

نیرو



فصل ۵



فیزیکدان‌ها و مهندسان برخورد خودروها با یکدیگر را بررسی می‌کنند تا امنیت آنها را در جاده افزایش دهند. متخصصان تولید کفش‌های کوهنوردی، کفش‌هایی را طراحی و تولید می‌کنند تا اصطکاک بین کفش‌ها و کوه زیاد باشد. متخصصان خودروهای مسابقه تلاش می‌کنند تا خودروهایی را با بیشترین شتاب طراحی کنند. مهندسان برای افزایش ایمنی حرکت بالابرها، بیست‌ترین نیرویی که کابل‌های بالابر می‌توانند تحمل کنند را بررسی می‌کنند و....

در واقع در هر کاری که روزانه انجام می‌دهیم، با نیرو سروکار داریم. بازو بسته کردن در و پنجره، راه رفتن، بازی کردن، رانندگی کردن، شنا کردن، حمل کردن اجسام، حرکت وسایل نقلیه، پرواز هواپیما و... بدون اعمال نیرو انجام نمی‌شود. آیا تاکنون فکر کرده‌اید، نیرو چه نقشی در تغییر حرکت دارد؟

- 1- چند مورد از اثرات نیرو بر جسم را نام ببرید.
- 2- منظور از اینکه می‌گویند نیرو اثر متقابل بین دو جسم است، یعنی چه؟
- 3- در چه صورتی می‌گویند نیروهای وارد بر جسم متوازن اند؟



نیروهای متوازن

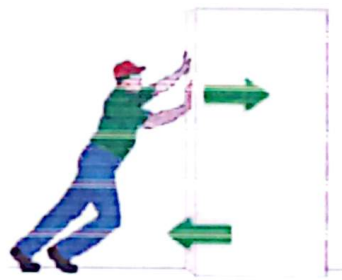
بیش از این در کتاب‌های درسی علوم؛ با مفهوم نیرو^۱ ناهدودی آشنا شدیم. در آنجا دیدیم که وقتی جسمی را می‌کشیم یا آن را هل می‌دهیم؛ به آن نیرو وارد می‌کنیم (اثر نیرو بر یک جسم، خود را به شکل‌های مختلف مانند: شروع به حرکت کردن، توقف، کم یا زیاد شدن اندازه سرعت، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل آن جسم نشان می‌دهد).^۲ همچنین اثر متقابل بین دو جسم است؛^۱ یعنی اگر شما دوستان را هل دهید، او نیز شما را هل می‌دهد و اگر شما وی را بکشید، او نیز شما را می‌کشد.

شکل ۱- در برخورد چکش با میخ، چکش به میخ نیرو وارد می‌کند و میخ نیز به چکش.

- 2 به عبارت دیگر در به وجود آمدن نیرو، همواره دو جسم مشارکت دارند و هر کدام بر دیگری اثر می‌گذارند و البته این اجسام لزوماً در تماس با یکدیگر نیستند.
- 3 اگر بر جسمی چند نیرو به طور هم‌زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن اند. در حالتی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسم ساکن، همچنان ساکن باقی می‌ماند (شکل ۲ و ۵) و جسم در حال حرکت همچنان به حرکت خود ادامه خواهد داد و تغییری در نحوه حرکت آن ایجاد نخواهد شد؛ یعنی سرعت آن تغییر نخواهد کرد (شکل ۳ و ۴). به بیان دیگر؛ یک جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند مگر آنکه تحت تأثیر نیرو یا نیروهایی مجبور به تغییر آن حالت شود. به این بیان قانون اول نیوتون می‌گویند.^۴



شکل ۳- وقتی نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت متوازن باشند، خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کند.



