

05 Energi Kinetik dan Kerja

Sistem dan Lingkungan

Dalam model sistem, kita fokus pada bagian kecil dari alam semesta.

Sistem yang valid bisa berupa

- obyek tunggal atau partikel
- sekumpulan obyek atau partikel
- sebuah luasan tertentu
- bervariasi ukuran dan bentuk

Apapun sistem yang diberikan dalam suatu persoalan, selalu ada **Batasan Sistem (system boundary)**, yaitu perbatasan imajiner yang membagi alam semesta menjadi **sistem (system)** dan **lingkungan (the environment)** di sekitar sistem.

Kerja yang dilakukan oleh Gaya Konstan

Kerja W dilakukan oleh sebuah sistem oleh sebuah gaya konstan pada sistem sebesar gaya F , perpindahan sebesar dari titik aplikasi gaya dan $\cos \theta$, dengan θ adalah sudut antara gaya dengan vektor perpindahan:

$$W = F \Delta r \cos \theta$$

Jika arah gaya F sama dengan arah perubahan Δr , maka

$$\Theta = 0; \text{ dan } \cos \Theta = 1.$$

$$W = F \Delta r$$

Kerja adalah kuantitas skalar, dan satuannya gaya dikalikan panjang. Sehingga satuan kerja adalah newton meter (N·m) dalam SI. Kombinasi satuan ini karena banyak digunakan, diberi satuan sendiri yaitu joule (J).

Pertimbangan penting untuk suatu pendekatan sistem terhadap persoalan adalah catatan mengenai **transfer energi**.

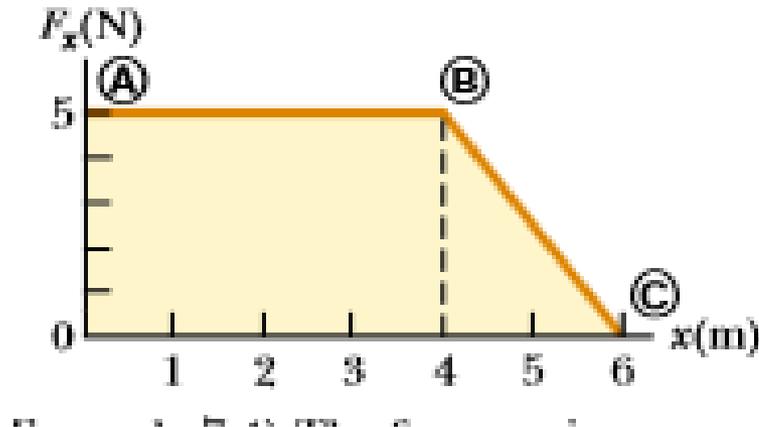
Jika W positif, energi ditransfer ke sistem

Jika W negatif, energi ditransfer dari sistem

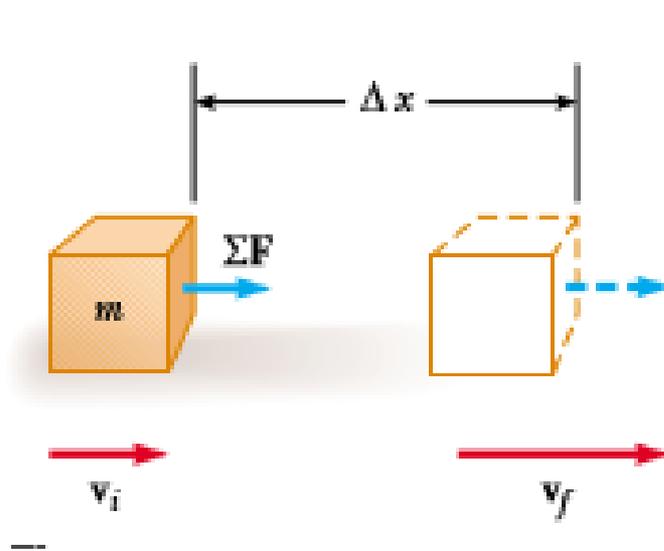
Sehingga, jika suatu sistem berinteraksi dengan lingkungannya, interaksi ini dapat digambarkan sebagai transfer energi melalui batasan sistem.

Ini menghasilkan perubahan energi tersimpan di dalam sistem.

Sebuah gaya bekerja pada partikel bervariasi terhadap x yang ditunjukkan pada gambar. Hitung kerja yang dilakukan oleh gaya pada partikel yang bergerak dari $x = 0$ ke $x = 6.0$ m.



