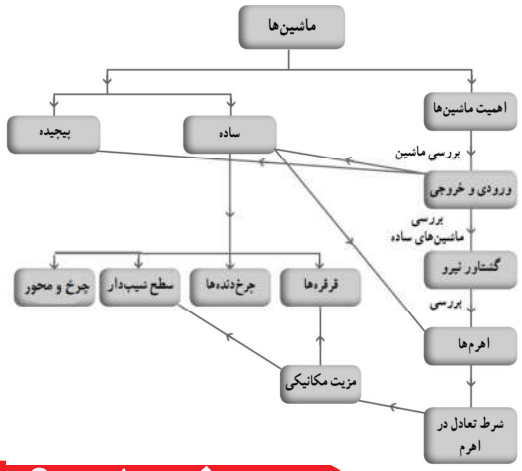
باسمه تعالی

"با کمال امتنان،پذیرای پیشنهادها و نظرهای علمی و ادبی عزیزان هستیم."

سربلند باشید-پورسالار-بهمن۹۹

با ویراستاری و همکاری استاد **محمد حجت پناه**-دزفول

@BioSalar_Ch



ماشین‌ها

فصل ۹

چگونه می‌توانیم جسمی راکه خیلی سنگین است، حمل یا جابه‌جا کنیم؟ به نظر شما ایرانیان دورهٔ 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 اجازهٔ انجام کارهای فراتر از انتظار را می‌دهند. بلندکردن خودرو به وسیلهٔ 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 هوشمندانهٔ 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.

۱. ماشین‌ها چگونه به ما کمک می‌کنند؟

۱–تغییر نقطه اثر نیرو–در تمام ماشین ها
۲–تغییر جهت نیرو $L_E=L_R$
۳–افزایش نیروی گشتاور $L_E>L_R$
۴–افزایش سرعت و مسافت اثرنیرو $L_E<L_R$
(توجه به شکل ۱۱)

تصور زندگی بدون ماشین، بسیار سخت است. ماشین‌ها در بیشتر کارهای روزانهٔ 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.[۲] 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.[۲] مثلاً برای حرکت دوچرخه، نیرویی که به پدال وارد می‌کنیم، ورودی ماشین وخروجی آن حرکتی است که دوچرخه انجام می‌دهد (مانند سریع‌تر حرکت کردن یا از یک شیب بالا رفتن).[۳] ورودی یا خروجی ماشین‌ها ممکن است براساس[۱] نیرو،[۲] گشتاور نیرو،[۳] توان یا[۴] انرژی (کار) بررسی شوند.[۳]

۲.منظور از کار ورودی و کار خروجی در یک ماشین چیست؟

اصل کار: کار ورودی=کار خروجی
کار(انرژی) ورودی = کار(انرژی) مفید خروجی + کار(انرژی) تلف شده

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

۳.ورودی یا خروجی ماشین ها بر چه اساسی بررسی می شوند؟

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:شیمیایی بدن–پتانسیل
خروجی:حرکتی–جنبشی

ورودی:شیمیایی بنزین
خروجی:حرکتی–گرمایی

ورودی:الکتریکی
خروجی:حرکتی–جنبشی

ورودی:شیمیایی بدن
خروجی:حرکتی–جنبشی

ورودی:الکتریکی
خروجی:حرکتی–جنبشی

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

انواع ماشین: ۱-ساده: ماشینی که ساختمان ساده داشته و پایه و اساس ساخت ماشین های دیگر است. اهرم، قرقره، چرخ و محور، سطح شیبدار و ... جزء ماشین های ساده اند.
۲-مرکب: ماشین هایی که از تعدادی ماشین ساده ساخته شده اند. مانند : قیچی، انبردست و ... .
۳-پیچیده: ماشین های که از ترکیب چند ماشین مرکب در کنار هم ایجاد شده اند مانند: چرخ خیاطی، چرخ گوشت، خودرو و ... .

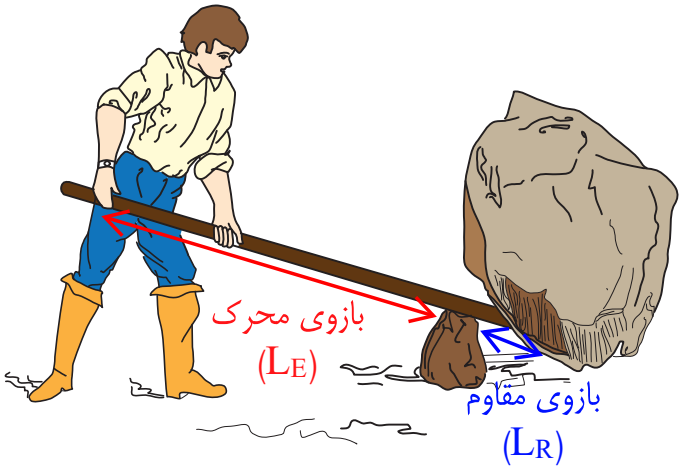
هر ماشینی می‌تواند از اجزای ساده‌تری به نام ماشین ساده تشکیل شده باشد. این اجزا با هم در ارتباط‌اند و یک هدف را دنبال می‌کنند؛ مثلاً در ساخت دوچرخه از ماشین‌های ساده‌ای مانند : ۱اهرم، ۲چرخ و محور، ۳پیچ و مهره، ۴چرخ‌دنده و ... استفاده می‌شود تا بتواند کار نیروی پا را تبدیل به انرژی جنبشی کند. دوچرخه به ما امکان حرکت سریع‌تر و جابه‌جایی بیشتری را می‌دهد.

شکل۳ ــ دوچرخه از اجزا یا ماشین‌های ساده‌تری مانند : اهرم، پیچ‌ومهره، چرخ و محور، چرخ و دنده و...تشکیل شده است.

۱. در ساخت دوچرخه از کدام ماشین های ساده استفاده می شود؟ به چه منظور استفاده می شود؟ دوچرخه چه کمکی به ما می کند؟

۲.ماشین ساده چیست؟

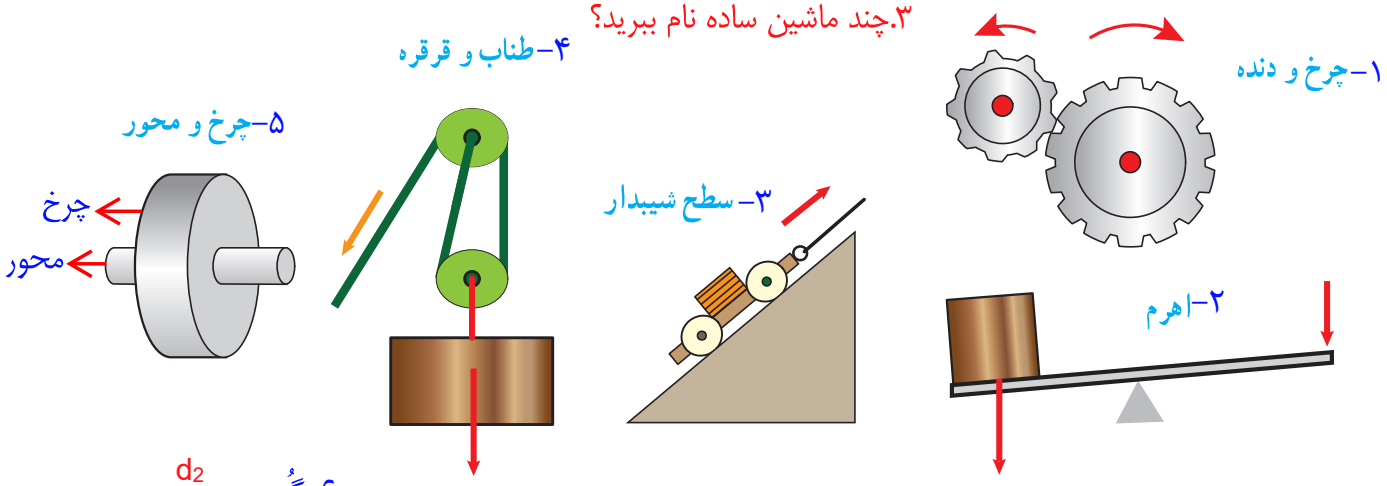
تولید خودرو، هواپیما، کشتی، ماهواره و دیگر ماشین‌های پیچیده با اختراع ماشین‌های ساده، صورت گرفته است.۲ یک ماشین ساده مانند اهرم، وسیله‌ای مکانیکی است که به کمک آن می‌توان فعالیت‌های مشکل را به سادگی انجام داد.۲ مثلاً با یک اهرم، شما می‌توانید یک جسم سنگین را که وزن آن چند برابر وزن خودتان است، حرکت دهید (شکل ۴).



شکل۴ ــ مرد با وارد کردن نیروی کوچکی بر دستهٔ اهرم می‌تواند جسم سنگینی را بلند کند.

در دورهٔ ابتدایی با ماشین‌های ساده‌ای مانند اهرم‌ها،سطح شیب‌دار و قرقره به صورت مقدماتی آشنا شدیم. در اینجا به بررسی دقیق‌تر برخی از انواع این ماشین‌ها می‌پردازیم.

۳.چند ماشین ساده نام ببرید؟



شکل۵ ــ برخی از انواع ماشین‌های ساده

۶-گوه

پورسالار ۹۷

۱.اثرات نیرو بر یک جسم را بنویسید.(یادآوری از علوم هفتم-ف۸)
۱-شروع حرکت ۲-تند شدن حرکت۳-کُند شدن حرکت۴-توقف حرکت
۵-تغییر شکل جسم۶-تغییر جهت حرکت۷-اثر چرخانندگی(گشتاوری).

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

گشتاور نیرو

در علوم سال‌های پیش اثر نیرو بر یک جسم را بررسی کردیم، یکی دیگر از اثرهای نیرو، اثر چرخانندگی 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 دستهٔ آچار، 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.

شکل۶ــ با وارد کردن نیرو به دسته آچار، پیچ می‌چرخد.

۲.منظور از گشتاور نیرو چیست؟

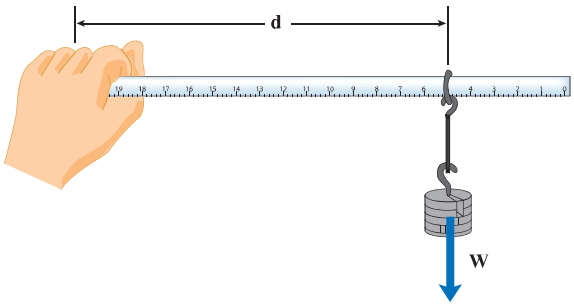
۲(اثر چرخانندگی یک نیرو را **گشتاور نیرو** می‌گوییم۲) برای شناسایی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو،آزمایش زیر را انجام دهید.

۳. عوامل موثر بر گشتاور نیرو کدامند؟

آزمایش کنید

هدف : بررسی عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو

وسایل و مواد لازم : حلقه، تعدادی وزنهٔ کوچک شکاف‌دار، خط‌کش، وزنه‌گیر



روش اجرا :

۱ــ خط‌کش را درون حلقه قرار دهید و وزنه‌گیر را آویزان کنید.

۲ــ انتهای خط‌کش را با دست خود بگیرید و به صورت افقی نگه دارید.

۳ــ در وزنه‌گیر، وزنه قرار دهید و به تدریج وزنه‌ها را زیاد کنید.

۴ــ اکنون وزنه‌ها را ثابت نگه دارید و فاصلهٔ حلقهٔ فلزی تا دستتان را کم و زیاد کنید.

