نیرو

Mahmood Arash
شهرستان گرگان

فصل ۵

فیزیکدان‌ها تأثیر برخورد خودروها با یکدیگر را بررسی می‌کنند تا امنیت آنها را در جاده افزایش دهند. متخصصانِ تولیدِ 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، بیشترین نیرویی را بررسی می‌کنند که کابل‌های بالابر می‌توانند تحمل کنند و... .

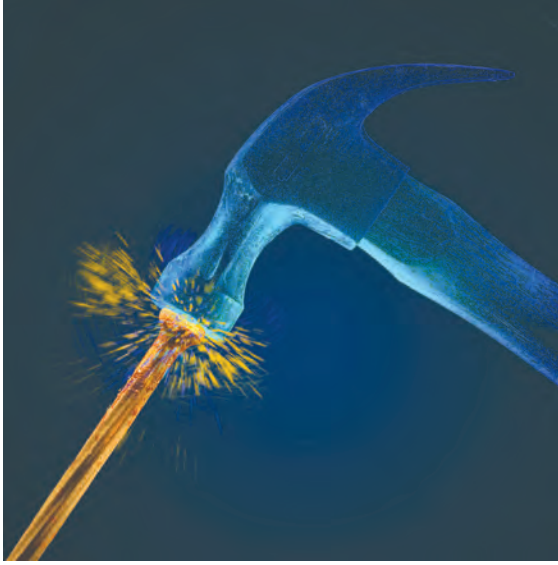
در واقع در هر کاری که روزانه انجام می‌دهیم، با نیرو سروکار داریم. باز و بسته کردن در و پنجره، راه‌رفتن، بازی کردن، رانندگی کردن، شنا کردن، حمل کردن اجسام، حرکت وسایل نقلیه، پرواز هواپیما و... بدون اعمال نیرو انجام نمی‌شود. آیا تاکنون فکر کرده‌اید، نیرو چه نقشی در تغییر حرکت دارد؟

1- اثر نیرو بر یک جسم به چه شکل هایی می باشد؟

2- نیرو چیست؟

نیروهای متوازن

پیش از این در کتاب‌های علوم؛ با برخی از مفاهیم نیرو[1] آشنا شدیم. در آنجا دیدیم که وقتی جسمی را می‌کشیم یا آن را هُل می‌دهیم؛ به آن نیرو وارد می‌کنیم.[1] اثر نیرو بر یک جسم، خود را به شکل‌های مختلف مانند : شروع به حرکت‌کردن، توقف، کم یا زیادشدن سرعت، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل آن جسم نشان می‌دهد. همچنین[2] نیرو اثر متقابل بین دو جسم است؛ یعنی اگر شما دوستتان را هل دهید، او نیز شما را هل می‌دهد و اگر شما وی را بکشید، او نیز شما را می‌کِشد. به عبارت دیگر[3] در به وجود آمدن نیرو، همواره دو جسم مشارکت دارند و البته این اجسام لزوماً در تماس با یکدیگر نیستند.[4] اگر بر جسمی چند نیرو به‌طور هم‌زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند. به عبارت دیگر اگر برآیند نیروهای وارد برجسم صفر باشد، نیروهای وارد بر جسم متوازن‌اند. آزمایش نشان می‌دهد، تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسمِ ساکن، همچنان ساکن باقی می‌ماند (شکل ۲ و ۵) و اگر در حال حرکت باشد همچنان به حرکت خود ادامه خواهد داد و تغییری در نحوهٔ حرکت آن ایجاد نخواهد شد؛ یعنی سرعت آن تغییر نخواهد کرد(شکل۳و۴). به بیان دیگر[5] 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.



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

3- در به وجود آمدن نیرو چند جسم مشارکت دارند؟

4- چه زمانی نیروهای وارد بر یک جسم متوازن می باشند؟

5- قانون اول نیوتون را بنویسید؟

شکل ۲ ــ[6] شخص به جعبهٔ ساکن نیرو وارد می‌کند ولی جعبه حرکت نمی‌کند زیرا نیروی روبه جلو با نیروی اصطکاک رو به عقب هم‌اندازه‌اند.

