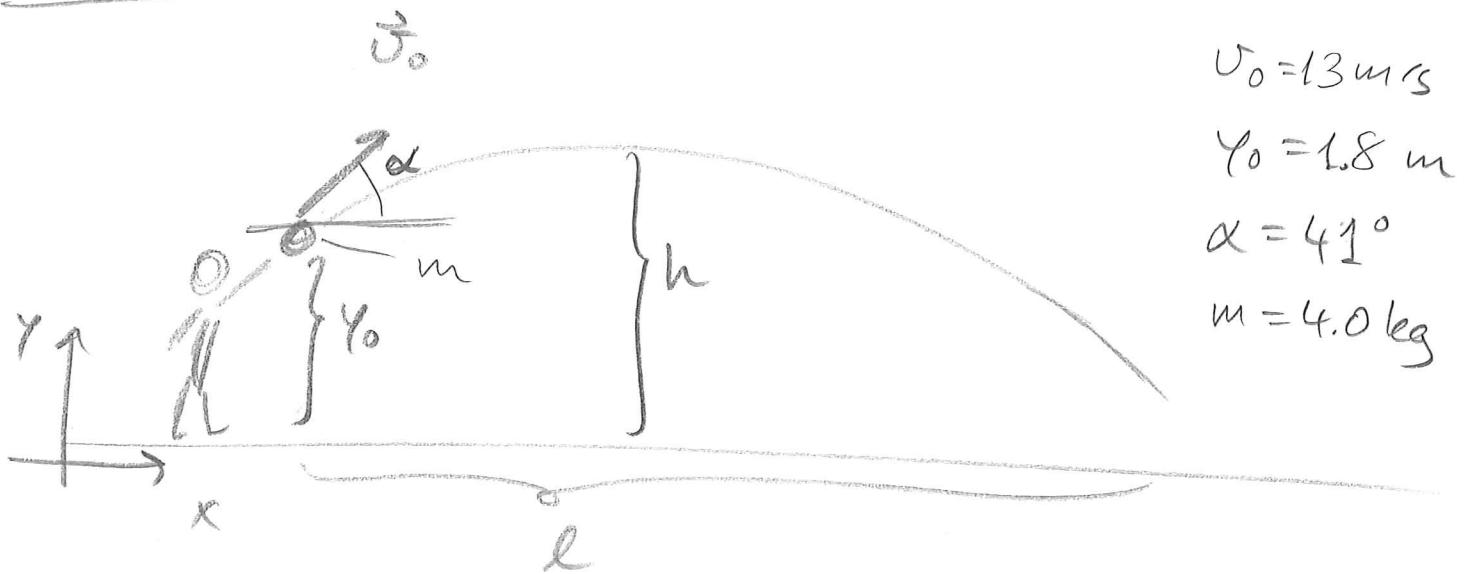


Eksamen i fysik
for 3-termin.

28. november 2016

Løysingsforslag

Oppg. 1



a) Mekanisk energi er summen av kinetisk og potensiell energi;

$$E = E_k + E_p.$$

Videre er $E_k = \frac{1}{2} m v_0^2$ og $E_p = m g y_0$ slik at

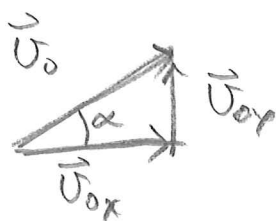
$$E = \frac{1}{2} m v_0^2 + m g y_0 =$$

$$\frac{1}{2} \cdot 4.0 \text{ kg} \cdot (13 \text{ m/s})^2 + 4.0 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 1.8 \text{ m} =$$

$$408.63 \text{ J} \approx \underline{409 \text{ J}}$$

Her har vi vald bakken som nullnivå for E_p .

b) Vi dekomponerer startfarten:



$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha = 13 \text{ m/s} \cdot \sin 41^\circ = 8.529 \text{ m/s}$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha = 13 \text{ m/s} \cdot \cos 41^\circ = 9.811 \text{ m/s}$$

y-komponenten tilsvarende nok energi til å stige med høyde Δy , der vi finner Δy ved energibevaring:

$$\frac{1}{2} m v_{0y}^2 = m g \Delta y$$

$$\Delta y = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{(13 \text{ m/s} \cdot \sin 41^\circ)^2}{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} = 3.707 \text{ m}$$

