۵ نیرو

با کمی تفکر در دنیای اطراف خود و اتفاقاتی که در آن رخ می‌دهد، ممکن است پرسش‌هایی در ذهن ما ایجاد شود. مثلاً:

- چرا به راحتی یک لیوان آب را از روی میز برمی‌داریم اما برای برداشتن یک کیسه برنج به دردسر می‌افتیم!
- چه چیزی باعث حرکت یک شناگر در آب می‌شود؟
- چرا یک قطعه طلا در آب غرق می‌شود اما یک قطعه چوب نه؟
- چرا سیب جداشده از درخت به سمت زمین سقوط می‌کند؟
- چرا هنگامی که پدال گاز را فشار می‌دهیم، سرعت خودرو افزایش می‌یابد؟

و هزاران پرسش دیگر که ممکن است در ذهن ما ایجاد شود.

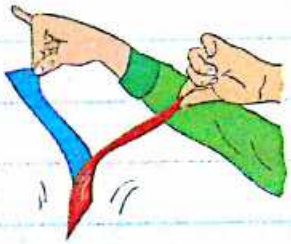
در پاسخ همه‌ی سؤال‌های مطرح‌شده با واژه‌ای به نام **نیرو** مواجه می‌شویم. در واقع با شناخت نیرو و قوانین حاکم بر آن می‌توانیم به این پرسش‌ها و پرسش‌های دیگری که در ذهنمان ایجاد می‌شود، پاسخ دهیم.

در کتاب علوم ششم ابتدایی و هشتم با برخی از مفاهیم اولیه‌ی نیرو آشنا شدیم. به طور مثال گفته شد که **اگر جسمی را هل بدهید یا بکشید بر آن نیرو وارد کرده‌اید**، یا این‌که نیرو باعث **تغییر شکل** جسم می‌شود. در کتاب علوم هشتم دیدیم که **قطب‌های هم‌نام دو آهن‌ربا بر هم نیروی دافعه** وارد می‌کنند و یا بارهای الکتریکی غیرهم‌نام یکدیگر را جذب می‌کنند.

با کمی دقت متوجه می‌شویم که هرگاه از نیرو صحبت می‌کنیم، پای دو جسم در میان است؛ به عبارتی می‌توانیم بگوییم:

نیرو ناشی از اثر متقابل بین دو جسم است. به شکل‌های زیر دقت کنید:

آهن‌ربای A، آهن‌ربای B را دفع می‌کند و آهن‌ربای B هم آهن‌ربای A را دفع می‌کند.



طلق آبی (با بار مثبت)، طلق قرمز (با بار منفی) را جذب می‌کند و طلق قرمز نیز طلق آبی را جذب می‌کند.

مشت‌زن به کیسه نیرو وارد می‌کند و کیسه نیز به دستِ مشت‌زن نیرو وارد می‌کند.

در مثال‌های بالا دیدیم که چه نیروها به صورت تماس مستقیم و چه به صورت کنش از راه دور باشند، **هر دو جسم بر هم نیرو وارد می‌کنند.**

یادآوری: **واحد اندازه‌گیری نیرو نیوتون است و با نماد (N) نمایش داده می‌شود.**

Scanned by CamScanner

نیرو باعث تغییر وضعیت حرکتی جسم می‌شود، مثلاً ممکن است اعمال نیرو، جسمِ در حال حرکت را متوقف کند، اندازه‌ی سرعت آن را زیاد کند یا جهت حرکت آن را تغییر دهد.

با هل‌دادن اتومبیل (واردکردن نیرو بر آن)، اتومبیل به حرکت درمی‌آید.

نیروی باد باعث چرخش و تغییر جهت حرکت پره‌های توربین می‌شود.

نیروهای متوازن

اگر نیروهای وارد بر جسمی هم‌اندازه و درست برخلاف جهت هم باشند، می‌گوییم نیروهای وارد بر آن متوازن هستند. اگر نیروهای وارد بر جسم ساکن متوازن باشند، جسم هم‌چنان ساکن می‌ماند و به حرکت درنمی‌آید.

نیروی شخص و نیروی مقاوم در برابر حرکت، متوازن هستند، پس جسم حرکت نمی‌کند.

شاید برای شما جالب باشد که بدانید، نیروهای واردشده بر جسمی که بر مسیر مستقیم حرکت یکنواخت دارد، متوازن هستند. به همین دلیل تغییری در وضعیت حرکت جسم ایجاد نشده و هم‌چنان با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

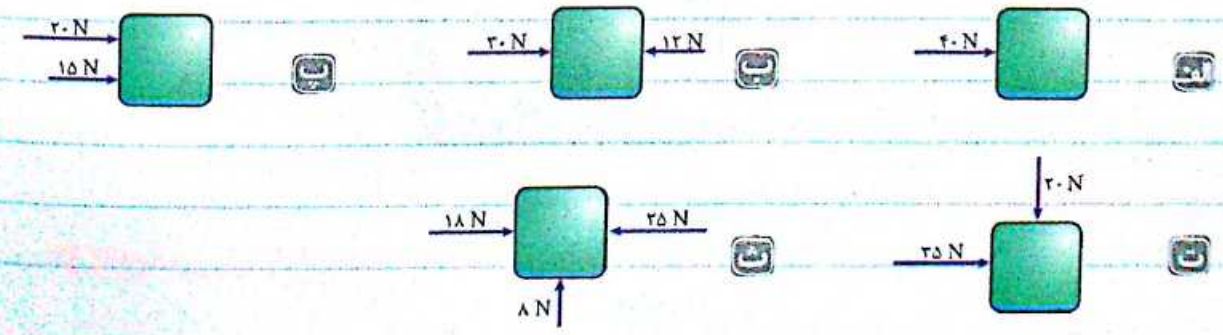
نیروی پیشران ترن با نیروی مقاوم در برابر حرکت هم‌اندازه است، پس ترن با سرعت ثابت به مسیر خود ادامه می‌دهد.

