

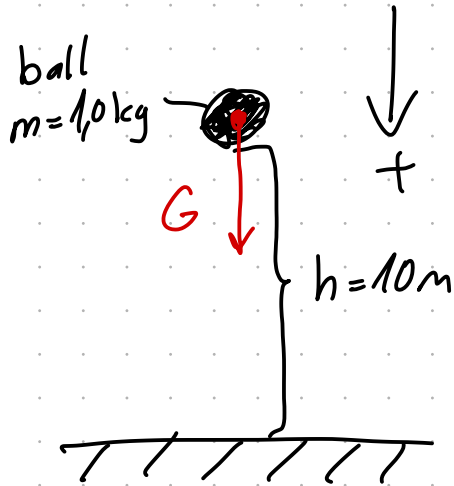
## KAP. 4 ENERGI

- Begrepet energ: først tatt i bruk på 1800-tallet – industriell revolusjon
- Gresk *energia* = yteevne  
*en ergon* = i arbeid
- Kan defineres som: en størrelse som overføres til et objekt når vi utfører et arbeid på objektet.
- Arbeid (engelsk "work"):  $W = F \cdot s$   
kraft  $\nearrow$  strekning  $\nwarrow$
- Energiformer:
  - kinetisk energi:  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
  - potensiell energi:  $E_p = mgh$  (i gravitasjonsfelt)  
 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$  (i fjær)
  - mekanisk energi:  $E = E_k + E_p$
- Dersom det ikke utføres noe arbeid på et legeme, bevares den mekaniske energien.
- Enhet til energi: Joule = J.  $W, E_k, E_p, E$  har alle enhet Joule.

## Kap. 4.1 ARBEID

Størrelsen arbeid ( $W$ ) = kraft · forflytning

Eksempel Tyngdekraftens arbeid på en ball.



$$W_G = G \cdot h$$

$$= m \cdot g \cdot h$$

$$= 1,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}$$

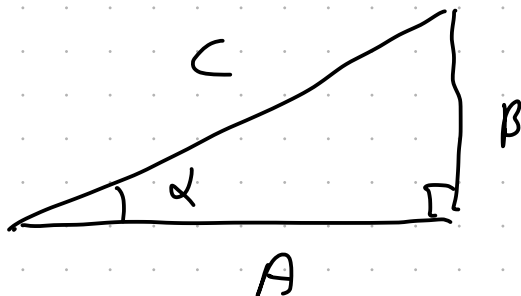
$$= 98 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$= 98 \text{ Nm}$$

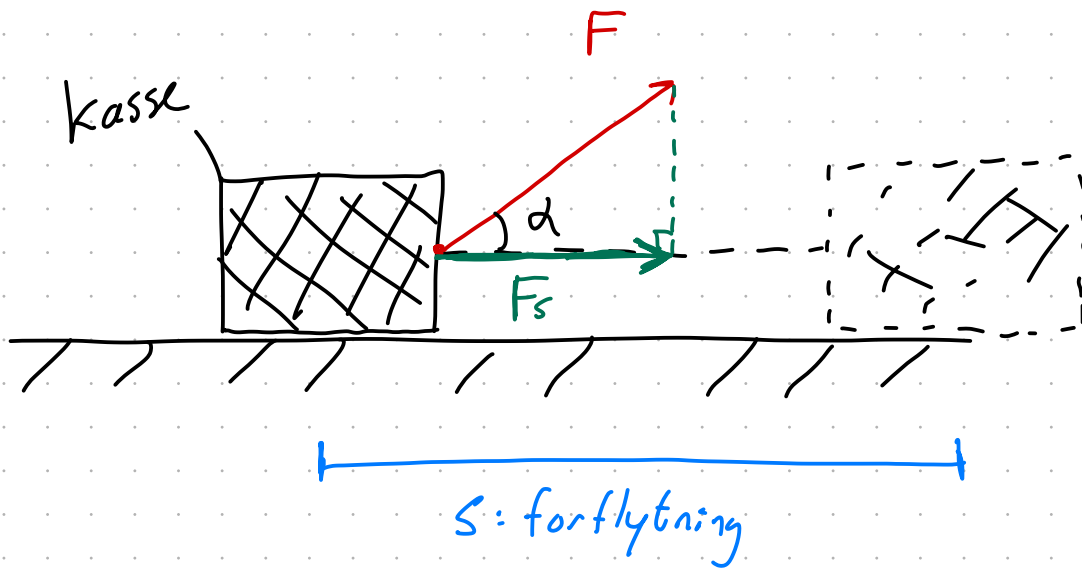
$$\underline{W_G = 98 \text{ J}}$$

Når kratten -  $F$  - danner en vinkel -  $\alpha$  - med forflytningen -  $s$  -, er arbeidet uttrykt ved:

$$W_F = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$



$$\cos \alpha = \frac{A}{C}$$



$F$ : drakraft

$s$ : forflytning

$\alpha$ : vinkel mellom  $F$  og  $s$

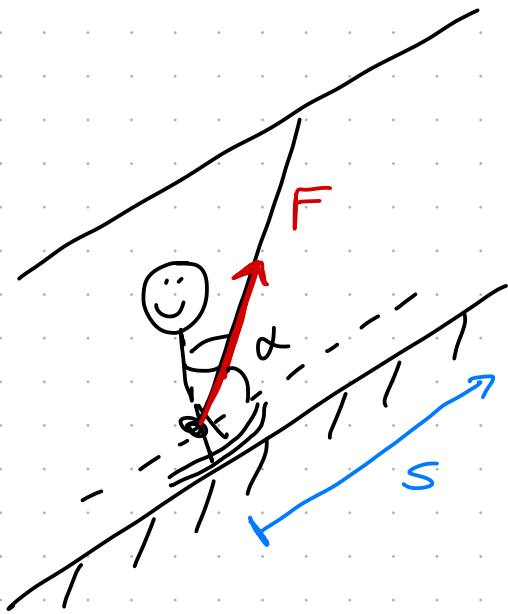
$$\cos \alpha = \frac{F_s}{F}$$

$$F_s = F \cdot \cos \alpha$$

$$W = F_s \cdot s$$

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

## Eksempel Skikjører på vei opp et skitrekke



$$F = 360 \text{ N}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$s = 650 \text{ m}$$

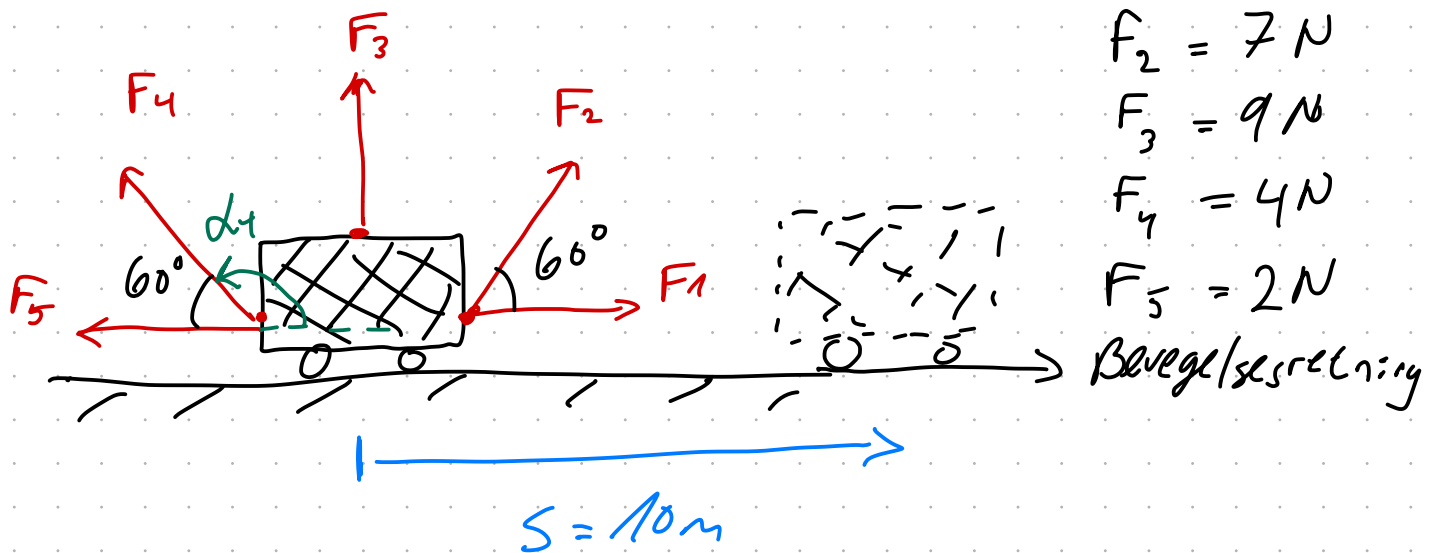
Hvilket arbeid utfører skitrekket?