Total høyde:

$$h = y_0 + \Delta y = 1.8 \text{ m} + 3.707 \text{ m} = 5.507 \text{ m} \approx \underline{5.5 \text{ m}}$$

Vi kan også finne svaret uten å gå via energiberegninger. ($v_{0y} - gt = 0$.)

c) For eit skjøttest løst er høyde y gitt ved

$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2.$$

Posisjon i x-retning er gitt ved

$$x = v_{0x} t.$$

Her er t tiden.

Tidspunktet for landing finner vi ved å sette $y = 0$:

$$y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = 0$$

$$-\frac{1}{2}g \cdot t^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t + y_0 = 0$$

Formel for løsning av 2.-gradsligninger gir

$$t = \frac{-v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 4 \cdot (-\frac{1}{2}g) y_0}}{2 \cdot (-\frac{1}{2}g)} =$$

$$\frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gy_0}}{g}$$

$$t = \frac{13 \text{ m/s} \sin 41^\circ \pm \sqrt{(13 \text{ m/s})^2 \sin^2 41^\circ + 2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 1.8 \text{ m}}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$= -0.1902 \text{ s} \quad \text{eller}$$

$$t = \frac{13 \text{ m/s} \cdot \sin 41^\circ + \sqrt{(13 \text{ m/s})^2 \cdot \sin^2 41^\circ + 2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 1.8 \text{ m}}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 1.9290 \text{ s}$$

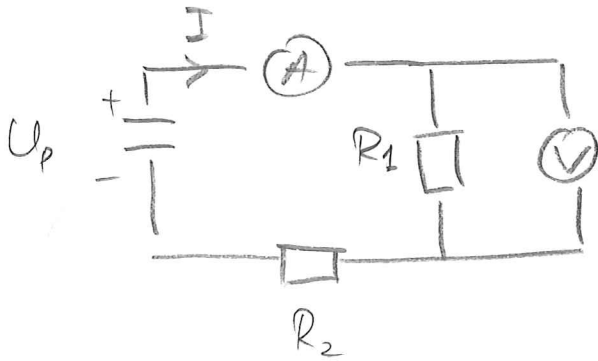
Vi går videre med den positive løsningen.

Vi set denne t-verdien inn i uttrykket for x og finn lengde d:

$$d = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha \cdot t = 13 \text{ m/s} \cdot \cos 41^\circ \cdot 1.9290 \text{ s} \\ = 18.926 \text{ m} \approx \underline{18.9 \text{ m}}$$

Oppg. 2

a)



$$U_p = 12\text{ V}$$

$$R_1 = 3.0\ \Omega$$

$$R_2 = 2.4\ \Omega$$

I er strømmen gjennom kretsen.

Definisjonen av resistans gir at spenningsfallet over R_1 er $U_1 = R_1 I$, og at spenningsfallet over R_2 er $U_2 = R_2 I$.

Kirchhoffs 2. lov gir da at

$$U_p = U_1 + U_2 = R_1 I + R_2 I = I (R_1 + R_2)$$

Ampereometeret viser

$$I = \frac{U_p}{R_1 + R_2} = \frac{12\text{ V}}{(3.0 + 2.4)\ \Omega} = 2.222\text{ A} \approx \underline{2.2\text{ A}}$$

Spenningsfallet over R_1 , det som voltmeteret måler, blir

$$U_1 = I R_1 = 2.222\text{ A} \cdot 3.0\ \Omega = 6.667\text{ V} \approx \underline{6.7\text{ V}}$$

b) Kretsen er en seriekopling av R_1 , en parallellkopling av R_2 og R_3 , som igjen er seriekoplet med R_4 . Resultantresistansen i parallellkoplingen er:

$$\frac{1}{R_{\text{par}}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = 0.25\Omega^{-1}$$

$$R_{\text{par}} = \frac{1}{0.25\Omega^{-1}} = 4.00\Omega$$

Total resultatresistans:

$$R = R_1 + R_{\text{par}} + R_4 = (3.0 + 4.00 + 1.0)\Omega = \underline{8.0\Omega}$$

Effekt: $P = U_p I$, der I er strømmen

Med $U_p = RI \Leftrightarrow I = \frac{U_p}{R}$ får vi at

$$P = U_p \cdot \frac{U_p}{R} = \frac{U_p^2}{R} = \frac{(12V)^2}{8.0\Omega} = \underline{18W}$$

c)



is, spesifikk smeltevarme:
 $l_{is} = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $P = 2.3 \text{ kW}$

Vi går ut fra at all varmen som blir tilført går med til å smelte isen.

