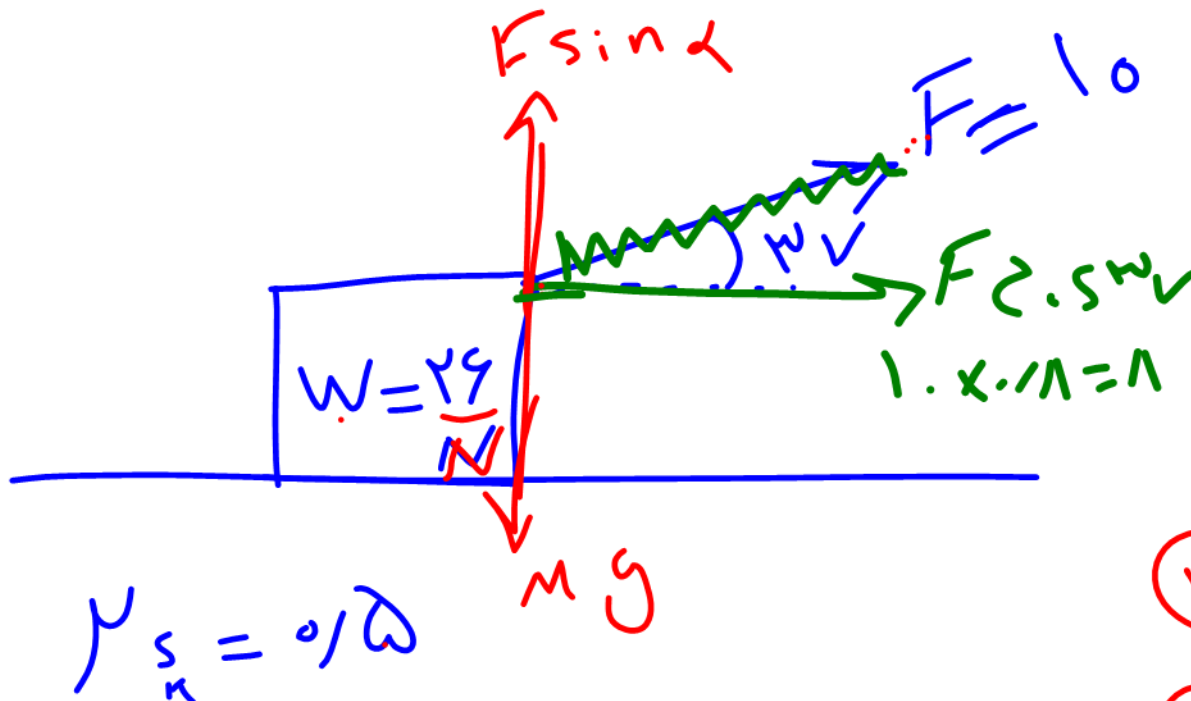


$$P_k = \mu_k F_N$$

↓  
ضرب



①  $F_N = Mg - F \sin \alpha$

$F = 29 - 10 \cdot (0.6) = 20$

②  $\mu_s F_N = 0.1 \cdot 20 = 2$

③  $F_{\text{friction}} = F \cos \alpha = 8$

$f_s = F_{\text{friction}} = 8$

④  $F < \mu_s F_N$   
 راه نمی آید  
 نیامی

①  $F_N = \dots$

②  $\mu_s F_N$

③  $F_{\text{حرکت}} =$

④ مقایسه

$F_{\text{حرکت}} < \mu_s F_N$

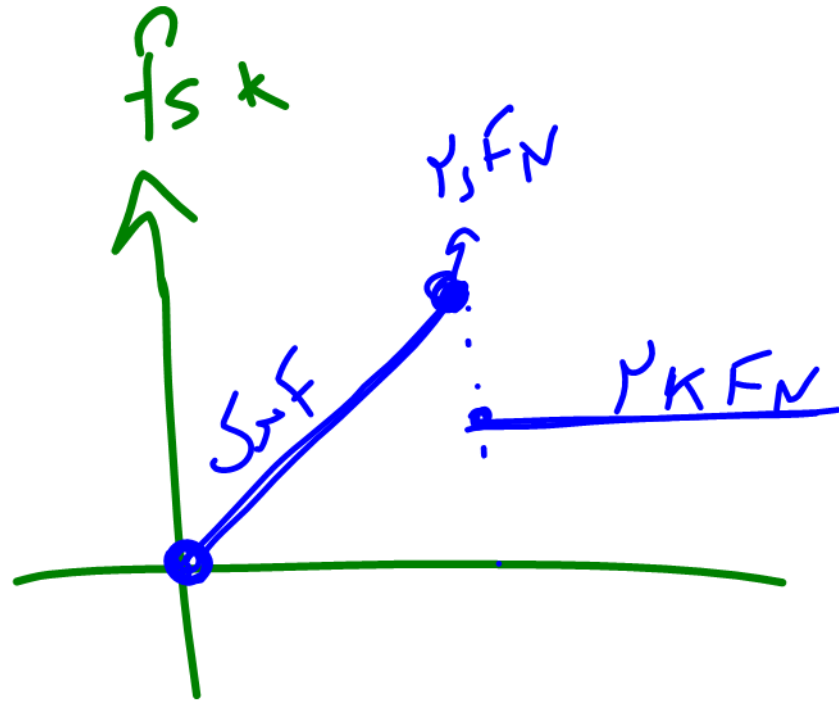
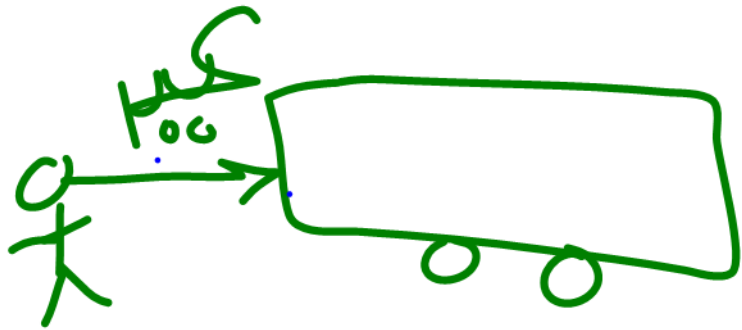
$F_{\text{حرکت}} = \mu_s F_N$

$F_{\text{حرکت}} > \mu_s F_N$

راه تودک  $\Rightarrow \vec{f}_s = F_{\text{حرکت}}$

آستانه حرکت  $\Rightarrow \vec{f}_s = \mu_s F_N$

راه برود  $\Rightarrow \vec{f}_k = \mu_k F_N$



$F$  چه مقدار باشد تا با این زاویه

$$F_{\text{خالص}} = ma$$

جعبه  
درین



$$F \sin \alpha \mu = .18F$$

$$mg$$

$$.18F - \mu_s F_N = ma$$

$$2 - .18F - .16F = 0$$

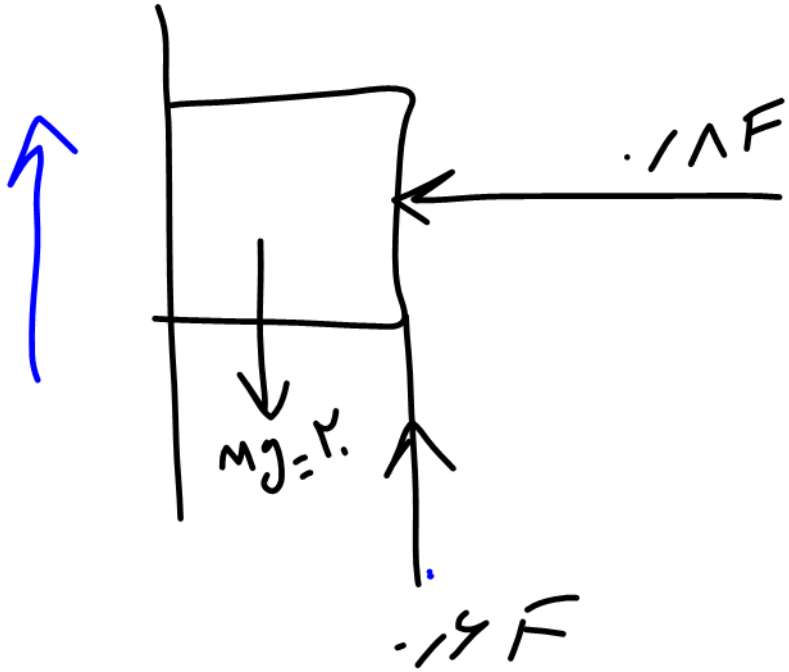
$$2 = .34F$$

$$F = \frac{2}{.34} = \frac{200}{34} = \frac{100}{17}$$

$$\mu_s = .12$$

$$F \cos \alpha \mu = .16F$$

$F$  چه قدر باشد بال گوید



$$F_{net} = ma$$

$$\therefore 1/4 F - mg - N_s N = m \cancel{a}$$

$$\therefore 1/4 F - 20 - 1/4 F = 0$$

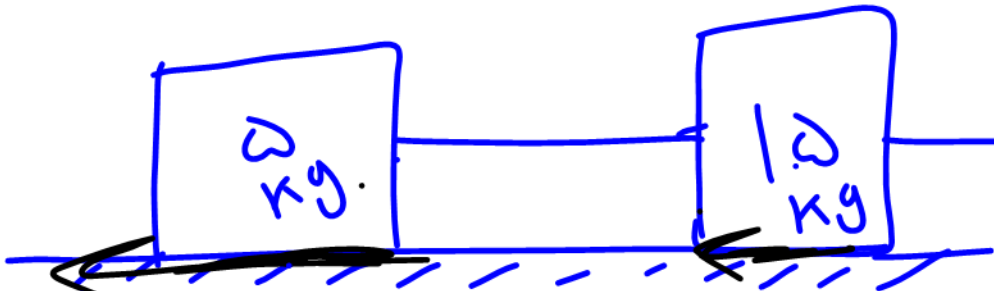
$$\therefore 1/4 F = 20$$

$$F = \frac{20}{1/4} = \frac{20}{0.25} = 80$$



$$F_{min} \leftarrow \frac{0}{19} \quad \leftarrow F \leq \frac{500}{11} \rightarrow F_{MAX}$$

$\frac{0}{11} \Rightarrow$  حد اگر  $F$  چه ندر باشد بالا زد  
 $\frac{0}{19} \rightarrow$  حد مثل  $F$  چه ندر باشد با این بنا  
 $\frac{0}{11} \leftarrow F \leq \frac{0}{19}$  چه ندر باشد تا در کس نکند



$k_{spring} = 1000 \frac{N}{m}$   
 $F$

$a = \mu_m$

$\mu_s = .19$   
 $\mu_k = .12$

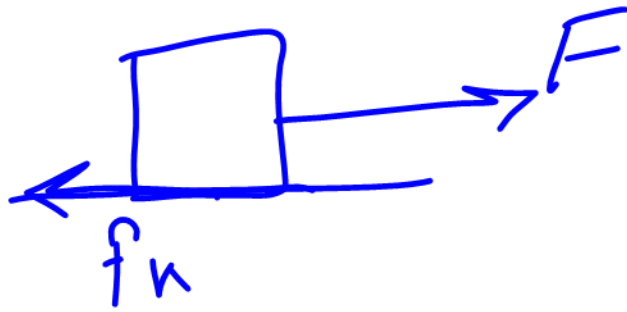
$F_{net} = m a$

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

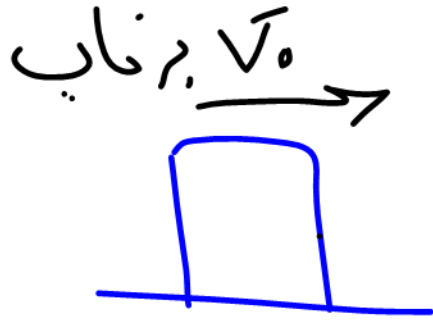
$k \Delta x - \mu_c (10) - \mu_c (0) = \dots$   
 $1000 \Delta x - \mu_c - 10 = \dots$

$1000 \Delta x = 10$   
 $\Delta x = \frac{10}{1000} = .01 m = 1 cm$

$\mu_c \times \mu_c$



$$\Rightarrow F - f_k = Ma$$



~~$$F - f_k = ma$$

$$0 - \mu_k mg = ma$$~~

$$a = -\mu_k g$$

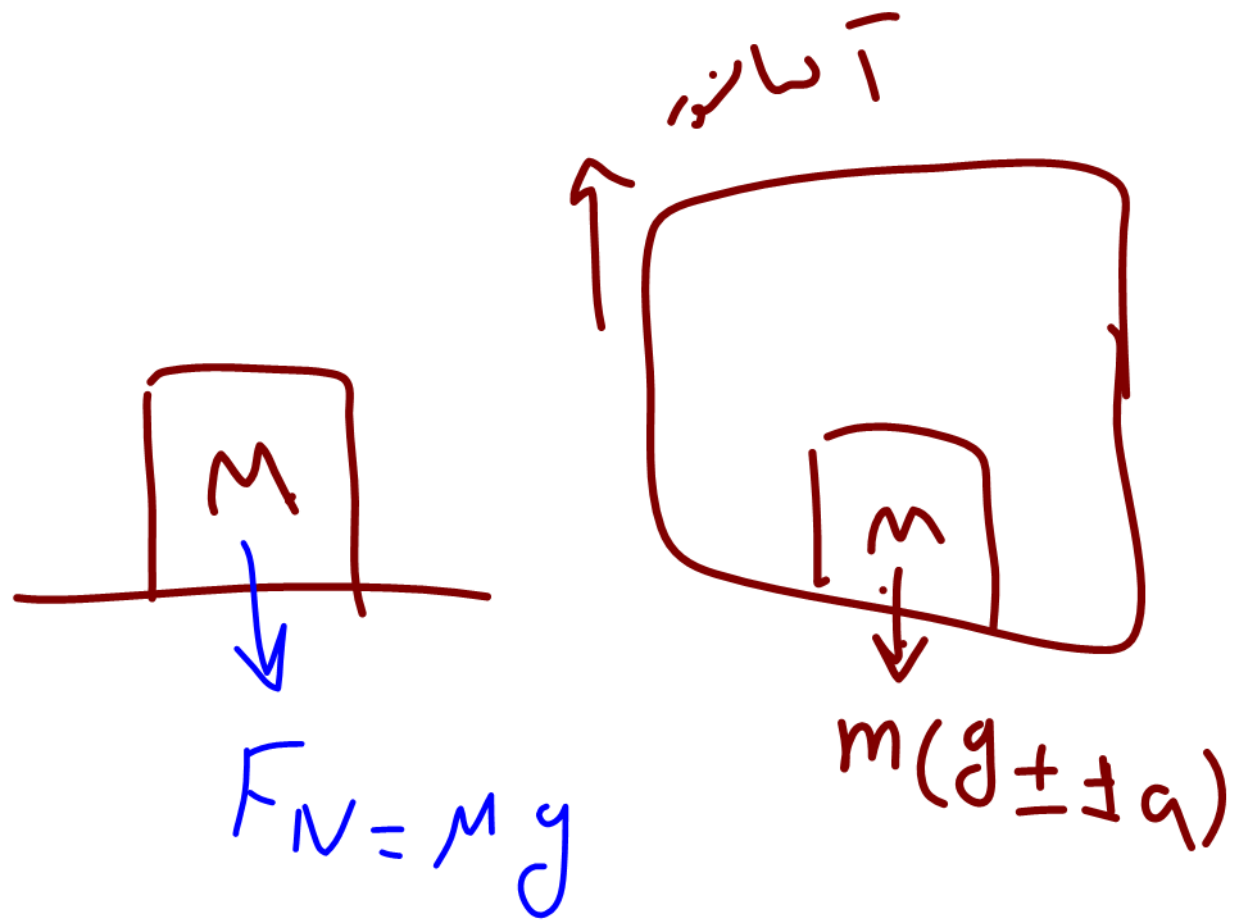
$$\cancel{v_i^r} - v_i^r = \gamma a \Delta X$$

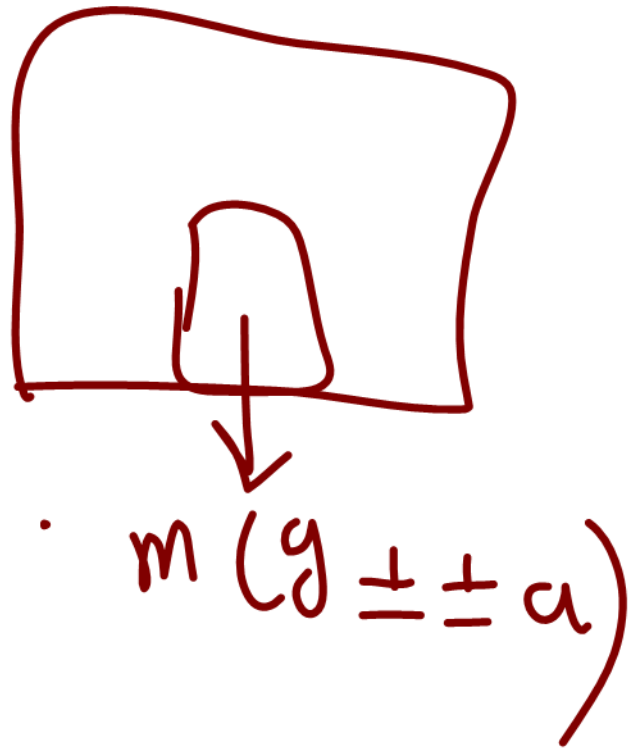
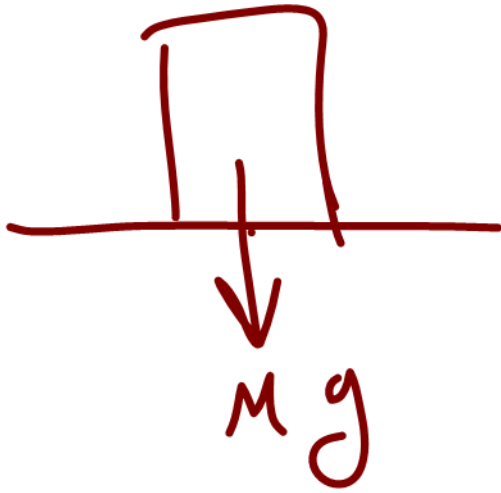
$$\Delta X = \frac{-v_i^r}{\gamma a \rightarrow -\gamma \kappa y}$$

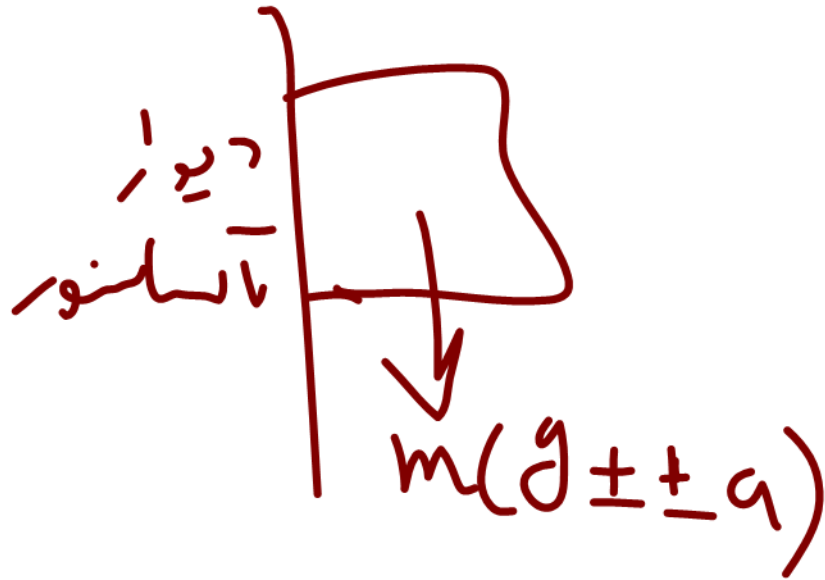
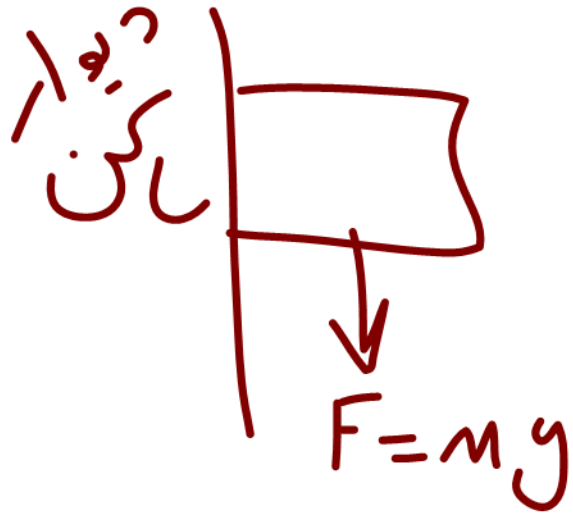
$$a = -\gamma \kappa y$$

$$\Delta X = \frac{v_i^r}{\gamma (\gamma \kappa) (y)}$$









## فصل ۲ دینامیک

در بخش مربوط به سینماتیک به چگونگی حرکت اجسام می‌پردازیم ولی این موضوع که "اصولاً چرا و چگونه اجسام حرکت می‌کنند" موضوع بحث دینامیک است. دینامیک نیز همچون حرکت شناسی از پر سوال ترین و مفهومی ترین مباحث سال دوازدهم است. دینامیک را به هیچ عنوان با فرمول های تستی فرا نگیرید و تلاش کنید سوالات را با مفاهیم (خصوصاً قانون دوم نیوتن) فرا گیرید. شانس های اصلی طراحی سوال در این فصل به ترتیب محاسبه اصطکاک نکات آسانسور و روابط تکانه می‌باشند. در این فصل همانند حرکت شناسی باید فراوان تست و تمرین حل نمایید.