از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ تغییر تعداد وزنه ها و تغییر فاصلهٔ آنها از دست، باعث تغییر نیروی وارد بر دست می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که۱-اندازه نیرو و ۲-فاصله نقطه اثر نیرو، بر اثر چرخشی(گشتاور) نیرو مؤثر است.

تأثیر چرخشی که دستتان احساس می‌کند و باید با آن مقابله کند تا خط‌کش را به صورت افقی نگه دارد، ناشی ازگشتاور نیرویی است که وزنه‌ها ایجاد کرده‌اند. همان طور که از آزمایش پی برده‌اید،۳(اندازهٔ نیرو و فاصلهٔ نیرو تا محور چرخش در گشتاور نیرو، مؤثر است)۳

۱. بزرگی(اندازهٔ) گشتاور نیرو از چه رابطه‌ای بدست می‌آید؟ یکای آن چیست؟

۱)بزرگی گشتاور نیرو برابر با حاصل ضرب اندازهٔ نیرو در فاصلهٔ محل اثر نیرو تا محور چرخش است.

شکل ۷ ــ بزرگی گشتاور نیرو به اندازهٔ نیرو و فاصلهٔ نقطه اثر نیرو تا محورچرخش بستگی دارد.

(۱) اندازهٔ نیرو × فاصلهٔ نقطه اثر نیرو تا محور چرخش = اندازهٔ گشتاور نیرو

با توجه به اینکه یکای نیرو نیوتون (N) و یکای فاصله متر (m) است، یکای گشتاور نیرو، نیوتون‌متر(Nm) است.)۱

با افزایش فاصلهٔ نقطه اثر نیرو تا محور چرخش میزان گشتاور نیرو نیز افزایش می یابد؛ زیرا اندازهٔ گشتاور نیرو حاصل ضرب این فاصله در اندازهٔ نیرو است.

خود را بیازمایید

توضیح دهید چرا با آچار بلندتر، مهرهٔ محکم را می‌توان آسان‌تر باز کرد؟

اکنون که با گشتاور نیرو آشنا شدیم، می‌توانیم درک بهتری از اساس کار برخی از ماشین‌های ساده به‌دست آوریم.

۲.چه هنگامی اندازهٔ گشتاور نیرویی که هر یک از نیروها نسبت به تکیه گاه ایجاد می کنند، باهم برابر و جهت چرخش شان مخالف یکدیگر است؟

شکل ۸ ــ در حالت تعادل گشتاور ناشی از وزن پسرها، هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگراند.

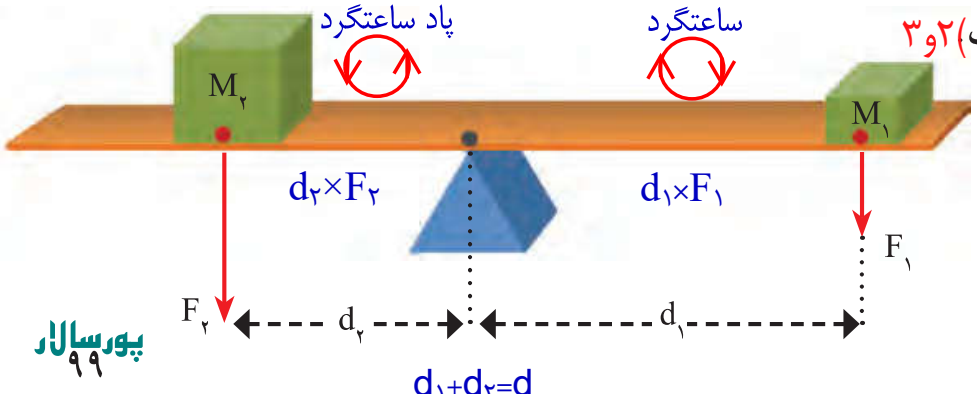
اهرم

ص۱۰۱/۱

اهرم‌ها به شکل‌های مختلفی وجود دارند. ساده‌ترین شکل اهرم، الاکلنگ است که در وسط میلهٔ آن، یک تکیه‌گاه قرار دارد. وقتی به یک طرف الاکلنگ نیرویی به سمت پایین وارد می‌شود،آن سمت به طرف پایین وسمت مقابل به طرف بالا حرکت می‌کند.

۲)می‌توان فاصلهٔ 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،۳)در حالت تعادل، اندازهٔ گشتاور نیرویی که هر یک از نیروها نسبت به تکیه‌گاه ایجاد می‌کنند، باهم برابر و جهت چرخششان مخالف یکدیگر است)۲و۳



۳.وضعیت گشتاورهای نیرو در حالت تعادل اهرم چگونه است؟

شکل ۹ ــ گشتاور ناشی از وزنهٔ (۱) می‌خواهد اهرم را ساعتگرد بچرخاند وگشتاور ناشی از وزنهٔ (۲) پاد ساعتگرد

پورسالار ۹۹

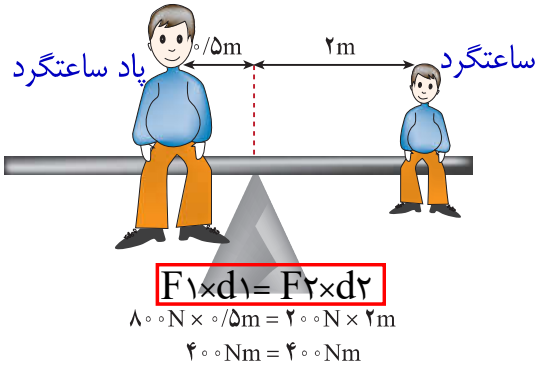
تذکر: برای مشخص بودن گشتاور نیروی محرک از گشتاور نیروی مقاوم در برخی از جاهای این کتاب نوشته به ترتیب از رنگ های قرمز و آبی استفاده شد.

در شکل ۹، گشتاور نیروی F_1 که از رابطهٔ $d_1 \times F_1$ به دست می‌آید، می‌خواهد اهرم را به صورت ساعتگرد (در جهت حرکت عقربه‌های ساعت) بچرخاند و گشتاور نیروی ناشی از F_2 که از رابطهٔ $d_2 \times F_2$ 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 پادساعتگرد هم اندازه است :

گشتاور نیروی پاد ساعتگرد=گشتاور نیروی ساعتگرد

$$d_1 \times F_1 = d_2 \times F_2 \qquad (۲)$$

مثلاً در شکل ۱۰ گشتاور نیروی ناشی از وزن پدر با گشتاور نیروی ناشی از وزن پسر، هم‌اندازه است، اما گشتاور ناشی از وزن پدر به صورت پادساعتگرد و گشتاور ناشی از وزن پسر به‌صورت ساعتگرد است و به همین دلیل آنها در تعادل‌اند.



شکل ۱۰ــ اندازهٔ گشتاور پادساعتگرد پدر برابر با اندازهٔ گشتاور ساعتگرد پسر است.

مزیت مکانیکی

۱. اصطلاحات زیر را تعریف کنید:
الف-نیروی محرک ب-نیروی مقاوم پ-بازوی محرک ت-بازوی مقاوم.

دیدیم برای بلندکردن 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)، فاصلهٔ نقطه اثر نیروی محرک تا تکیه‌گاه را بازوی محرک (d_1) و فاصلهٔ 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) $\frac{۱}{۴}$ نیروی مقاوم است. به طور کلی، مزیت مکانیکی یک ماشین در حالت تعادل، به صورت نسبت اندازهٔ نیروی مقاوم به اندازهٔ نیروی محرک، تعریف می‌شود :

۲. مزیت مکانیکی یک ماشین از چه رابطه ای بدست می آید؟

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازهٔ نیروی مقاوم}}{\text{اندازهٔ نیروی محرک}} \qquad (۳)$$

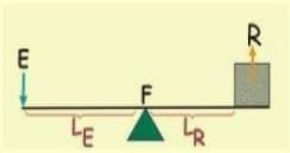
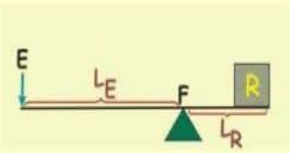
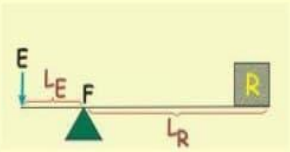
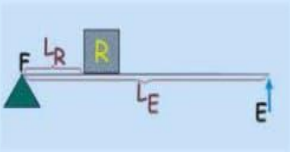
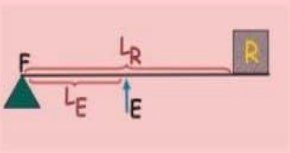
$A=\frac{F_2}{F_1}$

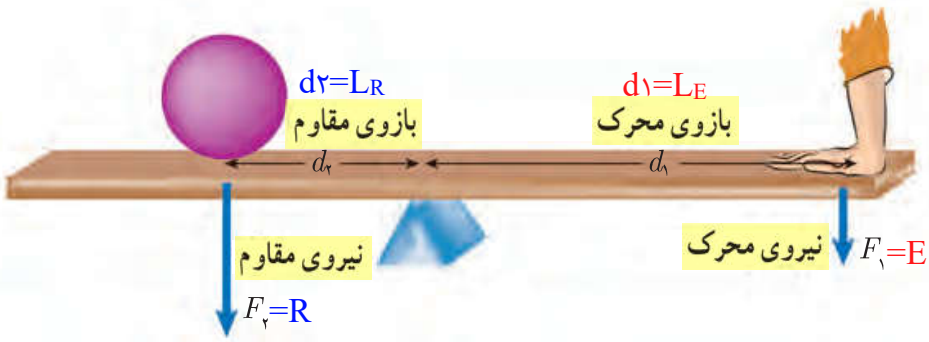
$A=\frac{R}{E}$

$F_2=R$=نیروی مقاوم
$F_1=E$=نیروی محرک

$F_1=F_2 \Longrightarrow A=1$ تغییر جهت نیرو
$F_1>F_2 \Longrightarrow A>1$ افزایش نیروی گشتاور
$F_1<F_2 \Longrightarrow A<1$ افزایش سرعت و مسافت اثرنیرو

پورسالار ۱۰۰

اهرم‌ها		توضیح	شکل	مثال	مزیت مکانیکی	نوع کمک
اهرم نوع اول LE+LR=L	حالت ۱	E و R وسط F		الاکلنگ - ترازوی دو کفه‌ای - قرقره ثابت	مساوی ۱	تغییر جهت نیرو
	حالت ۲	F نزدیک R		دیلم - سیم چین - میخ کش - انبردست - قیچی فلزبری	بیش تر از ۱	تغییر جهت نیرو افزایش نیرو
	حالت ۳	F نزدیک E		قیچی خیاطی	کم تر از ۱	تغییر جهت نیرو افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو
اهرم نوع دوم LE+LR>L		R بین E و F		فرغون - قرقره متحرک - فندق شکن - دربازکن نوشابه - کاتر صحافی - قیچی میلگرد بر - پاروی متصل به قایق	بیش تر از ۱	افزایش نیرو
اهرم نوع سوم LE+LR>L		E بین F و R		جاروی خراشی - راکت تنیس - چوب بیسبال و چوگان - استخوان ساعد و مچ - انبر یخ گیر و زغال گیر - موچین و پنس	کم تر از ۱	افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو



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

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

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

پاسخ :

$F_۱ = ?$ نیروی محرک ، ۱۵۰N=نیروی مقاوم ، ۲ = مزیت مکانیکی

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازهٔ نیروی مقاوم}}{\text{اندازهٔ نیروی محرک}} \longrightarrow ۲ = \frac{۱۵۰\ \text{N}}{F_۱} \longrightarrow F_۱ = \frac{۱۵۰\ \text{N}}{۲} = ۷۵\text{N}$$

فعالیت

نشان دهید در اهرم‌ها و در شرایط تعادل، مزیت مکانیکی از رابطهٔ زیر نیز به دست می‌آید.