شکل۳ ــ[7] وقتی نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت متوازن باشند، خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

6- چرا با اینکه شخصی به جعبه ساکن نیرو وارد می کند، اما جعبه حرکت نمی کند؟

7- چه هنگامی یک خودرو با سرعت ثابت حرکت می کند؟

۱ــ Force

8- چه هنگامی یک چترباز با سرعت ثابت به طرف زمین حرکت می کند؟

9- چرا یک قایق می تواند بر روی آب به حالت تعادل باقی بماند؟

10- اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد، چه اتفاقی می افتد؟

شکل ۴ ـ وقتی نیروی وزن وارد بر چترباز و نیروی مقاومت هوا هم اندازه باشند، چترباز با سرعت ثابت به طرف زمین حرکت می‌کند.

شکل ۵ ـ نیروی رو به بالایی که از طرف آب به قایق وارد می‌شود هم اندازه با وزن قایق است، بنابراین قایق روی آب به حالت تعادل باقی می‌ماند.

حال اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد، یعنی نیروهایی که بر آن تأثیر می‌گذارند، همدیگر را خنثی نکنند، آنگاه **نیروی خالصی** بر جسم اثر خواهد کرد و جسم ساکن شروع به حرکت می‌کند؛ یا اگر در حال حرکت باشد، تغییری در حرکت آن به وجود خواهد آمد. مثلاً اگر در پرواز هواپیما، 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).

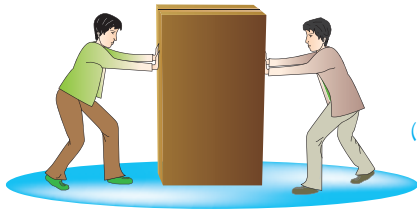
11- چه هنگامی هواپیما اوج و چه هنگامی ارتفاع هواپیما کاهش پیدا می کند؟

12- چه هنگامی تغییری در حرکت هواپیما ایجاد نمی شود؟

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

فعالیت

دانش‌آموزان در شکل‌های زیر جسمی که در ابتدا ساکن است، را هل می‌دهند. اثر اعمال این نیروها را در هر شکل توضیح دهید (سطح زمین را صاف و صیقلی فرض کنید تا بتوانید از نیروی اصطکاک صرف‌نظر کنید). الف) دانش‌آموزان از دو طرف با نیروی ۱۰۰N جعبه را هل می‌دهند.

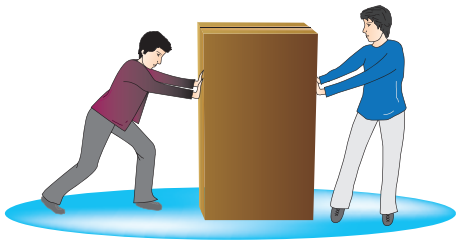


(الف)

$100\ N \rightarrow + \leftarrow -100N = 0$

نیروی خالص = صفر

ب) دانش‌آموز سمت چپ با نیروی ۱۲۰N و دانش‌آموز سمت راست با نیروی ۵۰N جعبه را هل می‌دهد.


(ب)

120 N → + 50 N ← = 70 N
به سمت راست 70N = نیروی خالص

پ) هر دو دانش‌آموز با نیروی ۶۰N جسم را به طرف راست هل می‌دهند.

(پ)

60 N → + 60 N → = 120 N
به سمت راست 120N = نیروی خالص

از این فعالیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ اگر نیروی خالص وارد بر جسم ، صفر باشد، تغییری در وضعیت جسم ایجاد نمی شود، اما اگر نیروی خالص وارد بر جسم، صفر نباشد در وضعیت جسم تغییر حالت اتفاق می افتد مثلا جسم شروع به حرکت می کند.

