

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS1001 — Innføring i fysikk

Eksamensdag: 16. juni 2023

Tid for eksamen: 09.00–13.00

Oppgavesettet er på 5 sider.

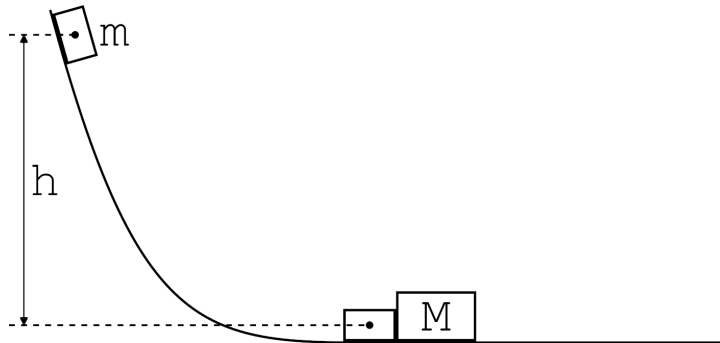
Vedlegg: Formelark

Tillatte hjelpemidler: Godkjent kalkulator
Gyldendals tabeller og formler i fysikk;
Fysikk 1 og Fysikk 2

Alle delspørsmål teller likt. Du må begrunne svarene.

Oppgave 1 Mekanikk

Figuren viser en kloss med masse $m = 4,0$ kg som sklir friksjonsløst og uten luftmotstand fra en høyde $h = 5,0$ m ned et skråplan. Klossen er i ro før start. Skråplanet går over i en horisontal bane, der klossen kolliderer med en annen kloss med masse $M = 14$ kg. Etter kollisjonen er den første klossen i ro, mens den andre klossen beveger seg.



- Finne den første klossens fart v_1 rett før kollisjonen.
- Finne den andre klossens fart v_2 rett etter kollisjonen.
- Den første klossen har kinetisk energi E_1 rett før kollisjonen, den andre klossen har kinetisk energi E_2 rett etter kollisjonen. Finn den relative forandringen i kinetisk energi, dvs $(E_2 - E_1)/E_1$.
- Retten etter kollisjonen virker en friksjonskraft R på den andre klossen; friksjonskoeffisienten er $\mu = 0,7$. Hvor langt beveger klossen seg langs den horisontale banen før den kommer til ro?

Oppgave 2 Termofysikk

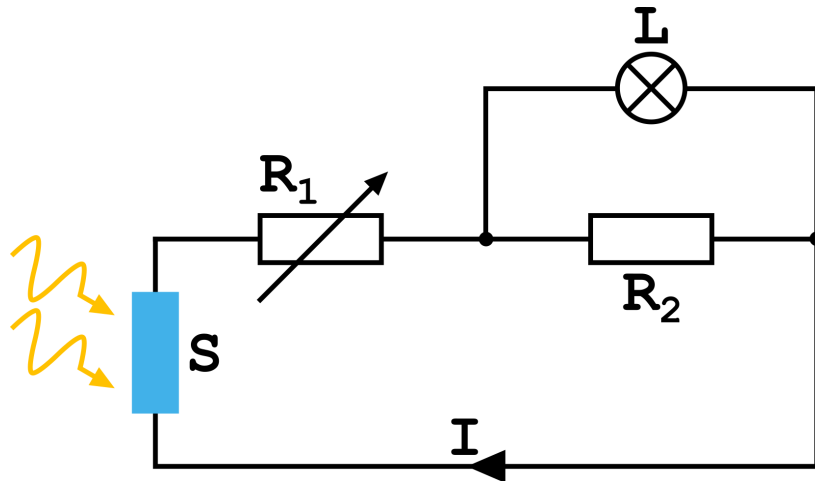
På en kald dag i januar bestemmer du deg for å gå å pante en brusflaske laget av plast; korken er på og skrudd fast. I leiligheten din er temperaturen

$T = 21\text{ }^\circ\text{C}$, ute er temperaturen $T = -15\text{ }^\circ\text{C}$.

