به نام خدا

نکات مهم فصل نهم پایه نهم درس علوم تجربی

ماشین ها

ماشین‌ها چگونه کار می‌کنند ؟

تصور زندگی بدون ماشین بسیار سخت است ، زندگی بشر درحال حاضر به ماشین‌هایی که ساخته و در اختیار دارد ، وابسته است.

ماشین‌ها :

به ما کمک می‌کنند تا زندگی راحت تر داشته باشیم و به ما فرصت انجام کارهای فراتر از انتظار را می‌دهند ، هر ماشینی برای منظور و کار مشخصی طراحی و ساخته شده است . برای درک بهتر موضوع خوب است با ورودی و خروجی ماشین‌ها توجه کنیم .

ورودی ماشین : شامل همه آن چیزهایی است که انجام می‌دهیم تا ماشین کار کند .

خروجی ماشین : چیزی است که ماشین برای ما انجام می‌دهد .

مثلاً : برای حرکت دوچرخه نیرویی که به پدال وارد می‌کنیم (ورودی ماشین)

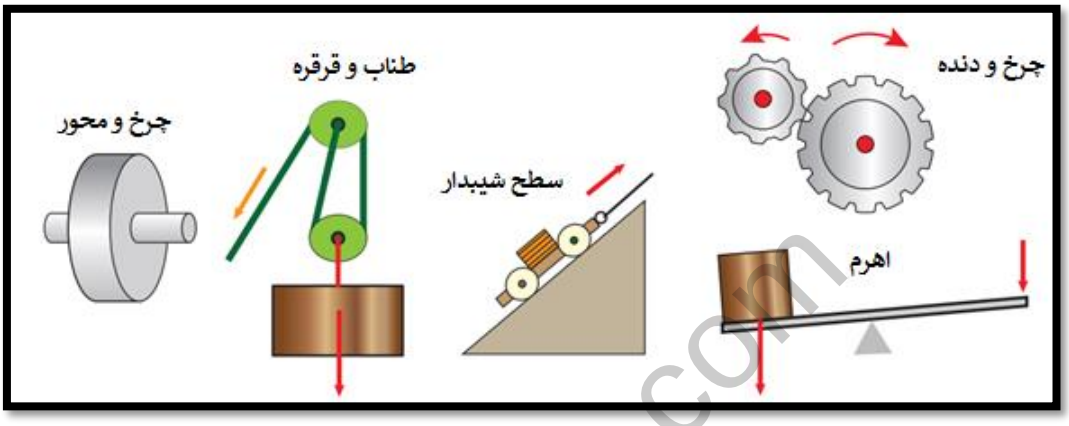
حرکتی که دوچرخه انجام می‌دهد ، مانند سریع‌تر حرکت کردن یا از یک شیب بالا رفتن (خروجی ماشین)

www.ist20.com

نکته : ورودی یا خروجی ماشین‌ها ممکن است براساس نیرو ، گشتاور، توان یا انرژی بررسی شوند.

ماشین‌های ساده :

که عبارتند از : اهرم – طناب و قرقره – چرخ و دنده – سطح شیبدار – چرخ و محور



یک ماشین از تعدادی اجزای ساده درست شده است به هر کدام از این اجزاء **ماشین ساده** گفته می‌شود.

مثلاً یک اهرم ماشین ساده‌ای است که با آن می‌توان جسم سنگین را که وزن آن چند برابر وزن خودتان است را حرکت داد .

شخص با وارد کردن نیروی کوچکی بر دسته اهرم می تواند جسم سنگینی را بلند کند .

ماشین های پیچیده از تعدادی ماشین ساده بوجود می آیند که با ارتباط با هم یک هدف را دنبال می کنند .

در ساخت دوچرخه از اجزاء یا ماشین‌های ساده تری مانند **اهرم** ، **پیچ و مهره** ، **چرخ و محور** ، **چرخ و دنده** و ... استفاده شده است .

www.ist20.com

گشتاور نیرو :

یکی دیگر از اثرهای نیرو ، **اثر چرخانندگی آن** است.

مثلاً :

۱) برای باز و بسته کردن در اتاق به آن نیرو وارد می‌کنید و در حول لولایش می‌چرخد .

۲) با وارد کردن نیرو به دسته‌ی آچار، پیچ شل یا سفت می شود .

