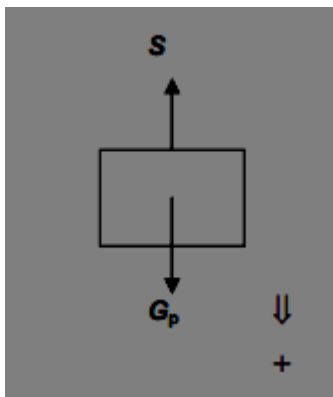


Oppgave 1

a)



b) Vi velger positiv retning nedover. Newtons 2. lov gir da

$$\sum F = m_p a \Rightarrow G_p - S = m_p a \Rightarrow S = G_p - m_p a \Rightarrow S = m_p g - m_p a$$
$$S = 2,0\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 - 2,0\text{kg} \cdot 0,5\text{m/s}^2 = 18,62\text{N}.$$

Retningen til snordraget er oppover.

c) For å finne kraften på jenta fra heisgulvet, regner vi både jente og pakke som ett legeme med masse $M = 42\text{ kg}$. Vi bruker Newtons 2. lov:

$$\sum F = Ma \Rightarrow G - N = Ma \Rightarrow N = G - Ma = Mg - ma = 42,0\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 - 42,0\text{kg} \cdot 0,5\text{m/s}^2 = 391\text{N}.$$

Alternativt kan vi kun se på jenta. Kreftene som virker på henne er da G for henne selv og S fra snordraget (motkraften til kraften vi regnet ut i a)) i nedoverretning, og N i oppoverretning.

d) Vi bruker bevegelseslikningene ved konstant akselerasjon for å finne strekningen:

$$v^2 - v_0^2 = 2as \Rightarrow s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(0,50\text{m/s})^2 - 0^2}{2 \cdot 0,5\text{m/s}^2} = 0,25\text{m}.$$

e) I en sirkelbane er akselerasjonen en sentripetalakselerasjon, $a = \frac{v^2}{r}$. Det er snordraget som holder pucken i bane. Normalkraften og tyngdekraften på pucken utligner hverandre, så Newtons 2. lov gir

$\sum F = Ma \Rightarrow S = M \frac{v^2}{r}$. For å finne snordraget, ser vi på loddet som henger under bordet. Dette henger i ro, så da er summen av kreftene lik null:

$$\sum F = 0 \Rightarrow S - G = 0 \Rightarrow S = G = mg.$$

Vi setter dette inn i uttrykket for S i likningen for pucken, og løser ut for banefarten:

$$mg = M \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{mgr}{M}} = \sqrt{\frac{(0,100\text{kg}) \cdot (9,81\text{m/s}^2) \cdot (20 \cdot 10^{-2}\text{m})}{0,160\text{kg}}} = 1,11\text{m/s}.$$

Oppgave 2

a) For å finne antall molekyler i gassen, så bruker vi at total masse til gassen er lik massene til alle molekylerne, altså $m = N \cdot m_{\text{oksygenmolekyl}}$, så vi får

$$N = \frac{m}{m_{\text{oksygenmolekyl}}} = \frac{0,320\text{kg}}{5,31 \cdot 10^{-26}\text{kg}} = 6,02 \cdot 10^{24}.$$

b) Vi bruker ideell gass-loven med oppgitte opplysninger:

$$pV = NkT \Rightarrow p = \frac{NkT}{V} = \frac{6,02 \cdot 10^{24} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 280 \text{ K}}{1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 2,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

c) Siden trykket er konstant under prosessen, er arbeidet utført av gassen gitt som $W = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$.

Vi løser ut for V_2 og finner: $V_2 = \frac{W}{p} + V_1 = \frac{2294 \text{ J}}{2,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}} + 1,1 \cdot 10^{-1} \text{ m}^3 = 0,121 \text{ m}^3$.

d) Varmer inn i systemet gir positivt fortegn. Arbeid ut av systemet (det er gassen som utfører arbeidet) gir negativt fortegn. Endringen i indre energi blir da

$$\Delta U = Q - W = 4411 \text{ J} - 2294 \text{ J} = 2117 \text{ J}.$$

e) Vi skal finne massetettheten $\rho_k = \frac{m}{V}$ for kronen. Vi må derfor finne volumet, siden massen er oppgitt. Når kronen er i ro nedsenket i vannet, virker oppdriften O og snordraget S oppover, og tyngden G nedover. Oppdriften er gitt ved $O = \rho_v V g$, der ρ_v er massetettheten til vann og V er volumet til kronen. Siden kronen er i ro, gjelder Newtons 1. lov,

$$\sum F = 0 \Rightarrow O + S - G = 0 \Rightarrow O + S = G.$$

Vi kan sette inn og løse ut for V :

$$\rho_v V g + S = mg \Rightarrow V = \frac{mg - S}{\rho_v g} = \frac{0,8 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 - 7,3 \text{ N}}{1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 5,586 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3.$$