**نیرو:** 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 با 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 نیرو سنج 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.

دختر او پسرها که نیوتن بود الان این فصل هم نبود!! در واقع دینامیک روشخ قوانین نیوتن پمپرخه! (به نیوتن پمپاره فمخ نندیا کلی خدمت

کرده به بشریت!) اگر دانشمندان پمچون نیوتن وادیسون و فارادی... بودند الان باید بایه **الغ** صبح ما میویدیم مدرسه! شب ما هم باید مثل

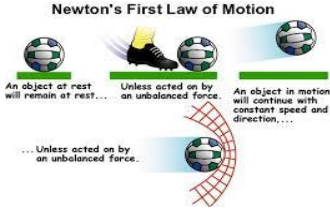
**مرغ** ساهت ۷ شب میخوایدیم!). خلاصه اینکه از قانون یک و سه مکنه سوالات مفهومی طرح بشه ولی از قانون دوم حتا دنگلور مساله

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



**قانون اول (اینرسی یا لختی):** 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 شام هم انگولک نکنی بد نختوا 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 سیر خودش ادامه بده!!

**تست:**

اتومبیلی در یک جاده افقی رو به جلو ~~به سمت راست~~ 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.

جواب گزینه ۳

**پاسخ سوال قبل:** بچه دقت کنید که سیستم‌هایی که با سرعت ثابت حرکت میکنند دقیقاً همانند

سیستم‌هایی هستند که ایستاده اند، پس در این تست مگس همانند زمانی که اتومبیل ایستاده است، آزادانه

در هوای ماشین پرواز می‌کند.



**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: مطابق قانون اول اگر برآیند 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.

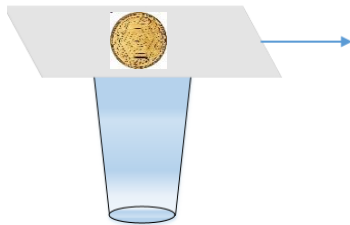
$$g \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

۱ مورد ۲ مورد ۳ مورد صفر مورد

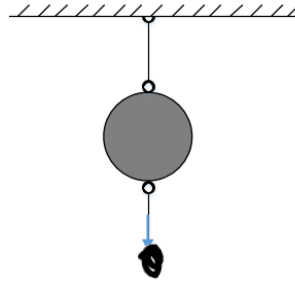
گزینه ج غلط است، اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر باشد، جسم ساکن، ساکن میماند و جسم در حال حرکت با سرعت ثابت به مسیر خود ادامه می دهد



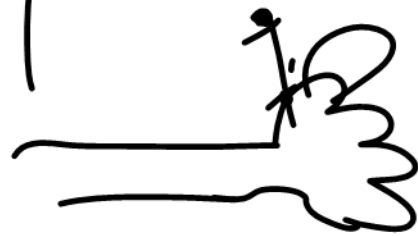
**تست:** در مورد دو آزمایش روبه‌رو در شکل ۱ سکه ای روی مقوای بالای لیوان قرار دارد و در شکل ۲ گلوله ای از دو طرف به نخ متصل است چند مورد از موارد زیر درست هستند؟



شکل (۱)



شکل (۲)



الف) در شکل ۱ اگر خیلی سریع کاغذ را بکشیم، سکه داخل لیوان می‌افتد. و اگر 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)

۱) تازیانه ای - اول

۲) متازفامی - دوم

۳) تازیانه ای - دوم

۴) متازفامی - اول

گزینه ۱



**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،

$$\vec{a} \propto \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F_{net} = m\vec{a} \quad \text{یعنی: در جهت نیروی خالص پیدا می کند}$$

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



به این میگیم 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؟

حل

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

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 جسم ۲ کیلوگرمی، همزمان چهار نیروی ۲۰ و ۱۵ و ۱۰ و ۸ نیوتنی وارد می‌شوند 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 برتائیه خواهد

شد

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow 2 \quad \Delta v = 15 \quad 10$$

$$F = ma \quad 15 = 2a \quad a = 7.5$$

پاسخ: هر وقت چندتا 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  $3 \frac{m}{s^2}$  شتابی به بزرگی  $6 \frac{m}{s^2}$  بدهد، نیروی

خالصی به بزرگی ۳F به جسمی  $m_1 + m_2$  شتابی به بزرگی چند متر بر مجذور ثانیه خواهد داد؟

- ۱ (۴)                      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:

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

در ادامه قانون دوم نیوتون را برای حالتی می نویسیم که نیروی خالص ۳F به جسمی به جرم  $m_1 + m_2$  وارد شود.

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

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



**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

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

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

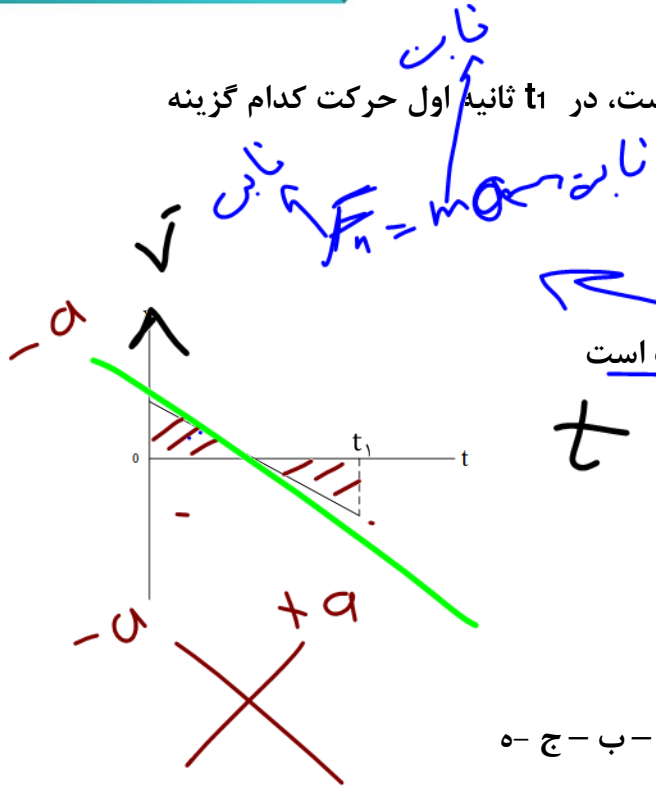
ج و د: غلط است زیرا در نمودار سرعت زمان برای محاسبه جابه‌جایی باید مساحت بالا را از مساحت پایین کم کنیم و چون اعداد دقیقی روی نمودار نداریم نمیتوانیم قضاوت کنیم پس این دو گزینه غلط هستند

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  $\vec{F}_2$  و  $\vec{F}_1$  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 راستا و هم اندازه و مختلف جهت. 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 کالسکه‌ای رو بکشه! اسب میشینه کف زمین و میگه طبق قانون سوم نیوتن اگر به کالسکه نیرو وارد کنم، کالسکه 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 کالسکه را به حرکت درآورم!!!!



### آیا اسب درست میگه؟

قطعا 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 دردت بیاد!!!!!!







**تست:** مطابق شکل زیر اگر جرم فرد B دو برابر فرد A باشد و همزمان طناب را به سمت هم بکشند، و نقطه O دقیقا در وسط فاصله دوفرد باشد، کدام گزینه صحیح است؟ (اصطکاک با زمین ناچیز)

$ma = m a$   
 $F_A = F_B$

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

$a_A > a_B$

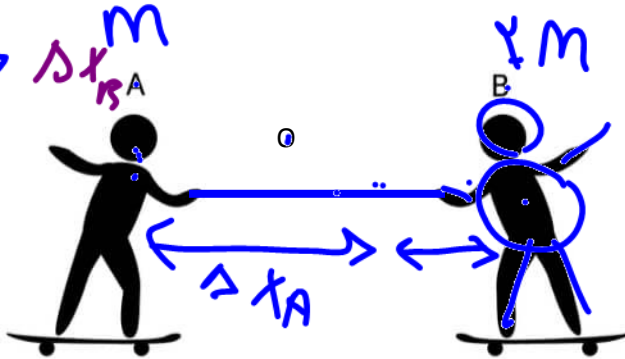
$v_A > v_B$

$\Delta x_A > \Delta x_B$

$v = at$

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

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



طبق 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  $v = at + v_0$  سرعتش هم بیشتر میشه و طبق رابطه  $\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t$  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



## 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 صفر است
- ۳- هرگاه در یک سوال به ما بگویند که نیروهای وارد بر یک جسم متوازن هستند، نیروی خالص (برایند نیدوها) 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 می‌رود
- ۴- اگر به یک جسم ساکن چند نیرو وارد شود ( $F_{net} \neq 0$ )، جسم الزماً در جهت نیروی خالص شروع به حرکت می‌کند.
- ۵- در مسیری مستقیم، در صورتی که نیروی خالصی در خلاف جهت سرعت جسم به جسم اعمال شود، حرکت جسم شتابدار کند شوند خواهد بود.
- ۶- 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 هم‌جهت هستند. همچنین بردار شتاب جسم و  $\vec{F}_{net}$  همواره هم‌جهت هم هستند. همچنین اگر بردار سرعت اولیه جسم و بردار نیروی خالص هم‌جهت 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.
- ۷- 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
- ۸- اگر به جسم ساکن فقط یک نیرو اثر کند، الزماً در جهت آن نیرو شروع به حرکت می‌کند
- ۹- هرگاه نیروی خالص وارد بر جسمی صفر نباشد، حرکت جسم شتابدار می‌شود



- ۱۰- هرگاه بردار برابند نیروها (نیروی خالص) با بردار سرعت هم راستا باشد، راستای حرکت ثابت میماند و فقط اندازه سرعت کم یا زیاد میشود
- ۱۱- هرگاه بردار برابند نیروها (نیروی خالص) با بردار سرعت عمود باشد، جهت حرکت تغییر می کند و مسیر حرکت منحنی شکل میشود
- ۱۲- نیروی خالص ثابت با تغییرات سرعت و با بردار شتاب هم جهت است
- ۱۳- نیروهای کنش و واکنش همواره از یک نوع هستند یعنی یا هردو الکتریکی هستند یا هردو گرانشی یا....
- ۱۴- نیروهای کنش و واکنش تقدم و تاخر زمانی ندارند یعنی همزمان بر اجسام اثر میکنند
- ۱۵- نیروهای عمل و عکس العمل هیچگاه همدیگر را خنثی نمی کنند زیرا بر دو جسم مختلف وارد می شوند
- ۱۶- نیروهای کنش و واکنش دقیقا هم اندازه 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



$$\left[ \begin{array}{l} m = \text{جرم} \quad \text{kg} \\ mg = \text{وزن} \quad \text{N} \end{array} \right.$$

**بخش ۲: بررسی برخی نیروهای خاص**



**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 م یکنیم، 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 .....

(۱) ناچیز است

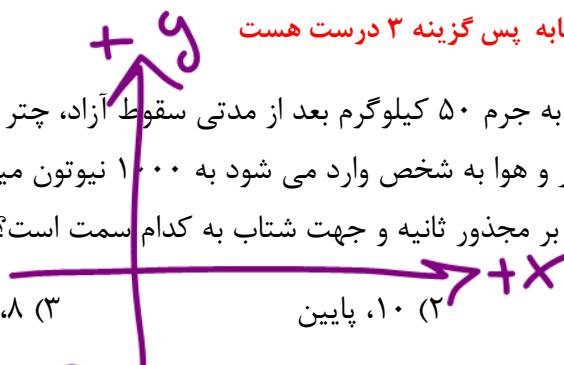
(۲) بر خود جسم و بر هوا وارد می شود..

(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؟

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



$$F_{\text{خالص}} = ma$$

$$mg - F_k = ma$$

$$F_k - mg = ma$$

$$F_k - mg = ma$$

$$1000 - 500 = 50 \cdot a$$

$$500 = 50 \cdot a \quad a = 10$$



**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؟

$$t_1 < t_2 < t_3, v_1 > v_2 > v_3 \quad (2) \quad t_1 > t_2 > t_3, v_1 > v_2 > v_3 \quad (1)$$

$$(4) \text{ اطلاعات کافی نیست و نمیتوان قضاوت کرد} \quad t_1 = t_2 = t_3, v_1 = v_2 = v_3 \quad (3)$$

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

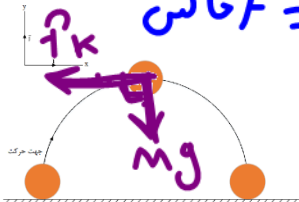
خب خیلی واضحه که جرمها از طرفین حذف میشوند و این یعنی شتاب مستقل از جرم است پس

شتابها نیز باهم برابرند و طبق روابط حرکت شناسی زمانها و سرعت ها هم یکسان میشوند

$$m = 0.14 \text{ kg} \quad mg = 0.14 \times 10 = 1.4$$

**تست:** در شکل روبه‌رو توپی به جرم ۴۰۰g 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)

$F = ma$  خالص  
 $F = 0.14 \times 12.5 = 1.75$  خالص



(1)  $-3\hat{i}$  ✓  
 (2)  $-6\hat{i}$   
 (3) صفر  
 (4)  $+6\hat{i}$

$$F_{\text{خالص}} = \sqrt{(mg)^2 + f^2}$$

$$1.75 = \sqrt{1.4^2 + f^2}$$

$$f^2 = 1.75^2 - 1.4^2 = 0.4375$$

$$f = 0.66 \text{ N}$$

$f^2 = 1.4^2 + (-3)^2 = 1.75^2$

نیروی خالص مطابق  $F=ma$  برابر میشود با ۵ نیوتن اما در نقطه اوج ما دو تا نیرو داریم : یکی وزن  $mg$  و یکی هم مقاومت هوا که براینده این دو تا 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 xها هست پس منفی گذاشتیم یعنی  $-3\hat{i}$





**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.

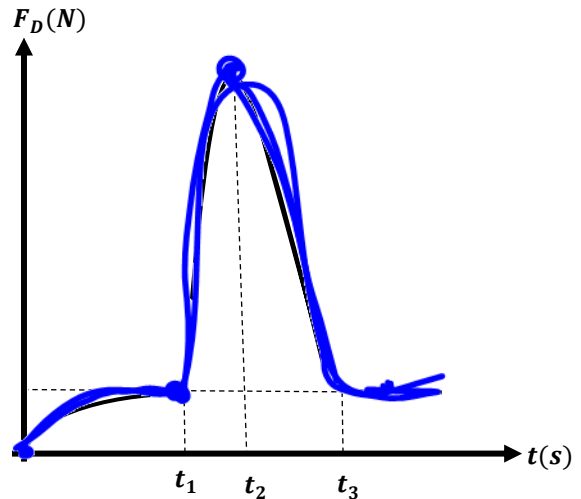
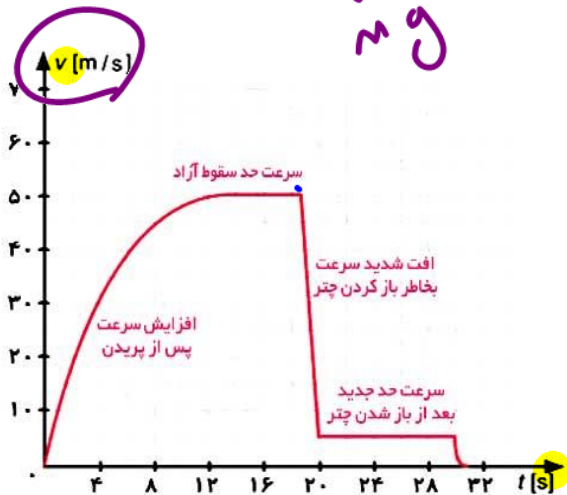
**تندی حدی چترباز:** هنگام پایین پریدن یک چترباز بدون سرعت اولیه در هوا، ابتدا سرعت آن افزایش می یابد و مقاومت هوا نیز زیاد میشود و در جایی از مسیر وزن و مقاومت هوا یکی میشوند و از آنجا چترباز با تندی ثابت (حدی) حرکت میکند، اما پس از آنکه دکمه چتر خود را میزند و چتر باز میشود، ابتدا مقاومت هوا زیاد شده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

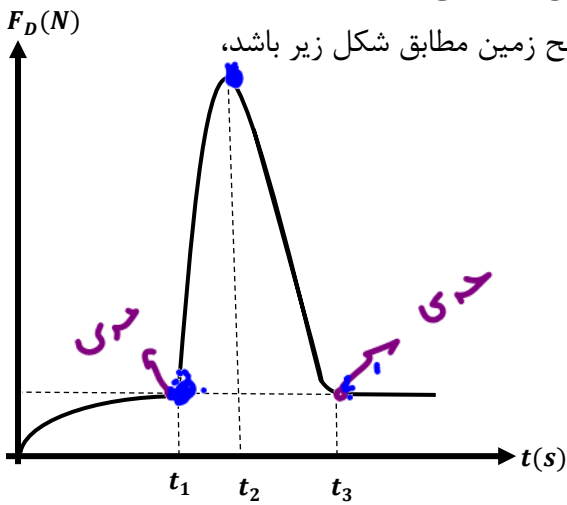


در شکل زیر نمودارهای تندی برحسب زمان و مقاومت شاره برحسب زمان را مشاهده نمایید

مقاومت هوا



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



- الف) در بازه زمانی صفر تا  $t_1$  نوع حرکت تندشونده است. ✓
- ب) نیروهای وارد بر چتر باز در لحظه  $t_1$  متوازن است. ✓
- پ) تندی چتر باز در لحظات  $t_1$  و  $t_3$  با یکدیگر برابر است. ✗
- ت) تندی چتر باز در لحظه  $t_2$  بیشینه است. ✗

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

گزینه ۱

**تست:** چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

- ۱ مورد ✓
- ۲ مورد ✓
- ۳ مورد ✓
- ۴ مورد ✓
- ۵ 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 حدى می گویند. ✓

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

د) اگر جسمی داخل یک شاره فرورفته 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!

