

مانتین‌ها

فصل ۹

با به کار بردن نیروی بیشتر

چگونه می‌توانیم جسمی را که خیلی سنگین است، حمل یا جابه‌جا کنیم؟ به نظر شما ایرانیان دوره باستان، چگونه توانسته‌اند قطعات سنگین تخت جمشید را روی هم قرار دهند؟ یا امروزه چگونه ماهواره‌ها را به فضا پرتاب می‌کنند؟ پاسخ این سؤالات، قطعاً استفاده از ماشین است. ماشین‌ها به ما اجازه انجام کارهای فراتر از انتظار را می‌دهند. بلند کردن خودرو به وسیله جک، جابه‌جایی میلیون‌ها لیتر نفت توسط یک کشتی، حفر تونل بین دو جزیره در زیر دریا، ساختن آسمان‌خراش‌هایی با ارتفاع بیش از ۵۰۰ متر، ساخت پل‌های چند کیلومتری، پرتاب ماهواره‌ها و ... تنها بخش کوچکی از کارهایی است که به کمک ماشین‌ها صورت می‌گیرد. بشر به کمک اختراع و طراحی هوشمندانه ماشین‌ها توانایی انجام کار خود را بسیار افزایش داده است. انسان‌های اولیه از جابه‌جا کردن تخته سنگ‌های بزرگ یا تنه‌های درخت عاجز بودند در حالی که امروزه با استفاده از ماشین‌ها می‌توانیم سازه‌های عظیم و بسیار سنگین را جابه‌جا کنیم.

مثالهایی از
کاربرد
ماشین‌ها
بیان کنید

منظور از ورودی و خروجی یک ماشین چیست؟

ماشین‌ها چگونه به ما کمک می‌کنند؟

تصور زندگی بدون ماشین، بسیار سخت است. ماشین‌ها در بیشتر کارهای روزانه ما نقش اساسی دارند و به ما کمک می‌کنند. هر ماشین برای منظور و کار مشخصی طراحی و ساخته شده است. برای درک بهتر این موضوع، خوب است دربارهٔ ورودی و خروجی یک

ماشین، فکر کنیم. ورودی ماشین شامل همهٔ آن چیزهایی است که انجام می‌دهیم تا ماشین کار کند و خروجی آن چیزی است که ماشین برای ما انجام می‌دهد. مثلاً برای حرکت دوچرخه، نیرویی که به پدال وارد می‌کنیم، ورودی ماشین و خروجی آن حرکتی است که دوچرخه انجام می‌دهد (مانند سریع‌تر حرکت کردن یا از یک شیب بالا رفتن). ورودی یا خروجی ماشین‌ها ممکن است براساس نیرو، گشتاور نیرو، توان یا انرژی بررسی شوند.



شکل ۱- کار انجام شده توسط نیروی پا به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

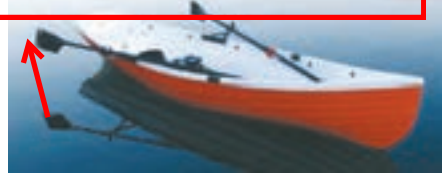
فکر کنید

شکل ۲ تصویر تعدادی از ماشین‌هایی را که روزانه با آنها سروکار داریم نشان می‌دهد. در مورد ورودی و خروجی این ماشین‌ها در زندگی و تبدیل انرژی در آنها گفت‌وگو کنید.

ورودی: نیروی موتور
خروجی: حرکت قطار



ورودی: پارو زدن و خروجی حرکت قایق



ورودی: انرژی الکتریکی
خروجی انرژی مکانیکی
یا حرکتی



ورودی: انرژی الکتریکی
خروجی انرژی مکانیکی
یا حرکتی



شکل ۲- تعدادی از ماشین‌هایی که روزانه با آنها سروکار داریم.

