

دینامیک



سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴

تالیف: مهندس مهدی باباخانی

این جزوه فقط برای کسانی است که در کلاسهای بنده در موسسه کارنامه خرد

ثبت نام نموده اند. استفاده از این جزوه برای سایرین شرعا و اخلاقا حرام است و راضی نمی باشیم



مقدمات دینامیک

وقتی جسمی را می کشیم یا آن را هل می دهیم، به آن نیرو وارد می کنیم. نیرو، حاصل برهم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است.

نیرو کمیتی برداری است که علاوه بر اندازه، جهت نیز دارد در رسم نیرو از یک پاره خط جهت دار با مقیاس مناسب استفاده می کنیم (یعنی نیروی بزرگتر را توسط فلش و بردار بلندتر نشان می دهیم و نیروی ضعیف تر را با فلش و بردار کوتاه تر نشان می دهیم)، همچنین نیرو را به کمک نیروسنج اندازه گیری می کنیم و یکای آن، نیوتون است. اثر نیرو بر یک جسم به شکلهای مختلف مانند شروع به حرکت کردن، توقف، کم و زیاد شدن اندازه ی سرعت (تندی)، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل آن جسم، خود را نشان می دهد به طور خلاصه نشان داد که نیروی وارد بر یک جسم می تواند سبب تغییر سرعت جسم یا تغییر شکل آن شود. ایزاک نیوتون نخستین کسی بود که به رابطه میان نیرو و شتاب پی برد. ما در ادامه به بررسی سه قانون مهم نیوتن در حرکت خواهیم پرداخت.

بچه ها! که نیوتن نبود الان این فصل هم نبود!! واقع دینامیک روشخ قوانین نیوتن میخوره! (به نیوتن چهاره فکش میدا کلی خدمت کرده به

بشیرت!) اگر دانشمندانی همچون نیوتن و ادیسون وفارادی و... نبودن الان باید بایه **الغ صبح ها میویدیم مدرسه! شب ها هم باید مثل مرغ**

ساعت ۷ شب میخوایدیم!). خلاصه اینکه از قانون یک و سه مکنه سوالات منمومی طرح بشه ولی از قانون دوم حتما در گنگور مساله خواهیم

داشت. اول یه تعریف کلی از سه تا قانون براتون بکم بعدش بریم برای تست و مسایل.....



قانون اول نیوتن (اینرسی یا لختی یا ماند)

یک جسم، حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ میکند مگر آنکه نیروی خالص

غیر صفری به آن وارد شود



به زبون خودمونی یعنی اگر یه جسم ساکن داشته باشیم و شاهم انگولک نکنی بد نختو! اون دوست داره، همون حالت سکون خودشو حفظ کنه! اگر هم جسمی

با سرعت ثابت داره میره اگر انگولکش نکنی! دوست داره با همون سرعت ثابت به مسیر خودش ادامه بده!!

تست:

اتومبیلی در یک جاده افقی رو به جلو در حال حرکت است، شیشه‌ها بالا و کولر و بخاری خاموش است.

مگسی در هوای داخل کابین قرار دارد، کدام گزینه صحیح است؟



(۱) مگس ناچاراً به طرف شیشه جلو میرود.

(۲) مگس ناچاراً به طرف شیشه عقب میرود.

(۳) مگس همانند زمانی که اتومبیل ایستاده است، آزادانه در هوای ماشین پرواز می‌کند.

(۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند صحیح باشد.





تست: کدام یک از مثال های زیر را نمی توانیم با قانون اول نیوتون توجیه کنیم؟

(۱) گلوله ای که با سرعت ثابت سقوط می کند.

(۲) اتومبیلی که از حالت سکون شروع به حرکت کرده است.

(۳) یک سفینه فضایی (در جایی که از تمام سیارات و ستاره ها خیلی دور است) و موتور آن خاموش است.

(۴) کامیونی که روی یک جاده شیب دار در آستانه حرکت قرار دارد.

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است مطابق قانون اول اگر برابند نیروها صفر باشد، جسم حالت سکون یا حالت حرکت با تندی ثابت خود را حفظ میکند، در گزینه ۲ چون از حال سکون حرکت کرده یعنی سرعت از صفر به یک عدد جدید میرسد بنابراین شتاب و نیرو صفر نیستند و قابل توجیه با قانون اول نمیباشد (تو بقیه گزینه ها شتاب و نیرو صفر هست!)

تست: چند مورد از موارد زیر غلط است؟

الف) اتومبیلی که روی مسیر افقی، مستقیم جلو میرود، در هنگام ترمز، سرنشینان و اشیای داخل به سمت جلو پرتاب می شوند.

ب) اتومبیلی که روی سطح افقی اصطکاک دار، با سرعت ثابت حرکت می کند، از قانون اول نیوتون پیروی می کند.

ج) اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، قطعاً جسم با سرعت ثابت حرکت می کند.

د) نیروی خالص وارد بر جسمی که در راستای قائم و شرایط خلا به طرف بالا پرتاب شده و در نقطه اوج خود است، مخالف صفر است.

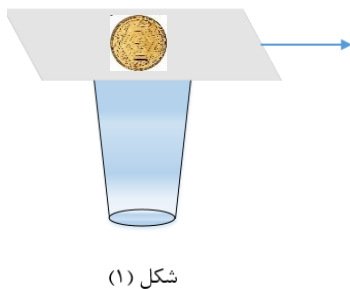
۱ مورد ۲ مورد ۳ مورد صفر مورد

گزینه ج غلط است، اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، جسم ساکن، ساکن میماند و جسم در حال حرکت

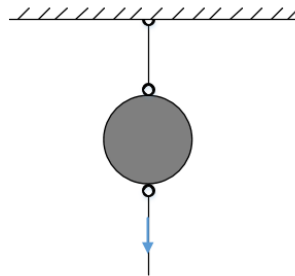
با سرعت ثابت به مسیر خود ادامه می دهد



تست: در مورد دو آزمایش روبه‌رو در شکل ۱ سکه ای روی مقوای بالای لیوان قرار دارد و در شکل ۲ گلوله ای از دو طرف به نخ متصل است چند مورد از موارد زیر درست هستند؟



شکل (۱)



شکل (۲)

الف) در شکل ۱ اگر خیلی سریع کاغذ را بکشیم، سکه داخل لیوان می‌افتد. و اگر آنرا آرام بکشیم سکه با مقوا حرکت می‌کند

ب) در شکل ۱ اگر خیلی سریع کاغذ را بکشیم، سکه داخل لیوان می‌افتد و این آزمایش بیانگر این است که اجسام طبق قانون لختی تمایل به حفظ وضعیت اولیه خود دارند.

پ) در شکل ۲ اگر به آرامی نیروی وارد بر نخ را افزایش دهیم، نخ بالایی پاره می‌شود چون نیرو فرصت انتقال یافتن پیدا می‌کند و اگر نخ را سریع بکشیم از پایین پاره می‌شود زیرا نیرو فرصت انتقال یافتن را نخواهد یافت

یک مورد دو مورد سه مورد صفر مورد

هر سه مورد صحیح است

تست: در یک تصادف، به یک خودرو از پشت ضربه شدیدی وارد می‌شود. در این حالت به دلیل تفاوت در حرکت تنه و سر راننده به گردن راننده آسیبی جدی وارد می‌شود که به آن آسیب گفته می‌شود و می‌توان این موضوع را با استفاده از قانون نیوتون توجیه کرد.
(متن کتاب درسی)

(۲) متازفامی - دوم

(۱) تازیانه ای - اول

(۴) متازفامی - اول

(۳) تازیانه ای - دوم

گزینه ۱



$$F = 200$$

$$f_{\text{خالص}} = 50$$

$$F_{\text{خالص}} = ma$$

$$200 - 50 = 150$$

قانون دوم نیوتن

قانون اول نیوتون به بررسی حرکت جسمی می پردازد که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است حال اگر نیروهای وارد بر جسم صفر نباشد چه اتفاقی می افتد **قانون دوم نیوتون** به این سوال پاسخ می دهد:

وقتی برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نباشد، سرعت آن تغییر می کند و جسم تحت تأثیر آن نیرو، شتابی در

$$\vec{a} \propto \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F_{\text{net}} = m\vec{a}$$

جهت نیروی خالص پیدا می کند یعنی:

آقا، خانم خلاصه بکم: هر وقت برآیند نیروها صفر نباشد جسم شتاب میگیرد! و شتابش از این فرمول محاسبه میشه $F = ma$ خالص



به این میگویم قانون دوم نیوتن!

تست: قایقی با شتاب ثابت از حال سکون شروع به حرکت میکند جرم قایقی ۳۴۰ کیلوگرم است

و فردی به جرم ۶۰ کیلو در آن قرار دارد. اگر به صورت فرضی! نیروی پیشران قایق ۲۵۰۰ نیوتن

و نیروی اصطکاک و مخالف حرکت ۵۰۰ نیوتن باشد پس از ۲۰ ثانیه سرعت قایق به چه عددی می

رسد؟

$$F_{\text{خالص}} = ma$$

$$2500 - 500 = (340 + 60) a$$

$$a = 5$$

۱۰ (۴)

۱۰۰ (۳) ✓

۵۰ (۲)

۲۰ (۱)

$$F_{\text{خالص}} = ma \rightarrow 2500 - 500 = 400a \rightarrow a = 5 \rightarrow v = at + v_0 \rightarrow v = 5 \times 20 = 100$$

توی این سوال در قدم اول، قانون دوم نیوتن رو مینویسیم (برای اینکار نیروهای موافق با حرکت رو اول

بنویسید سپس اونها را از نیروهای مخالف کم کنید و جواب رو برابر ma قرار بدید:

هنگام نوشتن F خالص، نیروهای موافق رو از نیروهای مخالف کم می کنیم! بعدش مساوی با ma مینویسیم!



تست: به یک ج سم ۲ کیلوگرمی، همزمان چهار نیروی ۲۰ و ۱۵ و ۱۰ و ۸ نیوتنی وارد می شوند و جسم در حالت تعادل قرار دارد، اگر فقط نیروی ۱۵ نیوتنی را حذف کنیم، و بقیه نیروها با همان اندازه و جهت قبلی شان، اثرگذار باشند، تغییر سرعت جسم پس از ۲ ثانیه چندمتر بر ثانیه خواهد شد؟

خالصه $F = ma$

$15 = 2a \rightarrow a = 7.5$

$15 \leftarrow a = \frac{15}{2}$

$15 \leftarrow a = \frac{15}{2}$

۲۰ ۱۵ ✓ ۱۰ ۸

پاسخ: هروقت چند تا نیرو در حالت تعادل باشند، اگر یکی از نیروها حذف شود، برابند نیروهای باقی مانده برابر با همان نیروی حذف شده میشود پس در سوال بالا وقتی نیروی ۱۵ نیوتنی را حذف میکنیم برابند نیروهای باقی مانده همان ۱۵ میشود بنابراین داریم:

$F_{\text{خالص}} = ma \quad 15 = 2a \quad a = 7.5 \quad v = at + v_0 = 15 \quad \Delta v = 15 - 0 = 15$

تست: اگر نیروی خالصی به بزرگی F به جسمی به جرم m_1 شتاب $\frac{3}{2} \frac{m}{s^2}$ و به جسم m_2 شتابی به بزرگی $\frac{6}{3} \frac{m}{s^2}$ بدهد، نیروی خالصی به بزرگی $3F$ به جسمی $m_1 + m_2$ شتابی به بزرگی چند متر بر مجذور ثانیه خواهد داد؟

$F = m_1 a \rightarrow m_1 = \frac{F}{a}$

$F = m_2 a \rightarrow m_2 = \frac{F}{a}$

۹ (۳) ۶ (۲) ✓ ۳ (۱)

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. قانون دوم نیوتون را در دو حالت اولیه نوشته و مقادیر m_1 و m_2 را بر حسب F به دست می آوریم:

$F = ma \rightarrow \begin{cases} F = m_1(3) \rightarrow m_1 = \frac{F}{3} \\ F = m_2(6) \rightarrow m_2 = \frac{F}{6} \end{cases}$

$3F = (m_1 + m_2) a \rightarrow ?$

$3F = (\frac{F}{3} + \frac{F}{6}) a \rightarrow 3 = (\frac{1}{3} + \frac{1}{6}) a$

$3 = \frac{1}{2} a \rightarrow a = 6$

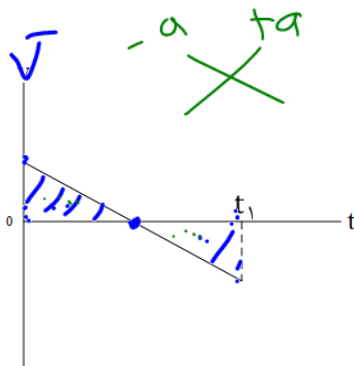
در ادامه قانون دوم نیوتون را برای حالتی می نویسیم که نیروی خالص $3F$ به جسمی به جرم $m_1 + m_2$ وارد شود.

$F = ma \rightarrow 3F = (m_1 + m_2) a \rightarrow 3F = (\frac{F}{3} + \frac{F}{6}) a$

$\rightarrow 3 = (\frac{1}{3} + \frac{1}{6}) a \rightarrow a = 6 \frac{m}{s^2}$



تست: نمودار سرعت - زمان به جرم m به صورت زیر است، در t_1 ثانیه اول حرکت کدام گزینه تمام موارد همواره و قطعاً صحیح را نشان می‌دهد؟



الف: حرکت ابتدا کند شونده سپس تند شونده است
 ب: برایند نیروهای وارد بر آن جسم پیوسته مقداری ثابت است

ج: جابه‌جایی صفر و مسافت مخالف صفر است

د: مسافت صفر و جابه‌جایی مخالف صفر است

ه: شتاب همواره در خلاف جهت محور x ها است

الف - ب - ه (۱) الف - ج - ه (۲) الف - ج (۳) الف - ب - ج - ه (۴)

گزینه اول صحیح است

بررسی موارد:

الف صحیح است زیرا با توجه به نمودار ابتدا سرعت کم شده و صفر شده ولی مجدد افزایش یافته

ب: صحیح است، زیرا وقتی نمودار سرعت زمان درجه یک است یعنی حرکت شتاب ثابت است پس طبق قانون

دوم نیوتن $F=ma$ مقدار F نیز ثابت است

ج و د: غلط است زیرا در نمودار سرعت زمان برای محاسبه جابه‌جایی باید مساحت بالا را از مساحت پایین

کم کنیم و چون اعداد دقیقی روی نمودار نداریم نمیتوانیم قضاوت کنیم پس این دو گزینه غلط هستند

ه: صحیح است چون شیب نمودار سرعت زمان منفی است بنابراین شتاب منفی است (خلاف جهت محور x

ها)

تست: جرم m تحت تأثیر نیروی $\vec{F}_1$ با شتاب ثابت $\vec{a}$ شروع به حرکت می‌کند. اگر نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به

جسمی به جرم $2m$ وارد شوند، جسم با شتاب $-2\vec{a}$ شروع به حرکت می‌کند. کدام رابطه بین $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$

برقرار است؟ (آزمون کانون)

(۱) $\vec{F}_2 = 3\vec{F}_1$ (۲) $\vec{F}_2 = -5\vec{F}_1$ (۳) $\vec{F}_2 = -3\vec{F}_1$ (۴) $\vec{F}_2 = 5\vec{F}_1$

$F_1 = ma \rightarrow F_1 + F_2 = 2m(-2a) \rightarrow F_2 = -5ma \quad F_2 = -5F_1$



قانون سوم نیوتن (کنش و واکنش)

برای هر عملی عکس العملی است. هم را ستا و هم اندازه و مختلف الجهت. مفهوم اساس قانون سوم نیوتن

آن است که تک نیرو در طبیعت وجود ندارد یعنی نیروهای موجود در طبیعت همواره دوتایی هستند، به

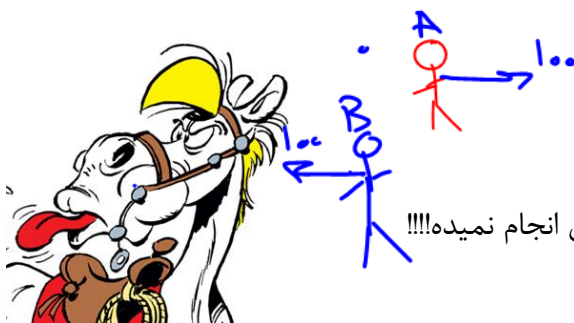
صورت عمل و عکس العمل.



مغلطه‌ای از قانون سوم نیوتن

به یه اسب میگن کالسه‌ای رو بکشه! اسب میشینه کف زمین و میگه طبق قانون سوم نیوتن اگر به کالسه نیرو وارد کنم، کالسه نیز طبق قانون سوم نیوتن نیز با همان نیرو اسب را در جهت مخالف می‌کشد، و این نیروها چون مساوی و خلاف هم هستند پس همدیگر رو خنثی می‌کنند پس من نمی‌تونم کالسه را به حرکت درآورم!!!!

آیا اسب درست میگه؟



قطعاً نه!!! چون اگه درست بگه، تو دنیا هیچکس دیگه هیچ کاری انجام نمیده!!!!

اما داستان این مغلطه چیه؟

حواستون باشه که در قانون سوم، نیروهای عمل و عکس العمل به یک جسم اثر نمی‌کند و به دو جسم مختلف اثر میکنه یعنی نیروی عمل به یک جسم و عکس العمل به جسم دیگر اثر می‌کند پس این دو تا نیرو همدیگه رو خنثی نمیکنند (یعنی عمل و عکس العمل برآیند پذیر نیستند)

اینها رو به اسب بگید! اگر قانع شد که هیچی! ولی اگر اصرار کرد روی حرفش! با مشت بکوبید پای

چشمه‌اش! اگه اعتراض کرد بهش بگید عمل و عکس العمل همدیگرو خنثی میکنن! و تو نباید درد

بیاد!!!!!!



$$F_{\text{جاذبه}} = 997 \times 10^{11} = \frac{m_1 \times m_2}{R^2}$$

تست: چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

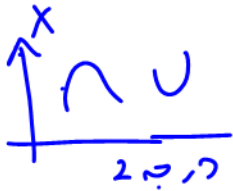
چهار

سه

دو

یک

الف: ماه و زمین برهم نیروی جاذبه وارد میکنند اما علت عدم سقوط ماه روی زمین آنست که نیروهای



عمل و عکس العمل همدیگر را خنثی میکنند

ب: اگر نمودار مکان زمان یک متحرک منحنی شکل باشد، الزاماً حرکت شتاب ثابت است

ج: اگر در فضای خارج از سطح زمین، موتور یک سفینه فضایی خاموش شود، پس از مدتی متوقف میشود.

د: مطابق قانون اول نیوتن، پس از آنکه یک ماشین به صورت ناگهانی ترمز میکند اجسام و افراد به سمت

جلو پرتاب میشوند که کمربند ایمنی از پرتاب و شلیک شدن افراد به بیرون ماشین جلوگیری میکند

بچه ها بیاید تک تک گزینه ها رو بررسی کنیم:

گزینه الف که چرت میگه! نیروهای عمل و عکس العمل (در قانون سوم) چون به یک جسم وارد نمیشوند و به دو

جسم متفاوت وارد می شوند بنابراین هیچگاه همدیگر را خنثی نمیکنند

اما گزینه ب یه اشکال کوچولو داره! نمودار مکان زمان در حرکت های شتاب ثابت منحنی درجه دو است!! و نه

هر منحنی دلخواهی، پس گزینه ۲ هم غلطه

گزینه ج هم غلطه! چرا؟ چون طبق قانون اول اگر در فضای خارج از سطح زمین، موتور یک سفینه فضایی

خاموش شود، سفینه تمایل داره با همون سرعت ثابت به مسیرش ادامه بده

و نهایتاً رسیدیم به گزینه د که کاملاً درسته ما میدونیم که : مطابق قانون اول نیوتن، پس از آنکه یک ماشین به

صورت ناگهانی ترمز میکند اجسام و افراد به سمت جلو پرتاب میشوند که کمربند ایمنی از پرتاب و شلیک شدن

افراد به بیرون ماشین جلوگیری میکند پس کلاً یک مورد درست بود و جواب گزینه ۱ میشه.



تست: مطابق شکل زیر اگر جرم فرد B دو برابر فرد A باشد و همزمان طناب را به سمت هم بکشند، و

نقطه O دقیقاً در وسط فاصله دوفرد باشد، کدام گزینه صحیح است؟ (اصطکاک با زمین ناچیز)

$$F_B = F_A$$

$$m_B a_B = m_A a_A$$

$$v = at$$

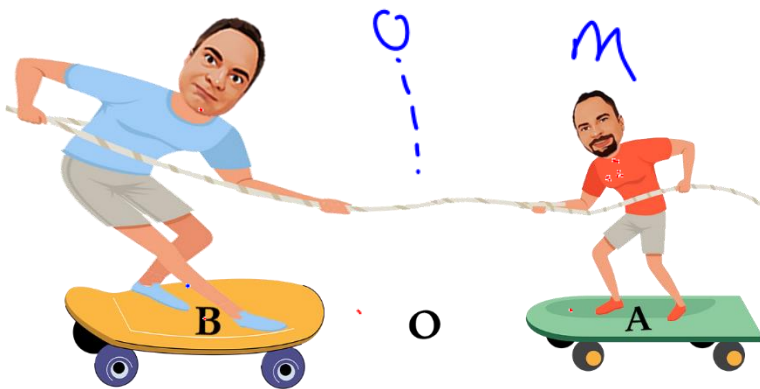
$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2$$

(۱) این دوفرد جایی بین O و B به هم می‌رسند و شتاب و تندی فرد A بیشتر است

(۲) این دوفرد جایی بین O و B به هم می‌رسند و شتاب و تندی فرد B بیشتر است

(۳) این دوفرد جایی بین A و O به هم می‌رسند و شتاب و تندی فرد A بیشتر است

(۴) این دوفرد در O به هم می‌رسند و شتاب و تندی شان با هم برابر است



طبق قانون قانون سوم نیوتن، نیروهای عمل و عکس العمل باهم برابرند $M_a = M_b$ بنابراین اونی که

جرمش کمتره باید شتابش بیشتر باشه تا تساوی بالا برقرار بمونه، پس فرد A شتابش بیشتر میشه و طبق

رابطه $V = at + v$ سرعتش هم بیشتر میشه و طبق رابطه $\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + V.t$ مقدار جابه جایی هم

بیشتر میشه پس این دوفرد جایی بین O و B به هم می‌رسند و شتاب و تندی فرد A بیشتر است و گزینه ۱

صحیح است

چند نکته مفهومی و مهم از قوانین نیوتن

- ۱- طبق قانون اول نیوتن به مایل اجسام به حفظ وضعیت حرکتشان، اینرسی یا لختی میگوییم و هرچه جرم جسم بیشتر باشد لختی نیز بیشتر است یعنی اجسام با جرم بزرگتر، بیشتر دوست دارند که حالت قبلی خود را حفظ کنند.
- ۲- اگر جسمی روی مسیری غیرمستقیم حرکت کند، الزماً نیروی خالص وارد بر آن صفر است
- ۳- هرگاه در یک سوال به ما بگویند که نیروهای وارد بر یک جسم متوازن هستند، نیروی خالص (برایند نیروها) صفر است و شتاب نیز صفر میباشد
- ۴- اگر در یک سوال به ما بگویند جسم در حالت تعادل است، نیز یعنی برایند نیروها صفر است و این شرایط در دو حالت رخ میدهد: یا جسم ساکن است و یا اگر حرکت کند با سرعت ثابت در مسیر مستقیم میروند
- ۵- اگر به یک جسم ساکن چند نیرو وارد شود ($F_{net} \neq 0$)، جسم الزماً در جهت نیروی خالص شروع به حرکت می‌کند.
- ۶- در مسیری مستقیم، در صورتی که نیروی خالصی در خلاف جهت سرعت جسم به جسم اعمال شود، حرکت جسم شتابدار کند شوند خواهد بود.
- ۷- به جسمی به جرم m نیروی خالص و ثابت F_{net} در راستای حرکت آن وارد می‌شود. اگر بردار سرعت اولیه جسم $\vec{v}_0$ باشد، اگر در لحظه $t \neq 0$ بردار سرعت جسم $\vec{v} = -\vec{v}_0$ باشد، در این لحظه بردار نیروی خالص و بردار سرعت جسم هم جهت هستند. همچنین بردار شتاب جسم و $\vec{F}_{net}$ همواره هم جهت هم هستند. همچنین اگر بردار سرعت اولیه جسم و بردار نیروی خالص هم جهت باشند، حرکت جسم پیوسته تندشونده است. همچنین اگر جهت حرکت جسم عوض شود، $\vec{v}_0$ و $\vec{F}_{net}$ در خلاف جهت هم هستند.
- ۸- مطابق قانون اول اگر برایند نیروها صفر باشد، جسم حالت سکون خود را حفظ می‌کند و اگر در حال حرکت باشد حرکت با تندی ثابت خود را حفظ میکند
- ۹- اگر به جسم ساکن فقط یک نیرو اثر کند، الزماً در جهت آن نیرو شروع به حرکت می‌کند
- ۱۰- هرگاه نیروی خالص وارد بر جسمی صفر نباشد، حرکت جسم شتابدار می‌شود
- ۱۱- هرگاه بردار برایند نیروها (نیروی خالص) با بردار سرعت هم راستا باشد، راستای حرکت ثابت میماند و فقط اندازه سرعت کم یا زیاد میشود



۱۲- هرگاه بردار برآیند نیروها (نیروی خالص) با بردار سرعت عمود باشد، جهت حرکت تغییر می‌کند و مسیر حرکت منحنی شکل میشود

۱۳- نیروی خالص ثابت با تغییرات سرعت و با بردار شتاب هم جهت است

۱۴- نیروهای کنش و واکنش همواره از یک نوع هستند یعنی یا هردو الکتریکی هستند یا هردو گرانشی یا....

۱۵- نیروهای کنش و واکنش تقدم و تاخر زمانی ندارند یعنی همزمان بر اجسام اثر میکنند

۱۶- نیروهای عمل و عکس العمل هیچگاه همدیگر را خنثی نمی‌کنند زیرا بر دو جسم مختلف وارد می‌شوند

۱۷- نیروهای کنش و واکنش دقیقا هم انداز هستند مثلا اگر با مشت به چشم یک نفر بزنید، نیروی وارد بر چشم و نیروی وارد بر دست یک اندازه است! فقط چون چشم عضو حساس تری است ممکن است بیشتر صدمه ببیند



Homework 1

۱ کدام گزینه به درستی بیان نشده است؟

- ۱ طبق قانون اول نیوتن اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم متحرکی صفر باشد برای ادامه حرکت به نیرو نیاز ندارد.
- ۲ شناگری که با سرعت ثابت در آب حرکت می‌کند، طبق قانون سوم نیوتن به کمک نیروی عکس‌العمل آب جلو می‌رود.
- ۳ جرم یک جسم نسبت نیروی وارد به آن به شتاب حاصل از آن نیرو است.
- ۴ ضربه وارد به یک جسم برابر تغییر اندازه حرکت آن جسم است.

۲ گلوله‌ای به جرم 200 g با سرعت $100 \frac{m}{s}$ به تخته‌ای برخورد کرده و با سرعت $20 \frac{m}{s}$ از تخته خارج می‌شود. اگر مدت حرکت گلوله در تخته 0.2 ثانیه باشد، نیروی متوسط وارد بر گلوله در این مدت چند نیوتن است؟

- ۱ ۱۲۰ ۲ ۱۰۰ ۳ ۸۰ ۴ ۲۰

۳ کدامیک از موارد زیر صحیح است؟

- الف) در حرکت یکنواخت بر روی خط راست در هر بازه‌ی زمانی دلخواه کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر است.
- ب) اگر برآیند نیروهای وارد بر یک جسم در یک بازه‌ی زمانی مشخص صفر نباشد، الزاماً حرکت جسم در این بازه‌ی زمانی شتابدار است.
- پ) در حرکت شتابدار جسم بر روی خط راست در هیچ بازه‌ی زمانی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم نمی‌تواند صفر باشد.

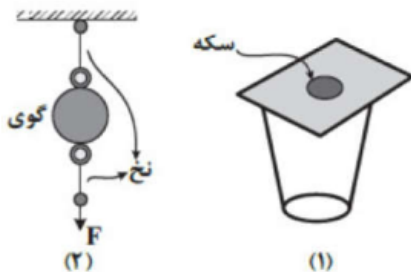
- ۱ الف، ب ۲ الف، ب، پ ۳ الف ۴ ب، پ

۴ جسمی به جرم 2 kg هم‌زمان تحت تأثیر دو نیروی عمود برهم $F_1 = 5 \text{ N}$ و F_2 قرار می‌گیرد و با شتاب $4/5 \frac{m}{s^2}$ به حرکت در می‌آید. F_2 چند نیوتون است؟ (به جسم تنها دو نیروی F_1 و F_2 وارد می‌شود.)

- ۱ ۱۳ ۲ ۱۲ ۳ ۸ ۴ ۱۸



۵ این پدیده که «حرکت سریع مقوا در شکل ۱، سبب افتادن سکه در لیوان می‌شود.» مشابه کدام پدیده زیر توجیه می‌شود؟



- ۱ اگر در شکل ۲، به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم، نخ پایین گوی پاره می‌شود.
- ۲ اگر خودروی در حال حرکت ترمز کند، سرنشین‌ها به جلو پرتاب می‌شوند.
- ۳ اگر جسمی در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت باشد، به تدریج حرکت آن کند می‌شود و می‌ایستد.
- ۴ همه موارد

۶ کدام یک از عبارتهای زیر نادرست است؟

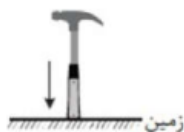
- ۱ اگر اتومبیلی که به سمت جلو در حال حرکت است، ترمز کند، سرنشینان به سمت جلو پرتاب می‌شوند.
- ۲ اگر جسمی در حال حرکت باشد و برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد، جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند.
- ۳ در نقطه اوج حرکت یک گلوله در راستای قائم، سرعت گلوله صفر بوده و نیرویی به آن وارد نمی‌شود.
- ۴ هر چه لختی جسم کمتر باشد، به حرکت درآوردن آن راحت‌تر است.

۷ چند مورد از گزاره‌های زیر صحیح است؟

- الف- نیروهای کنش و واکنش همواره هم‌نوع هستند.
- ب- برآیند نیروهای کنش و واکنش صفر است.
- ج- واکنش نیروی وزن وارد بر جسم به زمین وارد می‌شود.
- د- اگر اتوبوس ساکن باشد و ناگهان شروع به حرکت کند، مسافر اتوبوس به جلو پرتاب می‌شود.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۸ برای محکم کردن سر چکش می‌توان انتهای دسته چکش را مطابق شکل به زمین کوبید. این پدیده با کدام قانون توجیه می‌شود؟



- ۱ قانون اول نیوتون
- ۲ قانون دوم نیوتون
- ۳ قانون سوم نیوتون
- ۴ قانون پایستگی انرژی



- ۹ گلوله‌ای به جرم ۴ کیلوگرم را از سطح زمین مطابق شکل، پرتاب می‌کنیم. اگر در بالاترین نقطه‌ی مسیر که بردار سرعت کاملاً موازی افق زمین است، نیروی مقاومت هوا ۹ نیوتون باشد، بزرگی شتاب در SI و جهت شتاب حرکت در این لحظه کدام است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



۱۱ و ۴

۱۰/۷۵ و ۳

۱۰/۵ و ۲

۱۰/۲۵ و ۱

- ۱۰ سه نیروی افقی ۶، ۹ و ۱۲ نیوتونی به جسم ساکنی به جرم m روی سطحی افقی وارد می‌شوند و جسم همچنان ساکن است. با حذف یکی از نیروها، جسم با شتابی به بزرگی $\frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت می‌کند. اگر با حذف نیرویی دیگر، بزرگی شتاب جسم به $\frac{m}{s^2}$ برسد، m چند کیلوگرم است؟ (از اصطکاک صرف نظر کنید.)

۹ و ۴

۳ و ۳

۴/۵ و ۲

۶ و ۱

- ۱۱ علی به جرم ۹۰ kg و ناصر به جرم ۶۰ kg با کفش‌های اسکیت روبه‌روی هم بر روی سطح بدون اصطکاک ایستاده‌اند. اگر علی، ناصر را با نیروی ۱۸۰ N هل دهد، فاصله آن‌ها بعد از مدت ۲ ثانیه چند متر می‌شود؟



۵ و ۴

۱۰ و ۳

۲۰ و ۲

۴۰ و ۱

- ۱۲ در شکل مقابل، کامیونی از حال سکون، بر روی خطی راست شروع به حرکت می‌کند. در این حالت آونگی که به سقف کامیون بسته شده است، به طرف منحرف می‌شود، این پدیده، با قانون نیوتون قابل توجیه است.



۴ راست - اول

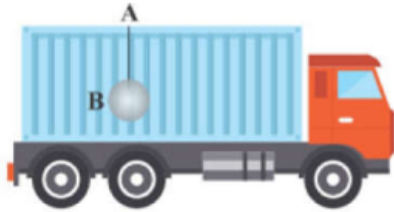
۳ چپ - دوم

۲ چپ - اول

۱ راست - دوم



۱۳) مطابق شکل، کامیونی در حالت سکون قرار دارد. ناگهان کامیون با شتاب ثابت به سمت راست شروع به حرکت می‌کند. با انجام این کار، آونگ متصل به سقف به سمت منحرف می‌شود و عکس‌العمل نیروی وزن گلوله‌ی آونگ به وارد می‌شود.



۱) چپ - ریسمان AB ۲) چپ - زمین ۳) راست - ریسمان AB ۴) راست - زمین

۱۴) دو شخص به جرم‌های m_1 و m_2 در یک سطح افقی بدون اصطکاک توسط یک طناب یک طرفه بدون جرم یک‌دیگر را به سمت هم می‌کشند. اگر هر دو شخص در ابتدا ساکن باشند و مسافتی که طی می‌کنند تا به هم برسند به ترتیب برابر L_1 و L_2 باشد، حاصل $\frac{L_1}{L_2}$ کدام گزینه است؟

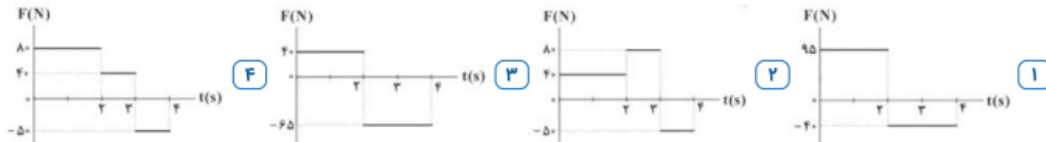
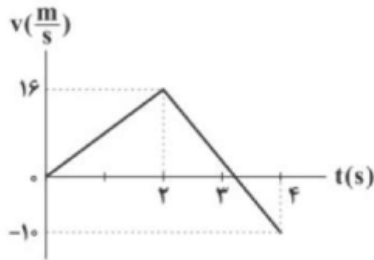
۱) $\frac{m_1}{m_2}$ ۲) $\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ ۳) $\frac{m_2}{m_1}$ ۴) $\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$

۱۵) جرم m تحت تأثیر نیروی $\vec{F}_1$ با شتاب ثابت $\vec{a}$ شروع به حرکت می‌کند. اگر نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به جسمی به جرم $2m$ وارد شوند، جسم با شتاب $-\vec{a}$ شروع به حرکت می‌کند. کدام رابطه بین $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ برقرار است؟

۱) $\vec{F}_2 = 3\vec{F}_1$ ۲) $\vec{F}_2 = -5\vec{F}_1$ ۳) $\vec{F}_2 = -3\vec{F}_1$ ۴) $\vec{F}_2 = 5\vec{F}_1$



۱۶ نمودار سرعت - زمان جسمی به جرم 5 kg مطابق شکل زیر است. نمودار داده شده در کدام گزینه تغییرات نیروی خالص وارد بر این جسم بر حسب زمان را به درستی نشان می‌دهد؟



۱۷ به جسمی به جرم 2 kg ، دو نیروی $\vec{F}_1 = -3\vec{i} + b\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = a\vec{i} - 2b\vec{j}$ به صورت همزمان وارد می‌شوند. اگر جسم تحت تأثیر این دو نیرو با شتاب $-\frac{g}{5}\vec{j}$ در راستای محور y حرکت کند، اندازه‌ی بردار

$$\vec{A} = \vec{a} + \vec{b}$$

برابر کدام گزینه خواهد بود؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ و کلیه‌ی بردارها در واحد SI بیان شده‌اند.)

۱ $\sqrt{13}$ ۲ ۳ ۳ ۵ ۴ $\sqrt{17}$

۱۸ اگر به جسمی به جرم 3 kg ، سه نیرو به بزرگی ۱۲، ۱۰ و ۶ نیوتون به صورت همزمان وارد شوند، جسم در حالت تعادل قرار می‌گیرد، همچنین اگر سه نیرو به بزرگی‌های ۹، ۱۱ و ۶ نیوتون به صورت همزمان به همین جسم وارد شوند، جسم مجدداً در حالت تعادل خواهد بود. اگر چهار نیرو به بزرگی‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ نیوتون به صورت همزمان به این جسم وارد شوند، اندازه‌ی شتاب حرکت این جسم بر حسب SI کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟ (جهت نیروها در حالت اول و دوم تغییر نمی‌کند.)

۱ صفر ۲ ۱ ۳ ۴ ۴ ۶



۱۹ برای محکم کردن سر چکش می‌توان انتهای دسته چکش را مطابق شکل به زمین کوبید. این پدیده با کدام قانون توجیه می‌شود؟



- ۱ قانون سوم نیوتن ۲ قانون دوم نیوتن ۳ قانون اول نیوتن ۴ قانون پایستگی انرژی

۲۰ مطابق شکل جسمی در حال سقوط در هوا است. واکنش نیروی وزن وارد بر جسم، به چه جسمی وارد می‌شود؟



زمین -----

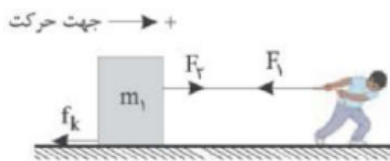
- ۱ نیروی واکنش به هوا وارد می‌شود. ۲ نیروی واکنش به جسم وارد می‌شود.
۳ نیروی واکنش به زمین وارد می‌شود. ۴ در حال سقوط وزن صفر است، پس واکنش ندارد.
- ۲۱ به جسم ساکن با جرم $m = ۲/۵ \text{ kg}$ فقط دو نیروی $\vec{F}_1 = ۲\vec{i} + ۴\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = b\vec{i} + c\vec{j}$ در SI اثر می‌کند و باعث می‌شود که سرعت جسم پس از ۴ ثانیه در SI برابر $\vec{v} = ۸\vec{i}$ شود، اندازه نیروی F_2 چند نیوتن است؟
- ۱ ۵ ۲ ۱۰ ۳ ۱۵ ۴ ۲۰

- ۲۲ جسمی به جرم ۸ kg تحت تأثیر ۳ نیرو به بزرگی $F_1 = ۱۰ \text{ N}$ ، $F_2 = ۱۵ \text{ N}$ و $F_3 = ۲۰ \text{ N}$ در حال تعادل است. اگر بدون تغییر جهت نیروها، اندازه دو نیروی F_1 و F_2 هر کدام ۳ برابر شود، اندازه شتاب حرکت چند $\frac{m}{s^2}$ می‌شود؟
- ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۷/۵ ۴ ۵

- ۲۳ به یک جسم ۴ کیلوگرمی سه نیروی افقی $F_1 = ۲۰ \text{ N}$ ، $F_2 = ۱۵ \text{ N}$ و $F_3 = ۱۰ \text{ N}$ وارد می‌شود و جسم تحت تأثیر این سه نیرو ساکن است. اگر جهت نیروی F_3 را برعکس کنیم، تندی جسم پس از طی جابه‌جایی ۲۰ m به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟

- ۱ ۱۰ ۲ $۱۵\sqrt{۱۰}$ ۳ ۲۰ ۴ $۱۰\sqrt{۲}$

- ۲۴ مطابق شکل شخصی به کمک طناب متصل به جسم، آن را روی سطح افقی زمین با سرعت ثابت می‌کشد، کدام گزینه درست است؟



- ۱ واکنش نیروی F_1 به شخص وارد می‌شود. ۲ واکنش نیروی F_2 به شخص وارد می‌شود.
۳ f_k واکنش نیروی F_2 است. ۴ واکنش نیروی f_k به زمین وارد می‌شود.



۲۵ دو شخص به جرم های ۷۵ kg و ۵۰ kg با کفش‌های چرخدار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی ۱۰۰ N شخص دوم را به طرف راست هل می‌دهد. شتاب شخص اول چند $\frac{m}{s^2}$ و به کدام سمت است؟ (از اصطکاک صرف‌نظر می‌کنیم.)

- ۱) $\frac{۴}{۳}$ - چپ ۲) $\frac{۴}{۳}$ - راست ۳) ۲ - چپ ۴) ۲ - راست

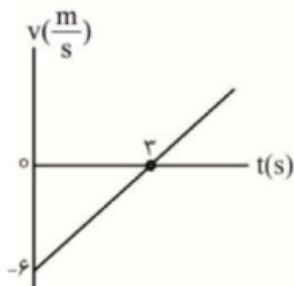
۲۶ چند گزینه‌ی درست در بین گزینه‌های زیر وجود دارد؟
 الف) علت اینکه هنگام ترمز کردن ناگهانی خودرو، به طرف جلو پرتاب می‌شویم مربوط به خاصیت لختی است.
 ب) وقتی شخصی جعبه‌ای را هل می‌دهد و هر دو ساکن هستند، واکنش وزن شخص بر جعبه وارد می‌شود.
 پ) برآیند نیروهای وارد بر یک جسم برابر با تغییر تکانه‌ی آن جسم است.
 ت) در حالتی که یک آسانسور حرکت سقوط آزاد انجام دهد، نیروی عمودی تکیه‌گاه صفر خواهد بود.
 ث) با افزایش مقاومت هوا برای جسم در حال سقوط در هوا، ممکن است جسم به تندی حدی برسد که برای چترباز حدود $\frac{۵}{s} m$ و برای قطره‌ی باران حدود $\frac{۷}{s} m$ است.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷ نیروی خالص F به جرمی به جرم m_1 ، شتاب $\frac{۴}{s^2} m$ و به جرمی به جرم m_2 ، شتاب $\frac{۱}{۲} \frac{m}{s^2}$ می‌دهد. نیروی خالص F ، به جرمی به جرم $m_1 + m_2$ چه شتابی بر حسب متر بر مربع ثانیه می‌دهد؟

- ۱) $\frac{۳}{۶}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۰}{۶}$

۲۸ نمودار $v - t$ حرکت یک قایق اسباب‌بازی به جرم ۱۲ kg که درون آب یک استخر روی یک مسیر مستقیم، در حال حرکت است، به صورت شکل مقابل است. در لحظه $t = ۳ \text{ s}$ ، بزرگی نیروهای مقاوم در مقابل حرکت این قایق ۴۰ N است. در این لحظه، بزرگی نیروی پیشران وارد بر قایق اسباب‌بازی چند نیوتون است؟



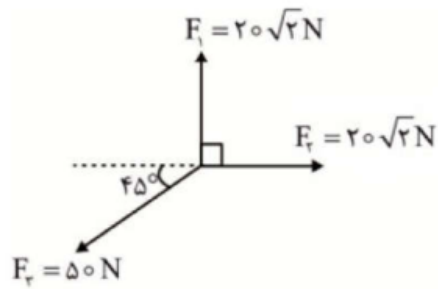
- ۱) ۶۴ ۲) ۲۴ ۳) ۱۶ ۴) ۷۶

۲۹ به جرمی به جرم ۲ kg ، فقط یک نیروی افقی ثابت ۴ N وارد می‌شود. در لحظه $t = ۰$ در حالی که جسم با تندی $\frac{۶}{s} m$ در حال حرکت است، نیروی F قطع می‌شود. در این صورت کدام گزینه درباره حرکت این جسم درست است؟

- ۱) در لحظه $t = ۳ \text{ s}$ ، جسم متوقف شده است.
 ۲) در لحظه $t = ۱ \text{ s}$ ، جسم به صورت تندشونده در حال حرکت است.
 ۳) در لحظه $t = ۲ \text{ s}$ ، جسم به صورت کندشونده در حال حرکت است.
 ۴) تا لحظه $t = ۳ \text{ s}$ ، این جسم ۱۸ متر جابه‌جا شده است.



۳۰ مطابق شکل، در یک صفحه افقی بدون اصطکاک، سه نیروی افقی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ در $t = 0$ به طور همزمان به جسم ساکنی به جرم 2 kg وارد می‌شوند و جسم را به حرکت درمی‌آورند. سرعت این جسم پس از 8 m جابه‌جایی به چند متر بر ثانیه می‌رسد؟



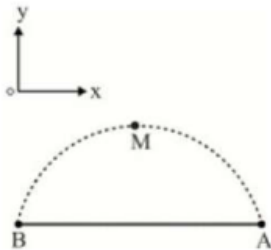
۸ (۴)

۴ (۳)

۲ (۲)

$2\sqrt{2}$ (۱)

۳۱ در شکل مقابل، در نقطه M از مسیر حرکت یک توپ در هوا، جهت حرکت کاملاً افقی است و بردار شتاب ذره $\vec{a} = a_x \vec{i} - 10 \vec{j}$ است. اگر نیروی خالص وارد بر توپ در این لحظه $\vec{F} = -17 \vec{i} = 4 \vec{j}$ باشد، a_x برابر متر بر مربع ثانیه و جهت پرتاب توپ از است.



