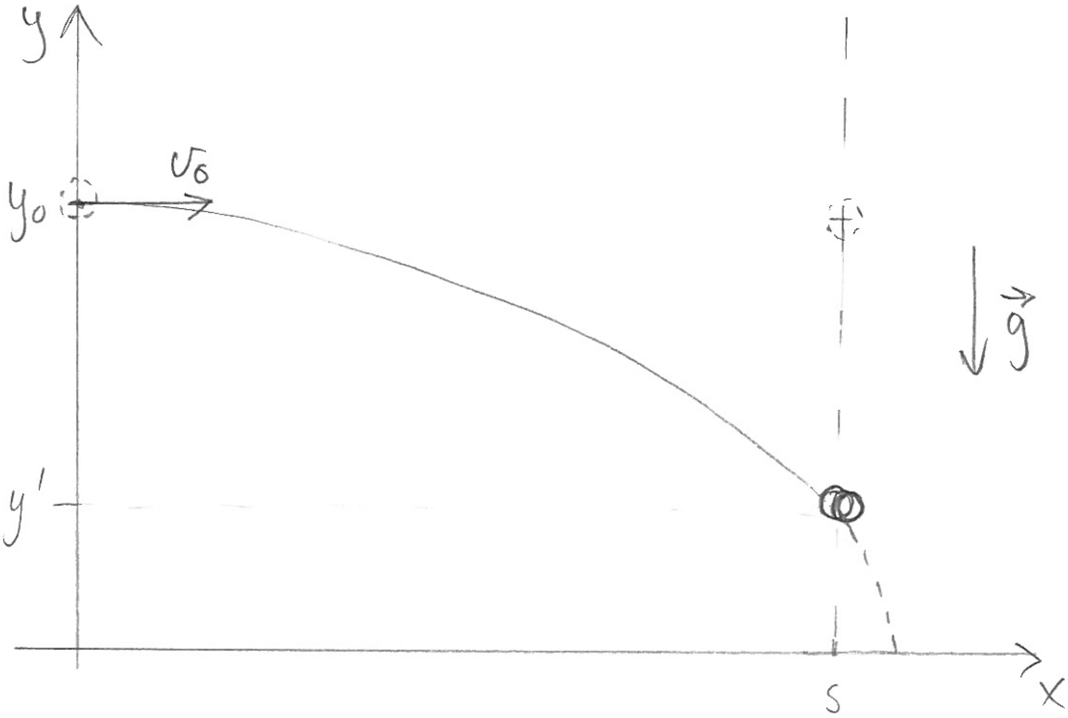
LF Eksamen TFY 4125 Fysikk Våren 2012.

Oppg. 1



a) $\underline{\underline{t_1 = \frac{s}{v_0}}}$

Koordinater: $\underline{x = s}$

$$y' = y_0 - \frac{1}{2} g t_1^2 = \underline{\underline{y_0 - \frac{1}{2} g \frac{s^2}{v_0^2}}}$$

Det må være en øvre grense på s for at ikke legemene skal treffe bakken før de kolliderer.

b) Dette er et uelastisk støt. Bevegelsesmengden $\vec{p}$ må være bevart.

x: $m v_0 = (m+m) V_x \;\; \Rightarrow \;\; \underline{V_x = \frac{1}{2} v_0}$

y: kulene har lik hastighet vertikalt før støtet,

$$V_y = -g t_1 = -g \frac{s}{v_0}$$

$$\underline{\underline{(V_x, V_y) = \left(\frac{1}{2} v_0, -g \frac{s}{v_0} \right)}}$$

1b) $\Delta K = K_f - K_i$

$$\text{Andel tapt} = \frac{|\Delta K|}{K_i}$$

Før støt: $K_i = K_{i,1} + K_{i,2} = \left(\frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} m v_{y,1}^2\right) + \frac{1}{2} m v_{y,2}^2$

$$= \frac{1}{2} m v_0^2 + \cancel{2} \cdot \frac{1}{\cancel{2}} m v_y^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + m \frac{g^2 s^2}{v_0^2}$$

$$v_y = v_{y,1} = v_{y,2} = g \frac{s}{v_0} = V_y$$

Etter støt: $K_f = \frac{\cancel{1}}{\cancel{2}} (\cancel{2} m) \left(V_x^2 + V_y^2\right)$

$$= m \left(\left(\frac{1}{2} v_0\right)^2 + \frac{g^2 s^2}{v_0^2}\right) = \frac{1}{4} m v_0^2 + m \frac{g^2 s^2}{v_0^2}$$

$$\frac{|K_f - K_i|}{K_i} = \frac{\frac{1}{4} \cancel{m} v_0^2}{\frac{1}{2} \cancel{m} v_0^2 + \cancel{m} \frac{g^2 s^2}{v_0^2}} = \underline{\underline{\frac{v_0^4}{2 v_0^4 + 4 g^2 s^2}}}$$

1c) Kulene faller ned i $(x, 0)$

Tid t_2 før kulene treffer bakken:

"$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$" fra formelsamlingen.

