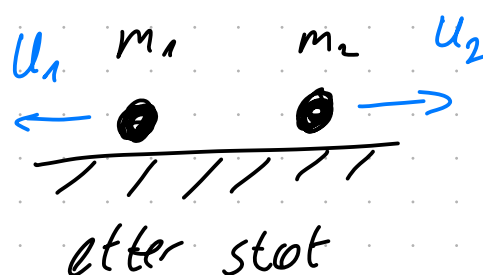
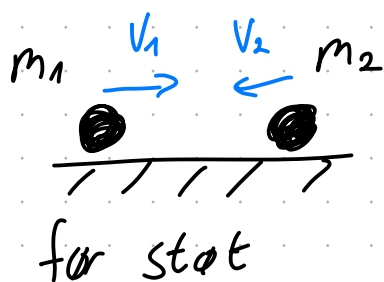


OPPSUMMERING

1. Bevegelsesmengde : $p = m v$

2. Dersom ingen ytre krefter virker på et system av legemer, er den samlede bevegelsesmengden til systemet bevart.

Støt



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

3. Elastisk støt : Samlet kinetisk energi er bevart i støtet

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

5.2 STØT

Uelastisk støt

Dersom den samlede kinetiske energien ikke er den samme før og etter støtet, sier vi at støtet er uelastisk

$$p_{\text{før}} = p_{\text{etter}}$$

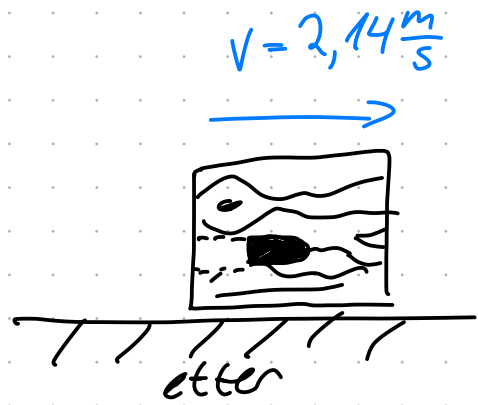
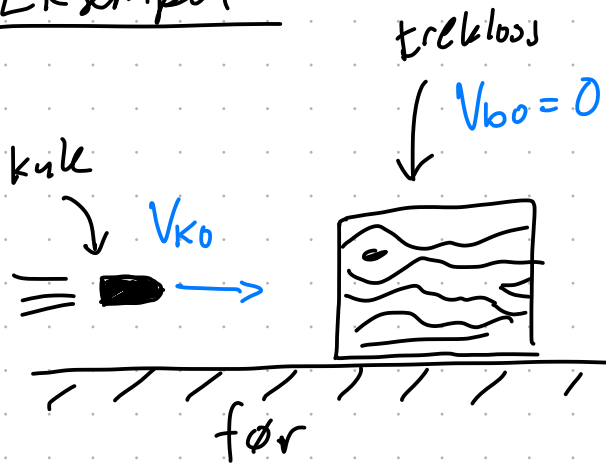
$$E_{k, \text{før}} > E_{k, \text{etter}}$$

Fullkomment uelastisk vil si at legemene henger sammen etter støtet.

$$p_{\text{før}} = p_{\text{etter}}$$

$$u_1 = u_2 = u \quad (\text{fart etter støt})$$

Eksempel



$$m_k = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$m_b = 72,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$m = m_k + m_b$$

a) Regn ut V_{k0} .

b) Hvor mye Ek går tapt?

a) $p_{\text{før}} = p_{\text{etter}}$

$$m_k \cdot V_{k0} + \cancel{m_b \cdot V_{b0}} = mV \quad \left| \cdot \frac{1}{m_k} \right.$$

\uparrow
 $= 0$

$$V_{k0} = \frac{mV}{m_k} = \frac{(1,25 + 72,3) \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 2,14 \frac{m}{s}}{1,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 125,92 \frac{m}{s}$$

$$\underline{V_{k0} = 126 \frac{m}{s}}$$

$$b) \Delta E_k = E_k - E_{k0}$$

$$E_{k0} = \frac{1}{2} m_k v_{k0}^2 + \cancel{\frac{1}{2} m_b v_{b0}^2}$$

↑
0

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \left(125,92 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$E_{k0} = 9,9095 \text{ J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} (m_k + m_b) \cdot v^2$$

$$= \frac{1}{2} (1,25 + 72,3) \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \left(2,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$E_k = 0,16841 \text{ J}$$

