Institutt for fysikk, NTNU
TFY4155/FY1003: Elektrisitet og magnetisme
Vår 2006

Øving 8

Veiledning: 27.02 i R2 0815-1000, 02.03 i S2 1215-1400, 03.03 i R2 1215-1400, 06.03 i R2 0815-1000, 09.03 i S2 1215-1400

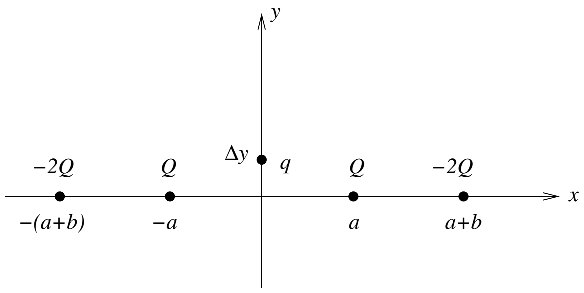
Innleveringsfrist: Mandag 13. mars kl. 1200 (Svartabell på siste side.)

Opplysninger:

- Dersom ikke annet er oppgitt, antas det at systemet er i elektrostatisk likevekt.
- Dersom ikke annet er oppgitt, er "potensial" underforstått "elektrostatisk potensial", og tilsvarende for "potensiell energi".
- Dersom ikke annet er oppgitt, er nullpunkt for (elektrostatisk) potensial og potensiell energi valgt uendelig langt borte.
- Noe av dette kan du få bruk for: $1/4\pi\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^9$ Nm^2/C^2, $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg, $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg, $g = 9.8$ m/s^2
- Symboler angis i kursiv (f.eks V for potensial) mens enheter angis uten kursiv (f.eks V for volt).

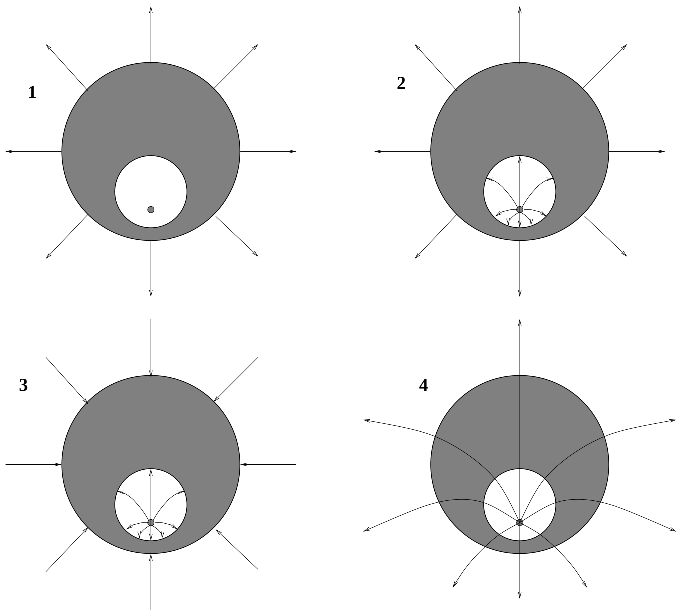
1) Fire punktladninger er plassert på x-aksen, som vist i figuren: Positive ladninger Q i $x = a$ og $x = -a$, negative ladninger $-2Q$ i $x = a + b$ og $x = -(a + b)$. En positiv testladning q kan bevege seg friksjonsfritt og kun langs y-aksen. Denne slippes, med null hastighet, fra sin startposisjon $y = \Delta y$ på den positive y-aksen. Hva skjer da med testladningen q?

A Den vil forsvinne mot $y = \infty$.
B Den vil oscillere fram og tilbake omkring origo.
C Den vil oscillere omkring en likevektsposisjon $y_0 > 0$.
D Både A, B og C er mulig; utfallet avhenger av forholdet b/a.



2) Figuren viser et snitt gjennom sentrum av ei metallkule med et kuleformet (men ikke konsentrisk plassert) hulrom inni. I hulrommet er det en positiv punktladning q (plassert i snittet gjennom sentrum av kuleflatene, men ikke i sentrum av hulrommet). Metallkula er ellers elektrisk nøytral slik at hele systemets nettoladning er q. Punktladningen holdes fast i den angitte posisjonen. Hvilken figur angir korrekt elektriske feltlinjer for dette systemet?

