S. Akbarian

نیرو

فصل ۵

جلسه سوم

قانون اول و دوم نیوتن

۱- چه نیروهایی متوازن هستند؟

۲- بیان قانون اول نیوتن چیست؟

۳- چه زمانی یک نیروی خالص بر جسم وارد می شود؟

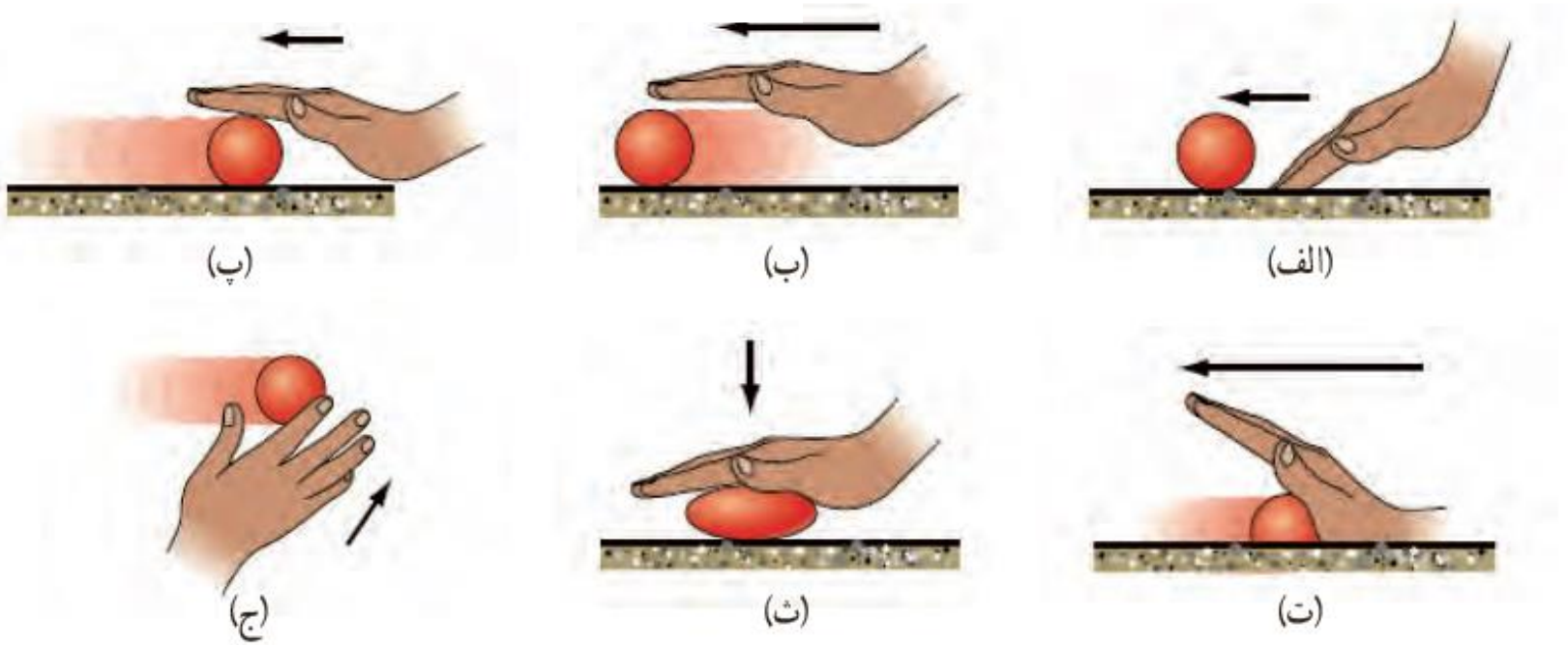
۴- بیان قانون دوم نیوتن چیست؟

تعریف نیرو

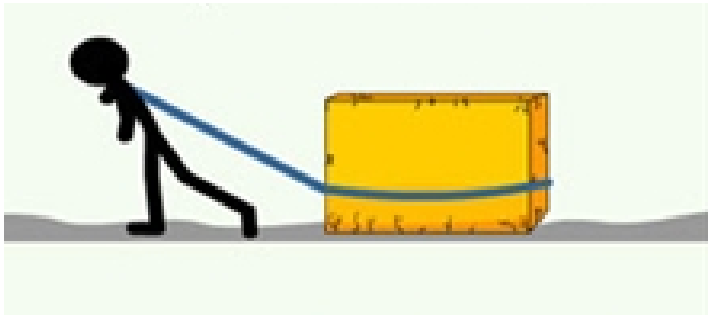
