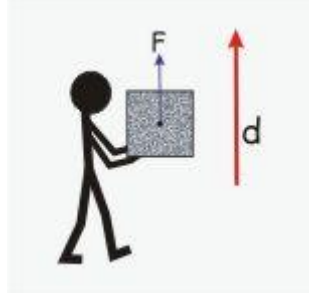


برگشت به فهرست

کار، انرژی و توان

وقتی به جسم ساکن نیرو وارد شود، ممکن است جسم در جهتی که نیرو بر آن وارد می شود به حرکت درآید. در این صورت می گوییم نیرو روی جسم کار انجام داده است. کاروفتی انجام می شود که نیروی نقطه اثر خود را جابه جا کند.

توجه: هر چه نیرو یا جابه جایی بزرگتر باشد، کار انجام شده بیش تر است



در این گونه مثال ها نیرو و جابه جایی در یک جهت هستند، بنابراین مقدار کار از رابطه ی زیر به دست می آید.

جابه جایی \times نیرو = کار

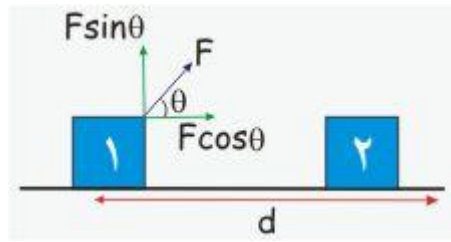
$$W = F \cdot d$$

گاهی ممکن است نیروی وارد شده و جابه جایی در یک راستا نباشند. در این صورت مولفه ای از نیرو کار انجام می دهد که در راستای جابه جایی باشد.

در شکل مقابل فرد به وسیله طنابی که با سطح افق زاویه θ (تتا) می سازد جسم را روی سطح افقی می کشد.

در این شکل نیروی F زاویه بین نیروی θ نیروی فرد و F نسبت به راستای جابه جایی است.





در این صورت نیروی F به دو نیروی $F \sin \theta$ (F سینوس تتا) و $F \cos \theta$ (F کسینوس تتا) تجزیه می شود. مولفه $F \cos \theta$: مولفه نیرو در راستای جابه جایی است. در این حالت مقدار کار برابر است با

$$W = F \cos \theta \cdot d$$

با توجه به مطالب بالا، کار را می توان از رابطه کلی زیر به دست آورد:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

در این رابطه زاویه بین راستای نیرو و جابه جایی (θ) بر حسب درجه، نیرو (F) بر حسب نیوتن (N)، جابه جایی (d) بر حسب متر (m) بر حسب نیوتن متر یا ژول (J) است. در جدول زیر مقدار سینوس و کسینوس چند زاویه که کاربرد بیش تری دارند آورده شده است.

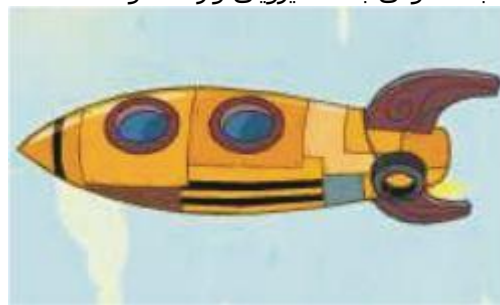
زاویه (بر حسب درجه)	۰	۳۰	۴۵	۶۰	۹۰	۱۸۰
Sin	۰	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	۱	۰
Cos	۱	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	۰	-۱

توجه: فقط در هنگام به حرکت در آوردن اجسام ساکن کار انجام نمی شود. بلکه اگر نیرویی بر یک جسم متحرک نیز وارد شود ممکن است سرعت یا جهت حرکت جسم، در جهت وارد شدن نیرو، تغییر کند. در چنین حالتی هم کار انجام می شود

در موارد زیر کار انجام نمی شود:

(۱) بر یک جسم نیرو وارد شود ولی جسم حرکت نکند

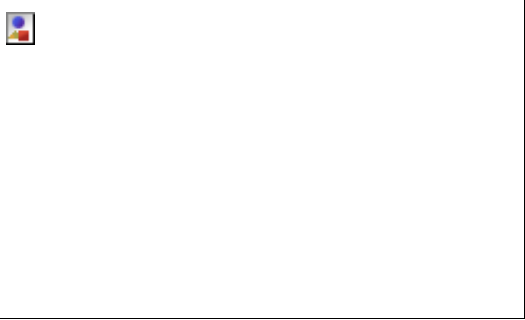
(۲) اگر جسمی در حال حرکت باشد ولی به آن نیرویی وارد نشود.



مثال: فضا پیمایها در فضاها دور دست بدون آنکه هیچ نیرویی جلو حرکت آن ها را بگیرد، بدون هیچ اصطکاکی در فضای بی کران در حال حرکت هستند. در چنین حالتی، چون هیچ نیرویی سبب کند شدن حرکت جسم نمی شود. جسم هم چنان با سرعتی ثابت در جهتی معین به حرکت خود ادامه می دهد در این حالت اگر چه جسم در حال حرکت است اما کاری انجام نمی شود.

(۳) گاهی نیرویی بر یک جسم وارد می شود اما جسم در جهت وارد شدن نیرو حرکت نمی کند در این صورت اگر نیرو بر راستای جا به جایی عمود باشد ($\cos 90 = 0$) نیروی وارد شده کار انجام نمی دهد.

به طور مثال: فردی جعبه ای را در دست دارد و آن را در جهت افقی حرکت می دهد. در این حالت فرد دو نیرو وارد می کند.



۱- F_1 : نیرویی برابر نیروی وزن جسم اما در جهت بالا به منظور نگه داشتن جسم و جلوگیری از افتادن آن بر روی زمین به جسم وارد می شود این نیرو کاری انجام نمی دهد، چون در جهت وارد شدن آن، جسم جابه جا نمی شود.

۲- F_2 : نیرویی به صورت افقی به منظور به حرکت در آوردن جسم به طرف جلو این نیرو چون در راستای جابه جایی است پس کار انجام می دهد.

مثال ۱: شخصی روی دسته یک جاروبرقی نیروی ۲۵ نیوتن در امتدادی که با افق زاویه ۶۰ درجه می سازد، وارد می کند و آن را در سطح افقی ۱۰ متر جا به جا می کند. کار نیروی F چقدر است؟

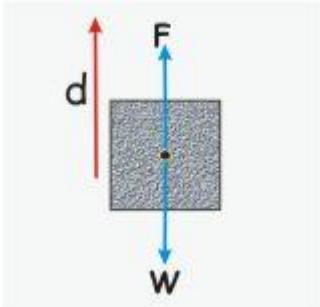
$$\cos 60 = \frac{1}{2}$$

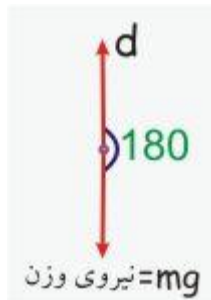
$$w = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$w = 25 \times 10 \times \frac{1}{2} = 125$$



مثال ۲: جسمی به جرم ۵ kg را به اندازه ۵۰cm از سطح زمین بالا می بریم. کار نیروی وزن چقدر است؟





$$d = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

$$W = mg = 5 \times 10 = 50 \text{ N}$$

$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta \rightarrow W = 50 \times 0.5 \times (-1) = -25 \text{ J}$$