A 1
B 2
C 3
D 4



3) To kuler, 1 og 2, har like stor radius R og like stor ladning Q. Kulene vekselvirker ikke med hverandre. Kule 1 har ladningen jevnt fordelt utover overflaten mens kule 2 har ladningen jevnt fordelt utover hele volumet. Kule 1 har potensiell energi U_1, kule 2 har potensiell energi U_2. Finn det riktige svaret!

A $U_1 = Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$, $U_2 = Q^2/20\pi\varepsilon_0 R$
B $U_1 = Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$, $U_2 = Q^2/10\pi\varepsilon_0 R$
C $U_1 = Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$, $U_2 = 3Q^2/20\pi\varepsilon_0 R$
D $U_1 = Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$, $U_2 = 3Q^2/40\pi\varepsilon_0 R$

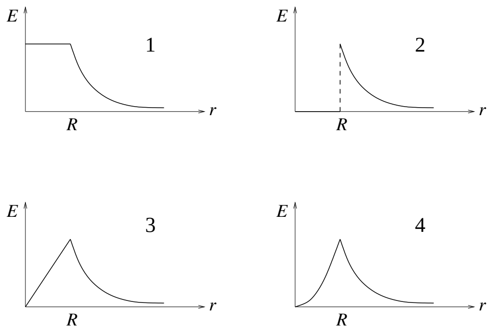
[Tips: Hva velger en elektrisk leder?]

4) To metallkuler tiltrekker hverandre elektrostatisk. Hvilket utsagn er da alltid sant?

A Begge kulene er ladet.
B Minst en av kulene er ladet.
C Ingen av kulene er ladet.
D Kulene har samme type ladning.

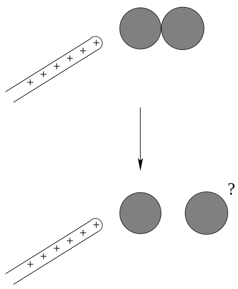
5) Ei kule med radius R har en ladningstetthet, dvs ladning pr volumenhet, som er omvendt proporsjonal med avstanden r fra kulas sentrum: $\rho(r) = k/r$ (k = konstant). Fastslå, ved hjelp av Gauss' lov, hvilken graf i figuren til høyre som representerer den resulterende elektriske feltstyrken E som funksjon av r. [Ikke bekymre deg over at *ladningstettheten* $\rho \to \infty$ når $r \to 0$. *Ladningen* i kula er likevel *endelig*.]

A 1
B 2
C 3
D 4



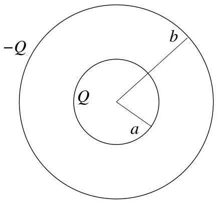
6) Du bringer en positivt ladet glass-stav nesten inntil den ene (den til venstre) av to nøytrale metallkuler som er i innbyrdes kontakt. Deretter fjerner du de to metallkulene fra hverandre. Da har metallkula til høyre fått

A positiv ladning.
B negativ ladning.
C samme ladning som kula til venstre.
D netto ladning, men fortegnet kan ikke bestemmes.



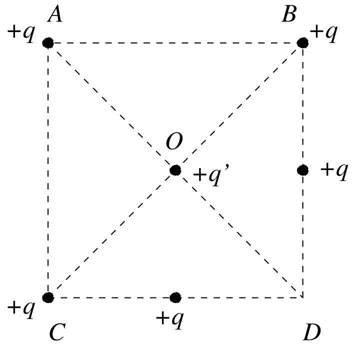
7) To konsentriske (tynne) metalliske kuleskall har radius henholdsvis a og b ($b > a$), og ladning henholdsvis Q og $-Q$. Hva blir kapasitansen til en slik kondensator? (Tips: Finn potensialforskjellen mellom indre og ytre kuleskall.)

A $4\pi\varepsilon_0 ab/(b-a)$
B $\pi\varepsilon_0(b-a)$
C $4\pi\varepsilon_0 a^2/(b-a)$
D $4\pi\varepsilon_0(b-a)^3/3ab$



8) Fem like punktladninger $+q$ er plassert på et kvadrat som vist i figuren. En sjette ladning $+q'$ er plassert i kvadratets sentrum O. I hvilken retning virker nettokraften på q'?

A Langs OA.
B Langs OB.
C Langs OC.
D Langs OD.

