Institutt for fysikk, NTNU
TFY4155/FY1303: Elektrisitet og magnetisme
Vår 2004

Øving 8

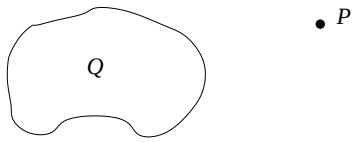
Veiledning: 23.02, (24.02), 25.02, 26.02, 27.02, 01.03, 03.03, 04.03
Innleveringsfrist: Torsdag 4. mars kl. 1200 (Svartabell på siste side.)

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).

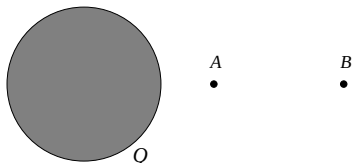
1) En vilkårlig formet elektrisk leder har netto ladning Q. Hva skjer i punktet P dersom ladningen på lederen økes til $2Q$?

A Kun potensialet fordobles.
B Kun den elektriske feltstyrken fordobles.
C Både potensialet og den elektriske feltstyrken fordobles.
D Verken potensialet eller den elektriske feltstyrken fordobles.
E Både potensialet og den elektriske feltstyrken halveres.



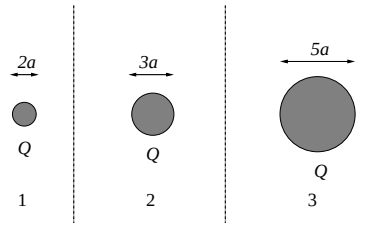
2) En kompakt metallkule har positiv ladning Q. Avstanden fra kulas sentrum til punktet A er halvparten så stor som til punktet B. Null potensial velges uendelig langt borte. Da gjelder følgende for den elektriske feltstyrken E og potensialet V i de to punktene:

A $E_A = 4E_B$, $V_A = 4V_B$
B $E_A = 4E_B$, $V_A = 2V_B$
C $E_A = 4E_B$, $V_A = V_B$
D $E_A = 2E_B$, $V_A = 2V_B$
E $E_A = E_B$, $V_A = V_B$



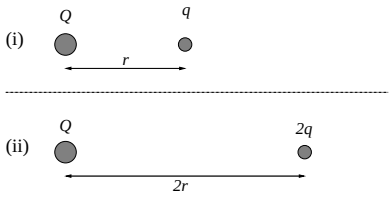
3) Tre isolerte metallkuler 1, 2 og 3 (dvs: de påvirker ikke *hverandre*) har hver en positiv ladning Q. Kulenes diameter er hhv $2a$, $3a$ og $5a$. Hvordan forholder kulenes elektriske potensial seg til hverandre? $(V(\infty) = 0)$

A $V_1 = V_2 = V_3$
B $V_1 < V_2 < V_3$
C $V_1 > V_2 > V_3$
D $V_1 = V_2 < V_3$
E $V_1 = V_2 > V_3$



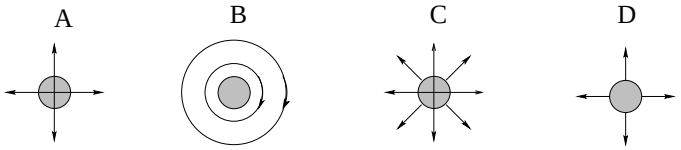
4) Tenk deg to ulike eksperimenter med utgangspunkt i to isolerte, identiske punktladninger Q: (i) En (positiv) punktladning q bringes fra uendelig langt borte og til en avstand r fra den ene Q. (ii) En (positiv) punktladning $2q$ bringes fra uendelig langt borte og til en avstand $2r$ fra den andre Q. Når de to eksperimentene er utført, hva er da *ikke* sant?

A Potensialet i avstand r (dvs der ladningen q er) er det samme som potensialet i avstand $2r$ (dvs der ladningen $2q$ er).
B I de to eksperimentene utføres like store arbeid.
C I de to eksperimentene ender vi opp med samme potensielle energi.
D Ladningen q i avstand r påvirkes av en større frastøtende kraft enn ladningen $2q$ i avstand $2r$.
E Forholdet mellom kreftene på q og $2q$ er ikke det samme som forholdet mellom de elektriske feltstyrkene i avstand r og $2r$.



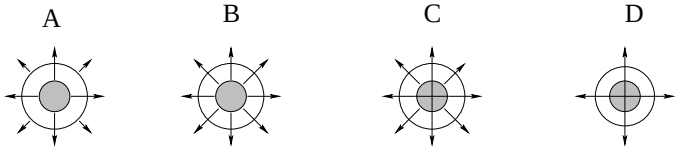
5) Riktig figur angir elektriske feltlinjer i et plan som går gjennom sentrum av en metallkule med nettoladning $Q > 0$.