$$\Delta E_k = E_k - E_{k0} = (0,16841 - 9,9095) \text{ J}$$

$$\underline{\underline{\Delta E_k = -9,74 \text{ J}}}$$

5.3 Impuls

Definisjon

Når det virker en kraft F på et legeme i tiden t , er impulsen I på legemet fra kraften F gitt ved

$$I = F \cdot t$$

- Enhet : $[N \cdot s]$

Eksempel



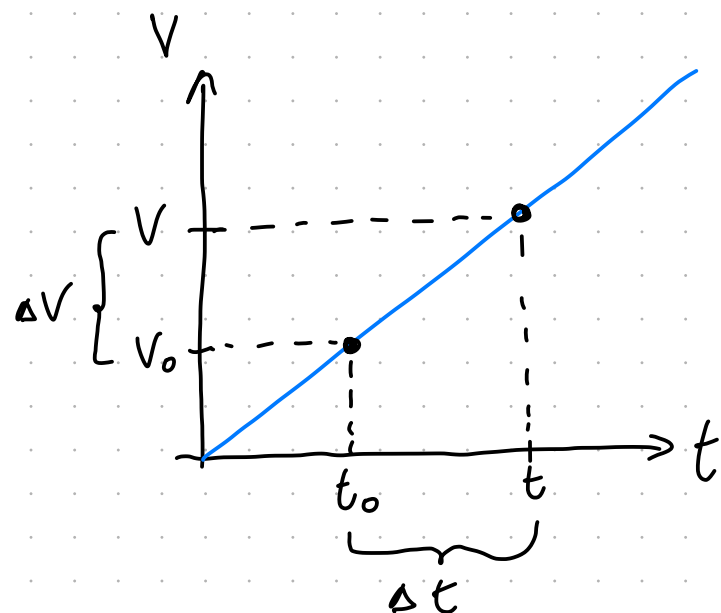
$F = 10 \text{ N}$ virker : 10 s .

Impulsen på legemet :

$$I = 10 \text{ N} \cdot 10 \text{ s} = 100 \text{ Ns}$$

Impulsloven

Gjennomsnittsakcelerasjon: $\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$



$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{\Delta t}$$

Newtons 2. lov: $\sum_i F = m\bar{a} = m \frac{V - V_0}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$

$$\sum_i F \cdot \Delta t = mV - mV_0$$

$$\sum_i F \cdot \Delta t = p - p_0, \quad p = mv$$

$$\sum_i F \cdot \Delta t = \Delta p$$

Kraftsummens impuls = endring i bevegelsesmengde

$$\sum_i F \cdot \Delta t = \Delta p$$

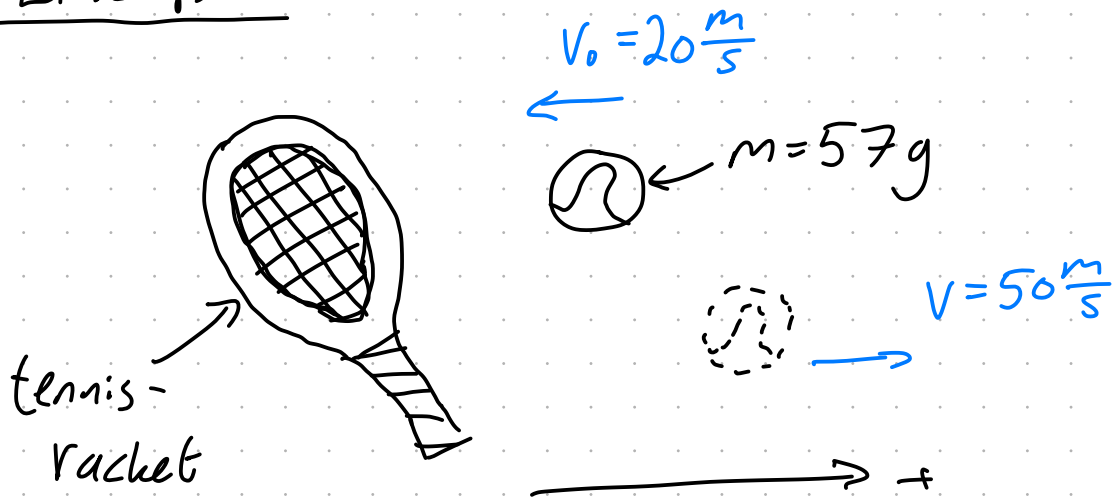
$$I_{\sum F} = \Delta p$$

$\sum_i F$: summen av krefter som virker på legemet

Δt : tidsintervallet $\sum_i F$ virker

Δp : endring i bevegelsesmengde til legemet

Eksempel



Kontaktid med ball = $10 ms = \Delta t$

$$p_{\text{før}} = mv_0 = 57 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot (-20 \frac{m}{s}) = -1,140 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

$$p_{\text{etter}} = mv = 57 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 50 \frac{m}{s} = 2,850 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

