکل مقابل اصطکاک  $m_2$  با تکیه‌گاه ناچیز است و  $m_1$  روی  $m_2$  نمی‌لغزد. در مورد نیروی اصطکاک بین  $m_1$  و  $m_2$  کدام گزینه صحیح است؟



$f = 30$  (۱)

$f = 24$  (۲)

$f = 6$  (۳)

$f = 15$  (۴)

۳۰- متحرکی روی یک دایره به شعاع  $100\text{ m}$  حرکت می‌کند و اندازه سرعت آن ثابت و برابر  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است. در مدتی که یک سوم دور می‌گردد، اندازه‌ی سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه است؟ ( $\pi = 3$ )

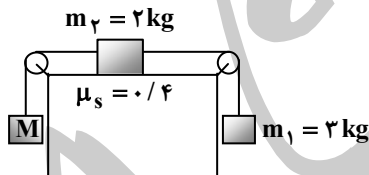
۲۰ (۴)

۳۰ (۳)

۳۰ (۲)

$10\sqrt{3}$  (۱)

۳۱- به‌ازای کدام‌یک از مقادیر زیر برای  $M$ ، دستگاه ساکن می‌ماند؟



$M = 4/5 \text{ kg}$  (۱)

$M = 2 \text{ kg}$  (۲)

$M = 6 \text{ kg}$  (۳)

$M = 3/5 \text{ kg}$  (۴)

۳۲- شخصی به جرم  $60\text{ kg}$  روی نیروسنج فنری درون آسانسور ایستاده و آسانسور با شتاب ثابت حرکت می‌کند. در این حالت دستگاه  $720$  نیوتن را نشان می‌دهد، کدام گزینه صحیح است؟

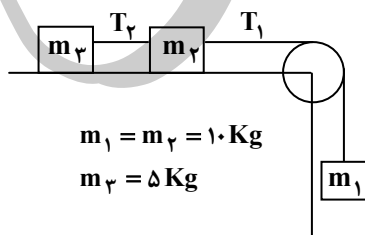
(۲) شتاب حرکت  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و رو به بالا است.

(۴) شتاب حرکت  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و رو به پایین است.

(۱) حرکت رو به بالا و شتاب  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  است.

(۳) حرکت رو به پایین و شتاب  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  است.

۳۳- در شکل مقابل اصطکاک جسم  $m_3$  با سطح ناچیز و اندازه کشش طناب  $T_2$  برابر  $15$  نیوتن است. اندازه برآیند نیروهای وارد بر جسم



$m_1 = m_2 = 10 \text{ Kg}$

$m_3 = 5 \text{ Kg}$

چند نیوتن است؟

۶۰ (۱)

۲۰ (۲)

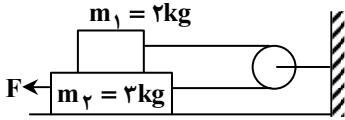
۳۰ (۳)

۴۰ (۴)

دینامیک

مدرس: مسعود رهنمون

۳۴- در شکل مقابل جرم نخها و قرقره ناچیز و ضریب اصطکاک ایستایی در کلبه‌ی سطوح برابر  $0/5$  است.  $F$  چقدر باشد تا اجسام در آستانه حرکت نسبت به هم قرار گیرند؟



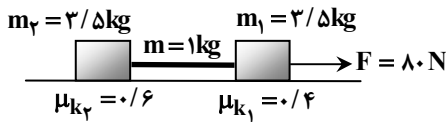
(۱) ۴۵ نیوتن

(۲) ۳۵ نیوتن

(۳) ۲۵ نیوتن

(۴) ۵ نیوتن

۳۵- در شکل مقابل دو جسم یکسان  $m_1$  و  $m_2$  با میله‌ی افقی به جرم  $1\text{kg}$  به هم متصل هستند. با توجه به نیروی اعمال شده، کشش در وسط میله چند نیوتن است؟



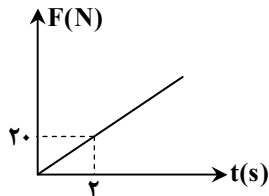
(۱) ۴۰

(۲) ۴۳/۵

(۳) ۴۴

(۴) ۴۴/۵

۳۶- به جسم ساکنی به جرم  $5\text{kg}$  که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی  $F$  را که مطابق نمودار زیر مقدار آن تغییر می‌کند وارد می‌کنیم. پس از  $5$  ثانیه سرعت جسم چند متر بر ثانیه می‌شود؟ ( $\mu_s = \mu_k = 0/5$ )



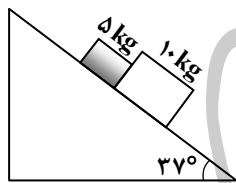
(۱) ۲۵

(۲)  $18/75$

(۳) ۱۵

(۴)  $6/25$

۳۷- در شکل مقابل اصطکاک جعبه‌ی  $5$  کیلوگرمی با سطح، ناچیز است و دو جعبه با شتاب  $4 \frac{m}{s^2}$  پایین می‌آیند. ضریب اصطکاک جعبه‌ی  $10$  کیلوگرمی با سطح شیب‌دار کدام است؟ ( $\sin 37^\circ = 0/6$ )



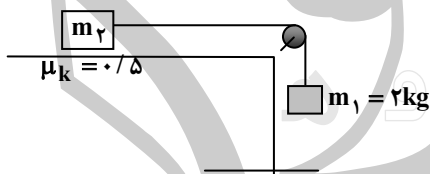
(۲)  $\frac{3}{4}$

(۱)  $\frac{3}{8}$

(۴)  $\frac{1}{8}$

(۳)  $\frac{1}{4}$

۳۸- در شکل مقابل جرم نخ و اصطکاک محور قرقره ناچیز و دستگاه با شتاب  $\frac{g}{10}$  متر بر مجذور ثانیه در حرکت است. اگر جای وزنه‌ها را عوض کنیم و ضریب اصطکاک جسم  $m_1$  با سطح نیز  $0/5$  باشد، شتاب وزنه‌ها کدام می‌شود؟