در شکل مقابل نیروهایی که در یک راستا هستند با هم متوازن‌اند؛ بنابراین بدون آن‌که هواپیما تغییر ارتفاع بدهد با سرعت ثابت پیش می‌رود.

با کمی دقت این مطلب را متوجه می‌شویم که اگر نیروهای وارد بر جسم متوازن باشد وضعیت حرکت جسم تغییر نمی‌کند این مطلب را ایزاک نیوتون در اولین قانون از قوانین سه‌گانه‌ی حرکت این‌گونه بیان کرده است:

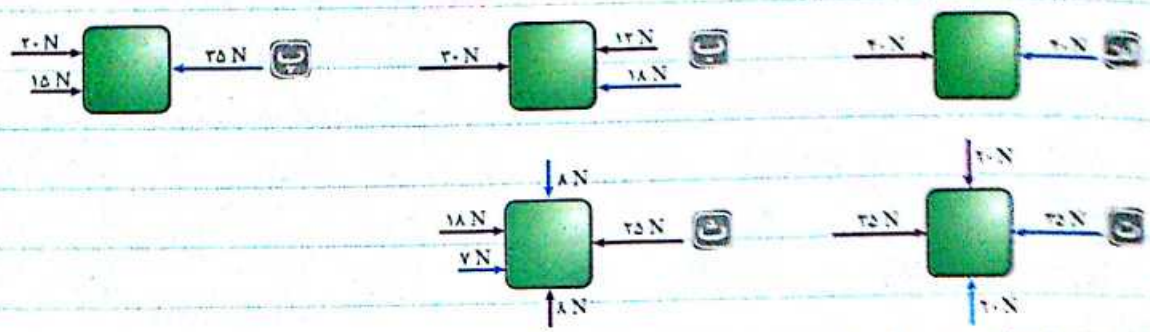
اجسام تمایل دارند وضعیت حرکتی خود را حفظ کنند؛ یعنی اگر ساکن هستند، ساکن بمانند و اگر با سرعت ثابت در حال حرکت هستند با همان سرعت به حرکت خود ادامه دهند؛ مگر آن‌که نیرویی (نیروی خالص غیرصفر) بر آن اثر کند.

مثال: در شکل‌های زیر، بر هر جسمی یک یا چند نیرو وارد شده است. برای آن‌که نیروی خالص وارد بر جسم صفر شود، نیروهایی را بر جسم وارد کرده و جهت و اندازه‌ی آن را مشخص کنید.



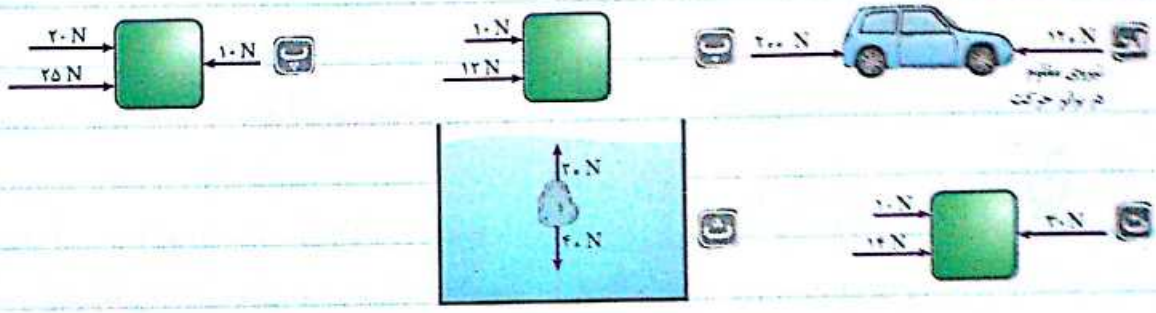
Scanned by CamScanner

پاسخ باید دقت کنیم که در هر راستا نیروی خالص وارد بر جسم هنگامی صفر می‌شود که نیروها خلاف جهت و هم‌اندازه باشند.

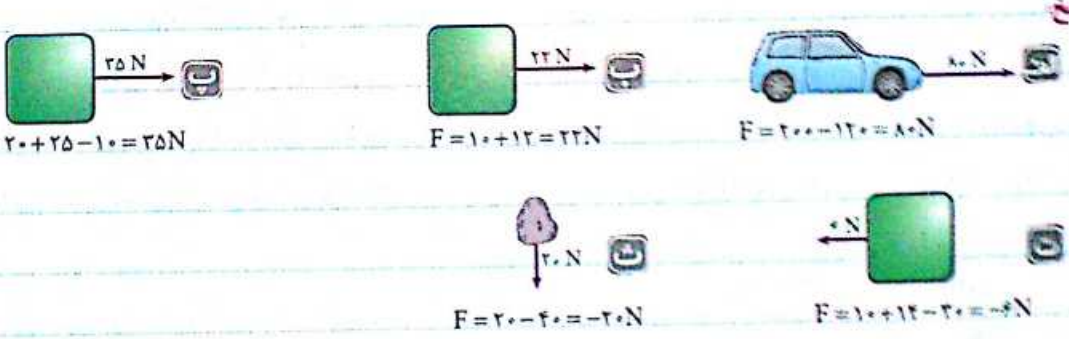


در بسیاری از موارد نیروی خالص وارد بر جسم صفر نمی‌شود، در این گونه مواقع وضعیت حرکتی جسم تغییر می‌کند. مثلاً جسم در حال سکون شروع به حرکت می‌کند، جسمی که در حال حرکت است متوقف می‌شود یا سرعت جسم در حال حرکت افزایش یا کاهش می‌یابد.

مثال در شکل‌های زیر، اندازه و جهت نیروی خالصی را که بر هر جسم وارد می‌شود، محاسبه و تعیین کنید.



