قانون اول نیوتن:

یک جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می کند مگر آنکه تحت تأثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود.

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

فرض کنید در اتوبوسی نشسته اید و اتوبوس در یک جاده مستقیم حرکت می کند. اگر راننده ترمز کند و شما کمربند خود را نبسته باشید، ممکن است به جلو پرتاب شوید (متمایل شوید)، یا اگر اتوبوس ساکن باشد و ناگهان شروع به حرکت کند، به طرف عقب به صندلی خود فشرده می شوید.

به این خاصیت اجسام که میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آنها صفر است حفظ کنند، لختی گویند. به همین مناسبت به قانون اول نیوتون قانون لختی نیز می گویند.

پرسش کتاب صفحه ۲۹ :

در فیلمی علمی تخیلی، موتور یک کشتی فضایی که در فضای تهی خارج از جو زمین و دور از هر سیاره و خورشید در حرکت است، از کار می افتد. در نتیجه حرکت کشتی فضایی کُند می شود و می ایستد. آیا امکان وقوع چنین رویدادی وجود دارد؟ توضیح دهید.

از آنجا که کشتی فضایی در فضای تهی خارج جو قرار دارد پس نیروی مقاومت هوا که بخواهد در خلاف جهت حرکت بر سفینه وارد شود، وجود ندارد. همچنین دور بودن از هر سیاره و خورشید معادل (تقریبی) صفر بودن نیروی گرانشی وارد بر سفینه است. پس این سفینه با خاموش شدن موتورش، به راه خودش با همان سرعت هنگام خاموش شدن موتور ادامه می دهد، زیرا بر سفینه نیرویی وارد نمی شود.

پرسش صفحه ۳۰ کتاب

الف) چرا حرکت سریع مقوا در شکل الف، سبب افتادن سکه در لیوان می شود؟

سکه تمایل دارد حالت سکون خود را براساس لختی حفظ کند. وقتی مقوا سریع کشیده می شود سکه در لیوان می افتد.

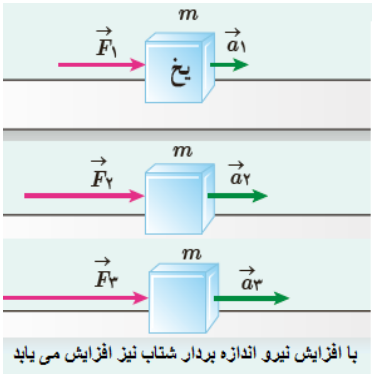
ب) چرا در شکل ب، اگر به آرامی نیروی وارد بر گوی سنگین را زیاد کنیم نخ بالای گوی پاره می شود، اما اگر ناگهان نخ را بکشیم، نخ پایین آن پاره می شود؟

کشش نخ در بالای گوی هم اندازه با وزن گوی و نیرویی است که دست وارد می کند امّا کشش نخ در پایین گوی هم اندازه با نیرویی است که دست وارد می کند. پس در حالت معمولی کشش در بالای گوی بیشتر از پایین گوی است. حال فرض کنید ناگهان نخ را با نیروی زیادی بکشیم، قبل از آنکه تأثیر نیروی دست به علت وجود گوی به نخ بالای گوی برسد، قسمت پایین نخ این کشش را پیدا می کند و اگر این نیرو بیشتر از حدی باشد که نخ می تواند تحمل کند، نخ از پایین پاره می شود. بنابراین نقش لختی گوی را در این مثال می توان ملاحظه کرد.

پرسش کتاب صفحه ۳۰

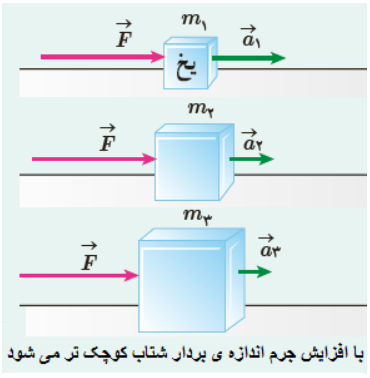
همان طور که در علوم نهم دیدیم وقتی نیروی خالصی به جسمی وارد م یشود، سرعت آن تغییر میکند و جسم تحت تأثیر آن نیرو، شتابی در جهت نیروی خالص پیدا می کند.

در شکل های زیر، قطعه یخ ها روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند. تفسیر خود را از این شکل ها بیان کنید.



با افزایش نیرو اندازه بردار شتاب نیز افزایش می یابد

هر چه نیروی خالص وارد بر جسم بزرگتر باشد شتابی که جسم میگیرد نیز بیشتر خواهد بود.



