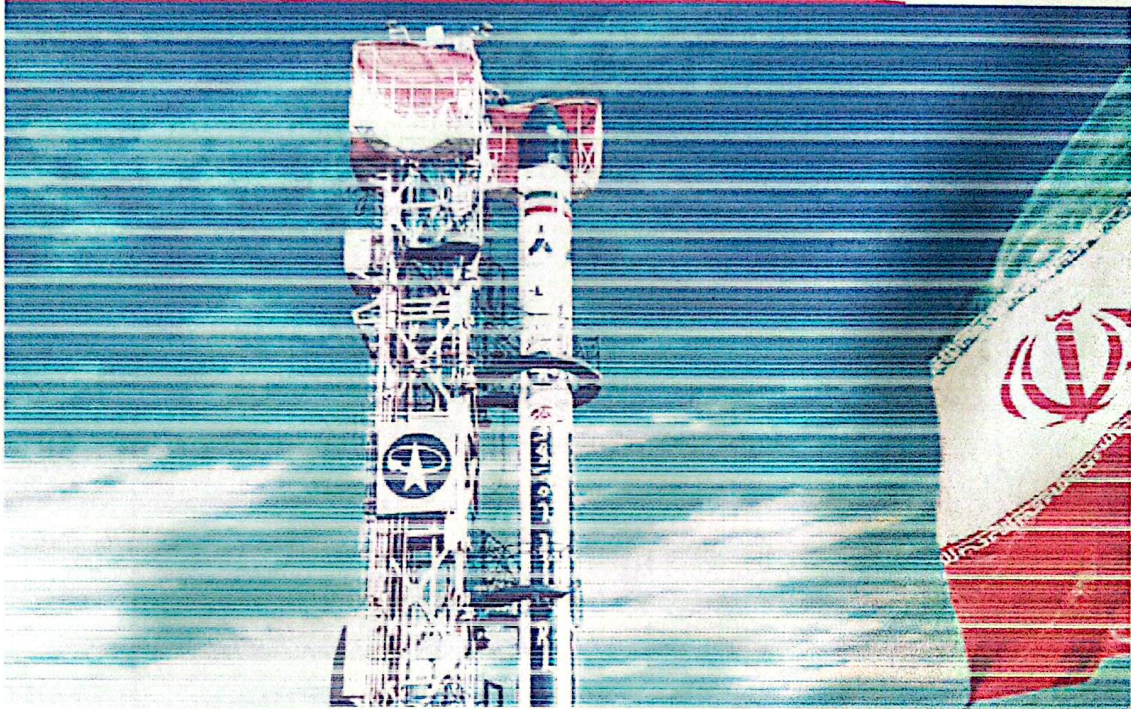


ماشین‌ها

فصل ۹

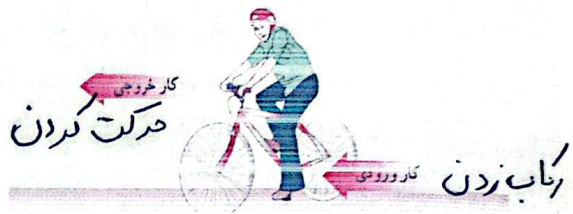


چگونه می‌توانیم جسمی را که خیلی سنگین است، حمل یا جابه‌جا کنیم؟ به نظر شما ایرانیان دوره باستان، چگونه توانسته‌اند قطعات سنگین تخت جمشید را روی هم قرار دهند؟ یا امروزه چگونه ماهواره‌ها را به فضا پرتاب می‌کنند؟ پاسخ این سؤالات، قطعاً استفاده از ماشین است. ماشین‌ها به ما اجازه انجام کارهای فراتر از انتظار را می‌دهند. بلند کردن خودرو به وسیله جک، جابه‌جایی میلیون‌ها لیتر نفت توسط یک کنستی، حفز تونل بین دو جزیره در زیر دریا، ساختن آسان‌خراش‌هایی 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.

1- منظور از ورودی و خروجی 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 **۱** باید ابتدا 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، گسستاور نیرو، توان یا انرژی بررسی شوند.



