

به نام خدا

جزوه فصل سوم فیزیک دهم تجربی (کار و انرژی)

انرژی جنبشی

انرژی جنبشی جسمی به جرم m که با تندی v در حال حرکت است از رابطه زیر به دست می آید:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

واحدهای اندازه گیری:

- K (انرژی جنبشی) بر حسب ژول (J)
- m (جرم) بر حسب کیلوگرم (kg)
- v (تندی) بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$)

یکای انرژی جنبشی و هر نوع دیگری از انرژی، $kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$ است که به افتخار جیمز ژول، فیزیکدان انگلیسی، ژول (J) نامیده می شود.

نکته:

برای مقایسه انرژی جنبشی دو جسم با جرم های متفاوت و یا یک جسم در دو حالت متفاوت، داریم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

نکته:

تغییر انرژی جنبشی یک جسم در دو حالت از رابطه $\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$ به دست می آید.

کار

کار انجام شده توسط نیروی F در جابه‌جایی d با زاویه θ بین آن‌ها برابر است با:

$$W = (F \cos \theta) d$$

کار یک کمیت نرده‌ای (عددی) است و طبق تعریف، یکای همان یکای انرژی یعنی ژول است که ژول برابر است با یک نیوتون در متر:

$$1 J = 1 N.m$$

کار نیروی عمودی سطح

در شکل‌های مربوط به نیروی عمودی سطح:

$$W_{F_N} = F_N d \cos 90^\circ = 0$$

کار نیروی اصطکاک

$$W_{f_k} = f_k d \cos 180^\circ = -f_k d$$

کار نیروی وزن

الف) جسم در راستای افقی جابه‌جا شود:

$$W_{mg} = mgd \cos 90^\circ = 0$$

ب) جسم در راستای قائم جابه‌جا شود:

اگر جسم به بالا جابه‌جا شود:

$$\theta = 180^\circ \Rightarrow W_{mg} = mgd \cos 180^\circ = -mgh$$

اگر جسم به پایین جابه‌جا شود:

$$\theta = 0^\circ \Rightarrow W_{mg} = mgd \cos 0^\circ = mgh$$

قضیه کار - انرژی جنبشی

همواره کار کل انجام شده روی یک جسم (W_t) با تغییرات انرژی جنبشی آن (ΔK) برابر است.

$$W_t = \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

کار و انرژی پتانسیل گرانشی

رابطه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم، منفی کار نیروی وزن بر آن است:

$$\Delta U = -W_{mg} \text{ یا } W_{mg} = -\Delta U$$

رابطه $\Delta U = -W_{mg}$ در هر مسیر دلخواه همواره برقرار است و به نوع حرکت و مسیر حرکت جسم بستگی ندارد.

نکته: کار نیروی وزن مستقل از مسیر حرکت است و فقط به اختلاف ارتفاع (Δh) دو نقطه‌ای که جسم بین آن‌ها جابه‌جا می‌شود، بستگی دارد.

نکته: اگر نیرو و جابه‌جایی را به صورت برداری داشته باشیم، کار نیرو را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$$

$$\vec{d} = d_x \vec{i} + d_y \vec{j}$$

$$\Rightarrow W_F = F_x d_x + F_y d_y$$

نکته: کار کل (W_t) برابر است با جمع جبری کار انجام شده توسط تک تک نیروها:

$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} + \dots$$

انرژی مکانیکی

انرژی مکانیکی (E) مجموع مقادیر انرژی‌های جنبشی و پتانسیل یک جسم را در هر نقطه از مسیر حرکتش، انرژی مکانیکی آن جسم می‌نامند.

اصل پایستگی انرژی مکانیکی

اگر فرض کنیم نیروهای اتلاف‌کننده انرژی (مانند مقاومت هوا و اصطکاک) در طول مسیر حرکت جسم ناچیز باشند، آنگاه انرژی مکانیکی جسم در تمام نقاط مسیر، مقدار **یکسانی** خواهد داشت و یا به عبارت دیگر این اصل پایستگی انرژی مکانیکی نام دارد:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

نکته: این رابطه به شکل مسیر حرکت وابسته نیست.

نکته: در فتر کشیده شده یا فشرده شده، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره می‌شود.

کار و انرژی درونی

اگر در طی مسیر حرکت جسم، **نیروهای اتلافی** (اصطکاک و مقاومت هوا) به جسم وارد شوند، این نیروها روی جسم **کار منفی** انجام می‌دهند و بخشی از انرژی مکانیکی جسم را به **انرژی درونی** جسم، سطح مسیر و یا هوا تبدیل می‌کنند. اگر کار نیروهای اتلافی را با W_f نشان دهیم، داریم:

$$W_f = E_2 - E_1$$

در این رابطه، E_1 و E_2 به ترتیب انرژی مکانیکی جسم در نقاط مختلف می‌باشد.

نکته: نیروی سطح (R) دارای دو مؤلفه **نیروی عمودی سطح** (F_N) و **نیروی اصطکاک** (f_k) است.

نکته: در حضور نیروهای اتلافی، رابطه بین ΔU و ΔK برابر است با:

$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow (U_2 + K_2) - (U_1 + K_1) = W_f \Rightarrow U_2 - U_1 + K_2 - K_1 = W_f \\ \Rightarrow \Delta K + \Delta U = W_f$$

توان

توان کمیتی نرده‌ای است و به صورت **آهنگ انجام کار** (یا کار انجام شده در واحد زمان) تعریف می‌شود.

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

که در آن:

- W : کار انجام شده بر حسب ژول (J)
- Δt : مدت زمان انجام کار بر حسب ثانیه (s)
- P_{av} : توان بر حسب ژول بر ثانیه یا وات (W)

بازده

در هر سامانه، تنها بخشی از **انرژی ورودی** (انرژی مصرفی سامانه) به انرژی مورد نظر ما (خروجی) تبدیل می‌شود. نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی را **بازده** می‌نامیم.

نکته: بازده را به صورت نسبت **توان مفید یا خروجی** به **کل توان یا توان ورودی** نیز تعریف می‌کنند:

$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100$$