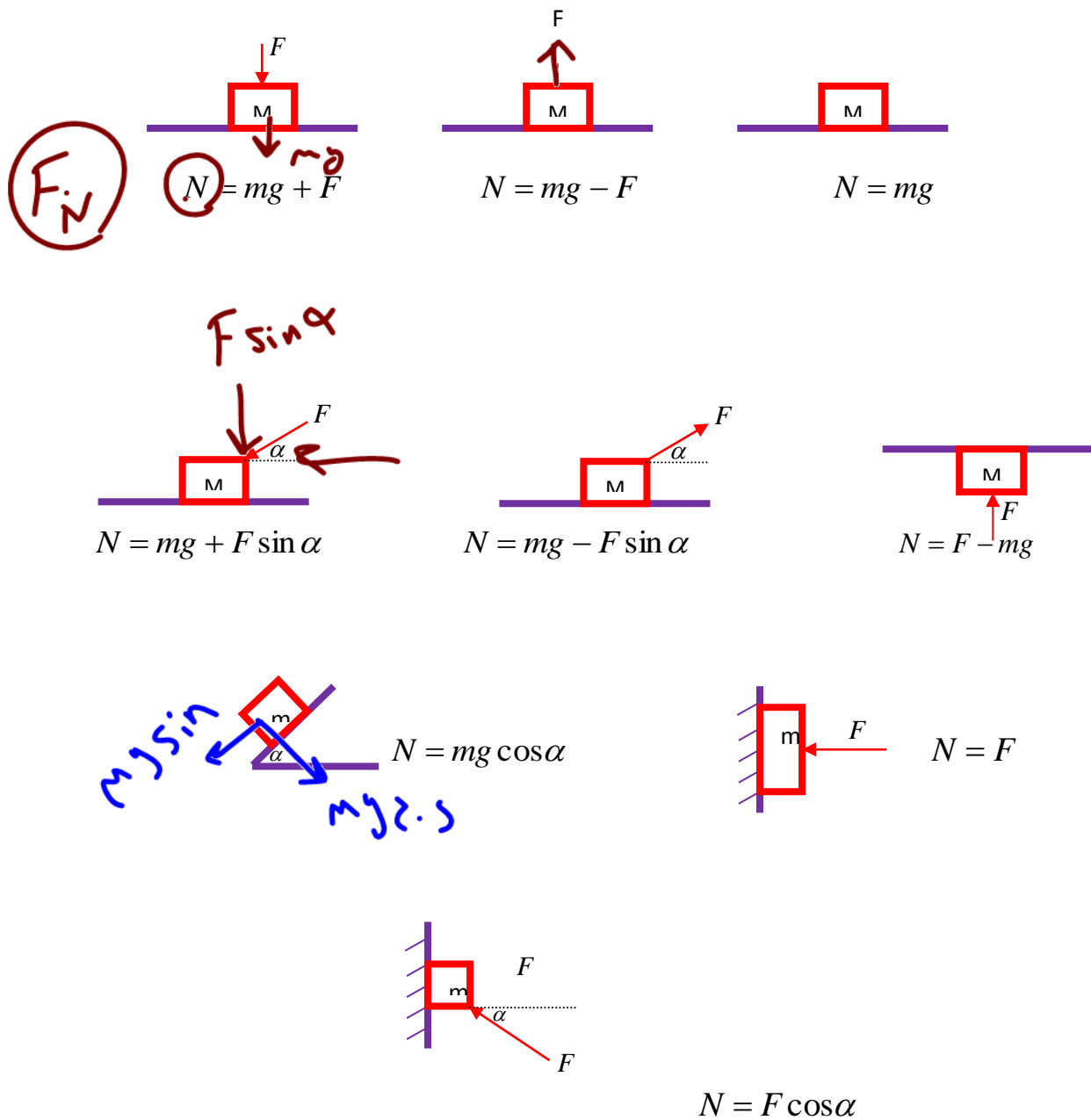




$$P = \frac{F_N}{A}$$

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 ی 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؟

$F_N = Mg - F \sin \alpha$   
 $F_N = 600 - (150)(0.6)$   
 $600 - 90 = 510$

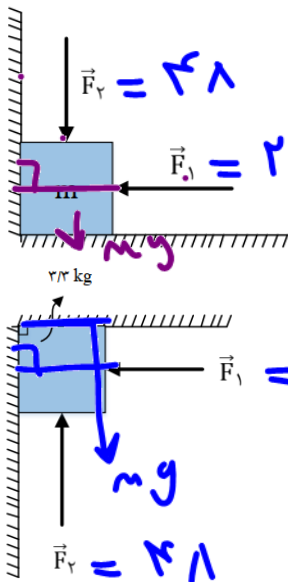
$F \cos 37 - f_k = ma$   
 $150 \times 0.8 - 0 = 60 \times a$   
 $120 = 60a \rightarrow a = 2$

$F \cos 37 - f_k = ma \rightarrow F = 150$   
 $F_{\text{عمود}} = Mg - F \sin 37 = 600 - 90 = 510$

اول قانون دوم نیوتن روی میزنیم تا F بدست بیاد، بعدش فرمول نیروی عمود رو ازش میزنیم  
 $F \times 0.8 - 0 = 60 \times 2$

$(g = 10 \text{ N/kg}, \sin 37^\circ = 0.6)$   
 ۴۴۰ - ۱  
 ۵۱۰ - ۲ ✓  
 ۶۹۰ - ۳  
 ۵۲۸ - ۴

**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 اندازه برآیند نیروهای عمودی سطحی است که به جسم در شکل پایینی وارد می‌شود، ؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



۸۱  
۲۵

$F_N = Mg + F_2 = 33 + 48 = 81$   
 ۵/۲۴ (۲)      ۳/۲۴ (۱) ✓  
 $F = F_1 = 20$   
 ۹/۲۴ (۴)      ۲ (۳)  
 $F_N = \sqrt{81^2 + 20^2}$   
 $F_N = F_2 - Mg = 48 - 33 = 15$   
 $F_N = F_1 = 20$   
 $F_N = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25$

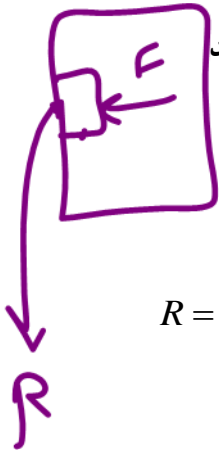
در شکل اول نیروی عمودی وارد بر زمین ۳۳+۴۸ میشود اما در شکل دوم هم نیروی عمود بر زمین و هم نیروی عمود بر دیوار را باید محاسبه کنیم و برآیند گیری کنیم که جواب آن ۲۵ میشود



**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

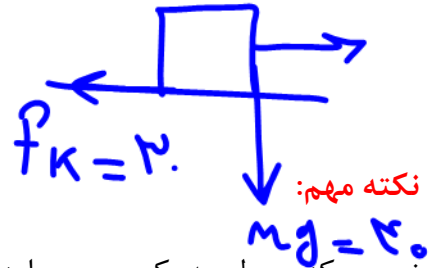
نیوتن است؟



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

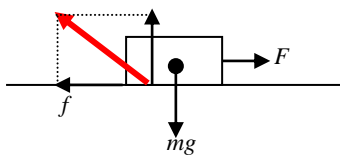
۷۰      ۵۰ ✓      ۳۰      ۴۰

$$R = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50$$



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.

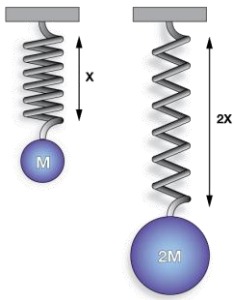


$$R = \sqrt{N^2 + f^2}$$



**د بررسی نکات مربوط به نیروی فنر و انرژی فنر:**

اگر فنر را به اندازه  $\Delta x$  بکشیم یا فشرده کنیم فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به جسم وارد می کند همچنین مقداری انرژی در آن ذخیره می شود. به کمک فرمول های زیر نیروی کشسانی  $F$  انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر  $U$  را میتوانیم محاسبه کنیم:



کشسانی  $F$  انرژی پتانسیل ذخیره شده در فنر  $U$  را میتوانیم محاسبه کنیم:

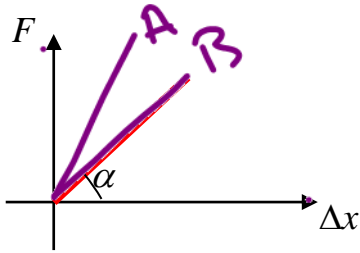
فنر

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

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

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



$k_A > k_B$

می دهد

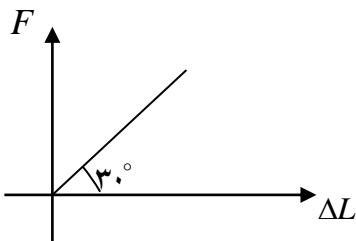
$$\Rightarrow \tan \alpha = k$$

$k$ : ضریب سختی فنر

$\Delta x$  یا  $\Delta L$ : تغییر طول فنر

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

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

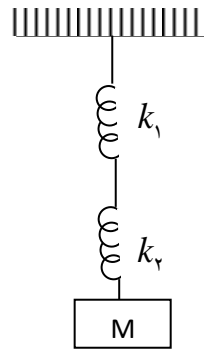
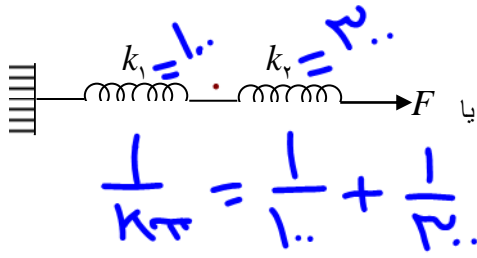


$$\tan g \alpha = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \frac{F}{\Delta L} = k = \text{tg } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$$



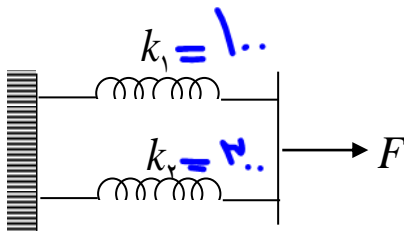
به هم بستن فنرها:

گاهی اوقات چند فنر را به هم میبندیم حال برای محاسبه ضریب سختی کل از دستورات زیر میرویم (به هم بستن فنرها برعکس به هم بستن مقاومت ها است!!)



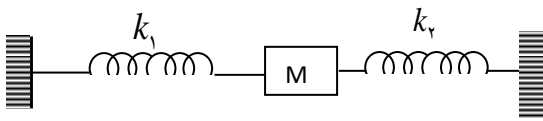
الف) بهم بستن سری:

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



کل  $K_T = K_1 + K_2$

$K_T = 1 + 2 = 3$



تو موازی با مستقیم  $k$  با هم وصل میکنیم ولی در سری باید آنها را معکوس جمع کنیم

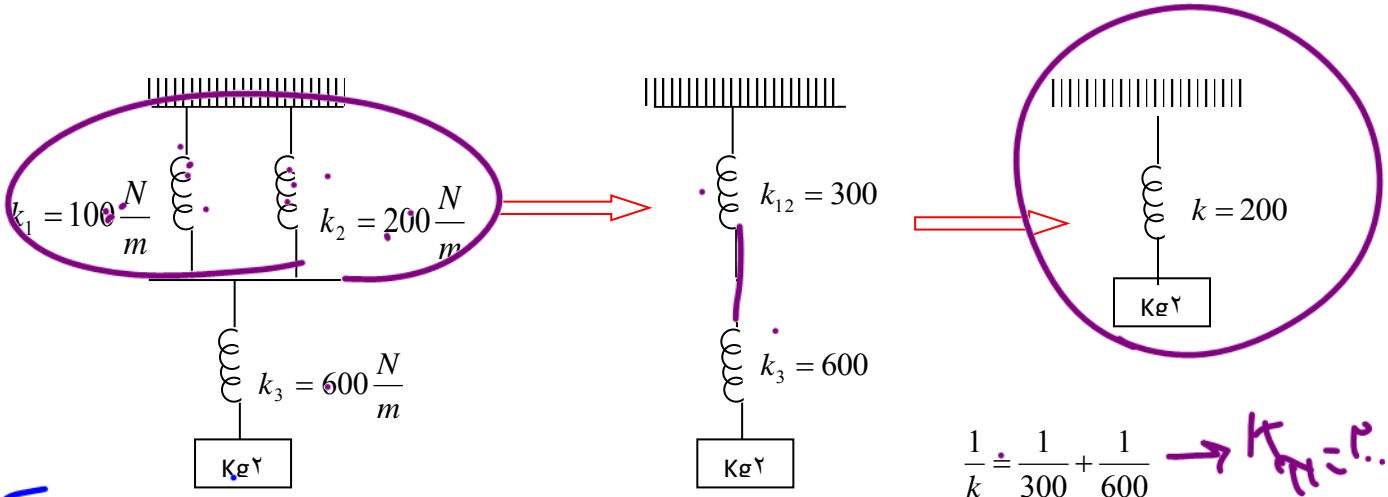


تست: در شکل مقابل پس از اتصال جعبه، جعبه چند cm پائین می آید تا به تعادل برسد؟



۰/۱      ۱۰      ۲۰      ۶

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



$m \cdot g \downarrow F = k \Delta x$   
 $20 = 200 \Delta x$

س.ا.ص  
 $\Delta x = \frac{20}{200} = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ m}$

$\frac{1}{k} = \frac{1}{300} + \frac{1}{600} \rightarrow k_{\text{پار}} = 200$

$K=200$   
 $F=Kx$        $mg=kx$

$x = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$

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

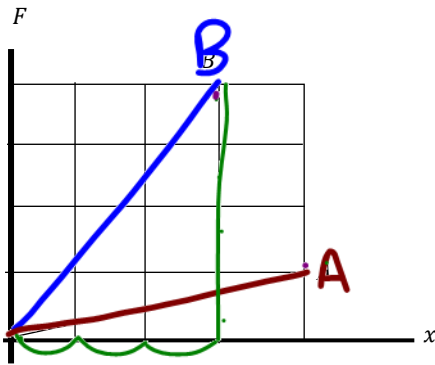
رسیده و یکبار برای حالت دوم که طول فنر از ۳۰ به ۴۰ رسیده، بعدش باید دو تا حالت رو به

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

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



**تست:** نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای دو فنر A و B که طول های عادی آنها یکسان است، مطابق شکل روبه رواست. 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؟



۱ (۴)      ۵ (۳)      ۴ (۲)      ۳ (۱)

$$k_A = \frac{1}{4}$$

$$k_B = \frac{1}{2}$$

$$\frac{F = k \Delta x}{F = k \Delta x}$$

در نمودار F-t شیب نمودار همان k است

پس ابتدا با تقسیم ضریب شیبها برهم نسبت kها را باید بدست آوریم  $\frac{k_A}{k_B} = \frac{3}{16} =$

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

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



### بخش ۳: نکات مربوط به آسانسور

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

ما کمتر 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

(نیروی عمود فرد برکف - وزن ظاهری - نیروی کف

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

آسانسور بر فرد) (عدد بزوسنج)

(کشش طناب آسانسور)

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

(فتر و وزنه آویزان از سقف آسانسور)

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

$$\text{برایند نیروهای وارد بر فرد} \longrightarrow F=ma$$

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 بتشه علامت - را قبول میکنیم به

تند شونده  
بالا رود

عنوان نمونه:

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

پایین آید

کند شونده





مثال مهم :

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 کند شونده ۲ پایین آید، محاسبه کنید:

$$F = ma = 50 \times 2$$

الف: برابری نیروهای وارد بر فرد

$$F = ma \quad F = 50(2) = 100$$

م

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

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

ب: وزن ظاهری فرد  $N = M(g \pm a)$

پ: نیروی عمود بر کف آسانسور

ج: عددی که نیروسنج نشان می‌دهد

$$T = M(g - a)$$

$$T = m(g - a) = 300(10 - 2) = 3600$$

د: کشش کابل آسانسور

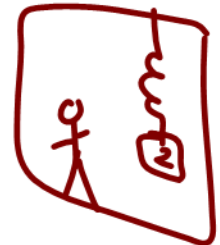
$$300(10 + 2) = 3600$$

ر: افزایش طول فنر

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

$$100 \Delta X = 2(10 + 2)$$

$$\Delta X = 0.24$$

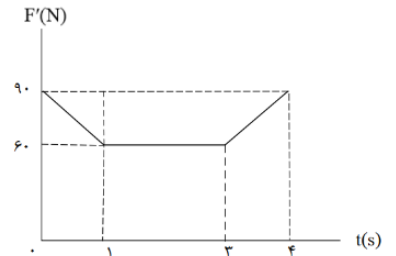
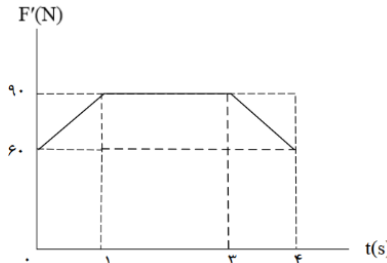
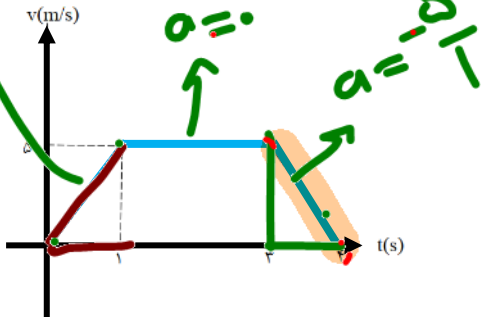




$$a = \frac{15 \text{ m/s} + 0}{1 \text{ s}} = 15 \text{ m/s}^2$$

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

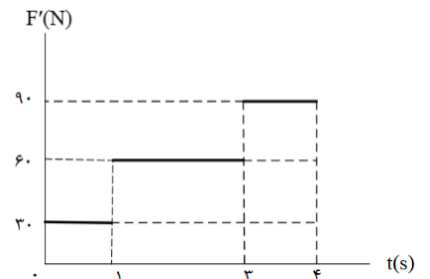
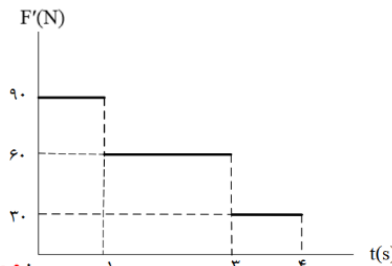


$$F_{N1} = m(g + a)$$

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

$$F_{N2} = m(g + 0) = 60$$

$$F_{N3} = m(g - 5) = 30$$



در یک ثانیه اول شتاب از روی شیب برابر 5 میشود و چون سرعت + (بالای محور t و شتاب + (شیب) بنابراین آسانسور تند شوند بالا میرفته است و وزن ظاهری برابرست با:  $N_1 =$

$$m(g + a) = 6(10 + 5) = 90$$

اما در بخش دوم شیب و شتاب صفر است:

$$N_2 = m(g + 0) = 6(10) = 60$$

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

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

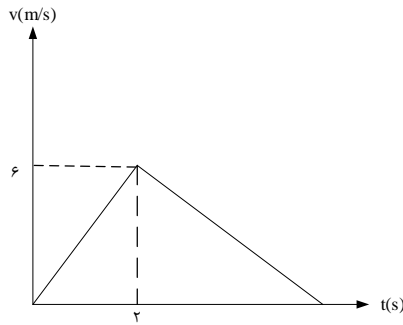
بنابراین گزینه 4 صحیح است



**تست:** شخصی به جرم  $70 \text{ kg}$  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)

۴۰۰ (۱)      ۳۷۸ (۲)

۴۴۳ (۳)      ۳۸۷ (۴)



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.

$$a_1 = \frac{6}{4.5} = 3 \frac{m}{s^2}$$

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

$$t = 1\text{s} \text{ عددی } F_N = 70(10 - 3) = 490\text{N}$$

$$t = 3\text{s} \text{ عددی } F_N = 70(10 + 2.4) = 868$$

$$F_N - F_N = 378$$

(گزینه ۲ صحیح است)



**تست:** در شکل مقابل آسانسور ابتدا به مدت ۴ ثانیه با تندی ثابت  $18 \text{ m/s}$  بالا می‌رود. سپس سرعت خود را با آهنگ ثابت کاهش می‌دهد تا متوقف شود. اگر کل مسافت طی شده  $126 \text{ m}$  باشد. 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؟

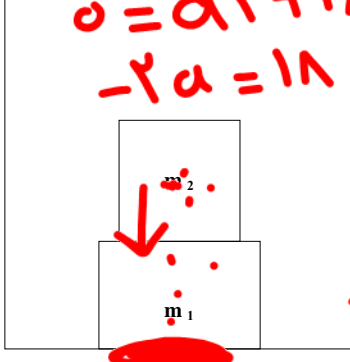
$v = at + v_0$

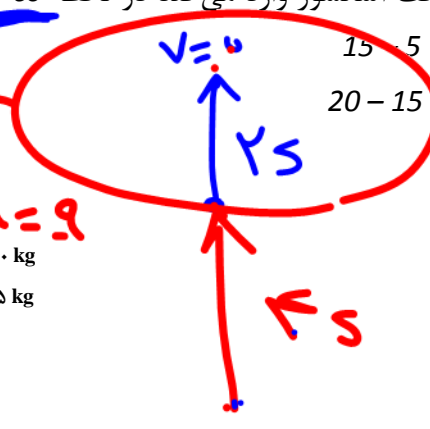
$0 = a \cdot 2 + 18$

$-2a = 18 \rightarrow a = -9$

$m_1 = 10 \text{ kg}$

$m_2 = 5 \text{ kg}$





$v = 0$

$2 \text{ s}$

$18$

$15$     $5$     $(2)$     $5 - 15$     $(1)$

$20 - 15$     $4$     $15 - 20$     $(3)$

$\leftarrow s$

$v_0 = 18$   
ثابت

پاسخ: در مدت ۴ ثانیه اول مسافت  $72 \text{ m}$  را طی می‌کند و قسمت شتاب دار مسافت  $54 \text{ m}$  را می‌پیماید.

