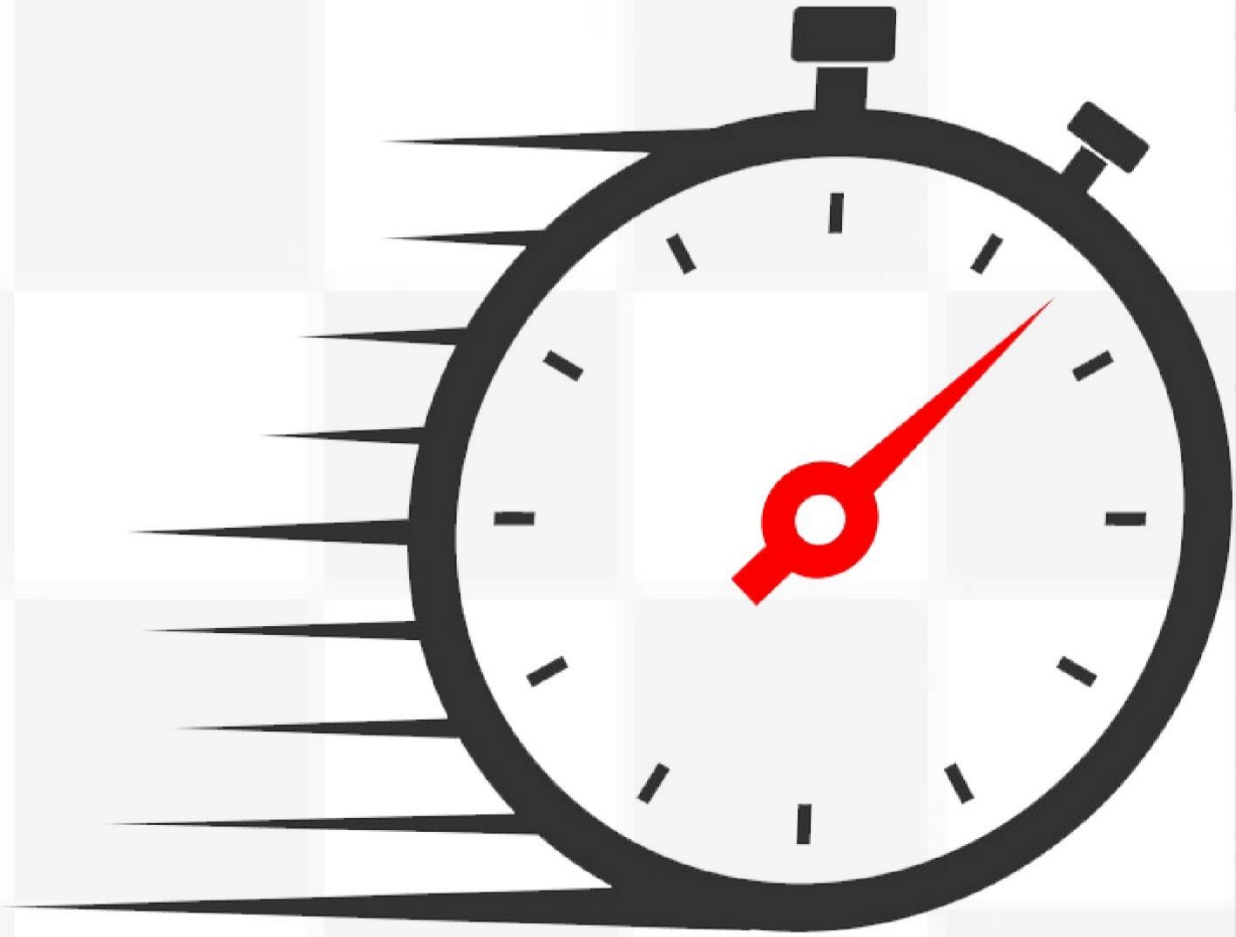
جزوه جمع بندی

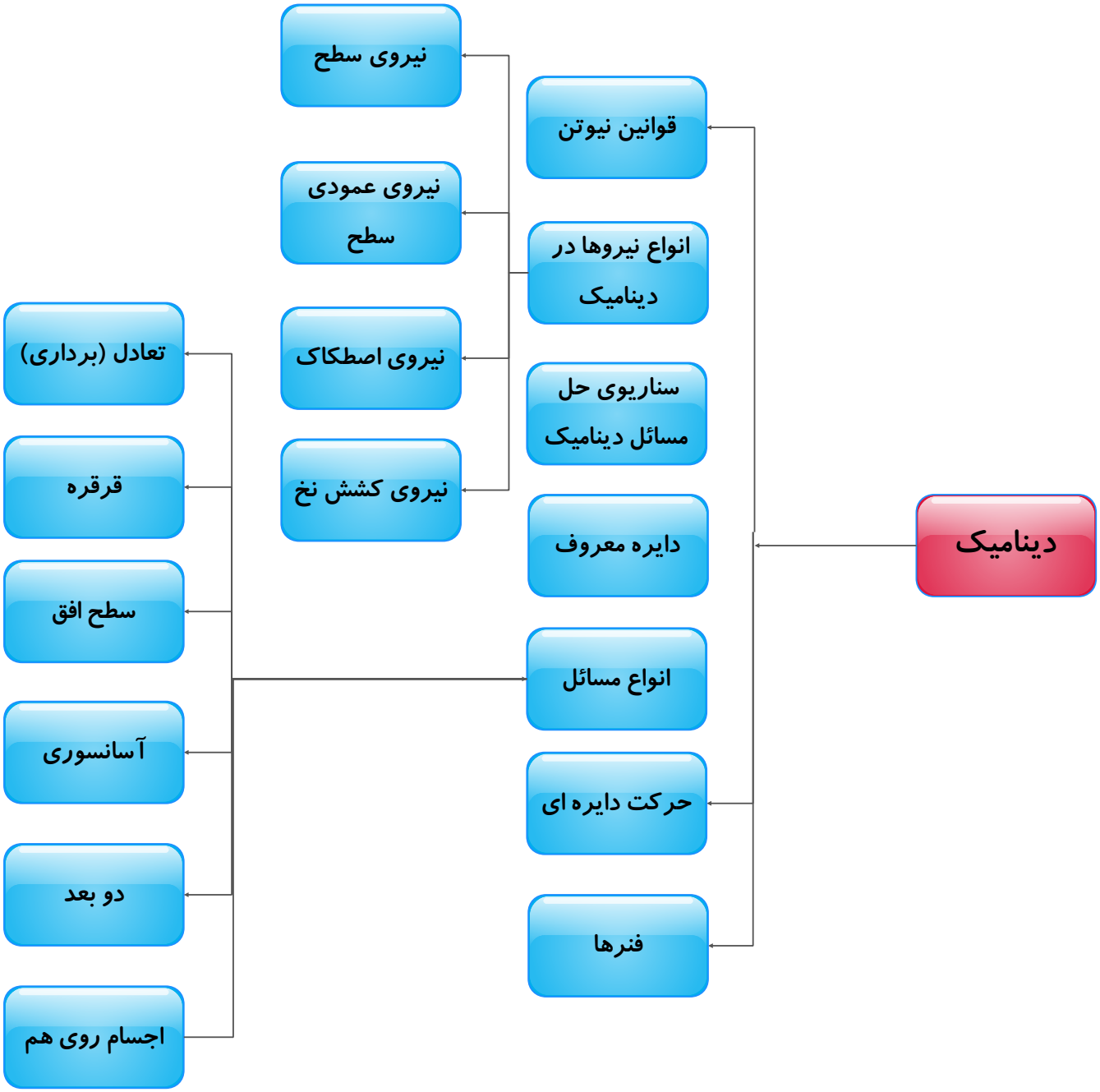
فیزیک

کنکور ۱۴ صفر یک



درس نامه، خلاصه، جدول بندی و
تیپ بندی

به قلم مهندس علی عاقلی



به هیچ وجه راضی نیستم ....

فصل دوم فیزیک دوازدهم

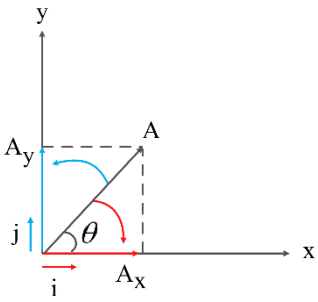
دینامیک

(معمولاً ۳-۲ تست تجربی و ۴-۳ تست ریاضی)

۳-۱ پیشنیاز ریاضیاتی

۳-۱-۱ تجزیه یک بردار به بردارهای یکه

بردار A را به صورت زیر در نظر می گیریم:



$$\left.\begin{array}{l}\text{Cos}\,\theta=\dfrac{A_x}{A}\rightarrow A_x=A\,\text{Cos}\,\theta\\ \text{Sin}\,\theta=\dfrac{A_y}{A}\rightarrow A_y=A\,\text{Sin}\,\theta\end{array}\right\}\rightarrow \vec{A}=\vec{A_x}i+\vec{A_y}j\rightarrow |\vec{A}|=\sqrt{A_x^2+A_y^2}\quad ,m=tg\theta=\frac{A_y}{A_x}$$

۳-۱-۲ اعداد فیثاغورثی

اعداد فیثاغورسی یا سه‌تایی فیثاغورسی شامل سه عدد طبیعی به صورت (a,b,c) هستند که مجموع مربع‌های دو تا از آن‌ها برابر با مربع سومی باشد.

۱) مجموعه ی ۱ :

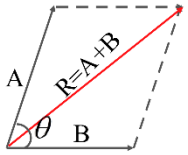
$$۳n,۴n\rightarrow ۵n$$

۲) مجموعه ی ۲ :

$$۵n,۱۲n\rightarrow ۱۳n$$

۳-۱-۳ برآیند دو بردار

اگر زاویه بین دو بردار θ باشد، می توان نوشت:



$$|\vec{R}|=\sqrt{|\vec{A}|^2+|\vec{B}|^2+۲|\vec{A}||\vec{B}|\,\text{Cos}\,\theta}$$

$$\theta\rightarrow\begin{cases}۰\rightarrow R_{Max}=|\vec{A}|+|\vec{B}|\\ ۹۰\rightarrow |\vec{R}|=\sqrt{|\vec{A}|^2+|\vec{B}|^2}\\ ۱۸۰\rightarrow R_{Min}=||\vec{A}|-|\vec{B}||\end{cases}$$

$$A,B\rightarrow\begin{cases}|\vec{A}|=|\vec{B}|\rightarrow |\vec{R}|=\sqrt{۲A^2(۱+\text{Cos}\,\theta)}=۲|\vec{A}|\,\text{Cos}\,\dfrac{\theta}{۲}\\ A\perp B\ (\theta=۹۰)\rightarrow |\vec{R}|=\sqrt{|\vec{A}|^2+|\vec{B}|^2}\end{cases}$$

۳-۱-٤ یکم هم مثلثات بگیم

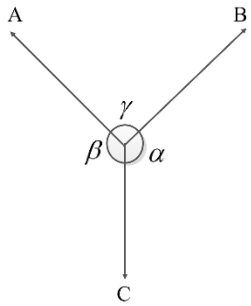
مقادیر سینوس و کسینوس به ازای چند زاویهٔ پرکاربرد

θ	sinθ	cosθ
۰°	۰	۱
۳۰°	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$
۴۵°	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۶۰°	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$
۹۰°	۱	۰
۱۸۰°	۰	-۱

$$\begin{cases}\sin ۳۷=۰/۶ \xrightarrow{۳۷+۵۳=۹۰} \cos ۵۳=۰/۶ \\ \sin ۵۳=۰/۸ \xrightarrow{۳۷+۵۳=۹۰} \cos ۳۷=۰/۸\end{cases} \rightarrow \begin{cases}tg ۳۷=\frac{۳}{۴} \rightarrow \cot ۵۳=\frac{۳}{۴} \\ tg ۵۳=\frac{۴}{۳} \rightarrow \cot ۳۷=\frac{۴}{۳}\end{cases}$$

۳-۱-۵ رابطه سینوسا

رابطه سینوسا



$$\frac{A}{\operatorname{Sin}\alpha}=\frac{B}{\operatorname{Sin}\beta}=\frac{C}{\operatorname{Sin}\gamma}$$

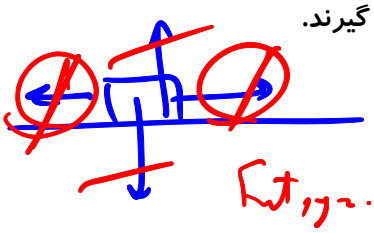
۲-۳ نیرو

تعریف	برهم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر را نیرو گویند.
کمیت	نیرو کمیتی برداری است (دارای : اندازه- یکا – جهت) و نماد آن F (Force) و یکای آن در SI، N یا $Kg\frac{m}{s^2}$ است.
وسیله اندازه گیری	نیرو به کمک نیروسنج اندازه گیری می شود.
نیرو به جسم وارد شه چی میکنه ؟	نیروی وارد بر جسم باعث تغییر سرعت و تغییر شکل اجسام می‌شود.
انواع نیرو از نظر تماسی و غیر تماسی	۱) تماسی (ناشی از تماس دو جسم) مانند: اصطکاک، کشش نخ ۲) غیر تماسی (میدانی) مانند: نیروی گرانشی و الکترومغناطیسی
انواع نیرو	۱) داخلی ۲) خارجی ۳) محرک ۴) مقاوم

اتمام حجت :

در حرکت شناسی حرکت در جهت محور x را مثبت در نظر می گیرند.

در دینامیک جهت حرکت را جهت مثبت فرض می کنند.



۳-۳ قوانین آقای نیوتن

۱-۳-۳ قانون اول آقای نیوتن (قانون اینرسی یا لختی)

در علوم نهم : اگر به جسمی به طور همزمان چند نیرو اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، به عبارت دیگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، می گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن است.

گالیله اثبات کرد در نبود نیرو، حرکت جسم متحرک ادامه می یابد. نیوتن از گالیله به قول این جوونا اسکی رفت و گفت ...

یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می کند مگر آنکه نیروی خالص غیرصفری به آن وارد شود.

به عبارت دیگر وقتی نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشند، اگر جسم ساکن باشند، همچنان ساکن باقی می ماند و اگر در حال حرکت باشد، سرعت جسم تغییر نمی کند و ثابت می ماند.

هرگاه به جسم نیرو وارد نشود یا برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد $F_{net}=0$	
اگر جسم ساکن باشد، ساکن می ماند.	اگر جسم متحرک باشد، به حرکت خود با سرعت ثابت (مستقیم الخط و یکنواخت) ادامه می دهد.

نکته ۱: عکس قانون فوق نیز برقرار است.

چند مثال:

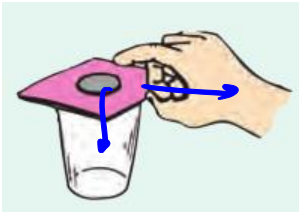
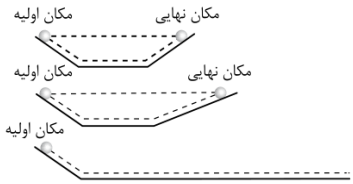
- ✓ کره زمین به دور خورشید با تندی ثابت می چرخد، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. ⟵ غلط
- ✓ جسم روی سطح شیبدار با تندی ثابت پایین می آید، نیروی پایین آورنده بیشتر از نیروی بالا برنده است. ⟵ غلط
- ✓ اگر نیروی اعمالی به جعبه ساکن دو برابر شود، نیروی اصطکاک هم دو برابر می شود. ⟵ درست
- ✓ اگر اسبی یک بار را با تندی ثابت در جاده ای مستقیم بکشد، نیروی اسب بیشتر از نیروی اصطکاک است. ⟵ غلط
- ✓ اگر در خلاء موتور یک کشتی فضایی خاموش شود، کشتی فضایی حرکتش کند شونده و خاموش می شود. (در خلا هیچ نیروی مقاوم و وزنی وجود ندارد یعنی نیروی خالص صفر است.) ⟵ غلط

نکته۲: تمایل اجسام به حفظ حالت قبل را هنگام اعمال نیروهای ناگهانی را اینرسی یا لختی می گویند. به عبارت دیگر به حفظ کردن وضعیت حرکت اجسام زمانی که نیروی خالص وارد بر آن ها صفر است لختی گویند.

(اینکه جسم دوست داره تو حال خودش باشه)

نکته۳: توجیه نقش کمربند ایمنی، حرکت جعبه پشت وانت، حرکت مسافران اتوبوس هنگام ترمز کردن، کشیدن کاغذ روی لیوان با این قانون صورت می گیرد. اینرسی با قانون اول توجیه میشود. هرچه لختی یک جسم بیشتر باشد به حرکت در آوردن آن مشکل تر است. لختی با جرم متناسبه!