A به B ، ۳ (۴)

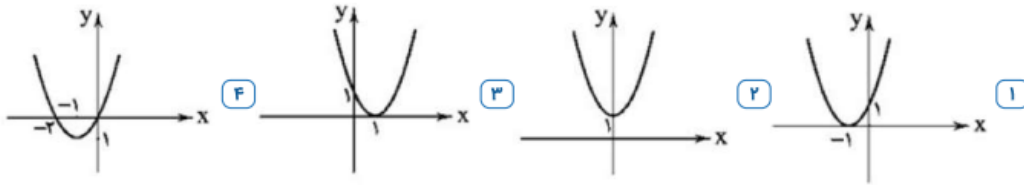
B به A ، ۳ (۳)

A به B ، -۳ (۲)

B به A ، -۳ (۱)



۳۲ سه نیروی $\vec{F}_1 = 2\vec{i} + 2\vec{j}$ ، $\vec{F}_2 = -5\vec{i} + 4\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = 9\vec{i} + \beta\vec{j}$ در دستگاه SI به طور هم زمان به جسمی به جرم 2kg اثر کرده و به آن شتاب $\sqrt{2} \frac{m}{s^2}$ می‌دهد. نمودار تابع $y = x^2 + \beta x + 1$ کدام یک از نمودارهای زیر می‌تواند باشد؟



۳۳ نیروهای کنش و واکنش دو نیروی و هستند. سوی آن‌ها یک‌دیگر است و اثر یک‌دیگر را خنثی می‌کنند.

- ۱ هم اندازه، هم راستا، موافق، می‌کنند. ۲ هم اندازه، هم نوع، موافق، نمی‌کنند.
۳ نامساوی، هم راستا، موافق، نمی‌کنند. ۴ هم اندازه، هم راستا، مخالف، نمی‌کنند.

۳۴ یک اسب به گاری بسته شده و آن را می‌کشد. گاری نیز بنابر قانون سوم نیوتون اسب را با همان نیرو به عقب می‌کشد. چرا گاری در حال تعادل باقی نمی‌ماند؟

- ۱ نیرویی که زمین به اسب وارد می‌کند بیش از نیرویی است که اسب بر زمین وارد می‌کند.
۲ نیرویی که اسب به گاری وارد می‌کند بیش از نیرویی است که گاری بر اسب وارد می‌کند.
۳ دستگاه بر اثر هم‌کنش با سطح زمین حرکت می‌کند.
۴ قانون سوم نیوتون درباره‌ی دستگاه‌های بیش از یک جرم معتبر نیست.

۳۵ لامپی به وسیله‌ی سیمی از سقف آویخته شده است و در حالت تعادل قرار دارد. در این حالت، واکنش نیروی وزن لامپ به وارد می‌شود.

- ۱ سیم ۲ سقف ۳ هوا ۴ زمین



بخش ۲: بررسی برخی نیروهای خاص



mg

الف: نیروی وزن

وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جسم وارد می شود جهت وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف زمین است. البته حتما به یاد دارید که جرم با وزن فرق دارد ما به m جرم میگوییم و به mg وزن میگوییم. مثلا جرم من ۷۰ کیلوگرم است ولی وزن من روی کره زمین تقریبا ۷۰۰ نیوتن است!

ب: نیروی مقاومت شاره

وقتی جسمی مانند یک توپ را از بالای ساختمانی رها می کنیم، علاوه بر وزن جسم، نیروی دیگری از طرف هوا به جسم در خلاف جهت حرکت وارد می شود. به طور کلی وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می شود که به آن نیروی مقاومت شاره می گویند. نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ... بستگی دارد. هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد.

نیروی مقاومت هوا بر یک گلوله با مجذور شعاع آن و مجذور سرعت آن متناسب است، یعنی $f \propto R^2 V^2$. می توان اندازه این نیرو را به صورت $f = kR^2 V^2$ نشان داد که در آن k یک ضریب ثابت است.

تست: هنگامی که جسمی در هوا در حال سقوط است، واکنش نیروهای وارد بر جسم

(۲) بر خود جسم و بر هوا وارد می شود..

(۱) ناچیز است

(۴) بر مولکولهای هوا وارد می شود

(۳) بر مرکز زمین و بر هوا وارد می شود.

بچه ها میدونیم که وزن از زمین به اجسام وارد میشه پس عکس العملش از جسم به زمین هست در مورد مقاومت هم به طریق مشابه پس گزینه ۳ درست هست

تست: چتربازی به جرم ۵۰ کیلوگرم بعد از مدتی سقوط آزاد، چتر خود را باز می کند و در این لحظه نیرویی که از طرف چتر و هوا به شخص وارد می شود به ۱۰۰۰ نیوتن میرسد. اندازه شتاب حرکت شخص در این لحظه چند متر بر مجذور ثانیه و جهت شتاب به کدام سمت است؟

(۴) ۸، پایین

(۳) ۸، بالا

(۲) ۱۰، پایین

(۱) ۱۰، بالا

$$mg - f_D = ma \quad 500 - 1000 = 50a \quad a = -10$$

منفی شدن علامت شتاب یعنی آنکه جهت شتاب برعکس جهت حرکت بوده است گزینه ۱

$$+1000 - 500 = ma$$

$$500 = 50a$$

$$a = +10$$



تست: سه گوی فلزی به جرم های m_1 ، m_2 و m_3 که دومی بیست درصد بزرگتر از اولی و سومی ۵۰ درصد بزرگتر از دومی است به طور همزمان از ارتفاع ۸۰ متری از سطح زمین رها می شوند.

اگر نیروی مقاومت شاره (هوا) وارد بر هر کدام از گوی ها از لحظه رهاشدن تا لحظه رسیدن به زمین ثابت و برابر $\frac{1}{10}$ نیروی وزن همان گوی باشد. کدام گزینه در مورد مقایسه تندی گوی ها در لحظه رسیدن به زمین (v) و مدت زمان سقوط آنها (t) صحیح است؟

$$t_1 < t_2 < t_3, v_1 > v_2 > v_3 \quad (2)$$

$$t_1 > t_2 > t_3, v_1 > v_2 > v_3 \quad (1)$$

(۴) اطلاعات کافی نیست و نمیتوان قضاوت کرد

$$t_1 = t_2 = t_3, v_1 = v_2 = v_3 \quad (3) \checkmark$$

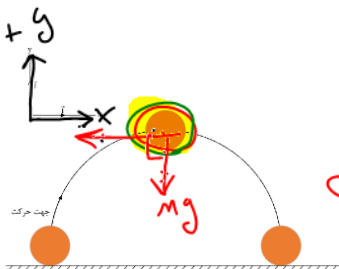
$$mg - f_D = ma \quad mg - \frac{1}{10}mg = ma$$

$$a = \frac{9}{10}g \quad v = at + v_0 \quad \Delta x = \frac{1}{2}at^2$$

پاسخ: گزینه ۳ خب خیلی واضحه که جرمها از طرفین حذف میشوند و این یعنی شتاب

مستقل از جرم است پس شتابها نیز باهم برابرند و طبق روابط حرکت شناسی زمانها و سرعت ها هم یکسان میشوند

تست: در شکل روبه رو توپی به جرم ۴۰۰g را در بالاترین نقطه مسیرش می بینید. در این نقطه شتاب توپ ۱۲/۵ واحد SI و نیروی مقاومت هوا افقی باشد. در این لحظه نیروی مقاومت هوا بر حسب نیوتون کدام است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) (مشابه مثال کتاب درسی)



$$F_{\text{نتیجه}} = ma \quad F = (-1.4)12.5 = -17.5$$

$$F = \sqrt{(mg)^2 + f_D^2} \quad 5 = \sqrt{4^2 + f_D^2} \quad f_D = 3$$

$$-6\vec{i} \quad (2)$$

$$-3\vec{i} \quad (1) \checkmark$$

$$+6\vec{i} \quad (4)$$

$$(3) \text{ صفر}$$

نیروی خالص مطابق $F=ma$ برابر میشود با ۵ نیوتن اما در نقطه اوج ما دوتا نیرو داریم: یکی وزن mg و یکی هم مقاومت هوا که براینده این دوتا نیرو باید با همون نیروی خالص برابر بشه:

$$F_{\text{خالص}} = \sqrt{mg^2 + f_{\text{مقاومت}}^2} \quad 5 = \sqrt{4^2 + f_{\text{مقاومت}}^2} \quad f_{\text{مقاومت}} = -3$$

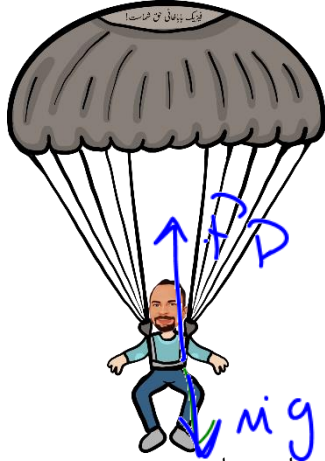
چون مقاومت برعکس جهت محور x ها هست پس منفی گذاشتیم یعنی $-3\vec{i}$



تندی حدی

هنگام پایین آمدن یک جسم حجیم در هوا در لحظاتی از مسیر حرکت وجود دارد، که نیروی مقاومت هوا و وزن جسم، هم اندازه شده و نیروهای وارد بر جسم متوازن می شوند پس از آن جسم با تندی ثابتی، به طرف پایین حرکت می کند که به آن

تندی حدی می گویند.



تندی حدی چتر باز یعنی چه؟

هنگام پایین پریدن یک چتر باز بدون سرعت اولیه در هوا، ابتدا سرعت آن افزایش می یابد و مقاومت هوا نیز زیاد میشود و در جایی از مسیر وزن و مقاومت هوا یکی میشوند و از آنجا چتر باز با تندی ثابت (حدی) حرکت میکند، اما پس از آنکه دکمه چتر

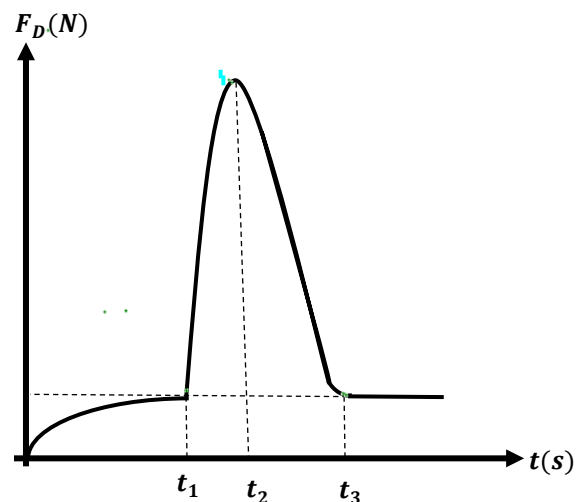
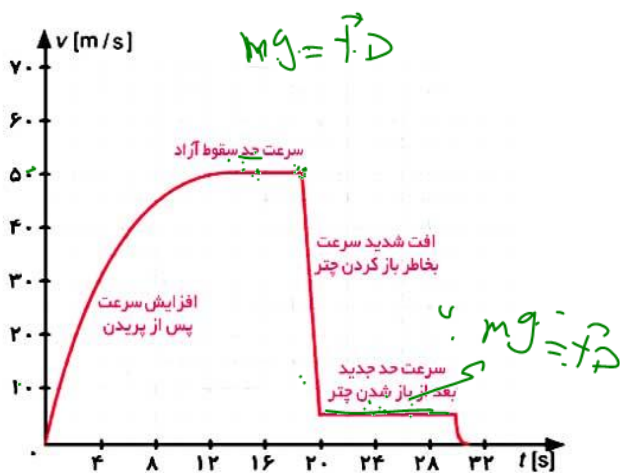
خود را میزند و چتر باز میشود، ابتدا مقاومت هوا زیاد شده به تدریج تندی آن کاهش پیدا می کند و در نتیجه نیروی

مقاومت هوا نیز مجدد کم می شود تا اینکه نیروی مقاومت هوا و وزن مجدداً برای بار دوم با هم اندازه شده و نیروهای وارد بر جسم متوازن شوند. پس از این جسم با تندی ثابتی، به طرف پایین حرکت می کند که به آن تندی حدی بار دوم می گویند.

در واقع این چتر باز دوبار به تندی حدی میرسد ولی دقت کنید که تندی حدی ها با هم برابر نیستند و تندی حدی در حالت

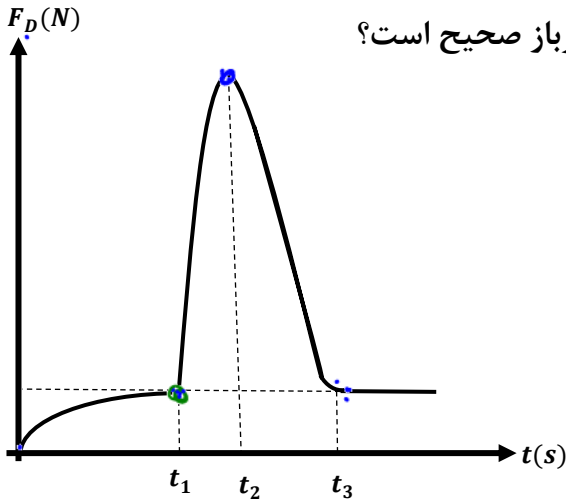
اول (قبل از باز کردن چتر) بیشترین مقدار سرعت چتر باز در طول مسیرش است

در شکل زیر نمودارهای تندی بر حسب زمان و مقاومت شاره بر حسب زمان را مشاهده نمایید





تست: چتربازی از یک بالن ساکن به پایین می پرد و با تندی حدی به سطح زمین می رسد. اگر نمودار نیروی مقاومت هوای وارد بر چترباز از لحظه پریدن تا لحظه رسیدن به سطح زمین مطابق شکل زیر باشد، کدام یک از گزاره های زیر در مورد حرکت چترباز صحیح است؟



الف) در بازه زمانی صفر تا t_1 نوع حرکت تندشونده است. ✓

ب) نیروهای وارد بر چترباز در لحظه t_1 متوازن است. ✓

پ) تندی چترباز در لحظات t_1 و t_3 با یکدیگر برابر است. ✗

ت) تندی چترباز در لحظه t_2 بیشینه است. ✗

(۱) الف و ب (۲) ب و پ (۳) پ و ت (۴) الف، ب و ت ✓

با توجه به توضیحات صفحه قبل گزینه ۱ صحیح است

تست: چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

۵ مورد ۴ مورد ۳ مورد ۲ مورد

الف) نیروی مقاومت هوای وارد بر یک جسم به ابعاد آن بستگی دارد. ✓

ب) هنگام پایین آمدن یک جسم حجیم در هوا در لحظاتی از مسیر حرکت وجود دارد، که نیروی مقاومت هوا و وزن جسم، هم اندازه شده و نیروهای وارد بر جسم متوازن می شوند پس از آن جسم با تندی ثابتی، به طرف پایین حرکت می کند که به آن تندی حدی می گویند. ✓

ج) هر چه قدر تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومتی که شاره به جسم وارد می کند، بیشتر است. ✓

و) اگر جسمی داخل یک شاره فرو رفته باشد، نیرویی رو به بالا به آن وارد می شود که به آن نیروی ارشمیدسی می گوئیم ✓

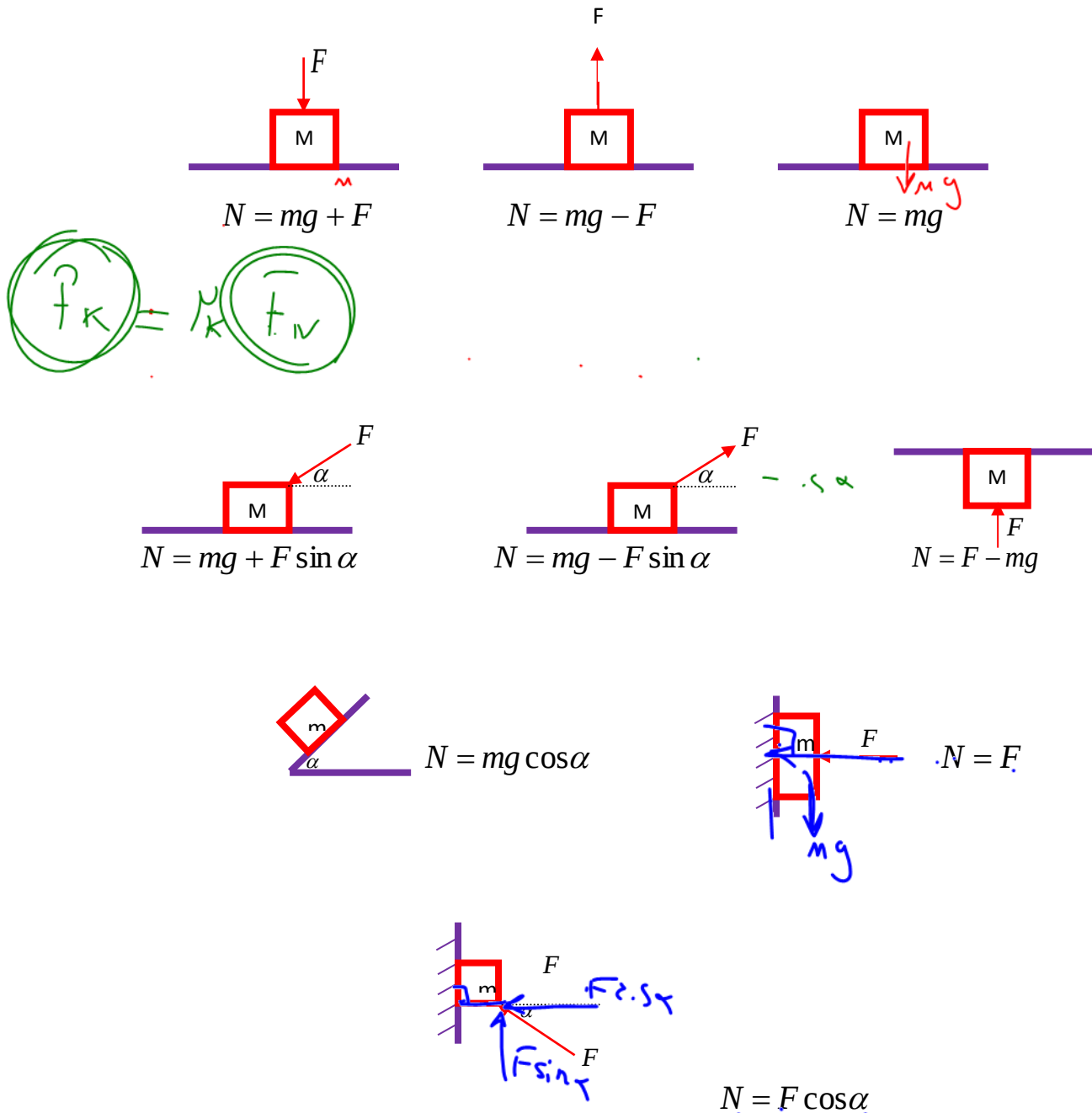
ه) به هر جسمی در شاره نیروی مقاومتی به نام مقاومت شاره وارد می شود. ✗

ی) نیروی مقاومت شاره در خلاف جهت حرکت است. ✓

همه درست هست به جز مورد یکی مانده به آخر! آخه نیروی مقاومت شاره فقط به اجسامی که در شاره حرکت کنند وارد میشه و نه همه اجسام!

ج: نکات مربوط به نیروی عمود بر سطح (N) یا F_N

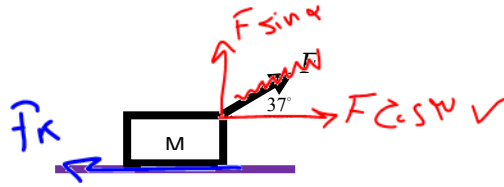
نیروی عمودی تکیه‌گاه از طرف سطح به جسمی که روی آن قرار دارد وارد می‌شود، بنابراین واکنش این نیرو به صورت عمودی و در خلاف جهت از طرف جسم به سطح وارد می‌شود. قدر مطلق این دو نیرو باهم برابرست و آن را با F_N یا N نشان می‌دهیم. شکل‌های زیر حالت‌های معروف نیروی عمود بر سطح را نشان می‌دهد، برای بالا رفتن سرعت عمل، شکل‌های زیر را حفظ کنید:





تست: در شکل زیر اصطکاک ناچیز و شتاب حرکت وزنه ۶۰ کیلوگرمی $\frac{m}{s^2}$ می باشد.

نیروی که از طرف سطح در راستای قائم بر جسم وارد می شود، برابر چند نیوتن است؟



$$(g = 10 \text{ N/kg}, \sin 37^\circ = 0.6)$$

$$۵۱۰ - ۲ \quad ۴۴۰ - ۱$$

$$۵۲۸ - ۴ \quad ۶۹۰ - ۳$$

$$F = ma$$

$$F \cos 37 - f_k = ma$$

$$(1/8) = 60 \times 2$$

$$F = \frac{120}{1/8} = 960$$

$$F_N = mg - F \sin \alpha$$

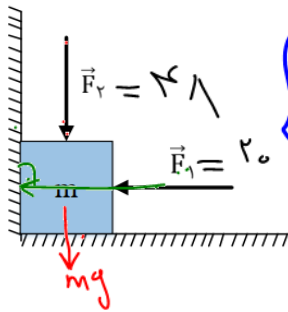
$$F_N = 600 - (120) \times 0.6$$

$$F_N = 600 - 72 = 528$$

تست: مطابق شکل روبه‌رو، دو نیروی $F_1 = 20\text{N}$ و $F_2 = 48\text{N}$ به جسمی به وزن ۳۳ نیوتن در دو

حالت وارد می‌شوند. نیروی عمود بر سطح زمین در شکل بالایی چند برابر اندازهٔ **برایند نیروهای**

عمودی سطحی است که به جسم در شکل پایینی وارد می‌شود، ؟



$$F_N = F_2 + mg = 48 + 33 = 81$$

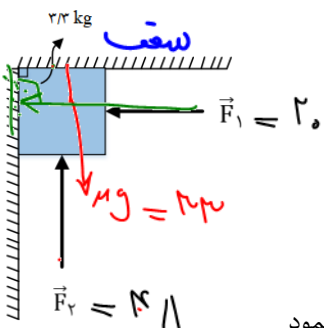
$$F_N = F_1 = 20$$

$$F_N = \sqrt{(81)^2 + 20^2}$$

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

$$۵/۲۴ (۲) \quad ۳/۲۴ (۱)$$

$$۹/۲۴ (۴) \quad ۲ (۳)$$



$$F_N = F_2 - mg = 48 - 33 = 15$$

$$F = F_1 = 20$$

$$F_N = \sqrt{(15)^2 + 20^2} = 25$$

$$\frac{81}{25} = \frac{1}{1/25}$$

در شکل اول نیروی عمودی وارد بر زمین $۳۳+۴۸$ میشود اما در شکل دوم هم نیروی عمود

بر زمین و هم نیروی عمود بر دیوار را باید محاسبه کنیم و برایند گیری کنیم که جواب آن ۲۵ میشود

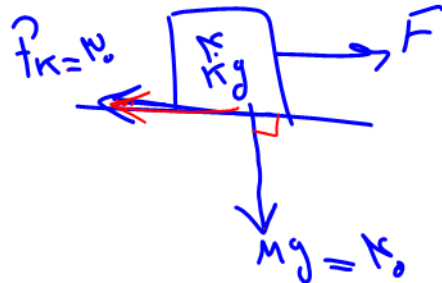
بنابراین با تقسیم و عدد بر هم گزینه ۱ صحیح است



تست: جسمی ۴ کیلوگرمی روی یک سطح افقی با اعمال نیروی افقی F با سرعت ثابت حرکت

میکند و نیروی اصطکاک ۳۰ نیوتن است، نیرویی که از طرف سطح بر جسم وارد میشود چند

نیوتن است؟



۷۰

۵۰ ✓

۳۰

۴۰

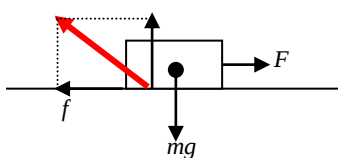
نیروی عمودی بر سطح $F \cdot N = mg = 40$
 نیروی مماس بر سطح $F = f = 30$

نیروی بین جسم و سطح $R = \sqrt{(F_N)^2 + (F_f)^2}$

نکته:

نیرویی که سطح به یک جسم وارد می کند (واکنش سطح) ، برآیند دو نیروی عمودی تکیه گاه (N) و

نیروی اصطکاک (f) باشد و آنرا با R نشان می دهیم.



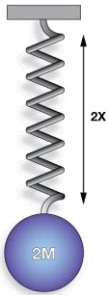
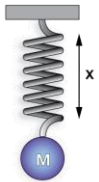
$$R = \sqrt{N^2 + f^2}$$



د: بررسی نکات مربوط به نیروی فنر و انرژی فنر

اگر فنر را به اندازه Δx بکشیم یا فشرده کنیم فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به جسم وارد می کند همچنین مقداری انرژی در آن ذخیره می شود و توسط فرمول های زیر نیروی

کشسانی F انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر U را می توانیم محاسبه کنیم:



فنر

$$F = k \Delta x \quad \text{نیروی فنر}$$

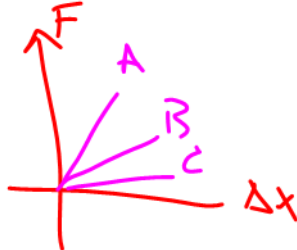
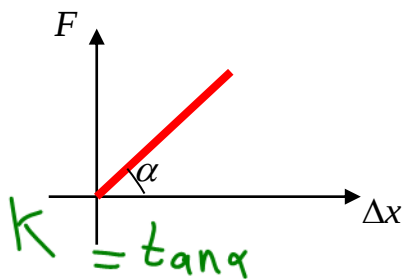
$$u = \frac{1}{2} k \Delta x^2 \quad \text{انرژی فنر}$$

در فرمول بالا k ضریب سختی فنر (ثابت فنر) نام دارد، ثابت فنر از مشخصات فنر است و به

اندازه شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد.

همچنین اگر نیرو و x در یک دستگاه رسم کنیم، تانژانت نمودار مقدار ضریب سختی فنر را نشان

می دهد



$$\Rightarrow \tan \alpha = k$$

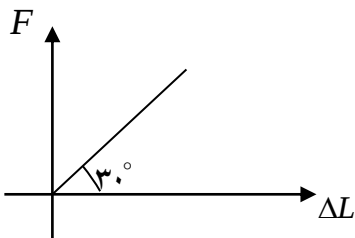
k : ضریب سختی فنر

$$k_A > k_B > k_C$$

Δx یا ΔL : تغییر طول فنر

مثال: فنری را با نیروی F می کشیم تا به اندازه ΔL افزایش طول داشته باشد. اگر نمودار $F - \Delta L$

بر آن به صورت روبرو باشد. ضریب سختی این متر را محاسبه نمائید.



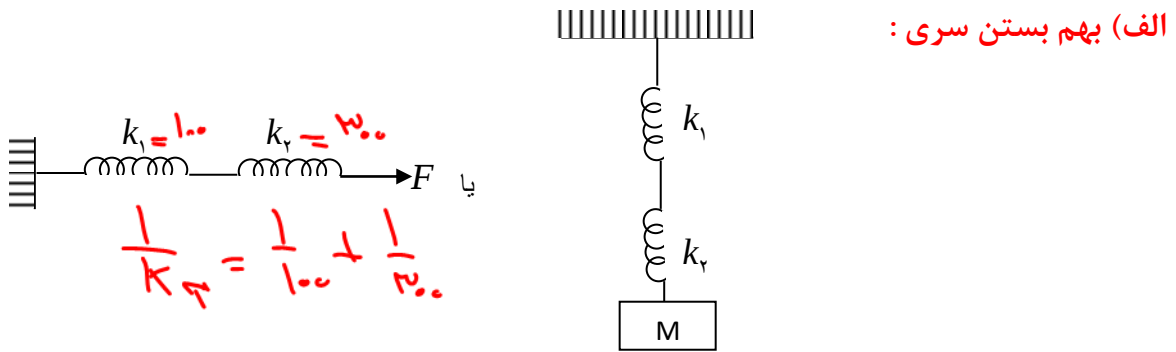
$$\tan \alpha = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{F}{\Delta L} = k = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$$



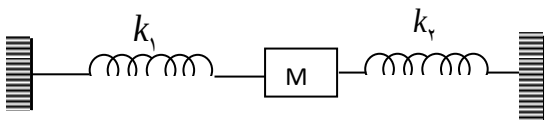
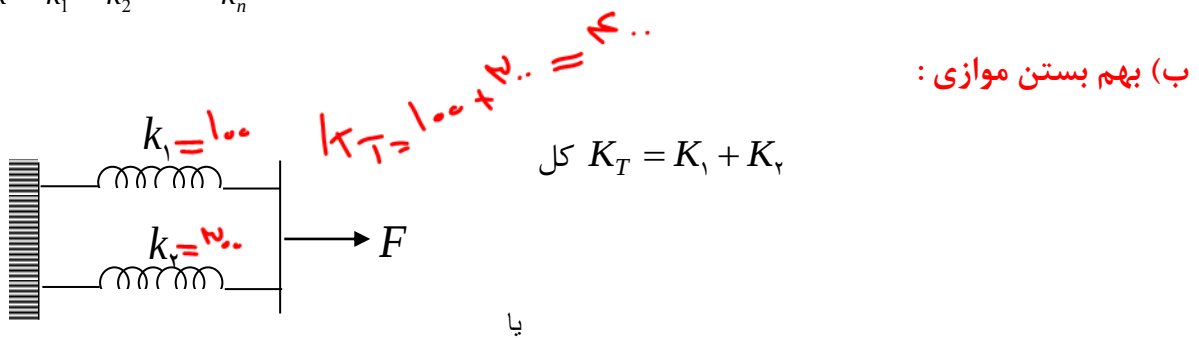
به هم بستن فنرها

گاهی چند فنر را به هم می‌بندیم حال برای محاسبه ضریب سختی کل از دستورات

زیر می‌رویم (به هم بستن فنرها برعکس به هم بستن مقاومت‌ها است !!)



$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$$



تو موازی هستیم k را بهم وصل میکنیم ولی در سری باید آنها را معکوس جمع کنیم



تست: در شکل مقابل پس از اتصال جعبه، جعبه چند cm پائین می آید تا به تعادل برسد؟

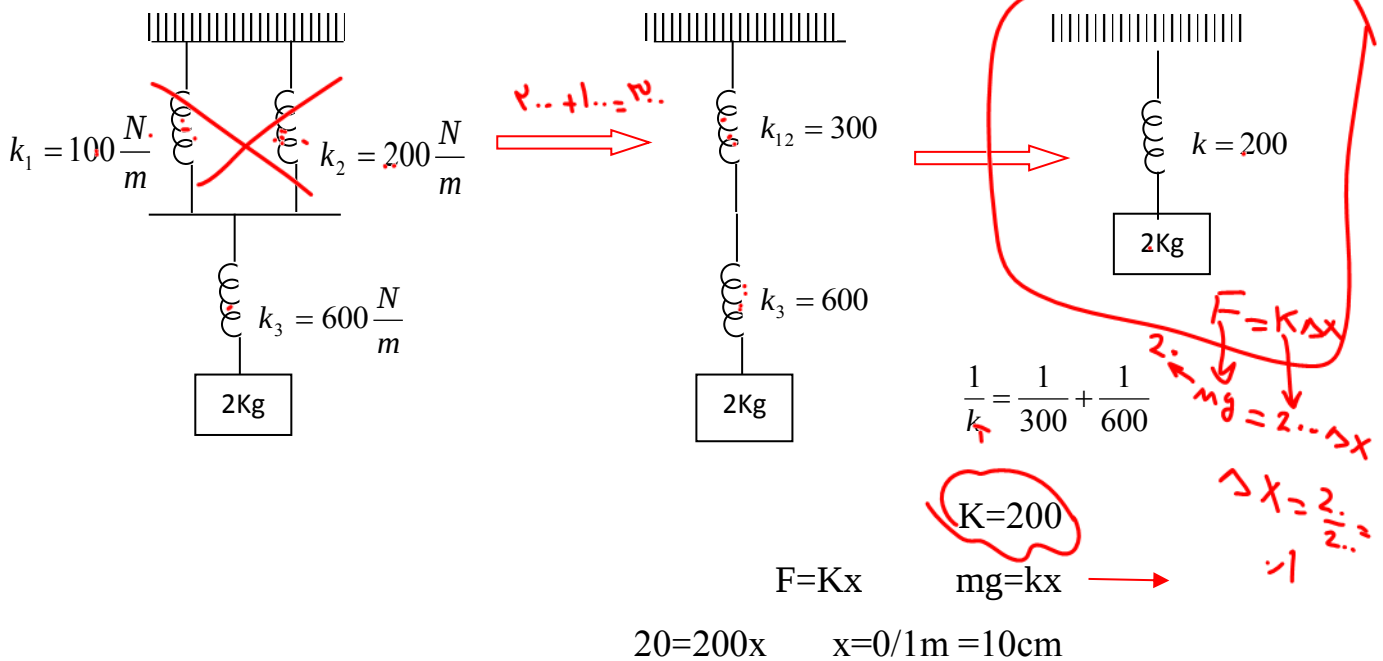
۶ (۴)

۲۰ (۳)

۱۰ (۲)

۰/۱ (۱)

ابتدا فنر معادل را پیدا میکنیم سپس در فرمول $F=Kx$ قرار میدهیم :



تست: فنری سبک به طول ۳۰ سانتیمتر را از سقفی آویزان کرده و یک کفه در انتهای آن می-

بندیم، اگر وزنه ۱۰۰ گرمی در کفه قرار دهیم، طول فنر به ۳۶ سانتیمتر و اگر وزنه ۲۰۰ گرمی قرار

دهیم طول فنر به ۴۰ سانتیمتر میرسد، جرم کفه ترازو چند گرم است؟

۲۰۰

۱۰۰

۱۵۰

۵۰

فرمول $F=Kx$ رو دوبار باید بنویسیم. یکبار برای حالت اول که طول فنر از ۳۰ به ۳۶

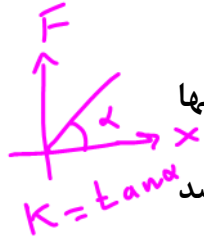
رسیده و یکبار برای حالت دوم که طول فنر از ۳۰ به ۴۰ رسیده، بعدش باید دو تا حالت رو به

هم تقسیم کنیم تا k فنر خط بخوره بره پی کارش!

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{K\Delta X_1}{K\Delta X_2} \rightarrow \frac{(m_{\text{کفه}} + 100)g}{(m_{\text{کفه}} + 200)g} = \frac{k(36 - 30)}{k(40 - 30)} \rightarrow m_{\text{کفه}} = 50$$

Handwritten notes in red:

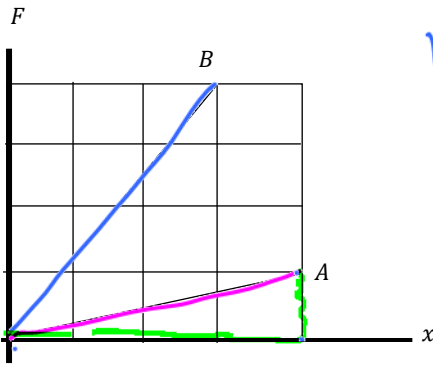
- $(m_{\text{کفه}} + 100)g$
- $(m_{\text{کفه}} + 200)g$
- $36 - 30$
- $40 - 30$



تست: نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای دو فنر A و B که طول های عادی آنها

یکسان است، مطابق شکل روبه رو است. اگر طول فنر A تحت تأثیر نیروی کشسانی F، ۶۴ درصد

افزایش یابد، طول فنر B تحت تأثیر نیروی کشسانی $\frac{F}{4}$ چند درصد افزایش خواهد یافت؟



$$K_B = \tan \alpha = 4$$

$$K_A = \tan \alpha = \frac{1}{4}$$

در نمودار F-t شیب نمودار همان k است

پس ابتدا با تقسیم ضریب شیبها برهم نسبت k ها را باید بدست آوریم $\frac{K_A}{K_B} = \frac{3}{16}$

سپس فرمول $F = K\Delta x$ را دوبار برای دو نمودار بنویسیم

$$\frac{\frac{F}{4}}{F} = \frac{K\Delta x}{K\Delta x} \quad 4 = \frac{3}{16} \times \frac{0.64}{\Delta x} \quad \Delta x = \underline{0.03} \quad \text{درصد 3}$$



بخش ۳: نکات مربوط به آسانسور

وقتی داخل یک آسانسور به سمت بالا یا پایین حرکت می‌کنیم گاهی احساس می‌کنیم که وزن ما کمتر

25

می‌شود و گاهی احساس افزایش می‌کنیم

اگر تندشونده بالا برویم احساس سنگینی می‌کنیم

اگر کندشونده بالا برویم احساس سبکی می‌کنیم

اگر تندشونده پایین برویم احساس سبکی می‌کنیم

اگر کندشونده پایین برویم احساس سنگینی می‌کنیم

بچه‌ها در تمام حالت‌ها به کمک فرمول‌های زیر میتونیم تمام سوالات آسانسور رو مثل آب خوردن حل

کنیم!! (بین توی تست از شما چی پرسیده بعد یکی از فرمول‌های زیرو برو!)

فرمول‌های تستی آسانسور

تند آسانسور بالا رود

(نیروی عمود فرد برکف- وزن ظاهری- نیروی کف آسانسور بر فرد)

$$N = M(g \pm a)$$

(کشش طناب آسانسور)

$$T = \Sigma M(g \pm a)$$

(فرد و وزنه آویزان از سقف آسانسور)

$$K\Delta x = M(g \pm a)$$

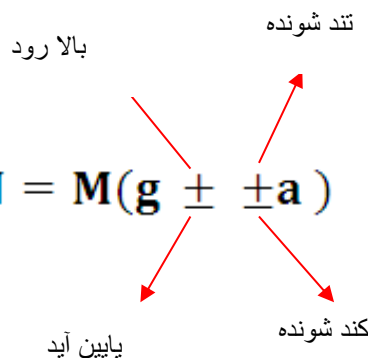
(برایند نیروهای وارد بر فرد)

$$F=ma$$

فقط دختر پسرای گلم حواستون باشه فرمول‌های بالا را باید تعیین علامت کنیم. برای این کار:

اگر آسانسور بالا میره علامت + و اگر پایین میره علامت - را انتخاب می‌کنیم، همینطور اگر حرکت تند

شونده باشه علامت + و اگر حرکت کند شونده باشه علامت - را قبول میکنیم





تمرین:

فردی به جرم ۵۰ کیلوگرم بر روی نیروسنج سبکی قرار دارد و سوار بر آسانسوری به جرم ۲۴۸ کیلوگرم است و فنری سبک به ضریب سختی ۱۰۰ نیوتن بر متر از سقف آسانسور آویزان است و وزنه‌ای ۲ کیلوگرمی به انتهای آن آویزان است. اگر آسانسور با شتاب $\bar{a}$ شونده $\bar{a}$ بایستد،

محاسبه کنید:

الف: برابند نیروهای وارد بر فرد

$$F_{\text{نس}} = m \cdot a \Rightarrow F = 50 \times 2 = 100$$

$$N = m(g + a)$$

$$N = 50(10 + 2) = 600$$

ب: وزن ظاهری فرد

پ: نیروی عمود بر کف آسانسور

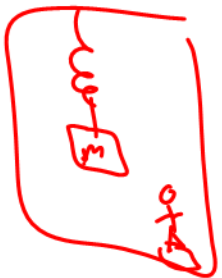
ج: عددی که نیروسنج نشان می‌دهد

$$T = m_{\text{کل}}(g + a)$$

$$T = (50 + 248 + 2)(10 + 2) = 3600 \text{ N}$$

د: کشش کابل آسانسور

ر: افزایش طول فنر



$$k \Delta x = m(g + a)$$

وزن از شد

$$100 \Delta x = 2(10 + 2) \Rightarrow \Delta x = 24 \text{ mm}$$



۲۱۵۱۵

تست: جسمی به جرم ۲۵۰۰ گرم داخل یک آسانسور روی یک نیروسنج قرار دارد. اگر آسانسور با

شتاب ۰/۴ به بالا شروع به حرکت کند، وزن ظاهری N_1 و اگر آسانسور با سرعت ثابت ۶ متر بر ثانیه

پایین آید، وزن ظاهری N_2 است، اختلاف وزن ظاهری در این دو حالت چند نیوتن است؟

۴

۳

۲

۱ ✓

فرمول آسانسور را یکبار برای حالت اول و یک بار برای حالت دوم مینویسیم سپس اعداد را از هم کم

میکنیم: $N_1 = m(g \pm \pm a) = 2.5(10 + 0.4) = 26$

$N_2 = m(g \pm \pm a) = 2.5(10 - 0) = 25$ $N_2 - N_1 = 1$

تست: شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم درون آسانسوری به جرم ۸۰۰ کیلوگرم ایستاده است و

آسانسور با شتاب رو به پایین و کند شونده ۱ متر بر مجذور ثانیه حرکت میکند، کشش کابل این

$N = m(g \pm \pm a)$

آسانسور چند نیوتن است؟

$T = m(g \pm \pm a)$

۵۴۰

۷۷۴ ✓

۸۶۰۰

۹۴۶۰

$T = 1860(10 - 1) = 1860 \times 9 = 1674$

تست: طول فنری ۲۰cm و ثابت آن $200 \frac{N}{m}$ است. اگر وزنه ای به جرم m را به انتهای این فنر

ببندیم و از سقف یک آسانسور که با سرعت ثابت به سمت بالا در حرکت است، آویزان کنیم،

طول فنر به ۳۲cm می رسد. آسانسور با چه شتابی (بر حسب یکای SI) حرکت کند تا طول فنر

نسبت به حالت قبل ۳cm کمتر شود؟ $g = 10 \frac{m}{s^2}$ و جهت بالا را مثبت در نظر بگیرید. (آزمون

قلمچی)

$-7/5 \vec{j}$ (۴)

$7/5 \vec{j}$ (۳)

$-2/5 \vec{j}$ (۲)

$2/5 \vec{j}$ (۱)

حالت سرعت ثابت $mg = k\Delta x$ $10m = 200(0.12)$ $m = 2.4$

حالا در قسمت دوم وقتی میگه ۳سانتیمتر کمتر، یعنی ۹ سانتی متر

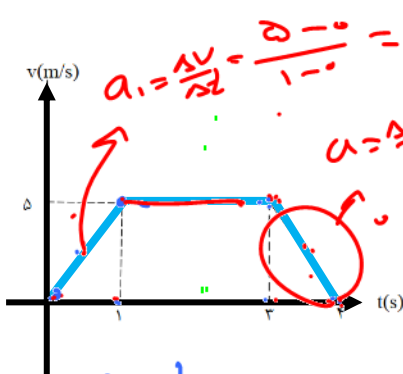
$k\Delta x = m(g \pm \pm a)$ $200(0.09) = 2.4(10 + a)$ $a = -2.5$



تست: نمودار سرعت - زمان یک آسانسور به صورت روبه‌رو است. اگر جسمی به جرم 6 kg روی

ترازویی داخل این آسانسور قرار داشته باشد، نمودار مقدار نیرویی که ترازو نشان می‌دهد بر حسب زمان

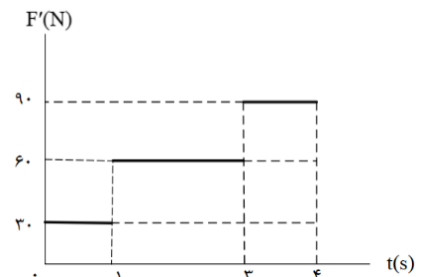
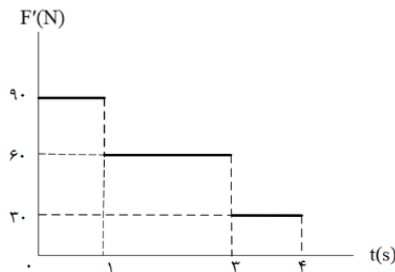
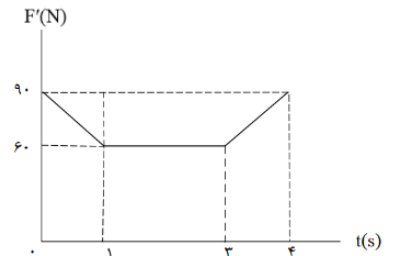
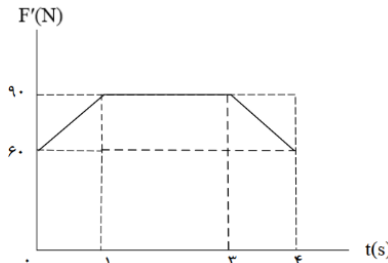
در **SI** کدام است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (آزمون سنجش)



$$N_1 = m(g + a) = 90$$

$$N_2 = m(g + 0) = 60$$

$$N_3 = m(g - a) = 30$$



در یک ثانیه اول شتاب از روی شیب برابر ۵ میشود و چون سرعت + (بالای محور t و شتاب + (شیب)

بنابراین آسانسور تند شوند بالا میرفته است و وزن ظاهری برابرست با: $N_1 = m(g \pm \pm a) =$

$$6(10 + 5) = 90$$

اما در بخش دوم شیب و شتاب صفر است:

$$N_2 = m(g \pm \pm 0) = 6(10) = 60$$

و در بخش سوم سرعت + و شتاب منفی است و یعنی متحرک کندشونده بالا میرفته است:

$$N_3 = m(g \pm \pm a) = 6(10 - 5) = 30$$

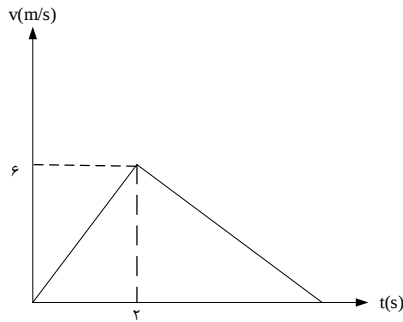
بنابراین گزینه ۴ صحیح است



تست: شخصی به جرم 70 kg رو یک ترازو فنری که در کف یک آسانسور قرار دارد ایستاده است و آسانسور در حال پایین رفتن است، نمودار $v-t$ حرکت آسانسور مطابق شکل است. اختلاف عددی که ترازو در لحظه $t_1=1\text{s}$ و $t_3=3\text{s}$ نشان می‌دهد چند نیوتون است؟
(فرض کنید مقدار طی شده توسط آسانسور $13/5$ متر باشد)

(۱) ۴۰۰ (۲) ۳۷۸

(۳) ۴۴۳ (۴) ۳۸۷



پاسخ: مساحت طی شده همان مساحت زیر نمودار است:

$$S = \frac{1}{2} \times 6 \times t$$

$$3t = 13.5 \rightarrow t = 4.5 \text{ s}$$

و شیب نمودار $v-t$ برابر شیب آسانسور است.

$$a_1 = \frac{6}{3} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$a_2 = \frac{-6}{2.5} = -2.4 \frac{m}{s^2}$$

$$F_N = 70(10 - 3) = 490 \text{ N} \quad \text{عددی که ترازو در لحظه نشان می‌دهد } t = 1\text{s}$$

$$F_N = 70(10 + 2.4) = 868 \text{ N} \quad \text{عددی که ترازو در لحظه نشان می‌دهد } t = 3\text{s}$$

$$F_N - F_N = 378$$

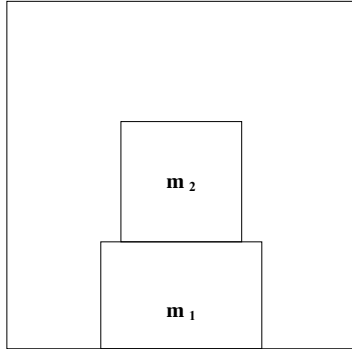
(گزینه ۲ صحیح است)



تست : در شکل مقابل آسانسور ابتدا به مدت ۴ ثانیه با تندی ثابت 18 m/s بالا می‌رود. سپس سرعت خود را با آهنگ ثابت کاهش می‌دهد تا متوقف شود. اندازه نیرویی که m_2 به m_1 و هم چنین m_1 و بر کف آسانسور وارد می‌کند در لحظه $t = 6 \text{ s}$ چند نیوتون است؟

(۱) $5 - 15$ (۲) $15 - 5$

(۳) $15 - 20$ (۴) $20 - 15$



$$m_1 = 10 \text{ kg}$$

$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

پاسخ:

ابتدا باید شتاب را محاسبه کرد

$$V = at + V_0$$

$$0 = a \times 2 + 18 \rightarrow a = -9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{N_1} = m_2(g - a) = 5(10 - 9) = 5 \text{ N}$$

$$F_{N_2} = (m_1 + m_2)(g - a) = 15 \times 1 = 15 \text{ N}$$

(گزینه ۲ صحیح است)



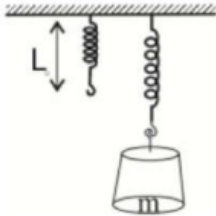
Homework 2

- ۱) چتر باز که با تندی حدی در حال سقوط است، چتر خود را باز می‌کند. در لحظات اولیه‌ی پس از باز کردن چتر، حرکت چتر باز چگونه است؟
- ۱) کندشونده بالا می‌رود. ۲) کندشونده پایین می‌آید.
- ۳) تندشونده بالا می‌رود. ۴) تندشونده پایین می‌آید.
- ۲) چتر بازی به جرم 80 kg از ارتفاع معینی از زمین به پایین می‌پرد. اگر پس از باز شدن چتر، رابطه‌ی نیروی مقاومت هوا (f_D) با تندی (v) در SI به صورت $f_D = 80v$ باشد و بیشینه‌ی شتاب چتر باز به سمت بالا برابر $5 \frac{m}{s^2}$ باشد، تندی چتر باز در لحظه‌ی باز شدن چتر چند $\frac{m}{s}$ است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$
- ۱) ۳۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۵
- ۳) نمودار زیر اندازه‌ی نیروی مقاومت هوای وارد بر یک چتر باز از لحظه‌ی سقوط از هواپیما تا لحظه‌ی باز شدن چتر را نشان می‌دهد. در لحظه‌ی $t = 4 \text{ s}$ ، شتاب حرکت این چتر باز چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (نیروی شناوری ناچیز است.) $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$
-
- ۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۳/۵
- ۴) چتر بازی از ارتفاع h از هواپیما به بیرون می‌پرد و پس از چند ثانیه چتر خود را باز می‌کند کدام مورد از گزینه‌های زیر رخ می‌دهد؟
- ۱) شتاب چتر باز ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد.
- ۲) شتاب چتر باز پیوسته در حال کاهش است و بیشترین شتاب را در لحظه بیرون پریدن دارد.
- ۳) سرعت چتر باز ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌داد.
- ۴) سرعت چتر باز الزاماً در حال افزایش خواهد بود.