Effekten $P = \frac{Q}{t}$, der Q er overført varme og t er tids.

Vidare skal vi tilføre nok varme til å smelte isen, $Q = l_{is} m_{is}$, der

$$m_{is} = 2.7 \text{ kg.}$$

Vi får:

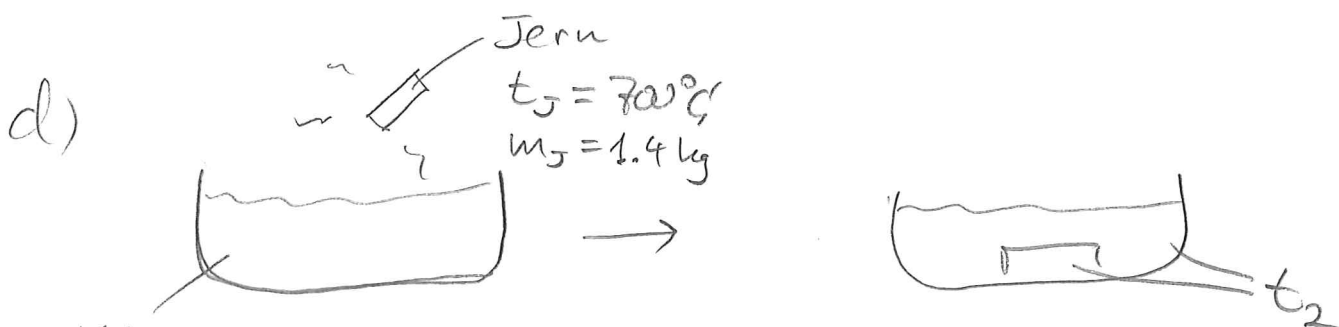
$$Pt = l_{is} m_{is}$$

$$t = \frac{l_{is} m_{is}}{P} = \frac{334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 2.7 \text{ kg}}{2.3 \text{ kW}} = 392.09 \text{ s} =$$

$$\frac{392.09}{60} \text{ min} = 6.535 \text{ min}$$

$$0.535 \text{ min} = 0.535 \cdot 60 \text{ s} \approx 32 \text{ s}$$

Det tar 6 min og 32 s å smelte isen.



Spesifikk varmekapasitet

$$\text{Vann: } C_v = 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\text{Jern: } C_J = 449 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Varmen som jernet afgir er (de
varmen som vandet modtar

$$Q_{\text{jern}} = Q_{\text{vand}}$$

$$C_J m_J (t_J - t_2) = C_V \rho V (t_2 - t_V)$$

Her har vi brugt at massen af
vandet $m_V = \rho V$, der $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ er
betræknelsen til vandet.

$$C_J m_J t_J - C_J m_J t_2 = C_V \rho V t_2 - C_V \rho V t_V$$

$$C_V \rho V t_2 + C_J m_J t_2 = C_J m_J t_J + C_V \rho V t_V$$

$$t_2 (C_V \rho V + C_J m_J) = C_J m_J t_J + C_V \rho V t_V$$

$$t_2 = \frac{C_J m_J t_J + C_V \rho V t_V}{C_V \rho V + C_J m_J} =$$

$$\frac{449 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1.4 \text{ kg} \cdot 700^\circ \text{C} + 4.18 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 200 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 20^\circ \text{C}}{4.18 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 200 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 + 449 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1.4 \text{ kg}}$$