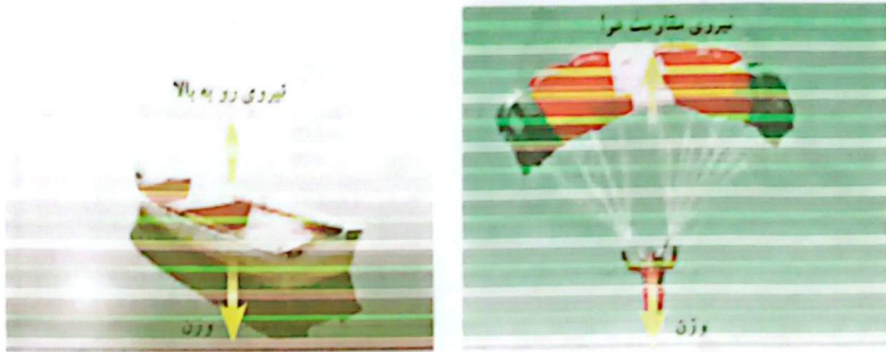
شکل ۲- شخصی به جعبه ساکن نیرو وارد می‌کند ولی جعبه حرکت نمی‌کند زیرا نیروی رو به جلوی شخصی با نیروی رو به عقب اصطکاک هم‌اندازه اند.

۱- Force

سؤال‌هایی از قانون اول نیوتون

4- قانون اول نیوتون را بیان کنید؟

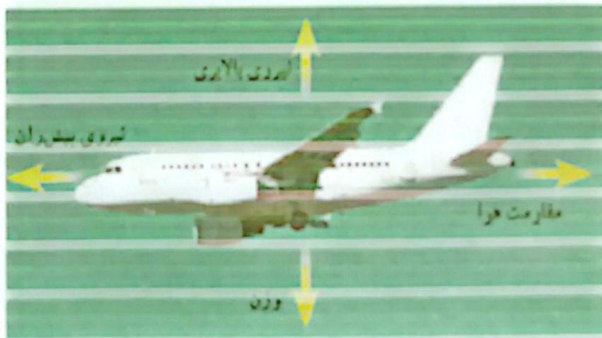
5 - چه موقع بر جسم نیروی خالص اثر می‌کند؟ مثال بنویسید.



★ شکل ۵ - برای قایقی که ساکن روی آب است، نیروی رو به بالایی که به قایق وارد می‌شود هم اندازه با وزن قایق است.

★ شکل ۴ - وقتی نیروی وزن وارد بر چتر باز و نیروی مقاومت هوا هم اندازه باشند، چتر باز با سرعت ثابت به طرف زمین حرکت می‌کند.

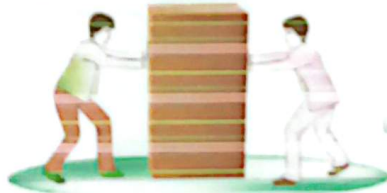
حالت اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد، یعنی نیروهایی که بر آن تأثیر می‌گذارند، همدیگر را خنثی نکنند، آنگاه نیروی خالص بر جسم اثر خواهد کرد و جسم ساکن شروع به حرکت می‌کند؛ با اگر در حالت حرکت باشد، تغییری در حرکت آن به وجود خواهد آمد. مثلاً اگر در پرواز هواپیما در ارتفاع ثابت، نیروی بالابری بیشتر از وزن هواپیما شود، هواپیما اوج می‌گیرد و اگر نیروی بالابری کمتر از وزن شود، ارتفاع هواپیما کاهش پیدا می‌کند (شکل ۶).



★ شکل ۶ - وقتی نیروهای وارد بر هواپیما در حال پرواز متوازن باشند، تغییری در حرکت هواپیما ایجاد نمی‌شود.


فعالیت

دانش آموزان در شکل‌های زیر جسمی که در ابتدا ساکن است، را هل می‌دهند. اثر این نیروها را در هر شکل توضیح دهید (سطح زمین را صاف و صیقلی فرض کنید تا بتوانید از نیروی اصطکاک چشم‌پوشی کنید). الف) دانش‌آموزان از دو طرف، هر کدام با نیروی 100N جعبه را هل می‌دهند.



$$\begin{array}{c}
 100\text{N} \quad 100\text{N} \\
 \rightarrow \quad + \quad \leftarrow \quad = \quad 0 \\
 \text{نیروی خالص} \quad 100 - 100 = 0
 \end{array}$$


6- چگونه تغییر نیرو باعث شتاب جسم می شود؟ مثال بزنید



(ب)

ب) دانش آموز سمت چپ با نیروی 120N و دانش آموز سمت راست با نیروی 50N جعبه را هل می دهد.

$$\begin{array}{c} 120\text{N} \quad 50\text{N} \\ \rightarrow \quad + \quad \leftarrow = 70\text{N} \\ \text{نیروی خالص} = 120 - 50 = 70\text{N} \end{array}$$



(ب)

