

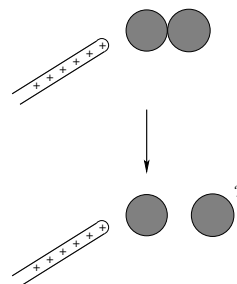
**FY6017 Elektromagnetisme. Institutt for fysikk, NTNU.**  
**Øving 3.**

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).

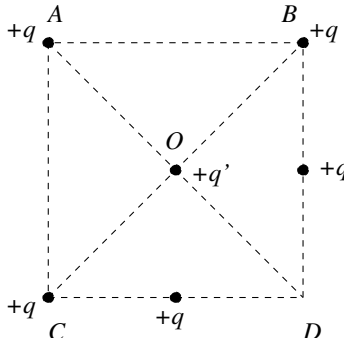
1) Du bringer en positivt ladet glass-stav nesten inntil den ene (den til venstre) av to nøytrale metallkuler som er i innbyrdes kontakt. Deretter fjerner du de to metallkulene fra hverandre. Da har metallkula til høyre fått

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



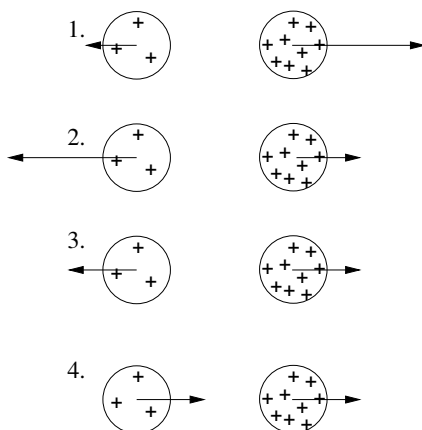
2) Fem like store positive punktladninger  $+q$  er plassert på et kvadrat som vist i figuren. En sjette positiv punktladning  $+q'$  er plassert i kvadratets sentrum  $O$ . I hvilken retning virker nettokraften på  $q'$ ?

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



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

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



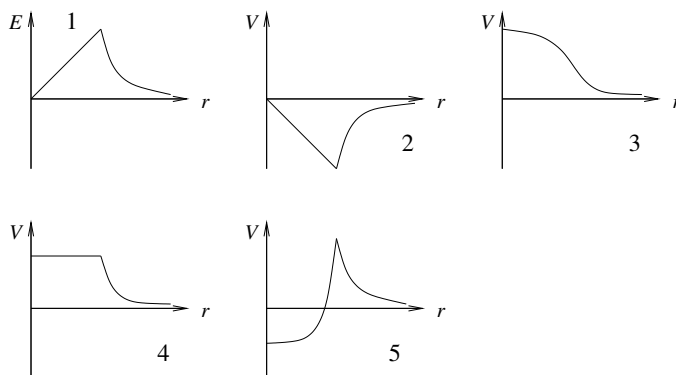
4) Det elektriske feltet på symmetriaksen og i avstand  $x$  fra sentrum av en jevnt ladet sirkulær skive med ladning  $Q$  og radius  $R$  er

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

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

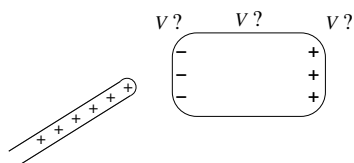
5) Hvis det elektriske feltet  $E$  som funksjon av avstanden  $r$  fra en ladningsfordeling er som vist i graf nr 1, hvilken graf viser da det elektriske potensialet  $V$  som funksjon av avstanden  $r$ ? (Tips: Husk at  $\mathbf{E} = -\nabla V$ , med kulesymmetri  $E(r) = -dV/dr$ .)

