

باسمه تعالی

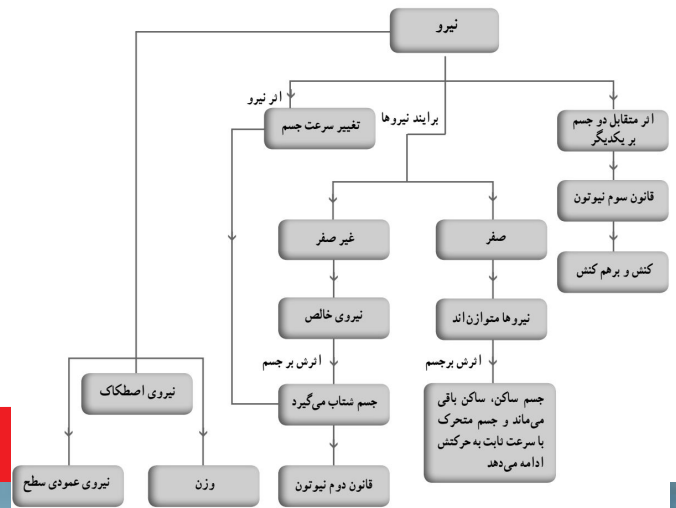
"با کمال امتنان، پذیرای پیشنهادهای و نظریات علمی و ادبی عزیزان هستیم."

سر بلند باشید- پورسالار- آبان ۱۴۰۰

با ویراستاری و همکاری استاد محمد حجت پناه-دزفول

@BioSalar_Ch

نیرو



p51 علوم

فیزیکدانها تأثیر 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، 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، 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؟

۱. اثر نیرو بر یک جسم به چه شکل هایی می تواند باشد؟
۲. منظور از نیرو چیست؟

نیروهای متوازن

پیش از این در کتاب های علوم؛ با برخی از مفاهیم نیرو آشنا شدیم. در آنجا دیدیم که وقتی جسمی را می کشیم یا آن را هل می دهیم؛ به آن نیرو وارد می کنیم. اثر نیرو بر یک جسم، خود را به شکل های مختلف مانند: (شروع به حرکت کردن، توقف، کم یا زیاد شدن سرعت، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل آن جسم نشان می دهد) همچنین **نیرو** اثر متقابل بین دو جسم است؛ یعنی اگر شما دوستان را هل دهید، او نیز شما را هل می دهد و اگر شما وی را بکشید، او نیز شما را می کشد) **۲** به عبارت دیگر در به وجود آمدن نیرو، همواره دو جسم مشارکت دارند و البته



شکل ۱ - در برخورد چکش با میخ، چکش به میخ نیرو وارد می کند و میخ نیز به چکش (قانون سوم نیوتن)

این اجسام لزوماً در تماس با یکدیگر نیستند. **۳** منظور از نیروهای متوازن چیست؟ **۴** قانون اول نیوتون چیست؟

۳ اگر بر جسمی چند نیرو به طور هم زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می گوئیم نیروهای وارد بر جسم **متوازن اند**. به عبارت دیگر اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم **صفر** باشد، نیروهای وارد بر جسم متوازن اند) **۳** آزمایش نشان می دهد، (تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسم ساکن، همچنان ساکن باقی می ماند (شکل ۲ و ۵) و اگر 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) (شکل ۳ و ۴). **به بیان دیگر؛** 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) **۴** (قانون اول نیوتون: چنانچه بر جسمی نیرو وارد نشود (برآیند نیروها صفر شود)، اگر جسم ساکن باشد؛ ساکن می ماند و اگر حرکت دارد به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه می دهد.)



شکل ۳ - وقتی نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت متوازن باشند، خودرو با سرعت ثابت حرکت می کند. (شتاب صفر)



شکل ۲ - شخص به جعبه ساکن نیرو وارد می کند ولی جعبه حرکت نمی کند زیرا نیروی روبه جلو با نیروی اصطکاک رو به عقب هم اندازه اند.

۱- Force

۵. چهار ویژگی نیرو کدامند؟ ۱- اندازه ۲. راستا (امتداد) ۳. جهت ۴. نقطه اثر

۶. انواع نیرو } تماسی: نیروی ماهیچه ای، نیروی تکیه گاه، نیروی اصطکاک، نیروی فنر
 { غیرتماسی: الکتریکی، مغناطیسی، گرانشی (جاذبه)



شکل ۵ - 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.



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.

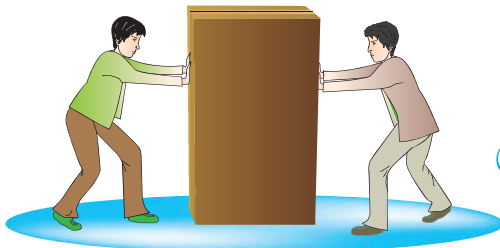
۱) حال اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد، یعنی نیروهایی که بر آن تأثیر می‌گذارند، همدیگر را خنثی نکنند، آنگاه نیروی خالصی بر جسم اثر خواهد کرد و جسم ساکن شروع به حرکت می‌کند؛ یا اگر در حال حرکت باشد، تغییری در حرکت آن به وجود خواهد آمد. مثلاً اگر در پرواز هواپیما، نیروی بالابری بیشتر از وزن هواپیما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



شکل ۶ - 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 صرف نظر کنید). الف) دانش‌آموزان از دو طرف با نیروی 100 N جعبه را هل می‌دهند.



الف)

$$\longrightarrow + \longleftarrow = \dots\dots$$

$$100 - 100 = 0 \text{ N}$$

نیروی خالص =

نکته: نیروهای هم جهت با هم جمع می شوند؛ اما نیروهای خلاف جهت، از هم کم می شوند.



(ب)

(ب) دانش‌آموز سمت چپ با نیروی 120 N و دانش‌آموز سمت راست با نیروی 50 N جعبه را هل می‌دهد.

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{120} + \xleftarrow{50} = \dots\dots \\ \text{نیروی خالص} = 120 - 50 = 70\text{ N} \end{array}$$



(پ)

(پ) هر دو دانش‌آموز با نیروی 60 N جسم را به طرف راست هل می‌دهند.

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

از این فعالیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
نیروی خالص از برآیند دو نیرو بدست می‌آید و هرچه نیروی خالص بیشتر باشد تغییر وضعیت جسم بیشتر می‌شود.

۱. عامل ایجاد شتاب اجسام چیست؟

۲. نیرو چگونه شتاب ایجاد می‌کند؟

۱) (نیروی خالص عامل شتاب است)

همان‌طور که دیدید، اگر نیروهای وارد بر جسم در توازن باشند؛ یعنی نیروی خالص صفر باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند؛ مثلاً وقتی شما و دوستان 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 تغییر می‌کند که نیروهای وارد بر آن در توازن نباشند. به عبارت دیگر نیروی خالصی بر جسم وارد شود. پس نتیجه می‌گیریم که ^۱نیروی خالص وارد بر یک جسم سبب تغییر سرعت آن می‌شود؛ یعنی **نیرو سبب ایجاد شتاب می‌شود**. ^۲مثلاً وقتی شما به تنهایی یک چرخ دستی را هل می‌دهید، چرخ دستی شروع به حرکت می‌کند و سرعت آن افزایش می‌یابد؛ یعنی ^۲نیرو سبب تغییر سرعت یا به عبارت دیگر سبب ایجاد شتاب در جسم می‌شود. ^۲

خود را بیازمایید

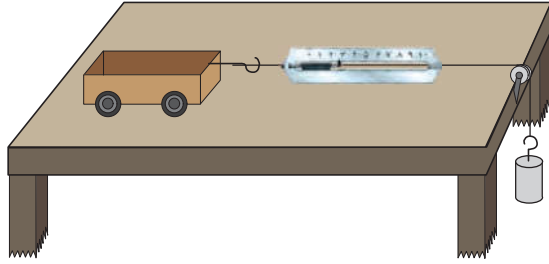
نیروی خالصی بر آن وارد کنیم.

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

(ب) اگر خودروی بخواهد متوقف شود، باید در کدام جهت به آن نیرو وارد شود؟

نیروی در خلاف جهت حرکت بر آن وارد کنیم. به طوری که برآیند نیروها (نیروی خالص) در خلاف جهت حرکت باشد.