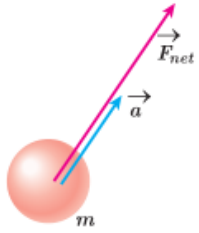
چند آیتمی ۱:

کشیدن یهویی برگه و افتادن سکه در لیوان	کشیدن ناگهانی و تدریجی این نخ	این سه گوی	رفتن به جلوی این گوی و ما در اثر ترمز ناگهانی
			
قانون اول نیوتن	ناگهانی : پایین تدریجی: بالا	قانون اول نیوتن	قانون اول نیوتن

۲-۳-۳ قانون دوم آقای نیوتن

هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود (اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر نباشد ($F_{net} \neq 0$))، جسم تحت تاثیر آن نیرو شتاب می گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم رابطه عکس دارد.

$$\left.\begin{array}{l} \vec{F}_{net} \propto a \\ a \propto \frac{1}{m} \end{array}\right\} \rightarrow \vec{F}_{net} = ma$$



شتاب جسم ($\vec{a}$) در جهت نیروی خالص وارد بر آن ($\vec{F}_{net}$) است.

اگر جرم جسم یکسان باشد ، هرچه نیروی وارد بر جسم بیشتر شود، شتاب بیشتر .

اگر نیروی وارد بر جسم یکسان باشد، هرچه جرم جسم بیشتر شود، شتاب کمتر می شود.

در این رابطه ma نیرو نیست . برآیند نیروها برابر ma می باشد!

یکای نیرو در SI نیوتن می باشد و ۱ نیوتن برابر با مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر یک متر بر مربع ثانیه می دهد.

جرم جسم معیاری از لختی است، پس هرچه جرم جسم بیشتر باشد، در اثر اعمال نیرو شتاب کمتری می گیرد

نیروی خالص در شرایط مختلف			
نیرو های عمود	هم سو	نا هم سو	برداری
فیثاغورث	جمع	کم	i ها با هم | j ها با هم اندازش: فیثاغورث! ۳ و ۴ میشه ۵!

در اغلب مسائل قانون دوم نیوتن را در ۲ امتداد عمود بر هم و به طور جداگانه می توان در نظر گرفت:

$$\begin{cases} F_{net} = F_{net,x}\vec{i} + F_{net,y}\vec{j} \\ a = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} \end{cases} \rightarrow F_{net} = ma \rightarrow F_{net,x}\vec{i} + F_{net,y}\vec{j} = ma_x\vec{i} + ma_y\vec{j} \rightarrow \begin{cases} F_{net,x} = ma_x \\ F_{net,y} = ma_y \end{cases}$$

انواع F_{net} و دینامیک در یک نگاه			
برداری		مقداری	
$\overrightarrow{F_{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$		$F_{net} = F_{Good} - F_{Bad}$	
اگر شتابدار بود	اگر ساکن یا سرعت ثابت بود	اگر شتابدار بود	اگر ساکن یا سرعت ثابت یا آستانه بود
$\overrightarrow{F_{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = ma$	$\overrightarrow{F_{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0$	$F_{net} = F_{Good} - F_{Bad} = ma$	$F_{net} = F_{Good} - F_{Bad} = 0$

تست ۱:

نیروی $\vec{F}$ به جسمی به جرم m_1 شتابی به بزرگی $4\,m/s^2$ و همین نیرو به جسم دیگری به جرم m_2 شتابی به بزرگی $3\,m/s^2$ می‌دهد. این نیرو به جسمی به جرم $(2m_1 + \frac{m_2}{2})$ چه شتابی برحسب متر بر مجذور ثانیه می‌دهد؟

۱) ۱٫۵ ۲) ۲ ۳) ۲٫۵ ۴) ۱

تست ۲:

جسمی به جرم $2kg$ تحت تأثیر سه نیروی $\vec{F}_1 = -10\vec{i} + 4\vec{j}$، $\vec{F}_2 = 12\vec{i} + \beta\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = \alpha\vec{i} + 6\vec{j}$ قرار گرفته و شتاب $\vec{a} = 4\vec{i} + 8\vec{j}$ را پیدا کرده است. $\frac{\alpha}{\beta}$ کدام است؟ (تمام کمیت‌ها در SI هستند.)

۱) ۳ ۲) -3 ۳) ۱ ۴) -1

تست ۳:

فقط دو نیروی $\vec{F}_1 = 2\vec{i} - 6\vec{j}$ و $\vec{F}_2$ بر ذره ای وارد می شوند و این ذره با سرعت ثابت $\vec{V} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ حرکت می کند. در این حالت نیروی $\vec{F}_2$ کدام است؟ (یکاها در SI است.) خارج از کشور- ۱۳۸۸

۱) $\vec{i} + 2\vec{j}$ ۲) $-\vec{i} - 2\vec{j}$ ۳) $2\vec{i} - 6\vec{j}$ ۴) $-2\vec{i} + 6\vec{j}$

اکسترا: اندازه این نیرو را نیز حساب کنید:

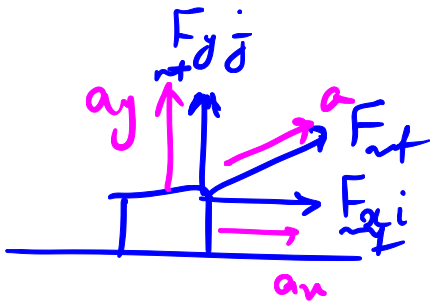
$F \to m_1 \to a_1 = 4 \Rightarrow m_1 = \frac{F}{4}$

$F \to m_2 \to a_2 = 2 \Rightarrow m_2 = \frac{F}{2}$

$F = ma$ (1)

$F \to 2m_1 + \frac{m_2}{2} \to a = ? \Rightarrow a = \frac{F}{2m_1 + \frac{m_2}{2}} = \frac{F}{2(\frac{F}{4}) + \frac{F}{4}} = \frac{F}{\frac{2F+F}{4}}$

$= \frac{4F}{5F} = 0.8$



$\vec{F} = F_{net,x} i + F_{net,y} j$

$F_{net} = ma$

$a = a_x i + a_y j$

$F_{net,x} i + F_{net,y} j = (ma_x i + ma_y j)$

$F_{net,x} = ma_x$

$F_{net,y} = ma_y$

$\vec{F} = 0 i + 5 j$

$|F| = \sqrt{0^2 + 5^2}$

نکته۴: هرگاه چند نیرو بر جسمی وارد شده و جسم ساکن باشد ، چنانچه یکی از نیروها حذف شود برایند نیروهای باقیمانده برابر نیروی حذف شده است.

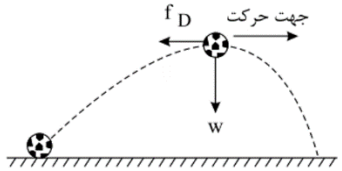
$$\vec{F_1}+\vec{F_2}+\vec{F_3}=0 \rightarrow \begin{cases} \vec{F_1}+\vec{F_2}=-\vec{F_3} \\ \vec{F_1}+\vec{F_3}=-\vec{F_2} \\ \vec{F_3}+\vec{F_2}=-\vec{F_1} \end{cases}$$

تست۴:

به یک جسم ۲ کیلوگرمی هم زمان چهار نیرو به اندازه‌های ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۰ نیوتونی وارد می‌شود و جسم به حالت تعادل قرار دارد. اگر فقط نیروی ۱۵ نیوتنی حذف شود و دیگر نیروها با همان اندازه و جهت اثر گذار باشند، تغییر سرعت جسم بعد از ۲ ثانیه چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

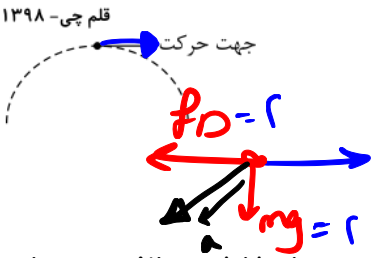
۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۳-۳-۳ پرتاب توپ

وزن w	همیشه به سمت پایین	
نیروی درگ f_D (مقاومت هوا)	نیروی مقاومت هوا بر خلاف جهت حرکت	
F_{net}	تعریف : برآیند f_D و w : در جهت شتاب a_{net}	
	از نظر اندازه : $\lvert F_{net}\rvert=\sqrt{f_D^2+w^2}$	
	از نظر برداری برای این شکل: $\overrightarrow{F_{net}}=-f_D\vec{i}-w\vec{j} \xrightarrow{F=ma} \vec{a}=(-\frac{f_D}{m})\vec{i}-g\vec{j}$	

تست۵:

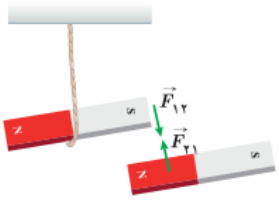
گلوله‌ای به جرم ۲۰۰g به‌طور مایل پرتاب می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا ثابت و برابر $2N$ باشد، اندازه و جهت شتاب گلوله در نقطهٔ اوج (بالاترین نقطه نسبت به محل پرتاب) کدام گزینه است؟ ($g=10m/s^2$)



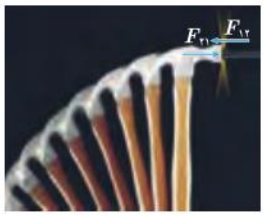
۱) $10\sqrt{2}m/s^2$ و ↘ ۲) $10\sqrt{2}m/s^2$ ↙
۳) $5\sqrt{2}m/s^2$ و ↘ ۴) $5\sqrt{2}m/s^2$ ↙

۳-۳-۴ قانون سوم آقای نیوتن

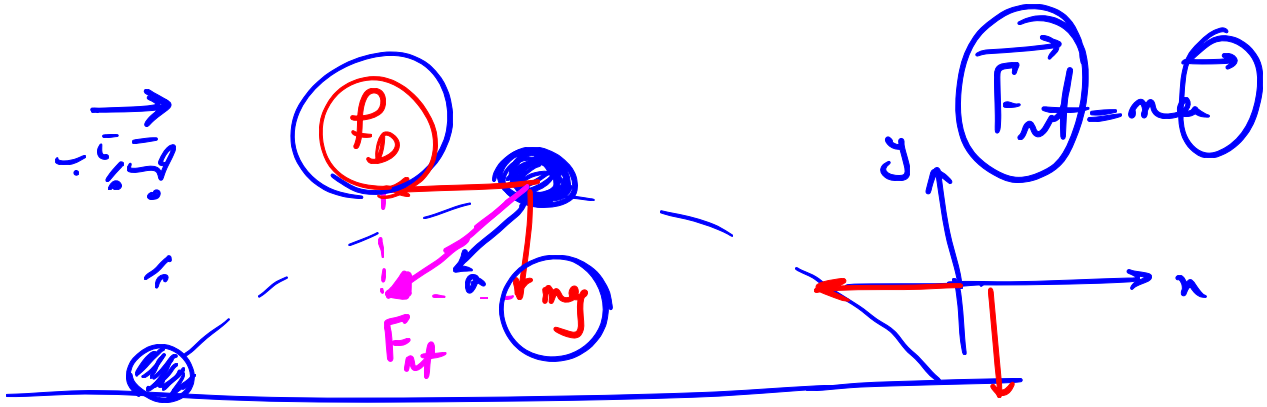
هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه و هم راستا اما در خلاف جهت وارد می کند.



نیروهای کنش و واکنش هم‌اندازه، هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند.


چکش به میخ نیرو وارد می‌کند و میخ به چکش. این نیروها هم‌اندازه، هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند.

$$\vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21} \rightarrow |\vec{F}_{12}|=|\vec{F}_{21}|$$



$$\vec{F}_{net} = -f_D\,\hat{i} - mg\,\hat{j}$$

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

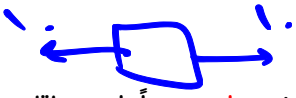
$$m\vec{a} = -f_D\,\hat{i} - mg\,\hat{j}$$

$$\vec{a} = -\frac{f_D}{m}\,\hat{i} - g\,\hat{j}$$

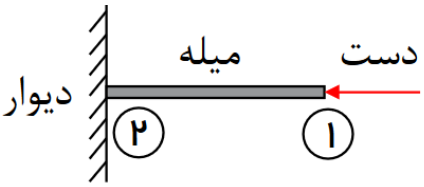
$$F_{net} = \sqrt{f_D^2 + (mg)^2}$$

اگر جسم ۱ به جسم ۲ نیرو وارد کند، جسم ۲ همان نیرو را به جسم ۱ وارد می کند. در واقع نیرویی با همان اندازه و در خلاف جهت به جسم ۱ وارد می کند. مثل این که هر نیرویی که ما به ترازو می دهیم، ترازو همان نیرو را به ما می دهد. به این قانون، قانون عمل و عکس العمل و یا کنش(Action) و واکنش(Reaction) نیز گفته می شود. (این دو نیرو هم نوع هستند)

نکته۵: نیروی عمل و عکس العمل از یک نوع هستند و یکدیگر را خنثی نمی کنند. زیرا به دو جسم مختلف وارد می شوند. بنابراین لفظ برآیند گیری برای این دو نیرو بی معنی است. مگر اینکه این دو جسم در دو دستگاه مختلف باشند، در اینصورت در محاسبه برآیند نیروهای وارد بر دستگاه با هم خنثی می شوند.



نکته۶: دو نیروی کنش و واکنش تماسی حتماً باید حداقل در یک نقطه با یکدیگر تماس داشته باشند. مثلاً در شکل زیر بین دست و دیوار، کنش و واکنشی وجود ندارد.



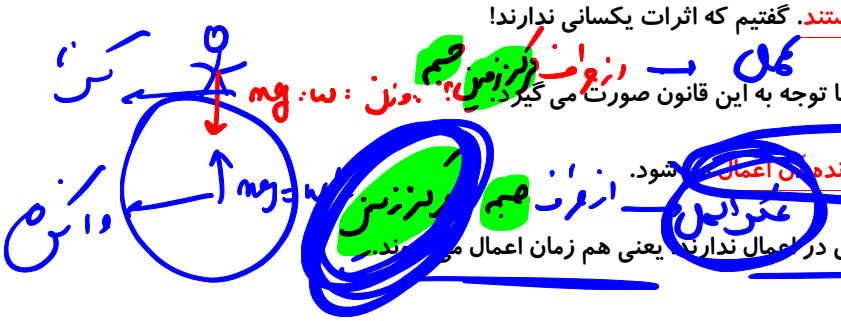
(۱): کنش : دست به میله / واکنش : میله به دست

(۲): کنش : میله به دیوار / واکنش : دیوار به میله

نکته۷: استثناء نکته قبل برای نیروهای غیر تماسی است که عبارتند از نیروهای گرانشی و الکترومغناطیسی، مثلاً واکنش نیرویی که از طرف زمین به یک جسم وارد می‌شود، نیرویی است که از طرف جسم به زمین وارد می شود، حتی بدون تماس بین جسم و زمین. پس قانون سوم هم برای نیروهای تماسی و هم غیر تماسی صادق است.

نکته۸: ممکن است نیروهای کنش و واکنش اثرات متفاوتی داشته باشند. (پرایدا!)

نکته۹: نیروهای عمل و عکس العمل ممکن است منجر به شتاب متفاوتی شوند. (داستان همون پرایده) . جهت شتاب ناشی از نیروی عمل و عکس العمل الزاما خلاف جهت اند ولی الزاما برابر نیستند. گفتیم که اثرات یکسانی ندارند!



نکته ۱۰: توجیه شنا کردن، حرکت قایق پارویی و... با توجه به این قانون صورت می گیرد.

نکته ۱۱: عکس العمل هر نیرو به عامل به وجود آورنده‌ی آن اعمال می شود.

نکته ۱۲: این دو نیرو هم نوع هستند و تقدم و تاخری در اعمال ندارند یعنی هم زمان اعمال می شوند.