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

گشتاور نیروی مقاوم=گشتاور نیروی محرک

$\Longrightarrow d_۱ \times F_۱ = d_۲ \times F_۲$

$\Longrightarrow \frac{F_۲}{F_۱} = \frac{d_۱}{d_۲}$

$d_۱ = d_۲ \Longrightarrow A = ۱$

$d_۱ > d_۲ \Longrightarrow A > ۱$

$d_۱ < d_۲ \Longrightarrow A < ۱$

$A = \frac{d_۱}{d_۲}$

$A = \frac{L_E}{L_R}$

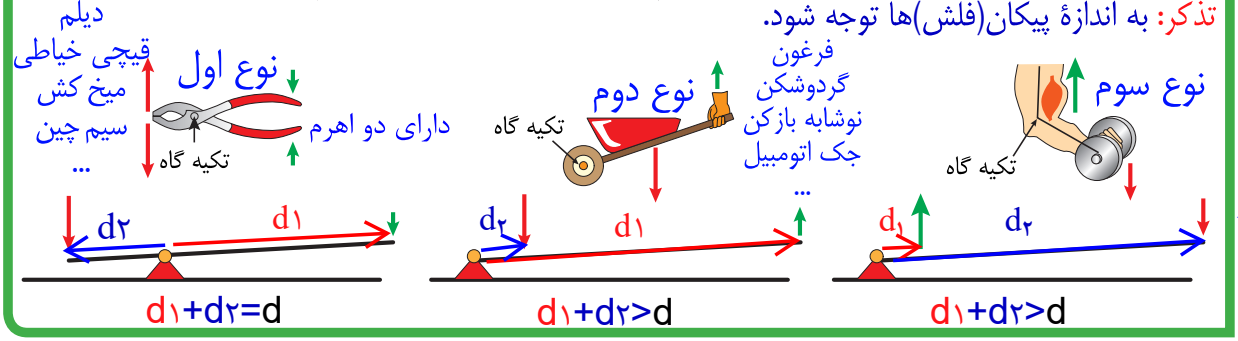
فعالیت

بازوی نیروی مقاوم=$d_۲ = L_R$

بازوی نیروی محرک=$d_۱ = L_E$

اهرم‌ها در بسیاری از ماشین‌های معمولی، دیده می‌شوند. اهرم‌ها را می‌توان برحسب محل قرار گرفتن تکیه‌گاه، نیروی محرک و نیروی مقاوم بررسی کرد. در هر یک از شکل‌های زیر تکیه‌گاه، محل وارد کردن نیروی محرک و نیروی مقاوم را نشان دهید. از وزن اهرم‌ها صرف‌نظر می‌شود.

تذکر: به اندازهٔ پیکان(فلش)ها توجه شود.



ساعد دست
منگنه
پنس
موچین
جاروفراشی
قلاب ماهی گیر
راکت تنیس
یخ گیر
...

$d_۱ > d_۲$

$d_۱ < d_۲$

نکته: اهرم نوع اول می‌تواند به سه حالت باشد.

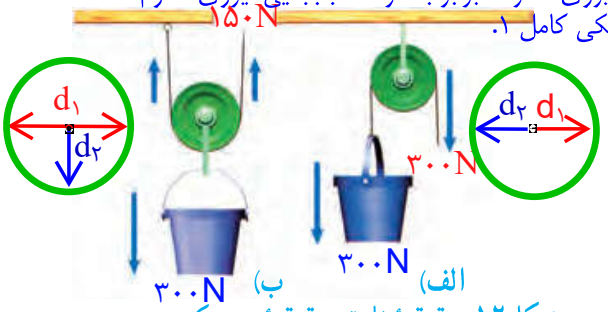
$d_۱ = d_۲$

$d_۱ > d_۲$

$d_۱ < d_۲$

قرقره‌ها : با طناب و قرقره نیز می‌توان ماشین ساده ساخت. با استفاده از چنین ماشینی می‌توان اجسام سنگین را بلند کرد (شکل ۱۳). هر قرقره محوری دارد که حول آن می‌تواند آزادانه بچرخد. در شکل ۱۲، دو روش اصلی استفاده از قرقره را مشاهده می‌کنید.

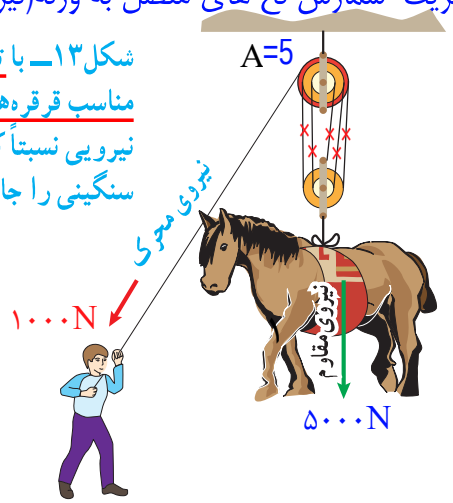
ویژگی قرقرهٔ ثابت:
۱-عدم جابجایی با حرکت طناب.
۲-سرعت جابجایی نیروی محرک برابر با سرعت جابجایی نیروی مقاوم.
۳-دارای مزیت مکانیکی کامل ۱.
۴-تغییر جهت نیرو.



شکل ۱۲ــ قرقرهٔ ثابت و قرقرهٔ متحرک

$d_1=d_2$ ← مزیت=۱ مزیت=۲ ← $d_1=2d_2$

مزیت=شمارش نخ های متصل به وزنه(نیروی مقاوم)



شکل ۱۳ــ با ترکیب مناسب قرقره‌ها می‌توان با نیرویی نسبتاً کوچک جسم سنگینی را جابه‌جا کرد.

فعالیت

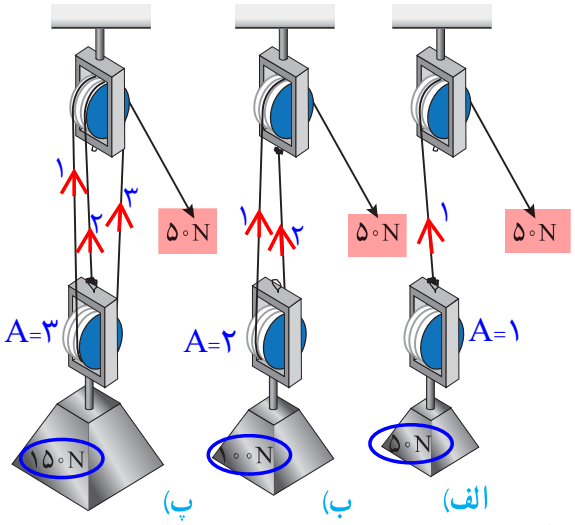
به کمک یک قرقرهٔ ثابت، یک قرقرهٔ متحرک، یک وزنهٔ معین و یک نیروسنج دربارهٔ مزیت مکانیکی قرقره‌های ثابت و متحرک شکل ۱۲ تحقیق کنید.

در قرقرهٔ ثابت مزیت مکانیکی=۱، چون $L_E=L_R$

در قرقرهٔ متحرک مزیت مکانیکی=۲، چون $L_E=2L_R$

(صرف نظر از وزن طناب)

وقتی یک طرفِ طناب سبکی را که انتهای آن به دیواری بسته شده‌است، با نیروی ۵N می‌کشیم، در تمام طول طناب، نیروی کشش ۵N برقرار می‌شود. 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 ۴۰نیوتونی باید نیروی محرک ۲۰N را وارد کنیم. شکل۱۴، سه ترکیب متفاوت از به هم بستن طناب و قرقره را نشان می‌دهد. در شکل الف برای بلندکردن وزنهٔ ۵۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) نیروی محرک ۵۰N لازم است. در شکل ب با نیروی محرک ۵۰N می‌توان وزنهٔ ۱۰۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد. در شکل پ با نیروی محرک ۵۰N می‌توان وزنهٔ ۱۵۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد.



شکل ۱۴ ــ بر اساس ترکیب قرقره‌ها با یک نیروی محرک ثابت نیروی مقاوم متفاوتی را می‌توان بلند کرد.

خود را بیازمایید

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

	شکل (الف)	شکل (ب)	شکل(پ)
اندازهٔ نیروی محرک	۵۰N	۵۰N	۵۰N
اندازهٔ نیروی مقاوم	۵۰N	.....	۱۵۰N
مزیت مکانیکی	.....	۲	.....

در شکل پ برای جابه‌جایی جسم سنگین ۱۵۰N از نیروی کوچک‌تر ۵۰N استفاده کردیم. یعنی با ترکیبی از قرقره‌ها و طناب توانستیم به کمک یک نیروی کوچک، جسم سنگینی را به سمت بالا جابه‌جا کنیم. اما در این فرایند،جابه‌جایی طناب، ۳ برابر جابه‌جایی وزنهٔ سنگین است. یعنی اندازهٔ کار نیروی محرک با اندازهٔ کار نیروی مقاوم برابر است (البته با صرف نظر کردن از اصطکاک). به عبارت دیگر برای آنکه وزنهٔ ۱۵۰ نیوتونی را به اندازهٔ ۱m بالا ببریم باید طناب را با نیروی ۵۰N به اندازهٔ ۳m بکشیم (هر یک از سه طناب متصل به وزنه ۱m جابه‌جا می‌شود). بنابراین براساس قانون پایستگی انرژی و با صرف نظر کردن از اصطکاک، می‌توانیم بنویسیم:

۱.رابطهٔ زیر را در چه شرایطی می توان نوشت؟ ۲.اصل کار یا قانون پایستگی انرژی چیست؟

(۴) اندازهٔ کار نیروی مقاوم= اندازهٔ کار نیروی محرک

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

پاسخ : الف) اندازهٔ کار نیروی محرک = نیروی محرک × جابه‌جایی = ۵۰N × ۰/۴m = ۲۰J

ب) اندازهٔ کار نیروی محرک = اندازهٔ کار نیروی مقاوم

۲۰J = نیروی مقاوم × جابه‌جایی

۲۰J = ۱۰۰N × جابه‌جایی

جابه‌جایی = ۰/۲ متر

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

جمع‌آوری اطلاعات

دربارهٔ نقش قرقره‌ها در زندگی اطلاعاتی را به همراه تصویر، جمع‌آوری کنید و آن را در کلاس گزارش دهید. توجه به پیوست

۱.دو شرط برای کارکرد چرخ دنده ها لازم است:۱- در تماس با هم باشند.۲- روی هم نلغزند(سر نخورند.)

چرخ‌دنده‌ها : در اغلب ماشین‌هایی که می‌چرخند از چرخ‌دنده استفاده می‌شود. ماشینی مانند یک دریل کوچک در سرعت‌های بالا به نیروی کمی‌احتیاج دارد و ماشین‌های دیگری مانند چرخ‌های بزرگ (پره‌دار) پشت کشتی‌های بخار، به نیروی زیادی در سرعت‌های کم، احتیاج دارند.

چگونگی کارکرد چرخ‌دنده‌ها به تعداد دندانه‌های آن، بستگی دارد. مثلاً در دندانه‌های نشان داده شده در شکل۱۶، چرخ‌دندهٔ بزرگ‌تر دارای ۳۶ دنده و دومی دارای ۱۲ دنده است. این چرخ‌دنده‌ها با هم تماس دارند و با فرض آنکه روی هم نمی‌لغزند (سُر نمی‌خورند)، وقتی چرخ‌دندهٔ بزرگ به اندازهٔ یک دنده می‌چرخد، چرخ‌دندهٔ 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 (دور۳= $\frac{\text{۳۶دنده}}{\text{۱۲دنده}}$).