ورودی: انرژی حرکتی دست

خروجی: حرکات قطعات چرخ

خیاطی و دوختن لباس

ماشین ساده چیست؟ ماشینی که ساختمان ساده ای دارد

ماشین های ساده چند دسته اند؟ 6 دسته: اهرم- قرقره- چرخ و محور- سطح شیب دار - گوه - پیچ

تعریف
ماشین
مرکب

هر ماشینی می تواند از اجزای ساده تری به نام ماشین ساده تشکیل شده باشد. این اجزا با هم در ارتباط اند و یک هدف را دنبال می کنند؛ مثلاً در ساخت دوچرخه از ماشین های ساده ای مانند: اهرم، چرخ و محور، پیچ و مهره، چرخ دنده و ... استفاده می شود تا بتواند کار نیروی پا را تبدیل به انرژی جنبشی کند. دوچرخه به ما امکان حرکت سریع تر و جابه جایی بیشتری را می دهد.

دوچرخه از چه ماشینهایی ساخته شده؟



شکل ۳ - دوچرخه از اجزا یا ماشین های ساده تری مانند: اهرم، پیچ و مهره، چرخ و محور، چرخ و دنده و ... تشکیل شده است.

ماشین های پیچیده از چه چیزی ساخته شده اند؟

ماشین ساده

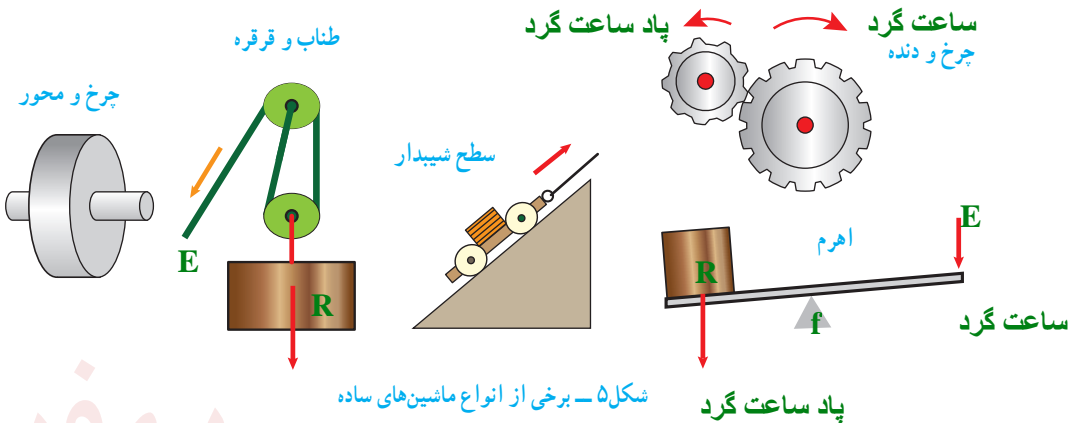
تولید خودرو، هواپیما، کشتی، ماهواره و دیگر ماشین های پیچیده با اختراع ماشین های ساده، صورت گرفته است. یک ماشین ساده مانند اهرم، وسیله ای مکانیکی است که به کمک آن می توان فعالیت های مشکل را به سادگی انجام داد. مثلاً با یک اهرم، شما می توانید یک جسم سنگین را که وزن آن چند برابر وزن خودتان است، حرکت دهید (شکل ۴).

با یک اهرم چه کاری می توان انجام داد؟



شکل ۴ - مرد با وارد کردن نیروی کوچکی بر دسته اهرم می تواند جسم سنگینی را بلند کند.

زیرا این اهرم مقدار نیرو را زیاد می کند در دوره ابتدایی با ماشین های ساده ای مانند اهرم ها، سطح شیب دار و قرقره به صورت مقدماتی آشنا شدیم. در اینجا به بررسی دقیق تر برخی از انواع این ماشین ها می پردازیم.



پیش از آنکه به بررسی ماشین‌های ساده بپردازیم، مفهوم گشتاور نیرو را بیان می‌کنیم که در تحلیل برخی ماشین‌ها به ما کمک می‌کند.

