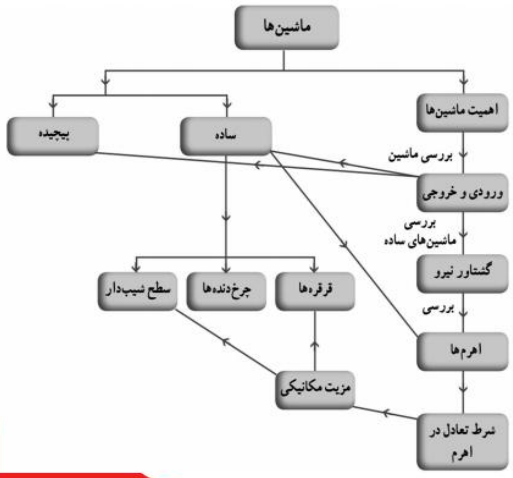
حمیدی
دبیر علوم تجربی
منطقه دلوار

فصل ۹
در یک نگاه



* نیاز به نوشتن این نقشه مفهومی در کتاب نیست

فصل ۹ ماشین‌ها

وسایلی که انجام کارها را برای ما آسانتر کرده و به منظور کار مشخصی طراحی و ساخته می شوند .

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.

اهمیت ماشین ها و نقش آنها در زندگی ، صنعت و ....

* در این صفحه از دانش آموز خواسته می شود ماشین هایی که در زندگی روز مره با آنها سروکار دارد را نام ببرد و نقش برخی از آنها را بیان کند

* برای آنکه متوجه شویم هر ماشین چگونه به ما کمک می کند می توانیم به ورودی و خروجی ماشین ها توجه کنیم

ماشین‌ها چگونه به ما کمک می‌کنند؟

ماشین ها کار ورودی ما را گرفته و تبدیل به کار خروجی بر اساس نیرو توان و انرژی می کنند

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

* ماشین ها بر اندازه مقدار کار تاثیری ندارند بلکه فقط انجام کار را برای ما آسانتر می کنند بنابراین :

کار خروجی = کار ورودی

شکل۱ــ کار انجام شده توسط نیروی پا به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

فکر کنید

شکل۲ 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.

نقش قایق : جابجایی بین دو مکان روی آب و حرکت سریعتر
ورودی : نیرویی که شخص به پارو وارد می کند
خروجی : حرکت قایق
* کار انجام شده توسط نیرویی که شخص به پارو وارد می کند به انرژی حرکتی تبدیل می شود

نقش اتوبوس : حمل تعداد زیادی مسافر و جابجایی آنها
ورودی(در اتوبوس) : انرژی شیمیایی سوخت
خروجی : انرژی حرکتی و گرما
* انرژی شیمیایی سوخت به انرژی حرکتی و گرمایی تبدیل می شود .

نقش ماشین لباسشویی : شستشوی لباس بوسیله حرکت یک استوانه مشبک
ورودی : انرژی الکتریکی برق
خروجی : انرژی جنبشی و گردش لباس در آب و مواد شوینده
* انرژی الکتریکی به انرژی جنبشی تبدیل می شود

نقش چرخ خیاطی دستی :دوخت سریع
ورودی : نیرویی که شخص با دست وارد می کند
خروجی : انرژی جنبشی و حرکت سریع سوزن
* کار نیرویی که شخص با دست وارد می کند به انرژی جنبشی تبدیل می شود .

نقش پنکه : تولید باد (هوای در حرکت)
ورودی : انرژی الکتریکی
خروجی : انرژی جنبشی پره ها و تولید باد
* تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی جنبشی

شکل۲ــ تعدادی از ماشین‌هایی که روزانه با آنها سروکار داریم.

فعالیت پیشنهادی

در چرخ گوشت کار ورودی و خروجی را تعیین کنید .

انواع ماشین ها

ساده : پایه و اساس ساخت ماشین های دیگر هستند که از اجزای ساده درست شده اند مثل اهرم ها و ...

مرکب : از ترکیب دو یا چند ماشین ساده ایجاد شده اند مثل دوچرخه 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 : اهرم، چرخ و محور، پیچ و مهره، چرخ‌دنده 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.

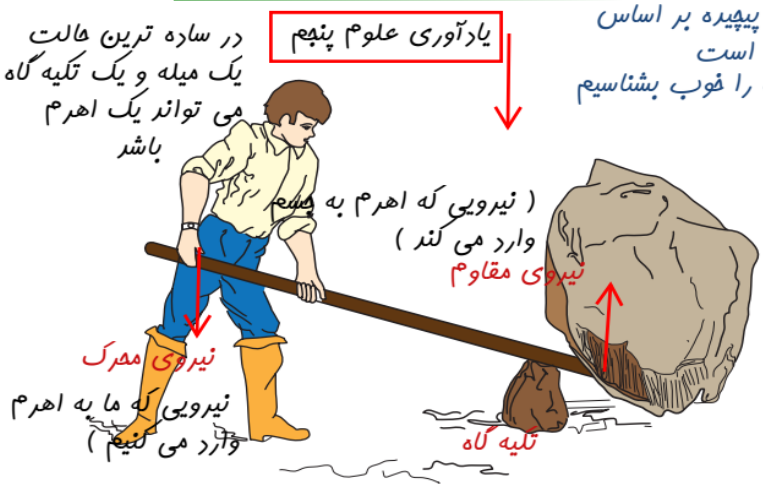
شکل۳ ــ دوچرخه از اجزا یا ماشین‌های ساده‌تری مانند : اهرم، پیچ‌ومهره، چرخ و محور، چرخ و دنده و... تشکیل شده است.

* تاکید می شود که تولید ماشین های پیچیده بر اساس اختراع ماشین های ساده صورت گرفته است پس در گام اول باید ماشین های ساده را خوب بشناسیم

ماشین ساده

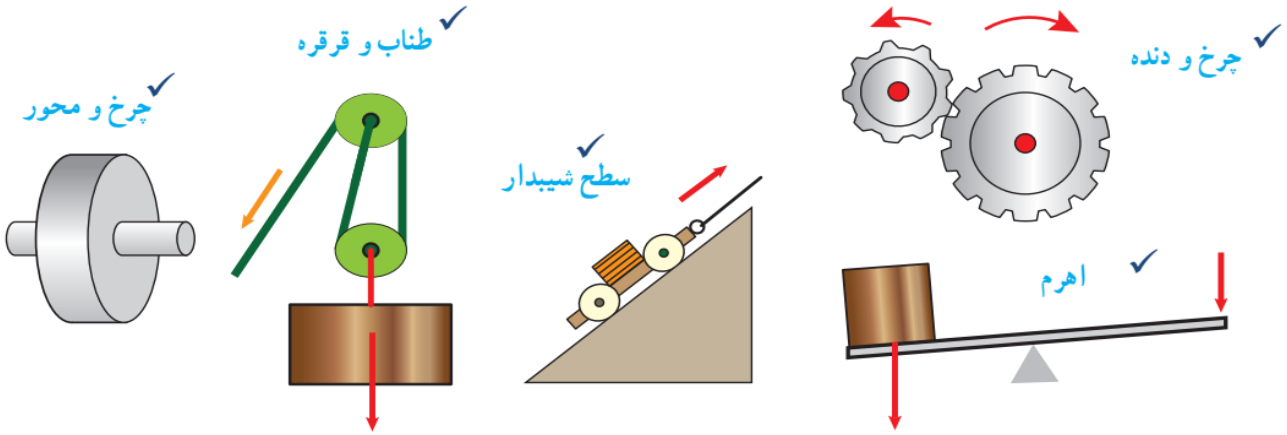
تولید خودرو، هواپیما، کشتی، ماهواره و دیگر ماشین‌های پیچیده با اختراع ماشین‌های ساده، صورت گرفته است. یک ماشین ساده مانند اهرم، وسیله‌ای مکانیکی است که به کمک آن می‌توان فعالیت‌های مشکل را به سادگی انجام داد. مثلاً با یک اهرم، شما می‌توانید یک جسم سنگین را که وزن آن چند برابر وزن خودتان است، حرکت دهید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

یادآوری علوم پنجم



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.



شکل۵ ــ برخی از انواع ماشین‌های ساده

پیش از آنکه به بررسی ماشین‌های ساده بپردازیم، مفهوم گشتاور نیرو را بیان می‌کنیم که در تحلیل برخی ماشین‌ها به ما کمک می‌کند. (با شناخت گشتاور نیرو بهتر می توانیم عملکرد ماشین ها درک کنیم)

گشتاور نیرو (اثر چرخانندگی یک نیرو)

مثال هایی برای درک مفهوم 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.

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

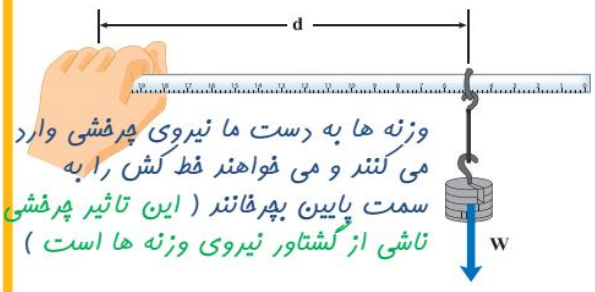
آزمایش کنید

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.



وزنه ها به دست ما نیروی چرخشی وارد می کنند و می خواهند خط کش را به سمت پایین بچرخانند (این تاثیر چرخشی ناشی از گشتاور نیروی وزنه ها است)

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. (یعنی نیرو را زیاد کنید)

با زیاد شدن وزنه ها (نیرو) اثر چرخانندگی (گشتاور) بیشتر می شود .

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

هر چه فاصله را بیشتر می کنیم اثر چرخانندگی بیشتر می شود و بر عکس

از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

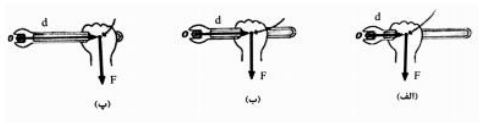
نتیجه آزمایش : گشتاور نیرو به اندازه نیرو و فاصله ی نیرو تا محور چرخش بستگی دارد (رابطه مستقیم)
هر چه اندازه ی نیرو و این فاصله بیشتر باشد ، گشتاور (اثر چرخانندگی) نیرو بیشتر است

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، اندازهٔ نیرو و فاصلهٔ نیرو تا محور چرخش در گشتاور نیرو، مؤثر است.

فعالیت پیشنهادی۱

۹۸

الف)با فرض یکسان بودن نیروها باز کردن پیچ در کدام حالت آسانتر است ؟ چرا ؟



فعالیت پیشنهادی۲

باز کردن در با کدام دستگیره آسانتر است ؟ چرا ؟

لولای در

سوال : در شکل ۷ اگر فاصله ی دست تا مهره ۴۰ سانتی متر و نیرویی که دست به آچار وارد می کند ۵۰ نیوتون باشد اندازه ی گشتاور نیروی وارد بر مهره چقدر است ؟

پاسخ :

اندازهٔ گشتاور نیرو = اندازهٔ نیرو × فاصلهٔ نقطه اثر نیرو تا محور چرخش

$= ۰/۴m \times ۵۰N = ۲۰Nm$

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

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

رابطه ی محاسبه ی اندازه گشتاور نیرو

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

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

فعالیت پیشنهادی ۳ در شکل ۷ اگر گشتاور نیروی ۱۰۰ نیوتونی وارد بر آچار ۵۰ نیوتون متر باشد ، فاصله ی نقطه ی اثر نیرو تا محور چرخش را بدست آورید :

خود را بیازمایید

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

زیرا فاصله ی نقطه اثر نیرو تا محور چرخش بیشتر شده در نتیجه اندازه ی گشتاور نیرو و اثر چرفانندگی آچار بیشتر می شود

اکنون که با گشتاور نیرو آشنا شدیم، می‌توانیم درک بهتری از اساس کار برخی از ماشین‌های ساده به‌دست آوریم. در اینجا اهرم را به کمک مفهوم گشتاور نیرو بررسی می کنیم

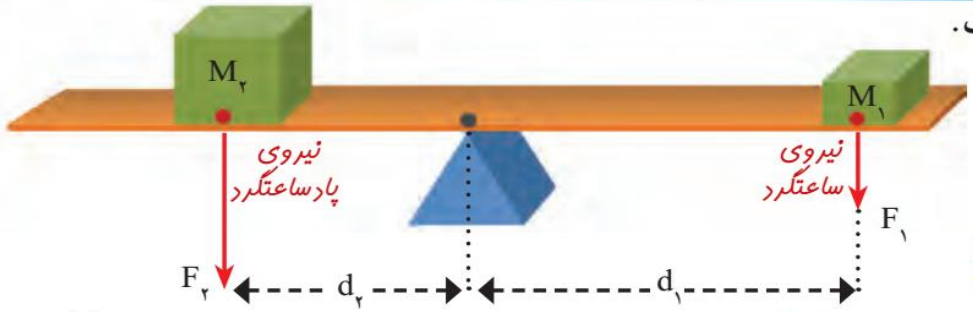
اهرم

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

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،ان سمت به طرف پایین وسمت مقابل به طرف بالا حرکت می‌کند.

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، در حالت تعادل، اندازهٔ گشتاور نیرویی که هر یک از نیروها نسبت به تکیه‌گاه ایجاد می‌کنند، باهم برابر و جهت چرخششان مخالف یکدیگر است.



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

سوال : در شکل ۹ اگر جرم وزنه یک ۳۰ کیلوگرم و فاصله ی آن تا تکیه گاه ۲ متر باشد . وزنه شماره ۲ به جرم ۶۰ کیلوگرم باید در چه فاصله ای از تکیه گاه قرار بگیرد تا تعادل در اهرم برقرا شود ؟ (از رابطه اهرم در حال تعادل استفاده کنید) (پاسخ در صفحه بعد)

$d_1 = ۲m$ ، $m_1 = ۳۰\ kg$ ، $m_2 = ۶۰\ kg$ ، $d_2 = ?$

$F_1 = W_1 = m_1 g = ۳۰\ kg \times ۱۰ \frac{N}{kg} = ۳۰۰N$

$F_2 = W_2 = m_2 g = ۶۰\ kg \times ۱۰ \frac{N}{kg} = ۶۰۰\ N$

اندازهٔ گشتاور نیروی پاد ساعتگرد =اندازهٔ گشتاور نیروی ساعتگرد

$d_1 \times F_1 = d_2 \times F_2 \Rightarrow ۲m \times ۳۰۰N = d_2 \times ۶۰۰\ N \Rightarrow ۶۰۰Nm = d_2 \times ۶۰۰\ N$

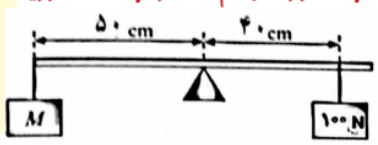
$d_2 = \frac{۶۰۰Nm}{۶۰۰N} = ۱m$

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 :

فعالیت پیشنهادی ۴

در اهرم زیر اگر تعادل برقرار باشد وزن جسم **M** را بدست آورید



*برای تعیین ساعتگرد و پادساعتگرد بودن نیرو ها به نکات زیر توجه شود :

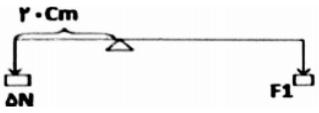
۱- جهت اثر نیرو

۲- حرکت نیرو در جهت محور چرخش (تکیه گاه)

رابطه اهرم در حالت تعادل

گشتاور نیروی پاد ساعتگرد=گشتاور نیروی ساعتگرد

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

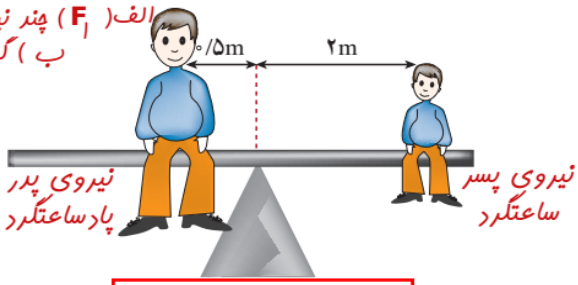


فعالیت پیشنهادی ۵ در شکل مقابل میله یکنواختی به طول ۶۰ سانتی متر در تعادل است .

الف(F_1) چند نیوتون است ؟

ب) گشتاور آن ساعتگرد است یا پادساعتگرد ؟

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.



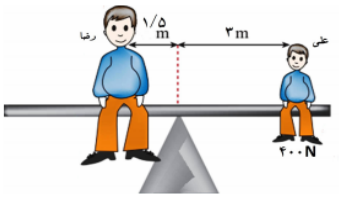
$۸۰۰N \times ۰/۵m = ۲۰۰N \times ۲m$

$۴۰۰Nm = ۴۰۰Nm$

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

فعالیت پیشنهای ۶

در شکل مقابل ضمن مشخص کردن نوع گشتاور علی و رضا، بدست آورید وزن رضا چند نیوتون باشد تا گشتاور ساعتگرد و پادساعتگرد با هم برابر باشند ؟



مزیت مکانیکی

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 :

عددی است که نشان میدهد ماشین ، نیروی ما را چند برابر کرده و چه تاثیری در نیروی وارده ما داشته

همچنین برای اینکه بفهمیم هر ماشین به چه روشی به ما کمک می کند شاخصی بنام مزیت مکانیکی را تعریف می کنیم طبق جدول زیر (۳)

رابطه ی محاسبه مزیت مکانیکی (اگر نیروها داده باشند)

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

راه کمک ماشین ها	وضعیت نیروها	وضعیت بازوها	مزیت مکانیکی	مثال
افزایش نیرو	نیروی محرک < نیروی مقاوم	بازوی محرک > بازوی مقاوم	۱ < مزیت	فرغون
افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو	نیروی محرک > نیروی مقاوم	بازوی محرک < بازوی مقاوم	۱ > مزیت	جاروی فراشی
تغییر جهت نیرو	نیروی محرک = نیروی مقاوم	بازوی محرک = بازوی مقاوم	۱ = مزیت	الاکلنگ

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 :

$F_1 = ?$ نیروی محرک ، ۱۵۰N = نیروی مقاوم ، ۲ = مزیت مکانیکی

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

فعالیت

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

طبق شکل ۱۱ در شرایط تعادل

گشتاور نیروی محرک = گشتاور نیروی مقاوم

پس داریم

$$d_1 \times F_1 = d_2 \times F_2 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

رابطه دیگر محاسبه مزیت مکانیکی (اگر بازوها داده باشند)

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

با توجه به تعریف مزیت مکانیکی یعنی نسبت نیروی مقاوم به نیروی محرک بنابراین به جای آن می توانیم بنویسیم

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} \Rightarrow \text{مزیت مکانیکی} = \frac{d_1}{d_2}$$

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.

در هر سه شکل داده شده مثل های قرمز رنگ تکیه گاه – فلش های سبز رنگ محل نیروی محرک و فلش های قرمز رنگ محل نیروی مقاوم است

(مثال : انواع قیچی / انبردست ترازوی دو کفه ای / سیم چین)

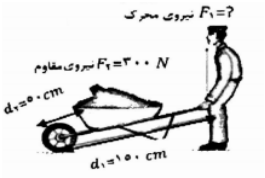
(مثال : فرغون / چرخ دستی آچار / فندق شکن)

(مثال : جاروی دسته بلند / انبر مو چین / راکت تنیس)

* قابل توجه دبیران محترم : نام نوع اهرم مد نظر این کتاب درسی نیست مثلا قیچی اهرم نوع چندم است ؟ یا فرغون اهرم نوع چندم است ؟

فعالیت پیشنهادی ۷ : با توجه به داده های شکل زیر کارگر حداقل با چه نیرویی باید فرغون را بلند کند ؟

* سوال پیشنهادی : در یک اهرم طول بازوی محرک ۶۰ سانتی متر و طول بازوی مقاوم ۲۰ سانتی متر است
الف) مزیت مکانیکی این اهرم چقدر است ؟
ب) اگر در این اهرم جرم وزنه مقاوم ۹۰ کیلوگرم باشد ، نیروی محرک چقدر باشد تا اهرم در حالت تعادل باقی بماند ؟



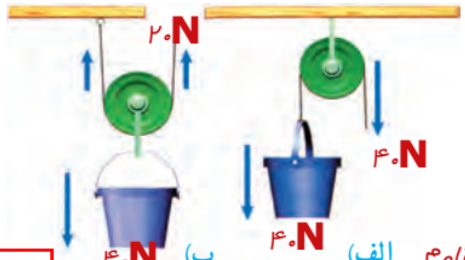
الف ⇦ مزیت مکانیکی $= \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} = \frac{۶۰\,cm}{۲۰\,cm} = ۳$

ب ⇦ نیروی مقاوم $= F_2 = m_2 g = ۹۰ \times ۱۰ = ۹۰۰\,N$

مزیت مکانیکی $= \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} \Rightarrow ۳ = \frac{۹۰۰\,N}{F_1} \Rightarrow F_1 = ۳۰۰\,N$

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.

قرقره ثابت — قرقره متحرک (خود قرقره همراه بار و ریسمان حرکت می کند)

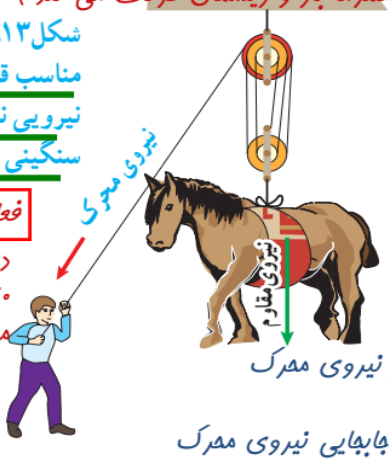


الف) ب)

شکل۱۲ــ قرقرهٔ ثابت و قرقرهٔ متحرک

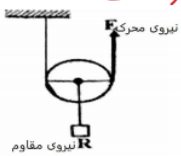
در قرقره ثابت
نیروی محرک = نیروی مقاوم
مزیت مکانیکی = یک
جابجایی نیروی مقاوم = جابجایی نیروی محرک

در قرقره متحرک
نیروی مقاوم دو برابر نیروی محرک
مزیت مکانیکی = ۲
جابجایی نیروی مقاوم نصف جابجایی نیروی محرک



شکل۱۳ــ با ترکیب مناسب قرقره‌ها می‌توان با نیرویی نسبتاً کوچک جسم سنگینی را جابه‌جا کرد.

فعالیت پیشنهادی ۸
در شکل زیر اگر نیروی مقاوم ۶۰ نیوتون باشد ، نیروی محرک چقدر است ؟



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.

پاسخ

مزیت مکانیکی قرقره و طناب الف $= \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{۴۰\,N}{۴۰\,N} = ۱$

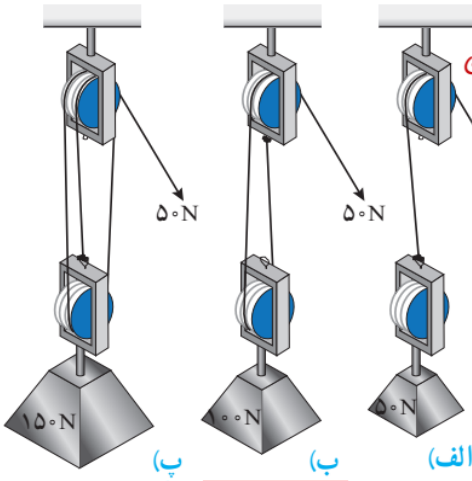
نتیجه : مزیت مکانیکی قرقره ثابت همواره یک (به علت برابر بودن نیروی مقاوم و نیروی محرک) و مزیت مکانیکی قرقره متحرک همواره دو است (زیرا نیروی محرک نصف نیروی مقاوم است

مزیت مکانیکی قرقره و طناب ب $= \frac{\text{نیروی مقاوم}}{\text{نیروی محرک}} = \frac{۴۰\,N}{۲۰\,N} = ۲$

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 ۴۰ نیوتونی 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.

* با ترکیب دو یا چند قرقره می توانیم ماشین ساده ای بنام قرقره مرکب طراحی کنیم که در انجام کارها به ما کمک کند

* نیروی کشش طناب در دو طرف قرقره ثابت است و تا زمانی که طناب عوض نشود (الف همچنان ثابت خواهد ماند



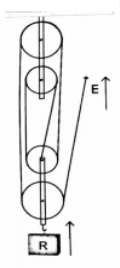
ب) پ)

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

* در قرقره های مرکب مزیت مکانیکی را می توان بر اساس تعداد نخ هایی که با نیروی مقاوم در ارتباط است نیز برست آورد
مثلا در شکل ۱۴ پ نیروی مقاوم بوسیله ی ۳ نخ نگه داشته شده است پس مزیت مکانیکی این قرقره مرکب ۳ است .

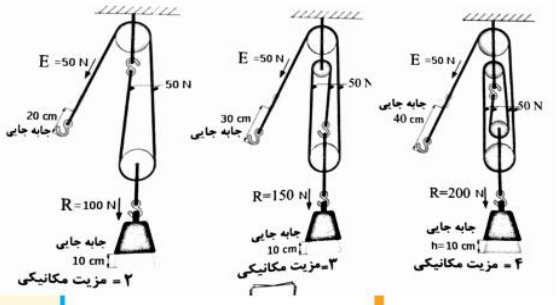
۱۰۲

فعالیت پیشنهادی ۹
الف) مزیت مکانیکی قرقره مقابل چند است ؟
ب) با استفاده از این قرقره مرکب نیروی محرک لازم برای بلند کردن وزنه ۵۰۰ نیوتونی چقدر است ؟



قرقره های مرکب

با توجه به شکل های داده شده نیروی کشش طناب در طول آن ثابت است .
به میزان جابجایی نیروی محرک و مقاوم در این تصاویر دقت کنید
* اگر چه نیروی ما برای بلند کردن وزنه ها کمتر می شود اما به همان میزان جابجایی نیروی محرک نسبت به جابجایی نیروی مقاوم بیشتر می شود . یعنی در این فرایند کار ما کمتر یا بیشتر نمیشود بلکه فقط آسانتر می شود



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	۱۰۰N	۱۵۰N
مزیت مکانیکی	۱	۲	۳

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 :

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

جابجایی نیروی مقاوم × نیروی مقاوم = جابجایی نیروی محرک × 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؟ ← جابجایی نیروی محرک

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

ب) اندازهٔ کار نیروی محرک = اندازهٔ کار نیروی مقاوم

۲۰J = ۱۰۰N × جابه‌جایی

۲۰J = نیروی مقاوم × جابه‌جایی

جابه‌جایی = ۰/۲ متر

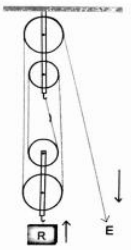
یعنی وزنه (نیروی مقاوم) به اندازهٔ نصف جابه‌جایی نیروی محرک، جابه‌جا شده است.

جمع‌آوری اطلاعات

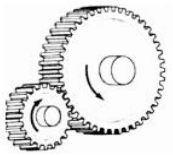
تحقیق دانش آموزی

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

فعالیت پیشنهای ۱۰



الف) مزیت مکانیکی قرقره مرکب مقابل چند است ؟
ب) شخص (E) با چه نیروی می تواند وزنه ۲۰۰ کیلوگرمی (R) را بلند کند ؟
ج) اگر شخص (E) طناب را ۸ متر بکشد ، وزنه (R) چند متر بالا می آید ؟



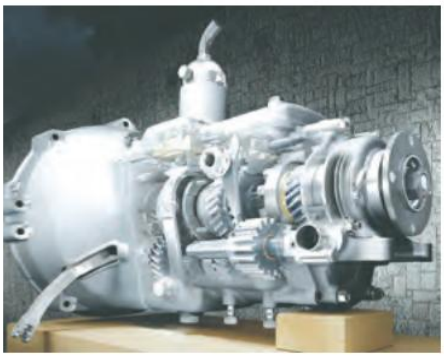
* کارکرد چرخ دنده ها به تعداد دندانه های آنها بستگی دارد
* در چرخ دنده هایی که با هم درگیر هستند اگر یکی از چرخ ها ساعتگرد بچرخد ، دیگری حتما باید پادساعتگرد بچرخد
* برای تعیین دور چرخ دنده ها می توان از رابطه زیر استفاده کرد .

$$\frac{\text{تعداد دندانه های چرخ ورودی}}{\text{تعداد دندانه های چرخ خروجی}} = \text{تعداد دور در چرخ دنده ها}$$

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

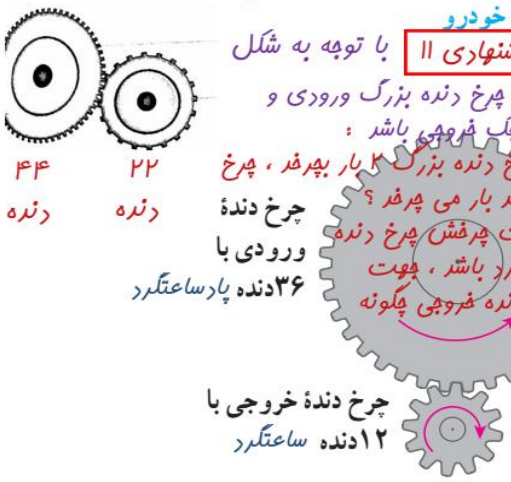
چگونگی کارکرد چرخ‌دنده‌ها به تعداد دندانه‌های آن، بستگی دارد. مثلاً در دندانه‌های نشان داده شده در شکل ۱۶، چرخ‌دندهٔ بزرگ‌تر دارای ۳۶ دنده و دومی دارای ۱۲ دنده است. این چرخ‌دنده‌ها با هم تماس دارند و با فرض آنکه روی هم نمی‌لغزند (سُر نمی‌خورند)، وقتی چرخ‌دندهٔ بزرگ به اندازهٔ یک دنده می‌چرخد، چرخ‌دندهٔ 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= $\frac{\text{۳۶دنده}}{\text{۱۲دنده}}$).