- a) Hvor mange luftmolekyler finnes det i flasken hvis vi antar at flasken er en sylinder med en radius på 5 cm og en høyde på 35 cm (du kan anta at luften i flasken er under normalt lufttrykk og $T = 21\text{ }^\circ\text{C}$)? Hva er massen til luften i flasken hvis vi antar at luften består av N_2 , dvs $m_{\text{N}_2} = 1,3 \times 10^{-24}\text{ kg}$?
- b) Rett etter du går ut med flasken, hva er utstrålingstettheten fra luften i flasken? Hva er innstrålingstettheten fra luften ute? Er luften i flasken i strålingsbalanse med omgivelsen rett etter at du har gått ut?
- c) Hvor stor er varmemengden som luften i flasken gir fra seg når den kjøles ned fra $21\text{ }^\circ\text{C}$ til $-15\text{ }^\circ\text{C}$?
- d) På veien til panteautomaten oppdager du at flasken har trukket seg sammen; hvor stor er den relative volumendringen $(V_{\text{inne}} - V_{\text{ute}})/V_{\text{inne}}$?

Oppgave 3 Elektrodynamikk

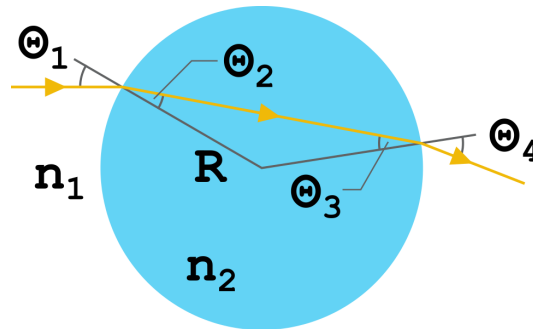
En solcelle S gjør strålingsenergi fra sola om til elektrisk energi. Vi har en solcelle (virkningsgrad 20%) som blir utsatt for en konstant belysning med innstrålingstettheten 800 W m^{-2} , og kopleer den til en motstand med variabel resistans R_1 og en fast motstand R_2 i en krets som vist på figuren. Over motstanden R_2 kopleer vi en lampe L som ikke har elektrisk motstand.



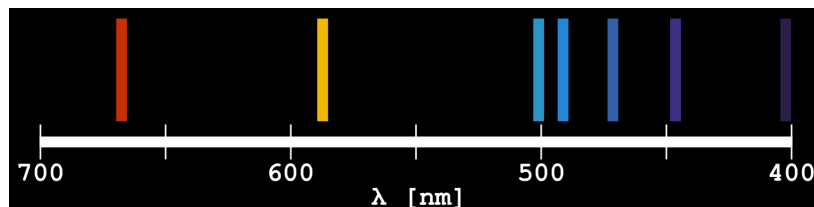
- a) Solcellen er rektangulær, 30 cm bred og 80 cm høy. Hva er den maksimale elektriske effekten den kan levere?
- b) Solcellen leverer en spenning $U = 12\text{ V}$; hvor stor er strømmen I i kretsen, hvis $R_1 = 150\ \Omega$ og $R_2 = 250\ \Omega$?
- c) Spenningen over lampen får ikke overstige 5 V. Hvordan må vi da velge verdien til motstand R_1 hvis R_2 fortsatt er $R_2 = 250\ \Omega$?
- d) Hvor stor effekt har lampen når $U_2 = 5\text{ V}$?

Oppgave 4 Optikk

En monokromatisk lysstråle ($\lambda = 588 \text{ nm}$) faller inn fra luft ($n = 1,0$) på en glasskule ($n = 1,5$) med en innfallsvinkel på $\Theta = 30^\circ$ - se skissen under.