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

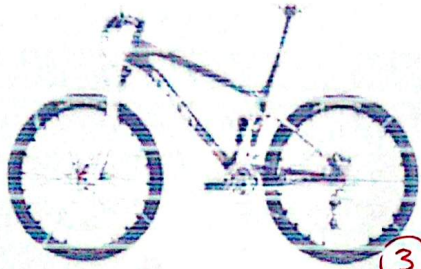


شکل ۲- تعدادی از ماشین‌هایی که روزانه با آنها سروکار داریم.

ورودی: حرکت دست

خروجی: دوخت لباس

- 2- ماشین مرکب را تعریف کنید؟
- 3- دو چرخه از کدام ماشین های ساده تشکیل شده است؟
- 4- ماشین های پیچیده چگونه ساخته شدند؟
- 5- اهرم چگونه کار را راحت تر می کند؟



شکل 3- دو چرخه از اجزا یا ماشین های ساده بری مانند: اهرم، پیچ و مهره، چرخ و محور، دنده و... تشکیل شده است.

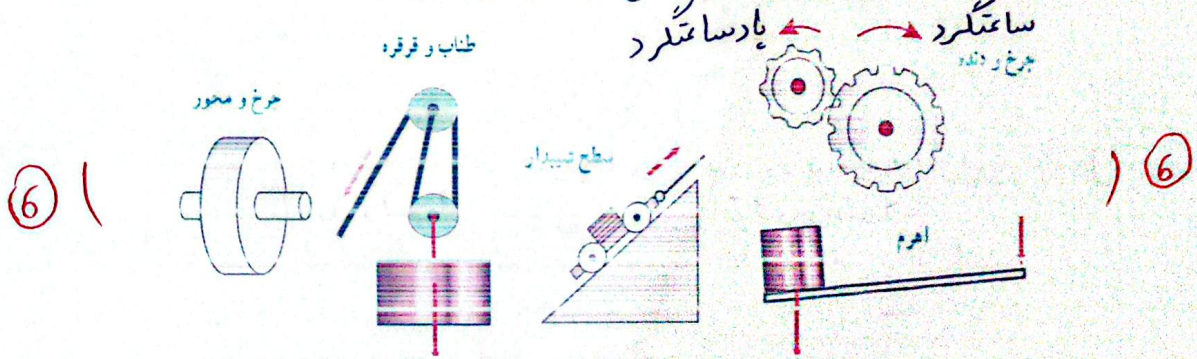
هر ماشینی می تواند از اجزای ساده تری به نام ماشین ساده تشکیل شده باشد. این اجزا با هم در ارتباط اند و یک هدف را دنبال می کنند. مثلاً در ساخت دو چرخه از ماشین های ساده ای مانند: اهرم، چرخ و محور، پیچ و مهره، چرخ دنده و... استفاده می شود تا بتواند کار نیروی پا را تبدیل به انرژی جنبشی کند. دو چرخه به ما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



شکل 4- مرد با وارد کردن نیروی کوچکی بر دسته اهرم می تواند جسم سنگینی را بلند کند.

ماشین ساده تولید خودرو، هواپیما، کشتی، ماهواره و دیگر ماشین های پیچیده یا 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 4).

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.



شکل 5- برخی از انواع ماشین های ساده

6- چند ماشین ساده نام ببرید.

- 7- مثال هایی از کاربرد گشتاور نیرو در زندگی روزمره نام ببرید.
- 8- گشتاور نیرو را تعریف کنید؟

پیش از آنکه به بررسی ماشین های ساده بپردازیم، مفهوم گشتاور نیرو را بیان می کنیم که در تحلیل برخی ماشین ها به ما کمک می کند.

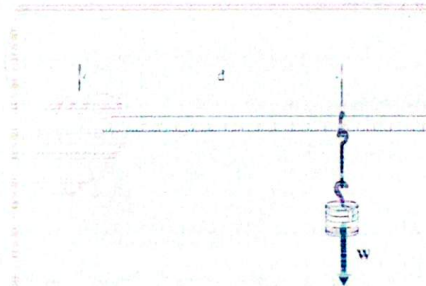
گشتاور نیرو

در علوم سال های 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 می کنید و در حول لولایش می چرخد. با وارد کردن نیرو به دسته آچار، پیچ را شل یا سفت می کنید. با وارد کردن نیرو به فرمان دوچرخه، آن را می چرخانید و دوچرخه را در جهتی که لازم است، هدایت می کنید. (7)



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

(8) اثر چرخاندگی یک نیرو را گشتاور نیرو می گوئیم. برای شناسایی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو، آزمایش زیر را انجام دهید.



