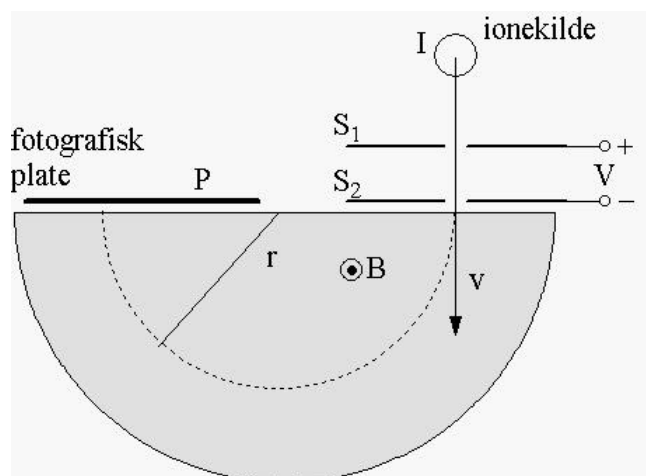


Øving 4

Veiledning: Onsdag 19. september (NB: i aud R5)

Innleveringsfrist: Fredag 21. september kl 15.00

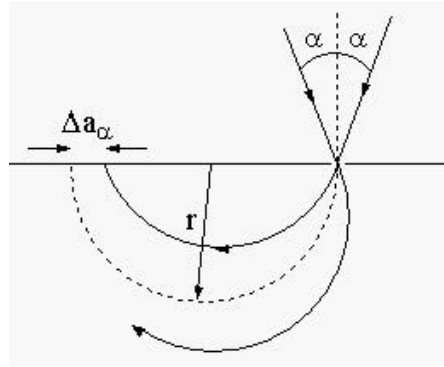
Oppgave 1: Magnetisk masseseparasjon.



Figuren viser et massespektrometer. I er en ionekilde, åpningene S_1 og S_2 tjener som kollimatorer for ionestrålen. Mellom S_1 og S_2 er det et akselererende spenningsfall lik V . Strålen bøyes 180° av et $\mathbf{B}$ -felt som peker opp av papirplanet. Kollektoren P kan være en fotografisk plate eller en måler som registrerer ionene.

Man ønsker å separere isotopene ^{12}C og ^{13}C . Ionekilden sender ut isotopene i form av enkelt ladede ioner ($q=+e$). Anta at atommassene er henholdsvis 12 og 13.

- Ved utgangen av magnetfeltet ønskes ionene separert med en avstand $a = 10.0$ mm. Bestem baneradiene r_{12} og r_{13} for de to ioneslagene og nødvendig verdi av B når $V = 1.50$ kV. (Svar: 122 mm, 127 mm, 0.158 T.)
- I praksis vil ionene alltid ha en viss energispredning ΔW om middelenergien. Skriv energispredningen på formen $\Delta W = q \Delta V$, og vis at forskyvningen av "treffpunktet" for ioner med baneradius r blir tilnærmet $\Delta a_w = r \Delta V/V$. (Tips: Finn hvilken følge ΔV har på Δr ved å derivere $r(V)$. Du kan anta $\Delta V \ll V$.)
- I praksis vil innfallende ionestråle også ha en endelig åpningsvinkel 2α (se figur øverst neste side). Anta 2α liten og vis at dette gir en spredning i treffpunktet $\Delta a_\alpha \approx r\alpha^2$. (Tips: Du får bruk for $\cos \alpha \approx 1 - \alpha^2/2$.)
- Anta nå at vår ionestråle ($^{12}\text{C}^+$ og $^{13}\text{C}^+$) har en energispredning $\Delta W = \pm 10$ eV. Beregn hvor stor åpningsvinkelen 2α maksimalt kan være når det kreves at isotopene skal være fullstendig separert ved kollektoren. (Svar: $2\alpha = 30^\circ$.)



Oppgave 2

Jordklodens magnetiske moment er ca $8.7 \cdot 10^{22} \text{ Am}^2$.

- Hvis dette skyldtes fullstendig magnetisering av et stort stykke jern, hvor mange uparrede elektroner ville dette svare til? Anta at hvert elektron har magnetisk moment lik en Bohr-magneton, μ_B .
- Anta at det er 2 uparrede elektroner pr jernatom. Hvor stor masse jern ville dette tilsvare? Data for jern: 7900 kg/m^3 og $8.5 \cdot 10^{28} \text{ atomer/m}^3$. (Sammenlign med jordas masse!)
- Hva ville magnetiseringen M være i dette jernstykket? (Svar: $1.6 \cdot 10^6 \text{ A/m}$.)

Oppgave 3. Hastighetsfilter.

Ladde partikler blir skutt inn i et område med krysset elektrisk og magnetisk felt.

Innfallshastigheten til partiklene er normal til planet til de to feltene, og feltene er normale til hverandre. Magnetisk flukstetthet er $B = 0.10 \text{ T}$. Det elektriske feltet er generert mellom et par av motsatt ladde parallelle plater med avstand 20 mm . Når potensialforskjellen mellom platene er 300 V , er det ingen avbøyning av partiklene. Hva er partikkelfarten?

(Svar: $1.5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$.)

Oppgave 4.

Det største elektriske feltet som kan opprettholdes i luft er ca 3 MV/m . Høyere verdier gir coronautladning (overslag). Betrakt to parallelle elektriske ledninger (ledere) som hver har radius $a = 1.0 \text{ cm}$ mens avstanden mellom deres sentra er $R = 2.0 \text{ m}$. Det elektriske potensialet på den rette forbindelseslinjen mellom ledningene vil da være gitt ved

$$V(x) = \frac{l}{2pe_0} \ln\left(\frac{x}{R-x}\right)$$

der x er posisjonen på denne linjen regnet fra sentrum av den ene lederen, og λ er netto ladning pr lengdeenhet på den ene lederen, med motsatt ladning på den andre.

Hvor stor er spenningsforskjellen mellom de to ledningene når de begynner å få corona-utladninger, og hvor stor er ladningstettheten λ ved denne spenningen?

(Svar: $\lambda = 1.7 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}$.)