آزمایش کنید



(بررسی قانون دوم نیوتن)

هدف: بررسی رابطه بین شتاب و نیرو

وسایل و مواد لازم: میز، چهار چرخه،

قرقره، نخ، وزنه‌های مختلف، نیروسنج، قلاب

روش اجرا:

۱- مطابق شکل وزنه کوچک را با نخ به جسم واقع بر روی میز وصل کنید تا جسم (چهار چرخه) شروع به حرکت کند و شتاب بگیرد.

۲- جرم وزنه آویزان را ۲ برابر کنید و دوباره به زمان حرکت جسم توجه کنید.

۳- 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؟ ^{بیشتر کردن جرم وزنه‌ها} ^{۴ برابر کردن وزنه} شتاب با نیرو نسبت مستقیم دارد.

$$a \propto F$$

۴- این بار جرم روی چهار چرخه را تغییر دهید و در ضمن جرم وزنه متصل به نیروسنج را نیز طوری اختیار کنید که نیروسنج در هر آزمایش با جرم‌های مختلف چهار چرخه، عدد یکسانی را نشان دهد. با افزایش جرم

چهار چرخه، چه تغییری در شتاب حرکت آن دیده می‌شود؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ شتاب با جرم نسبت وارون دارد. ^{کاهش شتاب می‌شود.}

$$a \propto \frac{1}{m}$$

۱. قانون دوم نیوتون چیست؟ (چه رابطه‌ای بین شتاب با نیرو و جرم جسم وجود 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 (چهار چرخه) 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

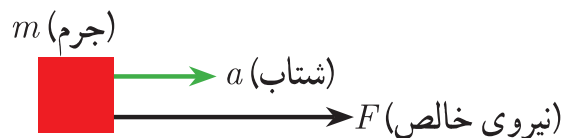
دوم آزمایش، نیرویی که جسم را می‌کشد، ثابت است؛ اما جرم جسم افزایش می‌یابد. در این حالت

شتاب جسم کاهش پیدا می‌کند. یعنی شتاب با جرم جسم نسبت وارون دارد. ^{$a \propto \frac{1}{m}$} *

بنابراین (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.)

$$\text{قانون دوم نیوتن} \quad \text{نیروی خالص} = \frac{\text{شتاب جسم}}{\text{جرم جسم}}$$



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

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 می‌آید:

$$(1) \quad \text{نیروی خالص} \rightarrow \frac{F}{m} \leftarrow \text{شتاب} \quad \text{جرم} \rightarrow$$

پورسلار

*نکته: شتاب هر جسمی به دو عامل بستگی دارد. ۱-نیرو: اگر جرم ثابت باشد، هرچه نیروی وارد بر جسم بیشتر باشد شتاب آن نیز بیشتر خواهد بود. ۲-جرم: اگر نیرو ثابت باشد، هرچه جرم جسم بیشتر (سنگین تر) باشد شتاب آن نیز کمتر خواهد بود.

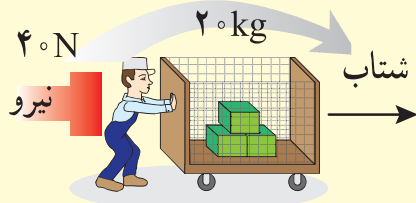
در این رابطه، یکای نیرو نیوتون (N)، یکای جرم کیلوگرم (kg) و یکای شتاب نیوتون بر کیلوگرم (N/kg) است. این رابطه را اولین بار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود استنتاج کرد. لذا این رابطه معروف به **قانون دوم نیوتون** است.

(توجه به ص ۴۹)

آیا می دانید

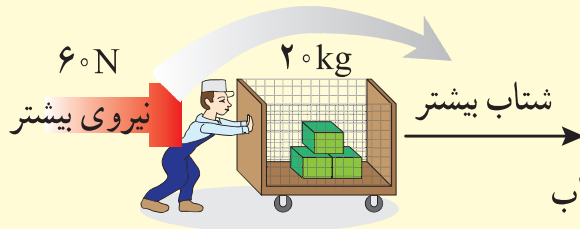
یکای متر بر مربع ثانیه هم ارز با یکای نیوتون بر کیلوگرم است $(1 \frac{N}{kg} = 1 \frac{m}{s^2})$

$$a = a \Rightarrow \frac{F}{m} = \frac{v}{t}$$

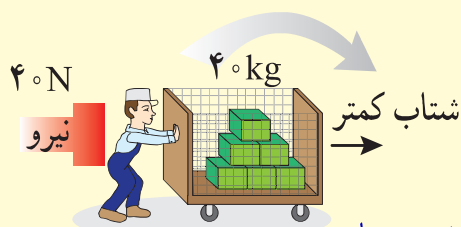


مثال: در هر یک از شکل های زیر اندازه شتابی را که گاری در اثر هل دادن شخص پیدا می کند، به دست آورید.

$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 2 \text{ N/kg} \quad (\text{الف})$$



$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{60 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 3 \text{ N/kg} \quad (\text{ب})$$



$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40 \text{ N}}{40 \text{ kg}} = 1 \text{ N/kg} \quad (\text{پ})$$

از این مثال چه نتیجه ای می گیرید؟
شتاب با زیاد شدن نیرو، افزایش و با زیاد شدن جرم، کاهش می یابد.

گفت و گو کنید



خودروهای مسابقه به گونه ای طراحی می شوند 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 می شوند. این نوع طراحی؛ یعنی نیروی زیاد موتور و جرم کم اتومبیل، روی شتاب آنها چه تأثیری می گذارد؟ طبق قانون دوم نیوتون، باعث افزایش شتاب خودرو می شود.



مثال: شکل روبه‌رو یک ماشین اسباب بازی ۲ کیلوگرمی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر نیروی پیش‌ران (که توسط موتورش تأمین می‌شود) با شتاب 0.5 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.

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

$$F = 2 \text{ kg} \times 0.5 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 1 \text{ N}$$



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

۱. منظور از **وزن چیست**؟ با چه وسیله اندازه‌گیری می‌شود؟ یکای آن چیست؟

۱) **وزن** جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه‌ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود. 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 صرف نظر کردن از مقاومت هوا می‌توانیم بنویسیم:

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

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

$$F = ma \equiv W = mg \quad (2)$$

شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً $9/8$ نیوتون بر کیلوگرم است که در حل برخی از مسئله‌ها برای سادگی آن را 10 نیوتون بر کیلوگرم فرض می‌کنند.

زمین



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

۲۷۳	خورشید
۳/۷	عطارد
۸/۸	زهره
۹/۸	زمین
۳/۷۱	مریخ
۲۴/۷	مشتری
۱۰/۴۴	زحل
۸/۸	اورانوس
۱۱	نپتون
۰/۶۴	پلوتو
۱/۶	ماه

آیا می دانید

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

مریخ

۳۷ نیوتون

۱۰ کیلوگرم

$w=mg=۱۰\text{Kg}\times ۳/۷\text{N/Kg}=۳۷\text{N}$

ماه

۱۶ نیوتون

۱۰ کیلوگرم

$w=mg=۱۰\text{Kg}\times ۱/۶\text{N/Kg}=۱۶\text{N}$

زمین

۹۸ نیوتون

۱۰ کیلوگرم

$w=mg=۱۰\text{Kg}\times ۹/۸\text{N/Kg}=۹۸\text{N}$

خود را بیازمایید

جرم دانش آموزی ۵۰ کیلوگرم است. وزن این دانش آموز در سطح زمین چقدر است؟
 $w=mg=۵۰\text{Kg}\times ۹/۸\text{N/Kg}=۴۹۰\text{N}$

۱. منظور از نیروهای کنش و واکنش چیست؟ هرگاه دو جسم در ارتباط با هم باشند؛ نیرویی که جسم اول بر جسم دوم وارد می کند را نیروی کنش و نیروی خلاف جهتی که جسم دوم بر جسم اول وارد می کند را نیروی واکنش گویند.



شکل ۱- شخص به دیوار نیرو وارد می کند (کنش) و دیوار نیز نیرویی هم اندازه اما در خلاف جهت به شخص وارد می کند (واکنش).

نیروی کنش و 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، **کنش** بنامیم، نیرویی که دیوار به دست ما وارد می کند، **واکنش** نامیده می شود (شکل ۱).

