

Øving 3

Veiledning: Mandag 1. september

Innleveringsfrist: Torsdag 4. september kl. 1200

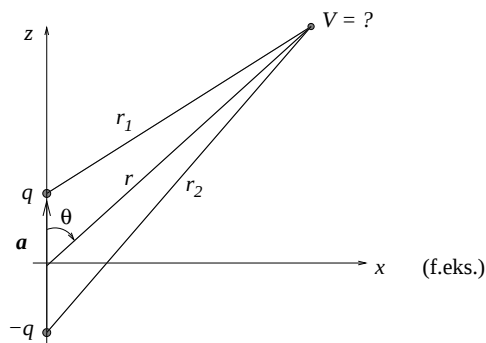
Oppgave 1

I Øving 2 bestemte vi det elektriske feltet fra en uniformt ladet stav og ei uniformt ladet skive. For staven og skiva i Øving 2, prøv å skissere elektriske feltlinjer, både i et plan som inneholder staven (skiva) og i et plan normalt på staven gjennom dens midtpunkt (normalt på skiva gjennom dens sentrum). Vis skissene i stor og liten målestokk i hvert av de fire tilfellene, slik at de gir et kvalitativt bilde av feltet, både nært og langt unna staven (skiva).

Tips: Det kan være til hjelp å gå inn på <http://www.falstad.com/vector3de>, som er en Java applet for å visualisere (blant annet) elektriske feltlinjer ("Display: Field Lines") fra diverse ladningsfordelinger (diskrete og kontinuerlige). "finite line" representerer nettopp den ladete staven. Det nærmeste vi kommer den sirkulære skiva er "charged plate", som har endelig utstrekning i x -retning. Stavlengden og platestørrelsen kan varieres med det nederste rullefeltet.

Oppgave 2

En *elektrisk dipol* er plassert langs z -aksen som vist i figuren. Det elektriske *dipolmomentet* er definert som $\mathbf{p} = q\mathbf{a}$, der $\mathbf{a}$ = vektoren fra $-q$ til q .



Med denne konfigurasjonen er det hensiktsmessig å velge koordinater (r, θ) slik at potensialet V angis som en funksjon av avstanden r fra sentrum av dipolen (her: origo) og vinkelen θ mellom $\mathbf{r}$ og aksene gjennom dipolen. Siden vi opplagt må ha symmetri med hensyn til rotasjoner omkring z -aksen, må potensialet V være uavhengig av "den tredje kulekoordinaten", dvs vinkelen ϕ .

Oppgave: Vis at i stor avstand fra dipolen (dvs $r \gg a$) er potensialet gitt ved

$$V(r, \theta) = \frac{p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\mathbf{p} \cdot \mathbf{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$

Merk: Nok en gang er vi altså ute etter et resultat som er gyldig “til ledende orden” i en eller annen “liten” parameter. I dette tilfellet er den lille parameteren a/r .

_____ ” _____

Oppgave 3 og 4 inneholder eksempler på spørsmål som en kunne tenke seg å gi til en *multiple choice* midtsemesterprøve. En mulig måte å sensurere en besvarelse på er å gi 10 poeng for riktig svar, 0 poeng hvis ikke besvart og -2.5 poeng for galt svar. Vill gjetting vil da i middel gi 2 rette og 8 gale svar, dvs totalt $20 - 20 = 0$ poeng, altså det samme som en som ikke svarer. Kan du eliminere minst ett av svaralternativene, vil det i gjennomsnitt lønne seg å gjette blant de øvrige.

Ettersom dette er en regneøving, foreslår jeg at du besvarer samtlige oppgaver, og at du i hvert fall på noen av spørsmålene besvarer med en begrunnelse eller en utregning (dvs: som vanlig på en regneøving!), i tillegg til bokstavsvaret. På midtsemesterprøven besvares *kun* med en bokstav.

Oppgave 3 (*multiple choice*)

Oppgitt: $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

a) Det er eksperimentelt påvist at

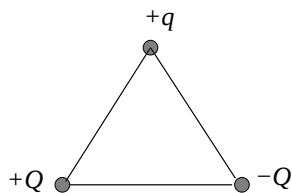
- A elektrisk ladning er kvantisert og bevart
- B elektrisk ladning er kvantisert men ikke bevart
- C elektrisk ladning er bevart men ikke kvantisert
- D elektrisk ladning er verken kvantisert eller bevart
- E ingen av disse svarene er riktige

b) Hvor mange elektroner må overføres til et legeme for å produsere en ladning på $125 \mu\text{C}$?