با افزایش جرم اندازه ی بردار شتاب کوچک تر می شود

قانون دوم نیوتن

هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب م یگیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_{net}}}{m} \rightarrow \overrightarrow{F_{net}} = m \times \vec{a}$ (F_{net}) بردار نیروی خالص وارد برجسم می باشد . با توجه به رابطه مشخص است که بردار شتاب و نیروی خالص هم جهت هستند .

یکای نیرو، نیوتون است. یک نیوتون برابر با مقدار نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر یک متر بر مربع (مجذور) ثانیه می دهد.

توجه : قانون دوم نیوتون معادله ای برداری است. در استفاده از قانون دوم نیوتون نیروی خالص را به دست آورده و آن را تقسیم بر جرم جسم می کنیم. تک تک نیروها را به صورت نرده ای با هم جمع نمی کنیم.برای راحتی می توان برآیند نیروها را در راستای محور X ها جداگانه تعیین کرد و شتاب روی محور X محاسبه شود و سپس همین کار را برای بردارهای در راستای محور قائم انجام داد.

مثال

۱-جسمی به جرم ۵۰۰گرم تحت تأثیر نیروی $F = ۲N$ در جهت محور xقرار دارد. شتاب جسم چقدر و در چه جهتی است؟

$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_{net}}}{m} \quad \vec{a} = \frac{۲\vec{i}}{۰.۵} = ۴\vec{i}\ {}^{m}/_{s^۲}$

مشاهده می شود که بردار شتاب با بردار نیروی خالص هم جهت و در راستای محور X ها است.بنابراین از این به بعد از علامت بردار استفاده نکرده و قید می کنیم شتاب در جهت نیرو است.

۲-به دو توپ به جرم های $m۱ = ۱۰۰g$ و $m۲ = ۳۰۰g$ نیروی ۱۵نیوتن وارد می کنیم. بزرگی شتاب هر توپ را حساب کنید.

$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_{net}}}{m} \rightarrow a_۱ = \frac{۱۵}{۰.۱} = ۱۵۰\ {}^{m}/_{s^۲} \ , \ a_۲ = \frac{۱۵}{۰.۳} = ۵۰\ {}^{m}/_{s^۲}$

مثال کتاب

نیروی موتور یک قایق موتوری که جرم آن با سرنشینش ۴۰۰ کیلو گرم است، به گونه ای تنظیم می شود که در بازه زمانی معینی، همواره نیروی افقی خالص ۸۰۰ نیوتن به طرف جلو بر قایق وارد می شود.

الف) شتاب این قایق چقدر و در چه جهتی است؟

با توجه به اینکه جهت نیروی قایق به طرف جلو خواهد بود. جهت شتاب همواره در جهت نیروی خالص است، شتاب

$$a = \frac{F_{net}}{m} = \frac{۸۰۰\,\mathrm{N}}{۴۰۰\,\mathrm{kg}} = ۲/۰۰\,\mathrm{N/kg} = ۲/۰۰\,\mathrm{m/s^۲}$$

ب) اگر نیروی پیشران در یک لحظه ۱۳۰۰ نیوتن باشد، نیروی مقاومت در آن لحظه چقدر است ؟

نیروی پیشران و مقاومت در یک راستا هستند، بنابراین می توانیم بنویسیم

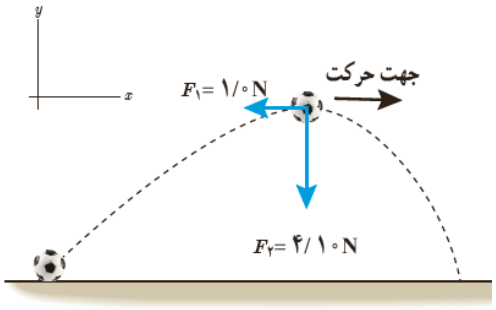
$$F_{net} = F_{\text{پیشران}} - F_{\text{مقاومت}} \Rightarrow ۸۰۰\,\mathrm{N} = ۱۳۰۰\,\mathrm{N} - F_{\text{مقاومت}} \longrightarrow F_{\text{مقاومت}} = ۵۰۰\,\mathrm{N}$$