۵ در شکل مقابل پس از آویختن جرم m به فنر و رسیدن به حالت سکون، طول فنر $\frac{1}{4}$ افزوده شده است. ضریب

$$\begin{cases} L_s = 0.1m \\ g = 9.8 \frac{N}{kg} \text{ است؟ } \frac{N}{m} \\ m = 4/5 \text{ kg} \end{cases}$$



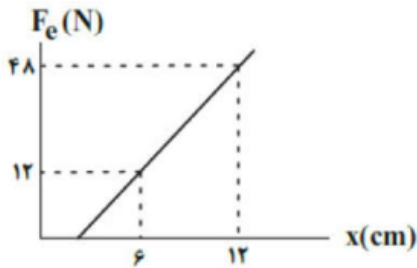
۱۷۶۴ (۴)

۱۷۶۷ (۳)

۱۷۶۶ (۲)

۱۶۷۷ (۱)

۶ نمودار اندازه نیروی کشسانی فنری با جرم ناچیز برحسب طول آن مطابق شکل مقابل است. به ترتیب از راست به چپ، طول عادی فنر برحسب سانتی‌متر و ثابت فنر برحسب نیوتون بر متر کدام است؟



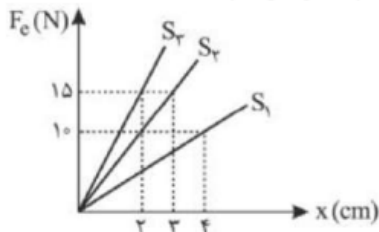
۸۰۰ و ۶ (۴)

۶۰۰ و ۶ (۳)

۸۰۰ و ۴ (۲)

۶۰۰ و ۴ (۱)

۷ شکل زیر تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را بر حسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی یکسانی به هر کدام از فنرها وارد شود، تغییر طول فنرهای S_1 ، S_2 و S_3 با یکدیگر چه رابطه‌ای می‌سازند؟



$2x_1 = x_2 = 3x_3$ (۴) $x_1 = 2x_2 = 3x_3$ (۳) $x_1 = 2x_2 = 3x_3$ (۲) $2x_2 = x_2 = 3x_1$ (۱)

۸ شخصی به جرم m درون آسانسور ساکنی به جرم 400 kg ایستاده است. وقتی آسانسور با شتاب ثابت $3 \frac{m}{s^2}$ به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، اندازه نیروی کشش کابل متصل به آسانسور 3290 N می‌شود. اگر آسانسور در ادامه همین حرکت با اندازه شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ سرعت خود را کاهش دهد تا بایستد، اندازه نیرویی که کف آسانسور

به شخص وارد می‌کند چند نیوتون خواهد بود؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

۷۷۰ (۴)

۵۶۰ (۳)

۸۴۰ (۲)

۷۰۰ (۱)



۹ شخصی به جرم 80 kg درون یک آسانسور ساکن قرار دارد. آسانسور از حال سکون با شتاب ثابت به بزرگی $4 \frac{m}{s^2}$ در

راستای قائم به سمت پایین شروع به حرکت می‌کند و با شتاب ثابت به بزرگی $2 \frac{m}{s^2}$ متوقف می‌شود. اگر در بازه‌ی

زمانی که حرکت آسانسور تندشونده است، وزن ظاهری شخص برابر W_1 و در بازه‌ی زمانی که حرکت آسانسور

کندشونده است، وزن ظاهری شخص برابر W_2 باشد، حاصل $W_1 - W_2$ چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

۴۸۰ (۴)

۱۶۰ (۳)

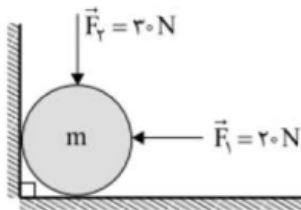
۴۸۰ (۲)

۱۶۰ (۱)

۱۰ مطابق شکل روبه‌رو، کره‌ای به جرم m را روی سطح افقی توسط نیروهای افقی و قائم F_1 و F_2 که امتداد آن‌ها از مرکز کره، عبور می‌کند، به دیوار قائمی می‌فشاریم. اگر اندازه‌ی نیرویی که سطح افقی بر کره وارد می‌کند، دو برابر

اندازه‌ی نیرویی باشد که دیوار بر کره وارد می‌کند. m بر حسب کیلوگرم کدام است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) و اصطکاک در تمام

سطوح ناچیز است.)



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۱ مکعبی به ابعاد 10 cm و به جرم 500 g توسط فنری به سطح افقی بالایی فشرده شده است. اگر طول فنر 2 cm کمتر

از طول اولیه آن باشد، فشار وارده از طرف مکعب به سقف چند کیلوپاسکال است؟ (ثابت فنر: $K = 20 \frac{N}{\text{cm}}$ و

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



۴/۵ (۴)

۳/۵ (۳)

۴۵۰۰ (۲)

۳۵۰۰ (۱)

۱۲ جعبه‌ای به جرم 5 kg درون یک کامیون در حال حرکت قرار دارد. کامیون با شتاب ثابت $5 \frac{m}{s^2}$ ترمز می‌کند، اما جعبه

در کامیون حرکت نمی‌کند. در این صورت نیرویی که از کف کامیون به جعبه وارد می‌شود، چند نیوتون است؟

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

$\frac{25\sqrt{5}}{2}$ (۴)

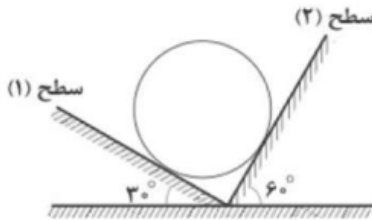
$25\sqrt{5}$ (۳)

(۲)

(۱)



۱۳ مطابق شکل، کره‌ای همگن درون یک ناوه‌ی بدون اصطکاک قرار دارد. اگر اندازه‌ی نیرویی که سطح (۱) به کره وارد می‌کند، برابر با 30 N باشد، به ترتیب از راست به چپ، وزن کره و اندازه‌ی نیرویی که سطح (۲) به آن وارد می‌کند، چند نیوتون است؟



- ۱) $10\sqrt{3} - 20\sqrt{3}$ ۲) $20\sqrt{3} - 20\sqrt{3}$ ۳) $10 - 20$ ۴) $20 - 10$

۱۴ اگر به فنر قائمی با جرم ناچیز که طول عادی آن برابر با 30 cm است وزنه‌ای 600 گرمی آویزان کنیم، پس از ایجاد تعادل، طول فنر به 35 cm می‌رسد. اگر 200 گرم به جرم وزنه اضافه کنیم و مجموعه‌ی جرم و فنر را به سقف آسانسوری ساکن آویزان کنیم و آسانسور با شتاب ثابت و رو به پایین از حال سکون شروع به حرکت کند، در این حالت طول فنر مجدداً به 35 cm می‌رسد. پس از طی چند متر از شروع حرکت، تندی آسانسور به $10\frac{m}{s}$ می‌رسد؟

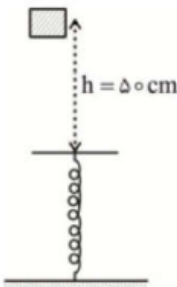
$$\left(g = 10\frac{N}{kg}\right)$$

- ۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۵

۱۵ شخصی در طبقه سوم ساختمان، سوار آسانسور می‌شود و به طبقه‌ی دهم می‌رود. جرم شخص 70 kg است و یک کوله پشتی به جرم 5 kg بر دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت 6 m را در مدت 2 ثانیه با سرعت ثابت طی می‌کند. در این 2 ثانیه کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند ژول است؟ $\left(g = 10\frac{m}{s^2}\right)$

- ۱) صفر ۲) ۳۹۰۰ ۳) ۴۲۰۰ ۴) ۴۵۰۰

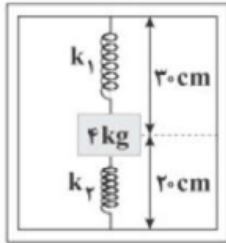
۱۶ مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم 4 kg از ارتفاع $h = 50\text{ cm}$ از لبه آزاد یک فنر قائم، بدون سرعت اولیه رها می‌شود و به فنر برخورد می‌کند. در لحظه‌ای که فنر به اندازه 10 cm فشرده شده است. تندی جسم به $2\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر در این وضعیت انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر 10 J باشد، بزرگی نیروی متوسط مقاومت هوا، طی حرکت جسم چند نیوتون است؟ $\left(g = 10\frac{m}{s^2}\right)$



- ۱) ۶ ۲) ۱۰ ۳) ۷۰ ۴) ۸۰



- ۱۷) مطابق شکل زیر، وزنه‌ای به جرم 4 kg را به دو فنر با ثابت‌های $k_1 = 500 \frac{N}{m}$ و $k_2 = 300 \frac{N}{m}$ وصل کرده‌ایم و فنرها در حال تعادل قرار دارند. اگر این مجموعه با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ به سمت پایین شروع به حرکت کند، طول فنرهای (۱) و (۲) به ترتیب (از راست به چپ) برابر چند سانتی‌متر می‌شوند؟
 $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



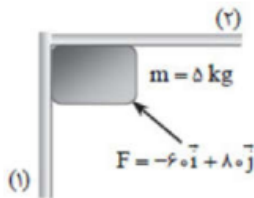
۲۲/۵ - ۲۷/۵ (۴)

۲۲ - ۲۸ (۳)

۲۱ - ۲۹ (۲)

۲۴ - ۲۶ (۱)

- ۱۸) در شکل مقابل نیروی عمودی سطحی که سطح ۱ به جسم وارد می‌کند چند برابر نیروی عمودی سطحی است که سطح ۲ به جسم وارد می‌کند؟
 $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



۲ (۴)

$\frac{3}{4}$ (۳)

$\frac{6}{5}$ (۲)

۱ (۱)

- ۱۹) شخصی به جرم $50/0$ کیلوگرم درون آسانسوری روی نیروسنج ایستاده است. اگر آسانسور با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ شروع به حرکت در راستای قائم کند و پس از مدتی با شتاب $3 \frac{m}{s^2}$ کندشونده حرکت کند، اختلاف عددی که نیروسنج در این دو حالت نشان می‌دهد، چند نیوتن است؟
 $(g = 9/8 \frac{N}{kg})$

۱۵۰ (۴)

۶۴۰ (۳)

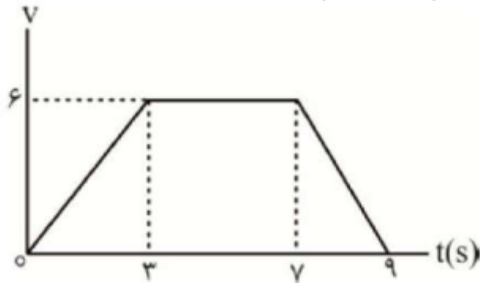
۴۹۰ (۲)

۲۵۰ (۱)



۲۰) نمودار سرعت - زمان حرکت یک آسانسور که در حال حرکت رو به بالا است، به صورت شکل مقابل است. اگر اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین نیرویی که در هنگام حرکت آسانسور، از طرف کف آسانسور به جعبه‌ای به جرم m که روی کف

آسانسور قرار دارد وارد می‌شود، 90 N باشد، m چند کیلوگرم است؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



۱۸ (۴)

۳۰ (۳)

۴۵ (۲)

۹۰ (۱)

۲۱) مطابق شکل فنری به ثابت $k = 1000 \frac{N}{m}$ از سقف آویزان بوده و به طنابی متصل است. اگر شخصی به جرم 50 kg از

طناب با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ به سمت پایین شروع به حرکت کند، افزایش طول فنر نسبت به طول طبیعی چند سانتی‌متر

است؟ (جرم طناب و فنر ناچیز و $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است.)



۶۰ (۴)

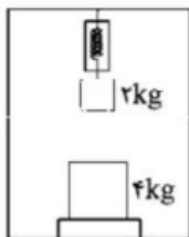
۴۰ (۳)

۵/۶ (۲)

۵/۴ (۱)

۲۲) مطابق شکل زیر، درون یک آسانسور جسمی به جرم 4 kg روی یک ترازوی فنری قرار گرفته است و جسمی به جرم 2 kg توسط یک نیروسنج از سقف آسانسور آویزان شده است. اگر ترازو 32 N را نشان دهد، نیروسنج چند نیوتون را

نشان خواهد داد؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



۶۴ (۴)

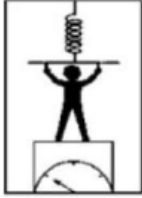
۲۰ (۳)

۳۲ (۲)

۱۶ (۱)



- ۲۳) مطابق شکل زیر، شخصی به جرم 50 kg درون آسانسوری که با شتاب $\frac{m}{s^2}$ حرکتی تندشونده و رو به پایین دارد، قرار دارد. این شخص فنری به ثابت $\frac{N}{m}$ را که از سقف آسانسور آویزان است، به اندازه 20 cm به طرف بالا هل می‌دهد. عددی که ترازو نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



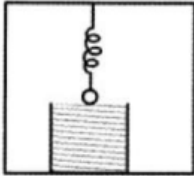
۴۲۰ (۴)

۲۲۰ (۳)

۳۸۰ (۲)

۲۸۰ (۱)

- ۲۴) وزنه‌ای به جرم 3 kg و شعاع $1/5 \text{ cm}$ مطابق شکل زیر توسط فنری از سقف آسانسوری آویزان و در حال تعادل است. در صورتی که در اثر آویزان شدن وزنه طول فنر 15 cm افزایش یافته و وزنه درست بر سطح آب ظرف قرار بگیرد. آسانسور باید حداقل با چه شتابی برحسب $\frac{m}{s^2}$ بالا رود تا وزنه به طور کامل درون آب قرار بگیرد؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$
- $k = 200 \frac{N}{m}$ ثابت فنر)



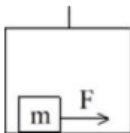
۲/۵ (۴)

۲ (۳)

۱/۵ (۲)

۱ (۱)

- ۲۵) جسمی به جرم 3 kg در کف آسانسوری که با شتاب $\frac{m}{s^2}$ تندشونده رو به بالا در حرکت است، تحت نیروی افقی F در آستانه حرکت قرار دارد. اگر آسانسور با شتاب $\frac{m}{s^2}$ تندشونده رو به پایین حرکت کند، نیروی افقی F چه شتابی به m می‌دهد؟ $(\mu_s = 0/5, \mu_k = 0/4)$



۲/۶ (۴)

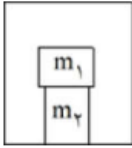
۱/۶ (۳)

۲/۸ (۲)

۱/۸ (۱)



۲۶ مطابق شکل، وزنه‌های $m_1 = 10\text{ kg}$ و $m_2 = 20\text{ kg}$ داخل یک آسانسور قرار دارند. این آسانسور با سرعت $12\frac{m}{s}$ در حال حرکت به طرف پایین بوده است، با شتاب ثابت ترمز می‌کند و در مدت ۳s متوقف می‌شود. در طول این زمان (توقف)، اندازه نیرویی که m_1 به m_2 وارد می‌کند، چند نیوتن است؟



۸۰ (۴)

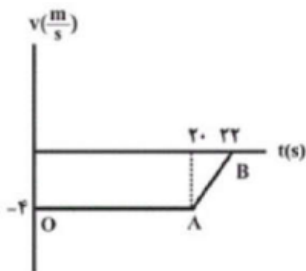
۱۴۰ (۳)

۶۰ (۲)

۱۲۰ (۱)

۲۷ وزنه‌ای به جرم یک کیلوگرم را به انتهای فنری به ثابت k می‌بندیم و فنر را از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم تا ساکن شود. اگر آسانسور به سمت پایین در حال حرکت باشد، نمودار سرعت - زمان آسانسور در قسمتی از مسیر مطابق شکل زیر است. اگر اختلاف طول فنر در دو مرحله OA و AB برابر با ۲mm باشد، ثابت فنر چند $\frac{N}{cm}$ است؟

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



۱۰ (۴)

۱۰۰۰ (۳)

۲۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۲۸ جسمی به جرم 4 kg روی نیروسنجی که در کف یک آسانسور نصب است، قرار دارد. اگر در هنگام حرکت آسانسور نیروسنج عدد 32 N را نشان دهد، جهت و بزرگی بردار شتاب حرکت آسانسور (برحسب نیوتون بر کیلوگرم) کدام است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۲ پایین، (۲)

۱ پایین، (۱)

۴ بالا یا پایین هر دو ممکن است، (۴)

۳ بالا یا پایین هر دو ممکن است، (۳)



۲۹ در شکل زیر، بسته‌ی نشان داده‌شده، با شتاب ثابت به سمت پایین سطح شیبدار در حال حرکت است. کار چه تعداد از نیروهای زیر، در جابه‌جایی از A تا B برابر صفر است؟

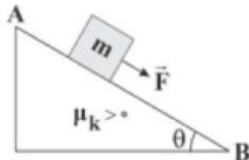
الف) وزن جسم

ب) نیروی $\vec{F}$

ج) نیروی اصطکاک

د) نیروی عکس‌العمل عمودی سطح

هـ) نیروی عکس‌العمل سطح



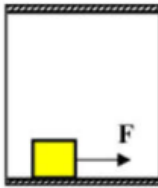
۱ ۴

۲ ۳

۳ ۲

۴ ۱

۳۰ در شکل مقابل آسانسور با شتاب $\frac{m}{s^2}$ به صورت تندشونده بالا می‌رود. اگر ضریب اصطکاک جسم به جرم 2 kg با کف آسانسور $\mu_k = 0/2$ باشد، نیروی F چند نیوتن باشد تا جسم با شتاب $\frac{m}{s^2}$ نسبت به کف آسانسور شروع به حرکت کند؟



۱۰/۸ ۴

۱۰/۲ ۳

۹/۸ ۲

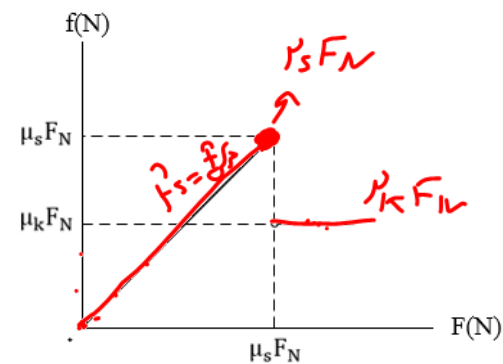
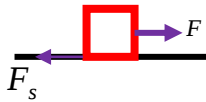
۹/۲ ۱



بخش ۴: نیروی اصطکاک



هرگاه دو جسم با هم تماس داشته باشند و یکی روی دیگری حرکت کند و یا تمایل به حرکت داشته باشد در سطح تماس، هر جسم به جسم دیگری نیرویی موازی سطح تماس وارد می کند که می خواهد از حرکت آنها نسبت به هم جلوگیری کند، به این نیروها، نیروی اصطکاک گفته می شود. نیروی اصطکاک را در سه حالت بررسی می کنیم:



دستور العمل محاسبه نیروی اصطکاک در حالت کلی

$F_s = F$ حرکت	←	اگر جسم حرکت نکند	اصطکاک
$F_s = \mu_s N = F$ حرکت	←	اگر جسم در آستانه حرکت باشد	
$F_k = \mu_k N$	←	اگر جسم حرکت کند	



تست: کدام گزینه یا گزینه ها در مورد اصطکاک بین دو جسم درست است؟

الف) ضریب اصطکاک ایستایی به عامل‌هایی مثل جنس سطح تماس دو جسم و میزان زبری و صافی آن‌ها بستگی دارد..

ب) نیروی اصطکاک جنبشی معمولاً از بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی کمتر است.

پ) ضریب اصطکاک همواره کوچک‌تر از یک است

ت) نیروی اصطکاک ایستایی بین دو جسم ساکن همواره از رابطه $f_s = \mu_s F_N$ به دست می‌آید

(۱) الف و ب (۲) الف و پ (۳) الف و ب و پ (۴) همه موارد درست است

جواب گزینه ۱



آقا اجازه؟ از کجا بفهمیم که جسم راه میرود یا ساکن است؟ یا در آستانه حرکت است؟

ببیند بعضی وقت ها خود طراح سوال میگوید که جسم راه رفته یا ساکنه (اگر گفت دمش گرم!) ولی اگر

نگفت ما باید قدمهای زیر رو برداریم تا بفهمیم جسم راه میره یا نه.....

قدم اول: محاسبه N (نیروی عمودی سطح)

قدم دوم: محاسبه $\mu_s N$

قدم سوم: محاسبه F محرک در راستای حرکت (نیرویی که میخواهد در راستای جابجایی باعث حرکت جسم گردد)

قدم چهارم: مقایسه F محرک و $\mu_s N$

حالا بعد از مقایسه سه حالت ممکنه پیش بیاد.....

اگر F محرک کمتر از $\mu_s N$ باشد جسم حرکت نمیکند و حرکت $F_s = F$

اصطکاک اگر F محرک برابر با $\mu_s N$ باشد جسم در آستانه حرکت است

$$F_s = \mu_s N = F \text{ حرکت}$$

اگر F محرک بیشتر از $\mu_s N$ باشد جسم حرکت می کند و $F_k = \mu_k N$

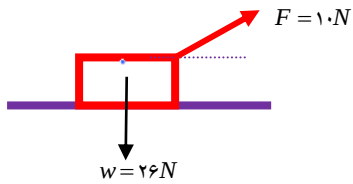
فهمیدی چی شد؟ آگه نفهمیدی عیبی نداره برو سوال صفحه بعد رو ببین متوجه

میشی!!!!



تست: نیروی $F = 10N$ مطابق شکل، مقابل به وزنه ی ۲۶ نیوتنی وارد می شود. اگر ضریب

اصطکاک ایستایی بین وزنه و سطح افق ۰/۵ و ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ باشد، نیروی



اصطکاک چند نیوتن است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

۱۰ - ۲

۶ - ۱

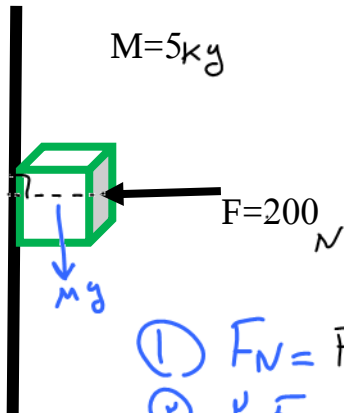
۱۳ - ۴

۸ - ۳ ✓



تست: با توجه به شکل مقابل اگر ضریب اصطکاک ایستایی $0/5$ و ضریب اصطکاک جنبشی $0/1$

باشد نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟



(۱) جسم حرکت نمی کند و اصطکاک ۵۰ نیوتن است ✓

(۲) جسم در آستانه حرکت و اصطکاک ۱۰۰ نیوتن است

(۳) جسم حرکت می کند و اصطکاک ۲۰ نیوتن است

(۴) جسم حرکت می کند و اصطکاک ۵۰۰ نیوتن است

① $F_N = F = 200$

② $f_s F_N = 0.5 \times 200 = 100$

③ $F = Mg = 50$
 (نیروی جاذبه)

④ $100 > 50 \Rightarrow$ حرکت

قدم اول
 $f_k = F_N = 20$
 قدم دوم:

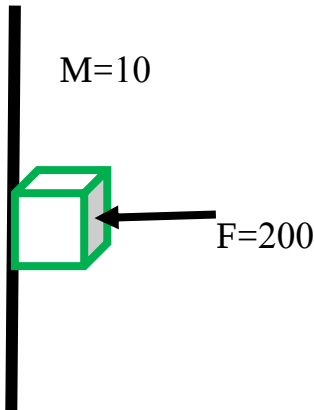
قدم سوم:

قدم چهارم:



تست: با توجه به شکل مقابل اگر ضریب اصطکاک ایستایی $0/5$ و ضریب اصطکاک جنبشی $0/1$

باشد نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟



(۱) جسم حرکت نمی کند و اصطکاک 50 نیوتن است

(۲) **جسم در آستانه حرکت و اصطکاک 100 نیوتن است** ✓

(۳) جسم حرکت می کند و اصطکاک 20 نیوتن است

(۴) جسم حرکت می کند و اصطکاک 500 نیوتن است

این سوال مشابه سوال قبل است فقط با این تفاوت که جرم 10 کیلو شده پس داریم:

قدم اول: محاسبه N : $N=F=200$

قدم دوم: محاسبه $\mu_s N = 100$

قدم سوم: محاسبه F محرک در راستای حرکت (نیروی که می خواهد در راستای جابجایی باعث حرکت جسم گردد) $Mg=100$

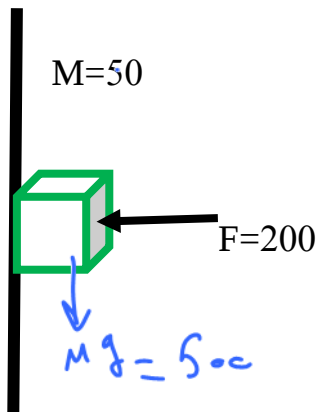
قدم چهارم: مقایسه F محرک و $\mu_s N$: نیروی محرک برابر با $\mu_s N$ است پس جسم در آستانه حرکت

است بنابراین اصطکاک 100 است



تست: با توجه به شکل مقابل اگر ضریب اصطکاک ایستایی $0/5$ و ضریب اصطکاک جنبشی $0/1$

باشد نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟



(۱) جسم حرکت نمی کند و اصطکاک 50 نیوتن است

(۲) جسم در آستانه حرکت و اصطکاک 100 نیوتن است

(۳) جسم حرکت می کند و اصطکاک 20 نیوتن است ✓

(۴) جسم حرکت می کند و اصطکاک 500 نیوتن است

این سوال مشابه سوال قبل است فقط با این تفاوت که جرم 50 کیلو شده پس داریم:

قدم اول: محاسبه N : $N=F=200$

قدم دوم: محاسبه $\mu_s N = 100$

قدم سوم: محاسبه F محرک در راستای حرکت (نیرویی که می خواهد در راستای جابجایی باعث حرکت جسم گردد) $Mg=500$

حرکتی کنه $500 > 100$

قدم چهارم: مقایسه F محرک و $\mu_s N$: نیروی محرک بیشتر از $\mu_s N$ است پس جسم حرکت میکند و

اصطکاک آن است $F_k = \mu_k N$ است یعنی 20 نیوتن

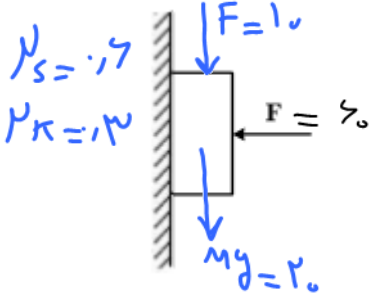
$$\downarrow \\ 0.1(200) = 20$$



mg

تست: مطابق شکل زیر، جسمی به وزن 20 N توسط نیروی افقی $F=60\text{ N}$ به حال سکون بر دیواره قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به ترتیب $0/6$ و $0/3$ است. در این حالت نیرویی به بزرگی 10 N موازی با دیواره روبه پایین به جسم وارد می شود.

نیرویی که جسم به دیواره وارد می کند، چند نیوتون می شود؟



$$R = \sqrt{F^2 + (mg)^2}$$

$$R = \sqrt{60^2 + 20^2}$$

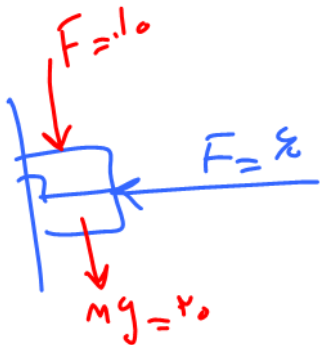
- (1) 30
- (2) 36
- (3) $30\sqrt{3}$
- (4) $30\sqrt{5}$

پاسخ :

نیرویی که جسم به دیواره وارد می کند

همان برآیند نیروی عمود بر سطح و نیروی اصطکاک است

محاسبه اصطکاک:



قدم اول : محاسبه N : $N=F=60$

قدم دوم: محاسبه $\mu_s N = 36$ (6.0)

قدم سوم: محاسبه F محرک در راستای حرکت (نیرویی که می خواهد در راستای جابجایی باعث حرکت جسم گردد) $20+10=30$

30

راستی، در $\mu_s N = 36$

قدم چهارم: مقایسه F محرک و $\mu_s N$ نیروی محرک کوچکتر از $\mu_s N$ است پس جسم راه نمی رود بنابراین اصطکاک همان نیروی محرک یعنی 30 است

$$R_{\text{برایند}} = \sqrt{F_N^2 + F_S^2} = \sqrt{60^2 + 30^2} = 30\sqrt{5}$$

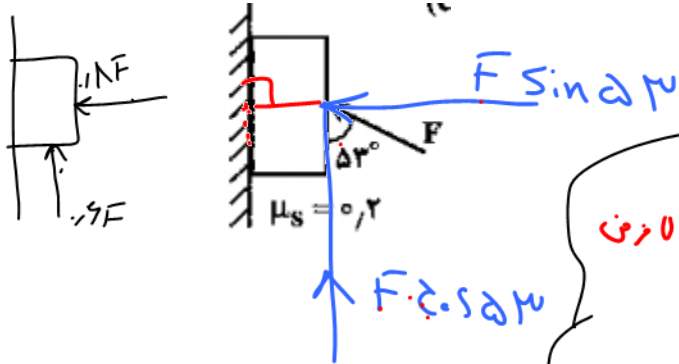


۳۹

VIP تست:

در شکل روبه رو، به جسمی به وزن 20 N که به دیوار قائم تکیه دارد. نیروی F وارد می

شود. بیشترین مقدار F در حالتی که جسم به حال سکون بماند. چند نیوتون است؟
 $F = -18i + 16j$



$$\begin{array}{r} 500 \\ 11 \\ \hline 200 \\ 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 500 \\ 19 \\ \hline 200 \\ 19 \end{array}$$

پاسخ: $F_{net} = ma$
 ↑ جهت حرکت به بالا در

$$F \cos 37 - mg - f_s = ma$$

$$F(0.6) - 20 - 0.2(F \sin 37) = 0$$

$$0.6F - 20 - 0.12F = 0$$

$$0.48F = 20 \Rightarrow F = \frac{20}{0.48} = \frac{200}{4.8} = \frac{2000}{48} = \frac{250}{6} = 41.67 \text{ N}$$

$$F = \frac{20}{0.48} = \frac{200}{4.8} = \frac{2000}{48} = \frac{250}{6} = 41.67 \text{ N}$$

جهت حرکت به پایین
 $F_{net} = ma$

$$mg - F \cos 37 - f_s = ma$$

$$20 - 0.6F - 0.12F = 0$$

$$20 = 0.72F \Rightarrow F = \frac{20}{0.72} = \frac{200}{7.2} = \frac{2000}{72} = \frac{250}{9} = 27.78 \text{ N}$$



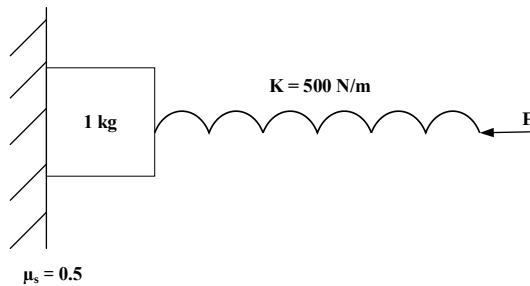
تست: در شکل مقابل جسم با نیروی افقی F در آستانه لغزش قرار دارد. اگر طول عادی فنر 20 cm باشد. طول فنر در این حالت چند cm است؟

(۱) ۲۴

(۲) ۲۶

(۳) ۱۶

(۴) ۴



پاسخ: نیروی عمود بر سطح، همان نیروی فنر می باشد پس

$$mg = \mu_s F_N$$

$$mg = \mu_s K \Delta L \rightarrow 10 = 500 \times \Delta L \rightarrow \Delta L = 4\text{ cm}$$

یعنی با توجه به شکل طول فنر 4 cm کاهش یافته است پس $L = 16\text{ cm}$

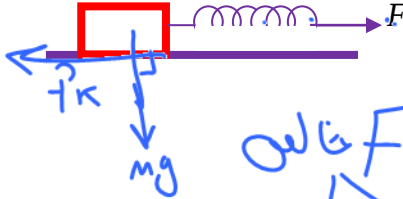
(گزینه ۳ صحیح است)



تست: به و سیله ی فنری به ضریب ثابت 80 N/m وزنه ی 4 کیلوگرمی را مطابق شکل، روی

سطح افقی با شتاب $1/5 \text{ m/s}^2$ می کشیم. اگر ضریب اصطکاک بین جسم و سطح $0/25$ و

$g = 10 \text{ N/kg}$ باشد، افزایش طول فنر چند سانتی متر خواهد بود؟



۷/۵ - ۴

۱۲/۵ - ۳

۲۰ - ۲ ✓

۳۰ - ۱

$$F = ma$$

$$F - f_k = ma$$

$$k\Delta x - \mu_k mg = ma$$

$$10(\Delta x) - \frac{1}{5}(40) = 4(1/5)$$

$$10\Delta x - 10 = 4$$

$$10\Delta x = 14$$

$$\Delta x = \frac{14}{10} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ m}$$

$$0.2 \times 100 = 20 \text{ cm}$$

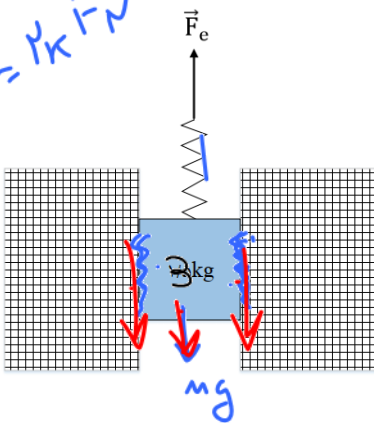
تست: در شکل در شکل روبه‌رو، جسمی به جرم 2 kg با شتاب ثابت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به سمت بالا حرکت

می‌کند و طول فنر با ثابت 2000 N/m ، 2 cm افزایش یافته است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین

دو دیوار و جسم یکسان و برابر $0/4$ باشد، نیروی عمودی سطحی که دیوار (۱) به جسم وارد می‌کند،

چند نیوتون است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

$$f_k = \mu_k F_N$$



۵ (۲)

۲/۵ (۱)

۱۵ (۴)

۱۰ (۳)

$$F = ma$$

$$k\Delta x - mg - f_{k1} - f_{k2} = ma$$

$$F_e - f_{k1} - f_{k2} - Mg = Ma \quad k\Delta x - 2\mu_k N - Mg = Ma$$

$$2000(0.02) - 2(0.4)(N) - 30 = 3(2) \quad N = 5$$



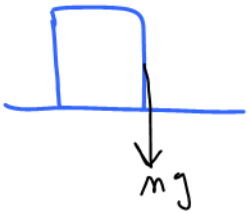
تست: یک جعبه خالی چوبی را با سرعت اولیه v_0 روی یک سطح افقی پرتاب می کنیم این جعبه پس از طی مسافت x می ایستد. اگر درون این جعبه وزنه ای قرار دهیم که جرم آن ۹ برابر جرم جعبه خالی باشد، و با همان سرعت v_0 روی همان سطح افقی پرتاب کنیم، پس از طی مسافت x' می ایستد. $\frac{x}{x'}$ کدام است؟

۱ (۴) ✓

۳ (۳)

۲ (۹)

۱ (۱/۹)



$$F_{\text{net}} = ma$$
~~$$F - f_k = ma$$~~
~~$$0 - \mu_k mg = ma$$~~

$$a = -\mu_k g$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a(\Delta x)$$

$$\frac{x}{x'} = \frac{\frac{v^2 - v_0^2}{2a}}{\frac{v^2 - v_0^2}{2a}} = 1$$

تست: جسمی به جرم ۴ کیلوگرم روی کف بالابری که به سمت بالا در حال حرکت است قرار دارد

این جسم تحت تاثیر نیروی افقی چهار نیوتنی روی سطح افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است اگر ضریب اصطکاک جنبشی دو دهم و ضریب اصطکاک ایستایی پنج دهم باشد اندازه

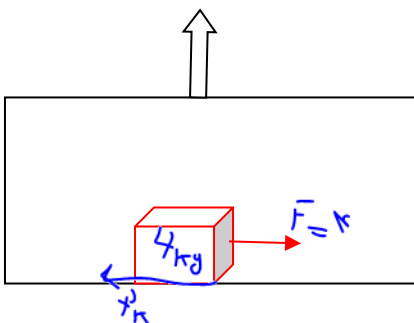
شتاب حرکت آسانسور و نوع حرکت آن به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه است

۲ تند شونده

۲ کند شونده

۵ کند شونده ✓

۵ تند شونده



$$F_{\text{net}} = ma_x$$

$$F - \mu_k F_N = m/a$$

$$\mu_k = \frac{2}{5}$$

$$F_N = 20$$

$$F_N = m(g + a)$$

$$20 = 4(10 + a)$$

$$20 = 40 + 4a$$

$$a = -5$$

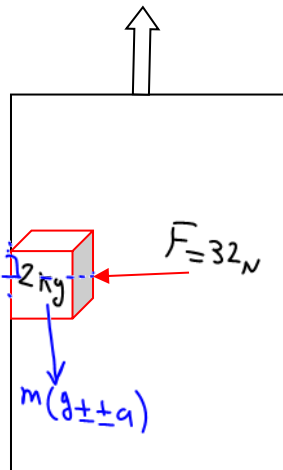


تست: شخصی درون آسانسوری است که با شتاب ثابت ۲ متر بر مجذور ثانیه به طرف بالا شروع

به حرکت کرده است و کتابی به جرم ۲ کیلوگرم را مطابق شکل با نیروی افقی ۳۲ نیوتن به

دیواره قائم آسانسور فشرده کرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است، نیروی که کتاب به

دیواره آسانسور وارد می کند چند نیوتن است؟



۴۰
 $F_N = 32$
 $\sum F_x = \sum F_y = m(g \pm a) = 24$
 (20 + 2)
 نیروی
 کتاب به دیواره

۲۴
 ۲۰
 $R = \sqrt{F_N^2 + F_g^2}$
 $R = \sqrt{(32)^2 + (24)^2}$
 $\sqrt{1600} = 40$



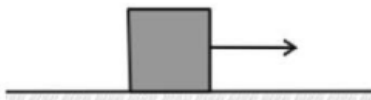
Homework 3

۱) چند تا از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- الف) در هنگام راه رفتن اصطکاک کفش‌ها با زمین از نوع اصطکاک ایستایی است.
 ب) جسم همواره در جهت برابند نیروهای وارد بر آن حرکت می‌کند.
 ج) نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر جسم، عکس‌العمل وزن جسم است.
 د) واکنش نیروی مقاومت هوای وارد بر جسمی که در هوا سقوط می‌کند، به مولکول‌های هوا وارد می‌شود.

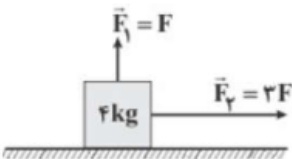
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲) در شکل زیر، جسم روی سطح افقی در حال تعادل قرار دارد. اگر وقتی نیروی کشش نخ افقی از صفر به 30 N می‌رسد، اندازه‌ی نیرویی که تکیه‌گاه به جسم وارد می‌کند از 40 N به مقدار بیشینه‌اش برسد، ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح افقی کدام است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$ و جرم نخ ناچیز است.



۱) ۰/۳ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۷۵

۳) در شکل زیر، دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به جسمی به جرم 4 kg وارد می‌شوند و جسم با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند. اگر جای نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را با هم عوض کنیم، شتاب حرکت جسم تغییر نمی‌کند. ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح چقدر است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



۱) $\frac{1}{3}$ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۰/۵

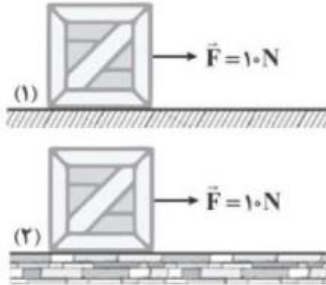
۴) صندوقی به جرم 120 kg با نیرویی ثابت و افقی به اندازه‌ی 540 N از حال سکون روی سطحی افقی کشیده می‌شود. اگر پس از گذشت یک دقیقه نیروی افقی حذف شود، صندوق چند ثانیه پس از قطع نیرو می‌ایستد؟

$$\left(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \mu_k = 0/4\right)$$

۱) ۳/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۲/۵

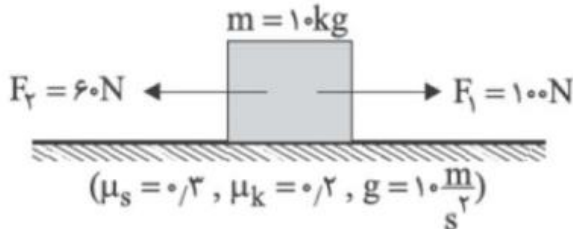


۵) مطابق شکل مقابل، جعبه‌ای به جرم 2 kg تحت اثر نیروی $\vec{F} = 10\text{ N}$ روی دو سطح (۱) و (۲) کشیده می‌شود. اگر شتاب حرکت جعبه روی سطح (۱) و (۲) به ترتیب ۳ و ۴ متر بر مجذور ثانیه باشد، نسبت $\frac{\mu_{k_2}}{\mu_{k_1}}$ برابر کدام گزینه است؟



- ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

۶) در شکل زیر، به جسم ساکن 10 kg هم‌زمان ۲ نیروی افقی $F_1 = 100\text{ (N)}$ و $F_2 = 60\text{ (N)}$ اثر می‌کند و پس از ۱۲ ثانیه نیروی F_1 حذف می‌شود. تندی حرکت این جسم ۵ ثانیه پس از حذف نیروی F_1 چند متر بر ثانیه خواهد شد؟



- ۱) صفر ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۷) در شکل مقابل، شخصی به جرم 80 kg می‌تواند جعبه‌ی 50 kg را حداکثر با شتاب $3 \frac{m}{s^2}$ روی سطح افقی حرکت دهد. اگر ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح $\mu_K = 0.1$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی کفش‌های شخص با زمین چند است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



- ۱) 0.1 ۲) 0.15 ۳) 0.2 ۴) 0.25



۸) آسانسوری با شتاب $\frac{2m}{s^2}$ تندشونده پایین می‌رود. جعبه‌ای به جرم 2 kg بر کف آسانسور قرار دارد و نیروی افقی F به جسم وارد می‌شود و جسم در کف آسانسور با شتاب ثابت حرکت می‌کند. اگر در این حالت، نیرویی که از طرف کف آسانسور به جسم وارد می‌شود برابر 20 N باشد، ضریب اصطکاک جعبه با کف آسانسور چند است؟
 $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$

- ۱) $0/25$ ۲) $0/5$ ۳) $0/75$ ۴) $0/8$

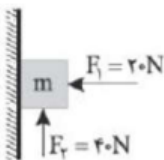
۹) مطابق شکل در یک آزمایش یک جسم روی سطح افقی کشیده می‌شود. نیروی ثابت و شتاب حاصل برای هر آزمایش به صورت جدول زیر است. ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟
 $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



$F(N)$	۱۰	۱۵	۳۰
$a\left(\frac{m}{s^2}\right)$	$2/5$	۵	$12/5$

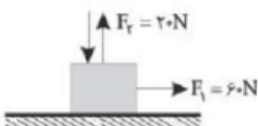
- ۱) $0/2$ ۲) $0/25$ ۳) $0/4$ ۴) $0/5$

۱۰) مطابق شکل بر جسمی به جرم $5/5 \text{ kg}$ نیروهای F_1 و F_2 در SI اثر می‌کند و جسم در آستانه حرکت رو به پایین است. جرم جسم چند برابر شود تا جسم در آستانه حرکت رو به بالا قرار گیرد؟
 $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



- ۱) $\frac{5}{11}$ ۲) $\frac{11}{5}$ ۳) $\frac{3}{11}$ ۴) $\frac{11}{3}$

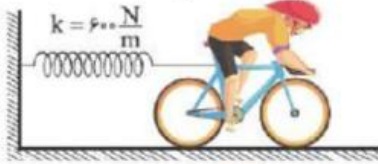
۱۱) جسمی به جرم 10 kg روی سطح افقی تحت تأثیر نیروهای وارد بر آن با شتاب ثابت در حال حرکت است. نیروی قائم وارد بر جسم را حداقل چند نیوتن افزایش دهیم تا جسم با سرعت ثابت حرکت کند؟
 $\left(\mu_k = 0/25, g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



- ۱) 140 ۲) 160 ۳) 120 ۴) 100



۱۲) مطابق شکل، فنر سبک از یک سر به دیوار و از سوی دیگر به دوچرخه متصل است. دوچرخه سوار آن قدر رکاب می زند تا این که چرخ ها در جای خود می چرخد و دوچرخه سوار ساکن می ماند. جرم دوچرخه سوار و دوچرخه در مجموع 90 kg است. اگر در این حالت افزایش طول فنر 60 cm باشد، ضریب اصطکاک بین چرخ ها و سطح افقی است.