ب) هر دو دانش آموز با نیروی 60N جسم را به طرف راست هل می دهند.

$$\begin{array}{c} 60\text{N} \quad 60\text{N} \\ \rightarrow \quad + \quad \rightarrow = 120\text{N} \\ \text{نیروی خالص} = 60 + 60 = 120\text{N} \end{array}$$

از این فعالیت چه نتیجه ای می گیرید؟

نیروی خالص عامل شتاب است

همان طور که دیدید، اگر نیروهای وارد بر جسم در توازن باشند؛ یعنی نیروی خالص صفر باشد، سرعت جسم تغییر نمی کند؛ مثلاً وقتی شما و دوستان از دو طرف با نیروی هم اندازه و در خلاف جهت هم، یک چرخ دستی را هل می دهید، چرخ دستی حرکت نمی کند (6) اما سرعت چرخ دستی یا هر جسم دیگری وقتی تغییر می کند که نیروهای وارد بر آن در توازن نباشند. به عبارت دیگر نیروی خالصی بر جسم وارد شود. پس نتیجه می گیریم که 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 ساکن را هل می دهید، چرخ دستی شروع به حرکت می کند و سرعت آن افزایش می یابد؛ یعنی نیرو سبب تغییر سرعت یا به عبارت دیگر سبب ایجاد شتاب در جسم می شود. (6)

خود را بیازمایید

الف) اگر بخواهیم جسمی را به حرکت درآوریم یا سرعت آن را تغییر دهیم، چه باید کنیم؟ باید به آن نیروی جدیدی وارد کنیم

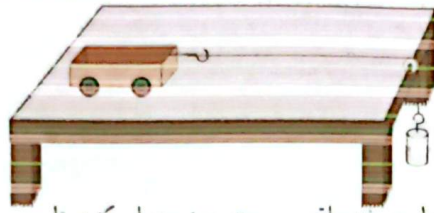
ب) اگر خودرویی که در حرکت است بخواهد متوقف شود، باید در کدام جهت به آن نیرو وارد شود؟

در خلاف جهت حرکت آن

هدف آزمایش: ستاب با نیرو رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه وارون دارد.

7- قانون دوم نیوتن را درباره ی ستاب بیان کنید.

آزمایش کنید



هدف: بررسی رابطه بین ستاب و نیرو
وسایل و مواد لازم: میز، چهار چرخه،
قرقره، نخ، وزنه های مختلف، قلاب
روش اجرا:

- 1- مطابق شکل وزنه کوچک را با نخ به چهار چرخه واقع بر روی میز وصل کنید تا جسم (چهار چرخه) شروع به حرکت کند و ستاب بگیرد.
- 2- جرم وزنه آویزان را 2، 3، 4 برابر کنید و هر بار به زمان حرکت جسم توجه کنید. در کدام حالت جسم سریع تر طول میز را طی می کند؟ ستاب جسم در کدام حالت بیشتر است؟ از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

3- دو وزنه که جرم هر یک از آنها در حدود جرم چهار چرخه باشد را روی چهار چرخه بگذارید و جرم وزنه آویزان را طوری انتخاب کنید که چهار چرخه به آرامی حرکت کند. حال بدون تغییر جرم وزنه آویخته، یکی از وزنه های روی چهار چرخه را بردارید و به حرکت چهار چرخه توجه کنید و سپس وزنه بعدی را بردارید. با کاهش جرم چهار چرخه، چه تغییری در ستاب حرکت آن دیده می شود؟ از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

ستاب افزایش می یابد.

ستاب با نیرو رابطه مستقیم دارد

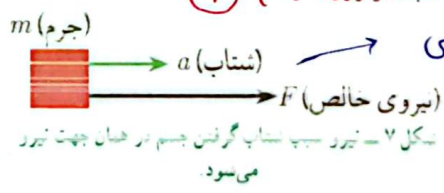
این آزمایش چه نتیجه ای می گیرد؟

ستاب حرکت با جرم رابطه وارون دارد

با انجام دقیق آزمایش هایی مشابه آزمایش بالا، درمی یابیم که ستاب جسم متناسب با نیروی وارد بر جسم است. اگر جرم جسم (چهار چرخه) ثابت باشد؛ اما نیرویی که جسم را می کشد افزایش یابد، در اثر افزایش این نیرو، ستاب جسم نیز به همان نسبت افزایش پیدا می کند و اگر، نیرویی که جسم (مثلاً چهار چرخه) را می کشد، ثابت باشد؛ اما جرم جسم افزایش یابد. در این حالت ستاب جسم کاهش پیدا می کند. یعنی ستاب با جرم جسم نسبت وارون دارد.