A
B
C
D



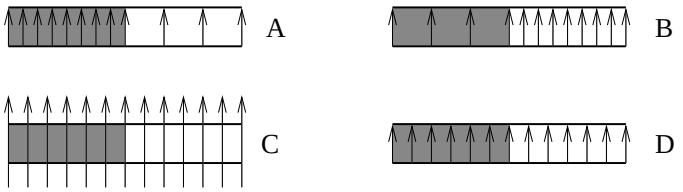
6) Riktig figur angir elektriske feltlinjer i et plan som går gjennom sentrum av en ladet metallkule ($Q > 0$) jevnt belagt med (elektrisk nøytral) plast (med $\varepsilon > \varepsilon_0$). Det omgivende mediet er luft.

A
B
C
D



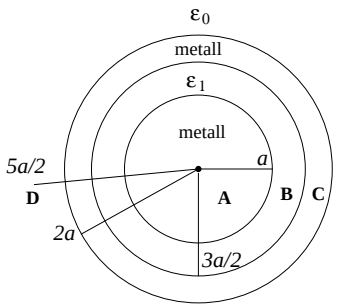
7) Riktig figur angir elektriske feltlinjer for en parallellplatekondensator som er halvveis fylt med et dielektrisk materiale (dvs det skraverte området har $\varepsilon > \varepsilon_0$). Platenes lineære utstrekning er stor i forhold til avstanden mellom platene. Øverste plate har negativ ladning $-Q$, nederste plate har positiv ladning Q.

A
B
C
D



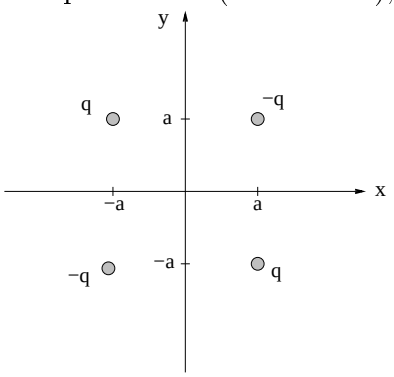
8) Ei kompakt metallkule med radius a har nettoladning $q > 0$. Den er belagt med et lag (elektrisk nøytral) plast med tykkelse $a/2$. Deretter følger et (elektrisk nøytralt) metallisk kuleskall med tykkelse $a/2$. Utenfor dette har vi vakuum. Plasten er et dielektrikum med permittivitet $\varepsilon_1 = 10\varepsilon_0$. I hvilken av de 4 angitte posisjonene **A**, **B**, **C** eller **D** er den elektriske feltstyrken størst? Avstanden fra kulas sentrum er i **A**: $a/2$, **B**: $5a/4$, **C**: $7a/4$, **D**: $5a/2$.

A
B
C
D



9) Fire punktladninger er plassert i xy-planet. To har positiv ladning q og ligger i henholdsvis $(x, y) = (a, -a)$ og $(-a, a)$, og to har negativ ladning $-q$ og ligger i henholdsvis $(x, y) = (a, a)$ og $(-a, -a)$. Hva blir retningen på det elektriske feltet $\boldsymbol{E}$ på x-aksen (anta $x > a$), dvs i $(x, 0)$?

A Langs $\hat{x}$.
B Langs $-\hat{x}$.
C Langs $\hat{y}$.
D Langs $-\hat{y}$.
E Den avhenger av x.

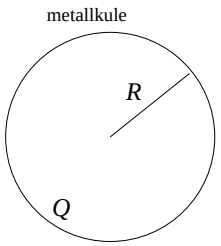


10) For systemet med de fire punktladningene i oppgave 9 velger vi nullpunkt for elektrisk potensial, $V = 0$, uendelig langt borte. Hva blir da $V(x, y = 0)$, dvs på x-aksen?

A $V = 0$
B $V = q/4\pi\varepsilon_0 x$
C $V = q/\pi\varepsilon_0 x$
D $V = q/4\pi\varepsilon_0\sqrt{(x-a)^2 + a^2}$
E $V = -q/4\pi\varepsilon_0\sqrt{(x-a)^2 + a^2}$

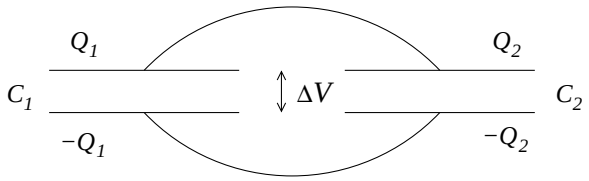
11) Ei metallkule med radius R har netto ladning Q. Hva er kulas potensielle energi U? (Vi velger $U = 0$ når alle infinitesimale bidrag til Q er uendelig langt fra hverandre.)

