

Øving 4

Veiledning: Torsdag 19. september
Innleveringsfrist: Tirsdag 24. september kl 12.00

Oppgave 1. Elektrisk felt fra uendelig lang stav

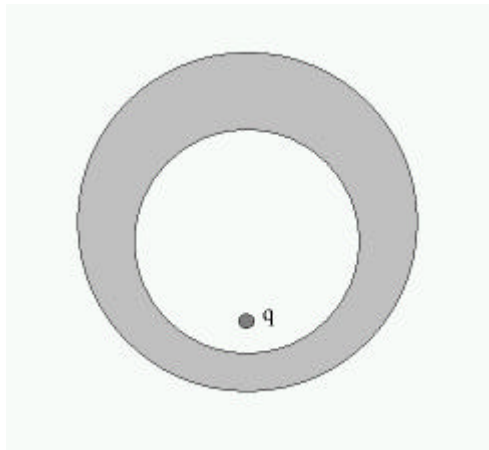
Bruk Gauss lov til å vise at det elektriske feltet i avstand r fra en uendelig lang (tynn) stav med ladning λ pr lengdeenhet er $E(r) = \lambda/2\pi\epsilon_0 r$. (Stikkord: sylindersymmetri.) Sammenlign dette med feltet fra en stav med *endelig* lengde (Øving 2, oppgave 4) og kontroller at svaret blir det samme når vi lar stavens lengde bli stor i forhold til avstanden r .

Oppgave 2. Overflateladningstetthet på ladet metalloverflate.

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

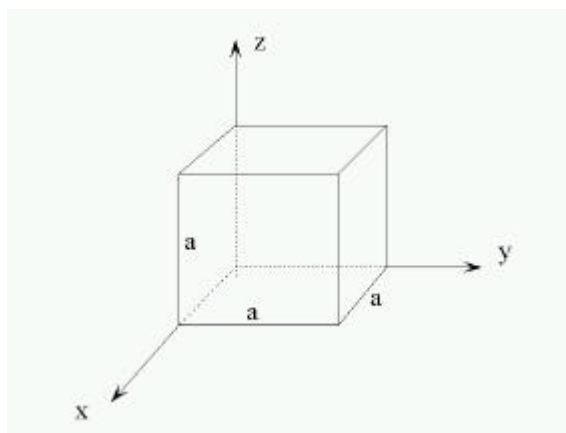
- Hva er den største overflateladningstetthet ei metalloverflate kan holde?
- Hva er den minste radius ei metallkule kan ha for å holde på en ladning 1 C?
(Rett svar er enten 1.4 mm, 13.2 cm eller 54 m)
- Et typisk metall består av atomer med avstand 0.3 nm mellom naboatomer. Hva er midlere antall atomer pr m^2 ? (1nm = 1 nanometer = 10^{-9} m)
- Overflateladningen i a) befinner 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?
(Rett svar er enten $1.5 \cdot 10^{-5}$, $4.8 \cdot 10^{-3}$ eller 0.32.)

Oppgave 3.



Figuren viser et snitt gjennom ei elektrisk ledende kule med et hulrom inni. I hulrommet er det plassert en punktladning q . Kula er nøytral, slik at systemets nettoladning er q . Hvordan vil (fri) ladning i lederen være fordelt dersom systemet er i elektrostatisk likevekt? Skisser feltlinjer for det elektrostatiske feltet $\mathbf{E}$. Hva blir $\mathbf{E}$ utenfor kula?

Oppgave 4.



I figuren er vist ei Gaussflate (lukket flate) S formet som en kube med sidekanter a . Flata er plassert i et område hvor det er en elektrisk feltstyrke $\mathbf{E}$. Du skal i hvert tilfelle i) – iv) bestemme total elektrisk fluks Φ_E gjennom flata S og total ladning Q innenfor S .

(C er en konstant)

- i. $\mathbf{E} = C \mathbf{i}$
- ii. $\mathbf{E} = C x \mathbf{i}$
- iii. $\mathbf{E} = C x^2 \mathbf{i}$
- iv. $\mathbf{E} = C (y \mathbf{i} + x \mathbf{j})$

($\mathbf{i}$ og $\mathbf{j}$ er enhetsvektorer i hhv x - og y -retning)

For tilfellet iii) skal du så bestemme ladningstettheten $\rho(x,y,z)$ innenfor S . Gjør dette på to måter og kontroller at svaret blir det samme:

Først ved å betrakte et infinitesimalt volumelement $a^2 dx$ (dvs: ved å bruke Gauss lov på flata som omslutter det infinitesimale volumelementet $a^2 dx$);
deretter ved å bruke Gauss lov på differensialform.