نکته: هرگاه نیرو و جابه جایی هم راستا و در خلاف جهت باشند $\theta = 180^\circ$ (کار انجام شده منفی است).

$$W = -F \cdot d$$

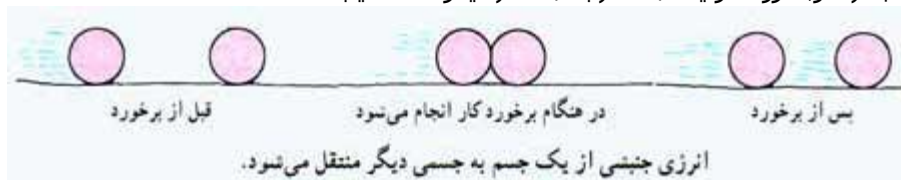
کار و انرژی:

انرژی و کار کاملا به هم مربوطند، به طوریکه می توان گفت: هرگاه کاری انجام شود ممکن است حالت های زیر برای انرژی پیش آید:

(۱) هنگام انجام کار، انرژی از صورت یا نوعی به صورت یا نوع دیگر تبدیل می شود.



(۲) هنگام انجام کار، انرژی از یک جسم به جسم دیگر انتقال یابد.



انرژی:

توانایی انجام کار است.

نکته: انرژی و کار ارتباط بسیار نزدیکی به یکدیگر دارند. به طوریکه می توان گفت هرگاه کاری انجام می شود. حتما انجام کار با تبدیل انرژی همراه است و یا انرژی از جسمی به جسم دیگر انتقال یافته است. هم چنین، هرگاه جسمی دارای انرژی باشد می توان در صورت ایجاد شرایط مناسب به کمک آن انرژی جسمی را به حرکت درآورد.

توان

سرعت انجام کار یا سرعت مصرف انرژی است.

به عبارت دیگر، توان نشان دهنده ی میزان کار انجام شده یا انرژی مصرف شده در واحد زمان است.

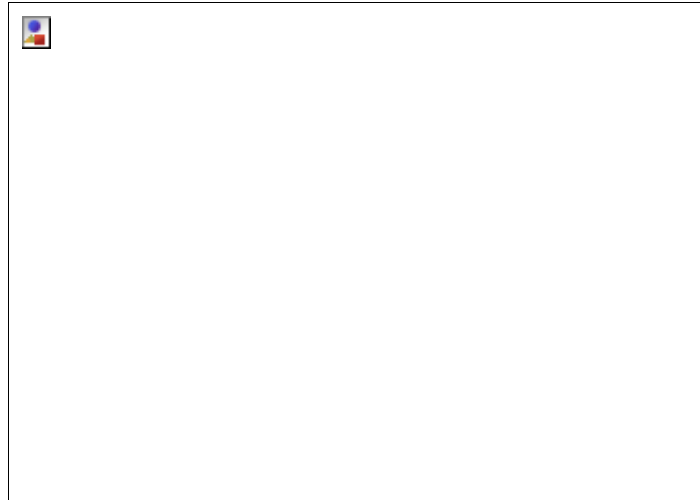
مقدار توان به دو عامل بستگی دارد:

۱- مقدار کار انجام شده (یا مقدار انرژی مصرف شده)

در یک زمان مشخص، هر چه مقدار کار انجام شده بیشتر باشد، مقدار توان بیشتر است. یعنی توان با مقدار کار انجام شده رابطه ی مستقیم دارد.

۲- مدت زمان انجام کار:

توان با مدت زمان انجام کار رابطه عکس دارد. یعنی هر چه مدت زمان مصرف شده برای انجام کاری کم تر باشد. توان بیش تر است.



سرعت انجام کار به وسیله دونده ای که مسابقه را زودتر طی کند، بیش تر است. به عبارت دیگر توان این دونده از دونده ی دیگر بیش تر است. برای محاسبه توان از رابطه ی زیر استفاده می کنیم:

$$\text{توان} = \frac{\text{مقدار کار انجام شده}}{\text{زمان انجام کار}}$$

در این معادله مقدار کار انجام شده (w) بر حسب ژول (J) و مقدار زمان انجام کار (t) بر حسب ثانیه (s) و توان (P) بر حسب وات (W) است.

$$P = \frac{w}{t}$$

نکته ۱: یک وات توان ماشینی است که در مدت یک ثانیه، یک ژول کار انجام می دهد.

نکته ۲: هر کیلو وات برابر هزار وات است $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$

نکته ۳: هر قوه ی اسب بخار برابر 746 W وات است. $1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$

معادله های دیگری نیز برای محاسبه توان وجود دارد؛ که از معادله اصلی به دست می آید.

$$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}} \quad P = \frac{w}{t} \quad \rightarrow \quad P = \frac{F \cdot d \cdot \cos \theta}{t}$$

می دانیم که سرعت مقدار مسافت طی شده در واحد زمان است

$$V = \frac{d}{t} \quad \rightarrow \quad P = \frac{f \cdot d}{t} \quad \rightarrow \quad P = F \cdot V$$

\swarrow \downarrow \searrow
 سرعت نیرو توان
 $\frac{m}{s}$ N W

$$\text{توان} = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}}$$

$$P = \frac{E}{t} \quad \rightarrow \quad \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

$$P = \frac{E}{t} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2} m v^2}{t}$$

نکته: وقتی می گوئیم توان یک لامپ برقی 100 وات است یعنی در هر ثانیه 100 ژول انرژی الکتریکی توسط لامپ مصرف شده و مطابق قانون پایستگی انرژی 100 ژول انرژی تابشی (نور) و گرمایی به وسیله آن تولید می شود.

مثال: ماشینی در مدت ۲ دقیقه باری به وزن ۱۸۰۰ نیوتن را تا ارتفاع ۲۰ متری انتقال می دهد. توان ماشین چند کیلووات است؟

$$F = 1800 \text{ N}$$

$$d = 20 \text{ m}$$

$$t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

$$P = ?$$

$$P = \frac{f \cdot d}{t} = \frac{1800 \times 20}{120} = 300 \text{ W}$$

برای تبدیل وات به کیلو وات عدد مورد نظر را بر ۱۰۰۰ تقسیم می کنیم پس

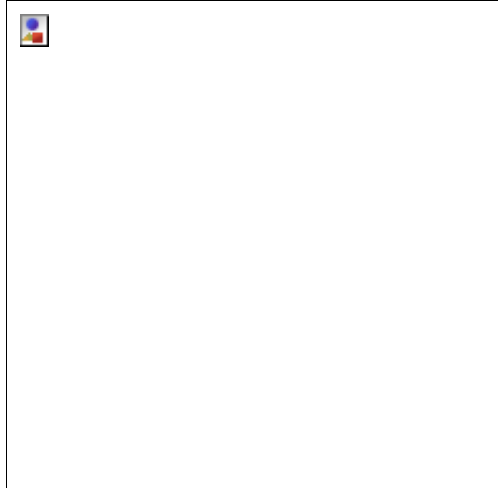
$$\frac{300}{1000} = 0.3 \text{ kW}$$

ماشین

هر اسبابی که به طریقی سبب آسان شدن کار گردد ماشین نامیده می شود. ماشین ها به صورت های گوناگون در انجام کارها به ما کمک می کنند.