$$= 20.511^\circ \text{C} \approx \underline{20.5^\circ \text{C}}$$

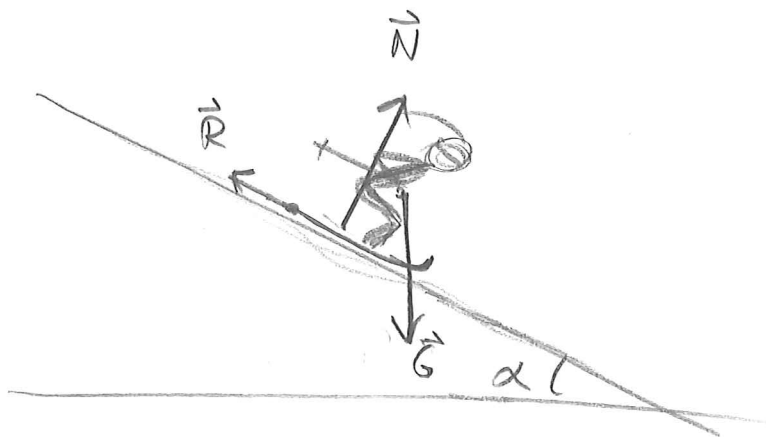
Oppg. 3

a) Eksempel på energioverganger

- * Indre energi går over i mekanisk energi når gassen i en sylinder skyver et stempel utover (forbrenningsmotor).
- * Potensiell energi går over i kinetisk energi når en stein fell nedover i tyngdefeltet.
- * Kjemisk (potensiell) energi går over til varme når en koplar eit batteri til ein motstand.
- * Elektrisjons-energi for eit atom går over til lys-energi (stråling) i det eit eksitert atom går over til ein tilstanden med lågare energi og sender ut eit foton.
- * Masse-energi går over i indre energi og stråling når ein tung

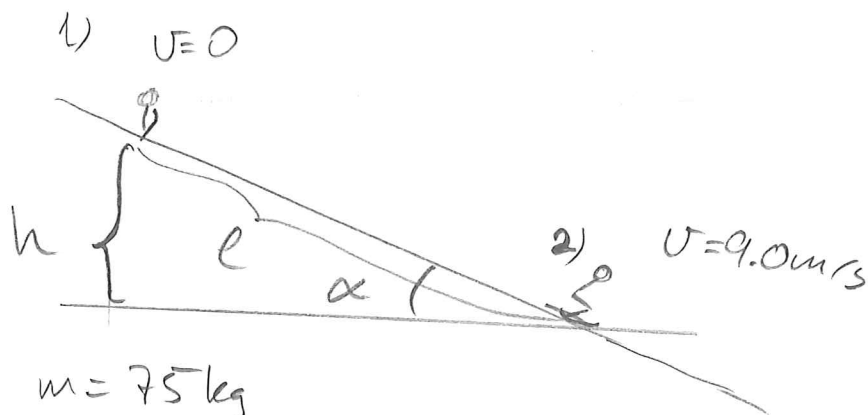
atomkjerne blir spaltet.

b)



G: Tyngdekrafta
N: Normalkraft
R: Friksjon

c)



$$m = 75 \text{ kg}$$
$$l = 50 \text{ m}$$
$$\alpha = 30^\circ$$

Energi på toppen (i forhold til bunnen):

$$E_1 = mgh \text{ der } \frac{h}{l} = \sin \alpha, h = l \sin \alpha$$

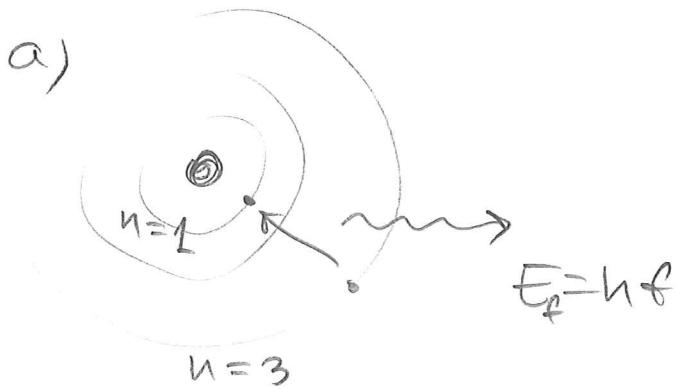
$$\text{Energi på bunnen: } E_2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_1 = mg l \sin \alpha = 75 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ = 18394 \text{ J}$$

$$E_2 = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 75 \text{ kg} \cdot (9.0 \text{ m/s})^2 = 3037.5 \text{ J}$$

$$\text{Energitap: } E_1 - E_2 = (18394 - 3037.5) \text{ J} = 15356.5 \text{ J}$$
$$\approx \underline{15 \text{ kJ}}$$

Oppg. 4 (13:00)



Energien til et hydrogenatom:

$$E_n = -\frac{B}{n} \text{ der } B = 2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J og}$$

n er et positivt heltal (1, 2, 3, ...).

