بسم الله الرحمن الرحیم

فصل پنجم علوم نهم

نیرو

تهیه و تنظیم:
محسن شهری،بوکان،آذرماه۱۳۹٤

کدامیک نیروی بیشتری وارد می کند؟

نیرو

فصل ۵

مقدمه

فیزیکدان ها تأثیر برخورد خودروها با یکدیگر را بررسی می کنند تا امنیت آنها را در جاده افزایش دهند.

متخصصان تولید کفش های کوهنوردی، کفش هایی را طراحی و تولید می کنند تا اصطکاک بین کفش ها و کوه زیاد باشد.

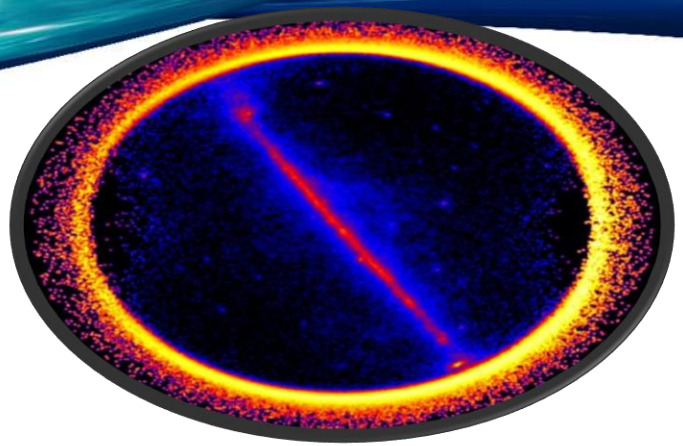
متخصصان خودروهای مسابقه تلاش می کنند تا خودروهایی را با بیشترین شتاب طراحی کنند.

مهندسان برای افزایش ایمنی حرکت بالابرها، بیشترین نیرویی را بررسی می کنند که کابل های بالابر می توانند تحمل کنند و... .

در واقع در هر کاری که روزانه انجام می دهیم، با نیرو سروکار داریم.

باز و 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 نمی شود.

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



نیروهای متوازن

وقتی جسمی را می کشیم یا آن را هل می دهیم؛ یعنی به آن نیرو وارد می کنیم.

اثر نیرو بر یک جسم به شکل های مختلف مانند: شروع به حرکت کردن جسم،

توقف جسم،کم یا زیادشدن سرعت جسم، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل جسم، خود را نشان می دهد.

همچنین نیرو اثر متقابل بین دو جسم است؛

یعنی اگر شما دوست تان را هل دهید، او نیز شما را هل می دهد و اگر شما وی را بکشید، او نیز شما را می کشد.

به عبارت دیگر در به وجود آمدن نیرو، همواره دو جسم مشارکت دارند

و البته این اجسام لزوماً در تماس با یکدیگر نیستند.

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.

به عبارت دیگر اگر برآیند نیروهای وارد برجسم صفر باشد، نیروهای وارد بر جسم متوازن اند.

آزمایش نشان می‌دهد، تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسم

ساکن، همچنان ساکن باقی می ماند(شکل ۲ و ۵)

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

شکل ۵ ــ 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.

اگر جسم 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(شکل۳و۴)

شکل۳ــ وقتی نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت متوازن باشند، خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

شکل۴ــ نیروی وزن وارد بر چترباز و نیروی مقاومت هوا هم اندازه‌اند، بنابراین چترباز با سرعت ثابت به طرف زمین حرکت می‌کند.

حال اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد،

یعنی نیروهایی که بر آن تأثیر می گذارند، همدیگر را خنثی کنند،

آنگاه نیروی خالصی بر جسم اثر خواهد کرد و جسم ساکن شروع به حرکت می کند؛

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 می گیرد و اگر نیروی بالابری کمتر از وزن شود، ارتفاع هواییما کاهش پیدا می کند.