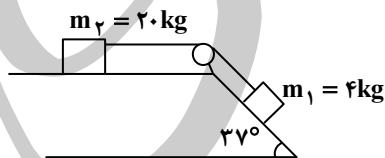
(۲)  $\frac{g}{5}$

(۱)  $\frac{g}{15}$

(۴)  $\frac{3g}{5}$

(۳)  $\frac{2g}{5}$

۳۹- مجموعه مقابل با سرعت ثابت در حال حرکت است. اگر جای دو جسم را عوض کنیم، شتاب حرکت چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟ (ضریب اصطکاک سطوح یکسان است)



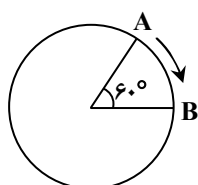
(۲) صفر

(۱)  $\frac{120}{29}$

(۴) ۲

(۳)  $\frac{130}{29}$

۴۰- ذره‌ای مطابق شکل، بر روی یک دایره به‌طور یکنواخت و با سرعت  $V = 10 \frac{m}{s}$  حرکت می‌کند. اگر این ذره کمان  $\widehat{AB}$  را در مدت  $0/1s$  طی کند، نسبت اندازه شتاب متوسط به اندازه شتاب مرکزگرای آن در این مدت کدام است؟ ( $\pi = 3$ )



(۲) ۱

(۱) صفر

(۴)  $\frac{10}{3}$

(۳)  $\frac{3}{10}$

۴۱- گلوله‌ای به جرم  $2\text{kg}$  به انتهای ریسمانی به طول  $1$  متر بسته شده و در صفحه‌ی قائم به دور سر دیگر ریسمان می‌گردد. اگر بیش‌ترین مقدار نیروی کشش ریسمان  $132$  نیوتن باشد، اندازه‌ی سرعت گلوله در بالاترین نقطه مسیر چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (از کلیه اصطکاک‌ها و جرم طناب صرف‌نظر می‌کنیم.)

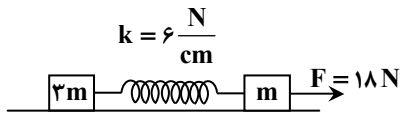
۴ (۴)

۲/۵ (۳)

۲ (۲)

۵ (۱)

۴۲- در شکل مقابل تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ (اصطکاک و جرم فنر ناچیز است)



۲/۲۵ (۱)

۴/۵ (۲)

۴ (۳)

۲ (۴)

۴۳- جسم کوچکی در فاصله‌ی  $4\text{cm}$  از مرکز یک صفحه‌ی افقی در حال چرخش، قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح صفحه  $0.4$  باشد، حداکثر بسامد صفحه، چند هرتز باشد تا جسم روی صفحه نلغزد؟

$\frac{\pi}{5}$  (۴)

$\frac{5}{\pi}$  (۳)

$\frac{15}{2\pi}$  (۲)

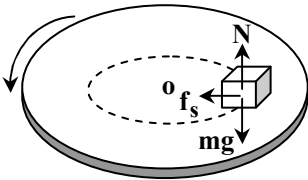
$\frac{2\pi}{15}$  (۱)

پاسخ تست‌های فصل ۲

۱- گزینه ۲ پاسخ است.

وقتی شخصی روی زمین راه می‌رود در واقع پای او سطح تکیه‌گاه را به سمت عقب هل می‌دهد و در نتیجه طبق قانون سوم نیوتن، سطح نیز به پای شخص نیرویی به سمت جلو وارد می‌کند که این نیرو باعث حرکت شخص می‌شود. از آن جا که این نیرو مماس بر سطح است همان اصطکاک است.

۲- گزینه ۴ پاسخ است.



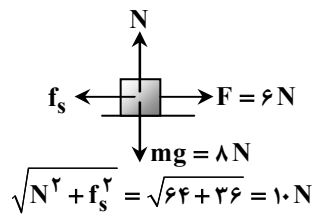
با دوران صفحه حول نقطه‌ی O جسم نیز روی صفحه همراه با آن دوران می‌کند.

نیروی مرکزگرا در این حالت  $f_s$  یعنی نیروی اصطکاک است.

۳- گزینه ۱ پاسخ است.

علت پرتاب شدن مسافر به جلو این است که بر او نیروی ترمز وارد نمی‌شود و طبق قانون اول نیوتن به حرکت یکنواخت بر خط راست ادامه می‌دهد، اما اتومبیل متوقف می‌شود.

۴- گزینه ۴ پاسخ است.

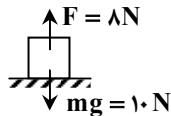


$$\sum F_x = 0 \Rightarrow f_s = F = 6N$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N = mg = 8N$$

منظور از نیروی سطح بر جسم برآیند دو نیروی  $f_s$  و  $N$  است:

۵- گزینه ۱ پاسخ است.



این نیرو اصلاً جسم را از زمین جدا نمی‌کند.

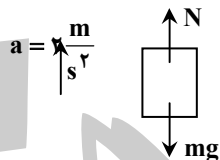
۶- گزینه ۲ پاسخ است.

به شخص درون آسانسور دو نیرو وارد می‌شود: وزن ( $mg$ ) و وزن ظاهری ( $N$ ).

$$\sum F = ma \Rightarrow N - mg = ma \rightarrow 720 - m \times 10 = m \times 2 \Rightarrow m = 60kg$$

جالب است که نیازی به دانستن جهت حرکت نیست.

۷- گزینه ۳ پاسخ است.

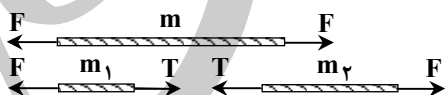


$$\sum F = \frac{dp}{dt}, \sum F = ma \rightarrow \int a = \int t - 1$$

$$\xrightarrow{t=2} \int a = \int \Rightarrow a = \frac{v}{t} \left( \frac{m}{s^2} \right)$$

۸- گزینه ۲ پاسخ است.