استفادهٔ متفاوت از چرخ دنده

بدیهی است اگر چرخ‌دندهٔ کوچک سبب چرخش چرخ‌دندهٔ بزرگ شود، به‌ازای هر سه بار چرخیدن آن، چرخ‌دندهٔ بزرگ یک‌بار می‌چرخد. یعنی سرعت چرخش چرخ دندهٔ کوچک بیشتر از سرعت چرخش چرخ دندهٔ بزرگ است.

۲.چرخ دنده ها چگونه به ما کمک می کنند؟

این تبدیل‌ها در صنعت کاربردهای فراوانی دارد.[۲] از چرخ‌دنده‌ها می‌توان برای[۱] تغییر سرعت چرخش،[۲] تغییر گشتاور یا تغییر جهت نیرو استفاده کرد؛ مثلاً در خودروها چرخ‌دنده‌ها با تغییر سرعت چرخشی سبب تغییر سرعت خودرو می‌شوند.[۲]

نیرو ۳

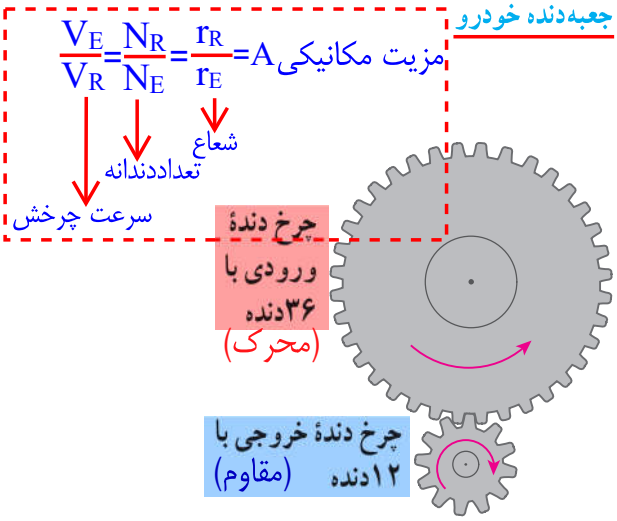
$A=\frac{\text{تعداد دندانه خروجی}}{\text{تعداد دندانه ورودی}}$

$A=۱$ ← تغییر جهت نیرو

$A>۱$ ← افزایش نیروی گشتاور

$A<۱$ ← افزایش مسافت[۳] اثر نیرو و سرعت انجام کار

شکل ۱۵ ــ ترکیب پیچیده‌ای از چرخ‌دنده در جعبه‌دنده خودرو



شکل۱۶ ــ به ازای هر بار چرخش چرخ دندهٔ بزرگ چرخ دندهٔ کوچک سه بار می‌چرخد.

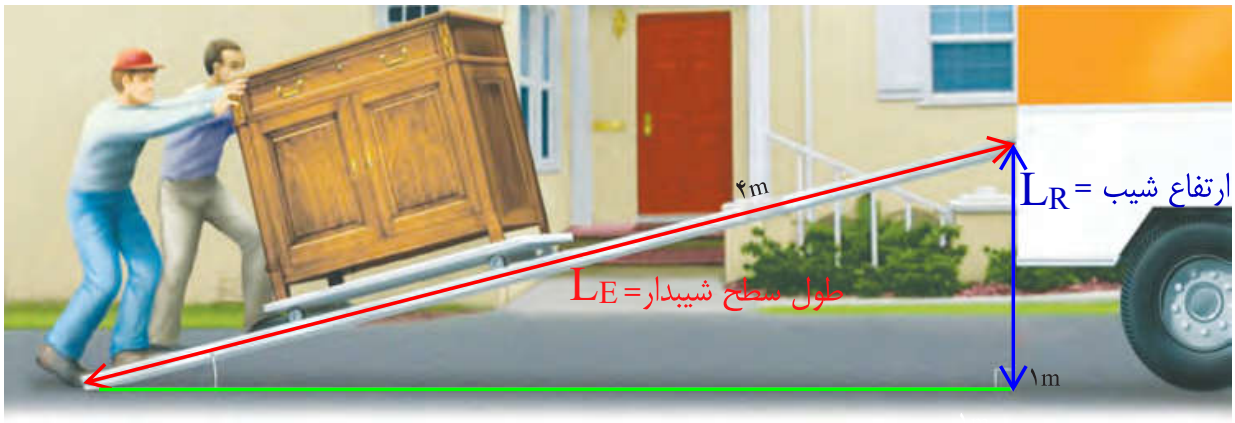
جمع‌آوری اطلاعات

دربارهٔ انواع چرخ‌دنده‌ها و کارکرد آنها اطلاعاتی را به همراه تصویر جمع‌آوری کنید و آن را به کلاس گزارش دهید. توجه به پیوست

انواع چرخ دنده می توان ساخت:۱-ساده ۲-مارپیچی ۳-مخروطی ۴-حلزونی و ... .

سطح شیبدار : فرض کنید می‌خواهیم اسباب‌کشی کنیم. می‌دانیم که[۳] 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 ــ رو به بالا ــ به آن وارد کنیم.[۳] 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.

۳. چرا جابه جا کردن وسایل سنگین بسیار سخت است؟



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

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. به‌عنوان مثال اگر فردی با صندلی چرخ‌دار بخواهد به اندازهٔ ۱m بالا برود، می‌تواند از یک سطح شیبدار ۱۰ متری استفاده کند. بنابراین در این حالت نیروی لازم برای بالا رفتن $\frac{۱}{۱۰}$ برابر می‌شود (البته با صرف‌نظر کردن از اصطکاک). یعنی نیروی محرک لازم $\frac{۱}{۱۰}$ نیروی مقاوم که وزن فرد و صندلی چرخ‌دار است، می‌شود؛ با استفاده از تعریف مزیت مکانیکی، مزیت این سطح شیبدار برابر است با :

طول سطح شیبدار = $L_E = ۱۰m$
ارتفاع شیب = $L_R = ۱m$

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{L_E}{L_R} = \frac{۱۰}{۱} = ۱۰$$

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\frac{۱}{۱۰}\ \text{نیروی مقاوم}} = ۱۰$$

فکر کنید

چرا در مناطق کوهستانی، قسمتی از جاده‌ها را به‌صورت پیچ‌های شیبدار می‌سازند؟

سطح شیبدار به ما کمک می کند تا با نیروی کمتر
اما در مسافتی طولانی تر جسم سنگین را به سمت
بالا حرکت دهیم؛ یعنی گشتاور نیرو افزایش می یابد.

ابن سینا

ابوعلی حسین‌بن‌عبدالله، ملقب به ابن سینا که در غرب به اَوی سینا معروف است، در سال ۳۵۹ هجری شمسی در اَفشنه در نزدیکی بخارا به دنیا آمد و در سال ۴۱۶ هجری شمسی در همدان درگذشت. ابن‌سینا که از کودکی هوشی سرشار داشت، به سرعت علوم زمان خود را فرا گرفت و در ۱۶ سالگی شروع به طبابت کرد. ابن‌سینا 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 گونهٔ قانون در پزشکی است، امّا او در علوم و فنون زمانهٔ خود نیز دستی بر آتش داشته است. کتاب معیارالعقول یکی از کتاب‌های منتسب به ابن سینا است که مباحث آن به فنّ طراحی و ساخت جراَثقال‌ها مربوط می‌شود و لذا از آثار مهندسی تمدن اسلامی محسوب می‌گردد. در این کتاب نخست به ماشین‌های ساده‌ای مانند اهرم‌های ساده و مرکب، قرقره‌های ساده و مرکب، چرخ و محور اشاره می‌شود که همگی اجزای تشکیل‌دهندهٔ جراَثقال‌ها هستند و سپس به خودِ جراَثقال پرداخته می‌شود. البته سوای این مطالب، ابن سینا در بخش طبیعیات کتاب‌های مهم خود مانند شفا، اشارات و تنبیهات و دانشنامهٔ علایی بخش نظری فیزیک مکانیک را نیز توسعه داد و قواعد جدیدی را برای توصیف حرکات عرضه کرد. او ضمن بحث عمیق دربارهٔ مفاهیم و کمیت‌های اساسی مکانیک نظری مانند جسم، ماده، هیئت، زمان، مکان، فضا و نظایر آن، عوامل یا نیروهای محرّکه را به دو دستهٔ داخلی و خارجی تفکیک کرد و ضمن تشریح منشأ هرکدام، سرانجام موفق به توصیف درست حرکت‌هایی شد که مکانیک ارسطویی از تبیین آنها عاجز بود.

با تشکر ویژه از استاد جواد رمضانی کارشک

فصل ۹

ماشین‌ها

درسنامه

هر ماشینی برای کار مشخصی طراحی و ساخته می‌شود و دارای ورودی و خروجی مشخص است.

ورودی ماشین شامل همه آن چیزهایی است که انجام می‌دهیم تا ماشین کارکند و خروجی آن، چیزی است که ماشین برای ما انجام می‌دهد.

برای مثال در مورد دوچرخه، نیرویی که به پدال وارد می‌کنیم، ورودی ماشین و خروجی آن، حرکتی است که دوچرخه انجام می‌دهد و یا ورودی یخچال، انرژی الکتریکی ورودی و خروجی آن سرد شدن محفظه یخچال است.

ورودی یا خروجی ماشین‌ها ممکن است براساس نیرو، توان یا انرژی بررسی شود.

یک ماشین از تعدادی اجزای ساده درست شده است به هرکدام از این اجزاء، ماشین ساده گفته می‌شود. مثلاً دوچرخه از تعدادی ماشین ساده مثل اهرم، چرخ دنده، پیچ مهره و ... درست شده است.

ماشین‌های ساده عبارتند از : اهرم، قرقره، چرخ و محور، سطح شیبدار، پیچ، گوه و چرخ و دنده

گشتاور نیرو

به اثر چرخانندگی یک نیرو، گشتاور نیرو می‌گویند.

اندازه گشتاور نیرو = اندازه نیرو × فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش

فاصله نقطه اثر نیرو تا محور چرخش (m) متر

اندازه نیرو (N) نیوتن

اندازه گشتاور نیرو (N.m) نیوتن‌متر

مثال برای بازکردن پیچی، از آچاری به طول ۳۰ cm استفاده می‌کنیم. اگر نیروی وارد بر انتهای آچار ۲۰ N باشد، اندازه گشتاور نیروی وارد شده بر آچار چقدر خواهد بود؟

$۳۰\,cm = ۰/۳\,m$

طول آچار × اندازه نیرو = اندازه گشتاور نیرو

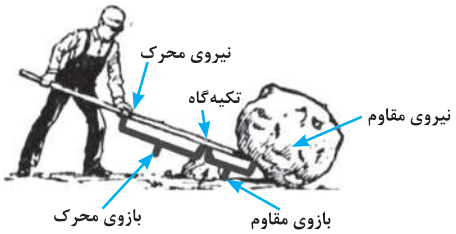
$\text{اندازه گشتاور نیرو} = ۲۰ \times ۰/۳ = ۶\,N.m$

اهرم

اهرم ساده‌ترین ماشینی است که حتی انسان‌های اولیه نیز از آن استفاده می‌کردند. الاکلنگ، ساده‌ترین شکل اهرم است.