۲. اگر قطب های همنام دو آهنربا را و یا دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی را به هم نزدیک کنیم، چه اتفاقی می افتد؟

۲) 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 می کند (کنش) و بار منفی نیز بار مثبت را جذب می کند (واکنش). ۲)

نیروهای کنش و واکنش همیشه همراه هم ظاهر می شوند و هیچیک بدون دیگری نمی توانند وجود داشته باشند. ایزاک نیوتون رابطه بین نیروهای کنش و واکنش را به صورت زیر بیان کرده است:

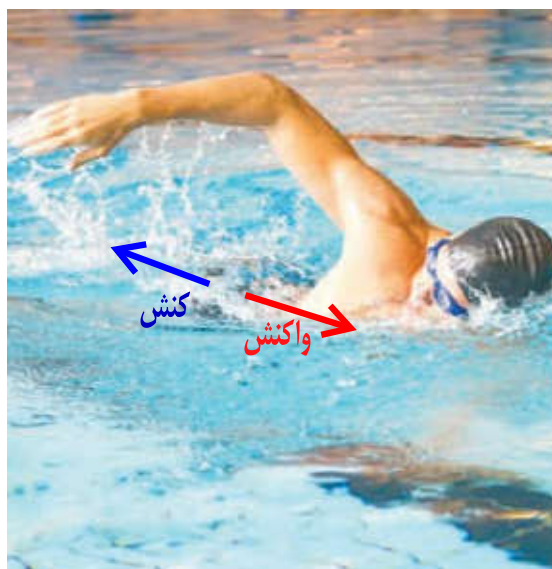
۱- Action ۲- Reaction

۱. رابطه بین نیروهای کنش و واکنش (قانون سوم نیوتون) چیست؟



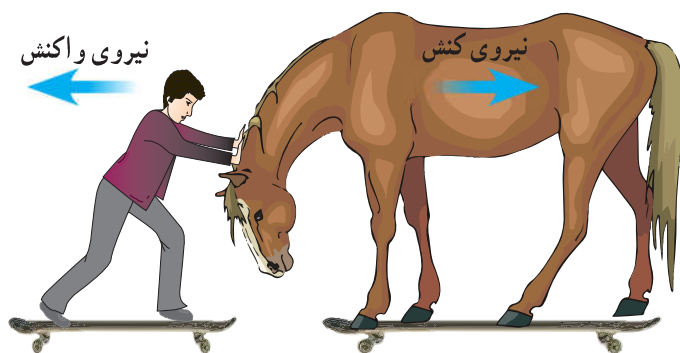
۱) «هر گاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه ولی در خلاف جهت وارد می‌کند» ۱)

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 آدر خلاف جهت یکدیگرند و بر دو جسم وارد می‌شوند.



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

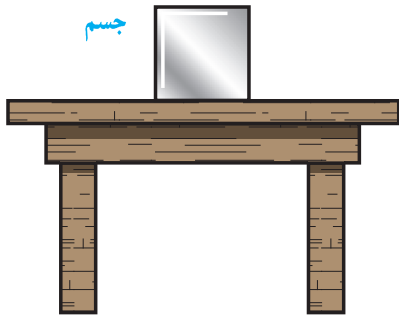
گفت و گو کنید



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.

پسر شتاب بیشتری می‌گیرد چون جرم کمتری دارد طبق قانون دوم نیوتون شتاب بیشتری می‌گیرد.

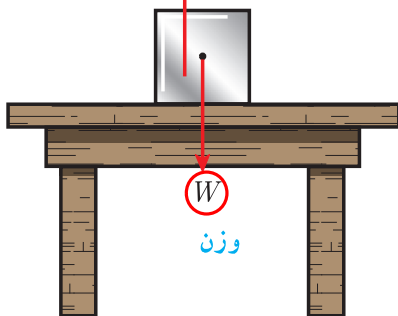
۱. نیرو \square تکیه گاه (عمود \square سطح) چیست؟ نیرویی که از طرف سطحی که جسم بر آن قرار دارد وارد می شود؛ تا مانع فرو رفتن جسم در تکیه گاه شود و جهت آن عمود بر سطح تکیه گاه و برخلاف نیرو \square وزن است.



شکل ۱۲- جسم روی سطح میز ساکن است

$$\Sigma F = F_N - W = 0$$

نیروی عمودی سطح



شکل ۱۳- بر جسم دو نیروی وزن و عمودی سطح وارد می شود

نیروی عمودی سطح

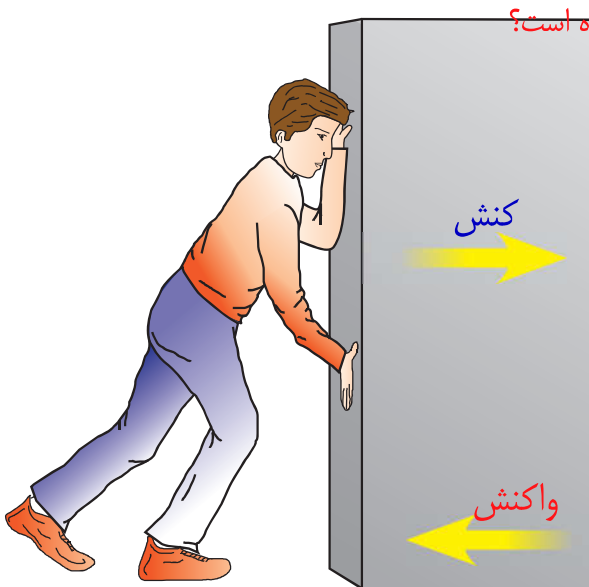
شکل ۱۲ جسمی را نشان می دهد که روی سطح افقی میزی ساکن است و حرکت نمی کند. بر این جسم چه نیروهایی وارد می شود؟ نیروی وزن وارد بر جسم توسط چه نیروی دیگری خنثی می شود؟ نیروی تکیه گاه

همان طور که دیدیم نیروهای وارد بر جسم ساکن، متوازن اند. بنابراین باید به جز وزن جسم که آن را به طرف پایین می کشد، 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 تکیه گاه گویند و آن را با F_N نشان می دهند (شکل ۱۳).

هرچه جسم سنگین تر باشد، نیروی عمودی تکیه گاه نیز بیشتر خواهد بود.

خود را بیازمایید

اگر در شکل ۱۳ جرم جسم 10 kg باشد، وزن جسم و مقدار نیروی عمودی سطح چند نیوتون است؟
 $m = 10 \text{ Kg}$
 $W = mg = 10 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ N/Kg} = 98 \text{ N}$
 $F_N - W = 0 \Rightarrow F_N = W = 10 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ N/Kg} = 98 \text{ N}$



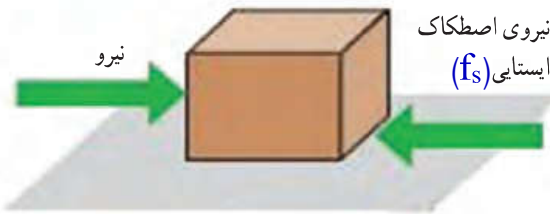
شکل ۱۴- شخص بسته را هل می دهد اما بسته حرکت نمی کند.

۱. آثار اصطکاک در چه مواردی قابل مشاهده است؟

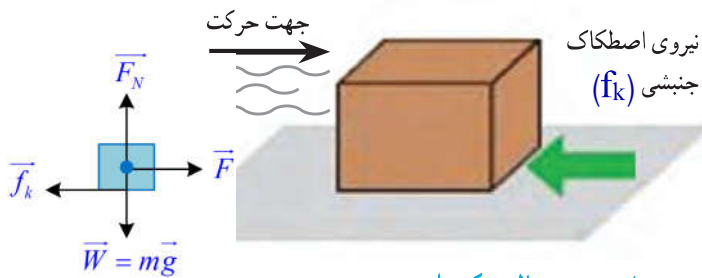
۲. نیروی اصطکاک چیست؟

در زندگی روزمره پیوسته 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.) فرض کنید می خواهیم جسم سنگینی

۱. نیروی اصطکاک ایستایی چیست؟ نیرویی که مانع شروع حرکت و شتاب گرفتن جسم ساکن می شود.
۲. نیروی اصطکاک جنبشی چیست؟ نیرویی که سبب کاهش سرعت و شتاب و مانع ادامه حرکت جسم متحرک می شود.