در یک طناب که از دو طرف با نیروی  $F$  کشیده می‌شود، در تمام نقاط نیروی کشش نخ برابر  $F$  است. این مطلب را می‌توان به این صورت اثبات کرد:



$$F - F = ma \Rightarrow a = 0$$

$$T - F = m_1 a \Rightarrow T - F = m_1 \times 0 \Rightarrow T = F$$

۹- گزینه ۴ پاسخ است.

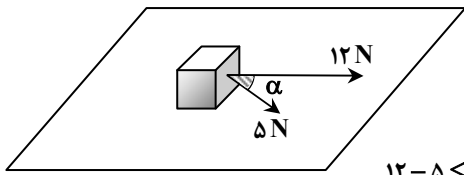
سرعت زاویه‌ای زمین مقدار ثابتی است و برای همه‌ی نقاط یکسان است.

۱۰- گزینه ۱ پاسخ است.

سرعت زاویه‌ای تمام نقاط روی زمین باهم برابر است.



۱۱- گزینه ۴ پاسخ است.



دقت کنید که دو نیروی افقی، یعنی دو نیروی موازی سطح زمین هستند ولی زاویه‌ی بین دو نیرو مشخص نشده است.  $\alpha$  می‌تواند بین صفر تا  $180^\circ$  باشد. برآیند نیروها می‌تواند بین  $5+12$  و  $12-5$  باشد.

$$12-5 \leq \sum F \leq 5+12 \Rightarrow 7 \leq ma \leq 17 \Rightarrow 7 \leq 2/6 \times a \leq 17 \Rightarrow \frac{35}{13} \leq a \leq \frac{85}{13}$$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ است.

باید توجه داشت که نیروی اصطکاک در آستانه‌ی حرکت جسم (۱) برابر است با:

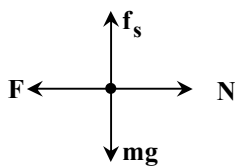
$$f_{s_{max}} = \mu_s N_1 = \mu_s m_1 g = 0.5 \times 30 = 15 \text{ N}$$

نیروی  $F = 10 \text{ N}$  اصلاً نمی‌تواند جسم (۱) را تکان بدهد. بنابراین جسم (۱) نخ را نمی‌کشد.

نخ نیز جسم (۲) را تکان نمی‌دهد. به عبارتی اصلاً نیروی محرکی برای حرکت جسم (۲) وجود ندارد که باعث ایجاد نیروی اصطکاک بین جسم (۲) و سطح زمین شود.

۱۳- گزینه ۳ پاسخ است.

این که در حالت اول جسم ساکن است یعنی  $f_s \leq F \mu_s$  ,  $f_s = mg$



با افزایش  $F$  باز هم  $mg < F \mu_s$  یعنی جسم ساکن است و طبق قانون اول نیوتن  $mg = f_s$ . اما چون  $N$  زیاد شده

پس  $R = \sqrt{N^2 + f_s^2}$  (نیروی سطح) هم زیاد شده است، یعنی نیرویی که دیوار بر جسم وارد می‌کند زیاد شده است.

۱۴- گزینه ۳ پاسخ است.

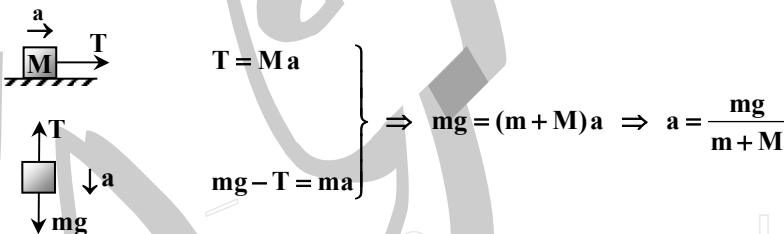
تغییر تکانه برابر است با:  $\Delta P = m \Delta V$  و با استفاده از قانون دوم نیوتن داریم:

$$F = ma = \frac{m \Delta V}{\Delta t} \Rightarrow m \Delta V = F \Delta t$$

برای مقایسه‌ی تغییر تکانه‌ی دو جسم نمی‌توانیم از رابطه‌ی  $m \Delta V$  استفاده کنیم. زیرا برای مقایسه جرم کامیون و ماشین معلوم نیست و سرعت اولیه‌ی آن‌ها هنگام برخورد نیز مشخص نیست ولی از رابطه  $F \Delta t$  می‌توان مقایسه را انجام داد. طبق قانون سوم نیوتن نیروی بین اتومبیل و کامیون برابر بوده و با توجه به فرض مسأله که هم‌زمان متوقف می‌شوند،  $\Delta t$  نیز برابر است. پس تغییرات تکانه‌ی آن‌ها برابر است.

۱۵- گزینه ۱ پاسخ است.

برای هر دو جسم  $\sum F = ma$  را می‌نویسیم:



۱۶- گزینه ۱ پاسخ است.

دستگاه سه جزء دارد. اجزا را جداگانه رسم می‌کنیم و نیروهای وارد بر آن‌ها را رسم می‌کنیم:



نیروی  $T$ ، کنش و واکنش بین جسم (۱) و نخ است، پس گزینه‌ی (۳) درست است.

نیروی  $T'$ ، کنش و واکنش بین جسم (۲) و نخ است، پس گزینه‌ی (۴) درست است.

با توجه به ناچیز بودن جرم نخ، نیروی کشش در طول نخ ثابت است و گزینه‌ی (۲) درست است.

ولی گزینه‌ی (۱) نادرست است زیرا اصلاً جسم (۱) و (۲) با هم تماسی ندارند که بین آن‌ها کنش و واکنش به‌وجود آید.

