

Øving 3

Ledere og elektrisk felt. Gauss' lov.

Veiledning: 30. og 31. jan. ifølge nettsider.

Innlevering: Onsdag 1. feb. kl. 14:00

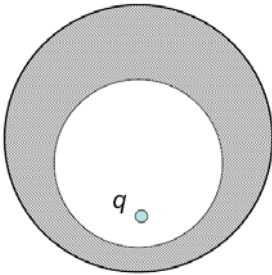
Lever øvinger i bokser utenfor R1.

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 σ 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 har 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, hulrommet er sfærisk men ikke konsentrisk med metallkula. I hulrommet er det plassert en punktladning q , punktladningen ligger ikke i sentrum av verken hulrommet eller kula.

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 α er konstant med enhet Cm^{-3} .

- Bestem α gitt ved Q og R . Finn også den numeriske verdien. (Du må integrere ρdV 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.