نیروی خالص عامل شتاب است

13- چه هنگامی سرعت یک جسم تغییر نمی کند؟

13 همان‌طور که دیدید، اگر نیروهای وارد بر جسم در توازن باشند؛ یعنی نیروی خالص صفر باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند؛ مثلاً وقتی شما و دوستتان از دو طرف با نیروی هم‌اندازه و در خلاف جهت یک چرخ دستی را هل دهید، چرخ دستی حرکت نمی‌کند؛ اما سرعت چرخ دستی یا هر جسم دیگری وقتی تغییرمی‌کند که نیروهای وارد برآن در توازن **نباشند**. به عبارت دیگر نیروی خالصی بر جسم وارد شود.

14 پس نتیجه می‌گیریم که نیروی خالص وارد بر یک جسم سبب تغییر سرعت آن می‌شود؛ یعنی نیرو سبب ایجاد شتاب می‌شود. مثلاً وقتی شما به تنهایی یک چرخ دستی را هل می‌دهید، چرخ دستی شروع به حرکت می‌کند و سرعت آن افزایش می‌یابد؛ یعنی نیرو سبب تغییر سرعت یا به‌عبارت دیگر سبب ایجاد شتاب در جسم می‌شود.

14- اثر نیروی خالص بر یک جسم را بنویسید؟

خود را بیازمایید

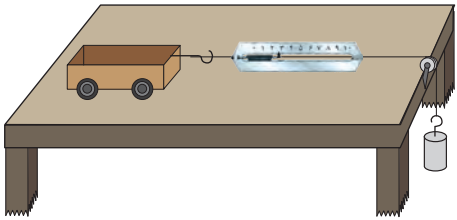
باید **نیروی خالصی** در جهت مورد نظر به آن وارد کنیم. اگر ساکن باشد در اثر نیرو به حرکت در می آید؛ و اگر در حال حرکت باشد، سرعت آن تغییر می کند.

الف) اگر بخواهیم جسمی‌را به حرکت درآوریم یا سرعت آن را تغییر دهیم، چه باید کنیم؟
ب) اگر خودرویی بخواهد متوقف شود، باید در کدام جهت به آن نیرو وارد شود؟

باید نیروی خالصی خلاف جهت حرکت به آن وارد شود.

* جواب آزمایش کنید، قسمت 3 : هر چه جرم وزنه بیشتر می شود، جسم سریع تر طول میز را طی می کند.
پس هر چه نیرو بیشتر شود، شتاب حرکت چهارچرخه بیشتر می شود.

آزمایش کنید



هدف : بررسی رابطه بین شتاب و نیرو
وسایل و مواد لازم : میز، چهار چرخه، قرقره، نخ، وزنه‌های مختلف، نیروسنج، قلاب
روش اجرا :

۱ــ مطابق شکل وزنهٔ کوچک را با نخ به جسم واقع بر روی میز وصل کنید تا جسم (چهارچرخه) شروع به حرکت کند و شتاب بگیرد.
زمان حرکت جسم کمتر می شود.

۲ــ جرم وزنهٔ آویزان را ۲ برابر کنید و دوباره به زمان حرکت جسم توجه کنید.

۳ــ این کار را با ۳ یا ۴ برابر کردن جرم وزنه ادامه دهید. در کدام حالت جسم سریع‌تر طول میز را طی می‌کند؟ شتاب جسم در کدام حالت بیشتر است؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
* جواب در بالای صفحه

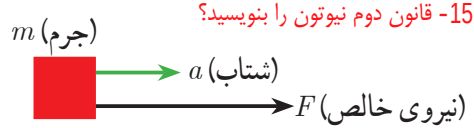
۴ــ این بار جرم روی چهارچرخه را تغییر دهید و در ضمن جرم وزنهٔ متصل به نیروسنج را نیز طوری اختیار کنید که نیروسنج در هر آزمایش با جرم‌های مختلف چهارچرخه، عدد یکسانی را نشان دهد. با افزایش جرم چهارچرخه، چه تغییری در شتاب حرکت آن دیده می‌شود؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
هر چه جرم چهارچرخه بیشتر می شود، شتاب حرکت جسم کمتر می شود.

نتیجه : با افزایش جرم جسم، شتاب آن کمتر می شود؛ شتاب جسم با جرم آن رابطه وارون دارد.