۱۷- گزینه ۲ پاسخ است.

در هر سه شکل جسم در حال تعادل

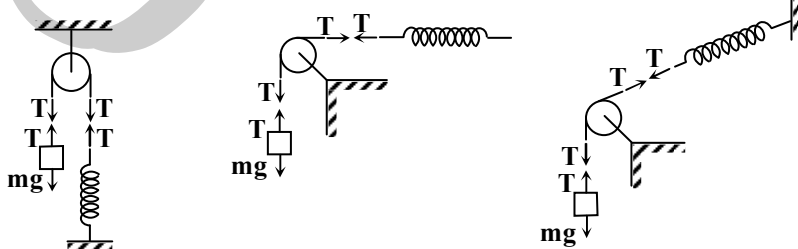
است و داریم:  $T = mg$

هر سه فنر تحت تأثیر نیروی یکسان

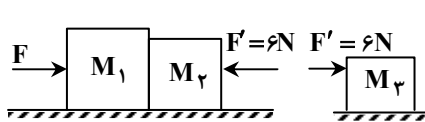
$T$  قرار می‌گیرند و تغییر طول هر سه

فنر یکی است.

$$\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3$$



۱۸- گزینه ۲ پاسخ است.

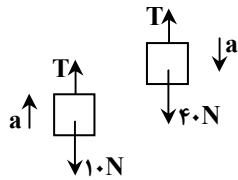


$$M_2 : F' = M_2 a \Rightarrow \epsilon = 2a \Rightarrow a = \frac{3}{2} \frac{m}{s^2}$$

$$M_1, M_2, M_3 : F = (M_1 + M_2 + M_3) a \Rightarrow F = 30(N)$$

قانون دوم روی کل مجموعه:

۱۹- گزینه ۴ پاسخ است.



$$\begin{cases} 40 - T = 4a \\ T - 10 = 1a \end{cases} \Rightarrow 40 - 10 = 5a \Rightarrow a = 6 \frac{m}{s^2}$$

جسم ۴ کیلوگرمی با شتاب  $6 \frac{m}{s^2}$  از حال سکون، فاصله‌ی ۱ متری تا زمین را طی می‌کند.

$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta y \Rightarrow V^2 - 0 = 2 \times 6 \times 1 \Rightarrow V = 2\sqrt{3} \frac{m}{s}$$

۲۰- گزینه ۱ پاسخ است.

روی جسم  $m_1$  قانون دوم نیوتن را می‌نویسیم:

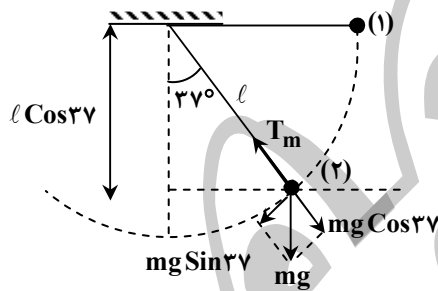
$$m_1 g \sin \alpha - F = m_1 a$$

$$5 \times 10 \times 0.6 - F = 5 \times 4 \Rightarrow F = 10(N)$$

نیروی فنر

$$F = k \cdot \Delta l \rightarrow 10 = 20 \cdot \Delta l \rightarrow \Delta l = \frac{1}{20} (m) = 5cm$$

۲۱- گزینه ۳ پاسخ است.



هرچه گلوله پایین‌تر می‌آید سرعت آن بیش‌تر شده و نیروی کشش نخ بیش‌تر می‌شود. در حالت (۲) کشش نخ به نهایت حد تحمل خود رسیده و پاره می‌شود.

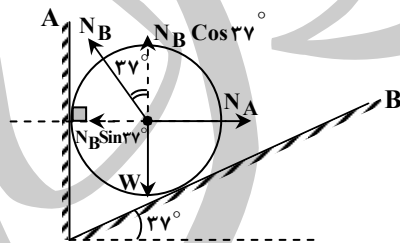
ابتدا پایستگی انرژی بین دو نقطه‌ی (۱) و (۲) را می‌نویسیم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow 10 \times l \cos 37 = \frac{1}{2} V^2 \Rightarrow V^2 = 16l$$

اکنون در نقطه‌ی (۲)، رابطه‌ی  $\sum F = \frac{mV^2}{r}$  را برای حرکت دایره‌ای می‌نویسیم:

$$T_{max} - mg \cos 37 = \frac{m \times 16l}{l} \Rightarrow T_{max} = 16 \times 1 + 1 \times 10 \times 0.8 \Rightarrow T_{max} = 24N$$

۲۲- گزینه ۱ پاسخ است.



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_A = N_B \sin 37$$

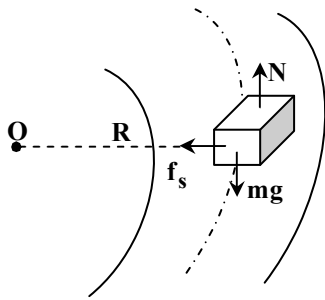
$$\Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \sin 37 = 0.6 = \frac{3}{5}$$

۲۳- گزینه ۴ پاسخ است.

در گردش ماهواره به دور یک سیاره مرکزگرا همان شتاب گرانش (g) در آن محل است و g با مربع فاصله از مرکز سیاره نسبت عکس دارد و به جرم ماهواره بستگی ندارد.

$$a = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{\frac{6}{5} R_e}{\frac{5}{4} R_e}\right)^2 \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \left(\frac{24}{25}\right)^2$$

۲۴- گزینه ۴ پاسخ است.



