

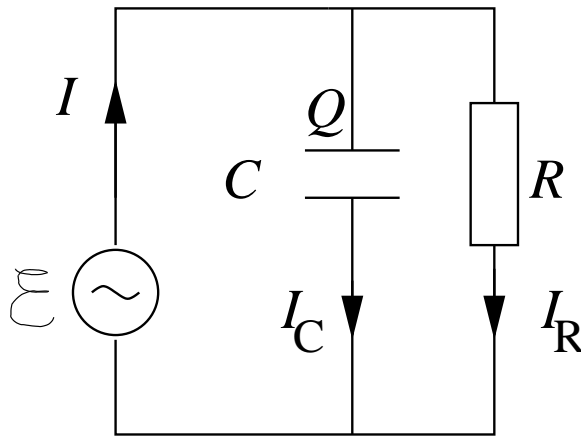
Øving 12

Veiledning: Uke 13

Innleveringsfrist: Onsdag 11. april

Oppgave 1

En vekselspenningskilde $\mathcal{E}(t) = V_0 \cos \omega t$ er koblet til en krets bestående av en parallellkobling av en kapasitans C og en motstand R :



Bruk Kirchhoffs regler til å bestemme strømstyrkene $I(t)$, $I_C(t)$ og $I_R(t)$. Vis at den totale strømmen som leveres av spenningskilden kan skrives på formen

$$I(t) = I_0 \cos(\omega t - \alpha)$$

med amplitude

$$I_0 = \frac{V_0}{R} \sqrt{1 + (\omega RC)^2}$$

og fasevinkel

$$\alpha = -\arctan(\omega RC)$$

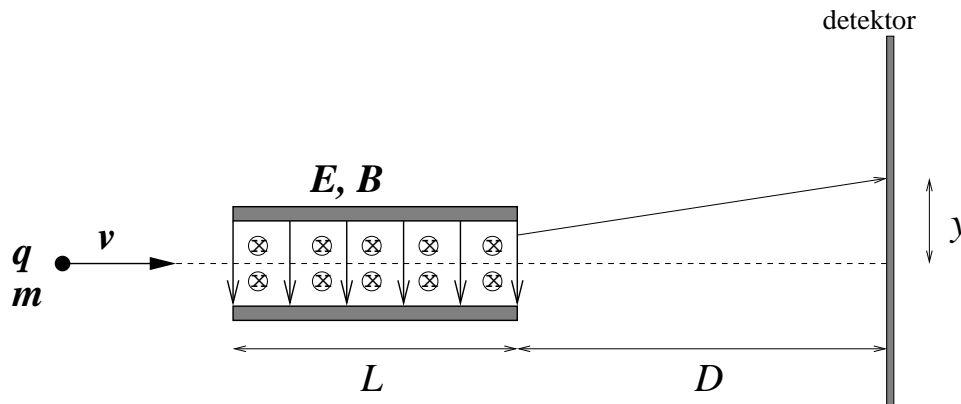
Tips: Benytt $\cos(a \pm b) = \cos a \cos b \mp \sin a \sin b$.

Anta at spenningskilden har amplitude $V_0 = 1.0$ V og frekvens $f = 1.0$ MHz, og at $R = 10 \Omega$ og $C = 16$ nF. Bestem tallverdier for I_0 og α . Skisser $\mathcal{E}(t)$, $I(t)$, $I_R(t)$ og $I_C(t)$ for t mellom 0 og $1/f$.

Med de gitte tallverdiene for V_0 , R og C , skisser funksjonene $I_0(\omega)$, $\alpha(\omega)$ og kretsens impedans $Z(\omega) = V_0/I_0(\omega)$ for vinkelfrekvenser mellom 10^5 og 10^9 s⁻¹. Tips: Bruk *logaritmisk* skala langs ω -aksen, dvs skisser I_0 og α for vinkelfrekvenser slik at $\log \omega$ varierer mellom verdiene 5 og 9.

Oppgave 2

Partikler med masse m , ladning q og hastighet \mathbf{v} kommer inn i et område med “krysset” elektrisk og magnetisk felt, \mathbf{E} og \mathbf{B} , som vist i figuren. \mathbf{E} har retning nedover, \mathbf{B} har retning inn i papirplanet. I området med utstrekning L antar vi at feltene er homogene. Utenfor dette området er $\mathbf{E} = \mathbf{B} = 0$.



