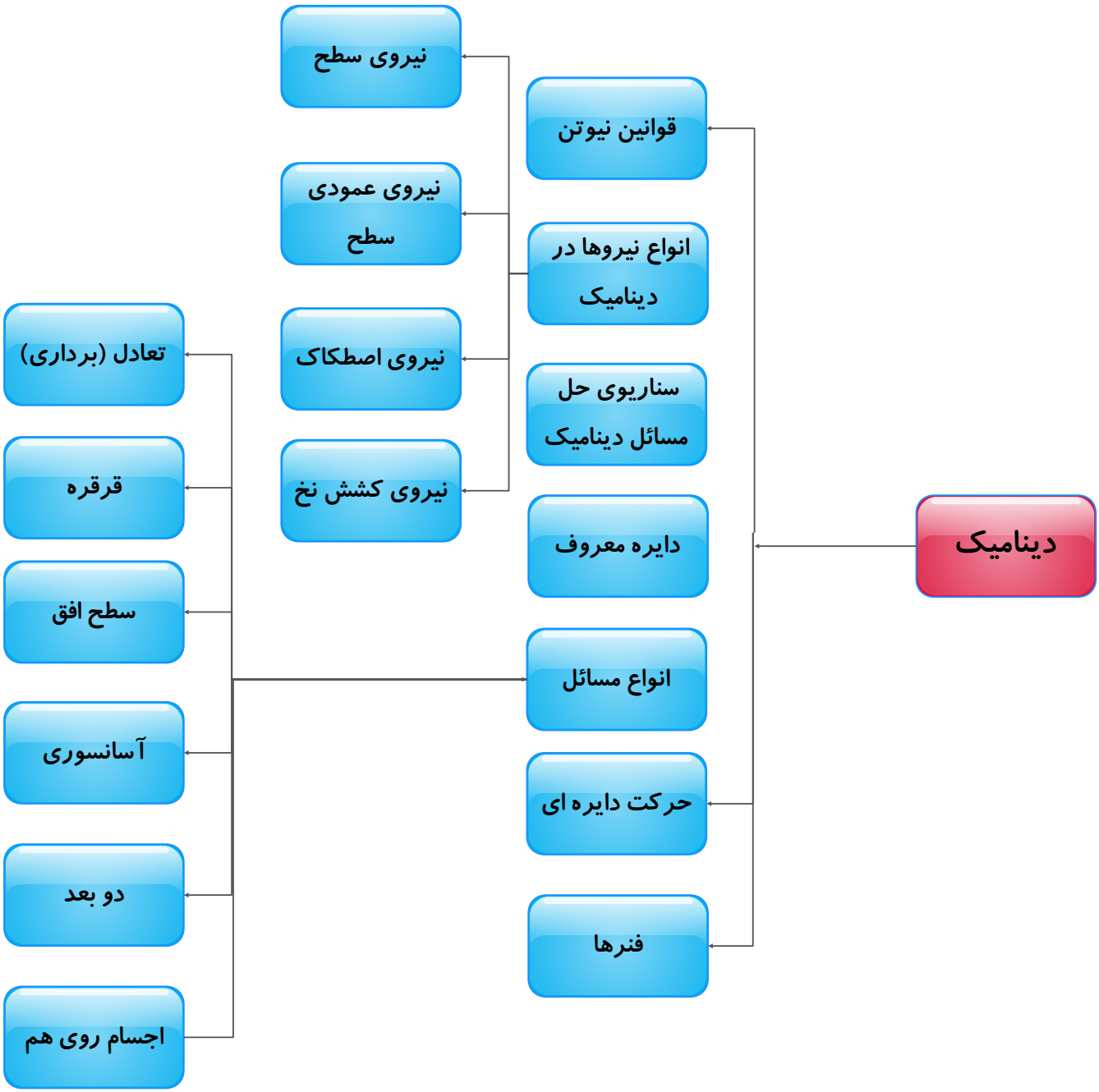

دینامیک
قوانین نیوتن
انواع نیروها در دینامیک
سناریوی حل مسائل دینامیک
دایره معروف
انواع مسائل
حرکت دایره ای
فنرها
نیروی سطح
نیروی عمودی سطح
نیروی اصطکاک
نیروی کشش نخ
تعادل (برداری)
قرقره
سطح افق
آسانسوری
دو بعد
اجسام روی هم

دینامیک

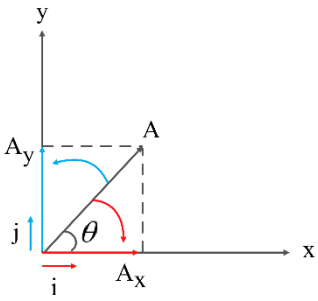
(معمولاً ۳-۲ تست تجربی و ۴-۳ تست ریاضی)

دینامیک به بررسی علت حرکت می پردازد. چرا حرکت شتاب ثابت؟ چرا حرکت سرعت ثابت؟

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 :

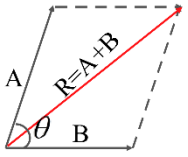
$$۳n,۴n\rightarrow ۵n$$

۲) مجموعه ی ۲ :

$$۵n,۱۲n\rightarrow ۱۳n$$

۳-۱-۳ برآیند دو بردار

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



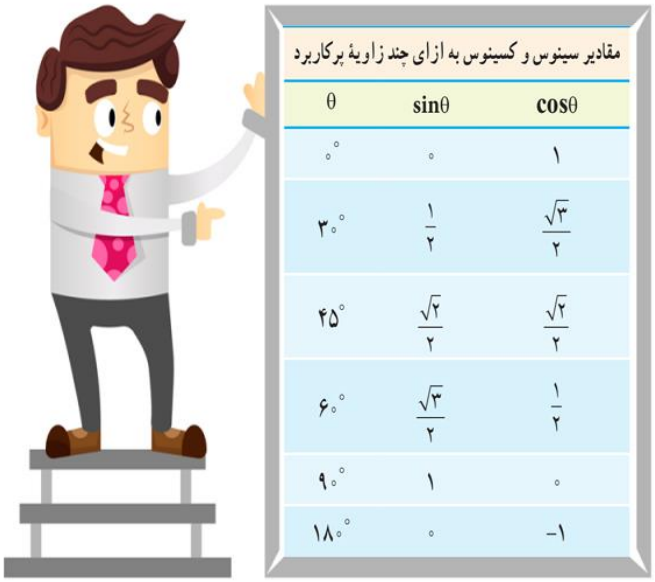
$$|\vec{R}|=\sqrt{|\vec{A}|^2+|\vec{B}|^2+۲|\vec{A}||\vec{B}|\,\text{Cos}\,\theta}$$

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

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

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۱-۴ یکم هم مثلثات بگیم

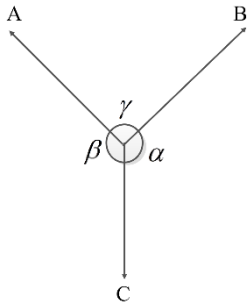


مقادیر سینوس و کسینوس به ازای چند زاویهٔ پرکاربرد		
θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$
0°	0	1
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$
90°	1	0
180°	0	-1

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

۳-۱-۵ رابطه سینوسا

رابطه سینوسا



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

۳-۲ نیرو

تعریف	برهم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر را نیرو گویند.
نکته	نیرو قابلیت ذخیره شدن در جسم را ندارد (بر خلاف انرژی) و در لحظه قطع اثر دو جسم بر یکدیگر، نیرو از بین میرود
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. برای رسم نیرو از یک پاره خط جهت دار با مقیاس مناسب استفاده 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
فرق خارجی و داخلی	داخل ماشین ، فرمون رو هل بدی!!! خارج ماشین ماشین رو هل بدی .

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

۳-۳-۱ 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 $\not F$ 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. ⟵
- ✓ جسم روی سطح شیبدار با تندی ثابت پایین می آید، نیروی پایین آورنده بیشتر از نیروی بالا برنده است. ⟵

Physics_Agheli AliAgheli.ir

✓ اگر نیروی اعمالی به جعبه ساکن دو برابر شود، نیروی اصطکاک هم دو برابر می شود. ⟵

✓ 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.) ⟵

تست ۱:

اگر نیروهای وارد بر جسم در حال حرکت، متوازن باشند (برایندشان صفر باشد): خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) سرعت جسم ثابت می‌ماند.
۲) حرکت جسم با شتاب ثابت تندشونده خواهد بود.
۳) مسیر حرکت جسم ممکن است دایره‌ای یا سهمی باشد.
۴) سرعت جسم در مسیر مستقیم کاهش می‌یابد تا متوقف شود.

تست ۲:

در کدام‌یک از موقعیت‌های زیر، ممکن است نیرویی بر یک جسم وارد نشود؟

۱) قرارگرفتن جسم بر سطح ماه
۲) حرکت جسم در فضا
۳) جسم، جاده‌ای را با سرعتی با اندازهٔ ثابت دور بزند.
۴) سکون لحظه‌ای (صفرشدن سرعت جسم در یک لحظه)

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.

(ساعت ۶ بیدارنشدن بعد از تعطیلات عید نوروز / بیدار شدن ۴ صبح بعد خدمت! / اعتیاد! / ترمز ناگهانی ماشین و رفتن به جلو! / گاز دادن ناگهانی ماشین و چسبیدن به صندلی)

(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.

نکته۴: نیرو عامل ادامه حرکت نیست. عامل شروع حرکت می باشد . حرکت یک ذره آزاد (ذره ای که تحت تاثیر هیچ نیرویی نباشد) از خاصیت لختی جسم برای ادامه حرکت خود ناشی می شود و هرچه لختی یک جسم بیشتر باشد، به حرکت در آوردن آن و توقف آن مشکل است. زیرا جرم یک جسم معیاری از لختی آن است.

تست ۳:

در شکل روبه رو، بار اول نخ را به آرامی پایین می‌کشیم و به تدریج این نیرو را افزایش می‌دهیم تا یکی از نخ ها پاره شود، بار دوم همین آزمایش را به این ترتیب تکرار می‌کنیم که نخ را بصورت ضربه ای در یک لحظه به پایین می‌کشیم تا یکی از نخ های دو طرف وزنه پاره شود. در مورد این آزمایش کدام درست است؟ سراسری- ۱۳۹۱

۱) در هر دو آزمایش نخ از قسمت پایین وزنه پاره می‌شود.
۲) در هر دو آزمایش نخ از قسمت بالای وزنه پاره می‌شود.
۳) در آزمایش اول نخ از بالای وزنه پاره می‌شود و در آزمایش دوم از پایین وزنه
۴) در آزمایش اول نخ از پایین وزنه پاره می‌شود و در آزمایش دوم از بالای وزنه

تست ۴:

کامیونی که در حال حرکت بر مسیری مستقیم با سرعت ثابت است. ناگهان ترمز می‌کند، در این حالت آونگی که به سقف کامیون بسته شده است، به طرف ..... منحرف می‌شود. این پدیده با قانون ..... نیوتون قابل توجیه است.

قلم چی- ۱۳۹۴

۱) عقب – اول
۲) عقب – دوم
۳) جلو – اول
۴) جلو – دوم

تست ۵:

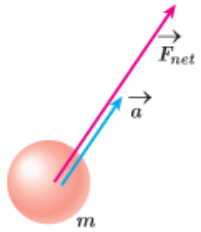
کامیونی با سرعت ثابت در جاده حرکت می‌کند. بسته‌ای از کامیون به کف جاده سقوط می‌کند. طبق قانون ..... نیوتون، بسته پس از سقوط روی جاده ابتدا .....

۱) سوم – در خلاف جهت حرکت کامیون حرکت می‌کند.
۲) سوم – در جهت حرکت کامیون حرکت می‌کند.
۳) اول – در خلاف جهت حرکت کامیون حرکت می‌کند.
۴) اول – در جهت حرکت کامیون حرکت می‌کند.

۳-۳-۲ قانون دوم آقای نیوتن

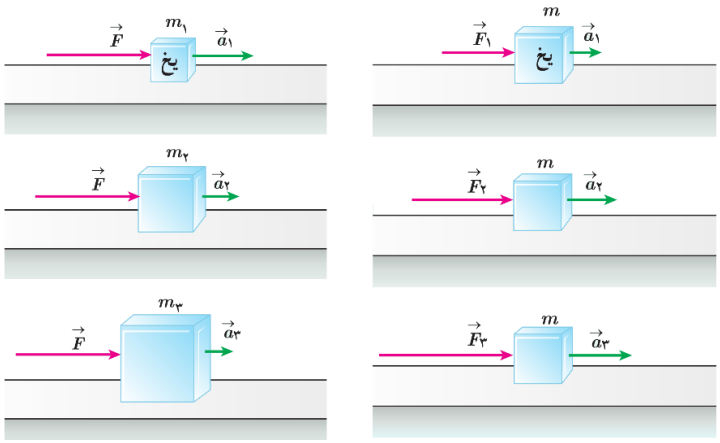
هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود (اگر برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر نباشد ($F_{net} \neq 0$))، جسم تحت تاثیر آن نیرو شتاب می گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم رابطه عکس دارد.

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



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

نکته ۵:



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.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

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 $\overrightarrow{F_{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = ma$	اگر ساکن یا سرعت ثابت بود $\overrightarrow{F_{net}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0$	اگر شتابدار بود $F_{net} = F_{Good} - F_{Bad} = ma$	اگر ساکن یا سرعت ثابت یا آستانه بود $F_{net} = F_{Good} - F_{Bad} = 0$

نکته۶: دو نوع تعادل داریم :

۱) استاتیکی : جسم متعادل یا ساکن است ۲) دینامیکی: سرعت ثابت روی خط راست حرکت می کند

تست۶:

جسمی روی سطحی افقی بدون اصطکاک تحت تأثیر نیروی F قرار می‌گیرد و از حال سکون به حرکت در می‌آید. در طول حرکت نیروی F به صفر کاهش می‌یابد. در این‌صورت نوع حرکت جسم:

۱) شتابدار کند شونده و سپس یکنواخت است. ۲) ابتدا شتابدار تند شونده با شتاب متغیر و سپس کند شونده است.

۳) ابتدا شتابدار تند شونده و سپس سرعت ثابت است. ۴) همواره شتابدار تند شونده است.

نکته۷: 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.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0 \rightarrow \begin{cases} \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_3 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_2 \\ \vec{F}_3 + \vec{F}_2 = -\vec{F}_1 \end{cases}$$

تست۷:

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

تست ۸:

سه نیروی $F_1 = 8\ N$ ، $F_2 = 6\ N$ و $F_3 = 12\ N$ به جسمی به جرم $4\ kg$ اثر می‌کنند و جسم ساکن است. اگر بدون تغییر جهت، اندازهٔ نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ دو برابر شود، جسم با شتاب چند متر بر مجذور ثانیه به حرکت درمی‌آید؟

۱) ۳ ۲) ۳/۵ ۳) ۶ ۴) ۷

تست ۹:

جسمی به جرم $2kg$ تحت تأثیر سه نیروی $\overrightarrow{F_1} = -10\vec{i} + 4\vec{j}$ ، $\overrightarrow{F_2} = 12\vec{i} + \beta\vec{j}$ و $\overrightarrow{F_3} = \alpha\vec{i} + 6\vec{j}$ 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 ۱۰:

فقط دو نیروی $\overrightarrow{F_1} = 2\vec{i} - 6\vec{j}$ و $\overrightarrow{F_2}$ 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 $\overrightarrow{F_2}$ 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:

تست ۱۱:

جسمی به جرم $5kg$ تحت تأثیر سه نیروی $\overrightarrow{F_1} = -15\vec{i} + 8\vec{j}$ ، $\overrightarrow{F_2} = -21\vec{i} + 19\vec{j}$ و $\overrightarrow{F_3}$ قرار گرفته و شتاب $\vec{a} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$ را پیدا کرده است. اندازه‌ی نیروی F_3 کدام است؟ (همه اندازه‌ها در SI است.)

سراسری- ۱۳۸۹

۱) ۴ ۲) ۲۰ ۳) ۴۸ ۴) ۲۸

تست ۱۲:

سه نیرو، هم‌زمان بر وزنه‌ای به جرم $5kg$ اثر می‌کنند. اگر بردار نیروها در SI به صورت $\vec{F}_1 = 20\vec{i} - 50\vec{j}$ ، $\vec{F}_2 = 10\vec{i} + 20\vec{j}$ و $\vec{F}_3 = -10\vec{j}$ باشند، بزرگی شتاب حاصل از این نیروها چند متر بر مربع ثانیه خواهد شد؟

خارج از کشور- ۱۳۹۳

۱) ۵ ۲) $5\sqrt{2}$ ۳) ۱۰ ۴) $10\sqrt{2}$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۳:

نیروی F به جسمی به جرم m_1 شتاب a_1 می‌دهد و همین نیرو به جسم m_2 شتاب a_2 می‌دهد. اگر این نیروی F به جسمی به جرم m_1+m_2 وارد شود، شتاب حاصل چقدر خواهد شد؟

۱) $\frac{a_1+a_2}{2}$ ۲) $\frac{a_1a_2}{a_1+a_2}$ ۳) $\frac{2a_1a_2}{a_1+a_2}$ ۴) $\frac{|a_2-a_1|}{a_1+a_2}$

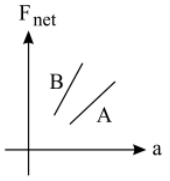
تست ۱۴:

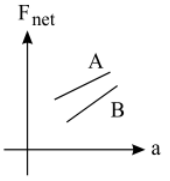
بر جسمی به جرم m هم‌زمان دو نیروی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ اثر می‌کند. حداقل و حداکثر شتاب ممکنی که این دو نیرو به جسم می‌دهند، به ترتیب ۱ و ۷ متر بر مجذور ثانیه است. اگر دو نیرو بر هم عمود باشند، جسم با شتاب چند متر بر مجذور ثانیه حرکت می‌کند؟

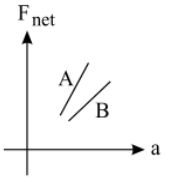
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

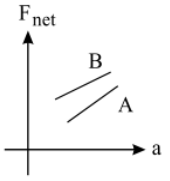
تست ۱۵:

کدام گزینه نمودار اندازهٔ نیروی خالص وارد بر دو جسم A و B را برحسب اندازهٔ آن‌ها به‌درستی نشان می‌دهد؟ ($m_A>m_B$ و m: جرم)

۱)


۲)


۳)


۴)


تست ۱۶:

جسمی به جرم m روی سطح افقی بدون اصطکاکی تحت تأثیر نیروی افقی $\vec{F}_1$ در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر نیروی افقی $\vec{F}_2$ در یک لحظه عمود بر مسیر حرکت به جسم وارد شود، بزرگی شتاب جسم دو برابر می‌شود، $\left|\frac{\vec{F}_2}{\vec{F}_1}\right|$ کدام است؟

۱) $\sqrt{3}$ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱

گزینه ۱ با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$\vec{F}_{net}=m\vec{a}\begin{cases}\vec{F}_{net}=\vec{F}_1\Rightarrow \vec{F}_1=m\vec{a}_1 & (1)\\ \vec{F}'_{net}=\vec{F}_1+\vec{F}_2\Rightarrow \vec{F}_1+\vec{F}_2=m\vec{a}_2 & (2)\end{cases}$$

$$(1),(2)\xrightarrow{|\vec{a}_2|=2|\vec{a}_1|}\frac{\left|\vec{F}_1+\vec{F}_2\right|}{\left|\vec{F}_1\right|}=\frac{|\vec{a}_2|}{|\vec{a}_1|}=2\xrightarrow[|\vec{F}_1|=F_1]{|\vec{F}_1+\vec{F}_2|=\sqrt{F_1^2+F_2^2}}\frac{\sqrt{F_1^2+F_2^2}}{F_1}=2$$

$$\Rightarrow F_2^2=3F_1^2\Rightarrow\left|\vec{F}_2\right|=\sqrt{3}\left|\vec{F}_1\right|\Rightarrow\left|\frac{\vec{F}_2}{\vec{F}_1}\right|=\sqrt{3}$$

۳-۱ حرکت و دینامیک با قانون دوم نیوتن (بدون بحث اصطکاک) (۵ فرمول اصلی و فرمول توقف و قانون دوم نیوتن)

کمیت مشترک شتاب می باشد! شتاب از حرکت توی دینامیک یا شتاب از دینامیک توی حرکت!

تست ۱۷:

اتومبیلی به جرم ۱٫۲ تن با سرعت ثابت $۲۰\frac{m}{s}$ در حرکت است و بر اثر ترمز، با شتاب ثابت در مدت ۵ ثانیه می‌ایستد. اندازه‌ی برآیند نیروهای وارد بر اتومبیل در این مدت چند نیوتن است؟ قلم چی- ۱۳۹۵

۱) ۴۸×۱۰^{۳} ۲) $۴٫۸\times۱۰^{۳}$ ۳) ۲۴×۱۰^{۳} ۴) $۲٫۴\times۱۰^{۳}$

تست ۱۸:

یک خودروی سواری و یک کامیون که جرم کامیون ۱٫۵ برابر جرم خودروی سواری است، هر دو با سرعت ثابت V در جاده‌ای مستقیم و افقی در حرکت‌اند. اگر نیروی لازم برای متوقف کردن سواری در مسافت d برابر با F باشد، اندازه‌ی این نیرو برای متوقف کردن کامیون در همان مسافت چند F است؟ قلم چی- ۱۳۹۶

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

تست ۱۹:

۱۸. در شرایط خلأ، به جسمی به جرم $۱۰۰kg$ که روی سطح زمین قرار دارد، نیروی ثابت F در راستای قائم و به طرف بالا وارد می‌شود، به‌طوری که جسم از حال سکون و با شتاب $۵\frac{m}{s^{۲}}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از $۲۰s$ نیروی F حذف شود، جسم حداکثر تا چه ارتفاعی برحسب متر از سطح زمین بالا می‌رود؟ $(g=۱۰\frac{m}{s^{۲}})$

۱) ۱۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۱۵۰۰

-قلم چی-۱۳۹۴

تست ۲۰:

گلوله‌ای به جرم ۲۰ گرم با سرعت $۱۰۰\,m/s$ به تخته‌ای به ضخامت $۱\,cm$ برخورد کرده و با سرعت $۴۰\,m/s$ از طرف دیگر تخته خارج شده است. اگر حرکت گلوله با شتاب ثابت فرض شود، نیرویی که از طرف تخته به گلوله وارد شده، تقریباً چند نیوتون است؟

۱) ۶۰ ۲) ۶۰۰۰ ۳) ۸۴۰۰ ۴) ۸۴۰۰۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

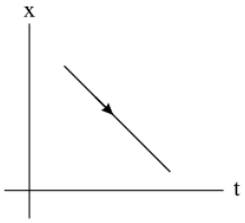
تست ۲۱:

متحرکی به جرم ۲۰۰ گرم روی محور xها در حال حرکت است و رابطهٔ نیروی خالص وارد بر آن برحسب زمان در SI به صورت $F_{net} = -t + 4$ است. اگر سرعت متحرک در مبدأ زمان برابر با $-10\ m/s$ باشد، سرعت آن در لحظهٔ $t = 5s$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۵ ۲) ۳۲٫۵ ۳) ۲۷٫۵ ۴) −۵۲٫۵

تست ۲۲:

نمودار مکان – زمان حرکت جسمی که روی محور x و بر روی سطح افقی دارای اصطکاکی تحت تأثیر دو نیروی افقی و هم راستای $\bar{F}_1$ و $\bar{F}_2$ در حال حرکت است، مطابق شکل زیر است. اگر نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر با $\bar{f}$ باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) $\vec{F_1} + \vec{F_2} = \vec{f}$

۲) $\vec{F_1} + \vec{F_2} = 0$

۳) بردار $\vec{F_1} + \vec{F_2}$ در خلاف جهت محور xها است.

۴) بردار $\vec{f}$ در خلاف جهت محور xها است.

تست ۲۳:

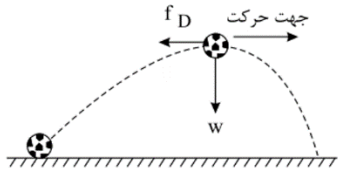
جسمی با سرعت ثابت بر روی یک مسیر مستقیم در حال حرکت است. دو نیروی ثابت و هم‌راستای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به طوری که در جهت حرکت جسم و $\vec{F}_2$ در خلاف جهت حرکت جسم است، به جسم وارد می‌شوند. اگر $|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2|$ باشد، نوع حرکت جسم چگونه است؟

۱) پیوسته تندشونده ۲) ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

۳) پیوسته کندشونده ۴) ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

گزینه ۱ چون در ابتدا سرعت جسم ثابت است و بر روی خط راست در حال حرکت است بنابراین مطابق قانون دوم نیوتون، برایند نیروهای وارد بر آن صفر است. چون نیروی $\vec{F}_1$ در جهت حرکت وارد می‌شود و اندازهٔ آن بزرگ‌تر از نیروی $\vec{F}_2$ است که در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می‌شود، بنابراین برایند نیروهای وارد بر جسم در جهت حرکت آن است. پس شتاب با سرعت هم‌جهت است؛ لذا حرکت جسم پیوسته تندشونده است.

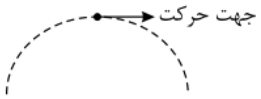
۳-۱-۱ پرتاب توپ

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: $\overrightarrow{F_{net}} = -f_D\vec{i} - w\vec{j} \xrightarrow{F=ma} \vec{a} = (-\frac{f_D}{m})\vec{i} - g\vec{j}$	

تست۲۴:

گلوله‌ای به جرم $۲۰۰g$ به‌طور مایل پرتاب می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا ثابت و برابر $۲N$ باشد، اندازه و جهت شتاب گلوله در نقطهٔ اوج (بالاترین نقطه نسبت به محل پرتاب) کدام گزینه است؟ ($g = ۱۰m/s^۲$)

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) $۱۰\sqrt{۲}m/s^۲$ و ↘

۲) $۱۰\sqrt{۲}m/s^۲$ و ↙

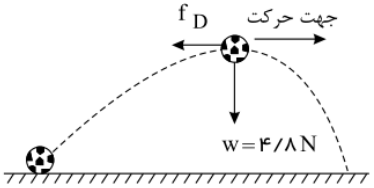
۳) $۵\sqrt{۲}m/s^۲$ و ↘

۴) $۵\sqrt{۲}m/s^۲$ و ↙

تست۲۵:

شکل زیر، نیروهای وارد بر توپی را در بالاترین نقطهٔ مسیرش نشان می‌دهد که در آن $\vec{f_D}$ نیروی مقاومت هوا و $\vec{W}$ وزن توپ است. اگر بزرگی شتاب در این لحظه $\frac{۶۵}{۶}\frac{m}{s^۲}$ باشد، f_D چند نیوتن است؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف‌نظر کنید و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۱

۲) ۱٫۵

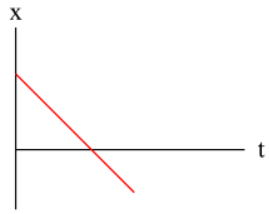
۳) ۲

۴) ۲٫۵

نکته۸: داستان های شتاب در حرکت شناسی اینجا هم به کارمون میاد!

تست۲۶:

نمودار مکان – زمان حرکت جسمی مطابق شکل است. کدام گزینه در مورد نیروی خالص وارد بر جسم درست است؟



منتا-۱۳۹۸

۱) در حال افزایش است.

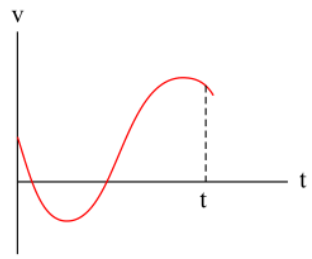
۲) در حال کاهش است.

۳) ابتدا در حال افزایش و سپس در حال کاهش است.

۴) صفر است.

