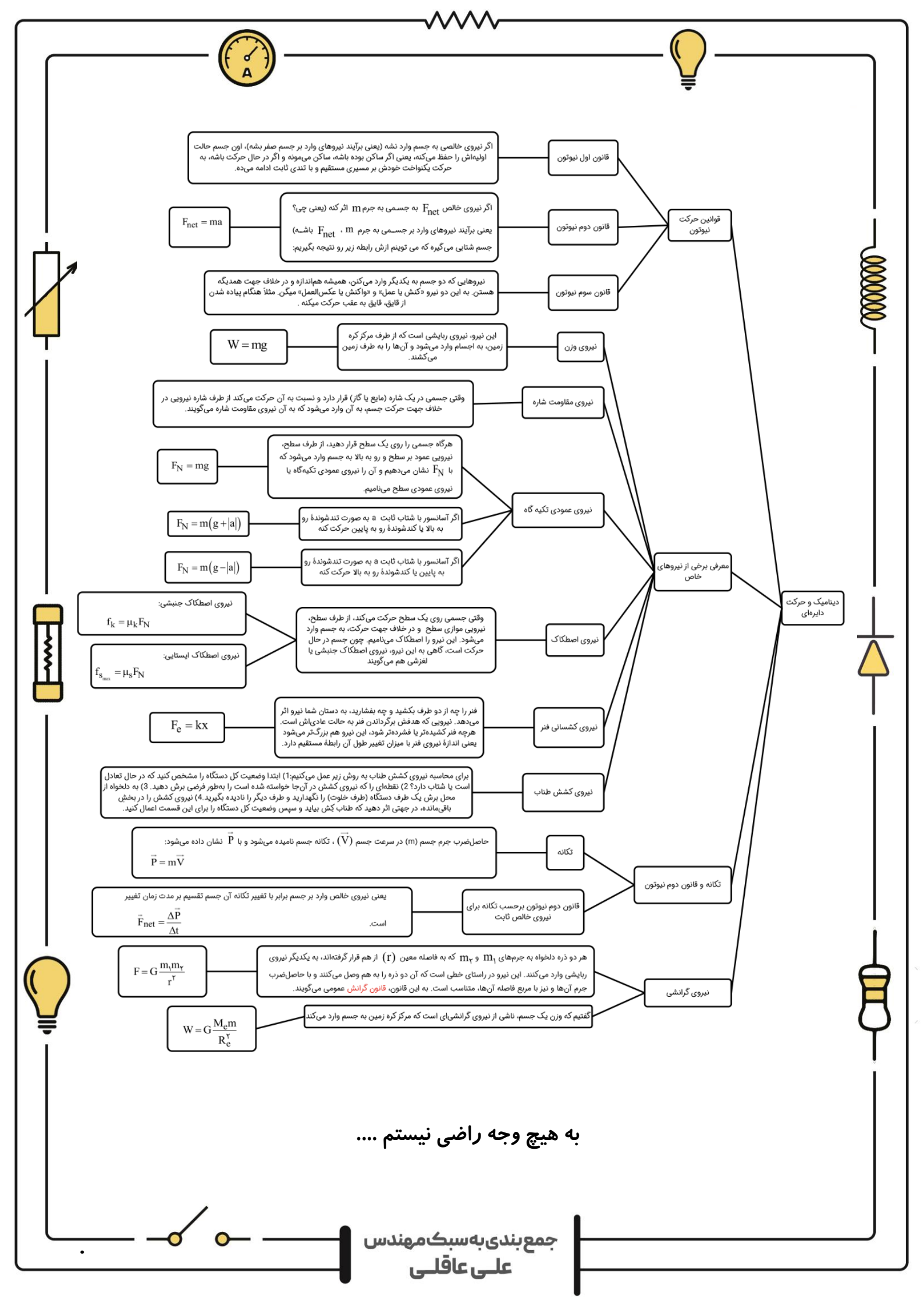


به هیچ وجه راضی نیستم ....

فصل دوم فیزیک دوازدهم

دینامیک

۳-۱ 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.

۳-۲ قوانین آقای نیوتن

۳-۲-۱ قانون اول آقای نیوتن (قانون اینرسی یا لختی)

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.
- ✓ 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.

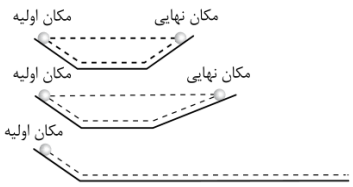
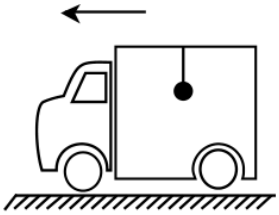
(اینکه جسم دوست داره تو حال خودش باشه)

- ✓ 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!

جمع بندی به سبک مهندس
علی عاقلی

✓ 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

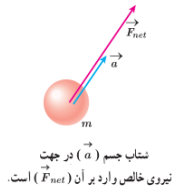
چند آیتمی ۱:

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

۳-۲-۲ 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.

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

۳-۲-۳ نکات مربوط به برآیند گیری

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!

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

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

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

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 $\vec{F_1} = -10\vec{i} + 4\vec{j}$ و $\vec{F_2} = 12\vec{i} + \beta\vec{j}$ و $\vec{F_3} = \alpha\vec{i} + 6\vec{j}$ قرار گرفته و شتاب $a = 4\vec{i} + 8\vec{j}$ 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:

نکته ۲:

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

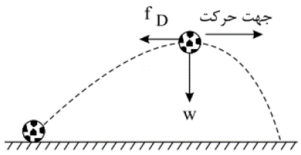
$$\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = 0 \rightarrow \begin{cases} \vec{F_1} + \vec{F_2} = -\vec{F_3} \\ \vec{F_1} + \vec{F_3} = -\vec{F_2} \\ \vec{F_3} + \vec{F_2} = -\vec{F_1} \end{cases}$$

تست۴:

۴ نیروی ۱۴، ۱۶، ۴۰ و ۱۲ نیوتونی تنها نیروهایی هستند که بر جسمی به جرم $4\,kg$ وارد شده‌اند و جسم در تعادل قرار دارد. اگر اندازهٔ هریک از ۳ نیروی اول را چهار برابر کنیم، جابه‌جایی ۲ ثانیه پنجم با جابه‌جایی ۲ ثانیه سوم چند متر اختلاف دارد؟

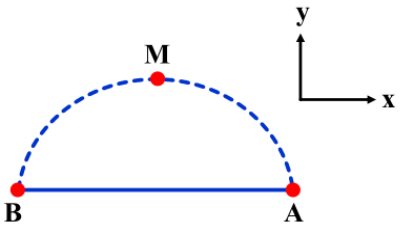
۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۷۲ ۴) ۱۴۴

۴-۲-۳ پرتاب توپ

وزن w	همیشه به سمت پایین	
نیروی درگ f_D (مقاومت هوا)	نیروی مقاومت هوا بر خلاف جهت حرکت	
F_{net}	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: شتاب خالص، نیروی خالص، وزن، جرم و نیروی مقاومت هوا را هم حساب کنید.