با انجام دقیق آزمایش‌هایی مشابه آزمایش بالا، درمی‌یابیم که شتاب جسم متناسب با نیروی وارد بر جسم است. در قسمت اول آزمایش، جرم جسم(چهارچرخه) ثابت است؛ اما نیرویی که جسم را می‌کشد افزایش می‌یابد و در اثر افزایش این نیرو، شتاب جسم نیز به همان نسبت افزایش پیدا می‌کند. در قسمت دوم آزمایش، نیرویی که جسم را می‌کشد، ثابت است؛ اما جرم جسم افزایش می‌یابد. در این حالت شتاب جسم کاهش پیدا می‌کند. یعنی شتاب با جرم جسم نسبت وارون دارد.

بنابراین 15 هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می‌گیرد که این شتاب نسبت مستقیم با نیروی وارد بر جسم دارد و در همان جهت نیرو است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

15- قانون دوم نیوتون را بنویسید؟



شکل ۷ ــ نیرو سبب شتاب گرفتن جسم در همان جهت نیرو می‌شود.

16- رابطه قانون دوم نیوتون را بنویسید؟

$$\text{شتاب جسم} = \frac{\text{نیروی خالص}}{\text{جرم جسم}} \quad 16$$

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 :

$$\text{شتاب} \leftarrow a = \frac{F \rightarrow \text{نیروی خالص}}{m \rightarrow \text{جرم}} \qquad (۱)$$

17- در رابطه قانون دوم نیوتون یکای نیرو، جرم و شتاب چیست؟

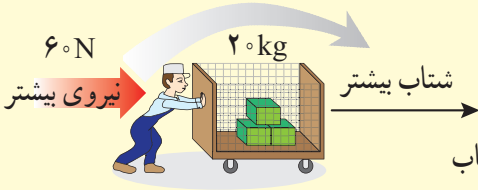
17 در این رابطه، یکای نیرو نیوتون (N)، یکای جرم کیلوگرم (kg) و یکای شتاب نیوتون برکیلوگرم (N/kg) است. این رابطه را اولین‌بار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود استنتاج کرد. لذا این رابطه معروف به قانون دوم نیوتون است.

آیا می‌دانید

یکای متر بر مربع ثانیه هم‌ارز با یکای نیوتون بر کیلوگرم است ($\frac{N}{kg} = ۱\ \frac{m}{s^۲}$).

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

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



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

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

از این مثال چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

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

گفت و گو کنید

18- خودروهای مسابقه چگونه طراحی می شوند؟

18 خودروهای مسابقه به‌گونه‌ای 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؟ هر چه موتور خودرو قوی تر باشد، سبب می شود تا نیروی خالص وارد بر خودرو افزایش ، و شتاب آن نیز افزایش پیدا کند و همچنین هر چه جرم خودرو کمتر باشد ، باز شتاب خودرو افزایش می یابد.

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.

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

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

19- وزن چیست؟

20- وسیله اندازه گیری وزن و یکای آن را بنویسید؟

وزن

19 وزن جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه‌ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود. 20 وزن جسم را با **نیروسنج** اندازه می‌گیرند و یکای آن **نیوتون** است.

وقتی جسمی را از بالای یک ساختمان رها می‌کنیم، وزن آن سبب می‌شود تا جسم به طرف زمین شتاب پیدا کند. بنابراین براساس قانون دوم نیوتون و با صرف‌نظرکردن ازمقاومت هوا می‌توانیم بنویسیم :

21- رابطه تعیین وزن اجسام را بنویسید؟

21 **شتاب جاذبه × جرم جسم = وزن جسم**

اگر جرم جسم را با m، شتاب جاذبه را با g و وزن را با W نشان دهیم، رابطهٔ بالا به شکل زیر در می‌آید :

$$W = mg \qquad (۲)$$

شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً ۹/۸ نیوتون بر کیلوگرم است که در حل برخی از مسئله‌ها برای سادگی آن را ۱۰ نیوتون بر کیلوگرم فرض می‌کنند.

