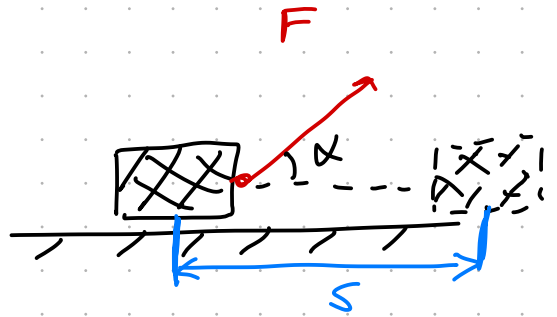


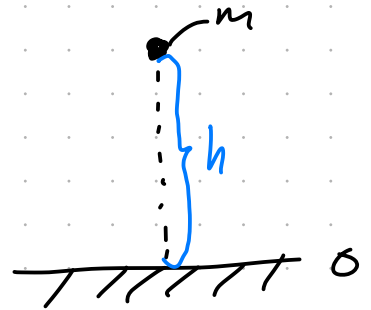
OPPSUMMERING

- Arbeid : $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$

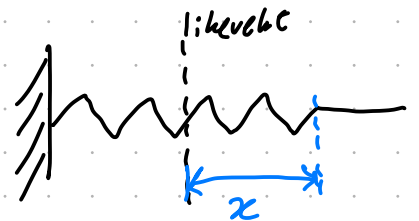


- Kinetisk energi : $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

- Potensiell energi : I tyngdefelt : $E_p = mgh$

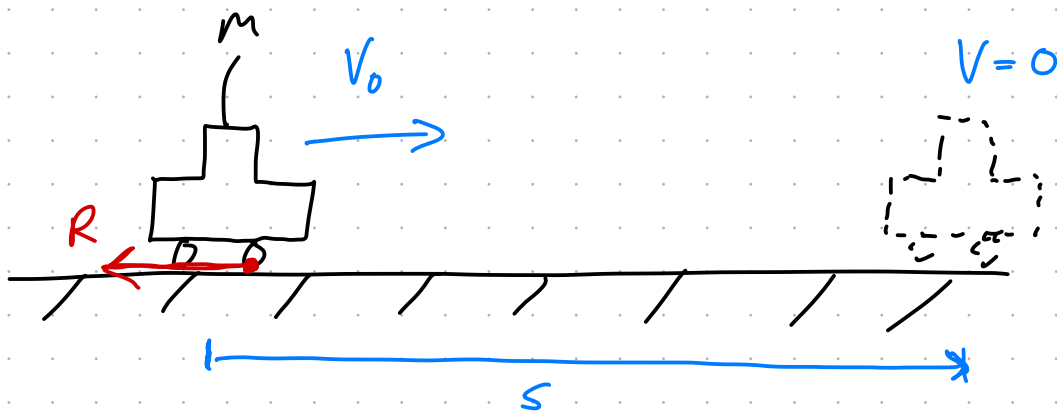


- I fjær : $E_p = \frac{1}{2}kx^2$



- Arbeid-energi setning : $W_{\Sigma F} = \Delta E_k$

Eksempel (s. 109)



Bl: $m = 1,1 \text{ tonn} = 1100 \text{ kg}$

$$v_0 = 80 \text{ km/h} = \frac{80}{3,6} \text{ m/s}$$

$$V = 0$$

$$R = 7,0 \text{ kN} = 7,0 \cdot 10^3 \text{ N}$$

a) Hvilket arbeid utfører bremskraften?

b) Hva er bremselengden?