$$W_F = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

$$= 360 \text{ N} \cdot 650 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ$$

$$= 203\,000 \text{ J} = \underline{\underline{0,20 \text{ MJ}}}$$

## Eksempel



$$F_1 = 10\text{ N}$$

$$F_2 = 7\text{ N}$$

$$F_3 = 9\text{ N}$$

$$F_4 = 4\text{ N}$$

$$F_5 = 2\text{ N}$$

Bewegelsesretning

Hvilket arbeid utfører kreftene  $F_1 - F_5$ ?

$$W_{F_1} = F_1 \cdot s \cdot \cos \alpha_1 = 10\text{ N} \cdot 10\text{ m} \cdot 1 = 100\text{ Nm} = 100\text{ J}$$

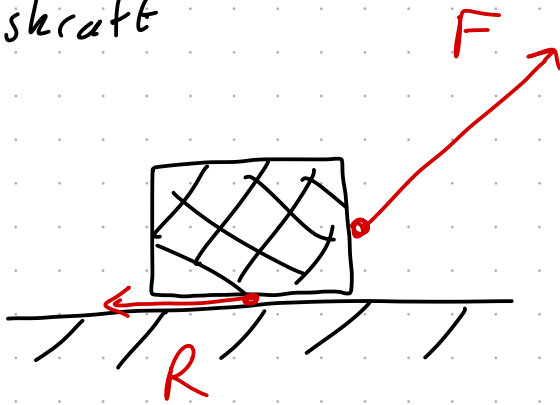
$$W_{F_2} = F_2 \cdot s \cdot \cos \alpha_2 = 7\text{ N} \cdot 10\text{ m} \cdot 0,5 = 35\text{ J}$$

$$W_{F_3} = F_3 \cdot s \cdot \cos \alpha_3 = 0$$

$$W_{F_4} = F_4 \cdot s \cdot \cos \alpha_4 = 4\text{ N} \cdot 10\text{ m} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = -20\text{ J}$$

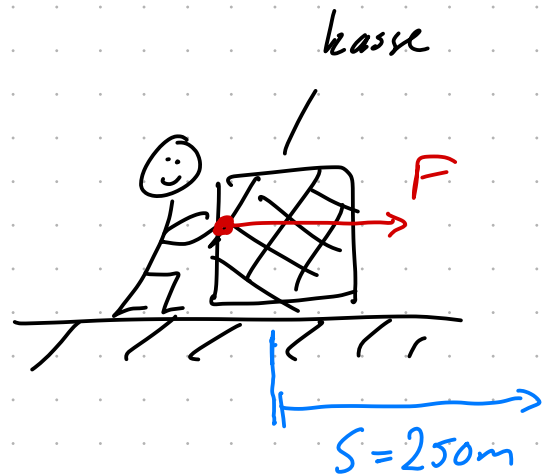
$$W_{F_5} = F_5 \cdot s \cdot \cos \alpha_5 = 2\text{ N} \cdot 10\text{ m} \cdot (-1) = -20\text{ J}$$

Friksjonskraft



Friksjonskraften utfører et negativt arbeid

Eksempel Person skyver en kasse  
250m og gjør et  
arbeid  $W = 750\text{ J}$ .  
Hvor stor kraft  
bruker personen?



$$W_F = 750\text{ J}$$

$$W_F = F \cdot s \cdot \underbrace{\cos \alpha}_{=1}$$

$$F = \frac{W_F}{s} = \frac{750\text{ J}}{250\text{ m}} = 3,00 \frac{\text{J}}{\text{m}} = 3,00 \frac{\text{N} \cdot \cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{m}}}$$

$$\underline{F = 3,00\text{ N}}$$

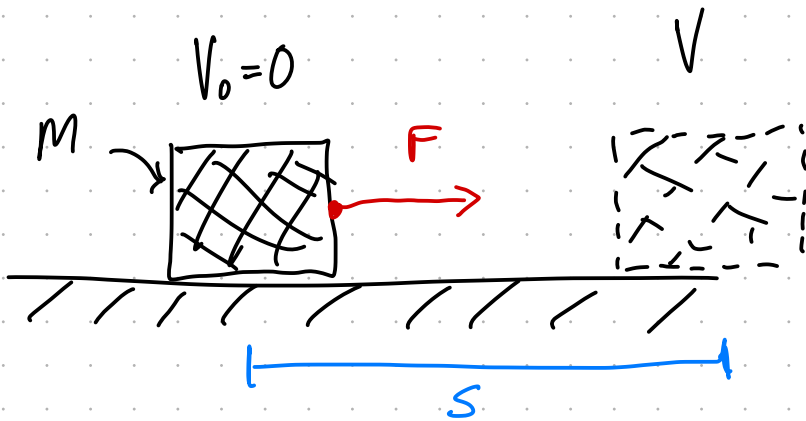
## KAP. 4.2 KINETISK ENERGI

### Definisjon

Kinetisk energi,  $E_k$ , er lik det arbeidet som summen av kreftene utfører på legemet for å akselerere legemet fra ro til en hastighet,  $v$ .