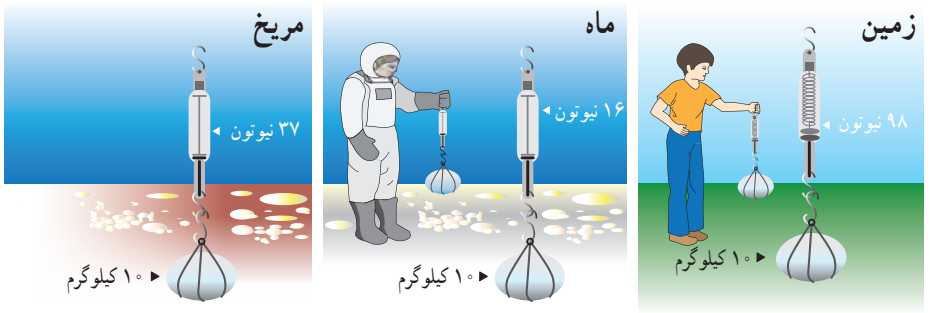
شکل ۸ ــ جسم تحت تأثیر نیروی گرانشی زمین (وزن) به‌طرف زمین شتاب می‌گیرد.

شکل ۹ ــ به کمک نیروسنج می‌توانیم وزن اجسام را اندازه‌گیری کنیم.

Mahmood Arash
شهرستان گرگان

آیا می‌دانید

شتاب جاذبه روی زمین تقریباً ۹/۸N/kg، روی ماه تقریباً ۱/۶N/kg و روی مریخ تقریباً ۳/۷N/kg است.



خود را بیازمایید

جرم دانش‌آموزی ۵۰ کیلوگرم است. وزن این دانش‌آموز در سطح زمین چقدر است؟

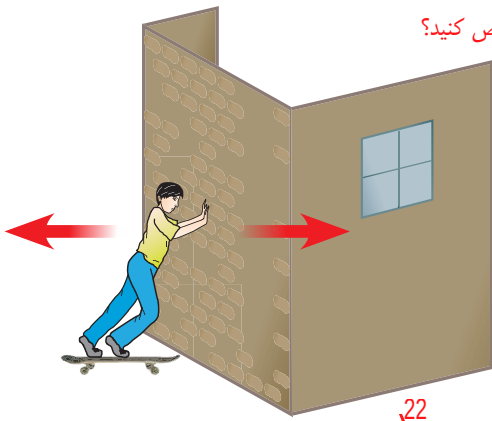
$w = m \times g = 50 \times 10 = 500\ N$

22- در هنگام هل دادن دیوار، نیروی کنش و واکنش را مشخص کنید؟

نیروی کنش و واکنش

وقتی با دست دیوار یا خودرویی را هل می‌دهیم، حس می‌کنیم دیوار یا خودرو نیز ما را هل می‌دهد. یعنی در برهم‌کنش بین دست و دیوار دو نیرو وجود دارد. نیرویی که ما به دیوار وارد می‌کنیم و نیرویی که دیوار به‌دست ما وارد می‌کند.

اگر[22] نیروی دست که دیوار را هل می‌دهد، کُنش[1] بنامیم، نیرویی که دیوار به‌دست ما وارد می‌کند، واکنش[2] نامیده می‌شود[22] (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ــ[22] شخص به دیوار نیرو وارد می‌کند (کنش) و دیوار نیز نیرویی هم‌اندازه اما در خلاف جهت به شخص وارد می‌کند (واکنش).[22]

اگر قطب‌های همنام دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم،[23] آهنربای اوّلی آهنربای دومی را دفع می‌کند (کنش) و آهنربای دومی نیز آهنربای اوّلی را دفع می‌کند (واکنش).[23] همچنین وقتی دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی را به هم نزدیک می‌کنیم[24] بار مثبت، بار منفی را جذب می‌کند (کنش) و بار منفی نیز بار مثبت را جذب می‌کند (واکنش).[24]