(۱) ماشین ها گاهی باعث تغییر محل وارد شدن نیرو به جسم و گاهی نیز باعث تغییر جهت نیرو می شوند.

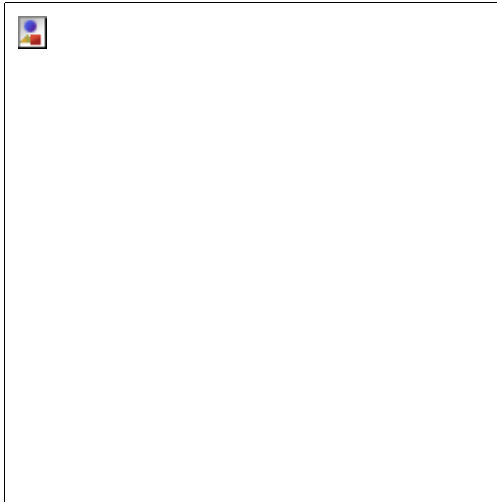
قرقره ی بالای پرچم، دوچرخه، قیچی همه از راه تغییر جهت نیرو به ما کمک می کنند.



(۲) ماشین ها گاهی با افزایش مقدار نیرو به ما کمک می کنند. (مانند دیلم، انبردست، در قوطی بازکن)



(۳) گاهی ماشین ها با افزایش مسافت اثر نیرو بر جسم و افزایش سرعت انجام کار ماشین ها به ما کمک می کنند. (جارو فراشی، انبر، موجین، یخ گیر...)



یک ماشین می تواند در یک زمان هم افزایش نیرو و هم تغییر جهت نیرو داشته باشد مانند جک اتومبیل و یا در یک زمان هم جهت نیرو را عوض کند و هم مسافت اثر نیرو را زیاد کند مانند دوچرخه ولی هرگز نمی تواند در یک زمان هم مقدار نیرو و هم مسافت اثر نیرو را افزایش دهد، زیرا در این صورت کارگرفته شده از ماشین بیش تر از کار داده شده به آن خواهد بود که البته چنین چیزی غیرممکن است.

کار داده شده و کارگرفته شده از ماشین

برای آنکه یک ماشین کار انجام دهد، باید نخست بر روی آن کار انجام دهیم، نیرویی که به این منظور به ماشین وارد می شود، نیروی محرک و کار این نیرو را کار نیروی محرک (کار داده شده) می نامند. برای اندازه گیری این کار، کافی است نیرویی که به ماشین وارد می شود در طولی که طی می کند ضرب شود.

جابه جایی نیروی محرک × نیروی محرک = کار نیروی محرک (کار داده شده)

$$W_E = E \cdot d_E$$

نیرویی را که ماشین باید بر آن غلبه کند، نیروی مقاوم و کار این نیرو، کار نیروی مقاوم (کار مفید) نامیده می شود برای محاسبه کار مفید، نیروی مقاومی که بر آن غلبه شده است در جابه جایی آن ضرب می کنیم.

جابه جایی نیروی مقاوم × نیروی مقاوم = کار نیروی مقاوم (کار مفید)

$$W_R = R \cdot d_R$$

معمولا کار غیرمفید ماشین را نمی توان به طور مستقیم اندازه گرفت و برای تعیین آن کار مفیدی را که از ماشین گرفته ایم از کاری که به ماشین داده ایم، کم می کنیم.

کار مفید- کار داده شده = کار غیر مفید

برای مطالعه ماشین آن ها را به دو دسته تقسیم می کنند.

۱- ماشین های کامل (ایده آل):

این نوع ماشین، ماشین خیالی است که همه کار داده شده را به صورت مطلوب ما صرف غلبه بر نیروی مقاوم می کند. در چنین ماشینی اتلاف انرژی وجود ندارد و کار نیروی محرک با کار نیروی مقاوم برابر است.

۲- ماشین های واقعی

ماشین هایی هستند که در عمل با آن ها سر و کار داریم .

در همه ماشین ها، بخشی از کار نیروی محرک صرف غلبه بر نیروهای مقاوم ناخواسته (اغلب اصطکاک) می شود در نتیجه کار نیروی مقاوم همواره کمتر از نیروی محرک است.

توجه: در ماشین های واقعی نیز همیشه کاری که به ماشین داده می شود با کل کاری که از ماشین گرفته می شود برابر است. اما تمام کار گرفته شده از ماشین به صورت مطلوب نیست.

کارگرفته شده = کار داده شده

کار غیر مفید + کار مفید = کار داده شده

مطابق قانون پابستگی انرژی، انرژی هنگام تبدیل شدن از یک صورت به صورت دیگر و یا انتقال از یک جسم به جسم دیگر خلق و نابود نمی شود. بنابراین مقدار انرژی داده شده به یک ماشین نیز همواره با مقدار انرژی که از ماشین گرفته می شود برابر است.

مزیت مکانیکی

مزیت مکانیکی نشان می دهد که ماشین، نیروی وارده را چند برابر می کند. برای بررسی طرز کار ماشین ها از دو نوع مزیت مکانیکی استفاده می شود.

(۱) مزیت مکانیکی ایده آل:

نسب $\frac{dE}{dR}$ را مزیت مکانیکی ایده آل (کامل) می گویند.

$$\text{کامل } A = \frac{dE}{dR}$$

(۲) مزیت واقعی (عملی):

نسب $\frac{R}{E}$ را مزیت مکانیکی واقعی می گویند.

$$\text{واقعی } A = \frac{R}{E}$$

عددی که معرف سرعت حرکت نقطه اثر نیروی محرک به سرعت حرکت نقطه اثر نیروی مقاوم است را ضریب سرعت ها (نسبت سرعت ها) می نامند. ضریب سرعت برابر است با:

$$\text{تغییر مکان نقطه اثر نیروی محرک} = \frac{dE}{dR} = \text{ضریب سرعت}$$

$$\text{تغییر مکان نقطه اثر نیروی مقاوم}$$

نکته: مزیت مکانیکی کمیتی نسبی بوده و بدون واحد بیان می شود.

انرژی گرفته شده از ماشین = انرژی داده شده به ماشین



انرژی تلف شده + انرژی (یا کار) مفید گرفته شده از ماشین = کل انرژی داده شده به ماشین

در هر وسیله می توان نسبت کار مفید به کل انرژی داده شده به دستگاه را به عنوان یک عامل مهم در کیفیت آن وسیله در نظر گرفت. این نسبت بازده نام دارد:

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی یا کار مفید گرفته شده از ماشین}}{\text{کل انرژی داده شده به ماشین}}$$

$$Ra = \frac{WR}{WE} = \frac{R \cdot dR}{E \cdot dE}$$

نکته: در یک ماشین واقعی چون کار خروجی از کار یا انرژی ورودی کمتر است، بازده ماشین همیشه کوچکتر از یک است.