Energien til fotonet er like endringa i energien til atomet:

$$\begin{aligned} E_f &= E_3 - E_1 = -\frac{B}{3^2} - \left(-\frac{B}{1^2}\right) = B \left(1 - \frac{1}{9}\right) \\ &= \frac{8B}{9} = \frac{8}{9} \cdot 2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 1.9378 \cdot 10^{-18} \text{ J} \\ &\approx \underline{1.94 \cdot 10^{-18} \text{ J}} \end{aligned}$$

Frekvensen f oppfyller $E_f = hf$ der Planck-konstanten $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

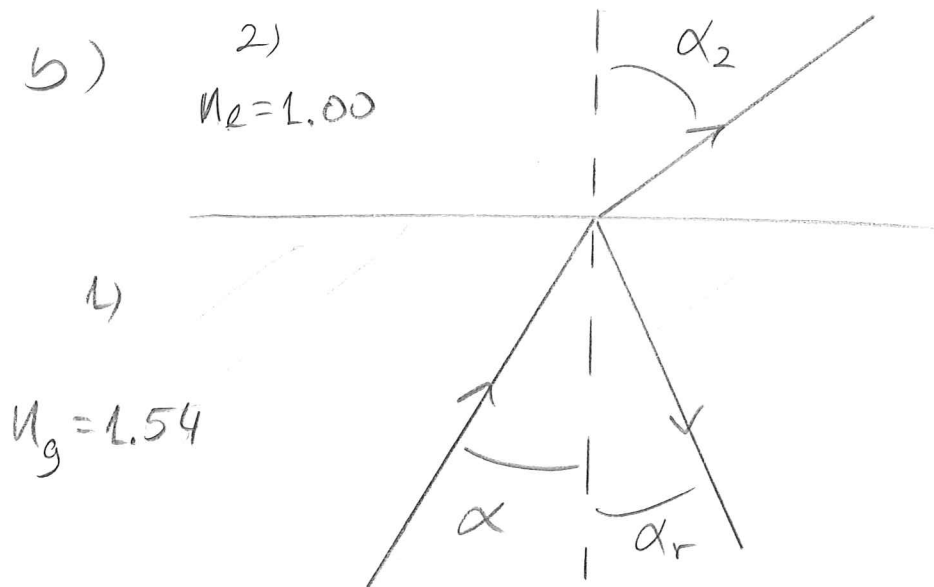
$$E_f = hf$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{E_f}{h} = \frac{1.9378 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}} = 2.9227 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \\ &\approx \underline{2.92 \cdot 10^{15} \text{ Hz}} \end{aligned}$$

Bølglengde λ opplyst $c\lambda = c$ der
 $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ er lysarten.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{2.9227 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}} = 1.0264 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\approx \underline{\underline{1.03 \cdot 10^{-7} \text{ m}}}$$



Refleksjonsvinkel er like innfallsvinkel:

$$\alpha_r = \alpha = \underline{35^\circ}$$

Snells brytingslov:

$$n_g \sin \alpha = n_2 \sin \alpha_2$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{n_g}{n_2} \sin \alpha = \frac{1.54}{1.00} \sin 35^\circ = 0.8833$$