۳) با وارد کردن نیرو به فرمان دوچرخه آن را می‌چرخانید و دوچرخه را در جهتی که لازم است ، هدایت می‌کنید .

در همه‌ی این مثال‌ها با وارد کردن نیرو ، یک اثر چرخانندگی به وجود می‌آید .

در: حول محور لولای خود می‌چرخد.

دسته‌ی آچار: حول پیچ می‌چرخد.

فرمان اتومبیل: حول محور خود می‌چرخد.

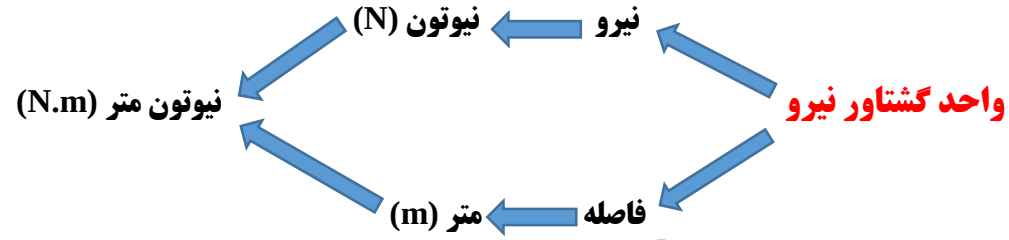
پارو: حول نقطه‌ی تکیه‌گاه می‌چرخد.

به اثر چرخانندگی یک نیرو **گشتاور نیرو** گفته می‌شود.

www.ist20.com

اندازه گشتاور نیرو از فرمول زیر به دست می آید :

اندازه نیرو × فاصله‌ی نقطه اثر نیرو تا محور چرخش = اندازه‌ی گشتاور نیرو



مثال : برای باز کردن مهره‌ای از آچاری به طول ۲۰cm استفاده می‌کنیم ، اگر نیروی وارد بر انتهای آچار ۴۰N باشد، اندازه گشتاور نیروی وارد شده بر آچار را به دست آورید.

جواب : $۲۰ \div ۱۰۰ = ۰/۲m$

اندازه نیرو × فاصله‌ی نقطه اثر نیرو تا محور چرخش = اندازه‌ی گشتاور نیرو

$۰/۲ \times ۴۰ = ۸\ N.m$

گشتاور نیرو به دو عامل بستگی دارد :

۱) اندازه‌ی نیرو

۲) فاصله‌ی نیرو تا محور چرخش

ماشین‌ها به چهار طریق به ما کمک می‌کنند :

۱) همه‌ی ماشین‌ها با انتقال نیرو به ما کمک می‌کنند.

۲) بعضی از ماشین‌ها با تغییر جهت نیرو به ما کمک می‌کنند.

۳) بعضی از ماشین‌ها با افزایش نیرو به ما کمک می‌کنند.

www.ist20.com

۴) بعضی از ماشین‌ها با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو به ما کمک می کند .

اهرم :

ساده‌ترین ماشینی است که حتی انسان‌های اولیه نیز از آن استفاده می‌کردند . در ساده ترین حالت ، یک میله و یک تکیه‌گاه می‌توانند یک اهرم باشند . مانند یک الاکلنگ که در وسط میله آن یک تکیه‌گاه قرار دارد . وقتی از یک طرف الاکلنگ نیرویی به سمت پایین وارد می‌شود ، آن سمت به طرف پایین و سمت مقابل به طرف بالا حرکت می‌کند .

اجزای یک اهرم :

۱) **نیروی محرک :** نیرویی که از طرف ما بر اهرم وارد می‌شود ، نیروی محرک می‌گویند .