بازده را می توان از راه های دیگر نیز به دست آورد:

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \quad R_a = \frac{P_R}{P_E} = \frac{P_2}{P_1} \quad P_R = \frac{W_R}{t}, \quad P_E = \frac{W_E}{t}$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{مزیت مکانیکی واقعی}}{\text{مزیت مکانیکی کامل}} \quad R_a = \frac{A_{\text{واقعی}}}{A_{\text{کامل}}}$$

مثال: توان یک ماشین ساده ۲۰۰ وات و بازده آن ۰/۸ است، چند ثانیه طول می کشد تا باری به وزن ۴۰۰ نیوتن را با این ماشین ۱۰ متر بالا ببریم؟

$$R_a = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\frac{0.8}{1} = \frac{P_2}{200} \rightarrow P_2 = \frac{200 \times 0.8}{1} = \frac{1600}{1} = 1600 \text{ W}$$

$$P_2 = \frac{W}{t} \rightarrow P_2 = \frac{f \cdot d}{t}$$

$$\frac{1600}{1} = \frac{400 \times 10}{t} \rightarrow t = \frac{400 \times 10 \times 1}{1600} = \frac{4000}{1600} = 2.5 \text{ s}$$

مزیت مکانیکی نشان می دهد ماشین چگونه به ما کمک می کند. اگر مزیت مکانیکی بزرگتر از یک باشد، ماشین مقدار نیرو را افزایش می دهد. اگر مزیت مکانیکی کوچکتر از یک باشد، ماشین مسافت اثر نیرو را زیاد می کند. اگر مزیت مکانیکی برابر یک باشد، ماشین فقط از راه تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند.

مثال: در یک ماشین، با وارد کردن نیروی ۳۰ نیوتنی می توان یک وزنه ۶۰۰ نیوتنی را بلند کرد. مزیت مکانیکی واقعی چقدر است و ماشین از چه راهی به ما کمک می کند.

$$\text{افزایش نیرو} \rightarrow A > 1 \quad A = \frac{R}{E} = \frac{600}{30} = 20$$

انواع ماشین ها

۱- ماشین های ساده:

گروهی از ماشین ها که پایه و اساس ساخت ماشین های دیگر را تشکیل می دهند، ماشین ساده نامیده می شوند. ماشین های ساده در شش نوع اهرم، قرقره، چرخ محور، سطح شیب دار گوه و پیچ دسته بندی می شوند.

۲- ماشین های مرکب یا پیچیده

گاهی دو یا چند ماشین ساده با هم ترکیب می شوند و ماشین جدیدی را به وجود می آورند به چنین ماشین هایی، ماشین های مرکب یا پیچیده می گویند. این ماشین ها تغییر شکل یافته ی ماشین ساده یا ترکیبی از چند ماشین ساده با یک دیگر هستند.

انواع ماشین های ساده:

۱. اهرم:

اهرم میله ای است که می تواند حول یک تکیه گاه دوران کند. در هر اهرم یک تکیه گاه، یک بازوی محرک و یک بازوی مقاوم وجود دارد.

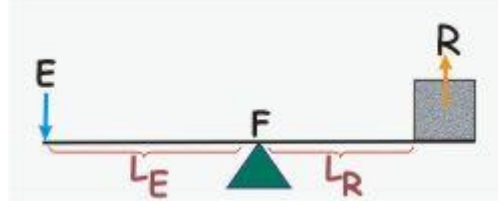
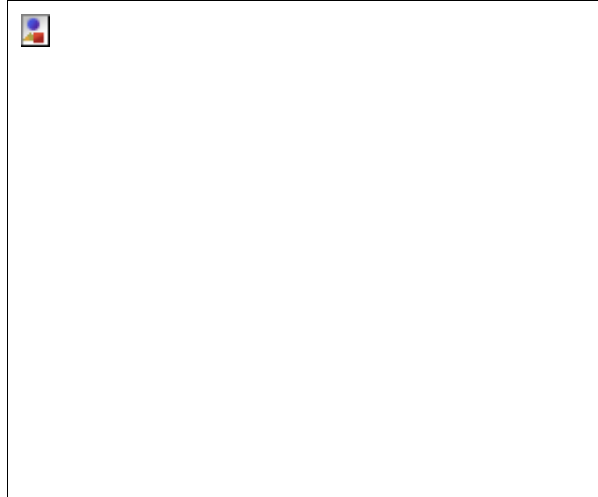
بازوی محرک (L_E): در یک اهرم فاصله ی نقطه اثر نیروی محرک تا تکیه گاه را بازوی محرک می گویند.
 بازوی مقاوم (L_R): در یک اهرم فاصله ی نقطه اثر نیروی مقاوم تا تکیه گاه را بازوی مقاوم می گویند.
 تکیه گاه (F): نقطه ای است که اهرم حول آن دوران می کند.

اهرم بر اساس قرار گرفتن محل تکیه گاه، نیروی محرک و نیروی مقاوم به چند نوع تقسیم می شوند:

الف) اهرم نوع اول

در صورتیکه تکیه گاه بین نقطه اثر نیروی مقاوم و نیروی محرک باشد، اهرم از نوع اول است.
 اهرم نوع اول به سه حالت دیده می شود:

(a) حالت اول :

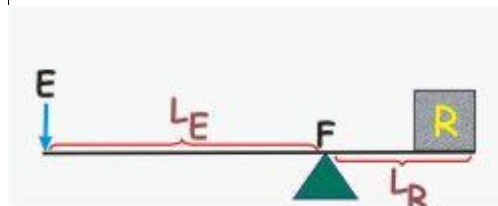


زمانیکه تکیه گاه درست در وسط نیروی محرک و نیروی مقاوم قرار گرفته باشد، در این صورت بازوی محرک و بازوی مقاوم با هم برابرند.

در این حالت، اهرم فقط از راه تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند.

نکته: مزیت مکانیکی این اهرم همیشه یک است.

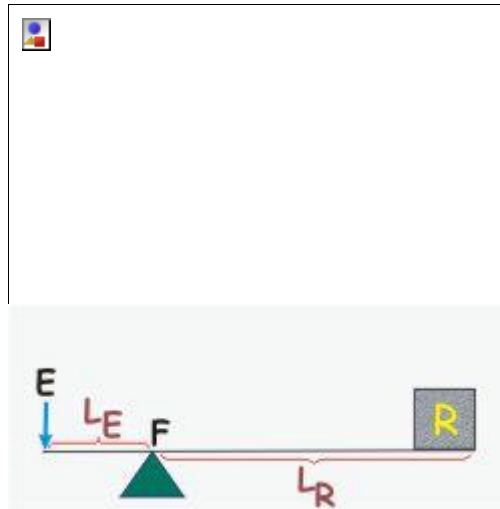
(b) حالت دوم :



زمانیکه تکیه گاه بین نیروی محرک و نیروی مقاوم ولی نزدیک به نیروی مقاوم باشد، در این حالت، اهرم از راه های زیر به ما کمک می کند.

- (۱) تغییر جهت نیرو: زیرا تکیه گاه بین نیروی محرک و مقاوم قرار دارد.
 (۲) افزایش نیرو: زیرا بازوی محرک بزرگتر از بازوی مقاوم است. ($L_R > L_E$)
نکته: مزیت مکانیکی این اهرم همواره از یک بیش تر است.