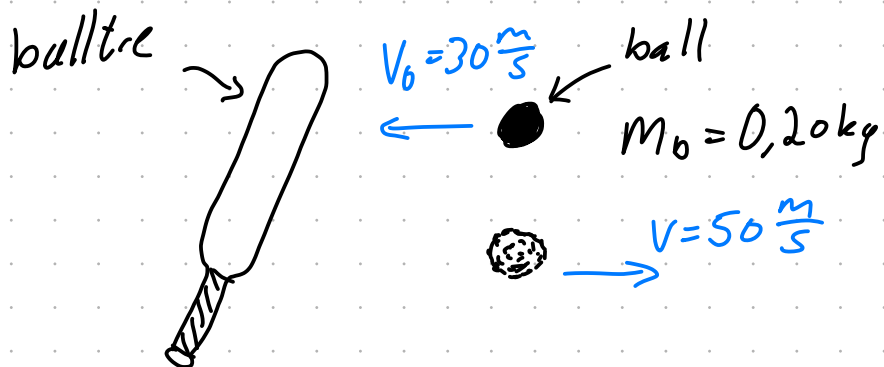
Hva er gjennomsnittskraften — K ?

$$\sum F \cdot \Delta t = \Delta p, \quad \sum F = K$$

$$K = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p - p_0}{\Delta t} = \frac{(2,850 + 1,140) \text{ kg} \frac{m}{s}}{0,010 s} = 399 N$$

$$\underline{\underline{K = 0,40 \text{ kN}}}$$

Eksempel



- a) Finn endring i bevegelsesmengde til ballen.

$$\Delta p = p - p_0 = m_b V - m_b V_0 = m_b (V - V_0)$$
$$= 0,20 \text{ kg} (50 - (-30)) \frac{m}{s} = 0,20 \cdot 80 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

$$\underline{\underline{\Delta p = 16 \text{ kg} \frac{m}{s}}}$$

- b) Finn gjennomsnittskraften \bar{K} på ball fra balltre når kontakttiden er $2,0 \text{ ms}$.

$$\Delta t = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

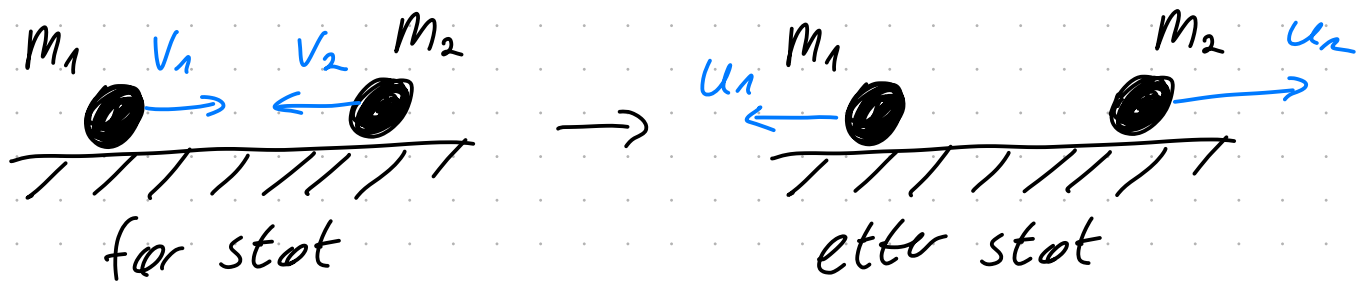
$$\sum \vec{F} \cdot \Delta t = \Delta p$$

\bar{K} →

$$\bar{K} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{16 \text{ kg} \frac{m}{s}}{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = \frac{16}{2} \cdot \frac{1}{10^{-3}} \text{ kg} \frac{m}{s^2} = 8 \cdot 10^3 \text{ kg} \frac{m}{s^2}$$

$$\underline{\underline{\bar{K} = 8,0 \text{ kN}}}$$

Elastisk støt



- Vi vet v_1 og v_2
- Vi ønsker å finne et uttrykk for u_1 og u_2
- Vi antar elastisk støt

① Bevaring av bevegelsesmengde: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$

② Bevaring av kinetisk energi: $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$