- ۱) جنبشی - ۰/۴ ۲) ایستایی - ۰/۴ ۳) جنبشی - ۰/۶ ۴) ایستایی - ۰/۶

۱۳) مطابق شکل، یک جسم توسط فنری سبک و افقی با ثابت $300 \frac{N}{m}$ با سرعتی ثابت کشیده می شود. طول فنر در این حالت نسبت به طول عادی آن 3 cm بیش تر می شود. اگر نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می شود، 15 N باشد، ضریب اصطکاک جنبشی میان جسم و سطح کدام است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$

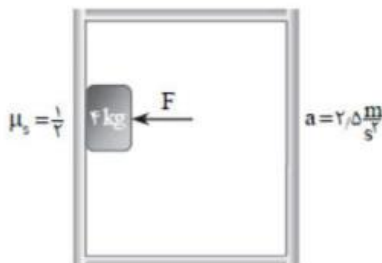


- ۱) ۰/۷۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۰/۶۷ ۴) ۰/۶

۱۴) صندوقی در کف کامیونی قرار دارد و کامیون با سرعت $15 \frac{m}{s}$ در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است و ضریب اصطکاک ایستایی صندوق با کف کامیون $0/25$ است. این کامیون پس از ترمز مناسب، کوتاه ترین فاصله ای که می تواند طی کند و متوقف شود، بدون این که صندوق بلغزد چند متر است؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$

- ۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۴۵

۱۵) اگر آسانسور با شتاب $2/5 \frac{m}{s^2}$ تندشونده بالا برود نیروی سطح بر جعبه چند نیوتون است؟ (جعبه در آستانه حرکت است)



- ۱) $50\sqrt{5}$ ۲) ۱۰۰ ۳) ۵۰ ۴) $100\sqrt{5}$

۱۶) در شکل زیر، جرم جسم 10 kg است و قبل از وارد شدن نیروی F ، جسم روی سطح به حال سکون قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح به ترتیب $0/9$ و $0/6$ است. اگر F حداقل نیرویی باشد که بتواند جسم را از حال سکون به حرکت درآورد. با ادامه ی اعمال این نیرو، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه می شود؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



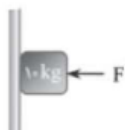
- ۱) ۱/۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۴



۱۷) کامیونی به جرم 4000 kg با سرعت $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ، روی خط راست و در سطح افقی در حال حرکت است و جعبه‌ای در کف آن قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و کامیون 0.5 باشد، حداقل مسافتی را که کامیون می‌تواند برای توقف طی کند، بدون آن‌که جعبه بلغزد، چند متر است؟ $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

- ۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۱۸) داخل یک آسانسور جعبه‌ای به جرم 10 kg را به دیواره‌ی آسانسور تکیه داده‌ایم و نیروی افقی F را ثابت نگه می‌داریم. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جعبه با دیواره‌ی آسانسور 0.5 باشد و آسانسور با شتاب $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ تندشونده به سمت پایین حرکت کند، حداقل نیروی F چند نیوتون است؟ $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

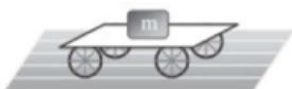


- ۱) ۲۰۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۸۰

۱۹) دو وزنه مکعب‌شکل A و B با سرعت‌های اولیه‌ی یکسان، مماس بر سطح افقی پرتاب می‌شوند. اگر $m_A = 3m_B$ و ضریب اصطکاک جنبشی سطح برای وزنه A نصف ضریب اصطکاک جنبشی سطح برای وزنه B باشد، مسافتی که وزنه A طی می‌کند تا بایستد چند برابر مسافتی است که وزنه B طی می‌کند تا بایستد؟

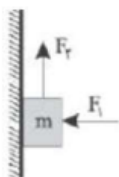
- ۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{6}$ ۴) ۶

۲۰) حداکثر شتابی که ارابه می‌تواند داشته باشد تا جعبه روی آن نلغزد کدام است؟ (ضریب اصطکاک بین جعبه و ارابه μ_s است)



- ۱) $\mu_s g$ ۲) $\frac{\mu_s}{g}$ ۳) $g \sqrt{\mu_s^2 + 1}$ ۴) $g \sqrt{1 - \mu_s^2}$

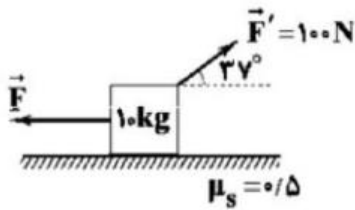
۲۱) در شکل زیر نیروی $F_1 = 200 \text{ N}$ عمود بر سطح تماس و نیروی F_2 مماس بر سطح به جسم 30 kg که ضریب اصطکاکش با سطح قائم 0.8 است، اثر می‌کند. F_2 حداکثر چند نیوتن باشد تا وزنه m روی سطح ساکن بماند؟ $\left(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}\right)$



- ۱) ۳۶۰ ۲) ۱۴۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۴۶۰

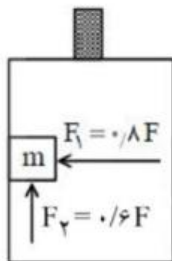


۲۲ در شکل زیر، اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون باشد تا جسم در آستانه‌ی حرکت قرار گیرد؟
 $\left(\sin 37^\circ = 0.6, g = 10 \frac{N}{kg} \right)$



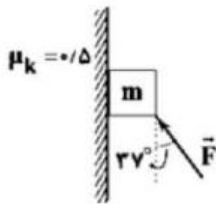
- ۱۰۰ (۲) ۶۰ (۱)
 ۸۰ (۳) ۴ (۴) گزینه‌های ۱ و ۲ صحیح است.

۲۳ در شکل زیر، جرم جسم ۲ کیلوگرم و ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح دیوارهٔ آسانسور ۰/۵ است. اگر آسانسور با شتاب $\frac{1}{2} \frac{m}{s^2}$ به سمت بالا شروع به حرکت کند، حداکثر مقدار نیروی F چند نیوتن باشد تا جسم بر روی دیوارهٔ آسانسور ساکن بماند؟
 $\left(g = 10 \frac{m}{s^2} \right)$



- ۱۱۰ (۴) ۱۰۰ (۳) ۲۲ (۲) ۲۰ (۱)

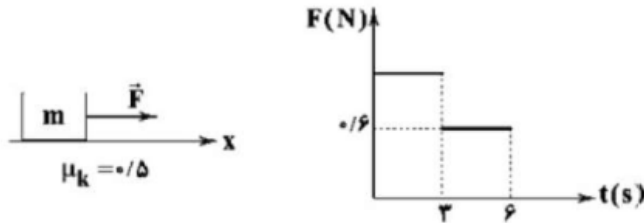
۲۴ مطابق شکل زیر، به جسمی به وزن $20 N$ نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود و جسم از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی جسم در دو ثانیه‌ی اول حرکت m^9 باشد، اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون است؟
 $\left(g = 10 \frac{N}{kg}, \sin 37^\circ = 0.6 \right)$



- ۲۵ (۴) ۱۵ (۳) ۲۰ (۲) ۱۰ (۱)



۲۵ مطابق شکل زیر، جسمی به جرم 200 g تحت تأثیر نیروی $\vec{F}$ در لحظه‌ی $t = 0$ با تندی $12 \frac{m}{s}$ در جهت محور x در حال حرکت است. اگر نمودار تغییرات بزرگی نیروی $\vec{F}$ بر حسب زمان به صورت زیر باشد، تندی حرکت جسم در لحظه‌ی $t = 4\text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



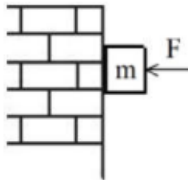
۸ (۴)

۱۰ (۳)

۱۶ (۲)

۱۲ (۱)

۲۶ مطابق شکل جسم $m = 2\text{ kg}$ تحت نیروی F با سرعت ثابت 2 متر بر ثانیه به طور یکنواخت به پایین می‌لغزد. F را چند نیوتن افزایش دهیم تا جسم پس از 1 ثانیه متوقف شود؟ $(\mu_s = 0.5, \mu_k = 0.4)$



۶۰ (۴)

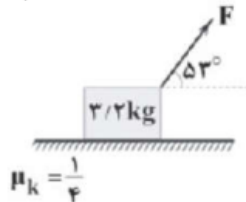
۴۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۲۷ مطابق شکل زیر، جسم در اثر نیروی $\vec{F}$ با سرعت ثابت روی سطح افقی در حال حرکت است. اگر نیروی F را 3 برابر کنیم، نیروی اصطکاک جنبشی چند برابر خواهد شد؟

$$\left(\sin 53^\circ = 0.8, g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$$



۳ (۴)

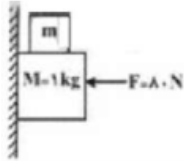
$\frac{1}{3}$ (۳)

۲ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)



۲۸) مطابق شکل زیر، جرم $M = ۱ \text{ kg}$ توسط نیروی افقی $F = ۸۰ \text{ N}$ به دیوار قائمی فشرده شده و ثابت است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جرم M و سطح دیوار برابر با $۰/۲$ باشد، جرم m چند گرم باشد تا جرم M در آستانه‌ی حرکت قرار گیرد؟ ($g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ و جرم m با دیوار تماس ندارد).



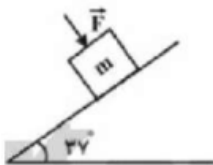
۴۰۰ (۴)

۰/۴ (۳)

۶۰۰ (۲)

۰/۶ (۱)

۲۹) در شکل زیر، ضریب اصطکاک ایستایی بین جرم $m = ۲/۵ \text{ kg}$ و سطح شیب‌دار برابر با $\frac{۱}{۴}$ است. حداقل اندازه‌ی نیروی عمود بر جرم m ، $(\vec{F})$ چند نیوتون باشد تا جرم m به طرف پایین سطح نلغزد؟ ($g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)
 $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و امتداد نیروی $\vec{F}$ بر سطح شیب‌دار عمود است.



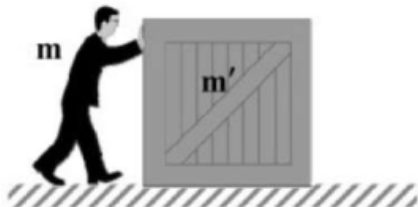
۶۵ (۲)

۲۳/۷۵ (۱)

۴۰ (۴)

۸۰ (۳)

۳۰) مطابق شکل، شخصی به جرم m جعبه‌ای به جرم m' را روی سطح افقی زمین هل می‌دهد. ضریب اصطکاک ایستایی بین پای شخص و سطح زمین μ_s و بین جعبه با سطح زمین μ'_s است. شرط آنکه شخصی بتواند جعبه را از حال سکون حرکت دهد، کدام است؟



$\frac{\mu_s}{\mu'_s} > \frac{m}{m'}$ (۴)

$\frac{\mu_s}{\mu'_s} > \frac{m'}{m}$ (۳)

$\mu_s > \mu'_s$ (۲)

$m > m'$ (۱)



بخش ۵ نکات محاسبه کشی طناب



قدم اول:

قدم دوم:

تست: با توجه به شکل مقابل وزنه‌ای ۵ کیلو گرمی توسط نیروی F به بالا کشیده میشود، اگر جرم طناب ۲ کیلوگرم باشد، با صرف نظر از مقاومت هوا، نیروی کشش دقیقاً در وسط طناب و شتاب حرکت وزنه در SI هریک چه قدر می‌شود؟

$F=140$

$2kg$

m_1

$F_{net} = ma$

$F - m_1g - m_{cable}g = (m_1 + m_{cable})a$

$140 - 50 - 20 = (5 + 2)a$

$70 = 7a$

$a = 10$

$F - m_1g - T = m_1a$

$T = 120$

$T - 50 = 5(10)$

$T = 120$



بچه ها سوال صفحه قبل یه راه تستی توپ داره!!!

اگر طراح سوال از ما کشش طناب رو پیر سه به جای راه طولانی صفحه قبل با یه تنا سب ساده

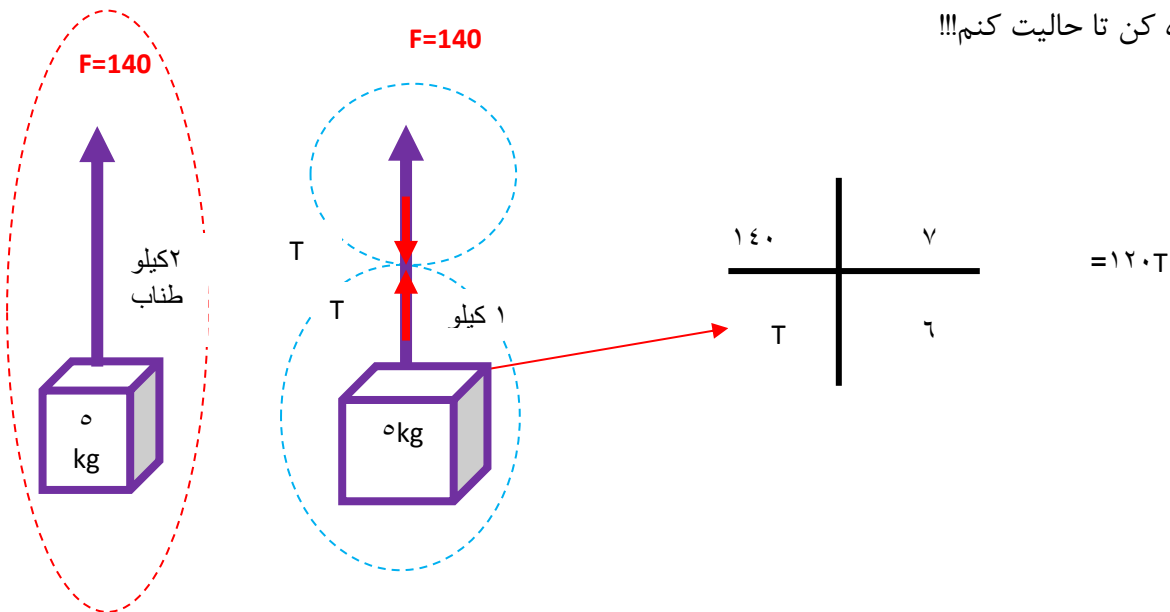
میشه سوال رو حل کرد:

قدم اول: روی طناب مورد نظر و در جایی که طراح تست از ما خواسته دوتا فلش به سمت هم میکنیم

قدم دوم: یک تنا سب تشکیل میدهیم مثلا میگیم F داره به کل شکل وارد میشه T داره به جرم داخل

برش وارد میشه و با اینکار T یعنی نیروی کشش رو محاسبه میکنیم. (عمرا فهمیده باشی چی گفتم!!) به راه

حل زیر نگاه کن تا حالت کنمم!!!



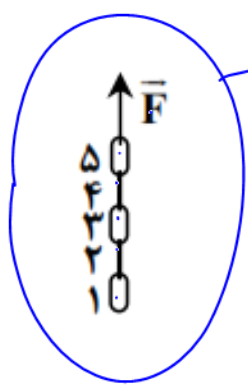
توی این تناسب میگیم 140 نیوتن داره به کل شکل وارده میشه که 7 کیلو گرم هست (5 کیلو وزنه و دو

کیلو طناب) اما T نیوتن داره به برش پایین وارد میشه که کلا 6 کیلو هست (5 کیلو وزنه و 1 کیلو نصف

طناب!) بعد هم تناسب رو حل میکنیم



تست: مطابق شکل، یک زنجیر که از ۵ حلقه‌ی مشابه تشکیل شده و جرم هر حلقه ۲۰۰ گرم است، توسط نیروی F با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ و حرکت تند شونده، رو به بالا کشیده می‌شود. اندازه‌ی نیروی F و اندازه‌ی نیرویی که دو حلقه ۴ و ۵ بر یکدیگر وارد می‌کنند، به ترتیب چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



$$F_{\text{خس}} = ma$$

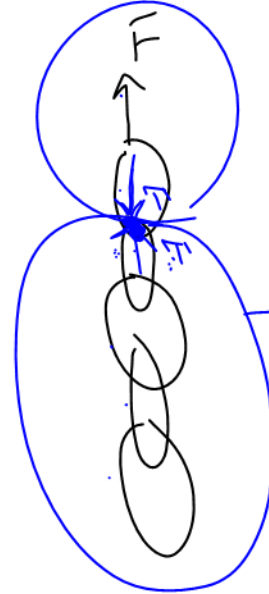
$$F - Mg = Ma$$

$$F - 10 = 12$$

$$F = 12$$

$$\frac{12}{12} \mid \frac{10}{10}$$

$$T = 9.6$$



$$\begin{aligned} (1) & \quad 2 \text{ و } 10 \\ (2) & \quad 2/4 \text{ و } 12 \\ (3) & \quad 8 \text{ و } 10 \\ (4) & \quad 9/6 \text{ و } 12 \end{aligned}$$

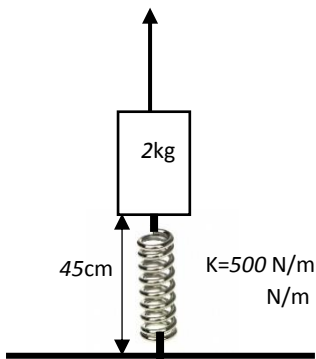
$$T - Mg = Ma$$

$$T - 8 = 18$$

$$T = 9.6$$

تست: در شکل مقابل جسمی به جرم ۲kg به یک فنر قائم متصل شده و توسط یک نخ به سمت بالا کشیده می‌شود. اگر در این لحظه بزرگی شتاب جسم برابر $2 \frac{m}{s^2}$ و نوع حرکت آن کندشونده باشد، بردار نیروی وارد بر نخ در محل اتصال آن به جسم در SI کدام است؟

(طول عادی فنر ۴۰cm و $g = 10 \frac{N}{kg}$ است)



$$-41j \quad 20j \quad -20j \quad 41j$$

$$T - mg - k\Delta x = ma \quad T - 20 - 500(0.05) = 2(-2) \quad T = 41$$

چون نیروی وارد بر نخ در محل اتصال به پایین است پس ۴۱- درست است



تست: مطابق شکل طنابی به جرم ۵۰۰ گرم را از دو طرف با نیروهای F_1 و F_2 می کشیم که شش

طناب در نقطه C چه قدر است (طول AB سه برابر طول AC است)

۱۰ ۲۰ ۳۰ ۴۰



پاسخ:



$$F_{\text{خالص}} = ma \quad 40 - 10 = 0.5a \quad a = 60$$

$$F_{\text{خالص}} = ma \quad 40 - T = \frac{2}{3} \times 0.5 \times 60 \quad T = 20$$

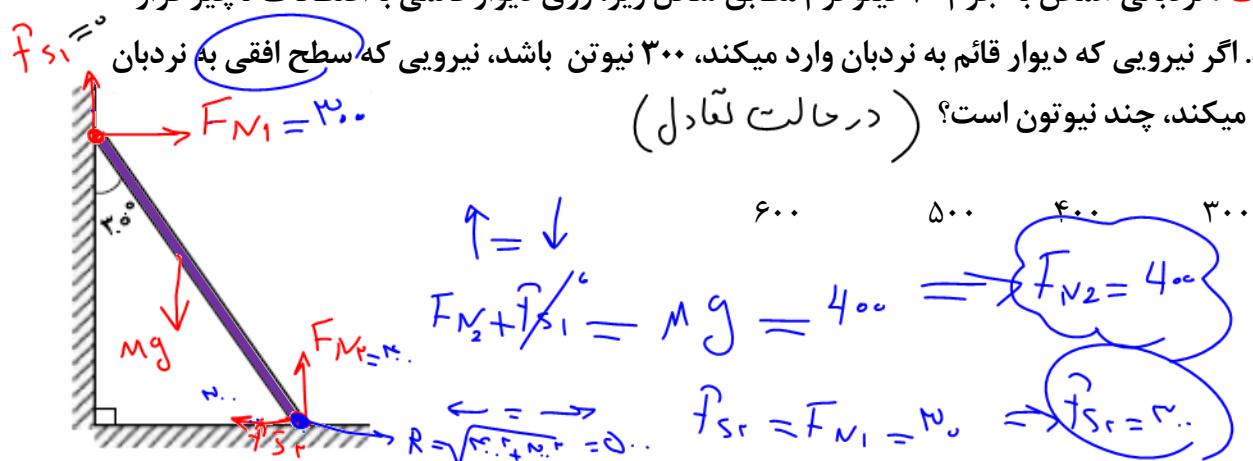


بخش ۶: نکات تعادل

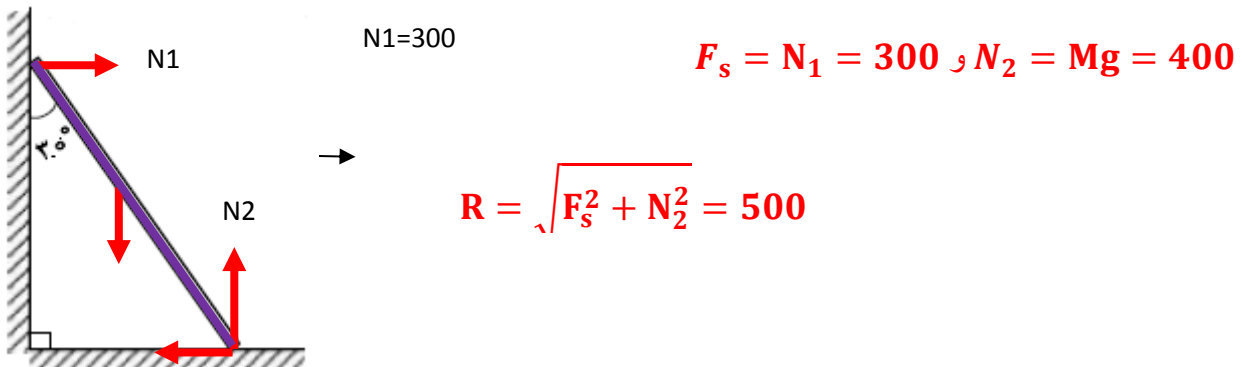
اگر به جسمی به جرم m در حال تعادل باشد، در این صورت برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. یعنی نیروهای رو به بالا را مساوی نیروهای رو به پایین قرار بدهیم و نیروهای سمت راست را مساوی نیروهای سمت چپ قرار بدهیم.

در سوالاتی که به ما می‌گویند جسم در حالت تعادل قرار دارد در نوشتن قانون دوم نیوتن باید شتاب را صفر در نظر بگیریم.

تست: نردبانی همگن به جرم 40 کیلوگرم مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد میکند، 300 نیوتن باشد، نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد میکند، چند نیوتن است؟ (در حالت تعادل)



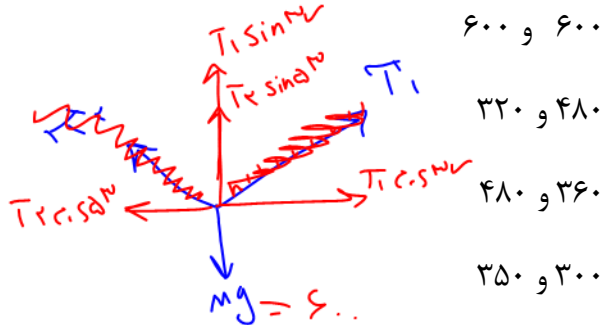
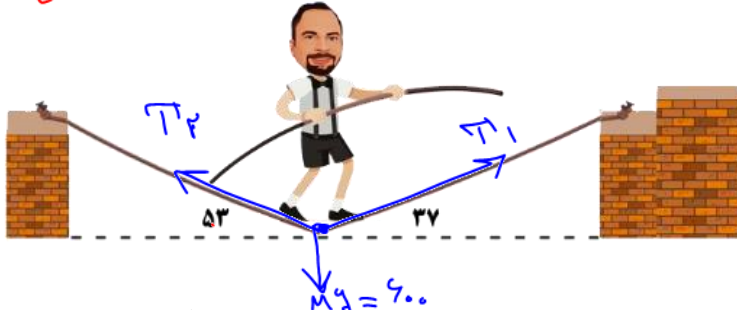
ما توی این سوال اول تمام نیروها رو باید رسم کنیم بعدش نیروهای رو به بالا را مساوی نیروهای رو به پایین قرار بدهیم و نیروهای سمت راست را مساوی نیروهای سمت چپ قرار بدهیم تا N_2 و F_S محاسبه بشن (از تعادل اونها رو بدست آوردیم) بعدش از این دوتا نیرو باید برآیند بگیریم پس داریم:





تست: یک بند باز به جرم 60Kg مطابق شکل روی طنابی در حال تعادل است. نیروی کشش طناب

$$\begin{cases} T_1 \sin 37^\circ + T_2 \sin 53^\circ = 600 \\ T_1 \cos 37^\circ = T_2 \cos 53^\circ \end{cases} \Rightarrow \text{دستگاه}$$



توی این سوال دوتا کار میتونیم انجام بدهیم، یکی اینکه نیروهای کج رو تجزیه کنیم و بعدش مثل سوال

قبل به خاطر در تعادل بودن، نیروهای چپ و راست رو مساوی هم بزاریم، بعد شم نیروهای بالا و پایین رو

مساوی هم بزاریم و یه راه تستی داریم که از قضیه سینوس ها توی ریاضی استفاده کنیم

هنگامیکه جسمی در حال تعادل است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است، با توجه به این موضوع این سه

بردار با حفظ جهت در راستای مثلی را تشکیل می دهند که انتهای نیروی آخر به ابتدای نیروی اول متصل می شود.

$$\sin(6+90) = \cos 6$$

به زبان ساده کافیت هر نیرو را به سینوس زاویه ی روبرویی اش تقسیم کنیم!!!

$$\underline{mg}$$

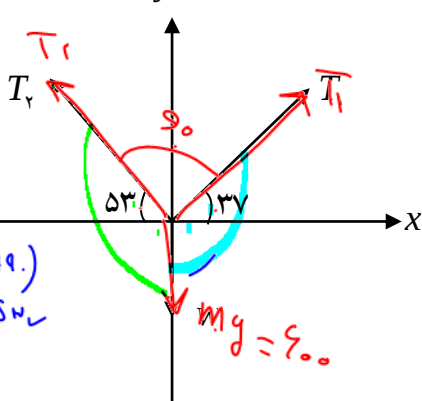
$$\frac{mg}{\sin 90} = \frac{T_1}{\sin(53+90)} = \frac{T_2}{\sin 37+90}$$

$$\frac{600}{1} = \frac{T_1}{1.6}$$

$$T_1 = 360$$

$$\frac{600}{\sin 90} = \frac{T_2}{\sin(37+90)}$$

$$\frac{600}{1} = \frac{T_2}{1.1}$$

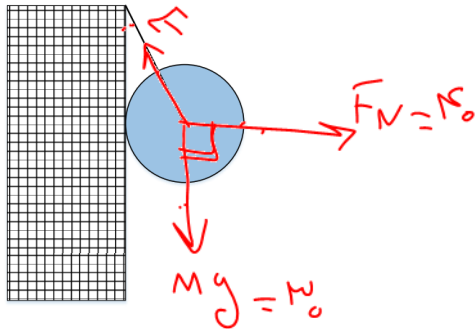


$$\textcircled{1} \text{ رابطه } T_1 = \frac{W \sin 37}{\sin 90} \Rightarrow T_1 = 360\text{N}$$

$$\textcircled{2} \text{ رابطه } T_2 = \frac{W \sin 53}{\sin 90} \Rightarrow T_2 = 480\text{N}$$

تست: در شکل روبه‌رو، نیرویی که دیوار قائم در نقطه تکیه‌گاه بر کره وارد می‌کند، 40 N است. اگر جرم کره 3 kg باشد، نیروی کشش نخ متصل به دیوار چند نیوتون است؟

(اصطکاک ناچیز و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است.)



(۲) ۳۰

(۱) ۵۰ ✓

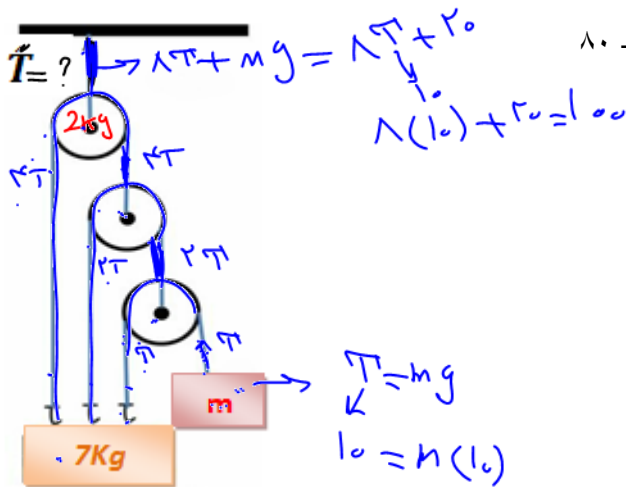
(۴) اطلاعات کافی نیست

(۳) ۴۰

$$T = \sqrt{Mg^2 + N^2} = 50$$

تست: شکل مقابل در تعادل است و جرم قرقره بالایی 2 Kg است و جرم سایر قرقره‌ها و

طنابها ناچیز است m چند کیلو گرم می‌باشد و کشش میله (T) چند نیوتون است؟



۸۰ - ۱۵

۱۰۰ - ۱۵

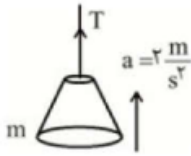
۸۰ - ۱۰

۱۰۰ - ۱ ✓

پاسخ:

Homework 4

- ۱) مطابق شکل جرم ۴۰ کیلوگرم با شتاب a به طرف بالا کشیده می‌شود، نیروی کشش ریسمان چند نیوتن است؟
 $\left(g = 9.8 \frac{N}{kg}\right)$



- ۱) ۷۴۷ ۲) ۷۲۴ ۳) ۴۷۲ ۴) ۴۲۷

- ۲) اگر در شکل مقابل اندازه‌ی نیروی کشش نخ $\frac{1}{3}$ وزن جسم باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانش است؟



- ۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{2}$

- ۳) شخصی یک سطل محتوی مصالح به جرم 20 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).
 $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



- ۴) وزنه‌ای به جرم 2 kg را با طناب سبکی با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ تندشونده رو به بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟
 $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$

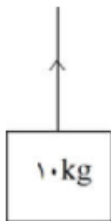
- ۱) ۱۴ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۲

- ۵) آسانسوری با شتاب ثابت در حال حرکت است، گلوله‌ای به جرم 500 گرم که به نخ متصل است، از سقف آسانسور آویزان شده است. اگر حداکثر نیروی کشش قابل تحمل نخ برابر با 4 N باشد. شتاب آسانسور می‌تواند چند متر بر مربع ثانیه و به کدام جهت باشد تا نخ پاره نشود؟
 $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$

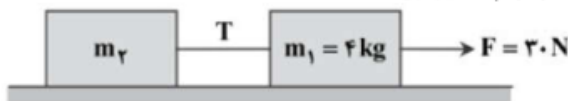
- ۱) ۲، پایین ۲) ۲، بالا ۳) ۱، پایین ۴) ۱، بالا



- ۶ در شکل مقابل، وزنه‌ی بسته‌شده به طناب با شتاب $\frac{m}{s^2}$ در راستای قائم در حرکت است. نیروی کشش طناب در این حالت، چند نیوتون است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است.)



- ۱ ۶۰
۲ ۸۰
۳ ۱۶۰
۴ بسته به شرایط، ۱۶۰ یا ۴۰
- ۷ درون آسانسوری که با شتاب ثابت $\frac{m}{s^2}$ ، رو به پایین حرکت کندشونده دارد، لامپی به وسیله‌ی سیمی از سقف آویزان است. اگر اندازه‌ی نیروی کشش سیم $2/4 N$ باشد، جرم لامپ چند گرم است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)
- ۱ ۲۰
۲ ۳۰
۳ ۲۰۰
۴ ۳۰۰
- ۸ در شکل مقابل، جرم طناب و اصطکاک وزنه‌ی m_1 با سطح افقی ناچیز است و وزنه‌ها با شتاب یکسان $\frac{m}{s^2}$ 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 40 kg مطابق شکل، با شتاب ثابت رو به پایین $\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند. اگر نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت جسم $100 N$ باشد، نیروی کشش طناب را حساب کنید. ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



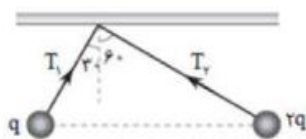
- ۱۰ یک خودرو توسط یک ریسمان به صورت افقی کشیده می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا $320 N$ و نیروی مقاومت جاده در برابر حرکت خودرو $420 N$ باشد، نیروی کشش طناب در صورتی‌که جسم با سرعت ثابت و با شتاب ثابت $a = 0/2 \frac{m}{s^2}$ به ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ ($m_{\text{خودرو}} = 1200 \text{ kg}$)



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



۱۱) در شکل زیر، دو آونگ الکتریکی باردار در حالت تعادل قرار دارند. کشش نخ T_1 چند برابر کشش نخ T_2 است؟
 $\left(\cos 60^\circ = \frac{1}{2}\right)$



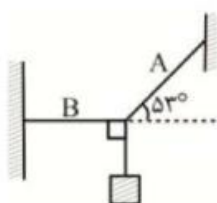
$\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۴)

$\sqrt{3}$ (۳)

$\frac{1}{2}$ (۲)

۱ (۱)

۱۲) مطابق شکل مقابل جسمی توسط دو نخ بدون جرم A و B به حالت تعادل درآمده است. اگر اختلاف بزرگی کشش دو نخ 120N باشد و T_A و T_B به ترتیب چند نیوتون هستند؟
 $(\sin 53^\circ = 0.8)$



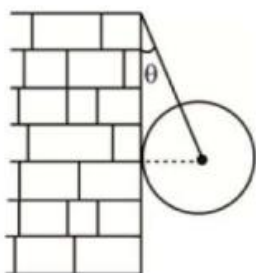
۱۸۰، ۳۰۰ (۴)

۳۰۰، ۲۴۰ (۳)

۱۸۰، ۲۴۰ (۲)

۳۰۰، ۳۰۰ (۱)

۱۳) مطابق شکل مقابل یک گوی فلزی همگن صیقلی به جرم $\frac{2}{3}\text{kg}$ و شعاع 15cm به کمک طناب سبکی به طول 39cm به حال تعادل قرار دارد. نیروی کشش طناب چند نیوتون است؟
 $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$



۲۶ (۴)

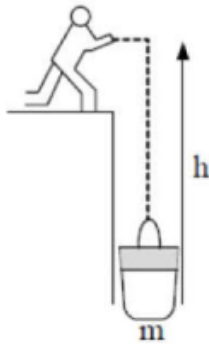
۲۴ (۳)

۱۳ (۲)

۱۲ (۱)



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)



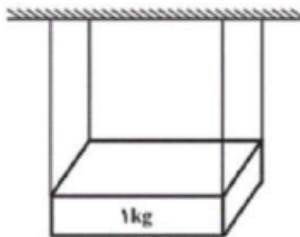
۴ Mgh

۳ $\frac{Mgh}{2}$

۲ $-Mgh$

۱ صفر

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 $50N$ ، $60N$ و $65N$ و $80N$ باشد، حداکثر چند کیلوگرم جسم را به آرامی می‌توان روی جسم اول قرار داد تا هیچ‌کدام از نخ‌ها پاره نشود؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



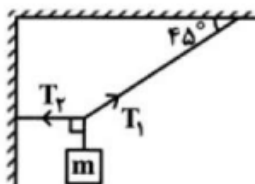
۴ $25/5$

۳ ۱۹

۲ ۲۰

۱ $24/5$

۱۶ در شکل زیر اگر $T_2 = 40N$ باشد، جرم وزنه‌ی آویخته شدن چند کیلوگرم است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



۴ ۴

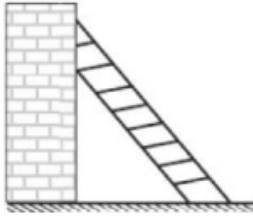
۳ ۸

۲ $4\sqrt{2}$

۱ $2\sqrt{2}$



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 0.75 قرار گرفته است. نیرویی که از طرف سطح افقی به نردبان وارد می‌شود، چند برابر وزن نردبان است؟



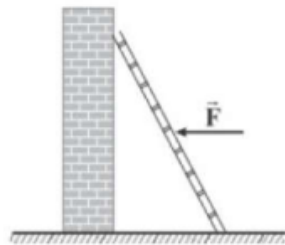
۴ $\frac{5}{4}$

۳ $\frac{4}{5}$

۲ $\frac{4}{3}$

۱ $\frac{3}{4}$

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؟



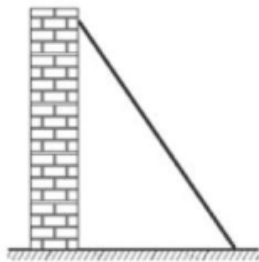
۴ $W - \mu_s F$

۳ $W + \mu_s F$

۲ $W \frac{F}{\mu_s}$

۱ $W + \frac{\mu_s F}{2}$

۱۹) مطابق شکل، میله‌ی یکنواختی به جرم 20 kg به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و در آستانه‌ی لغزیدن می‌باشد. اگر اندازه‌ی نیرویی که سطح افقی به میله وارد می‌کند، $100\sqrt{5}$ نیوتون باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین میله و سطح افقی برابر کدام گزینه است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



۴ $\frac{3}{4}$

۳ $\frac{1}{2}$

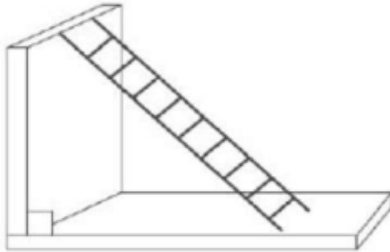
۲ $\frac{1}{3}$

۱ $\frac{1}{4}$



۲۰ مطابق شکل یک نردبان به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و نردبان در آستانه سر خوردن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و نردبان 0.75 و بزرگی نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، 50 N باشد، بزرگی نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتن است؟

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



۵۰ (۴)

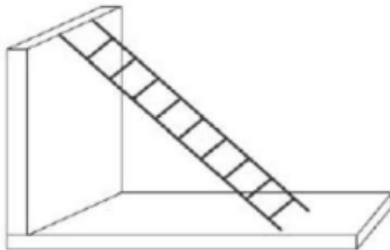
۴۰ (۳)

۳۷/۵ (۲)

۳۰ (۱)

۲۱ در شکل زیر جرم نردبان 15 kg است و نردبان در آستانه سر خوردن قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی برای تمامی سطوح با نردبان 0.5 باشد، اندازه نیرویی که دیوار به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتن است؟

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



۱۵۰ (۴)

$75\sqrt{2}$ (۳)

۱۰۰ (۲)

$30\sqrt{5}$ (۱)

۲۲ نردبانی مطابق شکل به دیوار عمودی بدون اصطکاکی تکیه داده است. نیرویی که دیوار به نردبان وارد می‌کند، 200 نیوتن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با سطح افقی 0.8 باشد و نردبان در آستانه سر خوردن باشد، جرم نردبان چند کیلوگرم خواهد بود؟



۴۰ (۴)

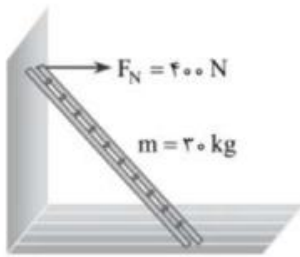
۱۶ (۳)

۲۵ (۲)

۲۰ (۱)



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



۵۰۰ (۴)

۷۰۰ (۳)

۳۰۰ (۲)

۴۰۰ (۱)

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



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

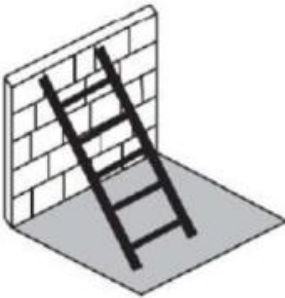
(۲) هر دو سطح افقی و قائم اصطکاک داشته باشد.

(۳) هر دو سطح افقی و قائم بدون اصطکاک باشد و به نردبان در نقطه 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 4 kg به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده است. اگر نیرویی که دیوار به نردبان وارد می‌کند 14 N باشد، نیروی اصطکاک بین زمین و نردبان چند نیوتن است؟

$$\left(g = 10 \frac{m}{s^2}, \mu_k = 0.3, \mu_s = 0.4 \right)$$



۱۸ (۴)

۱۴ (۳)

۱۲ (۲)

۱۶ (۱)

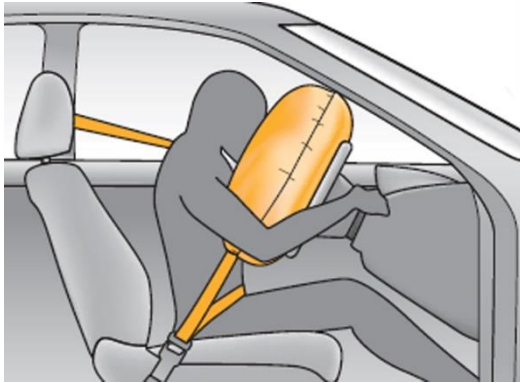


$$P = m\vec{v}$$

بخش ۷: مفهوم تکانه (اندازه حرکت)



حاصل ضرب جرم یک جسم در سرعت آن را تکانه یا اندازه حرکت می نامیم. تکانه کمیتی برداری می باشد که بردار آن هم جهت با بردار سرعت می باشد. تکانه را با p نشان می دهیم و آن را از رابطه ی زیر بدست می آوریم:



$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$\vec{v}$: سرعت جسم برحسب $\frac{m}{s}$

m : جرم برحسب kg

P : تکانه برحسب $kg \frac{m}{s}$

« رابطه ی بین نیرو و تکانه »

به کمک قانون دوم نیوتن می توان رابطه ی بین نیرو و تکانه را بصورت زیر بدست آورد:

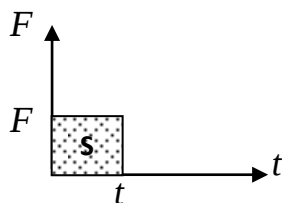
$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \longrightarrow \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

با توجه به رابطه ی بدست آمده می توان نوشت:

$$F \cdot \Delta t = m\Delta v$$

آهنگ تغییر تکانه یک جسم نسبت به زمان برابر برآیند نیروهای وارد بر جسم است.

نکته: اگر تغییر تکانه جسم ($\Delta \vec{p}$) در بازه ی زمانی Δt باشد در اینصورت نیروی متوسط وارد بر جسم برابر



$$S = F\Delta t = \Delta p$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad \text{است با:}$$

نکته: سطح زیر نمودار $F-t$ برابر با تغییر اندازه حرکت (تکانه) می باشد.