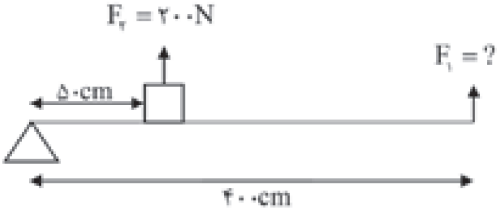
نیروی محرک: نیرویی که ما بر اهرم وارد می‌کنیم.

نیروی مقاوم: نیرویی که اهرم بر جسم وارد می‌کند.



در حالت تعادل و درحالی که نیروهای دیگری مثل اصطکاک دخالت ندارد، گشتاور نیروهای وارد محرک و مقاوم که بر اهرم وارد می‌شود خلاف جهت هم ولی هم اندازه هستند.

مثال در شکل مقابل نیروی F_1 چقدر است؟



$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$

$F_1 \times 400 = 200 \times 50$

$F_1 = \frac{10000}{400} = 25\ N$

مزیت مکانیکی

مزیت یک ماشین در حالت تعادل، برابر است با نسبت اندازه نیروی مقاوم به اندازه نیروی محرک

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

نکته مزیت مکانیکی، یکای اندازه‌گیری ندارد.

مثال اگر در اهرمی، نیروی مقاوم ۲۴۰۰ N و نیروی محرک ۶۰۰ N باشد مزیت مکانیکی اهرم چقدر خواهد بود؟

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{2400}{600} = 4$$

مزیت مکانیکی
- بیش‌تر از یک: نیروی مقاوم بیش‌تر از نیروی محرک است. مثل: دیلم
- برابر با یک: نیروی مقاوم و نیروی محرک با هم برابرند. مثل: الاکلنگ
- کم‌تر از یک: نیروی مقاوم کم‌تر از نیروی محرک است. مثل: جاروی فراشی

"در زندگی، هرکس طریق راستی و درستی را بپیماید، زودتر به هدف می‌رسد. تولستوی"

اهرم ها

نوع اول

حالت اول: تکیه گاه دقیقاً بین نیروی محرک و مقاوم است. این اهرم با انتقال نیرو و تغییر جهت نیرو کمک می‌کند. مثل الاکلنگ

۱= مزیت

حالت دوم : تکیه گاه نزدیک نیروی مقاوم است . این اهرم با انتقال نیرو، تغییر جهت نیرو و افزایش نیرو کمک می‌کند. مثل دیلم و انبردست

۱ < مزیت

حالت سوم : تکیه گاه نزدیک نیروی محرک است . این اهرم با انتقال نیرو، تغییر جهت نیرو و افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو کمک می‌کند. مثل قیچی خیاطی

۱ >مزیت

نوع دوم

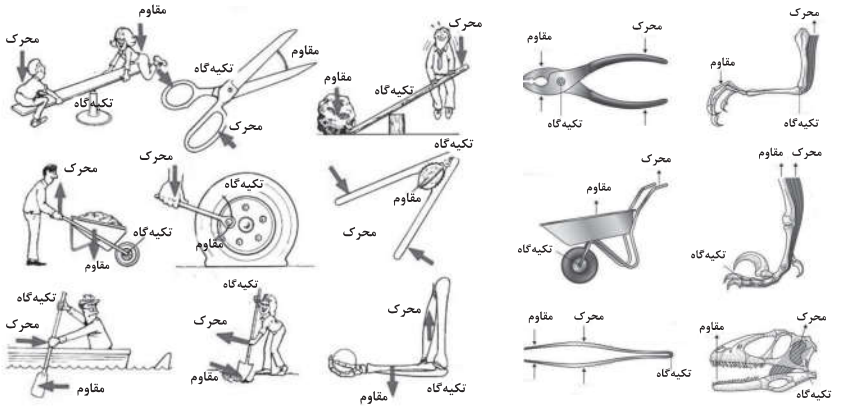
اهرمی که نیروی مقاوم بین نیروی محرک و تکیه‌گاه قرار دارد . این اهرم با انتقال نیرو و افزایش نیرو کمک می‌کند. مثل فرغون و فندق شکن

۱ <مزیت

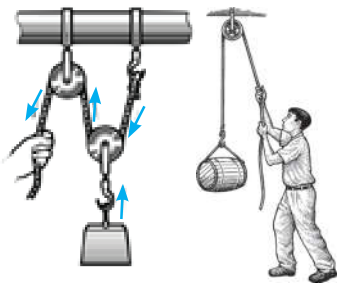
نوع سوم

اهرمی که نیروی محرک بین تکیه گاه و نیروی مقاوم قرار دارد. این اهرم با انتقال نیرو، افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو کمک می‌کند. مثل جارو فراشی، انبر ذغال

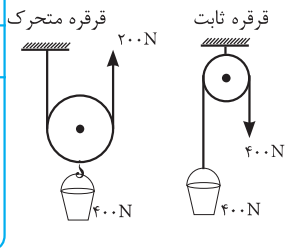
۱ >مزیت



قرقره: قرقره چرخی است که حول محور خود آزادانه می‌چرخد.



انواع قرقره	
قرقره ثابت	قرقره متحرک
مزیت مکانیکی = ۱ روش کمک: تغییر جهت نیرو	مزیت مکانیکی = ۲ روش کمک: افزایش نیرو (نیروی ما را دو برابر افزایش می‌دهند.)



"تغییر دهندگان اثر گذار در جهان کسانی هستند که بر خلاف جریان شنا می‌کنند. والترنیس"

قرقره ثابت

می‌توان قرقره ثابت را همانند اهرم نوع اول درنظر گرفت که طول بازوی محرک و مقاوم باهم برابر هستند. بنابراین قرقره ثابت با تغییر جهت نیرو به ما کمک می‌کنند.

قرقره متحرک

در قرقره متحرک طول بازوی محرک ۲ برابر طول بازوی مقاوم است به کمک قرقره متحرک می‌توان باری را با نصف نیرو جابه‌جا کرد. مثلاً بسته ای به وزن ۲۰۰ N با نیروی محرک ۱۰۰ N جابه‌جا می‌شود.

قرقره های مرکب

با ترکیب دو یا چند قرقره ثابت و متحرک می‌توانیم قرقره مرکب بسازیم.

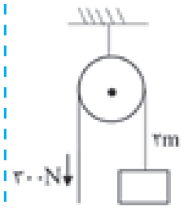
طبق قانون پایستگی انرژی، با صرف نظرکردن از اصطکاک اندازه کار نیروی محرک با اندازه کار نیروی مقاوم برابر است

اندازه کار نیروی مقاوم = اندازه کار نیروی محرک

جابه‌جای نیروی مقاوم × نیروی مقاوم = جابه‌جایی نیروی محرک × نیروی محرک

N m N m

مثال با توجه به شکل، طناب چقدر کشیده می‌شود؟



از آنجائیکه قرقره ثابت است بنابراین نیروی محرک و نیروی مقاوم باهم برابرند.

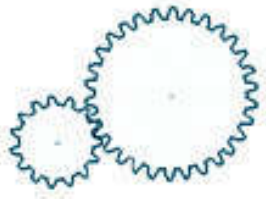
جابه‌جایی نیروی مقاوم × نیروی مقاوم = جابه‌جایی نیروی محرک × نیروی محرک

۳۰۰ × ؟ = ۳۰۰ × ۲

۲m= جابه جایی نیروی محرک

چرخ دنده‌ها

در اغلب ماشین هایی که می‌چرخند، از چرخ دنده استفاده می‌شود.



از چرخ دنده‌ها می‌توان برای تغییر سرعت، تغییر گشتاور یا تغییر جهت یک منبع استفاده کرد.

نکته چگونگی کارکرد چرخ دنده‌ها به تعداد دندانه‌های آن بستگی دارد.

اگر چرخ دنده بزرگ، ورودی و چرخ دنده کوچک، خروجی باشد، سرعت حرکت افزایش می یابد مانند دستگاه دریل

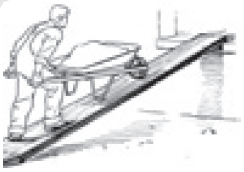
اگر چرخ دنده کوچک ورودی و چرخ دنده بزرگ خروجی باشد، سرعت حرکت کاهش یافته اما نیرو افزایش می‌یابد. مثل پره های بزرگ کشتی‌های بخار.

نکته وقتی دندانه‌های دو چرخ دنده باهم درگیر باشند، چرخش آن‌ها عکس یکدیگر خواهد بود. یعنی یکی ساعتگرد و دیگری پادساعتگرد می‌چرخد.

سطح شیبدار

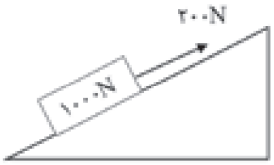
سطحی که با افق زاویه می‌سازد و از آن برای جابه‌جا کردن اجسام سنگین استفاده می‌شود.

" آدمی ساخته افکار خویش است فردا همان خواهد شد که امروز می‌اندیشیده است. مترلینگ "



در سطح شیبدار، مسافت طی شده افزایش می‌یابد ولی نیروی مصرفی ما کاهش می‌یابد . یعنی با صرف نیروی کم تر ولی در مسافت طولانی‌تر، جسم سنگین را به سمت بالا حرکت می‌دهیم.

مثال با توجه به شکل، مزیت مکانیکی سطح شیبدار را محاسبه کنید.



$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{۱۰۰۰}{۲۰۰} = ۵$$

جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

۱- ..... شامل همه آن چیزهایی است که انجام می‌دهیم تا ماشین کار کند.

۲- فرغون، اهرم نوع ..... است.

۳- در اهرم نوع ..... ، بدون آنکه جهت نیرو تغییر کند، نیرو کاهش می‌یابد.

۴- اساس کار قرقره ثابت همانند اهرم نوع ..... است.

۵- مزیت مکانیکی قرقره متحرک ..... است.

۶- اگر تعداد دنده‌های چرخ دنده ورودی ..... از تعداد دنده‌های چرخ دنده خروجی باشد مزیت مکانیکی آن‌ها کم‌تر از یک خواهد بود.

۷- اثر ..... یک نیرو را گشتاور نیرو می‌گویند.

۸- وقتی با نیروی محرک کمی می‌توان بر نیروی مقاوم بزرگ‌تری غلبه کرد، مزیت این ماشین، از یک ..... خواهد بود.

۹- سطح شیبدار، ماشین ساده ای است که با کاهش ..... و افزایش ..... به ما کمک می‌کند.

