

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS1000, vår 2010

Eksamensdag: 7. Juni 2010

Tid: 09:00-12:00 (3 timer)

Oppgavesettet er på 4 sider.

Tillatte hjelpemidler: Godkjent kalkulator, Angell og Lian: "Fysiske Størrelser og enheter" (evt. eldre utgave av Øgrim og Lian), "TABELLER OG FORMLER I FYSIKK; 2FY og 3FY" (lysegrønt hefte fra videregående), Haugan og Aamot: "Gyldendals tabller og formler i fysikk, Fysikk 1 og Fysikk 2", K. Rottmann: "Matematisk formelsamling", samt ett A4-ark med egne notater,- det vil si to A4-sider håndskrevet med blå tusj penn eller blå kulepenn. (Trykte ting eller sider som skrives med svart penn, eventuelt kopiert ned til svært liten skrift er IKKE tillatt.)

Poeng: Hver deloppgave 6 poeng, max 120 poeng.

Oppgave 1

a) Energibevarelse: $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 \implies v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 5.0} \text{ m/s} = \underline{9.9 \text{ m/s}}$

b) Bevaring av bevegelsesmengde: $mv_1 = (m+M)v_2 \implies v_2 = \frac{m}{m+M}v_1 = \frac{2.0}{2.0+14.0} \cdot 9.9 \text{ m/s} = \underline{1.2 \text{ m/s}}$.

c) Kinetisk energi: $E = \frac{1}{2}mv^2$, $E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 (= 98 \text{ J})$. $E_2 = \frac{1}{2}(m+M)v_2^2 = \frac{1}{2}(m+M)\frac{m^2}{(m+M)^2}v_1^2 = \frac{m}{m+M}E_1 (= 12.25 \text{ J})$. Endring: $\frac{E_2-E_1}{E_1} = \frac{\frac{m}{m+M}E_1-E_1}{E_1} = \frac{m}{m+M} - 1 = -\frac{M}{m+M} = -\frac{7}{8} = -0.875$. Så 87.5% av den kinetiske energien går over til andre energiformer ved den uelastiske kollisjonen.

Oppgave 2

a) Bryter i stilling 1: Seriekopling. Strømmen gjennom r : $I = \frac{U}{r+R_1} = \frac{12V}{20\Omega+100\Omega} = \underline{0.1 \text{ A}}$. Samme strøm går gjennom R_1 , dermed blir spenningsfallet over R_1 : $U_{R_1} = 0.1 \text{ A} \cdot 100\Omega =$

10 V.

- b) Bryter i stilling 2: R_1 og R_2 er parallellkoblet med effektiv motstand: $R_{par} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \cdot 400}{100 + 400} \Omega = 80 \Omega$. Strøm gjennom r : $I_r = \frac{U}{r + R_{par}} = \frac{12 \text{ V}}{20 \Omega + 80 \Omega} = \underline{0.12 \text{ A}}$. Spenning over R_1 : Samme som over parallellkoblingen: $V_{par} = 0.12 \text{ A} \cdot 80 \Omega = \underline{9.6 \text{ V}}$. Alternativt: Kirchoffs lov for venstre sløyfe gir $U - rI_r - U_{R1} = 0 \implies U_{R1} = U - rI_r = 12 \text{ V} - 20 \Omega \cdot 0.12 \text{ A} = \underline{9.6 \text{ V}}$.
- c) Effekten som avsettes i motstand R_2 kan beregnes ved $P = \frac{U_{R2}^2}{R_2}$ der U_{R2} er spenningen over R_2 . Spenningen over R_2 er den samme som spenningen over parallellkoblingen som er den samme som spenningen over R_1 : $U_{R2} = 0.12 \text{ A} \cdot 80 \Omega = 9.6 \text{ V}$. Dette gir $P = \frac{(9.6 \text{ V})^2}{400 \Omega} = \underline{0.23 \text{ W}}$.
- d) Når stømmene blir stasjonære er kondensatoren fulladet og ingen strøm går gjennom den. Derfor er spenningen over kondensatoren lik spenningsfallet over R_1 som ble funnet i a): 10 V . Etersom $C = \frac{Q}{V}$ eller $Q = CV$, får vi $Q = 10 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot 10 \text{ V} = \underline{10^{-7} \text{ Coulomb}}$.