(c) **حالت سوم:**

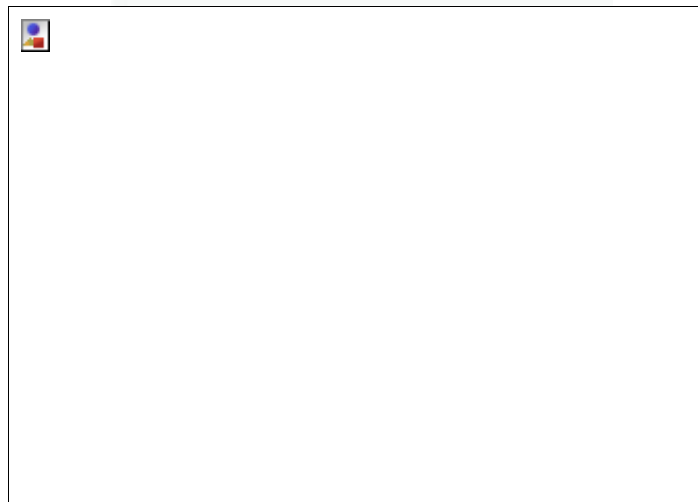
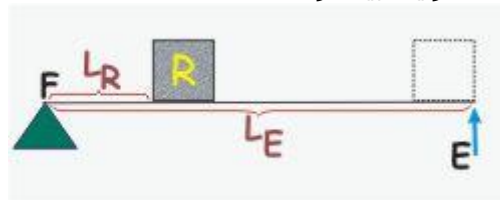


زمانیکه تکیه گاه بین نیروی محرک و نیروی مقاوم بوده ولی نزدیک به نیروی محرک باشد، در این حالت اهرم از راه های زیر به ما کمک می کند.

- (۱) تغییر جهت نیرو: زیرا تکیه گاه بین نیروی محرک و مقاوم قرار است.
 (۲) افزایش مسافت اثر نیرو: زیرا بازوی مقاوم بزرگتر از بازوی محرک است. ($L_R > L_E$)
نکته: مزیت مکانیکی این اهرم همواره از یک کم تر است.

(ب) **اهرم نوع دوم**

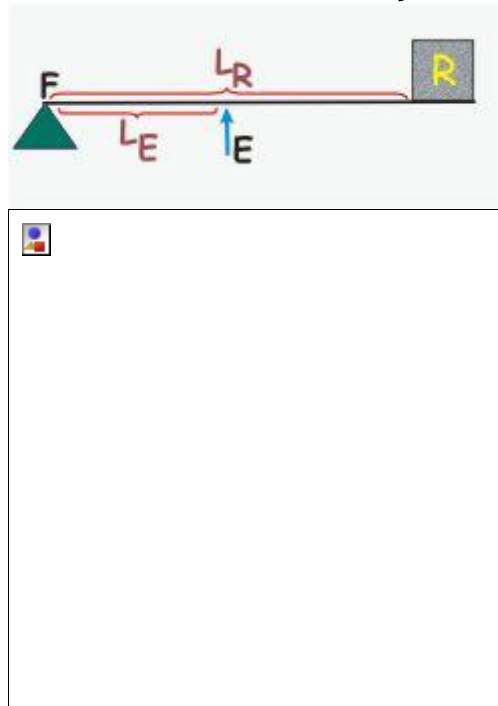
در این نوع اهرم نیروی مقاوم بین تکیه گاه و نیروی محرک قرار دارد. (مانند فندق شکن - فرغون) این نوع اهرم فقط از راه افزایش نیرو به ما کمک می کند. زیرا در این اهرم همواره بازوی محرک بزرگتر از بازوی مقاوم است.
 مزیت مکانیکی این اهرم همیشه از یک بیشتر است.



نکته: در این نوع اهرم، هر چه نیروی مقاوم به تکیه گاه نزدیک تر باشد، مزیت مکانیکی بیش تر می شود.

ج) اهرم نوع سوم

در این نوع اهرم نیروی محرک بین تکیه گاه و نیروی مقاوم قرار دارد. مانند (جاروی فراشی) این نوع اهرم، فقط از راه افزایش مسافت اثر نیرو به ما کمک می کند. زیرا بازوی مقاوم بزرگتر از بازوی محرک است. مزیت مکانیکی این اهرم همیشه کمتر است.



قانون اهرم ها

چنانچه اهرم در حال تعادل باشد، فرمول زیر صادق است:

بازوی مقاوم × نیروی مقاوم = بازوی محرک × نیروی محرک

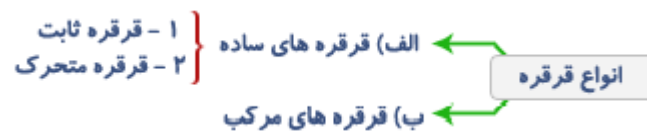
$$E \cdot L_E = R \cdot L_R$$

نکته: در صورتیکه از اصطکاک صرف نظر کنیم، مزیت مکانیکی اهرم را می توان از رابطه ی زیر نیز به دست آورد.

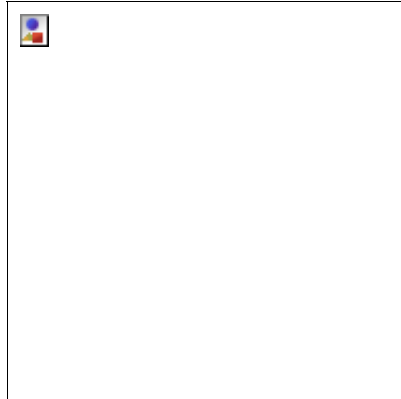
$$A = \frac{L_E}{L_R} = \frac{\text{طول بازوی محرک}}{\text{طول بازوی مقاوم}} = \text{مزیت مکانیکی}$$

۲. قرقره:

چرخشی شیاردار است که حول یک محور می چرخد.



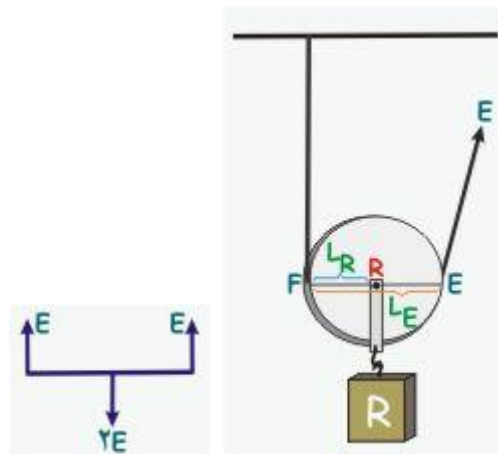
قرقره ثابت:



مزیت مکانیکی این قرقره همواره برابر یک است و از راه تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند.
توجه: این قرقره نظیر اهرم نوع اول حالت اول است.

قرقره متحرک:

این قرقره آزادانه بر روی ریسمان (طناب) جا به جا می شود.
 این قرقره از راه افزایش نیرو به ما کمک می کند.
 مزیت مکانیکی کامل این قرقره برابر ۲ است. زیرا بازوی محرک (قطر چرخ) همواره دو برابر بازوی مقاوم (شعاع چرخ) است.