پاسخ



(در هر یک از پاسخ‌ها نیروهای به سمت راست و بالا را مثبت و نیروهای به سمت چپ و پایین را منفی در نظر گرفته‌ایم. در واقع مثبت یا منفی بودن جواب، جهت نیروی خالص را به ما نشان می‌دهد.)

همان‌طور که اشاره شد اگر نیروی خالص وارد بر جسم صفر نباشد، وضعیت حرکتی جسم تغییر می‌کند؛ به عبارتی سرعت جسم تغییر می‌کند. در فصل قبل در بررسی حرکت متحرکی که بر خط راست حرکت می‌کند، گفتیم که اگر سرعت جسم تغییر کند، حرکت جسم شتاب‌دار است. بنابراین اگر نیروی خالص وارد بر جسمی صفر نباشد، سرعت جسم تغییر می‌کند، پس نیرو، باعث می‌شود که حرکت جسم شتاب‌دار باشد. این مطلب را نیوتون به عنوان دومین قانون از قوانین سه‌گانه‌ی حرکت این‌گونه بیان نمود:

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

حال اگر نیروی وارد بر جسم را F، جرم جسم را m و شتاب جسم را a در نظر بگیریم، می‌توان قانون دوم نیوتون را این‌طور نوشت:

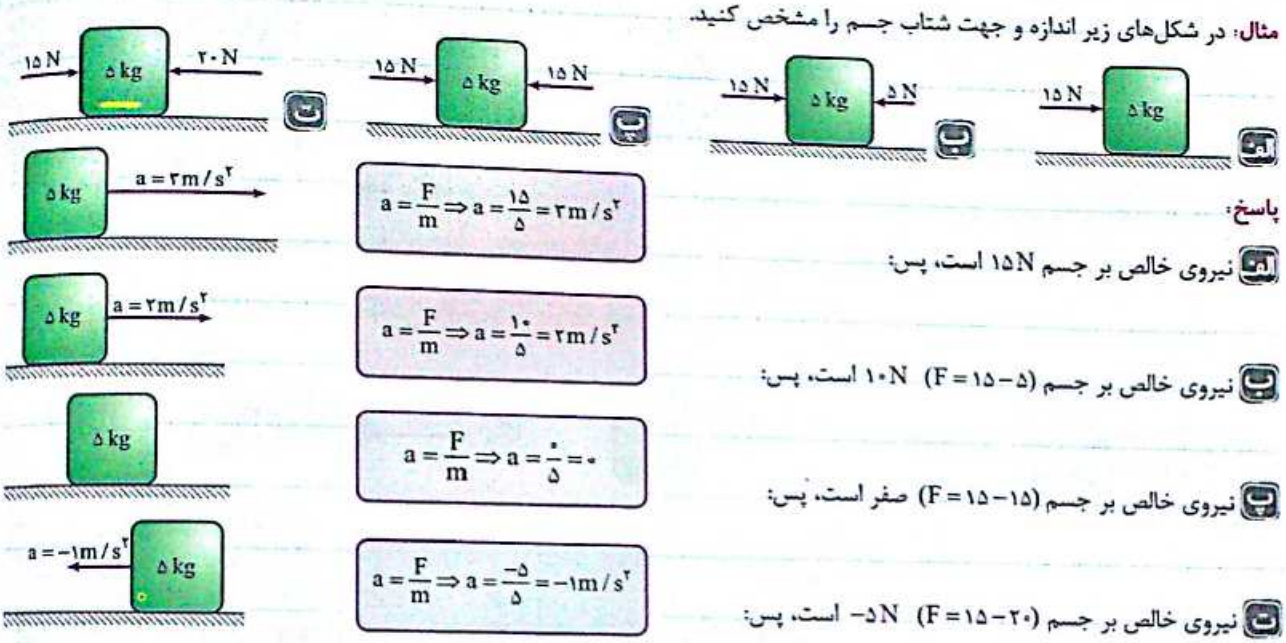
$$a\,(N/kg) = \frac{F(N)}{m(kg)}$$

Scanned by CamScanner

در رابطه‌ی $a=\frac{F}{m}$ به نکات زیر توجه کنید:

- در این رابطه، یکای نیرو (N)، یکای جرم (kg) و یکای شتاب (N/kg) یا (m/s^2) است.
- جسم در جهت نیروی خالص وارد بر آن شتاب می‌گیرد.
- اگر نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد، حرکت جسم شتاب نداشته و یکنواخت است.

مثال: در شکل‌های زیر اندازه و جهت شتاب جسم را مشخص کنید.



پاسخ:

الف) نیروی خالص بر جسم ۱۵N است، پس:

$$a=\frac{F}{m}\Rightarrow a=\frac{15}{5}=3m/s^2$$

ب) نیروی خالص بر جسم $(F=15-5)$ ۱۰N است، پس:

$$a=\frac{F}{m}\Rightarrow a=\frac{10}{5}=2m/s^2$$

پ) نیروی خالص بر جسم $(F=15-15)$ صفر است، پس:

$$a=\frac{F}{m}\Rightarrow a=\frac{0}{5}=0$$

ت) نیروی خالص بر جسم $(F=15-20)$ ۵N- است، پس:

$$a=\frac{F}{m}\Rightarrow a=\frac{-5}{5}=-1m/s^2$$

سؤال: چرا خودروهای مسابقات فرمول یک به گونه‌ای طراحی می‌شوند که دارای وزن کم و قدرت موتور بسیار زیادی باشند؟

پاسخ: چون در مسابقات اتومبیل‌رانی، شتاب اتومبیل بسیار مهم است.

با توجه به رابطه‌ی $a=\frac{F}{m}$ هر چه نیرو بیشتر و جرم کم‌تر باشد، اتومبیل شتاب بیشتری می‌گیرد.

