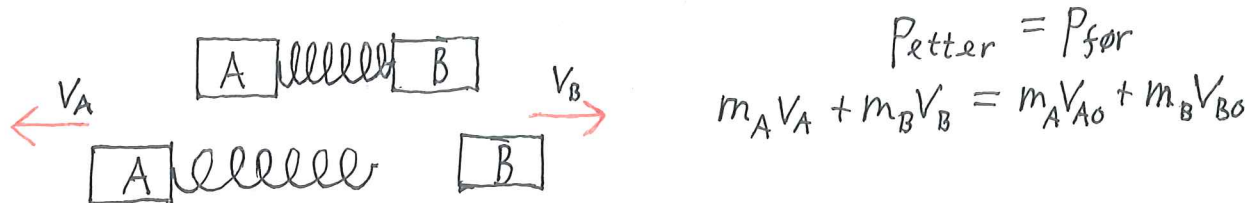


5. Bevegelsesmengde

$$p = mv \quad \left[\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Bevaringsloven for bevegelsesmengde

Eksplisjons- og kollisjonsprosesser



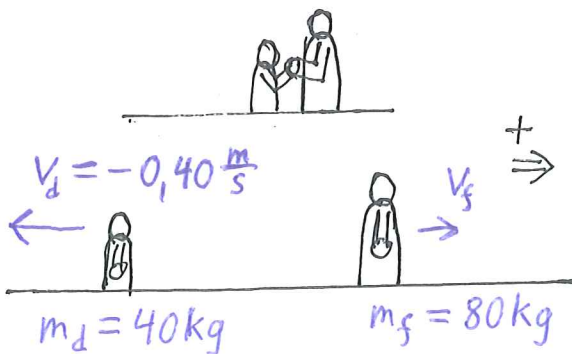
$$p_{\text{etter}} = p_{\text{før}}$$

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_{A0} + m_B v_{B0}$$

Den samlede bev. mengden er konstant for et system av legemer der summen av ytre krefter er null.

$$p_2 = p_1 \quad (\text{vektorlov})$$

eks. 5.2 Far og datter på isen



$$p_{\text{etter}} = p_{\text{før}}$$

$$m_d v_d + m_f v_f = 0$$

$$v_f = \frac{-m_d}{m_f} v_d$$

$$v_f = \frac{-40 \text{ kg}}{80 \text{ kg}} \cdot (-0.40 \frac{\text{m}}{\text{s}}) = 0.20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Mer om støt

Sentrale støt er langs ei linje

Et støt er elastisk hvis den samlede E_k er den samme før og etter støtet.

eks 5.5 Sentralt elastisk støt.

Før: (A) (B) \Rightarrow
 $\xrightarrow{V_{A0}}$ $V_{B0}=0$

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V_{A0} + m_B V_{B0}$$
$$\frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2 = \frac{1}{2} m_A V_{A0}^2 + \frac{1}{2} m_B V_{B0}^2$$

Under:

(A)(B)

Massene er like.

\Downarrow

Etter: (A) (B)
 $\xrightarrow{V_A=?}$ $\xrightarrow{V_B=?}$

$$V_A + V_B = V_{A0}$$

$$V_A^2 + V_B^2 = V_{A0}^2$$

Vi omformer til: $V_B = V_{A0} - V_A$ (1)

$$V_B^2 = V_{A0}^2 - V_A^2$$

Setter 1 inni 2:

$$(V_{A0} - V_A)^2 = V_{A0}^2 - V_A^2$$

$$(V_{A0} - V_A)(V_{A0} - V_A) = (V_{A0} + V_A)(V_{A0} - V_A)$$

$$V_{A0} - V_A = V_{A0} + V_A$$

$$0 = 2V_A$$

$$V_A = 0$$

$$\text{og } V_B = V_{A0} - V_A = V_{A0}$$

Kulene bytter fart.

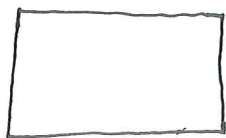
\rightarrow Newtons vugge

Uelastisk støt: $\sum E_k$ ikke bevart.

Fullstendig uelastisk når legemene henger sammen etter støtet.

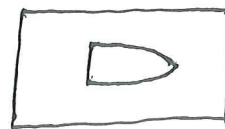
eks. 5.6

Før: $\xrightarrow{V_{A0}}$



\Rightarrow

Etter:



$$m_A + m_B$$

$$V = 2,14 \frac{m}{s}$$

$$m_A = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \quad m_B = 72,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

a) Finn kolas fart før kollisjonen.

$$p_{\text{etter}} = p_{\text{før}}$$

$$(m_A + m_B)V = m_A V_{A0} + m_B V_{B0} \quad \text{der } V_{B0} = 0$$

$$\frac{(m_A + m_B)V}{m_A} = V_{A0}$$

$$V_{A0} = \frac{(1,25 + 72,3) \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 2,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 125,91 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{126 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

b) Finn tapet i E_k .

$$\begin{aligned} \text{Før: } E_{k0} &= \frac{1}{2} m_A V_{A0}^2 + \frac{1}{2} m_B V_{B0}^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \left(125,91 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 0 = 9,9083 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Etter: } E_k &= \frac{1}{2} (m_A + m_B) V^2 \\ &= \frac{1}{2} (1,25 + 72,3) \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \left(2,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 0,16841 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\Delta E = E_k - E_{k0} = 0,16841 \text{ J} - 9,9083 \text{ J} = \underline{-9,74 \text{ J}}$$

Tapet er på 9,74 J, dvs 98,3% av E_k til kula før kollisjonen.

Impuls og bevegelsesmengde

Når det virker en kraft F på et legeme i tida t , er impulsen I på legemet fra F :

$$I = F \cdot t$$

$$\text{Impulsloven: } \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t} \quad \text{og } \sum F = m \bar{a}$$

$$\text{gir } \sum F = m \cdot \frac{(v - v_0)}{\Delta t}$$

$$\sum F = \frac{mv - mv_0}{\Delta t}$$

$$\sum F \Delta t = p - p_0 \quad \text{der } p = mv$$

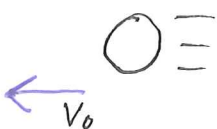
$$\sum F \Delta t = \Delta p$$

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

Kraftsummens impuls = endring i bev. mengde
(vektorlov)

eks. 5.9 Tennisball $m = 57 \text{ gram}$, $v_0 = -20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Etter slag er $v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ motsatt vei.

a) Finn bev. mengde før og etter støtet.

Før: 

$$p_0 = mv_0 = 0,057 \text{ kg} \cdot (-20 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \\ = -1,140 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{-1,1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Etter: 

$$p = mv = 0,057 \text{ kg} \cdot 50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ = 2,850 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{2,9 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

b) Finn gj.snittlig kraft på ballen og racketen
under slaget. Kontakttid er $0,010 \text{ s}$.

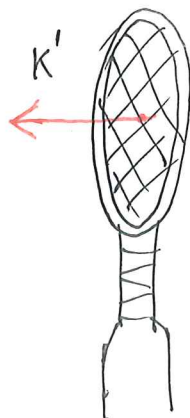
$$\sum F \Delta t = \Delta p \quad \text{der} \quad \sum F = K$$

$$K \Delta t = \Delta p$$

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

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

Slag:



$$K' = -K$$