بنابراین هرگاه بر جسم نیروی خالص وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو ستاب می گیرد که این ستاب نسبت مستقیم با نیروی خالص وارد بر جسم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد. (7)

$$\text{ستاب جسم} = \frac{\text{نیروی خالص}}{\text{جرم جسم}} \quad (8)$$



نیرو و ستاب برداری و هم جهت هستند

اگر اندازه نیروی خالص وارد بر جسم را با F ، جرم جسم را با m و اندازه ستاب را با a نشان دهیم، از رابطه بالا نتیجه می شود:

$$a = \frac{F}{m} \quad \begin{matrix} \text{اندازه نیروی خالص} \rightarrow \\ \text{جرم} \rightarrow \end{matrix} \quad (8)$$

8- فرمول محاسبه ستاب حرکت جسم چیست؟

9

در این رابطه، یکای نیرو نیوتون (N)، یکای جرم کیلوگرم (kg) و یکای شتاب متر بر مربع ثانیه (m/s^2) است. این رابطه را اولین بار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود استنتاج کرد. لذا این رابطه معروف به قانون دوم نیوتون است.

9

ایا می دانید

یکای متر بر مربع ثانیه برابر با یکای نیوتون بر کیلوگرم است ($1 \frac{N}{kg} = 1 \frac{m}{s^2}$).

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

۴۰N نیرو → شتاب → ۲۰kg

اندازه شتاب = $\frac{\text{اندازه نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40N}{20kg} = 2m/s^2$ (الف)

۶۰N نیرو بیشتر → شتاب بیشتر → ۲۰kg

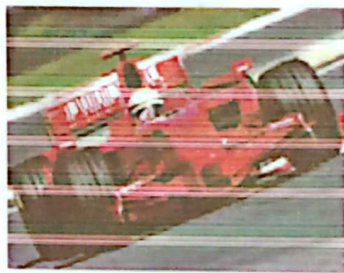
اندازه شتاب = $\frac{\text{اندازه نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{60N}{20kg} = 3m/s^2$ (ب)

۴۰N نیرو → شتاب کمتر → ۴۰kg

اندازه شتاب = $\frac{\text{اندازه نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40N}{40kg} = 1m/s^2$ (ب)

از این مثال چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

گفت و گو کنید



خودروهای مسابقه به گونه‌ای طراحی می‌شوند که دارای موتورهای قوی باشند تا بتوانند نیروی زیادی را بین جاده و خودرو ایجاد کنند. همچنین آنها تا آنجا که ممکن است سبک طراحی می‌شوند. این نوع طراحی؛ یعنی نیروی زیاد موتور و جرم کم اتومبیل، روی شتاب آنها چه تأثیری می‌گذارد؟

۵۶

شتاب با نیرو رابطه مستقیم و جرم رابطه وارون دارد، بنابراین نیروی زیاد و جرم کم باعث افزایش شتاب آنها می‌شود.

- ۱۰- وزن را تعریف کنید، آن را با چه وسیله ای اندازه می گیرند و یکای آن چیست؟
- ۱۱- وزن یک جسم را چگونه به دست می آوریم؟



مثال: شکل روبرو یک ماشین اسباب بازی ۲ کیلوگرمی را نشان می دهد که تحت تأثیر نیروی بیش ران (که توسط موتورش تأمین می شود) با شتاب 0.5 m/s^2 حرکت می کند. نیروی خالص وارد بر ماشین اسباب بازی چقدر و به کدام طرف است؟

پاسخ: از قانون دوم نیوتون می دانیم که جهت شتاب در جهت نیروی خالص وارد بر جسم است.

بنابراین نیروی وارد بر جسم در جهت پیکان نشان داده شده است. $F = ma \Rightarrow \text{اندازه شتاب} \times \text{جرم} = \text{اندازه نیرو}$

$$F = 2 \text{ kg} \times 0.5 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ N}$$

وزن

وزن جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می شود. وزن جسم را با نیروسنج اندازه می گیرند و یکای آن نیوتون است.