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



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

شکل ۱۵- شکل های مختلفی از نیروی اصطکاک

را که روی سطح افقی قرار دارد، جابه جا کنیم. اگر آن را با نیروی کمی هل دهیم، جسم به حرکت در نمی آید. در این حالت نیروی اصطکاک که در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد می شود، 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 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).

نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس دو جسم بستگی دارد؛ مثلاً صخره نوردان از کفش هایی با زیره های خاصی برای صخره نوردی 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.



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

نکته: اصطکاک در ورزش صخره نوردی مفید و در اسکی بازی مضر است.

$$F = \mu N \Rightarrow \begin{cases} F_s = \mu_s N \\ F_k = \mu_k N \end{cases}$$

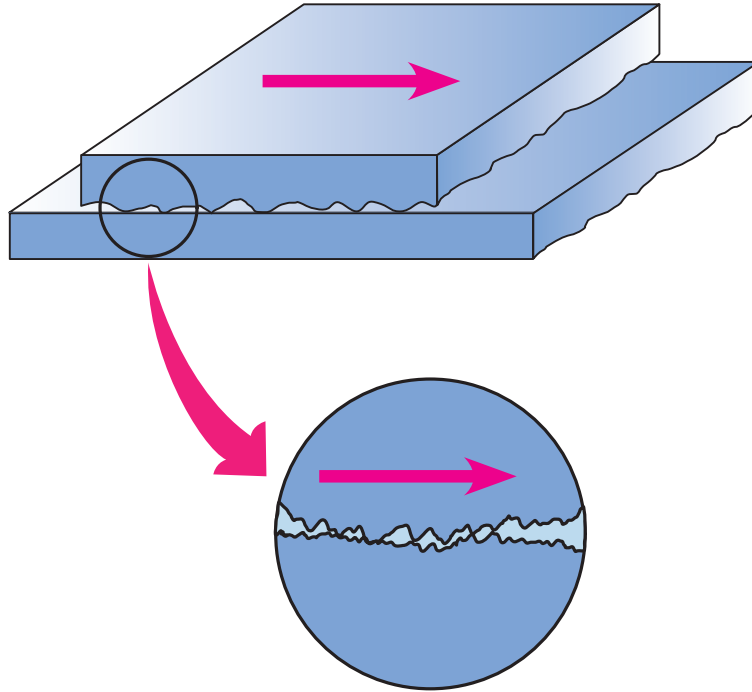
نیروی اصطکاک ایستایی
نیروی اصطکاک جنبشی

$$F_N = N$$

باختصار

۱. چه عواملی بر میزان اصطکاک موثرند؟
۱- نیروی عمودی (و یا جرم جسم) ۲- ضریب اصطکاک (جنس سطوح تماس، عوامل محیطی فیزیکی مانند دما و رطوبت، زبری و نرمی سطوح تماس).

نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌هایی 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 ناهمواری‌ها بیشتر در یکدیگر فرو می‌روند و مانع حرکت می‌شوند و نیروی اصطکاک افزایش می‌یابد.



شکل ۱۷- ناهمواری‌های روی سطح اجسام با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود.

۲. چه رابطه‌ای بین نیروی اصطکاک جنبشی با مساحت سطح تماس و وزن یک جسم وجود دارد؟

فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید: ب- می‌توان از یک مکعب مستطیل بر روی وجه‌های متفاوت آن استفاده نمود. الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی مانند 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. ۲۰

الف- در کشیدن اجسام سنگین بر سطوح، لولای در و مسابقات اسکی و اسکیت

ب- با صاف و صیقلی کردن سطح و روغن کاری.

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؟

ب- در هنگام متوقف کردن متحرک و پیاده روی بر سطح صاف یا صخره نوردی- با زبر کردن سطح تماس و یا افزایش سطح تماس.



فصل ۵

نیرو



درسنامه

نیرو عاملی است که باعث کشش یا رانش اجسام می‌شود. در به وجود آمدن نیرو همواره دو جسم مشارکت دارند و هر جسم به جسم دیگر نیرو وارد می‌کنند.

نیرو به دو صورت بر اجسام وارد می‌شود.

۱- تماسی: مانند زمانی که با دست خود دیواری را هل می‌دهیم.

۲- غیر تماسی: مانند نیرویی که آهن ربا بدون تماس به قطعه آهنی اطرافش وارد می‌کند و آن را به طرف خود می‌کشد.

وارد کردن نیرو به جسم، ممکن است سبب حرکت، توقف، تغییر اندازه سرعت، تغییر جهت حرکت و تغییر شکل جسم باشد.

یادآوری: واحد اندازه گیری نیرو، نیوتون است و با نماد (N) نمایش داده می‌شود.

نیروهای متوازن

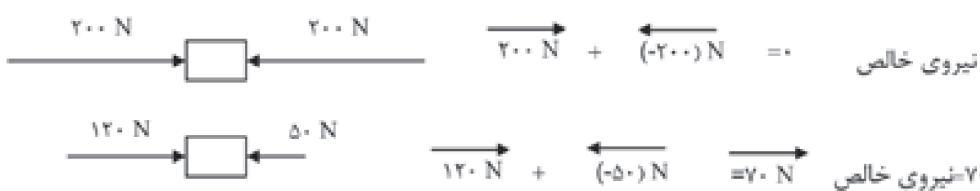
اگر بر جسمی چند نیرو هم‌زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن هستند.

قانون اول نیوتون

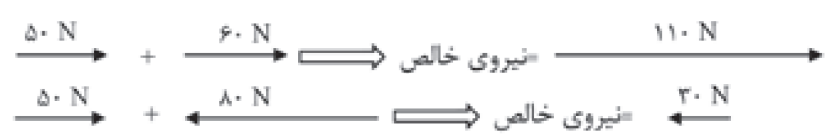
اگر نیروهای وارد بر جسم ساکنی اثر یکدیگر را خنثی کنند، یعنی نیروها متوازن باشند، جسم ساکن همچنان ساکن باقی می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد همچنان بدون تغییر سرعت به حرکت خود ادامه خواهد داد.

نکته قانون اول نیوتون به نام اینرسی، ماند یا لختی معروف است.

به نیروی خالص در هریک از مثال‌های زیر دقت کنید.

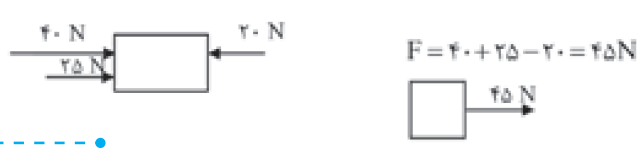


هرگاه نیروهایی هم جهت و هم راستا به جسمی وارد شوند، نیروی خالص برابر است با مجموع نیروهای وارد شده و چنانچه خلاف جهت ولی هم راستا به جسم وارد شوند، نیروی خالص با تفاضل نیروها برابر خواهد بود.



مثال

اندازه و جهت نیروی خالصی را که بر هر جسم وارد می‌شود، می‌توان محاسبه و تعیین کرد.



نکته

نیروهای به سمت راست و بالا را مثبت و نیروهای به سمت پایین و چپ را منفی در نظر می‌گیریم.

قانون دوم نیوتون

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

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

(N)
 (kg)
 N/kg

شتاب، برابر با تغییرات سرعت در واحد زمان است.

مثال

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



مثال

با چه نیرویی می‌توان جسمی به جرم ۱۵ کیلوگرم را با شتاب ۵ متر بر مجذور ثانیه به حرکت درآورد؟

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow 5 = \frac{F}{15} \Rightarrow F = 75\text{N}$$

وزن

وزن نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر جرم جسم وارد می‌شود. وزن با یکای نیوتون و دستگای به نام نیروسنج اندازه‌گیری می‌شود.

شتاب جاذبه	×	جرم جسم	=	وزن جسم
↓		↓		↓
m/s^2		kg		N

$$W = m \times g$$

نکته

شتاب جاذبه در کره زمین ۹/۸، در کره ماه ۱/۶ و در کره مریخ ۳/۶ می‌باشد.