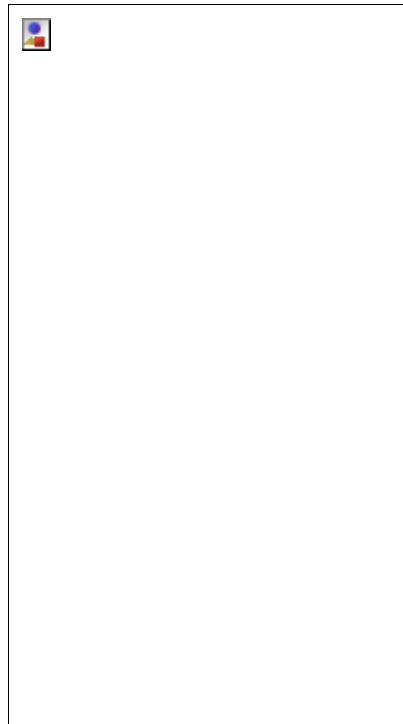
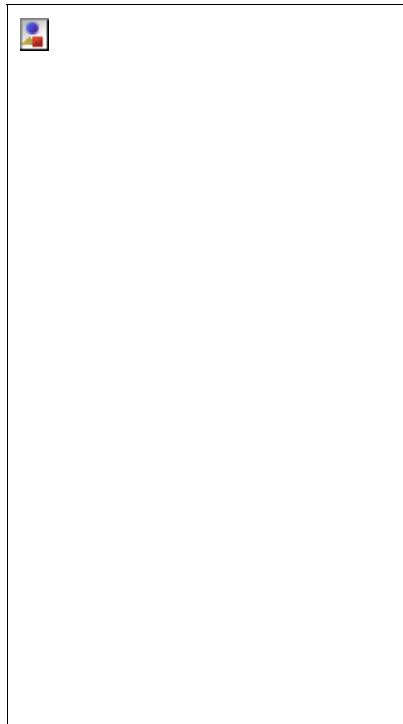


نکته: قرقره متحرک مانند اهرم نوع دوم است، با این تفاوت که مزیت مکانیکی اهرم (با تغییر دادن محل نیروی مقاوم) قابل تغییر است در حالیکه مزیت مکانیکی این قرقره تغییر نمی کند. ($A=2$)

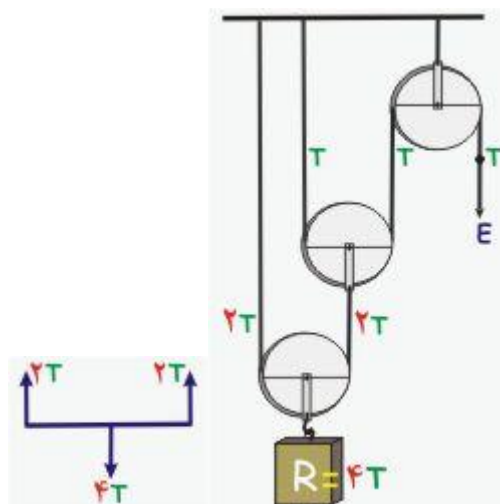
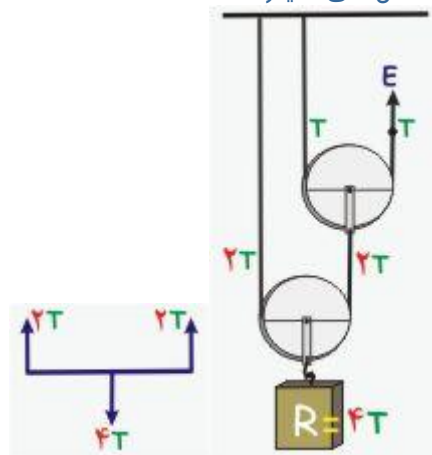
دستگاه قرقره مرکب:

برای آنکه به مزیت های مکانیکی بالاتری دست یافت می توان دو یا چند قرقره ثابت و متحرک را با هم ترکیب کرد و یک قرقره مرکب به وجود آورد. در این حالت قرقره ها را به شکل های مختلفی با یکدیگر ترکیب می کنیم.

- الف) در یک روش، برای بستن تمام قرقره ها فقط از یک رشته نخ استفاده می شود.
 در این حالت برای به دست آوردن مزیت مکانیکی کامل دستگاه به دو صورت عمل می کنیم:
- ۱- تعداد نخ های متصل به قرقره متحرک را می شمیریم.
 - ۲- نیروی کشش نخ (T) را مشخص کرده و مزیت مکانیکی کامل را به دست می آوریم.



ب) فرقه های ارشمیدس:
برای اتصال این فرقه ها به یکدیگر از چند رشته نخ استفاده می شود.
برای بدست آوردن مزیت مکانیکی کامل این دستگاه از دو راه استفاده می شود:
الف) نیروی کشش نخ (T) را مشخص می کنیم.

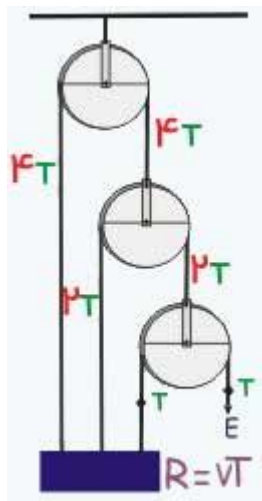


توجه: وجود قرقره ثابت در مزیت مکانیکی کامل دستگاه هیچ تاثیری ندارد ولی چون کشیدن ریسمان به سمت پایین آسانتر از کشیدن به سمت بالاست گاهی برای آسانتر شدن کار از قرقره ثابت استفاده می شود.

۲- برای به دست آوردن مزیت مکانیکی این قرقره ها را می توان از فرمول $A = 2^n$ نیز استفاده کرد. (n = تعداد قرقره متحرک است.)

مثال: در دستگاه بالا از دو قرقره متحرک استفاده شده است پس $A = 2^2 = 2 \times 2 = 4$

ج) ممکن است قرقره به صورت زیر به یکدیگر وصل شده باشند، در این صورت برای به دست آوردن مزیت مکانیکی کامل. (۱) از راه کشش نخ استفاده می کنیم.



۲) از فرمول زیر به دست آوریم ($A = 2^{n-1}$) (n = تعداد قرقره های ثابت و متحرک است.)
مثال: در دستگاه بالا از ۳ قرقره استفاده کردیم:
 $A = 2^3 - 1 = 8 - 1 = 7$

تذکر: قرقره ها را به شکل های گوناگون می توان با هم ترکیب کرد. در هر مورد برای به دست آوردن مزیت مکانیکی کامل می توان از نیروی کشش نخ استفاده کنیم.