مثالهایی از کاربرد اثر چرخاندگی نیرو بیان کنید

گشتاور نیرو

در علوم سال‌های پیش اثر نیرو بر یک جسم را بررسی کردیم، یکی دیگر از اثرهای نیرو، اثر چرخاندگی آن است. مثلاً برای باز و بسته کردن در اتاق، به آن نیرو وارد می‌کنید و در حول لولایش می‌چرخد. با وارد کردن نیرو به دسته‌آچار، پیچ را شل یا سفت می‌کنید. با وارد کردن نیرو به فرمان دوچرخه، آن را می‌چرخانید و دوچرخه را در جهتی که لازم است، هدایت می‌کنید.

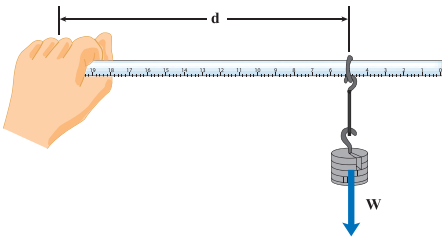


شکل ۶- با وارد کردن نیرو به دسته آچار، پیچ می‌چرخد.

اثر چرخاندگی یک نیرو را **گشتاور نیرو** می‌گوییم. برای شناسایی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو، آزمایش زیر را انجام دهید.

گشتاور چیست؟ مثال بزنید

آزمایش کنید



هدف: بررسی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو
وسایل و مواد لازم: حلقه، تعدادی وزنه کوچک شکاف‌دار، خط‌کش، وزنه‌گیر
روش اجرا:
 ۱- خط‌کش را درون حلقه قرار دهید و وزنه‌گیر را آویزان کنید.

- ۲- انتهای خط‌کش را با دست خود بگیرید و به صورت افقی نگه دارید.
- ۳- در وزنه‌گیر، وزنه قرار دهید و به تدریج وزنه‌ها را زیاد کنید.
- ۴- اکنون وزنه‌ها را ثابت نگه دارید و فاصله حلقه فلزی تا دستتان را کم و زیاد کنید.

از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ **هر چه مقدار نیرو و فاصله ی آن تا محل چرخش بیشتر باشد گشتاور نیرو یعنی اثر چرخاندگی آن بیشتر است**

تأثیر چرخشی که دستتان احساس می‌کند و باید با آن مقابله کند تا خط‌کش را به صورت افقی نگه دارد، ناشی از گشتاور نیرویی است که وزنه‌ها ایجاد کرده‌اند. همان طور که از آزمایش بی‌برده‌اید، اندازه نیرو و فاصله نیرو تا محور چرخش در گشتاور نیرو، مؤثر است.

مقدار یا بزرگی گشتاور نیرو چگونه محاسبه می شود؟

محور چرخش



بزرگی گشتاور نیرو برابر با حاصل ضرب اندازه نیرو در فاصله محل اثر نیرو تا محور چرخش است.

شکل ۷- بزرگی گشتاور نیرو به اندازه نیرو و فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش بستگی دارد.

(۱) اندازه نیرو \times فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش = اندازه گشتاور نیرو \rightarrow فرمول گشتاور

با توجه به اینکه یکای نیرو نیوتون (N) و یکای فاصله متر (m) است، یکای گشتاور نیرو، نیوتون متر (Nm) است.

یکای گشتاور چیست؟

خود را بیازمایید

به دلیل زیاد شدن فاصله ی نقطه اثر نیرو تا محل چرخش

توضیح دهید چرا با آچار بلندتر، مهره محکم را می توان آسان تر باز کرد؟

اکنون که با گشتاور نیرو آشنا شدیم، می توانیم درک بهتری از اساس کار برخی از ماشین های ساده به دست آوریم.