مثال

جرم جسمی ۷۰ کیلوگرم است. وزن این جسم در سطح کره زمین چقدر است؟

$$W = m \times g$$

$$W = 70 \times 10 = 700\text{N}$$

نیروی کنش و واکنش

وقتی با دست، دیوار را هل می‌دهیم. حس می‌کنیم که دیوار نیز ما را هل می‌دهد یعنی در بر هم کنش بین دست و دیوار، دو نیرو وجود دارد. نیرویی که ما به دیوار وارد می‌کنیم کنش، و نیرویی که دیوار به دست ما وارد می‌کند، واکنش نامیده می‌شود.

ویژگی‌های نیروهای کنش و واکنش

- ۱- به دو جسم وارد می‌شود.
- ۲- از نظر مقدار با هم برابرند.
- ۳- از نظر جهت مخالف یکدیگرند.

قانون سوم نیوتون

این قانون بیان می‌کند هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه ولی در خلاف جهت وارد می‌کند.

نیروی اصطکاک

نیروی اصطکاک است که در خلاف جهت نیروی پیشران اعمال می‌شود و تا بر آن غلبه نشود، جسم حرکت نخواهد کرد.

انواع نیروی اصطکاک

- اصطکاک ایستایی: به مقدار نیروی اصطکاکی که از شروع حرکت جلوگیری می‌کند.
- اصطکاک جنبشی: اگر جسم نسبت به سطحی که بر روی آن قرار دارد در حرکت باشد، در این حالت به این اصطکاک، اصطکاک جنبشی می‌گویند.

وقتی می‌خواهیم یک میز سنگین را روی زمین بکشیم، اگر نیروی ما کم باشد، میز حرکت نمی‌کند. نیرویی که مانع حرکت جسم می‌شود، اصطکاک ایستایی نام دارد. وقتی اتومبیلی در یک جاده مسطح در حال حرکت است، چنانچه راننده پای خود را از روی پدال گاز برداشته و ترمز هم نکند، رفته رفته از سرعت ماشین کاسته می‌شود تا جایی که کاملاً متوقف می‌گردد. این اصطکاک، اصطکاک جنبشی نام دارد.

نکته همیشه مقدار نیروی اصطکاک جنبشی، کم تر از اصطکاک ایستایی است.

نیروی اصطکاک به جنس دو جسم و نیروی عمودی یا وزن جسم بستگی دارد.



جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

- ۱- واحد اندازه‌گیری نیرو است.
- ۲- هرگاه جسمی بر جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز بر جسم اول نیرویی به همان اندازه ولی بر خلاف جهت وارد می‌کند این قانون است.
- ۳- هرچه جرم جسم باشد، شتاب جسم کاهش می‌یابد.
- ۴- وقتی یک قایق روی سطح آب به حال تعادل قرار دارد، نیروی که آب به قایق وارد می‌کند، هم اندازه با وزن قایق است.
- ۵- در تصویر زیر، نیروی خالص برابر نیوتن است و جسم به سمت حرکت می‌کند.



- ۶- وزن یک جسم از حاصل ضرب در به دست می‌آید.



۷- به مقدار نیروی اصطکاکی که از شروع حرکت جلوگیری می‌کند، اصطکاک می‌گویند.

درست یا نادرست بودن هر یک از عبارات‌های زیر را تعیین کنید.

درست نادرست

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- ۱- وارد کردن نیرو به جسم، می‌تواند فقط باعث حرکت یا توقف جسم شود.
- ۲- ترمز کردن اتومبیل و پرتاب شدن سرنشینان به طرف جلو، مثالی از قانون دوم نیوتن است.
- ۳- شتاب، همان تغییرات سرعت در واحد زمان است.
- ۴- گستردگی سطح تماس، روی میزان اصطکاک تأثیر ندارد.
- ۵- همواره نیروی واکنش برابر با نیروی کنش می‌باشد.



پاسخ صحیح را با گذاشتن علامت (✓) در داخل مشخص کنید.

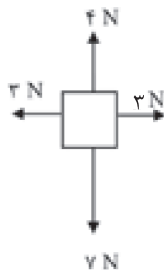
۱- حاصل تغییر سرعت حرکت اجسام را می‌نامند.

- الف) شتاب ب) نیرو ج) اصطکاک د) وزن



۲- برآیند نیروهای وارد بر جسم A در شکل مقابل، چند نیوتن است؟

- الف) ۲ ب) ۶ ج) ۸ د) ۱



۳- برآیند نیروهای وارد بر جسم B چند نیوتن است و جسم به کدام سمت حرکت خواهد کرد؟

- الف) ۱N- به سمت پایین
 ب) ۳N- به سمت راست
 ج) ۳N- به سمت پایین
 د) ۱N- به سمت بالا

۴- نیروی لازم برای اینکه به جسمی به جرم ۳۰ کیلوگرم شتابی برابر ۵ متر بر مجذور ثانیه بدهد، چقدر است؟ (سطح افقی و بدون اصطکاک)

- الف) ۳۰۰N ب) صفر ج) ۶N د) ۱۵۰N

۵- وزن جسمی ۴ نیوتن است، جرم جسم چند گرم است؟

- الف) ۴ ب) ۰/۴ ج) ۴۰ د) ۴۰۰

۶- طبق قانون سوم نیوتن، همواره کنش و واکنش می‌باشد.

- الف) برابر و درخلاف جهت هم ب) برابر و هم جهت
 ج) متفاوت و درخلاف جهت هم د) متفاوت و هم جهت

۷- نیرویی که در خلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شود، نیروی نام دارد.

- الف) اصطکاک ایستایی ب) اصطکاک جنبشی
 ج) تکیه گاه د) وزن

۸- در صورتی که مقدار نیروی F ثابت باشد، کدام نمودار، تغییرات شتاب (a) را نسبت به جرم جسم (m) نشان می دهد؟



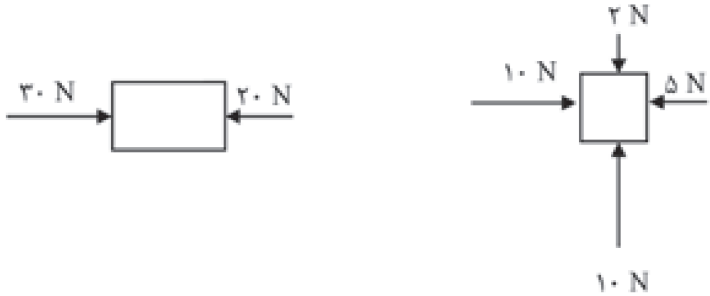
۹- بر روی کدام سطح می توان بسته را راحت تر هل داد؟

- (الف) سطح روغنی (ب) موزاییک (ج) سطح چوبی (د) سطح شنی

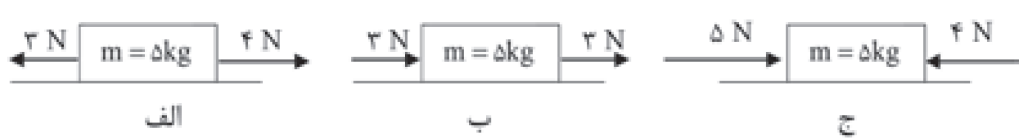


به سوالات زیر پاسخ کامل دهید

۱- در شکل های زیر، اندازه نیروی خالصی را که در هر راستا بر جسم وارد می شود، مشخص کنید.



۲- در کدام حالت تصاویر زیر، جسمی به جرم ۵ کیلوگرم، با شتاب بیش تری به حرکت در می آید؟



۳- در شکل زیر، شتاب جسم $\frac{m}{s^2}$ است. جرم این جسم چند کیلوگرم است؟

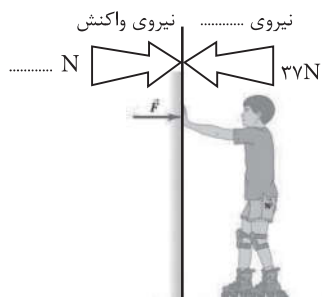


۴- وارد کردن نیرو به جسم، ممکن است سبب چه تغییراتی در جسم شود؟

.....
.....

۵- قانون اول نیوتن را با ذکر یک مثال بیان کنید.

.....
.....