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

	درست	نادرست
۱- خروجی ماشین، آن چیزی است که ماشین برای ما انجام می‌دهد.	☐	☐
۲- در اهرم نوع اول، همیشه مزیت مکانیکی برابر ۱ است.	☐	☐
۳- در قرقره ثابت، طول بازوی محرک و مقاوم باهم برابرند.	☐	☐
۴- درحالت تعادل اهرم، گشتاور نیروی ساعتگرد، بیش‌تر از گشتاور نیروی پاد ساعتگرد است.	☐	☐
۵- اگر مزیت مکانیکی بیش از ۱ باشد ماشین با افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو به ما کمک می‌کند.	☐	☐
۶- اگر بازوی محرک ۵ برابر بازوی مقاوم باشد، نیروی محرک لازم، $\frac{۱}{۵}$ نیروی مقاوم است.	☐	☐
۷- چگونگی کارکرد چرخ دنده‌ها به تعداد دندانه‌های آن بستگی دارد.	☐	☐

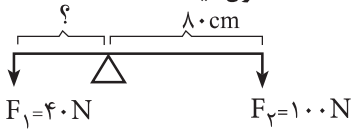
"بر روی زمین چیزی بزرگ‌تر از انسان نیست و در انسان چیزی بزرگ‌تر از فکر او. همیلتون"

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

۱- واحد اندازه‌گیری کدام دو کمیت با هم برابر است؟

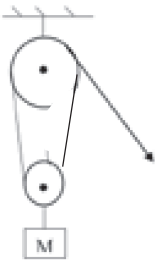
الف) گشتاور - نیرو ☐ ب) گشتاور - مزیت ☐ ج) گشتاور - کار ☐ د) کار - مزیت ☐

۲- با توجه به شکل، اگر اهرم در حال تعادل باشد مقدار خواسته شده چقدر است؟ (۱۰۰cm =طول میله)



الف) ۸۰ ☐ ب) ۱۰ ☐ ج) ۱۶ ☐ د) ۲۰ ☐

۳- با توجه به شکل مقابل اگر طناب را یک متر پایین بیاوریم، وزنه چند متر جابه‌جا خواهد شد؟



الف) ۱ متر ☐ ب) نیم‌متر ☐ ج) ۲ متر ☐ د) ۵ متر ☐

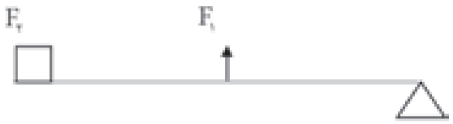
۴- مزیت مکانیکی شکل مقابل چقدر است؟

الف) ۴ ☐ ب) $\frac{۱}{۴}$ ☐ ج) ۵ ☐ د) $\frac{۱}{۵}$ ☐

۵- درکدام گزینه زیر، طول بازوی مقاوم بزرگ‌تر از طول بازوی محرک است؟

الف) دیلم ☐ ب) راکت تنیس ☐ ج) الاکلنگ ☐ د) فرغون ☐

۶- شکل مقابل، اساس کار کدام وسیله زیر را نشان می‌دهد؟



الف) چرخ دستی ☐ ب) قیچی فلزبری ☐
ج) انبردست ☐ د) انبرزغال ☐

۷- مزیت مکانیکی اهرم نوع دوم، کدامیک از گزینه‌های زیر است؟

الف) یک ☐ ب) بزرگ تر از یک ☐ ج) کوچک تر از یک ☐ د) صفر ☐

۸- مزیت کدام وسیله زیر ۱ است؟

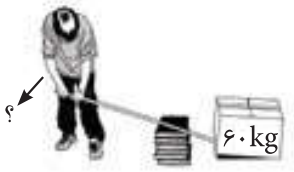
الف) اهرم نوع دوم ☐ ب) قرقره ثابت ☐ ج) سطح شیبدار ☐ د) قرقره متحرک ☐

۹- درکدام مفهوم زیر، مزیت مکانیکی برابر یک است؟

الف) طول بازوهای اهرم برابر باشند. ☐
ب) نیروی مقاوم، بین نیروی محرک و تکیه‌گاه باشد. ☐
ج) نیروی محرک، بین نیروی مقاوم و تکیه‌گاه باشد. ☐
د) تکیه‌گاه در یک سمت اهرم و نیروی محرک در سمت دیگر باشد. ☐

"چیزی ساده‌تر از بزرگی نیست آری ساده‌بودن همانا بزرگ بودن است. امرسون"

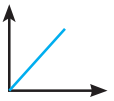
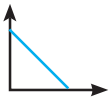
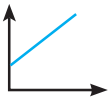
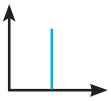
۱۰- در شکل مقابل نیروی محرک چند است؟



الف) ۱۵N ☐ ب) ۲۴۰N ☐

ج) ۳۰N ☐ د) ۲۴۰۰N ☐

۱۱- در نمودارهای زیر، محور عمودی، نسبت بازوی مقاوم به محرک را نشان می‌دهد و در محور افقی، مزیت مکانیکی آمده است. کدام نمودار صحیح است؟

الف) ☐  ب) ☐  ج) ☐  د) ☐ 

۱۲- با نردبانی به طول ۲۴ متر، ارتفاع ۶ متری را می‌پیماییم مزیت مکانیکی نردبان چقدر است؟

الف) ۳۰ ☐ ب) ۱۸ ☐ ج) ۴ ☐ د) ۱۴۴ ☐

۱۳- در نردبان سوال قبل شخص ۸۰ کیلوگرمی کافی است بر چه مقدار نیرو غلبه کند تا بتواند بالا رود؟

الف) ۳۲۰N ☐ ب) ۲۰۰N ☐ ج) ۸۰۰N ☐ د) ۲۰N ☐

به سوالات زیر پاسخ کامل دهید

۱- هریک از اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

گشتاور نیرو:.....

مزیت مکانیکی:.....

۲- ورودی و خروجی یک ماشین را با ذکر مثال شرح دهید.

.....

.....

۳- باتوجه به شکل مقابل:

الف: نوع اهرم را مشخص کنید. (.....)

ب: مزیت مکانیکی آن چقدر است؟

.....

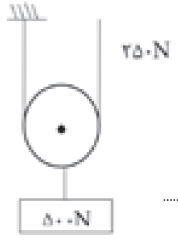
پ: وزن جعبه را محاسبه کنید.

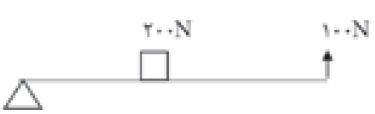
.....

۴- عوامل موثر برگشتاور نیرو را بنویسید.

.....

۵- مزیت مکانیکی هریک از ماشین‌های زیر را به‌دست آورید.





.....

.....

"بزرگ‌ترین عیب برای دنیا همین بس که بی وفاست. حضرت علی علیه السلام"

۶- چرخ دنده‌هایی با ۳۰ و ۱۰ دندانه با هم درگیر هستند.

الف: اگر چرخ‌دنده بزرگ باعث چرخش چرخ‌دنده کوچک شود، این مجموعه چگونه به ما کمک می‌کند؟

.....

ب: درصورتی‌که چرخ‌دنده کوچک باعث گردش چرخ دنده بزرگ‌تر شود، چگونه کمک خواهد کرد؟

.....

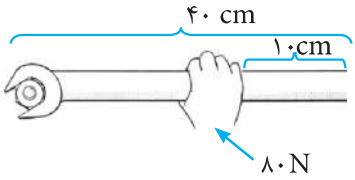
پ: اگر چرخ‌دنده بزرگ، ۲ دور بچرخد، چرخ دنده کوچک‌تر چند دور خواهد زد؟

.....

۷- در شکل مقابل، اندازه گشتاور نیرو را حساب کنید.

.....

.....

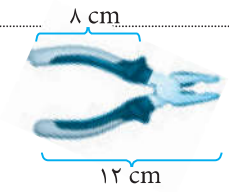


۸- از بین (< = >) علامت مناسب بگذارید:

گشتاور نیروی پاد ساعت‌گرد ☐ گشتاور نیروی ساعت‌گرد :در حالت تعادل

.....

۹- در شکل مقابل محل نیروهای محرک و مقاوم و تکیه‌گاه را مشخص کنید و مزیت مکانیکی را حساب کنید.



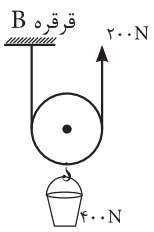
.....

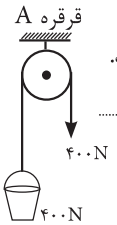
۱۰- موارد خواسته شده را پاسخ دهید.

الف) نام هریک از قرقره‌های A و B چیست؟ A: (.....) B: (.....)

ب) نقطه اثر نیروی محرک، نیروی مقاوم و تکیه گاه را روی هر شکل با حروف E ، R و f مشخص نمایید.

ج) مزیت مکانیکی هریک را محاسبه کنید. .....





د) در قرقره A، بازوی محرک همان (قطر/شعاع) دایره و بازوی مقاوم (قطر/شعاع) دایره می‌باشد.

.....

هـ) هرکدام با چه روشی به ما کمک می‌کند؟ (تغییر جهت نیرو/افزایش نیرو/افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو)

.....

و) کدام یک نیروی ما را دو برابر می‌کند؟ .....

ز) هرکدام شبیه چه نوع اهرم‌هایی عمل می‌نمایند؟ .....

ط) کدام یک در جابه‌جایی نیروی محرک صرفه‌جویی می‌کند؟ .....

۱۱- آیا می شود ماشینی بسازیم که هم‌زمان، هم با افزایش نیرو به ما کمک کند و هم با افزایش سرعت و جابه‌جایی اثر نیرو؟ توضیح دهید.

.....

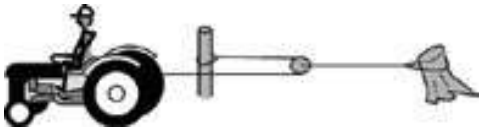
۱۲- علامت (< = >) مناسب قرار دهید، به‌طور کل در ماشین‌ها:

الف) اگر «۱ ..... مزیت مکانیکی» باشد فقط با تغییر جهت نیرو به ما کمک می‌کنند.

ب) اگر« ۱ ..... مزیت مکانیکی » باشد ، با افزایش سرعت و جابه‌جایی اثر نیرو کمک می‌کنند.

۱۳- در تصویر روبرو به چه علت، برای بیرون آوردن تنه درخت از زمین، طناب را از تراکتور مستقیم به تنه درخت وصل نکرده‌اند؟

.....



التماس دعا
@BioSalar_Ch

با تشکر ویژه از استاد کریمی

فصل هفتم

ماشین‌ها

ماشین :وسیله‌ای که سبب آسان شدن کارها می‌شود، ماشین نامیده می‌شود.

انواع ماشین :

الف) ماشین ساده : ماشینی که ساختمان ساده داشته و پایه و اساس ساخت ماشین‌های دیگر است. اهرم – قرقره – چرخ و محور – سطح شیب‌دار و ... جزء ماشین‌های ساده‌اند.

ب) ماشین‌های مرکب : ماشین‌های که از تعدادی ماشین ساده ساخته‌شده‌اند. مانند : قیچی – انبردست و ...

پ) ماشین‌های پیچیده : ماشین‌های که از ترکیب چند ماشین مرکب در کنار هم ایجادشده‌اند مانند : چرخ‌خیاطی – چرخ‌گوشت – خودرو و ...

یادآوری از پایه هفتم :

مفهوم کار:

هرگاه بر جسم ساکنی ، نیرو وارد شود و جسم در راستای وارد شدن نیرو حرکت کند ، یا جسم در حال حرکت باشد، با وارد شدن نیرو سرعت یا مسیر آن تغییر کند، می‌گوییم کار انجام‌شده است.

عوامل مؤثر در انجام کار :

۱–نیروی واردشده به جسم

۲–جابه‌جایی یا تغییر مکان جسم (کوتاه‌ترین فاصله بین نقطه ابتدا و نقطه پایان)

نکته : هنگامی کار انجام می‌شود که نیروی واردشده به جسم، سبب جابه‌جا شدن آن شود.