$$0 = y' + V_y t_2 + \frac{1}{2}(-g) t_2^2$$

$$t_2^2 - 2\frac{V_y}{g} t_2 - 2\frac{y'}{g} = 0 \quad \text{ɔ: 2. gradslikning}$$

$$t_2 = \frac{1}{2}\left(2\frac{V_y}{g} \pm \sqrt{4\frac{V_y^2}{g^2} + 4 \cdot 2\frac{y'}{g}}\right)$$

$$= -\frac{s}{v_0} \pm \sqrt{\frac{s^2}{v_0^2} + 2\frac{y'}{g}}$$

$$\text{ɔ: } t_2 = -\frac{s}{v_0} + \sqrt{\frac{s^2}{v_0^2} + 2\frac{1}{g}\left(y_0 - \frac{1}{2}\frac{g s^2}{v_0^2}\right)}$$

$$= -\frac{s}{v_0} + \sqrt{\frac{2 y_0}{g}}$$

$$s_2 = V_x t_2$$

Nedslagspunkt:

$$x = s + s_2 = s + \left(\frac{v_0}{2}\right)\left(-\frac{s}{v_0} + \sqrt{\frac{2 y_0}{g}}\right)$$

$$= \frac{s}{2} + v_0 \sqrt{\frac{y_0}{2g}}$$

1c) (Alternativ løsning)

Ettersom v_y er uendret i støtet, gjelder

$$-y_0 = \frac{1}{2}(-g)\,t_{tot}^2$$

$$t_{tot} = \sqrt{\frac{2y_0}{g}}$$

$$t_2 = t_{tot} - t_1 = \underline{-\frac{s}{v_0} + \sqrt{\frac{2y_0}{g}}}$$

etc.

Oppg 2

a) Varmekapasiteten er et kvantitativt mål på hvor mye varme som må tilføres for å endre temperaturen til et legeme. Den kan være gitt per mol eller per masse, (eller for en bestemt gjenstand). Når en (ideell) gass oppvarmes ved konstant trykk, vil den utvide seg og dermed gjøre et arbeid $W = \int P(V)\,dV = P\int dV = P\Delta V$ på omgivelsene. Dette arbeidet bortfaller ved oppvarming ved konstant volum. Derfor er $C_p > C_V$.

For en én-atomig ideell gass er

$$\underline{\underline{C_V = \frac{3}{2}R}} \quad (\text{per mol}).$$

$$C_p = C_V + R = \underline{\underline{\frac{5}{2}R}}$$

hvilket også lett kan vises fra oppgitte ligning $U = \frac{3}{2}nRT$:

$$C_V = \left.\frac{dQ}{dT}\right)_V = \frac{dU}{dT} = \frac{3}{2}nR, \text{ dvs } \underline{C_V = \frac{3}{2}R}$$

$$C_p = \left.\frac{dQ}{dT}\right)_p = \frac{dU}{dT} + P\left.\frac{dV}{dT}\right)_p = C_V + nR = \underline{\frac{5}{2}R}$$

2b) ab: P øker, V konstant. ⇒ T øker, U øker

$W_{ab} = 0$

Varme tilføres

bc: P konst., V øker ⇒ T øker, U øker

$W_{bc} > 0$

Varme tilføres

cd: P avtar, V konst ⇒ T avtar, U avtar

$W_{cd} = 0$

Varme avgis

da: P konst., V avtar ⇒ T avtar, U avtar

$W_{da} < 0$

Varme avgis

$$\left(\frac{PV}{T} = nR = \text{konstant} \right)$$

2c) $dQ = nC_v\, dT$ for a-b
$dQ = nC_p\, dT$ for b-c

$$Q_{ab} = nC_v \Delta T, \quad T_b = \frac{rP_0V_0}{nR}, \quad T_a = \frac{P_0V_0}{nR}$$

$$= \frac{3}{2}nR\left(\frac{rP_0V_0}{nR} - \frac{P_0V_0}{nR}\right)$$

$$= \underline{\underline{\frac{3}{2}P_0V_0(r-1)}}$$

$$Q_{bc} = nC_p\Delta T \qquad T_c = \frac{rP_0rV_0}{nR}$$

$$= \frac{5}{2}nR\left(\frac{r^2P_0V_0}{nR} - \frac{rP_0V_0}{nR}\right)$$

$$= \underline{\underline{\frac{5}{2}P_0V_0r(r-1)}}$$

$$Q_V = Q_{ab} + Q_{bc} = \frac{3}{2}P_0V_0(r-1) + \frac{5}{2}P_0V_0r(r-1)$$

$$= \underline{\underline{\frac{1}{2}P_0V_0(r-1)(5r+3)}}$$

2d) Virkningsgraden angir "utbyttet" vi får per "kostnad". For en varmekraftmaskin er det naturlig å definere

$$\varepsilon = \frac{W}{Q}$$

arbeidet vi får utført

varmen (energien) vi betaler for.

$$W = \int P(V)\,dV$$

For en kretsprosess er derfor arbeidet lik arealet innenfor kretsprosessen i et PV-diagram.