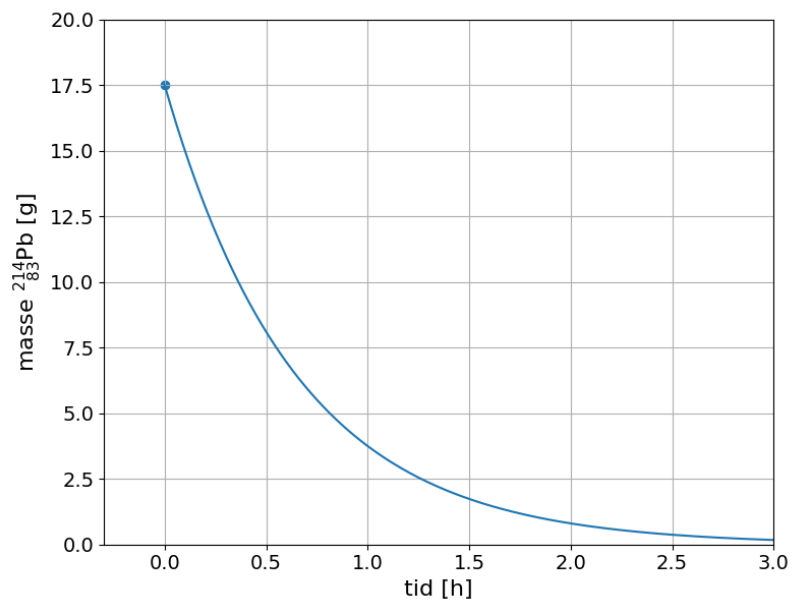
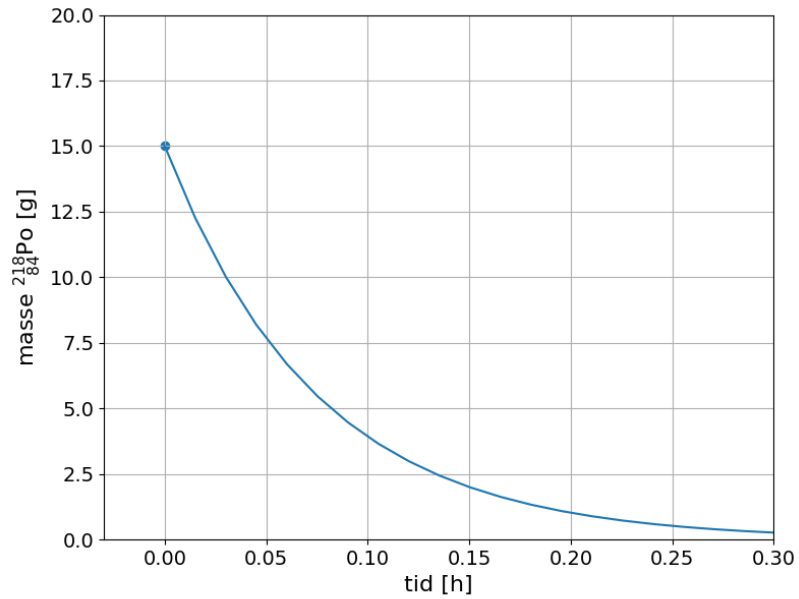
- Hva er utfallsvinkelen av strålen når den kommer ut fra glasskulen, dvs Θ_4 ?
- Hva er farten, bølgelengden, og frekvensen til lyset i glasskulen?
- Lyset kommer fra en heliumlampe, dvs en sylinder fylt med heliumgass hvor heliumatomer sender ut lys. Forklar ved hjelp av Bohrs atommodell hvorfor lyset fra heliumgassen består av enkelte emisjonslinjer, og ikke er et kontinuerlig spektrum.
- Bildet under viser emisjonsspektret fra helium. Estimer energien til en foton fra den røde og én av de blå emisjonslinjene (λ behøver ikke å være mer nøyaktig enn $\pm 10 \text{ nm}$).



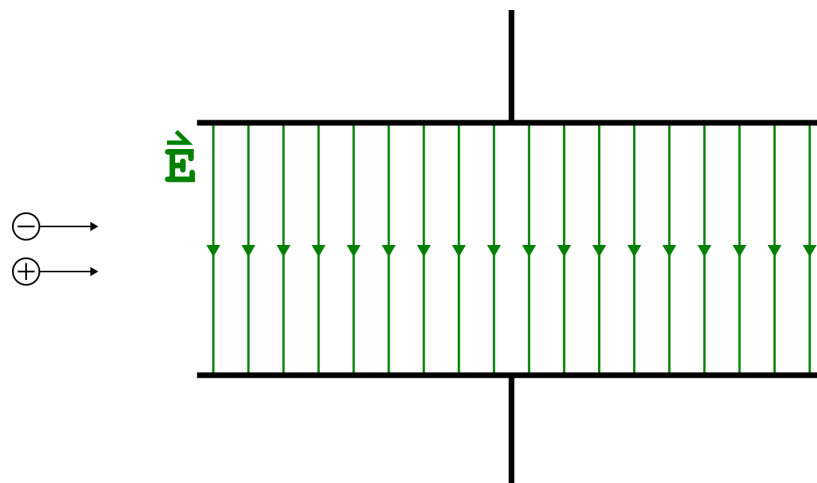
Oppgave 5 Kjernefysikk

${}^{218}_{84}\text{Po}$ er radioaktivt og omdannes til ${}^{214}_{82}\text{Pb}$. ${}^{214}_{82}\text{Pb}$ er også radioaktivt, og omdannes til ${}^{214}_{83}\text{Bi}$.

