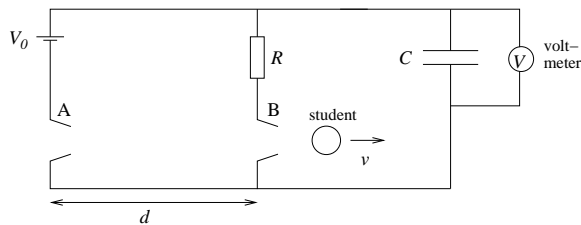


Øving 12

Veiledning: Torsdag 30. mars
 Innleveringsfrist: Mandag 3. april

Oppgave 1

Kretsen på figuren skal brukes til å måle hvor fort en fysikkstudent løper. Før studenten begynner å løpe går det en konstant strøm i kretsen. Spenningskilden er $V_0 = 9.00$ kV, motstanden $R = 1.00$ M Ω og kapasitansen $C = 150$ nF. Avstanden d er 100 cm. Studenten bryter kretsen først i punktet A, deretter i punktet B. Nå viser voltmeteret V at vi har en potensialforskjell på 3.58 kV mellom kondensatorplatene. Hvor fort løper studenten?

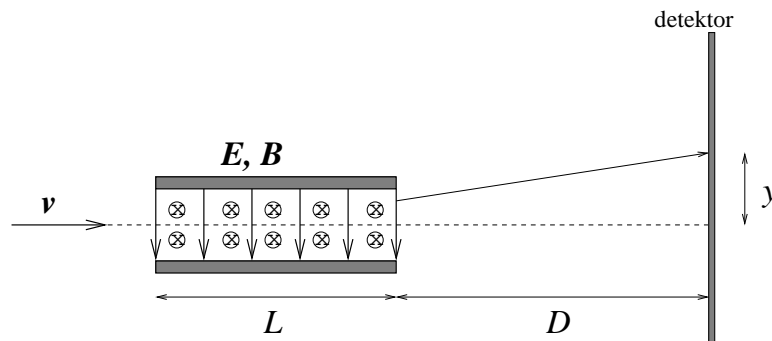


(Et ideelt voltmeter måler rett og slett potensialforskjellen mellom to punkter i en krets uten å påvirke kretsen forøvrig. Det går for eksempel ingen strøm gjennom et ideelt voltmeter.)

[Svar: ca 26 km/t]

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

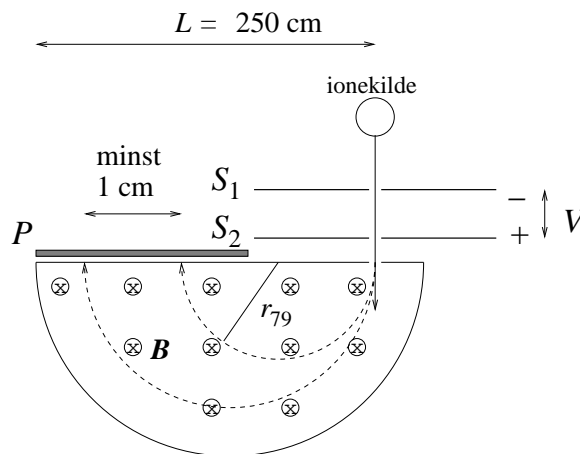
$$\frac{q}{m} = -ay,$$

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 \mathbf{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]