تست۲۷:

نمودار سرعت – زمان حرکت جسمی با جرم ثابت مطابق شکل است. جهت نیروی وارد بر جسم از لحظهٔ شروع حرکت تا لحظهٔ t چند بار تغییر کرده است؟



منتا-۱۳۹۸

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) صفر

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست۲۸:

کدام گزینه درست است:

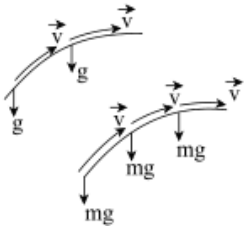
۱) شتاب آلزاماً، در راستای حرکت است.

۲) نیرو الزاماً، در راستای حرکت است.

۳) اگر مقدار سرعت ثابت باشد حتماً شتاب حرکت صفر است.

۴) بردار تغییرات سرعت با برآیند نیروها هم‌جهت است.

منتا-۱۳۹۱

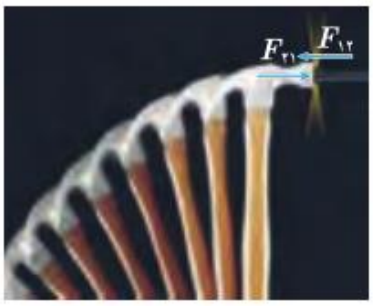


در حرکت پرتابي شتاب بردار $\vec{g}$، قائم و ثابت است، اما حرکت مسيري منحني است.

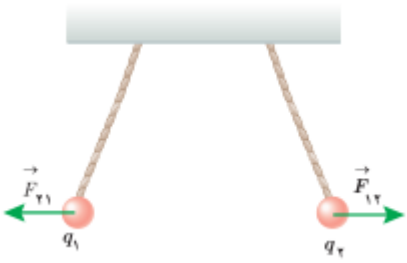
در حرکت پرتابي برآيند نيروها برابر $\overrightarrow{mg}$ و قائم و ثابت است اما حرکت منحني‌الخط است.

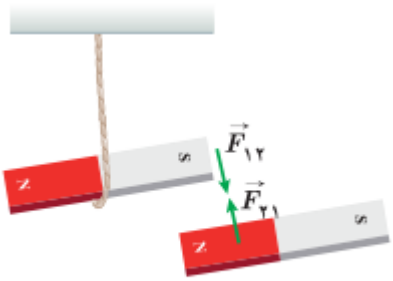
۳-۱-۲ قانون سوم آقای نیوتن

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.



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





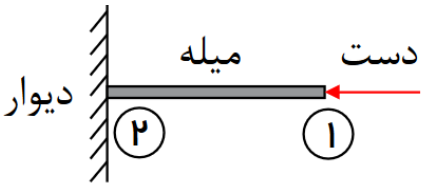
نیروهای کنش و واکنش هم‌اندازه، هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند.

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

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)

نکته۹: نیروی عمل و عکس العمل 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. این نیروها نقطه اثر متفاوت دارند.

نکته ۱۰: دو نیروی کنش و واکنش تماسی همواره حداقل در یک نقطه با یکدیگر تماس دارند. 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

نکته ۱۱: 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.

نکته ۱۲: ممکن است نیروهای کنش و واکنش اثرات متفاوتی داشته باشند. (پرایدا!)

نکته ۱۳: نیروهای عمل و عکس العمل ممکن است منجر به شتاب متفاوتی شوند. (داستان همون پرایده)

نکته ۱۴: توجیه شنا کردن، حرکت قایق پارویی و... با توجه به این قانون صورت می گیرد.

نکته ۱۵: عکس العمل هر نیرو به عامل به وجود آورنده آن اعمال می شود.

نکته ۱۶: این دو نیرو هم نوع هستند و تقدم و تاخری در اعمال ندارند. یعنی هم زمان اعمال می شوند.

جمع بندی قوانین نیوتن	
قانون اول نیوتن (اینرسی یا لختی)	هرگاه : به جسم نیرو وارد نشود $\not{F}$ یا برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد $\Leftrightarrow$ اگر جسم ساکن باشد، ساکن می ماند. 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.

تست ۲۹:

جرم کرهٔ زمین تقریباً ۸۰ برابر جرم کرهٔ ماه است. بزرگی نیرویی که ماه بر زمین وارد می‌کند، چند برابر اندازهٔ نیرویی است که زمین بر ماه وارد می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۸۰ ۳) $۴\sqrt{۵}$ ۴) ۳۶۰

یا نیرویی که بار ۱۰۰ میکروکولنی به بار ۱۰ میکروکولنی برابر است با نیرویی که بار ۱۰ به بار ۱۰۰ وارد می کند.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

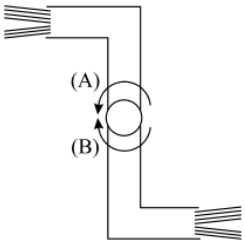
تست ۳۰:

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 ۳۱:

در فوارهٔ شکل زیر، آب از دو انتهای آن خارج می‌شود. فواره در جهت ..... می‌چرخد و چرخش آن با استفاده از قانون ..... نیوتن قابل توجیه است.



۱) A- سوم
۲) B- اوّل
۳) A- اوّل
۴) B- سوم

تست ۳۲:

وزنه ای توسط یک نخ از سقف آزمایشگاه آویخته شده است. واکنش نیروی وزن وزنه به ..... وارد می شود و جهت آن نیروی واکنش نیز ..... است.

۱) نخ- رو به پایین
۲) نخ- رو به بالا
۳) کره زمین- از زمین به سمت وزنه
۴) کره زمین- از وزنه به سمت زمین

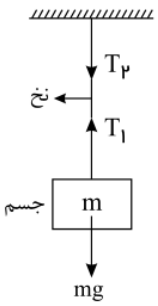
تست ۳۳:

مطابق شکل مقابل، شخصی بر روی یک ارابهٔ آهنی قرار می‌گیرد و آهن‌ربایی را در مقابل ارابه قرار می‌دهد. در این صورت، چه اتفاقی برای مجموعه (دستگاه) می‌افتد؟ (از اصطکاک ارابه با سطح زمین صرف‌نظر می‌شود.) *(با اقتباس از کتاب «چگونه مفاهیم فیزیک را درک کنیم؟»، نوشتهٔ «لوییز ایپشتین»)*

۱) حرکت نمی‌کند.
۲) شروع به حرکت می‌کند.
۳) ابتدا حرکت می‌کند و سپس می‌ایستد.
۴) بسته به جرم آن، ممکن است حرکت کند و ممکن است حرکت نکند.

تست ۳۴:

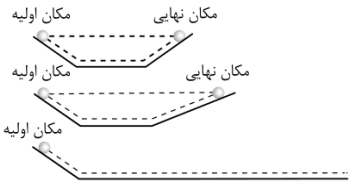
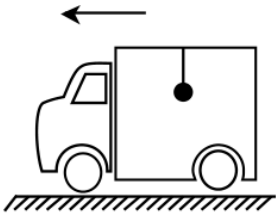
در شکل مقابل وزنه در حال تعادل است. با توجه به نیروهای رسم‌شده کدام گزینه درست است؟



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.

چند آیتمی ۱: داستان سیب و زمین : چرا سیب به سمت زمین میاد اما زمین به سمت سیب حرکت نمیکنه؟!

چند آیتمی۲:

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
قانون سوم نیوتن			

نکته۱۷: 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.

هنگامی که نیروی افقی که شخص به جعبه وارد می کند بیشتر از نیروی افقی که زمین به جعبه وارد کند باشد، جعبه حرکت می کند.

تست ۳۵:

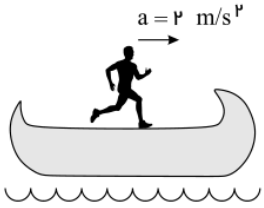
شخصی روی سطح افقی، یک صندوق را به سمت غرب هُل می‌دهد. در این عمل، نیروهای اصطکاک وارد به شخص و صندوق، به ترتیب، هر یک به کدام جهت است؟

سراسری- ۱۳۹۶

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

تست ۳۶:

شخصی به جرم $60kg$ درون قایقی به جرم $100kg$ قرار دارد و قایق بر روی آب ساکن است. اگر شخص با شتاب $2\ m/s^2$ به سمت راست حرکت کند، قایق چگونه حرکت می‌کند؟ (از اصطکاک بین کف قایق و آب صرف‌نظر شود.)

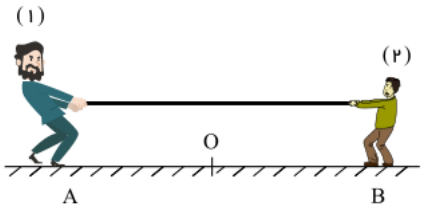


۱) با شتاب ثابت $1/2\ m/s^2$ به سمت چپ حرکت می‌کند.
۲) با شتاب ثابت $2\ m/s^2$ به سمت چپ حرکت می‌کند.
۳) قایق بر روی آب ساکن خواهد بود.
۴) با شتاب ثابت $1/2\ m/s^2$ به سمت راست حرکت می‌کند.

تست ۳۷:

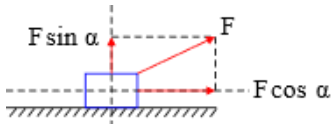
مطابق شکل زیر، دو نفر به جرم‌های m_1 و $m_2 = \frac{1}{2}m_1$ روی یک سطح افقی با اصطکاک ناچیز قرار دارند. اگر در ابتدا به فاصله‌های مساوی از نقطهٔ O قرار داشته باشند و توسط طنابی هریک دیگری را به سمت خود بکشد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

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 انواع نیرو



۳-۲-۱ 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.

نکته ۱۸: اگر نیروی F، با راستای حرکت یا راستای عمود حرکت زاویه داشته باشد، باید آن را تجزیه کرد.

نکته ۱۹: اگر تمامی نیروهای وارد شده بر جسم را رسم کنیم به شکل حاصل دیاگرام آزاد گویند.

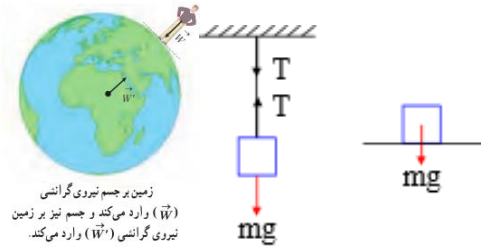
به نیروهایی که داخل خود جسم قرار دارند نیروهای داخلی گویند.

۳-۲-۲ نیروی وزن

۱) 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)

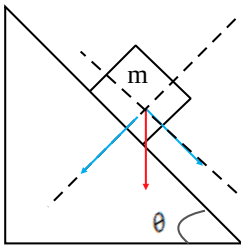
✓ نیروی واکنش نیروی وزن، نیرویی است که از طرف جسم به مرکز کره زمین وارد می شود. (واکنش یا W')

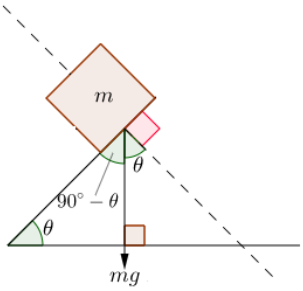


زمین بر جسم نیروی گرانشی ($\vec{W}$) وارد می‌کند و جسم نیز بر زمین نیروی گرانشی ($\vec{W'}$) وارد می‌کند.

- جرم جسم در مکان های مختلف ثابت است اما وزن آن به مقدار g در آن محل بستگی دارد.
- مثلاً خوده عاقلی توی کره زمین که g تقریبا ۱۰ هستش، وزنش ۹۰ نیوتنه ! اما اگر توی ماه زندگی کنه وزنش ۱۵ نیوتنه! پس اون قدرها هم اضاف وزن نداره!
- توجه کنید، حتی اگر جسم در حال سقوط آزاد نباشد، باز هم نیروی وزن بر آن وارد می شود. مثلاً بر یک چتر باز قبل از پرش، در حال سقوط و حتی هنگام رسیدن به زمین نیروی وزن وارد می شود.

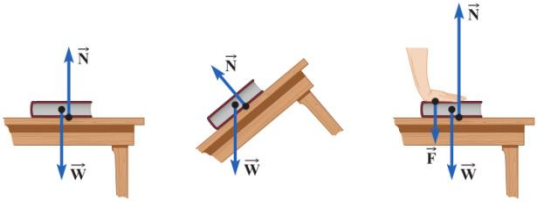
۲) در سطح شیب دار، اگر جسم m روی سطح شیب‌دار باشد، نیروی وزن آن (mg) تجزیه می‌شود و به دو نیرو یکی $mg\sin\theta$ در راستای سطح رو به پائین (راستای حرکت) و دیگری $mg\cos\theta$ عمود بر سطح و به سمت داخل آن (راستای عمود حرکت) تبدیل می‌شود.





۳-۲-۳ نیروی عمودی سطح (تکیه گاه) (F_N)

در محل اتصال جرم m با سطح تکیه‌گاه آن نیروی F_N از طرف تکیه گاه بصورت عمود به جسم m وارد می‌شود. نیروهای وارد بر جسم ساکن، متوازن اند. بنابراین در این حالت باید یک نیروی هم اندازه و در خلاف جهت وزن از طرف میز (سطح) بر کتاب وارد شده باشد تا نیروی وزن را خنثی کند. به این نیروی عمود بر سطح، نیروی عمودی تکیه گاه گویند(F_N).



$$\vec{F}_{net} = 0 \rightarrow \vec{F}_N + \vec{W} = 0 \rightarrow \vec{F}_N = -\vec{W} \rightarrow F_N = W$$

- این نیرو رابطه مشخصی برای محاسبه جداگانه ندارد و به شرایط دیگر نیروها در مسئله وابسته است، اما طبق قانون دوم نیوتن و بنا به عدم حرکت جسم در راستای عمود بر حرکت (عمود بر تکیه گاه) می توان مقدار N را از رابطه روبرو تعیین کرد:

Physics_Agheli AliAgheli.ir

نیروهای در جهت جسم به تکیه گاه = نیروهای در جهت تکیه گاه به جسم

نکته ۲۰: نیروی عمودی سطح، همواره در راستای عمود بر سطح و در جهت تکیه گاه به جسم است.

نکته ۲۱: نیروی عمودی سطح و وزن کنش و واکنش همدیگر نیستند!!!! (هر دو به یک جسم اثر می کنند)

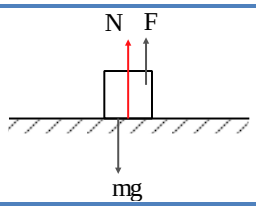
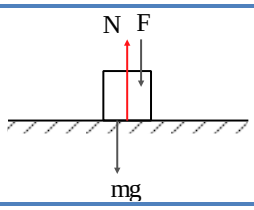
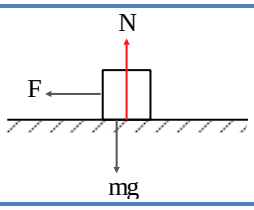
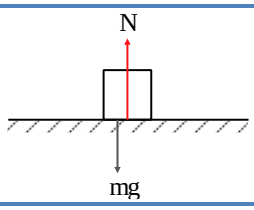
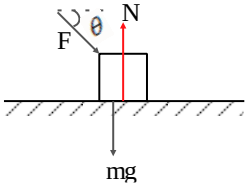
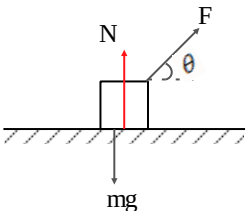
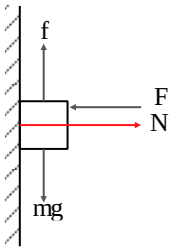
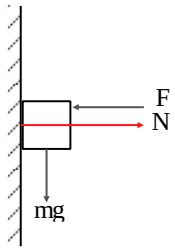
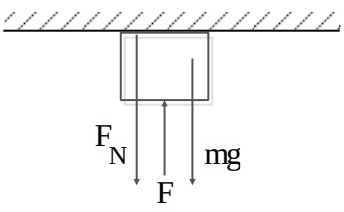
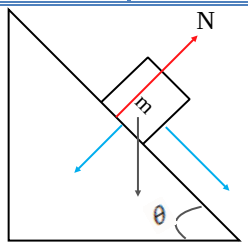
نکته ۲۲: نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. (داستان ایستادن روی تشک تخت)

نکته ۲۳: ترازو نیرویی را که به آن وارد می شود را نشان می دهد. ($-F_N$) (وزن جسم از سوی کره زمین به جسم وارد میشه نه به ترازو!) ترازو نیروی را که به آن وارد می شود را نشان می دهد (عکس العمل نیروی عمودی سطح)

نکته ۲۴: اگر ($F_N = 0$) شود، می‌توان 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 بندی ۲۵: برای محاسبه نیروی عمودی سطح، همه نیروها رو رسم کن، نیروهای موازی سطح مهم نیستن.

نکته ۲۶: چند نمونه از انواع نیروهای عمودی سطح:

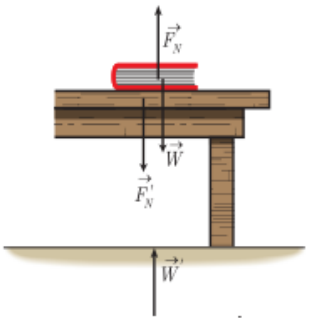
			
$N+F=mg$	$N=mg+F$	$N=mg$	$N=mg$
			
$N=mg+F\sin\theta$	$N+F\sin\theta=mg$	$N=F$	$N=F$
			
$N+mg=F$	$N=mg\cos\theta$		

نکته ۲۷: نیروی خارجی (محرک) عمود بر سطح، اگر به سمت سطح وارد شود، مقدار F_N را افزایش می دهد، اما اگر به سمت خارج از سطح وارد شود سبب کاهش F_N می شود.

نکته۲۸: F_N و mg عمل و عکس العمل یکدیگر نیستند. این دو نیرو می توانند یکدیگر را خنثی کنند.

نکته۲۹: 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.

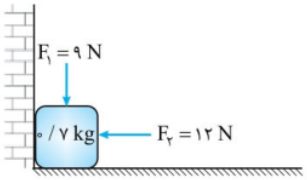
همچنین واکنش نیروی وزن (W') نیرویی است که از طرف جسم به زمین و در خلاف جهت W وارد می شود.



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

تست۳۸:

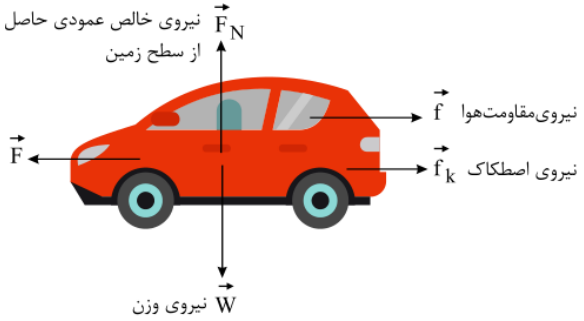
در شکل مقابل، اندازهٔ نیروی برایندی که از طرف تکیه‌گاه‌های جسم بر آن وارد می‌شود، چند نیوتون است؟



۱) ۹ ۲) ۱۲

۳) ۱۵ ۴) ۲۰

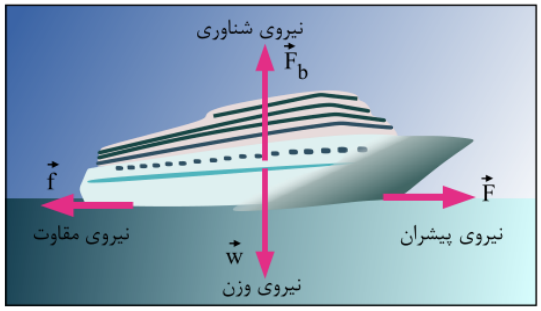
مثال ۱:



کنش	واکنش
نیرویی که زمین به خودرو وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که خودرو به زمین وارد می‌کند. $\vec{W'}$
نیروی عمودی تکیه‌گاه سطح جاده به خودرو وارد می‌کند. $\vec{F}_N$	نیروی عمودی که خودرو بر سطح جاده وارد می‌کند. $\vec{F'}_N$
در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف زمین در خلاف جهت حرکت به خودرو وارد می‌شود. $\vec{f}_k$	در وضعیت لغزش، نیروی موازی سطح از طرف خودرو در جهت حرکت به زمین وارد می‌شود. $\vec{f'}_k$
نیرویی که از مولکول‌های هوا به خودرو در خلاف جهت حرکت وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که از طرف خودرو به مولکول‌های هوا در جهت حرکت وارد می‌شود. $\vec{f'}$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

مثال ۲:

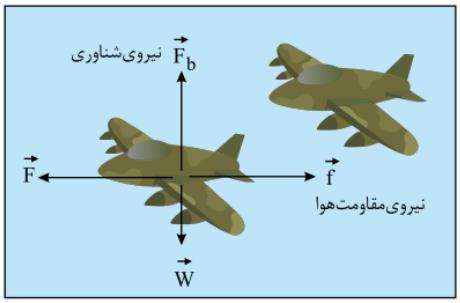


کنش	واکنش
نیرویی که زمین به کشتی وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که کشتی به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف آب (نیروی شناوری) به کشتی وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف کشتی به آب وارد می‌شود. $\vec{F}_b'$
نیرویی که در جهت مخالف حرکت از طرف آب و مولکول‌های هوا به سطح کشتی وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که در جهت حرکت کشتی به آب و مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{f}'$

مثال ۳:

کنش	واکنش
نیرویی که زمین به چترباز وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که چترباز به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا به چترباز وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف چترباز به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}_b'$

مثال ۴:



کنش	واکنش
نیرویی که زمین به هواپیما وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که هواپیما به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا (نیروی شناوری) به هواپیما وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف هواپیما به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}_b'$
نیرویی که در جهت مخالف حرکت از مولکول‌های هوا به سطح هواپیما وارد می‌شود. $\vec{f}$	نیرویی که در جهت حرکت هواپیما به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{f}'$

مثال ۵:

قبل از برخورد:	
کنش	وا کنش
نیرویی که زمین به توپ وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که توپ به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به بالا به توپ وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}'_b$

مثال ۶:

نیروی مقاومت هوا

بعد از برخورد:	
کنش	واکنش
نیرویی که زمین به توپ وارد می‌کند. $\vec{W}$	نیرویی که توپ به زمین وارد می‌کند. $\vec{W}'$
نیرویی که از طرف مولکول‌های هوا رو به پایین به توپ وارد می‌شود. $\vec{F}_b$	نیرویی که از طرف توپ به مولکول‌های هوا وارد می‌شود. $\vec{F}'_b$

۳-۲-۴ محاسبه برآیند نیروهای وارد بر یک جسم

مرحله اول: جسم یا دستگاهی که می خواهیم نیروی خالص وارد بر آن را بیابیم، مشخص می کنیم و روی آن زوم می کنیم و تمامی نیروهای وارد بر جسم را حساب می کنیم. (داریم میگیم وارد بر جسم)

مرحله دوم : نیروهای میدانی وارد بر جسم (گرانیش (مثل وزن) ، الکتریکی و مغناطیسی) را رسم می کنیم.

مرحله سوم: یافتن نیروهای تماسی با جسم مد نظر (جسم با چه اجسامی در تماس است؟)

مرحله چهارم: رسم دیاگرام آزاد جسم.

مرحله پنجم: راستای حرکت جسم را کشیده و محورهای قائم و افقی را مشخص می کنیم.

مرحله ششم: نیروهایی که روی محور ها نیستن را تجزیه می کنیم!

مرحله آخر: برآیند گیری در دو جهت افقی و قائم.

نکته ۳۰: نیروهای داخلی را حساب نمی کنیم.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۲-۵ تیپ دو آدم

تست ۳۹:

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 $۲۰۰N$ 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 و با هم مقایسه کنید. همچنین نیرو ها را مقایسه کنید.

۳-۲-۶ امتداد قائم (مسائل آسانسوری)

- **نیروی کشش طناب یا نخی که جسمی را بالا می برد یا پایین می آورد**
- **نیروی کشش کابل آسانسور**
- **نیرویی که شخص داخل آسانسور به کف آسانسور وارد می کند یا کف آسانسور به پای شخص وارد می کند**
- **وزن ظاهری جسمی که بالا می رود یا پایین می آید**
- **نیروی فنر یا نیروسنجی که جسمی را بالا می برد و یا پایین می آورد**

$$\boxed{T, W, F, F_N = m(g \pm a)}$$

بالا : + / تند: + / پایین : - / کند: -

به سمت بالا($v > ۰$)، تند شونده برود($a > ۰$)	$F_N = m(g+a)$
به سمت بالا($v > ۰$)، کند شونده برود($a < ۰$)	$F_N = m(g-a)$
به سمت پایین($v < ۰$)، تند شونده برود($a < ۰$)	$F_N = m(g-a)$
به سمت پایین($v < ۰$)، کند شونده برود($a > ۰$)	$F_N = m(g+a)$
سرعت ثابت بالا یا پایین بیاید یا ساکن باشد($a = ۰$)	$F_N = mg$

نکته ۳۱:لفظ شروع به حرکت : یعنی حرکت حتما تند شونده بوده است.

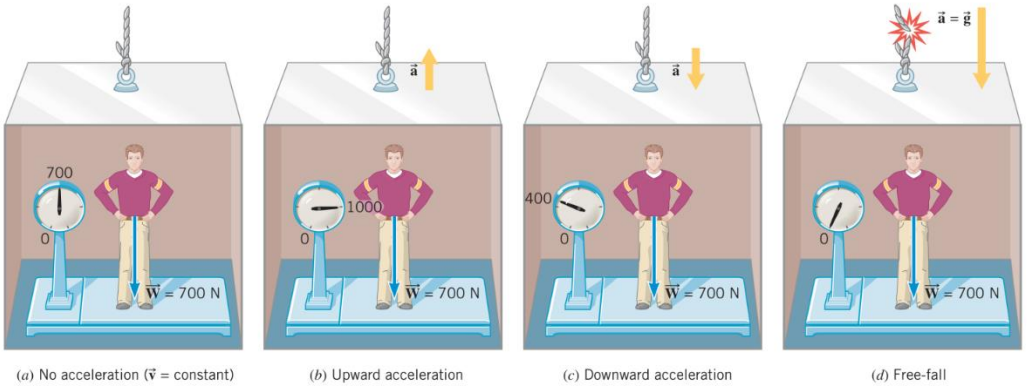
نکته ۳۲: هنگامی که آسانسور به صورت کند شونده به سمت بالا یا تند شونده به سمت پایین حرکت کند، نیروی عمودی سطح از نیروی وزن کوچک تر می شود. $F_N = m(g-a) = mg - ma \rightarrow F_N < mg$ **(وزن ظاهری جسم کمتر از وزن واقعی)**

نکته۳۳: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)**

نکته۳۴: اگر شخص احساس بی‌وزنی می‌کند باید نیروی عمودی تکیه‌گاه صفر شود یا اگر جسمی فقط تحت تأثیر نیروی وزن قرار گیرد احساس بی‌وزنی می‌کند در این صورت یا آسانسور با شتاب کند شونده که شتاب آن g است بالا می‌رود و یا با شتاب تند شونده که g می‌باشد پایین می‌آید.

نکته۳۵: گاهی در مسائل این قسمت تندشونده و کندشونده بودن مشخص نمی شود، در این صورت به گزینه ها نگاه می کنیم اگر گزینه (اظهار نظر نمی توان کرد) یا (همه موارد می تواند باشد) وجود داشت، بهترین گزینه است اما اگر چنین گزینه ای وجود نداشت منظور طراح تندشونده است.