وقتی جسمی را از بالای یک ساختمان رها می کنیم، وزن آن سبب می شود تا جسم به طرف زمین شتاب پیدا کند. بنابراین براساس قانون دوم نیوتون و با صرف نظر کردن از مقاومت هوا می توانیم بنویسیم:

$$\text{شتاب جاذبه} \times \text{جرم جسم} = \text{وزن جسم}$$

اگر جرم جسم را با m ، اندازه شتاب جاذبه را با g و اندازه وزن را با W نشان دهیم، رابطه بالا به شکل زیر در می آید:

$$W = mg \quad (2)$$

شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً 9.8 m/s^2 است که در حل برخی از مسئله ها برای سادگی آن را 10 m/s^2 فرض می کنند.



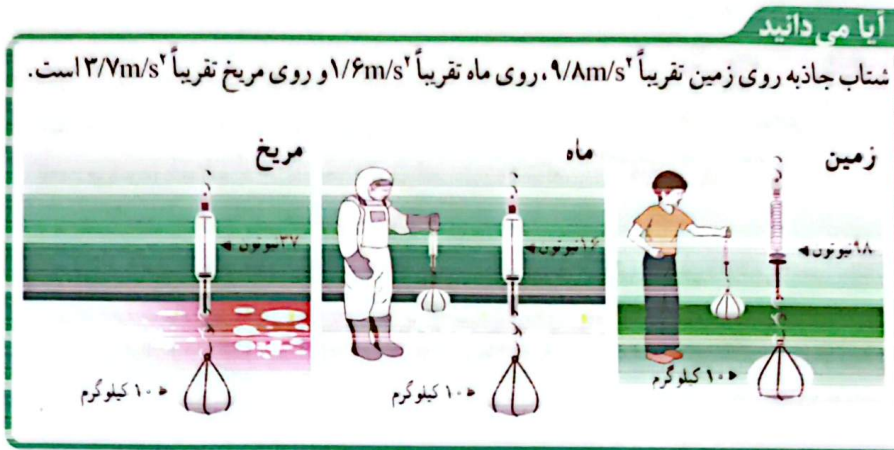
شکل ۸- جسم تحت تأثیر نیروی گرانشی زمین (وزن) به طرف زمین شتاب می گیرد.

ریمین



شکل ۹- به کمک نیروسنج می توانیم وزن اجسام را اندازه گیری کنیم

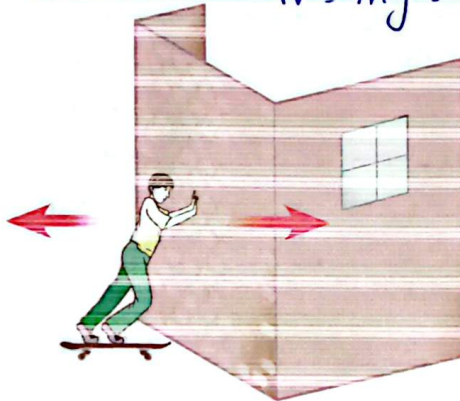
- 12- منظور از نیروهای کشش و واکنش چیست؟
 13- آیا نیروهای کشش و واکنش با اختلاف زمان اثر می کنند؟



خود را بیازمایید

جرم دانش آموزی 50 kg است. اندازه وزن این دانش آموز در سطح زمین چقدر است؟

$$W = mg = 50 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 490 \text{ N}$$



نیرو، برهم کنش دو جسم

وقتی با دست دیوار یا خودروی را هل می دهیم، حس می کنیم دیوار یا خودرو نیز ما را هل می دهد. یعنی در برهم کنش بین دست و دیوار دو نیرو وجود دارد. نیرویی که ما به دیوار وارد می کنیم و نیرویی که دیوار به دست ما وارد می کند. اگر نیروی دست که دیوار را هل می دهد، **کشش** بنامیم، نیرویی که دیوار به دست ما وارد می کند، **واکنش** نامیده می شود (شکل ۱۰). البته می توان این نام گذاری را برعکس نیز کرد.

شکل ۱۰ - شخص به دیوار نیرو وارد می کند (کشش) و دیوار نیز نیرویی هم اندازه اما در خلاف جهت به شخص وارد می کند (واکنش).