در شکل مقابل، در نقطه M (بالاترین نقطه) از مسیر حرکت یک توپ در هوا بردار شتاب ذره $\vec{a} = a_x\vec{i} - 10\vec{j}$ (برحسب m/s^2) است. اگر نیروی خالص وارد بر توپ در این لحظه $\vec{F} = -1/2\vec{i} - 4\vec{j}$ (برحسب نیوتن باشد)، a_x برابر ..... متر بر مربع ثانیه و جهت پرتاب توپ از ..... است.



۱) ۳-، A به B

۲) ۳-، B به A

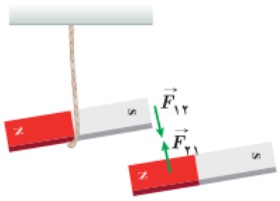
۳) ۳، A به B

۴) ۳، B به A

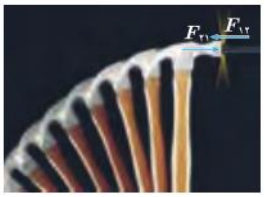
جمع‌بندی به سبک مهندس
علی عاقلی

۳-۲-۵ 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.

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

نکته ۳:

- ✓ 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.
- ✓ دو نیروی کنش و واکنش تماسی حتماً باید حداقل در یک نقطه با یکدیگر تماس داشته باشند.
- ✓ 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 می‌شود، حتی بدون تماس بین جسم و زمین. پس قانون سوم هم برای نیروهای تماسی و هم غیر تماسی صادق است.
- ✓ ممکن است نیروهای کنش و واکنش اثرات متفاوتی داشته باشند. (پرایدا!)
- ✓ 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!
- ✓ توجیه شنا کردن، حرکت قایق پارویی و... با توجه به این قانون صورت می گیرد.
- ✓ عکس العمل هر نیرو به عامل به وجود آورنده آن اعمال می شود.
- ✓ این دو نیرو هم نوع هستند و تقدم و تاخری در اعمال ندارند. یعنی هم زمان اعمال می شوند.

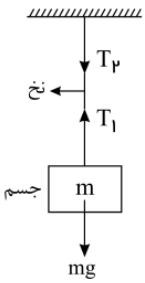
تست ۶:

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

تست ۷:

در شکل مقابل وزنه در حال تعادل است. با توجه به نیروهای رسم‌شده کدام گزینه درست است؟



۱) نیروی T_1 واکنش نیروی mg است.
۲) عکس‌العمل T_2 به جسم وارد می‌شود.
۳) T_2 عکس‌العمل T_1 است.
۴) واکنش نیروی T_1 به نخ وارد می‌شود.

تست۸: ترکیب حرکت و دینامیک

در شکل روبه‌رو، دو شخص به جرم‌های $m_1 = ۸۰\ kg$ و $m_2 = ۴۰\ kg$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیرویی به بزرگی $۲۰۰\ N$ به مدت $۰/۱\ s$ شخص دوم را به طرف راست هل می‌دهد. فاصلهٔ دو شخص $۲\ s$ 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

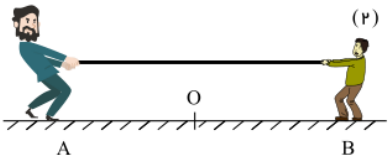
۴) ۱۰

شتابی که هر دو شخص در اثر این هل دادن می گیرند را حساب کنید و با هم مقایسه کنید. همچنین نیرو ها.

تست۹: شما حل کنید. جواب گزینه ۳

مطابق شکل زیر، دو نفر به جرم‌های m_1 و $m_2 = \frac{1}{2}m_1$ 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



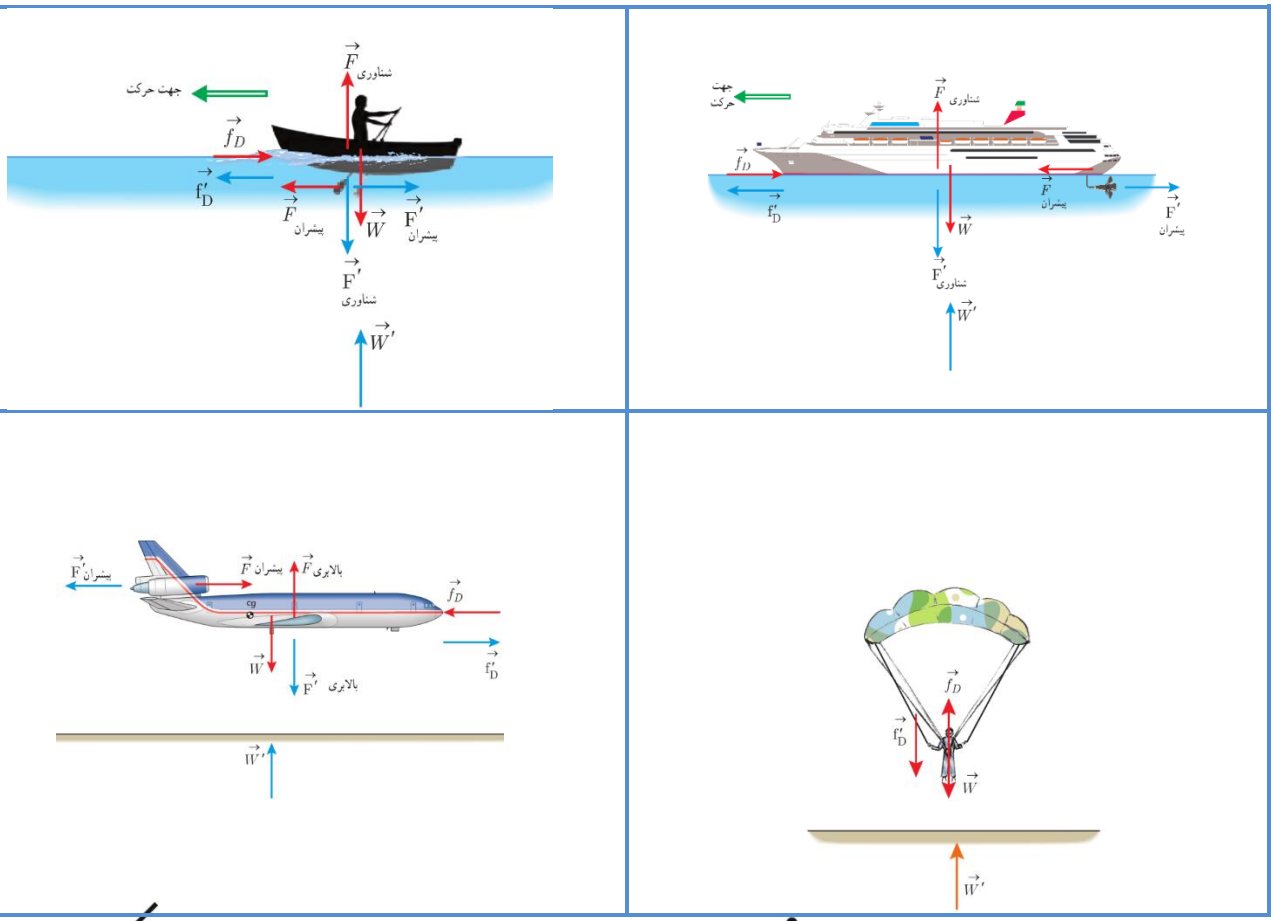
۱) در نقطهٔ O به یکدیگر می‌رسند.

۲) بین O و B به یکدیگر می‌رسند.