نیرو اثر متقابل بین دو جسم است.

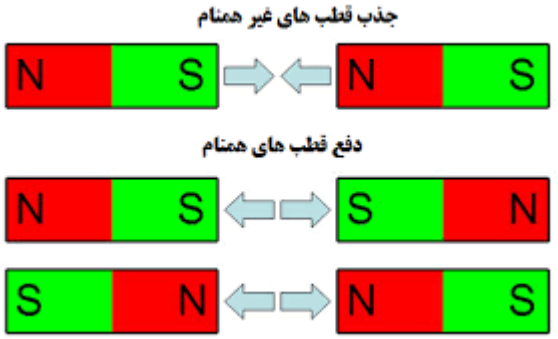
اثرات نیرو بر یک جسم

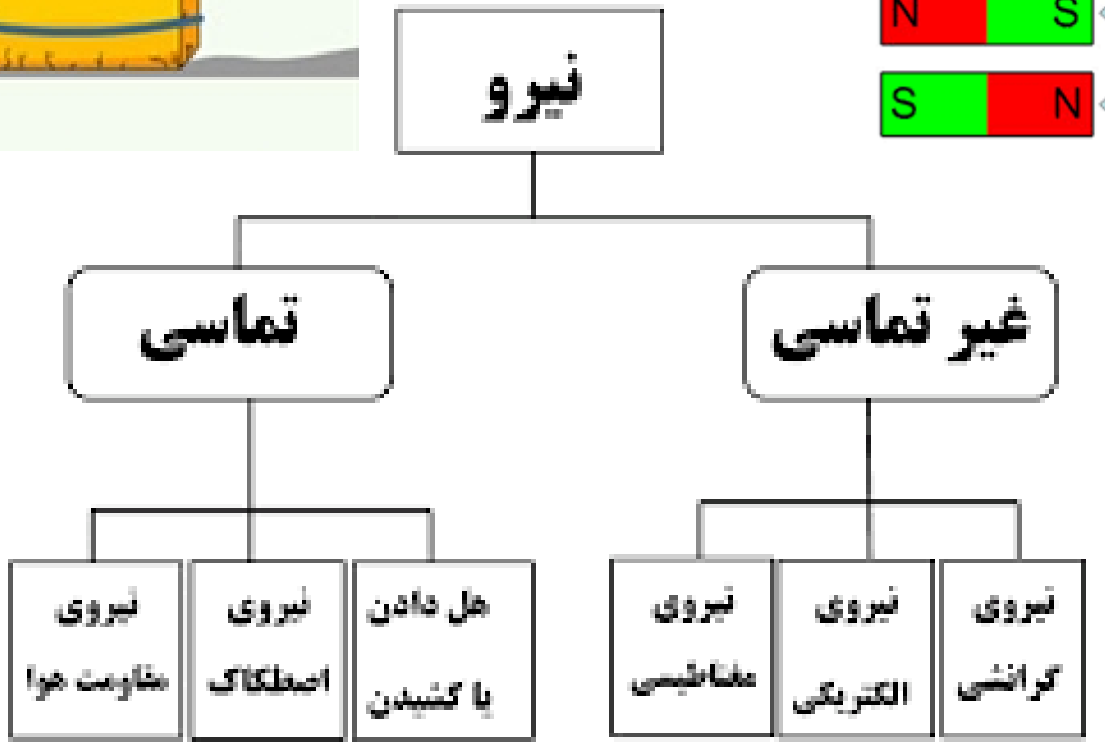
الف) شروع حرکت آن شود.
ب) سریع‌تر شدن حرکت آن شود.
پ) کُند شدن حرکت آن شود.
ت) توقف حرکت آن شود.
ث) تغییر شکل آن شود.
ج) تغییر جهت حرکت آن شود.