خلاصه فرمول های تکانه

$$\begin{cases} \Delta P = m \Delta V \\ \Delta P = F \Delta t \end{cases}$$

$$P = M V$$

فرمول تکانه

$$F \Delta t \equiv m \Delta V$$

$$M \Delta V = F \Delta t$$

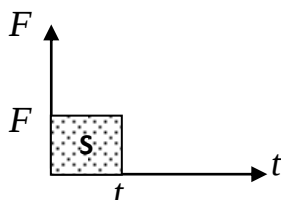
تغییر تکانه Δp

مساحت زیر
 $F-t$

تکانه

$$P \xrightarrow{\text{مشتق}} F$$

مشتق تکانه



$\Delta P =$ نمودار زیر مساحت

نمودار $F-t$

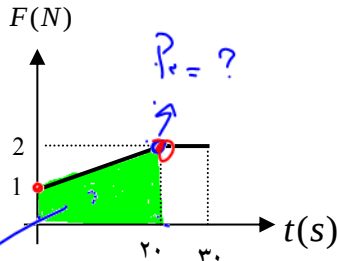
$$K = \frac{P^2}{2m} = \frac{1}{2} P V$$

انرژی جنبشی



تست: جسمی به جرم 3 kg با سرعت اولیه 5 تحت تاثیر نیرویی که تغییرات آن با زمان به شکل

زیر است، به حرکت درمی آید. اندازه ی حرکت آن در لحظه ی $t=20$ چند $\frac{\text{kg}}{\text{s}}$ است؟



$$\Delta P = \int_0^{20} F dt = \frac{2+1}{2} \times 20 = 30$$

$P_2 = ?$

۵۰ - ۴

۴۰ - ۳

۳۰ - ۲

۴۵ - ۱

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$30 = P_2 - 15$$

$$P_2 = 45$$

تست: جرم جسمی 2 kg و سرعت آن در یک مسیر سیستم 17 m/s است. اگر سرعت آن به اندازه ی 8

متر بر ثانیه افزایش یابد، انرژی جنبشی آن 4 برابر می شود. تکانه (اندازه حرکت) آن قبل از افزایش

سرعت، چند واحد SI بوده است؟

۳۲ - ۴

۲۴ - ۳

۱۶ - ۲

۸ - ۱

$$k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 4 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2$$

پاسخ:

$$\frac{v_2 = 8 + v_1}{v_1} = 2 \Rightarrow v_1 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow p_1 = mv_1 = 2 \times 8 = 16 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گزینه ۲ صحیح است.



تست: دو نیروی $F_1 = 7/5 \vec{i} + a\vec{j}$ و $F_2 = -1/5 \vec{i} + 2/5 \vec{j}$ توأمأً به جسم ساکنی به جرم m وارد

می شوند. اگر در مدت ۳ ثانیه اندازه ی حرکت جسم به ۳۰ واحد SI برسد، a کدام است؟

۱- ۲/۵ ۲- ۸/۵ ۳- ۵/۵ ۴- بسته به مقدار m هر سه مورد ممکن است.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (7/5 - 1/5)\vec{i} + (2/5 + a)\vec{j} = 6i + (2/5 + a)j$$
 پاسخ:

$$F = \frac{P_2 - P_1}{t} \Rightarrow \text{برآیند} = \frac{30 - 0}{3} = 10N \Rightarrow$$

$$|F| = \sqrt{6^2 + (2/5 + a)^2} \Rightarrow a = 5/5, -10/5$$
 گزینه ۳ صحیح است.

تست: توپی به جرم 5kg با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه تحت زاویه ی 37° نسبت به خط قائم با سطحی

افقی برخورد می کند. این توپ با سرعت ۸ متر بر ثانیه تحت زاویه ی 37° نسبت به خط قائم

برمی گردد. اگر زمان برخورد ۰/۰۱ ثانیه باشد. متوسط نیروی وارد بر توپ در مدت برخورد چند

نیوتن است؟

۱- ۳۶۰۰ ۲- ۷۲۰۰ ۳- ۳۰۰√۱۴۵ ۴- ۶۰۰√۱۴۵

بچه ها دقت کنید که Δv رو باید از روش های برداری پیدا کنید! به وقت مستقیم v ها رواز هم کم نکنید!!!!

$$F\Delta t = m\Delta v \Rightarrow F \times 0.01 = 5 \times \Delta v$$

پاسخ:

$$\Delta v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \theta}$$

$$\cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 \Rightarrow \cos(2 \times 37) = 2\cos^2 37 - 1 \Rightarrow$$

$$\cos \theta = \frac{7}{25}$$

$$\Delta v = \sqrt{(10)^2 + (8)^2 + 2 \times 10 \times 8 \times (\frac{7}{25})} \Rightarrow \Delta v = \sqrt{164 + \frac{224}{5}} \Rightarrow \Delta v = \sqrt{\frac{1044}{5}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{145 \times 7.2}{5}} \Rightarrow \sqrt{145 \times 1/44} \Rightarrow \Delta v = 1/2\sqrt{145} \Rightarrow F = 500\Delta v \Rightarrow F = 500 \times 1/2\sqrt{145}$$

$$F = 600\sqrt{145}N$$

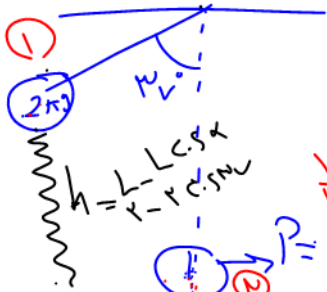


تست: گلوله آونگی به جرم ۲ کیلوگرم از ریسمانی به طول ۲ متر آویزان است و روی مسیری

دایره‌ای به اندازه ۳۷ درجه از راستای قائم منحرف شود سپس با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه به پایین

پرتاب می شود اگر از لحظه پرتاب تا رسیدن به بی‌شینه سرعت ۳۰ در صد از انرژی اولیه تلف

شود، در اینصورت تکانه در مرکز تعادل چند واحد SI می‌شود؟



$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$mgh + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

۳۴

۱۵

۱۷

۱۹

پاسخ

ابتدا از قانون پایستگی انرژی باید سرعت در مرکز تعادل را به دست بیاوریم سپس آنرا در فرمول تکانه قرار

دهیم

$$\frac{70}{100} (U_1 + K_1) = (U_2 + K_2)$$

$$\frac{70}{100} \left(mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 \right) = \left(mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \right)$$

$$\frac{70}{100} (4 + 200) = \left(0 + \frac{1}{2}v_2^2 \right) \quad v \approx 17 \quad p = mv = 2 \times 17 = 34$$

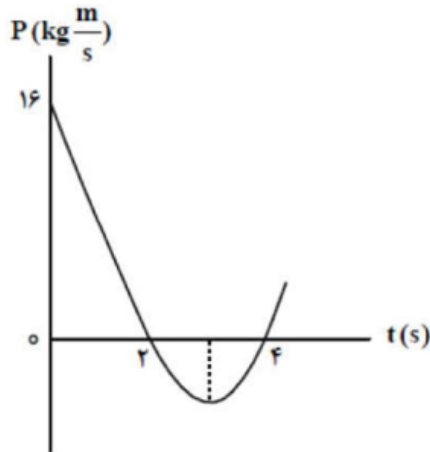
$$P = mv$$

$$(2) \times 17 = 34$$

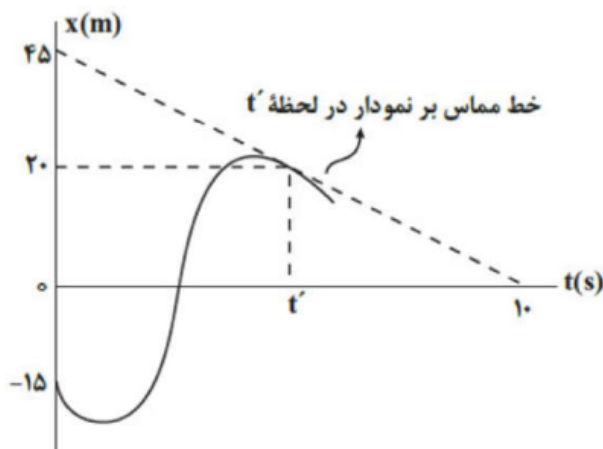


Homework 5

- ۱) نمودار تکانه - زمان جسمی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در بازه زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 5s$ چند نیوتون است؟



- ۲) در شکل مقابل، نمودار مکان - زمان جسمی به جرم $5/1 \text{ kg}$ که تندى آن در مبدأ زمان برابر $10 \frac{m}{s}$ است، نشان داده شده است. اگر سرعت متوسط این جسم در t' ثانیه اول حرکت، $7 \frac{m}{s}$ باشد، بزرگی نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر آن در این مدت چند نیوتون است؟



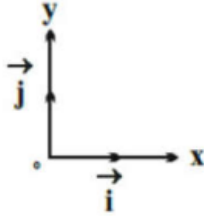
- ۱) $1/65$ ۲) $4/35$ ۳) $2/7$ ۴) 6



۳) توپی به جرم $400g$ با سرعت $\vec{v}_1 = 6\vec{i} - 8\vec{j} \left(\frac{m}{s}\right)$ به زمین برخورد کرده و با سرعت

$\vec{v}_2 = 6\vec{i} + 8\vec{j} \left(\frac{m}{s}\right)$ از زمین جدا می‌شود. اگر مدت زمان برخورد توپ با زمین $0.8/0$ باشد، بردار نیرویی که سطح زمین به توپ وارد می‌کند در SI کدام است؟

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



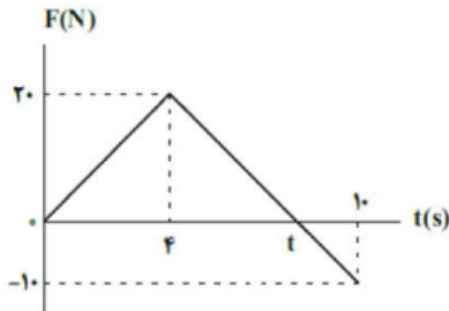
۱۲ $\vec{j}$ (۴)

$-8\vec{j}$ (۳)

۱۸ $\vec{j}$ (۲)

۱۶ $\vec{j}$ (۱)

۴) شکل مقابل، نمودار اندازه نیروی خالص وارد بر یک متحرک را برحسب زمان نشان می‌دهد. در بازه زمانی صفر تا ۱۰ ثانیه، نیروی خالص متوسط وارد شده بر جسم چند نیوتون است؟



۹ (۴)

۷ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

۵) جسمی به جرم $2kg$ تحت تأثیر نیروی خالص $\vec{F} = 3\vec{i} - 4\vec{j} (N)$ در مبدأ زمان با سرعت اولیه

$\vec{v}_1 = 6\vec{i} - 8\vec{j} \left(\frac{m}{s}\right)$ شروع به حرکت می‌کند. بزرگی مکان این جسم در لحظه $t = 2s$ چند واحد SI است؟

۲۰ (۴)

۱۰ (۳)

۴۰ (۲)

۳۰ (۱)

۶) جسمی به جرم $2/5kg$ را به کمک نخ به جرم ناچیز با نیروی ثابت و افقی $\vec{F}$ روی سطحی با ضریب اصطکاک جنبشی 0.4 می‌کشیم. جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده و نخ پس از ۵ ثانیه پاره می‌شود. اگر تغییر مکان

جسم در ۳ ثانیه دوم حرکت $20 \frac{kg \cdot m}{s}$ باشد، اندازه نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون بوده است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$

۱۵ (۴)

۲۵ (۳)

$7/5$ (۲)

$12/5$ (۱)

۷) متحرکی بر روی محور y در حال حرکت است. بردار نیروی خالص متوسط وارد بر آن در ۵ ثانیه اول حرکت، برابر با $\vec{F} = 2/5 - 2/5\vec{j}$ و در ۵ ثانیه دوم حرکت، برابر با $1/5\vec{j} + 1/5$ در SI است. بردار نیروی خالص متوسط وارد بر این متحرک در ۱۰ ثانیه اول حرکت، در SI کدام است؟

$-0.5\vec{j}$ (۴)

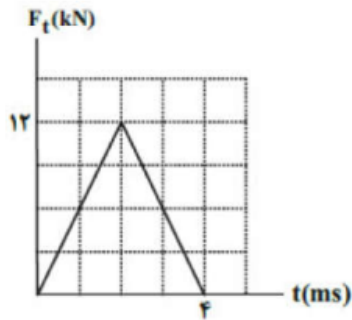
$-2\vec{j}$ (۳)

$0.5\vec{j}$ (۲)

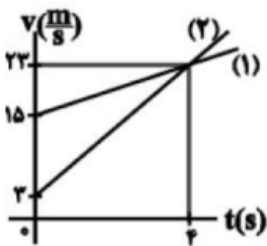
$2\vec{j}$ (۱)



- ۸ توپی به جرم 500 g با تندی ثابت و افقی v به دیوار قائمی برخورد کرده و با همان تندی روی همان مسیر برمی‌گردد. اگر نمودار اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر توپ برحسب زمان در مدت زمان برخورد توپ با دیوار مطابق شکل مقابل باشد، v چند متر بر ثانیه است؟



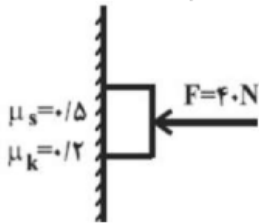
- ۹ توپ بیسبالی به جرم 250 g با تندی $18 \frac{m}{s}$ به طور افقی به بازیکنی نزدیک می‌شود. بازیکن با چوب بیسبال، ضربه‌ای به توپ می‌زند و توپ با تندی $26 \frac{m}{s}$ در جهت مخالف برمی‌گردد. اگر چوب بیسبال به مدت 0.22 ثانیه با توپ در تماس باشد، اندازه‌ی نیروی متوسطی که چوب به توپ وارد کرده چند برابر وزن توپ بوده است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)
- ۱۰ معادله‌ی تکانه برحسب زمان برای جسمی به جرم $1/5\text{ kg}$ در SI برابر با $p = t^3 - 3t + 4$ است. اندازه‌ی نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در بازه‌ی زمانی $t_1 = 2\text{ s}$ تا $t_2 = 5\text{ s}$ چند نیوتون است؟
- ۱۱ نمودار سرعت - زمان دو متحرک به جرم‌های $m_1 = 2\text{ kg}$ و $m_2 = 1\text{ kg}$ که روی خطی راست در حال حرکتند، مطابق شکل مقابل است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، اندازه‌ی تکانه‌ی این دو متحرک برابر می‌شود؟



- ۱ ۱۸ ۲ ۱۵ ۳ ۲۰ ۴ ۲۷

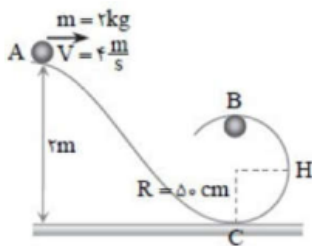


۱۲) جسم ساکنی به جرم 2 kg توسط نیروی افقی $F = 40 \text{ N}$ به دیواری قائم تکیه داده شده است. اگر اندازه‌ی نیروی F ناگهان 10 N کاهش یابد، تغییر تکانه‌ی جسم پس از 5 s چند $\frac{\text{kgm}}{\text{s}}$ خواهد شد؟ $\left(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}\right)$



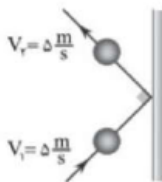
- ۱) صفر ۲) ۳۵ ۳) ۷۰ ۴) ۱۴۰

۱۳) جسم مقابل از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌شود اندازه تغییر تکانه جسم چند واحد SI است؟ (از اتلاف انرژی در مسیر صرف‌نظر می‌کنیم $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



- ۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۴) توپ نشان داده شده در مدت $\frac{1}{\sqrt{2}} \text{ s}$ به دیوار برخورد کرده و بازمی‌گردد. نیروی سطح دیوار بر توپ در این مدت چند نیوتون است؟ (جرم توپ 2 kg است $\sqrt{2} \approx 1/4$)



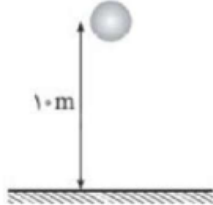
- ۱) ۲۸ نیوتون ۲) بیش‌تر از ۲۸ نیوتون ۳) کم‌تر از ۲۸ نیوتون ۴) نیوتون

۱۵) تکانه جسمی با جرم ثابت را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم. انرژی جنبشی جسم چند درصد تغییر می‌کند؟

- ۱) ۶۴ ۲) ۴۰ ۳) ۹۶ ۴) ۳۶

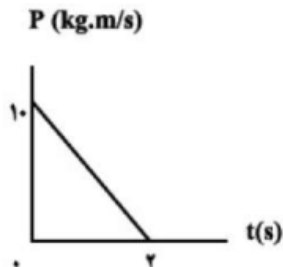


۱۶ در شرایط خلأ گلوله‌ای به جرم 4 kg مطابق شکل از ارتفاع 10 m متری سطح زمین بدون سرعت اولیه در شرایط خلأ رها شده و پس از برخورد با سطح زمین با تندی $10 \frac{m}{s}$ در همان راستا از سطح زمین جدا می‌شود. اگر مدت‌زمان تماس گلوله با سطح زمین برابر 0.4 ثانیه باشد، نیروی خالص وارد بر گلوله در مدت‌زمان برخورد با زمین چند نیوتن و در چه جهتی است؟ $\left(\sqrt{2} = 1.41, g = 10 \frac{N}{kg}\right)$

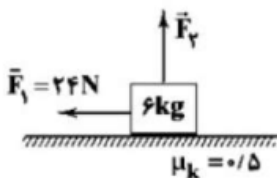


- ۱ - 160 - ابتدا به سمت پایین، بعد به سمت بالا
۲ - 240 - رو به بالا
۳ - 160 - رو به بالا
۴ - 240 - ابتدا به سمت پایین، بعد به سمت بالا

۱۷ نمودار تغییر تکانه‌ی متحرکی برحسب زمان در SI، مطابق شکل روبه‌رو است. اندازه‌ی نیروی خالص متوسط وارد بر این متحرک در بازه‌ی زمانی صفر تا 8 s چند نیوتون است؟



۱۸ مطابق شکل زیر، جسمی تحت‌تأثیر هم‌زمان دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به صورت تندشونده در راستای افقی در حال حرکت است. اگر بزرگی تغییرات تکانه‌ی جسم در دو ثانیه‌ی چهارم حرکت 6 واحد SI باشد، بزرگی نیروی $\vec{F}_2$ چند نیوتون است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg}\right)$



- ۱ - 60
۲ - 18
۳ - 36
۴ - 12

۱۹ چکشی به جرم 2 کیلوگرم را با تندی $10 \frac{m}{s}$ در راستای قائم به سر می‌کوبیم. اگر تندی برگشت چکش از میخ برابر با $5 \frac{m}{s}$ در راستای قائم و زمان برخورد چکش با سر میخ $0.5 / 0$ باشد، بزرگی نیروی متوسطی که به چکش وارد می‌شود، چند نیوتون است؟

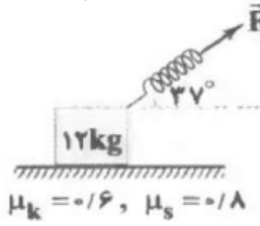


- ۱ - 150
۲ - 200
۳ - 600
۴ - 800



۲۰ مطابق شکل زیر، به وسیله یک فنر افقی با ثابت $200 \frac{N}{m}$ وزنه‌ای ۱۲ کیلوگرمی را می‌کشیم. اگر افزایش طول فنر

۵۰cm باشد، تکانه ۳ ثانیه چند نیوتون ثانیه است؟ $(\sin 37^\circ = 0.6, g = 10 \frac{N}{kg})$



۱۳۲ (۴)

۱/۳۲ (۳)

۱۳/۲ (۲)

۱۳۲ (۱)

۲۱ معادله بردار تکانه متحرکی در SI به صورت $\vec{P} = (-3t + 6)\vec{j}$ است. حرکت این متحرک در بازه زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 5s$ چگونه است؟

۲ پیوسته تندشونده

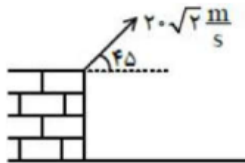
۱ ابتدا تندشونده، سپس کندشونده

۴ پیوسته کندشونده

۳ ابتدا کندشونده، سپس تندشونده

۲۲ جسمی به جرم ۱۲ kg را با سرعت اولیه $20\sqrt{2}$ با زاویه 45° بالای سطح افق پرتاب می‌کنیم. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، آهنگ تغییر تکانه جسم در واحد زمان چند واحد SI می‌باشد؟

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



۴۰N (۴)

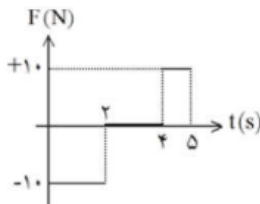
۲۰N (۳)

۶۰N (۲)

۱۲۰N (۱)

۲۳ شکل زیر نمودار نیروی وارد بر جسمی به جرم ۲ kg بر حسب زمان است که با سرعت اولیه $5 \frac{m}{s}$ روی خط راست

شروع به حرکت می‌کند. سرعت جسم در لحظه $t = 5s$ چند $\frac{m}{s}$ است؟



۴ اطلاعات کافی نیست.

۳ صفر

۲ ۱۰

۱ -۵

۲۴ معادله تکانه - زمان برای جسمی به جرم ۱ kg بر حسب واحد SI به صورت $\vec{p} = t^2 + t - 5$ است. در چه لحظه‌ای انرژی جنبشی جسم برابر ۲ ژول است؟

۲۴ (۴)

۱۲ (۳)

۷ (۲)

۸ (۱)



بخش ۸: نکات مربوط به قانون گرانش نیوتن



نیوتن کشف کرد که هر دو جسمی که جرم دارند به یکدیگر نیرو وارد می کنند، که این نیرو از رابطه ی زیر محاسبه می شود:



$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$$g = G \frac{M_{\text{سیاره}}}{R_{\text{سیاره}}^2}$$

$$G : 6.67 \times 10^{-11}$$

m_1 : جرم جسم اول

m_2 : جرم جسم دوم

r : فاصله ی مرکز ثقل دو جسم از یکدیگر .

نکته : نیروی گرانشی که زمین به یک جسم وارد می کند را وزن می گویند. یعنی در فرمول بالا به جای

m_1 جرم کره ی زمین را قرار می دهیم و به جای r فاصله ی مرکز زمین تا مرکز ثقل جسم را قرار دهیم.

$$W = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

وزن واقعی – وزن ظاهری :

وزن واقعی یک جسم نیرویی است گرانشی که از طرف مرکز زمین به جسم وارد می شود. یعنی mg و وزن کمیتی است برداری و مقداری است متغیر و آن را با نیروسنج اندازه می گیرند. وزن یک جسم با جرم جسم متناسب است و وزن ظاهری یک جسم نیرویی است که از تکیه گاه به جسم اثر می کند. مثلاً وزن ظاهری شخصی که بطور آزاد سقوط می کند، صفر است. در صورتیکه وزن واقعی شخص mg می باشد. اندازه ی وزن ظاهری می تواند از وزن واقعی بیشتر و یا کمتر و یا هم اندازه ی وزن واقعی باشد.

نکته : شعاع کره ی زمین در قطب کمتر از شعاع کره زمین در استوا می باشد. لذا نیروی وزن یک جسم در

قطب بیشتر از نیروی وزن همان جسم در استوا می باشد.



شتاب گرانش

نکته: در رابطه $W = G \frac{M_e}{R_e^2} \cdot m$ مقدار $\frac{G M_e}{R_e^2}$ برای تمام اجسام ثابت

و آن را با g نشان می دهیم.

نکته: برای محاسبه شتاب گرانش روی سطح زمین از رابطه ی $g = \frac{G M_e}{R_e^2}$ استفاده می کنیم. برای نقاطی

به ارتفاع h بالای سطح زمین شتاب گرانش از رابطه ی $g_h = \frac{G M_e}{(R_e + h)^2}$ استفاده می شود. بدیهی است

برای هر سیاره ای جرم و شعاع همان سیاره را بکار می بریم.

$g_o = \frac{G M}{R^2}$ شتاب گرانش روی سطح یک سیاره یا زمین
 جرم سیاره $\rightarrow$
 مجذور شعاع سیاره $\rightarrow$

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1}{M_2} \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

مقایسه گرانش روی سطح دو سیاره

$$g_h = \frac{G M}{(R + h)^2} \Rightarrow$$

$$\frac{g_h}{g_o} = \left(\frac{R}{R + h}\right)^2$$

مقایسه گرانش در ارتفاع h با گرانش روی سطح یک سیاره (مثلاً زمین)

تست: وزن جسمی در کره ماه ۶۰ نیوتن است. وزن این جسم در روی کره زمین چقدر است؟

(شتاب گرانش در کره ماه $\frac{1}{6}$ شتاب گرانش در کره زمین است.)

۶۰ - ۱ ۳۶ - ۲ ۳۶۰ - ۳ ۴ - ۶

گزینه ۳ صحیح است.

$$\frac{W_e}{W_m} = \frac{g_e}{g_m} \Rightarrow \frac{W_e}{60} = \frac{g_e}{\frac{1}{6} g_e} \Rightarrow W_e = 360 N$$

پاسخ :



g

تست: اگر در ارتفاع h از سطح زمین شتاب گرانش زمین نصف مقدار آن در سطح زمین باشد. h به

کدام گزینه نزدیکتر است؟ (R_e شعاع زمین است)

$0.5 R_e - 1$ $0.4 R_e - 2$ $0.2 R_e - 3$ $0.1 R_e - 4$

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\frac{G M_e}{(R_e + h)^2}}{\frac{G M_e}{(R_e)^2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{R_e^2}{(R_e + h)^2}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{R_e}{R_e + h}$$

$$1.4 R_e = R_e + h \rightarrow h = 0.4 R_e$$

تست: شتاب گرانش در سطح سیاره ای که جرم و حجم آن ۸ برابر جرم و حجم کره زمین است،

چند برابر شتاب گرانش در سطح زمین می باشد؟

۴-۴ برابر

۳-۳ برابر

۲-۳ برابر

۱-۴ برابر

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\frac{G (8 M_e)}{(2 R_e)^2}}{\frac{G M_e}{(R_e)^2}} = \frac{1}{2} = 2$$

$$V_{ok} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V \propto R^3$$

$$g \propto (R)^{-2}$$



تست: اگر فردی از سطح کره زمین به اندازه یک چهارم شعاع کره زمین بالا برود، وزن این فرد

تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می کند؟

وزن تغییر نمی کند

۲۵ درصد کاهش

۷۵ درصد کاهش

۳۶ درصد کاهش ✓

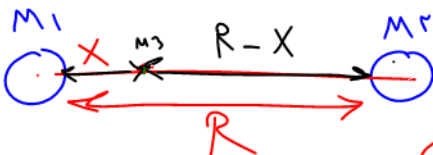
پاسخ:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\cancel{G} \cancel{M_e} \cancel{M}}{(\cancel{R_e})^2} = \frac{16}{25} \text{ برابر}$$

$$\begin{aligned} \text{تغییر} &= (1 - \frac{16}{25}) \times 100 \\ &= (1 - \frac{16}{25}) \times 100 \\ &= - 36 \end{aligned}$$

نکته: اگر ۲ جرم m_1 و m_2 در فاصله R قرار گیرند، جسم سوم را در کجا قرار دهیم تا برآیند

نیروهای وارد بر آن صفر شود؟



همواره بین آنها نزدیک جرم کوچک تر قرار می گیرد

$$\frac{\cancel{G} \cancel{M_1} \cancel{M_3}}{x^2} = \frac{\cancel{G} \cancel{M_2} \cancel{M_3}}{(R-x)^2} \Rightarrow \frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{(R-x)^2}$$

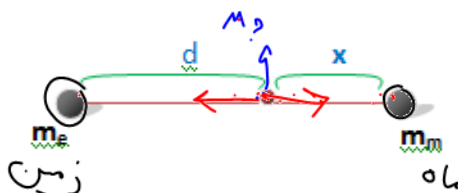
تست: نقطه ای را بین کره ماه و کره زمین تصور کنید که اگر جسمی در آنجا قرار گیرد نیروی

خالصی که از طرف ماه و زمین بر آن جسم وارد می شود برابر صفر باشد فاصله آن نقطه تا مرکز

زمین چند برابر فاصله نقطه تا مرکز کره ماه است؟ (جرم کره زمین ۸۱ برابر جرم کره ماه است)

۹ ۱۰ ۸۰ ۸۱

$$\frac{m_e}{d^2} = \frac{m_m}{x^2} \rightarrow \frac{81m_m}{d^2} = \frac{m_m}{x^2} \rightarrow \frac{9}{d} = \frac{1}{x} \rightarrow \frac{d}{x} = 9$$



Homework 6

۱) جسمی در فاصله R_e از سطح زمین قرار دارد. اگر فاصله جسم از سطح زمین را ۵۰ درصد افزایش دهیم، نیروی وارد بر آن چند درصد کاهش می‌یابد؟ (R_e شعاع زمین است.)

- ۱) ۶۴ ۲) ۳۶ ۳) $\frac{400}{9}$ ۴) $\frac{500}{9}$

۲) دو جرم m_A و $m_B = \frac{1}{16} m_A$ به فاصله ۱۲km از یکدیگر قرار دارند. جرم m را روی خط واصل دو جرم در فاصله چند

کیلومتری از جرم A قرار دهیم تا به آن هیچ نیروی گرانشی از طرف جرم‌های A و B وارد نشود؟

- ۱) $2/4$ ۲) ۱۶ ۳) ۴ ۴) $9/6$

۳) شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین، $\frac{1}{16}$ برابر شتاب گرانشی در سطح زمین است. اگر شعاع کره زمین

۶۴۰۰km باشد، h چند کیلومتر است؟

- ۱) ۱۹۲۰۰ ۲) ۸۰۰۰ ۳) ۶۸۰۰ ۴) ۱۶۰۰

۴) دو جسم به جرم‌های $m_1 = 8m$ و $m_2 = 2m$ در فاصله r از هم، به یکدیگر نیروی گرانشی F وارد می‌کنند. هر گاه

نیمی از جرم m_1 را کم کنیم و به جرم m_2 اضافه کنیم و فاصله را به $\frac{2}{3} r$ برسانیم، نیروی گرانشی میان دو جرم به چند F می‌رسد؟

- ۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{9}{4}$ ۳) $\frac{27}{8}$ ۴) $\frac{2}{3}$

۵) در ارتفاع h_1 از سطح زمین، شدت میدان گرانش زمین $\frac{1}{9}$ شدت میدان گرانش در سطح زمین است و در ارتفاع h_2

از سطح زمین، شدت میدان گرانش زمین $\frac{1}{9}$ شدت میدان گرانش در سطح زمین است، در این صورت $\frac{h_2}{h_1}$ کدام است؟

- ۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۳

۶) جرم سیاره A ، ۳ برابر جرم سیاره B می‌باشد. اگر شعاع سیاره A ، ۲ برابر سیاره B باشد. نسبت شتاب گرانش در سطح

سیاره A به شتاب گرانش در سطح سیاره B ، $\left(\frac{g_A}{g_B}\right)$ چند است؟

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



۷ فاصله جسمی از سطح زمین چند برابر شعاع زمین باشد تا نیروی گرانش واد بر آن $\frac{1}{4}$ وزن آن در سطح زمین باشد؟

- ۱ $\sqrt{2}$ ۲ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳ $\frac{1}{\sqrt{2}-1}$ ۴ $\sqrt{2}-1$

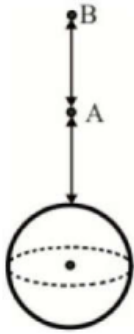
۸ از روی سطح زمین تا چه ارتفاعی برحسب R_e (شعاع زمین) بالا رویم تا شتاب گرانش ۷۵٪ تغییر کند؟

- ۱ $\frac{R_e}{2}$ ۲ R_e ۳ $\frac{2R_e}{3}$ ۴ $2R_e$

۹ جرم و حجم سیاره‌ای فرضی ۸ برابر جرم و حجم زمین است. اگر وزن جسمی در سطح زمین ۴۰ نیوتن باشد، وزن همین جسم بر روی سطح این سیاره فرضی چند نیوتن خواهد بود؟

- ۱ ۲۰ ۲ ۴۰ ۳ ۸۰ ۴ ۱۶۰

۱۰ مطابق شکل، دو نقطه A و B در اطراف یک سیاره قرار دارند. اگر در نقطه B جرم و وزن جسمی $2/4 \text{ kg}$ و $9/6 \text{ N}$ باشد و شتاب گرانشی در دو نقطه A و B، به اندازه $\frac{1}{8}$ با یکدیگر تفاوت داشته باشد، به ترتیب، جرم جسم در نقطه A چند کیلوگرم و وزن جسم در این نقطه چند نیوتن است؟



- ۱ ۱۵، ۳ ۲ ۱۵، ۲/۴ ۳ ۱۲، ۲/۴ ۴ ۱۲، ۳

۱۱ چگالی متوسط سیاره‌ی مشتری تقریباً $\frac{1}{4}$ چگالی متوسط زمین است، در حالی که شعاع متوسط سیاره‌ی مشتری ۱۱ برابر شعاع متوسط زمین است. اگر شتاب گرانشی در سطح زمین را تقریباً $10 \frac{m}{s^2}$ در نظر بگیریم. شتاب گرانشی در

سطح سیاره‌ی مشتری چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (شتاب گرانشی سطح زمین $10 \frac{m}{s^2}$ است.)

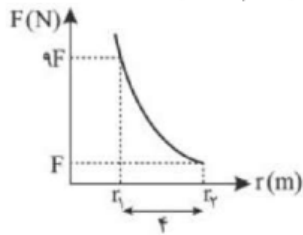
- ۱ ۰/۰۲ ۲ ۱۳ ۳ ۲۷/۵ ۴ ۳۰

۱۲ در چه ارتفاعی برحسب کیلومتر از سطح زمین، نیروی گرانش وارد بر جسم ۳۶ درصد کمتر از نیروی گرانش وارد بر جسم در سطح زمین است؟ (شعاع زمین را 6400 km فرض کنید.)

- ۱ ۱۶۰۰ ۲ ۳۲۰۰ ۳ ۶۴۰۰ ۴ ۹۶۰۰



۱۳) نمودار نیروی گرانش بین دو ذره بر حسب فاصله بین آنها به صورت زیر است. مقدار r_1 چند متر است؟



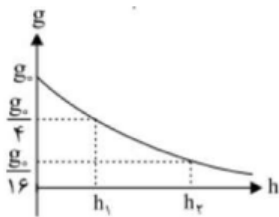
۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۱۴) نمودار شتاب جاذبه در نزدیکی سطح یک سیاره بر حسب فاصله از سطح سیاره مطابق شکل زیر می‌باشد. حاصل نسبت $\frac{h_2}{h_1}$ کدام است؟



$\sqrt{3}$ (۴)

۳ (۳)

$\sqrt{2}$ (۲)

۲ (۱)

۱۵) در چه فاصله‌ای از سطح زمین (بر حسب شعاع زمین (R_e))، اندازه نیروی وزن جسمی به جرم 60 kg برابر با 300 N است؟ (R_e شعاع زمین و اندازه شتاب گرانشی در سطح زمین برابر با $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ می‌باشد).

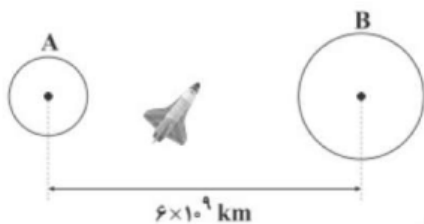
$\frac{(\sqrt{2} - 1)}{2} R_e$ (۴)

$2 R_e$ (۳)

$\sqrt{2} R_e$ (۲)

$(\sqrt{2} - 1) R_e$ (۱)

۱۶) در شکل زیر، چگالی و شعاع سیاره‌ی A به ترتیب برابر با $5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و 2000 km و چگالی و شعاع سیاره‌ی B به ترتیب برابر با $8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و 5000 km است. اگر برای نیروهای گرانشی وارد بر سفینه‌ای در فاصله‌ی بین این دو سیاره، برابر صفر باشد، فاصله‌ی این سفینه تا مرکز سیاره‌ی A چند کیلومتر است؟



4×10^4 (۴)

3×10^4 (۳)

2×10^4 (۲)

10^4 (۱)

۱۷) چگالی متوسط سیاره‌ی A ، $1/5$ برابر چگالی متوسط سیاره‌ی B است. اگر جرم سیاره‌ی A ، 12 برابر جرم سیاره‌ی B باشد، شتاب گرانش در سطح سیاره‌ی A چند برابر شتاب گرانش در سطح سیاره‌ی B است؟

$\frac{1}{3}$ (۴)

۳ (۳)

$\frac{1}{4}$ (۲)

۴ (۱)



۱۸ دو جرم m_A و $m_B = \frac{1}{9} m_A$ به فاصله 24 km از یکدیگر قرار دارند. جرم m را در نقطه N روی خط واصل و در خارج از فاصله دو جرم قرار می‌دهیم تا نیروی گرانشی که هر یک از دو جرم به آن وارد می‌کنند، یکسان شود. فاصله‌ی نقطه N تا جرم m_A چند کیلومتر است؟

- ۱) ۶ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۱۲

۱۹ دو جسم با جرم‌های مشابه m در فاصله‌ی d از یکدیگر، نیرویی گرانشی به بزرگی kN و دو جسم با جرم‌های مشابه M در همان فاصله نیروی گرانشی به بزرگی 12 kN را به یکدیگر وارد می‌کنند. اندازه‌ی نیروی گرانشی که دو جسم با جرم‌های $(M + m)$ و $(M - m)$ در فاصله‌ی d به یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟

- ۱) ۲۰۰۰ ۲) ۴۰۰۰ ۳) ۸۰۰۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

۲۰ اگر از سطح زمین به اندازه‌ی h بالا رویم، اندازه‌ی نیروی وزن نسبت به سطح زمین ۳۶ درصد کاهش می‌یابد. اگر از سطح سیاره‌ای که شعاع آن $\frac{1}{4}$ شعاع زمین و جرم آن ۲ برابر جرم زمین است به همان اندازه‌ی h بالا رویم، اندازه‌ی نیروی وزن نسبت به سطح سیاره تقریباً چند درصد کاهش می‌یابد؟

- ۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۴۴ ۴) ۵۶

جمع بندی فصل دینامیک

قانون ۱: اگر برآیند نیروهای وارد بر یک جسم صفر باشد، اگر جسم در حالت سکون باشد ساکن می ماند، و اگر جسم در حال حرکت باشد تا ابد با همان سرعت و در همان جهت به حرکتش ادامه می دهد. به این قانون، قانون لختی یا اینرسی هم میگویند.

$$\Sigma F = \Sigma Ma$$

قانون ۲:

قوانین نیوتن

قانون ۳: هر عملی را عکس العملی است ؛ مساوی آن و در جهت خلاف آن

$$\frac{1}{K_T} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + ..$$

سری

$$K_T = K_1 + K_2$$

موازی

به هم بستن

$$F = K\Delta X$$

نیروی فنر

فنر

$$U = \frac{1}{2} K\Delta X^2$$

انرژی فنر

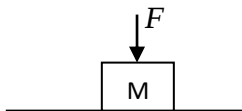
$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

نیرو

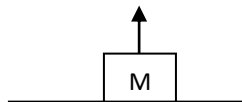
جاذبه

$$g = G \frac{M_{\text{سیاره}}}{R_{\text{سیاره}}^2}$$

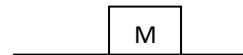
شتاب جاذبه



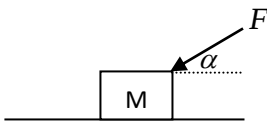
$$N = mg + F$$



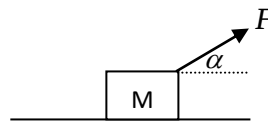
$$N = mg - F$$



$$N = mg$$

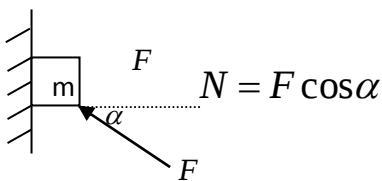


$$N = mg + F \sin \alpha$$

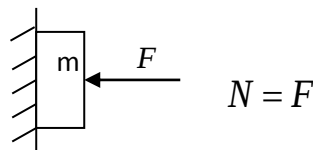


$$N = mg - F \sin \alpha$$

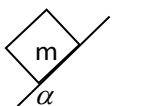
نیروی عمود
بر سطح (N)



$$N = F \cos \alpha$$



$$N = F$$



$$N = mg \cos \alpha$$



$$F_s = F \text{ حرکت}$$

جسم حرکت نکند

$$F_s = \mu_s N = F \text{ حرکت}$$

جسم در آستانه حرکت

$$F_k = \mu_k N$$

جسم حرکت کند

اصطکاک

بالا

تند

$$N = M(g \pm \pm a)$$

پایین

کند

نیروی عمود بر کف آسانسور

وزن ظاهری

عددی که نشان می‌دهد
(فرد روی نیروسنج)

آسانسور

$$T = \Sigma M(g \pm \pm a)$$

کشش کابل آسانسور

$$K\Delta x = M \text{ وزنه}(g \pm \pm a)$$

فنر و وزنه از

سقف آسانسور

آویزان باشد



$$P = M V$$

فرمول تکانه

$$M \Delta V = F \Delta t$$

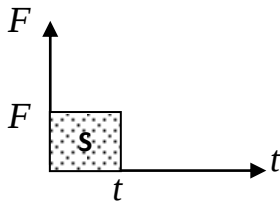
تغییر تکانه

$$P \xrightarrow{\text{مشتق}} F$$

مشتق تکانه

$$\Delta P = \text{نمودار زیر مساحت}$$

نمودار F-t



تکانه

FINAL HOMEWORK

تست ۱: در چند مورد از مواد زیر، نیروهای وارد بر جسم متوازن نیستند؟

الف) موتورسواری روی مسیر مستقیم در حال متوقف شدن است.

ب) لامپی که از سقف آویزان است.

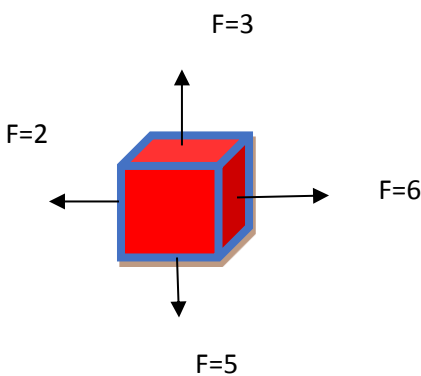
پ) هواپیمایی که با تندی ثابت در حال دور زدن است.

ت) برگ یک درخت که روی آب یک برکه شناور است و حرکت نمی‌کند.

ث) اسکیت سواری که با تندی ثابت روی مسیر مستقیم الخط حرکت کند

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

تست ۲: در شکل روبه‌رو، جسم در حال حرکت است، کدام نیرو را وارد کنیم تا جسم مطابق با قانون اینرسی با سرعت ثابت روی خط راست حرکت کند؟



۱) $4i-2j$ ۲) $-4i+2j$

۳) $6i-6j$ ۴) هیچ نیروی جدیدی به آن وارد نکنیم

تست ۳: اگر فقط سه نیروی $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 6\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = -12\vec{i} + 16\vec{j}$ و $\vec{F}_3$ بر ذره‌ای وارد

می‌شوند و این ذره با سرعت ثابت $\vec{v} = n\vec{i} + m\vec{j}$ متر بر ثانیه حرکت می‌کند. در این حالت نیروی $\vec{F}_3$ کدام است؟ (یکای SI است.)

۱) $-10i+10j$ ۲) $10i-10j$

۳) $14i+24j$ ۴) بسته ضرایب معادله سرعت هر سه ممکن است



تست ۴: مطابق قانون دوم نیوتن، نیروی خالص ثابت وارد بر یک جسم که بر مسیر مستقیم حرکت می‌کند، با چند مورد از کمیت‌های زیر الزاماً هم‌جهت می‌باشد؟

الف) جرم (ب) مسافت (ج) جابه‌جایی (د) تندى (و) تغییرات سرعت (ه) سرعت (ن) تغییرات شتاب

۱) یک مورد ۲) دومورد ۳) چهار مورد ۴) تمام موارد

تست ۵: چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

الف) شوت کات دار توپ فوتبال با که با تندى متغیر (تند شوند) به سمت دروازه می‌رود با قانون اول نیوتون توجیه نمی‌شود ولی با قانون دوم نیوتون توجیه می‌شود

ب) شوت کات دار توپ فوتبال با تندى ثابت به سمت دروازه می‌رود با قانون اول نیوتون توجیه نمی‌شود ولی با قانون دوم نیوتون توجیه می‌شود

پ) شوت کات دار توپ فوتبال با تندى متغیر (کند شوند) به سمت دروازه می‌رود با قانون اول نیوتون توجیه نمی‌شود ولی با قانون دوم نیوتون توجیه می‌شود

ت) شروع به حرکت کردن یک اتومبیل با قانون اول نیوتون توجیه نمی‌شود ولی با قانون دوم نیوتون توجیه می‌شود

ث) معلق و ساکن ماندن یک صخره نورد، به کمک طنابی که وی را نگه داشته است با قانون اول نیوتون توجیه نمی‌شود ولی با قانون دوم نیوتون توجیه می‌شود

۱) (۱) ۲) (۲) ۴) (۳) ۵) (۴)

تست ۶: مطابق شکل زیر پسر بچه ای در داخل یک قایق نشسته است و در حال پارو زدن می‌باشد. چه تعداد از عبارات زیر در مورد این حرکت درست است؟

الف) واکنش نیرویی که پارو به آب وارد می‌کند به قایق وارد می‌شود

ب) نیروی شناوری وارد شده به قایق، واکنش نیروی وزن است.

پ) واکنش نیرویی که شخص به پارو وارد می‌کند به قایق وارد می‌شود.

۱) صفر ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) (۴) ۱





تست ۷: کدام یک از عبارات های زیر نادرست است؟

- (۱) هنگامی که یک اتومبیل به دیواری برخورد می کند، نیرویی که دیوار به اتومبیل وارد می کند، برابر نیرویی است که اتومبیل به دیوار وارد می کند.
- (۲) وقتی جعبه ای روی میزی قرار می گیرد، نیرویی که جعبه به میز وارد می کند، برابر نیرویی است که میز به جعبه وارد می کند.
- (۳) طبق قانون اول نیوتون اگر جسمی ساکن باشد و یا با سرعت ثابت در حرکت باشد، وضعیت خود را حفظ می کند تا زمانی که نیروی خالص غیر صفر به آن وارد نگردد.
- (۴) هنگام ترمز کردن اتومبیل وقتی شخص رو به جلو پرتاب می شود، نتیجهی قانون سوم نیوتون است.