- A 1.25×10^{-4}
- B 1.60×10^{-19}
- C 1.28×10^{15}
- D 3.45×10^{14}
- E 7.81×10^{14}

c) En positiv ladning 94.0 nC ligger 1.2 cm fra en negativ ladning 53.0 nC . Krafta på den ene ladningen fra den andre er ca.

- A 113 mN
- B 37.3 mN
- C 311 mN
- D 125 mN
- E $102 \mu\text{N}$



d) Tre ladninger $+q$, $+Q$ og $-Q$ er plassert i hvert sitt hjørne av en likesidet trekant som vist i figuren. Nettokrafta på ladningen $+q$ fra de to andre ladningene er

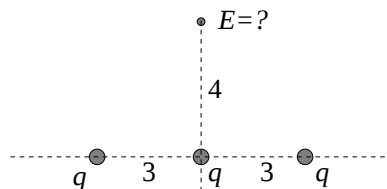
- A rettet vertikalt oppover
- B rettet vertikalt nedover
- C rettet horisontalt mot høyre
- D rettet horisontalt mot venstre
- E null

e) To ladninger frastøter hverandre med en kraft på 100 N. Hvor stor blir den frastøtende kraften dersom vi reduserer ladningenes innbyrdes avstand med 10 %?

- A 111 N
- B 123 N
- C 152 N
- D 90 N
- E 81 N

f) Et elektron beveger seg vestover i et elektrisk felt som peker vertikalt oppover. Den elektriske kraften på elektronet er

- A null
- B rettet mot øst
- C rettet mot vest
- D rettet vertikalt nedover
- E rettet vertikalt oppover

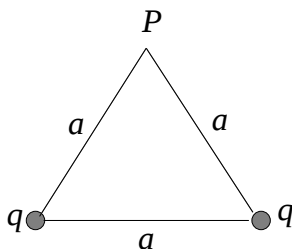


g) Tre ladninger, alle $q = 1/9$ nC, ligger på ei rett linje og ekvidistant med naboavstand 3 m. På linjen som går gjennom den midterste ladningen vinkelrett på linjen som forbinder de tre ladningene, og i en avstand 4 m fra den midterste ladningen, er det elektriske feltet ca.

- A 127 $\mu\text{N/C}$
- B 127 mN/C
- C 127 N/C
- D 127 kN/C
- E 127 MN/C

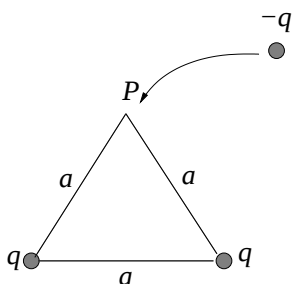
Oppgave 4 (multiple choice)

To punktladninger q er plassert i innbyrdes avstand a . Vi velger nullpunkt for det elektriske potensialet V uendelig langt borte.



a) Verdien av V i punktet P i avstand a fra begge disse to ladningene er da

- A $q/2\pi\epsilon_0 a$
- B $-q^2/4\pi\epsilon_0 a$
- C $\sqrt{3}q/4\pi\epsilon_0 a$
- D $-q^2/2\pi\epsilon_0 a$
- E $q/2\pi\epsilon_0 a^2$



b) Hva blir endringen i potensiell energi for en tredje ladning $-q$ som flyttes fra uendelig langt borte og inn til punktet P ?

- A $q/2\pi\epsilon_0 a$
- B $-q^2/4\pi\epsilon_0 a$
- C $\sqrt{3}q/4\pi\epsilon_0 a$
- D $-q^2/2\pi\epsilon_0 a$
- E $q/2\pi\epsilon_0 a^2$

c) Hvor stor er den *totale* endringen i potensiell energi for dette systemet av tre punktladninger, når de starter uendelig langt fra hverandre og deretter plasseres i hvert sitt hjørne av den likesidete trekanten med sidekanter a ?

- A $q/2\pi\epsilon_0 a$
- B $-q^2/4\pi\epsilon_0 a$
- C $\sqrt{3}q/4\pi\epsilon_0 a$
- D $-q^2/2\pi\epsilon_0 a$
- E $q/2\pi\epsilon_0 a^2$