$$E_k = W_{\Sigma F}$$

Hva vil dette si?



$$W_{\Sigma F} = \Sigma F \cdot s \cdot \overset{1}{\cos \alpha} \quad \uparrow 0$$

$$= F \cdot s$$

$$= m \cdot \underbrace{a \cdot s}_{\uparrow ?} \quad (\text{Newtons 2. lov})$$

$$W_{\Sigma F} = m \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{1}{2} m v^2 = E_k$$

Tidløs formel

$$2a(s - s_0) = v^2 - v_0^2$$

$\uparrow 0 \quad \quad \quad \uparrow 0$

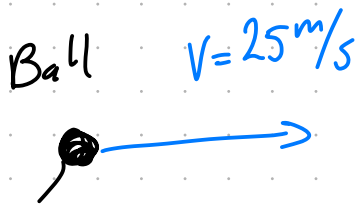
$$2as = v^2$$

$$a \cdot s = \frac{v^2}{2}$$

Den kinetiske energi,  $E_k$ , til et legeme med massen,  $m$ , og hastighed,  $v$ , er

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

Eksempel



Hva er den kinetiske energi til ballen?

$$m = 0,35 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,35 \text{ kg} \cdot \left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \\ &= 110 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 110 \text{ Nm} = 110 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\underline{E_k = 0,11 \text{ kJ}}$$



## Eksempel

kule

$$E_k = 400 \text{ J}$$

$$m = 7,25 \text{ kg}$$

Hva er farten til kula?

$$\frac{2}{m} \cdot E_k = \frac{1}{2} \cancel{m} v^2 \cdot \frac{2}{\cancel{m}}$$

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{2 E_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 400 \text{ J}}{7,25 \text{ kg}}} = 10,5 \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}}$$

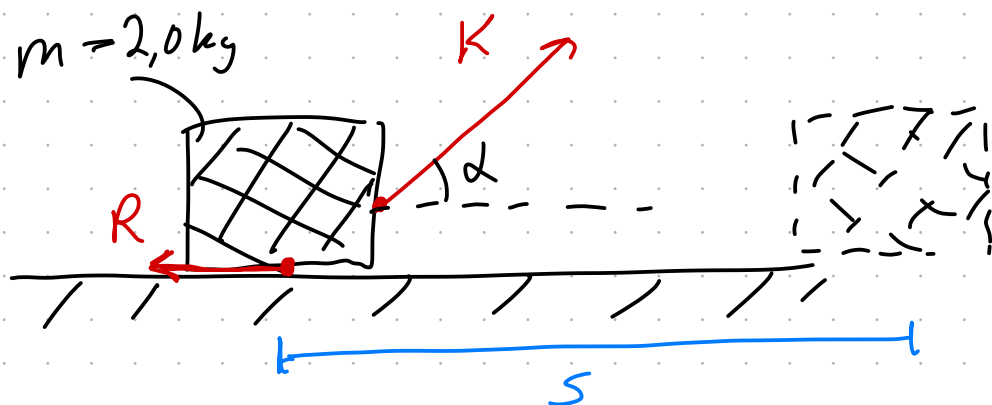
$$= 10,5 \sqrt{\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg}}} = 10,5 \sqrt{\frac{\cancel{\text{kg}} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\cancel{\text{kg}}}}$$

$$= 10,5 \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{10,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Eksempel Person drar kasse 4 m med kraft 40 N med vinkel  $\alpha = 60^\circ$  mot underlag.

Startfart = 0.

Friksjon mot underlag = 10 N.



a) Hvilket arbeid utfører personen under forflytningen?

b) Hvilket arbeid utfører friksjonskraften?

c) Hva er kassens kinetiske energi etter 4 m?

d) Hva er farten til kassen etter 4 m?

$$a) W_K = K \cdot s \cdot \cos(60^\circ) = 40 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = \underline{\underline{80 \text{ J}}}$$

$$b) W_R = R \cdot s \cdot \cos(180^\circ) = 10 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot (-1) = \underline{\underline{-40 \text{ J}}}$$

$$c) W_{\Sigma F} = W_K + W_R = 80 \text{ J} - 40 \text{ J} = \underline{\underline{40 \text{ J} = E_K}}$$

$$d) E_K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \text{ J}}{2,0 \text{ kg}}} = \underline{\underline{6,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$