پ) چقدر طول میکشد تا سرعت قایق از حالت سکون به $۱۵\,^{m}/_{s}$ برسد؟ در این مدت قایق چقدر جابجا شده است ؟

$$v = at + v_۰ \Rightarrow ۱۵/۰\ \mathrm{m/s} = (۲/۰۰\,\mathrm{m/s^۲})t + ۰\,\mathrm{m/s} \Rightarrow t = ۷/۵\,\mathrm{s}$$

$$v^۲ = v_۰^۲ + ۲a\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{v^۲ - v_۰^۲}{۲a} = \frac{(۱۵/۰\,\mathrm{m/s})^۲ - (۰/۰\,\mathrm{m/s})^۲}{۲(۲/۰۰\,\mathrm{m/s^۲})} = ۵۶/۳\,\mathrm{m}$$

مثال :شکل روبرو نیروهای وارد بر توپ فوتبالی به جرم ۴۲۰ g را در بالاترین نقطه مسیرش نشان میدهد که در آن F_1 نیروی مقاومت هوا و F_2 وزن توپ است. جهت و بزرگی شتاب توپ در این نقطه را تعیین کنید . از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف نظر می شود.

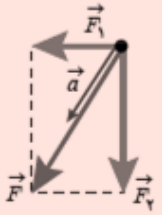


$\vec{F_2} = (-۴/۱۰\,\mathrm{N})\,\vec{j}$ و $\vec{F_1} = (-۱/۰\,\mathrm{N})\,\vec{i}$

$$\text{نیروی خالص} = \vec{F}_{net} = \text{وزن} + \text{نیروی مقاومت هوا} = \vec{F_1} + \vec{F_2} = (-۱/۰\,\mathrm{N})\,\vec{i} + (-۴/۱۰\,\mathrm{N})\,\vec{j}$$

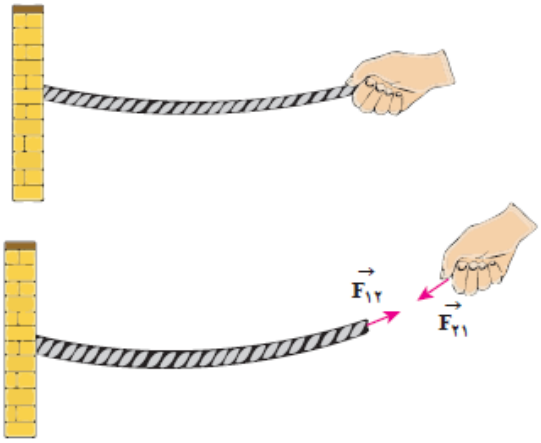
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} = \frac{(-۱/۰\,\mathrm{N})\,\vec{i} + (-۴/۱۰\,\mathrm{N})\,\vec{j}}{۴۲۰\times۱۰^{-۳}\,\mathrm{kg}} = (-۲/۴\,\mathrm{N/kg})\,\vec{i} + (-۹/۸\,\mathrm{N/kg})\,\vec{j}$$

$$a = \sqrt{a_x^۲ + a_y^۲} = \sqrt{(-۲/۴\,\mathrm{N/kg})^۲ + (-۹/۸\,\mathrm{N/kg})^۲} = ۱۰\,\mathrm{N/kg} = ۱۰\,\mathrm{m/s^۲}$$



مثال ۲:

مطابق شکل، یک سر طنابی را به دیوار محکم کرده و سر دیگر آن را با دست می کشیم. اگر طناب از دیوار جدا نشود، نیروهای کنش و واکنش بین «دست و طناب» را مشخص کنید.



پاسخ : در شکل نیروهای بین دست و طناب نشان داده شده است. در این شکل، دست را جسم ۱ و طناب را جسم ۲ نامیده‌ایم.

$\vec{F}_{۱۲} = -\vec{F}_{۲۱}$ کنش و واکنش $\Rightarrow F_{۱۲} = F_{۲۱}$

تمرین

۱- نیروی پیشران کل موتورهای یک هواپیمای بوئینگ ۷۴۷ برابر $۸.۸ \times ۱۰^{۵} N$ است. اگر جرم کل هواپیما $۳ \times ۱۰^{۵} kg$ باشد ، (الف) بیش ترین شتاب ممکن برای این هواپیما قبل از بلند شدن از زمین چقدر است؟ ب) سرعت هواپیما پس از ۱۰ s حرکت روی باند چقدر است؟ (از اثر هوا و اصطکاک زمین چشم پوشی کنید.)