تست۶:

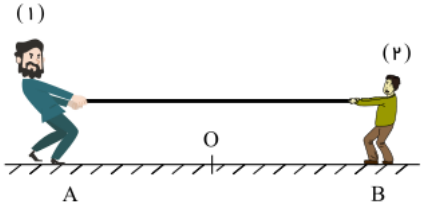
مطابق شکل زیر یک گوی کروی به جرم m به کمک نخ سبکی از سقف آویخته شده است. نیروی واکنش نیروی وزن گوی کروی، به چه جسمی وارد می‌شود؟

۱) سقف
۲) نخ
۳) گوی
۴) زمین

تست۷:

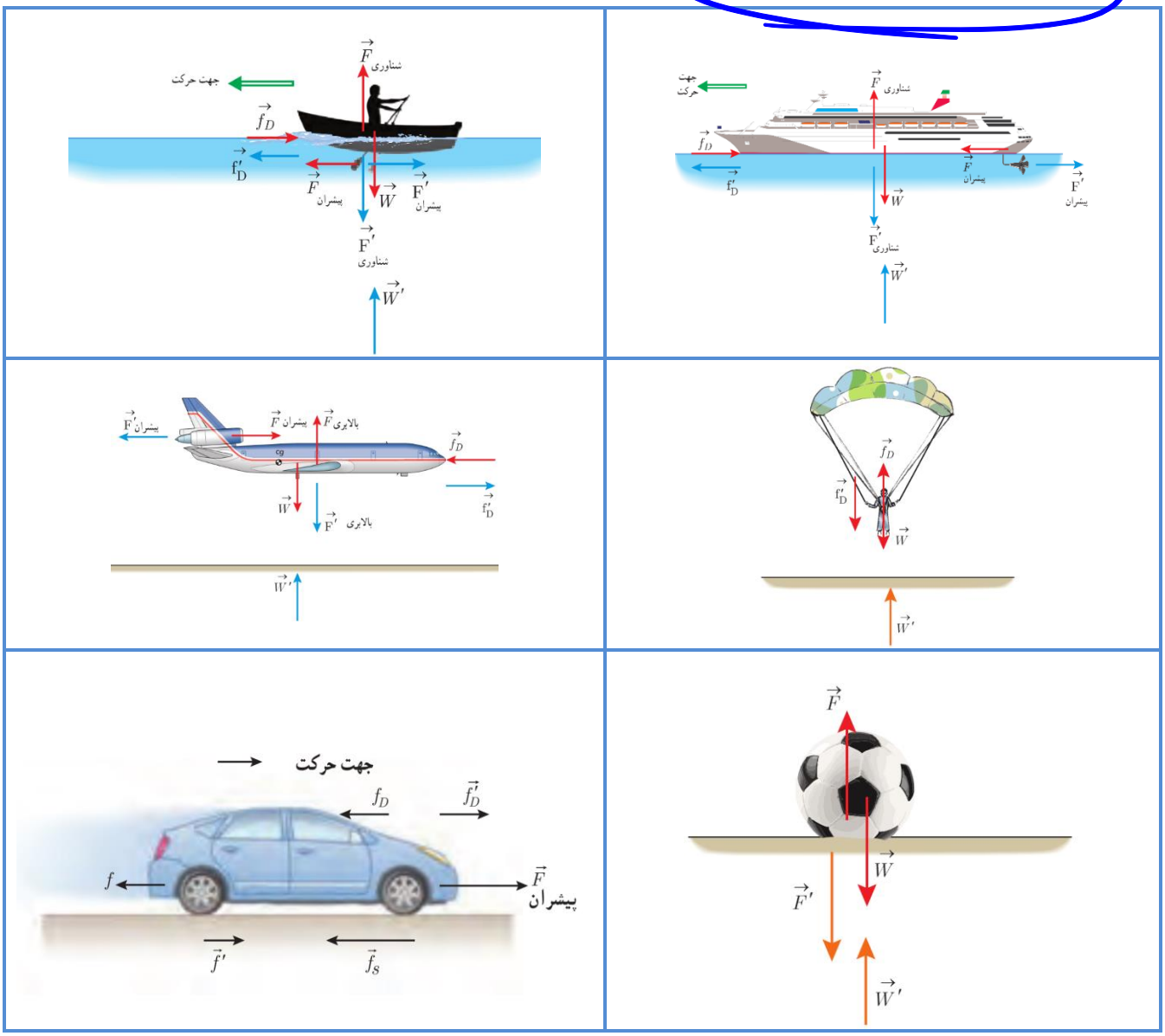
مطابق شکل زیر، دو نفر به جرم m_2 و $m_1 = \frac{1}{2}m_2$ روی یک سطح افقی با اصطکاک ناچیز قرار دارند. اگر در ابتدا به فاصله‌های مساوی از نقطهٔ O قرار داشته باشند و توسط طنابی هریک دیگری را به سمت خود بکشد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۸



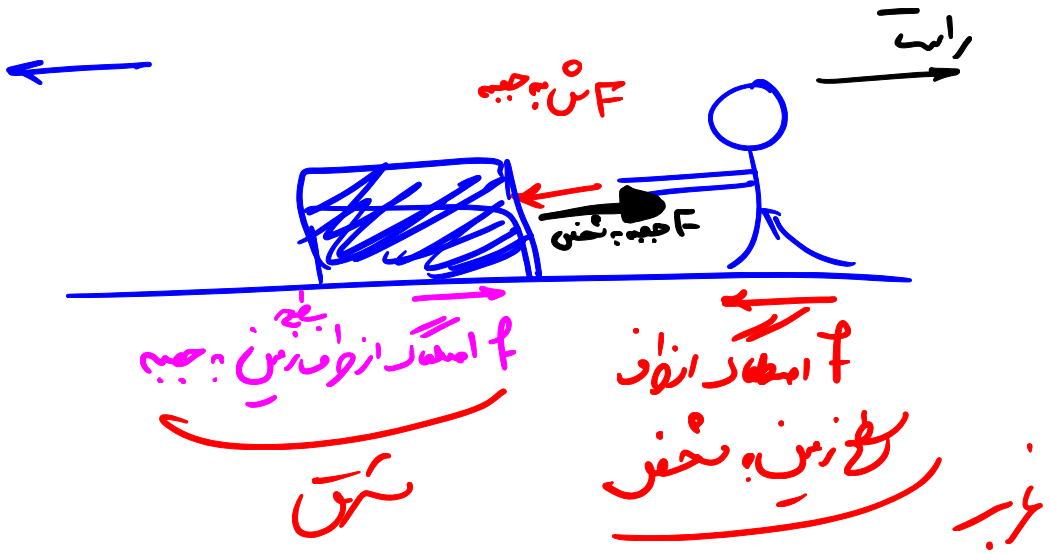
۱) در نقطهٔ O به یکدیگر می‌رسند.
۲) بین O و B به یکدیگر می‌رسند.
۳) بین O و A به یکدیگر می‌رسند.
۴) m_1 ساکن می‌ماند و m_2 به او می‌رسد.

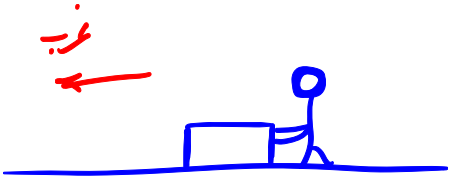
۳-۳-۵ مثال کتاب درسی و نیروهای مختلف



۳-۳-۶ جمع بندی ۳ قانون

جمع بندی قوانین نیوتن	
قانون اول نیوتن (اینرسی یا لختی)	هرگاه : به جسم نیرو وارد نشود $\not F$ ⟺ اگر جسم ساکن باشد، ساکن می ماند. یا برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد اگر جسم متحرک باشد، به حرکت خود با سرعت ثابت (مستقیم الخط و یکنواخت) ادامه می دهد.
قانون دوم نیوتن	هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود (اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر نباشد ($\sum F \neq 0$))، جسم تحت تاثیر آن نیرو شتاب می گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم رابطه عکس دارد.
قانون سوم نیوتن	هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه و هم راستا اما در خلاف جهت وارد می کند.


راست
$F_{\text{جبهه}}$
$F_{\text{جبهه}}$
$f_{\text{اصطکاک از طرف زمین به جبهه}}$
$f_{\text{اصطکاک از طرف زمین به عقب}}$
عقب
سطح زمین به شخص



نکته۱۳: رسم نیروهای عمل و عکس العمل و اصطکاک: (داستان شخص و جعبه)

مرحله ۱ : جسم ها را جدا کن.

مرحله ۲ : نیروهای وارد بر هر جسم را بکش.

مرحله ۳ : در نهایت جهت نیروی اصطکاک را می کشیم! (اصطکاک خلاف جهت نیروی محرک) (اصطکاک : نیروی موازی از طرف زمین به جسم)

مرحله ۴: عکس العمل اصطکاک را رسم می کنیم.

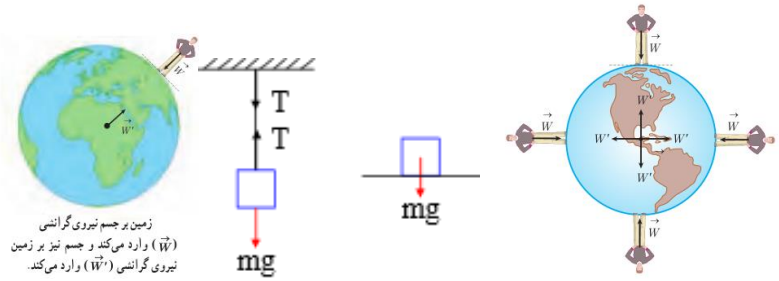
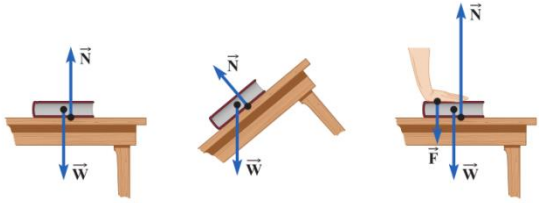
با توجه به اینکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می کند برابر است، چگونه جعبه حرکت می کند؟!

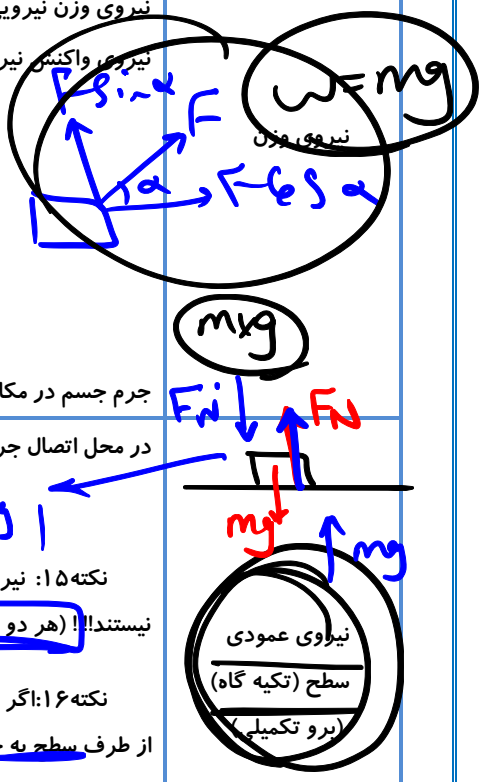
تست۸:

شخصی روی سطح افقی، یک صندوق را به سمت غرب هُل می‌دهد. در این عمل، نیروهای اصطکاک وارد به شخص و صندوق، به ترتیب، هر یک به کدام جهت است؟ سراسری- ۱۳۹۶

۱) غرب و شرق ۲) هر دو غرب ۳) شرق و غرب ۴) هر دو شرق

۳-۴ انواع نیرو

نیروی خارجی (محرک)	نیرویی است که در صورت سوال، مشخص شده است و غالباً به صورت یک نیرو که جسم را می‌کشد یا هل می‌دهد، در شکل رسم می‌شود . **نکته۱۴: اگر نیروی F ، با راستای حرکت یا راستای عمود حرکت زاویه داشته باشد، باید آن را تجزیه کرد.**
نیروی وزن	هرگاه یک جسم آویزان باشد و یا روی یک سطح افقی قرار گیرد، نیرویی برابر وزنش، قائم رو به پائین بر آن وارد می‌شود. نیروی وزن همواره به طرف زمین (مرکز زمین) می باشد. نیروی وزن نیرویی است که از طرف مرکز زمین به مرکز جرم اجسام اطراف و روی سطح زمین وارد می شود. (کنش یا W) نیروی واکنش نیروی وزن، نیرویی است که از طرف جسم به مرکز کره زمین وارد می شود. (واکنش یا W')  جرم جسم در مکان های مختلف ثابت است اما وزن آن به مقدار g در آن محل بستگی دارد.
نیروی عمودی سطح (تکیه گاه) (برو تکمیلی)	در محل اتصال جرم m با سطح تکیه گاه آن نیروی F_N از طرف تکیه گاه بصورت عمود به جسم m وارد می‌شود. $\overrightarrow{F_N} = -\overrightarrow{W} \rightarrow \lvert F_N \rvert = \lvert W \rvert$  **نکته۱۵: نیروی عمودی سطح و وزن کنش و واکنش همدیگر نیستند!! (هر دو به یک جسم اثر می کنند)** **نکته۱۶:اگر $(F_N = 0)$ شود، می توان نتیجه گرفت که نیرویی از طرف سطح به جسم وارد نمی‌شود و یا به عبارت دیگر جسم روی سطح نیست و از سطح جدا شده است، پس شرط جدایش یک جسم از روی یک سطح، کف زمین، آسانسور و یا انحناء یک مسیر گنبدی شکل و .....صفر شدن F_N می‌باشد.** **جمع بندی۱۷: برای محاسبه نیروی عمودی سطح نیروها رو رسم کن، نیروهای موازی سطح مهم نیستن.**



نیروی اصطکاک (برو نکسیلی)

نیرویی که در برابر حرکت مقاومت می کند.

نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، زبری و نرمی آن ها بستگی دارد.

۱) ایستایی : f_s : فرمول ندارهههههههههههههههههههه: وقتی جسم ساکنه: $f_s = F_{Good}$

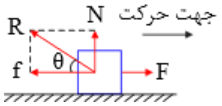
۲) بیشینه ایستایی: $f_{s,max}$:محسن داستان ماست : فرمول داره : $f_{s,max} = \mu_s F_N$

۳) جنبشی (حرکتی-لغزشی): f_k : وقتی جسم حرکت کنه! هر نوع حرکتی! فرمول داره : $f_k = \mu_k F_N$

حواسمان باشد که $\mu_k \le \mu_s$ و $0 \le f_s \le \mu_s F_N$

نیروی سطح R

تعریف : وقتی جسمی روی سطحی قرار دارد، به سطح زیر نیرویی وارد می کند، که عکس العمل این نیرو، نیرویی است که از طرف سطح به آن جسم وارد می شود. به این نیرو نیروی سطح می گویند.



نیروی سطح به جسم | جسم به سطح | دیواره به جسم | جسم به دیواره

نکته۱۸: اگر سطح بدون اصطکاک باشد ، R بر F_N منطبق شده و بر سطح عمود می‌شود.

عکس العمل این نیرو در خلاف جهت از جسم به سطح وارد می شود. (R')

شامل : این نیرو به دو نیروی ۱) عمودی سطح (F_N) و ۲) نیروی اصطکاک (f) تجزیه می شود.

از نظر اندازه:

$$R^2 = f^2 + F_N^2 \rightarrow |R| = |R'| = \sqrt{f^2 + F_N^2}$$

$$tg\theta = \frac{F_N}{f} = \frac{F_N}{\mu F_N} = \frac{1}{\mu}$$

θ فقط به یه مو بند!

از نظر برداری:

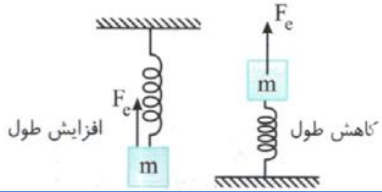
$$\vec{R} = F_N \vec{i} - f \vec{j}$$

$$\vec{R'} = -F_N \vec{i} + f \vec{j}$$

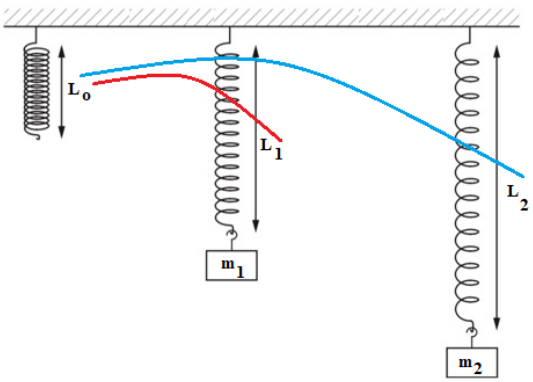
نیروی کشسانی فنر

فرمولش: $|F_e| = kx \rightarrow \quad k : \frac{N}{m}$

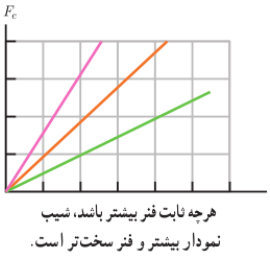
جهت این نیرو همواره خلاف جهت تغییر طول فنر می باشد.



جسم در حال تعادل : $|F_e| = k\Delta x = mg$

طول اولیه فنر	جسم ۱ در حال تعادل	جسم ۲ در حال تعادل
		
-	$k(L_1 - L_o) = m_1 g$	$k(L_2 - L_o) = m_2 g$
	تناسبش : $\frac{m_1}{m_2} \quad \frac{L_1 - L_o}{L_2 - L_o}$	

نمودارش :



نکته۱۹:اگر دو ذره باردار رو به فنر وصل کردن یاد قانون کولن بیفت و بگو

$$F_e = \frac{kq_1q_2}{r^2} \rightarrow \boxed{k\Delta x = \frac{kq_1q_2}{r^2}}$$

نیروی مقاومت شاره (برو تکمیلی)

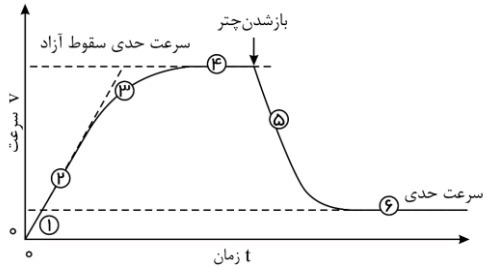
وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می شود که به آن نیروی مقاومت شاره گویند و آن را با $\vec{f}_D$ نشان می دهند.

نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم و تندی آن و ... بستگی دارد. (چگالی هم هست که کتاب نگفته)

هرچه تندی جسم بیشتر باشد، مولکول ها محکم تر به جسم برخورد می کنند و نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد بود.

هرچه جسم بزرگتر باشد، تعداد مولکول هایی که با جسم برخورد می کنند بیشتر می شود و نیروی مقاومت بیشتر می شود. اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیرو، نیروی مقاومت هوا گویند.