انواع نیرو




جذب قطب های غیر همنام
N
S
N
S
دفع قطب های همنام
N
S
S
N
S
N
N
S


نیرو
تماسی
غیر تماسی
نیروی مقاومت هوا
نیروی اصطکاک
هل دادن یا کشیدن
نیروی مغناطیسی
نیروی الکتریکی
نیروی گرانشی

نیروهای متوازن

اگر بر جسمی چند نیرو به طور هم زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن اند. به عبارت دیگر اگر برآیند نیروهای وارد برجسم صفر باشد، نیروهای وارد بر جسم متوازن اند.

شخص به جعبهٔ ساکن نیرو وارد می‌کند ولی جعبه حرکت نمی‌کند زیرا نیروی روبه جلو با نیروی اصطکاک رو به عقب هم‌اندازه‌اند.

نیروی رو به بالایی که از طرف آب به قایق وارد می‌شود هم‌اندازه با وزن قایق است،بنابراین قایق روی آب به حالت تعادل باقی می‌ماند.

نیروهای متوازن

تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسمِ ساکن، همچنان ساکن باقی می ماند و اگر در حال حرکت باشد همچنان به حرکت خود ادامه خواهد داد و تغییری در نحوه حرکت آن ایجاد نخواهد شد؛ یعنی سرعت آن تغییر نخواهد کرد.

وقتی نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت متوازن باشند، خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

وقتی نیروی وزن وارد بر چترباز و نیروی مقاومت هوا هم اندازه باشند، چترباز با سرعت ثابت به طرف زمین حرکت می‌کند.

بیان 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 این بیان قانون اول نیوتون گویند.

وقتی نیروهای وارد بر هواپیمای در حال پرواز متوازن باشند، تغییری در حرکت هواپیما ایجاد نمی‌شود.

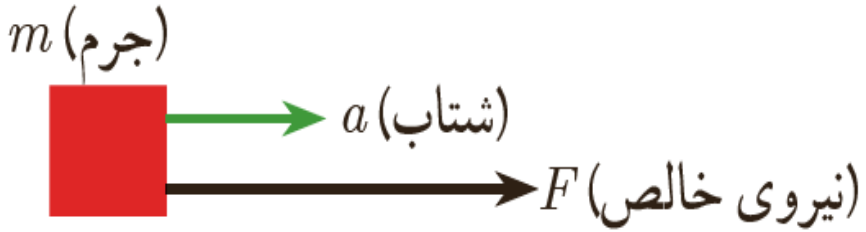
نیروی خالص عامل شتاب است

نیروی خالص وارد بر یک جسم سبب تغییر سرعت آن می شود؛ یعنی نیرو سبب ایجاد شتاب می شود. مثلاً وقتی شما به تنهایی یک چرخ دستی را هل می دهید، چرخ دستی شروع به حرکت می کند و سرعت آن افزایش می یابد؛ یعنی نیرو سبب تغییر سرعت یا به بیان دیگر سبب ایجاد شتاب در جسم می شود.

بیان قانون دوم نیوتن

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

$$\text{شتاب جسم} = \frac{\text{نیروی خالص}}{\text{جرم جسم}}$$



نیرو سبب شتاب گرفتن جسم در همان جهت نیرو می‌شود.