$\Delta x = V \Delta t$   
 $\Delta x = 4 \times 18$   
 $\Delta x = 72 \text{ m}$

$\Delta x = 126 - 72$

حال می‌توان 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)

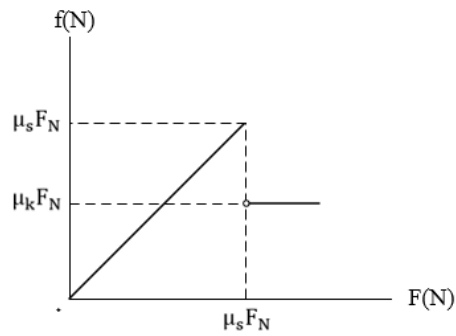
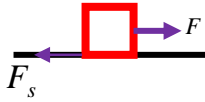


بخش ۴: نیروی اصطکاک



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

اگر جسم حرکت نکند  $F_s = F$  حرکت ←

اگر جسم در آستانه حرکت باشد  $F_s = \mu_s N = F$  حرکت ←

اگر جسم حرکت کند  $F_k = \mu_k N$  ←

اصطکاک



**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 کم تر است.

پ) ضریب اصطکاک همواره کوچک تر از یک است

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

(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 می‌گه 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 می‌کند و  $F_k = \mu_k N$

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

میشی!!!

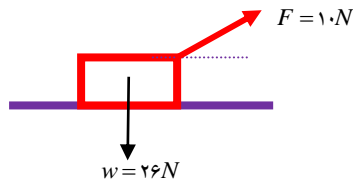




**تست:** نیروی  $F = 10N$  مطابق شکل، مقابل به وزنه ی ۲۶ نیوتنی وارد می شود. اگر ضریب



اصطکاک ایستایی بین وزنه و سطح افق  $0.5$  و ضریب اصطکاک جنبشی  $0.2$  باشد، نیروی



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

۶ - ۱      ۱۰ - ۲

۸ - ۳      ۱۳ - ۴

**قدم اول:** محاسبه  $N$ :  $N = (F = mg - F \sin 37) = 20$

**قدم دوم:** محاسبه  $\mu_s N = 10$

**قدم سوم:** محاسبه  $F$  محرک در راستای حرکت (نیروی که میخواید در راستای جابجایی باعث حرکت جسم

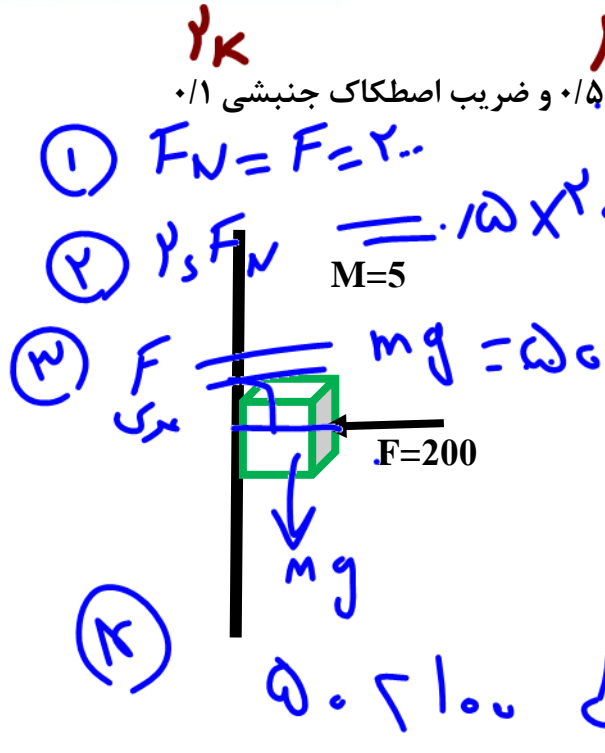
$$F = F \cos 37 = 8 \text{ (گردد)}$$

**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 ۸ 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؟



- باشد نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟
- (1) جسم حرکت نمی کند و اصطکاک 50 نیوتن است ✓
  - (2) جسم در آستانه حرکت و اصطکاک 100 نیوتن است
  - (3) جسم حرکت نمی کند و اصطکاک 20 نیوتن است
  - (4) جسم حرکت می کند و اصطکاک 500 نیوتن است

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)  $Mg=50$

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 50 است

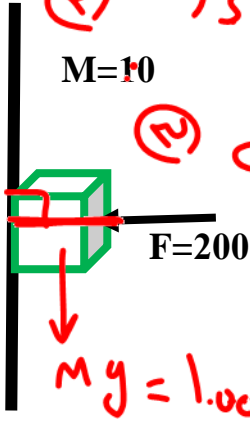


تست: با توجه به شکل مقابل اگر ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۵ و ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۱ باشد نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟



①  $F_N = F = 200$

②  $\mu_s F_N = 0.15 \times 200 = 100$



③  $F_{\text{ترک}} = mg = 100$

④

$100 \neq 100 \rightarrow \text{آنانه} \rightarrow \mu_s = 0.15 \rightarrow F_{\text{ترک}} = 200$

(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

این سوال مشابه سوال قبل است فقط با این تفاوت که جرم ۱۰ 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)  $Mg = 100$

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 ۱۰۰ است



**تست:** با توجه به شکل مقابل اگر ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۵ و ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۱



(۱)  $F_N = 200$   
 (۲)  $\mu_s F_N = 100$   
 (۳)  $\mu_k F_N = 500$   
 (۴)  $F_k > \mu_s F_N$

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

راه س رود  $\rightarrow F_k = \mu_k F_N$

این سوال مشابه سوال قبل است فقط با این تفاوت که جرم ۵۰ 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)  $Mg = 500$

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 ۲۰ نیوتن

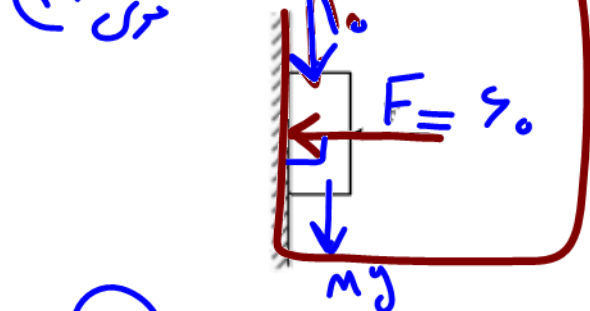


①  $F_N = 60$

تست ۴: مطابق شکل زیر، جسمی به وزن  $20\text{ N}$  توسط نیروی افقی  $F = 60\text{ N}$  به حال سکون بر دیواره

قائمى ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به ترتیب

②  $\mu_s F_N = 0.6 \times 60 = 36$  و  $0.3$  است. در این حالت نیرویی به بزرگی  $10\text{ N}$  موازی با دیواره روبه پایین به جسم وارد می شود.



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

- (۱) 30
- (۲) 36
- (۳)  $30\sqrt{3}$
- (۴)  $30\sqrt{5}$

$F_N$

$F_{sk}$

$\star R = \sqrt{F_N^2 + F_{sk}^2}$

پاسخ تشریحی تست ۴:

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  $\mu_s N = 36$

قدم سوم: محاسبه  $F$  محرک در راستای حرکت (نیرویی که می خواهد در راستای جابجایی باعث

حرکت جسم گردد)  $20 + 10 = 30$

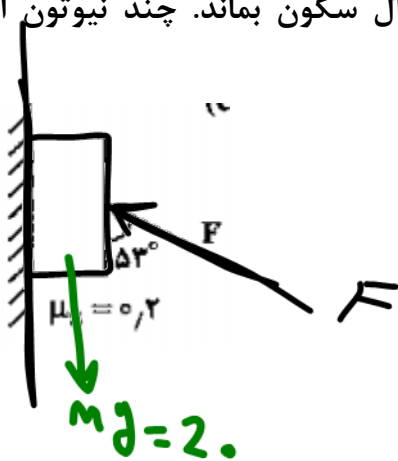
قدم چهارم: مقایسه  $F$  محرک و  $\mu_s N$  نیروی محرک کوچکتر از  $\mu_s N$  است پس جسم راه نمی-

رود بنابراین اصطکاک همان نیروی محرک یعنی 30 است  $R_{\text{برآیند}} = \sqrt{F_N^2 + F_S^2}$

$\sqrt{60^2 + 30^2} = 30\sqrt{5}$



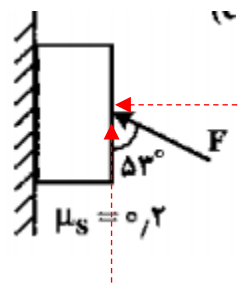
تست ۸: در شکل روبه رو، به جسمی به وزن ۲۰ N که به دیوار قائم تکیه دارد. نیروی F وارد می شود. بیشترین مقدار F در حالتی که جسم به حال سکون بماند. چند نیوتون است؟



- 1)  $\frac{500}{19}$   
 2)  $\frac{500}{11}$  ✓  
 3)  $\frac{200}{11}$

پاسخ:

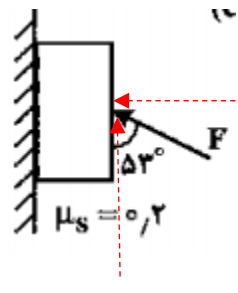
اگر جهت حرکت را به بالا فرض کنیم



$$F_{\text{خالص}} = ma \quad F \cos 53 - mg - f_{s \max} = ma$$

$$= 0.6F - 20 - 0.2(0.8F) = 0 \quad F = \frac{500}{11}$$

اگر جهت حرکت را به پایین فرض کنیم



$$F_{\text{خالص}} = ma \quad mg - F \cos 53 - f_{s \max} = ma$$

$$= 20 - 0.6F - 0.2(0.8F) = 0 \quad F = \frac{500}{19}$$

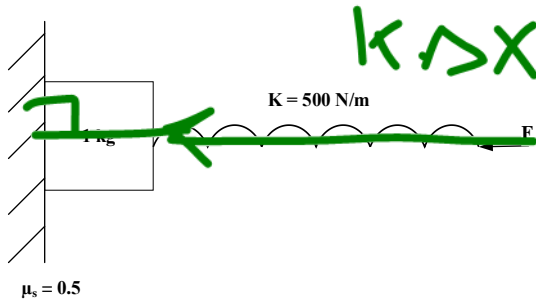
بنابراین برای اینکه جسم حرکت نکند  $\frac{500}{19} \leq F \leq \frac{500}{11}$  که بیشینه آن  $\frac{500}{11}$

است



**تست:** در شکل مقابل جسم با نیروی افقی  $F$  در آستانه لغزش قرار دارد. اگر طول عادی فنر  $20\text{ cm}$  باشد. طول فنر در این حالت چند  $\text{cm}$  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  $4\text{ cm}$  کاهش یافته است پس  $L = 16\text{ cm}$

(گزینه ۳ صحیح است)



**تست :** به و سیله ی فنری به ضریب ثابت  $۸۰ N/m$  وزنه ی  $۴$  کیلوگرمی را مطابق شکل، روی سطح افقی با شتاب  $۱/۵ m/s^2$  می کشیم. اگر ضریب اصطکاک بین جسم و سطح  $۰/۲۵$  و



$g = ۱۰ N/kg$  باشد، افزایش طول فنر چند سانتی متر خواهد بود؟

- ۷/۵ - ۴      ۱۲/۵ - ۳      ۲۰ - ۲      ۳۰ - ۱

اینجا طراح سوال خودش گفته که جسم داره شتابدار حرکت میکنه، پس نیاز نیست ما اون ۴ تا قدم رو برداریم. فقط کافیه قانون دوم نیوتن رو بنویسیم و چون فنر داریم به جای نیرو  $K\Delta X$  رو مینویسیم و چون جسم حرکت میکنه به جای اصطکاک  $\mu_k N$  رو مینویسیم

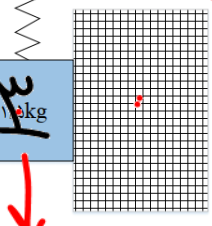
$F = Ma$  خالص       $k\Delta x - f_k = ma$        $80 \Delta x - 0/25(40) = 4(1/5)$        $\Delta x = 20 \text{ Cm}$

$۲\mu_k F_N$

**تست :** در شکل در شکل روبه‌رو، جسمی به جرم  $۳ \text{ kg}$  با شتاب ثابت  $2 \frac{m}{s^2}$  به سمت بالا حرکت می‌کند و طول فنر با ثابت  $۲۰۰ N/m$  افزایش یافته است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین دو دیوار و جسم یکسان و برابر  $۰/۴$  باشد، نیروی عمودی سطحی که دیوار (۱) به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

$F - Mg - f_{k1} - f_{k2} = Ma$  ( $g = 10 N/kg$ )

$2000 \Delta x - 30 - 0.4(F_N) - 0.4(F_N) = 3(2)$



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

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

$Mg = 30$





**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 ۳ 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؟ (آزمون قلمچی)



۴ (۴)                      ۱ (۳)                      ۳ (۲)                      ۱/۳ (۱)

$$F_{\text{خالص}} = ma \quad 0 - \mu_k mg = ma \quad a = -\mu_k g$$

$$V_2^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \quad - V_0^2 = 2a\Delta x$$

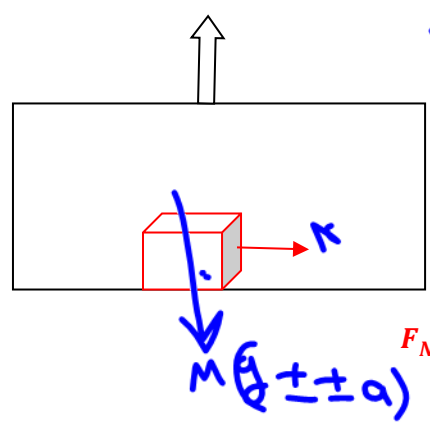
Handwritten calculations for the test problem:

$$\frac{x}{x'} = \frac{\frac{V_0^2}{2\mu_k g}}{\frac{V_0^2}{2\mu_k g}} = 1$$

The final result  $\frac{x}{x'} = 1$  is circled in blue.

**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  $F$  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

- ۵ تند شونده      ۵ کند شونده      ۲ کند شونده      ۲ تند شونده



Handwritten physics equations and notes:

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

$$\mu_k(F_N) = \dots$$

$$F - f_k = ma \quad 4 - \mu_k F_N = 0 \quad F_N = 20$$

$$a = 0$$

سرعت ثابت یعنی شتاب رو صفر بزار!

چون نیروی عمود بر سطح بزرگتر از  $mg$  شده پس حرکت کند به بالا بوده همچنین با نوشتن فرمول آسانسور میتونیم تنها مجهول سوال یعنی شتاب رو پیدا کنیم

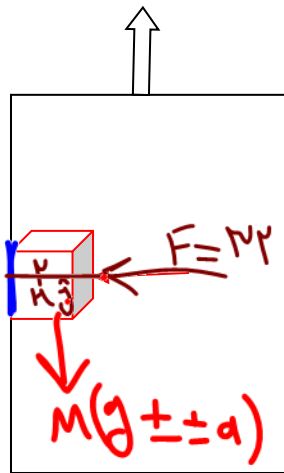
$$F_N = M(g \pm a) \quad 20 = 4(10 - a) \quad a = 5$$



**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؟

$$F_N = 32$$

$$f_{sk}$$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2}$$

ثابتی این سوال عکس العمل سطح یعنی R رو باید پیدا کنیم پس اول اصطکاک

رو باید پیدا کنیم و چون کتاب ساکن است باید نیروی محرک و اصطکاک ایستایی

با هم مساوی باشند پس داریم:

$$f_s = m(g \pm a) \quad f_s = 2(12) = 24$$

نیروی عمود هم که همون ۳۲ هست حالا برای محاسبه R:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{32^2 + 24^2} = \underline{40}$$

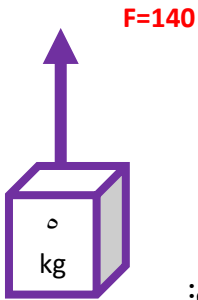


بخش ۵: نکات محاسبه کشش طناب



**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، شتاب حرکت وزنه چه قدر است و نیروی کشش

دقیقا در وسط طناب چند نیوتن می شود؟



۱۰-۴۰

۵-۱۲۰

۱۰-۷۰

۱۰-۱۲۰

بچه ها اگه توی سوال نیروی کشش طناب رو از ما پرسیدند قدم های زیر رو بر میداریم:

**قدم اول:** قانون دوم نیوتن رو برای کل شکل مینویسیم تا **شتاب** به دست بیاد

$$F_{net} = ma \rightarrow F - m_{کل}g = ma \rightarrow 140 - 70 = 7a \rightarrow a = 10$$

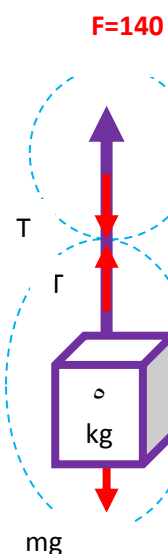
**قدم دوم:** روی طناب مورد نظر و در جایی که طراحی تست از ما خواسته دو تا فلش به سمت هم

رسم میکنیم و اسمشون رو  $T$  میگذاریم سپس فلشها رو از وسط برش میزنیم و قانون دوم نیوتن

رو برای برش بالایی یا برش پایینی مینویسیم ( به دلخواه)

فقط یادت باشه وقتی داری **قانون دوم نیوتن** رو مینویسی باید جرم بخشی از طناب رو که داخل

برش میبینی آدم حساب کنی و بنویسی!



$$F_{net} = ma \rightarrow F - m_{نصف}g - T = m_{نصف}a$$

$$140 - 10 - T = (10) \rightarrow T = 120$$

$$F_{net} = ma \rightarrow T - m g = ma \rightarrow T - 60 = 6(10) \rightarrow T = 120$$

خواست باشه وقتی داری قانون دوم رو برای برش پایینی مینویسی به ۵ کیلو داریم

توی برش و هم نصف جرم طناب (یعنی یک کیلو) را داریم پس به جای  $m$  باید ۶ بزاریم

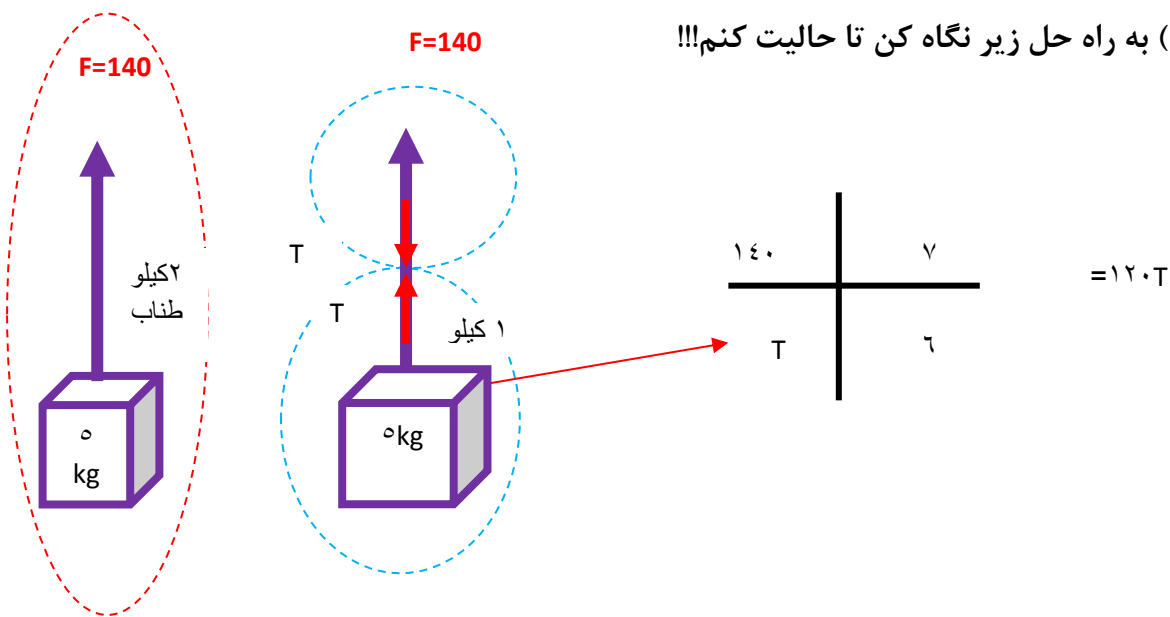


بچه ها سوال صفحه قبل یه راه تستی توپ داره!!! اگر طراح سوال از ما کشش طناب رو پرسه به جای راه طولانی صفحه قبل با یه تناسب ساده میشه سوال رو حل کرد:

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

**قدم دوم:** یک تناسب تشکیل میدهیم مثلا میگی  $F$  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 گفتیم!!) به راه حل زیر نگاه کن تا حالت کنیم!!!