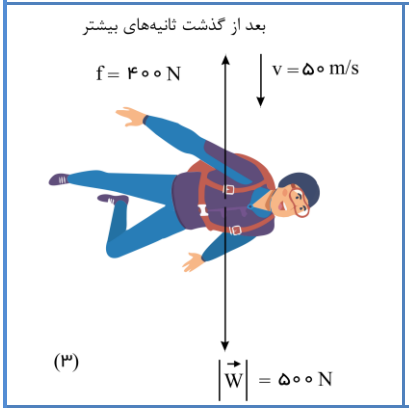
تندی حدی : زمانی که نیروهای وارد بر چتر باز یا جسم در حال سقوط صفر شود، جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حدی حرکت می کند. برای چتر باز حدود ۵ متر بر ثانیه و برای قطرات باران ۷ متر بر ثانیه می باشد.

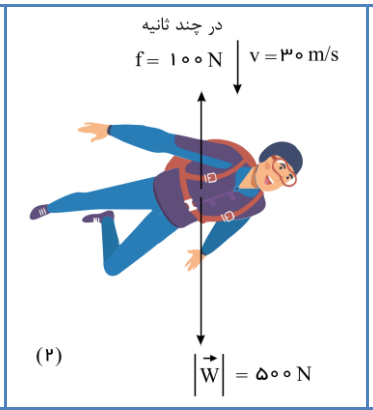


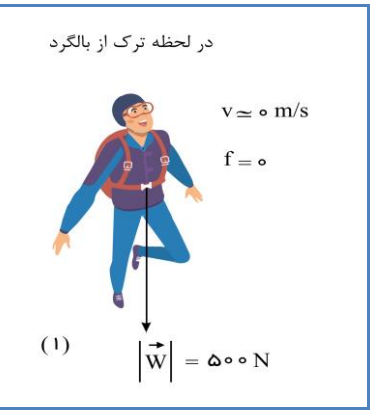
جمع بندی ۲۰: حرکت چتر باز : اول تند – بعدش یکنواخت – بعدش کند – بعدش یکنواخت

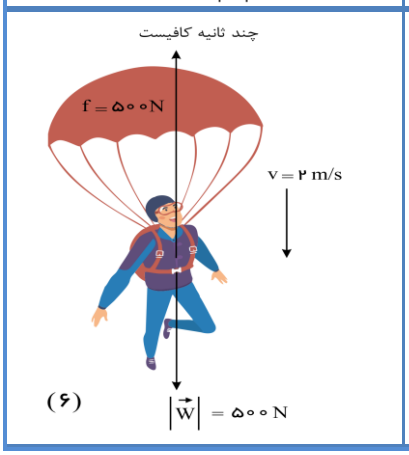
جمع بندی ۲۱: نیروی مقاومت هوا : اول زیاد – بعدش ثابته – بعدش که باز کرد زیاد – بعدش کاهش – آخر هم ثابت

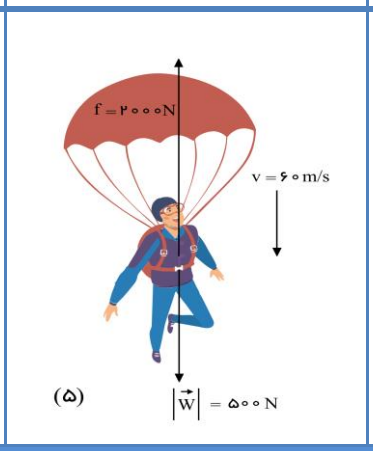
جمع بندی۲۲: بعد از باز کردن چتر، سرعت و شتاب هر دو کم می شوند. نمودار رو به خاطر بسپار و بدون شیبش شتاب.

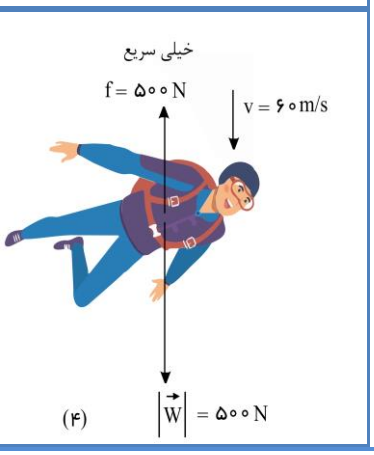








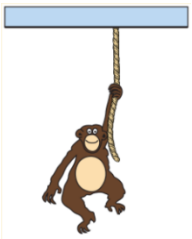


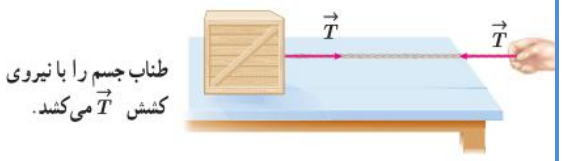


نیروی کشش نخ

وقتی طناب تحت کشش قرار بگیرد، نیروی کشش طناب وجود دارد و آن را با $\vec{T}$ نشان می دهند. مثلا اگر بزرگی نیروی وارد بر جسم از طرف طناب ۶۰ نیوتن باشد، کشش طناب نیز ۶۰ نیوتن است.

طناب فقط به عنوان رابط بین دو جسم عمل می کند و هر دو جسم (دست و جعبه) را با بزرگی نیروی یکسان T می کشد، حتی اگر این دو جسم و طناب شتابدار باشند.





این نیرو از طرف نخ، طناب یا زنجیر به جسم وارد می‌شود.

در واقع نیرویی است برابر T از دو سر نخ، که بین[۲] جسم یا بین جسم و تکیه گاه وصل شده و به طرف مرکز نخ در نظر گرفته می‌شود و از نوع کششی (و نه فشاری) می‌باشد.

جمع بندی۲۳: هرگاه یک طناب سبک (با جرم ناچیز) را از دو طرف بکشیم، دو نیروی وارد بر دو سر طناب هم اندازه هستند.

$$F_{net}=ma \xrightarrow{m=o} F_1-F_2=0 \rightarrow F_1=F_2$$

و از آنجایی که نیروی کشش طناب در سراسر طناب یکسان است، کشش طناب هم اندازه هر یک از نیروهای وارد بر ۲ طرف است.

$$F_1=F_2=T$$

جمع بندی۲۴: برای فنر سبک هم به همین صورت می باشد : $F_1=F_2=F_e=k\Delta x$

قائم (برو تکمیلی)

همه نیروها رو رسم کن. هرچی نیرو مخالف وزن بود رو با هم جمع کن .

$$\text{تمام نیروهای مخالف mg} = m(g \pm a)$$

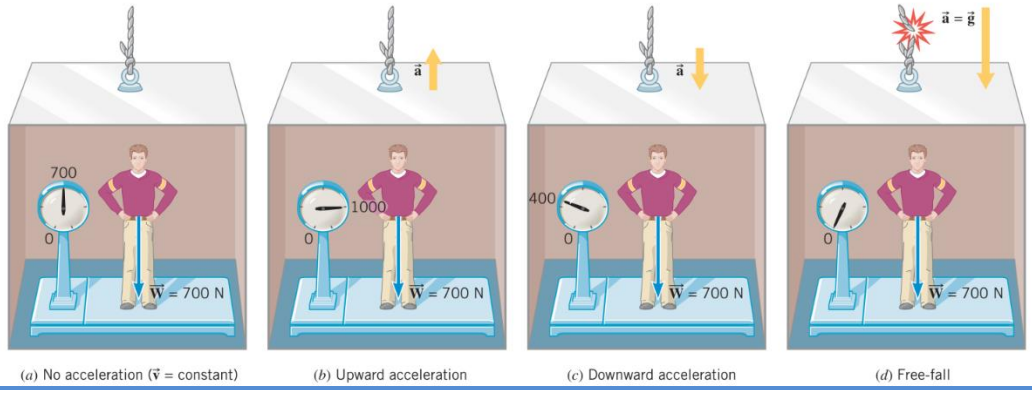
$$\boxed{T,\ f_s,F_e,F_N = m(g \pm a)}$$

$\pm$	علامت شتاب را می دهد	شتاب رو به بالا : $+$
		شتاب رو به پایین : $-$
	جهت و نوع حرکت را می دهد بالا | تند | شروع به حرکت : $+$ پایین | کند | متوقف می شود : $-$	تند شونده رو به پایین می رود : $+\times-=-$
		کند شونده رو به پایین می رود: $-\times-=+$

نکته۲۵: هنگامی که آسانسور به صورت کند شونده به سمت بالا یا تند شونده به سمت پایین حرکت کند، نیروی عمودی سطح از نیروی وزن کوچک تر می شود. $F_N=m(g-a)=mg-ma \rightarrow F_N<mg$ (وزن ظاهری جسم کمتر از وزن واقعی)

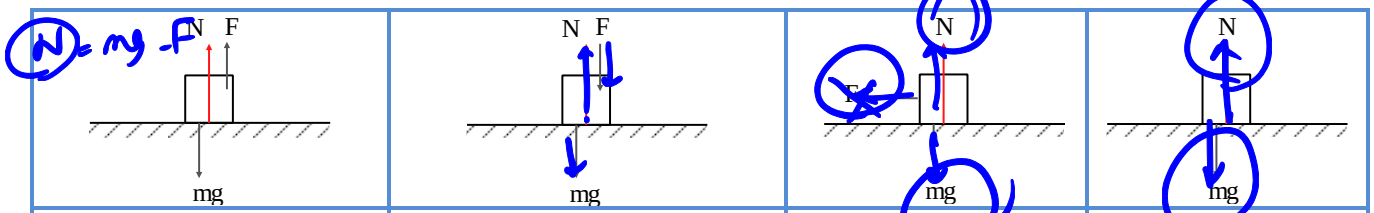
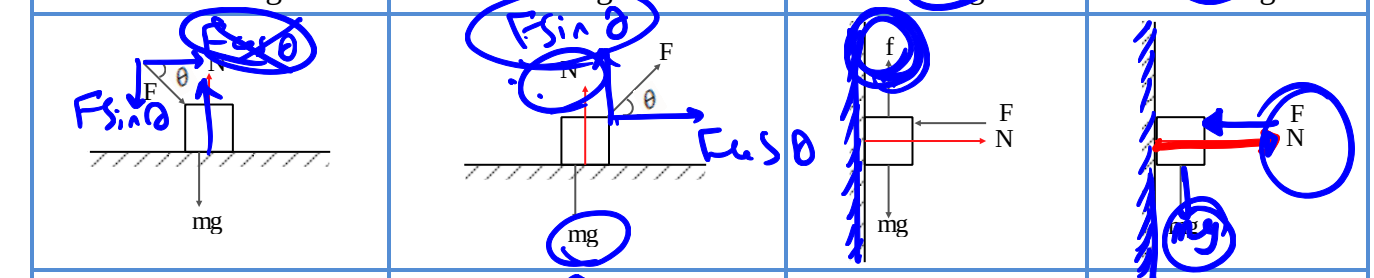
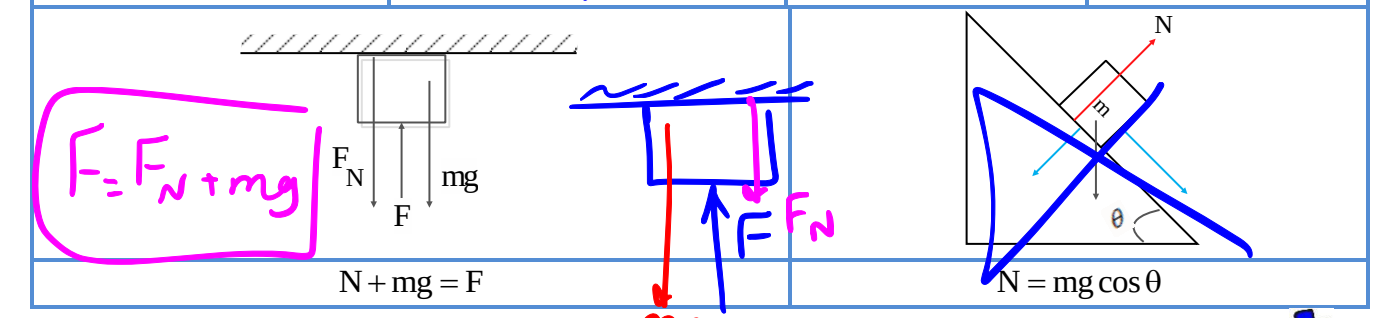
نکته۲۶:هنگامی که آسانسور به صورت تند شونده به سمت بالا یا کند شونده به سمت پایین حرکت کند، نیروی عمودی سطح از نیروی وزن بیشتر می شود. $F_N=m(g+a)=mg+ma \rightarrow F_N>mg$ (وزن ظاهری جسم بیشتر از وزن واقعی)

نکته۲۷: پاره شدن کابل آسانسور = حرکت سقوط آزاد = شتاب برابر شتاب گرانش g- = احساس بی وزنی = $F_N=0$



(a) No acceleration ($\vec{v}$ = constant) (b) Upward acceleration (c) Downward acceleration (d) Free-fall

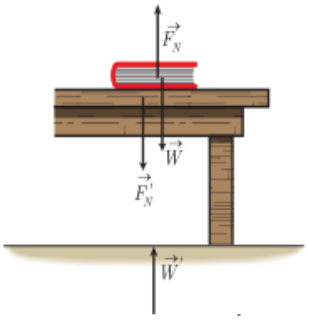
نکته۲۸: تکمیلی نیروی عمودی سطح

			
$N+F=mg$	$N=mg+F$	$N=mg$	$N=mg$
			
$N=mg+F\sin\theta$	$N+F\sin\theta=mg$	$N=F$	$N=F$
			
$N+mg=F$		$N=mg\cos\theta$	

نکته۲۹: F_N و mg عمل و عکس العمل یکدیگر نیستند. این دو نیرو می توانند یکدیگر را خنثی کنند.

نکته۳۰: نیروی عمودی تکیه گاه از طرف سطح به جسمی که روی آن قرار دارد وارد می شود، بنابراین واکنش این نیرو (F'_N)به صورت عمودی و در خلاف جهت F_N از طرف جسم به سطح وارد می شود.

همچنین واکنش نیروی وزن (W') نیرویی است که از طرف جسم به زمین و در خلاف جهت W وارد می شود.



بر جسم نیروی عمودی سطح ($\vec{F}_N$) و وزن ($\vec{W}$) وارد می‌شود

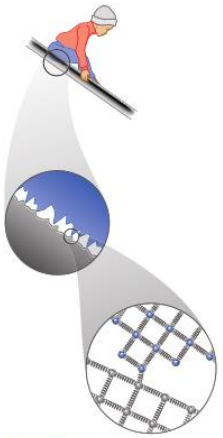
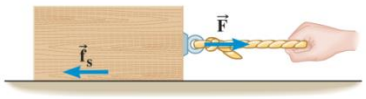
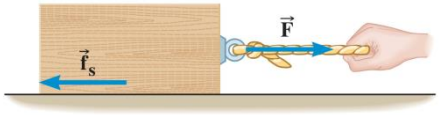
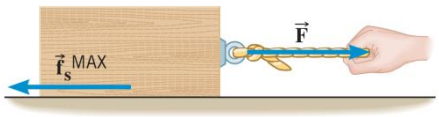
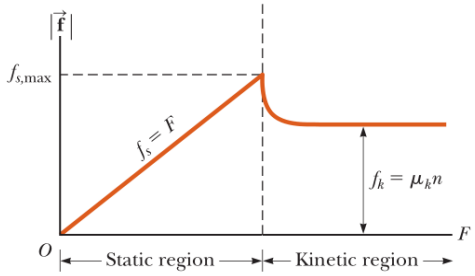
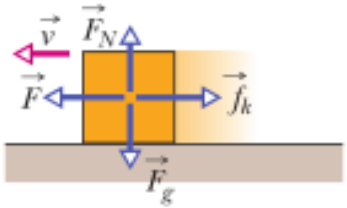


Figure 4.24 Friction is caused by bonds between atoms that form between the "high points" of the two surfaces that come into contact.