Dermed kan vi finne massetettheten til kronen:

$$\rho_k = \frac{m}{V} = \frac{0,8 \text{ kg}}{5,586 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} = 14,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3.$$

Massetettheten til gull er større, så kronen er ikke av rent gull.

Oppgave 3

a) Kalorimeter

$$T_k = 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C = ?$$

$$T_s = 31,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Vann 1

$$T_{v1} = 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_{v1} = 1,3 \text{ kg}$$

$$c_v = 4180 \text{ J/kgK}$$

Vann 2

$$T_{v2} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_{v2} = 1,0 \text{ kg}$$

$$c_v = 4180 \text{ J/kgK}$$

Varmer mottatt = varmer avgitt

$$Q_k + Q_{v1} = Q_{v2}$$

$$C(T_s - T_k) + c_v m_{v1}(T_s - T_{v1}) = c_v m_{v2}(T_{v2} - T_s)$$

$$C = \frac{c_v m_{v2}(T_{v2} - T_s) - c_v m_{v1}(T_s - T_{v1})}{(T_s - T_k)}$$

$$C = \frac{4180 \text{ J/kgK} \cdot 1,0 \text{ kg}(50 - 31,3) \text{ K} - 4180 \text{ J/kgK} \cdot 1,3 \text{ kg}(31,3 - 17,5) \text{ K}}{(31,3 - 17,5) \text{ K}} = 231 \text{ J/K}.$$

b) Kalorimeter

$$T_k = 20,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C = 110 \text{ J/K}$$

$$T_s = 13,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Vann

$$T_v = 20,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_v = 2,1 \text{ kg}$$

$$c_v = 4180 \text{ J/kgK}$$

Is

$$T_{is} = -13,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_{is} = ?$$

$$c_{is} = 2100 \text{ J/kgK}$$

$$l_s = 334\,000 \text{ J/kg}$$

Varmer mottatt = varmer avgitt

Varmen avgis at kalorimeteret og av vannet. Den mottatte varmen brukes til å varme opp isen til smeltepunktet, smelte isen og deretter varme opp smeltevannet.

$$Q_{is}^{varme} + Q_{is}^{smelte} + Q_{isvann}^{varme} = Q_k + Q_v$$

$$c_{is}m_{is}(0 - T_{is}) + l_s m_{is} + c_v m_{is}(T_s - 0) = C(T_k - T_s) + c_v m_v(T_v - T_s)$$

$$m_{is} = \frac{C(T_k - T_s) + c_v m_v(T_v - T_s)}{(c_{is}(0 - T_{is}) + l_s + c_v(T_s - 0))}$$

$$m_{is} = \frac{110\text{J/K} \cdot (20,1 - 13,0)\text{K} + 4180\text{J/kgK} \cdot 2,1\text{kg}(20,1 - 13,0)\text{K}}{(2100\text{J/kgK} \cdot 13\text{K}) + (334000\text{J/kg}) + (4180\text{J/kgK} \cdot 13,0\text{K})} = 0,150\text{kg}.$$

Oppgave 4

a) $U = R_1 I \Rightarrow I = \frac{U}{R_1} = \frac{220\text{V}}{54\Omega} = 4,07\text{A}.$

b) $P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{220\text{V}}{81\Omega} = 598\text{W}.$

c) Vi har at $U_1 = R_1 I$ og $U_2 = R_2 I$, der strømmen er lik gjennom begge motstandene. Siden det er en seriekopling, har vi

$$R_{tot} = R_1 + R_2 = 54\Omega + 81\Omega = 135\Omega.$$

Vi finner strømmen ved

$$U = R_{tot} I \Rightarrow I = \frac{U}{R_{tot}} = \frac{220\text{V}}{135\Omega} = 1,63\text{A}.$$

Dermed kan vi regne ut spenningene:

$$U_1 = R_1 I = 54\Omega \cdot 1,63\text{A} = 88\text{V} \text{ og } U_2 = R_2 I = 81\Omega \cdot 1,63\text{A} = 132\text{V}.$$

d) Når motstandene er koplet i parallell, kan vi regne ut totalmotstand:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{54\Omega} + \frac{1}{81\Omega} = 0,03086 \frac{1}{\Omega} \Rightarrow R_p = 32,4\Omega.$$