تمرین مهم

فعالیت

در شکل‌های زیر دانش‌آموزان 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)

..... = → + ←

= نیروی خالص

ادامه

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

(ب)

..... = ⟵ + ⟶

= نیروی خالص

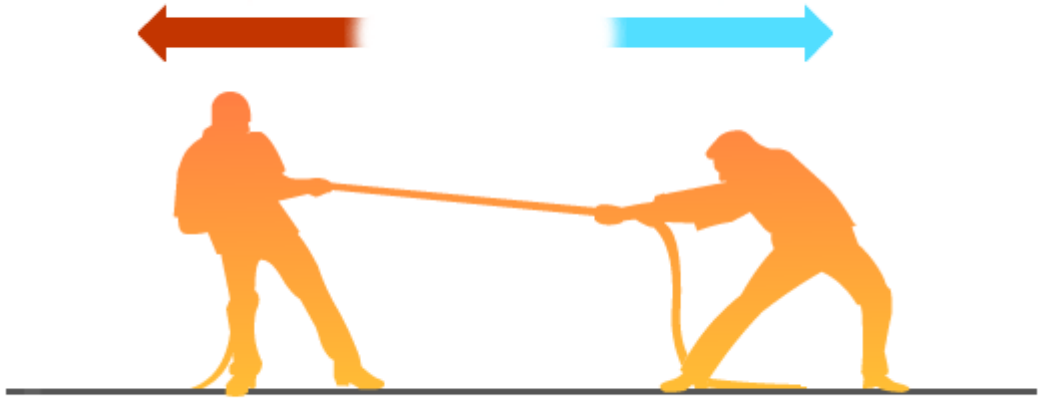
پ) هر دو دانش‌آموز با نیروی ۶۰N جسم را به طرف راست هل می‌دهند.

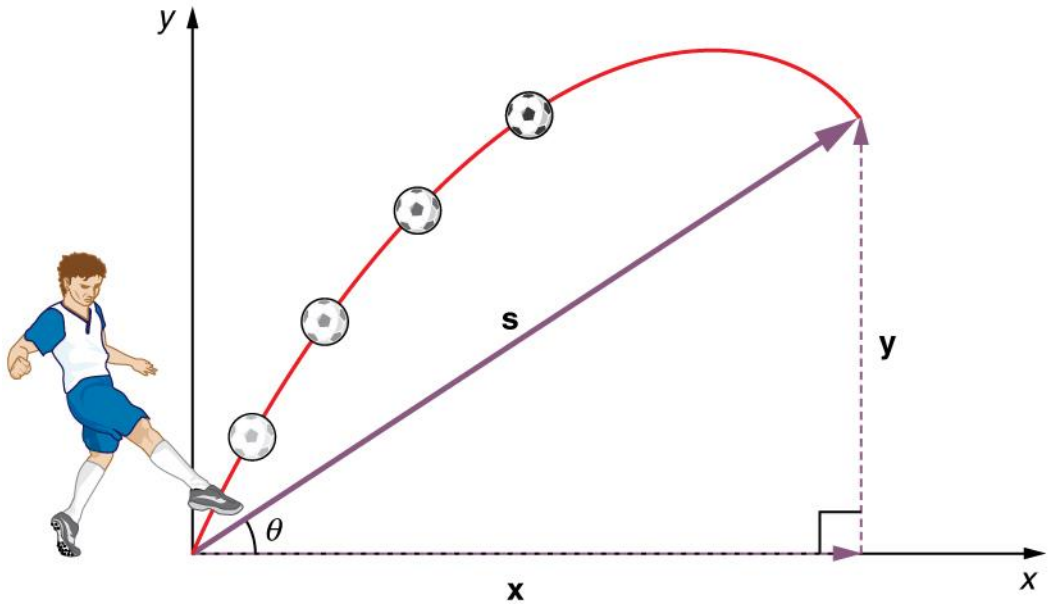
(پ)

..... = ⟶ + ⟶

= نیروی خالص

از این فعالیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟




y
s
y
θ
x
x

نیروی خالص عامل شتاب است

همانطور که دیدید، اگر نیروهای وارد بر جسم در توازن باشند؛ یعنی نیروی خالص صفر باشد،

سرعت جسم تغییر نمی کند؛

مثلاً وقتی شما و دوستتان از دو طرف با نیروی هم اندازه و در خلاف جهت یک چرخ دستی را هل دهید،

چرخ دستی حرکت نمی کند؛ اما سرعت چرخ دستی یا هر جسم دیگری وقتی تغییرمی کند که نیروهای وارد برآن 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؛

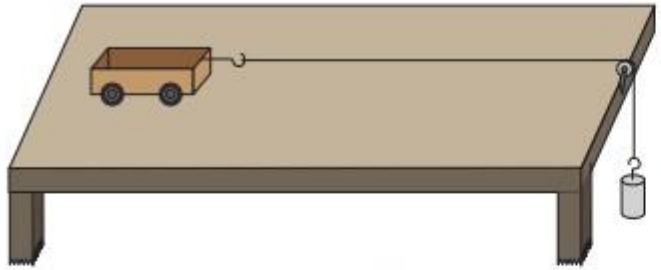
یعنی نیرو سبب ایجاد شتاب می شود.