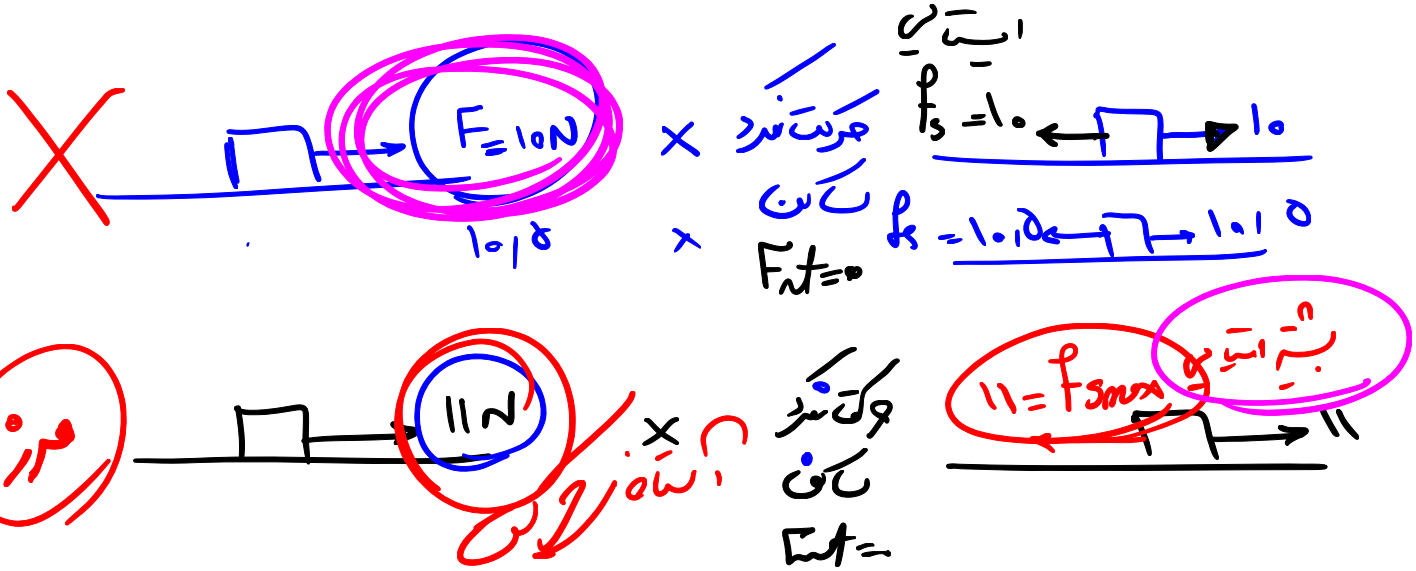
۱-٤-۳ تکمیلی نیروی اصطکاک

- نیرویی که در برابر حرکت مقاومت می کند.
- نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، زبری و نرمی آن ها بستگی دارد.
- نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری های محل تماس دو جسم ایجاد می شود.
- حتی سطوحی که بسیار هموار به نظر می آیند، ناهمواری های میکروسکوپی بسیاری دارند که سبب اصطکاک می شود.
- نیروی اصطکاک عمدتاً به عنوان نیروی اتلافی شناخته می شود، با وجود این در زندگی روزمره لازم است. قلم در دست، نوشتن، راندن خودرو، قدم زدن و دویدن، ترمز کردن و ... بدون اصطکاک ممکن نیست. حتی ایستادن ناممکن است، زیرا کمترین جابجایی سبب لغزیدن و افتادن می شود.

سناریوی رفتار یک جسم روی سطح با اصطکاک:

مرحله ۱: نیروی $\mathbf{F}$ به جسم وارد شده است به طوری که جسم ساکن مانده است. نیروی من ۱۰ نیوتن، پس اصطکاکم هم ۱۰ نیوتن	 No movement $F - f_s = ma = 0 \rightarrow F = f_s$
مرحله ۲: مقدار نیروی اعمالی را بیشتر می کنیم (مثلا ۱۱ نیوتن) اما همچنان جسم ساکن هستش! پس اصطکاک ایستایی هم ۱۱ نیوتن.	 No movement
مرحله ۳: اگر مقدار نیرو کمی از ۱۱ بیشتر شود، مثلا ۱۱.۰۰۱ یا ۱۱.۰۰۲ شود ، جسم در آستانه حرکت قرار می گیرد و مشخص می شود که بیشینه تحمل در حالت ایستایی برابر ۱۱ می باشد. به این نیروی اصطکاک ، نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه می گویند.	 When movement just begins $f_{s,\max} = \mu_s F_N$
مرحله ۴: مادامی که جسم حرکت کند، نیروی اصطکاک از نوع جنبشی (f_k) می باشد که مقدار این نیرو ثابت و کمتر از $f_{s,\max}$ می باشد. $f_k = \mu_k F_N$ شکل نشان می دهد که $\mu_s > \mu_k$ می باشد.  	

نکته ۳۱: کار نیروی اصطکاک برابر $W_{f_k} = -f_k l$


F=10N
10/5
حرکت نمی‌کند
ساکن
Fnt=0
ایستایی
fs=10
10
fs=10.5
10.5
مرز
11N
حرکت نمی‌کند
ساکن
Fnt=
fs=11=fsmax
بیشینه ایستایی
11/.....
fk=μk.FN
11/.....
fs
FG
ایستایی
fs
×
محن ×
Fnt=.
fs=FG
FG
محن = ۰ ← آستانه
Fnt=.
fk
FG
fk
محن ≠ ۰
Fnt=ma
FG-fk=ma
Fnt=ma
وضعیت متغیر
بیشینه
ناصفر
محن
fsmax=μs.FN
مقدار محن بستگی به نیروی خارجی (F)
محن ≠ ۰
محن = ۰
fs
fk

سطح زبر μ بیشتری نسبت به سطح روغن ریخته دارد.

نیروی اصطکاک همواره در راستای سطح تماس و خلاف جهت حرکت می باشد.

بنابراین نیروهای اصطکاک را می توان به دو دسته

۱) اصطکاک ایستایی (f_s)

۲) اصطکاک جنبشی (f_k) تقسیم کرد.

اصطکاک ایستایی (f_s)

نیروی اصطکاکی که به جسم ساکن وارد می شود و مقدار این نیرو با برآیند نیروهای محرک موازی سطح برابر است. نیروی اصطکاکی که در مرحله ۱ و ۲ وجود دارد.

$$F_{Good} = f_s$$

بیشترین مقدار این نیرو همان $f_{s,max}$ (مقدار اصطکاک ایستایی در آستانه حرکت) می باشد که به صورت $f_{s,max} = \mu_s F_N$ محاسبه می شود.

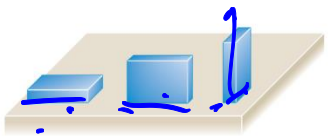
$$0 \le f_s \le \mu_s F_N$$

آزمایش نشان می دهد که $f_{s,max}$ با F_N متناسب است.

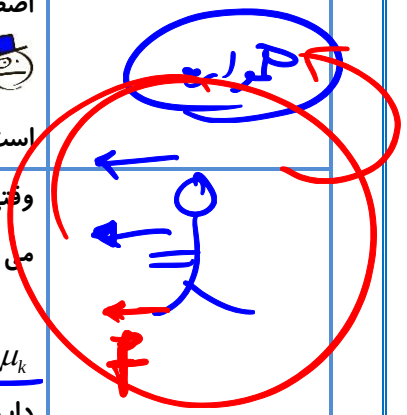
$$f_{s,max} = \mu_s F_N$$

μ_s : ضریب اصطکاک ایستایی و به جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آن ها بستگی دارد. (یکا ندارد)

نکته۳۲: برای سه شکل مقدار $f_{s,max} = \mu_s F_N$ یکسان می باشد. ضریب اصطکاک ایستایی تغییر نمی کند. زیرا ضریب اصطکاک به اندازه ی مساحت سطح تماس جسم بستگی ندارد.



نکته۳۳: عامل حرکت دونده رو به جلو، نیروی اصطکاک ایستایی بین کفش او و سطح زمین است.



اصطکاک جنبشی (f_k)

وقتی جسمی روی سطحی می لغزد از طرف سطح بر جسم، نیروی اصطکاک به جسم متحرک وارد می شود و در برابر حرکت جسم مخالفت می کند.

$$f_k = \mu_k F_N$$

μ_k : ضریب اصطکاک جنبشی و به جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آن ها بستگی دارد. (یکا ندارد) و به تندی جسم که روی سطح می لغزد در این کتاب بستگی ندارد.

نکته۳۴: برای محاسبه، نیروی اصطکاک (اگر جسم حرکت کند یا در آستانه حرکت باشد)، نیاز به نیروی عمودی سطح (N) داریم، به عبارت دیگر اگر در مسئله‌ای اصطکاک نباشد، اغلب محاسبه N واجب نیست!

نکته۳۵: جسم در حال حرکت $f_k = \mu_k F_N$ دارد. چه سرعت ثابت باشد، چه شتابدار! ($\mu_k \neq 0$)

نکته۳۶: $\mu_k \le \mu_s \rightarrow \mu_k F_N \le \mu_s F_N \rightarrow f_k \le f_{s,max}$

نکته۳۷: هر جسم در حال حرکتی که μ_k سطح تماس آن صفر نباشد اصطکاک جنبشی دارد.

۳-٤-۲ یه مثال تکمیلی از اصطکاک

جسمی به جرم ۲۰ کیلوگرم را روی سطحی به ضریب شکست ایستایی ۰/۲ توسط نیروی F می کشیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰.۱ باشد، در هر مرحله نوع اصطکاک را بررسی کنید.

۳-۵ سناریوی حل مسائل دینامیک

۱) رسم دیاگرام آزاد (تمامی نیروها را مشخص کن)

۲) تعیین وضعیت دستگاه : ساکن؟ سرعت ثابت؟ در آستانه حرکت ؟ شتابدار؟

اگر وضعیت دستگاه مشخص نباشد، به مقایسه F_{Good} و $f_{s,\max}=\mu_s F_N$ (محسن) می پردازیم.

۱) ساکن $if\ F_{Good} < f_{s,\max} \rightarrow f_s = F_{Good} \rightarrow \quad \rightarrow F_{net}=0$

۲) آستانه $if\ F_{Good} = f_{s,\max} \rightarrow F_{Good} = f_{s,\max} = \mu_s F_N \rightarrow \quad \rightarrow F_{net}=0$

۳) حرکت $if\ F_{Good} > f_{s,\max} \rightarrow f_k = \mu_k F_N \rightarrow \quad \rightarrow F_{net}=ma$

بنابراین اگر ساکن یا سرعت ثابت یا در آستانه حرکت: برای هر جزء دستگاه $F_{Net}=0$ را می نویسیم.

۳) اگر دستگاه شتابدار باشد: $F_{Net}=ma$

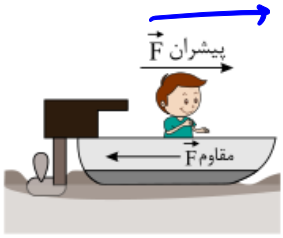
۳-۵-۱ داستان خوب ها و بدها

$$\vec{F}_{net} = Good\ Force - Bad\ Force = ma$$

نیروی خوب ، نیروی موافق حرکته و نیروی بد نیروی مخالف حرکته! پس اول جهت حرکت رو معلوم کن!

تست ۹: ترکیب حرکت و دینامیک : دنبال شتاب بگرد!

یک قایق موتوری از حال سکون تحت تأثیر نیروی پیشران ۱۳۰۰ نیوتون شروع به حرکت می‌کند. اگر جرم قایق به همراه سرنشین آن $400\ kg$ اندازهٔ نیروی مقاوم ۵۰۰ باشد، پس از طی چند متر تندی قایق به $40\ m/s$ می‌رسد؟ (نظم چی- ۱۳۹۸)



۱) ۱۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۴۰۰
۴) ۸۰۰

در این مدت قایق چقدر جابجا می شود؟

تست ۱۰: ترکیب حرکت و دینامیک

در شکل روبه‌رو، دو شخص به جرم‌های $m_1=80\ kg$ و $m_2=40\ kg$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیرویی به بزرگی ۲۰۰N به مدت ۰/۱s شخص دوم را به طرف راست هل می‌دهد. فاصلهٔ دو شخص ۲s بعد از جدا شدن از یکدیگر چند متر می‌شود؟ (از فاصلهٔ دو شخص از یکدیگر در لحظهٔ جداشدن صرف‌نظر می‌شود.)

۱) ۰/۵
۲) ۱/۵
۳) ۵
۴) ۱۰

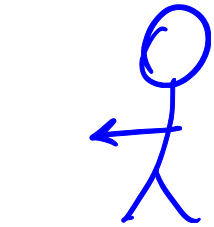
شتابی که هر دو شخص در اثر این هل دادن می گیرند را حساب کنید:

$F_{12} = m_2 a_2 \Rightarrow 100 = 40 \times a_2 \rightarrow \boxed{a_2 = 2.5}$

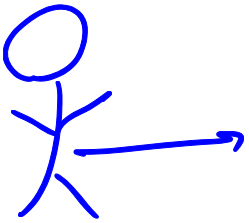
$F_{21} = m_1 a_1 \Rightarrow -100 = 80 a_1 \rightarrow \boxed{a_1 = -\frac{100}{80} = -1.25}$

$v_1 = a_1 t + v_0 = -1.25 \times 0.1 = -0.125$

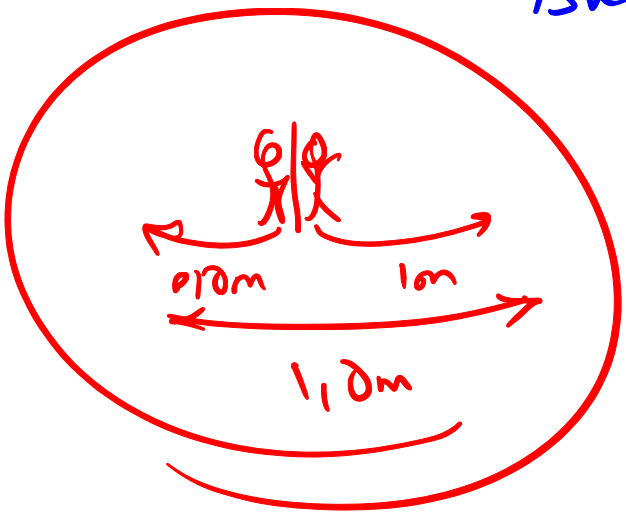
$v_2 = a_2 t + v_0 = 2.5 \times 0.1 = 0.25$

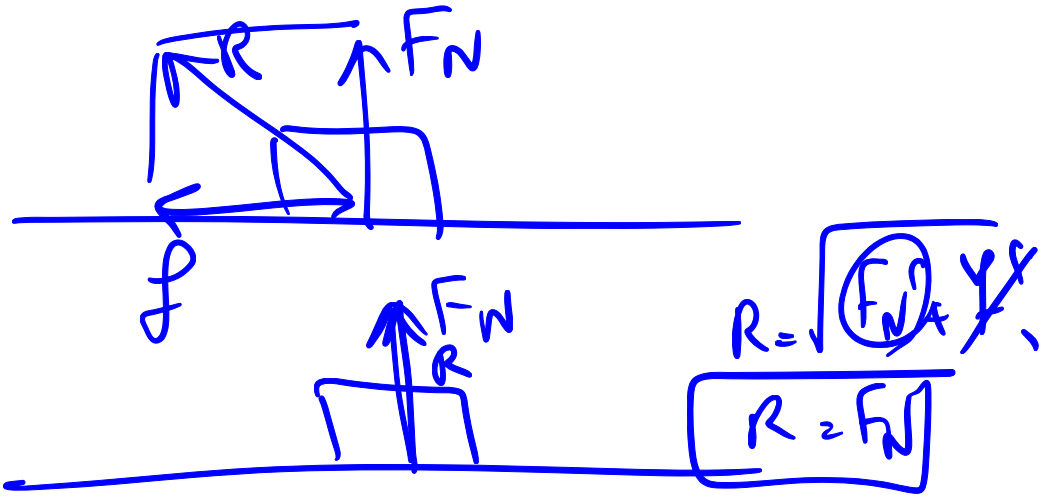


$\Delta x = v_1 t = -0.125 \times 2 = -0.25\,m$



$\Delta x = v_2 t = 0.25 \times 2 = 0.5\,m$ (1)

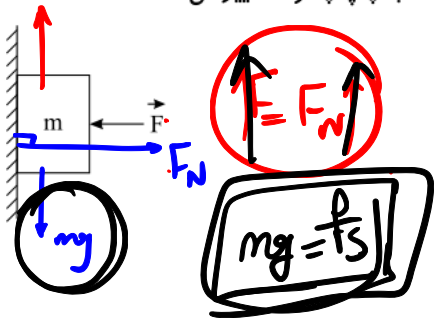




عبارات مهم و کلیدی		
جسم ساکن یا در حال تعادل هستش	شتاب صفره!	اصطکاک ایستایی و برابر F_{Good} می باشد. افزایش یا کاهش نیروی عمودی سطح تاثیری در مقدار اصطکاک ندارد. ($F_{Good} = f_s$)
حداقل یا حداکثر یک کمیت (نیرو، جرم، ضریب اصطکاک، اصطکاک) برای این که جسم ساکن بماند یا نیفتد.		جسم در آستانه ی لغزش (آستانه حرکت/شروع به حرکت) هستش! (اصطکاکت محسنه!) $F_{net} = 0 \rightarrow F_{Good} - f_{s,\max} = 0 \rightarrow f_{s,\max} = \mu_s F_N = F_{Good}$
جسم با سرعت ثابت حرکت کند		$F_{net} = 0 \rightarrow F_{Good} - f_k = 0 \rightarrow f_k = \mu_k F_N = F_{Good}$

چند آیتمی ۲:

در شکل زیر جسمی به جرم m به یک دیوارهٔ قائم تکیه داده شده و در حال تعادل قرار دارد. اگر بزرگی نیروی افقی $\vec{F}$ بدون تغییر جهت آن افزایش یابد، بزرگی نیروی اصطکاک و بزرگی نیروی عکس‌العمل سطح به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



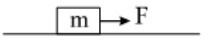
۱) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۲) تغییر نمی‌کند، افزایش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند، تغییر نمی‌کند.
۴) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

ب) اصطکاک بیشینه چی؟ $f_{s,\max} = \mu_s F_N$

پ) نیروی عمودی سطح چی؟ $F_N = F$

تست ۱۱:

مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $۳۶kg$ که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F = ۱۷۷N$ وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به $۳\frac{m}{s}$ می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۳۶۰ ۲) ۳۹۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