Energi Kinetika dan Theorema Kerja-Energi Kinetik



$$\Sigma W = \int_{x_i}^{x_f} \Sigma F dx$$

$$\Sigma W = \int_{x_i}^{x_f} m a dx = \int_{x_i}^{x_f} m \frac{dv}{dt} dx = \int_{x_i}^{x_f} m \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} dx = \int_{v_i}^{v_f} m v dv$$

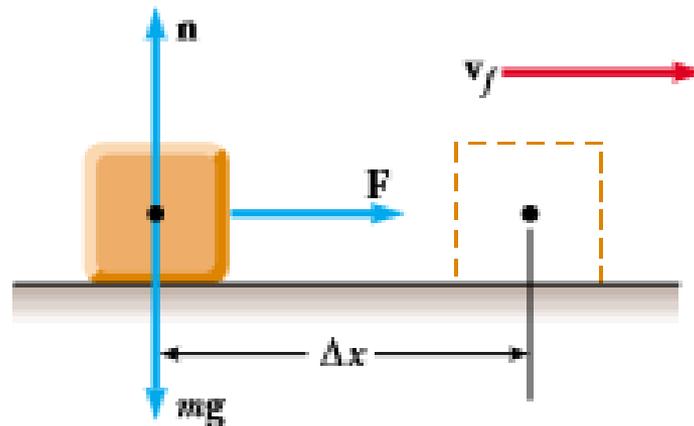
$$\Sigma W = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

Secara umum, energi kinetika K dari suatu partikel dengan massa m bergerak dengan kecepatan v didefinisikan sebagai

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

$$\sum W = K_f - K_i = \Delta K$$

Balok 6.0-kg mula-mula pada keadaan diam ditarik arah horizontal, gesekan permukaan diabaikan, dengan gaya horizontal 12 N. Tentukan kecepatan balok setelah bergerak sejauh 3.0 m.



$$W = K_f - K_i = \frac{1}{2}mv_f^2 - 0$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2(36 \text{ J})}{6.0 \text{ kg}}} = 3.5 \text{ m/s}$$

Daya

Laju transfer energi disebut DAYA

Daya rata-rata

$$\overline{\mathcal{P}} = \frac{W}{\Delta t}$$

Daya sesaat

$$\mathcal{P} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt}$$

$$\mathcal{P} = \frac{dW}{dt} = \mathbf{F} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

Satuan SI daya adalah Joule per detik (J/s), disebut juga Watt (W)

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$$

Satuan daya di U.S. customary system adalah horsepower (hp):

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

No 1

Sebuah mobil (*compact car*) mempunyai massa 800 kg dan efisiensinya 18% (Artinya 18% energi bahan bakar yang tersedia dipindahkan ke roda). Tentukan jumlah bahan bakar gasolin yang digunakan untuk mempercepat mobil dari keadaan diam menjadi 27 m/s (60 mi/h). Gunakan fakta bahwa ekuivalen energi 1 gal gasoline adalah 1.3×10^8 J.

No 1

Solution The energy required to accelerate the car from rest to a speed v is equal to its final kinetic energy, $\frac{1}{2}mv^2$:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(800 \text{ kg})(27 \text{ m/s})^2 = 2.9 \times 10^5 \text{ J}$$

If the engine were 100% efficient, each gallon of gasoline would supply $1.3 \times 10^8 \text{ J}$ of energy. Because the engine is only 18% efficient, each gallon delivers an energy of only

$(0.18)(1.3 \times 10^8 \text{ J}) = 2.3 \times 10^7 \text{ J}$. Hence, the number of gallons used to accelerate the car is

$$\text{Number of gal} = \frac{2.9 \times 10^5 \text{ J}}{2.3 \times 10^7 \text{ J/gal}} = 0.013 \text{ gal}$$

Let us estimate that it takes 10 s to achieve the indicated speed. The distance traveled during this acceleration is

No 2

Balok massa 2.50 kg didorong 2.20 m sepanjang meja horixontal tanpa friksi oleh gaya konstan 16.0-N dengan sudut 25.0° terhadap horizontal. Tentukan kerja yang dilakukan pada balok oleh

- (a) Gaya yang bekerja
- (b) Gaya normal yang dikerjakan oleh meja
- (c) Gaya gravitasi
- (d) Tentukan total gaya yang bekerja pada balok.