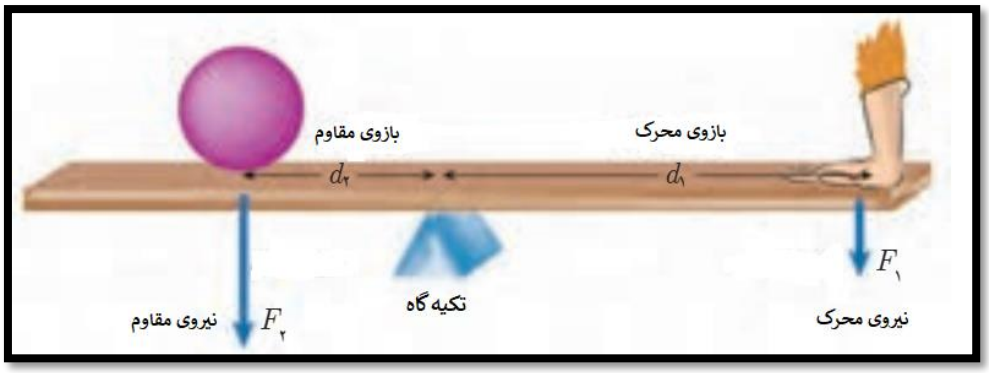
۲) **نیروی مقاوم :** نیرویی که اهرم به جسم وارد می‌کند .

۳) **تکیه‌گاه :** نقطه‌ای از اهرم است که اهرم حول آن دوران می‌کند .

۴) **بازوی محرک :** به فاصله‌ی نقطه اثر نیروی محرک تا تکیه‌گاه می‌گویند .

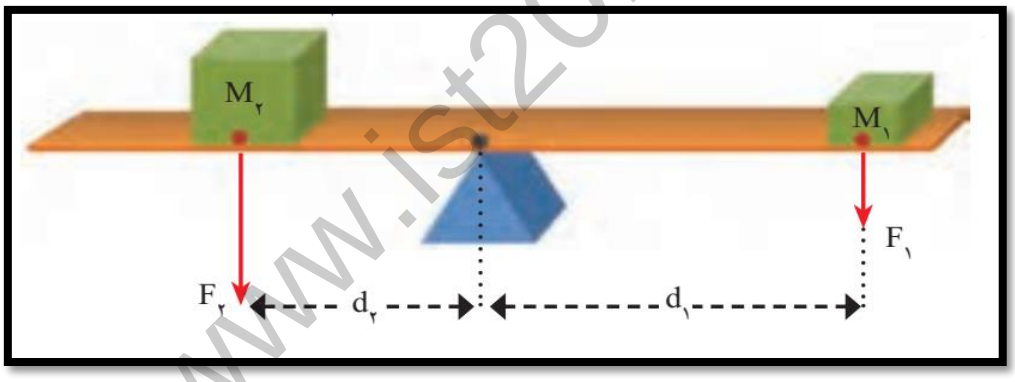
۵) **بازوی مقاوم :** به فاصله‌ی نقطه اثر نیروی مقاوم تا تکیه‌گاه می‌گویند .

www.isr20.com



می‌توان فاصله دو جسم از تکیه‌گاه اهرم را چنان تنظیم کرد که اهرم در حالت تعادل قرار گیرد .

در این حالت اثر چرخشی هر یک از نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند ، به عبارت دیگر در حالت تعادل اندازه گشتاور نیرویی که هر یک از نیروها نسبت به تکیه‌گاه ایجاد می‌کنند با هم برابر و جهت چرخششان مخالف یکدیگر است .



اهرم در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخد (ساعتگرد) ⟵ **گشتاور نیروی** $F_1 = F_1 \times d_1$

اهرم در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخد (پادساعتگرد) ⟵ **گشتاور نیروی** $F_2 = F_2 \times d_2$

در حالت تعادل :

گشتاور نیروی پاد ساعتگرد = گشتاور نیروی ساعتگرد

$$d_1 F_1 = d_2 F_2$$

مزیت مکانیکی : کمیتی است که به ما نشان می‌دهد یک ماشین به چه میزان نیروی ما را افزایش می‌دهد .

www.ist20.com

گاهی اوقات لازم است با وارد نمودن نیروی کمی بر نیروی مقاوم بزرگی غلبه کنیم .

وقتی می‌خواهیم با استفاده از جک اتومبیلی را بلند کنیم ، نیروی ما به اندازه ای افزایش می‌یابد که توانسته‌ایم اتومبیل را بلند کنیم ، درحالی‌که بدون استفاده از جک چنین کاری امکان‌پذیر نیست .

تعریف مزیت مکانیکی :

مزیت مکانیکی یک ماشین در حالت تعادل به صورت نسبت اندازه‌ی مقاوم به اندازه‌ی نیروی محرک است .

