

Øving 8

Veiledning: Torsdag 17. oktober

Innleveringsfrist: Tirsdag 22. oktober kl 12.00

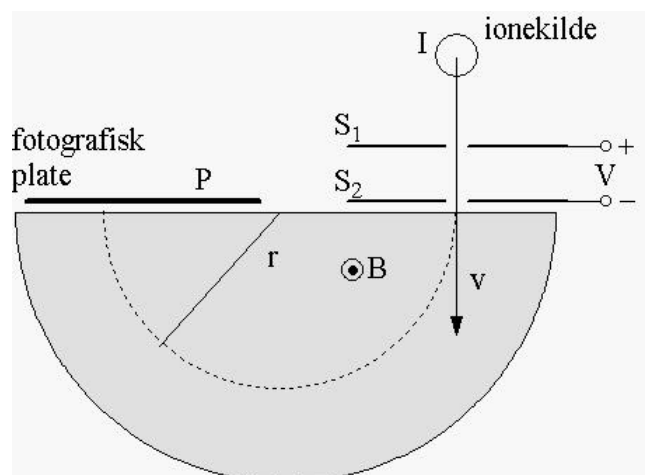
Oppgave 1 Hastighetsfilter.

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. Styrken på magnetfeltet 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 2. 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 papiplanet. Kollektoren P kan være en fotografisk plate eller en måler som registrerer ionene.

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

- Ved utgangen av magnetfeltet (dvs ved kollektoren P) ønskes ionene separert med en avstand $a = 10.0 \text{ mm}$. Bestem baneradiene r_{12} og r_{13} for de to ioneslagene og nødvendig verdi av B når $V = 1.50 \text{ kV}$. (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 spredningen i "treffpunktet" for ioner med baneradius r blir tilnærmet $\Delta a = r \Delta V/V$. (Tips: Finn hvilken følge ΔV har på Δr ved å derivere $r(V)$. Du kan anta $\Delta V \ll V$.)

Oppgave 3. Magnetfelt fra sirkulær strømsløyfe

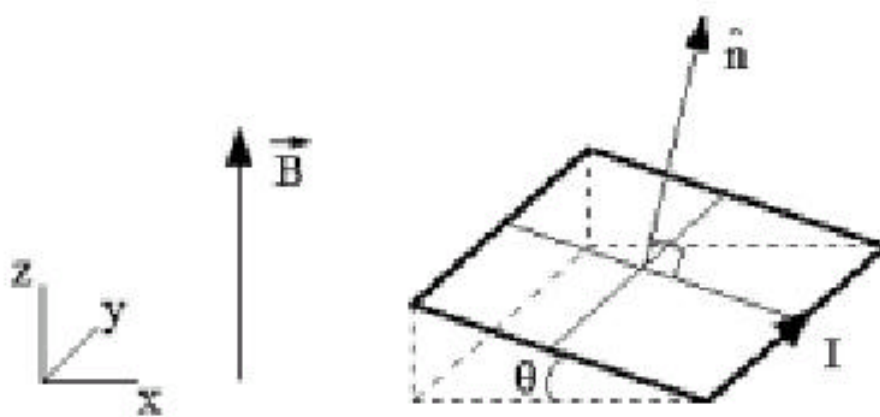
Ei sirkulær strømsløyfe med radius R fører en elektrisk strøm I . Strømsløyfa ligger i xy -planet, med sentrum i origo. Vi skal se på magnetfeltet $\mathbf{B}(z)$ på symmetriaksen til strømsløyfa (dvs på z -aksen).

- Argumentér for at x - og y -komponenten av $\mathbf{B}$ må være lik null.
- Har $\mathbf{B}(z)$ og $\mathbf{B}(-z)$ lik eller motsatt retning?
- Bruk Biot-Savarts lov til å vise at

$$B(z) = \frac{\mu_0 I R^2}{2(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

- Magnetisk moment $\mathbf{m}$ for ei lukket strømflyte som omslutter et areal A er pr definisjon $\mathbf{m} = I\mathbf{A} = IA\hat{n}$, der $\hat{n}$ er en enhetsvektor normalt til den omsluttete flaten. Bestem $B(z)$ i stor avstand fra strømflyta (dvs: til ledende orden når $z \gg R$) og uttrykk svaret ved hjelp av $\mu = |\mathbf{m}|$. (NB: Det er vanlig notasjon å bruke symbolet μ for magnetisk moment. Må ikke forveksles med vakuumpermeabiliteten $\mu_0 = 1/\epsilon_0 c^2$.)

Oppgave 4. Dreiemoment på strømsløyfe



Ei kvadratisk ledersløyfe med sidekant a og strøm I er plassert i et homogent magnetfelt $\mathbf{B} = B \mathbf{e}_z$. Flatenormalen $\mathbf{A} = a^2 \mathbf{n}$ ligger i xz -planet og danner en vinkel θ med z -aksen. Beregn dreiemomentet $\mathbf{t}$ på sløyfa (omkring senteraksen som går i y -retning) og vis at det kan uttrykkes på formen $\mathbf{t} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}$, hvor $\mathbf{m}$ er sløyfas magnetiske moment $\mathbf{m} = I \mathbf{A}$.
Tips: Finn kraften på hver av de fire rette lederstykkene og husk at dreiemoment = “arm ganger kraft”, $\mathbf{t} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$.