$$\alpha_2 = \arcsin 0.8833 = 62.04^\circ \approx \underline{62^\circ}$$

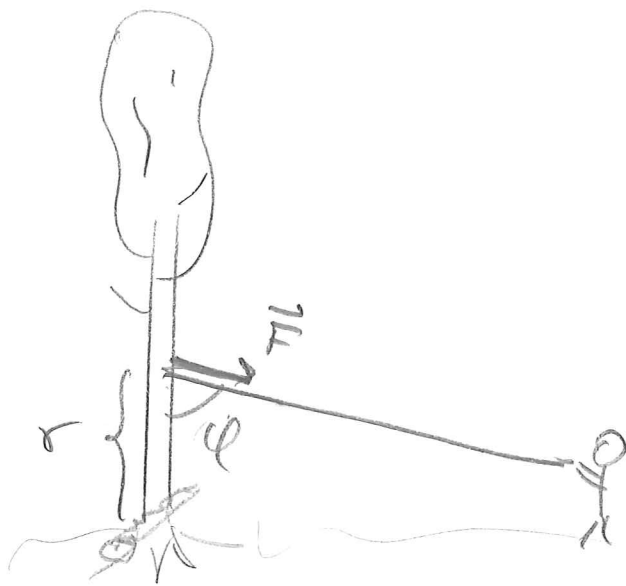
c) Totalrefleksjon: $\alpha > \alpha_{gr}$ der α_{gr} er grensevinkelen. Dette er den α -verdien som gir $\alpha_2 = 90^\circ$ slik at

$$n_g \sin \alpha_{gr} = n_e \cdot \sin 90^\circ = n_e$$

$$\alpha_{gr} = \arcsin \frac{n_e}{n_g} = \arcsin \frac{1.00}{1.54} = 40.49^\circ \approx 40.5^\circ$$

Vi får totalrefleksion når $\alpha \geq 40.5^\circ$

Oppg. 5



$$F = 300 \text{ N}$$

$$\varphi = 83^\circ$$

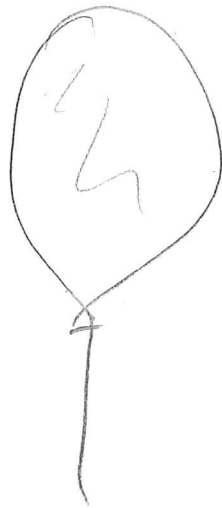
$$r = 2.3 \text{ m}$$

Kraftmoment:

$$M = r \sin \varphi F = 2.3 \text{ m} \cdot \sin 83^\circ \cdot 300 \text{ N} =$$

$$684.86 \text{ Nm} \approx \underline{685 \text{ Nm}}$$

Oppg. 6



$$V = 1.2 \text{ l}$$

$$p_0 = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$t_0 = 20^\circ \text{C}$$

- Same trykk i ballong og lufta omkring.

a) Den ideelle gass-love:

$$pV = NkT$$

der p er trykk, V er volum, N er stoffmengde, k er Boltzmann-konstanten og T er absolutt temperatur.

$$N = \frac{pV}{kT} = \frac{1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot (273 + 20) \text{ K}}$$

$$= 2.9975 \cdot 10^{22} \approx \underline{3.0 \cdot 10^{22}} \quad (=0.050 \text{ mol})$$

Massen av et atom: 4.00 u

$$\begin{aligned} \text{Total masse: } N \cdot 4.00 \cdot \text{u} &= 3.0 \cdot 10^{22} \cdot 4.00 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ &= 1.99034 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \approx \underline{0.20 \text{ g}} \end{aligned}$$

5) I følge den ideelle gasslov er

$\frac{PV}{T}$ konstant når N er konstant.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