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

یا

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

سؤال :

مزیت مکانیکی واحد ندارد ، چرا ؟

www.ist20.com

نکات مهم:

۱) اگر مزیت مکانیکی ماشین بیشتر از یک باشد ، این ماشین با افزایش نیرو کمک می‌کند .

۲) اگر مزیت مکانیکی ماشین کم تر از یک باشد ، این ماشین با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو به ما کمک می‌کند .

۳) اگر مزیت مکانیکی ماشینی برابر یک باشد ، این ماشین با تغییر جهت نیرو به ما کمک می‌کند .

مثال	راه کمک ماشین	مزیت مکانیکی
اهرم نوع دوم	افزایش نیرو	۱ < مزیت مکانیکی
اهرم نوع سوم	افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو	۱ > مزیت مکانیکی
الاکلنگ	فقط تغییر جهت نیرو	۱ = مزیت مکانیکی

مثال: ماشینی با کمک نیروی محرک ۶۰۰ نیوتونی توانسته است بر نیروی مقاوم ۲۰۰ نیوتونی غلبه کند .

الف) مزیت مکانیکی آن را حساب کنید .

ب) این ماشین به چه طریقی به ما کمک می‌کند ؟

راه حل الف)

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازه‌ی نیروی مقاوم}}{\text{اندازه‌ی نیروی محرک}} = \frac{۲۰۰}{۶۰۰} = \frac{۱}{۳} \quad \text{مزیت مکانیکی}$$

ب) چون مزیت مکانیکی آن کمتر از یک است پس با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو به ما کمک می‌کند .

انواع اهرم :

اهرم را براساس : موقعیت قرار گرفتن تکیه‌گاه و محل قرار گرفتن نیروی محرک و نیروی مقاوم به سه نوع تقسیم می شوند .

۱) اهرم نوع اول ۲) اهرم نوع دوم ۳) اهرم نوع سوم

اهرم نوع اول :

زمانی که تکیه گاه بین نیروی محرک و نیروی مقاوم باشد که خود به سه حالت دسته بندی می شود :

حالت اول : زمانی‌که تکیه‌گاه کاملاً در وسط اهرم باشد.

فقط با تغییر جهت نیرو کمک می‌کند . طول بازوی مقاوم = طول بازوی محرک

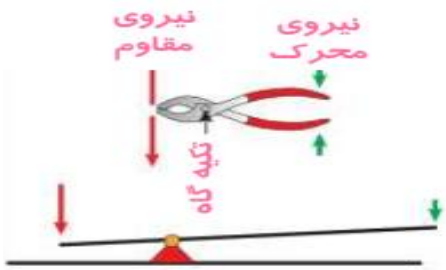
مثال : الاکلنگ ، ترازوی دو کفه‌ای

حالت دوم : تکیه‌گاه به نیروی مقاوم نزدیک باشد ، در این صورت با افزایش نیرو و تغییر جهت نیرو کمک می‌کند .

طول بازوی مقاوم < طول بازوی محرک

www.ist20.com

مثال : میخ‌کش– دیلم – قیچی آهن بری



حالت سوم : تکیه‌گاه به نیروی محرک نزدیک باشد، در این صورت

طول بازوی مقاوم > طول بازوی محرک

با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو – تغییر جهت نیرو را کمک می‌کند .

مثال : سر انسان هنگام بالا و پایین شدن ، قیچی کاغذ بری

نکته : اهرم‌های نوع اول ، همگی تغییر جهت نیرو هم دارند .

اهرم نوع دوم :

در این حالت تکیه‌گاه در یک سر اهرم و نیروی مقاوم بین تکیه‌گاه و نیروی محرک قرار دارد.

بازوی مقاوم > بازوی محرک

همیشه با افزایش نیرو کمک می‌کند.

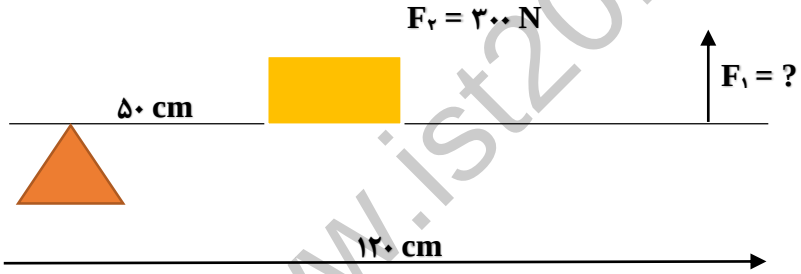
مزیت مکانیکی > ۱

www.ist20.com

مثال : چرخ دستی ، فرغون ، در باز کن نوشابه

مثال : کارگری قصد دارد به کمک یک فرغونی به طول ۱۲۰cm مقداری آجر به وزن ۳۰۰ نیوتون را جابه‌جا کند . اگر فاصله‌ی نقطه اثر نیروی وزن آجرها تا تکیه‌گاه فرغون (جلوی فرغون) ۵۰cm باشد :