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

تست ۸: مکعبی به جرم 10 kg روی یک سطح افقی با نیروی افقی 80 نیوتنی به طور یکنواخت حرکت می کند. اگر به جای نیروی 80 نیوتنی، به این جسم نیروی افقی 100 نیوتنی وارد کنیم. تغییر سرعت آن در چهار ثانیه ی سی و ششم آن چند متر بر ثانیه می شود؟

۲ (۱) ۸ (۲)

۲۴ (۳) ۲۵ (۴)

تست ۹: بر مکعبی به جرم m نیروی F وارد شده و باعث می گردد شتابی به اندازه a پیدا کند. اگر بزرگی این نیرو را 50 واحد SI کاهش دهیم، شتاب به اندازه 10 متر بر مجذور ثانیه کاهش می یابد. اگر 2000 زول انرژی گرمایی به این مکعب بدهیم دمای آن چند درجه فارنهایت بالا می رود (گرمای ویژه این مکعب 400 واحد SI است)

۱۰ (۱) ۱۸ (۲) ۲۰ (۳) ۴۵ (۴)

تست ۱۰: سه نیرو، هم زمان بر وزنه ای به جرم 10 kg اثر می کنند. اگر این نیروها بر حسب نیوتون به صورت $\vec{F}_1 = -5\vec{i} - 80\vec{j}$ ، $\vec{F}_2 = 25\vec{i} - 40\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = -2\vec{F}_2$ باشد، بزرگی شتاب حاصل از این نیروها چند متر بر مربع ثانیه خواهد شد؟

۵(۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۱ (۴)



تست ۱۱: سه نیروی ۶ و ۷ و ۱۱ نیوتونی با هم به جسمی به جرم 2kg اعمال شده و جسم ساکن است. هر گاه نیروی ۶ نیوتونی حذف شود. جسم شتابش a متر بر مجذور ثانیه می‌شود. حال اگر جسم دیگری به جرم ۸ کیلوگرم را روی سطح شیبدار طولی با زاویه 37° درجه نسبت به افق با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه و با همان شتاب a به بالا پرتاب کنیم جسم حداکثر چند متر روی سطح شیبدار بالا می‌رود؟

- (۱) ۶ (۲) ۵ (۳) ۲۵ (۴) ۳

تست ۱۲: جسمی به جرم 6kg تحت تأثیر سه نیروی افقی $F_1 = 12\text{N}$ ، $F_2 = 26\text{N}$ و F_3 در حال تعادل قرار دارد. اگر جهت نیروی $\vec{F}_1$ را برعکس حالت اولیه اش کنیم، اندازه تغییر سرعت این جسم در پنج ثانیه چهارم حرکتش جسم چند متر بر ثانیه می‌شود؟

- (۱) ۶ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) بسته به F_3 هر سه ممکن است

تست ۱۳: بر یک قایق موتوری نیروی افقی خالصی به اندازه ۴۰۰۰ نیوتن در تمام لحظات وارد می‌شود و نیروی اصطکاک و مقاوم در برابر حرکت ۲۰۰۰ نیوتن بوده است و قایق شروع به حرکت می‌کند. اگر جرم قایق ۸۰۰ کیلوگرم و دو فرد ۱۵۰ و ۵۰ کیلویی نیز داخل قایق باشند پس از ۳ ثانیه، جابه‌جایی و تندی قایق از راست به چپ در SI برابرست با....

- (۱) ۱۲-۱۸ (۲) ۹-۶ (۳) ۱۸-۳۱۲ (۴) ۱۲-۱۸

تست ۱۴: جسمی به جرم 2kg تحت تأثیر همزمان سه نیروی $\vec{F}_1 = \vec{i} - 3\vec{j}$ ، $\vec{F}_2 = -5\vec{i} + 12\vec{j}$ و $\vec{F}_3$ در دستگاه SI با سرعت ثابت در حال حرکت است. اگر نیروی $\vec{F}_2$ حذف شود، بردار شتاب حرکت جسم در دستگاه SI مطابق کدام گزینه می‌شود؟

- (۱) $\vec{a} = -2/5\vec{i} + 6\vec{j}$ (۲) $\vec{a} = 2/5\vec{i} - 6\vec{j}$
(۳) $\vec{a} = 0/5\vec{i} + 1/5\vec{j}$ (۴) $\vec{a} = 0/5\vec{i} + 1/5\vec{j}$



تست ۱۵: گلوله ای در هوا سقوط می کند. نیروی مقاومت هوا بر این گلوله با مجذور شعاع آن و مجذور سرعت آن متناسب است. سرعت حد گلوله سرعتی است که در آن حرکت گلوله یکنواخت (با سرعت ثابت) می ماند. برای گلوله های همگن از یک جنس، سرعت حد گلوله با چه توانی از شعاع آن متناسب است؟

- (۱) صفر (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۲

المپیاد فیزیک مرحله اول

تست ۱۶: مطابق شکل زیر، چتربازی با تندی ثابت در راستای قائم در حال حرکت می باشد. اگر در ارتفاع نسبتاً زیادی از سطح زمین ناگهان طناب ها پاره شوند و چتر از چترباز جدا شود، حرکت چترباز چگونه خواهد بود؟



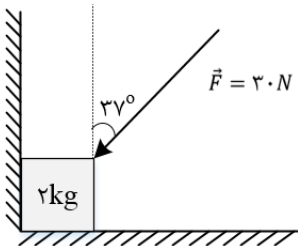
(۱) با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.

(۲) با شتاب ثابت سقوط می کند.

(۳) به صورت کندشونده حرکت می کند تا به تندی حد برسد.

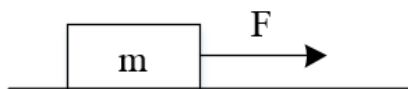
(۴) به صورت تندشونده حرکت می کند تا به تندی حد برسد.

تست ۱۷: مطابق شکل زیر، جسمی به جرم 2 kg توسط نیروی $\vec{F}$ بین دیوار و زمین به صورت ثابت نگه داشته شده است، بزرگی نیروی عمودی سطح از طرف زمین چقدر بیش تر از نیروی عمودی سطح از طرف دیوار است؟ $(\sin 37^\circ = 0.6 \quad g = 10 \frac{m}{s^2})$



- (۱) ۲۶ (۲) ۲۰ (۳) ۱۸ (۴) ۸

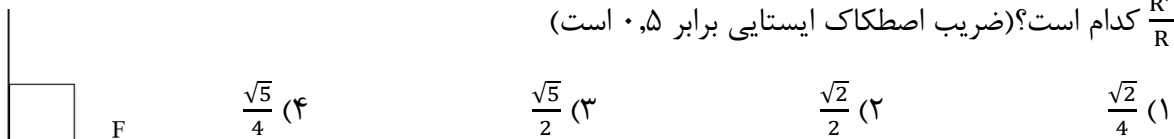
تست ۱۸: مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم 36 kg که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F = 177\text{ N}$ وارد می شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به $3 \frac{m}{s}$ می رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



- (۱) 360 (۲) 390 (۳) 400 (۴) 500

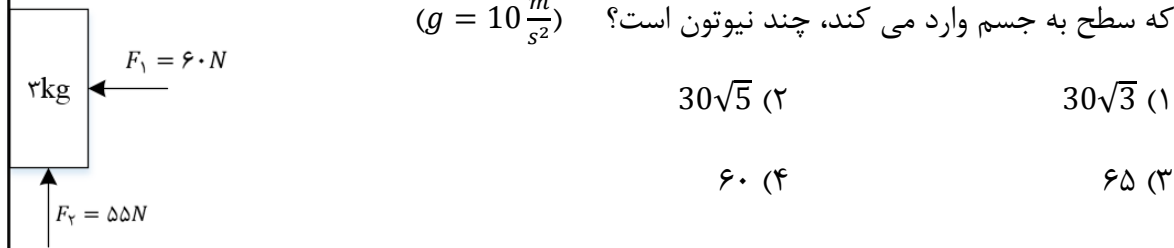


تست ۱۹: در شکل زیر، جسم در آستانه ی حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می کند، برابر R است. اگر F را 20 N کاهش دهیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، برابر R' می شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ (ضریب اصطکاک ایستایی برابر 0.5 است)



تست ۲۰:

مطابق شکل زیر، جسم را با نیروی افقی F_1 به دیوار قائمی می فشاریم و جسم ساکن می ماند. اگر نیروی قائم F_2 نیز به جسم وارد شود. در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



تست ۲۱: شخصی به جرم $m = 60\text{ kg}$ روی باسکولی ایستاده است. این شخص یک سر فنر بدون جرمی را در دست دارد که سر دیگر آن به کف باسکول بسته شده است. ثابت فنر $1000 \frac{N}{m}$ است. اگر این شخص فنر را در راستای قائم نگه دارد و آن را طوری بکشد که طول آن 20 cm افزایش یابد، باسکول چند نیوتن را نشان می دهد؟

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۶۰۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۱۰۰۰

المپیاد فیزیک مرحله اول

تست ۲۲:

دو فنر جرم دار یکسان داریم. طول کشیده نشده ی هر یک از آنها 12 cm است. وقتی یکی از فنرها را از نقطه ی ثابتی می آویزیم طولش 15 cm می شود. اگر دو فنر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطه ی ثابتی بیاویزیم، طول فنر مرکب حاصل چند سانتی متر است؟ (راهنمایی: کشیدگی یک فنر جرم دار آویزان به جرم m برابر است با کشیدگی یک فنر بی جرم آویزان که به انتهای آن جسمی به جرم $\frac{m}{2}$ بسته باشند).

المپیاد فیزیک مرحله اول

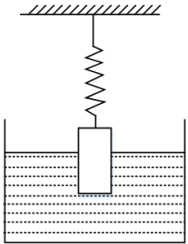
- (۱) ۳۶ (۲) ۳۵ (۳) ۴۰ (۴) ۳۲



تست ۲۳:

مطابق شکل استوانه ای فلزی به جرم M و به شعاع r و ارتفاع h توسط فنری با ثابت K که از بالا به نقطه ی ثابتی متصل است، درون مایعی با چگالی (جرم حجمی) ρ شناور است، به طوری که نصف ارتفاع آن داخل مایع است. تقریباً چه وزنه ای بر حسب کیلو گرم باید روی استوانه قرار داد تا $\frac{2}{3}$ ارتفاع آن داخل مایع قرار گیرد.

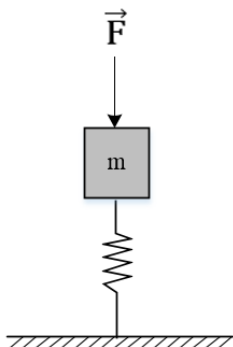
۰٫۷ (۱) ۰٫۹ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴)



$$h = 30 \text{ cm}, K = 2 \text{ N/m}, \rho = 1/8 \text{ g/(cm}^3), r = 5 \text{ cm}, M = 1 \text{ Kg}$$

تست ۲۵:

در شکل زیر، به کمک نیروی $F = 5 \text{ N}$ وزنه ای به جرم $m = 400 \text{ g}$ را روی فنر سبک قائمی ساکن نگه داشته ایم و اختلاف طول فنر نسبت به طول عادی اش 3 cm است. اگر ناگهان نیروی $\vec{F}$ را حذف کنیم، در لحظه ای که وزنه به اندازه ی 1 cm جابه جا می شود، بزرگی شتاب آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟
($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

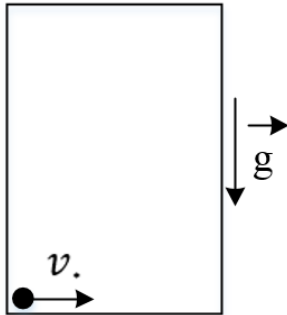


۲ (۱) ۲/۵ (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴)



تست ۲۶:

آسانسوری با شتاب ثابت a حرکت می کند. جسم کوچکی با سرعت اولیه v_0 روی کف آسانسور به حرکت در می آید. به علت اصطکاک این جسم پس از پیمودن مسافتی، می ایستد. اگر شتاب آسانسور رو به پایین باشد جسم پس از پیمودن مسافت S_1 می ایستد، و اگر شتاب آسانسور رو به بالا باشد و همین آزمایش را تکرار کنیم، جسم پس از پیمودن مسافت، S_2 می ایستد. کدام گزینه مقدار a را نشان می دهد؟ g شتاب گرانش و μ ضریب اصطکاک است.



$$a = \mu g \left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} \right) \quad (۲)$$

$$a = g \left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} \right) \quad (۱)$$

$$a = \mu g \left(\frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2} \right) \quad (۴)$$

$$a = g \left(\frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2} \right) \quad (۳)$$

المپیاد فیزیک

تست ۲۷:

جسمی به جرم 5kg کف آسانسوری قرار دارد. وقتی آسانسور با شتاب رو به بالای $2 \frac{m}{s^2}$ به سمت بالا می رود، نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می شود N است و وقتی با شتاب روبه پایین $2 \frac{m}{s^2}$ به سمت پایین می رود، نیروی وارد بر کف آسانسور N' است، اختلاف N و N' چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۴۰ (۴)

۲۰ (۳)

۱۰ (۲)

صفر (۱)

تست ۲۸:

- فنر سبکی با ثابت $200 \frac{N}{m}$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنه $m = 5\text{kg}$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $2 \frac{m}{s^2}$ پایین می آید و طول فنر L_1 است. وقتی این آسانسور با شتاب $1 \frac{m}{s^2}$ کندشونده پایین می آید، طول فنر L_2 می شود. اختلاف L_1 و L_2 چند سانتی متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۲/۵ (۴)

۵ (۳)

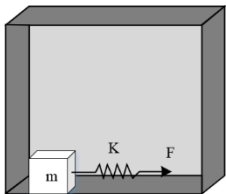
۷/۵ (۲)

۱۵ (۱)



تست ۲۹:

- در شکل زیر آسانسور با شتاب تندشونده و $2 \frac{m}{s^2}$ در حال بالا رفتن است. مکعبی به جرم 10 kg در کف آسانسور قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و کف آسانسور $\mu_s = 0/5$ و ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0/3$ باشد و جسم در آستانه حرکت قرار داشته باشد، میزان کشیدگی فنر نسبت به طول طبیعی چند سانتی متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$ ، $k = 500 \frac{N}{m}$)



12 (۴)

10 (۳)

8 (۲)

6 (۱)

تست ۳۰:

جسمی به جرم 3 kg در کف آسانسوری قرار دارد. هنگامی که آسانسور با شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ رو به بالا کندشونده حرکت می کند، نیرویی که از طرف جسم به کف آسانسور وارد می شود، برابر N است. بزرگی شتاب آسانسور را چند واحد SI تغییر دهیم تا اندازه‌ی نیرویی که کف آسانسور به جسم وارد می کند، $12/5$ درصد افزایش یابد؟

1/25 (۴)

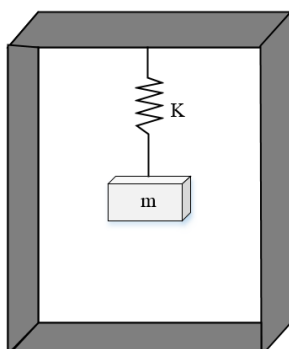
2 (۳)

1/5 (۲)

1 (۱)

تست ۳۱:

وزنه m مطابق شکل توسط فنری سبک به سقف آسانسور متصل است. اگر آسانسور با سرعت ثابت $21 \frac{m}{s}$ پایین رود، طول فنر 80 cm می شود و اگر آسانسور با شتاب $4 \frac{m}{s^2}$ به صورت کند شونده بالا رود، طول فنر 70 cm میشود. طول طبیعی فنر (بدون اتصال وزنه) چند سانتی متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



۶۵ (۴)

۵۵ (۳)

۴۵ (۲)

۳۵ (۱)



تست ۳۲:

چوب مکعب شکلی به جرم 5kg را به نخ بسته و با نیروی ثابت و افقی 15N روی سطح افقی می کشیم و از حال سکون به حرکت در می آوریم و بعد از 2 ثانیه نخ پاره می شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی 0.2 باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظه ایستادن طی می کند، چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۳ (۴)

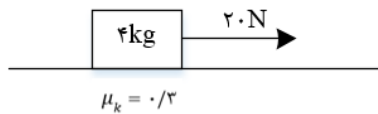
۵/۲ (۳)

۲ (۲)

۱/۵ (۱)

تست ۳۳:

در شکل مقابل، جسم از حال سکون، در مسیر افقی و در لحظه $t = 0$ تحت نیروی ثابت به حرکت در می آید و بعد از 3 ثانیه نخ بسته شده به جسم پاره می شود. کل مسافتی که جسم از شروع حرکت تا لحظه ایستادن طی می کند، چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



۱۸ (۴)

۱۵ (۳)

۱۲ (۲)

۹ (۱)

تست ۳۴:

دو وزنه A و B با سرعت اولیه یکسان، مماس بر یک سطح افقی پرتاب می شوند. اگر جرم وزنه A نصف جرم وزنه B و ضریب اصطکاک آن ۲ برابر ضریب اصطکاک وزنه B باشد، مسافتی که وزنه A طی می کند تا بایستد، چند برابر مسافتی است که وزنه B طی می کند تا بایستد؟

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

$\frac{1}{2}$ (۴)

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)



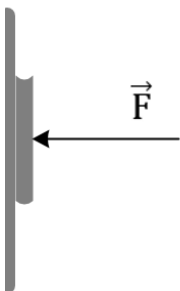
تست ۳۵:

صندوقی در کف کامیونی قرار دارد و کامیون با سرعت $15 \frac{m}{s}$ در یک مسیر مستقیم و افقی در حرکت است و ضریب اصطکاک ایستایی صندوق با کف کامیون 0.25 است. این کامیون پس از ترمز مناسب، کوتاه ترین فاصله ای که می تواند طی کند و متوقف شود، بدون این که صندوق بلغزد چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

- (۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۴۵

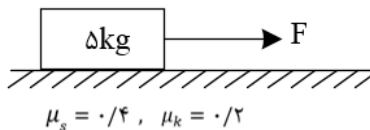
تست ۳۶:

مطابق شکل زیر، کتابی توسط نیروی $\vec{F}$ به دیوار عمودی فشرده شده است، اگر کتاب ساکن باشد، با دو برابر کردن نیروی $\vec{F}$ ، بیشینه نیروی اصطکاک، نیروی اصطکاک و نیروی واکنش سطح به ترتیب چگونه تغییر می کنند؟



- (۱) دو برابر می شود - ثابت می ماند - دو برابر می شود.
 (۲) افزایش می یابد ولی به دو برابر نمی رسد - ثابت می ماند - دو برابر می شود.
 (۳) دو برابر می شود - ثابت می ماند - افزایش می یابد ولی به دو برابر نمی رسد.
 (۴) افزایش می یابد ولی به دو برابر نمی رسد - دو برابر می شود - افزایش می یابد ولی به دو برابر نمی رسد.

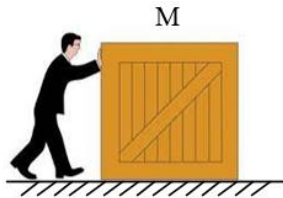
تست ۳۷: مطابق شکل زیر، جسمی را با نیروی افقی F می کشیم و جسم با شتاب $3 \frac{m}{s^2}$ حرکت می کند. نیروی F را حداکثر چند نیوتن می توان کاهش داد بدون این که سرعت جسم کاهش یابد؟



- (۱) ۲۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۵



تست ۳۸: شخصی به جرم 50 kg که ضریب اصطکاک ایستایی کفش هایش با زمین $\mu_s = 0/8$ است می خواهد جعبه M به جرم 100 kg که ضریب اصطکاک جنبشی آن با سطح $\mu_k = 0/1$ است را از حال سکون به طور افقی هل دهد. این شخص در مدت 4 s حداکثر چند متر می تواند جعبه را جلو ببرد؟ (مقاومت هوا ناچیز است.) ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



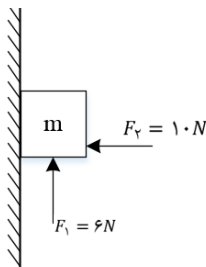
32 (۴)

48 (۳)

24 (۲)

12 (۱)

تست ۳۹: در شکل زیر اگر جرم وزنه 800 g باشد، نیروی اصطکاک بین جسم و دیوار چند نیوتن و جهت آن به کدام سمت است؟ ($\mu_k = 0/4$, $\mu_s = 0/5$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



۴ - بالا (۲)

۲ - بالا (۱)

۴ - پایین (۴)

۲ - پایین (۳)

سوالات گردآوری شده سری (۴) آزمونهای نشان برتر-آزمونهای ۹۷-۹۸

تست ۴۰: جسمی را روی سطح افقی با سرعت اولیه ی افقی V_0 پرتاب می کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح μ_k باشد، جسم پس از طی چه مسافتی متوقف می شود؟

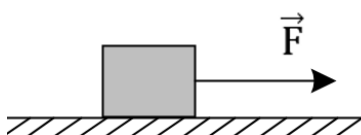
$$\frac{V_0^2}{\mu_k g} \quad (۴)$$

$$\frac{V_0^2}{2\mu_k g} \quad (۳)$$

$$\mu_k g V_0^2 \quad (۲)$$

$$2\mu_k g V_0^2 \quad (۱)$$

تست ۴۱: جسمی مطابق شکل زیر، روی یک سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $0/5$ و ضریب اصطکاک



ایستایی $1/2$ قرار دارد. اگر نیروی $\vec{F}$ را به تدریج از صفر افزایش دهیم تا جسم شروع به حرکت کند. حداقل شتاب جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

۴ (۲)

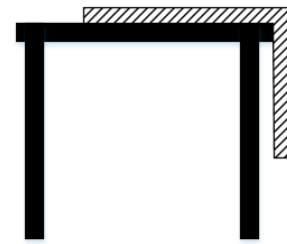
۱ (۱)

۴ ضریب اصطکاک بیشتر از ۱ ممکن نیست

۷ (۳)



تست ۴۲: مطابق شکل طناب همگنی روی میز قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین طناب و میز 0.25 باشد، حداکثر چه درصدی از طول طناب را می شود از لبه میز آویزان کرد بی آن که طناب به پایین بیفتد؟

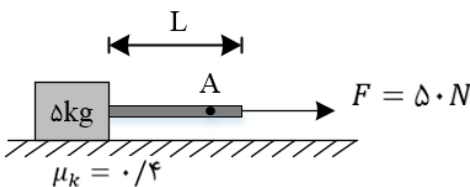


- (۱) ۴۰٪ (۲) ۳۰٪ (۳) ۲۵٪ (۴) ۲۰٪

تست ۴۳: مکعبی به جرم m با سرعت اولیه $5m/s$ روی یک سطح افقی و مماس پرتاب می شود. اگر ضریب اصطکاک 0.2 باشد، بعد از طی 4 متر روی سطح، سرعت آن به چند m/s می رسد؟ ($g = 10 N/kg$)

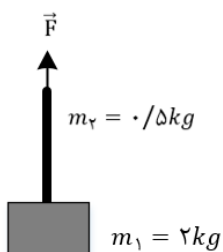
- (۱) 1 (۲) 2 (۳) 3 (۴) 4

تست ۴۴: در شکل مقابل، جرم میله برابر $1kg$ و به صورت یکنواخت است. نیروی کشش میله در نقطه A به فاصله $\frac{L}{5}$ از انتهای سمت راست میله برابر چند نیوتون است؟ (جرم میله در نیروی عمود بر سطح مکعب تاثیری ندارد)



- (۱) 29 (۲) 48 (۳) 2 (۴) 49

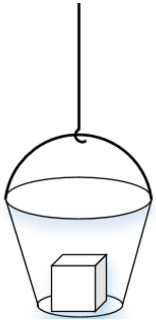
تست ۴۵: جسمی به جرم $2kg$ به طناب همگنی به جرم $0.5kg$ متصل است و با نیروی قائم F برابر 30 نیوتون، با شتاب ثابت بالا می رود. نیروی کشش در وسط طناب چند نیوتون است؟



- (۱) 27 (۲) 28/75 (۳) 2 (۴) 29/5



تست ۴۶: در شکل زیر جرم سطل 4 kg است و داخل آن یک وزنه به جرم 20 کیلوگرم قرار دارد و سطل به وسیله ی یک طناب به سمت بالا کشیده می شود. اگر در مدت زمان 5 ثانیه، تندی سطل و محتویات آن از صفر به $6 \frac{m}{s}$ برسد، در این مدت اندازه ی نیروی کشش طناب چند نیوتون بوده است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)، از جرم طناب و نیروی مقاومت هوا صرف نظر شود.



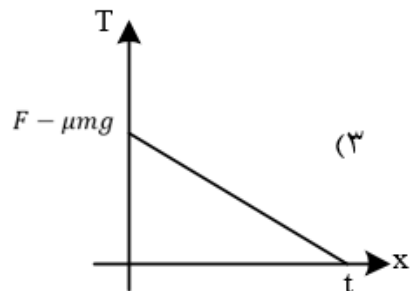
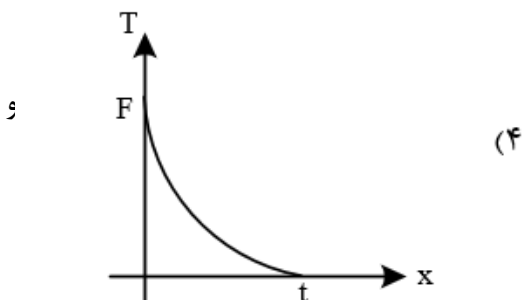
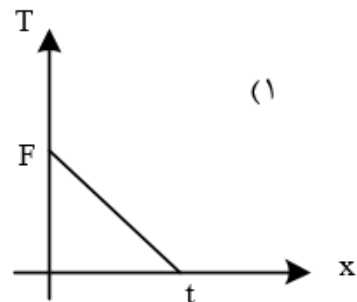
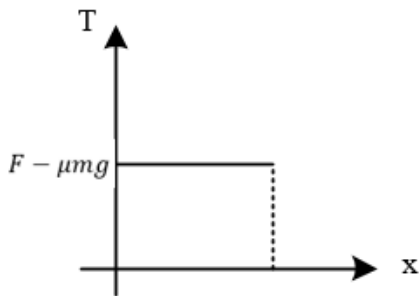
- (۱) 268/8 (۲) 240 (۳) 528 (۴) 288/6

تست ۴۷: زنجیری شامل 5 حلقه ی مشابه که جرم هر کدام 100 گرم است، با نیروی $F = 10\text{ N}$ در راستای قائم به بالا کشیده می شود. اگر برآیند نیروهای وارد بر بالاترین حلقه F' و برآیند نیروهای وارد بر پایین ترین حلقه F'' باشد، نسبت $\frac{F'}{F''}$ کدام است؟



- (۱) 1 (۲) $\frac{10}{3}$ (۳) 3 (۴) 4

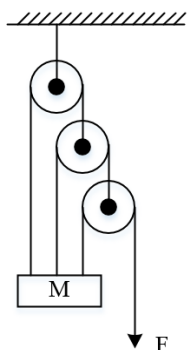
تست ۴۸: مطابق شکل زیر، ریسمانی همگن به طول l جرم m روی سطحی افقی با ضریب اصطکاک μ قرار دارد. به یک سر آن نیرویی به اندازه ی F ($F > \mu mg$) وارد می کنیم. نمودار نیروی کشش نخ بر حسب x کدام یک از شکل های زیر است؟



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



تست ۵۰: جرم M مطابق شکل در حالت تعادل آویزان است. کشش نخ بالایی، T ، چه قدر است؟ (از جرم قرقره ها، نخها و نیز اصطکاک چشم پوشی کنید).



۸F (۴)

$\frac{6}{3}F$ (۳)

$\frac{7}{8}F$ (۲)

F (۱)

المپیاد فیزیک

تست ۵۱: نردبانی به جرم ۱۶kg به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد و پایهی آن روی سطح افقی در آستانه ی سر خوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف نردبان به سطح افقی وارد می شود ۲۰۰N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چه قدر است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

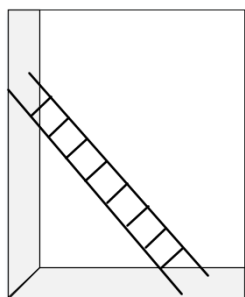
$\frac{1}{4}$ (۴)

$\frac{2}{5}$ (۳)

$\frac{3}{5}$ (۲)

$\frac{3}{4}$ (۱)

تست ۵۲: مطابق شکل، نردبانی به جرم ۴kg را داخل کابین آسانسور قرار داده ایم. اگر آسانسور با شتاب ۲ متر بر مجذور ثانیه کندشونده پایین برود و نردبان در آستانه لغزش قرار گیرد، نیرویی که سطح قائم آسانسور به نردبان وارد می کند، چند نیوتن است؟ (سطح قائم آسانسور بدون اصطکاک و ضریب اصطکاک سطح افقی $\mu_s = 0/25$ است و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).



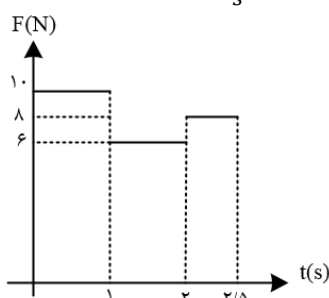
۱۲ (۴)

۹ (۳)

۵۰ (۲)

۳۰ (۱)

تست ۵۳: شکل زیر، نمودار تغییرات نیروی وارد بر جسمی به جرم 5kg را نسبت به زمان نشان می دهد. تحت اثر این نیرو جسم از حال سکون شروع به حرکت کند، سرعت آن پس از $\frac{۲}{۵}$ ثانیه چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟



۱۰ (۴)

۸ (۳)

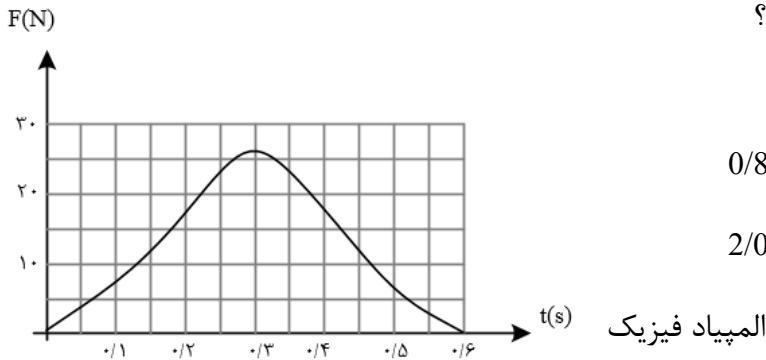
۶ (۲)

۴ (۱)

المپیاد فیزیک



تست ۵۴: تویی به جرم $0/5kg$ در راستای قائم به زمین برخورد می کند. توپ با سرعت V به زمین می خورد و با سرعت $0/8V$ از زمین به بالا می جهد. نمودار تغییرات نیروی سطح زمین بر توپ مطابق شکل است. توپ حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می رود؟



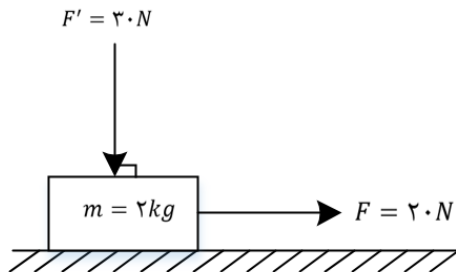
$0/8m$ (۲)

$0/4m$ (۱)

$2/0m$ (۴)

$1/2m$ (۳)

تست ۵۵: در شکل زیر، به جسمی که روی سطح افقی در حال سکون بوده، نیروهایی مطابق شکل وارد می شوند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح افقی $0/5$ و $0/3$ باشد، تغییر مکان جسم در مدت 2 ثانیه چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



۹ (۲)

صفر (۱)

۲۸ (۴)

۱۰ (۳)

تست ۵۶: اگر جرم جسم B ، $\frac{5}{8}$ جرم جسم A و تکانه جسم A ، $\frac{4}{3}$ تکانه جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B ، کدام است؟

$\frac{5}{6}$ (۴)

$\frac{6}{5}$ (۳)

$\frac{9}{10}$ (۲)

$\frac{10}{9}$ (۱)

تست ۵۷: معادله ی تکانه جسمی بر حسب زمان در SI به صورت $P = 15t^2 + 5t$ می باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازه ی زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 6s$ چند نیوتون است؟

۱۹۰ (۴)

۱۴۰ (۳)

۸۵ (۲)

۷۰ (۱)



تست ۵۸: گلوله‌ی آونگی به جرم M از ریسمانی به طول L ، آویزان است. گلوله روی مسیر دایره ای به یک طرف کشیده می شود تا به ارتفاع $\frac{L}{5}$ بالاتر از وضعیت تعادل برسد. اگر گلوله از آن حالت رها شود، تکانه اش در هنگام عبور از پایین ترین نقطه ی مسیر چقدر است؟

$$(۱) \frac{8}{5} M \cdot Lg \quad (۲) \frac{2}{5} M \cdot Lg$$

$$(۳) \sqrt{\frac{2}{5} M^2 \cdot Lg} \quad (۴) \sqrt{\frac{8}{5} M^2 \cdot Lg}$$

تست ۵۹: معادله تکانه - زمان جسمی به جرم ۴ کیلوگرم در SI به صورت $P = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ است. در لحظه $t = \frac{1}{400} s$ ، انرژی جنبشی جسم چند ژول است؟

$$(۱) \frac{\sqrt{2}}{8} \quad (۲) 0/5 \quad (۳) \frac{\sqrt{2}}{4} \quad (۴) 0/25$$

تست ۶۱: شخصی که از ارتفاع نسبتاً زیادی بر روی یک تشک ابری می افتد، تشک باعث می شود که

(۱) تغییر تکانه شخص کم شود.

(۲) تغییر تکانه شخص زیاد شود.

(۳) آهنگ تغییر تکانه شخص کم شود.

(۴) آهنگ تغییر تکانه شخص زیاد شود.

تست ۶۲: معادله‌ی تکانه - زمان متحرکی با جرم ۲kg که روی محور X حرکت می کند، در SI به صورت $p = 2t - 3$ می باشد. نوع حرکت متحرک در ۲ ثانیه ی اول حرکت چگونه و اندازه‌ی شتاب متوسط متحرک در این بازه ی زمانی چند واحد SI است؟

(۱) همواره کندشونده - ۱/۵

(۲) همواره تندشونده - ۱/۵

(۳) ابتدا تندشونده، سپس کندشونده - ۱

(۴) ابتدا کندشونده، سپس تندشونده - ۱



تست ۶۳: زمین و خورشید، به بدن ما نیروی گرانشی وارد می کنند. اندازه‌ی نیروی گرانشی ناشی از زمین را W ، و اندازه‌ی نیروی گرانشی ناشی از خورشید را F می نامیم. نسبت $\frac{F}{W}$ به کدام عدد نزدیک تر است؟ (جرم زمین $6 \times 10^{24} kg$ ، جرم خورشید $2 \times 10^{30} kg$ ، فاصله‌ی زمین تا خورشید $1/5 \times 10^{11} m$ و شعاع زمین $6/4 \times 10^6 m$ است)

- (۱) 10^2 (۲) 10^1 (۳) 10^{-1} (۴) 10^{-3}

المپیاد فیزیک

تست ۶۴: جرم کره‌ی زمین تقریباً ۸۱ برابر جرم کره‌ی ماه است و فاصله‌ی مرکز ماه تا مرکز کره‌ی زمین تقریباً $374 Mm$ است. یک سفینه‌ی فضایی بر روی خط واصل کره‌ی ماه و کره‌ی زمین در حال حرکت است. در لحظه‌ای که بزرگی نیروی گرانش وارد شده به سفینه از طرف کره‌ی ماه ۲۵ درصد بزرگی نیروی گرانشی وارد شده به سفینه از طرف کره‌ی زمین است، فاصله‌ی ماهواره تا مرکز کره‌ی ماه چند کیلومتر است؟

- (۱) 6×10^5 (۲) 68×10^3

- (۳) 3×10^5 (۴) 32×10^3

تست ۶۵: چگالی سیاره‌ی A، ۳ برابر و شعاع آن ۲ برابر سیاره‌ی B است. شتاب گرانش روی سطح سیاره‌ی A چند برابر شتاب گرانش روی سطح سیاره‌ی B است؟

- (۱) $\frac{3}{2}$ (۲) $\frac{2}{3}$ (۳) ۶ (۴) $\frac{1}{6}$

تست ۶۶: چگالی سیاره‌های X و Y یکی است و شعاع سیاره‌ی X نصف شعاع سیاره‌ی Y است. نسبت بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره‌ی X به بزرگی شتاب گرانشی در سطح سیاره‌ی Y برابر است با:

- (1) ۴ (۲) ۱ (۳) $\sqrt{2}$ (۴) $\frac{1}{2}$

المپیاد فیزیک

پاسخ تست های جمع بندی دینامیک

تست ۱:

متوازن بودن یعنی باید برآیند نیروها صفر شود، به زبون ساده هرجایی که اندازه سرعت عوض بشه یا جهت عوض بشه، حرکت شتابدار میشه و دیگه متوازن نیست! پس بین گزینه های بالا، اونهایی متوازن نیستند که اندازه سرعت یا جهت شون عوض شده باشه پس الف و پ متوازن نیستند

(چون توی الف اندازه سرعت داره عوض میشه و توی پ هم جهت داره عوض میشه ولی توی بقیه گزینه ها نه اندازه سرعت عوض شده و نه جهتش)

، به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه میده! اون کلمه قطعا کار این گزینه رو خراب کرد!

پاسخ گزینه ۲ است.

تست ۲:

اول باید برآیند نیروها رو پیدا کنیم (توی محور X ها اگر ۶ رو از ۲ کم کنیم میشه ۴+

و توی محور Y ها اگر ۵ و ۳ رو از هم کم کنیم، میشه ۲-)

یعنی $4i-2j$

اما این جواب نیست! برای اینکه جسم طبق قانون اینرسی حرکت کنه باید برآیند نیروهاش صفر بشه! یعنی یک نیرو دقیقا مخالف با نیروی بالا بهش وارد بشه!

یعنی: $-4i+2j$

گزینه ۲

تست ۳:

وقتی میگه سرعت ثابت، یعنی شتاب صفره! یعنی براین نیروها هم باید صفر بشه! پس فقط اگر گزینه ۲ رو با اون تا نیروی دیگه جمع کنیم میبینیم که برآیند صفره! پس گزینه ۲ درسته اون معادله سرعت رو هم دادم که بزارمت سر کار! (گول نخوری!)



تست ۴:

جرم و مسافت و تندی که اصلا کمیت نرده ای هستند و جهت ندارند! (گول نخوری)

اما طبق قانون دوم نیوتن $F=Ma$ هست و a یعنی شتاب برابر میشه با **تغییرات** سرعت به زمان پس نیرو با تغییرات سرعت همجهت میشه!

یک مورد صحیح است (تغییرات سرعت)

پاسخ گزینه ۱ است

تست ۵:

به جز گزینه آخر، بقیه درست هستند یعنی ۴ مورد

بچه ها حواستون باشه هر جا جهت سرعت عوض بشه (مثل شوت کات دار) و یا هر جا اندازه سرعت عوض بشه (مثل حرکت های تند یا کند) (یا طراح بگه که جسم شروع به حرکت کردن یا متوقف داره میشه) بدونید که حرکت شتابداره و قانون دوم نیوتن میاد به بازی! و هر جا هم که یک جسم ساکن، ساکن باقی موند یا جسم در حال حرکت با سرعت ثابت رو مسیر مستقیم رفت بدونید که قانون اول نیوتن میاد به بازی!

پاسخ گزینه ۳ است

تست ۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه ها:

«الف» نادرست است. واکنش نیرویی که پارو به آب وارد می کند از طرف آب به پارو وارد می شود.

«ب» نادرست است. واکنش نیروی وزن به مرکز زمین وارد می شود.

«پ» نادرست است. واکنش نیرویی که شخص به پارو وارد می کند، از طرف پارو به شخص وارد خواهد شد.

تست ۷:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی شخصی در اثر ترمز شدید رو به جلو پرتاب می شود نتیجه ی قانون اول نیوتون است. زیرا شخص تمایل به حفظ وضعیت خود یعنی حرکت رو به جلو دارد ولی خودرو به دلیل نیروی ناشی از ترمز، از ادامه ی حرکت، خودداری می کند. به همین دلیل شخص به سمت جلوی خودرو پرتاب می شود.



تست ۸:

با ۸۰ نیوتن یکنواخت حرکت میکند یعنی شتابش صفر و متوازن هست. پس وقتی نیرو ۱۰۰ میشود فقط ۲۰ نیوتن از حالت تعادل بیشتر شده و همین ۲۰ نیوتن صرف شتابدار شدن می شود پس:

$$F=ma \quad 20=10a \quad a=2$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad 2 = \frac{\Delta V}{4} \quad \Delta V = 8 \frac{m}{s}$$

پاسخ گزینه ۲ است

تست ۹:

$$a = \frac{F}{m} \quad a - 10 = \frac{F - 50}{m} \quad \frac{F}{m} - 10 = \frac{F}{m} - \frac{50}{m} \quad m = 5 \text{ kg}$$

$$Q = mc\Delta\theta \quad 20000 = 5(400)(\Delta\theta) \quad \Delta\theta = 10 \quad \Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta = 18 \text{ فارنهایت}$$

پاسخ گزینه ۲ است

تست ۱۰:

ابتدا $\vec{F}_3 = -2\vec{F}_2$ را پیدا میکنیم:

$$\vec{F}_3 = -50i + 80j$$

سپس آنها را باهم جمع میکنیم و آنها را هم باهم جمع میکنیم تا برابری نیروها به دست آید، سپس از قانون دوم نیوتن شتاب را پیدا می کنیم:

$$\vec{F}_{\text{کل}} = -30i - 40j \quad F = 50 \quad F = ma \quad 50 = 10a \quad a = 5$$

پاسخ گزینه ۱ است

تست ۱۱:

هرگاه چند نیرو باهم در حال تعادل باشند، اگر یکی از نیروها حذف شود، برابری نیروهای باقی مانده با همان نیروی حذفی برابر می شود. یعنی در این سوال با حذف شدن نیروی شش نیوتنی برابری باقی نیروها همان شش میشود بنابراین طبق قانون دوم نیوتن داریم:



$$F = ma \quad 6 = 2a \quad a = 3$$

حالا که شتاب رو حساب کردیم کافیه بریم سراغ حرکت شناسی و از فرمول های حرکت استفاده کنیم

و حداکثر مقداری بالا میرود یعنی جایی که سرعت ثانویه صفر شده است بنابراین:

$$V_2^2 - V_1^2 = 2a\Delta x \quad 0 - 36 = 2(3)\Delta x \quad \Delta x = 6$$

پاسخ گزینه ۱ است

تست ۱۲:

وقتی این نیروها در تعادل هستند یعنی برابری آنها مساوی با نیروی دیگر و در جهت خلاف آن است. پس برابری دوی نیروی شماره ۲ و شماره ۳ برابر با ۱۲ نیوتن میشود، حال اگر جهت نیروی شماره ۱ نیز برعکس شود نیروی کل برابر میشود با ۱۲+۱۲ پس طبق قانون دوم داریم:

$$F = ma \quad 24 = 6a \quad a = 4 \quad a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad 4 = \frac{\Delta V}{5} \quad \Delta V = 20$$

پاسخ گزینه ۳ است

تست ۱۳:

مواظب باش گول نخوری! وقتی نیروی خالص رو توی سوال بهت میدم یعنی خودم موافق ها و مخالف ها رو از هم کم کردم و شده ۴۰۰۰ نیوتن پس نیایی یه وقت ۴۰۰۰ رو از اصطکاک کم کنی ها!! (اگر گفته بودم نیروی پیشران ۴۰۰۰ است اونوقت باید ۴۰۰۰ رو از نیروی اصطکاک کم میکردی ولی اینجا گفتم نیروی خالص!)

$$F_{\text{خالص}} = ma \quad 4000 = 1000a \quad a = 4$$

$$\Delta X = \frac{1}{2}at^2 + v_0t = \frac{1}{2}4(3)^2 + 0 = 18 \quad v = at + v_0 = 4(3) = 12$$

گزینه ۴

تست ۱۴: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

از آنجایی که در حالت اول جسم با سرعت ثابت در حال حرکت می باشد، نتیجه می گیریم که برابری نیروهای واردشده به جسم برابر صفر است. بنابر این داریم:



$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

$$\rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_3 \rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = 5\vec{i} - 12\vec{j}(N)$$

از طرف دیگر با حذف $\vec{F}_2$ ، فقط $(-F_2)$ که برابر است با: $(\vec{F}_1 + \vec{F}_3)$ به جسم وارد می شود و در نتیجه شتاب حرکت جسم در این حالت برابر است با:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_3}{m} = \frac{5\vec{i} - 12\vec{j}}{2} = 2/5\vec{i} - 6\vec{j} \left(\frac{m}{s^2}\right)$$

تست ۱۵: گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. نیروی مقاومت هوا بر گلوله با مجذور شعاع آن و مجذور سرعت آن متناسب است، یعنی $f \propto R^2 V^2$ ، می توان این نیرو را به صورت $f = kR^2 V^2$ نشان داد که در آن k یک ضریب ثابت است. وقتی سرعت گلوله به سرعت حد می رسد، حرکت گلوله یکنواخت می ماند یعنی برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می شود. اگر سرعت حد گلوله را با ma نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\sum F = 0 \rightarrow f - W = 0 \rightarrow f = W$$

$$kR^2 v^2 = mg = \rho v g = \rho \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{4\pi \rho g}{3k}} R \rightarrow v \propto \sqrt{R} \rightarrow v \propto R^{\frac{1}{2}}$$

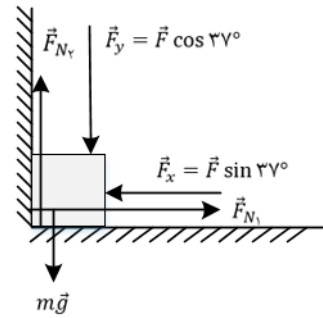
پس با توان $\frac{1}{2} = 0/5$ شعاع متناسب است.

تست ۱۶: گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

در حالت اول که چتر باز به همراه چتر سقوط می کند، اندازه ی برآیند نیروی مقاومت شاره ی وارد شده به چتر و چتر باز برابر اندازه ی نیروی وزن است و چتر باز با تندی ثابت سقوط می کند.

اما با جدا شدن چتر، سطح جلوی جسم کاهش یافته و در نتیجه نیروی مقاومت شاره کاهش می یابد و جهت برآیند نیروهای وارد شده به چتر باز به سمت پایین می شود و در نتیجه شتابی در جهت حرکت به شخص وارد می شود و شخص به صورت تندشونده به سمت پایین حرکت می کند و با ادامه ی حرکت به تدریج تندی حرکت فرد و اندازه ی نیروی مقاومت هوای وارد شده به آن افزایش می یابد تا جایی که فرد به تندی حد برسد.