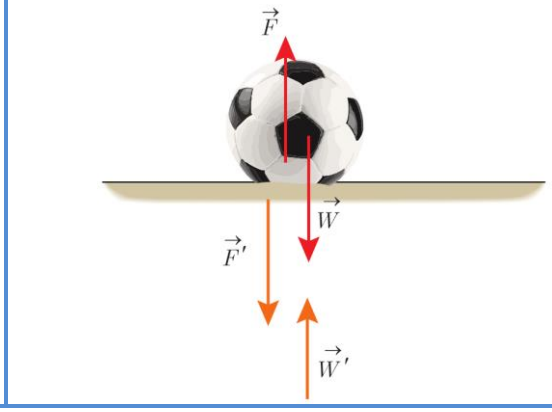
۳) بین O و A به یکدیگر می‌رسند.

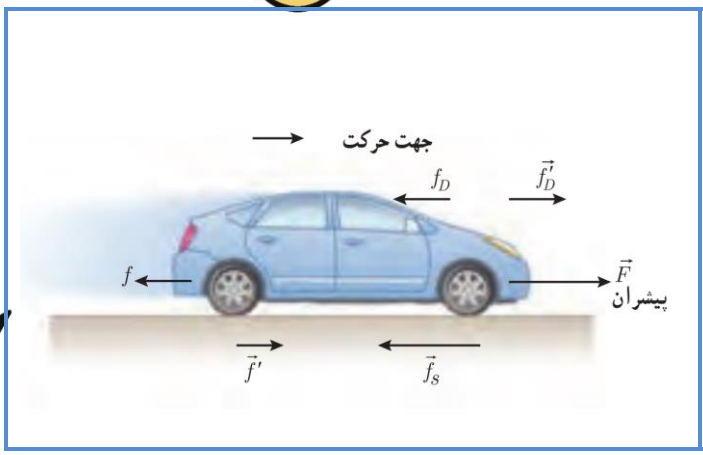
۴) m_1 ساکن می‌ماند و m_2 به او می‌رسد.

۳-۲-۶ مثال کتاب درسی و نیروهای مختلف



جمع‌بندی به سبک مهندس
علی عاقلی





۷-۲-۳ جمع بندی ۳ قانون

جمع بندی قوانین نیوتن	
قانون اول نیوتن (اینرسی یا لختی)	هرگاه : به جسم نیرو وارد نشود $\vec{F}$ ⟺ 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.

نکته۴: 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.

۳-۳ انواع نیرو

۳-۳-۱ نیروی خارجی(محرک)

نیرویی است که در صورت سوال، مشخص شده است و غالباً به صورت یک نیرو که جسم را می کشد یا هل می دهد، در شکل رسم می شود.

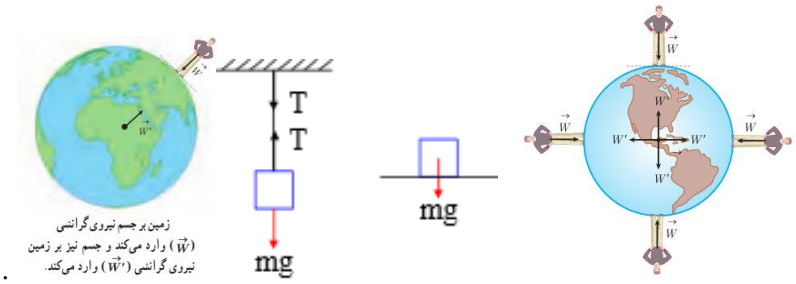
اگر نیروی F ، با راستای حرکت یا راستای عمود حرکت زاویه داشته باشد، باید آن را تجزیه کرد.

۳-۳-۲ 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 می شود. 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)

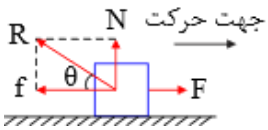
نیروی واکنش نیروی وزن، نیرویی است که از طرف جسم به مرکز کره زمین وارد می شود. (واکنش یا W')



جرم جسم در مکان های مختلف ثابت است اما وزن آن به مقدار g در آن محل بستگی دارد.

۳-۳-۳ نیروی سطح (نیروی سطح به جسم | جسم به سطح | دیواره به جسم | جسم به دیواره)

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.



- ✓ عکس العمل این نیرو در خلاف جهت از جسم به سطح وارد می شود. (R')
- ✓ شامل : دو نیروی ۱) عمودی سطح (F_N) و ۲) نیروی اصطکاک (f) تجزیه می شود.

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

- ✓ از نظر اندازه:

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

θ فقط به یه مو بند!

- ✓ از نظر برداری: حواست باشه دو تا نیروست. یکی سطح به جسم و یکی جسم به سطح

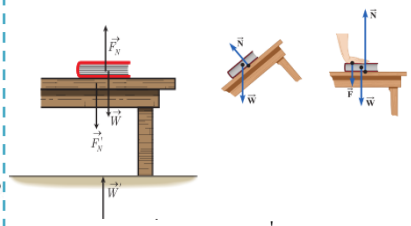
$$\vec{R} = F_N\vec{i} - f\vec{j}$$
$$\vec{R'} = -F_N\vec{i} + f\vec{j}$$

- ✓ بیشترین نیروی R زمانی به وجود میاد که بیشترین اصطکاک را داشته باشیم. یعنی اصطکاک بیشینه.

جمع بندی به سبک مهندس
علی عاقلی

۳-۳-۴ نیروی عمودی سطح (تکیه گاه)

در محل اتصال جرم m با سطح تکیه گاه آن نیروی F_N از طرف تکیه گاه بصورت عمود به جسم m وارد می شود.



$$\overrightarrow{F_N} = -\overrightarrow{W} \rightarrow |F_N| = |W|$$

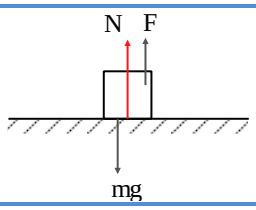
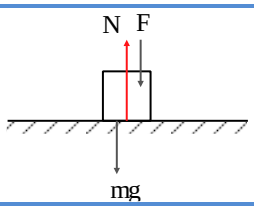
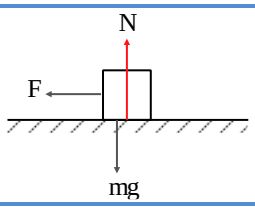
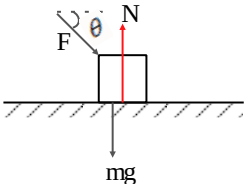
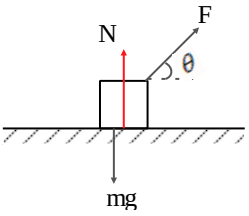
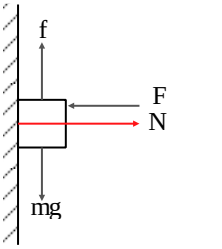
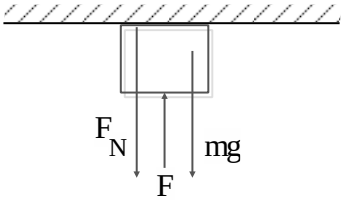
نکته۵: نیروی عمودی سطح و وزن کنش و واکنش همدیگر نیستند! (هر دو به یک جسم اثر می کنند).
این دو نیرو می توانند یکدیگر را خنثی کنند.

نکته۶: 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.