۲- سه نیروی ۸ و ۶ و ۱۲ نیوتون با هم به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم اعمال شده و جسم ساکن است. هرگاه نیروی ۶ نیوتون حذف شود، جسم با چه شتابی برحسب متر بر مجذور ثانیه حرکت میکند ؟

۳-دو نیروی $F۱ = ۲i - ۵j$ و F به جسم ۱/۵ کیلوگرمی اثر می کنند و معادله ی شتاب حاصل در SI به صورت $\vec{a}$ $۲i - ۴j$= می شود. نیرو ی F را مشخص کنید؟

قانون سوم نیوتن

وقتی فنری را می کشید، فنر نیز شما را میکشد. در برخورد راکت با توپ تنیس، راکت به توپ نیرو وارد میکند و توپ نیز به راکت نیرو وارد میکند. اگر شما دیوار را هل دهید. دیوار نیز شما را هل میدهد. دو بار الکتریکی بدون آنکه با هم تماس داشته باشند به هم نیروی الکتریکی وارد میکنند. همچنین دو قطب آهنربا بدون تماس با یکدیگر به هم نیروی مغناطیسی وارد می کنند.

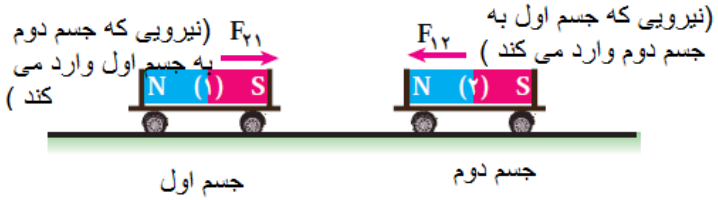
پس میتوان گفت نیرو اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است .

اگر نیروی دست خود به دیوار را نیروی کُنش بنامیم، نیروی دیوار به دست ما نیروی واکنش نامیده می شود. همین طور درست است که نیروی دیوار به دستمان را نیروی کنش و نیروی دست ما به دیوار را نیروی واکنش بنامیم. (اگر یکی از این نیروها را کنش بنامیم، نیروی دیگر واکنش نامیده میشود)

نکته مهم این است که در مکانیک کلاسیک نیروهای کنش و واکنش همیشه همراه هم ظاهر می شوند و هیچ یک بدون دیگری نمی تواند وجود داشته باشد. (نیروها همواره به صورت جفت وجود دارند.)

به صورت کمی قانون سوم نیوتن به صورت زیر بیان می شود :

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. $\overrightarrow{F_{۱۲}} = -\overrightarrow{F_{۲۱}}$

در مورد نیروهای کنش و واکنش توجه کنید که:

این دو نیرو همواره هم اندازه، هم راستا و در سوهای مخالف یکدیگرند.

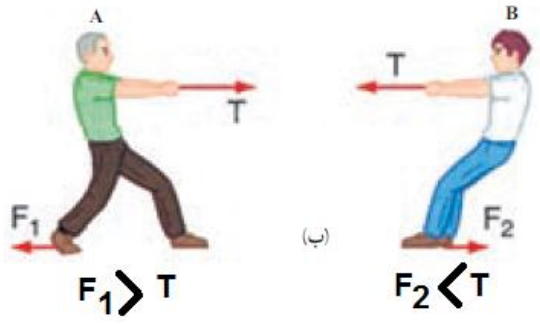
این دو نیرو به دو جسم وارد می شوند. بنابراین برآیند نیروهای عمل و عکس العمل معنی ندارد

این دو نیرو هم نوع اند. به عنوان مثال هر دو گرانشی اند یا هر دو الکتریکی اند یا ...

به قانون سوم نیوتن ، قانون عمل و عکس العمل یا کنش و واکنش نیز می گوییم.

پرسش

در مسابقه طناب کشی و یا مچ اندازی آیا همواره کنش و واکنش هم اندازه هستند؟بله



اگر چنین است چرا یکی از آن ها مسابقه را می برد؟ F واکنش نیروی پای اشخاص با زمین است A قوی تر است بنابراین نیروی بیشتر از T به زمین وارد گرده و به جلو حرکت می کند

مثال کتاب

دو شخص به جرم های ۵۰ kg و ۷۵ kg با کفش های چرخ دار در یک سالن مسطح وصاف روبه روی هم ایستاد ه اند. شخص اول با نیروی ۱۰۰N شخص دوم را به طرف راست هُل می دهد. الف) شتابی که شخص دوم میگیرد چقدر است؟