تست ۱۷: گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا نیروی $\vec{F}$ را در راستای محور x و y تجزیه می کنیم و با توجه به این که جسم در حالت تعادل است، می توان نیروی عمودی تکیه گاه حاصل از دیوار $(\vec{F}_N)$ و زمین $(\vec{F}_{N_2})$ را محاسبه کرد:



$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_x = F_{N_1}$$

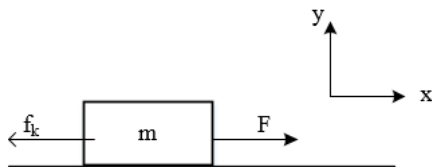
$$\rightarrow F_{N_1} = 30 \sin 37^\circ = 30 \times \frac{6}{10} = 18N$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_{N_2} = F_y + mg$$

$$\rightarrow F_{N_2} = 30 \times \frac{8}{10} + 2 \times 10 = 24 + 20 = 44$$

$$F_{N_2} - F_{N_1} = 44 - 18 = 26N$$

تست ۱۸: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$\rightarrow a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{3 - 0}{4} = 0.75 \frac{m}{s^2}$$

نکته: در سؤال حرفی از صرف نظر کردن از اصطکاک نزده، پس باید در نظر بگیریم:

$$\begin{cases} F_x = ma_x \\ F - f_k = ma = 36 \times \frac{3}{4} = 27N \end{cases} \quad \begin{cases} F_y = ma_y \\ N - mg = 0 \rightarrow N = mg = 360N \end{cases}$$

$$177 - 27 = 150N \rightarrow f_k = 150N$$

نکته: نیرویی که سطح وارد می کند هم اصطکاک است و هم تکیه گاه. فرض کنید تکیه گاه نبود جسم می افتاد و به راحتی می توانست به سمت راست و چپ برود پس نیرویی که سطح وارد می کند:

$$R = \sqrt{f_k^2 + N^2} = \sqrt{(150)^2 + (360)^2} = 390N$$

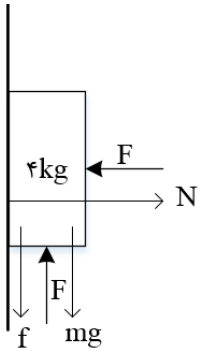
نکته: حتما توان ها را حفظ کنید اما اگر بلد نبودید به راحتی با حذف گزینه می شود به جواب رسید:

- اعداد را به توان برسانید و ببینید کدام با هم برابرند. اعداد رند مشخص است. ← به ۱۵۰ و ۳۶۰ نمی شود زیرا کمتر از مقدار نهایی است.



تست ۱۹:

- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$f_{s \max} = \mu_s N_c = 0/5 F = f_{s \max} = 40 N, N = F = 80 N$$

$$F = N, \quad F = f_{s \max} + mg \rightarrow 0/5 F = mg \rightarrow F = 80 N$$

اگر $F' = 60 N$:

$$f_{s \max} = 0/5 \times 60 = 30 N \rightarrow f_{s \max} + mg = 70 N > 60 N \rightarrow N = F = 60 N$$

$$F' = mg + f_s \rightarrow 60 = 40 + f_s \rightarrow f_s = 20 N$$

پس جسم ساکن می ماند.

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

حال عکس العمل سطح را حساب می کنیم :

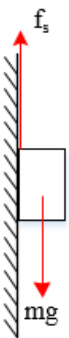
$$R = \sqrt{(40)^2 + (80)^2} = 40\sqrt{5}$$

$$\rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{20\sqrt{10}}{40\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$R = \sqrt{(60)^2 + (20)^2} = 20\sqrt{10}$$

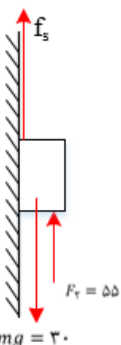
تست ۲۰:

- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$mg = f_s \rightarrow f_s = 30 N$$

$$\rightarrow f_s + 55 - 30 = 0 \rightarrow f_s = 25$$

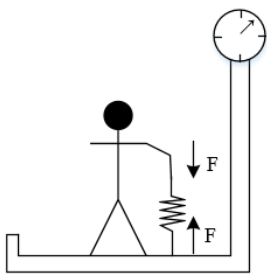


$$F_R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} = \sqrt{25^2 + 60^2} = 65 N$$

چون کمتر از ۳۰ است قطعا ساکن است.



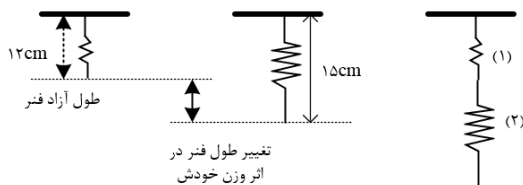
تست ۲۱:



گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. هرگاه شخص فنر را به اندازه ی Δx بکشد، نیروی $F = K\Delta x$ در فنر ایجاد می شود و در نتیجه فنر با نیرویی به اندازه ی F شخص را به سمت پایین و با همین نیرو ترازو را به سمت بالا می کشد. در نتیجه به کل سیستم شخص صفحه ی ترازو هیچ نیروی خالصی وارد نمی شود. به عبارت دیگر نیروی F برای سیستم شخص و صفحه ی ترازو یک نیروی داخلی محسوب می شود. در نتیجه ترازو برآیند کل نیروها که همان وزن شخص می باشد را نشان خواهد داد.

$$N = W = mg = 60 \times 10 = 600N$$

تست ۲۲:



هر فنر تحت تأثیر وزن خودش افزایش طولی معادل $15 - 12 = 3 \text{ cm}$ خواهد داشت. در حالتی که دو فنر را به هم وصل کنیم و سپس از نقطه ی ثابتی بیاویزیم، هر فنر تحت تأثیر وزن خودش 3 cm افزایش طول می دهد. تا اینجا دو فنر به مقدار 6 cm افزایش طول داشته اند. در این حالت فنر (۱) تحت تأثیر وزن ناشی از فنر (۲) نیز قرار دارد. گویی جسمی به جرم m به انتهای فنر شماره ی (۱) متصل است. می دانیم فنر (۱) ناشی از وزن خود که معادل با بستن جسمی به جرم $\frac{m}{2}$ به انتهای آن است 3 cm افزایش طول می دهد پس ناشی از وزن فنر (۲) که معادل با بستن جسمی به جرم m به انتهای آن است $3 \times 2 = 6 \text{ cm}$ به طول آن اضافه خواهد شد. در نهایت طول دو فنر به اندازه ی $6 + 6 = 12$ سانتی متر افزایش می یابد. طول اولیه ی هر فنر 12 cm و در نتیجه طول اولیه ی فنر مرکب 24 cm بوده است. بنابراین طول نهایی فنر مرکب برابر $24 + 12 = 36 \text{ cm}$ خواهد بود.

پاسخ گزینه ۱ است.

تست ۲۳:

فرض می کنیم وزنه ای به وزن W روی استوانه قرار داده ایم تا $\frac{2}{3}$ ارتفاع استوانه درون مایع قرار گیرد. در این صورت نیروی W ، به سبب وزن وزنه، نیروی F_{Ar} ، به سبب افزایش حجم مایع جابه جا شده (تغییر نیروی ارشمیدس) و نیروی F_e به سبب افزایش طول فنر نیز به استوانه وارد می شوند. استوانه قبل و بعد از



قرار دادن وزنه به روی آن، در حال تعادل است. در نتیجه مجموع نیروهای اضافه شده به استوانه، صفر خواهد بود.

$$-W + F_{Ar} + F_e = 0$$

$$F_{Ar} = \Delta h \times \pi r^2 \rho g \quad , \quad \Delta h = h_2 - h_1 = \frac{2}{3}h_2 - \frac{1}{2}h_1 = 20 - 15 = 5 \text{ cm}$$

$$\rightarrow F_{Ar} = 5 \times 10^{-2} \times 3/14 \times 25 \times 10^{-4} \times 1/8 \times 10^3 \times 9/8 = 6/93 \text{ N}$$

$$F_e = k\Delta h = 2 \times 5 \times 10^{-2} = 0/1 \text{ N}$$

$$\rightarrow W = F_{Ar} + F_e = 6/93 + 0/1 = 7/03 \text{ N} \rightarrow m = \frac{W}{g} = 0/717 \text{ kg}$$

تست ۲۴:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$k = \text{شیب نمودار} \quad m_2 > m_3 > m_1 \rightarrow k_2 > k_3 > k_1$$

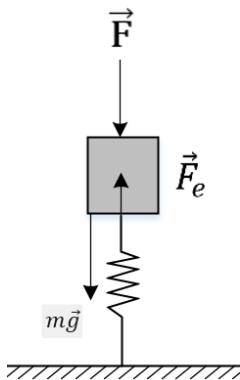
$$(\Delta x)_{S_2} = 4 \text{ cm} \quad \Delta x_2 < \Delta x_3 < \Delta x_1 \text{ پس در } F \text{ یکسان}$$

با توجه به گزینه ها ۹ یا ۸ Δx_1

۳ یا ۲ Δx_2

تست ۲۵:

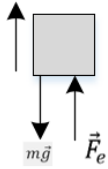
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در لحظه ای که وزنه ساکن است، برآیند نیروها صفر می باشد. برای محاسبه ی ثابت فنر می توان نوشت:



$$F + mg = F_e \rightarrow 5 + 0/4 \times 10 = kx \rightarrow 9 = k \times 3 \rightarrow k = 3 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$



توجه: فنر فشرده شده، پس $\vec{F}_e$ رو به بالا به جسم وارد می شود. بعد از حذف نیروی $\vec{F}$ ، وقتی وزنه به اندازه 1 cm جابه جا شده و رو به بالا می رود، اختلاف طول فنر نسبت به طول عادی اش به 2 cm می رسد. برای محاسبه ی شتاب وزنه می نویسیم:



$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} \rightarrow F_e - mg = ma \rightarrow kx - mg = ma$$

$$\rightarrow 3 \times 2 - 4 = 0/4 \times a \rightarrow a = 5 \frac{m}{s^2}$$

تست ۲۶:

گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. حرکت جسم در داخل آسانسور کند شونده است، علت این امر نیروی اصطکاکی است که بین جسم و کف آسانسور وجود دارد. با توجه به این که اندازه ی نیروی اصطکاک از رابطه $f_k = \mu N$ به دست می آید و با استفاده از قانون دوم نیوتن، مقدار شتاب این جسم را بر روی کف آسانسور به دست می آوریم:

شتاب گند شونده ی جسم $\sum F = MA \rightarrow -f_k = MA \rightarrow -\mu N = MA \rightarrow A = -\frac{\mu N}{M}$ برای جسم

مقدار N برابر با Mg نمی باشد، زیرا بستگی به شتاب عمودی آسانسور و جسم دارد. پس در دو حالت پایین آمدن و بالا رفتن آسانسور مقدار N و شتاب افقی جسم را به دست می آوریم:

برای جسم: $Mg - N_1 = Ma \rightarrow N_1 = M(g - a)$ شتاب آسانسور رو به پایین: حالت اول

برای جسم: $N_2 - Mg = Ma \rightarrow N_2 = M(g + a)$ شتاب آسانسور رو به بالا: حالت دوم

پس در هر حالت شتاب جسم در کف آسانسور به صورت زیر محاسبه می شود.

حالت اول: $A_1 = \frac{\mu N_1}{M}$ و $N_1 = M(g - a) \rightarrow A_1 = -\mu(g - a)$

حالت دوم: $A_2 = \frac{\mu N_2}{M}$ و $N_2 = M(g + a) \rightarrow A_2 = -\mu(g + a)$



در هر دو حالت سرعت اولیه‌ی جسم در کف آسانسور یکسان و برابر V_0 است. پس برای محاسبه مسافت توقف در کف آسانسور با استفاده از معادله‌ی مستقل از زمان به نتایج زیر می‌رسیم:

$$\text{حالت اول: } V_1^2 - V_0^2 = 2A_1 \Delta x_1 \rightarrow 0^2 - v_0^2 = 2 \times (-\mu(g - a)) \times S_1 \rightarrow v_0^2 = 2\mu(g - a)S_1$$

$$\text{حالت دوم: } V_2^2 - V_0^2 = 2A_2 \Delta x_2 \rightarrow 0^2 - v_0^2 = 2 \times (-\mu(g + a)) \times S_2 \rightarrow v_0^2 = 2\mu(g + a)S_2$$

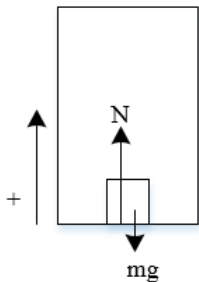
با تقسیم عبارت‌های بدست آمده بر هم، مقدار a را بر حسب پارامترهای مورد نظر به دست می‌آوریم.

$$\frac{v_0^2}{v_0^2} = \frac{2\mu(g - a)S_1}{2\mu(g + a)S_2} \rightarrow 1 = \frac{(g - a)S_1}{(g + a)S_2} \rightarrow gS_2 + aS_2 = gS_1 - aS_1$$

$$\rightarrow aS_2 + aS_1 = gS_1 - gS_2 \rightarrow a = g \frac{(S_1 - S_2)}{(S_1 + S_2)}$$

تست ۲۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. حرکت رو به بالای آسانسور را مثبت فرض می‌کنیم. در نتیجه:



$$N_1 - mg = m'a \rightarrow N_1 = m(g + a) \quad \text{حرکت رو به بالا (۱):}$$

$$N_2 + mg = -ma \rightarrow N_2 = m(g - a) \quad \text{حرکت رو به پایین (۲):}$$

نیرویی که از طرف جسم به کف آسانسور وارد می‌شود (طبق قانون عمل و عکس العمل) هم اندازه با نیروی عمودی سطح است. بنابراین:

$$\begin{cases} N = N_1 = m(g + a) \\ N' = N_2 = m(g - a) \end{cases} \rightarrow |N - N'| = 2ma = 2(5)(2) = 20N$$



تست ۲۸:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

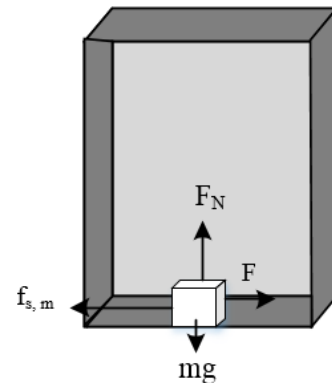
$$\text{حالت 1} \rightarrow mg - k\Delta x = ma \rightarrow 50 - 200\Delta x = 5 \times 2 \rightarrow \Delta x_1 = 20\text{cm}$$

$$\text{حالت 2} \rightarrow mg - k\Delta x = -ma \rightarrow 50 - 200\Delta x = -5 \times 1 \rightarrow \Delta x_2 = 27/5\text{cm}$$

$$\Delta x_2 - \Delta x_1 = 7/5\text{cm}$$

تست ۲۹:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون با شتاب کندشونده پایین می رود، پس در راستای y داریم:



$$F_N - mg = ma \rightarrow F_N - 100 = 10 \times 2 \rightarrow F_N = 120\text{N}$$

از طرفی چون جسم در آستانه لغزش قرار دارد، پس:

$$F = f_{s,max} = \mu_s F_N = 0/5 \times 120 = 60\text{N}$$

$$\rightarrow f_{s,max} = F_e = K\Delta L \rightarrow 60 = 500\Delta L \rightarrow \Delta L = \frac{6}{50}m = 12\text{cm}$$

تست ۳۰:

- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: نیرویی که جسم به کف آسانسور وارد می کند، در حالت اول به صورت زیر به دست می آید:

$$N_1 = m(g - a) = 3(10 - 2) = 24\text{N}$$

گام دوم: در حالت دوم نیروی موردنظر 12/5 درصد افزایش یافته است.

$$N_2 = \frac{112/5}{100} N_1 = 27\text{N}$$

بنابر این داریم:

گام سوم: بدین ترتیب بزرگی شتاب حرکت جسم در حالت دوم برابر است با:



$$N_2 = m(g - a) \rightarrow 27 = 3(10 - a) \rightarrow a = 1 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین بزرگی شتاب حرکت آسانسور $1 \frac{m}{s^2}$ تغییر کرده است.

تست ۳۱:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\text{در حالت اول: } mg = k(I_1 - I_0) \xrightarrow{g=10} 10m = k(80 - I_0)$$

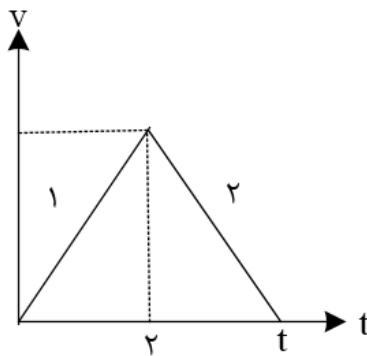
$$\text{در حالت دوم: } m(g - a) = k(I_2 - I_0) \xrightarrow{a=4} 6m = k(70 - I_0)$$

با تقسیم در رابطه فوق بر هم داریم:

$$\rightarrow \frac{10}{6} = \frac{80 - I_0}{70 - I_0} \rightarrow 700 - 10I_0 = 480 - 6I_0 \rightarrow 4I_0 = 220 \rightarrow I_0 = 55cm$$

تست ۳۲:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$a_2 = \mu kg = -2$$

$$(F_{net})_1 = 15 - 0/2(50) = 5N$$

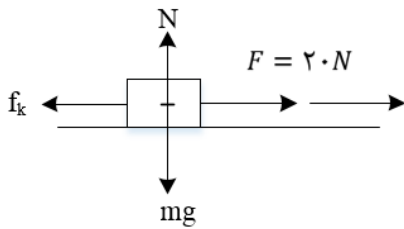
$$(F_{net})_1 = ma_1 \rightarrow a_1 = 1 \frac{m}{s^2}$$

$$\rightarrow V = 2 \frac{m}{s} \rightarrow t = 3 \rightarrow \Delta x = \frac{3 \times 2}{2} = 3m$$

تست ۳۳:



گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است . با توجه به شکل روبه رو شتاب حرکت جسم را به دست می آوریم:



$$F = mg \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow F - \mu_k N = ma_{1x}$$

$$F - \mu_k mg = am_{1x} \rightarrow 20 - 0.3 \times 4 \times 10 = 4 \times a_{1x} \rightarrow a_{1x} = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$V_{1x} = a_{1x}t + V_{0x} \rightarrow V_{1x} = 2 \times 3 + 0 = 6 \frac{m}{s} \quad \text{سرعت جسم در لحظه ی } t = 3s \text{ است با:}$$

در نتیجه جابه جایی جسم بعد از ۳s برابر است با:

$$\Delta x_1 = \frac{V_{0x} + V_{1x}}{2} \cdot \Delta t \rightarrow \Delta x_1 = \frac{0 + 6}{2} \times 3 = 9m$$

اگر در این لحظه ($t = 3s$) نیروی F قطع شود، جسم در اثر نیروی اصطکاک جنبشی بعد از مدتی متوقف می شود که می توان نوشت:

$$F = ma \rightarrow 0 - f_k = ma_{2x} \rightarrow -\mu_k mg = ma_{2x} \rightarrow a_{2x} = -0.3 \times 10 = -3 \frac{m}{s^2}$$

بنابراین جابه جایی جسم از لحظه ی $t = 3s$ تا توقف کامل برابر است با:

$$V_{2x}^2 - V_{1x}^2 = 2a_{2x}\Delta x_2 \rightarrow 0 - (6)^2 = 2(-3) \times \Delta x_2 \rightarrow \Delta x_2 = 6m$$

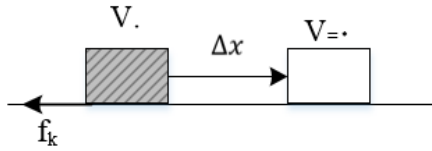
در نتیجه کل جابه جایی جسم از شروع حرکت تا توقف کامل برابر است با:

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 9 + 6 = 15m$$



تست ۳۴:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در حالت کلی برای هر وزنه می توان نوشت:



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$0 - f_k = m\vec{a} \rightarrow a = \frac{-f_k}{m} = \frac{-\mu_k mg}{m} \rightarrow a = -\mu_k g$$

$$V^2 - V_0^2 = 2\vec{a}\Delta\vec{x} \rightarrow \Delta x = \frac{-V_0^2}{-2\mu_k g} \rightarrow \Delta x = \frac{V_0^2}{\mu_k g}$$

با توجه به صورت سوال:

$$\frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{\left(\frac{V_0^2}{\mu_k g}\right)_A}{\left(\frac{V_0^2}{\mu_k g}\right)_B} = \frac{V_{0A}^2}{V_{0B}^2} \times \frac{\mu_{kB}}{\mu_{kA}} \rightarrow \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = 2^2 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

تست ۳۵:

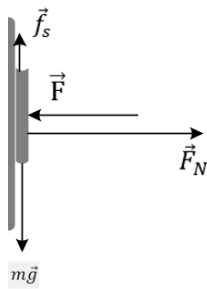
گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$a_{\text{صندوق}} = \mu_u g = 0.25 \times 10 = 2.5 \frac{m}{s}$$

$$x = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{225}{2 \times 2.5} = \frac{225}{5} = 45$$

تست ۳۶:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بیشینه نیروی اصطکاک از رابطه $f_{s,max} = \mu_s F_N$ محاسبه می شود که در آن F_N نیروی عمودی سطح قائم وارد بر کتاب است. از طرفی چون کتاب در حال تعادل است، می توان نتیجه گرفت که برآیند نیروهای وارد بر آن در راستای افق صفر خواهد بود، پس داریم:



$$\sum F_x = \vec{F}_N = F$$

وقتی F دو برابر شود، N نیز دو برابر می شود و در نتیجه $f_{s,max}$ هم دو برابر خواهد شد.

از طرفی می دانیم نیروی اصطکاک هنگامی که جسم در حال تعادل قرار دارد همواره برابر با نیروی محرک وارد به جسم است و چون نیروی محرک که نیروی وزن کتاب است، ثابت است، نیروی اصطکاک هم ثابت خواهد بود.

نیروی واکنش سطح، برآیند نیروهای عمودی سطح و نیروی اصطکاک وارد بر کتاب است.

نیروی عمودی سطح دو برابر شده ولی نیروی اصطکاک وارد بر کتاب ثابت باقی مانده است، بنابر این نیروی واکنش سطح افزایش می یابد ولی به دو برابر نمی رسد.

تست ۳۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$F - f_k = ma \rightarrow F - 10 = 15 \rightarrow F = 25(N)$$

تا زمانی که F بیش تر از f_k باشد، سرعت جسم کاهش نمی یابد.

$$\Delta F = 25 - 10 = 15(N)$$

تست ۳۸:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. حداکثر نیروی جلوبرنده شخص، نیروی اصطکاک ایستایی حداکثر او با زمین است.

$$F_{max} = f_{s,max} = \mu_s mg = 0.8 \times 500 = 400N$$

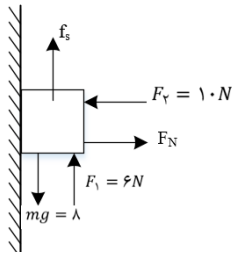
$$F - f_k = ma \rightarrow 400 - 0.1 \times 1000 = 100 \times a \rightarrow 400 - 100 = 100a \rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 16 = 24m$$



تست ۳۹:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$F_N = F_2 = 10$$

$$F_{s,max} = \mu_s \times F_N = 0.5 \times 10 = 5N$$

جسم تمایل به حرکت به سمت پایین داشته و نیروی عامل حرکت، تفاضل وزن و F_1 یعنی $2N$ است که از $f_{s,max}$ کم تر است، پس وزنه در حال تعادل بوده و اصطکاک ایستایی است و جهت نیروی اصطکاک رو به بالا است.

$$f_s = 8 - 6 = 2N$$

تست ۴۰:

پاسخ گزینه ۴ است

تست ۴۱:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تا لحظه ای که نیروی F کمتر از نیروی $f_{s,max}$ باشد، جسم ساکن است؛ در لحظه ای که نیروی F از نیروی $f_{s,max}$ بیشتر شود، نیروی f_k به عنوان اصطکاک به جسم وارد می شود؛ بنابراین باید نیروی $f_{s,max}$ را حساب کرده و نیروی F را برابر با آن قرار دهیم.

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N=mg} f_{s,max} = \mu_s mg \frac{\mu_s = 1/2}{g = 10 \frac{m}{s^2}} \quad f_{s,max} = 12m \rightarrow F = 12m$$

حالا با نوشتن قانون دوم نیوتون، حداقل شتاب را به دست می آوریم:

$$\sum F = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow F - \mu_k mg = ma \xrightarrow{F = 12m, \mu_k = 0.5}{g = 10 \frac{m}{s^2}}$$

$$12m - 0.5 \times m \times 10 = m \times a \rightarrow 12 - 5 = a \rightarrow a = 7 \frac{m}{s^2}$$

تست ۴۲:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جرم واحد طول طناب را برابر d ، طول قسمت آویزان را x و کل طول طناب را L فرض می کنیم. حداکثر طول آویزان در شرایطی است که وزن قسمت آویزان برابر با بیشینه اصطکاک ایستایی قسمت روی میز باشد:

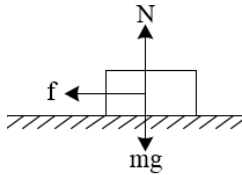
$$mg = \mu_s m' g \rightarrow x \times d \times g = \mu_s \times (L - x) \times d \times g$$

$$x = 0.25(L - x) \rightarrow 1/25x = 0.25L \rightarrow x = \frac{1}{5}L = 0.2L$$



تست ۴۳:

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.



$$\begin{cases} f = \mu N \\ N = mg \end{cases} \rightarrow f = \mu mg = 0/2 \times 10m = 2m$$

$$\sum F = ma \rightarrow -2m = ma \rightarrow a = -2 \frac{m}{s^2} \text{ پس شتاب جسم:}$$

طبق رابطه‌ی مستقل از زمان:

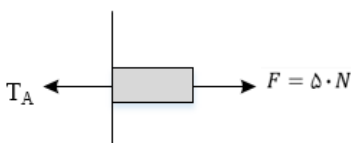
$$V^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow V^2 - 5^2 = 2 \times (-2) \times 4 \rightarrow V^2 = 9 \rightarrow V = 3$$

تست ۴۴:

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا باید شتاب مجموعه را محاسبه کنیم

$$a = \frac{\sum F}{\sum m} = \frac{F - \mu_k mg}{(m + m_{\text{میله}})} = \frac{50 - (0/4 \times 5 \times 10)}{5 + 1} = 5 \frac{m}{s^2}$$

در ادامه با بررسی تعادل سمت راست برای نقطه‌ی A می توان نوشت:



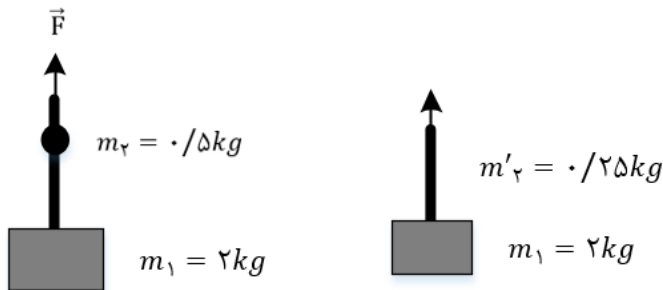
$$F - T_A = \frac{m'}{5} a \text{ و } m' = \frac{1}{5} m_{\text{میله}} = \frac{1}{5} kg$$

$$\rightarrow 50 - T_A = \frac{1}{5} \times 5 \rightarrow T_A = 49N$$



تست ۴۵:

گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است



$$F - (m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a \rightarrow 30 - (2/5) \times 10 = 2/5 \times a \rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

$$T - (m_1 + m'_2)g = (m_1 + m'_2)a \rightarrow$$

$$T - (2/25) \times 10 = 2/25 \times 2 \rightarrow T = 27N$$

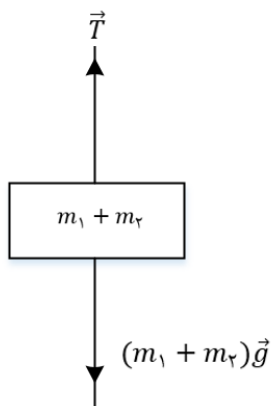
تست ۴۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

ابتدا شتاب حرکت را محاسبه می کنیم:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6}{5} = 1/2 \frac{m}{s^2}$$

برای محاسبه ی بزرگی نیروی کشش نخ خواهیم داشت:



$$F_{net} = m_{کل} a$$

$$\rightarrow T - (m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$$

$$\rightarrow T - 240 = 24 \times 1/2 \rightarrow T = 268/8N$$

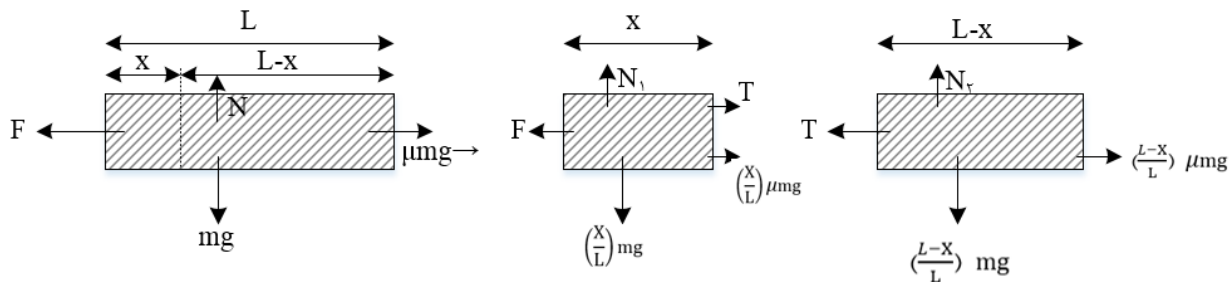
تست ۴۷:

گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. از آنجا که جرم حلقه ها با هم برابر است، و زنجیر پیوستگی خود را حفظ می کند و با یک شتاب بالا می رود، - طبق رابطه ی $F = ma$ که در این رابطه F ، برآیند نیروهای وارد بر جسم است، باید F یکسانی به آنها وارد شود.



تست ۴۸:

گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است. این ریسمان بر روی سطح افقی با ضریب اصطکاک μ و با نیروی افقی F کشیده می شود. چون بنا به فرض مسئله $F > \mu mg$ است، برآیند نیروهای افقی وارد بر ریسمان، شتابی در جهت نیروی F به آن می دهد، این شتاب را α می نامیم، مطابق شکل بخشی از ریسمان که به فاصله ی X از انتهای چپ ریسمان قرار دارد را در نظر می گیریم، به دلیل این که ریسمان همگن می باشد، جرم آن به صورت یکنواخت در فاصله ی L توزیع شده است. پس توزیع نیروی وزن (mg) ، نیروی عمودی تکیه گاه (N) و در نتیجه نیروی اصطکاک در سطح تماس بین ریسمان و سطح افقی نیز یکنواخت است. پس اندازه ی نیروی اصطکاک که به قطعه ی به طول X از ریسمانی به طول L وارد می شود، متناسب با طول قطعه است و می توانیم نیروی اصطکاک وارد بر این قطعه را به نسبت نیروی اصطکاک وارد بر کل ریسمان برابر $\mu mg \left(\frac{X}{L}\right)$ در نظر بگیریم، به قطعه ی دیگر ریسمان نیز باید نیروی اصطکاک $\mu mg \left(\frac{L-X}{L}\right)$ وارد می شود



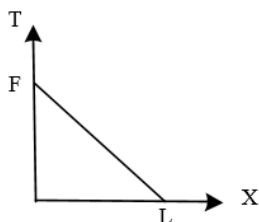
ابتدا برای کل ریسمان قانون دوم نیوتون را به کار می بریم و شتاب ریسمان را محاسبه می کنیم.

$$F - \mu mg = ma \rightarrow a = \frac{F - \mu mg}{m}$$

سپس با مشخص بودن شتاب a ، برای یکی از قطعات ریسمان، مانند قطعه ای به طول X قانون دوم نیوتون را به کار می بریم تا نیروی کشش T به دست آید.

$$F - T - f_{K1} = m_1 a \rightarrow F - T - \left(\frac{X}{L}\right) \mu mg = \left(\frac{X}{L}\right) m \times \frac{F - \mu mg}{m}$$

$$\rightarrow F - T - \frac{X}{L} \mu mg = \frac{X}{L} F - \frac{X}{L} \mu mg \rightarrow T = F - \frac{X}{L} F \rightarrow T = \left(1 - \frac{X}{L}\right) F$$



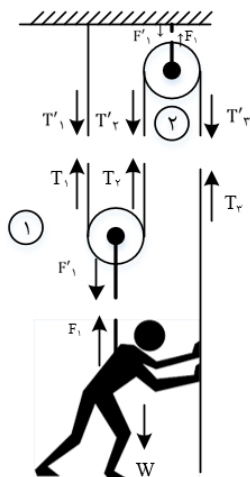
چون تابع T حسب X درجه یک می باشد، به صورت خطی با شیب منفی رسم می شود به طوری که در $X = 0$ مقدار T برابر F و در $X = L$ مقدار T برابر صفر خواهد شد.



تست ۴۹:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر تمامی نیروهای وارد بر شخص، قرقره ها و نخ و عکس العمل آنها را مشخص می کنیم. طبق فرض مسئله جرم نخ و قرقره ها ناچیز است. با صرفنظر از اصطکاک قرقره ها و نخ خواهیم داشت:

شخص نیرویی به اندازه ی T'_3 را به نخ وارد کرده است که سبب پایین کشیده شدن نخ می شود، عکس العمل این نیرو یعنی T_3 به دستان شخص وارد شده و او را به سمت بالا می کشد. $(T'_3 = T_3)$ در قرقره ی شماره ی (۲) نیروهای T'_2 و T'_3 قرقره را به سمت پایین می کشند و نیروی F_2 از طرف سقف و تکیه گاه قرقره را به سمت بالا می کشد. چون از جرم ها و اصطکاک چشم پوشی شده است مقدار T'_2 و T'_3 یکسانند و مقدار F_2 دو برابر T_2 است که دانستن آن برای حل مسئله لازم نیست. در قرقره ی شماره (۱) عکس العمل نیروی T'_2 ، یعنی نیروی T_2 به نخ پایینی وارد شده و قرقره را به سمت بالا می کشد. در طرف دیگر این قرقره نیروی T_1 نخ و قرقره را به سمت بالا می کشد. عکس العمل این نیرو، یعنی T_1 نخ متصل به سقف را به سمت پایین می کشد. در طرف پایین قرقره قلاب متصل به کارگر نیروی F_2 را به کارگر و به سمت بالا وارد می کند و عکس العمل این نیرو، یعنی F'_1 قرقره را به سمت پایین می کشد. چون از جرم ها و اصطکاک چشم پوشی شده است، مقدارهای T_1 و T_2 یکسانند و مقدار F'_1 دو برابر T_1 است. حال نتایج به دست آمده از برابری نیروها را جمع بندی می کنیم:



$$\begin{cases} T_3 = T'_3 \\ T_2 = T'_2 \text{ و } T'_2 = T'_3 \rightarrow T_1 = T_2 = T_3 \text{ و } F_1 = F'_1 \text{ و } F'_1 = 2T_1 \rightarrow F_1 = 2T_3 \\ T_1 = T'_1 \text{ و } T_2 = T_1 \end{cases}$$

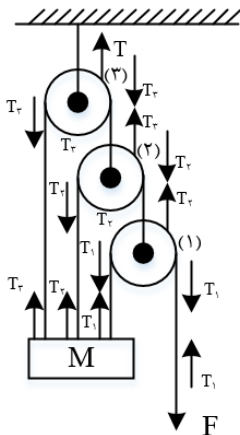
نیروهایی که به شخص وارد می شود، عبارتند از T_3 و F_1 که او را به سمت بالا می کشند و نیروی وزن W که به سمت پایین وارد می شوند. حداقل نیروی کارگر باید به گونه ای باشد که برآیند نیروهای وارد بر او صفر باشد و با سرعت ثابت به سمت بالا حرکت کند. بنابراین:

$$F_1 + T_3 = W \rightarrow 2T_3 + T_3 = W \rightarrow 3T_3 = W \rightarrow T_3 = \frac{W}{3}$$



تست ۵۰:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر از جرم نخ ها صرف نظر شده باشد، باتوجه به قانون دوم نیوتن می توانیم نیروی کشش نخ را در سراسر طول نخ یک پارچه مقداری یکسان و ثابت در نظر بگیریم. پس در شکل زیر سه نخ وجود دارد که کشش آنها ثابت و بدون تغییر است. با استفاده از نیروی کشش این نخ ها می توانیم نیروی کشش نخ T را به دست آوریم.



با چشم پوشی از جرم و اصطکاک قرقره ها، برای هر کدام از آنها، شرط تعادل نیروها را به کار می بریم و برآیند نیروها را برابر صفر قرار می دهیم.

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\text{شرط تعادل قرقره ی (۱): } T_2 - T_1 - T_1 = 0 \rightarrow T_2 - 2T_1 = 0 \\ \rightarrow T_2 = 2T_1$$

$$\text{شرط تعادل قرقره ی (۲): } T_3 - T_2 - T_2 = 0 \rightarrow T_3 - 2T_2 = 0 \\ \rightarrow T_3 = 2T_2$$

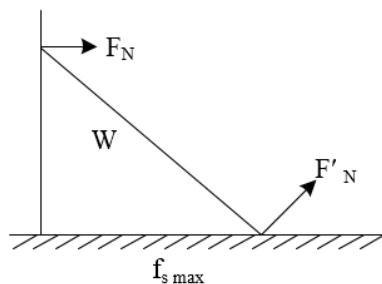
$$\text{شرط تعادل قرقره ی (۳): } T - T_3 - T_3 = 0 \rightarrow T - 2T_3 = 0 \rightarrow T = 2T_3$$

از ترکیب روابط به دست آمده و با توجه به این که نیروی کشش T_1 برابر F است، داریم:

$$T = 2 \times (2T_2) = 4T_2 = 4 \times (2T_1) = 8T_1 \rightarrow T = 8F$$

تست ۵۱:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$F_R = \sqrt{F_N'^2 + f_{s\max}^2}, F_N' = W = 160N$$

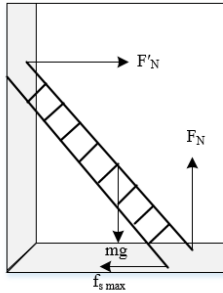
$$200 = \sqrt{160^2 + f_{s\max}^2} \rightarrow f_{s\max} = 120N$$

$$\mu_s = \frac{f_{s\max}}{F_N'} = \frac{120}{160} = \frac{3}{4}$$



تست ۵۲:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$F_N = m(g + a) \rightarrow F_N = 48N \rightarrow f_N = 48N$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = \frac{1}{4} \times 48 = 12N$$

$$\rightarrow F'_N = f_s \cdot max = 12N$$

تست ۵۳:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مطابق قانون ضربه - اندازه‌ی حرکت، می‌دانیم تغییرات اندازه‌ی حرکت یک جسم ($P = m \cdot V, \Delta P$) در یک بازه‌ی زمانی مشخص برابر ضربه‌ی وارد شده به آن جسم ($F \cdot \Delta t$) در همان بازه‌ی زمانی است. مطابق نمودار مقابل و با توجه به تعریف انجام شده از ضربه، هرگاه نیروی اعمال شده به جسم متغیر باشد، ضربه‌ی وارد شده به جسم را می‌توانیم با محاسبه‌ی سطح زیر نمودار نیرو - زمان ($F - t$) به دست آوریم. بنابر این داریم:

$$F \Delta t = S_1 + S_2 + S_3$$

$$= 10 \times (1 - 0) + 6 \times (2 - 1) + 8 \times (2/5 - 2) = 10 + 6 + 4 = 20 \text{ NS}$$

$$\Delta P = F \cdot \Delta t \rightarrow m \cdot \Delta V = F \cdot t, V_0 = 0$$

$$\rightarrow 5 \times (V - 0) = 20 \rightarrow V = \frac{20}{5} = 4 \frac{m}{s}$$



تست ۵۴:

گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. مطابق قانون ضربه - اندازه حرکت، تغییرات اندازه ی حرکت یک جسم برابر است با ضربه ای که به آن منتقل می شود. لذا هرگاه به جسمی به جرم m در مدت زمان Δt نیروی F وارد شود و در نتیجه سرعت آن به اندازه ΔV تغییر کند، می توان نوشت:

$$m \cdot \Delta V = F \cdot \Delta t$$

در این رابطه $F \cdot \Delta t$ ضربه ای است که به جسم وارد می شود و مقدار آن هرگاه نیروی F متغیر باشد برابر سطح زیر منحنی نیرو - زمان خواهد بود.

سطح زیر منحنی نیرو - زمان $m\Delta V =$

زیر منحنی مذکور ۲۱ خانه ی کامل وجود دارد و تعداد معادل خانه های نیمه ۷ خانه در نظر می گیریم.

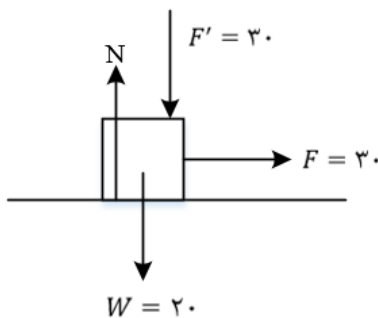
$$\rightarrow S = (21 + 7) \times (5 \times 0.5) = 70 \text{ N.s}$$

$$m \cdot \Delta V = 70 \rightarrow 0.5 \times 0.8V - (-V) = 70 \rightarrow 0.5 \times 1.6V = 70 \rightarrow V = 21 \text{ m/s}$$

$$\rightarrow 0.9V = 70 \rightarrow h = \frac{V^2}{2g} = \frac{(0.8)^2}{2 \times 10} = \frac{(0.8 \times 7/8)^2}{2 \times 10} \cong 2 \text{ m}$$

تست ۵۵:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$N = F' + W = 30 + 20 + 50 \text{ N}$$

$$f_{s,max} = \mu_s N = 0.5 \times 50 = 25 \text{ N} \xrightarrow{f_{s,max} > 20 \text{ N}} F_s = 20 \text{ N}$$

جسم ثابت است شروع به حرکت نمی کند بنابر این تغییر تکانه ی آن صفر است.



تست ۵۶:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$K = \frac{P^2}{2m} \rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{P_A}{P_B}\right)^2 \times \frac{m_B}{m_A} \rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \times \frac{5}{8} = \frac{10}{9}$$

تست ۵۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$P = 15 \times 9 + 15 = 10 \times 15 = 150$$

$$P = 15 \times 36 + 30 = 30 \times 18 + 30 = 19 \times 30$$

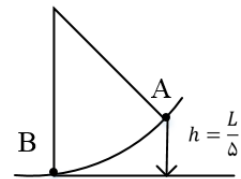
$$F_{net} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{19 \times 30 - 5 \times 30}{3} = \frac{14 \times 30}{3} = 140N$$

تست ۵۸:

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است

$$E_A = E_B \rightarrow Mgh = \frac{1}{2}MV^2 \rightarrow V^2 = 2gh = 2g \times \frac{L}{5}$$

$$\vec{P} = M\vec{V} \rightarrow P = M \times \sqrt{\frac{2gL}{5}} \rightarrow P = \sqrt{\frac{2gLM^2}{5}}$$



راه دوم: چون $K = \frac{P^2}{2M}$ است. بنابراین:

$$E_1 = E_2 \rightarrow U = K \rightarrow Mg \frac{L}{5} = \frac{P^2}{2M} \rightarrow P = \sqrt{\frac{2M^2gL}{5}}$$

تست ۵۹:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به معادله تکانه - زمان، ابتدا این کمیت را حساب می‌کنیم:

$$P = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 2\sin\left(\frac{100\pi}{400} + \frac{\pi}{2}\right) = 2\sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\rightarrow P = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \frac{kgm}{s}$$

$$K = \frac{P^2}{2M} \rightarrow K = \frac{(\sqrt{2})^2}{2 \times 4} = 0.25J$$



تست ۶۰:

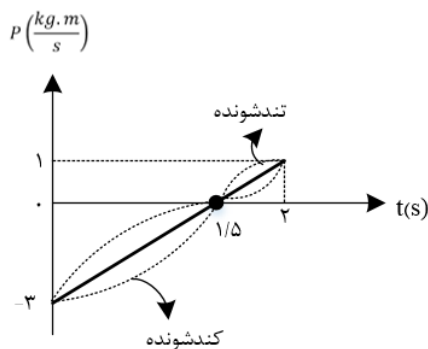
گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$P = 4 = a(t - 1)^2 \rightarrow 0 - 4 = a(3 - 1)^2 \rightarrow a = -1 \rightarrow P = -t^2 + 2t + 3$$

تست ۶۱: گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی شخصی به تشک برخورد می کند با زیاد کردن زمان برخورد نیروی وارد بر شخص کاهش می یابد.

$$\Delta P = m\Delta v = F\Delta t \rightarrow F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

تست ۶۲: گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همان طور که می دانیم، نحوه تغییرات تکانه‌ی یک جسم مشابه نحوه تغییرات سرعت آن جسم است. بنابراین از روی نمودار تکانه - زمان، تند یا کند شونده بودن حرکت را تعیین می کنیم:



$$P = 2t - 3$$

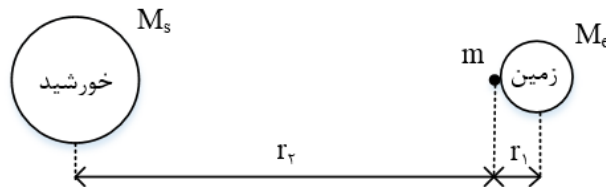
مطابق شکل در بازه‌ی زمانی $0 \leq t \leq 1/5s$ ، اندازه‌ی تکانه و در نتیجه اندازه‌ی سرعت متحرک کاهش یافته و در نتیجه حرکت متحرک از نوع کندشونده است. از طرفی در بازه‌ی زمانی $1/5s \leq t < 2s$ ، اندازه‌ی سرعت متحرک افزایش یافته و در نتیجه حرکت متحرک از نوع تند شونده است.