نکته۷:اگر $(F_N = 0)$ شود، می توان نتیجه گرفت که نیرویی از طرف سطح به جسم وارد نمی شود 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 می باشد.

جمع بندی۸: برای محاسبه نیروی عمودی سطح، همه نیروها رو رسم کن، نیروهای موازی سطح مهم نیستن.

۳-۳-۵ انواع نیروی عمودی سطح

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

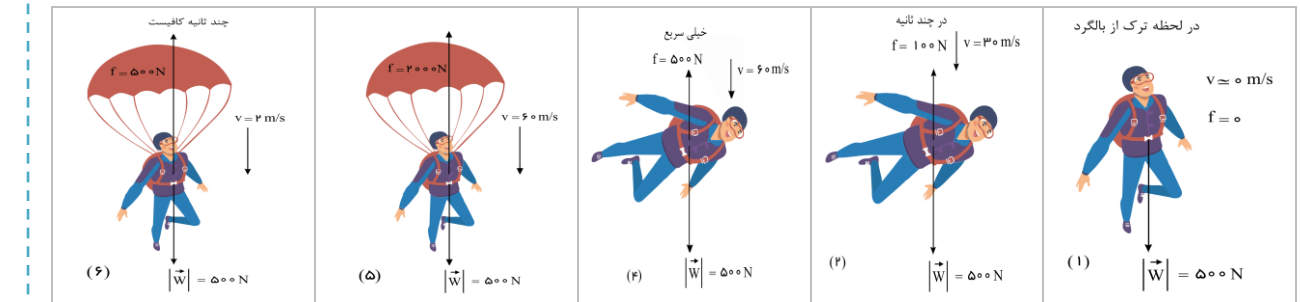
۳-۳-۶ نیروی مقاومت هوا برای چتر باز و گلوله

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.

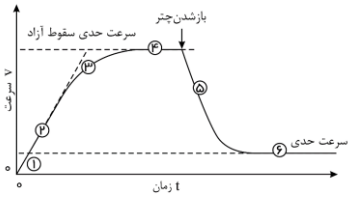
✓ نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم و تندی آن و ... بستگی دارد. (چگالی هم هست که کتاب نگفته)

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.

				
$F_{net} = ma$	$mg - f_D = ma$	$mg - f_D = ۰$	$f_D - mg = ma$	$mg - f_D = ۰$

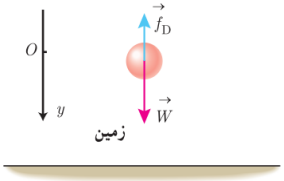
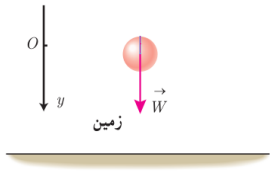
تندی حدی : زمانی که نیروهای وارد بر چتر باز یا جسم در حال سقوط صفر شود، جسم با تندی ثابتی موسوم به تندی حدی حرکت می کند. برای چتر باز حدود ۵ متر بر ثانیه و برای قطرات باران ۷ متر بر ثانیه می باشد.



جمع بندی۹: حرکت چتر باز : اول تند – بعدش یکنواخت – بعدش کند – بعدش یکنواخت

جمع بندی ۱۰: نیروی مقاومت هوا : اول زیاد – بعدش ثابته – بعدش که باز کرد زیاد – بعدش کاهش

جمع بندی ۱۱: بعد از باز کردن چتر، سرعت و شتاب هر دو کم می شوند. نمودار رو به خاطر بسپار و بدون شیبش شتاب.

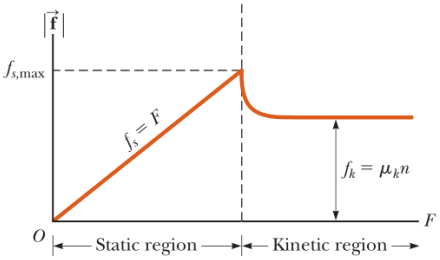
چتر باز	کامل بررسی شد
 رها کردن گلوله ای ، گوی با وجود مقاومت هوا !	$F_{net} = ma \rightarrow mg - f_D = ma \rightarrow \boxed{a = g - \frac{f_D}{m}} \rightarrow m \uparrow \rightarrow a \uparrow$ $v^۲ - v_o^۲ = ۲ah \rightarrow v^۲ = ۲ah \rightarrow \boxed{v = \sqrt{۲ah}} \rightarrow a \uparrow \rightarrow v \uparrow \rightarrow t_{harkatesh} \downarrow$ $\boxed{m \uparrow \rightarrow a \uparrow \rightarrow v \uparrow \rightarrow t_{harkatesh} \downarrow}$ جمع بندی۱۲: 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 ، گوی 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 بندی۱۳: تفاوت شکل، جرم و حجم تاثیری ندارد. پس همه گلوله ها با سرعت یکسانی به زمین می رسند و زمان حرکتشون یکسانه!

۳-۳-۷ نیروی اصطکاک

- ✓ تعریف: نیرویی که در برابر حرکت مقاومت می کند.
- ✓ به چی بستگی داره: نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، زبری و نرمی آن ها بستگی دارد.
- ✓ دلیل ایجاد : نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری های محل تماس دو جسم ایجاد می شود.
- ✓ همه سطوح ؟ حتی سطوحی که بسیار هموار به نظر می آیند، ناهمواری های میکروسکوپی بسیاری دارند که سبب اصطکاک می شود.
- ✓ مفید هست ؟ 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.
- ✓ 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.

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

دو دسته اصطکاک	ایستایی	f_s : فرمول نداره: وقتی جسم ساکنه: $f_s = F_{Good}$
		بیشینه ایستایی: $f_{s,\max}$:محسن داستان ماست : $f_{s,\max} = \mu_s F_N$
	جنبشی	f_k : وقتی جسم حرکت کنه! جنبشی (حرکتی-لغزشی): $f_k = \mu_k F_N$



- ✓ $\mu_k \le \mu_s \rightarrow \mu_k F_N \le \mu_s F_N \rightarrow f_k \le f_{s,\max}$
- ✓ $0 \le f_s \le \mu_s F_N$
- ✓ سطح زبر μ بیشتری نسبت به سطح روغن ریخته دارد.
- ✓ جسم در حال حرکت که μ_k سطح تماس آن صفر نباشد $f_k = \mu_k F_N$ دارد. چه سرعت ثابت باشد، چه شتابدار! ($\mu_k \neq 0$)
- ✓ 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.

- ✓ کار نیروی اصطکاک برابر $W_{f_k} = -f_k l$
- ✓ عامل حرکت دونده رو به جلو، نیروی اصطکاک ایستایی بین کفش او و سطح زمین است.

۳-۴ سناریوی حل مسائل دینامیک

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

جمع بندی به سبک مهندس
علی عاقلی

۳-۴-۱ راستای قائم (آسانسور و ...)

