

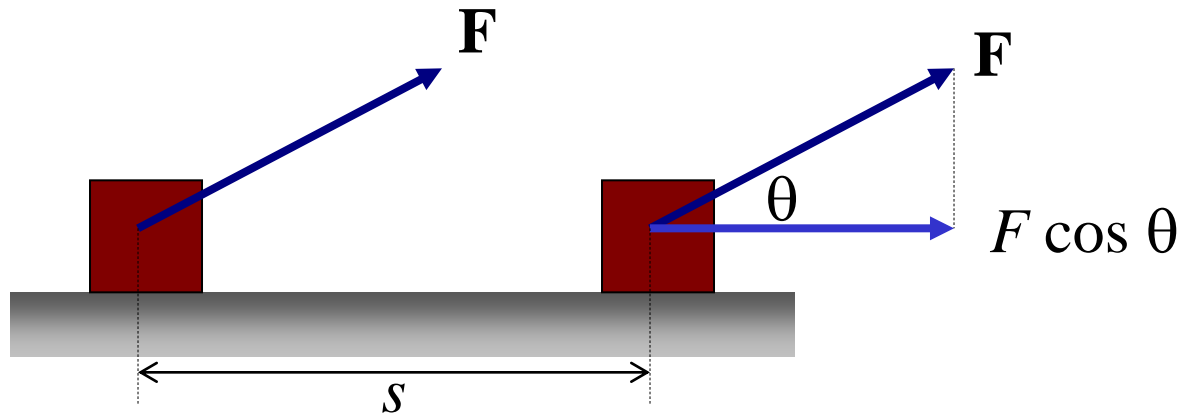
**USAHA**

dan

**ENERGI**



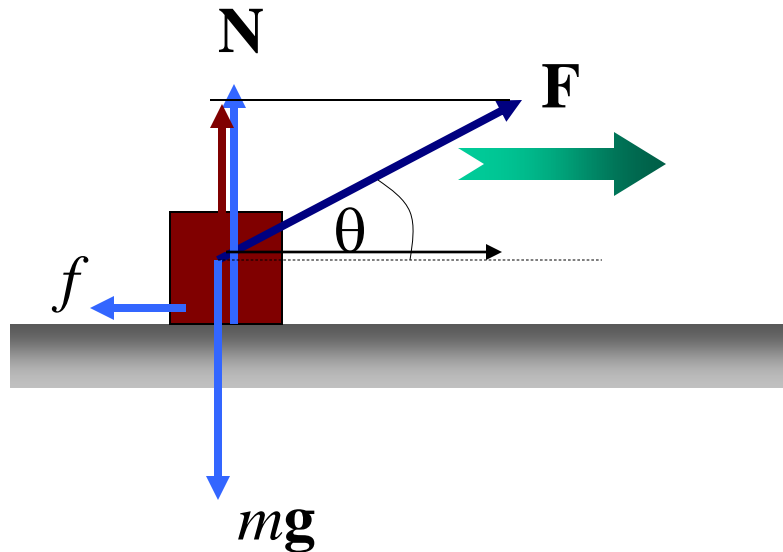
# USAHA OLEH GAYA KONSTAN



**Usaha** yang dilakukan oleh sebuah gaya didefinisikan sebagai hasil kali komponen gaya pada arah pergeseran dengan panjang pergeseran benda.

$$W \equiv (F \cos \theta)s \quad (5.1)$$

$$W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s} \quad (5.2)$$



Usaha oleh gaya  $\mathbf{F}$  :  $W = Fs \cos \theta$

Usaha oleh gaya gesek  $\mathbf{f}$  :  $W_f = -fs$  →  $\cos(180^\circ) = -1$

Usaha oleh gaya normal  $\mathbf{N}$  :  $W_N = 0$

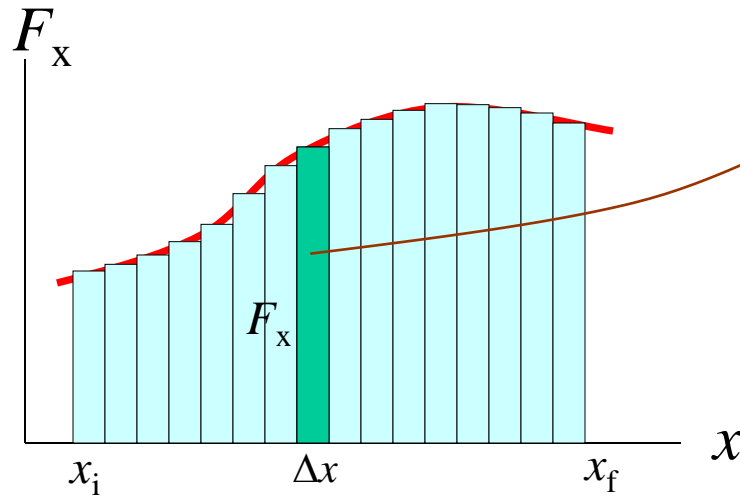
Usaha oleh gaya berat  $\mathbf{mg}$  :  $W_{mg} = 0$