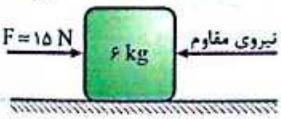
مثال: جسمی به جرم ۴۰۰g بر روی یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $1/5\,m/s^2$ در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر جسم چه‌قدر است؟

پاسخ: با توجه به این که در رابطه‌ی $a=\frac{F}{m}$، جرم برحسب kg است. پس باید جرم جسم را به kg تبدیل کنیم:

$$m=400g=0/4kg$$

$$a=\frac{F}{m}\Rightarrow F=ma\Rightarrow F=0/4\times1/5=0/6N$$

مثال: در شکل روبه‌رو، جسم روی یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $2\,m/s^2$ در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی مقاوم در برابر حرکت چه‌قدر است؟



پاسخ: با توجه به این که شتاب حرکت جسم $2m/s^2$ و جرم آن ۶kg است، اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر جسم را به دست می‌آوریم:

$$F=ma\Rightarrow F=6\times2=12N$$

اما در شکل می‌بینیم که نیروی پیشران ۱۵N است. پس می‌توان گفت:

$$F_{خالص}=F_{پیشران}-F_{مقاوم}$$

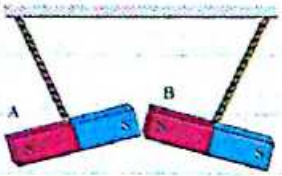
$$12=15-F_{مقاوم}\Rightarrow F_{مقاوم}=15-12=3N$$

نیروی کنش و واکنش

هرگاه با پا ضربه‌ی محکمی به توپ بسکتبال بزنید، پای شما درد می‌گیرد.

علت درد پای شما این است که شما با پا نیروی زیادی به توپ وارد کردید و توپ هم نیرویی به همان اندازه درست برخلاف جهت به پای شما وارد می‌کند. در این رویداد نیرویی که پای شما به توپ وارد می‌کند، نیروی کنش و نیرویی را که توپ به پای شما وارد می‌کند، نیروی واکنش می‌نامیم.

Scanned by CamScanner



- قطب S آهن‌ربای (A)، قطب N آهن‌ربای (B) را می‌رباید (نیروی کنش) و قطب N آهن‌ربای (B) نیز قطب S آهن‌ربای (A) را می‌رباید (نیروی واکنش).

- هلی‌کوپتر به کمک چرخش پره‌ها، هوا را به سمت پایین هل می‌دهد (نیروی کنش) و هوا نیز هلی‌کوپتر را به سمت بالا هل می‌دهد و آن را به پرواز درمی‌آورد (نیروی واکنش).

- دونده‌ی دوی سرعت در هنگام استارت نیروی زیادی را به تکیه‌گاه کفش خود وارد می‌کند (نیروی کنش) و تکیه‌گاه نیز نیروی لازم را برای استارت به دونده وارد می‌کند (نیروی واکنش).

دقت داشته باشید که نیروهای کنش و واکنش همیشه با هم ظاهر می‌شوند و **نیروی کنشی وجود ندارد که واکنش نداشته باشد.** این موضوع را نیوتون به عنوان **سومین قانون** از قوانین سه‌گانه‌ی حرکت این‌طور بیان کرد:

«هرگاه جسمی به جسم دیگری نیرو وارد کند، جسم دوم نیز نیرویی هم‌اندازه ولی در خلاف جهت بر جسم اول وارد می‌کند.»

در قانون سوم نیوتون باید به نکات زیر توجه کرد:

- **نیروهای کنش و واکنش هم اندازه و خلاف جهت هستند.**
- نیروی کنش به یک جسم و واکنش به جسم دیگر وارد می‌شود، پس **نمی‌توان آن‌ها را با هم جمع کرد.**
- **نیروهای کنش و واکنش هم‌جنس هستند، مثلاً هر دو الکتریکی هستند.**

مثال: جرم گلوله‌ی یک توپ جنگی ۶kg و جرم خود توپ جنگی ۴۸۰kg است. توپ را روی یک سطح بدون اصطکاک قرار داده و گلوله‌ای را شلیک می‌کنیم. اگر تا زمان خروج گلوله از لوله‌ی توپ به طور متوسط نیرویی معادل ۵۴۰۰N به گلوله وارد شود، شتاب توپ و گلوله را تا لحظه‌ی خروج گلوله از لوله‌ی توپ حساب کنید.

پاسخ: نیرویی که توپ به گلوله وارد می‌کند، نیروی کنش (F_1) و نیرویی که گلوله به توپ وارد می‌کند، نیروی واکنش (F_2) است. طبق قانون سوم نیوتون این دو نیرو با هم برابرند. پس گلوله نیز نیرویی به اندازه‌ی ۵۴۰۰N برخلاف جهت نیروی کنش به توپ وارد می‌کند.

$$F_1 = F_2 = 5400N \qquad a_{\text{گلوله}} = \frac{F_1}{m} \Rightarrow a = \frac{5400}{6} = 900 m/s^2 \qquad a_{\text{توپ}} = \frac{F_2}{m} \Rightarrow a = \frac{5400}{480} = 11/25 m/s^2$$

نیروی وزن

به نیروی گرانشی که زمین و سیاره‌های دیگر به اجسام نزدیک خود وارد می‌کنند، نیروی وزن گفته می‌شود.

جهت نیروی وزن به سمت مرکز زمین (سیاره) بوده و اندازه‌ی آن از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

شتاب جاذبه‌ی زمین (سیاره) × جرم جسم = نیروی وزن

اگر نیروی وزن را با W و شتاب جاذبه‌ی زمین (سیاره) را با g نمایش دهیم، می‌توانیم رابطه‌ی بالا را به صورت مقابل بنویسیم: $W = mg$

- واحد اندازه‌گیری شتاب جاذبه m/s^2 یا N/kg است.
- برای اندازه‌گیری وزن یک جسم معمولاً از **نیروسنج یا ترازو** استفاده می‌کنیم و **واحد اندازه‌گیری وزن یک جسم، نیوتون است.**

- **شتاب گرانش در سطح زمین برابر $9/8 m/s^2$** است که برای راحتی در انجام محاسبات آن را **$10 m/s^2$** فرض می‌کنند.