در حرکت اتومبیل روی جاده افقی، نیروی مرکزگرا  $f_s$  است: (اصطکاک عرضی)  $f_s = \frac{mV^2}{R}$  هرچه سرعت بیش تر شود  $f_s$  نیز بیش تر می شود. حداکثر سرعت مجاز در حالتی رخ می دهد که نیروی اصطکاک بیشینه شود.

$$f_{s \max} = \frac{mV_{\max}^2}{R} \Rightarrow \mu_s N = \frac{mV_{\max}^2}{R} \Rightarrow \mu_s mg = \frac{mV_{\max}^2}{R}$$

$$\Rightarrow \mu_s \times 10 = \frac{400}{200} \Rightarrow \mu_s = 0.2$$

نکته: با ساده کردن رابطه‌ی بالا به رابطه‌ی  $V_{\max} = \sqrt{\mu_s Rg}$  می‌رسیم که حداکثر سرعت پیچ بدون انحراف را به ما می‌دهد. گزینه ۱ پاسخ است.

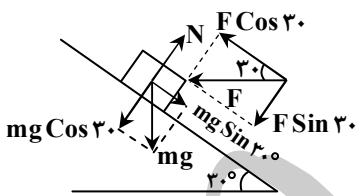
سم  $m$  روی سطح شیبدار ساکن است، پس نیروی محرک یعنی  $mg \sin \alpha$  باید از نیروی اصطکاک آستانه‌ای حرکت کم تر یا مساوی آن باشد:

$$mg \sin \alpha \leq \mu_s N \Rightarrow mg \sin \alpha \leq \mu_s mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \tan \alpha \leq \mu_s$$

این نامساوی شرط سکون جسم روی سطح شیبدار است و به جرم جسم ربطی ندارد. بنابراین با قرار دادن جسم  $2m$  باز هم مجموعه ساکن است. در ابتدا  $f_s = mg \sin \alpha$  و در حالت دوم  $f'_s = 3mg \sin \alpha$  می‌باشد یعنی نیروی اصطکاک ۳ برابر شده است.

۲۶- گزینه ۳ پاسخ است.



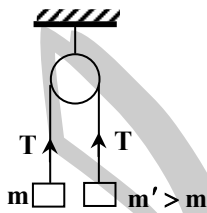
$$\sum F = 0 \Rightarrow mg \sin 30 - F \cos 30 = 0$$

$$\Rightarrow 100 \times \frac{1}{2} - F \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0$$

$$\Rightarrow F = \frac{100\sqrt{3}}{3} \text{ N}$$

۲۷- گزینه ۲ پاسخ است.

$$a = \frac{2m - m}{2m + m} g \Rightarrow a = \frac{1}{3} g \Rightarrow \begin{cases} T_B - mg = m \frac{g}{3} \Rightarrow T_B = \frac{4}{3} mg \\ mg - T_A = m \frac{g}{3} \Rightarrow T_A = \frac{2}{3} mg \end{cases} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{\frac{2}{3} mg}{\frac{4}{3} mg} = \frac{1}{2}$$



توجه: در ماشین آتوود، به شرطی که نیرویی غیر از وزن اجسام در حرکت آن‌ها مؤثر نباشد، شتاب دستگاه و نیروی کشش نخ متصل به دو جسم از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$a = \frac{m' - m}{m' + m} g, \quad T = \frac{2mm'}{m + m'} g$$

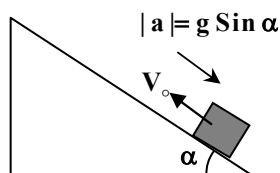
۲۸- گزینه ۱ پاسخ است.

جابه‌جایی طی شده در هر دو حالت یکسان است.

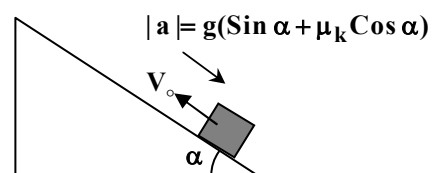
$$\left. \begin{array}{l} \text{بدون اصطکاک } a = g \sin \alpha \\ \text{با اصطکاک } a = g (\sin \alpha - \mu_k \cos \alpha) \end{array} \right\} \Rightarrow x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{1}{2} g (\sin \alpha) t^2 = \frac{1}{2} g (\sin \alpha - \mu_k \cos \alpha) (2t)^2$$

$$\Rightarrow \frac{6}{10} = \left( \frac{6}{10} - \mu_k \times \frac{4}{10} \right) 4 \Rightarrow 18 = 32 \mu_k \Rightarrow \mu_k = \frac{9}{16}$$

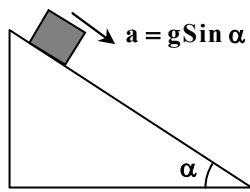
توجه: می‌توان شتاب جسم روی سطح شیبدار را در حالت‌های مختلف بررسی کرد:



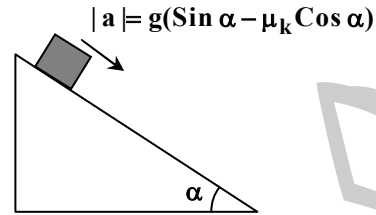
بدون اصطکاک پرتاب به سمت بالا



با اصطکاک پرتاب به سمت بالا



بدون اصطکاک جسم را رها می کنیم.



با اصطکاک (tan alpha > mu\_s) جسم را رها می کنیم.

۲۹- گزینه ۲ پاسخ است.

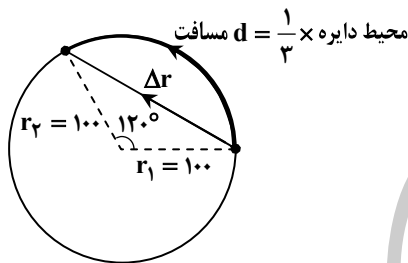
قانون دوم برای مجموعه:  $F = (m_1 + m_2)a$   
 قانون دوم برای  $m_2$ :  $f_s = m_2 a$

Free body diagrams for  $m_1$  and  $m_2$  are shown with forces  $F$ ,  $f_s$ , and  $m_1 g$ ,  $m_2 g$ .

$$\Rightarrow \frac{f_s}{F} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow f_s = \frac{4}{5} \times 30 = 24 \text{ (N)}$$

۳۰- گزینه ۱ پاسخ است.