هدف: بررسی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو

وسایل و مواد لازم: حلقه، تعدادی وزنه

کوچک شکاف دار، خط کش، وزنه گیر

روش اجرا:

۱- خط کش را درون حلقه قرار دهید و وزنه گیر را آویزان کنید.

۲- انتهای خط کش را با دست خود بگیرید و به صورت افقی نگه دارید.

۳- در وزنه گیر، وزنه قرار دهید و به تدریج وزنه ها را زیاد کنید.

۴- اکنون وزنه ها را ثابت نگه دارید و فاصله حلقه فلزی تا دستتان را کم و زیاد کنید.

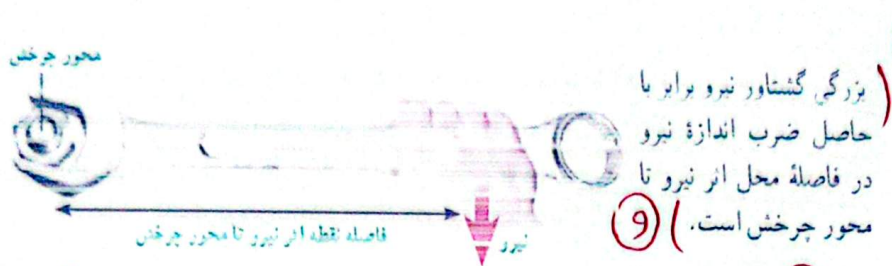
از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟ هر چه اندازه نیرو و فاصله نقطه اثر نیرو تا محل چرخش بیشتر باشد، گشتاور نیروی بیشتری تولید می شود.

تأثیر چرخشی که دستتان احساس می کند و باید با آن مقابله کند تا خط کش را به صورت افقی نگه دارد، ناشی از گشتاور نیرویی است که وزنه ها ایجاد کرده اند. همان طور که از آزمایش بی برده اید، اندازه نیرو و فاصله نیرو تا محور چرخش در گشتاور نیرو، مؤثر است.

9- مقدار یا بزرگی گشتاور نیرو چگونه محاسبه می شود؟

10- فرمول و یکای گشتاور نیرو چیست؟

11- ساده ترین شکل اهرم کدام است و اجزای آن چیست؟



9) بزرگی گشتاور نیرو برابر با حاصل ضرب اندازه نیرو در فاصله محل اثر نیرو تا محور چرخش است. (9)

شکل ۲ - بزرگی گشتاور نیرو به اندازه نیرو و فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش بستگی دارد

(1) $\left(\begin{matrix} \text{اندازه نیرو} \times \text{فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش} = \text{اندازه گشتاور نیرو} \end{matrix} \right)$ (10)

با توجه به اینکه یکای نیرو نیوتون (N) و یکای فاصله متر (m) است، یکای گشتاور نیرو، نیوتون متر (Nm) است. (10)

نیرو تا محل چرخش، گشتاور بیشتر تولید می شود. توضیح دهید چرا با آچار بلندتر، مهره محکم را می توان آسان تر باز کرد؟ به دلیل زیاد شدن فاصله نقطه اثر نیرو تا محل چرخش، گشتاور نیرو آشنا شدیم، می توانیم درک بهتری از اساس کار برخی از ماشین های ساده به دست آوریم.

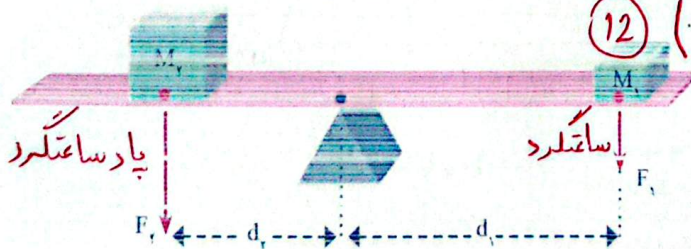


شکل ۸ - در حالت تعادل گشتاور ناشی از وزن پسرها، هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگر اند.