Scanned by CamScanner

■ بد نیست بدانید که شتاب جاذبه‌ی روی سطح ماه $1/6\,N/kg$ و روی مریخ $4\,N/kg$ است.

(!) تاکنون هر وقت از شما پرسیده شده که وزن شما چه‌قدر است، در پاسخ گفته‌اید که مثلاً $60kg$، این نوع بیان برای گزارش اندازه‌ی وزن، یک اشتباه رایج است و در واقع جرم شما $60kg$ است نه وزن شما.

مثال: وزن دانش‌آموزی $720N$ است. جرم او چند کیلوگرم است؟ ($g=10m/s^2$)

پاسخ: $W=mg \Rightarrow 720=m\times 10 \Rightarrow m=72kg$

مثال: شتاب گرانش سیاره‌ای $7/5m/s^2$ است. سفینه‌ای به جرم $800kg$ روی آن فرود می‌آید.

الف) جرم سفینه در این سیاره چه‌قدر است؟ ب) وزن سفینه در این سیاره چه‌قدر با وزن آن در سطح زمین متفاوت است؟

پاسخ: الف) جرم جسم به مکان یا شتاب گرانش وابسته نیست و برای هر جسمی عدد ثابتی است، بنابراین جرم سفینه در این سیاره همان $800kg$ است.

ب) ابتدا وزن سفینه را در این سیاره و سپس زمین محاسبه می‌کنیم:

$W_{سیاره}=m\times g_{سیاره}=800\times 7/5=6000N$

$W_{زمین}=m\times g_{زمین}=800\times 10=8000N$

پس وزن سفینه در سطح این سیاره به اندازه‌ی $2000N$ از وزن آن در زمین کم‌تر است. تفاوت وزن‌ها $=8000-6000=2000N$

مثال: نیروی وزن شخصی به جرم $60kg$ چه‌قدر است؟ واکنش نیروی وزن این شخص به کجا وارد شده و اندازه‌ی آن چه‌قدر است؟ ($g=10m/s^2$)

پاسخ: اندازه‌ی نیروی وزن شخص را از رابطه‌ی $W=mg$ حساب می‌کنیم: $W=mg \Rightarrow W=60\times 10=600N$

■ نیروی وزن از طرف زمین به شخص وارد می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون واکنش نیروی وزن از طرف شخص به مرکز زمین وارد می‌شود و هم‌اندازه با نیروی وزن است، پس نیروی واکنش وزن نیز $600N$ است.

نیروی اصطکاک

نیروی اصطکاک نقش بسیار مهمی در زندگی ما دارد. این نیرو گاهی برای ما مزاحمت ایجاد می‌کند و در بسیاری از موارد به ما کمک می‌کند. مثلاً هنگامی که جسمی را روی سطحی هل می‌دهیم، نیروی اصطکاک مزاحم حرکت جسم روی سطح است اما در روزهای برفی اگر کف کفش ما اصطکاک لازم را با سطح برفی نداشته باشد لیز می‌خوریم و ممکن است که آسیب ببینیم یا اگر بین لاستیک ماشین و سطح زمین اصطکاک وجود نداشته باشد، چرخ می‌چرخد اما ماشین حرکت نمی‌کند (به مانند ماشینی که روی سطح یخی لیز می‌خورد).

ما در این کتاب، بیشتر به اصطکاکی می‌پردازیم که مزاحم حرکت است.

اصطکاک ایستایی

فرض کنید که می‌خواهید در ایام خانه‌تکانی عید به تنهایی یخچال را هل داده تا آن را جابه‌جا کنید، اما موفق نمی‌شوید. نیرویی را که در برابر حرکت یخچال و نیروی شما مقاومت می‌کند، **اصطکاک ایستایی** می‌نامیم.

در واقع اصطکاک ایستایی، اصطکاکی است که مانع حرکت اجسام ساکن می‌شود.

جالب است که بدانید چون جسم حرکت نمی‌کند، پس نیروی شما و نیروی اصطکاک متوازن هستند، یعنی اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی دقیقاً به اندازه‌ی نیرویی است که شما وارد می‌کنید.

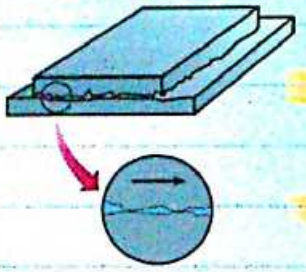
اصطکاک جنبشی

تصور کنید که در حال هل‌دادن یک جعبه روی سطح زمین هستید. از طرف سطح زمین نیرویی با حرکت جعبه مخالفت می‌کند و مانع آن است که شما به راحتی کار خود را انجام دهید و اگر جعبه را رها کنید این نیرو باعث می‌شود که جعبه پس از مسافتی (هر چند بسیار کوتاه) بایستد.

به این نیرو **نیروی اصطکاک جنبشی (یا اصطکاک لغزشی)** گفته می‌شود.

Scanned by CamScanner

در واقع نیروی اصطکاک جنبشی (لغزشی) نیرویی است که در برابر حرکت اجسام در حال لغزش روی یک سطح مخالفت می‌کند.



حال سؤالی که مطرح می‌شود این است که علت وجود نیروی اصطکاک چیست؟

در پاسخ باید گفت که در ابعاد میکروسکوپی، سطوح دارای فرورفتگی و برجستگی‌هایی هستند که در اصطلاح به آن‌ها زبری گفته می‌شود. هنگامی که دو سطح در تماس با هم قرار می‌گیرند، این فرورفتگی‌ها و برجستگی‌ها (تپه‌ها و چاله‌ها) در هم فرورفته و مانع حرکت جسم می‌شوند. به این ممانعت از حرکت، اصطکاک گفته می‌شود. هر چه دو جسم روی هم بیشتر فشرده شوند، این تپه‌ها و چاله‌ها بیشتر در هم فرومی‌روند و بیشتر مانع حرکت می‌شوند.