مثلاً وقتی شما به تنهایی یک چرخ دستی 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.

آزمایش مهم

آزمایش کنید



هدف : بررسی رابطهٔ بین شتاب و نیرو

وسایل و مواد لازم : میز، چهار چرخه، قرقره، نخ، وزنه‌های مختلف، سنگ ریزه، قلاب

روش اجرا :

۱ــ مطابق شکل وزنهٔ کوچک را با نخ به جسم واقع بر روی میز وصل کنید تا جسم شروع به حرکت کند و شتاب بگیرد.

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؟

۴ــ این بار وزنهٔ آویزان را تغییر ندهید؛ یعنی نیروی وارد بر جسم را عوض نکنید، بلکه جرم جسم روی میز را تغییر دهید و به‌تدریج جرم آن را با قرار دادن مقداری شن یا سنگ یا... در درون آن افزایش دهید و هر بار به شتاب حرکت جسم توجه کنید. با افزایش جرم جسم، چه تغییری در شتاب حرکت جسم دیده می‌شود؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

با انجام دقیق آزمایش هایی مشابه آزمایش بالا، درمی یابیم که شتاب جسم متناسب با نیروی وارد بر جسم است.

❖ در قسمت اول آزمایش

جرم جسم(چهارچرخه) ثابت است؛

اما نیرویی که جسم را می کشد افزایش می یابد و در اثر افزایش نیرو، شتاب جسم نیز به همان نسبت افزایش پیدا می کند.

❖ در قسمت دوم آزمایش

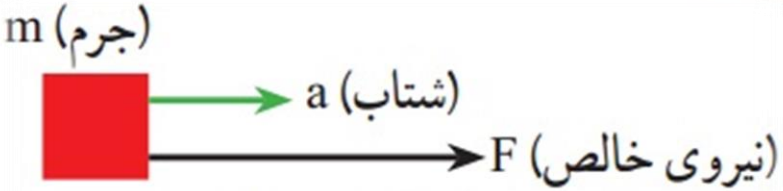
نیرویی که جسم را می کشد، ثابت است؛ اما جرم جسم افزایش می یابد.

در این حالت شتاب جسم کاهش پیدا می کند. یعنی شتاب با جرم جسم نسبت وارون دارد.

بنابراین 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.



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

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

اگر **نیروی خالص** وارد بر جسم را با **F**، **جرم جسم** را با **m** و **شتاب** را با **a** نشان دهیم، رابطه بالا به صورت زیر در می آید:

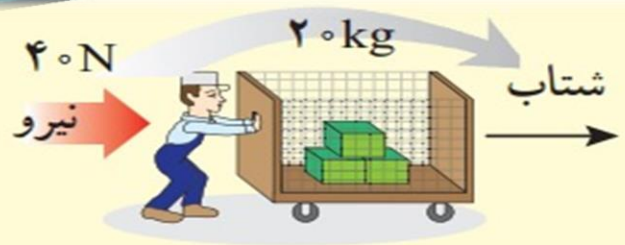
$$\text{شتاب} \leftarrow a = \frac{F \rightarrow \text{نیرو}}{m \rightarrow \text{جرم}}$$

در این رابطه، یکای **نیرو نیوتون (N)**، یکای **جرم کیلوگرم (kg)** و یکای **شتاب نیوتون برکیلوگرم (N/Kg)** است.

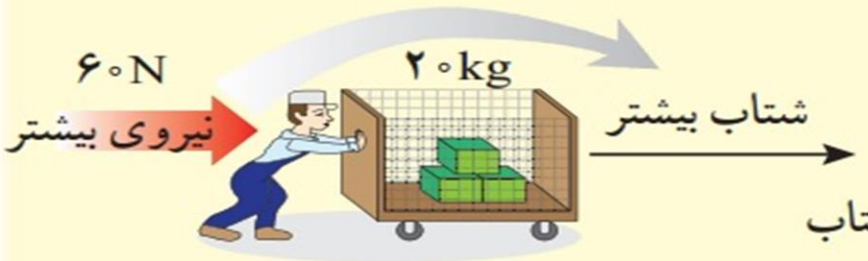
این رابطه را اولین بار **ایزاک نیوتون** دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود استنتاج کرد.