۶- در شکل مقابل:

الف) موارد خواسته شده را بنویسید.
ب) این شکل کدام قانون را به خوبی نشان می‌دهد؟

۷- اگر به دلایلی توازن نیروها در جسمی به هم بخورد چه اتفاقی خواهد افتاد؟

۸- اگر نیروی خالص جسمی معادل ۱۵۰ نیوتن باشد، جسمی به جرم ۵ کیلوگرم چه شتابی به دست می‌آورد؟

۹- قانون سوم نیوتن را شرح دهید.

۱۰- انواع اصطکاک را نام برده و هریک را توضیح دهید.

۱۱- هواپیمایی در ارتفاع ثابت و رو به جلو در حال حرکت است. در این صورت کدام نیروها متوازن هستند؟

۱۲- شخصی جسم ۲۰ کیلوگرمی را در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین نگه داشته است.

الف: نیروی خالص وارد بر جسم چقدر است؟

ب: اگر جسم را رها کند با چه شتابی به زمین برخورد خواهد کرد؟

۱۳- چگونه حرکت جسم بدون شتاب خواهد شد؟

۱۴- در هر مورد با کلمات (مفید - مضر) نقش اصطکاک را معین کنید:

لنت ترمز (.....) لیف حمام (.....) سرسره (.....)

سمباده (.....) اسکی بازی (.....) راه رفتن روی یخ (.....)

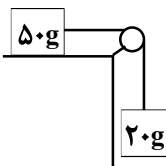
۱۵- پدر سجاد، بادکنک پراز بادی را به دستش داد. ناگهان دهانه بادکنک از دست او رها شد و بادکنک با سرعت پرتاب شد (به حرکت درآمد).

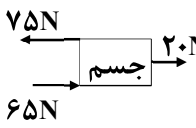

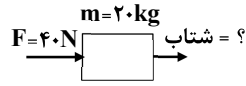
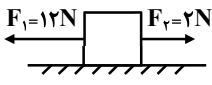
الف) علت این پدیده را توضیح دهید.

فصل ۵ (نیرو)

با تشکر ویژه از استاد جواد رضای کارشک

ردیف	سؤال										
	جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.										
۱	۵ کیلوگرم سیب (در سطح زمین) حدوداً نیوتن وزن دارد.										
۲	اگر بر جسمی چند نیرو به طور همزمان اثر کند و یکدیگر را خنثی کنند می‌گوییم نیروها هستند.										
۳	نیروی اصطکاک بین دو جسم به بستگی دارد.										
۴	نیروی خالص عامل است.										
۵	برآیند نیروهای وارد بر جسم ساکن می‌باشد.										
	درست یا نادرست بودن هریک از عبارتهای زیر را تعیین کنید.										
۶	وزن یک فرد در زمین با وزن همان فرد در کره ماه برابر نیست.										
۷	جهت نیروی واکنش همواره موافق نیروی کنش می‌باشد.										
۸	در به وجود آمدن نیرو همواره دو جسم مشارکت دارند.										
۹	نیروی واکنش، همواره بیش‌تر از نیروی کنش است.										
۱۰	نیروی اصطکاک جنبشی به وزن جسم متحرک بستگی دارد.										
	هریک از عبارتهای داده شده مربوط به کدام مفهوم است (آن‌ها را به هم وصل کنید)										
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">الف</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">ب</td> </tr> <tr> <td>● حاصلضرب جرم در شتاب جاذبه است</td> <td>● نیروی خالص</td> </tr> <tr> <td>● نیرویی که دیوار به دست ما وارد می‌کند</td> <td>● نیروی گرانش</td> </tr> <tr> <td>● عامل شتاب است</td> <td>● نیروی اصطکاک</td> </tr> <tr> <td></td> <td>● نیروی واکنش</td> </tr> </table>	الف	ب	● حاصلضرب جرم در شتاب جاذبه است	● نیروی خالص	● نیرویی که دیوار به دست ما وارد می‌کند	● نیروی گرانش	● عامل شتاب است	● نیروی اصطکاک		● نیروی واکنش
الف	ب										
● حاصلضرب جرم در شتاب جاذبه است	● نیروی خالص										
● نیرویی که دیوار به دست ما وارد می‌کند	● نیروی گرانش										
● عامل شتاب است	● نیروی اصطکاک										
	● نیروی واکنش										
	در پرسش‌های زیر گزینه درست را انتخاب کنید.										
۱۴	در چه صورتی هواپیما اوج می‌گیرد؟ الف) نیروها متوازن باشند. <input type="checkbox"/> ج) نیروی پیشران بیش‌تر از مقاومت هوا باشد. <input type="checkbox"/>										
۱۵	کدام یک از اثرات نیرو نمی‌تواند باشد؟ الف) افزایش جرم جسم <input type="checkbox"/> ج) تغییر جهت حرکت جسم <input type="checkbox"/>										
۱۶	در شکل مقابل اگر وزنه‌ها با سرعت ثابت حرکت کنند نیروی اصطکاک جنبشی چقدر است؟ الف) ۵۰۰N (الف) ج) ۲۰۰N (ج) ب) ۰/۵N (ب) د) ۰/۲N (د)										
۱۷	چه نیرویی عامل نوشتن ما بر روی کاغذ می‌باشد؟ الف) نیروی اصطکاک (ج) نیروی کنش ب) نیروی گرانش (د) نیروی واکنش										



د) حرکت	ب) نیرو	ج) جابه‌جایی	چه عاملی موجب تغییر سرعت یک جسم می‌شود؟ الف) واکنش
به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید.			
یک نوع نیروی مقاوم هستیم که مانع حرکت جسم در هنگام شروع حرکت می‌شوم؟			
در هنگام پایین آمدن چتر باز با سرعت ثابت کدام دو نیرو متوازن هستند؟			
نیروی خالص برای دو نیروی مساوی و مختلف الجهد چقدر است؟			
رابطه $F=ma$ به کدام قانون معروف می‌باشد؟			
در هواپیمایی که در ارتفاع ثابت و مسیر مستقیم در حال حرکت است، کدام نیروها متوازن می‌باشد؟			
به پرسش‌های زیر پاسخ کامل دهید.			
در شکل مقابل برآیند نیروها چقدر است؟ نیروهای خالص چه اثری بر جسم دارد؟			
			
خودروهای مسابقه را به گونه‌ای طراحی می‌کنند که دارای موتور قوی و بدنه سبکی باشند با توجه به قانون دوم نیوتن علت این نوع طراحی را شرح دهید.			
در شکل روبرو اندازه برآیند نیروهای F_1 , F_2 چند نیوتون است؟			
			
در شکل روبرو شتاب جسم را محاسبه کنید.			
			
بر اساس شکل مقابل دو نیروی F_1 , F_2 بر روی جسمی روی سطح بدون اصطکاک وارد شده‌اند اگر مقدار شتاب جسم ۲ متر بر مربع ثانیه (به طرف غرب) باشد جرم جسم چند کیلوگرم است؟			
			
به سوالات زیر درباره اصطکاک پاسخ دهید.			
الف: علت اصطکاک بین دو جسم چیست؟			
ب: سه راه کاهش اصطکاک بین دو جسم را بنویسید.			
در چه صورتی حرکت یک جسم بدون شتاب خواهد بود؟			
به چه نیرویی متوازن می‌گویند؟			
قانون اول نیوتن را تعریف کنید.			
جرم جسمی ۵۲۰ کیلوگرم است. نیروی وزن آن را محاسبه کنید.			
نیروی تکیه‌گاه (عمودی سطح) را تعریف کنید. واحد آن را بنویسید.			
عوامل موثر بر اصطکاک را بنویسید؟			

پاسخنامه فصل ۵

- ۱- ۵۰ N - ۲- متوازن - ۳- جنس دو جسم - ۴- شتاب - ۵- صفر
 ۶- درست - ۷- نادرست - ۸- درست - ۹- نادرست - ۱۰- درست
 ۱۱- نیروی گرانش - ۱۲- نیروی واکنش - ۱۳- نیروی خالص
 ۱۴- د - ۱۵- الف - ۱۶- د - ۱۷- الف - ۱۸- ج
 ۱۹- اصطکاک ایستایی - ۲۰- نیروی وزن وارد بر چترباز و نیروی مقاومت هوا
 ۲۱- صفر - ۲۲- قانون دوم نیوتن - ۲۳- نیروی وزن با نیروی بالابری هواپیما
 ۲۴- به سمت غرب $10N = 65 - 75$
 به سمت شرق $20N = 20 - 10 =$ برآیند (نیروی خالص)

نیروی ۲۰ نیوتن به جسم شتاب می‌دهد.