الف) کارگر حداقل با چه نیرویی باید فرغون را بلند کند ؟



متر ۱/۲ = ۱۲۰ سانتی متر متر ۰/۵ = ۵۰ سانتی متر

$$F_1 d_1 = F_2 \ d_2$$

$$F_1 \times ۱/۲ = ۳۰۰ \times ۰/۵ \longrightarrow F_1 = ۱۲۵ \ N$$

ب) مزیت مکانیکی آن را حساب کنید.

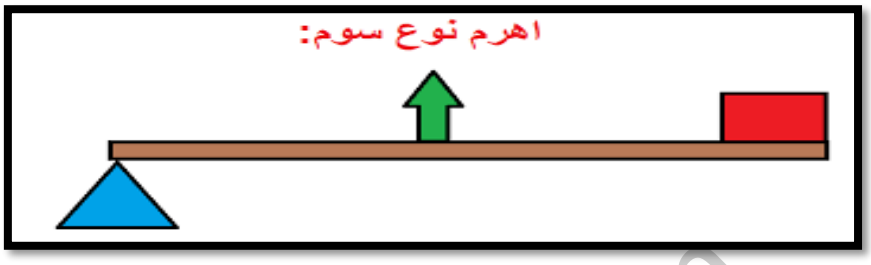
$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{۳۰۰}{۱۲۵} = ۲/۴$$

www.ist20.com

ج) این ماشین چگونه به ما کمک می‌کند ؟

با افزایش نیرو به ما کمک می‌کند ، چون مزیت مکانیکی آن بیشتر از یک است و اهرم نوع دوم می‌باشد.

اهرم نوع سوم : در این حالت نیروی محرک بین تکیه‌گاه و نیروی مقاوم قرار دارد.



بازوی مقاوم < بازوی محرک

با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو **۱ < مزیت مکانیکی**

مثال : جاروی فراشی ، راکت تنیس ، بیل ، حرکت ساعد دست

قرقره : با طناب و قرقره نیز می‌توان ماشینی ساده ساخت و با آن اجسام سنگین را بلند کرد .

تعریف قرقره : چرخی است شیاردار که حول یک محور آزادانه می‌چرخد ، پس قرقره محوری دارد که حول آن می‌تواند آزادانه بچرخد .

www.ist20.com

انواع قرقره :

قرقره ثابت : در این قرقره قلاب به جایی ثابت است و با حرکت طناب ، قرقره جابه‌جا نمی‌شود .

۱) تکیه‌گاه قرقره ثابت محور آن است ، مزیت مکانیکی آن برابر یک است ، زیرا

نیروی مقاوم = نیروی محرک یا طول بازوی مقاوم = طول بازوی محرک

۲) با تغییر جهت نیرو کمک می‌کند.

۳) مانند اهرم نوع اول حالت اول (تکیه‌گاه در وسط)

مثال : قرقره‌ی پرچم – قرقره پرده ی کرکره ای

طول بازوی مقاوم و محرک برابر شعاع چرخ قرقره است . در قرقره ثابت اگر از وزن طناب و اصطکاک صرفنظر کنیم :

نیروی محرک = نیروی مقاوم

تعریف قرقره متحرک : اگر یک سر طناب را به نقطه‌ای وصل کنیم و قرقره را از محل شیار روی طناب قرار دهیم ، به طوری که با کشیدن سر دیگر طناب محور قرقره آزادانه جابه‌جا شود و درنتیجه قرقره به حرکت درمی‌آید .

www.ist20.com

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول بازوی محرک}}{\text{طول بازوی مقاوم}} \Leftarrow \begin{matrix}\text{طول بازوی محرک} = \text{قطر قرقره} \\ \text{طول بازوی مقاوم} = \text{شعاع قرقره}\end{matrix}$$

$$\text{مزیت مکانیکی} \Rightarrow \frac{\text{قطر قرقره}}{\text{شعاع قرقره}} = \frac{\text{۲ تا شعاع}}{\text{شعاع}} = ۲$$

با افزایش نیرو کمک می‌کند .