- Hvor mange protoner, elektroner, og nøytroner har et elektrisk nøytralt ${}^{214}_{83}\text{Bi}$ -atom?
- Er ${}^{218}_{84}\text{Po}$ en α -, β -, eller γ -stråler? Hva med ${}^{214}_{82}\text{Pb}$? Begrunn svaret!
- Figuren under viser hvordan massene til ${}^{218}_{84}\text{Po}$ og ${}^{214}_{82}\text{Pb}$ avtar over tid. Bestem halveringstiden for begge isotopene grafisk!



d) α -partikler er elektrisk positiv ladet, mens β -partikler er negativ ladet. Begge partiklene sendes gjennom en platekondensator med et elektrisk felt \vec{E} som vist i figuren under. Beskriv bevegelsen av partiklene gjennom det elektriske feltet! Kan vi si noe om den relative elektriske ladningen eller massen av α - og β -partikler? Begrunn svaret!



Formler til FYS1001

Mekanikk

Gjennomsnittsfart	$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
Posisjon ved konstant fart	$s = s_0 + vt$
Gjennomsnittsakselerasjon	$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
Bevegelseslikninger	$v = v_0 + at$
ved konstant akselerasjon	$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
	$s = \frac{v_0 + v}{2} t$
	$v^2 - v_0^2 = 2as$
Akselerasjon i sirkelbevegelse	$a = \frac{v^2}{r}$

Tyngdekraft	$G = mg$
Newtons 2. lov	$\sum \vec{F} = m\vec{a}$
Newtons 3. lov	$\vec{F}_{a-b} = -\vec{F}_{b-a}$
Friksjon	$R = \mu_k N$
Hooke's lov	$F = k\Delta x$
Arbeid	$W = Fs \cos \alpha$
Kinetisk energi	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
Potensiell energi i tyngdefeltet	$E_p = mgh$
Elastisk potensiell energi	$E_{pe} = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$
Kraftmoment	$M_o = Fa$
Impuls	$I = F\Delta t$
Bevegelesmengde	$p = mv$
	$I = \Delta p$
Effekt	$P = \frac{W}{t}$
Newtons gravitasjonslov	$G = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$
Potensiell gravitasjonsenergi	$E_p = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$

Fluidmekanikk

Massetetthet	$\rho = \frac{m}{V}$
Trykk	$p = \frac{F}{A}$
Hydrostatisk trykk	$p = p_0 + \rho gh$

Oppdrift

$$O = \rho_v V g$$

Volumstrøm

$$q_v = \frac{V}{t}$$

$$q_v = Av$$

Massestrøm

$$q_m = \frac{m}{t} = \frac{\rho V}{t}$$

Kontinuitetslikningen

$$q_{v1} = q_{v2}$$

Bernoulli-likningen

$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Hagen-Poiseuille-likningen

$$q_v = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8\eta l}$$

Reynolds tall

$$Re = \frac{\rho v d}{\eta}$$

Termofysikk

Tilstandslikningen

$$pV = NkT$$

Termofysikkens 1. lov

$$pV = nRT$$

$$\Delta U = Q - W$$

Adiabatlikningen

$$pV^\gamma = \text{konst.}$$

Varmekapasitet

$$Q = c_v m \Delta T$$

Latent varme

$$Q = lm$$

Lengdeutvidelse

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

Volumutvidelse

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

Termodynamisk arbeid

$$W = p\Delta V$$

Virkningsgrad

$$\eta = \frac{W}{Q_H}$$

Carnotvirkningsgrad

$$\eta_C = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Effektfaktor (varmepumpe)