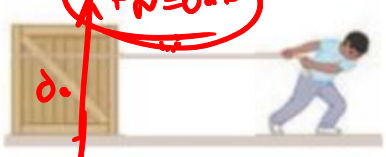
تست ۱۲:

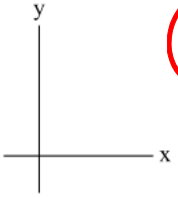
صندوقی به جرم $۵۰kg$ روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا صندوق را با نیروی ۲۵۰ نیوتون در راستای افقی هُل می‌دهیم و صندوق ساکن می‌ماند. در ادامه، نیروی افقی را به ۳۵۰ نیوتون می‌رسانیم، صندوق در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد. ضریب اصطکاک ایستایی چقدر است و نیروی اصطکاک در حالت اول چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

۱) ۰٫۷ و ۲۵۰ ۲) ۰٫۵ و ۲۵۰ ۳) ۰٫۷ و ۳۵۰ ۴) ۰٫۵ و ۳۵۰

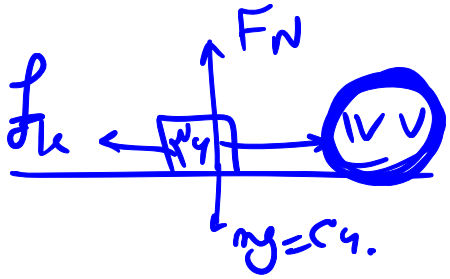
تست ۱۳:

مطابق شکل زیر، شخصی جعبهٔ ساکنی به جرم $۵۰kg$ را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F} = (۲۵۰N)\vec{i}$ می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به‌ترتیب ۰٫۶ و ۰٫۳ باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$





۱) $(-۵۰۰N)\vec{j}$
۲) $(۵۰۰N)\vec{j}$
۳) $(-۲۵۰N)\vec{i} + (۵۰۰N)\vec{j}$
۴) $(۲۵۰N)\vec{i} + (-۵۰۰N)\vec{j}$



$F = ma$

$۱۷۷ = ۲۴a \rightarrow a = \frac{۱۷۷}{۲۴} = ۷$

$۱۷۷ - f_k = ma \rightarrow$

$۱۷۷ - f_k = ۲۴ \times ۷ \rightarrow ۱۷۷ - f_k = ۲۷ \rightarrow f_k = ۱۷۷ - ۲۷$

$f_k = ۱۵۰$

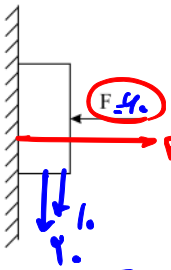
$R = \sqrt{F_N^۲ + f^۲} = \sqrt{(۲۴۰)^۲ + (۱۵۰)^۲} = ۳ \times ۱۳۰ = ۳۹۰$

$۵,۱۳ \rightarrow ۱۳$

$۵۰۹۱۳۰ \rightarrow ۱۳۰$

تست ۱۴:

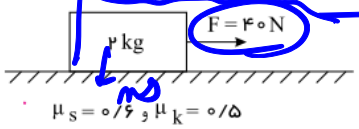
مطابق شکل زیر، جسمی به وزن $۲۰N$ توسط نیروی افقی $F = ۶۰N$ به حال سکون بر دیوارهٔ قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به‌ترتیب ۰٫۶ و ۰٫۳ است. در این حالت نیرویی به بزرگی $۱۰N$ موازی با دیواره رو به پایین به جسم وارد می‌شود. نیرویی که جسم به دیواره وارد می‌کند، چند نیوتون می‌شود؟



۱) ۳۰
۲) ۳۶
۳) $۳۰\sqrt{۳}$
۴) $۳۰\sqrt{۵}$

تست ۱۵:

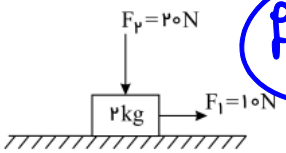
مطابق شکل زیر، جسمی روی سطح افقی ساکن است. به جسم نیروی افقی F وارد می‌شود. ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی F مقدار این نیرو ۳۰ نیوتون کاهش می‌یابد، حرکت جسم پس از آن چگونه است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$



۱) جسم همان لحظه می‌ایستد.
۲) حرکت جسم با شتاب $۱m/s^۲$ کند می‌شود.
۳) حرکت جسم با شتاب $۳m/s^۲$ کند می‌شود.
۴) جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

تست ۱۶:

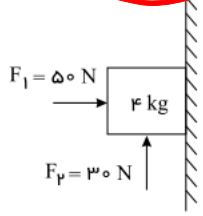
در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F_۱}$ را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟ $(g = ۱۰N/kg)$



۱) ۲٫۵
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۸

تست ۱۷:

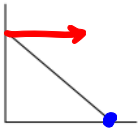
در شکل زیر نیروهای $F_۱ = ۵۰N$ و $F_۲ = ۳۰N$ بر جسمی به جرم $۴kg$ وارد می‌شوند و جسم در آستانهٔ حرکت به سمت پایین است. از جرم جسم چند گرم بکاهیم تا جسم در آستانهٔ حرکت به سمت بالا قرار گیرد؟ $(g = ۱۰N/kg)$



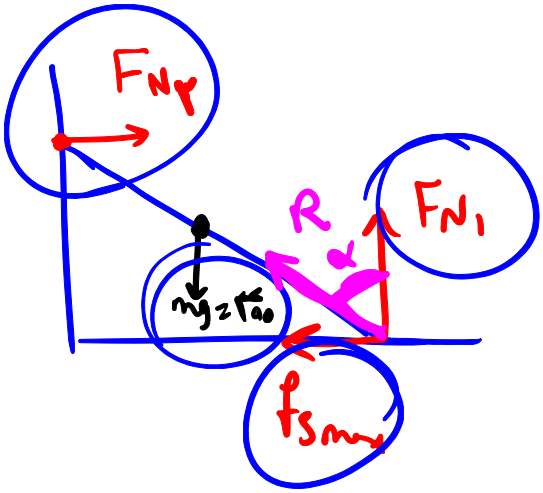
۱) ۲۰۰
۲) ۲۰۰۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۰۰۰

تست ۱۸: نردبان !

مطابق شکل زیر، نردبانی به جرم $۴۰kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه داده شده است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان $\frac{۳}{۴}$ باشد، در آستانهٔ لغزیدن نردبان، نیرویی که از طرف سطح افقی به نردبان وارد می‌شود چه زاویه‌ای با راستای قائم می‌سازد؟ $(g = ۱۰N/kg$ و $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



۱) ۳۰°
۲) ۳۷°
۳) ۵۳°
۴) ۶۰°



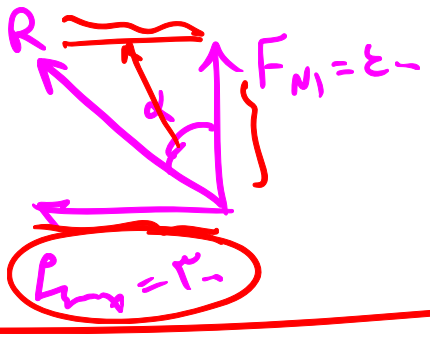
$F_{N_1} = mg = 400$

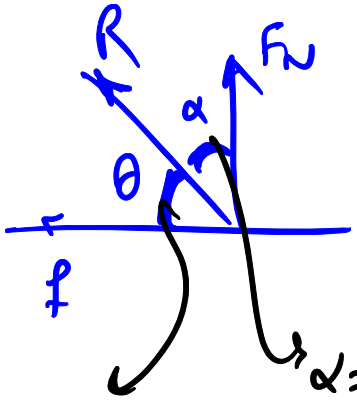
$\vec{F}_{in} R' = 300\vec{i} - 400\vec{j}$

$f_{s_{max_x}} = F_{N_2} = 300$

$f_{s_{max_y}} = \mu_s \cdot F_{N_1} = \frac{3}{8} \times 400 = 300$

$tg\alpha = \frac{300}{400} = \frac{3}{4}$ $\boxed{\alpha = 37}$

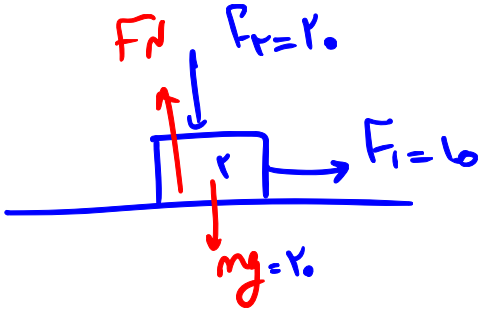




$tg\theta = \frac{1}{\mu} = \frac{4}{2}$

$\alpha = 37$

$\boxed{\theta = 53}$

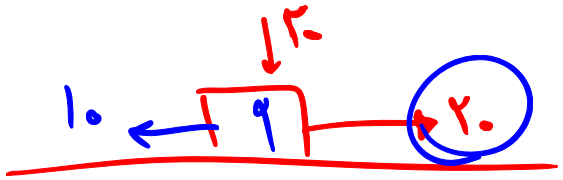


سرعت ثابت

$F_1 - f_k = 0$

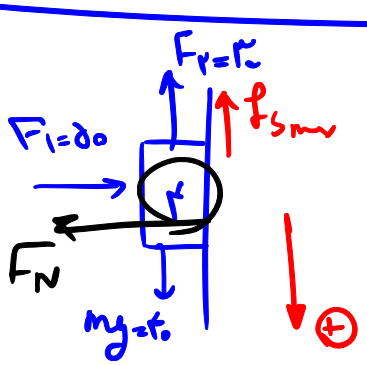
$F_N = F_2 + mg = 40$

$F_1 = f_k = 10$



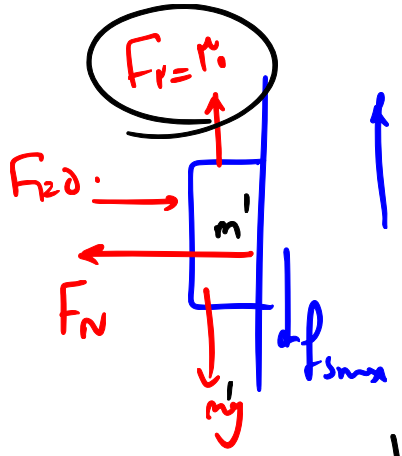
$F_N = F_2 + mg = 20$

$20 - 10 = 2a \rightarrow \boxed{a = 5}$



$F_N = F_1 = 50$

$\sum F_x = 0 \rightarrow f_{s_{max}} + 20 = 40 \rightarrow \boxed{f_{s_{max}} = 10}$



$a \downarrow$

$20 = m'g + f_{s_{max}}$

$m'g = 10 \rightarrow \boxed{m' = 2}$

$\boxed{\Delta m = 2}$

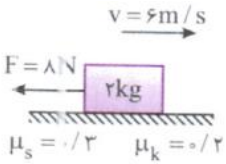
تست ۱۹:

در شکل روبرو، جسمی با جرم ۹۰ کیلوگرم روی سطح افقی ساکن است و ضریب اصطکاک جنبشی سطح در تمام نقاط ۰/۳ است. شخص با نیروی ۲۰۰ نیوتن شروع به هل دادن جسم می کند و هنگام هل دادن به عقب نمی لغزد. در این حالت نیروی اصطکاک بین جسم و سطح افقی ..... و برابر ..... است و نیروی اصطکاک بین کف کفش شخص با سطح زمین ..... و برابر ..... است.

۱) ایستایی، ۲۰۰ نیوتن، ایستایی، کمتر ۲۰۰ نیوتن
۲) جنبشی، ۲۷۰ نیوتن، ایستایی، برابر ۲۰۰ نیوتن
۳) ایستایی، ۲۰۰ نیوتن، ایستایی، برابر ۲۰۰ نیوتن
۴) جنبشی، ۲۷۰ نیوتن، جنبشی ، برابر ۲۰۰ نیوتن

تست ۲۰:

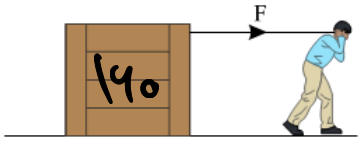
مطابق شکل جسمی روی سطح افقی در حال حرکت است. در لحظه ای که سرعت آن ۶ متر بر ثانیه در جهت محور x هاست نیروی افقی ۸ نیوتن خلاف جهت حرکت بر آن وارد می شود و پس از مدت t ثندی جسم مجددا به ۶ متر بر ثانیه می رسد. t چند ثانیه است؟



۱) ۴/۳ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۴

تست ۲۱:

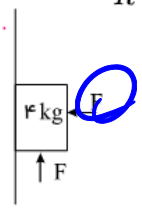
در شکل زیر، نیرویی ثابت و افقی F به صندوقی به جرم $۱۶۰kg$ وارد می‌شود و صندوق با شتاب ثابت $۰/۲۵\frac{m}{s^۲}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. چند کیلوگرم از محتویات صندوق کم کنیم، تا همین نیروی افقی، شتاب حرکت صندوق دو برابر شود؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۱۶
۲) ۳۲
۳) ۴۰
۴) ۸۰

تست ۲۲:

در شکل زیر، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر جسم را ساکن نگه داشته و F را $۲۰N$ کاهش دهیم و سپس جسم را رها کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ \mu_s=۰/۵\ ,\ \mu_k=۰/۲)$



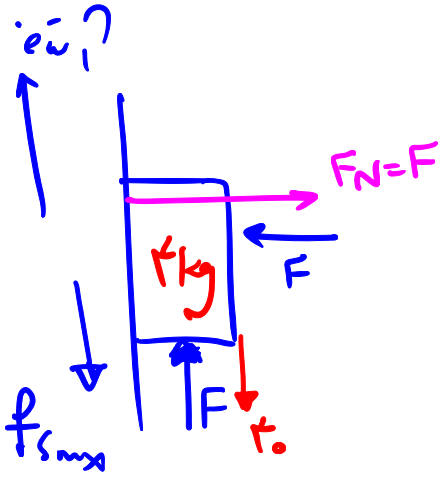
۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۵}$
۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۴}$
۴) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$

چند آیتمی ۳:

یک [illegible] با طناب افقی محکمی ، یک خودروی سواری با جرم ۱.۵ تن را می کشد. با دانستن اینکه نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودرو به ترتیب ۲۲۰ و ۳۸۰ نیوتن است، نیروی کشش طناب را در دو حالت زیر حساب کنید:

الف : سرعت خودروی باری ثابت باشد:

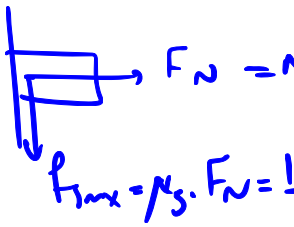
ب: خودروی باری با شتاب ۲ به طرف راست کشیده شود:



$F=\mu_s \cdot F_N + ۲۰ \rightarrow F=۰.۵F+۲۰ \rightarrow \frac{۱}{۲}F=۲۰ \rightarrow F=۸۰$

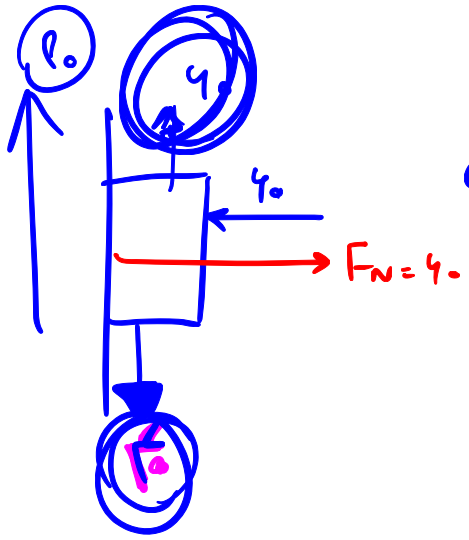
$F=f_{s_{max}}+۲۰$

$F_N=F=۸۰$



$R=\sqrt{۲۰^۲+۸۰^۲}=۲۰\sqrt{۱+۱۶}=۲۰\sqrt{۱۷}$

$(۴۰\times ۲)^۲$

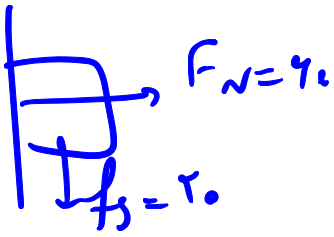


$f_{s_{max}}=\mu_s \cdot F_N=\frac{۱}{۲}\times ۴۰=۲۰$

$b=۲۰$

$b \geq f_{s_{max}}$

R



$R'=\sqrt{۲۰^۲+۴۰^۲}=۲۰\sqrt{۱۰}$

$(۲۰\times ۲)^۲$

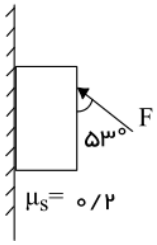
$\frac{۲۰\sqrt{۱۰}}{۴۰\sqrt{۵}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۳-۵-۲ حداقل و حداکثر داستان دار

بیشترین مقدار F یعنی زورش زیاده و کمترین مقدار F یعنی زورش کمه!