[25] نیروهای کنش و واکنش همیشه همراه هم ظاهر می‌شوند و هیچ‌یک بدون دیگری نمی‌توانند وجود داشته باشند.[25] ایزاک نیوتون رابطهٔ بین نیروهای کنش و واکنش را به‌صورت زیر بیان کرده است :

۱ــ Action ۲ــ Reaction

23- نیروی کنش و واکنش را بین قطب های همنام دو آهنربا مشخص کنید؟

24- نیروی کنش و واکنش را بین دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی، وقتی به هم نزدیک می کنیم، مشخص کنید؟

25- آیا نیروهای کنش و واکنش می توانند جدا از هم وجود داشته باشند؟

26- قانون سوم نیوتون را بنویسید؟

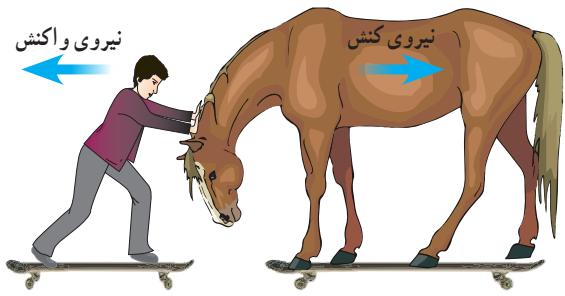
26 «هر گاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اوّل نیرویی هم‌اندازه ولی در خلاف جهت وارد می‌کند».

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.

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

گفت و گو کنید

فرض کنید مطابق شکل پسر و اسب، روی اسکیت‌ها ساکن‌اند. پسر، اسب را هل می‌دهد و 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.



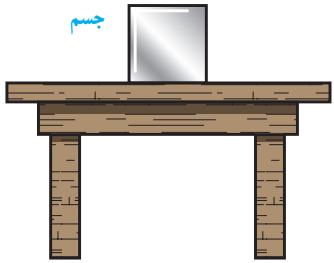
نیروهایی که به هم وارد می کنند هم اندازه اند اما چون جرم پسر کمتر است، شتاب بیشتری پیدا می کند.

27- نیروی عمودی سطح یا تکیه گاه را تعریف کنید؟

28- چه رابطه ای بین وزن جسم و نیروی عمودی تکیه گاه وجود دارد؟

نیروی عمودی سطح

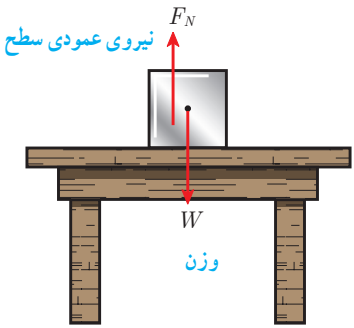
شکل ۱۲ جسمی را نشان می‌دهد که روی سطح افقی میزی ساکن است و حرکت نمی‌کند. بر این جسم چه نیروهایی وارد می‌شود؟ نیروی وزن وارد بر جسم توسط چه نیروی دیگری خنثی می‌شود؟



شکل۱۲ــ جسم روی سطح میز ساکن است

همان‌طور که دیدیم نیروهای وارد بر جسم ساکن، متوازن‌اند. بنابراین باید به جز وزنِ جسم که آن را به طرف پایین می‌کشد،[27] نیروی دیگری ازطرف سطح میز بر جسم رو به بالا وارد شده باشد تا اثر وزن را خنثی کند. به این نیرو، نیروی عمودی سطح یا تکیه‌گاه گویند و آن را با F_N نشان می‌دهند (شکل ۱۳).

[28] هرچه جسم سنگین‌تر باشد، نیروی عمودی تکیه‌گاه نیز بیشتر خواهد بود.