ب) شتابی که شخص اول میگیرد چقدر است؟

از قانون سوم نیوتون میدانیم نیرویی که شخص اول به دوم وارد میکند هم اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که شخص دوم به اول وارد میکند نیروهای

$$\overrightarrow{F_{۲۱}} = -\overrightarrow{F_{۱۲}} \Rightarrow F_{۲۱} = F_{۱۲} = ۱۰۰/۰\text{N}$$

$$\overrightarrow{a_{۲}} = \frac{\overrightarrow{F_{۱۲}}}{m} = \frac{(۱۰۰/۰\text{N})\,\vec{i}}{۵۰/۰\text{kg}} = (۲/۰۰\frac{\text{N}}{\text{kg}})\,\vec{i} = (۲/۰۰\text{m/s}^{۲})\,\vec{i}$$

$$\overrightarrow{a_{۱}} = \frac{\overrightarrow{F_{۲۱}}}{m} = \frac{-(۱۰۰/۰\text{N})\,\vec{i}}{۷۵/۰\text{kg}} = -(۱/۳۳\frac{\text{N}}{\text{kg}})\,\vec{i} = -(۱/۳۳\text{m/s}^{۲})\,\vec{i}$$

وارد بر هر دو نفر هم اندازه بوده است، اما به علت متفاوت بودن جر مها، شتا بها متفاوت شده است.

مثال:

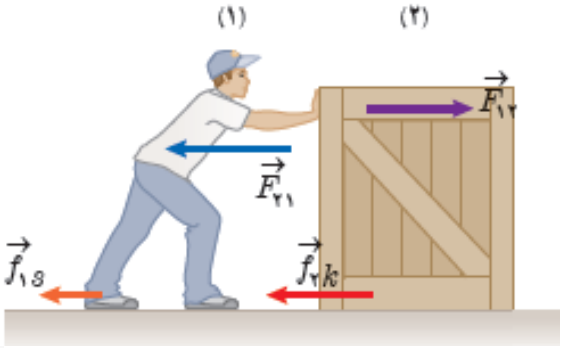
یک خودروی سواری با یک کامیون برخورد رودرو می کند (شاخ به شاخ).

الف) نیرویی که کامیون به خودروی سواری وارد می کند بیشتر است یا نیرویی که خودروی سواری به کامیون وارد می کند؟ توضیح دهید. این دو نیرو چون کنش و واکنش هم هستند، بنابراین هم اندازه اند.

ب) در این برخورد، کدام وسیله نقلیه شتاب بیشتری می گیرد؟

با توجه به اینکه جرم خودروی سواری کمتر از جرم کامیون است، بنابراین با نیرویی هم اندازه، شتاب خودروی سواری بیشتر از کامیون است.

پرسش کتاب صفحه ۳۳



شخصی در حال هل دادن جعبه ای سنگین روی سطح افقی است و این جعبه در جهت این نیرو حرکت می کند. با توجه به آنکه نیرویی که شخص به جعبه وارد می کند با نیرویی که جعبه به شخص وارد می کند هم اندازه است، توضیح دهید چگونه جعبه حرکت می کند؟

شخص (۱) به جسم (۲) نیروی $\vec{F}_{۱۲}$ را وارد می‌کند و جسم به شخص نیروی هم اندازه امّا در خلاف جهت $\vec{F}_{۲۱}$ را وارد می‌کند. این دو نیرو (کنش و واکنش) به دو جسم متفاوت وارد می‌شود بنابراین، این دو نیرو همدیگر را خنثی نمی‌کنند. وقتی $F_{۱۲}>f_{۲k}$ باشد، جعبه به طرف راست شتاب می‌گیرد. توجه داریم به شخص در راستای افقی دو نیروی اصطکاک $f_{۱s}$ و $F_{۲۱}$ وارد می‌شود و برای آنکه شخص بتواند جعبه را هل دهد باید : $F_{۱۲}\leq f_{۱s,max}$ باشد.

معرفی برخی از نیروهای خاص

برای بررسی حرکت یک جسم باید نیروهای وارد بر آن جسم را تعیین کنیم. به همین دلیل لازم است با انواع نیروها آشنا شویم. نیروهایی که در این فصل با آنها آشنا می شویم در زیر آمده است.

وزن W — نیروی گرانشی F_G

نیروی مقاومت شاره f_D — نیروی کشسانی فنر f_e

نیروی عمودی سطح F_N — نیروی کشش طناب T

نیروی اصطکاک f_s , f_k

نیروی گرانشی

نیوتون نشان داد هر جسمی در عالم، اجسام دیگر را به خود جذب می کند و این الهام بخش او برای قانون گرانش عمومی بوده است که بیان می دارد ....

نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله آنها از یکدیگر نسبت وارون دارد