نکته۳۶: 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

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

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

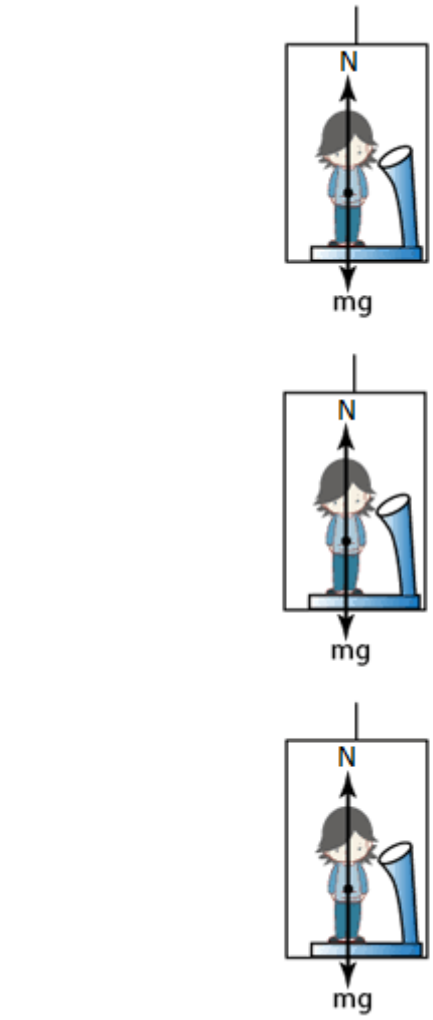
$$\boxed{T, f_s, F_e, F_N = m(g \pm a)}$$

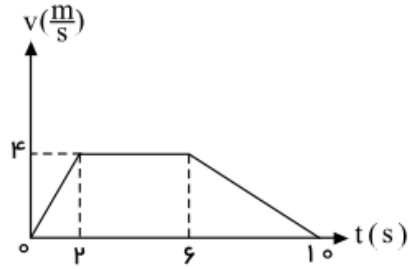
$\pm$	علامت شتاب را می دهند	شتاب رو به بالا : $+$
		شتاب رو به پایین : $-$
	جهت و نوع حرکت را می دهند بالا | تند | شروع به حرکت : $+$ پایین | کند | متوقف می شود : $-$	تند شونده رو به پایین می رود : $\boxed{+}\times\boxed{-}=\boxed{-}$
		کند شونده رو به پایین می رود: $\boxed{-}\times\boxed{-}=\boxed{+}$

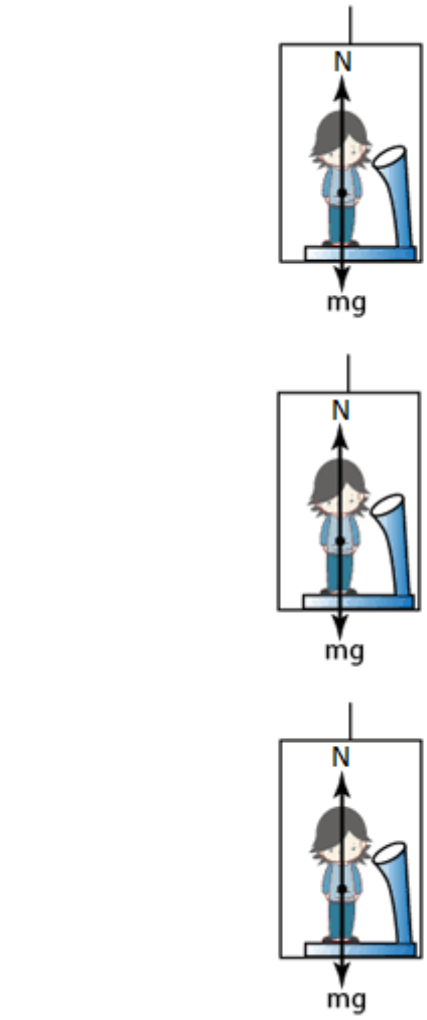
نکته۳۷: تمامی نیروهای مخالف mg :

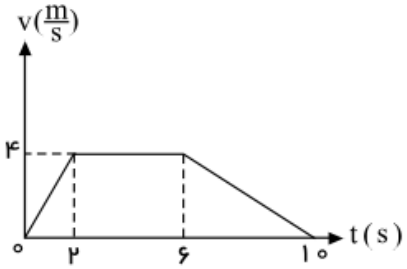
Physics_Agheli AliAgheli.ir

تحلیل آسانسور	
حرکت رو به بالا	حرکت رو به پایین









تست ۴۰:

شخصی به وزن $۶۰۰N$ درون آسانسوری، روی یک ترازوی فنری ایستاده است و ترازو عدد $۴۸۰N$ را نشان می دهد. شتاب آسانسور چند متر بر مجذور ثانیه و به کدام جهت است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

خارج از کشور- ۱۳۸۶

۱) ۲، پایین ۲) ۲، بالا ۳) $\frac{۱}{۲}$، پایین ۴) $\frac{۱}{۲}$، بالا

تست ۴۱: قائم نوع حرکت

شخصی به جرم $۸۰kg$ درون آسانسوری قرار دارد. در لحظه‌ای که آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ تند شونده و رو به پایین حرکت می‌کند، نیرویی که از طرف شخص به آسانسور وارد می‌شود، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

سراسری- ۱۳۹۳

۱) ۹۶۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۶۴۰

تست ۴۲: قائم نوع حرکت

وزنه‌ای توسط یک نیروسنج از سقف یک آسانسور آویزان است. در حالت اول آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تندشونده بالا می‌رود و نیروسنج $F_۱$ را نشان می‌دهد. در حالت دوم آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تندشونده پایین می‌رود و نیروسنج نیروی $F_۲$ را نشان می‌دهد. نسبت $\frac{F_۲}{F_۱}$ چقدر است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

خارج از کشور- ۱۳۹۶

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

تست ۴۳: قائم نوع حرکت

در کف یک آسانسور باسکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟

سراسری- ۱۳۹۸

۱) الزاماً تندشونده به طرف بالا
۲) الزاماً تندشونده به‌طرف پایین
۳) تندشونده به‌طرف بالا یا کندشونده به‌طرف پایین
۴) کندشونده به‌طرف بالا یا تندشونده به‌طرف پایین

تست ۴۴: 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) $\frac{۳}{۴}$

تست ۴۵: 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؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$

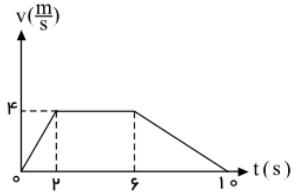
خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۴۶:

نمودار سرعت – زمان حرکت آسانسوری که از حالت سکون و به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر شخصی به جرم $۶۰\ kg$ درون این آسانسور روی ترازویی فنری ایستاده باشد، اندازهٔ اختلاف بیشترین و کمترین عددی که ترازو نشان می‌دهد، برابر با چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\ \frac{N}{kg})$



۱) صفر
۲) ۶۰
۳) ۱۲۰
۴) ۱۸۰

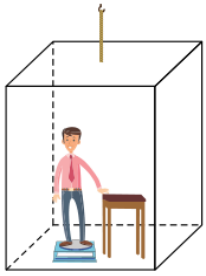
تست ۴۷:

گلوله‌ای فلزی توسط یک نخ با جرم ناچیز به سقف یک آسانسور بسته شده است. آسانسور با شتاب ثابت و از حال سکون به‌طرف بالا شروع به حرکت می‌کند و بعد از ۴ ثانیه و ۱۶ متر جابه‌جایی، بلافاصله حرکت خود را کند کرده و پس از ۸ متر جابه‌جایی دیگر متوقف می‌شود. اگر اندازهٔ اختلاف کشش نخ در دو مرحلهٔ حرکت آسانسور برابر با $۳۰N$ باشد، جرم گلوله چند کیلوگرم است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

۱) ۱۵
۲) ۱۰
۳) ۲٫۵
۴) ۵

تست ۴۸:

مطابق شکل زیر، شخصی به جرم $۸۰kg$ بر روی یک ترازو درون آسانسوری ساکن قرار گرفته است. وقتی آسانسور با شتاب $۲m/s^۲$ به‌طرف پایین شروع به حرکت می‌کند، این شخص با دست خود به میزی که داخل آسانسور است، نیرویی به بزرگی $۲۰N$ رو به پایین وارد می کند. در این حالت ترازو چه عددی را بر حسب نیوتون نشان خواهد داد؟$(g = ۱۰N/kg)$



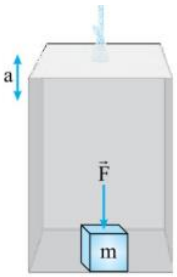
۱) ۶۲۰
۲) ۶۴۰
۳) ۶۶۰
۴) ۹۴۰

تست ۴۹:

شخصی به جرم kg ۶۰ 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

تست ۵۰:



مطابق شکل، جعبه‌ای به جرم $m = ۲/۵\ kg$ در کف اتاقک یک آسانسور قرار دارد و آن را با نیروی عمودی F (با اندازهٔ متغیر) روبه‌پایین فشار می‌دهیم. اگر نیرویی که جعبه به کف آسانسور وارد می‌کند، در حالتی که آسانسور به صورت کندشونده و با شتاب $۴\ m/s^۲$ روبه‌بالا حرکت می‌کند، $N_۱$ و در حالتی که آسانسور به صورت کندشونده و با شتاب $۲\ m/s^۲$ روبه‌پایین حرکت می‌کند، $N_۲$ باشد، برای برابریِ $N_۲ = N_۱$، باید اندازهٔ نیروی F در حالت دوم، ..... نیوتون ..... از حالت اول باشد. $(g = ۱۰\ m/s^۲)$

۱) ۵، کم‌تر ۲) ۵، بیشتر

۳) ۱۵، کم‌تر ۴) ۱۵، بیشتر

۳-۲-۷ نیروی اصطکاک

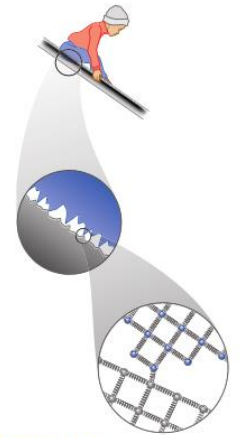
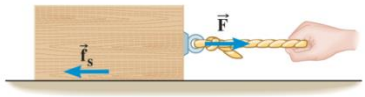
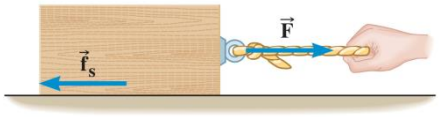
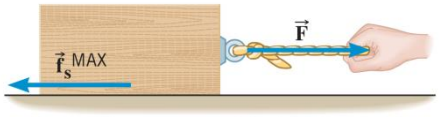
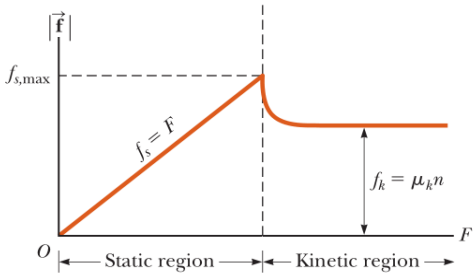
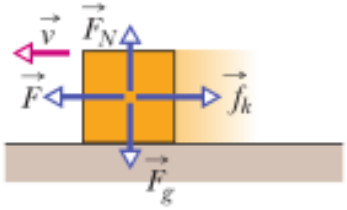


Figure 4.24 Friction is caused by bonds between atoms that form between the "high points" of the two surfaces that come into contact.

- 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:

Physics_Agheli AliAgheli.ir

مرحله ۱: نیروی 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 حرکت می کند 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.  	

۳-۲-۸ بحث کلی نمودار نیروی اصطکاک

۱) ناحیه اول: جسم ساکن، اصطکاک ایستایی و $F = f_s$

۲) انتهای ناحیه اول: جسم در آستانه حرکت قرار می گیرد : $F = f_{s,\max} = \mu_s F_N$

۳) ناحیه سوم : جسم در حال حرکت و اصطکاک به صورت جنبشی خود را نشان می دهد.

۳-۲-۹ یه مثال مفهومی 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.

نکته۳۸: کار نیروی اصطکاک برابر $W_{f_k} = -f_k d$

از لحظه‌ای که به جسم نیرو وارد می‌شود تاقبل از لحظه‌ای که در آستانه حرکت قرار می گیرد، نیروی اصطکاک ایستایی برابر نیروی محرک ($F_{Good} = f_s$) می باشد.

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

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) سطح زبر μ بیشتری نسبت به سطح روغن ریخته دارد. نکته۳۹: 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.
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) نکته۴۰: 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! نکته۴۱: جسم در حال حرکت $f_k = \mu_k F_N$ دارد. چه سرعت ثابت باشد، چه شتابدار! ($\mu_k \neq 0$) نکته۴۲: $\mu_k \le \mu_s \rightarrow \mu_k F_N \le \mu_s F_N \rightarrow f_k \le f_{s,\max}$ نکته۴۳: هر جسم در حال حرکتی که μ_k سطح تماس آن صفر نباشد اصطکاک جنبشی دارد.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

۳-۳ سناریوی حل مسائل دینامیک

۱) رسم دیاگرام آزاد

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

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

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

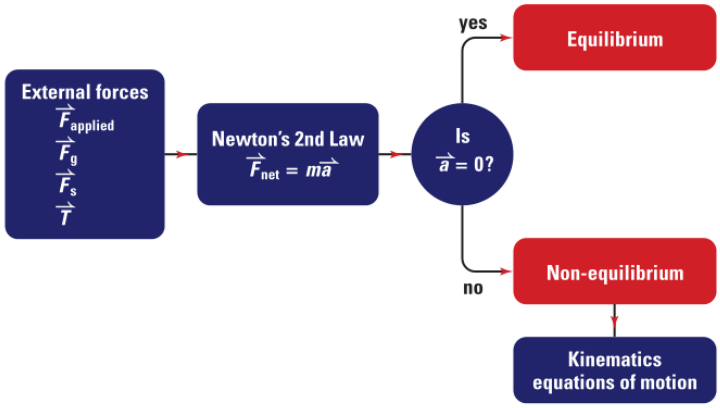
بنابراین اگر ساکن یا سرعت ثابت یا در آستانه حرکت: برای هر جزء دستگاه $F_{Net}=0$ را می نویسیم.

۳) اگر دستگاه شتابدار باشد،

۳-۳-۱ 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!



نکته۴۴: وجه اشتراک معادلات جزئی و معادله کلی یکسان بودن شتاب (a) برای تمام جرم ها و کل سیستم می باشد.

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

مثال۷: اگر $\mu_k = ۰.۴$ ، $\mu_s = ۰.۷$، برای حالات زیر نوع نیروی اصطکاک و اندازه آن را حساب کنید:

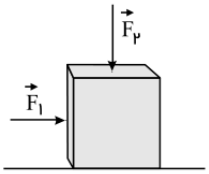
۱) جسم ۸ کیلوگرمی را با نیروی ۵۵ نیوتن می کشیم.

۲) جسم ۸ کیلوگرمی را با نیروی ۵۶ نیوتن می کشیم.

۳) جسم ۸ کیلوگرمی را با نیروی ۵۷ نیوتن می کشیم.

مثال۸:

در شکل زیر، نیروی $F_۱$ به بزرگی $۲۰٫۰\ N$ بر جعبه وارد شده است، اما جعبه همچنان ساکن است. اگر در همین حالت بزرگی نیروی قائم $\vec{F}_۲$ که جعبه را به زمین می‌فشارد از صفر شروع به افزایش کند، کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟



الف) اندازهٔ نیروی عمودی سطح وارد بر جعبه $FN - F_۲ - W = ma = ۰ \rightarrow FN = F_۲ + W$

ب) اندازهٔ نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جعبه $F_۱ - F_s = ma = ۰ \rightarrow F_۱ = F_s$

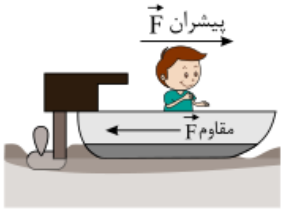
پ) اندازهٔ بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی $f_{s,\max} = \mu_s FN \rightarrow f_{s,\max} = \mu_s(F_۲ + W)$

ت) نیروی خالص وارد بر جسم

نیروی خالص وارد بر جسم در راستای x و y صفر است. چون جسم در این دو راستا حرکتی ندارد.

تست ۵۱:

یک قایق موتوری از حال سکون تحت تأثیر نیروی پیشران ۱۳۰۰ نیوتون شروع به حرکت می‌کند. اگر جرم قایق به همراه سرنشین آن $۴۰۰\ kg$ و اندازهٔ نیروی مقاوم $۵۰۰ N$ باشد، پس از طی چند متر تندی قایق به $۴۰\ m/s$ می‌رسد؟ قلم چی- ۱۳۹۸



۱) ۱۰۰

۲) ۲۰۰

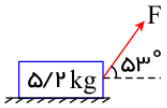
۳) ۴۰۰

۴) ۸۰۰

در این مدت قایق چقدر جابجا می شود؟

تست ۵۲:

در شکل مقابل، F را به تدریج زیاد می کنیم، وقتی به ۲۰ نیوتون رسید وزنه روی سطح افقی شروع به حرکت می کند. ضریب اصطکاک ایستایی چقدر است؟ $\left(\cos ۵۳^\circ = ۰٫۶, g = ۱۰ \frac{m}{s}\right)$



۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) $\frac{۱}{۳}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

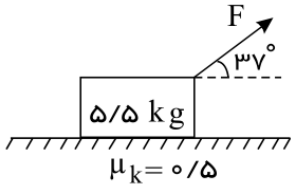
۴) $\frac{۱}{۵}$

خارج از کشور -۱۳۸۹

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست۵۳:

در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت در سطح افقی در حال حرکت است. اگر نیروی F ، ۲ برابر شود، نیروی اصطکاک جنبشی چند برابر می‌شود؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ \ , \ g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



۱) $\frac{۳}{۸}$

۲) $\frac{۵}{۸}$

۳) ۱

۴) ۲

خارج از کشور -۱۳۹۵

نکته۴۵: وقتی شروع به حرکت می کنیم، پاهایمان نیرویی به سمت عقب وارد می کنند. طبق قانون سوم نیوتن ، نیروی هم اندازه و در خلاف جهت بر آن وارد می شود که اصطکاک نام دارد و سبب می شود که به سمت جلو برویم.

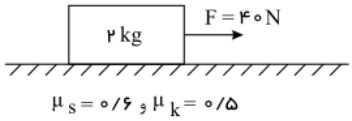
مثال ۹:

جسمی به جرم $m = ۴Kg$ روی یک سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۱ و ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۵ ساکن است. ناگهان به این جسم نیروی افقی و متغیر: $F_{(t)} = t^۲ + ۲t - ۴ \ (SI)$ اثر می‌کند. در چه لحظه‌ای (بر حسب ثانیه) جسم شروع به حرکت می‌کند؟

تست۵۴:

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؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

سراسری- ۱۳۹۸



۱) جسم همان لحظه می‌ایستد.

۲) حرکت جسم با شتاب $۱ m/s^۲$ کند می‌شود.

۳) حرکت جسم با شتاب $۳ m/s^۲$ کند می‌شود.

۴) جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

تست۵۵:

صندوقی به جرم $۵۰ kg$ 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؟ $(g = ۱۰ \ m/s^۲)$

خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۰/۷ و ۲۵۰

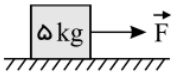
۲) ۰/۵ و ۲۵۰

۳) ۰/۷ و ۳۵۰

۴) ۰/۵ و ۳۵۰

تست ۵۶:

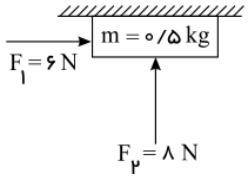
مطابق شکل زیر، نیروی افقی $F = ۱۰N$ به جسمی به جرم $۵kg$ وارد می‌شود و جسم در آستانهٔ حرکت روی سطح افقی قرار می‌گیرد.اگر نیروی افقی $\vec{F}$ را به اندازه $۷N$ افزایش دهیم، جسم با شتاب $۳m/s^۲$ روی سطح افقی شروع به حرکت می‌کند. اختلاف ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی جسم با سطح کدام است؟$(g = ۱۰N/kg)$



۱) ۰٫۲
۲) ۰٫۰۴
۳) ۰٫۱۶
۴) ۰٫۰۲

تست ۵۷:

مطابق شکل زیر، جسم تحت تأثیر نیروهای $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ بر زیر سقف افقی اتاقی، از حال سکون به حرکت درمی‌آید. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سقف ۰٫۵ باشد، جسم در ثانیهٔ اول چند متر جابه‌جا می‌شود؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



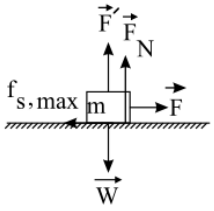
۱) ۲
۲) ۳٫۵
۳) ۴
۴) ۴٫۵

تست ۵۸:

مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $۵۰۰g$ روی سطح افقی ساکن است. بزرگی نیروی قائم F' وارد بر جسم چند نیوتون باشد تا جسم در آستانهٔ حرکت روی سطح افق قرار گیرد؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg}, \mu_s = \frac{۴}{۵})$

۱) ۱٫۵
۲) ۴
۳) ۲
۴) ۲٫۵

نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. در لحظه‌ای که جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد داریم:

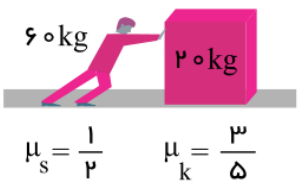


$$f_{s,max} = \mu_s F_N = F \xrightarrow[m=۵۰۰g=۰٫۵kg, \mu_s=\frac{۴}{۵}]{F_N = mg - F', g = ۱۰\frac{N}{kg}} f_{s,max} = \frac{۴}{۵} \times F_N = ۲ \Rightarrow \frac{۴}{۵} \times (۵ - F') = ۲$$

$$\Rightarrow ۵ - F' = \frac{۱۰}{۴} \Rightarrow F' = ۲٫۵N$$

تست ۵۹:

مطابق شکل شخص در آستانهٔ حرکت است و جعبه حرکت می کند. شتاب جعبه چند $\frac{m}{s^۲}$ است؟

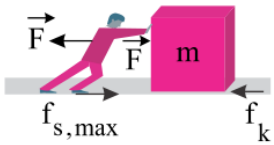


۱) ۹
۲) ۱۰
۳) ۸
۴) ۱۲

گزینه ۱ نیروهای وارد بر شخص و جعبه

نیروهای وارد بر شخص : $F = f_{s,max} = \mu_s mg$

نیروهای وارد بر جعبه $\Rightarrow F = \frac{۱}{۲} \times ۶۰ \times ۱۰ = ۳۰۰N$



$$F = ma \Rightarrow F - f_k = ma$$

$$F - \mu_k mg = ma$$

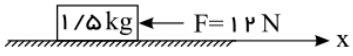
$$۳۰۰ - \frac{۳}{۵} \times ۲۰ \times ۱۰ = ۲۰a \Rightarrow a = ۹\frac{m}{s^۲}$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۶۰:

مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $۱/۵kg$ که بر روی سطح افقی دارای اصطکاک در راستای محور x در حال حرکت است، نیروی افقی و ثابت $F = ۱۲N$ وارد می‌شود. اگر بردار سرعت اولیهٔ جسم در SI، $۱۸\vec{i}$ باشد، تندی جسم در لحظهٔ $t = ۴s$ چند $\frac{m}{s}$ است؟

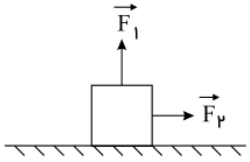
$(\mu_s = ۰/۵ \ , \ \mu_k = ۰/۴ \ , \ g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۳۴ ۲) ۲ ۳) صفر ۴) ۱۰

تست ۶۱:

مطابق شکل زیر، دو نیروی $\vec{F_۱}$ و $\vec{F_۲}$ که اندازهٔ هر کدام برابر با $۲۰N$ است، در لحظهٔ $t = ۰$ به‌طور همزمان به جسمی به جرم $۵kg$ که روی سطحی افقی در حالت سکون قرار دارد، وارد می‌شود و جسم با شتاب $۱m/s^۲$ در راستای افق شروع به حرکت می‌کند. اگر پس از $۶s$ نیروی $\vec{F_۱}$ قطع شود، کدام گزینه در مورد حرکت جسم پس از لحظهٔ $t = ۶s$ صحیح نیست؟ $(g = ۱۰N/kg)$



۱) متحرک پس از ۱۸ متر جابه‌جایی متوقف می‌شود.

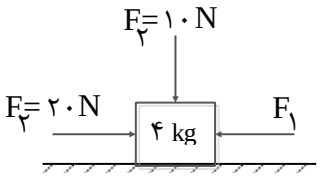
۲) متحرک به حرکت خود با شتاب $۱m/s^۲$ ادامه می‌دهد.

۳) متحرک پس از $۶s$ متوقف می‌شود.

۴) متحرک با شتاب $-۱m/s^۲$ به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۳-۳-۲ حداقل و حداکثر داستان دار

مثال ۱۰: (ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۲ می باشد)



الف: حداقل نیروی افقی $F_۱$ چقدر باشد، تا جسم ساکن بماند؟

($F_۱$ نسبت به $F_۲$ کمه ، زورش نسبت به $F_۲$ کمه، پس جرم میره سمت راست)

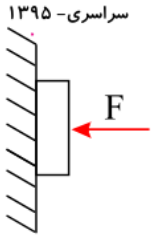
ب: حداکثر نیروی افقی $F_۱$ چقدر باشد، تا جسم ساکن بماند؟

($F_۱$ نسبت به $F_۲$ زیاده ، زورش نسبت به $F_۲$ زیاده ، پس جرم میره سمت چپ)

ج: نیروی افقی $F_۱$ چند نیوتن باشد تا جسم ساکن باشد؟

تست ۶۲:

در شکل زیر، جسم با نیروی افقی F_1 در آستانه حرکت قرار می‌گیرد و با نیروی افقی F_2 با سرعت ثابت به طرف پایین می‌لغزد. اگر نیروی اصطکاک در این دو حالت به ترتیب f_1 و f_2 باشد، کدام مورد درست است؟ ($\mu_s > \mu_k$) سراسری- ۱۳۹۵



۱) $f_1 > f_2 , F_1 > F_2$

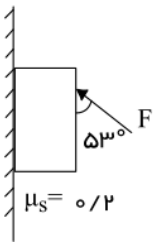
۲) $f_1 > f_2 , F_1 = F_2$

۳) $f_1 = f_2 , F_1 < F_2$

۴) $f_1 = f_2 , F_1 = F_2$

تست ۶۳:

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) $\frac{۲۰۰}{۱۹}$

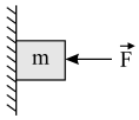
۴) $\frac{۲۰۰}{۱۱}$

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

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

تست ۶۴:

جسمی را مطابق شکل با نیروی افقی $\vec{F}$ به دیواره قائمی فشرده‌ایم و جسم ساکن و بزرگی نیروی اصطکاک برابر با f است. اگر اندازهٔ نیروی افقی وارد بر جسم بیش‌تر شود، نیروی اصطکاک برابر با f' و اگر جسم با سرعت ثابت به‌سمت پایین حرکت کند، اندازهٔ نیروی اصطکاک برابر با f'' می‌شود. کدام گزینه در مورد مقایسهٔ اندازهٔ این سه نیرو درست است؟



۱) $f = f' = f''$

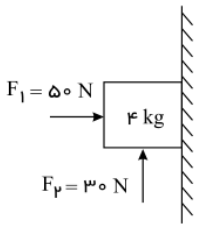
۲) $f' > f > f''$

۳) $f'' > f' = f$

۴) $f' = f > f''$

تست ۶۵:

در شکل زیر نیروهای $F_1 = ۵۰N$ و $F_2 = ۳۰N$ 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

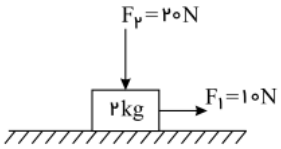
۳) ۱۰۰

۴) ۱۰۰۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۶۶:

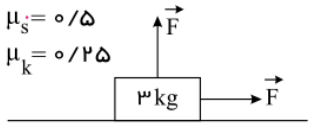
در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت در مسیری مستقیم در حال حرکت است. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F_1}$ را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟ $(g = 10 N/kg)$



۱) ۲٫۵
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۸

تست ۶۷:

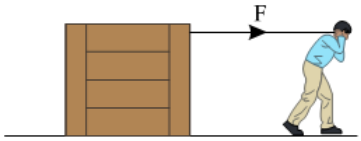
در شکل زیر، جسمی روی سطح افقی در آستانهٔ حرکت قرار دارد و دو نیروی افقی و عمودی هم‌اندازهٔ $\vec{F}$ به آن وارد می‌شود. اگر اندازه نیروهای $\vec{F}$ هر کدام ۴ نیوتون کاهش یابند، نیروی اصطکاک چند نیوتون می‌شود؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۶٫۵
۴) ۱۲

تست ۶۸:

در شکل زیر، نیرویی ثابت و افقی F به صندوقی به جرم $160kg$ وارد می‌شود و صندوق با شتاب ثابت $0/25 \frac{m}{s^2}$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. چند کیلوگرم از محتویات صندوق کم کنیم، تا همین نیروی افقی، شتاب حرکت صندوق دو برابر شود؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

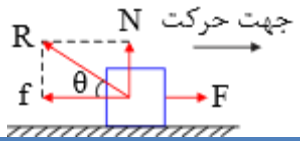


۱) ۱۶
۲) ۳۲
۳) ۴۰
۴) ۸۰

۳-۳-۳ نیروی سطح (R)

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.