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

تمام نیروهای مخالف mg = $m(g \pm a)$

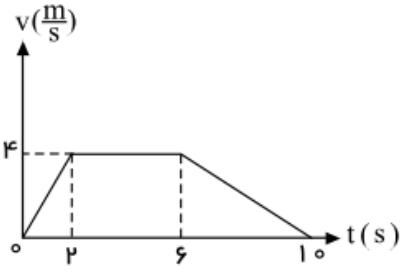
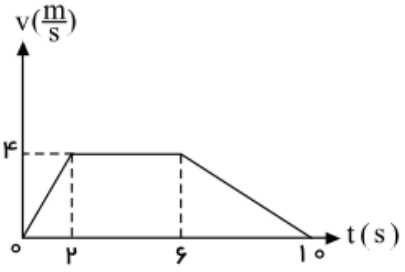
$$T, f_s, F_e, F_N = m(g \pm a)$$

$\pm$	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: $- \times - = +$

نکته۱۴: 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)

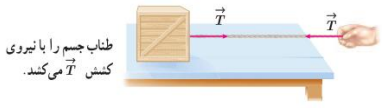
نکته۱۵:هنگامی که آسانسور به صورت تند شونده به سمت بالا یا کند شونده به سمت پایین حرکت کند، نیروی عمودی سطح از نیروی وزن بیشتر می شود. $F_N = m(g+a) = mg + ma \rightarrow F_N > mg$ (وزن ظاهری جسم بیشتر از وزن واقعی)

نکته۱۶: پاره شدن کابل آسانسور = حرکت سقوط آزاد = شتاب برابر شتاب گرانش g- = احساس بی وزنی = $F_N = 0$

حرکت رو به بالا	حرکت رو به پایین
	

۳-۴-۲ 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.

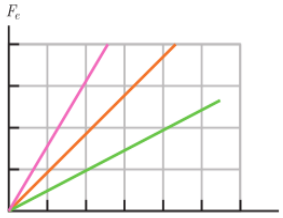


در واقع نیرویی است برابر T از دو سر نخ، که بین ۲ جسم یا بین جسم و تکیه گاه وصل شده و به طرف مرکز نخ در نظر گرفته می‌شود و از نوع کششی (و نه فشاری) می باشد.

جمع بندی۱۷: هرگاه یک طناب سبک (با جرم ناچیز) را از دو طرف بکشیم، دو نیروی وارد بر دو سر طناب هم اندازه هستند.

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

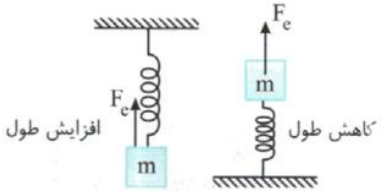
۳-۴-۳ نیروی کشسانی فنر



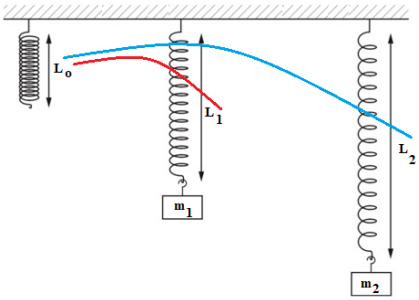
✓ فرمول : $|F_e| = kx \rightarrow \quad k : \frac{N}{m}$ که x تغییر طول فنر می باشد و k ثابت فنر

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

✓ شیب نمودار ثابت فنر می باشد. هرچه فنر سخت تر ثابت آن و شیب نمودار بیشتر است.



✓ یک فنر و دو جسم در حال تعادل : $F_{net} = 0 \rightarrow F_e - mg = 0 \rightarrow F_e = mg \rightarrow k\Delta x = mg \rightarrow \boxed{\Delta x \ \alpha \ m}$



$k(L_1 - L_o) = m_1 g$	$k(L_2 - L_o) = m_2 g$
تناسبش : $\frac{m_1}{m_2} \quad \frac{L_1 - L_o}{L_2 - L_o}$	
اختلاف عبارت ۱ و ۲ $k\Delta L = \Delta m \times g$	

✓ یک جسم و یک شتاب درون آسانسور : $F_{net} = 0 \rightarrow F_e - mg = 0 \rightarrow F_e = mg \rightarrow k\Delta x = mg \rightarrow \boxed{\Delta x \ \alpha \ g}$

$k(L_1 - L_o) = mg$	$k(L_2 - L_o) = mg \pm ma$
تناسبش : $\frac{g}{a} \quad \frac{L_1 - L_o}{L_2 - L_o}$	
اختلاف عبارت ۱ و ۲ $k\Delta L = \pm ma$	

✓ یک جسم و دو شتاب درون آسانسور: $F_{net} = 0 \rightarrow F_e - mg = 0 \rightarrow F_e = mg \rightarrow k\Delta x = mg \rightarrow \boxed{\Delta x \ \alpha \ g}$

$k(L_1 - L_o) = mg \pm ma_1$	$k(L_2 - L_o) = mg \pm ma_2$
تناسبش : $\frac{a_1}{a_2} \quad \frac{L_1 - L_o}{L_2 - L_o}$	
اختلاف عبارت ۱ و ۲ $k\Delta L = \pm ma_1 \pm ma_2$	

نکته۱۸:اگر دو ذره باردار رو به فنر وصل کردن یاد قانون کولن بیفت و بگو $F_e = \frac{kq_1q_2}{r^2} \rightarrow \boxed{k\Delta x = \frac{kq_1q_2}{r^2}}$

جمع بندی۱۹: برای فنر سبک بدون جرم هم مثل طناب می توان نوشت: $F_1 = F_2 = F_e = k\Delta x$

۳-۴-۴ عبارات مهم

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! و 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		$F_{net} = 0 \rightarrow F_{Good} - f_k = 0 \rightarrow f_k = \mu_k F_N = F_{Good}$

۳-۴-۵ تست های چتر باز و گلوله

تست ۱۰: چتر باز

چتربازی که جرم خودش و چتر نجاتی که پوشیده، مجموعاً $120\,kg$ است، از یک بالگرد پایین می‌پرد. در لحظه‌ای که تندی حرکت به $33\frac{km}{h}$ می‌رسد، چتر خود را باز می‌کند. نیروی مقاومت هوا بلافاصله پس از باز کردن چتر به $1435\,N$ می‌رسد. با فرض اینکه فاصلهٔ کافی برای سقوط چترباز وجود داشته باشد، شتاب و تندی چترباز از این لحظه به بعد چگونه تغییر می‌کند؟

۱) همواره افزایش یافته، افزایش یافته و سپس ثابت می‌ماند.
۲) همواره کاهش یافته، کاهش یافته و سپس ثابت می‌ماند.
۳) هر دو ابتدا کاهش یافته و در نهایت ثابت می‌شوند.
۴) هر دو ابتدا افزایش یافته و در نهایت ثابت می‌شوند.

تست ۱۱: چتر باز

چتربازی به جرم کل $60\,kg$ از هواپیمایی پایین می‌پرد. وقتی تندی چترباز به $25\,m/s$ می‌رسد، چتر خود را باز می‌کند اگر درست بلافاصله پس از باز کردن چتر، نیروی مقاومت هوای وارد بر چترباز به $1140\,N$ برسد، کدام گزینه صحیح است؟

۱) کمترین شتاب چترباز بعد از باز شدن چتر، $9\,m/s^2$ و رو به بالاست.
۲) بیشترین شتاب چترباز بعد از باز شدن چتر $9\,m/s^2$ و به سمت پایین است.
۳) بیشترین سرعت چترباز تا قبل از رسیدن به زمین $25\,m/s$ است.
۴) حرکت چترباز پس از باز شدن چتر، ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است.