لذا این رابطه معروف به **قانون دوم نیوتون** است.

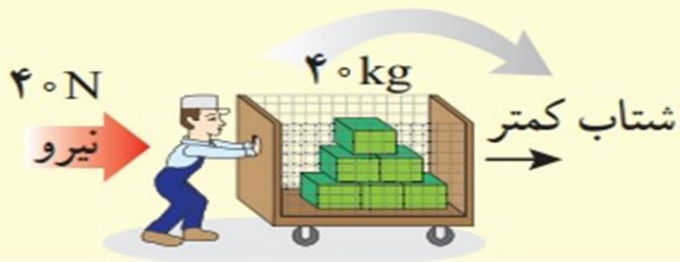
مثال : در هر یک از شکل‌های زیر اندازه شتابی را که گاری در اثر هل دادن شخص پیدا می‌کند، به‌دست آورید.



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.

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

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

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.

وزن یک جسم در سطح زمین از حاصل ضرب جرم جسم در شتاب جاذبه زمین به دست می آید.

شتاب جاذبه × جرم جسم = وزن جسم

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

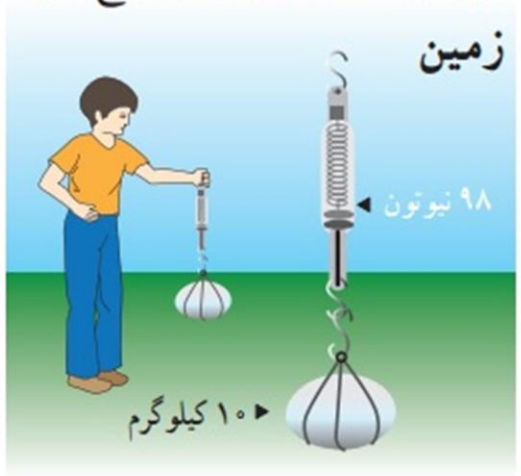
$$W = mg$$

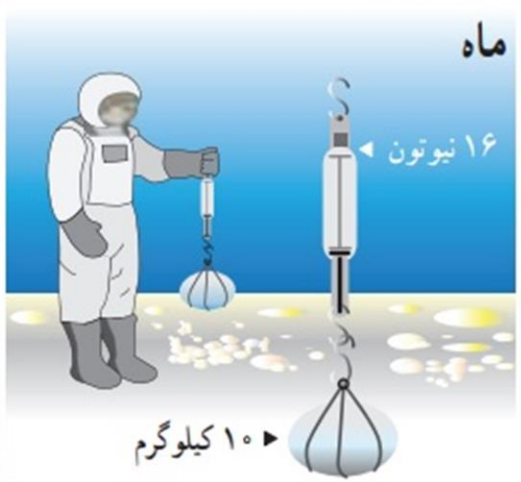
شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً ۹/۸ نیوتون بر کیلوگرم است که

برای سادگی در حل مسئله ها آن را ۱۰ نیوتون بر کیلوگرم فرض می کنند.

آیا می‌دانید

شتاب جاذبه روی ماه تقریباً ۱/۶N/kg و روی مریخ تقریباً ۴N/kg است.