a) $W_{\Sigma F} = \Delta E_k$

$$W_R = \cancel{\frac{1}{2}mv^2} - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$= -\frac{1}{2} \cdot 1100 \text{ kg} \cdot \left(\frac{80}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = -2,715 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$\underline{W_R = -0,27 \text{ MJ}} \quad (\text{negativt arbeid})$$

$$b) W_R = R \cdot s \cdot \underbrace{\cos \alpha}_{-1} = -R s$$

$\swarrow 180^\circ$
 $\nearrow ?$

$$s = -\frac{W_R}{R} = -\frac{-2,715 \cdot 10^5 \text{ J}}{7,0 \cdot 10^3 \text{ N}} \quad \left[\frac{\text{J}}{\text{N}} \right] = \left[\frac{\text{Nm}}{\text{N}} \right] = [\text{m}]$$

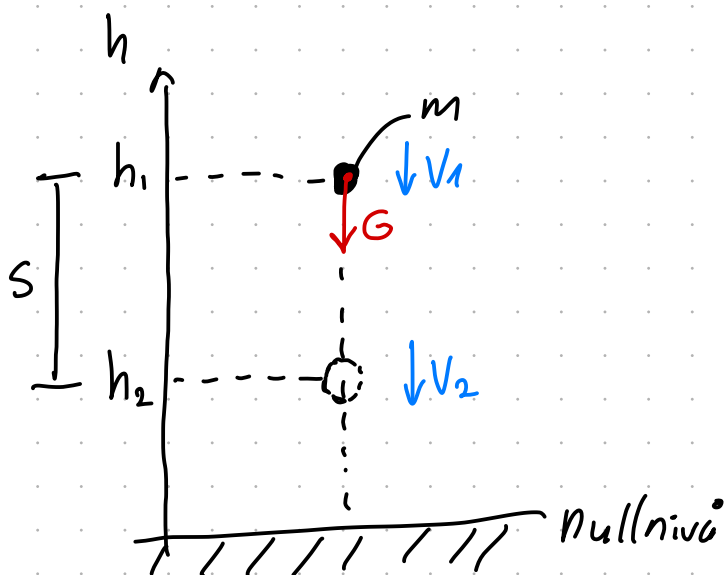
$$\underline{s = 39 \text{ m}}$$

KAP. 4.5 - LOVEN OM BEVARING AV MEKANISK ENERGI

Mekanisk energi: $E = E_k + E_p$

- hvor
- E_k er kinetisk energi til legeme
 - E_p er potensiell energi til legeme.

Energibevaring: tyngdefelt



Arbeid-energi setning:

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

Kun G som utfører arbeid.