تست ۱۲: گلوله

جسمی به جرم $2/5\,kg$ را از ارتفاع مشخصی از سطح زمین و از حال سکون رها می‌کنیم تا در هوا سقوط کند و به زمین برسد. اگر شتاب سقوط جسم در این حالت $\frac{3}{5}$ برابر حالتی باشد که این جسم از همان ارتفاع و از حال سکون، در شرایط خلأ سقوط می‌کند، بزرگی نیروی مقاومت هوا (که ثابت فرض می‌شود) در طی حرکت جسم چند نیوتن است؟

۱) ۱۵ ۲) ۱۰ ۳) ۴ ۴) ۶

تست۱۳:

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

۶-۴-۳ تست های راستای قائم و آسانسور

تست۱۴: 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

تست۱۵: 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) $\frac{۳}{۴}$

تست۱۶: آسانسور با حرکت

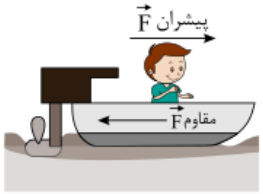
شخصی به جرم $۶۰ kg$ روی یک ترازو درون آسانسوری قرار دارد. آسانسور از حال سکون با شتاب ثابت به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند و سپس با شتاب ثابت متوقف می‌شود. اگر کل مسافت طی شده توسط آسانسور ۱۸ متر و کل مدت زمان حرکت آسانسور ۹ ثانیه باشد، در صورتی که بزرگی شتاب مرحلهٔ تندشوندهٔ حرکت آسانسور ۲ برابر بزرگی شتاب مرحلهٔ کندشوندهٔ حرکت آن باشد، اختلاف بین حداکثر و حداقل مقداری که ترازو نشان می‌دهد چند نیوتون است؟

۱) ۸۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۵۰

۳-۴-۷ تست های اصطکاک

تست۱۷: 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 $400\ kg$ و اندازهٔ نیروی مقاوم $500N$ باشد، پس از طی چند متر تندی قایق به $40\ m/s$ می‌رسد؟ قلم چی- ۱۳۹۸

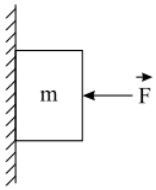


۱) ۱۰۰
۲) ۲۰۰
۳) ۴۰۰
۴) ۸۰۰

این حرکت چند ثانیه طول می کشد؟

چند آیتمی۲:

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؟

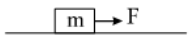


۱) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد.
۲) تغییر نمی‌کند، افزایش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند، تغییر نمی‌کند.
۴) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

ب) اصطکاک بیشینه چی؟ **پ) نیروی عمودی سطح چی؟**

تست۱۸:

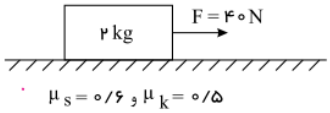
مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $36kg$ که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F = 177N$ وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به $3\frac{m}{s}$ می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



۱) ۳۶۰ ۲) ۳۹۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

تست۱۹:

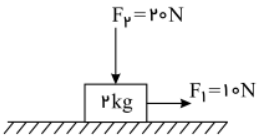
مطابق شکل زیر، جسمی روی سطح افقی ساکن است. به جسم نیروی افقی F وارد می‌شود. ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی F مقدار این نیرو ۳۰ نیوتون کاهش می‌یابد، حرکت جسم پس از آن چگونه است؟ $(g = 10m/s^2)$



۱) جسم همان لحظه می‌ایستد.
۲) حرکت جسم با شتاب $1m/s^2$ کند می‌شود.
۳) حرکت جسم با شتاب $3m/s^2$ کند می‌شود.
۴) جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

تست ۲۰:

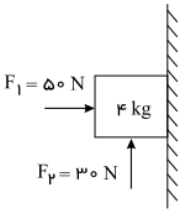
در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F_1}$ را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟ $(g = 10N/kg)$



۱) ۲٫۵
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۸

تست ۲۱:

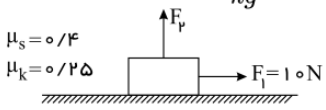
در شکل زیر نیروهای $F_1 = 50N$ و $F_2 = 30N$ بر جسمی به جرم $4kg$ وارد می‌شوند و جسم در آستانهٔ حرکت به سمت پایین است. از جرم جسم چند گرم بکاهیم تا جسم در آستانهٔ حرکت به سمت بالا قرار گیرد؟ $(g = 10N/kg)$



۱) ۲۰۰
۲) ۲۰۰۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۰۰۰

تست ۲۲:

جسمی به جرم $4kg$ در ابتدا، روی یک سطح افقی ساکن است. سپس نیروی افقی $\vec{F_1}$ و نیروی قائم $\vec{F_2}$ به جسم وارد می‌شوند. اگر بزرگی نیروی F_2 به تدریج از صفر تا $20N$ افزایش یابد، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چه تغییری می‌کند؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) به‌تدریج افزایش می‌یابد.
۲) به تدریج کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا ثابت می‌ماند و سپس کاهش می‌یابد.

چند آیتمی۳:

یک خودروی باری با طناب افقی محکمی ، یک خودروی سواری به 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:

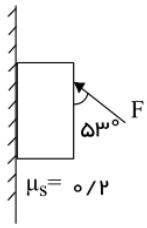
ب: خودروی باری با شتاب ۲ به طرف راست کشیده شود:

۸-۴-۳ 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؟

۹-۴-۳ تست های نیروی سطح

تست۲۳:

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) $(-۵۰۰N)\vec{j}$

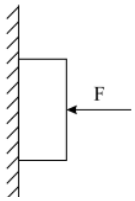
۲) $(۵۰۰N)\vec{j}$

۳) $(-۲۵۰N)\vec{i} + (۵۰۰N)\vec{j}$

۴) $(۲۵۰N)\vec{i} + (-۵۰۰N)\vec{j}$

تست۲۴:

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

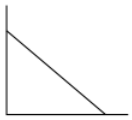
۲) ۳۶

۳) $۳۰\sqrt{۳}$

۴) $۳۰\sqrt{۵}$

تست ۲۵: نردبان !

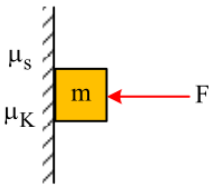
مطابق شکل زیر، نردبانی به جرم $۴۰kg$ به دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه داده شده است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین زمین و پای نردبان $\frac{۳}{۴}$ باشد، در آستانهٔ لغزیدن نردبان، نیرویی که از طرف سطح افقی به نردبان وارد می‌شود چه زاویه‌ای با راستای قائم می‌سازد؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و $g = ۱۰N/kg$)



۱) ۳۰°
۲) ۳۷°
۳) ۵۳°
۴) ۶۰°

تست ۲۶:

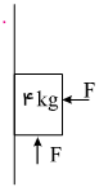
در شکل زیر جسمی را با نیروی افقی $\mathbf{F}$ به دیواره قائم می‌فشاریم. جسم برای نیروی $\mathbf{F_۱}$ در آستانه حرکت و برای نیروی $\mathbf{F_۲}$ با سرعت ثابت پایین می‌آید. نیروی وارد بر جسم از طرف سطح با راستای قائم در دو حالت به ترتیب زوایای $\theta_۱$ و $\theta_۲$ می‌سازد. کدام گزینه صحیح است؟ ($\mu_S \neq \mu_K$)



۱) $\theta_۲ = \theta_۱$
۲) $\theta_۲ > \theta_۱$
۳) $\theta_۲ < \theta_۱$
۴) هرسه حالت امکان‌پذیر است.

