

# Øving 3

## Ledere og elektrisk felt. Gauss' lov.

*Veiledning:* Uke 4 ifølge nettsider.

*Innlevering:* Tirsdag 1. feb. kl. 11:00

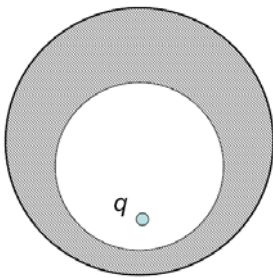
Lever øvinger i bokser utenfor R1.

### Oppgave 1. Overflateladningstetthet på ladet metalloverflate.

Det største elektriske feltet som kan opprettholdes i luft er ca. 3 MV/m ( $V/m = N/C$ ). Høyere verdier gir corona-utladning (overslag). Vi har vist i forelesningene at ei metallkule vil ha all nettoladning samlet på overflata, og at det elektriske feltet ved overflata er  $E = \sigma/\epsilon_0$ , der  $\sigma$  er overflateladningstettheten.

- Hva er den største overflateladningstetthet ei metalloverflate kan holde?
- Hva er den minste radius ei metallkule kan ha for å holde på en ladning 1,0 C?
- Et typisk metall består av atomer i et kubisk gitter med avstand 0,30 nm mellom naboatomer. Hva er midlere antall atomer per  $m^2$  overflate?
- La overflateladningen i a) befinne seg på metallet definert i c). Anta at ladningen er fordelt kun i det ytterste atomlaget på overflata. Hvor stor andel av atomene i dette laget må da ha fått ett ekstra elektron?

### Oppgave 2. Ladning på leder.



Figuren viser et snitt gjennom ei elektrisk ledende kule med et hulrom inni. Kula er elektrisk nøytral. I hulrommet er det plassert en punktladning  $q$ , punktladningen ligger ikke i sentrum.

Hvordan vil (fri) ladning i lederen være fordelt når systemet er i elektrostatisk likevekt?

Skisser feltlinjer for det elektrostatiske feltet  $\vec{E}$ . Finn uttrykk for  $\vec{E}$  utenfor kula.

Ingen regning er påkrevd i denne oppgaven, bare elektrostatiske betraktninger.

### Oppgave 3. Sfærisk ladningsfordeling.

En sfærisk symmetrisk ladningsfordeling har en ladningstetthet  $\rho(r)$  gitt ved:

$$\rho(r) = \begin{cases} \alpha & \text{for } r \in [0, R/2) \\ 2\alpha(1 - r/R) & \text{for } r \in [R/2, R) \\ 0 & \text{for } r \in [R, \infty) \end{cases}$$

Den totale ladningen for denne fordelingen er  $Q = 300$  nC, radius til den sfærisk symmetriske ladningsfordelingen er  $R = 50,0$  mm, og  $\alpha$  er konstant med enhet  $Cm^{-3}$ .

- Bestem  $\alpha$  gitt ved  $Q$  og  $R$ . Finn også den numeriske verdien. (Du må integrere  $\rho dV$  over kulevolumet.)
- Bestem det elektriske feltet som funksjon av avstanden fra sentrum av ladningsfordelingen for alle de tre områder av  $r$ . Tips: bruk Gauss' lov.
- Sjekk spesielt kontinuitet av det elektriske feltet i grensene mellom områdene. Hva er numerisk verdi av  $E$  på overflata av kula?
- Lag en skisse av  $E(r)$ . Bruk  $\frac{r}{R}$  som  $x$ -akse og  $\frac{E(r)}{MV/m}$  som  $y$ -akse. Skisser også  $\rho(r)$  i samme grafen.
- Hvor stor andel av totalladningen befinner seg i området  $r \leq R/2$  ?

Utvalgte fasitsvar:

- 1a)  $27 \mu C/m^2$ , 1b) En av disse tre: 1,4 mm, 13,2 cm eller 55 m, 1c)  $11 \cdot 10^{18} m^{-2}$  1d)  $1,5 \cdot 10^{-5}$ .  
 3a)  $\frac{8}{5\pi R^3} Q = 1,22 mC/m^3$ , 3e) 4/15.