چند آیتمی۴:

در شکل روبه‌رو، به جسمی به وزن $۲۰N$ که به دیوار قائم تکیه دارد. نیروی F وارد می‌شود. بیشترین مقدار F در حالتی که جسم به حال سکون بماند، چند نیوتون است؟ $(\cos ۵۳^\circ = ۰/۶)$



۱) $\frac{۵۰۰}{۱۹}$ ۲) $\frac{۵۰۰}{۱۱}$ ۳) $\frac{۲۰۰}{۱۹}$ ۴) $\frac{۲۰۰}{۱۱}$

ب) کمترین مقدار F در حالتی که جسم به حال سکون بماند، چند نیوتن است؟

الف) F بین چه مقادیری باشد تا جسم ساکن بماند؟

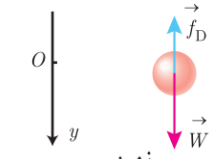
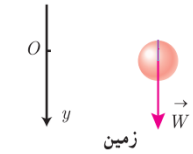
۳-۵-۳ تکمیلی نیروی مقاومت هوا

تست۲۳: S

به یک چترباز به جرم $۶۰\,kg$ در ارتفاع به اندازه کافی بلند، در یک لحظه نیروی $۵۹۷N$ از طرف هوا وارد می‌شود. بزرگی شتاب چترباز برحسب متر بر مربع ثانیه و وضعیت چتر آن در این لحظه کدام است؟

$$(g = ۹/۸\frac{m}{s^۲})$$

۱) ۰/۵، باز ۲) ۰/۵، بسته ۳) ۱۵/۰، باز ۴) ۱۵/۰، بسته

چتر باز	کامل بررسی شد
 رها کردن گلوله ای ، گویی چیزی با وجود مقاومت هوا !	$F_{net} = ma \rightarrow mg - f_D = ma \rightarrow \boxed{a = g - \frac{f_D}{m}} \rightarrow m\uparrow \rightarrow a\uparrow$ $v^۲ - v_o^۲ = ۲ah \rightarrow v^۲ = ۲ah \rightarrow \boxed{v = \sqrt{۲ah}} \rightarrow a\uparrow \rightarrow v\uparrow \rightarrow t_{harkatesh}\downarrow$ $\boxed{m\uparrow \rightarrow a\uparrow \rightarrow v\uparrow \rightarrow t_{harkatesh}\downarrow}$ **جمع بندی۳۸: هر گلوله ای که جرمش بیشتره، شتابش بیشتره، سرعتش هنگام برخورد به زمین بیشتره و زمان حرکتش (طی کردن مسیر) کمتره!**
 رها کردن گلوله ای ، گویی چیزی بدون مقاومت هوا !	$F_{net} = ma \rightarrow mg = ma \rightarrow \boxed{a = g}$ $v^۲ - v_o^۲ = ۲gh \rightarrow v^۲ = ۲gh \rightarrow \boxed{v = \sqrt{۲gh}}$ **جمع بندی۳۹: تفاوت شکل، جرم و حجم تاثیری ندارد. پس همه گلوله ها با سرعت یکسانی به زمین می رسند و زمان حرکتشون یکسانه!**

مثال ۱: در مورد تندی، شتاب و زمان دو جسم زیر بحث کنید.

الف : دو جسم هم جرم با چگالی های مختلف از بالای ساختمانی همزمان رها شده اند.

$$\rho \alpha \frac{۱}{\forall} \rightarrow \forall \alpha f_D \rightarrow f_D \alpha \frac{۱}{a} \rightarrow a \alpha V \alpha \frac{۱}{t}$$

ب: دو جسم هم حجم با چگالی های مختلف از بالای ساختمانی همزمان رها شده اند. $\rho \alpha \mathrm{m} \rightarrow m \alpha a \rightarrow a \alpha V \alpha \frac{۱}{t}$

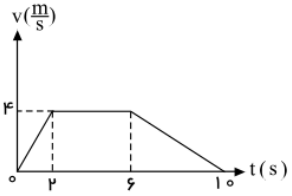
تست۲۴:

یک بالون هوای داغ به جرم $۶۰۰kg$ با شتاب $۵\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم در حال پایین آمدن است. چه جرمی برحسب kg را باید سریعاً از آن بیرون راند تا بالون با شتاب $۵\frac{m}{s^۲}$ در جهت رو به بالا حرکت کند؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و فرض کنید در هر دو حالت نیروی رو به بالایی از طرف هوا به بالون وارد می‌شود، که بر اثر کاهش جرم بالون تغییر نمی‌کند.)

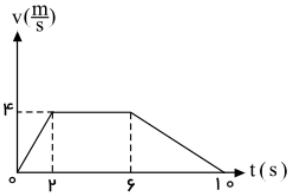
۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

۳-۵-٤ تکمیلی مسائل قائم

حرکت رو به بالا:



حرکت رو به پایین:



تست۲۵: قائم فقط با علامت شتاب

جسمی به جرم $۵kg$ کف آسانسوری قرار دارد. وقتی آسانسور با شتاب روبه‌بالای $۲m/s^۲$ به سمت بالا می‌رود. نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود N است و وقتی با شتاب رو به پایین $۲m/s^۲$ به سمت پایین می‌رود، نیروی وارد بر کف آسانسور N' است، اختلاف N و N' چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

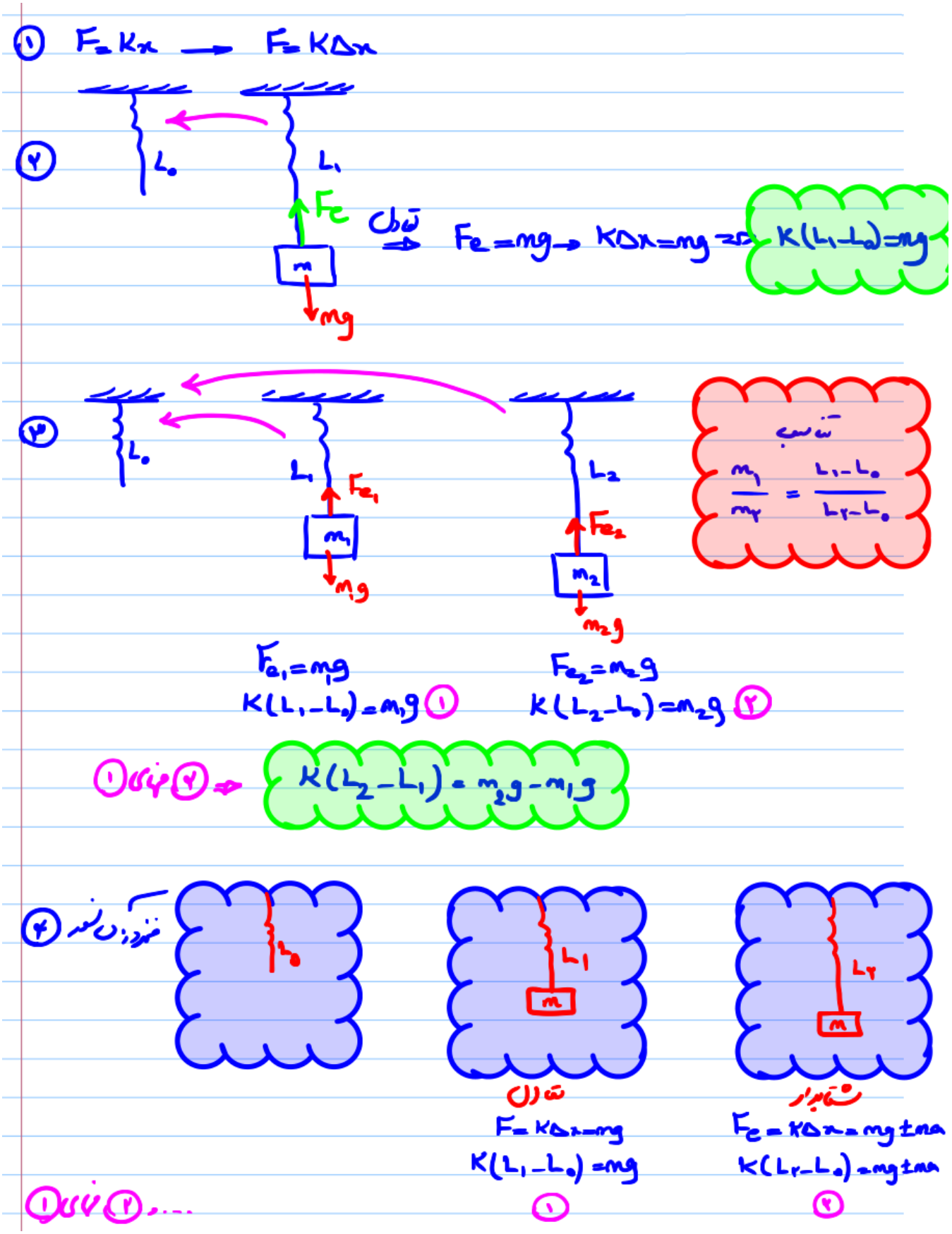
۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

تست۲۶: قائم نوع حرکت

شخصی به جرم $۶۰kg$ درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $۲a$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این حالت نشان می‌دهد، $۲۷۰N$ است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

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

۵-۵-۳ فنر


① F=Kx → F=KΔx
② L₀ L₁ Fe m mg
تعادل → Fe=mg → KΔx=mg → K(L₁-L₀)=mg
③ L₀ L₁ Fe₁ m₁ m₁g L₂ Fe₂ m₂ m₂g
تناسب
m₁/m₂ = (L₁-L₀)/(L₂-L₀)
Fe₁=m₁g
K(L₁-L₀)=m₁g ①
Fe₂=m₂g
K(L₂-L₀)=m₂g ②
①و② → K(L₂-L₁)=m₂g-m₁g
④ فنرها را نصف L₀ L₁ m L₂ m
تعادل
F=KΔx=mg
K(L₁-L₀)=mg ①
نوسان
F=KΔx=mg±ma
K(L₂-L₀)=mg±ma ②
①و② و ...

تست ۲۷:

فنر سبکی به طول L_0 را از یک نقطه آویزان می‌کنیم. اگر به سر دیگر فنر وزنهٔ ۲۰۰ گرمی وصل کنیم، طول آن L_1 می‌شود و اگر به فنر وزنهٔ ۳۰۰ گرمی وصل کنیم، طول فنر L_2 می‌شود. چنانچه اختلاف طول فنر در این دو حالت $1cm$ باشد، ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(g=10N/kg)$

۱) ۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۵

تست ۲۸:

جسمی به وزن $8N$ را به فنری به طول $20cm$ و ثابت $k=2\frac{N}{cm}$ می‌بندیم و از سقف آسانسور آویزان می‌کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ در حال توقف است، طول فنر به چند سانتی متر می‌رسد؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

۱) ۲۰٫۸ ۲) ۱۶٫۸ ۳) ۲۷٫۲ ۴) ۲۳٫۲

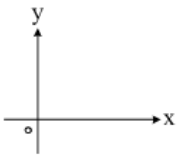
تست ۲۹:

فنر سبکی با ثابت $200\frac{N}{m}$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنهٔ $m=5kg$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $2\frac{m}{s^2}$ پایین می‌آید و طول فنر L_1 است. وقتی این آسانسور با شتاب $1\frac{m}{s^2}$ به صورت کندشونده پایین می‌آید، طول فنر L_2 می‌شود. اختلاف L_2 و L_1 چند سانتی‌متر است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

۱) ۱۵ ۲) ۷٫۵ ۳) ۵ ۴) ۲٫۵

تست ۳۰:

وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k=200\frac{N}{m}$ و طول آن $50cm$ است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به $65cm$ می‌رسد. آسانسور با چه شتابی برحسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به $60cm$ برسد؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

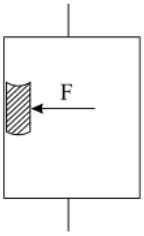


۱) $\vec{a}=-\frac{10}{3}\vec{j}$ ۲) $\vec{a}=\frac{10}{3}\vec{j}$

۳) $\vec{a}=-\frac{20}{3}\vec{j}$ ۴) $\vec{a}=\frac{20}{3}\vec{j}$

تست ۳۱:

شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم $2kg$ را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F=32N$ به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$



۱) ۲۰ ۲) ۲۴

۳) ۳۲ ۴) ۴۰

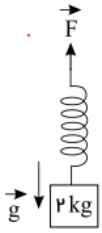
تست ۳۲:

وزنه‌ای به جرم $2kg$ را به انتهای فنری به طول $30cm$ می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب روبه بالای $2\frac{m}{s^2}$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به $42cm$ می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به حرکت درمی‌آوریم، اگر در این حالت طول فنر به $36cm$ برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) ۰٫۲ ۲) ۰٫۳ ۳) ۰٫۴ ۴) ۰٫۵

تست ۳۳: S

مطابق شکل مقابل فنری با جرم ناچیز، با طول عادی $15cm$ و ثابت فنر $1400\frac{N}{m}$ به جسمی به جرم $2kg$ بسته شده و مجموعه با شتاب $4\frac{m}{s^2}$ در راستای قائم به سمت پایین در حال حرکت است. اگر نوع حرکت جسم کندشونده باشد، طول فنر در این حالت چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)



۱) ۱۷ ۲) ۱۳
۳) ۲۰ ۴) ۱۴

تست ۳۴:

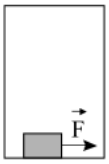
کارگری یک سطل به جرم $4kg$، حاوی مصالح به جرم $12kg$ را با طناب سبکی با شتاب $1/2m/s^2$ به طرف بالا می‌کشد و پس از خالی کردن مصالح، سطل را با شتاب $1/2m/s^2$ به پایین می‌فرستد. اگر کشش طناب هنگام بالا بردن سطل T_1 و هنگام پایین آمدن آن T_2 باشد، اختلاف نیروی کشش طناب در این دو حالت چند نیوتون است؟

۱) صفر ۲) ۱۴۴
۳) ۳۸/۴ ۴) ۱۲۰

نیرویی که کف ظرف به مصالح وارد می کند چند نیوتن است؟!

تست ۳۵:

مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $4kg$ روی کف آسانسوری که به سمت بالا در حال حرکت است، قرار دارد. این جسم تحت تأثیر نیروی افقی $F = 4N$ روی سطح افقی با سرعت ثابت در حال حرکت است. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و کف آسانسور ۰٫۲ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ بزرگی شتاب برحسب $\frac{m}{s^2}$ و نوع حرکت آسانسور مطابق کدام گزینه است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

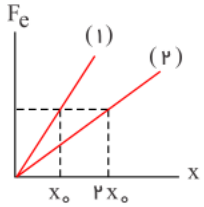


۱) ۵، تندشونده ۲) ۲، کندشونده
۳) ۵، کندشونده ۴) ۲، تندشونده

۳-۵-۶ تکمیلی نیروی فنر

تست ۳۶:

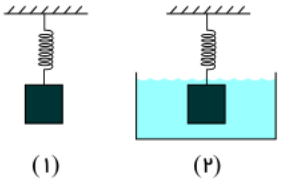
نمودار نیروی کشسانی برحسب تغییر طول برای دو فنر متفاوت مطابق شکل زیر است. به انتهای فنر (۱) جسمی به جرم m_1 و به انتهای فنر (۲)، جسمی به جرم m_2 آویزان می‌کنیم. اگر بعد از رسیدن به تعادل افزایش طول فنر (۱) دو برابر افزایش طول فنر (۲) باشد، حاصل $\frac{m_2}{m_1}$ کدام است؟



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

تست۳۷: ترکیب با شناوری دهم : نیروی شناوری همواره رو به بالا، اما نیروی مقاومت شاره مخالف جهت حرکت

وزنه‌ای را از فنری مطابق شکل (۱) آویزان می‌کنیم و بعد از ایجاد تعادل، طول فنر نسبت به طول عادی آن ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر همان وزنه و فنر را درهمان مکان داخل ظرف پُر از آبی مطابق شکل (۲) قرار دهیم، بعد از ایجاد تعادل، طول فنر نسبت به حالت عادی آن ۱۰ درصد افزایش خواهد داشت. اندازهٔ نیروی شناوری وارد بر وزنه در حالت دوم چند درصد وزن وزنه است؟(جرم فنر ناچیز است.)



۱) ۶۰
۲) ۴۰
۳) ۳۰
۴) ۵۰

۳-۵-۷ تیپ مسائل ترمز، بریدن نخ و سر خوردن و پرتاب کردن

نکته۴۰: پاره شدن نخ در حرکت : کل حرکت را به دو قسمت تقسیم کرده (قبل از پاره شدن نخ و بعد از پاره شدن نخ) و سپس برای هر دو قسمت از دینامیک و حرکت حل می کنیم.

در زمان ترمز تنها نیروی اعمال شده، نیروی اصطکاک می باشد.

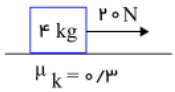
حرکت جسم روی سطح افقی بدون اعمال نیرو: جسمی به جرم m را با سرعت V_0 روی یک سطح افقی پرتاب می‌کنیم. شتاب حرکت جسم، زمانی که در راه است تا توقف کند و طول خط ترمز (مسافتی که طی می‌کند تا بایستد.) از روابط زیر به دست می‌آید.

$$a = -\mu_k g \Rightarrow t_{\text{توقف}} = \frac{V_0}{\mu_k g} \Rightarrow \text{طول خط ترمز } x = \frac{V_0^2}{2\mu_k g}$$

این شتاب و جابجایی مستقل از جرم هستند!