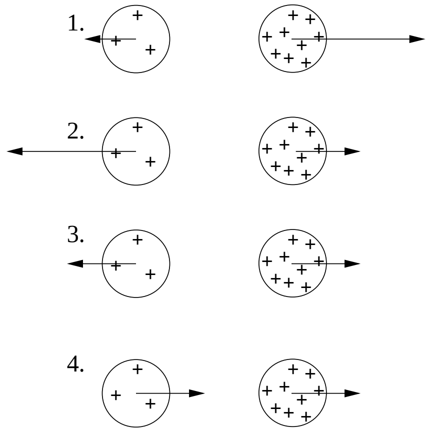


9) Tre metallkuler henger i hver sin tynne (isolerende) tråd. Når du holder kule 1 og 2 i nærheten av hverandre, observerer du at de tiltrekker hverandre. Når du gjør det samme med kule 2 og 3, ser du at disse frastøter hverandre. Da kan du konkludere med at

A kulene 1 og 3 har ladning med motsatt fortegn.
B kulene 1 og 3 har ladning med samme fortegn.
C en av kulene er elektrisk nøytral.
D vi ikke har nok informasjon til å bestemme fortegnet på ladningen på alle tre kulene.

10) To uniformt ladete kuler har ladning henholdsvis Q og $3Q$. Hvilken figur beskriver korrekt de elektrostatiske kreftene som virker på de to kulene?

A 1.
B 2.
C 3.
D 4.



11) Det elektriske feltet på symmetriaksen og i avstand x fra sentrum av en jevnt ladet sirkulær skive med ladning Q og radius R er

A $$\frac{Q\left(1 - x/\sqrt{x^2+R^2}\right)}{2\pi\varepsilon_0 R^2}$$

B $$\frac{Q\left(1 - R/\sqrt{x^2+R^2}\right)}{2\pi\varepsilon_0 R^2}$$

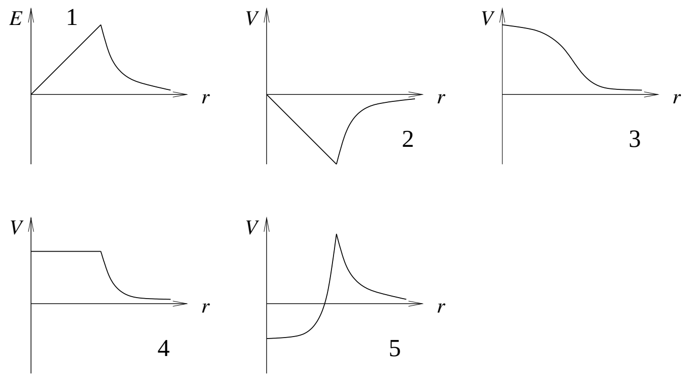
C $$\frac{Q\left(1 + R/\sqrt{x^2+R^2}\right)}{2\pi\varepsilon_0 R^2}$$

D $$\frac{Q\left(1 + x/\sqrt{x^2+R^2}\right)}{2\pi\varepsilon_0 R}$$

Tips: Vurder grensetilfeller av de oppgitte alternativene i stedet for å regne.

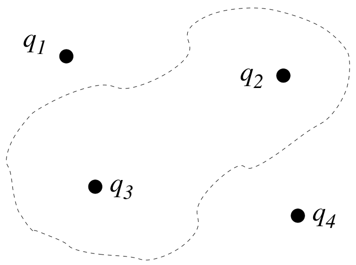
12) Hvis det elektriske feltet E som funksjon av avstanden r fra en ladningsfordeling er som vist i graf nr 1, hvilken graf viser da det elektriske potensialet V som funksjon av avstanden r? (Tips: Husk at $\boldsymbol{E} = -\nabla V$, med kulesymmetri $E(r) = -dV/dr$.)

A 2
B 3
C 4
D 5



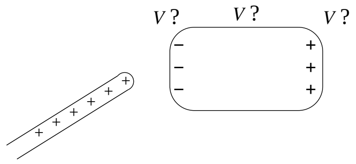
13) Figuren til høyre viser fire punktladninger og en gaussflate (stiplet). Hvilke ladninger bidrar til netto elektrisk fluks gjennom gaussflaten?

A Bare q_1 og q_4.
B Bare q_2 og q_3.
C Alle fire.
D Svaret avhenger av formen på gaussflaten.



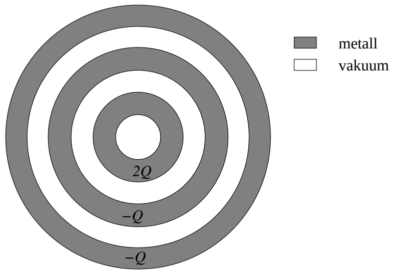
14) En ladet glass-stav bringes i nærheten av et elektrisk nøytralt stykke metall slik at metallet får et overskudd av negativ og positiv ladning på henholdsvis venstre og høyre side, som vist i figuren. På metallstykket er det elektriske potensialet

A like stort overalt.
B størst på den positive siden.
C størst på den negative siden.
D størst på midten.



