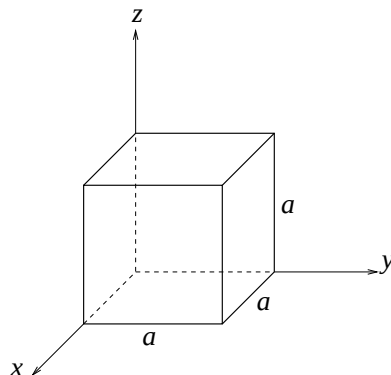


Øving 5

Veiledning: Mandag 15. september

Innleveringsfrist: Torsdag 18. september kl. 1200

Oppgave 1



Figuren over viser en Gaussflate (dvs lukket flate) S formet som en kube med sidekanter a . Flaten er plassert i et område hvor det er en elektrisk feltstyrke $\mathbf{E}$. I hvert av tilfellene a) – d), bestem total (netto) elektrisk fluks ϕ_E som passerer gjennom flaten S . Bruk Gauss' lov og bestem i hvert tilfelle også den totale ladningen Q innenfor S .

- a) $\mathbf{E} = C\hat{x}$
- b) $\mathbf{E} = Cx\hat{x}$
- c) $\mathbf{E} = Cx^2\hat{x}$
- d) $\mathbf{E} = C(y\hat{x} + x\hat{y})$

Her er C en (skalar) konstant (med varierende enhet).

e) For tilfellet c) skal du nå bestemme ladningstettheten ρ innenfor S . Dette skal du gjøre på to måter og til slutt kontrollere at svaret blir det samme. Ta først utgangspunkt i Gauss' lov på *integralform* idet du betrakter et lite (infinitesimalt) volumelement $a^2 dx$, dvs en tynn skive med tykkelse dx og endeflater med areal a^2 , lokalisert mellom x og $x + dx$. (Mer presist: Bruk Gauss' lov på flaten som omslutter dette volumelementet.) Bestem deretter ρ ved å benytte Gauss' lov på *differensialform*.

Noen svar: b): $Q = C\epsilon_0 a^3$ c): $Q = C\epsilon_0 a^4$ e): $\rho = 2C\epsilon_0 x$

Oppgave 2

Et kuleskall med indre radius a og ytre radius b har en (rom-)ladningstetthet $\rho(r) = k/r^2$ i området $a < r < b$. (k er en konstant) Forøvrig er $\rho = 0$.

Bruk Gauss' lov (på integralform) til å bestemme det elektriske feltet overalt (dvs, for $r < a$, $a < r < b$ og $r > b$). Skisser E som funksjon av r når $b = 2a$.

Oppgave 3

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

$$E(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

Tips: Utnytt sylindersymmetrien i problemet til å velge en fornuftig Gaussflate.

Sammenlign dette med feltet fra en stav med *endelig* lengde (Øving 2, oppgave 1) og kontroller at svaret blir det samme når vi lar stavens lengde bli stor i forhold til avstanden r .

Oppgave 4 (multiple choice)

(Antatt tidsforbruk: ca 10 min. + evt. tid til å bla i lærebok eller notater.)

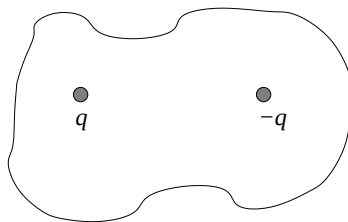
Noe av dette kan du få bruk for nedenfor: $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

a) På en lukket flate er det elektriske feltet $\mathbf{E}$ overalt rettet *innover*. Da kan vi fastslå at

- A flatenormalen $\hat{n}$ over hele flaten er parallell med $\mathbf{E}$
- B flatenormalen $\hat{n}$ over hele flaten er normal til $\mathbf{E}$
- C flaten omslutter null netto ladning
- D flaten omslutter en netto negativ ladning
- E flaten omslutter en netto positiv ladning

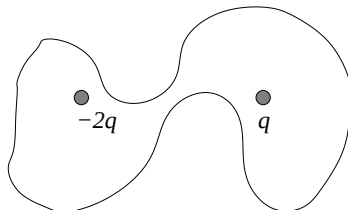
b) Figuren illustrerer en lukket flate som omslutter to punktladninger q og $-q$. Netto elektrisk fluks ut gjennom denne flaten er da

- A null
- B $-q/\epsilon_0$
- C q/ϵ_0
- D $-2q/\epsilon_0$
- E $2q/\epsilon_0$



c) Figuren illustrerer en lukket flate som omslutter to punktladninger $-2q$ og q . Netto elektrisk fluks ut gjennom denne flaten er da

- A null
- B $-q/\epsilon_0$
- C q/ϵ_0
- D $-2q/\epsilon_0$
- E $2q/\epsilon_0$



d) Hvor stor er radien til en (kuleformet) ekvipotensialflate på 50 V omkring en punktladning 10 nC? Null potensial velges uendelig langt unna.

- A 1.3 m
- B 1.8 m
- C 3.2 m
- D 5.0 m
- E 8.1 m

e) Potensialet i et område er $V(x, y, z) = 100$ V. Det elektriske feltet i dette området er da

- A $(100 \text{ V/m}) \hat{x}$
- B $(100 \text{ V/m}) \hat{y}$
- C $(100 \text{ V/m}) \hat{z}$
- D 100 V/m
- E null

Kontroller selv: Stemningen på ∇ -kjelleren var høy men begynte etterhvert å - - - - litt av.