



## نیرو

نیرو کمیتی برداری است که علاوه بر اندازه، جهت نیز دارد. نیرو، حاصل بر هم کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است.

نیرو را به کمک نیرو سنج اندازه گیری می کنیم و یکای آن در SI نیوتن است که با نماد  $N$  نشان می دهیم.

نیروی وارد بر یک جسم می تواند سبب تغییر سرعت جسم یا تغییر شکل آن شود.

نیرو بین دو جسم به صورت تماسی یا غیر تماسی وجود دارد. به عبارت بهتر دو جسم برای اینکه به یکدیگر نیرو وارد کنند لزوماً نباید در تماس باشند بلکه از راه دور هم می توانند به هم نیرو وارد کنند. مانند:

## قوانین نیوتن در حرکت

### قانون اول نیوتن:

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

یعنی:

**نکته:** به این خاصیت اجسام که میل دارند وضعیت حرکت خود را هنگامی که نیروی خالص وارد بر آن ها صفر است حفظ کنند، لختی می گویند.

### تذکره:

لختی هر جسم با جرم آن جسم رابطه ی مستقیم دارد.

به عنوان مثال:



شکل (۲)

شکل (۱)



همانطور که دیدیم، قانون اول نیوتن به بررسی حرکت جسمی می پردازد که نیروی خالص وارد بر آن صفر است. حال اگر نیروهای وارد بر جسم متوازن نباشند، یعنی نیروی خالصی بر جسم وارد شود، سرعت آن تغییر می کند و جسم تحت تاثیر آن نیرو، شتابی در جهت نیروی خالص پیدا می کند.

### قانون دوم نیوتن:

هر گاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، 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 نسبت وارون دارد.

$$a = \frac{F_{net}}{m} \rightarrow F_{net} = ma$$

**تذکره (۱):** اگر چند نیرو در راستای حرکت به طور همزمان به جسم وارد شود داریم:

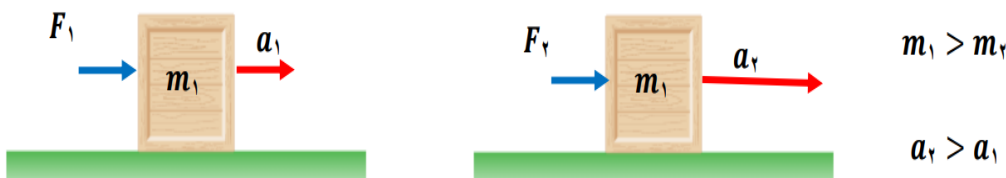
$$F_{net} = \text{مجموع نیروهای مقاوم} - \text{مجموع نیروهای محرک (پیشرانه)}$$

$$ma = \text{مقاوم} - \text{محرک} \rightarrow \text{بنابراین به طور خلاصه می نویسیم}$$

**تذکره (۲):** رابطه ی مقایسه ای برای نیرو، شتاب و جرم جسم به صورت زیر است:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{m_1}{m_2} \quad \text{یا} \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{a_2}{a_1} \times \frac{m_2}{m_1}$$

به عبارت بهتر شتاب با جرم رابطه ی عکس و با نیرو رابطه ی مستقیم دارد. بنابراین هرگاه به دو جسم با جرم های متفاوت نیروهای یکسان وارد شود، جسمی که جرم بیشتری دارد شتاب کمتری می گیرد و بر عکس.





## آسانسور

اگر داخل یک آسانسور، روی یک ترازو بایستید، عددی را که ترازو در حین حرکت نشان می دهد را وزن ظاهری می گویند. وزن ظاهری در واقع نیرویی است که از طرف کف آسانسور ( کف ترازو ) بر شما وارد می شود. وزن ظاهری که ممکن است کمتر ، بیشتر یا مساوی با وزن واقعی (  $mg$  ) باشد.

حالت های زیر را در نظر بگیرید:

- آسانسور با سرعت ثابت  $v$  به طرف پایین در حرکت باشد:

$$N = mg$$

- آسانسور با شتاب ثابت  $a$  رو به بالا در حرکت باشد

$$\begin{cases} N = m(g + a) & \text{تند شونده} \\ N = m(g - a) & \text{کند شونده} \end{cases}$$

- آسانسور با شتاب ثابت  $a$  رو به پایین در حرکت باشد:

$$\begin{cases} N = m(g - a) & \text{تند شونده} \\ N = m(g + a) & \text{کند شونده} \end{cases}$$

**تذکر مهم:** اگر درون آسانسور یک نیرو سنج و جسمی به آن متصل باشد و یا یک فنر و جسمی به آن متصل باشد روابط به صورت فوق نوشته می شود.



### نیروی اصطکاک

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

اصطکاک به نوع جنبشی و ایستایی وجود دارد.

$$f_k = \mu_k \cdot F_N$$

$$f_{s\ max} = \mu_k \cdot F_N$$

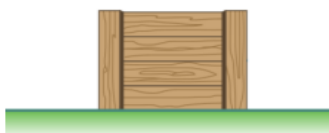
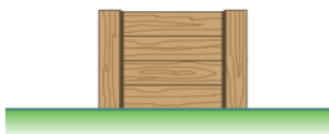
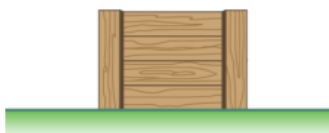
آزمایش ها نشان می دهند که بیشینه ی نیروی اصطکاک ایستایی با اندازه ی نیروی عمودی سطح متناسب است. همچنین آزمایش های گوناگون بیانگر این است که هم ضریب اصطکاک ایستایی و هم ضریب اصطکاک جنبشی به عامل هایی مانند جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آن ها و ... بستگی دارد.

معمولا ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح، کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است.

$$f_{s\ max} > f_k \rightarrow \mu_s \cdot N > \mu_k \cdot N$$



$$\mu_s > \mu_k$$



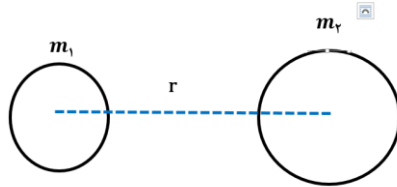


## نیروی گرانش

قانون جهانی گرانش بیان می کند که اگر دو جسم با جرم های  $m_1$  و  $m_2$  در فاصله ی  $r$  از یکدیگر قرار بگیرند، نیروی جاذبه ای بین آن ها به وجود می آید که به آن نیروی گرانش می گویند.

ثابت جهانی گرانش  $= 6.67 \times 10^{-11}$

جرم جسم ها (Kg)



$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

نیروی گرانش (N)

فاصله ی بین مرکز دو جسم (m)

برای تمرین واحد  $G$  را بدست آورید:

**نکته (۱):** نیروی گرانشی با اصل ضرب جرم دو جسم رابطه ی مستقیم و با مجذور فاصله مرکز دو جسم رابطه ی عکس دارد.

$$F \propto m_1 m_2 \quad F \propto \frac{1}{r^2}$$

**نکته (۲):** بر اساس قانون سوم نیوتن اندازه گیری نیروی گرانش که جسم  $m_1$  به  $m_2$  وارد می کند با اندازه ی نیروی گرانشی که جسم  $m_2$  به  $m_1$  وارد می کند برابر است.