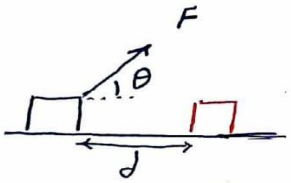
۱

کار و انرژی

کار : هرگاه جسم در اثر نیروی F وارد شده به آن، جابجا شود، توسط نیروی F کار انجام شده است. رابطه آن عبارت است از :

$$W = F.d.\cos\theta$$

$$\vec{W} = \vec{F}.\vec{d}$$ ضرب نقطه‌ای برداری



W : کار (کمیتی نرده‌ای)، واحدش ژول [J]

F : نیرو، واحدش [N] نیوتن

d : جابجایی، واحدش [m] متر

θ : زاویه بین F و d

طبق ← اگر $0 \le \theta < 90 \Rightarrow W > 0$

اگر $90 < \theta \le 180 \Rightarrow W < 0$

* همواره سطح زیر نمودار نیرو - جابجایی (F - d) نشان دهنده کار (W) است

@iHamkelasi
iHamkelasi
همکلاسی

کارنیروهای خاص

(I) کارنیروی اصطکاک : انرژی اصطکاک را f_k در نظر بگیرید خواهیم داشت :

$$W = F d \cos\theta \longrightarrow W = f_k d \cos 180^\circ = -f_k d$$

* چون نیروی اصطکاک معمولاً مخالف حرکت جسم است بنابراین $\theta = 180^\circ$ می شود.

* کارنیروی اصطکاک در جابجایی بین دو نقطه کاملاً به مسیر حرکت وابسته است

(II) کارنیروی گرانش (وزن)

$$W_g = -mg\Delta h$$

m : جرم واحد آن [kg] کیلوگرم

g : شتاب گرانش زمین $[m/s^2]$ متر بر مجذور ثانیه

Δh : ارتفاع از سطح زمین [m] متر

* اگر طی حرکت جسم بالا رود $\Delta h > 0 \Leftarrow W_g < 0$

و اگر طی حرکت جسم پایین بیاید $\Delta h < 0 \Leftarrow W_g > 0$

* کارنیروی وزن به مسیر حرکت بین دو نقطه بستگی ندارد و فقط به جابجایی جسم در راستای قائم مرتبط است

برای دانلود جزوه های بیشتر به وبسایت همکلاسی به نشانی Hamkelasi.ir مراجعه کنید

@iHamkelasi

iHamkelasi

همکلاسی

III) کار نیروی کشسانی فنر : اگر جسم متصل به فنر به اندازه x از وضع تعادل خود خارج شود داریم :

$$W_e = -\frac{1}{2} K x^2$$

K : ثابت کشسانی فنر واحدش $[N/m]$ نیوتن بر متر

x : جابجایی واحدش $[m]$ متر

* کار نیروی کشسانی فنر همواره منفی است ، زیرا نیروی کشسانی فنر همواره خلاف جهت جابجایی بود و بنابراین $\theta = 180$ و منفی خواهد بود.

* اگر مقدار از مکان x_1 نسبت به وضع تعادل به مکان x_2 کشیده یا فشرده می شود خواهیم داشت :

$$W_e = -\frac{1}{2} K (x_2^2 - x_1^2)$$

IV) کار نیروی عمودی سطح (N) : در کلیه جابجایی ها نیروی عکس العمل عمودی سطح بر مسیر حرکت جسم عمود است پس $\theta = 90$ و کار آن نیز صفر می شود مانند حرکت روی سطح افق یا سطح شیبدار و ...

در برخی دیگر جابجایی ها ، نیروی N با جابجایی متحرک همراستاست پس صفر نیست مثل حرکت آسانسور

برای دانلود جزوه های بیشتر به وبسایت همکلاسی به نشانی Hamkelasi.ir مراجعه کنید

۴

انرژی

عبارت است از توانایی انجام کار که شامل انواع زیر است :

(I) انرژی جنبشی : $K = \frac{1}{2}mv^2$

K : انرژی جنبشی واحد آن [J]

m : جرم واحد آن [kg]

v : سرعت واحد آن [m/s]

* انرژی جنبشی زمانی وجود دارد که جسم در حال حرکت باشد.

(II) انرژی پتانسیل : زمانی داریم که جسم ساکن باشد و در حال ذخیره سازی انرژی باشد. دو نوع است :

(1) انرژی پتانسیل گرانشی : به خاطر ارتفاع از سطح وجود دارد که باید مبدأ پتانسیل بگیریم و مقدار آن صفر است

$$U_g = mgh \longrightarrow \begin{cases} h>0 \longrightarrow U_g>0 \\ h<0 \longrightarrow U_g<0 \end{cases}$$

U_g : انرژی پتانسیل گرانشی واحد آن [J]

تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی :

$$\Delta U_g = mg\Delta h \rightarrow \begin{cases} \text{اگر جسم بالا رود} \longrightarrow \Delta h>0 \longrightarrow \Delta U_g>0 \\ \text{اگر جسم پایین بیاید} \longrightarrow \Delta h<0 \longrightarrow \Delta U_g<0 \end{cases}$$

