

# Øving 9

## Magnetfelt.

### Oppgave 1. Lorentzkrafta: Hastighetsfilter.

Ladde partikler blir med en fart  $\vec{v}$  skutt inn i et område med krysset elektrisk og magnetisk felt (dvs.  $\vec{E}$  og  $\vec{B}$  er normale på hverandre). Feltene er homogene og innfallshastigheten  $\vec{v}$  til partiklene er normal til både  $\vec{E}$  og  $\vec{B}$ . Magnetisk flukstetthet er  $B = 0,100$  T. Det elektriske feltet er generert mellom et par av like og motsatt ladde parallelle plater med avstand 20 mm. Når potensialforskjellen mellom platene er 300 V, er det ingen avbøying av partiklene.

– Hva er partikkelfarten  $v$ ?

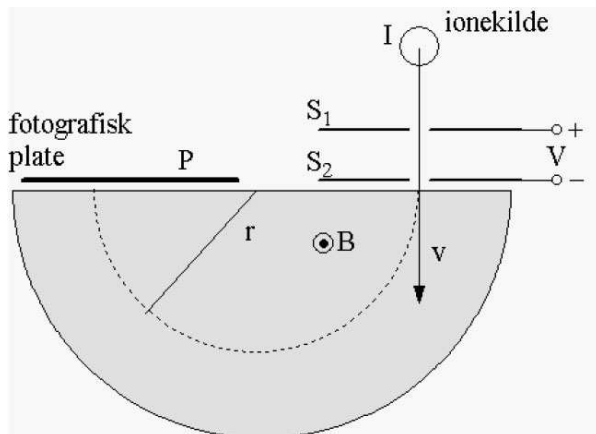
### Oppgave 2. Gauss lov for $B$ -feltet.

Følgende statiske magnetfelt  $\vec{B}$  er gitt i kartesiske koordinater, der  $k$  er en konstant (ulik i hvert tilfelle):

- $\vec{B}(x, y, z) = k \cdot [x, y, z]$
- $\vec{B}(x, y, z) = k \cdot [x, z, -z]$
- $\vec{B}(x, y, z) = k \cdot [x, -y, -z]$
- $\vec{B}(x, y, z) = k \cdot [xy, -xy, zx - zy]$

Hvilke av disse fire  $\vec{B}(x, y, z)$  er fysisk mulig og hvilke er ikke?

*Tips:* Fluks ut = fluks inn for ethvert volumelement (divergensfritt).



### Oppgave 3. Massespektrometer.

Et massespektrometer er et ofte brukt vitenskapelig instrument som skiller ladde partikler (ioner) som har ulike forhold mellom masse og ladning ( $q/m$ ). Partiklene akselereres først over et potensial  $V$  slik at de får en hastighet  $\vec{v}$ . De sendes så inn i et magnetfelt som står normalt på hastighetsvektoren. Lorentzkrafta gir avbøying slik at banen blir en del av en sirkel. Jo større  $q/m$ -forholdet er for ionene, jo mindre blir baneradien  $r$ .

Figuren viser en sterkt forenklet skisse av et massespektrometer. Åpningene  $S_1$  og  $S_2$  tjener som kollimatorer for partikkelstrålen. Det akselererende potensialet  $V$  legges mellom  $S_1$  og  $S_2$ . Strålen bøyes  $180^\circ$  av et  $B$ -felt som peker opp av papirplanet. Kollektoren  $P$  kan være en fotografisk plate eller oftest en detektor som registrerer ionene. Denne ligger i samme plan som den negative plata.

Et proton med ladning  $q_p = e$  og masse  $m_p$  blir akselerert og sendt inn i det homogene magnetfeltet. Protonet er tilnærmet i ro ved start fra den positivt ladde plata. Avstanden mellom platene som setter opp potensialet er  $d$ .

- Beregn hastigheten til protonet idet det går gjennom aperturen og inn i området med det homogene magnetfeltet når  $V = 3,00$  kV og  $d = 1,000$  mm.
- Hvor treffer protonet den fotografiske filmen når  $B = 0,400$  T? (Angi svaret med avstanden  $L_p$  mellom treffpunktet og der protonet går inn i magnetfeltet, dvs.  $L_p = 2r_p$ , der  $r_p$  er protonets baneradius.)
- Når vi undersøker en blanding av to positivt ladde ioner med oppsettet over, finner vi to flekker på den fotografiske filmen som treffer i en avstand  $\frac{5}{4}L_p$  og  $\frac{5}{2}L_p$  fra der partikkelen går inn i magnetfeltet, der  $L_p$  er protonets avstand funnet i b). Hva er massen til disse partiklene når det er kjent at de begge har en ladning  $2q_p$ ?

*Tips:* Lorentzkrafta utgjør sentripetalkrafta som er  $F_s = m \cdot v^2/r$ . Verdi for  $e$  og  $m_p$  fra f.eks. Angell & Lian.

