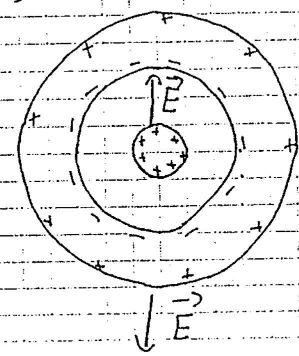
LØSNIN FORSLAG eksamen fysikk 2 avd III -

Oppgave 1.

a)

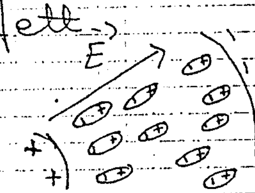


Ladningen, λ, ligger langs ytterkanten av staven.

$-\lambda$ på indre flate av metall-røret.

$+\lambda$ på ytre flate av metall-røret.

I det dielektriske materialet er det et radielt rettet elektrisk felt.

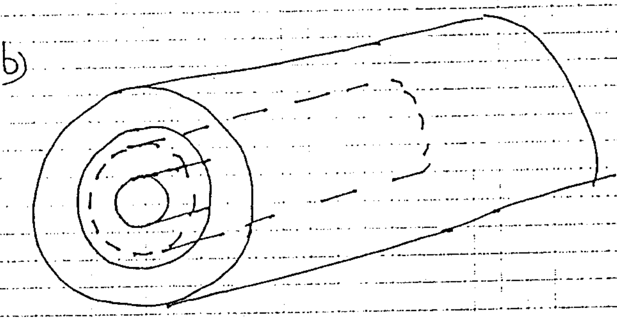


Hvert enkelt moleky (ev. dipol) polarisere og retter seg inn etter feltet.

$\vec{E} = 0$ i metallstaven og metallrøret.

$\vec{E}$ radielt rettet utenfor metallrøret.

b)



Velger Gauss flate som ei sylinder fl konsentrisk med røret. Gaussflaten ligger i de området hvor fellet beregnes og er lukket i endeflatene. Over: Gaussflaten stiplet inn i området med dielektrisk materiale.

$r < R_1$: $\vec{E} = 0$ inni et metall

$R_1 < r < R_2$: radielt felt $\Rightarrow$ $\vec{E} \parallel d\vec{A}$ på sylinderflaten og $\vec{E} \perp d\vec{A}$ på endeflatene.

Gauss: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\lambda \cdot L}{\epsilon}$

$|\vec{E}|$ = konst. over Gaussflaten

$$\Rightarrow \int_{syl.fl.} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \underbrace{2 \int_{endefl.} \vec{E} \cdot d\vec{A}}_{=0} = E \int_{syl.fl.} dA = \frac{\lambda L}{\epsilon}$$

$$\Leftrightarrow E\, 2\pi r L = \frac{\lambda \cdot L}{\epsilon} \Leftrightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon r}, \quad \vec{E} \parallel \vec{r}$$

$R_2 < r < R_3$ $\vec{E} = 0$ inni metallrøret.

$r > R_3$ radielt felt $\Rightarrow$ $\vec{E} \parallel d\vec{A}$ på sylinderflaten og $\vec{E} \perp d\vec{A}$ på endeflatene.

Gauss: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\lambda \cdot L}{\epsilon_0}$

$|\vec{E}|$ = konst. over Gaussflaten.

$$\Rightarrow \int_{syl.fl.} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \underbrace{2 \int_{endefl.} \vec{E} \cdot d\vec{A}}_{=0} = E \int_{syl.fl.} dA = \frac{\lambda \cdot L}{\epsilon_0}$$

$$\Leftrightarrow E \cdot 2\pi r \cdot L = \frac{\lambda L}{\epsilon_0} \Leftrightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0} \quad \vec{E} \parallel \vec{r}$$

c) Fel t er det samme som i pkt. b. i det dielektriske materialet.

$$\Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon r}$$

Potensialforskjellen: $\Delta V = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r}$; $\vec{E} \parallel d$

$$\Leftrightarrow \Delta V = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda}{2\pi \epsilon r} dr \Leftrightarrow \Delta V = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r}$$

$$\Leftrightarrow \Delta V = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\lambda = \frac{Q}{L} \Rightarrow \Delta V = \frac{Q}{2\pi \epsilon L} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

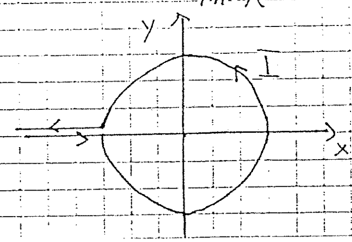
$$\Leftrightarrow Q = \underbrace{\frac{2\pi \epsilon L}{\ln(R_2/R_1)}}_{=\text{kondensatorens kapasitans}} \cdot \Delta V$$

Oppgave 2.

a) Biot Savarts lov: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\, d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$, $d\vec{l} \perp$

$$B = \int_{\substack{\text{rundt} \\ \text{strømsløyfa}}} dB = \int \frac{\mu_0 I\, dl}{4\pi R^2} \Leftrightarrow B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \int dl$$

$$\Leftrightarrow B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} 2\pi R \Leftrightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2R} \quad \text{q.e.d.}$$



$\vec{B} \parallel z$-aksen.

b) $r = r_0(1+\alpha t)$

Magnetisk fluks: $\Phi_B = \vec{B}\cdot\vec{A}$ magnetfeltet er konstant.