اهرم
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. (11)

(می توان فاصله دو جسم از تکیه گاه اهرم را چنان تنظیم کرد که اهرم در حالت تعادل قرار گیرد. (12)

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، با هم برابر و جهت چرخششان مخالف یکدیگر است. (12)



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

12- در چه صورتی اهرم در حالت تعادل قرار می گیرد؟

13- در یک اهرم در حال تعادل، چه رابطه‌ای بین گشتاورها برقرار است؟

14- در اهرم‌ها، منظور از نیروی محرک، نیروی مقاوم، بازوی محرک و بازوی مقاوم چیست؟

15- مزیت مکانیکی را تعریف کنید؟

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 ساعتگرد با گشتاور نیروی پاد ساعتگرد هم اندازه است:

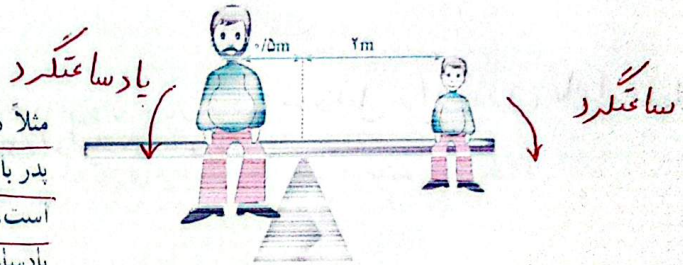
13

(۲) گشتاور نیروی پاد ساعتگرد = گشتاور نیروی ساعتگرد

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

13

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 تعادل‌اند.



$$A \times N \times 2m = Y \times N \times 1m$$

$$2 \times Nm = 1 \times Nm$$

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

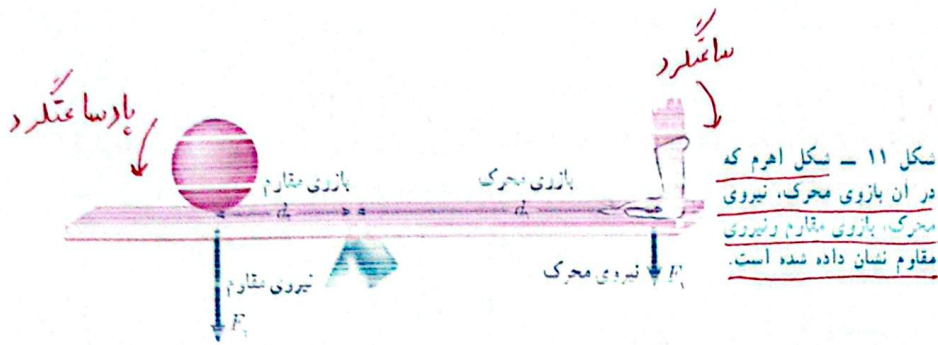
مزیت مکانیکی

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 طوری کلی (مزیت مکانیکی یک ماشین در حالت تعادل، به صورت نسبت اندازه نیروی مقاوم به اندازه نیروی محرک تعریف می‌شود) (۱۵)

14

(۳) $\frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}} = \text{مزیت مکانیکی}$ (۱۶)

16- فرمول محاسبه مزیت مکانیکی را بنویسید؟ * دو فرمول دارد *



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

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.

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:

$$F_1 = ? \quad \text{نیروی محرک} \quad , \quad 150 \text{ N} = \text{نیروی مقاوم} \quad , \quad 2 = \text{مزیت مکانیکی}$$

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

نشان دهید در اهرم ها و در شرایط تعادل، مزیت مکانیکی از رابطه زیر نیز به دست می آید. با توجه به شکل ۱۱ و شرط تعادل اهرم می توان نوشت:

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} \quad (16)$$

نیروی مقاوم × بازوی مقاوم = نیروی محرک × بازوی محرک → گشتاور نیروی مقاوم ساکنند = گشتاور نیروی محرک ساکنند

نیروی مقاوم × بازوی مقاوم = مزیت مکانیکی × بازوی محرک → نیروی مقاوم × بازوی مقاوم = نیروی محرک × بازوی محرک

تساوی را به شکل تناسب می نویسیم

فعالیت

اهرم ها در بسیاری از ماشین های معمولی، دیده می شوند. اهرم ها را می توان بر حسب 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 اول: تکیه گاه بین نیروی مقاوم و نیروی محرک است. مزیت مکانیکی می تواند یک، بزرگتر از یک و کوچکتر از یک باشد.