توی این تناسب میگی ۱۴۰ نیوتن داره به کل شکل وارد میشه که ۷ کیلو گرم هست (۵کیلو وزنه و دو کیلو طناب) اما  $T$  نیوتن داره به برش پایین وارد میشه که کلا ۶کیلو هست (۵کیلو وزنه و ۱کیلو نصف طناب!) بعد هم تناسب رو حل میکنیم



**تست ۵:** 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؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )



(۱) ۲ و ۱۰

(۲) ۲/۴ و ۱۲

(۳) ۸ و ۱۰

(۴) ۹/۶ و ۱۲

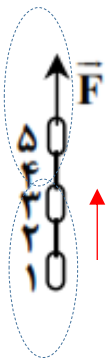
پاسخ تشریحی تست ۵:

ابتدا قانون دوم نیوتن را برای کل شکل مینویسیم تا  $F$  به دست آید



$$F_{\text{خالص}} = ma \quad F - 10 = 1(2) \quad F = 12$$

در قدم دوم بین حلقه‌های ۴ و ۵ دو فلش به سمت هم میکشیم و نام آنها را  $T$  میگذاریم سپس فلشها را برش زده و قانون دوم نیوتن را برای برش بالایی مینویسیم



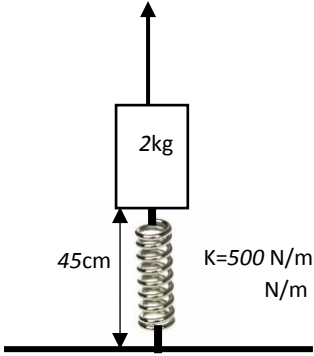
$$F_{\text{خالص}} = ma \quad F - mg - T = Ma \quad 12 - 2 - T = 0.2(2) \quad F = 12$$



**تست:** در شکل مقابل جسمی به جرم  $2\text{kg}$  به یک فنر قائم متصل شده و توسط یک نخ به سمت بالا کشیده می شود. 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  $40\text{cm}$  و  $g = 10\frac{N}{kg}$  است)

(قلمچی)

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



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

چون نیروی وارد بر نخ در محل اتصال به پایین است پس  $-41$  - درست است

**تست:** مطابق شکل طنابی به جرم  $500$  گرم را از دو طرف با نیروهای  $F_1$  و  $F_2$  می کشیم کشش

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

$40 \quad 30 \quad 20 \quad 10$



پاسخ تشریحی تست ۷:



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

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

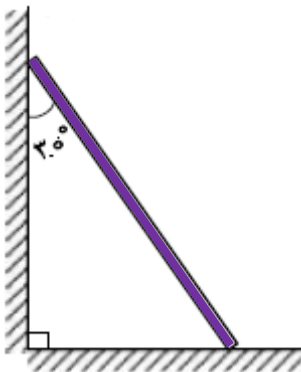


## بخش ۶: نکات تعادل

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.

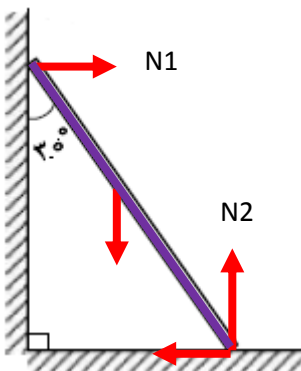
در سوالاتی که به ما می‌گویند جسم در حالت تعادل قرار دارد در نوشتن قانون دوم نیوتن باید شتاب را صفر در نظر بگیریم

**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؟



۳۰۰      ۴۰۰      ۵۰۰      ۶۰۰

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 براین بگیریم پس داریم:



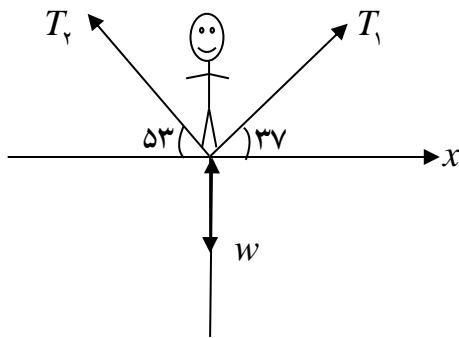
$$N_1 = 300$$

$$F_s = N_1 = 300 \text{ و } N_2 = Mg = 400$$

$$R = \sqrt{F_s^2 + N_2^2} = 500$$



**تست:** یک بند باز به جرم  $60\text{Kg}$  مطابق شکل روی طنابی در حال تعادل است. نیروی کشش طناب های  $T_1$  و  $T_2$  به ترتیب از راست به چپ برابرست با .....



۶۰۰ و ۶۰۰

۳۲۰ و ۴۸۰

۴۸۰ و ۳۶۰

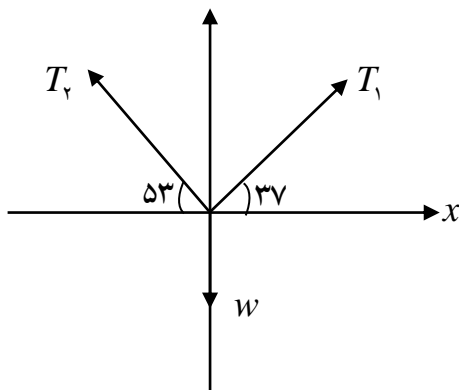
۳۵۰ و ۳۰۰

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، بعدشم نیروهای بالا و پایین رو مساوی هم بزاریم و یه راه تستی داریم که از قضیه سینوسها 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 راستا مثلثی را تشکیل می دهند که انتهای نیروی آخر به ابتدای نیروی اول متصل می شود.

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

$$\frac{W}{\sin 90} = \frac{T_1}{\sin 53 + 90} = \frac{T_2}{\sin 37 + 90}$$



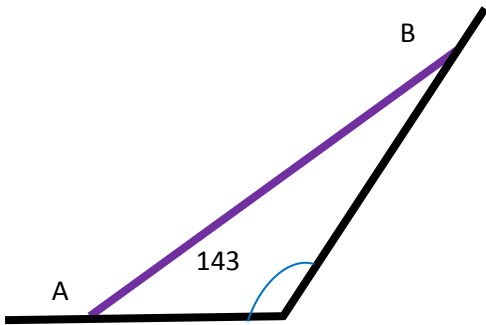
۱) رابطه  $T_1 = \frac{W \sin 37}{\sin 90} \Rightarrow T_1 = 360\text{N}$

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

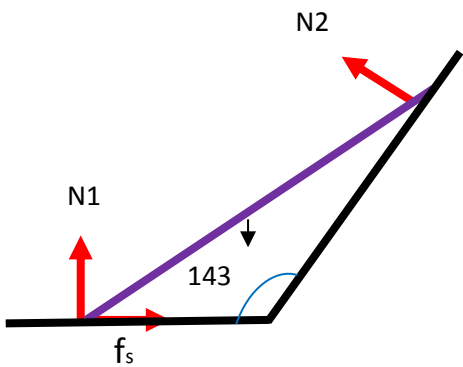




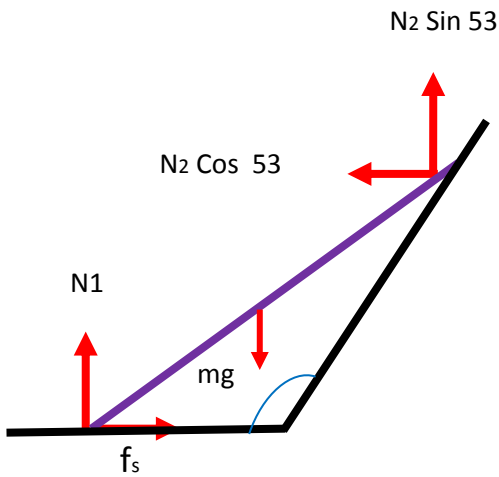
**مثال متفاوت:** مطابق شکل میله AB به جرم  $10$  کیلوگرم به دو دیوار افقی و مایل تکیه داده شده، و ضریب اصطکاک ایستایی میله با سطح افقی  $0/5$  است اما دیوار مایل و میله اصطکاک شان ناچیز است، اگر میله در حال تعادل بوده ولی در آستانه حرکت قرار بگیرد، اندازه نیرویی که دیوار مایل به میله وارد می کند، چند نیوتن است؟ ( $\sin 37 = 0/6$ )



**ابتدا نیروهای عمود بر سطح و اصطکاک و وزن را رسم میکنیم،**



**حال  $N_2$  تجزیه میکنیم تا راست شود!**

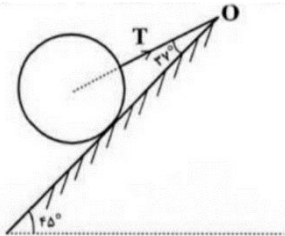


اکنون در قدم آخر نیروهای راست را مساوی چپی ها قرار می دهیم و بالایی ها را مساوی پائینی ها (چون طراح سوال گفته در حالت تعادل هست)



**تست ۶:** مطابق شک کره ای همگن به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی به زاویه شیب ۴۵ درجه قرار دارد. نیروی کشش نخ ( $T$ ) چند نیوتون است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2}, \sin 37^\circ = 0.6)$

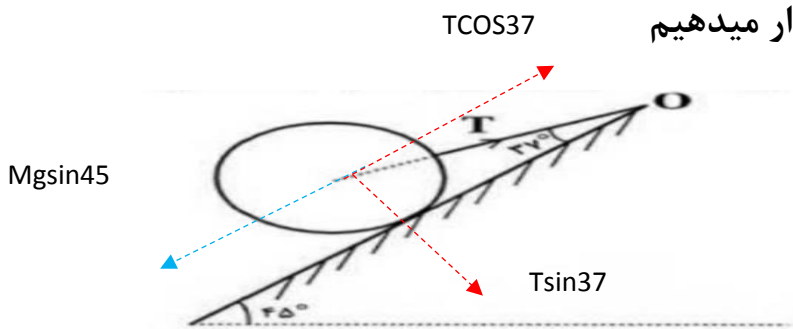
1) 25                      2) 40                      3)  $\sqrt{2}25$                       4)  $\sqrt{2}40$



پاسخ :

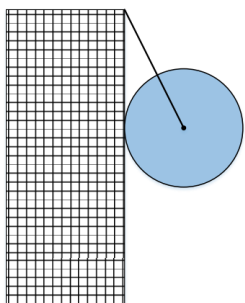
ابتدا نیروی های کج را تجزیه میکنیم تا راست شوند! سپس چون تعادل است

نیروهای مخالف را مساوی هم قرار میدهیم



$$T \cos 37^\circ = mg \sin 45^\circ \quad 0.8T = \frac{\sqrt{2}}{2} 40 \quad T = 25\sqrt{2}$$

**تست:** در شکل روبه‌رو، نیرویی که دیوار قائم در نقطه تکیه‌گاه بر کره وارد می‌کند، ۴۰ N است. اگر جرم کره ۳ kg باشد، نیروی کشش نخ متصل به دیوار چند نیوتون است؟ (اصطکاک ناچیز و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  است.)



۵۰ (۱)

۳۰ (۲)

۴۰ (۳)

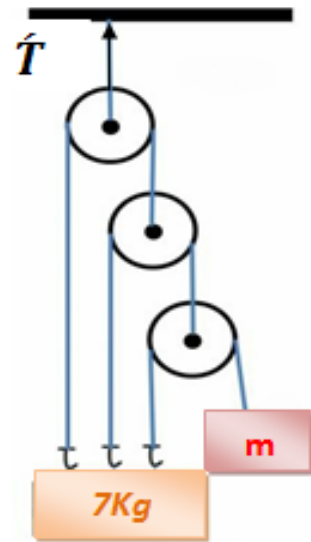
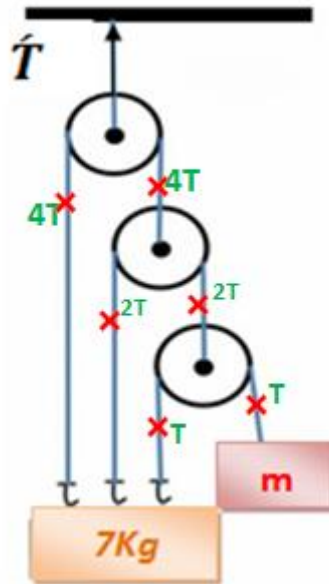
۴) اطلاعات کافی نیست

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



مثال: شکل مقابل در تعادل است و جرم قرقره بالایی ۲ Kg است و جرم سایر قرقره ها ناچیز است:

الف) چند کیلو گرم می باشد؟  
 ب) کشش میله ( $\hat{T}$ ) چند نیوتون است؟



$$T + 2T + 4T = 70$$

$$T = 10 \text{ N}$$

$$\hat{T} = 4T + 4T + Mg$$

$$\hat{T} = 100 \text{ N}$$



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:

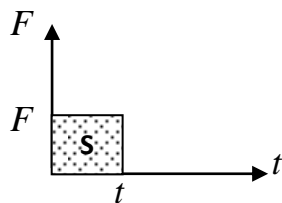
$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \longrightarrow \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

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

با توجه به رابطه ی بدست آمده می توان نوشت:

آهنگ تفسیر 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  $\Delta t$  باشد در اینصورت نیروی متوسط وارد بر جسم برابر



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

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

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



خلاصه فرمول های تکانه

$$P = M V$$

فرمول تکانه

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

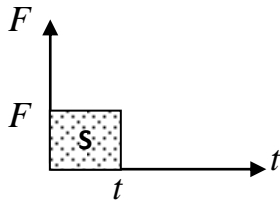
تغییر تکانه  $\Delta p$

$$P \xrightarrow{\text{مشتق}} F$$

مشتق تکانه

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

نمودار F-t



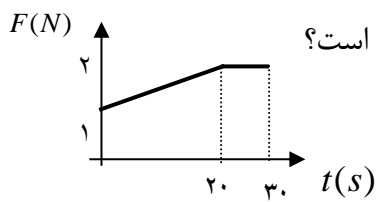
$$K = \frac{P^2}{2m} = \frac{1}{2} PV$$

انرژی جنبشی

تکانه



**تست:** جسمی به جرم  $3\text{kg}$  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  $t = 20\text{s}$  چند  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$  است؟

- ۴۵ - ۱      ۳۰ - ۲      ۴۰ - ۳      ۵۰ - ۴

**حواستون باشه که مساحت زیر نمودار  $F-t$  به ما تکانه را نمیدهد!!! بلکه تغییر تکانه را می دهد**

**پس داریم:**

$$\text{مساحت} = \Delta p \rightarrow \frac{2+1}{2} 20 = 30$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \rightarrow 30 = p_2 - m_1 v_1 \rightarrow 30 = p_2 - 15 \rightarrow p_2 = 45$$

**تست:** جرم جسمی  $2\text{kg}$  و سرعت آن در یک مسیر سیستم  $v_1$  است. اگر سرعت آن به اندازه ی  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  افزایش



یابد، انرژی جنبشی آن  $4$  برابر می شود. تکانه (اندازه حرکت) آن قبل از افزایش سرعت چند  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$  بوده است؟

- ۸ - ۱      ۱۶ - ۲      ۲۴ - ۳      ۳۲ - ۴

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

پاسخ :

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

$$\Rightarrow p_1 = m v_1 = 2 \times 8 = 16 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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.

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

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

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

**تست:** توپی به جرم  $5\text{kg}$  با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  تحت زاویه ی  $37^\circ$  نسبت به خط قائم با سطحی افقی برخورد



می کند. این توپ با سرعت  $8 \frac{m}{s}$  تحت زاویه ی  $37^\circ$  نسبت به خط قائم برمی گردد. اگر زمان برخورد  $0.1$

ثانیه باشد. متوسط نیروی وارد بر توپ در مدت برخورد چند نیوتن است؟

۱- ۳۶۰۰      ۲- ۷۲۰۰      ۳-  $30\sqrt{145}$       ۴-  $60\sqrt{145}$

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

پاسخ:

$$F\Delta t = m\Delta v \Rightarrow F \times 0.1 = 5 \times \Delta v$$

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

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

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

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

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{145 \times 7/2}}{5} \Rightarrow \sqrt{145 \times 1/44} \Rightarrow \Delta v = 1/2 \sqrt{145} \Rightarrow F = 50 \cdot \Delta v \Rightarrow F = 50 \times 1/2 \sqrt{145}$$

$$F = 60\sqrt{145}N$$



**تست ۳:** 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 شه سپس با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه به پایین پرتاب می‌شود اگر از لحظه پرتاب تا رسیدن به مرکز تعادل، ۳۰ درصد از انرژی اولیه تلف شود، در این صورت تکانه در مرکز تعادل چند واحد SI می‌شود؟

۱۹                      ۱۷                      ۱۵                      ۳۴

پاسخ

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

دهیم

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

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

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





## بخش ۸: نکات مربوط به قانون گرانش نیوتن



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



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

$$G : 6/67 \times 10^{-11}$$

$m_1$  : 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  $W = G \frac{Me}{Re^2} \cdot m$  مقدار  $\frac{GMe}{Re^2}$  برای تمام اجسام ثابت

و آن را با  $g$  نشان می دهیم.