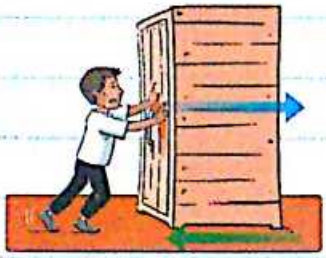
نکاتی در مورد نیروی اصطکاک

۱) اصطکاک ایستایی دقیقاً هم‌اندازه‌ی نیروی پیشرانی است که به جسم وارد می‌شود.

۲) اصطکاک جنبشی به اندازه‌ی نیروی پیشران بستگی ندارد و می‌تواند کم‌تر، بیشتر یا هم‌اندازه‌ی آن باشد.

۳) نیروی اصطکاک جنبشی به طور محسوسی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد.

۴) روی سطح افقی یا سطح شیب‌دار هر چه جسم سنگین‌تر باشد، اندازه‌ی اصطکاک جنبشی نیز بیشتر است.



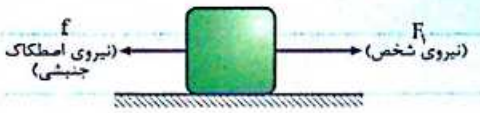
مثال: شخصی با نیروی افقی ۴۵N، کمدی به جرم ۱۵kg را روی سطحی هل می‌دهد:

الف) اگر شتاب جسم $2m/s^2$ باشد، اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی چه‌قدر است؟

ب) اگر پس از مدتی شخص کمد را رها کند، کمد با چه شتابی متوقف می‌شود؟

پاسخ: الف) **راه‌حل اول:** برای هل‌دادن جسمی به جرم ۱۵kg و با شتاب $2m/s^2$، به نیرویی با اندازه‌ی $F = ma = 15\times2 = 30N$ نیاز داریم اما شخص ۴۵N نیرو وارد می‌کند، پس ۱۵N از این نیرو صرف غلبه بر نیروی اصطکاک جنبشی می‌شود. بنابراین اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی ۱۵N است.

راه‌حل دوم:



$$\left.\begin{matrix} F_{\text{خالص}} = F_1 - f \\ F_{\text{خالص}} = ma \end{matrix}\right\} \Rightarrow F_1 - f = ma \Rightarrow 45 - f = 15\times2 \Rightarrow f = 45 - 30 = 15N$$

ب) هنگامی که شخص کمد را رها می‌کند، نیروی خالصی که بر کمد وارد می‌شود فقط نیروی اصطکاک جنبشی است. چون این نیرو برخلاف جهت حرکت بر جسم وارد می‌شود با علامت منفی نمایش داده می‌شود:

$$f = ma \Rightarrow -15 = 15a \Rightarrow a = -1m/s^2$$

کمد با شتاب $-1m/s^2$ متوقف می‌شود.

پرسش‌ها

جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید.

الف) واحد اندازه‌گیری نیرو ..... (ژول ـ نیوتون) است.

ب) هرگاه نیروی خالص وارد بر جسم در حال حرکتی صفر باشد، حرکت آن جسم ..... (یکنواخت ـ شتاب‌دار) است.

پ) طبق قانون ..... (اول ـ دوم ـ سوم) نیوتون هرگاه جسمی بر جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز بر جسم اول نیرویی به همان اندازه ولی برخلاف جهت وارد می‌کند.

ت) هر چه جرم جسم ..... (کم‌تر ـ بیشتر) باشد، بر اثر اعمال یک نیروی ثابت، شتاب بیشتری می‌گیرد.

Scanned by CamScanner

ب) هرگاه جمع نیروهای وارد بر جسم در هر راستا صفر ـــــ (باشد ـ نباشد)، نیروهای وارد بر آن متوازن هستند.

ج) هر چه سطح زیر یک جسم زبری کم‌تری داشته باشد، اصطکاک جنبشی آن با سطح زیرش ـــــ (کم‌تر ـ بیشتر) است.

✓ درستی یا نادرستی موارد زیر را مشخص کنید.

	درست	نادرست
ا) نیرو، برهم‌کنش (تأثیر) متقابل دو جسم بر یکدیگر است.	☑	☐
ب) تأثیر دو جسم بر هم حتماً باید به صورت تماسی باشد.	☐	☑
ج) جرم یک توپ فوتبال روی سطح زمین بیشتر از جرم آن روی سطح کره‌ی ماه است.	☐	☑
د) هر چه نیرویی که بر یک جسم وارد می‌شود، بزرگ‌تر باشد؛ شتابی که جسم می‌گیرد، بیشتر است.	☑	☐
ه) نیروهای کنش و واکنش می‌توانند هم‌نوع باشند.	☑	☐
و) با توجه به این‌که نیروهای کنش و واکنش هم‌اندازه و در خلاف جهت هم هستند، پس جمع آن‌ها صفر است.	☐	☑
ز) نیروی اصطکاک جنبشی به مساحت سطح تماس بستگی ندارد.	☑	☐
ح) در رابطه‌ی $F = ma$ برای محاسبه‌ی F برحسب نیوتون، باید یکای جرم kg باشد.	☑	☐

✎ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱- دو مورد از نیروهای تماسی و دو مورد از نیروهای کنش از راه دور را که می‌شناسید، نام ببرید.

هل دادن و کشیدن نیروهای تماسی هستند و کشش یا دوبرشدن دو آهن با نیروهای کنش از راه دور هستند

۲- سه جمله از جمله‌های زیر نادرست است. آن‌ها را پیدا کنید و جمله‌های درست را بنویسید.

ا) نیرو کمیتی عددی است که فقط اندازه‌ی آن مهم است.

ب) اگر نیروی خالص وارد بر جسم در حال حرکت صفر شود، آن جسم متوقف نمی‌شود. (می‌شود)

ج) اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی، به اندازه‌ی جرم جسم وابسته است.