نوع دوم: نیروی مقاوم بین تکیه گاه و نیروی محرک قرار دارد، مزیت مکانیکی همیشه بزرگتر از یک است. بازوی مقاوم > بازوی محرک

نوع سوم: نیروی محرک بین تکیه گاه و نیروی مقاوم قرار دارد، مزیت مکانیکی همیشه کوچکتر از یک است. بازوی مقاوم < بازوی محرک

17 - قرقره چگونه کار می کند؟

18 - چند نوع قرقره وجود دارد؟ نام ببرید. 1 - ثابت، 2 - متحرک، 3 - مرکب

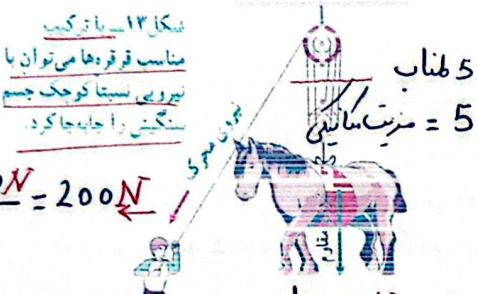
17

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 ۱۳). (هر قرقره محوری دارد که حول آن می تواند آزادانه بچرخد). در شکل ۱۲، دو روش اصلی استفاده از قرقره را مشاهده می کنید.

17



1 = مزیت مکانیکی
فقط با تغییر جهت نیرو به ماکلد می کند.



شکل ۱۳ - با ترکیب مناسب قرقره ها می توان با نیرویی نسبتاً کوچک جسم سنگین را جابه جا کرد.

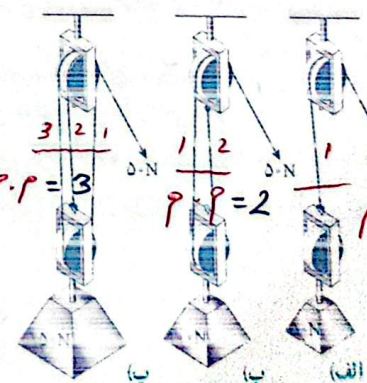
$$\text{نیروی محرک} = \frac{1000N}{5} = 200N$$

2 = مزیت مکانیکی ← با افزایش نیرو به ماکلد می کند.

به کمک یک قرقره ثابت، یک قرقره متحرک، یک وزنه معین و یک نیروسنج درباره مزیت مکانیکی قرقره های ثابت و متحرک شکل ۲ (تحقیق کنید) مزیت مکانیکی قرقره ثابت 1 است، زیرا نیروی مقاوم یا نیروی مقدر برابر است؛ مزیت مکانیکی قرقره متحرک 2 است، زیرا نیروی مقاوم دو برابر نیروی مقدر است.

وقتی یک طرف طناب سبکی را که انتهای آن به دیواری بسته شده است، با نیروی ۵N می کشیم، در تمام طول طناب، نیروی کشش ۵N برقرار می شود. یعنی نیروی کشش طناب در طول آن، ثابت است. مثلاً در شکل الف، برای بلند کردن سطلی به وزن ۴۰ نیوتون، کافی است با نیروی محرک ۴۰ نیوتون طناب را بکشیم، اما در شکل ب برای بلند کردن سطل ۲۰ نیوتونی باید نیروی محرک ۲۰N 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 ۵۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) نیروی محرک ۵۰N لازم است. در شکل ب با نیروی محرک ۵۰N می توان وزنه ۱۰۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد. در شکل پ با نیروی محرک ۵۰N می توان وزنه ۱۵۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد.



* مزیت مکانیکی برابر با طناب هایی است که به قرقره متحرک متصل است.

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

مزیت مکانیکی → ۳.۳

19- قانون پایستگی انرژی در فرقه‌ها را بیان کنید.