$\Rightarrow \Phi_B = B_0 \cdot \pi r^2$

Indusert ems: $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}(B_0 \pi r^2)$

$\Leftrightarrow \mathcal{E} = -B_0\pi \frac{d}{dt}(r_0(1+\alpha t))^2 = -2\pi B_0 r_0 (1+\alpha t)\alpha_i$

$\Leftrightarrow \underline{\underline{\mathcal{E} = -2\pi\alpha B_0 r_0^2 (1+\alpha t)}}$

c) Strøm med klokka.

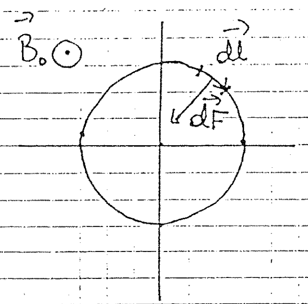
$R_{tot} = R\cdot 2\pi r = R_0(1+\beta t)\, 2\pi r_0 (1+\alpha t)$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{tot}} = \frac{-2\pi\alpha B_0 r_0^2 (1+\alpha t)}{2\pi R_0 r_0 (1+\beta t)(1+\alpha t)}$

$\Leftrightarrow \underline{\underline{I = \frac{\alpha B_0 r_0}{R_0(1+\beta t)}}}$

d) $d\vec{F} = I \cdot d\vec{l} \times \vec{B}$ hvor $d\vec{l} \parallel$ strømretn.

$d\vec{l} \perp \vec{B}$ langs hele strømsløyfa.



$d\vec{F}$ har retning radielt innover $\Rightarrow$ total kraft = 0

Strømsløyfa ligger i ro.

$\Rightarrow \underline{dF = I B\, dl}$

Oppgave 3.

a) $E_i - E_f = h\cdot\nu = h\cdot\frac{c}{\lambda} \Rightarrow \underline{\lambda = \frac{h\cdot c}{\Delta E}}$

$\lambda = \frac{6{,}63\cdot 10^{-34}\,Js \cdot 3{,}00\cdot 10^{8}\,m/s}{(20{,}66 - 18{,}70)\,eV \cdot 1{,}602\cdot 10^{-19}\,J/eV}$

$\Leftrightarrow \underline{\lambda = 633\,nm}$ $\Rightarrow$ 5s $\rightarrow$ 3p gir denne bølgelengden

b) $\lambda_{glass} = \frac{\lambda_0}{n_{gl.}} = \frac{633\,nm}{1{,}52} = \underline{416\,nm}$

c) $\lambda_{antirefl.} = \frac{\lambda_0}{n_{MgF_2}} = \frac{633\,nm}{1{,}38} = \underline{459\,nm}$

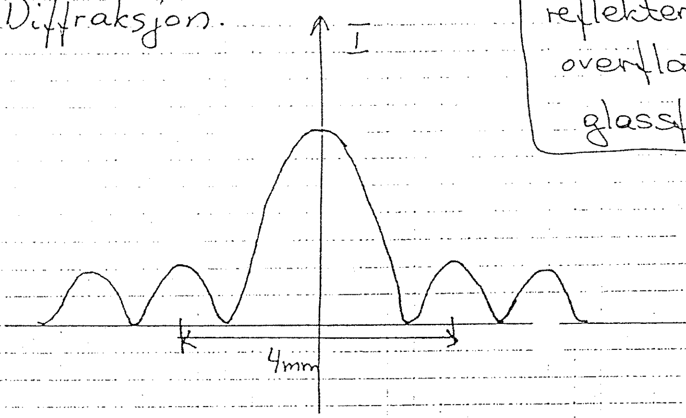
$n_{glass} > n_{MgF_2} > n \Rightarrow$ faseskift, π, i begge refl. f

(normalt innfall.) $2t = (\frac{1}{2} + m)\lambda_{antirefl.}$. Velger $m = 1$.

$\Rightarrow \underline{t} = \frac{1}{4}\lambda_{antirefl.} = \frac{1}{4}\cdot 459\,nm = \underline{\underline{115\,nm}}$

Antirefl. bel. gir destruktiv interferens mellom lys reflektert fra overflaten og fr glassflaten.

d) Diffraksjon.



e) Vinkel til første ordens max: $\tan\theta_1 = \frac{y}{L}$

$= \frac{2{,}0\cdot 10^{-3}\,m}{3{,}0\,m} = 6{,}67\cdot 10^{-4}$ Liten vinkel $\Rightarrow \alpha \approx \tan\alpha \approx \sin$

$a \sin\theta_1 = (n+\frac{1}{2})\lambda$ hvor $n = \pm 1, \pm 2, \ldots$

her er $n = 1$.

$$a \approx \frac{(1+\frac{1}{2})\lambda}{\tan\theta_1} = \frac{\frac{3}{2}\cdot 633\,\text{nm}}{6{,}67\cdot 10^{-4}}$$

$$\Leftrightarrow \underline{\underline{a \approx 1{,}4\cdot 10^{-3}\,\text{m}}} = \text{spaltebredden.}$$