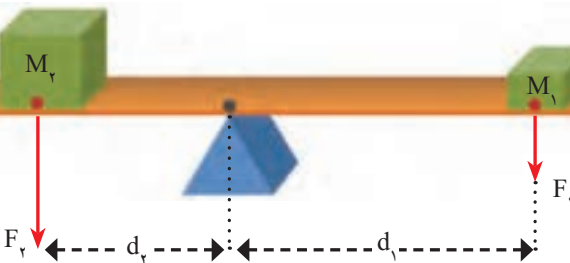
اهرم ساده ترین شکل اهرم چیست؟

اهرم ها به شکل های مختلفی وجود دارند. ساده ترین شکل اهرم، الاکلنگ است که در وسط میله آن، یک تکیه گاه قرار دارد. وقتی به یک طرف الاکلنگ نیرویی به سمت پایین وارد می شود، آن سمت به طرف پایین و سمت مقابل به طرف بالا حرکت می کند.

چگونه میتوان اهرم را به تعادل رساند؟

می توان فاصله دو جسم از تکیه گاه اهرم را چنان تنظیم کرد که اهرم در حالت تعادل قرار گیرد. هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگراند.

در این حالت، اثر چرخشی هر یک از نیروها یکدیگر را خنثی می کنند. به عبارت دیگر، در حالت تعادل، اندازه گشتاور نیرویی که هر یک از نیروها نسبت به تکیه گاه ایجاد می کنند، باهم برابر و جهت چرخشان مخالف یکدیگر است.



شکل ۹- گشتاور ناشی از وزنه (۱) می خواهد اهرم را ساعتگرد بچرخاند و گشتاور ناشی از وزنه (۲) پاد ساعتگرد

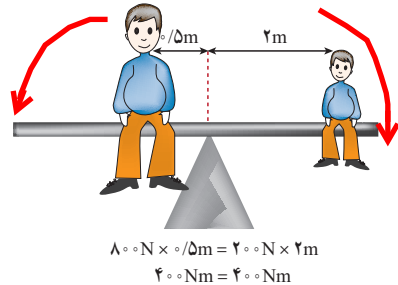
در چه صورت اهرم در حال تعادل است؟

در شکل ۹، گشتاور نیروی F_1 که از رابطه $d_1 \times F_1$ به دست می‌آید، می‌خواهد اهرم را به صورت ساعتگرد (در جهت حرکت عقربه‌های ساعت) بچرخاند و گشتاور نیروی ناشی از F_2 که از رابطه $d_2 \times F_2$ به دست می‌آید، می‌خواهد اهرم را به صورت پاد ساعتگرد (در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت) بچرخاند. در حالت تعادل، گشتاور نیروی ساعت گرد با گشتاور نیروی پاد ساعتگرد هم اندازه است:

$$(2) \quad \text{گشتاور نیروی پاد ساعتگرد} = \text{گشتاور نیروی ساعتگرد}$$

$$d_1 \times F_1 = d_2 \times F_2$$

مثلاً در شکل ۱۰ گشتاور نیروی ناشی از وزن پدر با گشتاور نیروی ناشی از وزن پسر، هم اندازه است، اما گشتاور ناشی از وزن پدر به صورت پاد ساعتگرد و گشتاور ناشی از وزن پسر به صورت ساعتگرد است و به همین دلیل آنها در تعادل اند.



شکل ۱۰- اندازه گشتاور پاد ساعتگرد پدر برابر با اندازه گشتاور ساعتگرد پسر است.