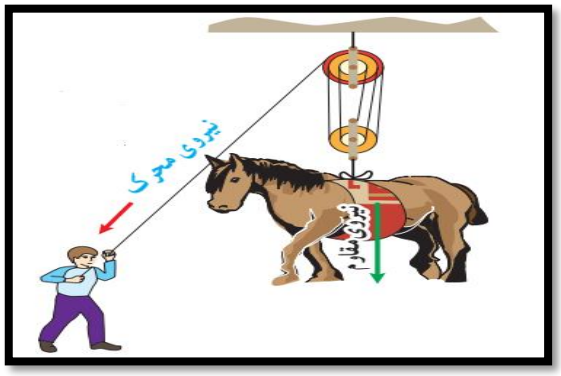
نکات مهم قرقره متحرک :

قرقره متحرک مانند اهرم نوع دوم است ، تکیه‌گاه آن شیار پایینی قرقره است .

مزیت مکانیکی آن ۲ است .

قرقره مرکب : با ترکیب دو یا چند قرقره می‌توانیم ماشین ساده‌ای به نام قرقره مرکب ساخت .

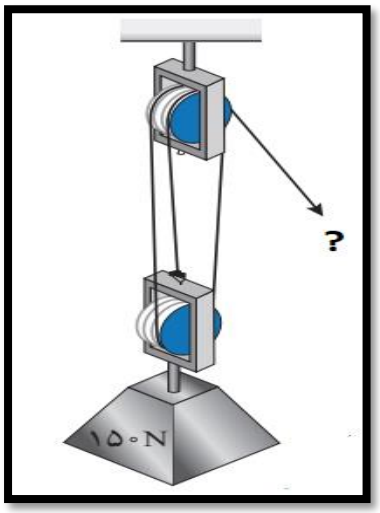
مزیت مکانیکی قرقره مرکب : یک روش آن این است که تعداد طناب‌هایی که متصل به قرقره متحرک است را می‌شماریم . (مانند شکل های داخل کتاب)



www.ist20.com

قرقره مرکب دارای مزیت‌های مکانیکی مختلفی است .

مثال : با توجه به شکل مقدار نیروی محرک را به دست آورید .



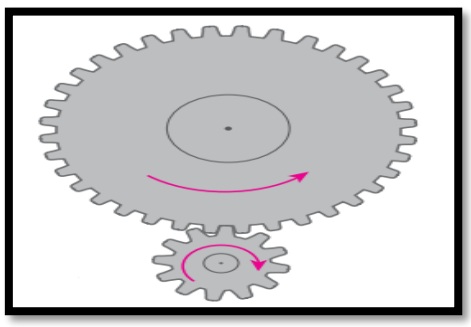
راه حل :

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

$$\text{مزیت مکانیکی} = ۳$$

$$۳ = \frac{۱۵۰}{\text{نیروی محرک}} \Rightarrow \text{۵۰ نیوتن}$$

چرخ دنده : در اغلب ماشین‌هایی که می‌چرخند از چرخ دنده استفاده می‌شود . مانند یک دریل کوچک در سرعت‌های بالا به نیروی کمی احتیاج دارد . چرخ‌های بزرگ (پره‌دار) پشت کشتی‌های بخار به نیروی زیادی در سرعت‌های کم احتیاج دارد .



www.ist20.com

یک چرخ دنده به تنهایی نمی‌تواند کار انجام دهد . زمانی‌که دو یا چند چرخ دنده با ترکیب‌های مختلفی با هم درگیر شوند ، می‌توانند کار را انجام دهند .

چگونگی کارکرد چرخ دنده ها : به تعداد دندانه‌های آن بستگی دارد .

