

کار و توان

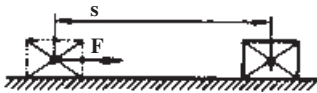
هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- کار را تعریف کند.
- ۲- واحد کار در سیستم SI را شرح دهد.
- ۳- توان را تعریف کند.
- ۴- واحد توان را شرح دهد.
- ۵- ضریب بهره را تعریف کند.

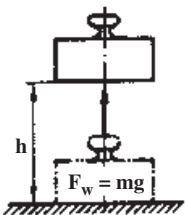
۷- کار و توان

۷-۱- کار

برای بلند کردن بوته ریخته‌گری و یا کشیدن یک چهارچرخه و رندیدن تخته‌های چوب لازم است کار انجام گیرد. برای انجام این فعالیت، باید نیرویی (مانند نیروی وزن بوته، نیروی مقاوم چرخ یا نیروی مقاوم چوب) در یک مسافت جابه‌جا شود. در اینجا یک کار مکانیکی انجام می‌شود و مدت زمان انجام کار نقشی در آن ندارد (شکل ۷-۱).



کار می‌تواند همچنین در یک الکتروموتور و یا ماشین حرارتی انجام پذیرد. در این صورت، صحبت از کار الکتریکی و یا کار ترمودینامیکی خواهد بود.



$$\text{طول مسیر} \times \text{نیرو} = \text{کار در راستای افق}$$

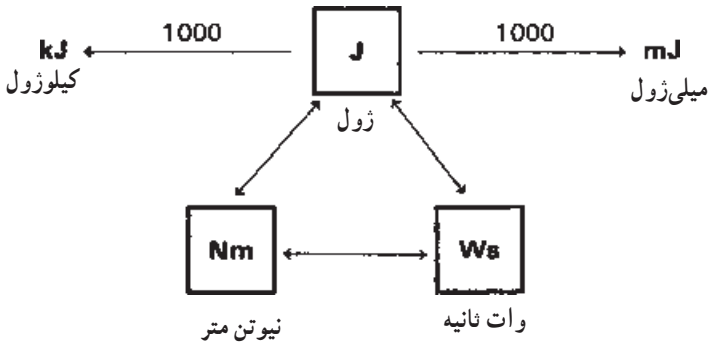
$$W = F \times s$$

$$\text{ارتفاع} \times \text{نیروی وزن} = \text{کار در راستای قائم}$$

$$W = F_w \times h = mgh$$

شکل ۷-۱

۷-۱-۱- واحد کار در سیستم SI: واحد کار در سیستم SI ژول است و آن عبارت است از تغییر مکان نیروی یک نیوتنی به اندازه یک متر. واحد کار الکتریکی، وات ثانیه است که با ژول برابر است. در شکل ۷-۲ واحدهای کار، اجزا و اضعاف آن نشان داده شده است.



شکل ۷-۲- اجزا و اضعاف ژول

۷-۲- توان

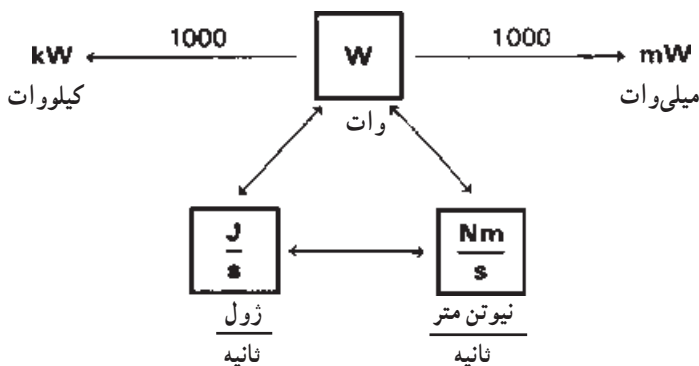
در مواردی که صحبت از انجام یک کار در زمان معینی است، صحبت توان به میان می‌آید. هرچه زمان انجام کار کوتاه‌تر باشد، به همان نسبت توان بیشتر خواهد بود (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳- توان

$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}} = \frac{\text{تغییر مکان} \times \text{نیرو}}{\text{زمان}} = \text{سرعت} \times \text{نیرو}$	$P = \frac{W}{t} = \frac{F \times s}{t} = F \times v$
	$P = \frac{F_w \times h}{t} = \frac{mgh}{t}$

۷-۲-۱- واحد توان: واحد توان در سیستم SI، وات است و آن عبارت است از یک ژول کار انجام شده در یک ثانیه. شکل ۷-۴ واحد توان، اجزا و اضعاف آن را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۷- اجزا و اضعاف وات