در اهرم منظور از نیروی محرک، نیروی مقاوم، بازوی محرک و بازوی مقاوم چیست؟

مزیت مکانیکی

دیدیم برای بلند کردن یک جسم سنگین توسط یک نیروی کوچک، می‌توان از اهرم استفاده کرد. در شکل (۱۱) نیرویی که ما وارد می‌کنیم تا جسم را بلند کنیم، نیروی محرک (F_1) و وزن جسم بزرگ را نیروی مقاوم (F_2)، فاصله نقطه اثر نیروی محرک تا تکیه‌گاه را بازوی محرک (d_1) و فاصله نقطه اثر نیروی مقاوم تا تکیه‌گاه را بازوی مقاوم (d_2) می‌نامیم. در حالت تعادل، هر چه بازوی محرک بزرگ‌تر باشد، برای جابه‌جا کردن جسم سنگین، به نیروی محرک کمتری نیاز داریم. مثلاً اگر بازوی محرک، ۴ برابر بازوی مقاوم باشد، نیروی محرک لازم برای جابه‌جایی وزنه (نیروی مقاوم) $\frac{1}{4}$ نیروی مقاوم است. به طور کلی، **مزیت مکانیکی یک ماشین در حالت تعادل، به صورت نسبت اندازه نیروی مقاوم**

به اندازه نیروی محرک، تعریف می‌شود:

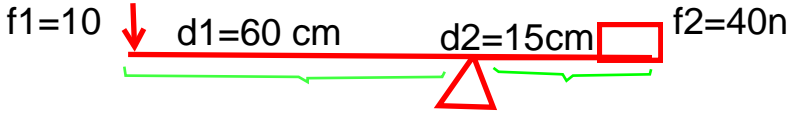
مزیت مکانیکی را تعریف کنید و رابطه‌ی آن را بنویسید

$$(3) \quad \text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}}$$



شکل ۱۱ - شکل اهرم که در آن بازوی محرک، نیروی محرک، بازوی مقاوم و نیروی مقاوم نشان داده شده است.

در یک اهرم محل نیروی محرک، نیروی مقاوم، بازوی محرک و بازوی مقاوم را نشان دهید



مثلاً اگر مزیت مکانیکی یک ماشین ۵ و نیروی مقاوم ۱۰۰۰ N باشد می توان با نیروی محرک ۲۰۰ N نیروی مقاوم ۱۰۰۰ N را جابه جا کرد.

حل مسئله ی اهرم ها

مثال: اگر در شکل ۱۱، مزیت مکانیکی اهرم ۲ و اندازه وزنه (نیروی مقاوم) ۱۵۰ N باشد، اندازه نیروی محرک چقدر باشد تا دستگاه در حالت تعادل باقی بماند؟

پاسخ:

$F_1 = ?$ ، $F_2 = 150\text{ N}$ ، $\text{مزیت مکانیکی} = 2$

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}} \rightarrow 2 = \frac{150\text{ N}}{F_1} \rightarrow F_1 = \frac{150\text{ N}}{2} = 75\text{ N}$$

فعالیت

نشان دهید در اهرم ها و در شرایط تعادل، مزیت مکانیکی از رابطه زیر نیز به دست می آید.

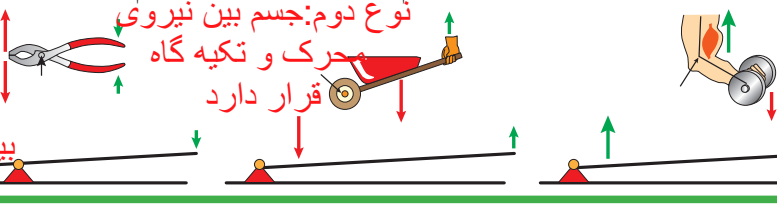
شکل اهرم بالای صفحه

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} = \frac{60}{15} = 4$$

فعالیت

اهرم ها را چگونه تقسیم می کنند؟ انواع اهرم را نام ببرید

اهرم ها در بسیاری از ماشین های معمولی، دیده می شوند. اهرم ها را می توان برحسب محل قرار گرفتن تکیه گاه، نیروی محرک و نیروی مقاوم بررسی کرد. در هر یک از شکل های زیر تکیه گاه، محل وارد کردن نیروی محرک و نیروی مقاوم را نشان دهید. از وزن اهرم ها صرف نظر می شود.