- A 2
- B 3
- C 4
- D 5



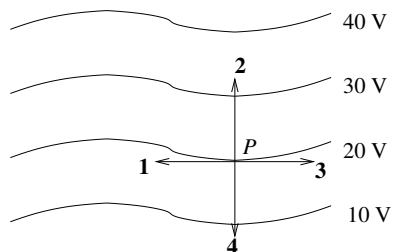
6) En ladet glass-stav bringes i nærheten av et elektrisk nøytralt stykke metall slik at metallet får et overskudd av negativ og positiv ladning på henholdsvis venstre og høyre side, som vist i figuren. På metallstykket er da det elektriske potensialet

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



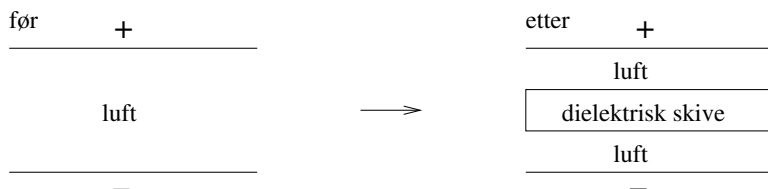
7) Hvilken vektor representerer best retningen til det elektriske feltet i punktet  $P$  på 20-volts ekvipotensial-flaten?

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



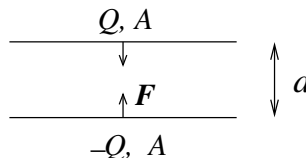
8) En parallellplatekondensatorer har ladning  $Q$  og  $-Q$  på henholdsvis øvre og nedre metallplate. Kondensatoren er i utgangspunktet fylt med luft, men så skyves en dielektrisk skive (med samme areal som metallplatene) inn mellom platene, som vist i figuren. Hvilken av følgende påstander er da riktig?

- 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.



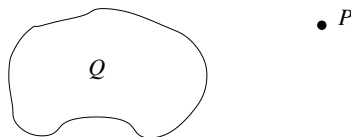
9) To (tilnærmet uendelig) store parallelle metallplater har like stort areal  $A$  og netto ladning henholdsvis  $Q$  og  $-Q$ . Platene ligger i innbyrdes avstand  $d$  ( $d \ll \sqrt{A}$ ). Hvor stor er den innbyrdes kraften pr flateenhet,  $f = F/A$ , mellom de to platene dersom  $\sigma = Q/A =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

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

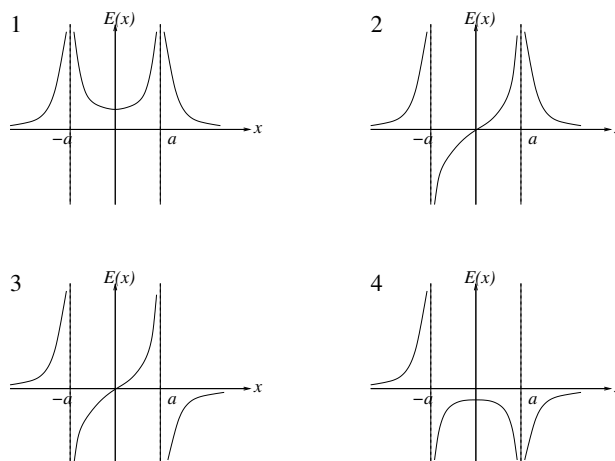


10) En vilkårlig formet elektrisk leder har netto ladning  $Q$ . Hva skjer i punktet  $P$  dersom ladningen på lederen økes til  $2Q$ ?

- A Kun potensialet fordobles.
- B Kun den elektriske feltstyrken fordobles.
- C Både potensialet og den elektriske feltstyrken fordobles.
- D Både potensialet og den elektriske feltstyrken halveres.



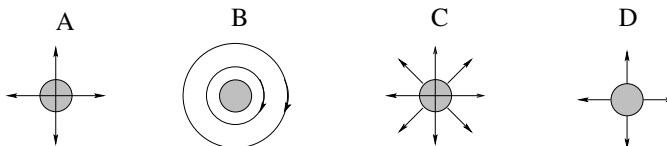
11) To negative punktladninger, hver med ladning  $-q$ , er plassert på  $x$ -aksen i henholdsvis  $x = a$  og i  $x = -a$ . Det elektriske feltet på  $x$ -aksen er da  $\mathbf{E}(x) = E(x) \hat{x}$ . Hvilken graf angir riktig  $E(x)$ ?