شکل۱۳ــ بر جسم دو نیروی وزن و عمودی سطح وارد می‌شود

خود را بیازمایید

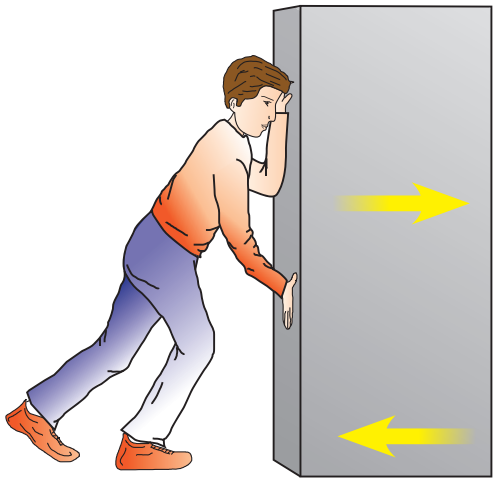
اگر در شکل ۱۳ جرم جسم ۱۰kg باشد، وزن جسم و مقدار نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟

$w = m \times g = 10 \times 10 = 100\ N$

$F_N = W = 100\ N$

اصطکاک

در زندگی روزمره پیوسته با اصطکاک سروکار داریم. ما آثار اصطکاک را در حرکت خودرو، راه‌رفتن، بازی کردن، هل‌دادن یک جسم و... مشاهده می‌کنیم.[29] وقتی جسمی را که روی زمین قرار دارد، می‌کِشیم یا هل می‌دهیم، نیرویی در خلاف جهت نیروی ما به وجود می‌آید. همچنین وقتی جسم روی زمین در حال حرکت است، نیرویی در خلاف جهت حرکت از طرف زمین بر آن وارد می‌شود. به این نیروها نیروی اصطکاک[1] می‌گویند. فرض کنید می‌خواهیم جسم سنگینی

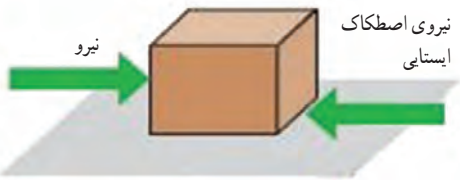

شکل۱۴ــ شخص بسته را هل می‌دهد اما بسته حرکت نمی‌کند.

29- نیروی اصطکاک چیست؟

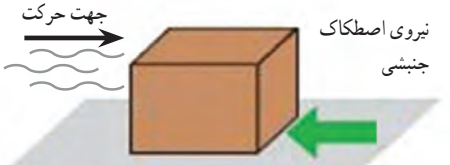
۱ــ Firiction force

30- نیروی اصطکاک ایستایی را توضیح دهید؟

را که روی سطح افقی قرار دارد، جابه‌جا کنیم. اگر آن را با نیروی کمی هل دهیم، جسم به حرکت در نمی‌آید. در این حالت[30] نیروی اصطکاکی که در خلاف جهت نیروی ما به جسم ساکن وارد می‌شود، مانع حرکت جسم می‌شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک ایستایی** می‌نامیم (شکل ۱۵ــ 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 دست برداریم، سرعت جسم کاهش می‌یابد و پس از مدتی می‌ایستد. با توجه به اینکه نیرو سبب تغییر سرعت جسم می‌شود، پس باید[31] نیرویی در **خلاف جهت حرکت** جسم متحرک بر جسم وارد شده باشد و سبب توقف جسم شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک جنبشی** می‌نامیم (شکل ۱۵ــ ب).



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



ب) جسم در حال حرکت است و نیرویی در جهت حرکت بر آن وارد نمی‌شود.

شکل ۱۵ــ شکل‌های مختلفی از نیروی اصطکاک

31- نیروی اصطکاک جنبشی را توضیح دهید؟

32- نیروی اصطکاک بین دو جسم به چه عاملی بستگی دارد؟ مثال بزنید؟

[32] نیروی اصطکاک بین دو جسم به **جنس دو جسم** بستگی دارد؛ مثلاً صخره‌نوردان از کفش‌هایی با زیره‌های خاصی برای صخره‌نوردی استفاده می‌کنند تا نیروی اصطکاک بین کفش و زمین زیاد شود، در حالی که اسکی‌بازان تلاش می‌کنند از چوب‌های اسکی صیقلی شده استفاده کنند تا نیروی اصطکاک بین چوب‌ها و برف کم شود.