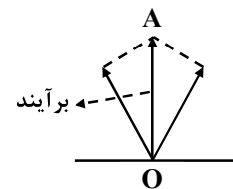
۲۵- شتاب اتومبیل نسبت مستقیم با نیرو (نیروی موتور) و نسبت عکس با جرم (جرم اتومبیل) دارد بنابراین برای اینکه اتومبیل بتواند شتاب بیش تری داشته باشد باید از جرم کاسته شود و نیرو افزایش یابد.

$$\Rightarrow F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos \theta$$

$$oA^2 = 100 + 100 + 2 \times 10 \times 10 \times 0$$

$$oA^2 = 200$$

$$oA = 2\sqrt{10}N$$



- ۲۶

- ۲۷

$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} \quad a = \frac{40}{20} = 2 N/kg$$

۲۸- به سمت غرب $10N = 12 - 2$ و نیروی خالص (برآیند)

$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} \quad 2 = \frac{10}{x} \rightarrow x = 5 \text{ kg}$$

۲۹- الف: برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های ریزی که در سطوح اجسام وجود دارد در هم فرو می‌رود و موجب اصطکاک می‌گردد.

ب: ۱- روغن کاری سطوح ۲- استفاده از بلبرینگ ۳- استفاده از چرخ

۳۰- در صورتی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشد.

۳۱- به نیروهای وارد شده به جسمی که اثر هم را خنثی کنند نیروهای متوازن می‌گویند.

۳۲- اگر نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشد، وضعیت حرکتی جسم تغییر نخواهد کرد یعنی اجسام تمایل به حفظ حالت قبلی خود را خواهند داشت.

۳۳- $5200 = 10 \times 520 = 10 \times \text{جرم} = \text{وزن}$

۳۴- نیرویی که به طور عمود بر سطح جسم وارد می‌شود. واحدش نیوتن است.

۳۵- ۱- وزن جسم ۲- جنس جسم ۳- میزان صاف یا ناهموار بودن جسم

با تشکر ویژه از استاد محمد کریمی

مسائل قانون دوم نیوتن:

۱- جسمی به جرم 400 g بر روی یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $\frac{1}{5}\frac{m}{s^2}$ در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر جسم چه قدر است؟

$$m = 400\text{ g} \Rightarrow 0.4\text{ kg}$$

$$F = ma \Rightarrow F = 0.4 \times \frac{1}{5} = 0.08\text{ N}$$

۲- در شکل روبه‌رو، جسم روی یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی مقاوم در برابر حرکت چه قدر است؟



$$F = ma \Rightarrow F = 6 \times 2 = 12\text{ N}$$

نیروی خالص - کل نیرو = نیروی مقاوم

$$f = 15\text{ N} - 12\text{ N} = 3\text{ N}$$

۳- نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم 1400 g ، 7 N است. شتاب جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

$$m = 1400\text{ g} \Rightarrow 1.4\text{ kg}$$

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

۴- نیروی خالص وارد بر جسمی 30 N و شتاب وارد شده بر آن $2\frac{m}{s^2}$ است. جرم جسم چند گرم خواهد بود؟

$$m = \frac{F}{a} \Rightarrow m = \frac{30}{2} \Rightarrow 15\text{ Kg} \times 1000 = 15000\text{ g}$$

۵- روی یک سطح بسیار صاف و صیقلی که هیچ مقاومتی در برابر حرکت جسم وجود ندارد، دویروی افقی با اندازه‌های 24 N و 12 N بر جسمی به جرم 4 Kg وارد می‌شوند.

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

کل نیروهای خالص: $12 + 24 = 36\text{ N}$

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \frac{36}{4} = 9\frac{m}{s^2}$$

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

$$\text{کل نیروهای خالص: } 12 N = 12 - 24$$

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \frac{12}{4} = 3 \frac{m}{s^2}$$

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

$$F = ma \Rightarrow F = 4m$$

$$F = ma \Rightarrow F = 3m + 6$$

چون نیروها با یکدیگر برابر بوده بنابراین دو نیرو را مساوی یکدیگر قرار می‌دهیم:

$$4m = 3m + 6 \Rightarrow m = 6$$

$$F = 4m \Rightarrow F = 4 \times 6 = 24 N$$

مسائل وزن:

۱- جرم دانش آموزی 50 Kg است. وزن این دانش آموز در سطح زمین چقدر است؟

$$W = m \cdot g \Rightarrow W = 50 \times 10 = 500 N$$

۲- جرم جسمی 4 Kg و وزن آن در سیاره آلفا، $48 N$ است. شتاب گرانش را در سطح سیاره آلفا حساب کنید؟

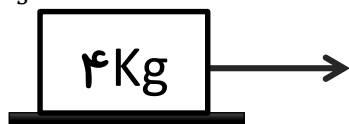
$$W = m \cdot g \Rightarrow g = \frac{48}{4} = 12 \frac{m}{s^2}$$

۳- وزن دانش آموزی $720 N$ است. جرم او چند کیلوگرم است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

$$W = m \cdot g \Rightarrow m = \frac{720}{10} = 72 \text{ Kg}$$

مسائل نیروی اصطکاک :

۱- در شکل زیر، نیروی اصطکاک جنبشی ۱۸ N است، اندازه نیروی افقی F باید چه قدر باشد تا شتاب جسم $۲ \frac{m}{s^2}$ شود؟



$$F = ma \Rightarrow F = ۲ \times ۴ = ۸ N$$

$$۱۸ + ۸ = ۲۶ N$$

۲- جسمی به جرم ۱/۵ Kg بر اثر اعمال نیروی افقی ۸ N با سرعت ثابت روی سطح حرکت می‌کند. اندازه نیروی اصطکاک جنبشی چند نیوتن است؟

در سرعت ثابت نیروهای وارد بر یک جسم متوازن می‌باشد بنابراین نیروی پیشران و نیروی اصطکاک جنبشی هر دو برابر بوده و ۸ N است

۳- شخصی با نیروی افقی ۴۵ N، کمدی به جرم ۱۵ Kg را روی سطحی هل می‌دهد :

الف) اگر شتاب جسم $۲ \frac{m}{s^2}$ باشد، اندازه نیروی اصطکاک جنبشی چه قدر است؟

$$F = ma \Rightarrow F = ۱۵ \times ۲ = ۳۰ N$$

$$۴۵ - ۳۰ = ۱۵ N$$

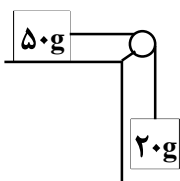
ب) اگر پس از مدتی شخص کمد را رها کند، کمد با چه شتابی متوقف می‌شود؟

نیروی اصطکاک تنها نیروی وارده و در خلاف جهت است بنابراین مقدار آن $۱۵ N$ - است

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \frac{-۱۵}{۱۵} = -۱ \frac{m}{s^2}$$

فصل ۵ (نیرو)