$$W_G = G \cdot s \cdot \underbrace{\cos \alpha}_1$$

$$W_G = G \cdot s, \quad G = mg, \quad s = h_1 - h_2$$

$$Gs = \Delta E_k$$

$$mg(h_1 - h_2) = E_{k2} - E_{k1}$$

$$mgh_1 - mgh_2 = E_{k2} - E_{k1}$$

$$E_{p1} - E_{p2} = E_{k2} - E_{k1}$$

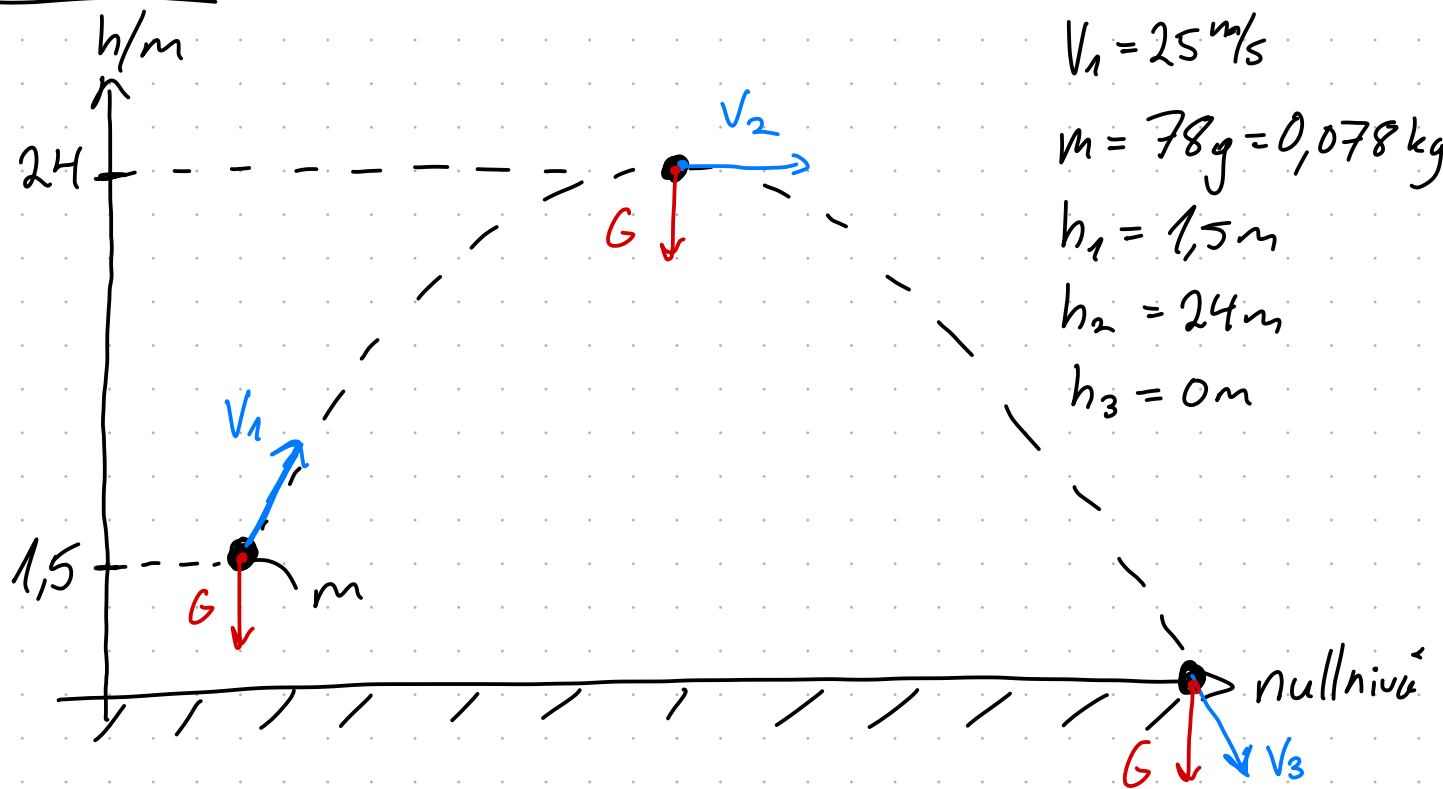
$$E_{p1} + E_{k1} = E_{k2} + E_{p2} \Rightarrow E_1 = E_2$$

Når et legeme beveger seg i tyngdefeltet og ingen andre krefter enn tyngdekraften gjør arbeid på legemet, er den mekaniske energien konstant i bevegelsen.

$$E_2 = E_1 = \text{konstant}$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$$

Eksempel : skrått kast (s. 112)



$$V_1 = 25 \text{ m/s}$$

$$m = 78 \text{ g} = 0,078 \text{ kg}$$

$$h_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$h_2 = 24 \text{ m}$$

$$h_3 = 0 \text{ m}$$

a) Hva er V_2 ?

b) Hva er V_3 ?

a) Energibevaring i tyngdefelt, kun G gjør arbeid på legemet.

$$E_2 = E_1$$

$$\frac{1}{2} m v_2^2 + m g h_2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + m g h_1$$

$$? \rightarrow \frac{V_2^2}{2} + g h_2 = \frac{V_1^2}{2} + g h_1$$

$$\frac{V_2^2}{2} = \frac{V_1^2}{2} + g h_1 - g h_2$$

$$V_2^2 = V_1^2 + 2g(h_1 - h_2)$$

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2g(h_1 - h_2)}$$

$$= \sqrt{\left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (1,5 - 24 \text{m})}$$

$$= 13,54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\underline{V_2 = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