No 2

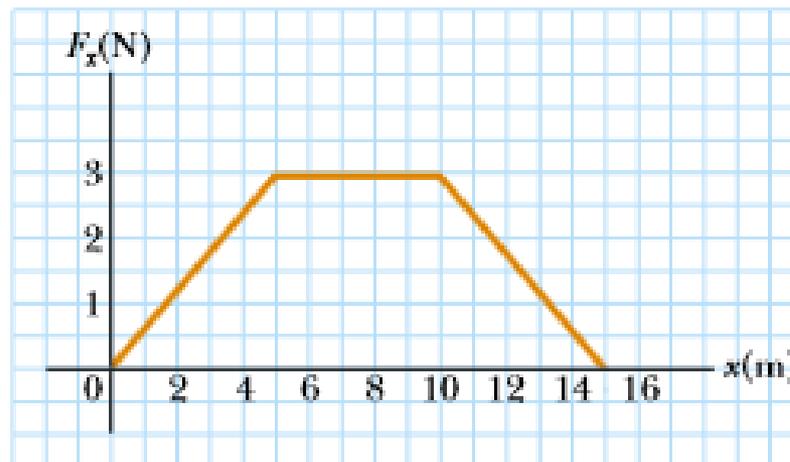
(a) $W = F\Delta r \cos \theta = (16.0 \text{ N})(2.20 \text{ m}) \cos 25.0^\circ = \boxed{31.9 \text{ J}}$

(b). (c) The normal force and the weight are both at 90° to the displacement in any time interval. Both do $\boxed{0}$ work.

(d) $\sum W = 31.9 \text{ J} + 0 + 0 = \boxed{31.9 \text{ J}}$

No 3

Sebuah partikel dikenai gaya F_x yang bervariasi dengan posisi seperti gambar. Tentukan gaya yang bekerja oleh gaya partikel yang bergerak (a) dari $x = 0$ ke $x = 5.00$ m, (b) dari $x = 5.00$ m ke $x = 10.0$ m, dan (c) dari $x = 10.0$ m ke $x = 15.0$ m. (d) Berapa total kerja yang dilakukan oleh gaya pada jarak sejauh $x = 0$ to $x = 15.0$ m?



No 3

$$W = \int F_x dx$$

and W equals the area under the Force-Displacement curve

(a) For the region $0 \leq x \leq 5.00 \text{ m}$,

$$W = \frac{(3.00 \text{ N})(5.00 \text{ m})}{2} = \boxed{7.50 \text{ J}}$$

(b) For the region $5.00 \leq x \leq 10.0$,

$$W = (3.00 \text{ N})(5.00 \text{ m}) = \boxed{15.0 \text{ J}}$$

(c) For the region $10.0 \leq x \leq 15.0$,

$$W = \frac{(3.00 \text{ N})(5.00 \text{ m})}{2} = \boxed{7.50 \text{ J}}$$

(d) For the region $0 \leq x \leq 15.0$

$$W = (7.50 + 7.50 + 15.0) \text{ J} = \boxed{30.0 \text{ J}}$$

No 4

Gaya $F = (4x \mathbf{i} + 3y \mathbf{j})$ N bekerja pada suatu obyek yang bergerak dalam arah x dari titik asal ke $x = 5.00$ m.
Tentukan kerja pada obyek oleh gaya tersebut.

No 4

$$W = \int_i^f \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = \int_0^{5 \text{ m}} (4x\hat{i} + 3y\hat{j}) \text{ N} \cdot dx\hat{i}$$

$$\int_0^{5 \text{ m}} (4 \text{ N/m})x dx + 0 = (4 \text{ N/m}) \frac{x^2}{2} \Big|_0^{5 \text{ m}} = \boxed{50.0 \text{ J}}$$

No 5

Motor listrik untuk kereta mempercepat dari diam ke 0.620 m/s dalam 21.0 ms . Total massa adalah 875 g . Tentukan daya rata-rata yang dipindahkan ke kereta selama akselerasi.

No 5

$$\mathcal{P}_{av} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{K_f}{\Delta t} = \frac{mv^2}{2\Delta t} = \frac{0.875 \text{ kg}(0.620 \text{ m/s})^2}{2(21 \times 10^{-3} \text{ s})} = \boxed{8.01 \text{ W}}$$

No 6

Seseorang 700-N sedang dalam basic training climbs dengan tali vertikal 10.0-m pada kecepatan konstan dalam 8.00 s. Berapa daya keluarannya?

No 6

$$\text{Power} = \frac{W}{t}$$

$$\mathcal{P} = \frac{mgh}{t} = \frac{(700 \text{ N})(10.0 \text{ m})}{8.00 \text{ s}} = \boxed{875 \text{ W}}$$