① $m_1 v_1 + \cancel{m_2 v_2} - \cancel{m_1 u_1} - \cancel{m_2 v_2} = \cancel{m_1 u_1} + m_2 u_2 - \cancel{m_1 u_1} - \cancel{m_2 v_2}$

$$m_1 v_1 - m_1 u_1 = m_2 u_2 - m_2 v_2$$

① $m_1 (v_1 - u_1) = m_2 (u_2 - v_2)$

② $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \quad | \cdot 2$

$m_1 v_1^2 + \cancel{m_2 v_2^2} - \cancel{m_1 u_1^2} - \cancel{m_2 v_2^2} = \cancel{m_1 u_1^2} + m_2 u_2^2 - \cancel{m_1 u_1^2} - \cancel{m_2 v_2^2}$

$$m_1 v_1^2 - m_1 u_1^2 = m_2 u_2^2 - m_2 v_2^2$$

$$m_1 v_1^2 - m_1 u_1^2 = m_2 u_2^2 - m_2 v_2^2$$

$$m_1 (v_1^2 - u_1^2) = m_2 (u_2^2 - v_2^2)$$

$$(2) \quad m_1 (v_1 + u_1)(v_1 - u_1) = m_2 (u_2 + v_2)(u_2 - v_2)$$

$$(1) \quad m_1 (v_1 - u_1) = m_2 (u_2 - v_2)$$

$$(2)/(1) \quad \frac{\cancel{m_1} (v_1 + u_1) (\cancel{v_1 - u_1})}{\cancel{m_1} (\cancel{v_1 - u_1})} = \frac{\cancel{m_2} (u_2 + v_2) (\cancel{u_2 - v_2})}{\cancel{m_2} (\cancel{u_2 - v_2})}$$

$$v_1 + u_1 = u_2 + v_2$$

$$\boxed{v_1 - v_2 = u_2 - u_1}$$

Elastisk støt i 1 dimensjon

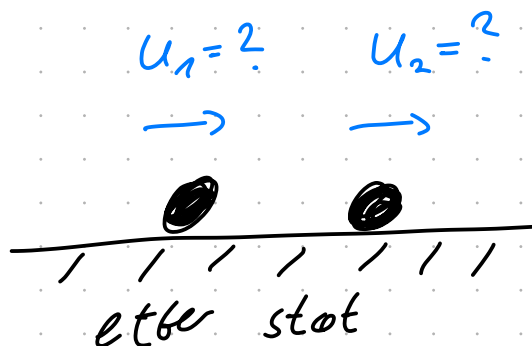
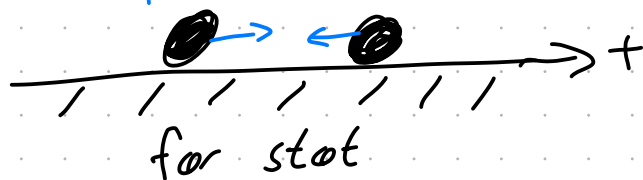
Eksempel

$$m_1 = 0,50 \text{ kg}$$

$$m_2 = 1,5 \text{ kg}$$

$$v_1 = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = -3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Hva er u_1 og u_2 når vi antar at støtet er elastisk?

1. Bevaring av bevegelsesmengde

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

2. Elastisk støt i 1D:

$$v_1 - v_2 = u_2 - u_1$$

$$u_2 - u_1 = v_1 - v_2 = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} - (-3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow u_2 = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} + u_1$$

$$1. \underbrace{0,50 \text{ kg} \cdot 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}_{1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}} + \underbrace{1,5 \text{ kg} \cdot (-3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}})}_{-4,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,50 \text{ kg} u_1 + 1,5 \text{ kg} \cdot u_2$$

$$0,50 \text{ kg} \cdot u_1 + 1,5 \text{ kg} \cdot u_2 = -3,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$0,50 \text{ kg} \cdot u_1 + 1,5 \text{ kg} \cdot (5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} + u_1) = -3,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$0,50 \text{ kg} \cdot u_1 + 7,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} + 1,5 \text{ kg} u_1 = -3,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$0,50 \text{ kg} \cdot u_1 + 7,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} + 1,5 \text{ kg} u_1 = -3,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$u_1 (0,50 \text{ kg} + 1,5 \text{ kg}) = -3,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} - 7,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{u_1 \cdot \cancel{2 \text{ kg}}}{2 \text{ kg}} = \frac{-11 \cancel{\text{ kg}} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \text{ kg}}$$

$$\underline{\underline{u_1 = -5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$u_2 = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} + u_1 = (5,0 - 5,5) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\underline{\underline{u_2 = -0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Etter støt:

