فصل نهم ماشین‌ها

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 :

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

$$W = F \times d$$

نکته: واحد اندازه گیری کار و انرژی **ژول** است.

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؟

٤- 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؟

٦- 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؟

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 ...

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 ...

٤-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.

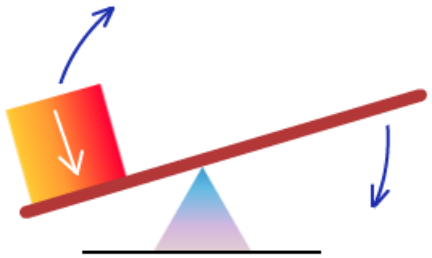
۳- اگر مزیت مکانیکی ماشین کمتر از یک باشد، با افزایش سرعت و مسافت نقطه اثر نیرو کمک می‌کند.

٤- مزیت مکانیکی یکای اندازه‌گیری ندارد .

نکته۱ : ماشینی که افزایش نیرو دارد سبب صرفه‌جویی در نیروی محرک می‌شود.

نکته۲ : 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.

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 .

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.

نکته۱ : در ماشین‌هایی که انرژی یا نیروی ورودی به ماشین ، درنهایت باعث چرخش می‌شود، حتماً از چرخ‌دنده استفاده می‌شود.

نکته۲ : اگر یک چرخ‌دنده در جهت عقربه‌های ساعت (ساعت‌گرد) بچرخد ، چرخ‌دنده‌ی کنار آن در خلاف جهت عقربه‌های ساعت (پادساعت‌گرد) می‌چرخد .

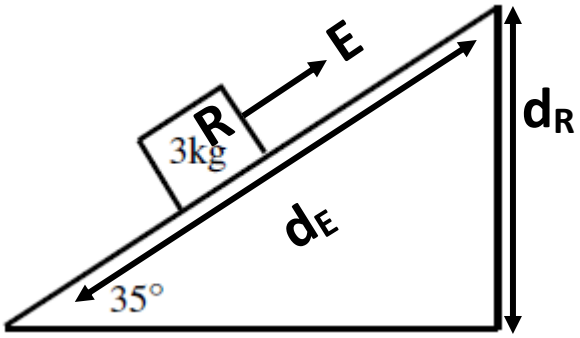
محاسبه مزیت مکانیکی چرخ‌دنده‌ها :

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

نکته۱ : با توجه به مزیت مکانیکی چرخ‌دنده‌ها ، روش کمک آن را می‌توانیم بیان کنیم.

نکته۲ : 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

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

نکته۱ : هر چه نسبت طول سطح شیب‌دار به ارتفاع سطح شیب‌دار بیشتر باشد، افزایش نیرو بیشتر است.

نکته۲ : هر چه زاویه‌ی شیب کمتر باشد ، در نیروی محرک صرفه‌جویی بیشتری خواهد شد

نکته۳ : مزیت مکانیکی سطح شیب‌دار همیشه بیشتر از یک است. (یعنی همیشه نیروی ما را بیشتر می‌کند)