نکته: در دو حالت زیر ، کار انجام نمی‌شود :

۱– به جسم نیرو وارد شود اما جسم حرکت نکند.مانند : هل دادن دیوار

۲– جسم با سرعت ثابت حرکت کند و به آن نیرویی وارد نشود. (مانند حرکت اجسام در فضا)

محاسبه مقدار کار :

$$\text{کار} = \text{نیرو} \times \text{جابه جایی}$$

$$W = F \times d$$

مسائل کار

۱- کارگری ، بار ۴۰۰ نیوتنی را به‌اندازه ۲۵ متر جابه‌جا کرده است. مقدار کاری که انجام داده است را حساب کنید؟

۲- دوچرخه‌ای براثر نیروی اصطکاک ۱۲۵ نیوتنی بین چرخ‌های آن و زمین ، پس از ۱۴ متر جابه‌جایی ، متوقف می‌شود. محاسبه کنید نیروی اصطکاک چه مقدار کار انجام داده است ؟

۳- جسمی به جرم ۵۰ کیلوگرم توسط یک چرخ‌دستی ۱۵ متر جابه‌جاشده است. چند ژول کار انجام‌شده است؟

۴- یک مکانیک اتومبیل به‌وسیله‌ی یک بالابر روغنی ، اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰ کیلوگرم را نیم متر از سطح زمین بلند می‌کند. بالابر چه اندازه کار روی اتومبیل انجام داده است؟

۵- یک فوتبالیست توپ فوتبال که ۷۰۰ گرم جرم دارد را با یک شوت بلند به سقف ورزشگاه به ارتفاع ۲۰ متر می‌رساند. او با این عمل چند ژول کار انجام داده است؟

۶- رضا یک جعبه ۳۰۰ نیوتنی را با نیروی افقی ۶۰ نیوتنی به‌اندازه ۱۰۰ متر روی زمین می‌کشد. محاسبه کنید مقدار کاری که او انجام داده است چقدر هست؟

ماشین‌ها چگونه به ما کمک می‌کنند :

برای آنکه متوجه شویم که هر ماشین چگونه به ما کمک می‌کند ، می‌توانیم به ورودی و خروجی ماشین توجه کنیم .

کار (انرژی) ورودی : شامل همه‌ی آن چیزهایی است تا ماشین‌کاری را از لحاظ علم فیزیک برای ما انجام دهد.

کار (انرژی) خروجی : شامل همه‌ی آن چیزهایی است که ماشین برای ما انجام می‌دهد.

مثال : هنگامی‌که دوچرخه‌سواری می‌کنیم ، ما به پدال نیرو وارد می‌کنیم و آن را می‌چرخانیم کار ورودی کاری است که ما بر روی پدال انجام می‌دهیم و باعث حرکت می‌شود. کار خروجی کاری است که دوچرخه هنگام حرکت انجام می‌دهد.

نکته : ورودی یا خروجی ماشین ممکن است بر اساس **نیرو ، توان یا انرژی** بررسی شود.

نکته : ممکن است مقداری از کار (انرژی) ورودی ما در اثر اصطکاک تلف شود. در این صورت کار (انرژی) خروجی ماشین کم‌تر از کار (انرژی) ورودی ما خواهد بود

کار (انرژی) ورودی = کار (انرژی) خروجی + کار (انرژی) تلف‌شده

نکته : به رابطه بالا « اصل کار » گفته می‌شود که شکلی از قانون پایستگی انرژی است .

روش‌های کمک ماشین‌ها :

۱- **انتقال نیرو :** همه‌ی ماشین‌ها به این روش کمک می‌کنند.

۲- **افزایش نیرو (یا کاهش نیرو) :** انبردست – قیچی فلز بری و ...

۳- **تغییر جهت وارد شدن نیرو :** قرقره بنایی و ...

۴- **افزایش سرعت و مسافت نقطه اثر نیرو :** قیچی کاغذبری – جاروی دسته‌بلند و ...

گشتاور نیرو : گاهی وارد شدن نیرو به جسم می‌تواند باعث چرخش آن شود، مانند هنگامی‌که فرمان خودرو را می‌چرخانیم. اثر چرخانندگی یک نیرو را **گشتاور نیرو** می‌نامند.

عوامل مؤثر در گشتاور نیرو :

۱- نیرو

۲- بازو (فاصله‌ی نیرو از تکیه‌گاه جسم)

نکته : در بسیاری از ماشین‌ها (مانند اهرم‌ها) نیرو می‌خواهد بر جسم اثر چرخشی ایجاد کند . در این حالت می‌توانیم گشتاور نیرو را برای آن حساب کنیم .

محاسبه‌ی گشتاور نیرو :

اندازه‌ی گشتاور نیرو = اندازه‌ی نیرو × فاصله‌ی نقطه اثر نیرو تا محور چرخش (تکیه‌گاه)

نکته : یکای اندازه‌ی گشتاور نیرو N.m است.

نکته : گاهی چند نیرو بر جسم وارد می‌شوند و همه‌ی آن‌ها گشتاور ایجاد می‌کنند. اگر جسم در اثر این گشتاور نچرخد، در این صورت می‌گوییم جسم در **تعادل چرخشی** است .

مثال : برای باز کردن مهره‌ای ، از آچاری به طول ۴۰ سانتی‌متر استفاده می‌کنیم . اگر نیروی وارد بر انتهای آچار ۳ نیوتن باشد، اندازه‌ی گشتاور نیروی واردشده بر آچار را به دست آورید ؟

مزیت مکانیکی :

شاخصی است که به کمک آن می‌توانیم بفهمیم که ماشین‌ها به چه روشی به ما کمک می‌کند.

انواع مزیت مکانیکی :

الف) مزیت مکانیکی واقعی :

$$\text{مزیت مکانیکی واقعی} = \frac{\text{اندازه نیرویی مقاوم}}{\text{اندازه نیرویی محرک}} = A = \frac{R}{E}$$

ب) مزیت مکانیکی ایده آل :

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

نکات مهم درباره‌ی مزیت مکانیکی :

۱- اگر مزیت مکانیکی ماشین برابر یک باشد، فقط با تغییر جهت نیرو کمک می‌کند.

۲- اگر مزیت مکانیکی ماشین بیشتر از یک باشد، با افزایش نیرو کمک می‌کند.

۳- اگر مزیت مکانیکی ماشین کمتر از یک باشد، با افزایش سرعت و مسافت نقطه اثر نیرو کمک می‌کند.

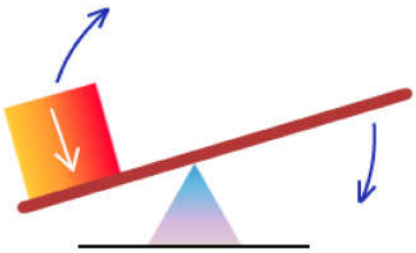
۴- مزیت مکانیکی یکای اندازه‌گیری ندارد .

نکته : ماشینی که افزایش نیرو دارد سبب صرفه‌جویی در نیروی محرک می‌شود.

نکته : ماشینی که با افزایش سرعت و مسافت نقطه اثر نیرو کمک می‌کند در زمان صرفه‌جویی می‌شود.

مثال:نیروی مقاوم در یک اهرم ۸۰ نیوتن و نیروی محرکی که برای جابه‌جایی آن استفاده‌شده است ۲۰ نیوتن هست مزیت مکانیکی در این اهرم را حساب کنید ؟

اهرم : وسیله‌ای است که از یک میله و یک تکیه‌گاه تشکیل‌شده است .



اجزای یک اهرم		
اجزاء	نماد اختصاری	تعریف
تکیه‌گاه	F	محلی که اهرم به آن تکیه داده است .
نیروی مقاوم	R	نیروی که مانع حرکت می‌شود. (نیرویی که اهرم به جسم وارد می‌کند و یا وزن جسم)
نیروی محرک	E	نیرویی که ما به اهرم وارد می‌کنیم
بازوی مقاوم	L_R	فاصله‌ی نیروی مقاوم تا تکیه‌گاه است
بازوی محرک	L_E	فاصله‌ی نیروی محرک تا تکیه‌گاه است
جابه‌جایی نیروی مقاوم	d_R	مسافتی که نیروی مقاوم طی می‌کند.
جابه‌جایی نیروی محرک	d_E	مسافتی که نیروی محرک طی می‌کند.

انواع اهرم‌ها در پیوست ۱

قانون تعادل اهرم‌ها :

در حالت تعادل و درحالی‌که نیروهای دیگری مثل اصطکاک دخالت ندارند. گشتاور این نیروها خلاف جهت هم ولی هم‌اندازه هستند.

گشتاور نیروی مقاوم (گشتاور نیروی پادساعت‌گرد) = گشتاور نیروی محرک (گشتاور نیروی ساعت‌گرد)

بازوی مقاوم × نیروی مقاوم = بازوی محرک × نیروی محرک

$$E \times L_E = R \times L_R$$

قرقره : قرقره نوعی ماشین ساده است که در انجام کارها به ما کمک می‌کند . درواقع قرقره ، چرخ شیارداری است که می‌تواند آزادانه حول یک محور دوران کند .

انواع قرقره در پیوست ۲

محاسبه کار در قرقره‌ها :

اندازه‌ی کار نیروی مقاوم = اندازه‌ی کار نیروی محرک

جابه‌جایی × نیروی مقاوم = جابه‌جایی × نیروی محرک

$$E \times d_E = R \times d_R$$

چرخ‌دنده‌ها :

چرخ‌دنده‌ها یک چرخ‌دنده دار است . چرخ‌دنده‌ها در کنار هم قرار می‌گیرند و با چرخش در کنار یکدیگر برای ما کار انجام می‌دهند.

چرخ‌دنده‌ها می‌توانند باعث تغییر سرعت ، تغییر گشتاور نیرو یا تغییر جهت نیرو و اندازه‌ی نیرو شوند.

نکته : در ماشین‌هایی که انرژی یا نیروی ورودی به ماشین ، درنهایت باعث چرخش می‌شود، حتماً از چرخ‌دنده استفاده می‌شود.

نکته : اگر یک چرخ‌دنده در جهت عقربه‌های ساعت (ساعت‌گرد) بچرخد ، چرخ‌دنده‌ی کنار آن در خلاف جهت عقربه‌های ساعت (پادساعت‌گرد) می‌چرخد .

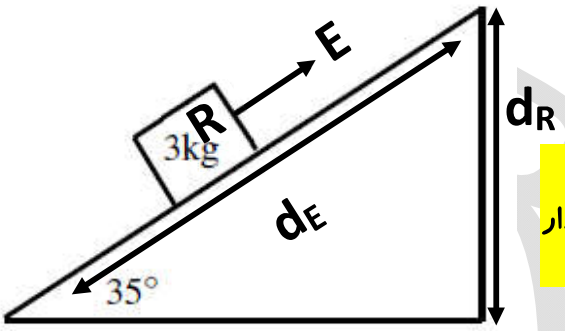
محاسبه مزیت مکانیکی چرخ‌دنده‌ها :

$$\text{مزیت مکانیکی چرخ دنده ها} = \frac{\text{تعداد دنده چرخ‌های دنده ی خروجی}}{\text{تعداد دنده چرخ‌های دنده ی ورودی}}$$

نکته : با توجه به مزیت مکانیکی چرخ‌دنده‌ها ، روش کمک آن را می‌توانیم بیان کنیم.

نکته : اگر یک چرخ‌دنده ۵۰ دنده داشته باشد و چرخ‌دنده‌ی دیگر ۱۰ دنده داشته باشد، سرعت دور زدن چرخ‌دنده‌ی کوچک‌تر ۵ برابر چرخ‌دنده‌ی بزرگ‌تر است $\frac{۵۰}{۱۰} = ۵$ و بلعکس سرعت دور زدن چرخ‌دنده‌ی بزرگ‌تر $\frac{۱}{۵}$ چرخ‌دنده‌ی کوچک‌تر است .

سطح شیب‌دار : ماشین ساده‌ای است که کمک می‌کند بتوانیم جسمی را با نیروی کم در مسافتی طولانی بالا بکشیم . جاده‌های کوهستانی ، پل‌های هوایی مثال‌های از سطح شیب‌دارند.