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



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

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:

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

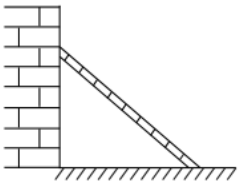
$$\vec{R'} = -F_N\vec{i} + f\vec{j}$$

نکته۴۶: اگر سطح بدون اصطکاک باشد ، R بر F_N منطبق شده و بر سطح عمود می‌شود.

تست ۶۹:

در شکل زیر، نردبانی به جرم $20kg$ به دیوار قائم و بدون اصطکاکی تکیه داده شده است و ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح افقی و نردبان برابر با ۰٫۷۵ است. در آستانهٔ سُر خوردن نردبان، نسبت اندازهٔ نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند. به اندازهٔ نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، کدام است؟ $(g = 10N/kg)$

قلم چی- ۱۳۹۸

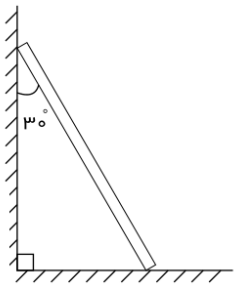


۱) $\frac{3}{5}$
۲) $\frac{3}{4}$
۳) $\frac{2}{5}$
۴) $\frac{2}{3}$

تست ۷۰:

نردبانی همگن به جرم $40kg$ مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، $300N$ باشد، نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10N/kg)$

سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۴۰۰
۲) ۵۰۰
۳) ۶۰۰
۴) $250\sqrt{3}$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۷۱:

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) $(۵۰۰N)\vec{j}$

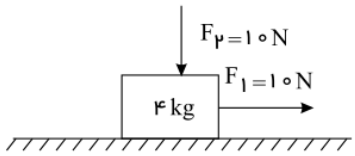
۳) $(-۲۵۰N)\vec{i}+(۵۰۰N)\vec{j}$

۴) $(۲۵۰N)\vec{i}+(-۵۰۰N)\vec{j}$

تست ۷۲:

در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۱$ را با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی $F_۲$ را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویهٔ $\theta_۲$ را با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟

سراسری- ۱۳۹۹



۱) $\theta_۲=\theta_۱<۹۰^\circ$

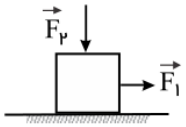
۲) $\theta_۲=\theta_۱=۹۰^\circ$

۳) $\theta_۲<\theta_۱$

۴) $\theta_۲>\theta_۱$

تست ۷۳:

مطابق شکل جسمی به جرم m تحت اثر دو نیروی عمود بر هم در حالت تعادل قرار دارد. اگر اندازهٔ نیروی $\vec{F}_۱$ را سه برابر کنیم، باز هم جسم در حالت تعادل می‌ماند. اندازهٔ نیروی سطح چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد اما به ۳ برابر نمی‌رسد.

۲) افزایش می‌یابد و بیش‌تر از ۳ برابر می‌شود.

۳) افزایش می‌یابد و ۳ برابر می‌شود.

۴) افزایش می‌یابد اما نحوهٔ تغییر آن مشخص نیست.

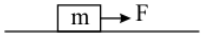
گزینه ۱ تک پله: نیروی واکنش سطح برآیند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک جسم و سطح است. نیروی عمودی سطح برابر با $F_۲+mg$ است. با توجه به ثابت بودن $F_۲$ و m، N هم ثابت است، نیروی اصطکاک تا وقتی که جسم حرکت نکند برابر با نیروی محرک (در اینجا $F_۱$) است؛ با توجه به این‌که با سه برابر شدن $F_۱$ بازهم جسم حرکت نکرده می‌توان نتیجه گرفت که f_s هم سه برابر شده است.

پس مؤلفهٔ افقی نیروی واکنش سطح (اصطکاک) ۳ برابر شده و مؤلفه قائم آن (نیروی عمودی سطح) ثابت مانده پس می‌توان نتیجه گرفت که نیروی واکنش سطح افزایش یافته ولی سه برابر نمی‌شود.

$$R=\sqrt{\underset{\text{ثابت}}{\boxed{N}}^۲+\underset{\text{۳ برابر}}{\boxed{F}}^۲}$$

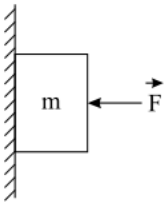
تست ۷۴:

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؟ ($g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)



چند آیتمی ۳:

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.

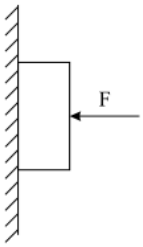
۳) تغییر نمی‌کند، تغییر نمی‌کند.

۴) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد.

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

تست ۷۵:

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؟ سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۳۰

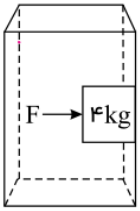
۲) ۳۶

۳) $۳۰\sqrt{۳}$

۴) $۳۰\sqrt{۵}$

تست ۷۶:

آسانسوری که در حال حرکت به سمت پایین است، با شتابی به بزرگی $۲٫۵m/s^۲$ در حال توقف است. شخصی درون این آسانسور، جسمی به جرم $۴kg$ را با نیروی افقی $F = ۱۲۰N$ به دیوارهٔ قائم آسانسور می‌فشارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی دیوارهٔ آسانسور با جسم برابر ۰٫۵ باشد و در مدت حرکت آسانسور، جسم روی دیوارهٔ نلغزد، نیروی برآیندی که جسم به دیوارهٔ آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$



۱) ۵۰

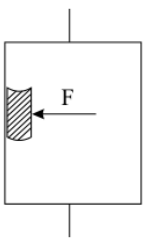
۲) $۳۰\sqrt{۱۷}$

۳) ۱۳۰

۴) $۶۰\sqrt{۵}$

تست ۷۷:

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 نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ سراسری- ۱۳۹۹



۱) ۲۰

۲) ۲۴

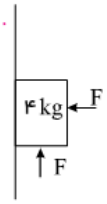
۳) ۳۲

۴) ۴۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۷۸:

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) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$

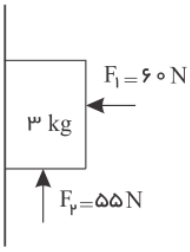
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۴}$

۴) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$

تست ۷۹:

مطابق شکل زیر، جسم را با نیروی افقی $F_۱$ به دیوار قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم $F_۲$ نیز به جسم وارد شود، در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) $۳۰\sqrt{۳}$

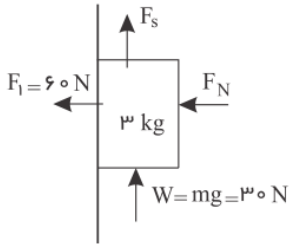
۲) $۳۰\sqrt{۵}$

۳) ۶۵

۴) ۶۰

پاسخ: گزینه ۳ در حالت که جسم ساکن است، با رسم نیروی وارد بر جسم داریم:

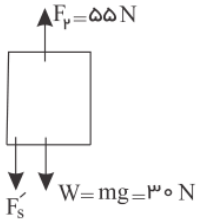
$$\begin{cases} F_{netx} = ۰ \rightarrow F_N = F_۱ = ۶۰N \\ F_{nety} = ۰ \rightarrow f_s = ۳۰N \end{cases}$$



در حالت دوم که نیروی ۵۵ نیوتونی که از نیروی وزن ۳۰ نیوتونی بیشتر است، رو به بالا به جسم وارد می‌شود، نیروی اصطکاک به طرف پایین خواهد بود و چون با فرض ساکن بودن، f'_s جدید ۲۵ نیوتون، یعنی کمتر از $f_s = ۳۰N$ است، پس فرض ما درست بود و جسم ساکن می‌ماند.

$$F_{nety} = ۰ \rightarrow F_۲ = f'_s + W \rightarrow ۵۵ = f'_s + ۳۰ \rightarrow f'_s = ۲۵N$$

حال در حالت دوم داریم:



$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_s'^۲} = \sqrt{\underbrace{۶۰^۲}_{(۵\times۱۲)} + \underbrace{۲۵^۲}_{(۵\times۵)}} \rightarrow \underbrace{R}_{(۵\times۱۳)} = ۶۵N$$

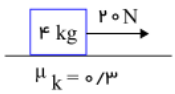
۳-۳-۴ ترکیب حرکت و دینامیک (مسائل مرتبط با اصطکاک)

نکته۴۷: 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.

$$\boxed{a=-\mu_k g}\rightarrow\begin{cases}t_{stop}=\dfrac{V_\circ}{|a|}=\dfrac{V_\circ}{\mu_k g}\\ \Delta x_{stop}=\dfrac{V_\circ^2}{|2a|}=\dfrac{V_\circ^2}{2\mu_k g}\end{cases}$$

تست ۸۰:

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

تست ۸۱:

دو وزنه‌ی A و B با سرعت اولیه‌ی یکسان، مماس بر یک سطح افقی پرتاب می‌شوند. اگر جرم وزنه A نصف جرم وزنه‌ی B و ضریب اصطکاک آن ۲ برابر ضریب اصطکاک وزنه‌ی B باشد، مسافتی که وزنه A طی می‌کند تا بایستد، چند برابر مسافتی است که وزنه‌ی B طی می‌کند تا بایستد؟ سراسری- ۱۳۹۵

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

تست ۸۲:

جسمی به جرم $4kg$ روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k=0/25$ قرار دارد. جسم را با نیروی افقی ۴۰ نیوتون می کشیم و جسم در جهت نیرو حرکت می کند. این نیرو را حداکثر چند نیوتون می توانیم کاهش دهیم, بدون اینکه سرعت جسم کاهش یابد؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$ سراسری- ۱۳۸۹

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۳۰ ۴) ۲۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۸۳:

در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم $2kg$ روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی و ثابت $\vec{F}$ از زمان $t = 0$ بر آن وارد می‌شود، به طوری که سرعت آن در SI به صورت $V = 2t + 3$ با زمان تغییر می‌کند. اگر $3s$ پس از اعمال نیروی $\vec{F}$، نیرو قطع شده و جسم ۶ ثانیه پس از قطع نیروی $\vec{F}$، با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ چند نیوتون است؟

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

تست ۸۴:

در یک تصادف اتومبیل، سرعت اتومبیل از $54\frac{km}{h}$ به صفر می رسد و زمان این حرکت کندشونده $0/3s$ است. در این تصادف، برای اینکه مسافری به جرم $60kg$ از پشتی صندلی جدا نشود (به جلو پرت نشود)، بزرگی نیروی متوسطی که کمربند ایمنی باید بر او وارد کند، تقریباً چند نیوتون است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۰

۱) ۳۶۰۰ ۲) ۳۰۰۰ ۳) ۶۰۰۰ ۴) ۶۳۰۰

تست ۸۵:

خودرویی به جرم ۸۰۰ کیلوگرم در جاده ای مستقیم و افقی با سرعت ۳۰ متر بر ثانیه 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

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

۳-۳-۵ نیروی مقاومت شاره

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.

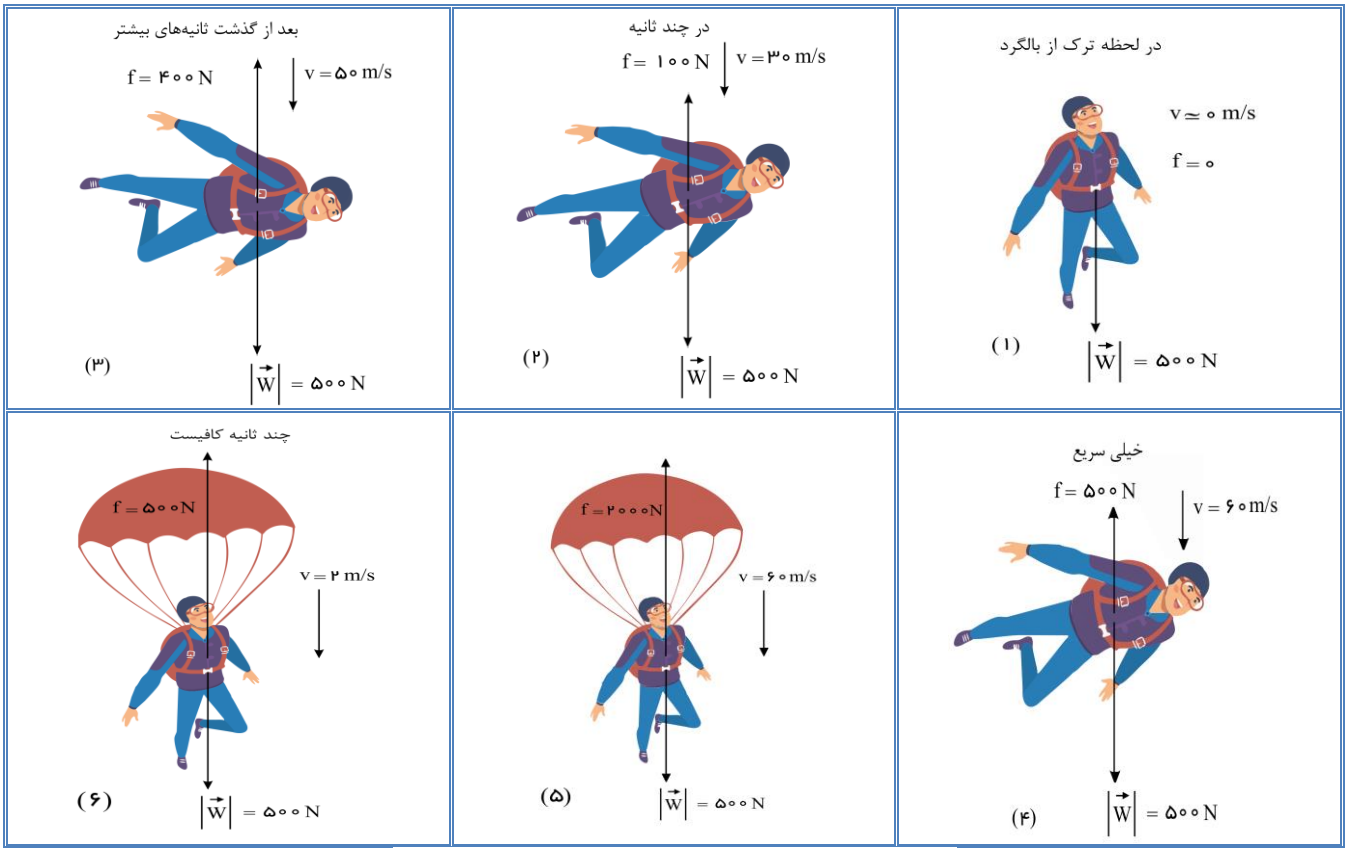
۳-۳-۶ بررسی کامل چتر باز

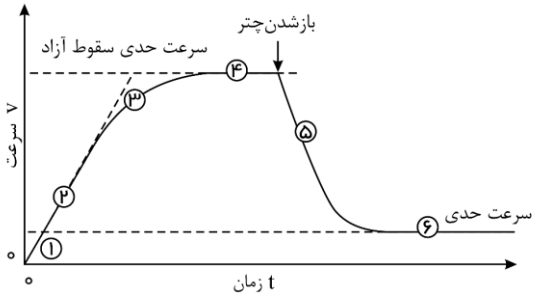
فرض می‌کنیم شخصی به وزن $۵۰۰N$ از بالگرد به بیرون می‌پرد. بعد از پریدن چترباز، سرعت اولیهٔ آن بسیار ناچیز است و تندی و مقاومت هوا افزایش می‌یابد.

پس از مدتی مقاومت هوا با وزن چترباز برابر شده و نیروی خالص وارد بر چترباز صفر می‌شود و چترباز با تندی ثابتی به طرف زمین حرکت می‌کند.

در این حالت چترباز، چتر را باز می‌کند. که باعث افزایش نیروی مقاومت هوا خواهد شد.

در نهایت نیروی مقاومت کاهش یافته و برابر سرعت وزن خواهد شد و جسم با تندی کمتر به زمین می‌رسد.





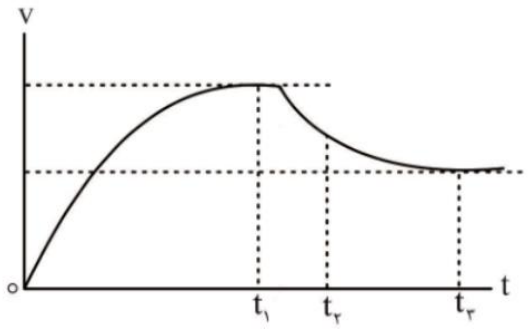
Physics_Agheli AliAgheli.ir

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

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

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

تست ۸۶:



نمودار مقابل، تغییرات تندی حرکت یک چترباز برحسب زمان را نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارت‌های زیر می‌تواند درست باشد؟

الف) چترباز در لحظه t_1 به تندی حدی بدون چتر خود رسیده است.

ب) در لحظه t_2 بزرگی نیروی مقاومت هوا از بزرگی نیروی وزن بیشتر است.

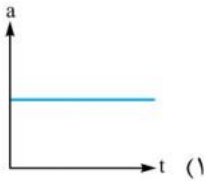
پ) بزرگی نیروی مقاومت هوا در لحظه‌های t_1 و t_3 با هم برابر است.

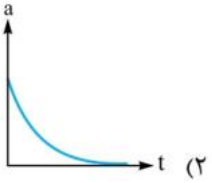
ت) در لحظه t_3 چترباز، اقدام به باز کردن چتر خود می‌کند و به سرعت حدی خود می‌رسد.

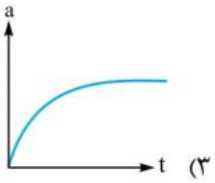
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

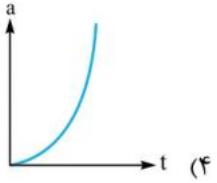
تست ۸۷:

نمودار بزرگی شتاب برحسب زمان برای جسمی که در هوا از ارتفاع بلند سقوط می‌کند، مطابق کدام‌یک از شکل‌های زیر است؟

۱) 

۲) 

۳) 

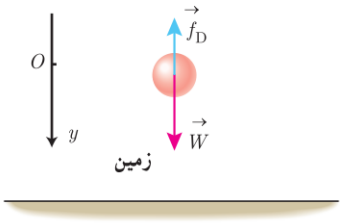
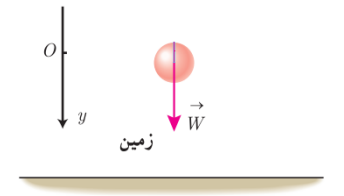
۴) 

تست ۸۸:

به یک چترباز به جرم $60\,kg$ در ارتفاع به اندازه کافی بلند، در یک لحظه نیروی $597N$ از طرف هوا وارد می‌شود. بزرگی شتاب چترباز برحسب متر بر مربع ثانیه و وضعیت چتر آن در این لحظه کدام است؟

$$(g = 9/8 \frac{m}{s^2})$$

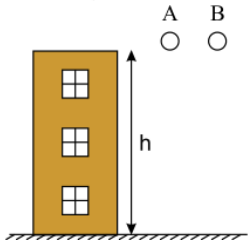
۱) ۰/۵، باز ۲) ۰/۵، بسته ۳) ۱۵/۰، باز ۴) ۱۵/۰، بسته

چتر باز	کامل بررسی شد
 رها کردن گلوله ای ، گویی چیزی با وجود مقاومت هوا !	$F_{net}=ma\rightarrow mg-f_D=ma\rightarrow \boxed{a=g-\frac{f_D}{m}}\rightarrow m\uparrow\rightarrow a\uparrow$ $v^2-v_o^2=2ah\rightarrow v^2=2ah\rightarrow \boxed{v=\sqrt{2ah}}\rightarrow a\uparrow\rightarrow v\uparrow\rightarrow t_{harkatesh}\downarrow$ $\boxed{m\uparrow\rightarrow a\uparrow\rightarrow v\uparrow\rightarrow t_{harkatesh}\downarrow}$ جمع بندی۴۸: 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 !	$F_{net}=ma\rightarrow mg=ma\rightarrow \boxed{a=g}$ $v^2-v_o^2=2gh\rightarrow v^2=2gh\rightarrow \boxed{v=\sqrt{2gh}}$ جمع بندی۴۹: تفاوت شکل، جرم و حجم تاثیری ندارد. پس همه گلوله ها با سرعت یکسانی به زمین می رسند و زمان حرکتشون یکسانه!

تست ۸۹:

دو گوی توپر A و B با شعاع‌های برابر را از بالای ساختمان بلند به ارتفاع h به‌طور همزمان رها می‌کنیم. اگر نیروی مقاومت هوای وارد بر هر دو گوی یکسان و برابر $\frac{1}{5}$ وزن گوی B و چگالی گوی A دو برابر چگالی گوی B باشد، تندی برخورد گوی B به زمین، چند برابر تندی برخورد گوی A به زمین است؟

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) $\frac{8}{9}$
۲) $\frac{\sqrt{2}}{3}$
۳) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$
۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

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.

تست ۹۰:

یک بالون هوای داغ به جرم $600kg$ با شتاب $5\frac{m}{s^2}$ در راستای قائم در حال پایین آمدن است. چه جرمی برحسب kg را باید سریعاً از آن بیرون راند تا بالون با شتاب $5\frac{m}{s^2}$ در جهت رو به بالا حرکت کند؟ ($g=10\frac{m}{s^2}$ 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

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۹۱:

دو جسم با جرم‌های m_A و $m_B = \frac{۹}{۴}m_A$ را از ارتفاعی یکسان در هوا و از حال سکون رها می‌کنیم و دو گلوله در مدت زمانی یکسان، به زمین می‌رسند. اگر f_A و f_B که نیروی مقاومت هوای وارد بر این دو جسم در طول سقوط هستند، ثابت باشند، نسبت $\frac{f_B}{f_A}$ کدام است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

تست ۹۲:

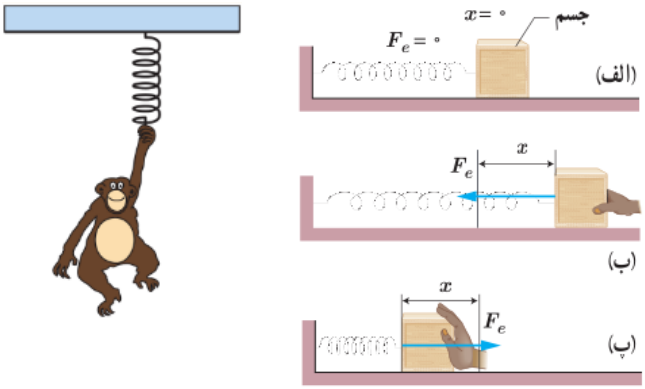
جسمی به جرم $۸kg$ را از ارتفاع مشخصی از سطح زمین رها می‌کنیم تا در هوا سقوط کند و به زمین برسد. اگر شتاب سقوط جسم در این حالت $\frac{۴}{۵}$ برابر حالتی باشد که این جسم در شرایط خلاء سقوط می‌کند، بزرگی نیروی مقاومت هوا در طی حرکت این جسم چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و بزرگی نیروی مقاومت هوا را ثابت در نظر بگیرید.)

۱) ۱۶ ۲) ۸ ۳) ۶۴ ۴) ۳۲

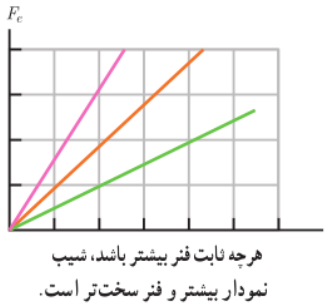
۳-۳-۸ نیروی کشسانی فنر

اگر فنری که در وضع تعادل قرار دارد را به اندازه x فشرده کنیم یا بکشیم، فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به جسم وارد می کند.

هرچه فنر را بیشتر بکشیم یا فشرده کنیم (در محدوده معینی از تغییر طول فنر) نیروی کشسانی فنر نیز بیشتر می شود.