۳- چرخ محور:

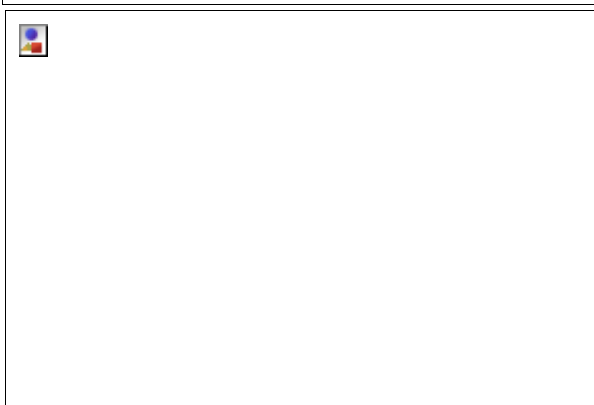
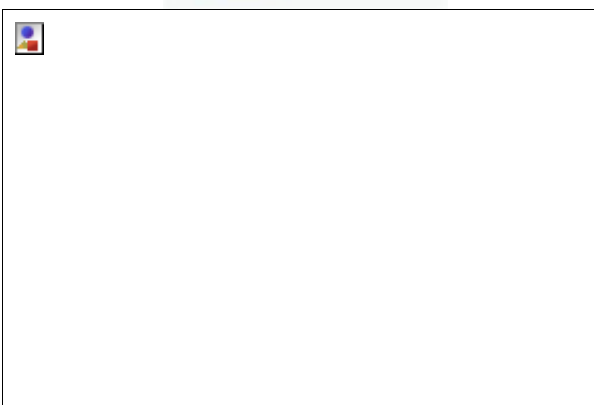
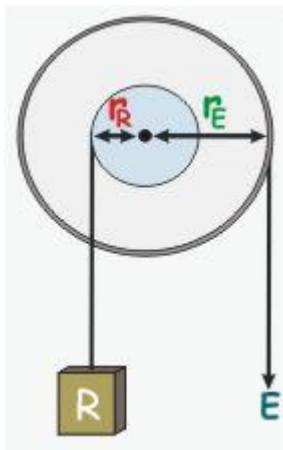
چرخ و محور چرخشی است که به مرکز آن یک میله وصل شده است. با چرخاندن چرخ، میله نیز می چرخد.

فرمان اتومبیل-آچار پیچ گوشتی- کلید درب-مداد تراش رومیزی-چرخ چاه-چرخ گوشت دستی نمونه هایی از ماشین چرخ و محور هستند.

F60

نکته ۱: در چرخ و محور اگر نیروی محرک را به چرخ و نیروی مقاوم را به محور وارد کنند در این حالت چرخ و محور از طریق افزایش نیرو به ما کمک می کند...

زیرا بازوی محرک (شعاع چرخ = r_E) از بازوی مقاوم (شعاع محور = r_R) بزرگتر خواهد شد و مزیت مکانیکی آن از یک بیش تر خواهد شد.



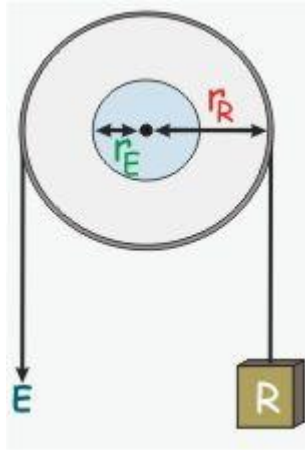
در چرخ و محور بین شعاع (قطر) چرخ و شعاع (قطر) محور و نیروهایی که به چرخ و محور وارد می شود. رابطه ی زیر برقرار است. (در صورت نظر از اصطکاک)

$$\frac{\text{نیروی که بر محور وارد می شود}}{\text{نیروی که بر چرخ وارد شود}} = \frac{\text{شعاع (قطر) چرخ}}{\text{شعاع (قطر) محور}}$$

$$\frac{r_E}{r_R} = \frac{R}{E}$$

توجه: چون چرخ و محور به هم چسبیده اند تعداد دورهایی که چرخ و محور در یک مدت می چرخند باید مساوی باشند. اگر چرخ یک دور بچرخد نقطه اثر نیروی محرک به اندازه محیط چرخ $(2\pi r_E)$ جابه جا می شود و نقطه اثر نیروی مقاوم به اندازه محیط محور $(2\pi r_R)$ جابه جا خواهد شد.

نکته ۲: در چرخ و محور اگر نیروی مقاوم به چرخ و نیروی محرک به محور وارد شود، چرخ و محور از طریق افزایش مسافت اثر نیرو کمک می کند زیرا بازوی مقاوم (r_R) از بازوی محرک (r_E) بزرگتر خواهد شد و مزیت مکانیکی آن از یک کم تر خواهد شد.



نکته ۲: تغییر جهت نیرو در این ماشین بستگی به نحوه بستن ریسمان ها به چرخ و محور دارد.

چرخ و محور نیز نوعی اهرم است. با این تفاوت که :

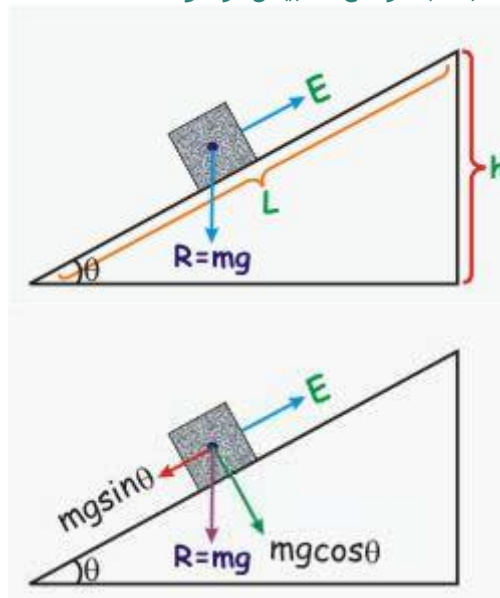
- ۱) چرخ و محور نه در دامنه ی حرکت محدودیت دارد و نه در مزیت مکانیکی
- ۲) اهرم پس از مدتی چرخش به دور تکیه گاه متوقف می شود ولی در چرخ و محور خیر.

۴- سطح شیب دار

هر سطحی که با سطح افق زاویه ای کوچکتر از ۹۰ درجه بسازد، سطح شیب دار است. به وسیله سطح شیب دار می توانیم یک جسم سنگین را با وارد کردن نیرویی کوچک تر از وزن آن، به داخل کامیون منتقل می کنیم. در این صورت به کمک یک نیروی کم اما در مسافتی طولانی، جسمی را به سمت بالا حرکت می دهیم.

اگر بخواهیم جسمی را در راستای قائم بلند کنیم باید نیرویی برابر وزن جسم (mg) به آن وارد کنیم ولی با استفاده از سطح شیب دار و با چشم پوشی از اصطکاک نیرویی کم تر از نیروی وزن ($mg \sin \theta$) لازم است تا جسم را از سطح زمین بالا برد.

نکته: هر چه زاویه سطح شیب دار کوچک تر باشد نیروی کم تری برای بالابردن جسم لازم است در نتیجه طول سطح شیب دار نسبت به ارتفاع آن بیش تر خواهد شد.