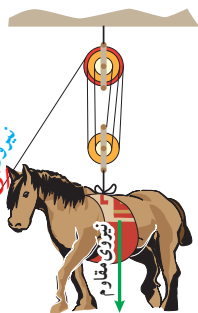


نوع سوم نیروی محرک بین تکیه گاه و نیروی مقاوم قرار دارد

نوع اول: تکیه گاه بین نیروی محرک و مقاوم قرار دارد

قرقره ها: با طناب و قرقره نیز می توان ماشین ساده ساخت. با استفاده از چنین ماشینی می توان اجسام سنگین را بلند کرد (شکل ۱۲). هر قرقره محوری دارد که حول آن می تواند آزادانه بچرخد. در شکل ۱۲، دو روش اصلی استفاده از قرقره را مشاهده می کنید.

شکل ۱۳- با ترکیب مناسب قرقره ها می توان با نیرویی نسبتاً کوچک جسم سنگینی را جابه جا کرد. از ترکیب قرقره های ثابت و متحرک می توان قرقره های مرکب ساخت



قرقره چرخشی است که حول یک محور می چرخد

انواع قرقره کدام اند؟

مزیت مکانیکی قرقره ی ثابت برابر با 1 است و فقط با تغییر جهت نیرو به می کمک می کند

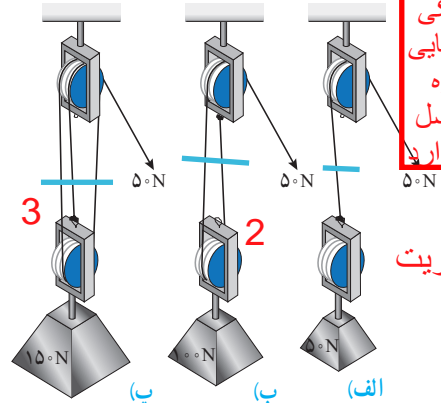
مزیت مکانیکی قرقره ی متحرک 2 است و با افزایش مقدار نیرو به ما کمک می کند

فعالیت

به کمک یک قرقره ثابت، یک قرقره متحرک، یک وزنه معین و یک نیروسنج درباره مزیت مکانیکی قرقره های ثابت و متحرک شکل ۱۲ تحقیق کنید.

وقتی یک طرف طناب سبکی را که انتهای آن به دیواری بسته شده است، با نیروی 50N می کشیم، در تمام طول طناب، نیروی کشش 50N برقرار می شود. یعنی نیروی کشش طناب در طول آن، ثابت است. مثلاً در شکل الف، برای بلند کردن سطلی به وزن 40 نیوتون، کافی است با نیروی محرک 40 نیوتون طناب

را بکشیم، اما در شکل ب برای بلند کردن سطل 40 نیوتونی باید نیروی محرک 20N را وارد کنیم. شکل ۱۴، سه ترکیب متفاوت از به هم بستن طناب و قرقره را نشان می دهد. در شکل الف برای بلند کردن وزنه 50 نیوتونی (نیروی مقاوم) نیروی محرک 50N لازم است. در شکل ب با نیروی محرک 50N می توان وزنه 100 نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد. در شکل پ با نیروی محرک 50N می توان وزنه 150 نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد.



مزیت مکانیکی به تعداد طنابهایی که به قرقره متحرک متصل است بستگی دارد

شکل ۱۴ - بر اساس ترکیب قرقره ها با یک نیروی محرک ثابت نیروی مقاوم متفاوتی را می توان بلند کرد.

1 = مزیت

خود را بیازمایید

با توجه به تعریف مزیت مکانیکی، جدول زیر را درباره مزیت مکانیکی ماشین های شکل ۱۴، کامل کنید.