شکل ۱۶ــ [33] در صخره‌نوردی نباید کفش‌ها لیز باشند، اما در اسکی باید کف چوب اسکی بسیار لیز باشد.

33- جنس کفش ها در صخره نوردی و اسکی باید چگونه باشد؟

34- نیروی اصطکاک بین دو جسم به چه علت می باشد؟

35- چه رابطه ای بین میزان فشرده شدن و نیروی اصطکاک وجود دارد؟

34 نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌هایی است که به‌صورت میکروسکوپی بین دو جسم وجود دارد و با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیست. 35 هرچه دو جسم روی هم بیشتر فشرده شوند، این ناهمواری‌ها بیشتر در یکدیگر فرو می‌روند و مانع حرکت می‌شوند و نیروی اصطکاک افزایش می‌یابد.

* جواب فعالیت پایین :

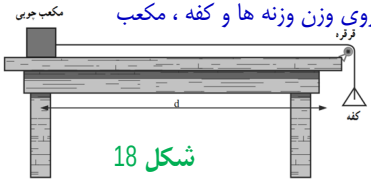
وسایل مورد نیاز: میز ، مکعب چوبی(دو عدد) ، وزنه های کوچک، کفه، ترازو

شرح آزمایش :

الف) سطح میز و سطح مکعب چوبی را تمیز، و دستگاه را مطابق **شکل 18** سوار کنید و مکعب را از سطح بزرگترش روی میز قرار دهید .

به آرامی و کم کم در داخل کفه، وزنه هایی قرار دهید به گونه ای که اگر ضربه کوچکی به مکعب وارد کنید، مکعب به طور یکنواخت(به آرامی و با **سرعت ثابت**) روی میز حرکت کند.

با ترازو، جرم کفه و وزنه های داخلش را اندازه گیری و وزن آنها را حساب کنید. چون نیروی وزن وزنه ها و کفه ، مکعب یکنواخت می کشد، در این حالت نیروی اصطکاک وارد بر مکعب که در خلاف جهت را به طورحرکت است با وزن وزنه ها و کفه هم اندازه است .



شکل 18

ب) اکنون مکعب را روی سطوح مختلف قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید .

(آزمایش ها به طور معناداری نشان می دهند که نیروی اصطکاک جنبشی به سطح تماس بستگی ندارد.)

پ) روی مکعب ، مکعب دیگر یا وزنه ای قرار داده، آزمایش را انجام می دهیم و نیروی اصطکاک جنبشی را اندازه گیری می کنیم .

(این آزمایش نشان می دهد، هر چه جسم لغزنده(مکعب) سنگین تر شود، نیروی اصطکاک جنبشی آن نیز بیشتر می شود.)

شکل۱۷ــ ناهمواری‌های روی سطح اجسام با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود.

فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید : * جواب در وسط صفحه

الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی‌مانند یک قطعه چوب مکعبی در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید. ب) نشان دهید که نیروی اصطکاک جنبشی به‌طور محسوسی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد. پ) نشان دهید که هرچه جسم سنگین‌تر شود (با قرار دادن اجسام دیگر روی مکعب) نیروی اصطکاک جنبشی نیز افزایش می‌یابد.

الف) در مواردی که اصطکاک به شکل ناخواسته و غیرمطلوب سبب کند شدن حرکت می شود؛ مانند لولاهای در و پنجره، بین چرخ دنده ها

روش های کاهش اصطکاک : استفاده از روغن های مخصوص و گریس، استفاده از غلتک یا توپ های فلزی(بلبرینگ) استفاده از چرخ، صاف و صیقلی کردن سطوح و .....

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؟

در بسیاری از موارد، افزایش نیروی اصطکاک مهم است؛ جنس کفی کفش ها باید به گونه ای باشد که اصطکاک آن با زمین مناسب باشد .

در پله ها، نوارهایی قرار می دهند که اصطکاک کفش با آنها افزایش یابد و جلوی لیزخوردن را بگیرد .

لاستیک خودروها به گونه ای طراحی می شود که اصطکاک بین آنها و جاده هنگام ترمز به اندازه کافی باشد و .....