اگر قطب های همنام دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم، آهنربای اولی آهنربای دومی را دفع می کند (کشش) و آهنربای دومی نیز آهنربای اولی را دفع می کند (واکنش). همچنین وقتی دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی را به هم نزدیک می کنیم بار مثبت، بار منفی را جذب می کند (کشش) و بار منفی نیز بار مثبت را جذب می کند (واکنش).

نیروهای کشش و واکنش همیشه همراه هم (هم زمان) ظاهر می شوند و هیچ یک بدون دیگری نمی تواند وجود داشته باشد (ایزاک نیوتون رابطه بین نیروهای کشش و واکنش را به صورت زیر بیان کرده است:

۱- Interaction ۲- Action ۳- Reaction

13

۱۴- قانون سوم نیوتن را بیان کنید.

(قانون کنش و واکنش)

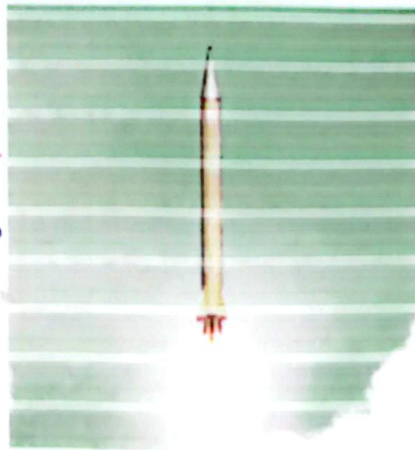
۱۵- نیروهای کنش و واکنش چه ویژگی‌هایی دارند؟

تایقیران به آب و آب به تایقیران
نیرو وارد می‌کند.



۱۴) هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیروی هم‌اندازه ولی در خلاف جهت وارد می‌کند.

بیان بالا معروف به قانون سوم نیوتون است. در شکل ۱۱ تصویر چند حالت مختلف آورده شده است که می‌توان روی آنها نیروهای کنش و واکنش را مشخص کرد. توجه داریم که نیروی کنش و واکنش همواره هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند و بر دو جسم وارد می‌شوند.



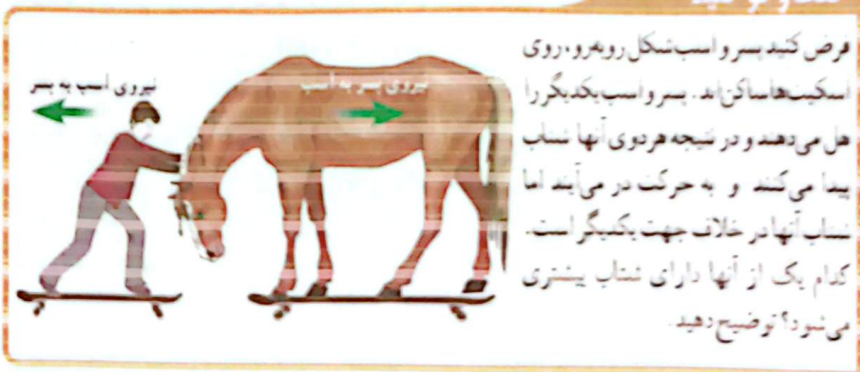
← گاز به موتور و
موتور به گاز نیرو
وارد می‌کند.



→ شناگر به آب و
آب به شناگر نیرو
وارد می‌کند.

شکل ۱۱- شکل‌های مختلفی که می‌توان در آنها کنش و واکنش را مشخص کرد

کتاب و گاو گنبد



فرض کنید سروسا سب شکل رو به رو، روی اسکیب‌ها ساکن‌اند. سروسا سب یکدیگر را هل می‌دهند و در نتیجه هر دوی آنها شتاب پیدا می‌کنند و به حرکت در می‌آیند اما شتاب آنها در خلاف جهت یکدیگر است. کدام یک از آنها دارای شتاب بیشتری می‌شود؟ توضیح دهید.

۵۹
اندازه نیروهای کنش و واکنش بین هر دو برابر است، اما چون جرم پسر کمتر از اسب است شتاب بیشتری می‌گیرد.