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = 2N \rightarrow a = \frac{F_{av}}{m} = \frac{2}{2} = 1 \frac{m}{s^2}$$

دقت کنید: با توجه به خطی بودن معادله‌ی تکانه - زمان، نیروی وارد بر متحرک، مقدار ثابتی است و در نتیجه شتاب متوسط آن نیز برابر مقدار ثابتی است.



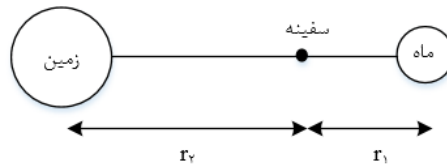
تست ۶۳: گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. مطابق قانون گرانش نیوتن، نیرویی که سیاره ای به جرم M به جسمی به جرم m که در فاصله ی ۲ از مرکز سیاره قرار دارد وارد می کند برابر $F = G \frac{Mm}{R^2}$ می باشد. بنابراین خواهیم داشت:



$$\begin{cases} F = G \frac{M_s m}{r_2^2} \\ W = G \frac{M_e m}{r_1^2} \end{cases} \rightarrow \frac{F}{W} = \frac{M_s}{M_e} \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\rightarrow \frac{F}{W} = \frac{2 \times 10^{30}}{6 \times 10^{24}} \times \left(\frac{\frac{6}{4} \times 10^6}{\frac{1}{5} \times 10^{11}} \right)^2 = \frac{10^6}{3} \times \left(\frac{4/27}{10^5} \right)^2 \cong 10^{-3}$$

تست ۶۴: گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



گام اول: ابتدا شکل ساده ای از وضعیت قرارگیری سفینه را رسم می کنیم:

گام دوم: اطلاعات مربوط به ماه را با اندیس (۱) و اطلاعات مربوط به زمین را با اندیس (۲) نشان می دهیم و داریم:

$$F = \frac{GMm}{r^2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{M_2}{M_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\frac{F_2 = 4F_1}{M_2 = 81M_1} \rightarrow 4 = 81 \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \rightarrow 2 = 9 \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right) \rightarrow r_2 = 4/5 r_1$$

گام سوم: طبق صورت سؤال، فاصله ی مرکز ماه تا مرکز زمین برابر $374 \times 10^3 km$ است. بنابر این داریم:

$$r_1 + r_2 = 374 \times 10^3 \xrightarrow{r_2 = 4/5 r_1} 5/5 r_1 = 374 \times 10^3 \rightarrow r_1 = 68 \times 10^3 km$$



تست ۶۵: گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

ابتدا رابطه‌ی شتاب گرانش را بر حسب شعاع و چگالی به دست می آوریم:

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad \begin{matrix} M = \rho V \\ V = \frac{4}{3}\pi r^3 \end{matrix} \quad g = \frac{G \times \rho \times \frac{4}{3}\pi r^3}{r^2} \rightarrow g = \frac{4}{3}\pi G \rho r$$

$$\rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{r_A}{r_B} = 3 \times 2 = 6$$

تست ۶۶: گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می دانیم که از قانون گرانش نیوتن، نیرویی که سیاره ای به جرم M و شعاع R به جسمی به جرم m که بر روی سطح آن قرار دارد وارد می کند، به صورت زیر محاسبه می شود، این نیروی گرانش، وزن نام دارد.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \rightarrow W = G \frac{Mm}{R^2}$$

از طرفی، نیروی وزن یک جسم در سیاره ای با حاصل ضرب جرم جسم و شتاب گرانش آن سیاره برابر است. یعنی:

$$W = mg, \quad W = G \frac{Mm}{R^2} = \left(\frac{MG}{R^2} \right) \times m \rightarrow \text{شتاب گرانش در سطح سیاره } g = \frac{GM}{R^2}$$

در این روابط G ثابت جهانی گرانش می باشد.

اگر سیاره ی مورد نظر را به صورت کره ای کامل با شعاع R و چگالی یکنواخت ρ فرض کنیم، جرم آن برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad \text{حجم کره } V = \frac{4}{3}\pi r^3 \rightarrow \text{حجم سیاره } V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \rightarrow M = \frac{4}{3}\pi \rho R^3$$

با جایگزینی جرم M در رابطه‌ی شتاب گرانش در سطح سیاره داریم:

$$g = G \times \frac{\frac{4}{3}\pi \rho R^3}{R^2} \rightarrow g = \frac{4}{3}\pi G \rho R$$

پس برای سیاره های X و Y می توانیم نسبت g_x به g_y را به صورت زیر به دست آوریم:



$$\rho_x = \rho_y, R_x = \frac{1}{2} R_y$$

$$\frac{g_x}{g_y} = \frac{\frac{4}{3} \pi G \rho_x R_x}{\frac{4}{3} \pi G \rho_y R_y} = \left(\frac{\rho_x}{\rho_y} \right) \times \left(\frac{R_x}{R_y} \right) \rightarrow \frac{g_x}{g_y} = (1) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$



حرکت دایره‌ای

(ویژه دانش آموزان رشته ریاضی)

حرکت دایره‌ای

چند نکته و تعریف مقدماتی:

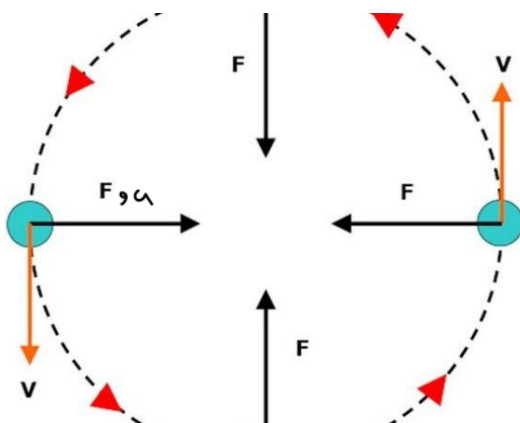
اگر جسمی بر روی مسیر دایره ای شکل حرکت کند این حرکت را حرکت دایره ای می‌گوییم. اگر متحرک در جهت پادساعتگرد روی دایره حرکت کند این جهت را به عنوان جهت مثبت در نظر می‌گیریم

در فصل اول حرکت روی خط راست را بررسی کردیم اما در این بخش می‌خواهیم حرکت جسمی را بررسی کنیم که روی یک دایره یا بخشی از آن حرکت می‌کند بدین منظور ذره ای را در نظر می‌گیریم که روی یک مسیر دایره ای با تندی ثابت حرکت می‌کند به این نوع حرکت، **حرکت دایره ای یکنواخت** می‌گویند در حرکت دایره ای یکنواخت، اندازه ^{تندی} ~~سرعت~~ ثابت است اما جهت آن دائماً تغییر می‌کند. به همین

دلیل **حرکت دایره ای، حرکتی شتاب دار** است همچنین همواره بردار سرعت ذره مماس بر مسیر

حرکت دایره ای است ولی جهت شتاب لحظه ای به طرف مرکز خواهد بود در حرکت دایره ای یکنواخت نیز یک نیروی خالص رو به مرکز، سبب ایجاد شتاب مرکزگرا می‌شود نیروی خالصی که منجر به حرکت دایره ای می‌شود، **نیروی مرکزگرا** می‌گوییم. همچنین در حرکت دایره ای یکنواخت، مدت زمان لازم برای پیمودن یک دور محیط دایره را دوره تناوب (دوره) می‌نامیم. همچنین تعداد که ذره در یک ثانیه طی می‌کند را بسامد (فرکانس) می‌نامیم. بسامد را با f نشان

می‌دهند و برحسب $(\frac{1}{s})$ یا هرتز (Hz) می‌باشد.



انواع سرعت در حرکت دایره‌ای

ما توی حرکت دایره‌ای سه جور می‌تونیم سرعت رو محاسبه کنیم، می‌تونیم زاویه طی شده رو به زمان تقسیم کنیم، یا می‌تونیم جابه‌جایی رو به زمان تقسیم

کنیم و یا مسافت طی شده رو به زمان تقسیم کنیم. بنابراین:



سرعت زاویه‌ای متوسط: نسبت جابه‌جایی زاویه‌ای به زمان آن را سرعت زاویه‌ای متوسط می‌نامیم و آن را از رابطه‌ی روبرو بدست می‌آوریم.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \quad , \quad T = \frac{1}{f} \rightarrow \omega = 2\pi f$$

سرعت متوسط: از حاصل تقسیم جابه‌جایی به زمان به دست می‌آید!

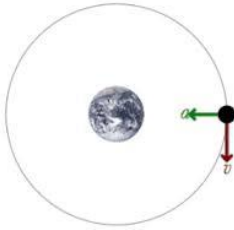
$$v_{\text{متوسط}} = \frac{2R \sin \frac{\alpha}{2}}{\Delta t}$$

سرعت خطی (در واقع تندی خطی): از حاصل تقسیم مسافت به زمان به دست می‌آید!

$$v_{\text{خطی}} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi f R$$

شتاب در حرکت دایره ای یکنواخت

اگر ذره ای بر مسیر دایره ای حرکت یکنواخت داشته باشد بردار سرعت در هر لحظه مماس بر مسیر حرکت است. با اینکه بزرگی بردار سرعت ثابت است ولی به علت اینکه راستای بردار سرعت تغییر می کند پس حرکت شتابدار است و از دو رابطه زیر محاسبه می شود



$$\left[\begin{aligned} a &= \frac{V^2}{R} \\ a &= R\omega^2 \end{aligned} \right.$$

نیروی مرکز گرا:

در حرکت دایره ای یکنواخت، شتاب جسم در راستای شعاع دایره و جهت آن به طرف مرکز است. با توجه به قانون دوم نیوتن ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) نیرو و شتاب هم جهت اند در نتیجه در حرکت دایره ای یکنواخت، برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای شعاع و به سوی مرکز است. به همین علت برآیند نیروهای وارد بر جسم که باعث حرکت دایره ای می شود را نیروی مرکز گرا می نامیم.

$$F = ma$$

نیروی مرکزگرا را از رابطه ی زیر بدست می آوریم:

$$a = \frac{V^2}{R} \text{ و } a = R\omega^2$$

$$\vec{F} = m \frac{V^2}{R}$$

$$\text{و } \vec{F} = mR\omega^2$$

m : جرم جسم بر حسب kg.

r : شعاع مسیر دایره ای بر حسب m

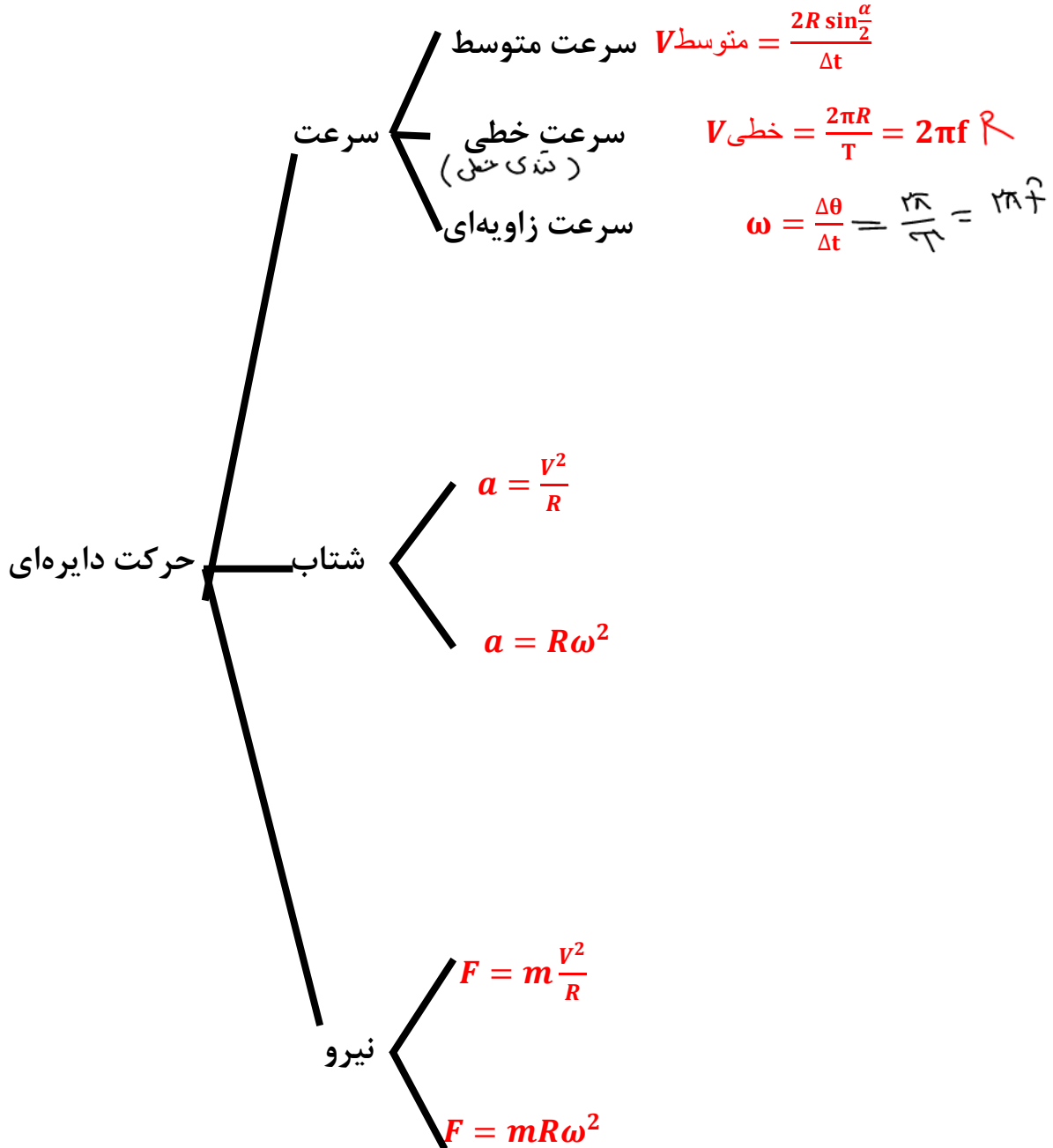
V : سرعت خطی جسم بر حسب $\frac{m}{s}$

ω : سرعت زاویه ای جسم بر حسب $\frac{rad}{s}$

نکته : در حرکت دایره ای یکنواخت نیروهایی مانند: نیروی کشش نخ، نیروی اصطکاک، نیروی فنر، نیروی گرانشی و ... می توانند نیرویی مرکزگرا باشند.



جمع‌بندی سرعت و شتاب و نیرو در حرکت دایره‌ای

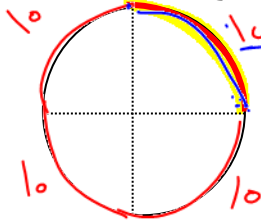




مثال: ماشینی دور یک میدان در حال چرخیدن است، اگر این ماشین کمان 90° درجه ای را در مدت

۱۰ ثانیه طی کرده باشد (یعنی یک دور کامل ۴۰ ثانیه باشد)، سرعت متوسط و تندی خطی و سرعت زاویه-

ای متوسط را به ترتیب از راست به چپ برابرست با کدام است؟ (شعاع میدان ۲۰ متر است)



$$V_{\text{متوسط}} = \frac{2R \sin \frac{\alpha}{2}}{\Delta t} = \frac{2(20) \sin 45}{10}$$

$$V_{\text{خطی}} = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi(20)}{40}$$

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2}}{10} = \frac{\pi}{20}$$

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2}}{10} = \frac{\pi}{20}$$

تست: در حرکت وضعی زمین به دور محور خود، به ترتیب از راست به چپ، سرعت زاویه‌ای و تندی خطی

افرادی که در عرض جغرافیایی 60° درجه شمالی زندگی می‌کنند تقریباً چند برابر ساکنین استوا است؟

۲-۲(۴)

۱-۱(۳)

۰/۵-۱(۲)

۱-۲(۱)

بسامد زاویه ای برای تمام ساکنین کره زمین یکسان است، بنابراین نسبت آن می‌شود

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\frac{2\pi}{T}}{\frac{2\pi}{T}} = 1$$

اما سرعت خطی با شعاع چرخش رابطه دارد و برای ساکنین مختلف کره زمین متفاوت است

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{2\pi R \cos 60}{T}}{\frac{2\pi R}{T}} = 0.5$$



$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$F_1 = F_2$$

تست: دو جسم m_1 و m_2 تحت تاثیر دو نیروی مرکزگرای مساوی به ترتیب روی دومییر دایره ای به

شعاع های R_1 و R_2 در حال چرخش هستند، نسبت دوره تناوب دومی به دوره تناوب ولی کدامست؟

$$\sqrt{\frac{m_2 R_2}{m_1 R_1}}$$

$$\sqrt{\frac{m_2 R_1}{m_1 R_2}}$$

$$\sqrt{\frac{m_1 R_2}{m_2 R_1}}$$

$$\sqrt{\frac{m_1 R_1}{m_2 R_2}}$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 R_1 \left(\frac{v_1}{R_1} \right)^2 = m_2 R_2 \left(\frac{v_2}{R_2} \right)^2$$

$$m_1 R_1 \left(\frac{2\pi}{T_1} \right)^2 = m_2 R_2 \left(\frac{2\pi}{T_2} \right)^2$$

$$F_1 = F_2$$

$$m_1 R_1 \omega_1^2 = m_2 R_2 \omega_2^2$$

$$m_1 R_1 \left(\frac{2\pi}{T_1} \right)^2 = m_2 R_2 \left(\frac{2\pi}{T_2} \right)^2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2 R_2}{m_1 R_1}}$$

$$F = m R \omega^2$$

$$F = m \frac{v^2}{R}$$

$$F = m \frac{R \omega^2}{1} = m \frac{R \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2}{1}$$



حرکت دایره ای افقی:

اگر گلوله ای به جرم m را به انتهای نخ ببندیم و در مسیری بدون اصطکاک افقی دواران دهیم

نیروی کشش نخ از روابط زیر محاسبه میشود،

$$T = m \frac{v^2}{R} \text{ و } T = m R \omega^2$$

مولد ملاب

همچنین اگر گلوله ای به جرم m را به انتهای فنری ببندیم و در مسیری بدون اصطکاک افقی

دواران دهیم افزایش طول فنر از روابط زیر محاسبه میشود،

$$K \Delta x = m \frac{v^2}{R} \text{ و } K \Delta x = m R \omega^2$$

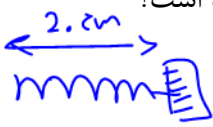
$L_1 + \Delta x$

$L_1 + \Delta x$

تست: طول فنر سبکی در حالت عادی ۲۰ سانتی متر و ثابت آن ۱۰۰ نیوتن بر متر است. وزنه ای ۱۲۵۰

گرمی را به انتهای آن بسته و روی میز افقی بدون اصطکاکی با سرعت V به حرکت در می آوریم، در این

حالت طول فنر ۵ سانتی متر افزایش می یابد در این صورت V چند متر بر ثانیه بوده است؟



۸

۱

۱۰

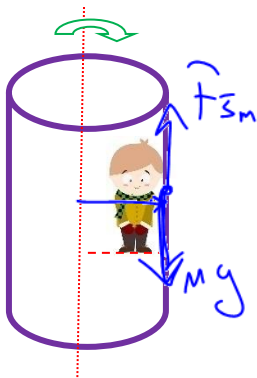
۵

$$K \Delta x = M \frac{v^2}{R} \rightarrow 100 \times 0.05 = 1.25 \frac{v^2}{0.25} \rightarrow v = 1$$

تست: مطابق شکل فردی در یک شهر بازی داخل استوانه مرگ ایستاده است و بدن فرد به دیواره

استوانه کاملاً تکیه دارد، حداقل تندی خطی چرخش استوانه چه قدر باشد تا اگر زیر پای فرد را

خالی کنیم فرد به پایین سقوط نکند؟



$$Mg = F_{sm}$$

$$Mg = \mu_s F_N$$

$$Mg = \mu_s \left(M \frac{v^2}{R} \right)$$

$$\sqrt{\frac{Rg}{\mu_s}} = v$$

$$v = \sqrt{\frac{Rg}{\mu_s}}$$

$$v = \sqrt{\frac{R}{g\mu_s}}$$

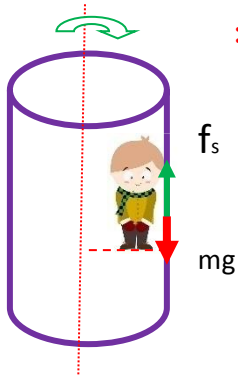
$$v = \sqrt{\mu_s Rg}$$

$$v = \sqrt{\mu_s R}$$



نیروی mg میخواد فرد را به پایین بکشد پس برای آنکه فرد سقوط

نکند بیشینه اصطکاک ایستایی باید دست کم با mg برابر باشد. پس داریم:



$$mg = \mu_s F_N \rightarrow mg = \mu_s m \frac{v^2}{R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{Rg}{\mu_s}}$$

$$\omega \begin{cases} \omega = \frac{v}{R} \\ \omega = 2\pi f \end{cases}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

بسامد زاویه ای چی و دوره تناوب و بسامد رو هم حساب کنید؟

$$mg = \mu_s F_N$$

$$mg = \mu_s (mR\omega^2) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\mu_s R}}$$

$$2\pi f = \sqrt{\frac{g}{\mu_s R}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\mu_s R}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\mu_s R}{g}}$$



فرمول‌های حداکثر سرعت یک ماشین در جاده‌های پیچی شکل

$$f_s = \frac{M \bar{V}}{R}$$

$$\mu_s m g = \frac{M \bar{V}}{R}$$

$$\bar{V}^2 = \mu_s R g \Rightarrow \sqrt{\quad}$$

حداکثر سرعت در جاده پیچی افقی از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$V = \sqrt{\mu R g}$$

حرکت سرعت در جاده پیچی همراه با شیب عرضی و بدون اصطکاک از فرمول زیر

حذف

محاسبه می‌شود:

$$V = \sqrt{\tan \alpha R g}$$

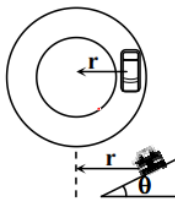
نکته: اتومبیلی در یک مسیر دایره‌ای افقی به شعاع r با حداکثر سرعت مجاز (از نظر اینکه

نلغزد) دور می‌زند و ضریب اصطکاک ایستایی در عرض جاده، بین لاستیک‌ها و جاده μ_s است. اگر

همین اتومبیل بخواهد در یک جاده یخ‌بندان با اصطکاک ناچیز همان مسیر را با همان سرعت دور

بزند، زاویه شیب عرضی جاده چقدر باید باشد؟

$$\alpha = \tan^{-1} \mu \quad \checkmark$$



$$\frac{\pi}{2} - \text{Arctan } \mu_s$$

$$\text{Arc Sin } \mu_s$$

$$\frac{\pi}{2} - \text{ArcSin } \mu_s$$

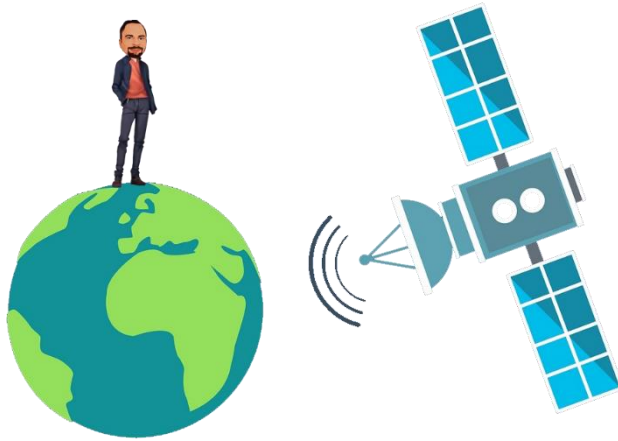
$$V_1 = V_2 \rightarrow \sqrt{\tan \alpha R g} = \sqrt{\mu R g} \rightarrow \tan \alpha = \mu \rightarrow \alpha = \tan^{-1} \mu$$

$$\alpha = \text{Arc tan } \mu$$

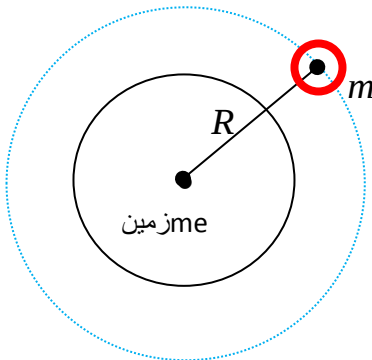


خلاصه نکات مربوط به ماهواره :

ماهواره ها اجسامی هستند که توسط انسان به فضا پرتاب میشوند. این اجسام به علت نیروی جاذبه در مدارهای مشخصی به دور زمین می چرخند و اطلاعات هوا شناسی، جاسوسی و ... را میتوانند مخابره کنند



در ماهواره ها باید فرمول های سرعت (تندی) و دوره تناوب و بسامد و تکانه و انرژی جنبشی را حفظ باشید:



$$V = \sqrt{\frac{GM_e}{R}}$$

سرعت (تندی) ماهواره

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM_e}}$$

دوره تناوب ماهواره

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM_e}{R^3}}$$

بسامد ماهواره

$$P = M_{\text{ماهواره}} \sqrt{\frac{GM_e}{R}}$$

تکانه ماهواره

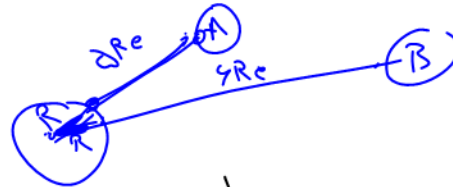
$$K = \frac{1}{2} M_{\text{ماهواره}} \frac{GM_e}{R}$$

انرژی جنبشی ماهواره



تمرین: جرم ماهواره A ۴ برابر جرم ماهواره B است، اگر ماهواره A در فاصله ای به اندازه ۵ برابر شعاع زمین، از سطح زمین قرار داشته باشد، و ماهواره B در فاصله ای به اندازه ۶ برابر شعاع زمین از سطح زمین قرار داشته باشد،

سرعت خطی ماهواره A چند برابر سرعت خطی ماهواره B است؟



سرعت زاویه ای ماهواره A چند برابر سرعت زاویه ای ماهواره B است؟

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{\sqrt{\frac{G M_e}{(5R_e)}}}{\sqrt{\frac{G M_e}{(6R_e)}}} = \sqrt{\frac{6}{5}}$$

$$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{\sqrt{\frac{G M_e}{R_A^3}}}{\sqrt{\frac{G M_e}{R_B^3}}} = \sqrt{\left(\frac{V}{r}\right)^3}$$

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{G M_e}{(5R_e)^3}}}{\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{G M_e}{(6R_e)^3}}} = \sqrt{\left(\frac{V}{r}\right)^3}$$

$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{(5R_e)^3}{G M_e}}}{2\pi \sqrt{\frac{(6R_e)^3}{G M_e}}} = \sqrt{\left(\frac{r}{V}\right)^3}$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{1}{2} M_A V_A^2}{\frac{1}{2} M_B V_B^2} = \frac{M_A V_A^2}{M_B V_B^2} = \frac{4 M_B V_A^2}{M_B V_B^2} = \frac{4 V_A^2}{V_B^2} = \frac{4}{5}$$

انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{M_A V_A^2}{M_B V_B^2} = \frac{4 M_B V_A^2}{M_B V_B^2} = \frac{4 V_A^2}{V_B^2} = \frac{4}{5}$$

تکانه ماهواره A چند برابر تکانه ماهواره B است؟



$$V = \frac{2R \sin \frac{\alpha}{2}}{\Delta t}$$

سرعت متوسط

دایره‌ای

$$V = \frac{\frac{\alpha}{360} 2\pi R}{\Delta t}$$

تندی خطی

سرعت

دایره‌ای

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

متوسط

سرعت زاویه‌ای

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

لحظه‌ای

$$a = \frac{v^2}{R}$$

شتاب

$$a = R\omega^2$$

$$F = m \frac{v^2}{R}$$

نیرو

$$F = mR\omega^2$$

$$T = m \frac{v^2}{R} = mR\omega^2$$

افقی

کشش در حرکت دایره‌ای

$$T - Mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{R}$$

قائم



$$V = \sqrt{\mu R g}$$

جاده پیچی افقی

حداکثر سرعت در جاده پیچی

$$V = \sqrt{\tan \alpha R g}$$

جاده پیچی شیبدار

$$V = \sqrt{\frac{Rg}{\mu_s}}$$

فرمول ۱

دیوار مرگ

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\mu_s R}}$$

فرمول ۲

$$V = \sqrt{\frac{GM_{\text{سیاره}}}{R}}$$

سرعت خطی ماهواره

$$\omega = \sqrt{\frac{GM_{\text{سیاره}}}{R^3}}$$

سرعت زاویه ای ماهواره

ماهواره

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM_{\text{سیاره}}}}$$

دوره تناوب ماهواره



Home work

تست ۱: ذره‌ای با بار الکتریکی q تحت اثر یک میدان مغناطیسی یک نواخت با بزرگی B با سرعت ثابت V بر روی دایره‌ای به شعاع r و در صفحه عمود بر خطوط میدان مغناطیسی در حال دوران است، تکانه این ذره کدام است؟

(۱) $\frac{qB}{r}$ (۲) $\frac{vB}{r}$ (۳) qrB (۴) vrB

تست ۲: اتومبیلی به جرم 1200 کیلوگرم در یک سطح افقی در مسیر دایره‌ای به طور یک نواخت حرکت می‌کند و ضریب اصطکاک ایستایی $\mu_s = 0.5$ است. اگر اتومبیل با حداکثر سرعت مجاز (سرعتی که نلغزد) حرکت کند، نیروی مرکز گرای وارد بر آن چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

(۱) 12000 (۲) 6000 (۳) 5000 (۴) 4500

تست ۳: وزنه‌ای به جرم m را از فنری با وزن ناچیز آویزان می‌کنیم و در حالت تعادل، طول فنر به L می‌رسد. این وزنه را به همین بسته و روی میز بدون اصطکاک در یک سطح افقی به دوران در می‌آوریم و سرعت دوران را به تدریج افزایش می‌دهیم تا طول فنر (شعاع مسیر) به L برسد. در این حال، اندازه سرعت وزنه از کدام رابطه به دست می‌آید؟

(۱) $\sqrt{2Lg}$ (۲) $\sqrt{2}Lg$ (۳) Lg (۴) $\sqrt{Lg}$

تست ۴: یک صفحه افقی دوار در هر دقیقه 30 دور می‌چرخد. اگر فاصله سکه‌ای که روی صفحه قرار دارد از محور آن 0.5 باشد، سکه نمی‌لغزد. حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین صفحه و سکه چقدر است؟ ($\pi^2 = 10$)

(۱) 0.5 (۲) 0.4 (۳) 0.25 (۴) 0.2

تست ۵: اگر طول عقربه ثانیه شمار ساعت دیواری 1.5 cm و طول عقربه دقیقه شمار آن 1.2 cm باشد، سرعت خطی نوک عقربه ثانیه شمار چند برابر سرعت خطی نوک عقربه دقیقه شمار است؟

(۱) 48 (۲) 75 (۳) $\frac{1}{48}$ (۴) $\frac{1}{75}$

تست ۶: یک پروتون و یک ذره α با انرژی جنبشی مساوی به ناحیه‌ای از یک میدان مغناطیسی به بزرگی B وارد می‌شوند و در مسیر دایره‌ای که بر میدان مغناطیسی عمود است، حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد این دو ذره درست است؟ (جرم ذره α ، برابر جرم ذره پروتون فرض شود).

(۱) سرعت α ، دو برابر سرعت پروتون است.

(۲) تکانه پروتون، برابر تکانه ذره α است.

(۳) شعاع مسیر ذره α ، برابر شعاع مسیر پروتون است.

(۴) نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون، 2 برابر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره α است.



تست ۷: متحرکی با تندی ثابت $v = 10 \pi \frac{m}{s}$ روی دایره‌ای به شعاع ۲۰ متر حرکت می‌کند. شتاب متوسط این متحرک در هر ثانیه چند برابر شتاب مرکزگرای آن است؟

(۱) $\frac{2\sqrt{2}}{\pi}$ (۲) $\frac{5}{\pi}$ (۳) $5\sqrt{2}$ (۴) $\sqrt{2}$

تست ۸: خودرویی به جرم ۳ تن در سطح افقی، مسیر دایره‌ای را به صورت یکنواخت طی می‌کند. اگر بزرگی نیرویی که از طرف سطح زمین بر خودرو وارد می‌شود، $10^4 \times \sqrt{10} N$ باشد، نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

(۱) 10^3 (۲) 10^4 (۳) 3×10^3 (۴) 3×10^4

تست ۹: وزنه‌ای را از فنری آویزان می‌کنیم، طول فنر در حالت تعادل به 40 cm می‌رسد. این وزنه را به همین فنر بسته و روی سطح افقی بدون اصطکاک حول ابتدای فنر به دوران درمی‌آوریم و سرعت دوران را به تدریج افزایش می‌دهیم تا طول فنر دوباره به 40 cm برسد. در این حالت تندی وزنه چند متر مربع بر ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

(۱) ۲٫۵ (۲) $\sqrt{2.5}$ (۳) ۲ (۴) $\sqrt{2}$

تست ۱۰: یک صفحه افقی حول محور قائم دوران می‌کند و در هر دقیقه ۶ دور کامل می‌چرخد. مکعبی به جرم 5 kg روی این صفحه و در فاصله ۲ متری از محور دوران قرار دارد و بدون لغزش با صفحه می‌چرخد، نیروی اصطکاکی که بر مکعب وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

(۱) ۸ (۲) ۲۰ (۳) $0.2\pi^2$ (۴) $0.4\pi^2$

تست ۱۱: فاصله ماهواره A از سطح زمین به اندازه شعاع زمین، و فاصله ماهواره B تا سطح زمین ۷ برابر شعاع زمین است. دوره گردش ماهواره B چند برابر دوره گردش ماهواره A است؟

(۱) ۲ (۲) ۱۶ (۳) ۸ (۴) ۴

تست ۱۲: در ماهواره A و B به جرم‌های m_A و $m_B = 2m_A$ روی دو مدار دایره‌ای شکل دور زمین می‌چرخند. ماهواره A در ارتفاع 6730 km و ماهواره B در ارتفاع 12740 km از سطح زمین قرار دارند. انرژی جنبشی ماهواره‌ای A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟ (شعاع زمین را 6730 km فرض کنید.)

(۱) $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{3}{4}$

تست ۱۳: دو ماهواره A و B به ترتیب در فاصله $\frac{1}{3}$ شعاع زمین از سطح زمین و در فاصله $\frac{1}{2}$ شعاع زمین از سطح زمین در حال چرخش دور زمین می‌باشند. دوره گردش ماهواره B چند برابر ماهواره A است؟

(۱) $\frac{28}{7}\sqrt{2}$ (۲) $\frac{9}{32}\sqrt{2}$ (۳) $\frac{27}{32}\sqrt{2}$ (۴) $\frac{9\sqrt{2}}{16}$



تست ۱۴: دو ماهواره A و B که جرم‌های یکسانی دارند به دور زمین می‌چرخند. اگر تکانه ماهواره B سه برابر تکانه ماهواره A باشند، دوره تناوب ماهواره B چند برابر دوره تناوب ماهواره A است؟

- (۱) $\frac{\sqrt{3}}{9}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۴) $\frac{1}{27}$

تست ۱۵: ماهواره A به جرم $2m$ و ماهواره B به جرم m به ترتیب در ارتفاع $3R_e$ و $8R_e$ از سطح زمین در حال گردش هستند. تکانه ماهواره B چند برابر تکانه ماهواره A است؟ (R_e ، شعاع کره زمین است.)

- (۱) $\frac{3}{4}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) $\frac{8}{9}$ (۴) $\frac{4}{3}$

تست ۱۶: ماهواره‌ای به جرم 250 kg در یک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد. اگر فاصله ماهواره از سطح زمین ۱۶۰۰ کیلومتر باشد، انرژی جنبشی ماهواره چند گیگاژول است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$, $R_e = 6400$)

- (۱) $۶,۴$ (۲) ۶۴ (۳) ۶۴۰ (۴) ۶۴۰۰



پاسخ نامه

۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نیروی مرکزگرا برابر با نیروی مغناطیسی است.

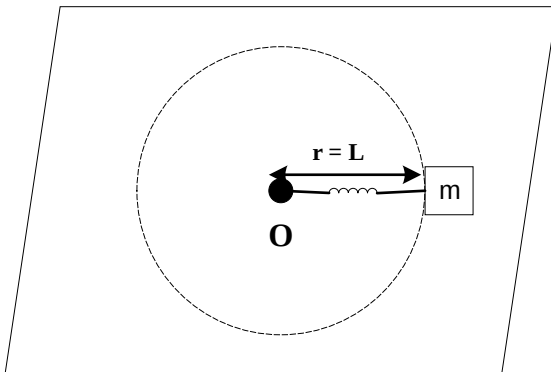
$$F_{net} = F_B = \frac{mv^2}{r} = qvB \sin \alpha \quad \begin{matrix} \alpha = 90^\circ \\ \rightarrow \\ \sin 90^\circ = 1 \end{matrix} \quad \frac{mv^2}{r} = qvB \rightarrow mv = qrB \rightarrow p = qrB$$

۲ - گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{matrix} F = m \frac{V^2}{2} \\ f_s \\ f_{s, max} = \mu_s N = \mu_s m g \end{matrix} \right\} \rightarrow m \frac{V_{max}^2}{r} = \mu_s m g \rightarrow \frac{V_{max}^2}{r} = \mu_s g = 0.5 (10) = 5 \frac{m}{s^2}$$

$$\rightarrow F_{مرکزگرا} = f_{s, max} = (1200 \text{ kg}) \left(5 \frac{m}{s^2} \right) = 6000 \text{ N}$$

۳- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در حالت اول که فنر به وزنه آویزان بوده و در حالت تعادل است، داریم:



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{نیروی مرکزگرا: } F_c = \frac{mV^2}{r} = \frac{mV^2}{L} \\ \rightarrow \frac{mV^2}{L} = mg \rightarrow V^2 = Lg \rightarrow V = \sqrt{Lg} \\ F_c = mg \text{ : با توجه به قسمت اول سؤال} \end{array} \right.$$

۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در هر دقیقه ۳۰ دور می‌چرخد $\leftarrow t = \frac{60s}{30} = 2s$

نیروی مرکزگرای چرخش سکه به همراه صفحه گردان همان نیروی اصطکاک ایستایی سکه و صفحه است.

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 0.5m}{2s} = \frac{\pi}{2} m/s$$

$$f_s = \frac{mv^2}{r} = \frac{m \left(\frac{\pi}{2} \right)^2}{0.5} = \frac{\pi^2}{2} m \approx 5m$$

$$f_s \leq f_{s, max} = \mu_s N = \mu_s m g \rightarrow 5m \leq \mu_s \times m \times 10 \rightarrow \mu_s \geq 0.5$$



۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$v = R\omega = R \left(\frac{2\pi}{T} \right)$$

$$\frac{v_s}{v_m} = \frac{R_s}{R_m} \times \frac{T_m}{T_s} = \frac{1.5}{1.2} \times \frac{60}{1} \rightarrow \frac{v_s}{v_m} = 75$$

۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$M_\alpha = 4M_\alpha$$

$$K_\alpha = K_p \rightarrow \frac{1}{2} M_\alpha V_\alpha^2 = \frac{1}{2} M_p V_p^2 \rightarrow 4V_\alpha^2 = V_p^2 \rightarrow 2V_\alpha = V_p \rightarrow V_\alpha = \frac{1}{2} V_p$$

$$\rightarrow P = mV \rightarrow \begin{cases} P_\alpha = M_\alpha V_\alpha \\ P_p = M_p V_p \end{cases} \rightarrow \frac{P_\alpha}{P_p} = \frac{M_\alpha}{M_p} \times \frac{V_\alpha}{V_p} = 4 \times \frac{1}{2} = 2$$

پس گزینه ۲ نادرست است.

$$F = qVB \rightarrow \frac{F_p}{F_\alpha} = \frac{q_p V_p B}{q_\alpha V_\alpha B} = \frac{q_p}{q_\alpha} \times \frac{V_p}{V_\alpha} = \frac{1}{2} \times 2 = 1$$

پس گزینه ۴ نادرست است.

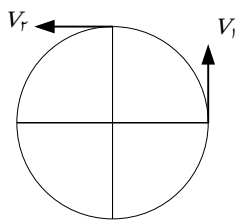
$$F = \frac{mV^2}{r} = qVB \rightarrow \frac{mV}{r} = qB \rightarrow r = \frac{mV}{qB} \rightarrow \frac{r_p}{r_\alpha} = \frac{m_p}{V_\alpha} \times \frac{q_\alpha}{q_p} = \frac{1}{4} \times 2 \times 2 = 1$$

۷- گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V = 10\pi \frac{m}{s}$$

$$V = r \left(\frac{2\pi}{T} \right) \rightarrow 10\pi = 20 \left(\frac{2\pi}{T} \right) \rightarrow T = 4s$$

پس ۱ ثانیه می شود $\frac{1}{4}$ دایره



$$\Delta V = 10\pi\sqrt{2} \frac{m}{s} \rightarrow \bar{a} = 10\pi\sqrt{2} \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta t = 1$$

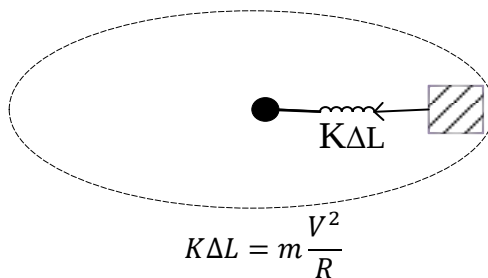
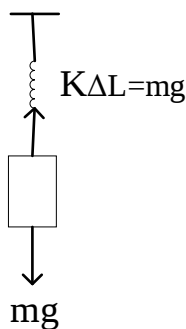
$$a_c = \frac{V^2}{r} = \frac{(10\pi)^2}{20} = 5\pi^2 \rightarrow \frac{\bar{a}}{a_c} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

۸- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در این حرکت، نیروی مرکزگرا همان نیروی اصطکاک بین لاستیک‌ها و جاده است (f) و نیروهایی که سطح زمین به خودرو وارد می‌کنند، شامل اصطکاک و نیروی عمودی سطح (که برابر با وزن است) می‌باشند که بر یکدیگر همود هستند.

$$\sqrt{10} \times 10^4 = \sqrt{(mg)^2 + f^2} = \sqrt{(3 \times 10^4)^2 + f^2} \rightarrow f = 10^4 N$$



۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$mg = m \frac{V^2}{R} \rightarrow V = \sqrt{Rg} = \sqrt{0.4 \times 10} = 2 \frac{m}{s}$$

۱۰- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$F_{\text{جانب}} = f \rightarrow f = mrw^2 = 5 \times 2 \times \left(\frac{6 \times 2\pi}{60}\right)^2 = 0.4\pi^2$$

۱۱- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned} F &= \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \rightarrow v^2 = \frac{GM}{r} \\ \rightarrow \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 &= \frac{GM}{r} \rightarrow 4\pi^2 r^3 = GMT^3 \rightarrow r^3 \propto T^2 \\ \rightarrow \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^2 &= \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^3 = \left(\frac{vRe + Re}{Re + Re}\right)^3 = \left(\frac{8}{2}\right)^3 = 64 \rightarrow \frac{T_B}{T_A} = 8 \end{aligned}$$

۱۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned} \frac{mv^2}{r} &= G \cdot \frac{m \cdot Me}{r^2} \rightarrow V^2 = \frac{G \cdot Me}{r} \rightarrow \frac{V_A^2}{V_B^2} = \frac{r_B}{r_A} = \frac{12740 + 6370}{6370 + 6370} = \frac{3}{2} \\ \frac{K_A}{K_B} &= \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_A^2}{V_B^2} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{3}{4} \end{aligned}$$

۱۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{aligned} R_A &= R_e + \frac{1}{3}R_e = \frac{4}{3}R_e \\ R_B &= R_e + \frac{1}{2}R_e = \frac{3}{2}R_e \\ F &= mRw^2 \rightarrow G \frac{mM_e}{R^2} = mR \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM_e}} \\ \frac{T_B}{T_A} &= \sqrt{\left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3} = \sqrt{\left(\frac{\frac{3}{2}R_e}{\frac{4}{3}R_e}\right)^3} = \frac{9}{8} \sqrt{\frac{9}{8}} = \frac{27}{32} \sqrt{2} \end{aligned}$$



۱۴- گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$3P_A = P_B \rightarrow 3m_A v_A = m_B v_B \rightarrow v_B = 3v_A$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_e}{R}} \rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \sqrt{\frac{R_A}{R_B}} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 9$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{T_B}{T_A} = \frac{R_B}{R_A} \times \frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{9} \times \frac{1}{3} \rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \frac{1}{27}$$

۱۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

تندی چرخش، همواره در نقطه‌ای به فاصله r از مرکز کره زمین است از $v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$ به دست می‌آید و تکانه برابر با $p = mv$ است:

$$\frac{p_B}{p_A} = \frac{m_B}{m_A} \times \sqrt{\frac{r_A}{r_B}} \rightarrow r = R_e + h \rightarrow \frac{p_B}{p_A} = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{4R_e}{9R_e}} = \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

۱۶- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. از آن جا که مقدار GM_e را نداریم و به آن نیاز داریم، ابتدا آن را محاسبه می‌کنیم:

$$g = \frac{GM_e}{R_e^2} = 10 \rightarrow G \times M_e = 10 \times R_e^2 = 10 \times (6400 - 10^3)^2$$

حال انرژی جنبشی را حساب می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{1}{2} m V^2 \\ V &= \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \end{aligned} \right\} \rightarrow K = \frac{1}{2} m \frac{GM_e}{r} = \frac{1}{2} \times \frac{250 \times 10 \times (6400 - 10^3)^2}{(6400 + 1600) \times 10^3}$$

$$= \frac{25 \times 10^{12} \times 64^2}{2 \times 8 \times 10^6} = \frac{25 \times 10^6 \times 8^4}{2 \times 8} = 25 \times 10^6 \times 4 \times 8 = 64 \times 10^8 = 6.4 \times 10^9 J$$

$$= 6.4 \text{ GJ}$$