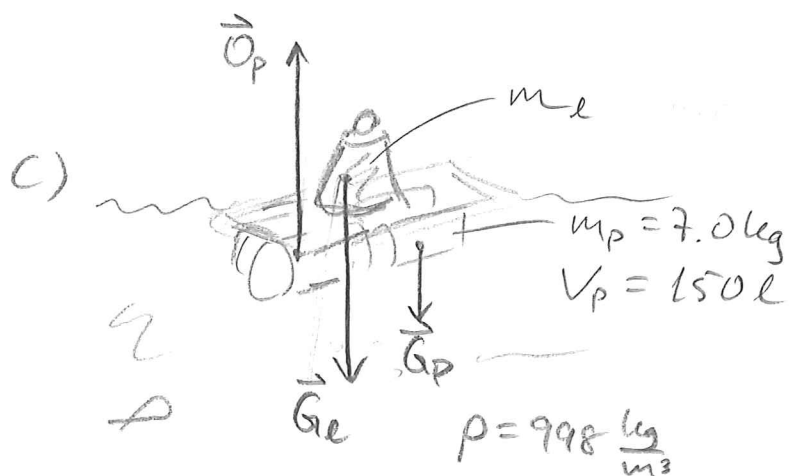
der P_1, V_1, T_1 har verdiane frå a),

$$V_2 = V_1 \quad \text{og} \quad T_2 = (273 + 30) \text{ K} = 303 \text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_1}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1 = \frac{303 \text{ K}}{293 \text{ K}} \cdot 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1.0445 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\approx \underline{1.04 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$



G_p og O_p er den samle tyngde og oppdrifta av alle fire pontongane.

For at fløten akkurat skal flyte, må

vi ha at $G_p + G_e = O_p$ (Newtons 1. lov):

$$4 m_p g + m_e g = \rho \cdot 4 V_p \cdot g,$$

der m_e er den maksimale massen av laste.

$$4 m_p + m_e = \rho 4 V_p$$

$$m_e = 4(\rho V_p - m_p) = 4 \cdot (998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.150 \text{ m}^3 - 7.0 \text{ kg}) = 570.80 \text{ kg} \approx \underline{571 \text{ kg}}$$

Oppg. 7

a) Akselerasjon: $a = 2.5 \text{ m/s}^2$

-Varer $t = 10 \text{ s}$.

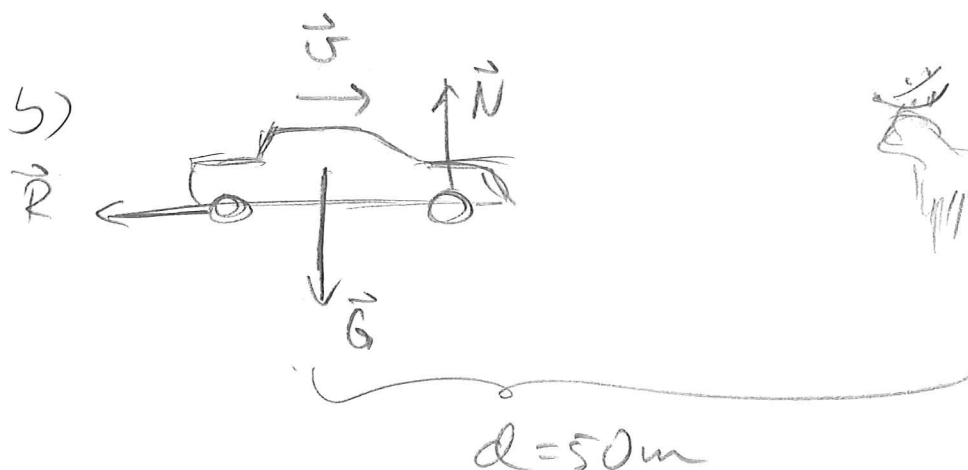
Start fart: $U_0 = 0$.

Fart til slutt:

$$U = U_0 + at = at = 2.5 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ s} = \underline{25 \text{ m/s}}$$

Lengde:

$$s = U_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2.5 \text{ m/s}^2 \cdot (10 \text{ s})^2 \\ = \underline{125 \text{ m}}$$



Fart:

$$U = 80 \text{ km/t}$$

Masse:

$$m = 1.8 \text{ tonn}$$

Oppgave kan løses på to måter.

1) Ved å reke på energier:

Friskjonskraften R må gjøre et arbeid som er like stort som den kinetiske energien i utgangspunktet:

$$\frac{1}{2} m U^2 = R L, \text{ der } L \text{ er bremselengde.}$$

Videre:

$$R = \mu N = \mu G = \mu mg$$

Slittet at

$$\frac{1}{2} m v^2 = \mu mg l$$

$$l = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{\left(\frac{80}{3.6} \text{ m/s}\right)^2}{2 \cdot 0.71 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} = 35.45 \text{ m}$$

$$l < d = 50 \text{ m}$$

Slittet fører uungår kollisjon.

2) Kinematik:

Kraftbalansen er $R = \mu N = \mu mg$.