A $U = -Q^2/\pi\varepsilon_0 R$
B $U = -Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$
C $U = Q^2/\pi\varepsilon_0 R$
D $U = Q^2/8\pi\varepsilon_0 R$
E $U = Q^2/4\pi\varepsilon_0 R^2$



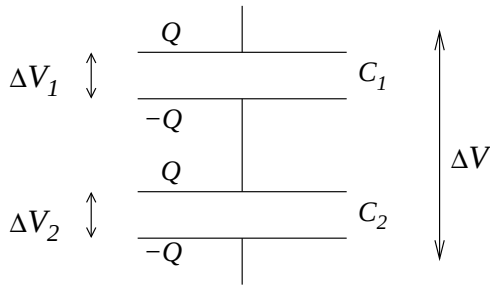
12) To parallellplatekondensatorer er koblet i *parallell*, som vist i figuren. De øverste metallplatene er koblet sammen med en elektrisk leder (f.eks. kobberledning) slik at disse to platene "ligger" på samme elektriske potensial. Det samme gjelder for de to nederste metallplatene. Derfor er potensialforskjellen (eller *spenningsfallet*) ΔV den samme for begge kondensatorene. Hva blir total kapasitans C for en slik parallellkobling av to kondensatorer, hver med kapasitans henholdsvis C_1 og C_2?

A $C_1 - C_2$
B $C_1 + C_2$
C $(C_1 + C_2)/2$
D $(1/C_1 - 1/C_2)^{-1}$
E $(1/C_1 + 1/C_2)^{-1}$



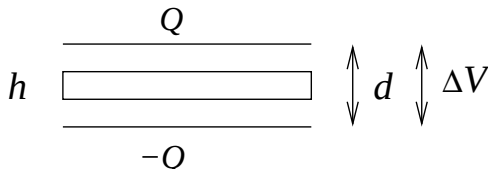
13) To parallellplatekondensatorer er koblet i *serie*, som vist i figuren. Nederste metallplate på kondensator 1 er koblet sammen med øverste metallplate på kondensator 2 via en elektrisk leder (f.eks. kobberledning) slik at disse to platene "ligger" på samme elektriske potensial. Total potensialforskjell (eller *spenningsfall*) ΔV over de to kondensatorene er lik summen av spenningsfallene ΔV_1 og ΔV_2 over hver av de to. Netto ladning på de ulike metallplatene er som vist i figuren. Hva blir total kapasitans C for en slik seriekobling av to kondensatorer, hver med kapasitans henholdsvis C_1 og C_2?

A $C_1 - C_2$
B $C_1 + C_2$
C $(C_1 + C_2)/2$
D $(1/C_1 - 1/C_2)^{-1}$
E $(1/C_1 + 1/C_2)^{-1}$



14) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand d. De to metallplatene har ladning henholdsvis Q og $-Q$. En metallskive med tykkelse $h < d$ settes inn mellom platene uten at den kommer i berøring med noen av dem. Da blir potensialforskjellen mellom kondensatorplatene

A mindre.
B større.
C uendret.

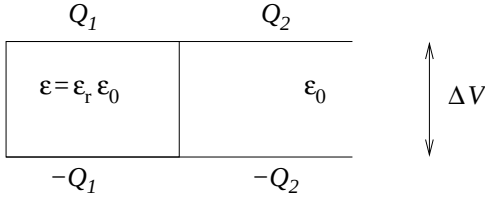


15) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand d. De to metallplatene har ladning henholdsvis Q og $-Q$. Hvilken størrelse forblir uendret dersom vi øker avstanden mellom platene?

A Kondensatorens kapasitans.
B Det elektriske feltet mellom platene.
C Den potensielle energien lagret i kondensatoren.
D Potensialforskjellen mellom platene.

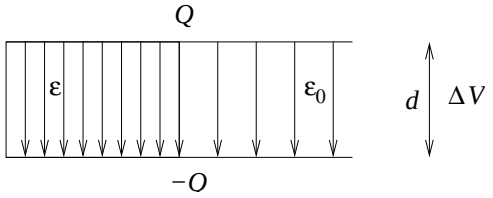
16) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand d. De to metallplatene har ladning henholdsvis Q og $-Q$. Et dielektrikum med permittivitet $\varepsilon > \varepsilon_0$ fyller den venstre halvdelen av rommet mellom kondensatorplatene, som vist i figuren. I den høyre halvdelen har vi vakuum. På venstre halvdel av metallplatene har vi ladning henholdsvis Q_1 og $-Q_1$, på høyre halvdel ladning henholdsvis Q_2 og $-Q_2$. Da er