Her er arealet gitt ved

$$W = rP_0(rV_0 - V_0) - P_0(rV_0 - V_0)$$

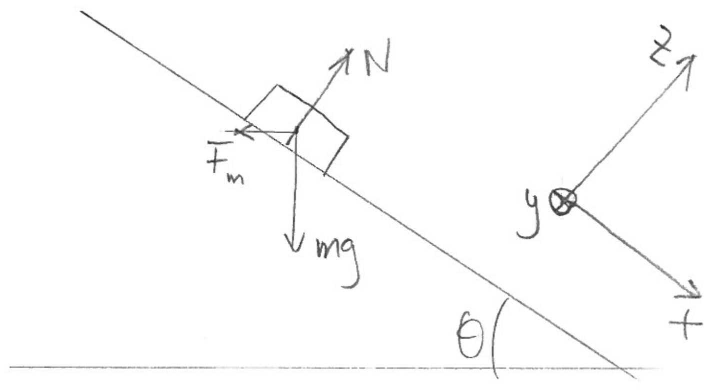
$$\underline{\underline{= P_0V_0(r-1)^2}}$$

For $r = 2$:

$$\varepsilon = \frac{W}{Q} = \frac{\cancel{P_0V_0}}{\frac{1}{2}\cancel{P_0V_0}(3+10)} = \underline{\underline{\frac{2}{13}}}$$

Oppg 3

a)



Normalkraft, tyngdekraft og magnetisk kraft virker på klossen.

b) Indusert ems skyldes endring av fluks gjennom den lukkede strømsløyfen.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}, \quad \phi_m = \int \vec{B}\cdot d\vec{A} = \vec{B}\cdot\int d\vec{A}$$

$$= B\cos\theta\, l\, s,$$

s er strekning fra motstand til kloss.

Dermed fås:

$$|\mathcal{E}| = Bl\cos\theta \frac{ds}{dt} = \underline{\underline{Blv\cos\theta}}$$

$$d\vec{F}_m = I d\vec{l} \times \vec{B} \qquad \mathcal{E} = Ri$$

$$\vec{F}_m = \frac{1}{R} Blv\cos\theta\, B\, l(\hat{l}\times\hat{B})$$

$|\vec{F}_m| = \frac{1}{R} B^2 l^2 v\cos\theta$, $\vec{F}_m$ er rettet i negativ x-retn.

$$\underline{\underline{\vec{F}_m^{\parallel} = \frac{1}{R} B^2 l^2 v \cos^2\theta \text{ langs banen}}}$$

3c) Terminalhastigheten v_t nås når summen av kreftene som virker på klossen går mot null. Vi ser at den magnetiske kraften øker proporsjonalt med hastigheten v.

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$x: \quad mg\sin\theta - F_m\cos\theta = 0 \quad \Big|_{v = v_t}$$

$$\left(z: \quad -mg\cos\theta - F_m\sin\theta + N = 0\right)$$

$$F_m = mg\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{1}{R}B^2l^2v_t\cos\theta$$

$$\underline{\underline{v_t = \frac{R}{B^2l^2}mg\frac{\sin\theta}{\cos^2\theta}}}$$

Oppg 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	C	E	E	B	D	C	B	D	B

1) $m\frac{v_{max}^2}{r} = F_{max} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{F_{max}\cdot r}{m}} = \underline{\underline{7{,}1\ m/s}}$

2) $\tau = Fr = J\alpha \Rightarrow J = \frac{Fr}{\alpha} = \frac{40\cdot 0{,}25}{5}\ kg\,m^2 = \underline{\underline{2{,}00\ kg\,m^2}}$

3) $W = \int F(x)\,dx = \int_0^{x_1}(mx+b)\,dx = \underline{\underline{\frac{1}{2}mx_1^2 + bx_1}}$

4) $\sum\vec{F} = \vec{0},\ \sum\vec{\tau} = \vec{0}.\quad x_0 = (7m)\cos\theta,\ \theta = \arcsin\left(\frac{3}{5}\right)$

$W_{max}x_0 = T_{max}(3m),\quad W_{max} = \frac{T_{max}(3m)}{x_0} = \underline{\underline{3{,}6kN}}$

5) Varme avgitt fra A = Varme tilført B

$c_A m_A(T_A - T_f) = c_B m_B(T_f - T_B)$

$\frac{c_A}{c_B} = 3\,\frac{295-284}{308-295} = \underline{\underline{2{,}54}}$

6) $W = \int\vec{F}(\vec{s})\cdot d\vec{s}$

$= q\vec{E}\cdot\vec{s} = qEs\cos(33^\circ) = \underline{\underline{0{,}73\ J}}$

7) $\Delta U = Q_2\Delta V_1,\ V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1}{r}.\quad \Delta U = \frac{Q_1Q_2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i}\right) = \underline{\underline{6{,}3\cdot 10^{-8}\ J}}$

8) $\mathcal{E} = -N\frac{d\phi_m}{dt} = -100\,\frac{1}{50\pi}\left(-\sin(100\pi t)\right)100\pi = \underline{\underline{200\ V}}$

9) $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}$. Hvis perioden T dobles, <u>halveres</u> emsen.

10) (likning <u>B</u> beskriver magnetiske monopoler).