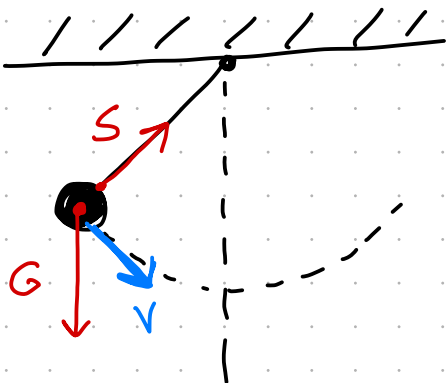
$$\text{b) } V_3 = \sqrt{V_1^2 + 2g(h_1 - h_3)}$$

$$= \sqrt{\left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (1,5 \text{m} - 0)}$$

$$\underline{V_3 = 26 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Bevaring av mekanisk energi:

Friksjonsfri pendel



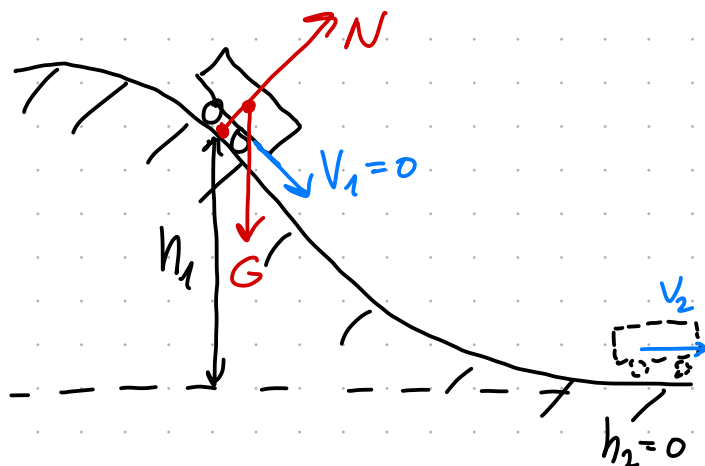
$$S \perp v \Rightarrow W_S = 0$$

S er vinkelrett på v .

Kun G utfører arbeid

$$E_2 = E_1 = \text{konstant}$$

Legeme glir friksjonsfritt



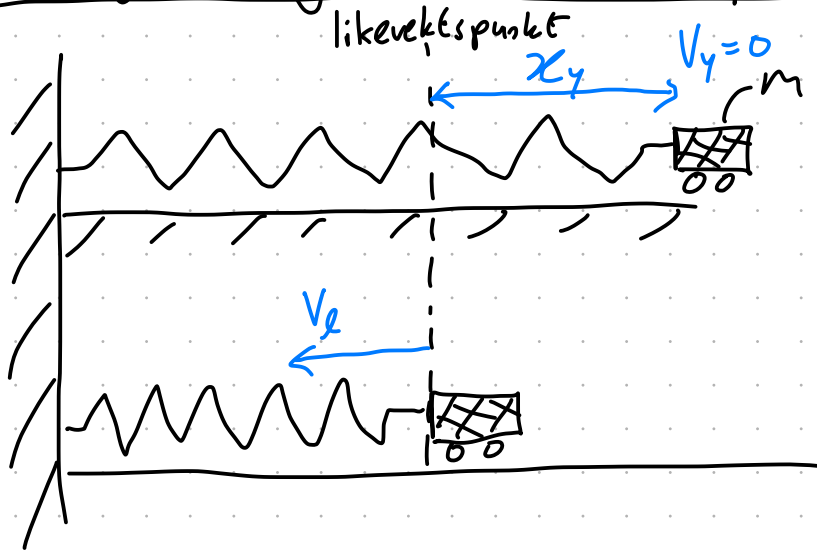
$$N \perp v \Rightarrow W_N = 0$$

Kun G gjør arbeid

$$E_2 = E_1$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = mgh_1$$

Energi:bevaring i elastisk pendel / fjær



| ytterpunkt :