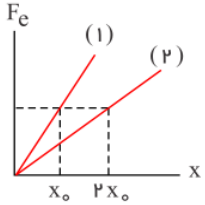


فنر در مسائل دینامیکی وسیله‌ای برای نمایش نیرو می‌باشد، یعنی می‌تواند همان نقش نیروی بیرونی یا کشش نخ (بین دو جسم) را ایفا کند و البته بنابر قانون هوک می‌توان مقدار این نیرو را از رابطه زیر بصورت مجزا محاسبه کرد و یا به کمک اطلاعات دینامیکی مسئله مقدار نیرو را محاسبه کرد و سپس با رابطه زیر، مقدار(اندازه) تغییر طول فنر یا ضریب سختی آن (ثابت فنر) را بدست آورد:

اندازه رابطه نیروی فنر	$F_e = kx \rightarrow \quad k : \frac{N}{m}$
متغیرهای رابطه	k ثابت فنر می باشد و فقط به اندازه، شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده است بستگی دارد. اگر بر حسب نیوتن بر سانتی متر دادن، میتونیم با سانتی متر حل کنیم. در این رابطه x تغییر طول فنر می باشد.
اطلاعات تکمیلی	فنر انعطاف پذیر مقدار آن ۱۰۰ نیوتن بر متر و برای فنر سفت مقدار آن ۱۰۰۰۰ نیوتن بر متر می باشد. نیروی کشش دو طرف یک فنر بدون جرم همیشه مقداری یکسان می باشد.  هرچه ثابت فنر بیشتر باشد، شیب نمودار بیشتر و فنر سخت‌تر است.
رابطه دوم	از آن جا که علامت F فنر و x قرینه هم دیگر می باشند می توان نوشت: $F_e = -kx$
قانون هوک برای دو حالت	$\left.\begin{matrix} F_{e1} = -kx_1 \\ F_{e2} = -kx_2 \end{matrix}\right\} \rightarrow F_{e2} - F_{e1} = -k(x_2 - x_1) = -k\Delta x$
جسم قائم متصل به فنر	جسم متصل به فنر در حالت قائم و سکون : (نیروی وزن باعث باز شدن فنر می شود.) $F_{net} = 0 \rightarrow F_e - mg = 0 \rightarrow F_e = mg \rightarrow k\Delta x = mg$
مقایسه چند جسم و یک فنر	$F_{net} = 0 \rightarrow F_e - mg = 0 \rightarrow F_e = mg \rightarrow k\Delta x = mg \rightarrow \boxed{\Delta x \ \alpha \ m}$
مقایسه یک جسم و شتاب های مختلف (آسانسور)	$F_{net} = 0 \rightarrow F_e - mg = 0 \rightarrow F_e = mg \rightarrow k\Delta x = mg \rightarrow \boxed{\Delta x \ \alpha \ g}$

تست۹۳:

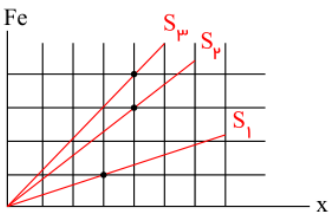
نمودار نیروی کشسانی برحسب تغییر طول برای دو فنر متفاوت مطابق شکل زیر است. به انتهای فنر (۱) جسمی به جرم m_1 و به انتهای فنر (۲)، جسمی به جرم m_2 آویزان می‌کنیم. اگر بعد از رسیدن به تعادل افزایش طول فنر (۱) دو برابر افزایش طول فنر (۲) باشد، حاصل $\frac{m_2}{m_1}$ کدام است؟



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

تست۹۴:

شکل زیر، تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را برحسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی $F_e = 30N$ طول فنر S_2 را ۴ سانتی‌متر افزایش دهد، طول فنرهای S_1 و S_3 را به‌ترتیب چند سانتی‌متر افزایش می‌دهد؟



۱) ۳ و ۶
۲) ۶ و ۲
۳) ۸ و ۲
۴) ۹ و ۳

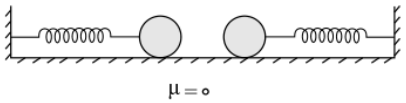
Physics_Agheli AliAgheli.ir

نکته ۵۰: اگر دو ذره باردار رو به فنر وصل کردن یاد قانون کولن بیفت و بگو

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

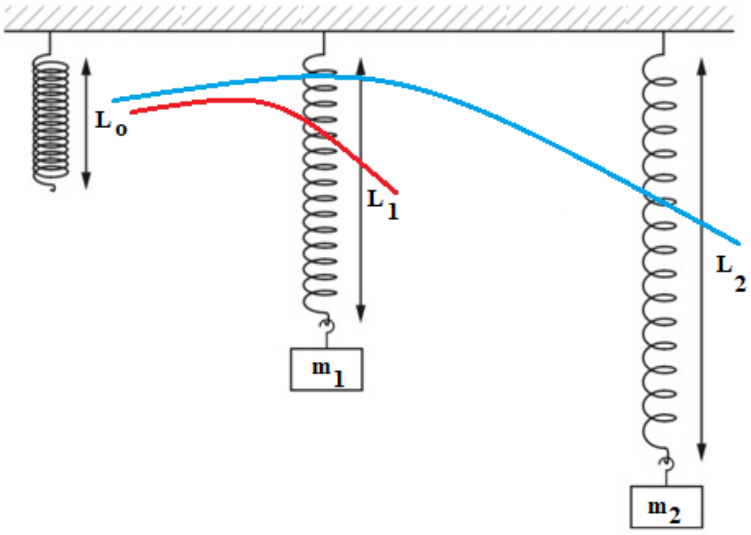
تست ۹۵:

در شکل زیر، ثابت هر یک از فنرها با $100 N/m$ می‌باشد و دو گلولهٔ مشابه خنثی در حال تعادل، فاصله‌ای برابر $10 cm$ از یکدیگر دارند. اگر به گلوله‌ها بار الکتریکی یکسان بدهیم، در فاصلهٔ $30 cm$ از یکدیگر ثابت می‌مانند. اندازهٔ بار هر یک از گلوله‌ها چند μC است؟ ($k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$ و از نیروی گرانشی که گلوله‌ها بر هم وارد می‌کنند، صرف‌نظر کنید.)



۱) ۱۰
۲) ۵
۳) ۲۰
۴) ۴۰

۳-۳-۹ فنر قائم

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

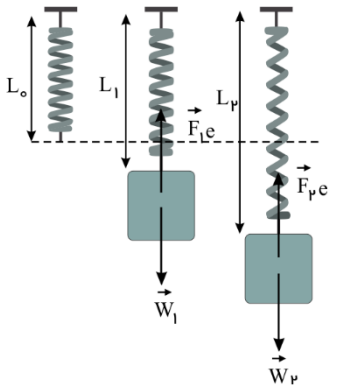
مثال ۱۱:

در شکل روبه‌رو وقتی وزنهٔ $۴/۰kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $۱۴/۰cm$ می‌شود، وقتی وزنهٔ $۵/۰kg$ را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر $۱۵/۰\ cm$ می‌شود.

الف) ثابت فنر چقدر است؟

ب) طول عادی فنر (بدون وزنه) چند سانتی‌متر است؟

پاسخ: الف)



$$F_{۱e} = m_۱g \rightarrow k(L_۱ - L_۰) = m_۱g\ (۱)$$

$$F_{۲e} = m_۲g \rightarrow k(L_۲ - L_۰) = m_۲g\ \ (۲)$$

$$(m_۲ - m_۱)g = k(L_۲ - L_۱)$$

$$\rightarrow k = \frac{(m_۲ - m_۱)g}{(L_۲ - L_۱)}$$

$$\rightarrow k = \frac{(۵kg - ۴kg) \times ۹/۸N/kg}{(۱۵cm - ۱۴cm)} = ۹/۸N/cm$$

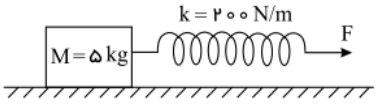
ب)

$$k(L_۱ - L_۰) = m_۱g \rightarrow ۹/۸(N/cm)\,(۱۴cm - L_۰) = ۴kg \times ۹/۸N/kg \rightarrow L_۰ = ۱۰cm$$

تست ۹۶:

جسمی روی یک سطح افقی تحت تأثیر نیروی افقی F با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر درضمن حرکت ۵ سانتی‌متر باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$

سراسری- ۱۳۹۸



۱) ۰/۲
۲) ۰/۲۵
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

تست ۹۷:

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؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۰/۲
۲) ۰/۳
۳) ۰/۴
۴) ۰/۵

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۹۸:

به انتهای فنر قائمی با طول عادی $۲۰cm$، کفه‌ای به جرم m وصل می‌کنیم. در این حالت طول فنر $۲۵cm$ می‌شود. اگر با قرار دادن یک وزنه‌ی ۲۰۰ گرمی بر روی این کفه، $۸cm$ دیگر به طول فنر اضافه شود، m چند گرم است؟

۱) ۷۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۲۰۰ ۴) $\frac{۱۰۰۰}{۳}$

گزینه ۲ راه‌حل اول: وقتی وزنه‌ی ۲۰۰ گرمی به فنر آویخته شده، طول آن $۸cm$ دیگر زیاد شده است. پس:

$$F' = m'g = ۰/۲ \times ۱۰ = ۲N \,,\ \Delta x' = ۸cm = ۰/۰۸m$$

$$\xrightarrow{F'=k\Delta x'} = \frac{۲}{۰/۰۸} = ۲۵\frac{N}{m}$$

تغییر طول فنر وقتی کفه را به آن متصل کردیم، برابر با $۵cm$ است.

$$mg = k\Delta x \Rightarrow m \times ۱۰ = ۲۵ \times ۰/۰۵ = ۱/۲۵N$$

$$\Rightarrow m = ۰/۱۲۵kg = ۱۲۵g$$

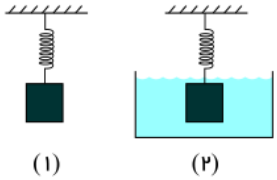
راه‌حل دوم: از آن جایی که بنابر قانون هوک $F = kx$ تغییر طول فنر با نیروی وارد بر آن متناسب است. می‌توانیم این فرم مسئله‌های مربوط به فنر را به روش تناسب حل کنیم و داریم:

$$\frac{m' = ۲۰۰g}{m = ?} = \frac{\Delta L' = ۸cm}{\Delta L = ۵cm} \Rightarrow m = \frac{۵ \times ۲۰۰}{۸} = ۱۲۵\ g$$

تست ۹۹:

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.)

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) ۶۰
۲) ۴۰
۳) ۳۰
۴) ۵۰

گزینه ۱ از طرف آب به وزنه نیروی شناوری رو به بالا وارد می‌شود. در هر حالت قانون دوم نیوتون را برای مجموعه می‌نویسیم. داریم:

حالت اول:

$$F_{net} = ۰ \Rightarrow mg = k\Delta x \Rightarrow mg = k \times ۰/۲۵x_۰$$

حالت دوم:

$$F_{net} = ۰ \Rightarrow mg - F_b = k\Delta x' \Rightarrow mg - F_b = k \times ۰/۱x_۰$$

بنابراین:

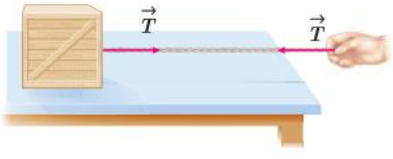
$$\frac{mg}{mg - F_b} = \frac{k \times ۰/۲۵x_۰}{k \times ۰/۱x_۰}$$

$$\Rightarrow ۲mg = ۵mg - ۵F_b \Rightarrow \frac{F_b}{mg} = \frac{۳}{۵} = ۶۰\%$$

۳-۳-۱۰ 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.

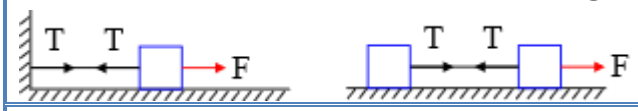
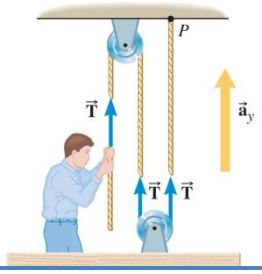
طناب فقط به عنوان رابط بین دو جسم عمل می کند و هر دو جسم (دست و جعبه) را با بزرگی نیروی یکسان T می کشد، حتی اگر این دو جسم و طناب شتابدار باشند.



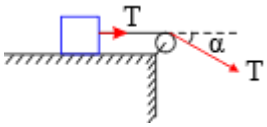
طناب جسم را با نیروی کشش $\vec{T}$ می‌کشد.

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.

خصوصیات نیروی نخ
۱) عکس العمل این نیرو از جسم به نخ وارد می شود.
۲) بنابراین نیرویی که نخ به جسم وارد می کند، همیشه به سمت خود نخ می باشد. 
۳) در یک نخ پیوسته و بدون جرم، نیرویی که نخ به اجسام مرتبط وارد می کند، با هم برابر است. 
۴) اگر طناب یا نخ جرم داشته باشد، نیروی کشش در طول آن یکسان نیست. نیروی کشش طناب در هرجا : برش بزن!

نکته ۵۱: اگر نخ حول یک قرقره باشد، زاویه آن با قرقره تأثیری در مسئله ندارد، در واقع نقش قرقره فقط انتقال نیرو است.



چند آیتمی۴:

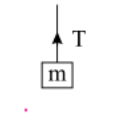
یک خودروی باری با طناب افقی محکمی ، یک خودروی سواری به جرم ۱,۵ تن را می کشد. با دانستن اینکه نیروی اصطکاک و مقاومت هوا در مقابل حرکت خودرو به ترتیب ۲۲۰ و ۳۸۰ نیوتن است، نیروی کشش طناب را در دو حالت زیر حساب کنید:

الف : سرعت خودروی باری ثابت باشد:

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

تست ۱۰۰:

اگر در شکل مقابل اندازه‌ی نیروی کشش نخ $\frac{۱}{۳}$ وزن جسم باشد، شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانش است؟ خارج از کشور- ۱۳۸۹



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

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۰۱:

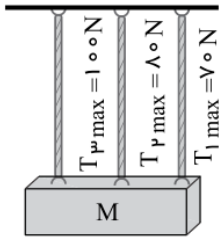
وزنه‌ای به جرم $2kg$ را با طناب سبکی با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ تندشونده روبه بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

سراسری- ۱۳۹۹

۱) ۱۴ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۲

تست ۱۰۲:

در شکل مقابل حداکثر نیروی کشش قابل تحمل هر کدام از طناب‌ها داده شده است. حداکثر وزن وزنهٔ M چند نیوتون می‌تواند باشد تا هیچ نخی پاره نشود؟



۱) ۲۵۰

۲) ۲۴۰

۳) ۳۰۰

۴) ۲۱۰

گزینه ۴ تک پله: با توجه به متوازن قرار گرفتن طناب‌ها وزن جسم بین سه طناب به‌طور مساوی تقسیم می‌شود و هرگاه که کشش طناب (1) به $70N$ برسد پاره می‌شود. بنابراین حداکثر وزن وزنهٔ M سه برابر حداکثر کشش قابل تحمل ضعیف‌ترین طناب (یعنی طناب (1)) می‌باشد.

$$W_{max} = 3T_{1max} = 3 \times 70 = 210N$$

تست ۱۰۳:

در شکل مقابل، جرم جسم درون سطل $0/5kg$ و جرم سطل $1kg$ می‌باشد. اگر کل مجموعه به‌وسیلهٔ طنابی با نیروی T به‌صورت کندشونده با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ بالا رود، اندازهٔ نیروی کشش طناب و اندازهٔ نیرویی که جسم به کف سطل وارد می‌کند، به‌ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) ۵ ،۱۲ ۲) ۴ ،۱۸

۳) ۵ ،۱۸ ۴) ۴ ،۱۲

تست ۱۰۴:

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؟!

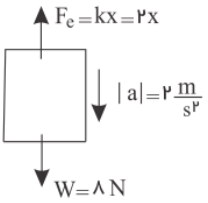
۳-۳-۱۱ نیروی کشش نخ یا فنر در آسانسور

تست ۱۰۵:

جسمی به وزن $۸N$ را به فنری به طول $۲۰cm$ و ثابت $k = ۲\frac{N}{cm}$ می‌بندیم و از سقف آسانسور آویزان می‌کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ در حال توقف است، طول فنر به چند سانتی متر می‌رسد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۲۰.۸ ۲) ۱۶٫۸ ۳) ۲۷٫۲ ۴) ۲۳٫۲

پاسخ: گزینه ۴



هنگامی که آسانسور در حال توقف است، حرکتش کندشونده است، یعنی شتاب و سرعتش در خلاف جهت یکدیگرند، در اینجا که آسانسور حرکت کندشونده رو به بالا دارد، پس شتابی رو به پایین خواهد داشت، بنابراین داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow W - F_e = ma \rightarrow ۸ - ۲x = ۰٫۸ \times ۲ \rightarrow x = ۳٫۲cm$$
$$x = \Delta\ell = \ell - \ell_۰ \rightarrow ۳٫۲ = \ell - ۲۰ \rightarrow \ell = ۲۳٫۲cm$$

تست ۱۰۶:

وزنه‌ای به جرم $۲kg$ را به فنر سبکی به طول $۴۰cm$ که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعداز رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصلهٔ آن از کف آسانسور $۱۴۰cm$ است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ رو به بالا شروع به حرکت کند، فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور به $۱۳۶cm$ می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتن بر سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

خارج از کشور- ۱۳۹۹

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

تست ۱۰۷:

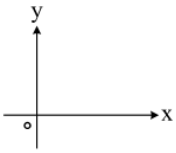
فنر سبکی با ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنهٔ $m = ۵kg$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $۲\frac{m}{s^۲}$ پایین می‌آید و طول فنر $L_۱$ است. وقتی این آسانسور با شتاب $۱\frac{m}{s^۲}$ به‌صورت کندشونده پایین می‌آید، طول فنر $L_۲$ می‌شود. اختلاف $L_۲$ و $L_۱$ چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۵ ۲) ۷٫۵ ۳) ۵ ۴) ۲٫۵

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۰۸:

وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k = ۲۰۰\frac{N}{m}$ و طول آن $۵۰cm$ است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می‌شود، طول فنر به $۶۵cm$ می‌رسد. آسانسور با چه شتابی برحسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به $۶۰cm$ برسد؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) $\vec{a} = -\frac{۱۰}{۳}\vec{j}$

۲) $\vec{a} = \frac{۱۰}{۳}\vec{j}$

۳) $\vec{a} = -\frac{۲۰}{۳}\vec{j}$

۴) $\vec{a} = \frac{۲۰}{۳}\vec{j}$

تست ۱۰۹:

درون آسانسوری ساکن، جسمی به جرم $۲kg$ که به فنری قائم آویزان است، در حال تعادل قرار دارد. وقتی آسانسور از حال سکون و با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند، طول فنر برابر با $۱۴cm$ و وقتی از حال سکون با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، طول فنر برابر با $۱۶cm$ می‌شود. ثابت این فنر چند واحد SI است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$ و جرم فنر ناچیز است.)

۱) ۲۰

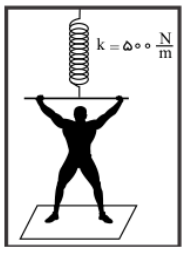
۲) ۴

۳) ۲۰۰

۴) ۴۰۰

تست ۱۱۰:

مطابق شکل زیر، شخصی به جرم $۶۰kg$ درون آسانسوری که با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون به‌سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، قرار دارد. این شخص فنری را که از سقف آسانسور آویزان است به‌سمت پایین می‌کشد. اگر تغییر طول فنر نسبت‌به حالت عادی آن $۱۵cm$ باشد، ترازویی که شخص روی آن قرار دارد، چه عددی را برحسب نیوتن نشان می‌دهد؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۴۸۰

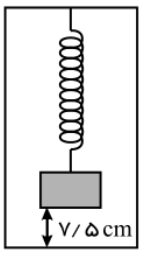
۲) ۶۷۵

۳) ۴۰۵

۴) ۵۵۵

تست ۱۱۱:

در شکل زیر وزنه‌ای توسط فنری از سقف آسانسوری که ساکن است، آویزان و در حال تعادل است. طول اولیهٔ فنر $۱۵۰cm$ بوده که در اثر آویزان بودن وزنه، طولش به $۱۸۰cm$ رسیده است. اگر فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور $۷٫۵cm$ باشد، آسانسور حداقل با چه شتابی بر حسب متر بر مجذور ثانیه بالا رود تا وزنه به کف آسانسور برسد؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و $k_{فنر} = ۲۰۰\frac{N}{m}$)



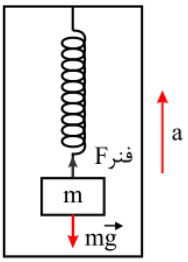
۱) ۲
۲) ۲٫۵
۳) ۱٫۵
۴) ۱

گزینه ۲

$\Delta L_۱ = ۱۸۰ - ۱۵۰ = ۳۰cm$

$F_{net} = ۰ \Rightarrow F_{فنر} - mg = ۰$

$\Rightarrow k\Delta L_۱ = mg \Rightarrow ۲۰۰ \times ۰٫۳ = m \times ۱۰ \Rightarrow m = ۶kg$



اکنون اگر فرض کنیم، آسانسور از حالتی که فنر طول عادی خود را دارد با شتاب a روبه‌بالا شروع کند تا وزنه به کف آسانسور برسد، خواهیم داشت:

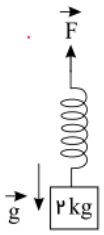
$\Delta L_۲ = \Delta L_۱ + ۷٫۵cm = ۳۰ + ۷٫۵ = ۳۷٫۵cm$

$F_{net} = ma \Rightarrow F_{فنر} - mg = ma \Rightarrow K\Delta L_۲ - mg = ma$

$\Rightarrow ۲۰۰ \times ۳۷٫۵ \times ۱۰^{-۲} - ۶۰ = ۶a \Rightarrow a = ۲٫۵\frac{m}{s^۲}$

تست ۱۱۲:

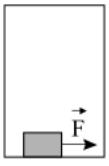
مطابق شکل مقابل فنری با جرم ناچیز، با طول عادی $۱۵cm$ و ثابت فنر $۱۴۰۰\frac{N}{m}$ به جسمی به جرم $۲kg$ بسته شده و مجموعه با شتاب $۴\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم به سمت پایین در حال حرکت است. اگر نوع حرکت جسم کندشونده باشد، طول فنر در این حالت چند سانتی‌متر است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از مقاومت هوا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



۱) ۱۷
۲) ۱۳
۳) ۲۰
۴) ۱۴

تست ۱۱۳:

مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $۴kg$ روی کف آسانسوری که به سمت بالا در حال حرکت است، قرار دارد. این جسم تحت تأثیر نیروی افقی $F = ۴N$ 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 $\frac{m}{s^۲}$ و نوع حرکت آسانسور مطابق کدام گزینه است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)

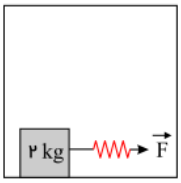


۱) ۵، تندشونده
۲) ۲، کندشونده
۳) ۵، کندشونده
۴) ۲، تندشونده

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست۱۱۴: تو!

در شکل زیر، جسمی به جرم $۲kg$ روی آسانسور قرار دارد و آسانسور با شتاب $۲m/s^۲$ به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر جسم در آستانهٔ لغزش روی سطح آسانسور باشد، تغییر طول فنر چند سانتی‌متر است؟ (ضریب اصطکاک ایستایی بین جرم و آسانسور $= ۰/۵$ ، $g = ۱۰m/s^۲$ ، ثابت فنر $۴۰۰N/m$)



۱) ۲٫۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۳٫۵

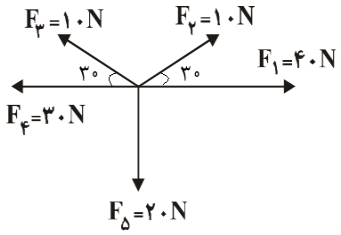
۱۲-۳-۳ مسائل تعادل (برداری)

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

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

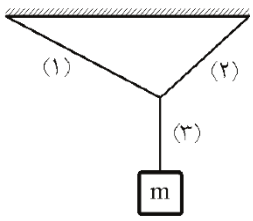
شرط تعادل استاتیکی : $F_{net,in\ all\ direction} = ۰ \xrightarrow{Tajziye} \begin{cases} F_{net,x} = ۰ \\ F_{net,y} = ۰ \end{cases}$

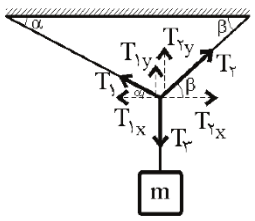
مثال آموزشی ۱:



مثال آموزشی ۲:

الف: با استفاده از تجزیه:

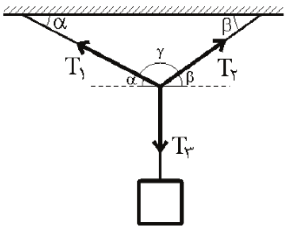




$$\sum T_x = ۰ \Rightarrow T_{۱x} = T_{۲x} \qquad \sum T_y = ۰ \Rightarrow T_{۱y} + T_{۲y} = T_۳$$

$$\begin{cases} T_۱ \cos\alpha = T_۲ \cos\beta \\ T_۱ \sin\alpha + T_۲ \sin\beta = T_۳ = mg \end{cases}$$

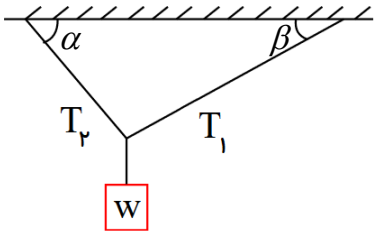
ب: با استفاده از قاعده سینوسا (لامی):



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

ج: نکته سریع:

نکته ۵۲: در شکل روبرو:

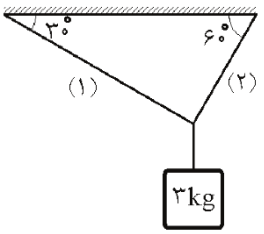


$$if\ \ \alpha+\beta=90^\circ \rightarrow \begin{cases} T_1=W\sin\beta \\ T_2=W\sin\alpha \end{cases}$$

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

تست ۱۱۵:

کشش نخ ۱ و ۲ به ترتیب چند نیوتن است؟

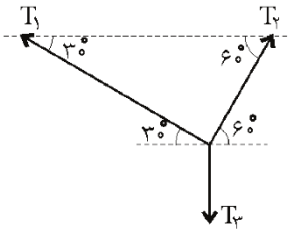


۱) ۱۵ و $15\sqrt{3}$

۲) $15\sqrt{3}$ و ۱۵

۳) ۶۰ و ۳۰

۴) ۳۰ و ۶۰



$$\frac{T_1}{\sin(90^\circ+60^\circ)}=\frac{T_2}{\sin(90^\circ+30^\circ)}=\frac{T_3}{\sin 90^\circ}$$

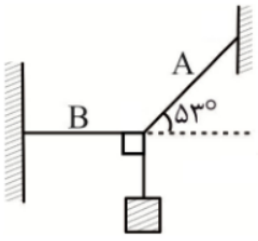
$$\frac{T_1}{\sin 150^\circ}=\frac{T_2}{\sin 120^\circ}=\frac{30}{\sin 90^\circ}\Rightarrow\frac{T_1}{\frac{1}{2}}=\frac{T_2}{\frac{\sqrt{3}}{2}}=\frac{30}{1}$$

$$\Rightarrow T_1=15N\ ,\ T_2=15\sqrt{3}N$$

تست ۱۱۶:

مطابق شکل مقابل جسمی توسط دو نخ بدون جرم A و B به حالت تعادل در آمده است. اگر اختلاف بزرگی کشش دو نخ ۱۲۰N باشد T_A و T_B به ترتیب چند نیوتون هستند؟

$(\sin 53^\circ = 0/8)$



۱) ۳۰۰ ،۳۰۰

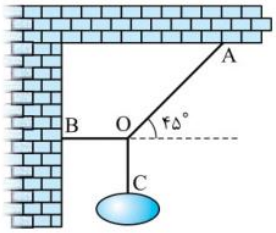
۲) ۱۸۰ ،۲۴۰

۳) ۳۰۰ ،۲۴۰

۴) ۱۸۰ ،۳۰۰

Physics_Agheli AliAgheli.ir

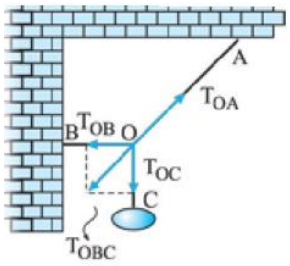
تست ۱۱۷:



در شکل روبه‌رو، نیروی کشش نخ OA برابر ۶۰ N و جرم تابلو ۲ kg است. نیروی کشش نخ OB چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\ m/s^۲$)

۱) $۱۰\sqrt{۱۷}$ ۲) $۴۰\sqrt{۲}$

۳) $۲۰\sqrt{۱۰}$ ۴) $۱۰\sqrt{۱۹}$



شکل روبه‌رو، نیروهای وارد بر نقطهٔ O را نشان می‌دهد. نیروی کشش نخ OC هم‌اندازه با وزن تابلوست:

$$T_{OC} = mg = ۲\times۱۰ = ۲۰\ N$$

برایند سه نیروی $\vec{T}_{OA}$، $\vec{T}_{OB}$ و $\vec{T}_{OC}$ صفر است. پس $\vec{T}_{OA}$ با برایند $\vec{T}_{OB}$ و $\vec{T}_{OC}$ هم‌اندازه و در خلاف جهت آن است:

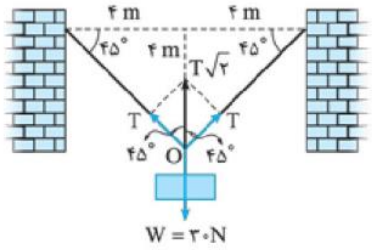
$$\vec{T}_{OBC} = \sqrt{T_{OB}^۲ + T_{OC}^۲} \xrightarrow{(T_{OA}=T_{OBC})} ۶۰ = \sqrt{T_{OB}^۲ + ۲۰^۲}$$

$$\rightarrow ۳۶۰۰ = T_{OB}^۲ + ۴۰۰ \rightarrow T_{OB}^۲ = ۳۲۰۰ = ۱۶۰۰\times۲ \rightarrow T_{OB} = ۴۰\sqrt{۲}\ N$$