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

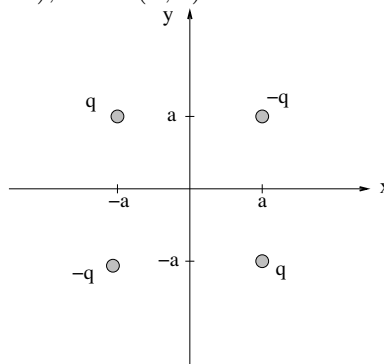
12) Riktig figur angir elektriske feltlinjer i et plan som går gjennom sentrum av en metallkule med netto-ladning  $Q > 0$ .

- A
- B
- C
- D



13) 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  $\mathbf{E}$  på  $x$ -aksen (anta  $x > a$ ), dvs i  $(x, 0)$ ?

- A Langs  $\hat{x}$ .
- B Langs  $-\hat{x}$ .
- C Langs  $\hat{y}$ .
- D Langs  $-\hat{y}$ .

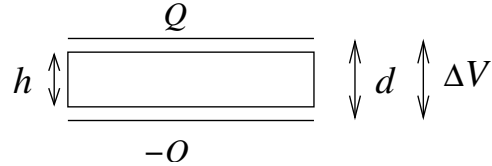


14) For systemet med de fire punktladningene i oppgave 9: Hva blir  $V(x, 0)$ , dvs på  $x$ -aksen?

- A  $V = 0$
- B  $V = q/4\pi\epsilon_0 x$
- C  $V = q/4\pi\epsilon_0 \sqrt{(x-a)^2 + a^2}$
- D  $V = -q/4\pi\epsilon_0 \sqrt{(x-a)^2 + a^2}$

15) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand  $d$ . De to metallplatene har ladning henholdsvis  $Q$  og  $-Q$ . En metallskive med tykkelse  $h = 2d/3$  settes inn midt mellom platene. Da blir potensialforskjellen mellom kondensatorplatene

- A ni ganger større.
- B tre ganger større.
- C tre ganger mindre.
- D ni ganger mindre.

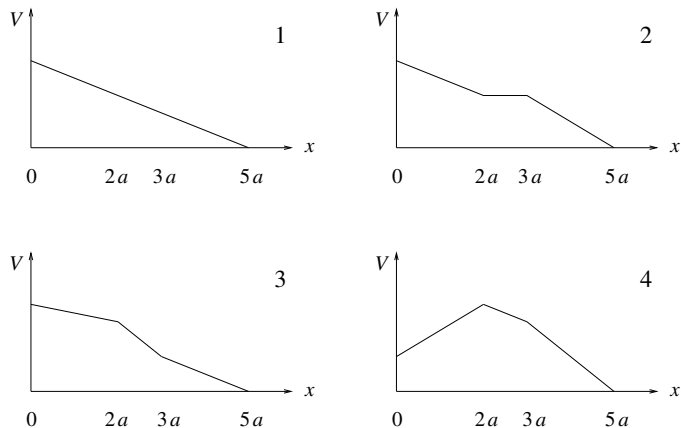
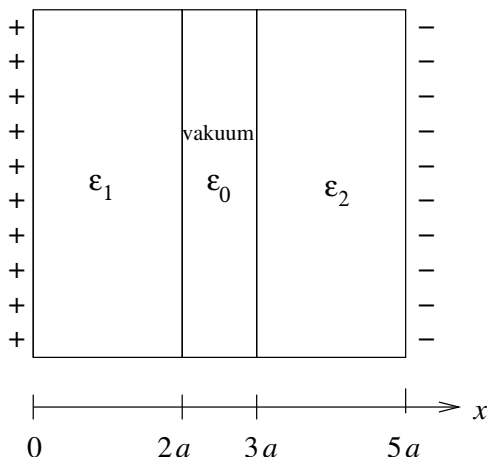


16) Potensialet på et uendelig stort positivt ladet plan er  $-20$  V. Planet har en uniform ladningstetthet  $4 \text{ nC/m}^2$ . I hvilken avstand fra planet er da  $V = 0$ ?

