

## Øving 8

Veiledning: Mandag 09. og fredag 13. (evt 06.) mars

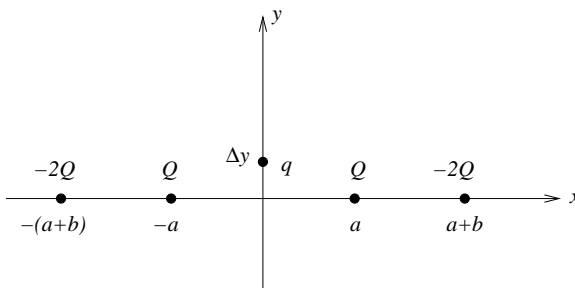
Innleveringsfrist: Fredag 13. mars kl. 1200 (Svartabell på siste side.)

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:  $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
- Symboler angis i kursiv (f.eks  $V$  for potensial) mens enheter angis uten kursiv (f.eks V for volt).

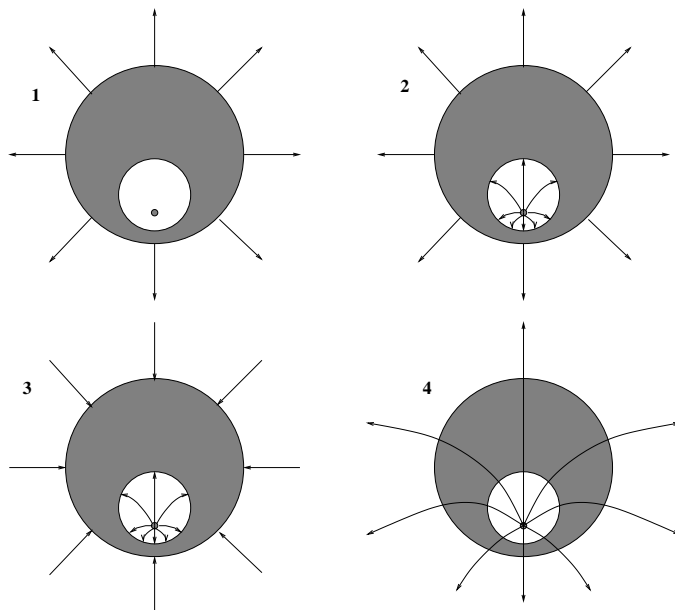
1) Fire punktladninger er plassert på  $x$ -aksen, som vist i figuren: Positive ladninger  $Q$  i  $x = a$  og  $x = -a$ , negative ladninger  $-2Q$  i  $x = a + b$  og  $x = -(a + b)$ . En positiv testladning  $q$  kan bevege seg friksjonsfritt og kun langs  $y$ -aksen. Denne slippes, med null hastighet, 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 korrekte 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  $U_1 = Q^2/8\pi\epsilon_0 R$ ,  $U_2 = Q^2/20\pi\epsilon_0 R$
- B  $U_1 = Q^2/8\pi\epsilon_0 R$ ,  $U_2 = Q^2/10\pi\epsilon_0 R$
- C  $U_1 = Q^2/8\pi\epsilon_0 R$ ,  $U_2 = 3Q^2/20\pi\epsilon_0 R$
- D  $U_1 = Q^2/8\pi\epsilon_0 R$ ,  $U_2 = 3Q^2/40\pi\epsilon_0 R$

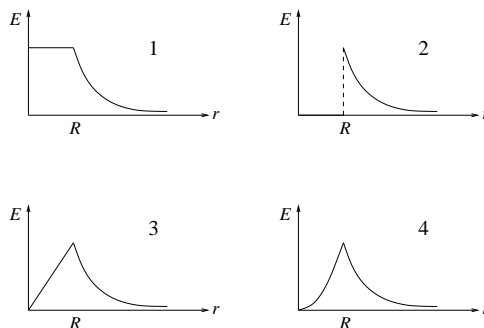
[Tips: Hva velger en elektrisk leder, og hvorfor?]

4) To metallkuler tiltrekker hverandre elektrostatiske. 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.