شکل (الف)	شکل (ب)	شکل (پ)	
50N	50N	50N	اندازه نیروی محرک
50N	...100	150N	اندازه نیروی مقاوم
...1	۲	..3..	مزیت مکانیکی

در شکل پ برای جابه جایی جسم سنگین 150N از نیروی کوچک تر 50N استفاده کردیم. یعنی با ترکیبی از قرقره ها و طناب توانستیم به کمک یک نیروی کوچک، جسم سنگینی را به سمت بالا جابه جا کنیم. اما در این فرایند، جابه جایی طناب، ۳ برابر جابه جایی وزنه سنگین است. یعنی اندازه کار نیروی محرک با اندازه کار نیروی مقاوم برابر است (البته با صرف نظر کردن از اصطکاک). به عبارت دیگر برای آنکه وزنه 150 نیوتونی را به اندازه 1m بالا ببریم باید طناب را با نیروی 50N به اندازه 3m بکشیم (هر یک از سه طناب متصل به وزنه 1m جابه جا می شود). بنابراین براساس قانون پایستگی انرژی و با صرف نظر کردن از اصطکاک، می توانیم بنویسیم:

اندازه کار نیروی مقاوم = اندازه کار نیروی محرک

(۴)

اصل کار یا قانون پایستگی انرژی مکانیکی را بیان کنید

سوال و پاسخ مهم

مثال: در شکل ۱۴ - ب، اگر طناب توسط شخص به اندازه $4\text{m} \times 0^\circ$ کشیده شود: الف) کار نیروی محرک چند ژول می شود؟ ب) جابه جایی وزنه چقدر خواهد بود؟

پاسخ: الف) $20\text{J} = 4\text{m} \times 0^\circ \times 50\text{N}$ = جابه جایی \times نیروی محرک = اندازه کار نیروی محرک

ب) اندازه کار نیروی مقاوم = اندازه کار نیروی محرک

جابه جایی \times نیروی مقاوم $= 20\text{J}$

جابه جایی $\times 100\text{N} = 20\text{J}$

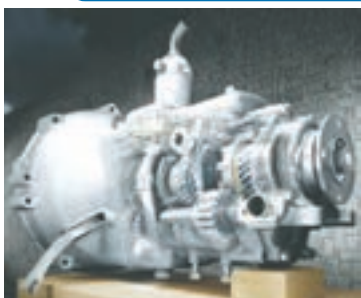
متر $0.2 =$ جابه جایی

یعنی وزنه (نیروی مقاوم) به اندازه نصف جابه جایی نیروی محرک، جابه جا شده است.

جمع آوری اطلاعات

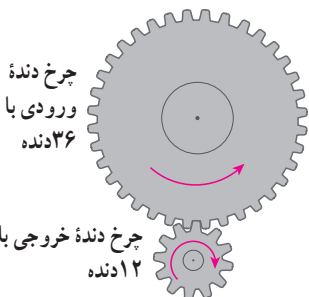
درباره نقش قرقره‌ها در زندگی اطلاعاتی را به همراه تصویر، جمع آوری کنید و آن را در کلاس

گزارش دهید. **در جرثقیل - بالا برها - آسانسور - کرکره ی پرده**



شکل ۱۵ - ترکیب پیچیده‌ای از چرخ دنده در

جعبه دنده خودرو



شکل ۱۶ - به ازای هر بار چرخش چرخ دنده

بزرگ چرخ دنده کوچک سه بار می چرخد.

چرخ دنده‌ها: در اغلب ماشین‌هایی که می چرخند از چرخ دنده استفاده می شود. ماشینی مانند یک دریل کوچک در سرعت‌های بالا به نیروی کمی احتیاج دارد و ماشین‌های دیگری مانند چرخ‌های بزرگ (پره‌دار) پشت کشتی‌های بخار، به نیروی زیادی در سرعت‌های

کم، احتیاج دارند. کارکرد چرخ دنده‌ها به چه چیزی بستگی دارد؟ چگونه کارکرد چرخ دنده‌ها به تعداد دنده‌های آن، بستگی دارد.