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

شکل (الف)	شکل (ب)	شکل (ب)
اندازه نیروی محرک	۵۰ N	۵۰ N
اندازه نیروی مقاوم	۵۰ N	۱۵۰ N
مزیت مکانیکی	۱	۳

در شکل پ برای جابه‌جایی جسم سنگین ۱۵۰ N از نیروی کوچک‌تر ۵۰ N استفاده کردیم. یعنی با ترکیبی از فرقه‌ها رطاب توانستیم به کمک یک نیروی کوچک، جسم سنگینی را به سمت بالا جابه‌جا کنیم. اما در این فرایند، جابه‌جایی طناب، ۳ برابر جابه‌جایی 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 ۱۵۰ نیوتونی را به اندازه ۱ m بالا ببریم باید طناب را با نیروی ۵۰ N به اندازه ۳ m بکشیم (هر یک از سه طناب متصل به وزنه ۱ m جابه‌جا می‌شود). بنابراین بر اساس قانون پایستگی انرژی و با صرف نظر کردن از اصطکاک، می‌توانیم بنویسیم:

$$(۴) \quad \text{اندازه کار نیروی مقاوم} = \text{اندازه کار نیروی محرک} \quad (19)$$

مثال: در شکل ۱۴ - ب، اگر طناب توسط شخص به اندازه ۰/۴ m کشیده شود: الف) کار نیروی محرک چند ژول می‌شود؟ ب) جابه‌جایی وزنه چقدر خواهد بود؟

پاسخ: الف) $۲۰ J = ۵۰ N \times ۰/۴ m = \text{جابه‌جایی} \times \text{نیروی محرک} = \text{اندازه کار نیروی محرک}$
 ب) $\text{اندازه کار نیروی مقاوم} = \text{اندازه کار نیروی محرک}$
 $۲۰ J = \text{جابه‌جایی} \times \text{نیروی مقاوم}$
 $۲۰ J = ۱۰۰ N \times \text{جابه‌جایی}$
 $\text{متر} = ۰/۲ = \text{جابه‌جایی}$

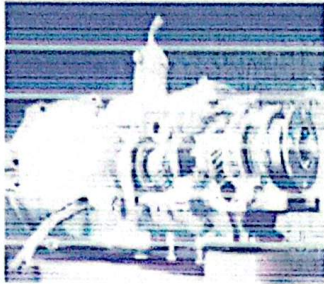
یعنی وزنه (نیروی مقاوم) به اندازه نصف جابه‌جایی نیروی محرک، جابه‌جا شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

درباره نقش فرقه‌ها در زندگی اطلاعاتی را به همراه تصویر، جمع‌آوری کنید و آن را در کلاس گزارش دهید.

20- کاربرد چرخ دنده‌ها به چه عاملی بستگی دارد؟ یا یک مثال توضیح دهید.

21- چرخ دنده‌ها در صنعت چه کاربردهایی دارند؟

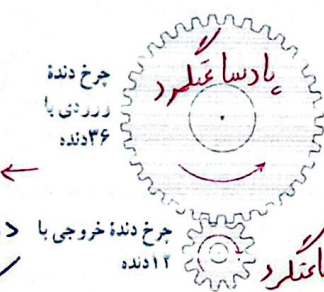


شکل ۱۵ - ترکیب پیچیده‌ای از چرخ دنده در جعبه دنده خودرو

چرخ دنده‌ها: در اغلب ماشین‌هایی که می‌چرخند از چرخ دنده استفاده می‌شود. ماشینی مانند یک دریل کوچک در سرعت‌های بالا به نیروی کمی احتیاج دارد و ماشین‌های دیگری مانند چرخ‌های بزرگ (بره‌دار) پشت کشتی‌های بخار، به نیروی زیادی در سرعت‌های کم، احتیاج دارند.

20

چگونگی 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 زوری هم‌نشی لغزند (سُر نمی‌خورند)، وقتی چرخ دنده بزرگ به اندازه یک دنده می‌چرخد، چرخ دنده کوچک نیز یک دنده می‌چرخد. پس وقتی چرخ بزرگ که دارای ۳۶ دنده است، یک دور کامل می‌چرخد، چرخ کوچک که دارای ۱۲ دنده است، ۳ دور می‌چرخد (دور ۳۶ دنده / ۱۲ دنده).



شکل ۱۶ - به ازای هر بار چرخش چرخ دنده بزرگ چرخ دنده خروجی با ۱۲ دنده

بدیهی است اگر چرخ دنده کوچک سبب چرخش چرخ دنده بزرگ شود، به ازای هر سه بار چرخیدن آن، چرخ دنده بزرگ یک بار می‌چرخد. یعنی سرعت چرخش چرخ دنده کوچک بیشتر از سرعت چرخش چرخ دنده بزرگ است.

21

این تبدیل‌ها در صنعت کاربردهای فراوانی دارد. از چرخ دنده‌ها می‌توان 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 می‌شوند.