در مثلث مشخص شده داریم:



$$\Delta r = 2r \sin \frac{120}{2} = 2 \times 100 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 100\sqrt{3} \text{ m}$$

اگر اندازه‌ی سرعت متحرکی ثابت باشد، داریم:

$$\frac{1}{3} \times 2\pi \times 100 = 20 \times t \Rightarrow t = 10 \text{ s}$$

اکنون سرعت متوسط برابر است با:

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{100\sqrt{3}}{10} = 10\sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۳۱- گزینه ۴ پاسخ است.

اگر  $M$  سنگین باشد باعث حرکت جسم  $m_2$  به سمت چپ می شود و نیروی اصطکاک و وزن  $m_1 g$  مخالف حرکت  $M$  خواهند شد. پس اگر دستگاه در آستانه‌ی لغزیدن به طرف چپ باشد:

$$Mg - \mu_s m_2 g - m_1 g = 0 \Rightarrow M = 0.4 \times 2 + 3 = 3.8 \text{ kg}$$

به عبارتی  $M$  باید کم تر یا مساوی  $3.8$  کیلوگرم باشد.

اگر  $M$  سبک باشد،  $m_1 g$  باعث حرکت بوده و نیروی اصطکاک  $m_2$  و وزن  $Mg$  مخالف حرکت  $m_1$  خواهند بود. پس اگر دستگاه در آستانه‌ی حرکت به طرف راست باشد:

$$m_1 g - \mu_s m_2 g - Mg = 0 \Rightarrow 30 - 0.4 \times 20 - 10M = 0 \Rightarrow M = 2.2 \text{ kg}$$

به عبارتی  $M$  نباید کم تر از  $2.2$  کیلوگرم باشد، داریم:

$$2.2 \leq M \leq 3.8 \Rightarrow 4$$

۳۲- گزینه ۲ پاسخ است.

با توجه به نیروهای وارد بر جسم می توان گفت که برآیند نیروها به سمت بالا و در نتیجه شتاب نیز به سمت بالا بوده و برابر است با:

$$\sum F = ma \Rightarrow 720 - 600 = 60a \Rightarrow a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ولی در مورد جهت حرکت نمی توان اظهار نظر کرد. حرکت می تواند رو به بالا و یا رو به پایین باشد.

در واقع در حالتی  $N > mg$  می شود که جسم تندشونده و رو به بالا حرکت می کند و یا کندشونده و رو به پایین. در هر صورت بردار شتاب رو به بالا می باشد.

۳۳- گزینه ۳ پاسخ است.

$$T_2 = m_2 a \Rightarrow a = \frac{15}{5} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

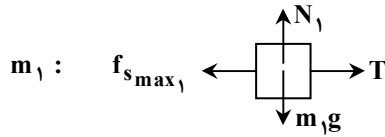
$$\sum F = m_1 a = 10 \times 3 = 30 \text{ (N)}$$

اندازه شتاب همه وزنه ها برابر است.

۳۴ - گزینه ۱ پاسخ است.

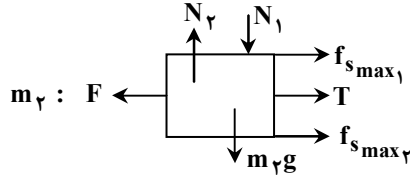
باید تمام نیروهای وارد بر دو جسم را جداگانه رسم کنیم.

در راستای x هر دو تعادل داشته و داریم:



$$m_1: \sum F_x = 0 \Rightarrow T = f_{s_{max1}} = \mu_s N_1 = \mu_s m_1 g$$

$$\Rightarrow T = 0.5 \times 20 = 10 \text{ N}$$



$$m_2: \sum F_x = 0 \Rightarrow F - T - \underbrace{f_{s_{max1}}}_{\mu_s N_1} - \underbrace{f_{s_{max2}}}_{\mu_s N_2} = 0$$

$$\Rightarrow F - T - \mu_s m_1 g - \mu_s (m_1 + m_2) g = 0$$

$$\Rightarrow F - 10 - 0.5(20) - 0.5(50) = 0 \Rightarrow F = 45 \text{ N}$$

۳۵ - گزینه ۳ پاسخ است.

نکته‌ی بسیار مهم در محاسبه‌ی نیروی اصطکاک این است که وزن میله باید در محاسبه‌ی نیروی عمود بر سطح دو جسم  $m_1$  و  $m_2$  منظور شود. وزن میله را با توجه به افقی بودن میله، بین دو جسم به‌طور مساوی تقسیم می‌کنیم.

$$N_1 = m_1 g + \frac{mg}{2} = 35 + 5 = 40 \text{ N}$$

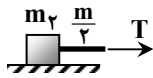
$$N_2 = m_2 g + \frac{mg}{2} = 35 + 5 = 40 \text{ N}$$

برای کل دستگاه داریم:

$$\sum F = (m_1 + m_2 + m) a \Rightarrow F - f_{k1} - f_{k2} = (m_1 + m_2 + m) a \Rightarrow F - \mu_{k1} N_1 - \mu_{k2} N_2 = (m_1 + m_2 + m) a$$

$$\Rightarrow 80 - 0.4 \times 40 - 0.6 \times 40 = (3/5 + 2/5 + 1) a \Rightarrow 40 = 8a \Rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

حال میله را از وسط جدا می‌کنیم:

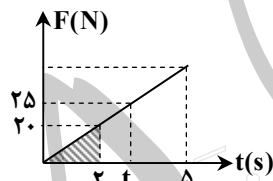


$$T - f_{k2} = (m_2 + \frac{m}{2}) a \Rightarrow T - 0.6 \times 40 = (2/5 + 0.5) \times 5 \Rightarrow T = 44 \text{ N}$$

۳۶ - گزینه ۴ پاسخ است.