ردیف	سؤال															
	جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.															
۱	۵ کیلوگرم سیب (در سطح زمین) حدوداً نیوتن وزن دارد.															
۲	اگر بر جسمی چند نیرو به طور همزمان اثر کند و یکدیگر را خنثی کنند می‌گوییم نیروها هستند.															
۳	نیروی اصطکاک بین دو جسم به بستگی دارد.															
۴	نیروی خالص عامل است.															
۵	برآیند نیروهای وارد بر جسم ساکن می‌باشد.															
	درست یا نادرست بودن هریک از عبارتهای زیر را تعیین کنید.															
۶	وزن یک فرد در زمین با وزن همان فرد در کره ماه برابر نیست. <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست															
۷	جهت نیروی واکنش همواره موافق نیروی کنش می‌باشد. <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست															
۸	در به وجود آمدن نیرو همواره دو جسم مشارکت دارند. <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست															
۹	نیروی واکنش، همواره بیش‌تر از نیروی کنش است. <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست															
۱۰	نیروی اصطکاک جنبشی به وزن جسم متحرک بستگی دارد. <input type="checkbox"/> درست <input type="checkbox"/> نادرست															
	هریک از عبارتهای داده شده مربوط به کدام مفهوم است (آن‌ها را به هم وصل کنید)															
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">ب</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">الف</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">● نیروی خالص</td> <td style="border: none;">● حاصلضرب جرم در شتاب جاذبه است</td> <td style="text-align: right; border: none;">۱۱</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">● نیروی گرانش</td> <td style="border: none;">● نیرویی که دیوار به دست ما وارد می‌کند</td> <td style="text-align: right; border: none;">۱۲</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">● نیروی اصطکاک</td> <td style="border: none;">● عامل شتاب است</td> <td style="text-align: right; border: none;">۱۳</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">● نیروی واکنش</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	ب	الف		● نیروی خالص	● حاصلضرب جرم در شتاب جاذبه است	۱۱	● نیروی گرانش	● نیرویی که دیوار به دست ما وارد می‌کند	۱۲	● نیروی اصطکاک	● عامل شتاب است	۱۳	● نیروی واکنش		
ب	الف															
● نیروی خالص	● حاصلضرب جرم در شتاب جاذبه است	۱۱														
● نیروی گرانش	● نیرویی که دیوار به دست ما وارد می‌کند	۱۲														
● نیروی اصطکاک	● عامل شتاب است	۱۳														
● نیروی واکنش																
	در پرسش‌های زیر گزینه درست را انتخاب کنید.															
۱۴	درچه صورتی هواپیما اوج می‌گیرد؟ الف) نیروها متوازن باشند. <input type="checkbox"/> ب) نیروی خالص صفر باشد <input type="checkbox"/> ج) نیروی پیشران بیش‌تر از مقاومت هوا باشد. <input type="checkbox"/> د) نیروی بالابری بیش‌تر از وزن باشد. <input type="checkbox"/>															
۱۵	کدام یک از اثرات نیرو نمی‌تواند باشد؟ الف) افزایش جرم جسم <input type="checkbox"/> ب) تغییر شکل جسم <input type="checkbox"/> ج) تغییر جهت حرکت جسم <input type="checkbox"/> د) متوقف کردن جسم <input type="checkbox"/>															
۱۶	در شکل مقابل اگر وزنه‌ها با سرعت ثابت حرکت کنند نیروی اصطکاک جنبشی چقدر است؟ الف) ۵۰۰ N <input type="checkbox"/> ب) ۰/۵ N <input type="checkbox"/> ج) ۲۰۰ N <input type="checkbox"/> د) ۰/۲ N <input type="checkbox"/>															
۱۷	چه نیرویی عامل نوشتن ما بر روی کاغذ می‌باشد؟ الف) نیروی اصطکاک <input type="checkbox"/> ب) نیروی گرانش <input type="checkbox"/> ج) نیروی کنش <input type="checkbox"/> د) نیروی واکنش <input type="checkbox"/>															



۱۸	چه عاملی موجب تغییر سرعت یک جسم می شود؟ الف) واکنش ب) نیرو ج) جابه جایی د) حرکت
۱۹	به پرسش های زیر پاسخ کوتاه دهید. یک نوع نیروی مقاوم هستیم که مانع حرکت جسم در هنگام شروع حرکت می شود؟
۲۰	در هنگام پایین آمدن چتر باز با سرعت ثابت کدام دو نیرو متوازن هستند؟
۲۱	نیروی خالص برای دو نیروی مساوی و مختلف الجهد چقدر است؟
۲۲	رابطه $F=ma$ به کدام قانون معروف می باشد؟
۲۳	در هواپیمایی که در ارتفاع ثابت و مسیر مستقیم در حال حرکت است، کدام نیروها متوازن می باشد؟
۲۴	به پرسش های زیر پاسخ کامل دهید. در شکل مقابل برآیند نیروها چقدر است؟ نیروهای خالص چه اثری بر جسم دارد؟
۲۵	خودروهایی مسابقه را به گونه ای طراحی می کنند که دارای موتور قوی و بدنه سبکی باشند با توجه به قانون دوم نیوتن علت این نوع طراحی را شرح دهید.
۲۶	در شکل روبرو اندازه برآیند نیروهای F_1, F_2 چند نیوتون است؟
۲۷	در شکل روبرو شتاب جسم را محاسبه کنید.
۲۸	بر اساس شکل مقابل دو نیروی F_1, F_2 بر روی جسمی روی سطح بدون اصطکاک وارد شده اند اگر مقدار شتاب جسم ۲ متر بر مربع ثانیه (به طرف غرب) باشد جرم جسم چند کیلوگرم است؟
۲۹	به سوالات زیر درباره اصطکاک پاسخ دهید. الف: علت اصطکاک بین دو جسم چیست؟ ب: سه راه کاهش اصطکاک بین دو جسم را بنویسید.
۳۰	در چه صورتی حرکت یک جسم بدون شتاب خواهد بود؟
۳۱	به چه نیرویی متوازن می گویند؟
۳۲	قانون اول نیوتن را تعریف کنید.
۳۳	جرم جسمی ۵۲۰ کیلوگرم است. نیروی وزن آن را محاسبه کنید.
۳۴	نیروی تکیه گاه (عمودی سطح) را تعریف کنید. واحد آن را بنویسید.
۳۵	عوامل موثر بر اصطکاک را بنویسید؟

پاسخنامه فصل ۵

- ۱- ۵۰ N ۲- متوازن ۳- جنس دو جسم ۴- شتاب ۵- صفر
 ۶- درست ۷- نادرست ۸- درست ۹- نادرست ۱۰- درست
 ۱۱- نیروی گرانش ۱۲- نیروی واکنش ۱۳- نیروی خالص
 ۱۴- د ۱۵- الف ۱۶- د ۱۷- الف ۱۸- ج
 ۱۹- اصطکاک ایستایی ۲۰- نیروی وزن وارد بر چتر باز و نیروی مقاومت هوا
 ۲۱- صفر ۲۲- قانون دوم نیوتن ۲۳- نیروی وزن با نیروی بالابری هواپیما
 ۲۴- به سمت غرب $10N = 65 - 75$

به سمت شرق $20N = 20 - 10 = 20N$ = برآیند (نیروی خالص)

نیروی ۲۰ نیوتن به جسم شتاب می‌دهد.

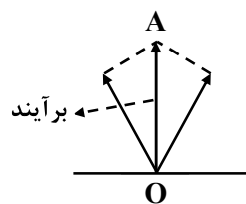
۲۵- شتاب اتومبیل نسبت مستقیم با نیرو (نیروی موتور) و نسبت عکس با جرم (جرم اتومبیل) دارد بنابراین برای اینکه اتومبیل بتواند شتاب بیش‌تری داشته باشد باید از جرم کاسته شود و نیرو افزایش یابد.

$$\Rightarrow F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta$$

$$OA^2 = 100 + 100 + 2 \times 10 \times 10 \times \cdot$$

$$OA^2 = 200$$

$$OA = 2\sqrt{10}N$$



-۲۶

-۲۷

$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} \quad a = \frac{40}{20} = 2 \text{ N/kg}$$

۲۸- به سمت غرب $10N = 12 - 2 = 10N$ و نیروی خالص (برآیند)

$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} \quad 2 = \frac{10}{x} \rightarrow x = 5 \text{ kg}$$

۲۹- الف: برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های ریزی که در سطوح اجسام وجود دارد در هم فرو می‌رود و موجب اصطکاک می‌گردد.

ب: ۱- روغن کاری سطوح ۲- استفاده از بلبرینگ ۳- استفاده از چرخ

۳۰- در صورتی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشد.

۳۱- به نیروهای وارد شده به جسمی که اثر هم را خنثی کنند نیروهای متوازن می‌گویند.

۳۲- اگر نیروهای وارد بر جسمی متوازن باشد، وضعیت حرکتی جسم تغییر نخواهد کرد یعنی اجسام تمایل به حفظ حالت قبلی خود را خواهند داشت.

$$\text{وزن} = \text{جرم} \times 10 = 520 \times 10 = 5200$$

-۳۳

۳۴- نیرویی که به طور عمود بر سطح جسم وارد می‌شود، واحدش نیوتن است.

۳۵- ۱- وزن جسم ۲- جنس جسم ۳- میزان صاف یا ناهموار بودن جسم