- A 9 m
- B 9 cm
- C 9 mm
- D Potensialet  $V$  er her negativt overalt.

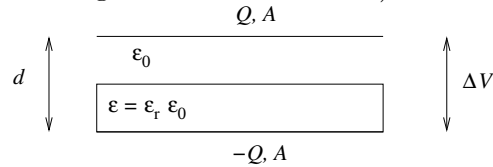
17) To tilnærmet uendelig store metallplater har ladning  $\pm\sigma$  pr flateenhet og er plassert i  $yz$ -planet, dvs i  $x = 0$  (den positive), og i  $x = 5a$  (den negative), som vist i figuren nedenfor til venstre. Rommet mellom platene er delvis fylt med to (elektrisk nøytrale) dielektriske lag, som vist i figuren til venstre. Det dielektriske laget i rommet  $0 < x < 2a$  har permittivitet  $\epsilon_1 = 4\epsilon_0$ . Det dielektriske laget i rommet  $3a < x < 5a$  har permittivitet  $\epsilon_2 = 2\epsilon_0$ . Hvilken av de fire grafene i figuren nedenfor til høyre illustrerer da potensialet  $V$  som funksjon av avstanden  $x$  fra den positivt ladete metallplata?

A 1      B 2      C 3      D 4



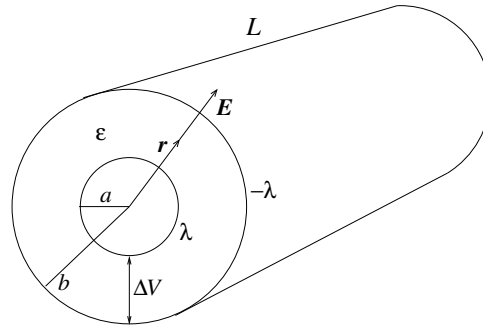
18) En parallelplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand  $d$ . De to metallplatene har areal  $A$  og ladning henholdsvis  $Q$  og  $-Q$ . Et dielektrikum med permittivitet  $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 > \varepsilon_0$  fyller den nederste halvdelen av 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? (Tips: Dette er en seriekobling av to kondensatorer.)

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



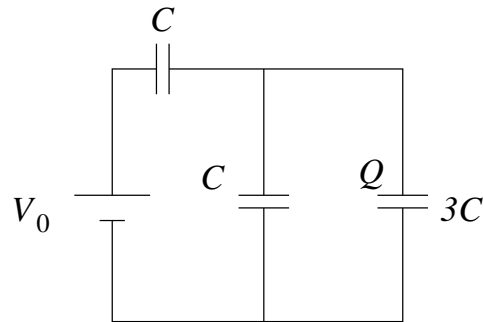
19) En sylinderkondensator består av to (tynne) parallelle konsentriske metallsylindre, den innerste med radius  $a$  og den ytterste med radius  $b$ . De to sylindrene har lengde  $L$  og ladning pr lengdeenhet henholdsvis  $\lambda$  (innerst) og  $-\lambda$  (ytterst). (Anta  $L \gg a, b$ .) Et dielektrikum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

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



20) Hva blir ladningen  $Q$  angitt i kretsen til høyre?

- A  $3V_0C/2$
- B  $V_0C$
- C  $3V_0C/5$
- D  $V_0C/3$



Øving 10 TFY4104 Fysikk.

Svartabell:

| 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      |   |   |   |   |

Her var det 4 svaralternativer pr oppgave. Til eksamen blir det 5.