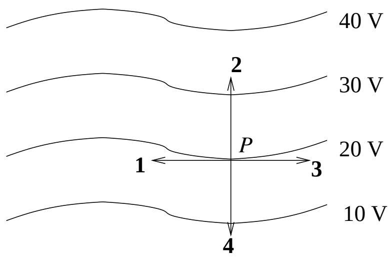
15) Figuren viser tre hule konsentriske metallkuler med netto ladning $2Q$ (på innerste kule), $-Q$ (på midterste kule) og $-Q$ (på ytterste kule). Alle de tre kuleskallene har en viss tykkelse. Hvor mye ladning er samlet på *ytre* overflate av den *midterste* kula? (Tips: Gauss' lov og $E = 0$ inne i metall.)

A $-Q$
B $-2Q$
C Q
D 0



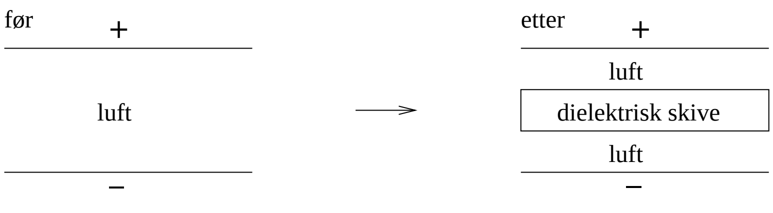
16) Hvilken vektor representerer best retningen til det elektriske feltet i punktet P på 20-volts ekvipotensialflaten?

A **1**
B **2**
C **3**
D **4**



17) En parallellplatekondensatorer har ladning Q og $-Q$ på henholdsvis øvre og nedre metallplate. Kondensatoren er i utgangspunktet fylt med luft, men så skyves en dielektrisk skive (med samme areal som metallplatene) inn mellom platene, som vist i figuren. Hvilken av følgende påstander er da riktig?

A Potensialforskjellen mellom metallplatene forblir uendret.
B Kondensatorens kapasitans forblir uendret.
C Potensiell energi lagret i kondensatoren forblir uendret.
D Den elektriske feltstyrken i luftlagene forblir uendret.

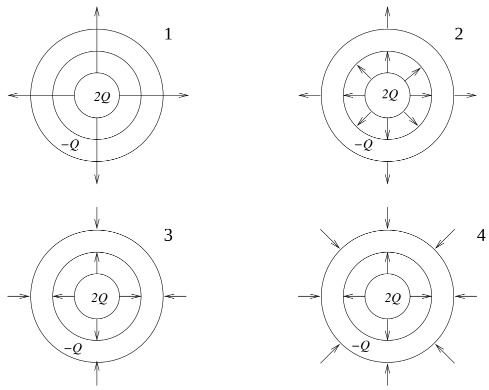


18) Hva er ikke en enhet for elektrisk felt E?

A N/C
B V/m
C kg m^2/s^2 C
D N/VF

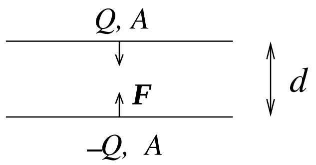
19) Figuren viser en metallkule med netto ladning $2Q$ omgitt av et luftlag, etterfulgt av et metallisk kuleskall med netto ladning $-Q$. Hvilken figur angir da korrekt feltlinjer for $\boldsymbol{E}$? (Tips: Gauss' lov og $E = 0$ inne i metall.)

A 1
B 2
C 3
D 4



20) To (tilnærmet uendelig) store parallelle metallplater har like stort areal A og netto ladning henholdsvis Q og $-Q$. Platene ligger i innbyrdes avstand d ($d \ll \sqrt{A}$). Hvor stor er den innbyrdes kraften pr flateenhet, $f = F/A$, mellom de to platene dersom $\sigma = Q/A = 10^{-5}$ C/m^2?

A 5.7 N/m^2
B 88 N/m^2
C 245 N/m^2
D 1.6 kN/m^2



Øving 8 i Elektromagnetisme / Elektrisitet og magnetisme I våren 2006

Innleveringsfrist: Mandag 13. mars kl. 1200.

Navn:

Øvingsgruppe:

Oppgave	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Det er tilstrekkelig å levere inn utfylt svartabell innen fristen for å få godkjent denne øvingen.