تست ۱۱۸:

یک طناب افقی به طول ۸ متر، بین دو دیوار بلند بسته شده است. وزنهٔ ۳۰ N را به وسط آن آویزان می‌کنیم. طناب کش آمده، وسط طناب ۴ m پایین می‌آید و در آن به حال تعادل رسیده و می‌ایستد. کشش طناب در این حالت چند نیوتون است؟

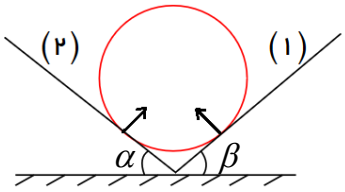
۱) ۱۵ ۲) $۱۵\sqrt{۲}$ ۳) ۳۰ ۴) $۳۰\sqrt{۲}$



دوتا نیروی کشش که هم‌اندازه‌اند و یکی نیروی کشش نخ متصل به نقطهٔ O که هم‌اندازه با وزن وزنه است *(هواست باشه! شکلمون متقارنه و نیروی کشش نخ‌های مایل باید هم‌اندازه باشند). برایند دو نیروی عمود بر هم (Tهای مایل) میشه $T\sqrt{۲}$ که باید هم‌اندازه با $W = ۳۰\ N$ و در خلاف جهت اون باشه.*

$$T\sqrt{۲} = W \rightarrow T\sqrt{۲} = ۳۰ \rightarrow T = ۱۵\sqrt{۲}\ N$$

نکته۵۳: 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)

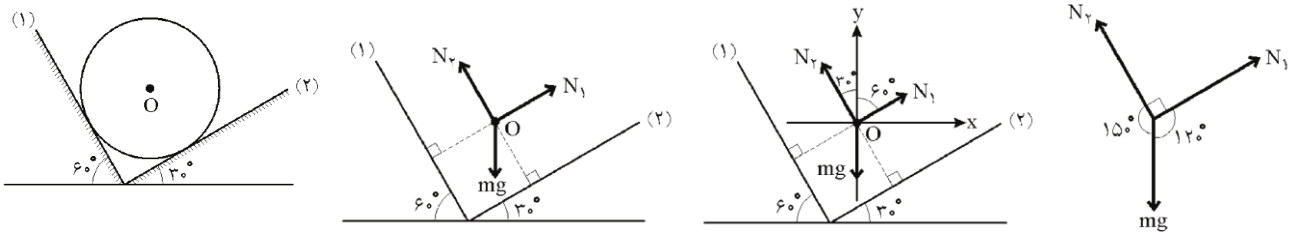


$$if\quad \alpha+\beta = ۹۰ \rightarrow \begin{cases} F_۱ = W\cos\beta \\ F_۲ = W\cos\alpha \end{cases}$$

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

تست ۱۱۹: اگر نیرویی که سطح ۲ بر گوی وارد می کند ۶۰ نیوتن باشد، جرم گوی و نیرویی که سطح ۱ بر آن اثر می دهد چقدر است؟

۱) $۲۰\sqrt{۳}$ و $۴\sqrt{۳}$ ۲) $۴\sqrt{۳}$ و $۲۰\sqrt{۳}$ ۳) ۱۲ و ۲۴ ۴) ۲۴ و ۱۲

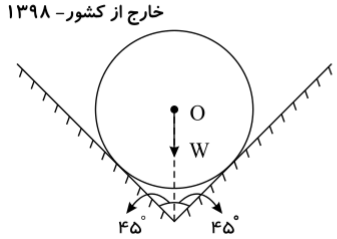


$$\frac{N_۲}{\sin ۱۲۰^\circ}=\frac{mg}{\sin ۹۰^\circ}=\frac{N_۱}{\sin ۱۵۰^\circ}\Rightarrow\begin{cases}\frac{۶۰}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}=\frac{mg}{۱}\Rightarrow mg=۴۰\sqrt{۳}\,N\Rightarrow m=۴\sqrt{۳}kg\\ \frac{۶۰}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}=\frac{N_۱}{\frac{۱}{۲}}\Rightarrow N_۱=۲۰\sqrt{۳}\,N\end{cases}$$

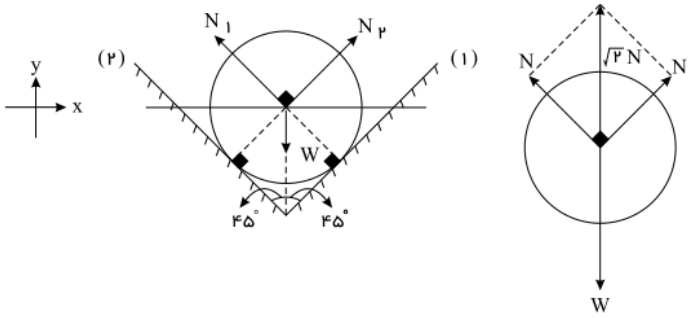
تست ۱۲۰:

در شکل زیر، کره‌ای همگن به جرم $۵kg$ درون یک ناوهٔ بدون اصطکاک قرار دارد. این جسم به هر یک از دیواره‌ها، نیروی چند نیوتون را وارد می‌کند؟ $(g=۱۰m/s^۲)$

خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) ۲۰
۲) ۲۵
۳) $۲۵\sqrt{۲}$
۴) $۵۰\sqrt{۲}$

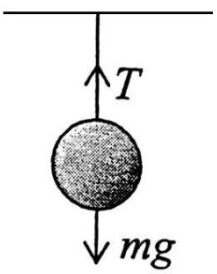


$$N_۱=N_۲=N$$

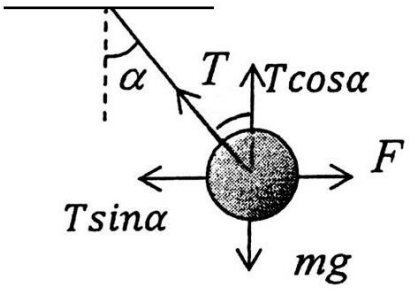
$$\sqrt{۲}N=W=mg=۵۰\rightarrow N=\frac{۵۰}{\sqrt{۲}}=\frac{۵۰\sqrt{۲}}{۲}=۲۵\sqrt{۲}N$$

نکته ۵۴: مسائل برداری آونگ

برای یک آونگ قائم در حالت تعادل داریم:



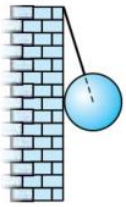
$$T=mg$$



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

Physics_Agheli AliAgheli.ir

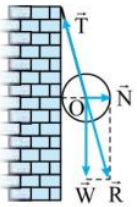
تست ۱۲۱:



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 $g = ۱۰\ N/kg$ است.)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰

۳) ۵۰ ۴) ۷۰



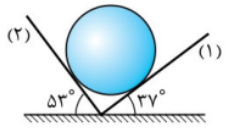
نیروی وارد بر کره را از مرکز کره رسم کرده‌ایم. نیروهای وزن کره و عمودی دیوار بر هم عمودند و برایند آن‌ها $(\vec{R})$ نیروی کشش نخ متصل به کره را خنثی می‌کند؛ پس:

$$T = R$$

$$T = \sqrt{N^۲ + W^۲} = \sqrt{۳۰^۲ + (۴\times ۱۰)^۲} = ۵۰\ N$$

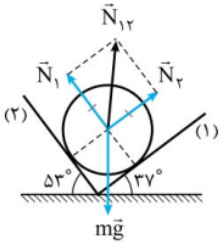
تست ۱۲۲:

در شکل زیر، کره‌ای به جرم $۴\ kg$ درون ناوه‌ای با دیواره‌های صیقلی قرار دارد. اگر نیرویی که کره به دیوارهٔ (۱) وارد می‌کند $۳۲\ N$ باشد، نیرویی که کره به دیوارهٔ (۲) وارد می‌کند، چند نیوتون است؟



۱) ۸ ۲) ۱۶

۳) ۲۴ ۴) ۳۶



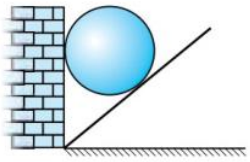
$$N_{۱۲} = mg \rightarrow \sqrt{N_۱^۲ + N_۲^۲} = mg$$

$$\sqrt{۳۲^۲ + N_۲^۲} = ۴\times ۱۰ \rightarrow N_۲^۲ = (۴۰)^۲ - (۳۲)^۲ = (۸\times ۵)^۲ - (۸\times ۴)^۴$$

$$N_۲^۲ = ۸^۲(۵^۲ - ۴^۲) = ۸^۲\times ۹ \rightarrow N_۲ = ۸\times ۳ = ۲۴\ N$$

تست ۱۲۳:

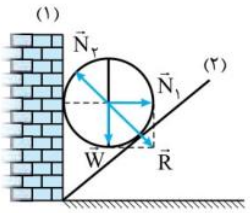
در شکل زیر، کره‌ای به جرم $۴\ kg$ بین یک سطح شیب‌دار و دیوار قائمی قرار دارد. اگر بزرگی نیروهایی که سطح شیب‌دار و دیوار به کره وارد می‌کنند، به ترتیب $۵۰\ N$ و $۳۰\ N$ باشد، جرم کره چند کیلوگرم است؟ $(g = ۱۰\ N/kg)$



۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۵

در شکل روبه‌رو، نیروهای وارد بر کره را رسم کرده‌ایم. $\vec{N}_۱$ بر سطح دیوار و $\vec{N}_۲$ بر سطح شیب‌دار عمود است. برایند $\vec{N}_۱$ و $\vec{W}$ را با $\vec{R}$ نشان داده‌ایم. $\vec{R}$ باید $\vec{N}_۲$ را خنثی کند.

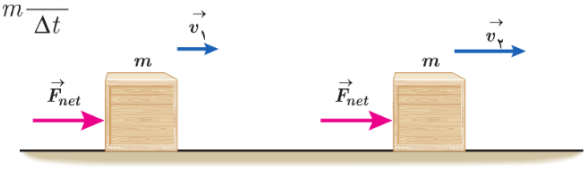


$$R = N_۲$$

$$\sqrt{N_۱^۲ + W^۲} = N_۲ \rightarrow \sqrt{۳۰^۲ + W^۲} = ۵۰^۲ \rightarrow W^۲ = ۲۵۰۰ - ۹۰۰ = ۱۶۰۰ \rightarrow W = ۴۰\ N$$

$$\rightarrow mg = ۴۰ \rightarrow m\times ۱۰ = ۴۰ \rightarrow m = ۴\ kg$$

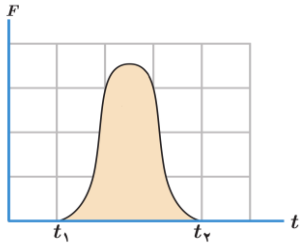
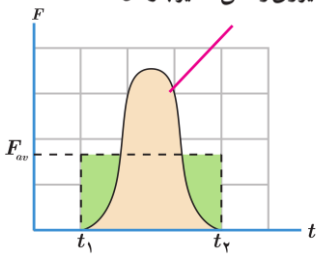
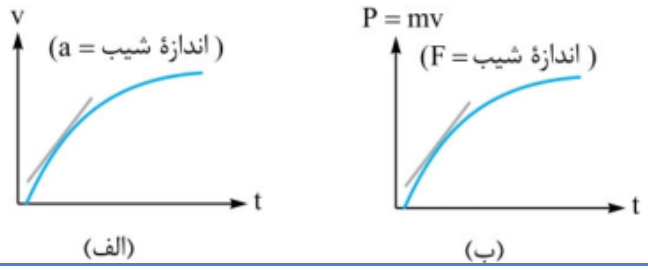
$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} = m\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



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

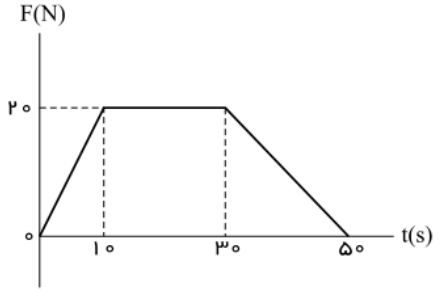
مفهوم	یک شهاب سنگ رو در نظر بگیرین که با سرعت ثابت در فضا در حال حرکت است. با توجه به اینکه سرعت شهاب سنگ ثابت است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر می باشد. زیرا می دانیم که F=ma یعنی نیرو برابر است با جرم در شتاب. وقتی شتابی وجود ندارد پس نیرویی هم نیست. ولی زمانی که این شهاب سنگ به یک ماهواره برخورد 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!	$K = \frac{1}{2}mV^2 \xrightarrow{P=mV} K = \frac{1}{2}PV$
	• بازه زمانی کوچک: نیرو را در این بازه ها تقریبا ثابت می گیریم

Physics_Agheli AliAgheli.ir

اگر نیرو ثابت نباشد	(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. $\Delta p = F_{av}.\Delta t \rightarrow m.\Delta V = F_{av}.\Delta t$ نیرو، زمان، سرعت، جرم (تیپ سوالات برخورد)
شیب نمودار P-t	نیرو 

تست ۱۲۴:

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

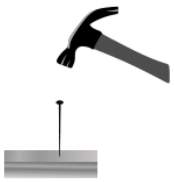
تست ۱۲۵:

اگر **تکانه** گلوله‌ای در SI از ۲۰ به ۲۲ برسد، انرژی جنبشی گلوله چند درصد افزایش می‌یابد؟ سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۲۱ ۴) ۴۲

تست ۱۲۶:

چکشی به جرم ۲ کیلوگرم را با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ در راستای قائم به سر میخی می‌کوبیم. اگر تندی برگشت چکش از میخ برابر با $۵\frac{m}{s}$ در راستای قائم و زمان برخورد چکش با سر میخ $۰٫۰۵s$ باشد، بزرگی نیروی متوسطی که به چکش وارد می‌شود، چند نیوتون است؟



۱) ۱۵۰
۲) ۲۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۸۰۰

گزینه ۳ با رابطه تغییرات تکانه در واحد زمان می‌توانیم نیروی متوسط را به‌دست آوریم.

$$|\vec{F}_{av}| = \left|\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}\right| = m\frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t} = \frac{۲ \times |-۵-۱۰|}{۰٫۰۵} = \frac{۲ \times ۱۵}{۰٫۰۵} = ۶۰۰N$$

تست ۱۲۷:

دو جسم A و B با سرعت‌های ثابت در حرکت‌اند و تکانهٔ آن‌ها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B، ۵ برابر انرژی جنبشی جسم A باشد، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟ خارج از کشور- ۱۳۹۸

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

تست ۱۲۸:

جسمی به جرم $۲kg$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی با سرعت $۵\frac{m}{s}$ درحال حرکت است. اگر نیروی افقی $F = ۳N$ درجهت حرکت جسم به مدت ۴ ثانیه بر جسم وارد شود، در پایان این مدت، تکانه‌ی جسم چند $\frac{kg \cdot m}{s}$ می‌شود؟ سراسری- ۱۳۹۰

۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۲۲ ۴) ۳۸

Physics_Agheli AliAgheli.ir

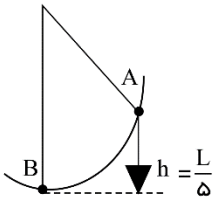
تست ۱۲۹:

گلوله‌ی آونگی به جرم M از ریسمانی به طول L ، آویزان است. گلوله روی مسیر دایره‌ای به یک طرف کشیده می‌شود تا به ارتفاع $\frac{L}{5}$ بالاتر از وضعیت تعادل برسد. اگر گلوله از آن حالت رها شود، تکانه اش در هنگام عبور از پایین ترین نقطه‌ی مسیر چقدر است؟ (کمیت ها در SI می باشند، از مقاومت هوا صرف نظر شود و g ، شتاب گرانش است)

سراسری- ۱۳۹۰

۱) $\frac{8}{5}M\cdot Lg$ ۲) $\frac{2}{5}M\cdot Lg$ ۳) $\sqrt{\frac{8}{5}M^2Lg}$ ۴) $\sqrt{\frac{2}{5}M^2Lg}$

با توجه به قضیه کارو انرژی، می دانیم انرژی پتانسیل در نقطه A با انرژی جنبشی در نقطه B برابر است، بنابراین:



$$E_A = E_B \rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = 2gh = 2g\times\frac{L}{5} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2gL}{5}}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} \Rightarrow p = m\times\sqrt{\frac{2gL}{5}} \Rightarrow p = \sqrt{\frac{2gLM^2}{5}}$$

راه دوم: چون $K = \frac{p^2}{2m}$ است . بنابراین:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U = K \Rightarrow mg\frac{L}{5} = \frac{P^2}{2M} \Rightarrow p = \sqrt{\frac{2M^2gL}{5}}$$

-سراسری-۱۳۹۰

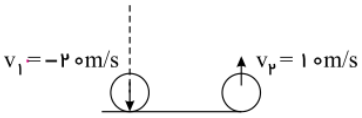
تست ۱۳۰:

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

پاسخ: گزینه ۴

برای تعیین بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله، باید بزرگی شتاب متوسط آن را بیابیم، به همین دلیل باید بزرگی تغییر سرعت گلوله را محاسبه کنیم. در اینجا اگر جهت رو به پایین را منفی در نظر بگیریم، داریم:



$$|v_1| = \sqrt{2gh} \xrightarrow[g=10\frac{m}{s^2}]{h=20m} |v_1| = \sqrt{2\times10\times20} \Rightarrow |v_1| = 20\frac{m}{s}$$

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 10 - (-20) \Rightarrow \Delta v = 30\frac{m}{s}$$

و برای تعیین بزرگی شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=0/2s]{\Delta v=30\frac{m}{s}} a_{av} = \frac{30}{0/2} \Rightarrow a_{av} = 150\frac{m}{s^2}$$

و در نهایت برای تعیین بزرگی نیروی متوسط داریم:

$$F_{av} = ma_{av} = 0/2\times150 \Rightarrow F_{av} = 30N$$

تست ۱۳۱:

جسمی به جرم $4kg$ با سرعت $10\frac{m}{s}$ در حرکت است. اگر با تغییر سرعت جسم، انرژی جنبشی آن ۹ برابر شود. بزرگی تکانه‌ی آن در SI چه قدر افزایش می‌یابد؟

خارج از کشور- ۱۳۹۱

۱) ۱۲ ۲) ۸۰ ۳) ۳۲۰ ۴) ۳۶۰

تست ۱۳۲:

انرژی جنبشی یک دونده ی ۴۰ کیلوگرمی با انرژی جنبشی یک گلوله ی ۱۰۰ گرمی برابر است. در این حالت، بزرگی تکانه ی دونده چند برابر بزرگی تکانه ی گلوله است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۱

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۲۰

تست ۱۳۳:

معادله‌ی تکانه جسمی به جرم ۰٫۵ کیلوگرم در SI به صورت $P = t^2 - 10t + 20$ است. نیروی متوسط وارد برجسم در بازه $t_1 = 5s$ تا $t_2 = 7s$ چند نیوتون است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۳

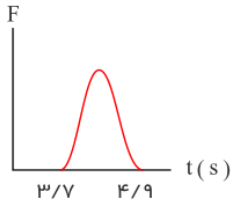
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

همچنین شتاب متوسط در بازه ۵ تا ۷ را به دست آورید.

و مشخص کنید در بازه ۰ تا ۵ حرکت متحرک چگونه است ؟

تست ۱۳۴:

نمودار اندازهٔ نیرویی خالص وارد بر توپ در بازی چوگان برحسب زمان، مطابق شکل زیر است. اگر مساحت سطح زیر نمودار برابر با ۱۴٫۴ واحد SI باشد، اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر توپ طی این مدت برابر با چند نیوتون است؟



۱) ۶ ۲) ۸

۳) ۱۰ ۴) ۱۲

گزینه ۴ طبق قانون دوم نیوتون، نیروی خالص متوسط وارد بر جسم برابر است با:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

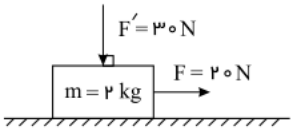
از طرف دیگر مساحت سطح زیر نمودار نیرو – زمان برابر با تغییرات تکانه است. بنابراین داریم:

$$F_{av} = \frac{14/4}{(4/9 - 3/7)} \Rightarrow F_{av} = 12N$$

تست ۱۳۵:

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؟ $(g = 10N/kg)$

خارج از کشور- ۱۳۹۸



۱) صفر ۲) ۹

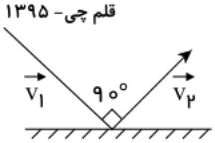
۳) ۱۰ ۴) ۲۸

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۳۶:

گلوله‌ای به جرم $1kg$ مطابق شکل زیر با سرعت $v_1 = 4\frac{m}{s}$ به زمین برخورد کرده و با سرعت $v_2 = 3\frac{m}{s}$ از زمین جدا می‌شود تغییر تکانه گلوله برحسب کیلوگرم متر بر ثانیه کدام است؟

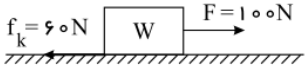
قلم چی- ۱۳۹۵



۱) ۱
۲) ۳
۳) ۵
۴) ۷

تست ۱۳۷:

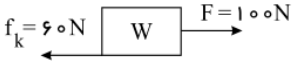
شکل زیر، نیروهای افقی واردشده به جسمی به وزن W را نشان می‌دهد که بر روی سطح افقی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تغییر تکانهٔ آن در مدت یک ثانیه، در SI چقدر است؟



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

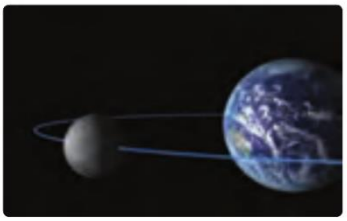
پاسخ: گزینه ۲

با توجه به رابطهٔ بین تکانه و قانون دوم نیوتون داریم:



$$\vec{F_{net}} = m\vec{a} = \frac{m\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta\vec{P} = \vec{F_{net}} \cdot \Delta t \xrightarrow{F_{net}=F-f_k} \Delta P = (F - f_k)\Delta t \xrightarrow[f_k=۶۰N]{F=۱۰۰N,\Delta t=۱s} \Delta P = (۱۰۰ - ۶۰) \times ۱ \Rightarrow \Delta P = ۴۰kg\frac{m}{s}$$

از کجا شروع شد؟



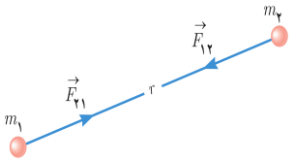
اگر بر ماه نیرویی وارد نشود ماه باید
به‌طور مستقیم حرکت کند نه به صورت دایره‌ای

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.

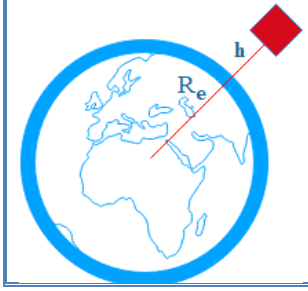
که R_e شعاع زمین و M_e جرم زمین می باشد.

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

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

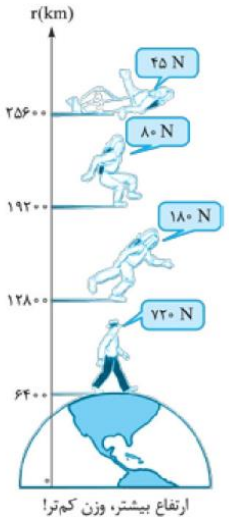
(شتاب گرانش سیاره M در فاصله r از مرکز سیاره برابر $g = G\frac{M}{r^۲}$ می باشد.)

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

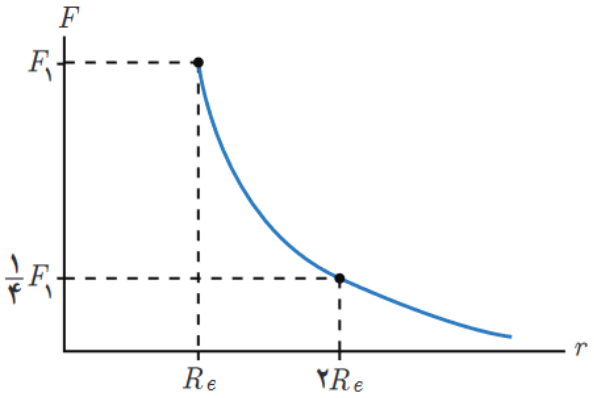


Physics_Agheli AliAgheli.ir

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 ۱۳۸:

در نقطه‌ای که فاصله‌اش تا سطح زمین n برابر شعاع زمین است، شتاب گرانش $\frac{1}{4}$ شتاب گرانش در سطح زمین است. n کدام است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۱

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۱۳۹:

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 ۱۴۰:

جرم فضانوردی $80kg$ است. اگر شتاب گرانش در سطح زمین $9/8\,m/s^2$ و شعاع متوسط کرهٔ زمین $6400km$ باشد، وزن این فضانورد وقتی داخل سفینه‌ای است که در ارتفاع ۶۴۰۰ کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد، چند نیوتون است؟

سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۸۰۰ ۲) ۳۹۲ ۳) ۱۹۶ ۴) صفر

تست ۱۴۱:

جرم سیاره **A**، ۶۴ برابر جرم سیاره **B** و فاصله مرکزهای آن دو از هم **d** است. یک کشتی فضایی از سیاره **A** به سوی سیاره **B** پرتاب می شود. در چه فاصله ای از سیاره **A** نیروی وارد بر کشتی فضایی صفر می شود؟

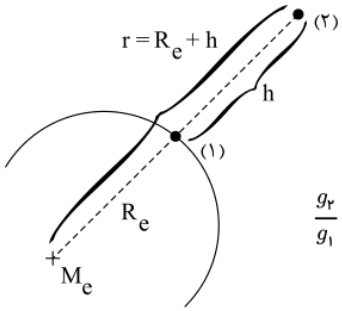
۱) $\frac{8}{9}d$ ۲) $\frac{1}{9}d$ ۳) $\frac{1}{64}d$ ۴) $\frac{1}{8}d$

تست ۱۴۲:

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) $۹R_e$

پاسخ: گزینه ۴



وقتی شتاب گرانش ۹۹ درصد کاهش یافته، شتاب گرانش در آن نقطه معادل یک درصد شتاب گرانش در سطح زمین است. از طرفی می‌دانیم که شتاب گرانش با مربع فاصله از مرکز زمین نسبت عکس دارد؛ بنابراین داریم:

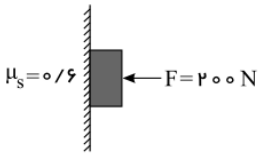
$$\frac{g_۲}{g_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \xrightarrow[r_۱=R_e, r_۲=R_e+h]{g_۲=۰/۰۱g_۱} \frac{۱}{۱۰۰}=(\frac{R_e}{R_e+h})^۲ \rightarrow \frac{۱}{۱۰}=\frac{R_e}{R_e+h} \rightarrow h=۹R_e$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

سوالات اضاف

تست ۱۴۳:

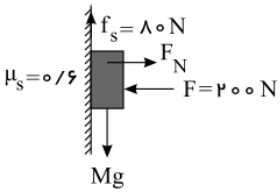
در شکل زیر جسمی به جرم M توسط نیروی افقی $F = ۲۰۰N$ روی دیوار قائمی به حالت سکون قراردارد و نیروی اصطکاک وارد بر جسم $۸۰N$ است. پس از آن‌که وزنه‌ای به جرم m را از جسم آویزان می‌کنیم، جسم در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد. مقدار m چند کیلوگرم است؟ $(g \approx ۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

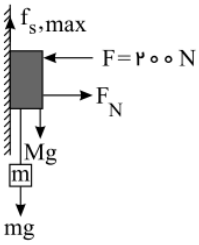
گزینه ۲ ابتدا جرم M را محاسبه می‌کنیم. با توجه به شکل، چون جسم در راستای قائم در حالت تعادل قرار دارد، داریم:

$$(F_y)_{net} = ۰ \Rightarrow f_s = Mg \Rightarrow ۸۰ = M \times ۱۰ \Rightarrow M = ۸kg$$



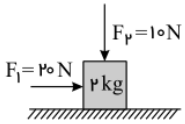
بعد از آویزان کردن وزنه، جسم در آستانهٔ حرکت قرار گرفته و در این حالت نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه به جسم وارد می‌شود و چون جسم در راستای قائم و افقی در حالت تعادل قرار دارد، داریم:

$$(F_x)_{net} = ۰ \Rightarrow F_N = F = ۲۰۰N$$
$$\Rightarrow \mu_s F_N = Mg + mg \Rightarrow f_{s,\max} = Mg + mg$$
$$\Rightarrow m = ۴kg \Rightarrow ۰/۶ \times ۲۰۰ = ۸۰ + ۱۰m \Rightarrow ۱۲۰ = ۸۰ + ۱۰m$$



تست ۱۴۴:

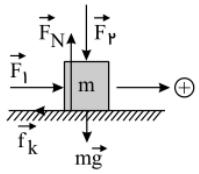
در شکل زیر وقتی $F_۲ = ۱۰N$ است جسم با تندی ثابت در حال حرکت است. نیروی $F_۲$ چند نیوتون افزایش یابد تا بزرگی شتاب حرکت جسم برابر با $۲m/s^۲$ شود؟ $(g = ۱۰N/kg)$



۱) ۱۶ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۶

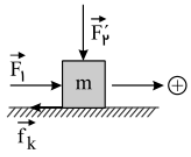
گزینه ۴

وقتی جسم با تندی ثابت حرکت می‌کند برایند نیروهای وارد بر آن برابر صفر است.



$$\text{برایند } F = ma \Rightarrow F_۱ - f_k = ma \xrightarrow[\text{تندی ثابت}]{a=۰} ۲۰ - f_k = ۰ \Rightarrow \mu_k N = ۲۰ \Rightarrow \mu_k(F_۲ + mg) = ۲۰ \xrightarrow[mg=۲۰N]{F_۲=۱۰N} \mu_k(۱۰ + ۲۰) = ۲۰ \Rightarrow \mu_k = \frac{۲}{۳}$$

وقتی نیروی $F_۲$ افزایش می‌یابد. f_k نیز افزایش می‌یابد و لذا نوع حرکت جسم کندشونده می‌شود.