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.



شکل ۱۵ ــ ترکیب پیچیده‌ای از چرخ‌دنده در جعبه‌دنده خودرو

فعالیت پیشنهادی ۱۱ با توجه به شکل با فرض اینکه چرخ دنده بزرگ ورودی و چرخ دنده کوچک خروجی باشد :
الف) اگر چرخ دنده بزرگ ۲ بار بچرخد ، چرخ دنده کوچک چند بار می چرخد ؟
ب) اگر جهت چرخش چرخ دنده ورودی ساعتگرد باشد ، جهت چرخش چرخ دنده خروجی چگونه خواهد بود ؟



شکل ۱۶ ــ به ازای هر بار چرخش چرخ دندهٔ بزرگ چرخ دندهٔ کوچک سه بار می‌چرخد.

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

برای تعیین مزیت مکانیکی چرخ دنده ها می توان از رابطه زیر استفاده کرد

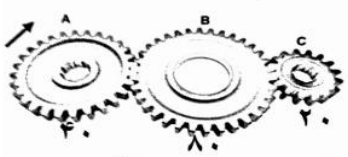
$$\frac{\text{تعداد دنده های چرخ دنده خروجی}}{\text{تعداد دنده های چرخ دنده ورودی}} = \text{مزیت مکانیکی چرخ دنده ها}$$

تحقیق دانش آموزی

جمع‌آوری اطلاعات

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

فعالیت پیشنهادی ۱۲ در شکل مقابل
الف) اگر چرخ دنده A در هر دقیقه ۵ دور بچرخد چرخ دنده های دیگر چند دور می چرخند ؟
ب) جهت چرخ دنده C ساعتگرد است یا پادساعتگرد ؟



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

۱۰۴ * سطح شیبدار : ماشینی که با نیروی کمتر در مسافتی طولانی تر به ما کمک می کند تا جسم سنگینی را به سمت بالا حرکت دهیم

در سطح شیبدار مزیت مکانیکی از روابط زیر بدست می آید :

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

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

* هر چه طول سطح شیبدار بیشتر باشد و یا شیب آن کمتر باشد مزیت آن بیشتر است

فعالیت پیشنهادی ۱۳ با توجه به شکل ۱۷

الف) چرا در اسباب کشی ها از سطح شیبدار استفاده می کنیم ؟

ب) چرا بهتر است علاوه بر سطح شیبدار از چرخ نیز در جابجایی استفاده کنیم ؟

پ) مزیت مکانیکی این سطح شیبدار را با توجه به طول و ارتفاع داده شده بدست آورید :

ت) اگر جرم جعبه ۲۰۰ کیلوگرم باشد ، حداقل نیروی محرک لازم برای بالا بردن جعبه چند نیوتون است ؟

ث) اگر بخواهیم به کمک این سطح شیبدار یک ماشین لباسشویی ۱۰۰ کیلوگرمی را بالا ببریم حداقل نیروی لازم چند نیوتون 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 :

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

فکر کنید

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

زیرا با این کار طول سطح شیبدار افزایش یافته و با نیروی کمتر خودرو مسیر را طی می کند .

فعالیت پیشنهادی ۱۴ دانش آموزی می تواند حداکثر نیروی ۵۰۰ نیوتون را به جسم وارد کند . او می خواهد جسمی به جرم ۱۰۰ کیلوگرم را وارد کامیون حمل بار به ارتفاع ۱/۵ متر کند . بدین منظور او از یک سطح شیبدار استفاده می کند با فرض آنکه زیر جسم چرخ دارد و می توان از اصطکاک ها صرفنظر کرد ، حداقل طول سطح شیبدار چند متر باید باشد ؟