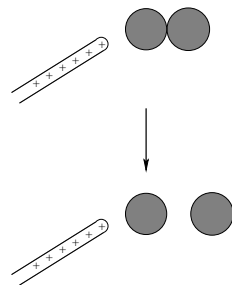
5) Ei kule med radius  $R$  har en ladningstetthet, dvs ladning pr volumenhet, som er omvendt proporsjonal med avstanden  $r$  fra kulas sentrum:  $\rho(r) = k/r$  ( $k = \text{konstant}$ ). Fastslå, ved hjelp av Gauss' lov, hvilken graf i figuren til høyre som representerer den resulterende elektriske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

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



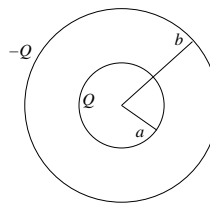
6) Du bringer en positivt ladet glass-stav nesten inntil den ene (den til venstre) av to nøytrale metallkuler som er i innbyrdes kontakt. Deretter fjerner du de to metallkulene fra hverandre. Da har metallkula til høyre fått

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



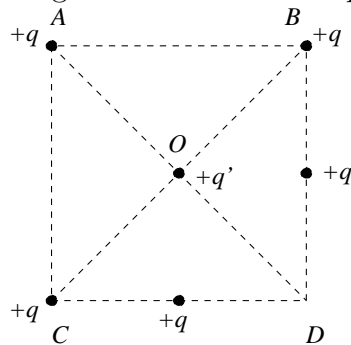
7) To konsentriske (tynne) metalliske kuleskall har radius henholdsvis  $a$  og  $b$  ( $b > a$ ), og ladning henholdsvis  $Q$  og  $-Q$ . Hva blir kapasitansen til en slik kondensator? (Tips: Finn potensialforskjellen mellom indre og ytre kuleskall.)

- A  $4\pi\epsilon_0 ab/(b-a)$
- B  $\pi\epsilon_0(b-a)$
- C  $4\pi\epsilon_0 a^2/(b-a)$
- D  $4\pi\epsilon_0(b-a)^3/3ab$



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  $OD$ .

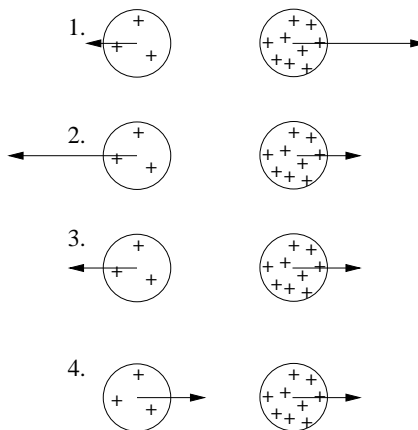


9) Tre metallkuler henger i hver sin tynne (isolerende) tråd. Når du holder kule 1 og 2 i nærheten av hverandre, observerer du at de tiltrekker hverandre. Når du gjør det samme med kule 2 og 3, ser du at disse frastøter hverandre. Da kan du konkludere med at

- 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.



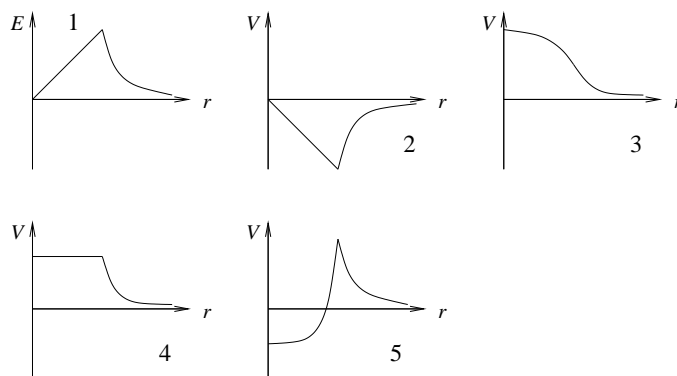
11) Det elektriske feltet på symmetriaksen og i avstand  $x$  fra sentrum av en jevnt ladet sirkulær skive med ladning  $Q$  og radius  $R$  er

- A  $\frac{Q(1 - x/\sqrt{x^2 + R^2})}{2\pi\epsilon_0 R^2}$   
 B  $\frac{Q(1 - R/\sqrt{x^2 + R^2})}{2\pi\epsilon_0 R^2}$   
 C  $\frac{Q(1 + R/\sqrt{x^2 + R^2})}{2\pi\epsilon_0 R^2}$   
 D  $\frac{Q(1 + x/\sqrt{x^2 + R^2})}{2\pi\epsilon_0 R}$

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

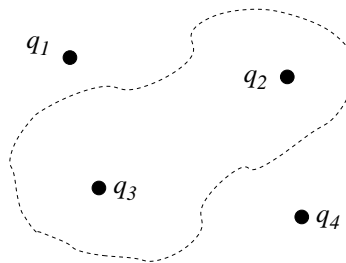
12) Hvis det elektriske feltet  $E$  som funksjon av avstanden  $r$  fra en ladningsfordeling er som vist i graf nr 1, hvilken graf viser da det elektriske potensialet  $V$  som funksjon av avstanden  $r$ ? (Tips: Husk at  $\mathbf{E} = -\nabla V$ , med kulesymmetri  $E(r) = -dV/dr$ .)