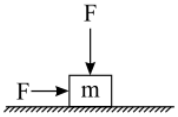


$$\xrightarrow{\text{حرکت کندشونده}} F_۱ - f_k = ma \Rightarrow ۲۰ - \mu_k(F'_۲ + mg) = ۲ \times (-۲) \Rightarrow ۲۰ - \frac{۲}{۳}(F'_۲ + ۲۰) = -۴ \Rightarrow F'_۲ = ۱۶N$$

بنابراین نیروی $F_۲$ باید ۶ نیوتون افزایش یابد.

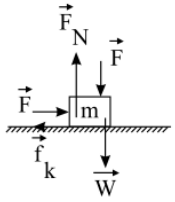
تست ۱۴۵:

مطابق شکل زیر جسمی به جرم $۲kg$ تحت تأثیر دو نیروی هم‌اندازه و عمود برهم روی سطح افقی دارای اصطکاکی در حال حرکت است. اگر بزرگی نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، $۱۵۰N$ باشد، شتاب حرکت جسم چند $\frac{m}{s^۲}$ است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg}, \mu_k = \frac{۳}{۴})$



۱) ۲
۲) ۶/۵
۳) ۵
۴) ۴

گزینه ۳ نیروی سطح برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.



$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲}$

با توجه به رابطهٔ نیروی سطح، نیروی $\vec{F}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\xrightarrow[f_k=\mu_k F_N]{F_N=W+F} R = \sqrt{(W+F)^۲ + (\mu_k(W+F))^۲}$$

$$\Rightarrow R = (W+F)\sqrt{۱+\mu_k^۲} \xrightarrow[W=۲\times ۱۰=۲۰N, R=۱۵۰N]{\mu_k=\frac{۳}{۴}} ۱۵۰ = (۲۰+F)\sqrt{۱+(\frac{۳}{۴})^۲} \Rightarrow ۱۵۰ = (۲+F)(\sqrt{\frac{۲۵}{۱۶}})$$

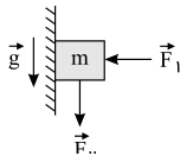
$$\Rightarrow ۲۰ + F = \frac{۱۵۰ \times ۴}{۵} \Rightarrow F = ۱۰۰N$$

اکنون قانون دوم نیوتون را برای جسم m می‌نویسیم:

$$F - \mu_k F_N = ma \xrightarrow{F_N=W+F=۱۲۰N} ۱۰۰ - ۱۲۰ \times \frac{۳}{۴} = ۲a \Rightarrow a = ۵\frac{m}{s^۲}$$

تست ۱۴۶:

در شکل زیر جسمی به جرم $m = ۴۰۰g$ تحت تأثیر دو نیروی افقی و قائم $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ از حال سکون به‌سمت پایین شروع به حرکت می‌کند، و پس از طی مسافت $۱۰cm$، تندی آن به $۱\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر در این لحظه جهت نیروی $\vec{F}_۲$ عکس شود، جسم پس از طی مسافت $۲۰cm$ متوقف می‌شود. اندازه نیروی $\vec{F}_۲$ چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰N/kg)$



۱) ۴
۲) ۱/۵
۳) ۲
۴) ۲/۵

گزینه ۲ شتاب در هر مرحله را حساب می‌کنیم با انتخاب جهت مثبت حرکت به‌سمت پایین داریم:

$$v^۲ - ۰^۲ = ۲a_۱\Delta x_۱ \Rightarrow a_۱ = \frac{v^۲}{۲\Delta x_۱} \xrightarrow[\Delta x_۱ = ۰/۱m]{v=۱m/s} a_۱ = \frac{۱^۲}{۲ \times ۰/۱} = ۵m/s^۲$$

$$۰^۲ - v^۲ = ۲a_۲\Delta x_۲ \Rightarrow a_۲ = \frac{-۱^۲}{۲ \times ۰/۲} = -۲/۵m/s^۲$$

اکنون قانون دوم نیوتون را برای دو حالت می‌نویسیم:

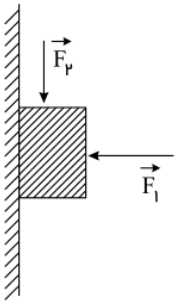
$$\left.\begin{array}{l} F_۲ + mg - \mu_k F_۱ = ma_۱ \\ F_۲ + \mu_k F_۱ - mg = m|a_۲| \end{array}\right\} \Rightarrow ۲F_۲ = m(a_۱ + |a_۲|)$$

$$\Rightarrow F_۲ = \frac{m(a_۱ + |a_۲|)}{۲} \xrightarrow[a_۲=-۲/۵m/s^۲]{a_۱=۵m/s^۲ \ , \ m=۴۰۰g=۰/۴kg} F_۲ = \frac{۰/۴ \times (۲/۵ + ۵)}{۲} = ۱/۵N$$

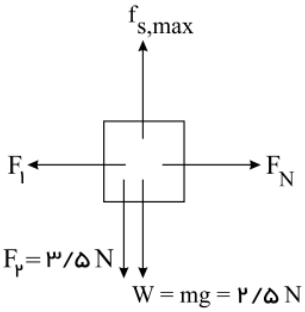
Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۴۷:

قطعه چوبی به جرم ۲۵۰ گرم، با نیروی افقی F_1 مطابق شکل زیر، به دیوار قائم فشرده شده است. اگر با وارد کردن نیروی $F_2 = ۳/۵N$ چوب در آستانهٔ لغزش قرار گیرد و در این حالت نیرویی که دیوار به چوب وارد می‌کند ۱۰N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و چوب، چقدر است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$



۱) ۰/۷۵
۲) ۰/۶
۳) ۰/۵
۴) ۰/۲۵



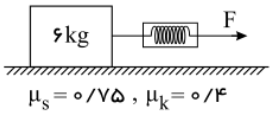
$$f_{s,max} = F_2 + W = ۳/۵ + ۲/۵ = ۶N$$

$$R = \sqrt{f_{s,max}^2 + F_N^2} \rightarrow ۱۰ = \sqrt{۶^2 + F_N^2} \rightarrow F_N = ۸N$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N \rightarrow ۶ = \mu_s \times ۸ \rightarrow \mu_s = ۰/۷۵$$

تست ۱۴۸:

در شکل زیر، جسم روی سطح افقی ساکن است. اگر با نیروسنج، نیروی افقی $F = ۲۵N$ بر آن وارد کنیم، نیرویی که جسم به سطح افقی وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^2})$

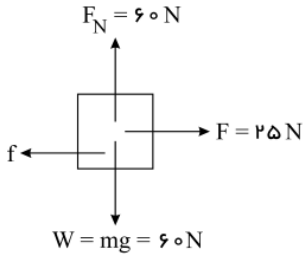


۱) ۶۵
۲) ۷۵
۳) $۱۵\sqrt{۱۳}$
۴) $۱۲\sqrt{۲۹}$

پاسخ: گزینه ۱ قبل از هر چیز می‌دانیم، در اینجا نیرویی که سطح افقی به جسم وارد می‌کند به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

بنابراین نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده و نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح را می‌یابیم:



چون جسم ساکن است، باید اول بررسی کنیم که قادر به حرکت دادن جسم هستیم یا خیر. یعنی:

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = ۰/۷۵ \times ۶۰ \rightarrow f_{s,max} = ۴۵N$$

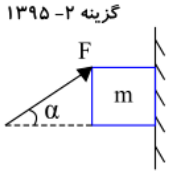
یعنی در اینجا حداقل ۴۵N نیرو لازم داریم تا جسم ساکن را به حرکت وادار و چون $F = ۲۵N < ۴۵N$ است، قادر به حرکت دادن جسم نیستیم و جسم ساکن می‌ماند، پس $f_s = F = ۲۵N$ است. در نهایت داریم:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{(۶۰)^2 + (۲۵)^2} = \sqrt{(۵ \times ۱۲)^2 + (۵ \times ۵)^2} = ۵ \times ۱۳ \rightarrow R = ۶۵N$$

تست ۱۴۹:

در شکل مقابل، حداقل نیروی F چقدر باشد تا جعبه در آستانه‌ی لغزش قرار گیرد؟

گزینه ۲- ۱۳۹۵

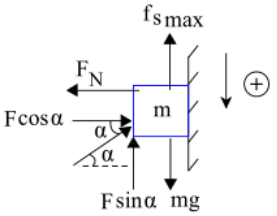


۱) $\mu_S mgCos\alpha$

۲) $\mu_S mgCos\alpha + mgSin\alpha$

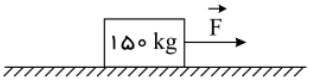
۳) $\frac{mg}{Sin\alpha + \mu_S Cos\alpha}$

۴) $\frac{mg}{Sin\alpha - \mu_S Cos\alpha}$



تست ۱۵۰:

مطابق شکل زیر، جسمی با نیروی افقی $\vec{F}$ روی سطح افقی با شتاب ثابت $۲\frac{m}{s^۲}$ به طرف راست به حرکت درمی‌آید. اگر نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می‌کند، $۱۶۲۵N$ باشد، نیروی F چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۴۰۰

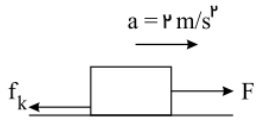
۲) ۴۲۵

۳) ۸۰۰

۴) ۹۲۵

پاسخ: گزینه ۴

در ابتدا با توجه به قانون دوم نیوتون، رابطهٔ بین نیروی محرک F و نیروی اصطکاک f_k را می‌یابیم.



$$F_{Net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \xrightarrow[a=۲\frac{m}{s^۲}]{m=۱۵۰kg} F - f_k = ۱۵۰ \times ۲ \Rightarrow F - f_k = ۳۰۰N \quad (۱)$$

از طرفی می‌دانیم که نیروی سطح افقی به جسم به‌صورت زیر محاسبه می‌شود

$$R = \sqrt{F_N^۲ + f_k^۲} \xrightarrow[R=۱۶۲۵N]{F_N=mg=۱۵۰۰N} ۱۶۲۵ = \sqrt{(۱۵۰۰)^۲ + f_k^۲} \Rightarrow (۱۶۲۵)^۲ = (۱۵۰۰)^۲ + f_k^۲ \Rightarrow f_k^۲ = (۱۶۲۵)^۲ - (۱۵۰۰)^۲$$

$$\Rightarrow f_k^۲ = (۱۶۲۵ - ۱۵۰۰)(۱۶۲۵ + ۱۵۰۰) = ۱۲۵ \times ۳۱۲۵ \Rightarrow f_k = ۱۲۵ \times ۲۵ \times ۱۲۵ \Rightarrow f_k^۲ = ۱۲۵ \times ۵ \Rightarrow f_k = ۶۲۵N$$

حال با توجه به معادلهٔ (۱) داریم:

$$F - f_k = ۳۰۰N \xrightarrow{f_k=۶۲۵N} F - ۶۲۵ = ۳۰۰ \Rightarrow F = ۹۲۵N$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۵۱:

جسمی به جرم m روی سطحی افقی در حال سکون قرار دارد. اگر نیروی ثابت $\vec{F}$ به مدت t ثانیه به آن وارد شده و سپس قطع شود، نسبت مسافت طی شده در مدت زمانی که حرکت جسم کندشونده است به مسافت طی شده در مدت زمانی که حرکت جسم تندشونده است، کدام است؟ (f_k نیروی اصطکاک جنبشی است.)

۱) $\frac{f_k}{F}$ ۲) $\frac{f_k}{F-f_k}$ ۳) $\frac{F}{f_k}$ ۴) $\frac{F-f_k}{f_k}$

گزینه ۴ چون جسم در ابتدا ساکن است و با اعمال نیروی افقی $\vec{F}$ شروع به حرکت می‌کند، بنابراین در t ثانیهٔ ابتدایی، حرکت جسم تندشونده و بعد از قطع نیروی $\vec{F}$، حرکت آن کندشونده خواهد بود تا جسم بایستد. داریم:

حرکت تندشونده : $F_{net}=ma \Rightarrow F-f_k=ma_1 \Rightarrow a_1=\frac{1}{m}(F-f_k)$

حرکت کندشونده : $F_{net}=ma \Rightarrow -f_k=ma_2 \Rightarrow a_2=\frac{-1}{m}f_k$

حال با استفاده از معادلهٔ سرعت - جابه‌جایی در هر مرحله، داریم:

$$v^2=v_0^2+2a\Delta x$$

حرکت تندشونده : $v^2=0+2a_1\Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1=\frac{v^2}{2a_1}$

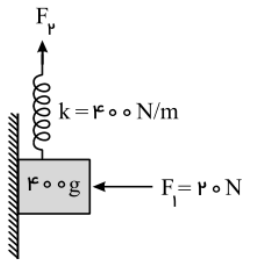
حرکت کندشونده : $0=v^2+2a_2\Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2=\frac{-v^2}{2a_2}$

بنابراین:

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}=\frac{-a_1}{a_2}=\frac{-\frac{1}{m}(F-f_k)}{-\frac{1}{m}f_k} \rightarrow \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}=\frac{F-f_k}{f_k}$$

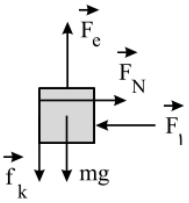
تست ۱۵۲:

در شکل زیر، جسمی به جرم $400g$ با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به سمت بالا می‌رود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح قائم برابر ۰٫۶ باشد، تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی چند سانتی‌متر است؟ ($g=10\frac{N}{kg}$)



۱) ۰٫۴۲
۲) ۰٫۱۲
۳) ۴٫۲
۴) ۱٫۲

گزینه ۳ نیروهای وارد بر جسم را مشخص می‌کنیم. با نوشتن قانون دوم نیوتون نیروی فنر را به‌دست می‌آوریم:



$$\xrightarrow[g=10\frac{N}{kg},\ m=400g=0.4kg,\ a=2\frac{m}{s^2}]{f_k=\mu_kF_N,\ F_1=F_N=20N,\ \mu_k=0.6} F_e=0.4\times 2+(0.6\times 20+0.4\times 10)=16.8N$$

اکنون با توجه به رابطهٔ تغییر طول فنر داریم:

$$F_e=kx \xrightarrow[k=400\frac{N}{m}]{F_e=16.8N} x=\frac{16.8}{400}m=4.2cm$$

تست ۱۵۳:

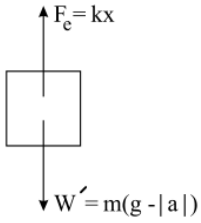
وزنه‌ای را به انتهای فنر سبکی به طول $۲۶cm$ بسته و از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. ثابت فنر در SI برابر ۲۰۰ است. آسانسور از حالت سکون با شتاب $۱\frac{m}{s^۲}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند و در این شرایط طول فنر به $۳۵cm$ می‌رسد. جرم وزنه، چند کیلوگرم است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۲ ۲) ۱٫۵ ۳) ۱ ۴) ۰٫۵

پاسخ: گزینه ۱ با توجه به ترکیبی بودن این سؤال که از ترکیب نیروی کشسانی فنر و حرکت آسانسور تشکیل شده، باید به دو نکته توجه کنیم. اول اینکه چون شتاب حرکت آسانسور رو به پایین است، شتاب ظاهری از رابطهٔ $g' = g - |a|$ و همین‌طور نیروی وزن ظاهری از رابطهٔ $W' = m(g - |a|)$ محاسبه می‌شود. دوم اینکه بزرگی نیروی کشسانی فنر برای این جسم آویخته به فنر وقتی به اندازهٔ x تغییر طول پیدا کرده (نسبت به حالت عادی فنر) به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$F_e = kx$

در نهایت از دید شخصی که در داخل آسانسور ایستاده و به جسم آویخته به فنر ساکن نگاه می‌کند، داریم:

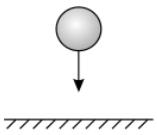


$$x = \ell - \ell_۰ = ۳۵ - ۲۶ = ۹cm = ۰٫۰۹m$$

$$kx = W' \xrightarrow[|a|=۱\frac{m}{s^۲}]{k=۲۰۰\frac{N}{m}} (۲۰۰)(۰٫۰۹) = m(۱۰ - ۱) \Rightarrow m = ۲kg$$

تست ۱۵۴:

مطابق شکل زیر، توپی به جرم $۴kg$ در راستای قائم، با تندی $۶m/s$ به سطح افقی برخورد می‌کند و با تندی $۴m/s$ در همان راستا بر می‌گردد. اگر مدت زمان برخورد توپ با زمین ۰٫۰۵ ثانیه باشد، اندازهٔ نیروی خالص متوسط وارد بر توپ در زمان برخورد چند نیوتون است؟



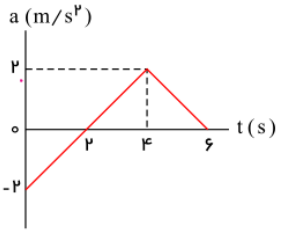
۱) ۳۲۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

گزینه ۲ با انتخاب جهت مثبت به‌سمت بالا سرعت توپ در برخورد با زمین $-۶\vec{j}$ و در برگشت $+۴\vec{j}$ واحد SI است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = \frac{m(\vec{v}_۲ - \vec{v}_۱)}{\Delta t} = \frac{۴(۴\vec{j} - (-۶\vec{j}))}{۰٫۰۵} = ۸۰۰\vec{j}(N)$$

تست ۱۵۵:

در شکل زیر نمودار شتاب - زمان متحرکی به جرم $۲kg$ که روی محور x در حرکت است، نشان داده شده است. اگر سرعت اولیهٔ متحرک $۴m/s$ باشد. اندازهٔ تکانهٔ آن در لحظهٔ $t = ۶s$ چند $kg \cdot m/s$ است؟

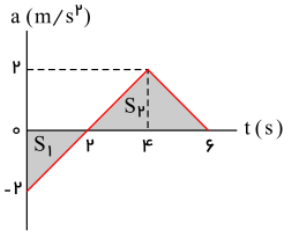


۱) ۲۰
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۲

گزینه ۴ بنا به رابطهٔ $p = mv$، برای محاسبهٔ اندازهٔ تکانه در لحظهٔ $t = ۶s$ باید سرعت در این لحظه را به‌دست آوریم. چون شتاب حرکت ثابت نیست. کافیست مساحت سطح محصور بین نمودار شتاب- زمان و محور زمان که برابر با Δv است را محاسبه کرده و سپس از رابطهٔ $\Delta v = v - v_۰$ سرعت را حساب کنیم.

$$\Delta v = S_۱ + S_۲ = \frac{-۲ \times ۲}{۲} + \frac{(۶ - ۲) \times ۲}{۲} \Rightarrow \Delta v = -۲ + ۴ = ۲\ m/s$$

$$\Delta v = v - v_۰ \xrightarrow[\Delta v = ۲m/s]{v_۰ = ۴m/s} ۲ = v - ۴ \Rightarrow v = ۶\ m/s$$



حال اندازهٔ تکانه را حساب می‌کنیم.

$$p = mv \xrightarrow[v = ۶m/s]{m = ۲kg} p = ۲ \times ۶ = ۱۲kg \cdot m/s$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

تست ۱۵۶:

جسمی به جرم $۲۰kg$ با سرعت ثابت $\vec{v}=(۵\frac{m}{s})\vec{i}$ در مسیر مستقیم در حرکت است. نیروی خالص $\vec{F}_{net}=(۴N)\vec{i}$ به مدت چند ثانیه بر جسم اثر کند تا تکانهٔ آن دو برابر شود؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۲ در ابتدا تغییر تکانهٔ جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta p=p_۲-p_۱\xrightarrow{p_۲=۲p_۱}\Delta p=۲p_۱-p_۱\rightarrow\Delta p=p_۱$$

از طرفی با توجه به رابطهٔ بین قانون دوم نیوتون و تغییر تکانه داریم:

$$\Delta p=F_{net}\cdot\Delta t\xrightarrow{\Delta p=p_۱}p_۱=F_{net}\cdot\Delta t\xrightarrow{p_۱=mv_۱}\rightarrow mv_۱=F_{net}\cdot\Delta t\xrightarrow[F_{net}=۴N]{m=۲۰kg,v_۱=۵\frac{m}{s}}۲۰\times۵=۴\Delta t\rightarrow\Delta t=۲۵s$$

خلاصه دینامیک

دینامیک

الگو یادآوری

۱

علم بررسی علل سکون و حرکت اجسام به کمک نیروهای وارد بر آن‌ها را دینامیک گویند.

نیرو: برهم‌کنش دو جسم را نیرو گویند. ← نیرو کمیتی است برداری و دارای اندازه و جهت است.

اثر نیرو: تغییر تندی جسم، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل جسم

قوانین حرکت نیوتون

قانون اول نیوتون

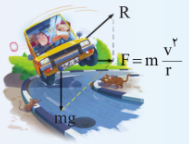
یک جسم حالت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ می‌کند مگر آنکه نیروی خالص غیر صفری به آن وارد شود.

اگر نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند $(F_{net}=0)$ ← جسم ساکن، ساکن می‌ماند (تعادل ایستایی)

← جسم متحرک به حرکت با سرعت ثابت ادامه می‌دهد (تعادل جنبشی)

لختی: تمایل اجسام به حفظ وضع موجود را لَختی (اینرسی) گویند.

مثال

انحراف سرنشین در پیچ جاده به دلیل لختی و تمایل به حرکت روی خط راست	کشیدن سریع مقوا از زیر سکه و سقوط سکه در لیوان در اثر لختی	حرکت سریع دست و پاره شدن نخ پایینی در اثر لختی وزنه
		

قانون دوم نیوتون

هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم در جهت نیرو شتابی می‌گیرد که با نیرو نسبت مستقیم و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

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

در کاربرد قانون دوم نیوتون، ابتدا تمام نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و برایند آن‌ها را مساوی $m\vec{a}$ قرار می‌دهیم.

تذکر! $m\vec{a}$ نیرو نیست بلکه نیروی خالص وارد بر جسم برابر جرم جسم در شتاب آن است.

قانون سوم نیوتون

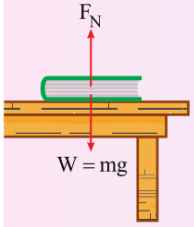
هر گاه جسم A بر جسم B نیروی F را وارد کند، جسم B نیز بر جسم A نیرویی هم اندازه F و در خلاف جهت وارد می‌کند $(F_{AB}=-F_{BA})$

نیروهای کنش و واکنش بر دو جسم مختلف وارد می‌شوند و بررسی برایند آن‌ها غیرفیزیکی است.

نمونه‌هایی از قانون سوم نیوتون

راه رفتن: زمین را به عقب هل می‌دهیم زمین رو به جلو به ما نیرو وارد می‌کند و ما جلو می‌رویم.	عامل رانش موشک به جلو: موشک به گازهای خروجی نیرو وارد می‌کند و گازها نیروی رو به جلو به موشک وارد می‌کنند.	شلیک گلوله از تفنگ سبب می‌گردد که گلوله به جلو برود و تفنگ به عقب لگد بزند.

مثالی از تحلیل واکنش نیروهای وارد بر جسم



نیروهای وارد بر کتاب ← نیروی وزن و نیروی عمودی سطح

W توسط کره زمین بر جسم وارد می‌شود و واکنش W نیرویی است که توسط جسم به کرهٔ زمین وارد می‌شود.

F_N نیرویی که سطح میز بر کتاب رو به بالا وارد می‌کند، واکنش F_N توسط کتاب بر سطح میز رو به پایین وارد می‌شود.

Physics_Agheli AliAgheli.ir

الگو یادآوری

۲

نیروهای خاص

وزن

وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود $(\vec{W}=m\vec{g})$

جهت نیروی وزن همواره در امتداد قائم و به طرف مرکز زمین است.

مقاومت شاره

نیرویی که در اثر حرکت جسم در شاره توسط شاره در خلاف جهت حرکت به جسم وارد می‌شود (f_D).

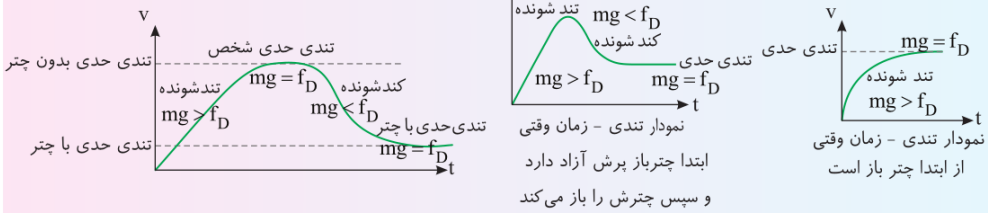
بعضی از عوامل مؤثر در مقاومت شاره ← بزرگی و شکل جسم

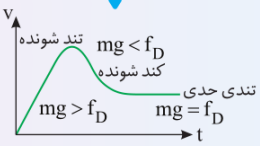
تندی جسم ← هرچه تندی بیشتر شود، مقاومت هوا (شاره) بیشتر می‌شود.

تندی حدی ← با افزایش تندی، لحظه‌ای فرا می‌رسد که نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا برابر می‌شود $(f_D=W)$ و حرکت جسم با تندی ثابتی به نام تندی حدی ادامه می‌یابد.

تندی حدی چترباز $5m/s$ و قطرهٔ باران $7m/s$ است.