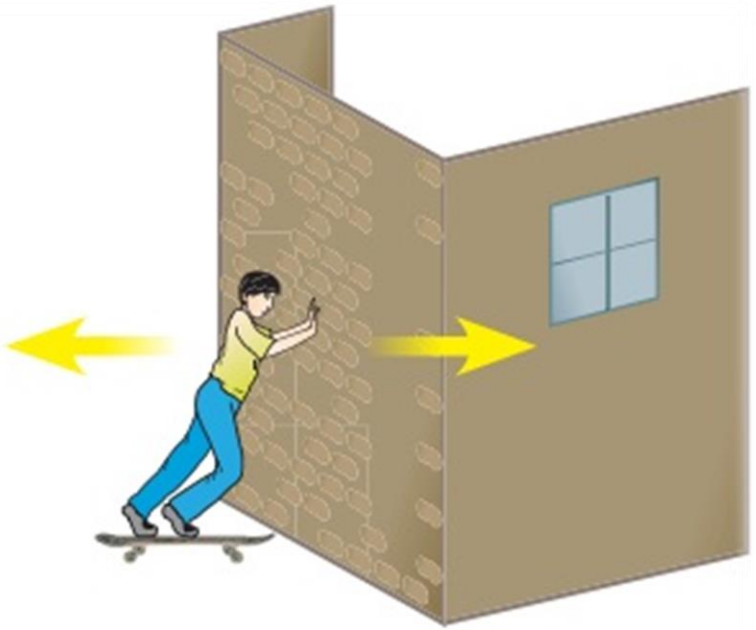




خود را بیازمایید

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

نیروی کنش و واکنش



شکل ۹ــ شخص به دیوار نیرو وارد می‌کند (کنش) و دیوار نیز نیرویی هم‌اندازه امّا در خلاف جهت به شخص وارد می‌کند (واکنش).

وقتی با دست دیوار یا خودرویی 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، کُنش بنامیم،

نیرویی که دیوار به دست ما وارد میکند، واکنش نامیده می شود.

اگر قطب های همنام دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم،

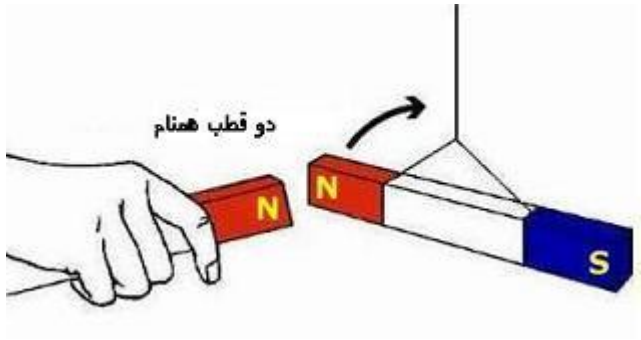
آهنربای اولی آهنربای دومی را دفع می کند (کنش)

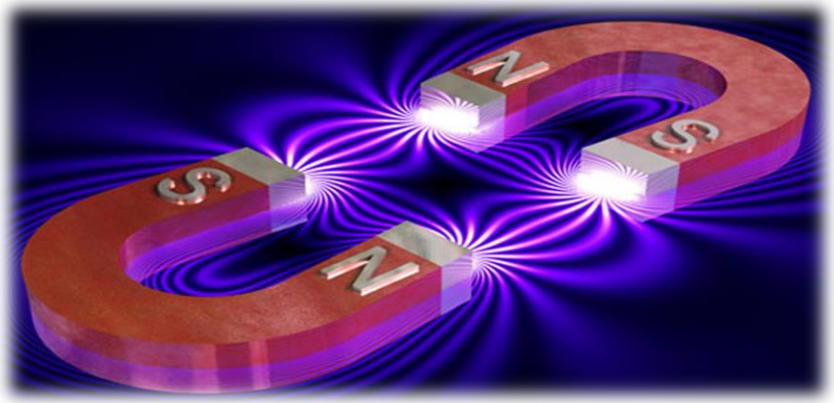
و آهنربای دومی نیز آهنربای اولی را دفع می کند (واکنش).

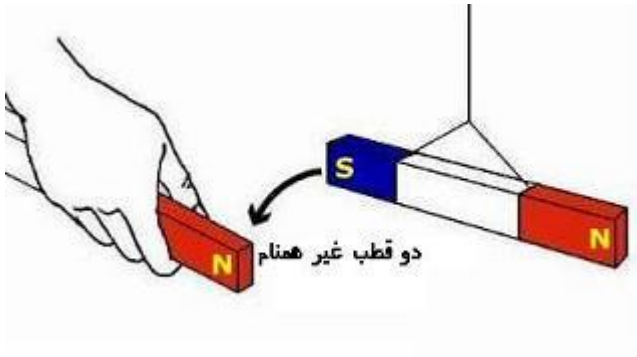
همچنین وقتی دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی را به هم نزدیک می کنیم،

بار مثبت، بار منفی را جذب میکند (کنش)

و بار منفی نیز بار مثبت را جذب میکند (واکنش)







نیروهای کنش و واکنش همیشه همراه هم ظاهر می شوند و هیچ یک بدون دیگری نمی توانند وجود داشته باشند.

ایزاک نیوتون رابطه بین نیروهای کنش و واکنش را به صورت زیر بیان کرده است:

»هر گاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه ولی در خلاف جهت وارد میکند«

بیان بالا معروف به قانون سوم نیوتون است.