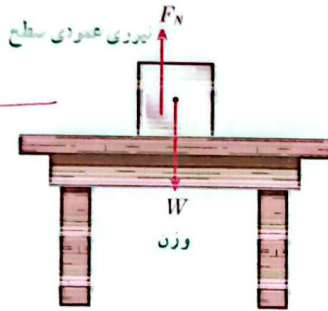
نیروی پسر به اسب = نیروی اسب به پسر
جرم اسب > جرم پسر
اسب > پسر

۱۶- از ساکن بودن جسم روی سطح میز چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟

۱۷- نیروی اصطکاک چیست؟



شکل ۱۲- جسم روی سطح میز ساکن است



شکل ۱۳- بر جسم دو نیروی وزن و عمودی سطح وارد می‌شود.

نیروی عمودی سطح

شکل ۱۲ جسمی را نشان می‌دهد که روی سطح افقی میزی ساکن است و حرکت نمی‌کند. بر این جسم چه نیروهایی وارد می‌شود؟ نیروی وزن وارد بر جسم توسط چه نیروی دیگری

خنثی می‌شود؟ **نیروی عمودی سطح** (F_N) همان‌طور که دیدیم **نیروهای وارد بر جسم ساکن، متوازن‌اند.**

بنابراین باید به جز وزن جسم که آن را به طرف پایین می‌کشد، نیروی دیگری از طرف سطح میز بر جسم رو به بالا وارد شده باشد تا اثر وزن را خنثی کند. به این نیرو، نیروی عمودی سطح یا نیروی عمودی تکیه‌گاه می‌گویند و آن را با F_N نشان می‌دهند (شکل ۱۳). **نیروی عمودی سطح باید هم‌اندازه با نیروی وزن باشد تا برآیند دو نیرو صفر شود.**

هرچه جسم سنگین‌تر باشد، نیروی عمودی تکیه‌گاه نیز بزرگ‌تر خواهد بود.

خود را بیازمایید

اگر در شکل ۱۳ جرم جسم 10 kg باشد، وزن جسم و اندازه نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟

$$F_N = W = mg = 10 \times 9,8 = 98 \text{ N}$$



شکل ۱۴- شخص بسته را هل می‌دهد اما بسته حرکت نمی‌کند.

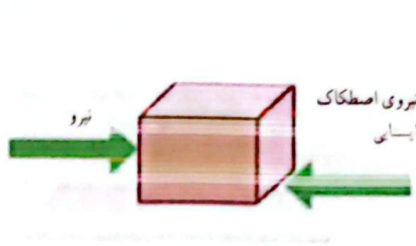
اصطکاک

در زندگی روزمره پیوسته با نیروی اصطکاک سروکار داریم. ما آثار نیروی اصطکاک را در حرکت خودرو، راه رفتن، بازی کردن، هل دادن یک جسم و... مشاهده می‌کنیم. وقتی جسمی را که روی زمین قرار دارد، می‌کشیم یا هل می‌دهیم، سطح زمین نیرویی در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می‌کند. همچنین وقتی جسم روی زمین در حال حرکت است، نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم از طرف سطح زمین بر جسم وارد می‌شود. به این نیروها **نیروی اصطکاک**

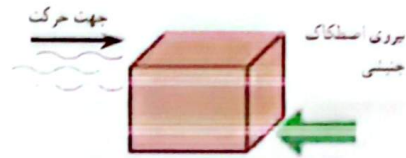
۱- Normal Force

۲- Friction Force

- ۱۸- چه موقع به جسم نیروی اصطکاک ایستایی وارد می شود؟
- ۱۹- چه موقعی به جسم نیروی اصطکاک جنبشی وارد می شود؟
- ۲۰- مقدار نیروی اصطکاک بین دو جسم به چه چیزی بستگی دارد؟ مثال بزنید.



الف) به جسم نیرویی به سمت راست وارد می شود؛ اما جسم همچنان ساکن است



ب) جسم در حال حرکت به سمت راست است و نیرویی در جهت حرکت بر آن وارد نمی شود.

شکل ۱۵- شکل های مختلفی از نیروی اصطکاک

می گویند (فرض کنید می خواهیم جسم سنگینی را که روی سطح افقی قرار دارد، هل دهیم و جابه جا کنیم. اگر آن را با نیروی کمی هل دهیم، جسم به حرکت در نمی آید. در این حالت نیروی اصطکاک آنی که سطح افقی در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می کند، مانع حرکت جسم می شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک ایستایی** می نامیم (شکل ۱۵- الف) (حال جسمی را در نظر بگیرید که در اثر هل دادن یا کشیدن روی سطح افقی شروع به حرکت کند. اگر از هل دادن یا کشیدن جسم دست برداریم، سرعت جسم کاهش می یابد و پس از مدتی می ایستد. با توجه به اینکه نیرو سبب تغییر سرعت جسم می شود، پس باید نیرویی در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد شده باشد و سبب توقف جسم شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک جنبشی** می نامیم (شکل ۱۵- ب).