حرکت چترباز





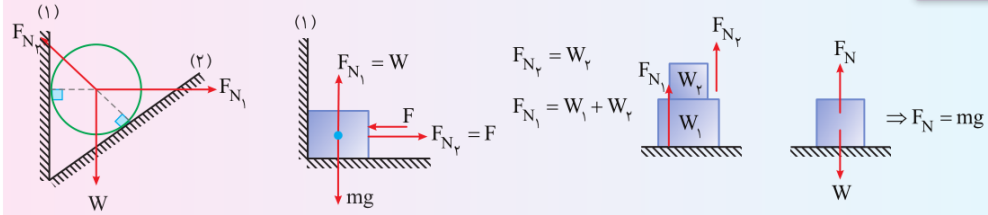
نمودار تندی - زمان وقتی ابتدا چترباز پرش آزاد دارد و سپس چترش را باز می‌کند

نمودار تندی - زمان وقتی از ابتدا چتر باز است

نیروی عمودی سطح

نیرویی که از طرف سطح، عمود بر سطح در جهت جسم بر جسم وارد می‌شود (F_N).

مثال



نکته ★ نیروسنج همواره نیروی عمودی سطح را نشان می‌دهد.

آسانسور

سرعت ثابت ← $F_N=W$

حرکت رو به پایین: $mg-F_N=ma$

تندشونده $a>0$ ← کندشونده $a<0$

حرکت رو به بالا: $F_N-mg=ma$

تندشونده $a>0$ ← کندشونده $a<0$

پاره شدن کابل آسانسور ← سقوط آزاد ← شتاب g ← $F_N=0$

ترازو عدد صفر را نشان می‌دهد.

الگو یادآوری

۳

نیروهای خاص

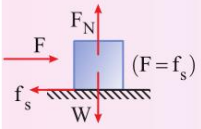
اصطکاک

هر گاه دو جسم که با یکدیگر در تماس‌اند بخواهند نسبت به هم حرکت کنند، بین آن‌ها یک نیروی تماسی ایجاد می‌شود که با حرکت آن‌ها نسبت به هم مخالفت می‌کند. این نیرو را اصطکاک گویند.

نیروی اصطکاک به جنس سطح دو جسم و زبری و نرمی آن‌ها و ... بستگی دارد.

نیروی اصطکاک برای دویدن، راه رفتن، ترمز کردن و ... مفید است.

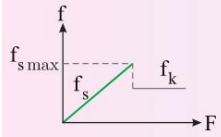
اصطکاک ایستایی ← بر جسم نیرو وارد می‌شود و جسم حرکت نمی‌کند. در این حالت اصطکاک بین جسم و سطح، اصطکاک ایستایی است (f_s).



این اصطکاک مقدار ثابتی ندارد.

بیشینه اصطکاک ایستایی: اصطکاک در آستانهٔ حرکت $f_{s_{max}} = \mu_s F_N$ ، $f_s < f_{s_{max}}$

اصطکاک جنبشی این اصطکاک، وقتی جسم در حال حرکت روی سطح است، ظاهر می‌شود (f_k).



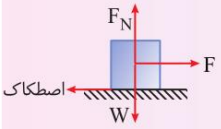
$f_k = \mu_k F_N$

μ_s ضریب اصطکاک ایستایی، μ_k ضریب اصطکاک جنبشی ← $\mu_k < \mu_s$

بررسی اصطکاک

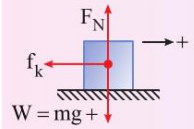
اگر $F < f_k$ ← جسم ساکن می‌ماند $F < f_{s_{max}}$ ← اصطکاک ایستایی $(f_s = F)$

اگر $F = f_{s_{max}}$ ← جسم ساکن می‌ماند ← اصطکاک آستانهٔ حرکت $F = F_{s_{max}} = \mu_S F_N$



اگر $F > f_{s_{max}}$ ← جسم به حرکت در می‌آید ← اصطکاک جنبشی: $f_k = \mu_k F_N$

پرتاب جسم با سرعت اولیه



جسم نیروی جلوبری ندارد

$F_{net} = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$

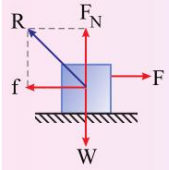
این شتاب به جرم جسم بستگی ندارد.

مسافت توقف $\Delta x = \frac{v_0^2}{2\mu_k g}$ ← به جرم بستگی ندارد.

زمان توقف $\Delta t = \frac{v_0}{\mu_k g}$ ← به جرم جسم بستگی ندارد.

نیروی سطح

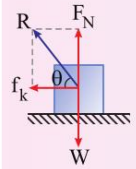
نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند (R).



این نیرو دارای دو مؤلفهٔ نیروی عمودی سطح (F_N) و نیروی اصطکاک (f) است.

اگر جسم در اثر نیروی F همچنان ساکن بماند $R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2}$

اگر جسم به حرکت در آید. $R = \sqrt{f_k^2 + F_N^2}$



زاویهٔ بین نیروی سطح و امتداد افقی: $\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{F_N}{\mu_k F_N} \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\mu_k}$ (جسم در حال حرکت)

این زاویه به اندازهٔ نیروی عمودی سطح بستگی ندارد.

اگر سطح بدون اصطکاک باشد، نیروی سطح وارد بر جسم همان نیروی عمودی سطح است. $f_{\text{اصطکاک}} = 0 \Rightarrow R = F_N$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

الگو یادآوری

۴

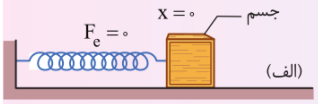
نیروهای خاص

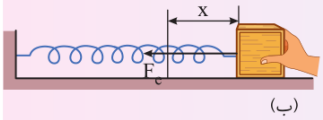
نیروی کشسانی فنر

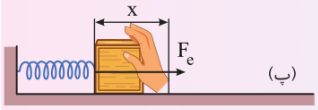
هر گاه بخواهیم طول یک فنر را تغییر دهیم (فنر را بکشیم یا فشرده کنیم)، فنر با اعمال نیرویی با تغییر طولش مخالفت می‌کند، این نیرو را نیروی کشسانی فنر گویند.

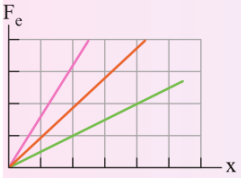
یادمان باشد برای کشیدگی و فشردگی فنر باید از دو طرف فنر به آن نیرو وارد شود.

همواره نیروی کشسانی فنر به سمت حالت طبیعی آن است.









قانون هوک: $|F_e| = k|x| \Leftarrow F_e = -kx$

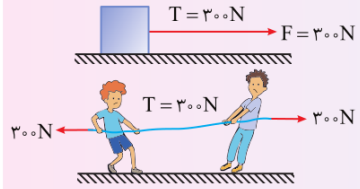
- تغییر طول فنر از طول طبیعی‌اش
- ثابت فنر (N/m)
  - به اندازه، شکل و ساختار ماده‌ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد.
  - شیب نمودار $F_e - x$

کشش طناب

برابر نیرویی است که در صورت پاره شدن در محل پارگی باید وارد شود تا نخ در وضعیت اولیهٔ کشیدگی باقی بماند.

کشش یک طناب که جرم ناچیز دارد در تمام نقاط آن یکسان است.

نیروی کشش طناب در دو شکل روبه رو ۳۰۰N است.



گرانش

تمام اجرام بر هم نیروی ربایشی وارد می‌کنند که به آن نیروی گرانشی گویند.

قانون گرانش عمومی نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصلهٔ آن‌ها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

$F = G\dfrac{m_1 m_2}{r^2}$ ← ثابت گرانش عمومی $G = 6/67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$

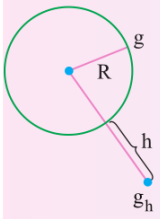
میدان گرانشی

خاصیتی در فضای اطراف هر جرم که بر اجرام دیگر نیرو وارد می‌کند.

برابر نیروی وارد بر یکای جرم جسم $\left(\vec{g} = \dfrac{\vec{F}}{m}\right)$ است که به آن **شتاب گرانشی** نیز می‌گویند.

در سطح سیاره $g = G\dfrac{M}{R^2}$، M جرم سیاره، R شعاع سیاره

در ارتفاع h از سطح سیاره $g = G\dfrac{M}{(R+h)^2}$



الگو یادآوری

۵

تکانه و قانون دوم نیوتون

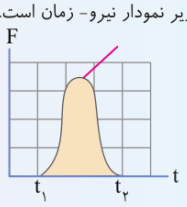
حاصل‌ضرب جرم در سرعت جسم را تکانه گویند. $\vec{P}=m\vec{v}$ ، کمیت برداری است.

رابطهٔ نیرو و تغییر تکانه: $\vec{F}_{net}=m\vec{a}=m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\Rightarrow\vec{F}_{net}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

آهنگ تغییر تکانه برابر نیروی وارد بر جسم است (بیان دیگر قانون دوم نیوتون).

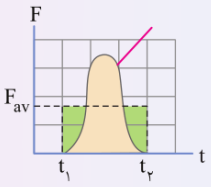
سطح محصور بین نمودار نیرو - زمان و محور زمان برابر تغییر تکانه است.

تغییر تکانه برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو- زمان است.

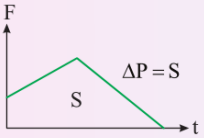


(الف)

تغییرتکانهٔ ناشی از نیروی متوسط برابر با تغییر تکانهٔ نیروی واقعی متغیر با زمان است.



(ب)



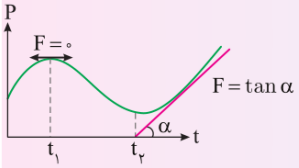
(پ)

رابطهٔ تکانه و انرژی جنبشی

$(K=\frac{1}{2}mv^2, P=mv)\rightarrow K=\frac{P^2}{2m}$

ویژگی‌های نمودار $(P-t)$

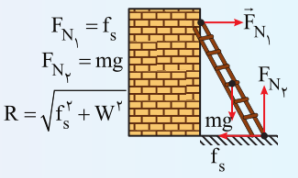
- شیب خط مماس بر نمودار برابر بزرگی نیرو است.
- در نقاط max و min نیرو صفر است.
- از صفر تا t_1 حرکت تندشونده، از t_1 تا t_2 کندشونده، از t_2 به بعد تندشونده



تعادل

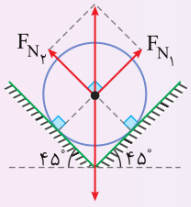
هر گاه نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند، جسم در حال تعادل است.

دیوار بدون اصطکاک



اگر نردبان در آستانهٔ حرکت باشد

$F_{N_1}=f_{s_{max}}$



$F_{N_1}^2+F_{N_2}^2=W^2$

$F_{N_1}=F_{N_2}$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

خلاصه حرکت شناسی

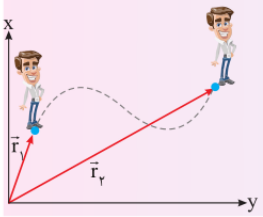
الگو یادآوری ۱

حرکت بر خط راست (مشخصه‌های حرکت)

مکان

بردار مکان ($\vec{r}$)

- برداری که مبدأ مکان را به مکان متحرک وصل می‌کند.
- کمیتی برداری است. $(\vec{r}_1, \vec{r}_2)$



بردار جابه‌جایی ($\vec{d}$)

- برداری است که مکان اولیهٔ متحرک را به مکان نهایی آن وصل می‌کند.
- کمیتی برداری است.
- به مسیر حرکت بستگی ندارد.

مسافت طی‌شده (l)

- طول مسیر حرکت را مسافت طی‌شده گویند.
- به مسیر حرکت بستگی دارد.
- کمیتی نرده‌ای است.

نکته

۱) مسافت طی‌شده متحرک مساوی و یا بزرگ‌تر از اندازه جابه‌جایی است: $l \geq |\vec{d}|$

۲) اگر متحرک روی خط راست و بدون تغییر جهت حرکت کند: $l = |\vec{d}|$

معادلهٔ حرکت

معادلهٔ مکان - زمان حرکت است: $x = f(t)$

مثلاً $x = t^2 - 4t + 5$

مبدأ مکان	مکان اولیه (مبدأ حرکت)
$x = 0$	$x = f(t=0)$

به ازای $x > 0$ بردار مکان مثبت (بردار مکان در جهت مثبت محور x است)

به ازای $x < 0$ بردار مکان منفی (بردار مکان خلاف جهت محور x است)

تغییر جهت بردار مکان در لحظه‌ای است که مکان متحرک صفر شود $(x = 0)$ و علامت و جهت بردار مکان تغییر کند.

بازهٔ زمان

ثانیهٔ nام: $t_1 = nm - n$ تا $t_2 = nm$

مثلاً دو ثانیهٔ سوم: $t_1 = 2\times3 - 2 = 4s$ تا $t_2 = 2\times3 = 6s$

ثانیهٔ nام: $t_1 = n - 1$ تا $t_2 = n$

مثلاً ثانیهٔ پنجم: $t_1 = 4s$ تا $t_2 = 5s$

الگو یادآوری

۲

حرکت بر خط راست (مشخصه‌های حرکت)

سرعت - تندی

سرعت متوسط: جابه‌جایی تقسیم بر بازهٔ زمانی:

$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t}\quad (m/s \leftarrow m \div s)$$

کمیتی برداری و هم‌جهت با بردار جابه‌جایی است.

اگر متحرک به مکان اولیهٔ خود باز گردد: $\Delta x=0 \Rightarrow v_{av}=0$

تندی متوسط: مسافت طی‌شده تقسیم بر بازهٔ زمانی

$$s_{av}=\frac{\Delta l}{\Delta t}\quad (m/s \leftarrow m \div s)$$

کمیتی نرده‌ای است.

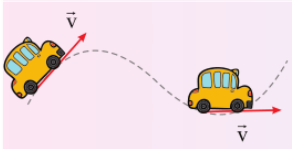
کمیتی همواره مثبت است.

نکته ۱) تندی متوسط همواره بزرگ‌تر یا مساوی اندازهٔ سرعت متوسط است: $s_{av} \geq |v_{av}|$

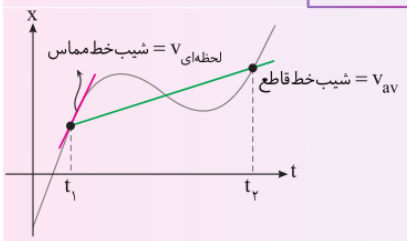
۲) در یک حرکت روی خط راست اگر متحرک تغییر جهت ندهد: $s_{av}=v_{av}$

سرعت لحظه‌ای: سرعت متحرک در هر لحظه بوده و کمیتی برداری است.

تندی لحظه‌ای: تندی متحرک در هر لحظه بوده و برابر اندازهٔ سرعت است.



جهت سرعت متحرک در هر لحظه مماس برمسیر متحرک است.



سرعت متوسط در نمودار $x-t$ ← شیب خط قاطع بین دو لحظهٔ t_1 تا t_2 در نمودار $x-t$ است.

سرعت لحظه‌ای در نمودار $x-t$ ← شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ در هر لحظه است.

معادلهٔ سرعت - زمان: تابعی است که در هر لحظه سرعت متحرک را مشخص می‌کند: $v=f(t)$

مثلاً: $v=t^2-4t+5$

سرعت متحرک مشخص کنندهٔ جهت حرکت متحرک است.
- $v>0$: متحرک در جهت محور x در حال حرکت است.
- $v<0$: متحرک در خلاف جهت محور x در حال حرکت است.

تغییر جهت حرکت: لحظه‌ای است که سرعت متحرک صفر شده و علامت آن تغییر می‌کند.

شتاب (a)

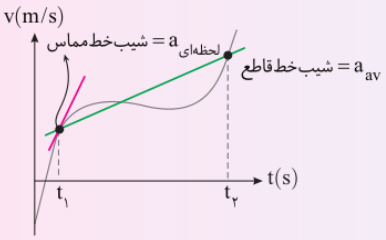
شتاب متوسط: آهنگ تغییر سرعت است:

$$\vec{a}_{av}(m/s^2)=\frac{\Delta\vec{v}\ (m/s)}{\Delta t\ (s)}$$

کمیتی برداری است و اندازهٔ آن برابر شیب خط قاطع نمودار $v-t$ است.

شتاب لحظه‌ای: شتاب متحرک در هر لحظه است.

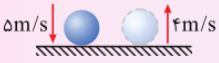
کمیتی برداری است و اندازهٔ آن برابر شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ است.



نوع حرکت
- حرکت تندشونده: $\vec{a}$ و $\vec{v}$ هم‌جهت باشند $\Leftarrow av>0$
- حرکت کندشونده: $\vec{a}$ و $\vec{v}$ خلاف جهت هم باشند $\Leftarrow av<0$

نکته ۱) جهت شتاب متوسط هم‌جهت با بردار تغییر سرعت است.

۲) در محاسبهٔ شتاب متوسط باید به جهت سرعت دقت کنیم، به طور مثال در شکل روبه‌رو اگر گوی با سرعت $5m/s$ به زمین برخورد کرده و با سرعت $4m/s$ به سمت بالا برگردد، تغییر سرعت برابر است با:



$$\Delta\vec{v}=+4\vec{j}-(-5\vec{j})=+9\vec{j}$$

Physics_Agheli AliAgheli.ir

حرکت بر خط راست (دو حرکت خاص)

سرعت ثابت

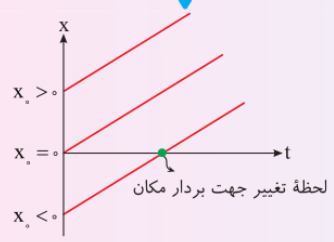
حرکتی که در آن، اندازه و جهت سرعت ثابت است.

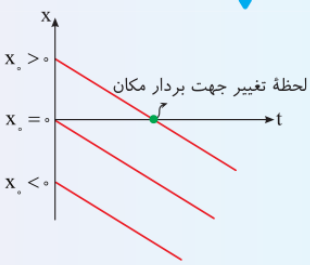
- $v_{av} = v_{\text{لحظه‌ای}}$
- جهت حرکت ثابت و بدون تغییر است.
- شتاب لحظه‌ای و شتاب متوسط صفر است.

معادلهٔ مکان - زمان: $x = vt + x_0 \Rightarrow \Delta x = vt$

(x_0: مکان اولیه، x: مکان متحرک در هر لحظه، v: سرعت متحرک)

نمودار مکان - زمان: شیب خط ثابت و برابر سرعت متحرک است.



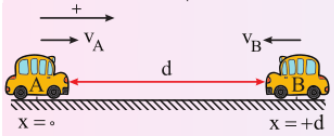


نمودار سرعت - زمان:

حرکت چند مرحله‌ای: اگر متحرک در چند بازهٔ زمانی Δt_1، Δt_2 و ... جابه‌جایی‌های Δx_1، Δx_2 و ... را با سرعت‌های v_1، v_2 و ... طی کند:

$$v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \cdots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \cdots} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2 + \cdots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \cdots} \quad , \quad v_{av} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \cdots}{\frac{\Delta x_1}{v_1} + \frac{\Delta x_2}{v_2} + \cdots}$$

حرکت دو متحرک با سرعت ثابت: در بررسی حرکت دو متحرک نوشتن معادلهٔ حرکت مهم است. برای این کار جهت مثبت اختیاری (معمولاً به سمت راست) و مبدأ مکان اختیاری (معمولاً مکان اولیهٔ یکی از متحرک‌ها) را باید مشخص کنیم.



$$\begin{cases} x_A = v_A t + 0 \\ x_B = -v_B t + d \end{cases}$$

شتاب ثابت

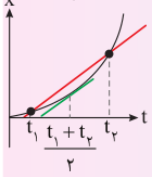
حرکتی که در آن آهنگ تغییر سرعت (شتاب) ثابت است و شتاب متوسط و شتاب لحظه‌ای متحرک با هم برابر است.

معادلهٔ حرکت	معادلهٔ سرعت - زمان	معادلهٔ مستقل از شتاب	معادلهٔ مستقل از زمان
$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$	$v = at + v_0$	$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2}\Delta t$	$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$

فرمول‌های جانبی

سرعت متوسط:

- در بازهٔ صفر تا t: $v_{av} = \frac{1}{2}at + v_0$, $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$
- در حرکت با شتاب ثابت سرعت متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2 با سرعت در لحظهٔ $\frac{t_1 + t_2}{2}$ برابر است.



الگو یادآوری

۴ حرکت بر خط راست (دو حرکت خاص)

شتاب ثابت

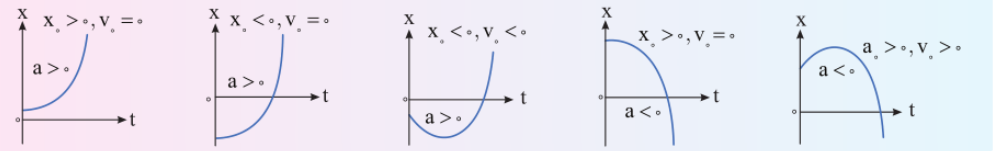
فرمول‌های جانبی ← مدت زمان و جابه‌جایی توقف متحرک

$$\Delta t_{\text{توقف}} = \frac{v_0}{|a_{\text{قرمز}}|} \qquad \Delta x_{\text{توقف}} = \frac{v_0^2}{|2a|}$$

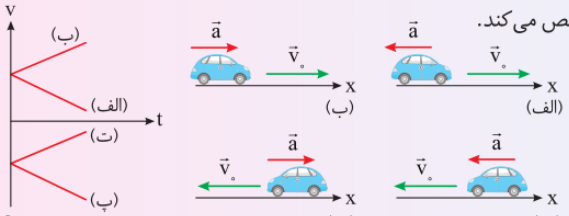
جابه‌جایی در ثانیهٔ t ام: $\Delta x(\text{ام } t) = \frac{1}{2}a(2t-1) + v_0$

جابه‌جایی‌ها در ثانیه‌های متوالی تصاعد حسابی با قدر نسبت a تشکیل می‌دهند.

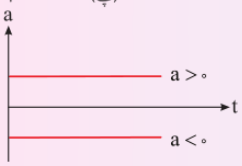
نمودار مکان - زمان: جهت دهانهٔ نمودار علامت شتاب را مشخص می‌کند.



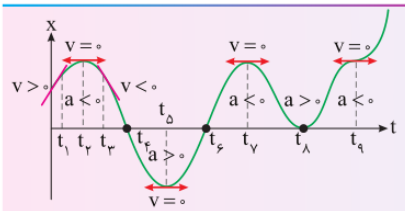
نمودار سرعت - زمان: شیب خط نمودار شتاب را مشخص می‌کند.



نمودار شتاب - زمان



نمودار مکان - زمان



شیب خط مماس بر نمودار برابر سرعت لحظه‌ای است.

- در بازه‌ای که نمودار صعودی بوده یا زاویهٔ خط مماس برنمودار با جهت مثبت محور زمان حاده است: $v>0$
- در بازه‌ای که نمودار نزولی بوده یا زاویهٔ خط مماس بر نمودار با جهت مثبت محور زمان منفرجه است: $v<0$
- در قله و درهٔ نمودار: $v_{t_2} = v_{t_5} = v_{t_7} = v_{t_8} = v_{t_9} = 0$

شیب خط قاطع بین دو لحظه برابر سرعت متوسط است.

محل تلاقی نمودار با محور زمان « لحظهٔ گذر از مبدأ t_4 و t_6 » لحظهٔ تغییر جهت بردار مکان

در لحظهٔ t_8 به مبدأ می‌رسد و از آن نمی‌گذرد « جهت بردار مکان تغییر نمی‌کند.

جهت دهانه نمودار

- رو به بالا شتاب مثبت
- رو به پایین شتاب منفی

با تشخیص علامت سرعت و شتاب از روی نمودار می‌توان نوع حرکت را مشخص کرد.

- در لحظهٔ t_1، $av<0$ کندشونده
- در لحظهٔ t_3، $av>0$ تندشونده

به تعداد نقاط قله و درهٔ نمودار علامت سرعت و جهت حرکت تغییر می‌کند.

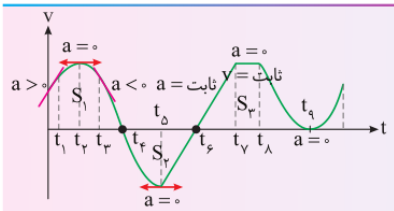
در t_2، t_5، t_7، t_8 متحرک تغییر جهت می‌دهد، در t_9 جسم به طور لحظه‌ای متوقف شده امّا علامت سرعت تغییر نمی‌کند و متحرک تغییر جهت نمی‌دهد.

حرکت‌شناسی در یک بعد (ویژگی‌های نمودارها)

Physics_Agheli AliAgheli.ir

حرکت‌شناسی در یک بعد (ویژگی‌های نمودارها)

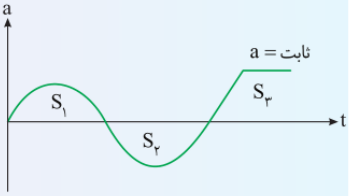
نمودار سرعت - زمان



- شیب خط مماس بر نمودار برابر شتاب لحظه‌ای
  - در بازه‌ای که نمودار صعودی است یا زاویه خط مماس بر نمودار با جهت مثبت محور زمان حاده است: $a > ۰$
  - در بازه‌ای که نمودار نزولی است یا زاویه خط مماس بر نمودار با جهت مثبت محور زمان منفرجه است: $a < ۰$
  - در نقاط قله و درهٔ نمودار: $a_{t_۵} = a_{t_۲} = ۰$
- شیب خط قاطع بین دو لحظه برابر شتاب متوسط است.
- در محل تلاقی نمودار $v-t$ با محور زمان
  - تغییر جهت سرعت (حرکت) مانند لحظه‌های $t_۴$ و $t_۶$
  - عدم تغییر جهت سرعت (حرکت) مانند لحظهٔ $t_۹$
- سطح محصور بین نمودار و محور زمان
  - جابه‌جایی $= S_۱ + S_۲ + S_۳ + \cdots$ ، $S_۱, S_۳ > ۰$ ، $S_۲ < ۰$
  - مسافت[۱] $= |S_۱| + |S_۲| + |S_۳| + \cdots$
- در بازه‌ای که
  - نمودار به محور زمان نزدیک می‌شود حرکت متحرک کندشونده است.
  - نمودار از محور زمان دور می‌شود حرکت متحرک تندشونده است.

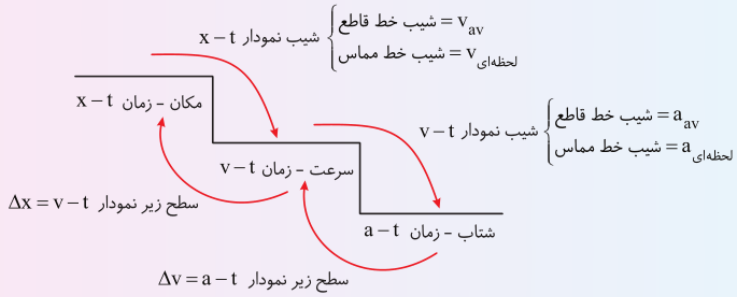
نمودار شتاب - زمان

از روی نمودار شتاب - زمان نمی‌توان نوع حرکت را مشخص کرد مگر آن که سرعت اولیه مشخص باشد.



سطح محصور بین نمودار شتاب - زمان و محور زمان برابر تغییر سرعت است. $\Delta v = S_۱ + S_۲ + S_۳$ ، $S_۱, S_۳ > ۰$ ، $S_۲ < ۰$

جمع‌بندی



۱- می‌دانیم سطح مثبت است تنها برای نمادگذاری از این روش استفاده کرده‌ایم.

یادداشت ها :

Physics_Agheli AliAgheli.ir

موفقیت خود را به این نسبت می‌دهم که من هرگز نه بهانه آوردم و نه بهانه‌ای را پذیرفتم.

فلورانس نایتینگل

چـــی مـــــرور کنیـــم؟!

شماره تمرین های مهم کتاب	داخل فصل: آخر فصل:
شماره سوالات جزوه برای مرور	
شماره سوالات مجموعه تست برای مرور	
شماره سوالات کتاب برای مرور	

Physics_Agheli

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک

استعداد درخشان کارشناسی ارشد

عضو بنیاد ملی نخبگان

طراح قلم چی

راه ارتباطی:

@Ali_Agheli