تست ۲۷:

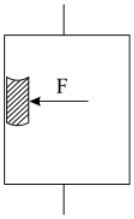
در شکل زیر، جسم در آستانهٔ حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر جسم را ساکن نگه داشته و F را $۲۰N$ کاهش دهیم و سپس جسم را رها کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ \mu_s = ۰/۵\ ,\ \mu_k = ۰/۲)$



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

تست ۲۸:

شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم $۲kg$ را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F = ۳۲N$ به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۲۰
۲) ۲۴
۳) ۳۲
۴) ۴۰

۳-۴-۱۰ سوالات فنر و نخ

تست ۲۹:

کارگری یک سطل به جرم ۴ کیلوگرم ، حاوی مصالح به جرم ۱۲ کیلوگرم را با طناب سبکی با شتاب ۱/۲ متر بر مجذور ثانیه به طرف بالا می کشد و پس از خالی کردن مصالح، سطل را با همان شتاب به پایین می فرستد. اختلاف نیروی کشش طناب در این دو حالت چند نیوتن است؟

۱) صفر ۲) ۱۴۴ ۳) ۳۸/۴ ۴) ۱۲۰

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

تست ۳۰: یک فنر و دو جسم

فنر سبکی به طول اولیه را از یک نقطه آویزان می کنیم. اگر به سر دیگر فنر وزنه ۲۰۰ گرمی وصل کنیم، طول آن L_1 و اکر وزنه ۳۰۰ گرمی وصل کنیم، طول آن L_2 می شود. چنانچه اختلاف طول فنر در این دو حالت ۱ سانتی متر باشد، ثابت فنر چند نیوتن بر متر است؟

۱) ۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۴) ۱۲۵

تست ۳۱: یک شتاب

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 ۳۲: دو شتاب

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

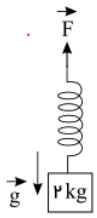
تست ۳۳:

وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به انتهای فنری به طول $۳۰cm$ می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب روبه بالای $۲\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به $۴۲cm$ می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ به حرکت درمی‌آوریم، اگر در این حالت طول فنر به $۳۶cm$ برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

۱) ۰٫۲ ۲) ۰٫۳ ۳) ۰٫۴ ۴) ۰٫۵

تست ۳۴:

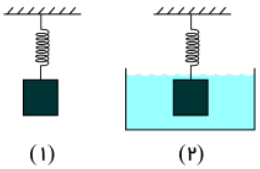
مطابق شکل مقابل فنری با جرم ناچیز، با طول عادی $۱۵cm$ و ثابت فنر $۱۴۰۰\frac{N}{m}$ به جسمی به جرم $۲kg$ بسته شده و مجموعه با شتاب $۴\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم به سمت پایین در حال حرکت است. اگر نوع حرکت جسم کندشونده باشد، طول فنر در این حالت چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)



۱) ۱۷ ۲) ۱۳
۳) ۲۰ ۴) ۱۴

تست ۳۵: 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 فنز 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

۳-۴-۱۱ تیپ مسائل ترمز، بریدن نخ و سر خوردن و پرتاب کردن

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 بحث ترمز یا همان قسمت حرکت کند شونده ، تنها نیروی اعمال شده، نیروی اصطکاک می باشد.

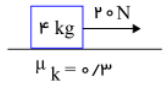
$$\boxed{a = -\mu_k g}, \boxed{\Delta x_{stop} = \frac{V_۰^۲}{۲a} = \frac{V_۰^۲}{۲\mu_k g}}, \boxed{t_{stop} = \frac{V_۰}{a} = \frac{V_۰}{\mu_k g}}$$

این شتاب و جابجایی مستقل از جرم هستند!

تست ۳۶:

در شکل مقابل، جسم از حال سکون، در مسیر افقی و در لحظه‌ی $t = ۰$ 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

$(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



۱) ۹ ۲) ۱۲ ۳) ۱۵ ۴) ۱۸

تست ۳۷:

خودرویی به جرم ۸۰۰ کیلوگرم در جاده ای مستقیم و افقی با سرعت ثابت ۱۰۸ کیلومتر بر ساعت در حرکت است. راننده مانعی در فاصله ۱۰۲ متری خود می بیند و ترمز می کند، خودرو روی سطح می لغزد تا در مقابل مانع ساکن می ماند. 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

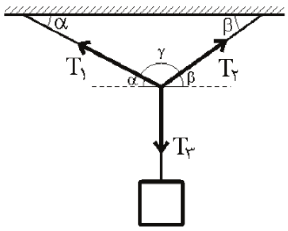
زمانی که خودرو ترمز می گیرد، نیروی خالص وارد بر آن را حساب کنید؟

۳-۴-۱۲ تیپ مسائل تعادل (برداری)

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

شرط تعادل استاتیکی : $F_{net,in\ all\ direction} = ۰ \xrightarrow{Tajziye} \begin{cases} F_{net,x} = ۰ \\ F_{net,y} = ۰ \end{cases}$

مدل ۱ :

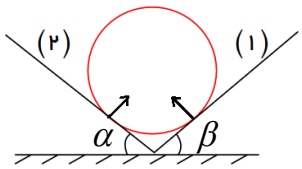


$$\frac{T_۱}{\sin(۹۰^\circ + \beta)} = \frac{T_۲}{\sin(۹۰^\circ + \alpha)} = \frac{T_۳}{\sin\gamma}$$

$$if\ \ \alpha + \beta = ۹۰ \rightarrow \begin{cases} T_۱ = W \sin\alpha \\ T_۲ = W \sin\beta \end{cases}$$

$$if\ \ \alpha = \beta \rightarrow T_۱ = T_۲ = \frac{W}{۲\sin\alpha}$$

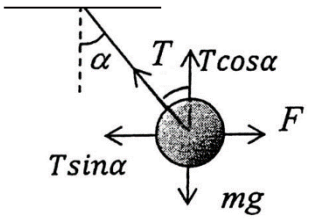
مدل ۲:



$$if\ \ \alpha + \beta = ۹۰ \rightarrow \begin{cases} F_۱ = W\ \cos\beta \\ F_۲ = W\ \cos\alpha \end{cases}$$

$$if\ \ \alpha = \beta \rightarrow F_۱ = F_۲ = \frac{W}{۲\cos\alpha}$$

مدل ۳:

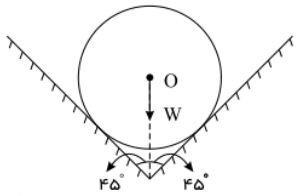


$$\left.\begin{matrix} T\cos\alpha = mg \\ T\sin\alpha = F \end{matrix}\right\} \rightarrow \tan\alpha = \frac{F}{mg}$$

جمع‌بندی به سبک مهندس
علی عاقلی

تست ۳۸:

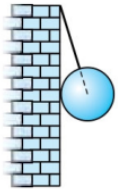
در شکل زیر، کره‌ای همگن به جرم $5kg$ درون یک ناوهٔ بدون اصطکاک قرار دارد. این جسم به هر یک از دیواره‌ها، نیروی چند نیوتون را وارد می‌کند؟ $(g = 10m/s^2)$



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

تست ۳۹:

در شکل روبه‌رو، بزرگی نیرویی که دیوار قائم به کره وارد می‌کند ۳۰ N و جرم کره ۴ kg است. نیروی کشش نخ چند نیوتون است؟ (اصطکاک و جرم نخ ناچیز و $g = 10\ N/kg$ است.)