kun potensiell energi:

$$E_y = E_{py} = \frac{1}{2} k x_y^2$$

| likevekt :

kun kinetisk energi:

$$E_\ell = E_{k\ell} = \frac{1}{2} m v_\ell^2$$

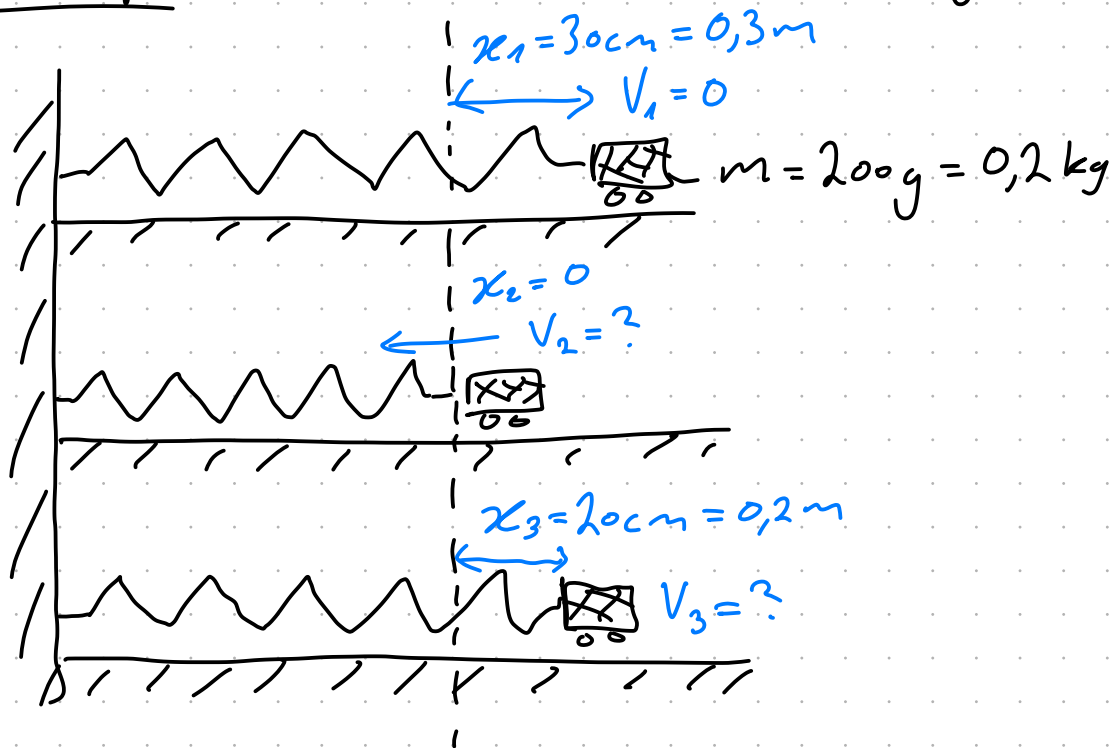
Energi:bevaring: $E = \frac{1}{2} k x^2 + \frac{1}{2} m v^2 = \text{konstant}$

For en elastisk pendel er den totale energien bevart - den er den samme i alle posisjoner

$$E_2 = E_1 = \text{konstant}, \text{ der } E = \frac{1}{2} k x^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

Eksempel (s. 116)

Fjærkonstant: $k = 2,4 \text{ N/m}$



Fin V_2 og V_3 .

$$V_2 = ? \quad E_1 = E_2$$

$$\cancel{\frac{1}{2} k x_1^2} + \cancel{\frac{1}{2} m v_1^2} = \cancel{\frac{1}{2} k x_2^2} + \frac{1}{2} m v_2^2$$