مثلاً در دنده‌های نشان داده شده در شکل ۱۶، چرخ دنده بزرگ‌تر دارای ۳۶ دنده و دومی دارای ۱۲ دنده است. این چرخ دنده‌ها با هم

تماس دارند و با فرض آنکه روی هم نمی لغزند (سُر نمی خورند)، وقتی

چرخ دنده بزرگ به اندازه یک دنده می چرخد، چرخ دنده کوچک نیز یک دنده می چرخد. پس وقتی چرخ بزرگ که دارای ۳۶ دنده است،

یک دور کامل می چرخد، چرخ کوچک که دارای ۱۲ دنده است، ۳ دور می چرخد (دور $= \frac{36}{12}$). بدیهی است اگر چرخ دنده کوچک

سبب چرخش چرخ دنده بزرگ شود، به ازای هر سه بار چرخیدن آن، چرخ دنده بزرگ یک بار می چرخد. یعنی سرعت چرخش چرخ دنده

کوچک بیشتر از سرعت چرخش چرخ دنده بزرگ است.

این تبدیل‌ها در صنعت کاربردهای فراوانی دارد. از چرخ دنده‌ها می توان برای تغییر سرعت چرخش،

تغییر گشتاور یا تغییر جهت نیرو استفاده کرد؛ مثلاً در خودروها چرخ دنده‌ها با تغییر سرعت چرخشی

سبب تغییر سرعت خودرو می شوند.

جمع آوری اطلاعات

درباره انواع چرخ دنده ها و کارکرد آنها اطلاعاتی را به همراه تصویر جمع آوری کنید و آن را به کلاس گزارش دهید.

سطح شیبدار: فرض کنید می خواهیم اسباب کشی کنیم. می دانیم که جابه جا کردن وسایل سنگین مانند یخچال و گذاشتن آنها داخل کامیون حمل بار، بسیار سخت است؛ زیرا برای این کار باید حداقل نیرویی هم اندازه با وزن یخچال - رو به بالا - به آن وارد کنیم. به نظر شما ساده ترین روش برای انجام این کار چیست؟ شکل ۱۷ نشان می دهد که چگونه می توانیم برای جابه جا کردن اجسام سنگین از سطح شیبدار استفاده کنیم. سطح شیبدار یک ماشین ساده است که از قدیم از آن استفاده می شده است.



شکل ۱۷ - استفاده از سطح شیبدار جابه جایی جسم های سنگین را آسان تر می کند.

سطح شیبدار به ما کمک می کند تا با نیروی کمتر؛ اما در مسافتی طولانی تر، جسم سنگین را به سمت بالا حرکت دهیم. وقتی از سطح شیبدار استفاده می کنیم، نیروی محرک، کاهش پیدا می کند؛ اما مسافتی که باید طی شود تا جسم بالا برده شود، افزایش پیدا می کند. به عنوان مثال اگر فردی با صندلی چرخ دار بخواهد به اندازه ۱m بالا برود، می تواند از یک سطح شیبدار ۱۰ متری استفاده کند. بنابراین در این حالت نیروی لازم برای بالا رفتن $\frac{1}{10}$ برابر می شود (البته با صرف نظر کردن از اصطکاک). یعنی نیروی محرک لازم $\frac{1}{10}$ نیروی مقاوم که وزن فرد و صندلی چرخ دار است، می شود؛ با استفاده از تعریف مزیت مکانیکی، مزیت این سطح شیبدار برابر است با:

$$10 = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\frac{1}{10} \text{ نیروی مقاوم}} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \text{مزیت مکانیکی}$$

فکر کنید



چرا در مناطق کوهستانی، قسمتی از جاده ها را به صورت پیچ های شیبدار می سازند؟
سطح شیب دار با افزایش نیرو و تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند

زیرا جاده ی مارپیچ مثل سطح شیبدار عمل می کند با طی مسافت بیشتر مقدار نیروی کمتری لازم است تا ماشین به نقاط بالای کوهستان برود، ولی مقدار کار در دو حالت هیچ تفاوتی نمی کند