

**Oppgave 1** (*Kont. eksamen 2009*)

En plate av metall har tykkelse 5.2 mm og er tilført en elektrisk ladning som gir den en ladningstetthet  $\sigma = 0.4 \mu\text{C}/\text{m}^2$  jevnt fordelt over dens to overflater.

- Hva blir det elektriske feltet inni og utenfor denne metallplaten?
- En meget tynn plate av plastikk med overflateladning  $\sigma_1 = -0.6 \mu\text{C}/\text{m}^2$  blir plassert parallelt til metallplaten i en avstand av 3.0 cm fra denne. Hva blir det elektriske feltet mellom disse to platene?
- Hva blir nå den resulterende elektriske ladningstettheten på de to overflatene til metallplaten?

**Oppgave 2**

En elektrisk ladet kule med radius  $a$  har en ladningstetthet  $\rho(r) = \rho_0(1 - r^2/a^2)$  hvor  $r$  er avstanden fra senter i kula som har tettheten  $\rho_0$ . Det er ingen ladninger utenfor kula.

- Hvor stor er den totale ladning  $Q$  på kula?
- Beregn den elektriske feltstyrken  $E(r)$  innenfor og utenfor kula. For hvilken verdi av  $r$  er denne maksimal?
- Finn det elektriske potensial innenfor og utenfor kula når det settes lik null i avstand  $r \rightarrow \infty$ .

**Oppgave 3**

En elektrisk ladet kubus med sidelengder  $a = 3 \text{ cm}$  er plassert slik at dens indre er avgrenset til området  $0 \leq x \leq 3 \text{ cm}$ ,  $0 \leq y \leq 3 \text{ cm}$  og  $2 \text{ cm} \leq z \leq 5 \text{ cm}$ . Den setter opp et elektrisk felt innenfor og utenfor gitt ved  $\mathbf{E} = (3(x/a)^2\mathbf{e}_x + 2(y/a)\mathbf{e}_y + 2(z/a)^3\mathbf{e}_z)\text{nV}/\text{cm}$ .

- Finn den totale ladningen  $Q$  i kubusen ved hjelp av Gauss' lov på integralform.
- Beregn ladningstettheten i kubusen ved hjelp av Gauss' lov på differensiell form og finn derav  $Q$ .

#### Oppgave 4

Vi skal gjøre et grovt estimat av den elektriske ladning  $Q$  som Tom Henning frembragte ved gnidning i sin demonstrasjon og som fikk vannet fra kranen til å bøye seg til siden. Det er nødvendig å gjøre flere forenklinger og antagelser. Vi betrakter vannet i søylen som et stivt legeme med lengde  $L = 30$  cm og diameter 0.5 cm. Bare den nederste delen av søylen påvirkes av feltet, og vi antar den utgjør en tredjedel av den totale lengde  $L$ .

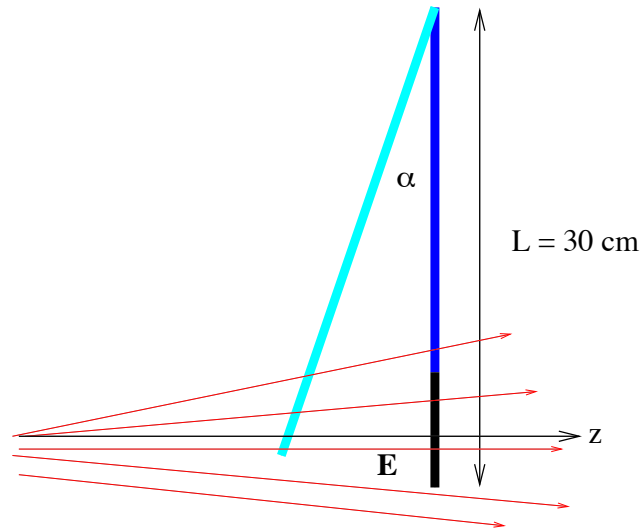


Figure 1: Vannsøylen avbøyes en vinkel  $\alpha$  av det elektriske feltet.

- For en avbøyningsvinkel  $\alpha = 30^\circ$ , hvor stor må denne elektriske dipolkraften være?
- Anta at alle vannmolekyl i denne aktive delen av vannsøylen får sine dipolmoment dreidd i samme retning, hva er da det total dipolmoment av denne delen? Et vannmolekyl har molekylær vekt 18 g/mol og elektrisk dipolmoment  $p = 6.2 \times 10^{-30}$  Cm.
- Ladningen på staven  $Q$  tenker vi oss konsentrert i et punkt. I området hvor det elektriske feltet virker på vannet, antar vi at det varierer kun i  $z$ -retning som  $E = Q/4\pi\epsilon_0 z^2$ . Vi kan ta  $z = 10$  cm i dette eksperimentet. Forklar hvorfor et vannmolekyl med dipolmoment  $p$  påvirkes av kraften  $F = pdE/dz$ . Estimér herav en verdi for ladningen  $Q$  og hvor mange elektroner den skyldes.
- Har du noen forslag til hvordan denne grove beregningen kan gjøres mer realistisk og nøyaktig?