- A 2  
 B 3  
 C 4  
 D 5



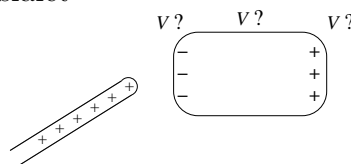
13) Figuren til høyre viser fire punktladninger og en gaussflate (stiplet). Hvilke ladninger bidrar til netto elektrisk fluks gjennom gaussflaten?

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



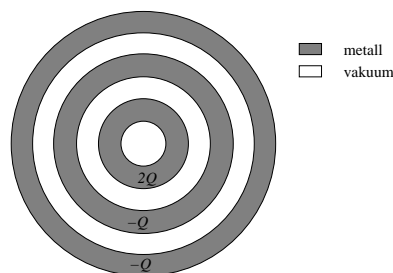
14) En ladet glass-stav bringes i nærheten av et elektrisk nøytralt stykke metall slik at metallet får et overskudd av negativ og positiv ladning på henholdsvis venstre og høyre side, som vist i figuren. På metallstykket er da det elektriske potensialet

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



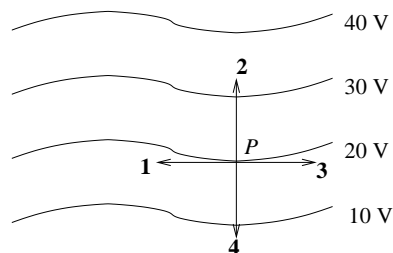
15) Figuren viser tre hule konsentriske metallkuler med netto ladning  $2Q$  (på innerste kule),  $-Q$  (på midterste kule) og  $-Q$  (på ytterste kule). Alle de tre kuleskallene har en viss tykkelse. Hvor mye ladning er samlet på *ytre* overflate av den *midterste* kula? (Tips: Gauss' lov og  $E = 0$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

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



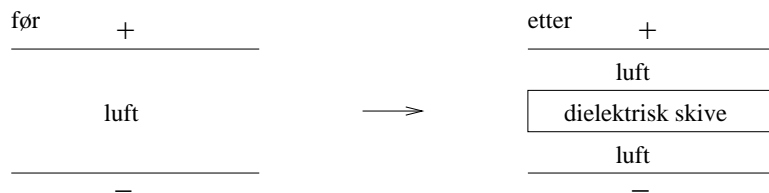
16) Hvilken vektor representerer best retningen til det elektriske feltet i punktet  $P$  på 20-volts ekvipotensialflaten?

- 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.

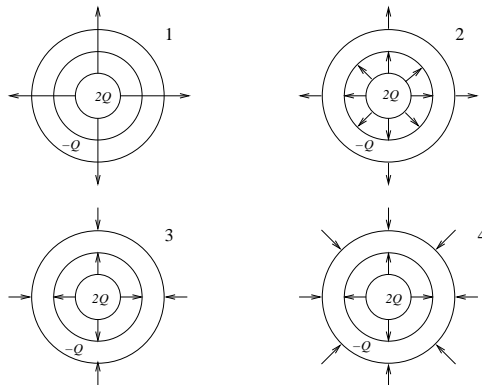


18) Hva er ikke en enhet for elektrisk feltstyrke  $E$ ?

- A N/C
- B V/m
- C  $\text{kg m}^2/\text{s}^2 \text{ C}$
- D N/VF

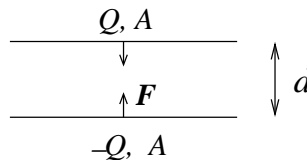
19) Figuren viser en metallkule med netto ladning  $2Q$  omgitt av et luftlag, etterfulgt av et metallisk kuleskall med netto ladning  $-Q$ . Hvilken figur angir da korrekt feltlinjer for  $\mathbf{E}$ ? (Tips: Gauss' lov og  $E = 0$  inne i metall.)

- 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  $\sigma = Q/A = 10^{-5} \text{ C/m}^2$ ?

- A  $5.7 \text{ N/m}^2$
- B  $88 \text{ N/m}^2$
- C  $245 \text{ N/m}^2$
- D  $1.6 \text{ kN/m}^2$



Øving 8 i Elektromagnetisme / Elektrisitet og magnetisme våren 2009

Innleveringsfrist: Fredag 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.