نکته ۱: در سطح شیب دار، طول سطح (L) جابه جایی نیروی محرک (d_E) و ارتفاع سطح (h) جابه جایی نیروی مقاوم (d_R) خواهد بود. هرگاه نیروی محرک به اندازه طول سطح شیب دار (L) جابه جا شود، نیروی مقاوم به اندازه ارتفاع سطح شیب دار (h) جابه جا خواهد شد.

$$d_E = L \quad , \quad d_R = h$$

نکته ۲: برای آنکه بخواهیم سینوس یک زاویه را به دست آوریم از راه زیر استفاده می کنیم.

$$\frac{\text{ضلع مقابل زاویه}}{\text{وتر}} = \text{سینوس یک زاویه}$$

$$\text{در سطح شیب در } \rightarrow \sin \theta = \frac{h}{L} \rightarrow h = L \sin \theta$$

مزیت مکانیکی کامل سطح شیب دار از رابطه زیر به دست می آید.

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

$$\text{کامل } A = \frac{dE}{dR} \quad \text{یا} \quad \text{کامل } A = \frac{L}{h}$$

با توجه به رابطه ی $h = L \sin \theta$ داریم:

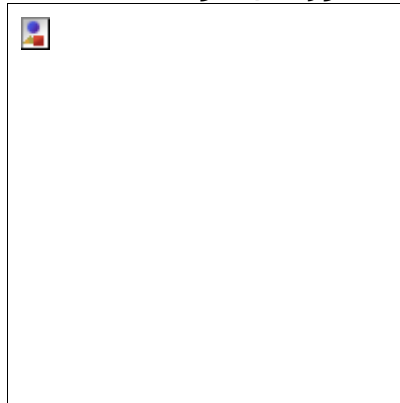
$$\text{کامل } A = \frac{L}{L \sin \theta} \rightarrow \text{کامل } A = \frac{1}{\sin \theta}$$

توجه: چون در عمل همیشه مقداری نیروی اصطکاک وجود دارد. بنابر این برای بالابردن جسم بر روی سطح شیب دار نیروی بیش تر از $mg \sin \theta$ لازم است و مقدار نیروی محرک واقعی از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$E = mg \sin \theta + f \quad (\text{نیروی اصطکاک})$$

گوه:

یک سطح شیب دار متحرک است و معمولا از دو سطح شیب دار ساخته شده است. نوک تیر، قیچی، چاقو و هر وسیله تیز و برنده گوه است. یکی از کاربردهای گوه شکاف دادن تنه درختان است. وقتی با پتک به گوه نیرو وارد می شود، گوه به جلو رانده می شود در نتیجه از طریق سطوح جانبی گوه، نیروی بزرگتری به هر طرف شکاف وارد می شود.



نکته ۱: طول گوه جابه جایی نیروی محرک و ضخامت گوه، جابه جایی نیروی مقاوم است.

نکته ۲: طول گوه را با L ضخامت گوه را با t نشان می دهند.
 $d_E = L$, $d_R = t$

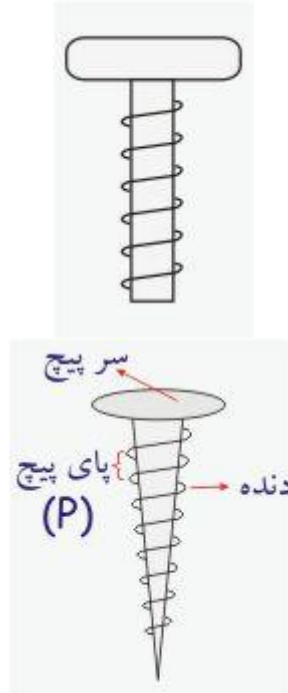
مزیت مکانیکی کامل گوه:

$$\text{کامل } A = \frac{dE}{dR} = \frac{L}{t}$$

نکته: هر چه طول گوه نسبت به ضخامت گوه بیش تر باشد، یعنی گوه نازک تر باشد، مزیت مکانیکی کامل آن بیش تر است.

پیچ:

سطح شیب داری است که دور یک میله پیچیده شده است.



به هر برآمدگی پیچ یک دنده می گویند. فاصله ی دو برآمدگی یا دو فرو رفتگی پیچ را پای پیچ می گویند. پای پیچ با حرف P نمایش داده می شود. هرگاه محیط پیچ یک دور کامل بچرخد پیچ به اندازه فاصله یک دنده تا دنده دیگر (پای پیچ) جابه جا می شود.

نکته: محیط پیچ جابه جایی نیروی محرک و پای پیچ، جابه جایی نیروی مقاوم است. مزیت مکانیکی کامل پیچ از رابطه زیر به دست می آید.

$$\text{محیط دایره} = 2\pi r$$

$$\text{مزیت مکانیکی کامل } A = \frac{dE}{dr} = \frac{\text{محیط پیچ}}{\text{پای پیچ}} = \frac{2\pi r}{p}$$

نکته: از پیچ های استوانه ای برای اتصال قطعات فلزی و از پیچ های نوک تیز برای اتصال قطعات چوبی استفاده می شود. از ترکیب پیچ و گوه، مته به وجود می آید.

چگونه می توان از ماشین های ساده کمک بیش تری گرفت؟

۱- با ایجاد تغییراتی در آن ها

۲- با ترکیب کردن آن ها

هنگامی که دو یا چند ماشین ساده با هم ترکیب شوند و ماشین جدیدی را به وجود آورند، ماشین مرکب یا پیچیده ساخته می شود.

مثال: از ترکیب گوه و اهرم، قیچی ساخته می شود.

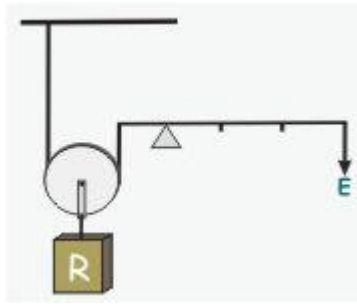
مزیت مکانیکی ماشین های مرکب:

در ماشین های مرکب مزیت مکانیکی کل دستگاه را می توان از حاصل ضرب مزیت مکانیکی ماشین های ساده سازنده آن به دست آورد.

$$\text{مزیت مکانیکی کامل } A = A_1 \times A_2 \times A_3 \times \dots$$

مثال: در شکل زیر با صرف نظر از اصطکاک

الف) مزیت مکانیکی کامل دستگاه را محاسبه کنید.



ب) اگر نیروی محرک ۴۰۰ نیوتن باشد بر چه نیروی مقاوم می توان غلبه کرد؟

$$A_1 = 2 \quad \text{مزیت مکانیکی قرقره متحرک}$$

$$A_2 = \frac{LE}{LR} = \frac{3}{1} = 3 \quad \text{مزیت مکانیکی اهرم}$$

$$A = A_1 \times A_2 = 2 \times 3 = 6 \quad \text{کامل}$$

با چشم پوشی از اصطکاک:

مزیت مکانیکی کامل دستگاه و مزیت مکانیکی واقعی با یکدیگر برابر هستند پس $A = 6$ کامل $A =$ واقعی

$$A = \frac{R}{E} \quad \Rightarrow \quad 6 = \frac{R}{400} \quad \Rightarrow \quad R = 2400 \text{ N}$$

آدرس لینک صفحه : www.olympiademi.ir/Sub-file/physic/3/f6/physic-3-f6.htm

اجرا و پشتیبانی توسط مؤسسه فناوری اطلاعات کاشف