Effekten er da

$$P_p = \frac{U^2}{R_p} = \frac{220\text{V}}{32,4\Omega} = 1494\text{W}.$$

Oppgave 5a

a) Vi kan finne bølgelengden fra sammenhengen mellom bølgefart, frekvens og bølgelengde:

$$c = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{1,25 \cdot 10^8 \text{m/s}}{5,10 \cdot 10^{14} \text{Hz}} = 2,45 \cdot 10^{-7} \text{m} = 245\text{nm}.$$

b) Vi bruker Snells lov:

$$n_g \sin \alpha_g = n_{is} \sin \alpha_{is} \Rightarrow \sin \alpha_{is} = \frac{n_g}{n_{is}} \sin \alpha_g = \frac{1,48}{1,31} \sin 23^\circ = 0,4414 \Rightarrow \alpha_{is} = 26,2^\circ$$

c) Grensevinkelen når lys går fra diamant til is er gitt ved

$$\sin \alpha_{gr} = \sin 90^\circ \frac{n_{is}}{n_d} = \frac{1,31}{2,42} = 0,5413 \Rightarrow \alpha_{gr} = 32,8^\circ$$

d) (i) $1\text{mm} = d \cdot 655 \Rightarrow d = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{m}}{655} = 1,527 \cdot 10^{-6} \text{m}$

(ii) Vi har at vinkelen mellom 0. ordens og 2. ordens maksimum er $\theta_2 = \frac{76,5^\circ}{2} = 38,255^\circ$. Da kan vi sette inn i uttrykket for sammenhengen mellom vinkelen og bølgelengden:

$$d \sin \theta_2 = 2\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d \sin \theta_2}{2} = \frac{1,527 \cdot 10^{-6} \text{m} \sin 38,25^\circ}{2} = 4,73 \cdot 10^{-7} \text{m} = 473 \text{nm}.$$

Oppgave 5b

a) Vi velger nullpunkt når loddet er i den nederste posisjonen. Høyden h over nullpunktet kan vi finne ved å se at

$$\cos 55^\circ = \frac{l-h}{l} \Rightarrow l-h = l \cos 55^\circ \Rightarrow h = l - l \cos 55^\circ = 0,65 \text{m} - 0,65 \text{m} \cdot \cos 55^\circ = 0,28 \text{m}.$$

Da er

$$E_p = mgh = 0,30 \text{kg} \cdot 9,81 \text{m/s}^2 \cdot 0,28 \text{m} = 0,82 \text{J}.$$

b) Vi bruker bevaring av mekanisk energi og finner

$$E_k^{\text{bunn}} = E_p^{\text{topp}}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{m/s}^2 \cdot 0,28 \text{m}} = 2,34 \text{m/s}.$$

c) Vi finner $P_{ut}^{\text{motor}} = P_{inn}^{\text{motor}} \cdot \eta_{\text{motor}}$ og $P_{ut}^{\text{kran}} = P_{inn}^{\text{kran}} \cdot \eta_{\text{kran}} = P_{ut}^{\text{motor}} \cdot \eta_{\text{kran}}$

Dermed er total effekt ut

$$\begin{aligned} P_{ut} &= P_{ut}^{\text{kran}} = P_{inn}^{\text{kran}} \cdot \eta_{\text{kran}} = P_{ut}^{\text{motor}} \cdot \eta_{\text{kran}} = P_{inn}^{\text{motor}} \cdot \eta_{\text{motor}} \cdot \eta_{\text{kran}} \\ &= P_{inn} \cdot \eta_{\text{motor}} \cdot \eta_{\text{kran}} = 5,0 \text{kW} \cdot 0,90 \cdot 0,40 = 1,8 \text{kW}. \end{aligned}$$

$$\text{Virkningsgraden blir } \eta = \frac{P_{ut}}{P_{inn}} = \frac{1,8 \text{kW}}{5,0 \text{kW}} = 0,36.$$

d) Når en tung kjerne fisjonerer (spalter), vil den samlede massen av fisjonsproduktene være mindre enn massen til den tunge kjernen. Massedifferansen Δm har gått over til energi, $E = \Delta mc^2$. Denne energien går over til kinetisk energi hos fisjonsproduktene. Kollisjoner med vannmolekylene varmer opp vannet, som så brukes til å drive en turbin.