در شکل زیر تصویر چند حالت مختلف آورده شده است.

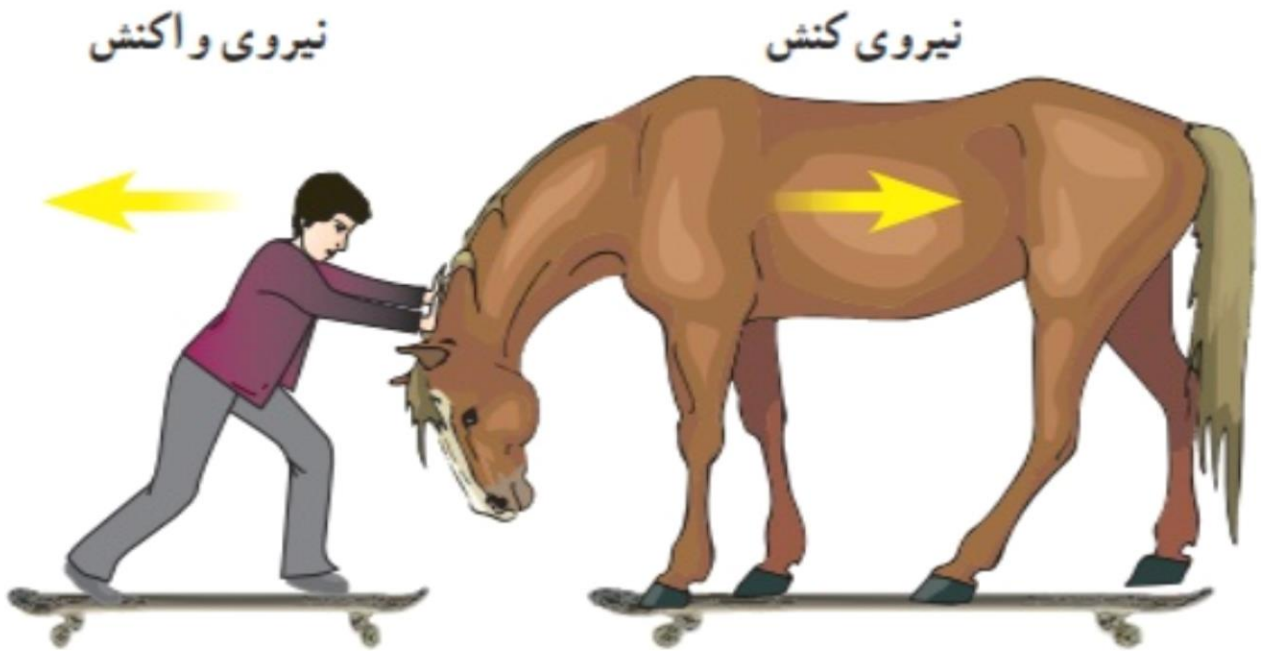
که می توان روی آنها نیروهای کنش و واکنش را مشخص کرد.

توجه داریم که نیروی کنش و واکنش همواره هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند و بر دو جسم وارد می شوند.

شکل ۱۰ــ شکل‌های مختلفی که می‌توان در آنها کنش و واکنش را مشخص کرد.

فکر کنید

فرض کنید مطابق شکل پسر و اسب، روی اسکیت‌ها ساکن‌اند. پسر، اسب را هل می‌دهد و هر دوی آنها شتاب پیدا می‌کنند و به‌حرکت در می‌آیند اما شتاب آنها در خلاف جهت یکدیگر است. کدام یک از آنها دارای شتاب بیشتری می‌شود؟ توضیح دهید.



اصطکاک

در زندگی روزمره دائماً با اصطکاک سروکار داریم.
ما آثار اصطکاک را در حرکت خودرو، راه رفتن، بازی کردن، هل دادن یک جسم و... مشاهده می کنیم.
وقتی جسمی را که روی زمین قرار دارد، می کشیم یا هل می دهیم،
نیرویی در خلاف جهت نیروی ما به وجود می آید.
همچنین وقتی جسم روی زمین در حال حرکت است، نیرویی در خلاف جهت حرکت از طرف زمین بر آن وارد می شود.
به این نیروها نیروی اصطکاک می گویند.