Du holder den elektriske feltstyrken E konstant gjennom hele eksperimentet. Først setter du $B = 0$ og registrerer at partiklene avbøyes og treffer detektoren i en avstand y ovenfor senterlinjen (som er stiplet). Deretter gjentar du forsøket, men nå justerer du verdien av B inntil partiklene ikke bøyes av.

Vis at forholdet mellom partiklenes ladning og masse er proporsjonal med avbøyningen (når $B = 0$), dvs

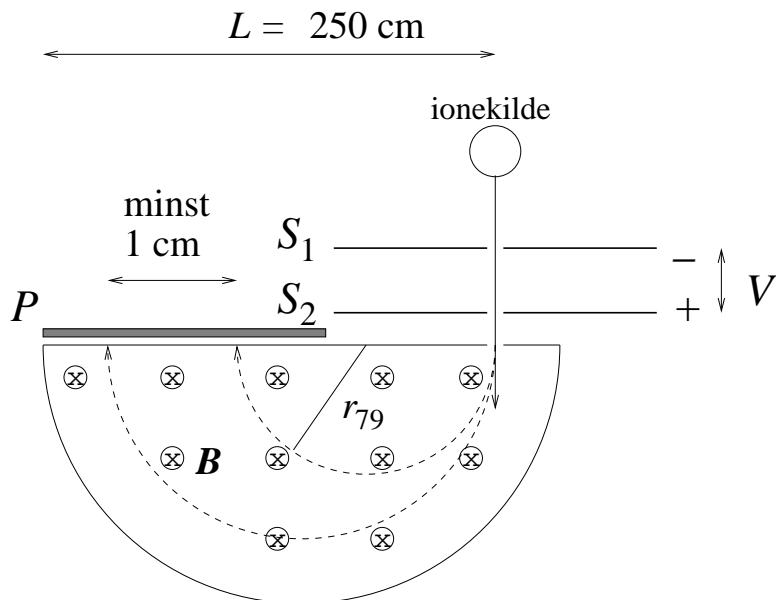
$$\frac{q}{m} = -ay,$$

og finn størrelsen a uttrykt ved E , B , D og L .

Oppgitt: $\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$ (Lorentzkraften)

På denne måten analyserte J. J. Thomson i 1897 såkalte katodestråler og påviste at disse bestod av en bestemt type partikler med negativ ladning. Dette er nettopp elektroner som emitteres fra metallet i katoden. Thomson var altså den første som bestemte forholdet e/m_e . Thomson fant det samme forholdet uavhengig av hva slags metall han brukte i katoden og kunne konkludere med at de observerte partiklene måtte være en *fundamental* ingrediens i naturen.

Oppgave 3



Figuren viser et massespektrometer. En ionekilde emitterer ladete partikler. Åpningene S_1 og S_2 sørger for at en godt samlet (*kollimert*) partikkelstråle kommer inn i området med magnetfelt B (som har retning inn i papirplanet). Mellom S_1 og S_2 har vi en spenningsforskjell V som akselererer ionene. Hastigheten ved S_2 er mye større enn ved S_1 , slik at vi kan sette $v = 0$ ved S_1 . Ionene bøyes i alt 180° av magnetfeltet og detekteres på en fotografisk plate P .

Spektrometeret skal brukes til å separere bromisotopene ^{79}Br og ^{81}Br . Kilden sender ut disse isotopene i form av ioner med ladning $-e$. Anta at isotopene har atommasser henholdsvis $79m_p$ og $81m_p$.

På den fotografiske platen ønskes isotopenes treffpunkt adskilt med en avstand på minst 1.0 cm. Samtidig må vi sørge for at begge isotopenes treffpunkt havner på den fotografiske platen, som har en bredde $L = 250$ cm, målt fra der ionene kommer inn i magnetfeltet. Med disse betingelsene, hva blir øvre og nedre grense for styrken på magnetfeltet B når akselerasjonsspenningen V er 400 V?

Oppgitt: $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg

[Ett av svarene: $B_{\min} = 21$ mT]