تست۳۸:

در شکل مقابل، جسم از حال سکون، در مسیر افقی و در لحظه‌ی $t = 0$ تحت نیروی ثابت به حرکت درمی‌آید و بعد از ۳ ثانیه نخ بسته شده به جسم پاره می‌شود. کل مسافتی که جسم از شروع حرکت تا لحظه‌ی ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ خارج از کشور- ۱۳۸۷



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

۱) ۹
۲) ۱۲
۳) ۱۵
۴) ۱۸

تست۳۹:

خودروی به جرم $800kg$ در جاده‌ای مستقیم و افقی با سرعت ثابت $108km/h$ در حرکت است. راننده مانعی در ۱۰۲ متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند، خودرو روی سطح می‌لغزد تا در مقابل مانع ساکن می‌ماند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح جاده و لاستیک ۰/۵ باشد، زمان واکنش راننده چند ثانیه بوده است؟

۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۰/۲۵
۴) ۰/۴

زمانی که خودرو ترمز می گیرد، نیروی خالص وارد بر آن را حساب کنید؟

۳-۵-۸ تیپ مسائل تعادل (برداری)

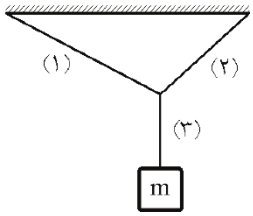
هرگاه بر جسم چند نیرو وارد شود، اما جسم نسبت به یک دستگاه مختصات مرجع امکان لغزش نداشته باشد، می گوئیم در تعادل استاتیکی است. در این وضعیت برآیند نیروهای وارد بر آن در تمامی جهت ها صفر است. پس :

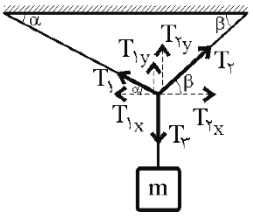
تمامی نیرو ها را در جهات x و y تجزیه کن. سپس :

شرط تعادل استاتیکی : $F_{net,in\ all\ direction} = 0 \xrightarrow{Tajziye} \begin{cases} F_{net,x} = 0 \\ F_{net,y} = 0 \end{cases}$

مثال :

الف: با استفاده از تجزیه:

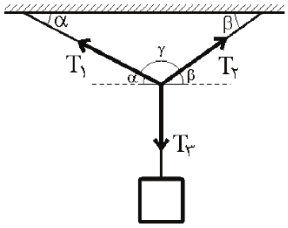




$$\sum T_x = 0 \Rightarrow T_{1x} = T_{2x} \qquad \sum T_y = 0 \Rightarrow T_{1y} + T_{2y} = T_3$$

$$\begin{cases} T_1 \cos\alpha = T_2 \cos\beta \\ T_1 \sin\alpha + T_2 \sin\beta = T_3 = mg \end{cases}$$

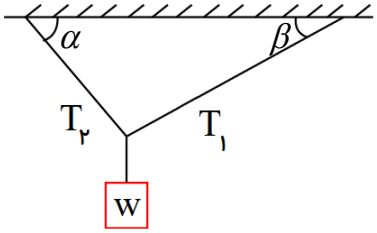
ب: با استفاده از قاعده سینوسا (لامی):



$$\frac{T_1}{\sin(90^\circ+\beta)} = \frac{T_2}{\sin(90^\circ+\alpha)} = \frac{T_3}{\sin\gamma}$$

ج: نکته سریع:

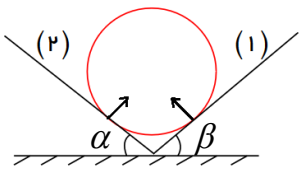
نکته ۴۱: در شکل روبرو:



$$if\ \ \alpha+\beta=90^\circ \rightarrow \begin{cases} T_1 = W\sin\beta \\ T_2 = W\sin\alpha \end{cases}$$

$$if\ \ \alpha=\beta \rightarrow T_1 = T_2 = \frac{W}{2\sin\alpha}$$

نکته ۴۲: در شکل روبرو می خواهیم نیرویی که هر یک از دیواره ها به گلوله و یا نیروی گلوله به دیواره ها را به دست آوریم. نیروها بر دیواره ها عمودند. (ناوه)

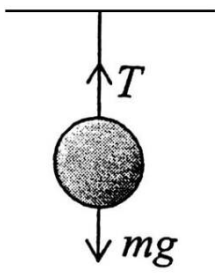


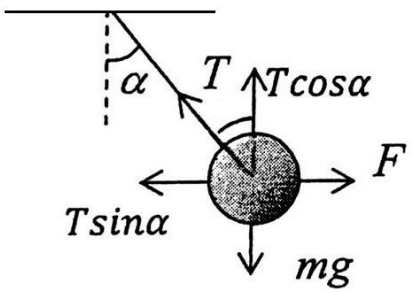
$$if\ \ \alpha+\beta=90^\circ \rightarrow \begin{cases} F_1 = W\cos\beta \\ F_2 = W\cos\alpha \end{cases}$$

$$if\ \ \alpha=\beta \rightarrow F_1 = F_2 = \frac{W}{2\cos\alpha}$$

نکته ۴۳: مسائل برداری آونگ

برای یک آونگ قائم در حالت تعادل داریم:

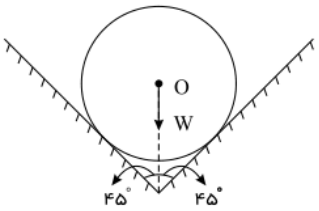




$$\left.\begin{matrix} T\cos\alpha = mg \\ T\sin\alpha = F \end{matrix}\right\} \rightarrow \tan\alpha = \frac{F}{mg}$$

تست ۴۰:

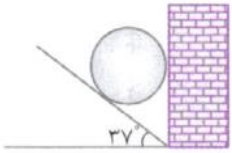
در شکل زیر، کره‌ای همگن به جرم $5kg$ درون یک ناوهٔ بدون اصطکاک قرار دارد. این جسم به هر یک از دیواره‌ها، نیروی چند نیوتون را وارد می‌کند؟ $(g = 10m/s^2)$



۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) $25\sqrt{2}$
۴) $50\sqrt{2}$

تست ۴۱:

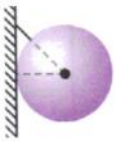
در شکل زیر جسم بین دو دیوارهٔ بدون اصطکاک در تعادل است. نیروهایی که سطح شیبدار و دیوار به جسم وارد می‌کنند باهم چه زاویه‌ای می‌سازند؟



۱) ۱۴۳°
۲) ۵۳°
۳) ۱۲۷°
۴) ۳۷°

تست ۴۲:

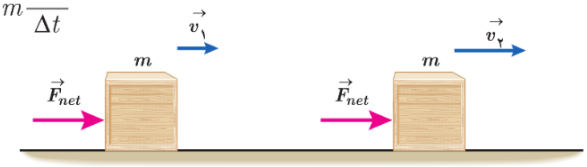
در شکل روبه‌رو یک گوی به یک نخ سبک متصل و بر دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده و در تعادل است. امتداد نخ با دیوار قائم زاویهٔ ۴۵° می‌سازد و کشش نخ ۵۰۰N است. جرم گوی و نیرویی که دیوار به گوی وارد می‌کند به ترتیب از راست به چپ چند کیلوگرم و چند نیوتون است؟ $(\sqrt{3}=1/7, \sqrt{2}=1/4)$



۱) ۳۵، ۳۵۰
۲) ۵۰، ۳۵۰
۳) ۵۰، ۵۰۰
۴) ۳۵، ۵۰۰

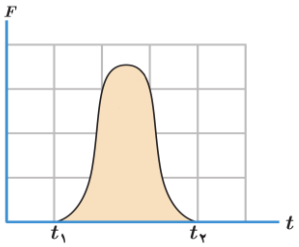
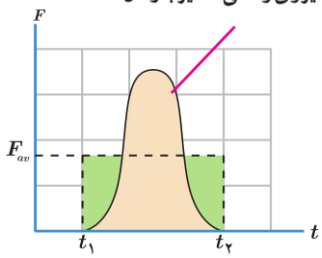
۳-۶ تکانه

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} = m\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



سرعت جسم تحت تأثیر نیروی خالص ثابت $\vec{F}_{net}$ از $\vec{v}_1$ به $\vec{v}_2$ می‌رسد.

مفهوم	یک شهاب سنگ رو در نظر بگیرین که با سرعت ثابت در فضا در حال حرکت است. با توجه به اینکه سرعت شهاب سنگ ثابت است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می باشد. زیرا می دانیم که F=ma یعنی نیرو برابر است با جرم در شتاب. وقتی شتابی وجود ندارد پس نیرویی هم نیست. ولی زمانی که این شهاب سنگ به یک ماهواره برخورد کند، هم خسارت شدیدی ایجاد می کند و هم جهت حرکت ماهواره را تغییر می دهد. چرا در حالی که نیرویی وجود ندارد، چنین اتفاقی رخ می دهد؟ یک کماندار را در نظر بگیرید. این کماندار یک کمان دارد و دو تیر. یک تیر سبک و یک تیر سنگین. می دانیم که وقتی کماندار کمان را میکشد، انرژی پتانسیل در کمان ذخیره می شود و وقتی رها می کند، طبق قانون پایستگی انرژی، انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل می شود. کماندار یک بار تیر سبک را شلیک می کند و بار دوم تیر سنگین را با همان میزان کشش کمان، شلیک می کند .در هر دو حالت میزان انرژی جنبشی کمان یکسان است اما اثری که کمان سنگین بر هدف می گذارد با اثری که کمان سبک بر هدف می گذارد متفاوت است. چرا چنین است؟ این مشاهدات نشان می دهد که جسم در حال حرکت به جز نیرو و انرژی جنبشی دارای خاصیت دیگری هم هست. این خاصیت با جرم جسم و سرعت آن نسبت مستقیم دارد. یعنی هر چه جرم جسم بیشتر باشد یا سرعت آن بیشتر باشد، این خاصیت بزرگتر است.
تعریف	در واقع تکانه بیانگر میزان تخریبی است که جسم در حال حرکت بر روی یک جسم سخت می تواند ایجاد کند. تکانه برخلاف انرژی، کمیتی دارای جهت است.(برداری) تکانه قابل ذخیره سازی نیست بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود.
اثبات	$F_{net} = ma \xrightarrow{a=\frac{\Delta V}{\Delta t}} F_{net} = m\frac{\Delta V}{\Delta t} \xrightarrow{if\ m=cte} F_{net} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t}$
حاصل ضرب جرم جسم در سرعت را تکانه گویند. $p = mv$ یک کمیت برداری و هم جهت با جهت سرعت یکای آن $\frac{kg.m}{s}$	قانون دوم نیوتن برای یک نیروی ثابت: $F_{net} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} \xrightarrow{p=mV} \boxed{F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}}$ داستان دو واگن
مساحت محصور نمودار F-t	تغییرات تکانه
رابطه تکانه و انرژی جنبشی	$K = \frac{1}{2}mV^2 \xrightarrow{V=\frac{P}{m}} K = \frac{1}{2}\frac{mP^2}{m^2} \rightarrow \boxed{K = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m}}$

پی وی!	$K=\frac{1}{2}mV^2 \xrightarrow{P=mV} K=\frac{1}{2}PV$
اگر نیرو ثابت نباشد	• بازه زمانی کوچک: نیرو را در این بازه ها تقریبا ثابت می گیریم (داستان توپ گلف)  • بازه زمانی بزرگ: به جای نیروی خالص باید نیروی خالص متوسط در فاصله زمانی مورد نظر را به کار برد. یعنی $F_{av}=\frac{\Delta p}{\Delta t}$ تغییر تکانهٔ ناشی از نیروی متوسط برابر با تغییر تکانهٔ نیروی واقعی متغیر با زمان است.  مساحت مستطیل سبز= مساحت منحنی
ضربه هر دو جسم که به هم برخورد کنند، زمان اثرشان مساوی است، پس ضربه ی یکسان به هم وارد می کنند یعنی تغییرات تکانه یکسان است.(به شرط نبودن اصطکاک) $\Delta p_1=\Delta p_2$	به تغییر تکانه ضربه گویند. $\boxed{\Delta p=F_{av}.\Delta t} \rightarrow \boxed{m.\Delta V=F_{av}.\Delta t}$ نیرو، زمان، سرعت، جرم (تیپ سوالات برخورد)

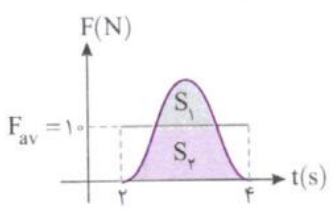
تست۴۳:

معادلهٔ تکانهٔ جسمی برحسب زمان در SI به صورت $P=15t^2+5t$ می‌باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_1=3s$ تا $t_2=6s$ چند نیوتون است؟

۱) ۷۰ ۲) ۸۵ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۹۰

تست۴۴:

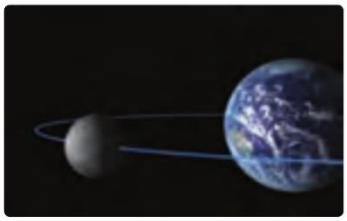
در شکل روبه‌رو نمودار نیروی وارد بر جسمی بر حسب زمان داده شده است. اگر در بازهٔ ۲s تا ۴s، نیروی متوسط وارد بر جسم ۱۰N باشد، چنانچه مساحت S_1 برابر ۸ واحد باشد، مساحت S_2 چند واحد است؟



۱) ۱۲
۲) ۱۰
۳) ۸
۴) ۱۶

۳-۶-۱ نیروی گرانشی

از کجا شروع شد؟



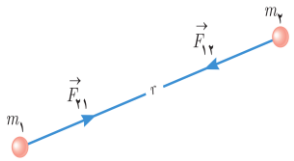
اگر بر ماه نیرویی وارد نشود ماه باید به‌طور مستقیم حرکت کند نه به صورت دایره‌ای

نیوتن نشان داد هر جسمی در عالم، اجسام دیگری را به خود جذب می کند و این موضوع را با قانون گرانش عمومی بیان کرد.

تعریف

نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله ی آن ها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

این نیرو از نوع جاذبه می باشد .



رابطه

$$F = G\frac{m_۱m_۲}{r^۲}$$

G: ثابت گرانش عمومی	$m_۱m_۲$: جرم دو ذره بر حسب کیلوگرم	r: فاصله بین دو ذره بر حسب متر (فاصله مرکز ثقل دو جسم)
$G = ۶/۶۷\times ۱۰^{-۱۱}\ \frac{N.m^۲}{kg^۲}$		

وزن و نیروی گرانشی

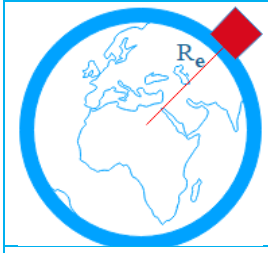
نیروی وزن،نیرویی است که میدان گرانش زمین به جسم m در سطح خود وارد می کند و برابر $W = G\frac{M_e m}{R_e^۲}$ می باشد.

که R_e شعاع زمین و M_e جرم زمین می باشد.

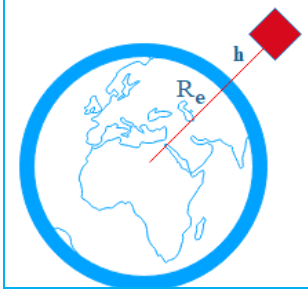
$$g = G\frac{M_e}{R_e^۲} \rightarrow W = mg$$

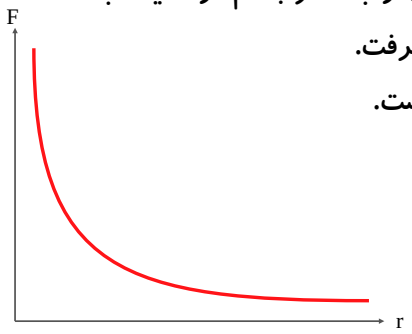
شتاب گرانش زمین در سطح زمین $g = G\frac{M_e}{R_e^۲}$ می باشد.

(شتاب گرانش سیاره M در فاصله r از مرکز سیاره برابر $g = G\frac{M}{r^۲}$ می باشد.)



شتاب گرانش زمین در فاصله h از سطح زمین برابر $g = G\frac{M_e}{(R_e+h)^۲}$ می باشد.



نکات	• اگر فاصله بین دو جسم از یکدیگر به قدری زیاد باشد که بتوان از ابعاد دو جسم در مقایسه با فاصله بین آن ها چشم پوشی کرد، می توان دو جسم را ذره در نظر گرفت. • نیروی گرانشی میان جسم های با جرم کوچک قابل ملاحظه نیست. 

تست ۴۵:

جرم سیارهٔ A، ۶۴ برابر جرم سیارهٔ B و فاصلهٔ مرکزهای آن دو از هم d است. یک کشتی فضایی از سیارهٔ A به سوی سیارهٔ B پرتاب می‌شود. در چه فاصله‌ای از سیارهٔ A نیروی وارد بر کشتی فضایی صفر می‌شود؟

۱) $\frac{۸}{۹}d$ ۲) $\frac{۱}{۹}d$ ۳) $\frac{d}{۶۴}$ ۴) $\frac{d}{۸}$