د) به علت آن‌که جرم زمین بیشتر از جرم ما است، نیرویی که زمین به ما وارد می‌کند (نیروی وزن)، بیشتر از نیرویی است که ما به زمین وارد می‌کنیم.

ه) مواردی وجود دارد که در آن نیروی اصطکاک به ما کمک می‌کند تا کاری را انجام دهیم.

۱) در کوه نوردی باعث می‌شود که لیز نخوریم

۲) زنجیر چرخ در منطق برقی با اصطکاک باعث حرکت می‌شود

۳) اصطکاک بین دست‌های ما باعث گرم شدن در زمستان می‌شود

۳- با توجه به قانون سوم نیوتون، به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

ا) قایقرانی در حال پاروزدن و حرکت در آب است. علت حرکت قایق در آب را چگونه توجیه می‌کنید؟

همان طور که قایقران با پاروزدن به آب نیرو وارد می‌کند آب نیز به آن نیرو وارد می‌کند که باعث حرکت می‌شود

ب) هلی‌کوپتری در حال بلندشدن از روی باند پرواز است. چگونه هلی‌کوپتر از روی باند به پرواز درمی‌آید؟

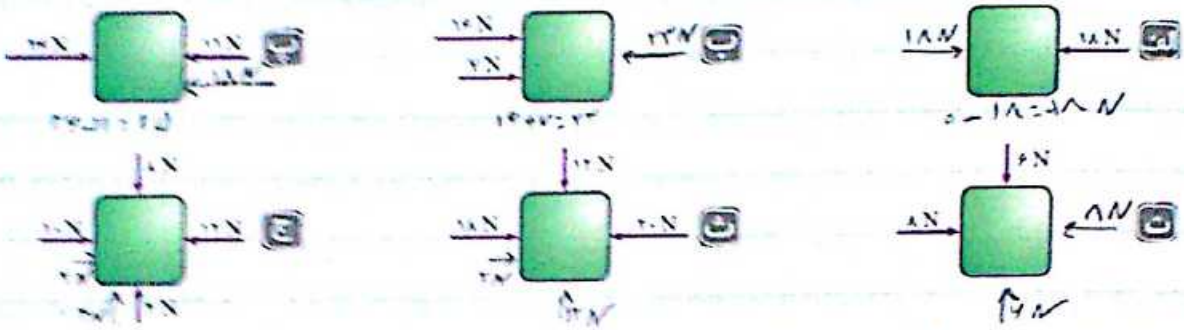
همان طور که هلی‌کوپتر به هوا نیرو وارد می‌کند هوا نیز به آن نیرو وارد می‌کند که باعث بلند شدن آن می‌شود.

علت حرکت بادکنکی که بادشده و دریچه‌ی آن باز است را چگونه توجیه می‌کنید؟

یک والیبالیست برای دفاع روی تور باید درجا بپرد. چه چیزی باعث پرش والیبالیست به سمت بالا می‌شود؟

والیبالیست با پایش به زمین نیرو وارد می‌کند، زمین نیز به او نیرو وارد می‌کند که باعث پرش به سمت بالا می‌شود.

۴- در هر کدام از شکل‌های زیر، برای آن‌که نیروی خالص وارد بر جسم در هر راستا صفر شود باید نیرویی (یا نیروهایی) بر جسم وارد کنید. جهت و اندازه‌ی آن نیرو (نیروها) را مشخص نمایید.



۵- در شکل‌های زیر، جهت و اندازه‌ی نیروی خالصی را که در هر راستا بر جسم وارد می‌شود، مشخص کنید.

۶- نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم ۱۴۰۰g، ۷N است. شتاب جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

$m = 1400\,g = 1.4\,kg$

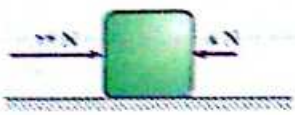
$F = 7\,N$

$a = ?\ m/s^2$

$a = \frac{F}{m}$

$a = \frac{7}{1.4} = 5\ m/s^2$

۷- در شکل زیر، شتاب جسم $4\,m/s^2$ است. جرم آن چند کیلوگرم است؟



$a = 4\ N/kg$

$F = 12 - 4 = 8\ N$

$m = 2\ kg$

$m = \frac{F}{a}$

$m = \frac{8}{12} \simeq 0.28\ kg$

۸- در شکل‌های زیر، جرم جعبه 2kg است. شتابی را که جسم به علت واردشدن نیروی خالص بر آن دارد، به دست آورید.

$m = 2\ kg$

$F = 5 - 3 = 2\ N$

$a = ?\ m/s^2$

$a = \frac{F}{m}$

$a = \frac{2}{2} = 1\ m/s^2$

$m = 2\ kg$

$F = 12 - 8 = 4\ N$

$a = ?\ m/s^2$

$a = \frac{F}{m}$

$a = \frac{4}{2} = 2\ m/s^2$

$m = 2\ kg$

$F = 12 - 8 = 4\ N$

$a = ?\ m/s^2$

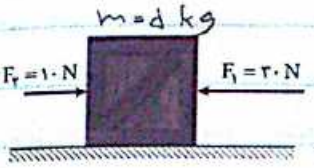
$a = \frac{F}{m}$

$a = \frac{-4}{2} = -2\ m/s^2$

Scanned by CamScanner

۹- در شکل‌های زیر، نیروی افقی F_2 را به گونه‌ای به جسم وارد کنید تا شتاب جسم $1/5\ m/s^2$ باشد (در همه‌ی شکل‌ها نیروها افقی هستند).