سطح زیر نمودار  $\sum F - t$ ، برابر است با تغییرات تکانه. تا لحظه‌ای که  $F = f_{s_{max}}$  نشده است، جسم ساکن است و از آن پس تحت نیروی

$$\sum F = F - f_k \text{ به حرکت ادامه می‌دهد.}$$



$$f_{s_{max}} = \mu_s N = \mu_s mg = 0.5 \times 50 = 25 \text{ N}$$

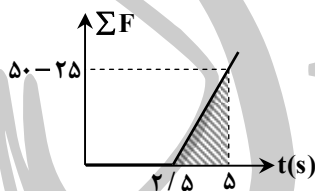
با یک تناسب مشخص می‌شود که در چه لحظه‌ای  $F = 25 \text{ N}$  است.

$$\frac{t}{2} = \frac{25}{20} \Rightarrow t = 2.5 \text{ s}$$

ضمناً با یک تناسب می‌توان گفت که نیروی  $F$  در لحظه‌ی  $t = 5 \text{ s}$  برابر  $50$  نیوتن است.

$$\text{از لحظه } t = 2/5 \text{ s به بعد داریم: } \sum F = F - f_k = F - 25$$

پس اگر نمودار  $\sum F - t$  را رسم کنیم داریم:



$$\Delta P = m \Delta V = S \Rightarrow \Delta(V - 0) = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 25 \Rightarrow V = 6.25 \frac{m}{s}$$

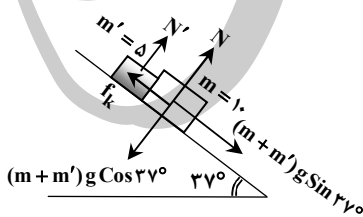
۳۷ - گزینه ۱ پاسخ است.

اگر وزن مجموعه‌ی  $(m + m')$  را تجزیه کنیم، نیروی  $(m + m') g \sin 37^\circ$ ، مجموعه را به سمت پایین می‌برد و نیروی اصطکاک  $f_k$  که فقط بین  $m$  و سطح وجود دارد مخالف حرکت است:

$$\sum F = ma \Rightarrow (m + m') g \sin 37^\circ - \mu_k N = (m + m') a$$

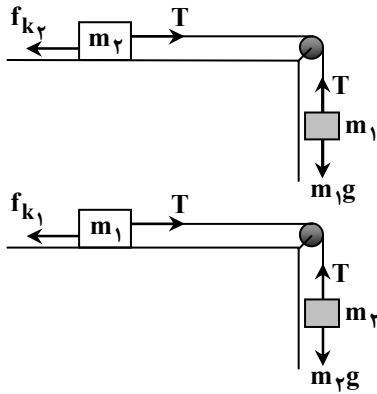
$$\Rightarrow (m + m') g \sin 37^\circ - \mu_k mg \cos 37^\circ = (m + m') a$$

$$\Rightarrow (10 + 5) \times 10 \times 0.6 - \mu_k \times 10 \times 10 \times 0.8 = (10 + 5) \times 4 \Rightarrow 90 - 80 \mu_k = 60 \Rightarrow \mu_k = \frac{3}{8}$$



۳۸- گزینه ۳ پاسخ است.

اگر برای کل دستگاه قانون دوم نیوتن را بنویسیم خواهیم داشت:



$$f_k = \mu_k N, \quad N = m_2 g, \quad a = \frac{g}{10}$$

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

$$2g - 0.5 \times g \times m_2 = (2 + m_2) \frac{g}{10}$$

$$2 - 0.5 m_2 = 0.2 + 0.1 m_2 \Rightarrow m_2 = 3 \text{ kg}$$

$$m_2 g - \mu_k m_1 g = (m_1 + m_2) a'$$

$$2g - 0.5 \times 2g = (2 + 3) a' \Rightarrow a' = \frac{2g}{5}$$

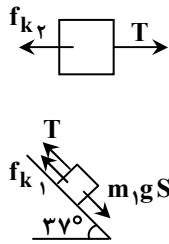
توجه: در این دو حالت نیروی کشش نخ ثابت می ماند. اگر نیروی کشش نخ را می خواست، از همان حالت اول کشش نخ را حساب می کردیم و در حالت دوم که جای وزنه ها عوض شده است، استفاده می کردیم. به محاسبه ی زیر توجه کنید:

$$m_1 g - T = m_1 a \Rightarrow 20 - T = 2 \times \frac{g}{10} \Rightarrow T = 18 \text{ N}$$

$$m_2 g - T = m_2 a' \Rightarrow 20 - T = 3 \times \frac{2g}{5} \Rightarrow T = 18 \text{ N}$$

۳۹- گزینه ۱ پاسخ است.

رابطه ی  $\sum F = ma$  را در ابتدا برای هر دو جسم می نویسیم:



$$\begin{cases} m_1 g \sin 37 - T - f_{k1} = 0 \Rightarrow f_{k1} = m_1 g \cos 37 \times \mu_k \\ T - f_{k2} = 0 \Rightarrow f_{k2} = \mu_k \times m_2 g \end{cases}$$

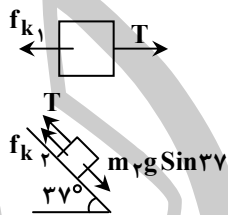
$$\Rightarrow \begin{cases} 40 \times 0.6 - T - \mu_k \times 40 \times 0.8 = 0 \\ T - \mu_k \times 200 = 0 \end{cases} \Rightarrow 24 - 232 \mu_k = 0$$

$$\Rightarrow \mu_k = \frac{24}{232} = \frac{3}{29}$$

می توانستیم برای کل مجموعه یک باره بنویسیم:

$$m_1 g \sin \alpha - \mu m_1 g \cos \alpha - \mu m_2 g = 0 \Rightarrow \mu = \frac{3}{29}$$

در حالت دوم داریم:



$$\begin{cases} m_2 g \sin 37 - T - \underbrace{\mu_k m_2 g \cos 37}_{f_{k2}} = m_2 a \\ T - \underbrace{f_{k1}}_{\mu_k m_1 g} = m_1 a \end{cases}$$

$$m_2 g \sin 37 - \mu_k m_2 g \cos 37 - \mu_k m_1 g = (m_1 + m_2) a \Rightarrow 200 \times 0.6 - \frac{3}{29} \times 200 \times 0.8 - \frac{3}{29} \times 40 = 240 a$$

$$\Rightarrow 240 a = \frac{2880}{29} \Rightarrow a = \frac{120}{29} \left( \frac{m}{s^2} \right)$$

۴۰- گزینه ۲ پاسخ است.