بیان قانون دوم نیوتن

اگر نیروی خالص وارد بر جسم را با F، جرم جسم را با m و شتاب را با a نشان دهیم، رابطهٔ بالا به‌صورت زیر در می‌آید :

$$\text{شتاب} \leftarrow a = \frac{F \rightarrow \text{نیروی خالص}}{m \rightarrow \text{جرم}}$$

در این رابطه، یکای نیرو نیوتون (N)، یکای جرم کیلوگرم (kg) و یکای شتاب نیوتون برکیلوگرم (N/kg) است. این رابطه را اولین‌بار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود استنتاج کرد. لذا این رابطه معروف به قانون دوم نیوتون است.

نکات

۱- شتاب جسم متناسب با نیروی وارد بر جسم است. اگرجرم جسم ثابت باشد؛ اما نیرویی که جسم را می کشد افزایش یابد، در اثر افزایش این نیرو، شتاب جسم نیز به همان نسبت افزایش پیدا می کند.

۲- اگر نیرویی که جسم را می کشد، ثابت باشد؛ اما جرم جسم افزایش یابد، در این حالت شتاب جسم کاهش پیدا می کند. یعنی شتاب با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$\text{شتاب} \leftarrow a = \frac{F \rightarrow \text{نیروی خالص}}{m \rightarrow \text{جرم}}$$

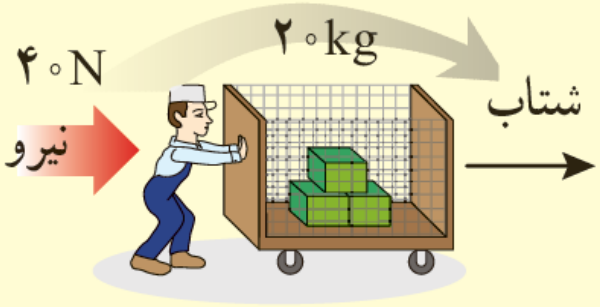
مشخصات نیرو

۱- کمیت برداری است یعنی دارای اندازه و جهت است.

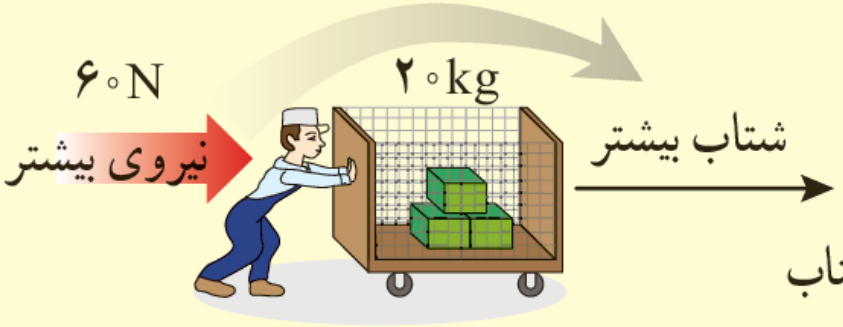
۲- اندازه نیرو را با نیروسنج اندازه می گیرند.

۳- یکای متر بر مربع ثانیه هم ارز با یکای نیوتون بر کیلوگرم است.

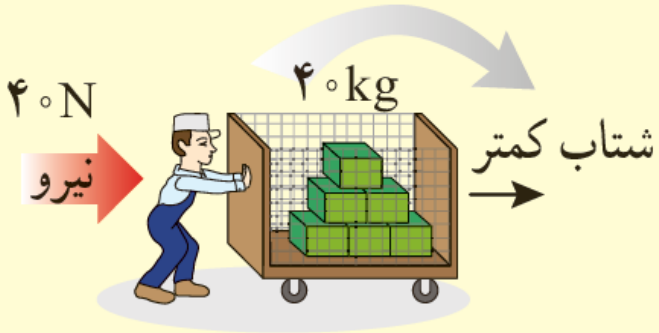
مثال : در هر یک از شکل‌های زیر اندازه شتابی را که گاری در اثر هل دادن شخص پیدا می‌کند، به‌دست آورید.