جابه‌جایی نیروی محرک = طول سطح شیب‌دار

جابه‌جایی نیروی مقاوم = ارتفاع سطح شیب‌دار

$$\text{مزیت مکانیکی سطح شیب دار} = \frac{\text{طول سطح شیب دار}}{\text{ارتفاع سطح شیب دار}} \Rightarrow A = \frac{d_E}{d_R}$$

نکته : هر چه نسبت طول سطح شیب‌دار به ارتفاع سطح شیب‌دار بیشتر باشد، افزایش نیرو بیشتر است.

نکته : هر چه زاویه‌ی شیب کمتر باشد ، در نیروی محرک صرفه‌جویی بیشتری خواهد شد

نکته : مزیت مکانیکی سطح شیب‌دار همیشه کمتر از یک است. (یعنی همیشه نیروی ما را بیشتر می‌کند)

با تشکر ویژه از مؤلفین گرامی

مؤلفین:
۱- فردوس عظیمی (مدرس دانشگاه)
۲- پیمان عظیمی پارسا (کارمند آتش نشانی- دانشجوی رشته فیزیک)

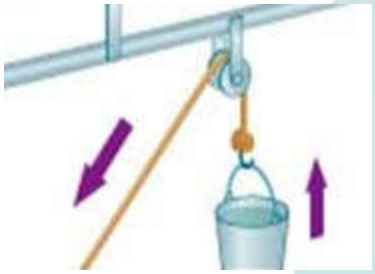
*قابل استفاده برای همکاران گرامی و دانش آموزان عزیز شرکت کننده در آزمون های مدارس خاص.

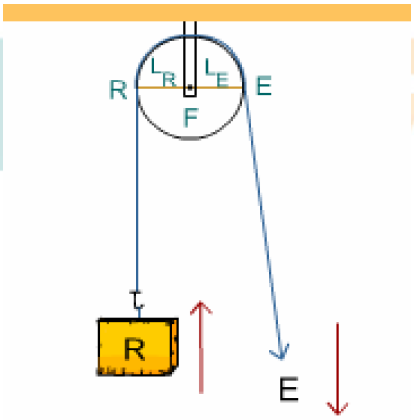
قرقره و چرخ و محور:

قرقره:

چرخی شیاردار است که حول یک محور می چرخد.
انواع قرقره: الف- قرقره ساده (که شامل قرقره ثابت و قرقره متحرک می باشد.)
ب) قرقره های مرکب (که ترکیبی از قرقره های ثابت و متحرک می باشد.)

قرقره ثابت: محور این نوع قرقره در جای خود ثابت است.

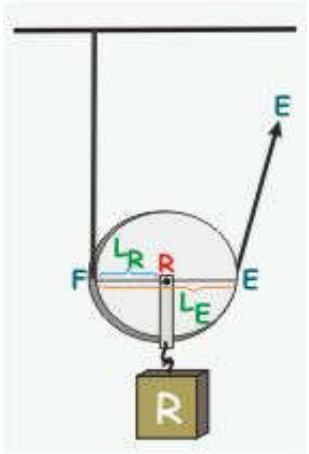


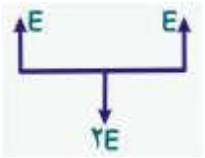


مزیت مکانیکی این قرقره همواره برابر یک است و از راه تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند.
ازاین نظر مانند اهرم نوع اول حالت اول است.

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.





مزیت مکانیکی این نوع قرقره همواره ۲ است.

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.

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.

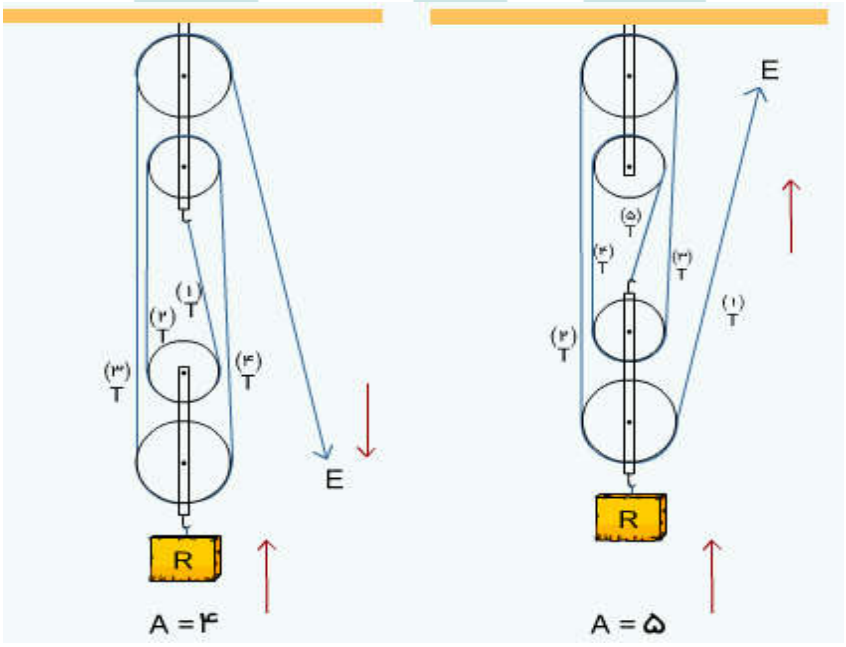
در دستگاه قرقره مرکب طبق توضیحات زیرمی توان از چندین روش برای ترکیب قرقره ها استفاده کرد:

روش اول: دراین 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 شمریم.

۲- نیروی کشش نخ (T) را مشخص کرده و مزیت مکانیکی کامل را به دست می آوریم.

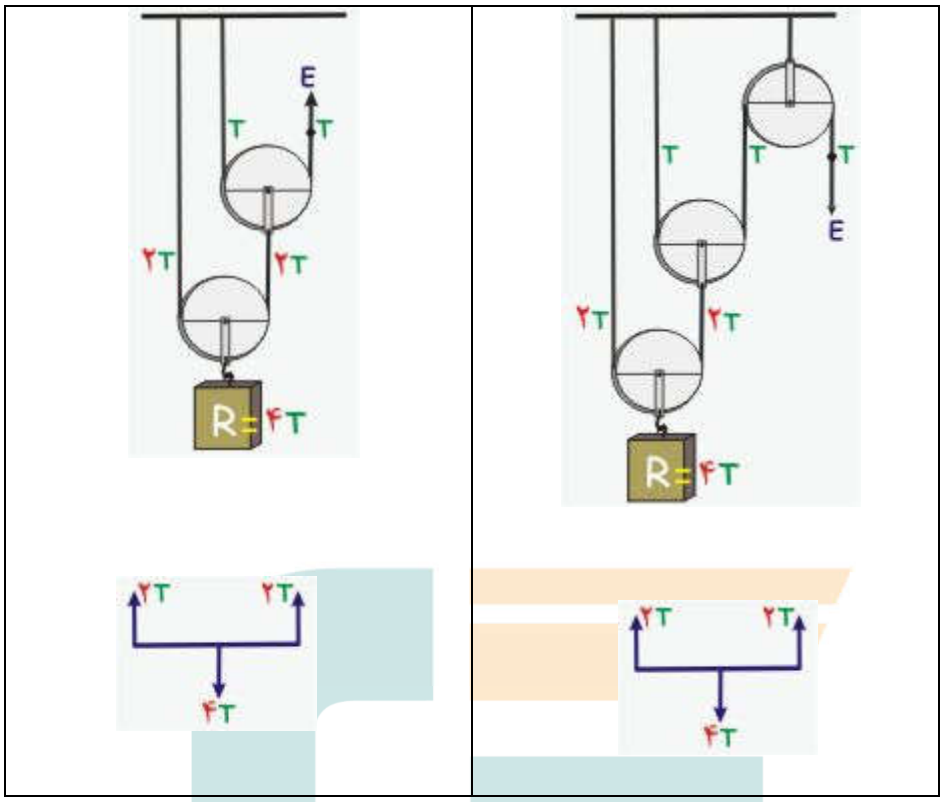


روش دوم (قرقره های ارشمیدس):

برای اتصال این قرقره ها به یکدیگر از چند رشته نخ استفاده می شود.

مزیت مکانیکی کامل این دستگاه به دو روش محاسبه می شود:

۱- نیروی کشش نخ (T) را مشخص می کنیم.



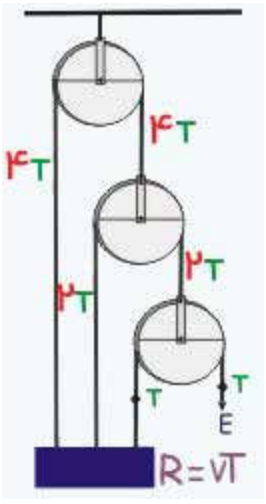
۲- برای به دست آوردن مزیت مکانیکی این قرقره ها را می توان از فرمول $A=2^n$ نیز استفاده کرد. n تعداد قرقره متحرک است.

مثال : در دستگاه بالا از دو قرقره متحرک استفاده شده است پس داریم :

$$A=2^n=4$$

روش سوم: ممکن است قرقره ها 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. لذا داریم:

$$A = {}^{۳}۲ - ۱ = ۸ - ۱ = ۷$$

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.

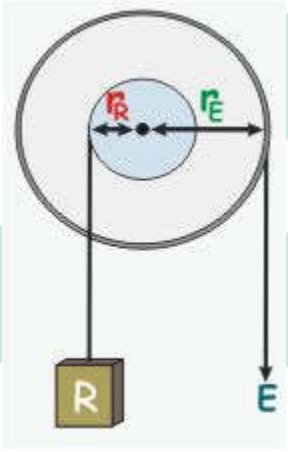
چرخ محور:

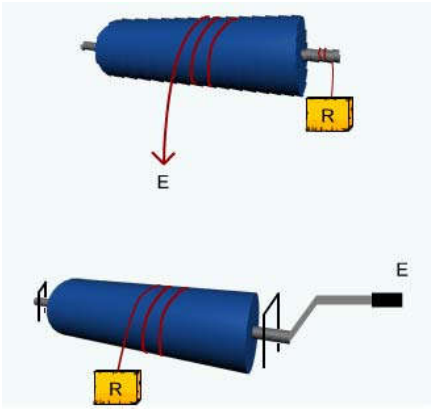
چرخ و محور چرخی است که به مرکز آن یک میله وصل شده است. با چرخاندن چرخ، میله نیز می چرخد.

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

نکته۱ : 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 (r_E شعاع چرخ) از بازوی مقاوم (r_R شعاع محور) بزرگتر خواهد شد و مزیت مکانیکی آن از یک بیش تر خواهد شد.





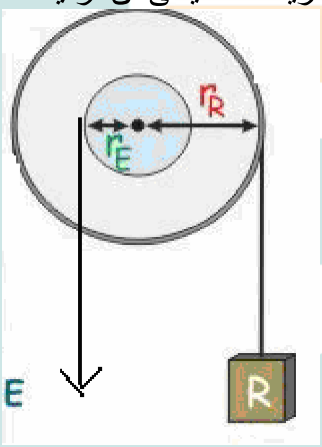
در چرخ و محور بین شعاع چرخ و شعاع محور و نیروهایی که به چرخ و محور وارد می شود. رابطه ی زیر برقرار است. (در صورت صرف نظر از اصطکاک)

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

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

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 جابه جا می شود ونقطه اثر نیروی مقاوم به اندازه محیط محور 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.



نکته۳ : 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 .