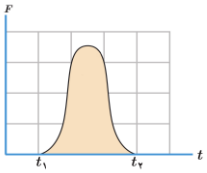
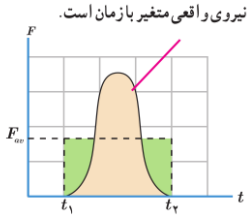
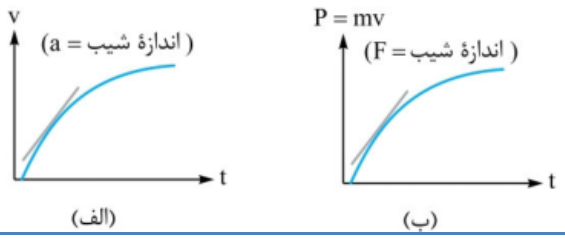


۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۵۰
۴) ۷۰

۵-۳ تکانه

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. 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 برداری است و هم جهت با سرعت است.

تکانه قابل ذخیره سازی نیست بلکه از جسمی به جسم دیگر منتقل می شود.

حاصل ضرب جرم جسم در سرعت را تکانه گویند. $p = mv$ یکای آن $\frac{kg.m}{s}$	قانون دوم نیوتن برای یک نیروی ثابت: $F_{net} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} \xrightarrow{p=mV} \boxed{F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}}$
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 $\boxed{F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}}$ 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)
شیب نمودار P-t	

جمع بندی به سبک مهندس
علی عاقلی

تست ۴۰:

معادلهٔ تکانهٔ جسمی برحسب زمان در SI به صورت $P = ۱۵t^۲ + ۵t$ می‌باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۳s$ تا $t_۲ = ۶s$ چند نیوتون است؟

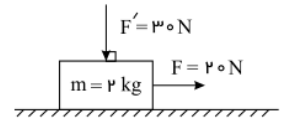
۱) ۷۰ ۲) ۸۵ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۹۰

همچنین شتاب متوسط در بازه ۳ تا ۶ را به دست آورید.

تست ۴۱:

در شکل زیر، به جسمی که روی سطح افقی در حال سکون بوده، نیروهایی مطابق شکل وارد می‌شوند. 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؟ $(g = ۱۰N/kg)$

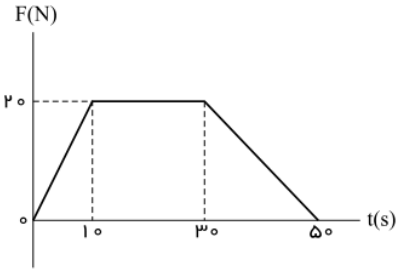
خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) صفر ۲) ۹ ۳) ۱۰ ۴) ۲۸

تست ۴۲:

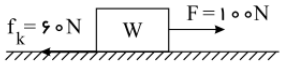
نمودار نیرو - زمان متحرکی به صورت زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در ۵۰ ثانیهٔ داده شده، چند نیوتون است؟



۱) ۱۰ ۲) ۱۲٫۵ ۳) ۱۴ ۴) ۱۷٫۵

تست ۴۳ :

شکل زیر، نیروهای افقی واردشده به جسمی به وزن W را نشان می‌دهد که بر روی سطح افقی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تغییر تکانهٔ آن در مدت یک ثانیه، در SI چقدر است؟



۱) $۴۰\sqrt{۲}$ ۲) ۴۰ ۳) ۴۰۰ ۴) $۴۰۰\sqrt{۲}$

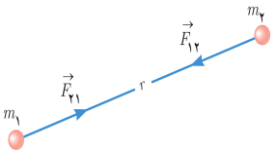
تست ۴۴:

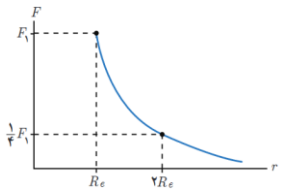
گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ گرم از ارتفاع ۲۰ متری، روی سطح سنگ‌فرش‌شده‌ای رها می‌شود و پس از برخورد با سطح، با تندی $10\frac{m}{s}$ رو به بالا در راستای قائم از سطح جدا می‌شود. اگر زمان تماس گلوله با سطح افقی $0/2s$ باشد، بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله در مدت تماس چند نیوتون است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g = 10\frac{m}{s^2}$ است.)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۳-۶ نیروی گرانشی

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 .





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

G : ثابت گرانش عمومی $G = 6/67\times10^{-11}\ \frac{N.m^2}{kg^2}$	$m_1 m_2$: جرم دو ذره بر حسب کیلوگرم	r : فاصله بین دو ذره بر حسب متر (فاصله مرکز ثقل دو جسم)

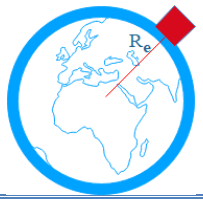
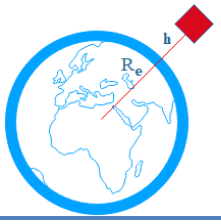
این نیرو بین دو جسم و نزدیک به جسم کوچکتر صفر میشود. مثل دو بار هم نام و فاصله از جسم کوچکتر از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$a = \frac{r}{\sqrt{\frac{M}{m}+1}}$$

a : فاصله از جسم کوچکتر	r : فاصله بین دو جسم	M : جسم بزگتر m : جسم کوچکتر

جمع‌بندی به سبک مهندس
علی عاقلی

۳-۷ شتاب گرانش

در سطح سیاره 	شتاب گرانش زمین در سطح زمین $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ می باشد. (شتاب گرانش سیاره M در فاصله r از مرکز سیاره برابر $g = G\frac{M}{r^2}$ می باشد.)
در فاصله h از سطح سیاره 	شتاب گرانش زمین در فاصله h از سطح زمین برابر $g = G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$ می باشد. (شتاب گرانش سیاره M در فاصله h از مرکز سیاره برابر $g = G\frac{M}{(r+h)^2}$ می باشد.)

تست ۴۵:

نقطه‌ای را بین کرهٔ ماه و کرهٔ زمین تصور کنید که اگر جسمی در آنجا قرار گیرد، نیروی خالصی که از طرف ماه و زمین بر آن جسم وارد می‌شود، برابر صفر باشد. فاصلهٔ آن نقطه تا مرکز زمین چند برابر فاصلهٔ نقطه تا مرکز کرهٔ ماه است؟ (جرم کرهٔ زمین را ۸۱ برابر جرم کرهٔ ماه فرض کنید.) خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۹ ۲) ۱۰ ۳) ۸۰ ۴) ۸۱

تست ۴۶:

در کدام فاصله از سطح زمین، شتاب گرانش در مقایسه با سطح زمین، ۹۹ درصد کاهش می‌یابد؟ (R_e شعاع زمین است.)

۱) $۱۰۰R_e$ ۲) $۹۹R_e$ ۳) $۱۰R_e$ ۴) $۹R_e$

جمع‌بندی به سبک مهندس
علی عاقلی