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

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

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

$g_o = \frac{GM}{R^2}$  شتاب گرانش روی سطح یک سیاره یا زمین  
 جرم سیاره  $\rightarrow$   
 مجزور 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

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

شتاب گرانش در ارتفاع  $h$  از سطح سیاره یا زمین

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

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      ۶ - ۴

گزینه ۳ صحیح است.

$$\frac{We}{Wm} = \frac{ge}{gm} \Rightarrow \frac{We}{60} = \frac{ge}{\frac{1}{6}ge} \Rightarrow we = 360N$$

پاسخ :



**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)



$$Re - 4 \quad 0.2Re - 3 \quad 0.4Re - 2 \quad 0.5Re - 1$$

فرمول شتاب گرانش رو دوبار مینویسم: یکبار برای زمانی که فرد روی سطح زمین بوده و یک بار برای زمانی که فرد در ارتفاع  $h$  قرار داشته، بعد دو رابطه رو به هم تقسیم میکنیم:

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\frac{GM}{(R+h)^2}}{\frac{GM}{R^2}} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{R_e^2}{(R_e + h)^2} \rightarrow h \approx 0.4R_e$$

**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؟



$$1-8 \text{ برابر} \quad 2-3 \text{ برابر} \quad 2-3 \text{ برابر} \quad 4-4 \text{ برابر}$$

مثل سوال قبل فرمول جاذبه رو دوبار زیر هم می نویسم و به هم تقسیم میکنیم:

فقط یادت باشه اگر حجم یک کره ۸ برابر یک کره دیگه باشه، شعاع اون کره ۲ برابر کره دیگه است!

$$V_{\text{کره}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (\text{از روی فرمول حجم کره این نتیجه رو گرفتیم!})$$

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{\frac{G \cdot 8M}{(2R)^2}}{\frac{GM}{R^2}} = 2$$



**تست ۹:** 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؟

۳۶ درصد کاهش      ۷۵ درصد کاهش      ۲۵ درصد کاهش      وزن تغییر نمی کند

پاسخ تشریحی تست ۹:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{GM_e M}{(R_e + \frac{1}{4}R_e)^2}}{\frac{GM_e M}{(R_e)^2}} = \text{برابر} \frac{16}{25}$$

$$\text{درصد تغییرات} = (1 - \text{برابر}) \times 100 = -36$$

**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

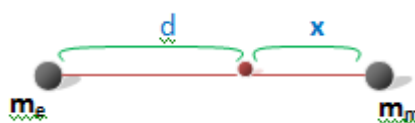
$$\frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{(R-x)^2}$$

←  $m_1$  فاصله از  $m_2$  و  $m_1$  فاصله از →

**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

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



## 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.

**قانون ۲:**  $\Sigma F = \Sigma Ma$  **قوانین نیوتن**

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

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

سری

$$K_T = K_1 + K_2$$

موازی

بهم بستن

$$F = K\Delta X$$

نیروی فنر

فنر

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

انرژی فنر



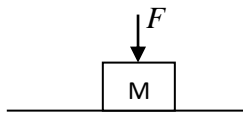
$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

نیرو

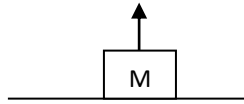
جاذبه

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

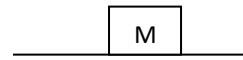
شتاب جاذبه



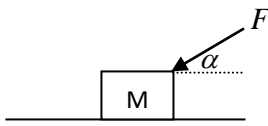
$$N = mg + F$$



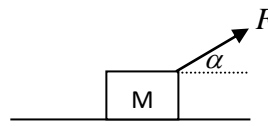
$$N = mg - F$$



$$N = mg$$

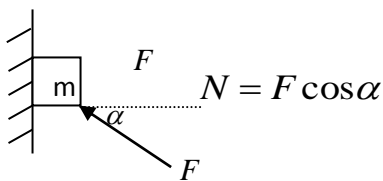


$$N = mg + F \sin \alpha$$

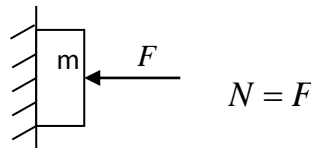


$$N = mg - F \sin \alpha$$

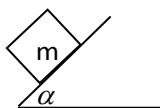
نیروی عمود  
بر سطح (N)



$$N = F \cos \alpha$$



$$N = F$$



$$N = mg \cos \alpha$$



$$F_s = F \text{ حرکت}$$

جسم حرکت نکند

$$F_s = \mu_s N = F \text{ حرکت}$$

جسم در آستانه حرکت

$$F_k = \mu_k N$$

جسم حرکت کند

اصطکاک

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

بالا      تند  
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

فتر و وزنه از

سقف آسانسور

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



آویزان باشد

$$P = M V$$

فرمول تکانه

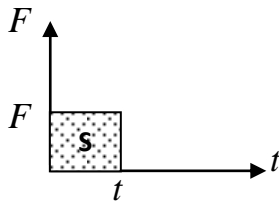
$$M\Delta V = F\Delta t$$

تغییر تکانه

تکانه

$$P \xrightarrow{\text{مشتق}} F$$

مشتق تکانه



$\Delta P =$  نمودار زیر مساحت

نمودار F-t





**تکلیف در منزل : تست های جمع بندی دینامیک 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 نمی کند.

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 روبه رو، جسم در حال حرکت است، کدام نیرو را وارد کنیم تا جسم مطابق با قانون اینرسی با سرعت ثابت روی خط راست حرکت کند؟

F=3

(۲)  $-4i+2j$

(۱)  $4i-2j$

(۴) هیچ نیروی جدیدی به آن وارد نکنیم

(۳)  $6i-6j$

F=6

F=5

**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 ذره ای وارد

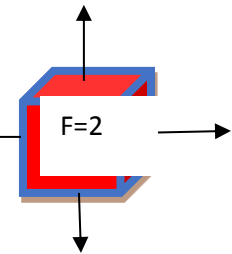
می شوند و این ذره با سرعت ثابت  $\vec{v} = n\vec{i} + m\vec{j}$  متر بر ثانیه حرکت می کند. در این حالت نیروی  $\vec{F}_2$  کدام است؟ (یکها در SI است.)

(۲)  $10i-10j$

(۱)  $-10i+10j$

(۴) بسته ضرایب معادله سرعت هر سه ممکن است

(۳)  $14i+24j$



**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)                      ۳) (۳)                      ۴) (۴)                      ۵) (۵)

**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)                      ۵) (۵)





**تست ۱۱:** سه نیروی ۶ و ۷ و ۱۱ نیوتونی با هم به جسمی به جرم  $2\text{kg}$  اعمال شده و جسم ساکن است. هر گاه نیروی ۶ نیوتونی حذف شود. جسم شتاب  $a$  متر بر مجذور ثانیه می‌شود. حال اگر جسم دیگری به جرم ۸ کیلوگرم را روی سطح شیبدار طویلی با زاویه  $37^\circ$  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  $6\text{kg}$  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  $F_1$  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  $4000$  نیوتن در تمام لحظات وارد می‌شود و نیروی اصطکاک و مقاومت در برابر حرکت  $2000$  نیوتن بوده است و قایق شروع به حرکت می‌کند. اگر جرم قایق  $800$  کیلوگرم و دو فرد  $150$  و  $50$  کیلوگی نیز داخل قایق باشند پس از ۳ ثانیه، جابه‌جایی و تندی قایق از راست به چپ در SI برابرست با...

- (۱)  $12-18$  (۲)  $6-9$  (۳)  $312-18$  (۴)  $18-12$

**تست ۱۴:** جسمی به جرم  $2\text{kg}$  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؟



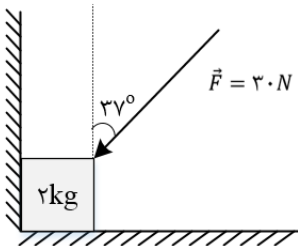
(۱) با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می دهد.

(۲) با شتاب ثابت سقوط می کند.

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

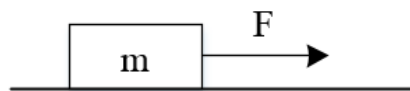
(۴) به صورت تندشونده حرکت می کند تا به تندی حد برسد.

**تست ۱۷:** مطابق شکل زیر، جسمی به جرم ۲kg 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 ۳۶kg که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی  $F = 177N$  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؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

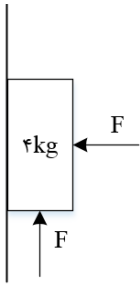


- (۱) 360 (۲) 390 (۳) 400 (۴) 500

سراسری-تجربی-۱۴۰۰



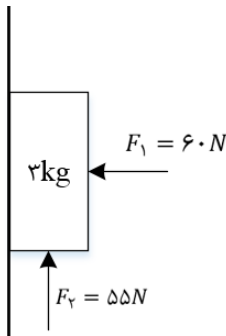
**تست ۱۹:** در شکل زیر، جسم در آستانه ی حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می کند، برابر R است. اگر F را  $20N$  کاهش دهیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، برابر R' می شود، کدام است؟ (ضریب اصطکاک ایستایی برابر ۰٫۵ است)



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

**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؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



- (۱)  $30\sqrt{3}$       (۲)  $30\sqrt{5}$       (۳) ۶۵      (۴) ۶۰

**تست ۲۱:** شخصی به جرم  $m = 60kg$  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 20cm 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 12cm است. وقتی یکی از فنرها را از نقطه ی ثابتی می آویزیم طولش 15cm 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

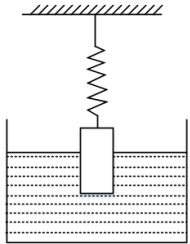
- (۱) ۳۶      (۲) ۳۵      (۳) ۴۰      (۴) ۳۲



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)  $\rho$  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)



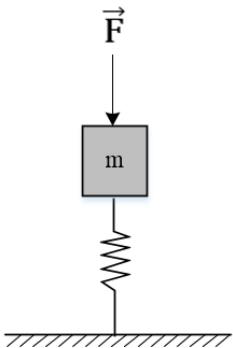
$$h = 30 \text{ cm}, K = 2 \text{ N/m}, \rho = 1/8 \text{ g/(cm}^3), r = 5 \text{ cm}, M = 1 \text{ Kg}$$

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  $3 \text{ cm}$  است. اگر ناگهان نیروی  $\vec{F}$  را حذف کنیم، در لحظه ای که وزنه به اندازه ی  $1 \text{ cm}$  جابه جا می شود، بزرگی شتاب آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟

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

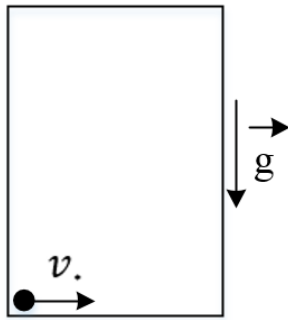
- ۲ (۱)      ۲/۵ (۲)      ۵ (۳)      ۱۰ (۴)



تست ۲۶:

آسانسوری با شتاب ثابت  $a$  حرکت می کند. جسم کوچکی با سرعت اولیه ی  $v_0$  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  $\mu$  ضریب اصطکاک است.





$$a = \mu g \left( \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} \right) \quad (2)$$

$$a = g \left( \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} \right) \quad (1)$$

$$a = \mu g \left( \frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2} \right) \quad (4)$$

$$a = g \left( \frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2} \right) \quad (3)$$

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؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱) صفر (۲) ۱۰ (۳) 20 (۴) ۴۰

**تست ۲۸:**

- فنر سبکی با ثابت  $200 \frac{N}{m}$  به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنه‌ی  $m = 5kg$  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؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

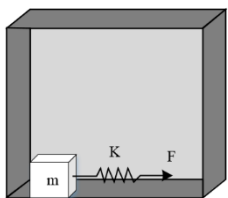
- (۱) 15 (۲) 7/5 (۳) 5 (۴) 2/5

سراسری-ریاضی-۱۴۰۰

**تست ۲۹:**

- در شکل زیر آسانسور با شتاب تندشونده و  $2 \frac{m}{s^2}$  در حال بالا رفتن است. مکعبی به جرم ۱۰kg 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؟ ( $k = 500 \frac{N}{m}$ ،  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱) 6 (۲) 8 (۳) 10 (۴) 12





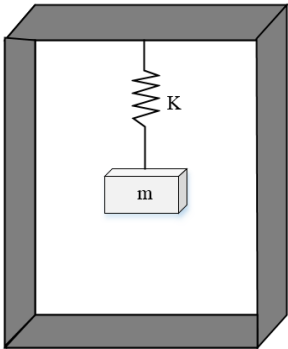
تست ۳۰:

جسمی به جرم  $3\text{kg}$  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؟

- (۱) 1      (۲)  $1/5$       (۳) 2      (۴)  $1/25$

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  $80\text{cm}$  می شود و اگر آسانسور با شتاب  $4\frac{m}{s^2}$  رو به بالا رود، طول فنر  $70\text{cm}$  میشود. طول طبیعی فنر (بدون اتصال وزنه) چند سانتی متر است؟ ( $g = 10\frac{m}{s^2}$ )



- (۱) ۳۵      (۲) ۴۵      (۳) ۵۵      (۴) ۶۵

تست ۳۲:

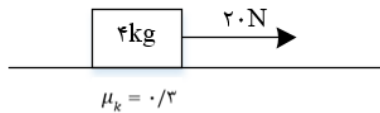
چوب مکعب شکلی به جرم  $5\text{kg}$  را به نخ بسته و با نیروی ثابت و افقی  $15\text{N}$  روی سطح افقی می کشیم و از حال سکون به حرکت در می آوریم و بعد از  $2$  ثانیه نخ پاره می شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی  $0/2$  باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظه‌ی ایستادن طی می کند، چند متر است؟ ( $g = 10\frac{m}{s^2}$ )

- (۱)  $1/5$       (۲) ۲      (۳)  $5/2$       (۴) ۳



تست ۳۳:

در شکل مقابل، جسم از حال سکون، در مسیر افقی و در لحظه ی  $t = 0$  تحت نیروی ثابت به حرکت در می آید و بعد از ۳ ثانیه نخ بسته شده به جسم پاره می شود. کل مسافتی که جسم از شروع حرکت تا لحظه ی ایستادن طی می کند، چند متر است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



- ۹ (۱)                      ۱۲ (۲)                      ۱۵ (۳)                      ۱۸ (۴)

کنکورهای خارج از کشور-سراسری-ریاضی

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؟

$$F = 10N$$

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

سراسری-ریاضی-۹۵

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؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

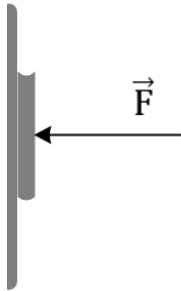
- ۲۰ (۱)                      ۲۵ (۲)                      ۴۰ (۳)                      ۴۵ (۴)



کنکورهای خارج از کشور - سراسری - تجربی

**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.

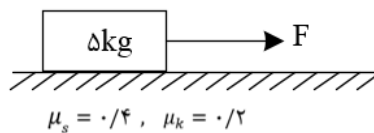
(۲) افزایش می یابد ولی به دو برابر نمی رسد - ثابت می ماند - دو برابر می شود.

(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.

سوالات گردآوری شده - سری (۲) سال تحصیلی ۹۶-۹۸

**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؟



5 (۴)

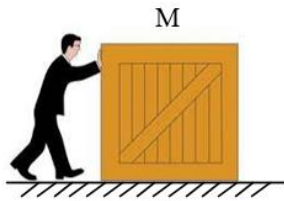
15 (۳)

10 (۲)

25 (۱)

**تست ۳۸:** شخصی به جرم  $50\text{ kg}$  که ضریب اصطکاک ایستایی کفش هایش با زمین  $\mu_s = 0/8$  است می خواهد جعبه  $M$  به جرم  $100\text{ kg}$  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  $4\text{ s}$  حداکثر چند متر می تواند جعبه را جلو ببرد؟ (مقاومت هوا ناچیز است.) ( $g = 10\frac{m}{s^2}$ )





32 (۴)

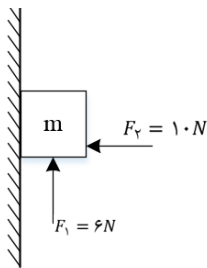
48 (۳)

24 (۲)

12 (۱)

سوالات گردآوری شده - سری (۴) آزمونهای نشان برتر - آزمونهای ۹۷-۹۸

**تست ۳۹:** در شکل زیر اگر جرم وزنه  $800g$  باشد، نیروی اصطکاک بین جسم و دیوار چند نیوتن و جهت آن به کدام سمت است؟ ( $\mu_k = 0/4$ ،  $\mu_s = 0/5$ ،  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



(۴) -۴ پایین

(۳) -۲ پایین

(۲) -۴ بالا

(۱) -۲ بالا

سوالات گردآوری شده سری (۴) آزمونهای نشان برتر - آزمونهای ۹۷-۹۸

**تست ۴۰:** جسمی را روی سطح افقی با سرعت اولیه  $V_0$  افقی پرتاب می کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح  $\mu_k$  باشد، جسم پس از طی چه مسافتی متوقف می شود؟

(۴)  $\frac{V_0^2}{\mu_k g}$

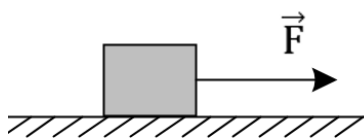
(۳)  $\frac{V_0^2}{2\mu_k g}$

(۲)  $\mu_k g V_0^2$

(۱)  $2\mu_k g V_0^2$

سوالات گردآوری شده - سری (۲) سال تحصیلی ۹۷-۹۸

**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؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



(۲) ۴

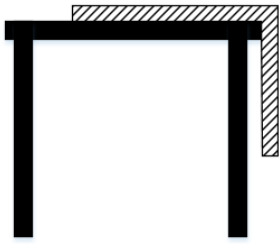
(۱) ۱

(۴) ضریب اصطکاک بیشتر از ۱ ممکن نیست

(۳) ۷



**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؟



۲۰٪ (۴)

۲۵٪ (۳)

۳۰٪ (۲)

۴۰٪ (۱)

سوالات گردآوری شده سری (۴) آزمونهای نشان برتر آزمونهای ۹۴-۹۵

**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؟ ( $g = 10N/kg$ )

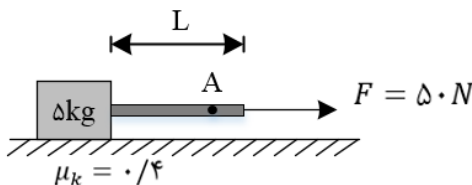
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

**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 عمود بر سطح مکعب تاثیری ندارد)



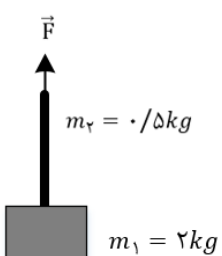
۴۹ (۴)

۲ (۳)

۴۸ (۲)

۲۹ (۱)

**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؟



29/5 (۴)

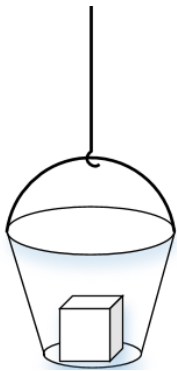
2 (۳)

28/75 (۲)

27 (۱)

کنکورهای خارج از کشور-سراسری-ریاضی

**تست ۴۶:** در شکل زیر جرم سطل ۴kg است و داخل آن یک وزنه به جرم ۲۰ کیلوگرم قرار دارد و سطل به وسیله ی یک طناب به سمت بالا کشیده می شود. اگر در مدت زمان ۵ 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.



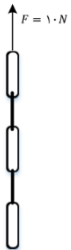
288/6 (۴)

528 (۳)

240 (۲)

268/8 (۱)

**تست ۴۷:** زنجیری شامل ۵ حلقه ی مشابه که جرم هر کدام ۱۰۰ 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؟



4 (۴)

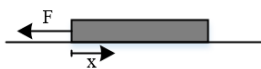
3 (۳)

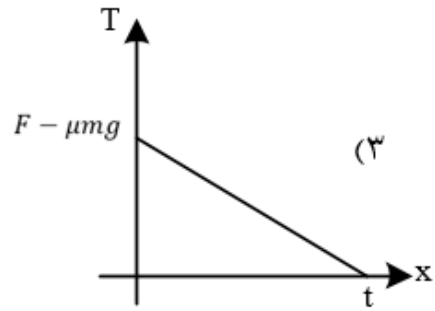
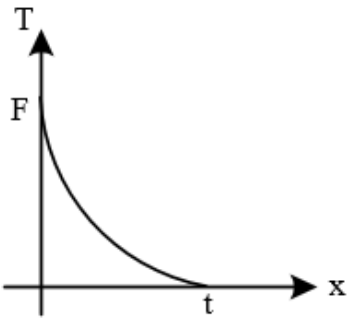
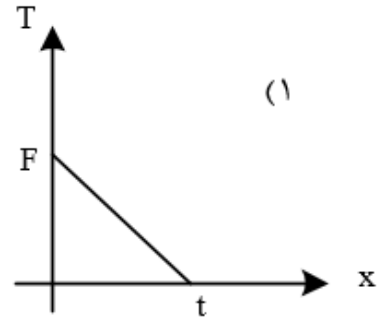
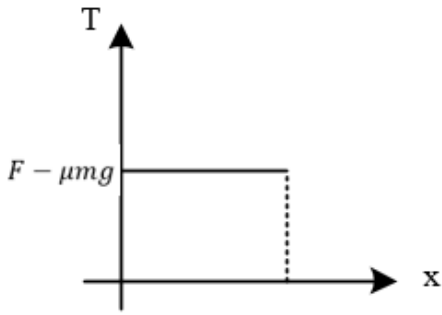
$\frac{10}{3}$  (۲)

1 (۱)

کنکورهای خارج از کشور-سراسری-ریاضی

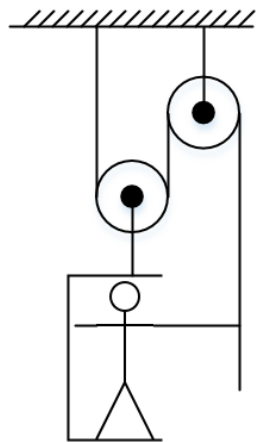
**تست ۴۸:** مطابق شکل زیر، ریسمانی همگن به طول  $l$  جرم  $m$  روی سطحی افقی با ضریب اصطکاک  $\mu$  قرار دارد. به یک سر آن نیرویی به اندازه ی  $F$  ( $F > \mu mg$ ) وارد می کنیم. نمودار نیروی کشش نخ بر حسب  $x$  کدام یک از شکل های زیر است؟





المپیاد فیزیک مرحله اول

**تست ۴۹:** یک کارگر ساختمانی به وزن  $W$  برای بالا رفتن از ساختمانی، ابزاری مطابق شکل به کار می برد. او حداقل با چه نیرویی باید طناب را پایین بکشد تا بتواند خود را بالا ببرد؟ (از جرم نخ و قرقره ها چشم پوشید.)