$$f = \frac{Q_H}{W} = \frac{P}{P_e}$$

Entropiendring

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

Termofysikkens 2. lov

$$\Delta S_{\text{system}} + \Delta S_{\text{omgivelser}} > 0$$

Varmetransport

Varmestrøm

$$H = \frac{Q}{t}$$

Varmeledningslikningen

$$H = \lambda A \frac{\Delta T}{L}$$

U-verdi

$$U = \frac{H}{A\Delta T}$$

Utstrålingstetthet

$$U = \frac{\lambda}{L}$$

Innstrålingstetthet

$$M = \frac{P}{A}$$

$$E = \frac{P}{A}$$

Stefan-Boltzmanns lov	$M = \sigma \epsilon T^4$	Interferensformelen	$d \sin \theta_n = n \lambda$
Wiens forskyvningslov	$\lambda_{\text{topp}} = \frac{a}{T}$	Snells brytningslov	$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
Elektromagnetisme		Speilformelen/linseformelen	$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$
Spenning og arbeid	$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$	Lengdeforstørring	$m = \frac{ b }{ a }$
Strøm	$I = \frac{q}{t}$	Vinkelforstørring	$M = \frac{\beta}{\alpha}$
Resistans	$R = \frac{U}{I}$	Atom- og kjernefysikk	
Ohms lov	$U = RI$	Fotonenergi	$E_f = hf$
Resistans, seriekopling	$R_{\text{res}} = R_1 + R_2 + \dots$	Energiniivå, H-atom	$E_n = -\frac{B}{n^2}$
Resistans, parallellkopling	$1/R_{\text{res}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$	Fotoelektrisk effekt	$E_f = W + E_k$
Elektrisk energi	$W = UI t$	Maksimalfrekvens, røntgenrør	$hf_{\text{maks}} = qU$
Elektrisk effekt	$P = UI$	Hvileenergi	$E = mc^2$
Coloumbs lov	$F_e = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}$	Aktivitet	$A = \frac{\Delta N}{\Delta t}$
Elektrisk feltstyrke	$\bar{E} = \frac{\bar{F}_e}{q}$	Halveringstid og aktivitet	$A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$
Potensiell energi, homogent felt	$E_p = qEs$	Stråledose	$D = \frac{E}{m}$
Elektrisk arbeid	$W_e = qU$	Doseekvivalent	$H = W_R D$
Kondensatorfelt	$E = \frac{U}{d}$	Matematikk	
Kapasitans	$C = \frac{Q}{U}$	Omkrets av sirkel (radius r)	$O = 2\pi r$
Kapasitans, platekondensator	$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$	Areal av sirkel (radius r)	$A = \pi r^2$
Magnetisk feltstyrke	$B = \frac{F_m}{qv}$	Overflate av kule (radius r)	$A = 4\pi r^2$
Kraft på leder, B-felt	$F_m = IlB$	Volum av kule (radius r)	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$
Biot-Savarts lov	$B = k_m \frac{I}{r}$	Volum av sylinder (radius r , høyde h)	$V = \pi r^2 h$
Magnetisk fluks	$\Phi = \bar{B} \cdot \bar{A}$ $= BA \cos \alpha$		
Faradays induksjonslov	$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$		
Indusert ems, rett leder	$\mathcal{E} = vBl$		
Transformator	$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$		
Bølger, lyd, lys			
Bølgeformelen	$v = f \lambda$		
Refleksjon	$\alpha_r = \alpha_i$		
Brytningsindeks	$n = \frac{c_0}{c}$		
Lydintensitet	$I = \frac{P}{A}$		

Fysikkonstanter

Atommasseenheter	$u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrokonstanten	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Biot-Savart-konstanten	$k_m = 2,00 \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
Bohrkonstanten	$B = 2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$
Boltzmannkonstanten	$k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Coloumbkonstanten	$k_e = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
Elementærladningen	$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Elektronmasse	$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Gravitasjonskonstanten	$\gamma = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Lysfarten i vakuum	$c_0 = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Molar gasskonstant	$R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Normalt lufttrykk	$p_0 = 101 \text{ kPa}$
Planckkonstanten	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Solarkonstanten	$S = 1,37 \text{ kW m}^{-2}$
Stefan-Boltzmann-konstanten	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Tyngdeakselerasjonen	$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$
Wiens forskyvningslov-konstanten	$a = 2,90 \times 10^{-3} \text{ K m}$
Spesifikk varmekapasitet luft	$c_v = 1,00 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
Spesifikk varmekapasitet vann	$c_v = 4,18 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
Spesifikk varmekapasitet is/snø	$c_v = 2,00 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
Smeltevarme vann	334 kJ kg^{-1}
Fordampningsvarme vann	2260 kJ kg^{-1}
Massetetthet vann	$\rho = 997 \text{ kg m}^{-3}$
Massetetthet luft	$\rho = 1,29 \text{ kg m}^{-3}$
Absolutt nullpunkt	$0 \text{ K}, -273 \text{ }^\circ\text{C}$