الف) $\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{۴۰\,\text{N}}{۲۰\,\text{kg}} = ۲\,\text{N/kg}$



ب) $\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{۶۰\,\text{N}}{۲۰\,\text{kg}} = ۳\,\text{N/kg}$



پ) $\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{۴۰\,\text{N}}{۴۰\,\text{kg}} = ۱\,\text{N/kg}$

از این مثال چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

مثال : شکل روبه‌رو یک ماشین اسباب بازی ۲ کیلوگرمی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر نیروی پیش‌ران (که توسط موتورش تأمین می‌شود) با شتاب ۰/۵ N/kg حرکت می‌کند. نیروی خالص وارد بر ماشین اسباب‌بازی چقدر و به کدام طرف است؟

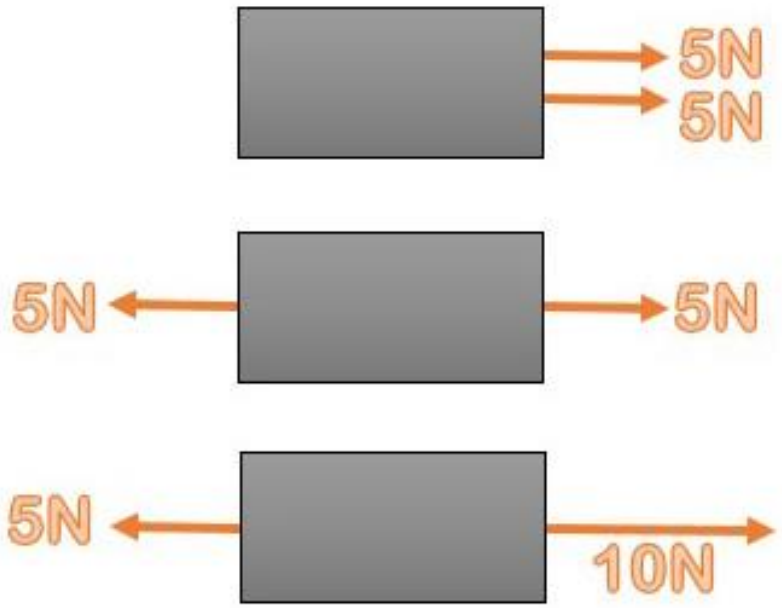
پاسخ : از قانون دوم نیوتون می‌دانیم که جهت شتاب در جهت نیروی خالص وارد بر جسم است. بنابراین نیروی وارد بر جسم در جهت پیکان نشان داده شده است.

$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} \Rightarrow \text{نیرو} = \text{جرم} \times \text{شتاب} \Rightarrow F = ma$$

$$F = ۲\ \text{kg} \times ۰/۵\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} = ۱\text{N}$$

مثال ۱

نیروی خالص و جهت آن را در هر یک از شکل های زیر به دست آورید.



مثال ۲

اگر نیرویی برابر با ۲۰۰ نیوتن به دو جسم با جرم های ۵۰ و ۲۰ کیلوگرم وارد کنیم، در آن صورت نسبت شتاب جسم سبک تر به سنگین تر چقدر است؟

مثال ۳

دو کارگر ساختمان، بسته ای حاوی مصالح ساختمانی را با طناب و هر کدام با نیروی ۱۰۰ نیوتن به سمت داخل ساختمان می کشند. اگر نیروی در مقابل حرکت ۱۲۰ نیوتن و در خلاف جهت حرکت بسته باشد:

۱) نیروی خالص وارد بر بسته چند نیوتن است؟

۲) نیروی خالص در کدام جهت است؟

۳) اگر شتاب جسم ۲ نیوتن بر کیلوگرم باشد، جرم بسته حاوی مصالح ساختمانی چند کیلوگرم است؟

موضوع جلسه بعدی: نیروی وزن، نیروی کنش و واکنش