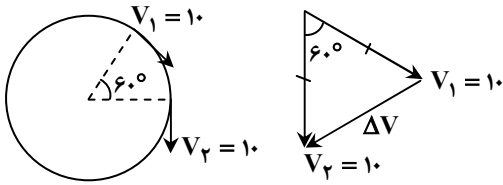
در حرکت یکنواخت بین مسافت و اندازه سرعت رابطه ی زیر برقرار است:

$$d = |V| \cdot t \Rightarrow \frac{1}{6} (2\pi r) = |V| \cdot t \Rightarrow \frac{1}{6} \times 2 \times 3 \times r = 10 \times 0.1 \Rightarrow r = 1 \text{ m}$$

برای شتاب مرکزگرا باید از رابطه ی  $a = r\omega^2$  استفاده کنیم.

$$T = 0.6 \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \Rightarrow a = r\omega^2 = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{یا} \quad a = \frac{V^2}{r} = \frac{100}{1} = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

برای محاسبه‌ی شتاب متوسط باید از رابطه‌ی  $\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  استفاده کنیم.



$$\Delta V = 2VS \sin \frac{60}{2} = 2 \times 10 \times \frac{1}{2} = 10 \frac{m}{s}$$

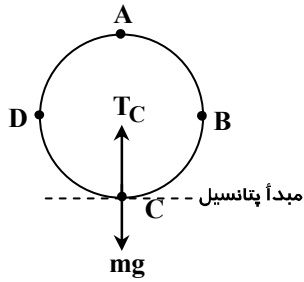
$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10}{0.1} = 100 \frac{m}{s^2} \Rightarrow \frac{\bar{a}}{a} = \frac{100}{100} = 1$$

راه ساده‌تر:

$$\text{برای مرکزگرا } a = V\omega = 10 \times 10 = 100 \frac{m}{s^2}$$

۴۱- گزینه ۴ پاسخ است.

بیشترین مقدار نیروی کشش طناب و اندازه سرعت گلوله در پایین‌ترین نقطه مسیر (نقطه C) است و کمترین مقدار آن‌ها در بالاترین نقطه مسیر (نقطه A). هرچه گلوله بالاتر رود اندازه سرعت آن و مقدار نیروی کشش طناب کم‌تر می‌شود.

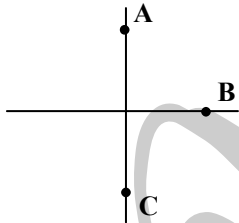


$$T_C - mg = \frac{mV_C^2}{R} \Rightarrow 132 - 20 = \frac{2 \times V_C^2}{1} \Rightarrow V_C^2 = \frac{112}{2} = 56$$

بین A و C پایستگی انرژی مکانیکی می‌نویسیم.

$$0 + \frac{1}{2} m V_C^2 = \frac{1}{2} m V_A^2 + mg(2R) \Rightarrow V_C^2 = V_A^2 + 4Rg \Rightarrow 56 = V_A^2 + 40 \rightarrow V_A^2 = 16 \rightarrow V_A = 4 \frac{m}{s}$$

در مورد حرکت گلوله بسته شده به طناب در صفحه‌ی قائم داریم:



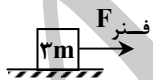
$$\begin{cases} T_C - T_A = 6mg \\ T_C - T_B = 3mg \\ T_B - T_A = 3mg \end{cases} \quad \begin{cases} V_B^2 - V_A^2 = 2Rg \\ V_C^2 - V_A^2 = 4Rg \\ V_C^2 - V_B^2 = 2Rg \end{cases}$$

۴۲- گزینه ۱ پاسخ است.

با توجه به نبودن نیروی اصطکاک کل دستگاه را بررسی می‌کنیم:

$$F = (m + 3m)a \Rightarrow 18 = 4ma \Rightarrow a = \frac{9}{2m}$$

اکنون جسم ۳m را بررسی می‌کنیم:



$$F_{\text{فرن}} = 3ma = 3m \times \frac{9}{2m} \Rightarrow F_{\text{فرن}} = \frac{27}{2} N$$

با توجه به رابطه‌ی  $F = k\Delta l$  داریم:

$$K = 6 \frac{N}{cm}$$

$$F = K\Delta l \Rightarrow \frac{27}{2} (N) = 6 \left( \frac{N}{cm} \right) \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{27}{12} cm = 2.25 cm$$

۴۳- گزینه ۳ پاسخ است.

نیروی اصطکاک بین جسم و صفحه، نیروی مرکزگرا است. هرچه بسامد و سرعت چرخش صفحه بیشتر شود،  $f_s$  نیز باید بیشتر شده تا حداکثر به  $f_{s \max}$  برسد.

$$\Sigma F = ma$$

$$\rightarrow f_s = mr\omega^2$$

$$f_{s \max} = mr\omega_{\max}^2 \rightarrow N \cdot \mu_s = mr\omega^2 \rightarrow mg\mu_s = mr\omega^2$$

$$g\mu_s = r\omega^2 \rightarrow \omega^2 = \frac{g\mu_s}{r} = \frac{10 \times 0.4}{0.4} = 100 \rightarrow \omega = 10 \frac{rad}{s} \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5}{\pi} (Hz)$$