Ved Newtons 2. lov blir da (den negative) akselerasjonen a gitt ved:

$$R = -ma$$

$$a = -\frac{R}{m} = -\frac{\mu mg}{m} = -\mu g$$

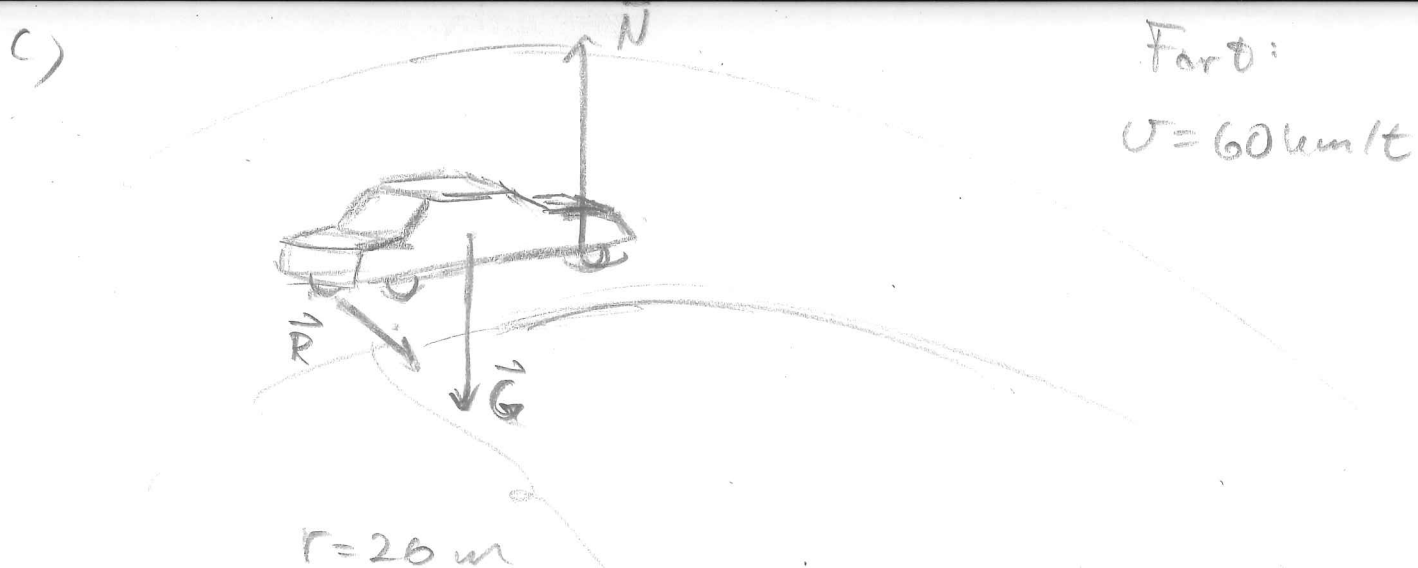
$$\text{Slutt fart: } v = 0 \text{ km/t}$$

$$\text{Start fart: } v_0 = 80 \text{ km/t}$$

$$\text{Bremselengde } 2as = v^2 - v_0^2$$

Med $a = -\mu g$ og $v = 0 \text{ km/t}$:

$$s = \frac{-v_0^2}{2(-\mu g)} = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \frac{\left(\frac{80}{3.6} \text{ m/s}\right)^2}{2 \cdot 0.71 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} = 35.45 \text{ m} < d$$



Siden baneforten her⁺ er konstant, peker all akselerasjon inn mot sentrum; den er sentripetal. Dø gield:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{60}{3.6} \text{ m/s}\right)^2}{50 \text{ m}} = 5.5556 \text{ m/s}^2$$

$$\approx 5.6 \text{ m/s}^2$$

Sentripetallkraft:

$$F_s = ma = 1.8 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 5.5556 \text{ m/s}^2 = 10^4 \text{ N} = \underline{10 \text{ kN}}$$

Det er statisk friksjon som alleine må utgjere sentripetallkrafta. Går det?

Maksimal friksjon:

$$R_{\text{max}} = \mu N = \mu mg = 0.71 \cdot 1.8 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 =$$

$$12537 \text{ N} > F_s$$

Bilen klarer svingen.