A $Q_1 = Q_2$
B $Q_1 > Q_2$
C $Q_1 < Q_2$



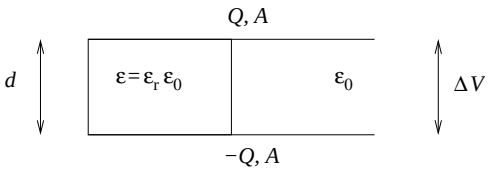
17) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand d. De to metallplatene har ladning henholdsvis Q og $-Q$. Et dielektrikum med permittivitet $\varepsilon > \varepsilon_0$ fyller den venstre halvdelen av rommet mellom kondensatorplatene, som vist i figuren. I den høyre halvdelen har vi vakuum. Pilene i figuren angir da feltlinjer for

A elektrisk forskyvning $\boldsymbol{D}$
B elektrisk felt $\boldsymbol{E}$
C polarisering $\boldsymbol{P}$



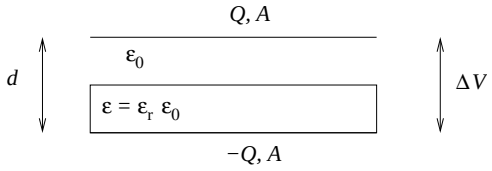
18) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand d. De to metallplatene har areal A og ladning henholdsvis Q og $-Q$. Et dielektrikum med permittivitet $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 > \varepsilon_0$ fyller den venstre halvdelen av rommet mellom kondensatorplatene, som vist i figuren. I den høyre halvdelen har vi vakuum. Hva blir kondensatorens kapasitans C, uttrykt ved $C_0 = \varepsilon_0 A/d$, som ville ha vært kapasitansen uten dielektrikumet til stede?

A $C = [2\varepsilon_r/(\varepsilon_r + 1)]\, C_0$
B $C = [\varepsilon_r/(\varepsilon_r + 1)]\, C_0$
C $C = \varepsilon_r C_0$
D $C = (\varepsilon_r + 1) C_0$
E $C = [(\varepsilon_r + 1)/2]\, C_0$



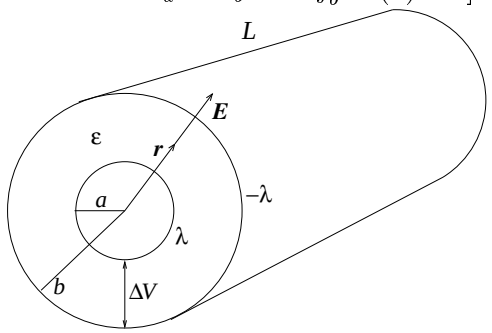
19) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand d. De to metallplatene har areal A og ladning henholdsvis Q og $-Q$. Et dielektrikum med permittivitet $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 > \varepsilon_0$ fyller den nederste halvdelen av rommet mellom kondensatorplatene, som vist i figuren. I den øverste halvdelen har vi vakuum. Hva blir kondensatorens kapasitans C, uttrykt ved $C_0 = \varepsilon_0 A/d$, som ville ha vært kapasitansen uten dielektrikumet til stede?

A $C = [2\varepsilon_r/(\varepsilon_r + 1)]\, C_0$
B $C = [\varepsilon_r/(\varepsilon_r + 1)]\, C_0$
C $C = \varepsilon_r C_0$
D $C = (\varepsilon_r + 1) C_0$
E $C = [(\varepsilon_r + 1)/2]\, C_0$



20) En sylinderkondensator består av to (tynne) parallelle konsentriske metallsylindre, den innerste med radius a og den ytterste med radius b. De to sylindrene har lengde L og ladning pr lengdeenhet henholdsvis λ (innerst) og $-\lambda$ (ytterst). Et dielektrikum med permittivitet ε fyller rommet mellom indre og ytre metallsylinder. Det elektriske feltet i området $a < r < b$ er $\boldsymbol{E}(r) = (\lambda/2\pi\varepsilon r)\hat{r}$, der r angir avstanden fra sylindrenes senterakse, og $\hat{r}$ er enhetsvektor i retning normalt på sylindrenes akse. Hva blir sylinderkondensatorens kapasitans C? [Tips: Potensialforskjellen mellom indre og ytre sylinder er $\Delta V = V_a - V_b = -\int_b^a E(r)\, dr$.]

A $C = \pi\varepsilon L^2/b$
B $C = \pi\varepsilon L^2/a$
C $C = \pi\varepsilon L^3/ab$
D $C = 2\pi\varepsilon L/\ln(a/b)$
E $C = 2\pi\varepsilon L/\ln(b/a)$



Øving 8 i Elektromagnetisme / Elektrisitet og magnetisme våren 2004

Innleveringsfrist: Torsdag 4. mars kl. 1200.

Navn:

Øvingsgruppe:

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

#####: ikke aktuelt svaralternativ