۱۰- در شکل، نیروهای F_1 و F_2 بر جسم ۵ کیلوگرمی وارد می‌شوند. اگر اندازه‌ی نیروی F_2 را نصف کنیم، شتاب جسم نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟



۱۱- روی یک سطح بسیار صاف و صیقلی که هیچ مقاومتی در برابر حرکت جسم وجود ندارد، دو نیروی افقی با اندازه‌های ۲۴N و ۱۲N بر جسمی به جرم ۴kg وارد می‌شوند:

الف) در چه صورت شتاب جسم حداکثر مقدار خود را دارد؟ اندازه‌ی آن را حساب کنید.

ب) در چه صورت شتاب جسم کم‌ترین مقدار خود را دارد؟ اندازه‌ی آن را حساب کنید.

۱۲- نیروی خالص افقی F به جسمی به جرم m که روی یک سطح افقی قرار دارد، وارد شده و به آن شتاب $4\ m/s^2$ می‌دهد. اگر این نیرو بر جسمی به جرم $m+2$ وارد شود به آن شتاب $3\ m/s^2$ می‌دهد، اندازه‌ی F و m را حساب کنید.

۱۳- دو نیروی افقی F_1 و F_2 را با مشخصات $F_1 = 24N$ و $F_2 < F_1$، یک بار به صورت هم‌جهت و بار دوم در خلاف جهت هم بر جسمی به جرم m وارد می‌کنیم. بار اول جسم شتاب $5\ m/s^2$ و بار دوم شتاب $1\ m/s^2$ می‌گیرد. اندازه‌ی F_2 و m را حساب کنید.

۱۴- نیروی افقی ۳۶ نیوتونی روی یک سطح صیقلی به جسمی به جرم m و شتاب a و نیروی افقی ۲۴ نیوتونی روی همین سطح به جسمی به جرم $(m-2)$ شتاب $(a+2)$ می‌دهد. جرم m و شتاب a را حساب کنید.

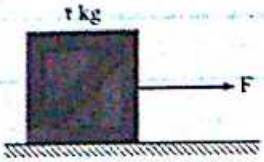
۱۵- درون جعبه‌ای به وزن ناچیز، تعداد n_1 آجر با جرم‌های یکسان قرار دارد. جعبه تحت تأثیر نیروی خالص افقی F روی یک سطح افقی، شتاب a می‌گیرد. اگر تعداد n_2 آجر از داخل جعبه برداریم، جعبه تحت تأثیر همان نیروی خالص و در همان شرایط شتاب $\frac{4}{3}a$ به خود می‌گیرد. نسبت $\frac{n_2}{n_1}$ را حساب کنید.

۱۶- جرم جسمی ۴kg و وزن آن در سیاره‌ی آلفا، ۴۸N است. شتاب گرانش را در سطح سیاره‌ی آلفا حساب کنید.

۱۷- جرم جسم A در سیاره‌ی آلفا، m و جرم جسم B در سیاره‌ی بتا، $\frac{2}{3}m$ است. اگر شتاب گرانش در سطح سیاره‌ی آلفا، ۲ برابر شتاب گرانش در سطح سیاره‌ی بتا باشد، وزن جسم A در سیاره‌ی آلفا چند برابر وزن جسم B در سیاره‌ی بتا است؟

Scanned by CamScanner

۱۸- در شکل زیر، نیروی اصطکاک جنبشی ۱۸N است. اندازه‌ی نیروی افقی F باید چه‌قدر باشد تا شتاب جسم $۲m/s^۲$ شود؟



۱۹- در شکل زیر، به کمک نیروی دست، کتابی به جرم ۸۰۰ گرم را به دیوار تکیه داده و نگه داشته‌ایم. اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی را در این حالت به دست آورید. ($g=۱۰m/s^۲$)

گزینه‌ی درست را انتخاب کنید.

۱- کدام عبارت نادرست است؟

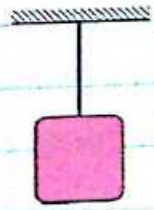
۱) نیرو، برهم‌کنش دو جسم بر یکدیگر است.

۲) تأثیر دو جسم بر هم، الزاماً ناشی از تماس دو جسم است.

۳) اگر بر جسمی نیرو وارد نشود، جسم وضعیت حرکت خود را حفظ می‌کند.

۴) واحد اندازه‌گیری نیرو، نیوتون است.

۲- در شکل مقابل، جسمی به وسیله‌ی طناب از سقف آویزان است. واکنش نیروی وزن جسم به کجا وارد می‌شود؟



۱) طناب

۲) سقف

۳) هوا

۴) مرکز زمین

۳- کدام جمله درباره‌ی نیروی اصطکاک صحیح است؟

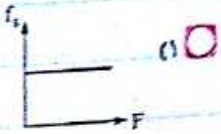
۱) نیروی اصطکاک همواره در خلاف جهت همه‌ی نیروهای وارد بر جسم است.

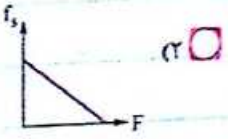
۲) اندازه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی مقدار مشخصی است.

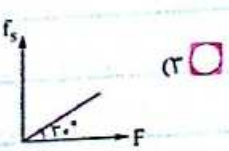
۳) بزرگی نیروی اصطکاک جنبشی جسمی با سطح زبرش تا زمانی که جنس سطح عوض نشود، ثابت است.

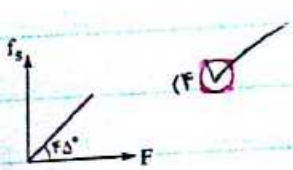
۴) اتومبیل روی جاده‌ای که اصطکاک کمی دارد، راحت‌تر حرکت می‌کند.

۴- کدام نمودار رابطه‌ی بین اصطکاک ایستایی و نیرویی را که قصد دارد جسم را به حرکت درآورد، به درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۵- جسمی به جرم ۱/۵kg بر اثر اعمال نیروی افقی ۸N با سرعت ثابت روی سطح حرکت می‌کند. اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی چند نیوتون است؟

۱) ۱۲

۲) ۶

۳) ۸

۴) باید اندازه‌ی سرعت جسم مشخص باشد.

Scanned by CamScanner