\uparrow \uparrow
 0 0

$$V_2^2 \cdot m = k x_1^2$$

$$\sqrt{V_2^2} = \sqrt{\frac{k}{m} x_1^2} \Rightarrow \sqrt{x_1^2} = x_1$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{k}{m}} x_1$$
$$= \sqrt{\frac{2,4 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{0,2 \text{ kg}}} \cdot 0,3 \text{ m}$$

$$\underline{V_2 = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Enhet.

$$\left[\sqrt{\frac{\frac{\text{N}}{\text{m}}}{\text{kg}}} \cdot \text{m} \right] = \left[\sqrt{\frac{\frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}}}{\text{kg}}} \cdot \text{m} \right]$$
$$= \left[\sqrt{\frac{1}{\text{s}^2}} \cdot \text{m} \right] = \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Energibevaring for vertikal fjær

Dersom bare fjærkraft og tyngdekraft gjør arbeid på legemet, så er den mekaniske energien konstant

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh + \frac{1}{2}kx^2 \approx \text{konstant}$$

Kap. 4.6 - Effekt

Effekt P er utført arbeid W
per tid t som arbeidet har tatt.

$$P = \frac{W}{t}$$

Enhet: $\frac{J}{s} = W$ - Watt

Bruker også energi per tid: $P = \frac{E}{t}$

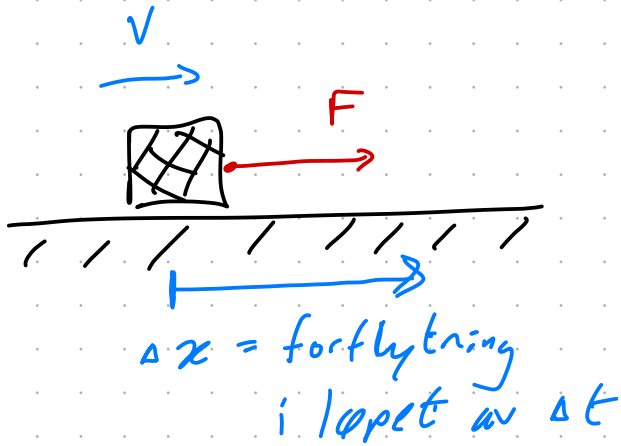
Eksempel

Enhet for elektrisk energi: kWh

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ws}$$

$$= 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = \underline{\underline{3,6 \text{ MJ}}}$$

Effekt : skivekraft



$$W_F = F \cdot \Delta x \cdot \underbrace{\cos \alpha}_1 = F \cdot \Delta x$$

$$P_F = \frac{W_F}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t} = F \cdot \underbrace{\frac{\Delta x}{\Delta t}}_v$$

$$\underline{P_F = F \cdot v}$$

Virkningsgrad

$$\eta = \frac{\text{nyttbar energi}}{\text{tilført energi}} = \frac{\text{nyttbar effekt}}{\text{tilført effekt}}$$

Eksempel : En maskin trekker 3000 W fra strømnettet og utfører 15000 J nyttbart arbeid i løpet av 10 s. Finn virkningsgraden.

$$\text{Nyttbar effekt : } P = \frac{15000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 1500 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{1500 \text{ W}}{3000 \text{ W}} = 0,50 = \underline{\underline{50\%}}$$

$$V_3 = 2, \quad x_3 = 0,2m$$

$$\cancel{\frac{1}{2}mv_1^2} + \cancel{\frac{1}{2}kx_1^2} = \cancel{\frac{1}{2}mv_3^2} + \cancel{\frac{1}{2}kx_3^2}$$

$$mv_3^2 = kx_1^2 - kx_3^2$$

$$V_3 = \sqrt{\frac{k}{m}(x_1^2 - x_3^2)}$$

$$V_3 = \sqrt{\frac{2,4 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{0,2 \text{ kg}} \left((0,3 \text{ m})^2 - (0,2 \text{ m})^2 \right)}$$

$$\underline{V_3 = 0,77 \frac{m}{s}}$$