} *Mengapa ?*

Usaha total :  $W = Fs \cos \theta - fs$

(5.3)

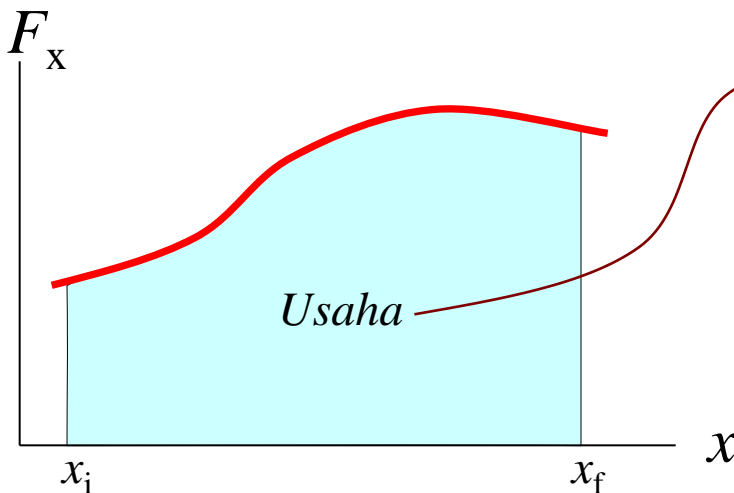
# Usaha oleh Gaya yang Berubah



$$\text{Luas} = \Delta A = F_x \Delta x$$

$$\Delta W = F_x \Delta x$$

$$W \cong \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x$$



$$W = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x$$

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx \quad (5.4)$$

# Usaha dan Energi Kinetik

$$W = F_x s$$

$$= m \left( \frac{v_f - v_i}{t} \right) \frac{1}{2} (v_i + v_f) t$$

Untuk massa tetap :

$$F_x = ma_x$$

Untuk percepatan tetap :

$$s = \frac{1}{2} (v_i + v_f) t$$

$$a_x = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$(5.5) \quad W = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$(5.6) \quad K \equiv \frac{1}{2} m v^2$$

**Energi kinetik** adalah energi yang terkait dengan gerak benda.

## Teorema Usaha-Energi

$$(5.7) \quad W = K_f - K_i = \Delta K$$

*Usaha yang dilakukan oleh suatu gaya untuk menggeser benda adalah sama dengan perubahan energi kinetik benda tersebut.*

## Bagaimana jika gaya berubah terhadap posisi ?

$$\begin{aligned}
 W_{net} &= \int_{x_i}^{x_f} (\sum F_x) dx = \int_{x_i}^{x_f} ma \, dx \\
 &= \int_{x_i}^{x_f} mv \frac{dv}{dx} dx = \int_{x_i}^{x_f} mv \, dv \\
 &= \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2
 \end{aligned}$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$$

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx \quad (5.4)$$

$$(5.8) \quad W = \int_i^f \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$$

$$\left. \begin{aligned}
 \mathbf{F} &= F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} + F_z \mathbf{k} \\
 d\mathbf{s} &= dx \mathbf{i} + dy \mathbf{j} + dz \mathbf{k}
 \end{aligned} \right\} W = \int_{x_i, y_i, z_i}^{x_f, y_f, z_f} (F_x dx + F_y dy + F_z dz) \quad (5.9)$$

**Satuan :**

$$\left. \begin{aligned}
 \text{SI} & \quad \text{newton} \cdot \text{meter (N} \cdot \text{m)} \longrightarrow \text{joule (J)} \\
 \text{cgs} & \quad \text{dyne} \cdot \text{centimeter (dyne} \cdot \text{cm)} \longrightarrow \text{erg}
 \end{aligned} \right\} 1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg}$$

**Dimensi :**  $[ML^2T^{-2}]$

# DAYA

*Energi yang ditransfer oleh suatu sistem per satuan waktu*

$$(5.10) \quad P_{rata-rata} \equiv \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

$$(5.10) \quad P \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \boxed{dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}} \end{array} \right\} P = \frac{dW}{dt} = \mathbf{F} \cdot \frac{d\mathbf{s}}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

**Satuan :** watt (W)

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

$$1 \text{ kWh} = (10^3 \text{ W})(3600 \text{ s}) = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$