۳-۷- ضریب بهره

در وسایل انتقال حرکت و یا ماشین‌های مبدل انرژی مقداری از توان گرفته شده صرف برطرف کردن عواملی مانند اصطکاک، مقاومت الکتریکی شده و یا بخشی از آن تبدیل به حرارت می‌شود، و بقیه آن به صورت توان گرفته شده یا توان مفید ظاهر می‌شود. نسبت توان گرفته شده به توان داده شده را ضریب بهره، راندمان یا بازده گویند.

$$\text{توان گرفته شده} \\ \text{توان داده شده} = \text{ضریب بهره}$$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_e}{P_i}$$

مثال: الکتروموتوری باری به وزن ۲۲/۵ کیلو نیوتن را در مدت ۴۵ ثانیه به ارتفاع ۸ متری می‌رساند، مطلوب است محاسبه:

الف) کار انجام شده برحسب کیلوژول
ب) توان گرفته شده موتور
ج) توان داده شده به موتور اگر ضریب بهره ۰/۸ باشد.
حل:

الف) $W = F_W \times h = 22500 \text{ N} \times 8 \text{ m} = 180000 \text{ Nm} = 180 \text{ kJ}$

ب) $P_{ab} = \frac{W}{t} = \frac{180 \text{ kJ}}{45 \text{ s}} = 4 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$

ج) $P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{4 \text{ kJ}}{0.8} = 5 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$

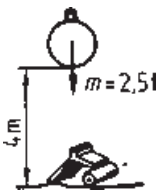
۱- P_{ab} = توان گرفته شده P_{zu} = توان داده شده
 P_e = توان مفید P_i = توان اولیه

تمرین‌ها

۱- یک کوکیل از جنس فولاد ریخته‌گی دارای طول 52° میلیمتر، پهنای 46° میلیمتر و ارتفاع 128° میلیمتر است. برای بلند کردن آن تا ارتفاع $3/25$ متر چه مقدار کار مکانیکی برحسب ژول مورد نیاز است؟

$$\rho = 7/8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

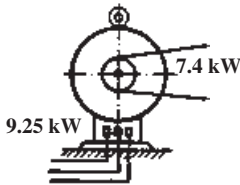
$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



شکل ۷-۵

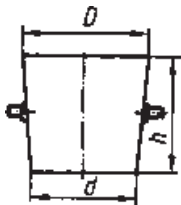
۲- برای خرد کردن قراضه‌های ریخته‌گری، وزنه کروی شکل، مطابق شکل ۷-۵ را ۶ مرتبه روی آن‌ها می‌کنیم. کار انجام شده برحسب کیلوژول چقدر است؟

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



شکل ۷-۶

۳- ضریب بهره الکتروموتور در شکل ۷-۶ را به دست آورید.



شکل ۷-۷

۴- جرم پاتیل شکل ۷-۷، $1/2$ تن است. قطر بزرگ داخلی بوته 90° میلیمتر و قطر کوچک داخلی آن 80° میلیمتر و ارتفاع آن 96° میلیمتر است. $\frac{5}{6}$ حجم آن با مذاب چدن با جرم مخصوص 6500 kg/m^3 پر شده است. یک جرثقیل کارگاهی آن را در زمان 26 ثانیه به ارتفاع $5/2$ متری می‌رساند. اگر ضریب بهره جرثقیل 72° باشد، توان مفید و توان داده شده آن چند کیلووات است؟

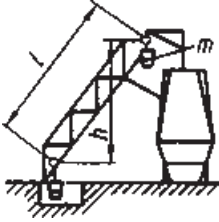
$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۵- جرثقیل مایل کوره بلند شکل ۷-۸ دارای مشخصاتی به شرح زیر است :

$$\eta = 0.7, \quad m = 2/8t, \quad l:h = 9:7, \quad l = 45m, \quad g = 10 \frac{m}{s^2}$$

این بالابر در زمان ۲۴ ثانیه به طور همزمان ۶ واگن را به مدخل کوره می‌رساند مطلوب است

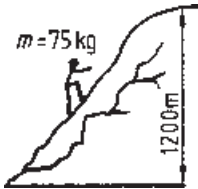
محاسبه :



شکل ۷-۸

الف) توان مفید بالابر برحسب kW

ب) توان داده شده بالابر برحسب kW



شکل ۷-۹

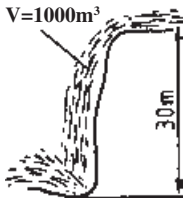
۶- با توجه به شکل ۷-۹ مطلوب است محاسبه :

الف) برای صعود به کوه چقدر کار مورد نیاز است؟

ب) اگر صعود در مدت زمان ۳ ساعت انجام پذیرد توان

مصرفی چند وات است؟

$$g = 9.8 \frac{m}{s^2}$$



شکل ۷-۱۰

۷- چه توانی برحسب کیلووات از نیروی آب در شکل ۷-۱۰

در مدت یک دقیقه حاصل می‌شود.

$$\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$