21

جهت چرخش
دو چرخ دنده برعکس
یابدیر است

جمع‌آوری اطلاعات

در باره انواع چرخ دنده‌ها و کارکرد آنها اطلاعاتی را به همراه تصویر جمع‌آوری کنید و آن را به کلاس گزارش دهید.

سطح شیب‌دار: فرض کنید می‌خواهیم اسباب‌کشی کنیم. می‌دانیم که جابه‌جا کردن وسایل سنگین مانند یخچال و گذاشتن آنها داخل کامیون حمل بار، بسیار سخت است؛ زیرا برای این کار باید حداقل نیرویی هم‌اندازه با وزن یخچال - رو به بالا - به آن وارد کنیم. به نظر شما ساده‌ترین روش برای انجام این کار چیست؟ شکل ۱۷ نشان می‌دهد که چگونه می‌توانیم برای جابه‌جا کردن اجسام سنگین از سطح شیب‌دار استفاده کنیم. سطح شیب‌دار یک ماشین ساده است که از قدیم از آن استفاده می‌شده است.

22 - سطح شیبدار چگونه به ما کمک می کند؟

معمول مزیت مکانیکی در سطح شیبدار \rightarrow مزیت مکانیکی = $\frac{\text{طول سطح شیبدار}}{\text{ارتفاع سطح شیبدار}} = \frac{4 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 4$



شکل ۱۷ - استفاده از سطح شیبدار جابه‌جایی جسم‌های سنگین را آسان‌تر می‌کند.

(22)

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

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



چرا در مناطق کوهستانی، قسمتی از جاده‌ها را به صورت بیج‌های شیبدار می‌سازند؟ زیرا جاده مارپیچ مثل سطح شیبدار عمل می‌کند یعنی با طی مسافت بیشتر نیروی کمتری لازم است، بنابراین ما سینه با نیروی

کمتر به نقاط بالای کوهستان می‌رسد، ولی مقدار کار در هر دو ۱۰۰٪ حالت هیچ تفاوتی نمی‌کند.

ابن سینا



ابوعلی حسین بن عبداللہ، ملقب به ابن سینا که در غرب به آوی سینا معروف است، در سال ۳۵۹ هجری شمسی در آفشنه در نزدیکی بخارا به دنیا آمد و در سال ۴۱۶ هجری شمسی در همدان درگذشت. ابن سینا که از کودکی هوشی سرشار داشت، به سرعت علوم زمان خود را فرا گرفت و در ۱۶ سالگی شروع به طبابت کرد. ابن سینا در فنون مختلف و متنوع تألیفات زیادی دارد و آثار او بالغ بر ۲۷۰ عنوان می‌شود. گرچه مهم‌ترین آثار او اثر فلسفی *شفا* و کتاب دایرةالمعارف گونه *قانون* در پزشکی است، اما او در علوم و فنون زمانه خود نیز دستی بر آتش

داشته است. کتاب *معیارالعقول* یکی از کتاب‌های منتسب به ابن سینا است که مباحث آن به فن طراحی و ساخت جراثقال‌ها مربوط می‌شود و لذا از آثار مهندسی تمدن اسلامی محسوب می‌گردد. در این کتاب نخست به ماسین‌های ساده‌ای مانند اهرم‌های ساده و مرکب، قرقره‌های ساده و مرکب، چرخ و محور اشاره می‌شود که شگنی اجزای تشکیل دهنده جراثقال‌ها هستند و سپس به خود جراثقال پرداخته می‌شود. البته سواى این مطالب، ابن سینا در بخش طبیعیات کتاب‌های نهم خود مانند *شفا*، *اشراق* و *تبیان* و *دانشنامه علایی* بخش نظری فیزیک مکانیک را نیز توسعه داد و قواعد جدیدی را برای توصیف حرکات عرضه کرد. او ضمن بحث عمیق درباره مفاهیم و کمیت‌های اساسی مکانیک نظری مانند جسم، ماده، هیئت، زمان، مکان، فضا و نظائر آن، عوامل یا نیروهای محرکه را به دو دسته داخلی و خارجی تفکیک کرد و ضمن تشریح منشأ هر کدام، سرانجام موفق به توصیف درست حرکت‌هایی شد که مکانیک ارسطویی از تبیین آنها عاجز بود.