برای دانلود جزوه های بیشتر به وبسایت همکلاسی به نشانی Hamkelasi.ir مراجعه کنید

۱۵

② انرژی پتانسیل کشسانی : وقتی فنری به اندازه x فشرده یا کشیده شود، در آن انرژی ذخیره می‌شود :

$$U_e = \frac{1}{2} K x^2$$

* تغییرات انرژی پتانسیل کشسانی :

$$\Delta U_e = \frac{1}{2} K (x_2^2 - x_1^2)$$

③ انرژی مکانیکی : مجموع انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی جسم

$$E = K + U$$

$$\Delta E = \Delta K + \Delta U$$

E و ΔE به ترتیب انرژی مکانیکی و تغییرات آن، واحد آن [ژ]

K و ΔK به ترتیب انرژی جنبشی و تغییرات آن، واحد آن [ژ]

U و ΔU به ترتیب انرژی پتانسیل و تغییرات آن، واحد آن [ژ]

قضیه کار و انرژی

برای محاسبه کار کل نیروی وارد بر جسم سه راه داریم :

الف) کار تک تک نیروهای وارد بر جسم را حساب کرده و سپس آنها را جمع جبری می‌کنیم

ب) جهت، اندازه و راستای نیروهای وارد بر جسم را مشخص کرده و کار برایند نیروها را در جای جای حساب می‌کنیم

ج) از قضیه کار و انرژی بهره می‌گیریم

برای دانلود جزوه های بیشتر به وبسایت همکلاسی به نشانی Hamkelasi.ir مراجعه کنید

@iHamkelasi

iHamkelasi

۱

قضیه کار و انرژی : کار برایند نیروهای وارد بر یک جسم در یک جابجایی برابر است با تغییرات انرژی جنبشی جسم در آن جابجایی :

$$\Sigma W = \Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

Σ : علامت جمع است روی هر کمیت (سیگما)

Δ : علامت تغییرات است روی هر کمیت (دلتا)

پایستگی انرژی مکانیکی

اگر به یک دستگاه در حین جابجایی ، نیروی اصطکاک یا نیروی توسط عامل خارجی وارد نشود ، انرژی مکانیکی دستگاه ثابت باقی خواهد ماند .

اگر $W_{f_K} = 0$ یا $W_{F_{\text{خارجی}}} = 0 \Longrightarrow \Delta E = 0$

یعنی $E_i = E_f \longrightarrow U_i + K_i = U_f + K_f$

i : انرژی مکانیکی ابتدای حرکت

f : انرژی مکانیکی انتهای حرکت

برای دانلود جزوه های بیشتر به وبسایت همکلاسی به نشانی Hamkelasi.ir مراجعه کنید

@iHamkelasi
iHamkelasi
همکلاسی

۷

عدم پایستگی انرژی مکانیکی

درصورتی که در طول مسیر حرکت نیروی اصطکاک یا نیروی خارجی به جسم اثر کند، انرژی مکانیکی جسم تغییر خواهد کرد که در این صورت این تغییر انرژی مکانیکی برابر کار انجام شده توسط اصطکاک یا نیروی خارجی می‌شود

$$\Delta E = W_{f_k} \quad \text{یا} \quad \Delta E = W_{F_{\text{خارجی}}}$$

$$E_f - E_i = W_{f_k} \text{ یا } W_{F_{\text{خارجی}}}$$

$$\Rightarrow (K_f + U_f) - (K_i + U_i) = W_{f_k} \text{ یا } W_{F_{\text{خارجی}}}$$

$$\Rightarrow (K_f - K_i) - (U_f - U_i) = W_{f_k} \text{ یا } W_{F_{\text{خارجی}}}$$

توان و بازده

کار انجام شده یا انرژی مصرفی در واحد زمان توان نام دارد

P : توان و واحد آن [W] وات

$\bar{P}$: توان متوسط

$\frac{dW}{dt}$: مشتق انرژی نسبت به زمان

$$\bar{P} = \frac{W}{t} \qquad P_{\text{لحظه‌ای}} = \frac{dW}{dt}$$

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{E_{\text{مصرفی}}}{t} \qquad P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{t}$$

برای دانلود جزوه های بیشتر به وبسایت همکلاسی به نشانی Hamkelasi.ir مراجعه کنید

۸.

* اگر به جسمی نیروی ثابت $\vec{F}$ اثر کند و جسم با سرعت ثابت حرکت کند توان برابر است با:

$$\bar{P} = F . \bar{V}$$

$$P_{\text{متوسط}} = F . V_{\text{متوسط}}$$

$\bar{V}$: سرعت متوسط

* بازده یک ماشین عبارت است از نسبت کار مفید انجام شده توسط دستگاه به کل انرژی ورودی به آن

$$\eta = \frac{W_{\text{مفید}}}{E_{\text{ورودی}}} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ورودی}}}$$

η : بازده است (یا) بدون واحد

واحد دیگر استفاده شده برای توان علاوه بر وات [hp] اسب بخار است که رابطه آن با وات عبارت است از

$$[hp] = 746 [W]$$