(۴)  $\frac{W}{4}$

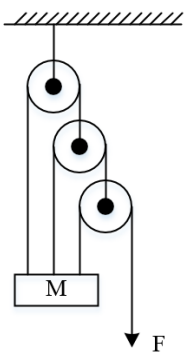
(۳)  $\frac{W}{3}$

(۲)  $\frac{W}{2}$

(۱)  $W$

المپیاد فیزیک

**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.)



(۴)  $8F$

(۳)  $\frac{6}{3}F$

(۲)  $\frac{7}{8}F$

(۱)  $F$



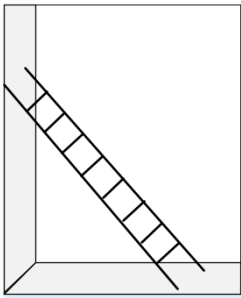
المپیاد فیزیک-مرحله اول

**تست ۵۱:** نردبانی به جرم  $16\text{kg}$  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  $200\text{N}$  باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چه قدر است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- (۱)  $\frac{3}{4}$       (۲)  $\frac{3}{5}$       (۳)  $\frac{2}{5}$       (۴)  $\frac{1}{4}$

کنکورهای خارج از کشور-سراسری-ریاضی

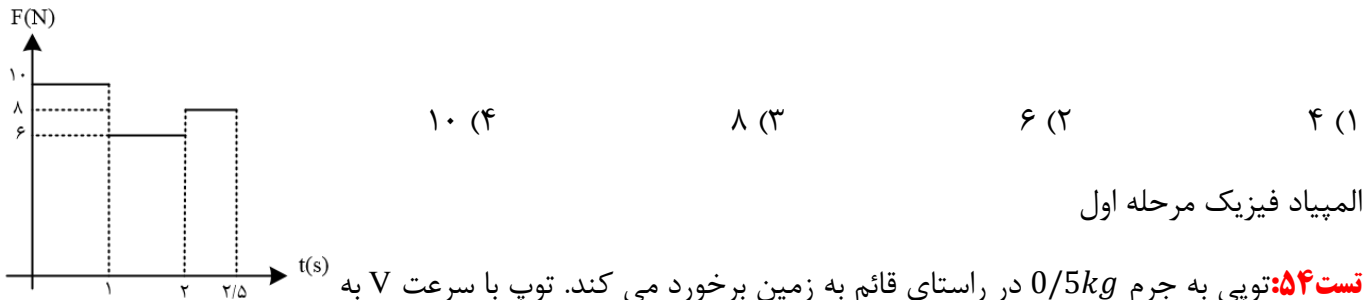
**تست ۵۲:** مطابق شکل، نردبانی به جرم  $4\text{kg}$  را داخل کابین آسانسور قرار داده ایم. اگر آسانسور با شتاب  $2$  متر بر مجذور ثانیه کندشونده پایین برود و نردبان در آستانه لغزش قرار گیرد، نیرویی که سطح قائم آسانسور به نردبان وارد می کند، چند نیوتن است؟ (سطح قائم آسانسور بدون اصطکاک و ضریب اصطکاک سطح افقی  $\mu_s = 0/25$  است و  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .)



- (۱) 30      (۲) 50      (۳) 9      (۴) 12

**تست ۵۳:**

شکل زیر، نمودار تغییرات نیروی وارد بر جسمی به جرم  $5\text{kg}$  را نسبت به زمان نشان می دهد. اگر تحت اثر این نیرو جسم از حال سکون شروع به حرکت کند، سرعت آن پس از  $2/5$  ثانیه چند  $\frac{m}{s}$  است؟



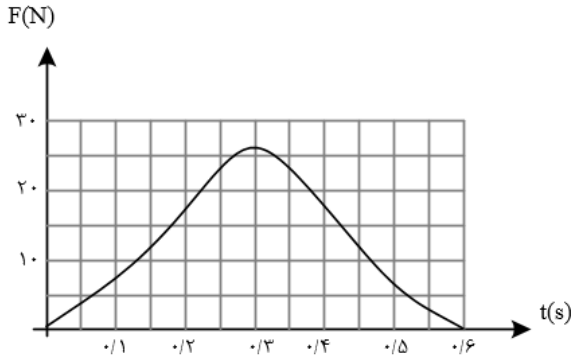
- (۱) 4      (۲) 6      (۳) 8      (۴) 10

المپیاد فیزیک مرحله اول

**تست ۵۴:** توپیی به جرم  $0/5\text{kg}$  در راستای قائم به زمین برخورد می کند. توپ با سرعت  $V$  به  $0/8V$  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؟







0/4m (۱)

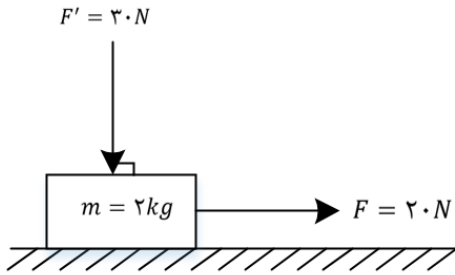
0/8m (۲)

1/2m (۳)

2/0m (۴)

المپیاد فیزیک مرحله اول

**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 ۰/۵ و ۰/۳ باشد، تغییر تکانه جسم در مدت ۲ ثانیه چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )



۲۸ (۴)

۱۰ (۳)

۹ (۲)

۱) صفر

کنکورهای خارج از کشور-سراسری-ریاضی

**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)

سراسری-ریاضی-۹۹

**تست ۵۷:** معادله‌ی تکانه جسمی بر حسب زمان در SI به صورت  $P = 15t^2 + 5t$  می باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازه‌ی زمانی  $t_1 = 3s$  تا  $t_2 = 6s$  چند نیوتون است؟

۱۹۰ (۴)

۱۴۰ (۳)

۸۵ (۲)

۷۰ (۱)



کنکورهای خارج از کشور-سراسری-ریاضی

سراسری-ریاضی-

**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؟

$$(۱) \frac{8}{5} M.Lg$$

$$(۲) \frac{2}{5} M.Lg$$

$$(۳) \sqrt{\frac{2}{5} M^2.Lg}$$

$$(۴) \sqrt{\frac{8}{5} M^2.Lg}$$

سراسری-ریاضی-۹۰

**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؟

$$(۱) \frac{\sqrt{2}}{8}$$

$$(۲) 0/5$$

$$(۳) \frac{\sqrt{2}}{4}$$

$$(۴) 0/25$$

سوالات گردآوری شده سری (۴) آزمون های نشان برتر-آزمون های ۹۸-۹۹

**تست ۶۱:** شخصی که از ارتفاع نسبتا 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.

سوالات گردآوری شده -سری (۴) آزمونهای نشان برتر آزمونهای ۹۷-۹۸

سوالات گردآوری شده سری (۴) آزمونهای نشان برتر آزمونهای ۹۷-۹۸

**تست ۶۲:** معادله ی 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 اندازه ی شتاب متوسط

متحرک در این بازه ی زمانی چند واحد SI است؟



(۱) همواره کندشونده -  $1/5$

(۲) همواره تندشونده -  $1/5$

(۳) ابتدا تندشونده، سپس کندشونده - ۱

(۴) ابتدا کندشونده، سپس تندشونده - ۱

سوالات گردآوری شده سری (۲) سال تحصیلی ۹۷-۹۸

**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)

(۴)  $10^{-3}$

(۳)  $10^{-1}$

(۲)  $10^1$

(۱)  $10^2$

المپیاد فیزیک مرحله

**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 واردشده 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؟

(۲)  $68 \times 10^3$

(۱)  $6 \times 10^5$

(۴)  $32 \times 10^3$

(۳)  $3 \times 10^5$

**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؟

(۴)  $\frac{1}{6}$

(۳) ۶

(۲)  $\frac{2}{3}$

(۱)  $\frac{3}{2}$

**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:



۴ (1)

۱ (۲)

 $\sqrt{2}$  (۳) $\frac{1}{2}$  (۴)

المپیاد فیزیک-مرحله اول

### پاسخ تست های جمع بندی دینامیک

#### تست ۱:

متوازن بودن یعنی باید برآیند نیروها صفر شود، به زبون ساده هر جایی 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 برابری نیروها رو پیدا کنیم (توی محور Xها اگر ۶ رو از ۲ کم کنیم میشه ۴+

و توی محور Yها 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 برابری نیروهاش صفر بشه! یعنی یک نیرو دقیقاً مخالف با نیروی بالا بهش وارد بشه!

یعنی:  $-4i+2j$

گزینه ۲

### تست ۳:

وقتی میگه سرعت ثابت، یعنی شتاب صفره! یعنی برابری نیروها هم باید صفر بشه! پس فقط اگر گزینه ۲ رو با اون تا نیروی دیگه جمع کنیم میبینیم که برابری 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 اصلاً 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  $\vec{A}$  ها را باهم جمع میکنیم و  $\vec{A}$  ها را هم باهم جمع میکنیم تا برابری نیروها به دست آید، سپس از قانون دوم نیوتن شتاب را پیدا می‌کنیم:

$$\vec{F}_{\text{کل}} = -30i - 40j \quad F = 50 \quad F = ma \quad 50 = 10a \quad a = 5$$

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 می‌شود. 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 برابند هردوتای آنها مساوی با نیروی دیگر و در جهت خلاف آن است. پس برابند دونیروی 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 برابند 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  $v$  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.

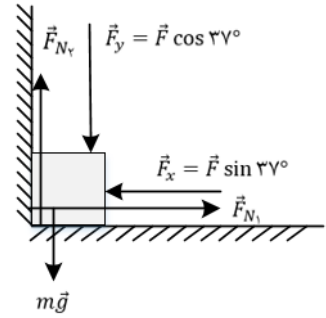
در حالت اول که چتر باز به همراه چتر سقوط می کند، اندازه ی برآیند نیروی مقاومت شاره ی وارد شده به چتر و چتر باز برابر اندازه ی نیروی وزن است و چتر باز با تندی ثابت سقوط می کند.

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 اندازه‌ی نیروی مقاومت هوای وارد شده به آن افزایش می‌یابد 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 می‌کنیم و با توجه به این که جسم در حالت تعادل است، می‌توان نیروی عمودی تکیه گاه حاصل از دیوار ( $\vec{F}_N$ ) و زمین ( $\vec{F}_{N_2}$ ) را محاسبه کرد:



$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_x = F_{N_1}$$

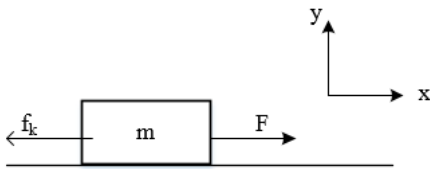
$$\rightarrow F_{N_1} = 30 \sin 37^\circ = 30 \times \frac{6}{10} = 18N$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_{N_2} = F_y + mg$$

$$\rightarrow F_{N_2} = 30 \times \frac{8}{10} + 2 \times 10 = 24 + 20 = 44$$

$$F_{N_2} - F_{N_1} = 44 - 18 = 26N$$

**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 می‌کند هم اصطکاک است و هم تکیه گاه. فرض کنید تکیه گاه نبود جسم می‌افتاد و به راحتی می‌توانست به سمت راست و چپ برود پس نیرویی که سطح وارد می‌کند:

$$R = \sqrt{f_k^2 + N^2} = \sqrt{(150)^2 + (360)^2} = 390N$$

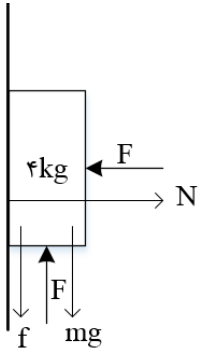
نکته: حتماً توان‌ها را حفظ کنید اما اگر بلد نبودید به راحتی با حذف گزینه می‌شود به جواب رسید:



- 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:

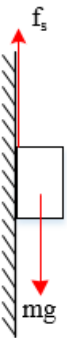
$$R = \sqrt{(40)^2 + (80)^2} = 40\sqrt{5}$$

$$\rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{20\sqrt{10}}{40\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$R = \sqrt{(60)^2 + (20)^2} = 20\sqrt{10}$$

**تست ۲۰:**

- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

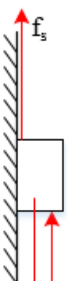


$$mg = f_s \rightarrow f_s = 30 N$$

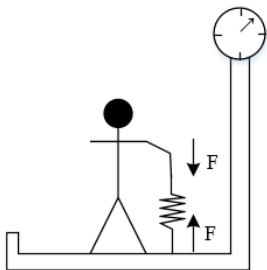
$$\rightarrow f_s + 55 - 30 = 0 \rightarrow f_s = 25$$

$$F_R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} = \sqrt{25^2 + 60^2} = 65 N$$

چون کمتر از ۳۰ است قطعا ساکن است.



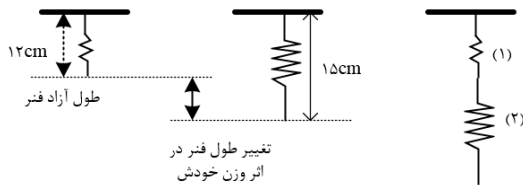
### تست ۲۱:



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هرگاه شخص فنر را به اندازه  $\Delta x$  بکشد، نیروی  $F = K\Delta x$  در فنر ایجاد می شود و در نتیجه فنر با نیرویی به اندازه  $F$  شخص را به سمت پایین و با همین نیرو ترازو را به سمت بالا می کشد. در نتیجه به کل سیستم شخص و صفحه  $F$  ترازو هیچ نیروی خالصی وارد نمی شود. به عبارت دیگر نیروی  $F$  برای سیستم شخص و صفحه  $F$  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 نقطه‌ی ثابتی بیاویزیم، هر فنر تحت تأثیر وزن خودش  $3\text{cm}$  افزایش طول می دهد. تا اینجا دو فنر به مقدار  $6\text{cm}$  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 شماره‌ی (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  $3\text{cm}$  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 اندازه‌ی  $6 + 6 = 12$  سانتی متر افزایش می یابد. طول اولیه‌ی هر فنر  $12\text{cm}$  و در نتیجه طول اولیه‌ی فنر مرکب  $24\text{cm}$  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.

$$k = \text{شیب نمودار} \quad m_2 > m_3 > m_1 \rightarrow k_2 > k_3 > k_1$$

$$(\Delta x)_{S_2} = 4 \text{ cm} \quad \Delta x_2 < \Delta x_3 < \Delta x_1 \text{ پس در } F \text{ یکسان}$$

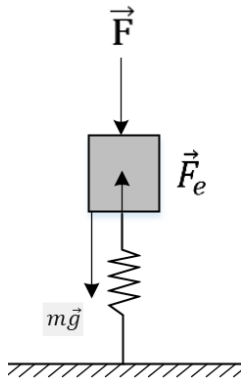
با توجه به گزینه ها ۹ یا ۸  $\Delta x_1 =$

۳ یا ۲  $\Delta x_2$

### تست ۲۵:

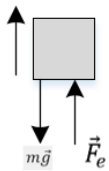
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در لحظه ای که وزنه ساکن است، برابری نیروها صفر می باشد. برای محاسبه ی ثابت فنر می توان نوشت:





$$F + mg = F_e \rightarrow 5 + 0/4 \times 10 = kx \rightarrow 9 = k \times 3 \rightarrow k = 3 \frac{N}{cm}$$

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  $1 \text{ cm}$  جابه جا شده و رو به بالا می رود، اختلاف طول فنر نسبت به طول عادی اش به  $2 \text{ cm}$  می رسد. برای محاسبه‌ی 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:

گزینه‌ی 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 اندازه‌ی 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:

$$\text{شتاب کند شونده‌ی جسم} \quad \sum F = MA \rightarrow -f_k = MA \rightarrow -\mu N = MA \rightarrow A = -\frac{\mu N}{M}$$

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:

$$\text{برای جسم} \quad Mg - N_1 = Ma \rightarrow N_1 = M(g - a)$$



$$N_2 - Mg = Ma \rightarrow N_2 = M(g + a)$$

→ شتاب آسانسور رو به بالا: حالت دوم

پس در هر حالت شتاب جسم در کف آسانسور به صورت زیر محاسبه می شود.

$$A_1 = \frac{\mu N_1}{M} \text{ و } N_1 = M(g - a) \rightarrow A_1 = -\mu(g - a)$$

حالت اول:

$$A_2 = \frac{\mu N_2}{M} \text{ و } N_2 = M(g + a) \rightarrow A_2 = -\mu(g + a)$$

حالت دوم:

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:

$$V_1^2 - V_0^2 = 2A_1 \Delta x_1 \rightarrow 0^2 - v_0^2 = 2 \times (-\mu(g - a)) \times S_1 \rightarrow v_0^2 = 2\mu(g - a)S_1$$

حالت اول:

$$V_2^2 - V_0^2 = 2A_2 \Delta x_2 \rightarrow 0^2 - v_0^2 = 2 \times (-\mu(g + a)) \times S_2 \rightarrow v_0^2 = 2\mu(g + a)S_2$$

حالت دوم:

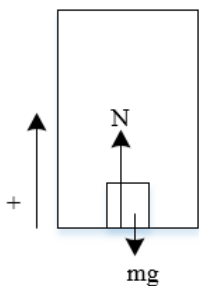
با تقسیم عبارت‌های بدست آمده بر هم، مقدار  $a$  را بر حسب پارامترهای مورد نظر به دست می‌آوریم.

$$\frac{v_0^2}{v_0^2} = \frac{2\mu(g - a)S_1}{2\mu(g + a)S_2} \rightarrow 1 = \frac{(g - a)S_1}{(g + a)S_2} \rightarrow gS_2 + aS_2 = gS_1 - aS_1$$

$$\rightarrow aS_2 + aS_1 = gS_1 - gS_2 \rightarrow a = g \frac{(S_1 - S_2)}{(S_1 + S_2)}$$

### تست ۲۷:

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. حرکت رو به بالای آسانسور را مثبت فرض می‌کنیم. در نتیجه:



$$N_1 - mg = m'a \rightarrow N_1 = m(g + a)$$

حرکت رو به بالا (۱):



$$N_2 + mg = -ma \rightarrow N_2 = m(g - a) \quad \text{حرکت رو به پایین (۲):}$$

نیروی که از طرف جسم به کف آسانسور وارد می شود (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.