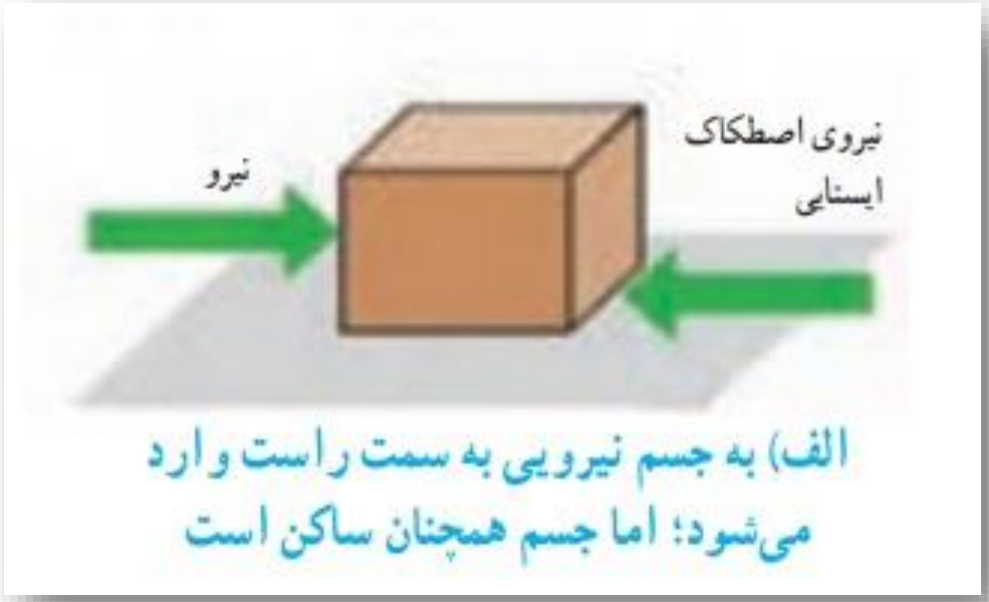
شکل ۱۱ــ شخص بسته را هل می‌دهد اما بسته حرکت نمی‌کند.

فرض کنید می خواهیم جسم سنگینی را که روی سطح افقی قرار دارد، جا به جا کنیم.

اگر آن را با نیروی کمی هل دهیم، جسم به حرکت در نمی آید.

در این حالت نیروی اصطکاکی که در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می شود، مانع حرکت جسم می شود.

این نیرو را نیروی اصطکاک ایستایی می نامیم.



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

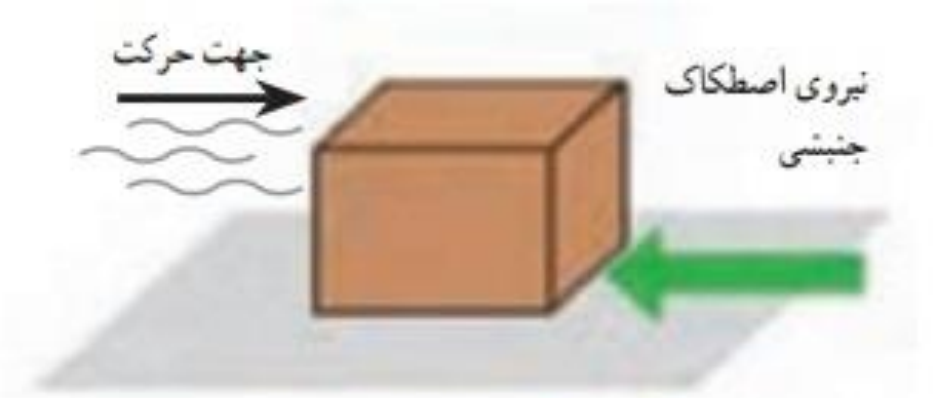
حال جسمی را در نظر بگیرید که در اثر هل دادن یا کشیدن روی سطح افقی شروع به حرکت کند.

اگر از هل دادن یا کشیدن دست برداریم، سرعت جسم کاهش 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 ایستادن جسم شود.

این نیرو را نیروی اصطکاک جنبشی می نامیم.