البته نیروی اصطکاک جنبشی در لحظاتی که جسم را می کشیدیم یا هل می دادیم و جسم حرکت کرده بود نیز بر جسم وارد می شد (شکل ۱۹)

(نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح های در تماس با هم دو جسم بستگی دارد؛ مثلاً صخره نوردان از کفش های با زیره های خاصی برای صخره نوردی استفاده می کنند تا نیروی اصطکاک بین کفش و سطح صخره زیاد شود. اما اسکی بازان تلاش می کنند از چوب های اسکی صیقلی شده استفاده کنند تا نیروی اصطکاک بین چوب ها و برف کم شود.) (شکل ۲۰)



شکل ۱۶- در صخره نوردی نباید کفش ها لیز باشند. اما در اسکی باید کف چوب اسکی بسیار لیز باشد.

۶۱

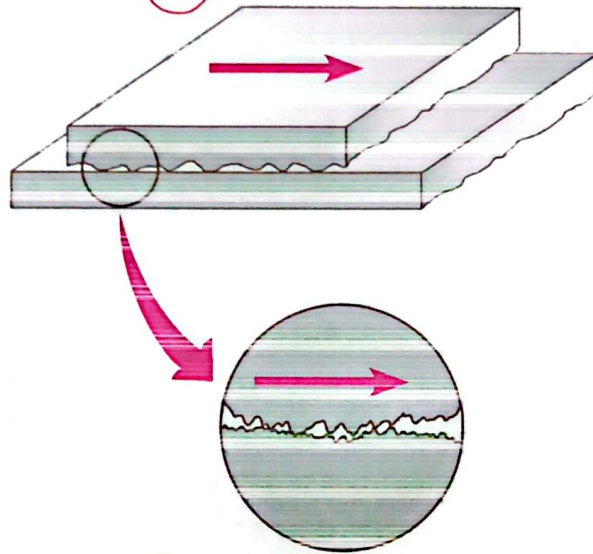
اصطکاک مفراست.

اصطکاک مفید است.

21 - علت وجود نیروی اصطکاک بین دو جسم چیست؟

21

(نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌هایی است که در سطح تماس بین دو جسم وجود دارد. این ناهمواری‌ها معمولاً به صورت میکروسکوپی است و با چشم غیر مسلح قابل رؤیت نیست. هرچه دو جسم بیشتر روی هم فشرده شوند، این ناهمواری‌ها بیشتر در یکدیگر فرو می‌روند و بیشتر مانع حرکت می‌شوند و نیروی اصطکاک افزایش می‌یابد.)



شکل ۱۷ - ناهمواری‌های میکروسکوپی روی سطح اجسام با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شود.

فعالیت **ادامه** تا چهار صرخ با سرعت ثابت حرکت کند، در نتیجه وزن وزنه‌ها با

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید: نیروی اصطکاک جنبشی برابر می‌شود.
 الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب مکعبی در حال لغزش روی یک سطح افقی را اندازه بگیرید. آزمایشی مانند صرخ طراحی می‌کنیم، سپس وزنه‌ها را آرام آرام اضافه می‌کنیم
 ب) نشان دهید که هرچه جسم سنگین‌تر شود (مثلاً با قرار دادن اجسام دیگر روی مکعب) نیروی اصطکاک جنبشی نیز افزایش می‌یابد. زیرا ناهمواری‌ها بیشتر در هم فرو می‌روند و نیروی اصطکاک جنبشی افزایش می‌یابد.

ادامه
 آرام آرام اضافه می‌کنیم
 فرو می‌روند و نیروی اصطکاک

جنبشی افزایش می‌یابد، نیروی اصطکاک علاوه بر جنبش سطوح به جرم اجسام نیز

جمع‌آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر، تحقیق کنید:
 الف) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را کم کرد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟
 ب) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را افزایش داد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