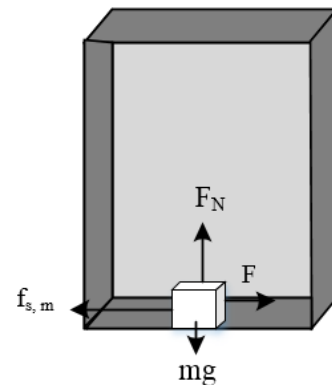
$$\text{حالت 1} \rightarrow mg - k\Delta x = ma \rightarrow 50 - 200\Delta x = 5 \times 2 \rightarrow \Delta x_1 = 20cm$$

$$\text{حالت 2} \rightarrow mg - k\Delta x = -ma \rightarrow 50 - 200\Delta x = -5 \times 1 \rightarrow \Delta x_2 = 27/5cm$$

$$\Delta x_2 - \Delta x_1 = 7/5cm$$

### تست ۲۹:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون با شتاب کندشونده پایین می رود، پس در راستای y داریم:



$$F_N - mg = ma \rightarrow F_N - 100 = 10 \times 2 \rightarrow F_N = 120N$$

از طرفی چون جسم در آستانه لغزش قرار دارد، پس:

$$F = f_{s,max} = \mu_s F_N = 0/5 \times 120 = 60N$$

$$\rightarrow f_{s,max} = F_e = K\Delta L \rightarrow 60 = 500\Delta L \rightarrow \Delta L = \frac{6}{50}m = 12cm$$

### 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:

$$N_1 = m(g - a) = 3(10 - 2) = 24N$$

گام دوم: در حالت دوم نیروی موردنظر 12/5 درصد افزایش یافته است.

$$N_2 = \frac{112/5}{100} N_1 = 27N \quad \text{بنابر این داریم:}$$

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.

$$\text{در حالت اول: } mg = k(I_1 - I_0) \xrightarrow{g=10} 10m = k(80 - I_0)$$

$$\text{در حالت دوم: } m(g - a) = k(I_2 - I_0) \xrightarrow{a=4} 6m = k(70 - I_0)$$

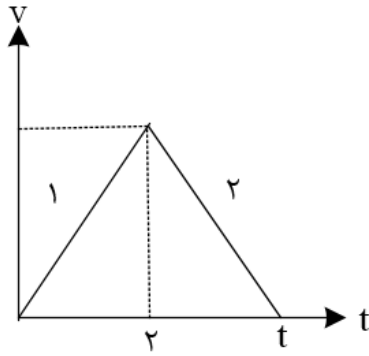
با تقسیم در رابطه فوق بر هم داریم:

$$\rightarrow \frac{10}{6} = \frac{80 - I_0}{70 - I_0} \rightarrow 700 - 10I_0 = 480 - 6I_0 \rightarrow 4I_0 = 220 \rightarrow I_0 = 55cm$$

### تست ۳۲:

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.





$$a_2 = \mu_k g = -2$$

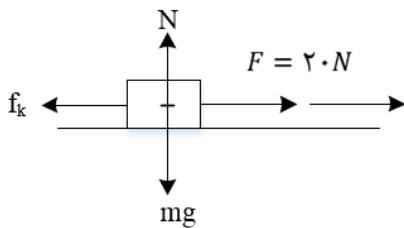
$$(F_{net})_1 = 15 - 0/2(50) = 5N$$

$$(F_{net})_1 = ma_1 \rightarrow a_1 = 1 \frac{m}{s^2}$$

$$\rightarrow V = 2 \frac{m}{s} \rightarrow t = 3 \rightarrow \Delta x = \frac{3 \times 2}{2} = 3m$$

### 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 لحظه‌ی  $t = 3s$  تا توقف کامل برابر است با:

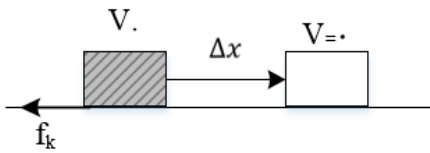
$$V_{2x}^2 - V_{1x}^2 = 2a_{2x}\Delta x_2 \rightarrow 0 - (6)^2 = 2(-3) \times \Delta x_2 \rightarrow \Delta x_2 = 6m$$

در نتیجه کل جابه جایی جسم از شروع حرکت تا توقف کامل برابر است با:

$$\text{کل } \Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 9 + 6 = 15m$$

### 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.

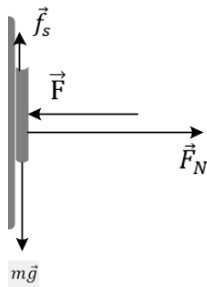
$$a_{\text{صندوق}} = \mu_u g = 0/25 \times 10 = 2/5 \frac{m}{s}$$

$$x = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{225}{2 \times 2/5} = \frac{225}{5} = 45$$



### 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، بنابراین 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.

$$F_{max} = f_{s,max} = \mu_s mg = 0/8 \times 500 = 400N$$

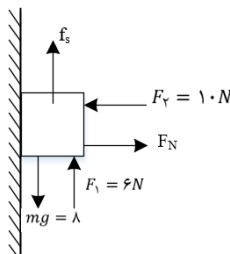


$$F - f_k = ma \rightarrow 400 - 0/1 \times 1000 = 100 \times a \rightarrow 400 - 100 = 100a \rightarrow a = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 16 = 24m$$

### 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:

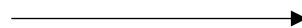
پاسخ گزینه ۴ است

### 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:



$$\sum F = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow F - \mu_k mg = ma \frac{F = 12m, \mu_k = 0/5}{g = 10 \frac{m}{s^2}}$$

$$12m - 0/5 \times m \times 10 = m \times a \rightarrow 12 - 5 = a \rightarrow a = 7 \frac{m}{s^2}$$

### تست ۴۲:

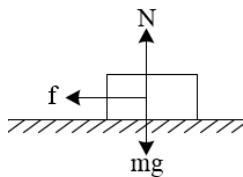
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جرم واحد طول طناب را برابر  $d$ ، طول قسمت آویزان را  $x$  و کل طول طناب را  $L$  فرض می‌کنیم. حداکثر طول آویزان در شرایطی است که وزن قسمت آویزان برابر با بیشینه اصطکاک ایستایی قسمت روی میز باشد:

$$mg = \mu_s m' g \rightarrow x \times d \times g = \mu_s \times (L - x) \times d \times g$$

$$x = 0/25(L - x) \rightarrow 1/25x = 0/25L \rightarrow x = \frac{1}{5}L = 0/2L$$

### تست ۴۳:

گزینه 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:

$$sV^2 - V_0^2 = 2a\Delta x \rightarrow V^2 - 5^2 = 2 \times (-2) \times 4 \rightarrow V^2 = 9 \rightarrow V = 3m/$$

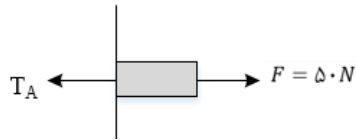
### تست ۴۴:

گزینه 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 می‌توان نوشت:



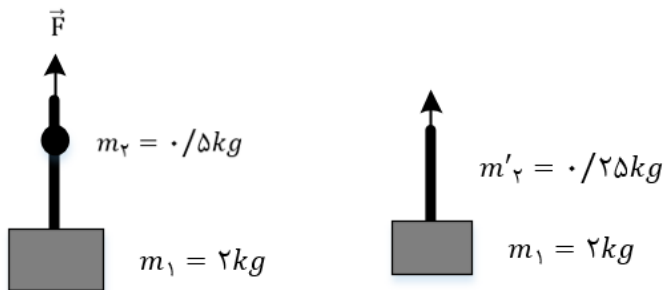


قانون دوم نیوتون برای قسمت جدا شده  $F - T_A = \frac{m'}{5} a$  و  $m' = \frac{1}{5} m_{\text{میله}} = \frac{1}{5} kg$

$$\rightarrow 50 - T_A = \frac{1}{5} \times 5 \rightarrow T_A = 49N$$

### 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:

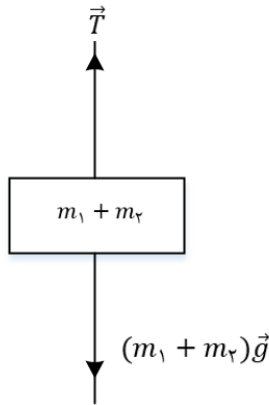
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

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:



$$F_{net} = m a$$

$$\rightarrow T - (m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$$

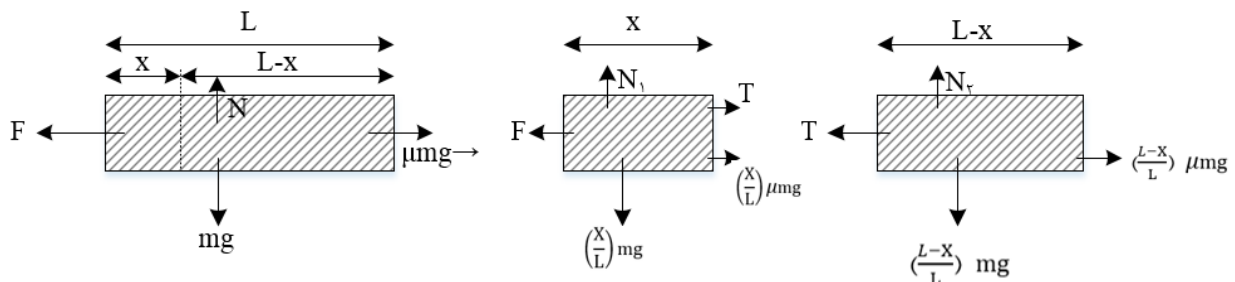
$$\rightarrow T - 240 = 24 \times 1/2 \rightarrow T = 268/8N$$

### 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  $\mu$  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  $\alpha$  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.



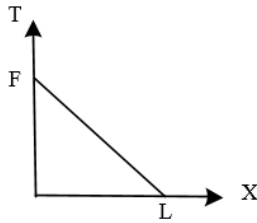


$$F - \mu mg = ma \rightarrow a = \frac{F - \mu mg}{m}$$

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.

$$F - T - f_{K1} = m_1 a \rightarrow F - T - \left(\frac{X}{L}\right) \mu mg = \left(\frac{X}{L}\right) m \times \frac{F - \mu mg}{m}$$

$$\rightarrow F - T - \frac{X}{L} \mu mg = \frac{X}{L} F - \frac{X}{L} \mu mg \rightarrow T = F - \frac{X}{L} F \rightarrow T = \left(1 - \frac{X}{L}\right) F$$

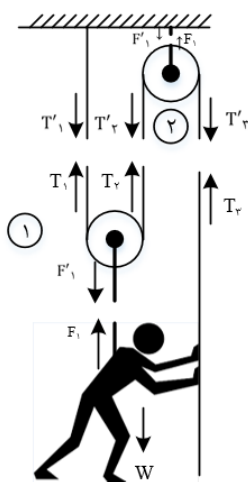


چون تابع  $T$  حسب  $X$  درجه یک می باشد، به صورت خطی با شیب منفی رسم می شود به طوری که در  $X = 0$  مقدار  $T$  برابر  $F$  و در  $X = L$  مقدار  $T$  برابر صفر خواهد شد.

### 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  $T'_3$  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:

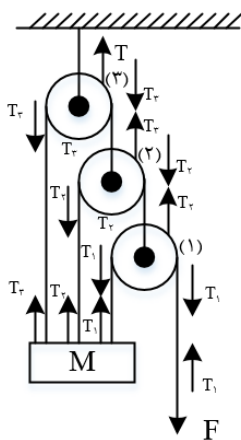
$$\begin{cases} T_3 = T'_3 \\ T_2 = T'_2 \text{ و } T'_2 = T'_3 \rightarrow T_1 = T_2 = T_3 \text{ و } F_1 = F'_1 \text{ و } F'_1 = 2T_1 \rightarrow F_1 = 2T_3 \\ T_1 = T'_1 \text{ و } T_2 = T_1 \end{cases}$$

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 ی ۴ پاسخ صحیح است. اگر از جرم نخ ها صرف نظر شده باشد، با توجه 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.

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{شرط تعادل قرقره ی (1)}: T_2 - T_1 - T_1 = 0 \rightarrow T_2 - 2T_1 = 0 \\ \rightarrow T_2 = 2T_1 \end{aligned}$$

$$\text{شرط تعادل قرقره ی (2)}: T_3 - T_2 - T_2 = 0 \rightarrow T_3 - 2T_2 = 0 \rightarrow T_3 = 2T_2$$



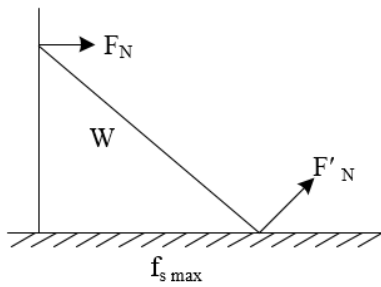
$$(3) \text{ شرط تعادل قرقه‌ی: } T - T_3 - T_3 = 0 \rightarrow T - 2T_3 = 0 \rightarrow T = 2T_3$$

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.



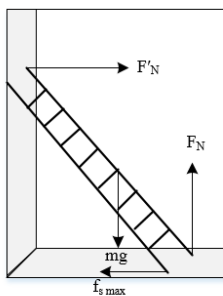
$$F_R = \sqrt{F'^2_N + f_{Smax}^2}, F'_N = W = 160N$$

$$200 = \sqrt{160^2 + f_{Smax}^2} \rightarrow f_{Smax} = 120N$$

$$\mu_s = \frac{f_{Smax}}{F'_N} = \frac{120}{160} = \frac{3}{4}$$

### 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 ی ۱ پاسخ صحیح است. مطابق قانون ضربه - اندازه ی حرکت، می دانیم تغییرات اندازه ی حرکت یک جسم ( $P = m \cdot V, \Delta P$ ) در یک بازه ی زمانی مشخص برابر ضربه ی وارد شده به آن جسم ( $F \cdot \Delta t$ ) در همان بازه ی زمانی است. مطابق نمودار مقابل و با توجه به تعریف انجام شده از ضربه، هرگاه نیروی اعمال شده به جسم متغیر باشد، ضربه ی وارد شده به جسم را می توانیم با محاسبه ی 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  $t \Delta$  نیروی  $F$  وارد شود و در نتیجه سرعت آن به اندازه ی  $V \Delta$  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.

$$\rightarrow S = (21 + 7) \times (5 \times 0.5) = v \text{ N.s}$$

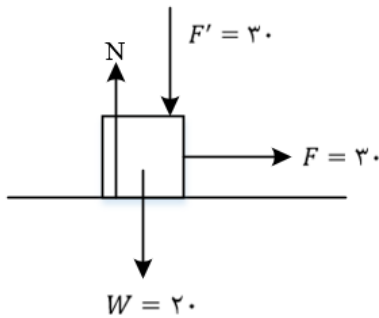
$$m \cdot \Delta V = v \rightarrow 0.5 \times 0.8V - (-V) = 7 \rightarrow 0.5 \times 1.8V = 7$$



$$\rightarrow 0/9V = 7 \rightarrow h = \frac{V^2}{2g} = \frac{(0/8)^2}{2g} = \frac{(0/8 \times 7/8)^2}{2 \times 10} \cong 2m$$

### تست ۵۵:

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$N = F' + W = 30 + 20 + 50 \text{ N}$$

$$f_{s,max} = \mu_s N = 0/5 \times 50 = 25 \text{ N} \xrightarrow{f_{s,max} > 20N} F_s = 20 \text{ N}$$

جسم ثابت است شروع به حرکت نمی کند بنابراین 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.

$$P = 15 \times 9 + 15 = 10 \times 15 = 150$$

$$P = 15 \times 36 + 30 = 30 \times 18 + 30 = 19 \times 30$$

$$F_{net} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{19 \times 30 - 5 \times 30}{3} = \frac{14 \times 30}{3} = 140 \text{ N}$$

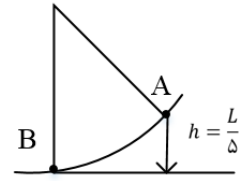
### تست ۵۸:



گزینه 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 می کنیم:

$$P = 2\text{Sin}\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 2\text{Sin}\left(\frac{100\pi}{400} + \frac{\pi}{2}\right) = 2\text{Sin}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\rightarrow P = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \frac{kgm}{s}$$

با توجه به رابطه انرژی جنبشی بر حسب تکانه داریم:

$$K = \frac{P^2}{2M} \rightarrow K = \frac{(\sqrt{2})^2}{2 \times 4} = 0/25J$$

### تست ۶۰:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

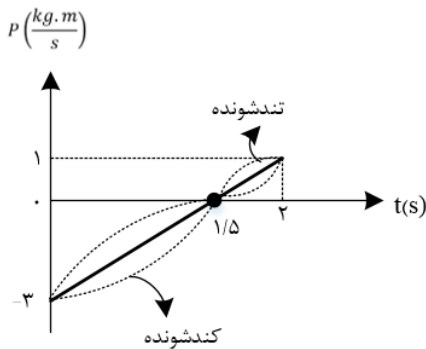
$$P = 4 = a(t - 1)^2 \rightarrow 0 - 4 = a(3 - 1)^2 \rightarrow a = -1 \rightarrow P = -t^2 + 2t + 3$$



**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 تکانه ی یک جسم مشابه نحوه ی تغییرات سرعت آن جسم است. بنابراین از روی نمودار تکانه - زمان، تند یا کند شونده بودن حرکت را تعیین می کنیم:



$$P = 2t - 3$$

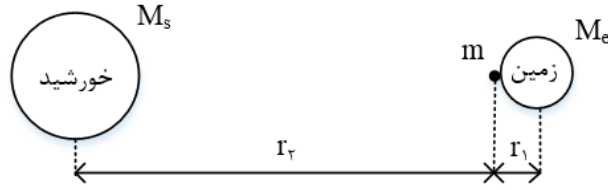
مطابق شکل در بازه ی زمانی  $0 \leq t \leq 1/5s$ ، اندازه ی تکانه و در نتیجه اندازه ی سرعت متحرک کاهش یافته و در نتیجه حرکت متحرک از نوع کندشونده است. از طرفی در بازه ی زمانی  $1/5s \leq t < 2s$ ، اندازه ی سرعت متحرک افزایش یافته و در نتیجه حرکت متحرک از نوع تند شونده است.

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = 2N \rightarrow a = \frac{F_{av}}{m} = \frac{2}{2} = 1 \frac{m}{s^2}$$

دقت کنید: با توجه به خطی بودن معادله ی 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:

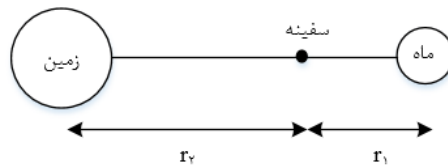




$$\begin{cases} F = G \frac{M_s m}{r_2^2} \\ W = G \frac{M_e m}{r_1^2} \end{cases} \rightarrow \frac{F}{W} = \frac{M_s}{M_e} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{F}{W} = \frac{2 \times 10^{30}}{6 \times 10^{24}} \times \left(\frac{\frac{6}{4} \times 10^6}{\frac{1}{5} \times 10^{11}}\right)^2 = \frac{10^6}{3} \times \left(\frac{4/27}{10^5}\right)^2 \cong 10^{-3}$$

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، فاصله‌ی مرکز ماه تا مرکز زمین برابر  $374 \times 10^3 km$  است. بنابر این داریم:

$$r_1 + r_2 = 374 \times 10^3 \xrightarrow{r_2=4/5r_1} 5/5 r_1 = 374 \times 10^3 \rightarrow r_1 = 68 \times 10^3 km$$

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 ی 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  $\rho$  فرض کنیم، جرم آن برابر است با:

$$\text{حجم سیاره } V = \frac{4}{3}\pi R^3 \rightarrow \text{حجم کره } V = \frac{4}{3}\pi r^3, \quad \rho = \frac{m}{V}, \quad \text{رابطه‌ی چگالی}$$

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \rightarrow M = \frac{4}{3}\pi \rho R^3$$

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:

$$\rho_x = \rho_y, \quad R_x = \frac{1}{2}R_y$$



$$\frac{g_x}{g_y} = \frac{\frac{4}{3}\pi G \rho_x R_x}{\frac{4}{3}\pi G \rho_y R_y} = \left(\frac{\rho_x}{\rho_y}\right) \times \left(\frac{R_x}{R_y}\right) \rightarrow \frac{g_x}{g_y} = (1) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