مزیت مکانیکی چرخ دنده‌ها از فرمول زیر به دست می‌آید :

$$\text{مزیت مکانیکی چرخ دنده} = \frac{\text{تعداد دندانه‌های چرخ دنده خروجی}}{\text{تعداد دندانه‌های چرخ دنده ورودی}}$$

مسئله : اگر تعداد دندانه‌های چرخ دنده‌ی بزرگ ۴۸ عدد و تعداد دندانه‌های چرخ دنده ی کوچک ۱۲ عدد باشد و نیروی محرک به چرخ دنده‌ی بزرگ وارد شود :

الف) مزیت مکانیکی آن را به دست آورید .

ب) به چه روشی به ما کمک می‌کند ؟

الف)

تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده ی ورودی = ۴۸

تعداد دندانه‌های چرخ‌دنده ی خروجی = ۱۲

$$\text{مزیت مکانیکی چرخ دنده} = \frac{\text{تعداد دندانه‌های چرخ دنده‌های خروجی}}{\text{تعداد دندانه‌های چرخ دنده‌های ورودی}}$$

$$\frac{۱۲}{۴۸} = \frac{۱}{۴}$$

ب) چون مزیت مکانیکی کمتر از یک است ، پس با افزایش سرعت و مسافت نیرو به ما کمک می‌کند .

www.ist20.com

نکات مهم :

۱) اگر نیروی محرک به چرخ دنده‌ی بزرگ تر وارد شود ، مزیت مکانیکی **کمتر از یک** و با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو کمک می‌کند .

۲) اگر نیروی محرک به چرخ دنده‌ی کوچک تر وارد شود ، مزیت مکانیکی **بیشتر از یک** و با افزایش نیرو به ما کمک می‌کند .

۳) از چرخ دنده‌ها می‌توان برای تغییر سرعت چرخش ، تغییر گشتاور یا تغییر جهت نیرو استفاده کرد .

مثال: در خودروها ، چرخ دنده ها با تغییر سرعت چرخشی سبب تغییر سرعت خودرو می‌شوند .

سطح شیب‌دار :

برای جابه‌جا کردن اجسام سنگین به داخل کامیون حمل بار از سطح شیب‌دار استفاده می‌کنیم. سطح شیب‌دار یک ماشین ساده است.

سطح شیب‌دار به ما کمک می کند 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 .

www.ist20.com

مزیت مکانیکی سطح شیب‌دار :

۱) **به فرض داشتن نیروها :** $\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}}$

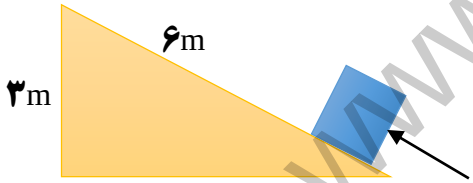
۲) $\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول سطح شیب‌دار}}{\text{ارتفاع}}$

نکته : مزیت مکانیکی سطح شیب دار **همیشه بزرگ‌تر از یک** است و با افزایش نیرو و تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند.

مثال : با توجه به شکل

الف) مزیت مکانیکی آن را به دست آورید .

ب) مقدار نیروی مقاوم چند نیوتن است ؟



نیروی محرک = ۱۰۰N

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول سطح شیب‌دار}}{\text{ارتفاع}} = \frac{۶}{۳} = ۲$$

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} \Rightarrow ۲ = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{۱۰۰} \rightarrow \text{نیروی مقاوم} = ۲۰۰\text{N}$$

www.ist20.com

به سوالات زیر پاسخ دهید .

۱ – توضیح دهید با چه آچاری می توان مهره ی محکم را آسان تر باز کرد ؟

۲ – چرا در مناطق کوهستانی قسمتی از جاده ها را به صورت پیچ های شیبدار می سازند ؟

۳ – مزیت مکانیکی ماشینی ۵ است ، این جمله به چه معناست ؟

۴ – ورودی و خروجی هر یک از ماشین های زیر چیست ؟

الف) هواپیما

ب) یخچال

۵ – دسته ی پاروی یک قایق مسابقه ۳ متر است ، اگر فاصله ی سر پارو (جایی که دست قایق ران قرار می گیرد) تا تکیه گاه ۶۰ سانتی متر باشد و قایق ران نیرویی به اندازه ی ۱۰۰ نیوتون را بر دسته ی پارو وارد کند انتهای پارو با چه نیرویی آب را به عقب هل می دهد ؟

www.ist20.com

تهیه و تنظیم : سرکار خانم قربانی

گروه آموزشی علوم تجربی استان گلستان شهرستان گرگان