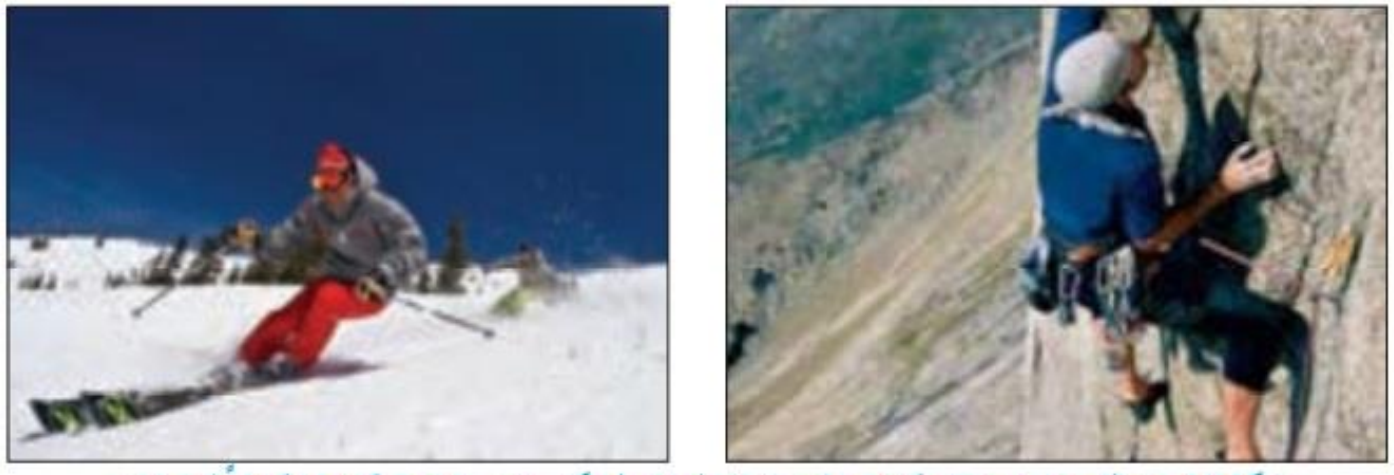


ب) جسم در حال حرکت است و نیرویی در جهت حرکت جلو بر آن وارد نمی‌شود.

نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس دو جسم بستگی دارد؛

مثلاً کوهنوردان از کفش هایی با زیره های خاصی برای کوهنوردی استفاده می کنند تا نیروی اصطکاک بین کفش و زمین زیاد شود،

در حالی که اسکی بازان تلاش می کنند از چوب های اسکی صیقلی شده استفاده کنند تا نیروی اصطکاک بین چوب ها و برف کم شود.



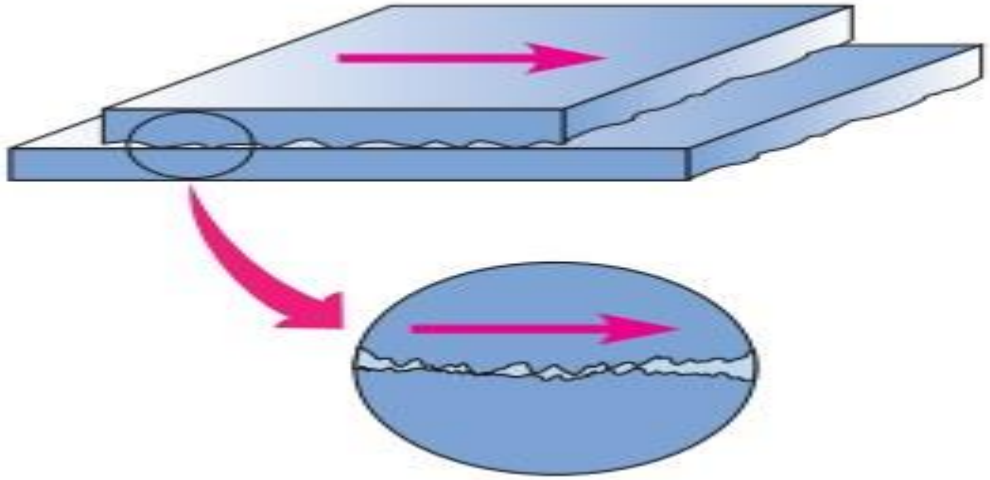
شکل۱۳ــ در کوهنوردی نباید کفش‌ها لیز باشند، اما در اسکی بازی باید زیر کفش‌ها کاملاً لیز باشد.

نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری هایی است

که به صورت میکروسکوپی بین دو جسم وجود دارد و با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیست.

هرچه دو جسم روی هم بیشتر فشرده شوند،

این ناهمواری ها بیشتر در یکدیگر فرو می روند و مانع حرکت می شوند و نیروی اصطکاک افزایش می یابد.



Oloomestan.blog.ir