Oppgave 3

- a) Bernoulli: $P_u + \frac{1}{2} \rho v_u^2 + \rho g h_u = P_h + \frac{1}{2} \rho v_h^2 + \rho g h_h$. Med $v_u = v_h$ fås $P_u - P_h = \rho g (h_h - h_u) = 1.05 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 0.10 \text{ m} = \underline{1029 \text{ Pa}} (\approx 7.7 \text{ mmHg})$
- b) Kontinuitetsligningen for inkompressibel væske: $v_i A_i = v_f A_f, A_i = A_f/3 \implies v_i = v_f A_f / A_i = v_f A_f / (A_f/3) = \underline{3v_f}$.
- c) Tilførselsrate: $r = 240 \text{ ml}$ per time. $r = A \cdot v_n$, der A er tverrsnittarealet til sprøytespissen, tverrsnittsarealet er $A = \pi \left(\frac{1.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2} \right)^2 = 1.131 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. $v_n = r/A = \frac{240 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1}{1.131 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} = \underline{5.89 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}}$.
- d) Bernoulli: $P_p + \frac{1}{2} \rho v_p^2 + \rho g h_p = P_n + \frac{1}{2} \rho v_n^2 + \rho g h_n$. Vi neglisjerer blodets fart ved toppen av posen $v_p = 0$. Det gir: $\rho g (h_p - h_n) = P_n - P_p + \frac{1}{2} \rho v_n^2 = 100 \cdot 133 \text{ Pa} + \frac{1}{2} \rho v_n^2$. Dette betyr at $h_p - h_n = 13300 \text{ Pa} / (9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 1.05 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3) + \frac{1}{2} \frac{v_n^2}{g} = \underline{1.29 \text{ m} + v_n^2 / (19.6 \text{ m/s}^2)}$. Når $v_n \rightarrow 0$ må (toppen av) blodposen henge 1.29 m over nåla.

Oppgave 4

- a) Linseformelen for tynne linser $\frac{1}{s'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s}$ løses mht. billedavstanden $s' = -\frac{1}{6} \text{ m} = \underline{-0.167 \text{ m}}$.
- b) Se figur. Bildet er virtuelt fordi ingen lysstråler fokuseres i billedpunktet. Det fremstår som et bilde der for et øye plassert på andre siden av linsen.

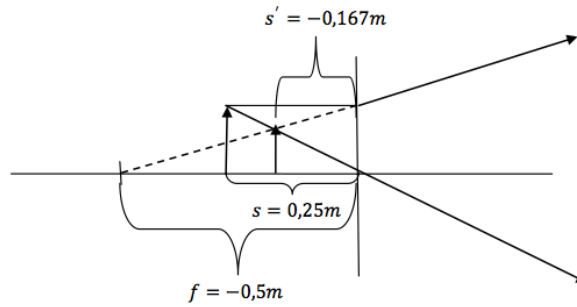


Fig. 1: Bildekonstruksjon i oppg. 4b)

- c) Linsestyrke er definert som $P = \frac{1}{f}$ og dermed blir styrken -2 dioptrier (m^{-1}).
- d) $P = 56m^{-1} - 2m^{-1} = \underline{54m^{-1}}$. De to linsene til sammen har brennvidden: $\frac{1}{f} = 54m^{-1}$ og dermed $f = 0.0185m$.
- e) Bruker brennvidden fra d). Dette innsettes i linseformelen: $\frac{1}{s'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s} = 54m^{-1} - \frac{1}{0.25m} = 50m^{-1}$. Som gir $s' = 0.02m$. Merk at s' er positiv. Bildet er derfor reellt og dannes på samme side som utgående lys, dvs. høyre side av linsa.
(Som man ser samsvarer dette med øyets diameter)

Oppgave 5

- a) Ideell gass lov: $P_1V = nRT_1$. $n = \frac{P_1V}{RT_1} = \frac{1.01325 \cdot 10^5 Pa \cdot 2.4m^3}{8.314(J/Kmol) \cdot 293.15K} = \underline{99.78 mol \approx 100 mol}$
- b) $P_2 = \frac{nRT_2}{V} = P_1 \frac{T_2}{T_1} = 1.01325 \cdot 10^5 Pa \cdot \frac{373.15}{293.15} = \underline{1.27 atm = 1.29 \cdot 10^5 Pa}$.
- c) Termodynamikkens første lov: $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$, Oppvarming ved konstant volum: $\Delta W = 0$. Derfor $\Delta U = \Delta Q$. $\Delta Q = nC_v \Delta T = 99.78 mol \cdot 20.6 J/Kmol \cdot 80K = \underline{1.64 \cdot 10^5 J}$.
- d) Infinitesimal entropiendring: $dS = \frac{dQ}{T}$. Gassens totale entropiendring: $\Delta S = \int_{293.15K}^{373.15K} C_v n \frac{dT}{T} = 20.6 J/Kmol \cdot 99.77 mol \ln \frac{373.15}{293.15} \approx \underline{496 J/K}$