

FY6017 Elektromagnetisme. Institutt for fysikk, NTNU.
Løsningsforslag til Test 6.

Oppgave 1

Elektrisk feltstyrke mellom platene: $E = \sigma/\varepsilon_0 = Q/Ad\varepsilon_0$. Kondensatorens dipolmoment: $p = Qd$. Dermed er $p = \varepsilon_0 EAd$, slik at $p/Ad = p/V = \varepsilon_0 E$ (der $V = Ad$ er volumet mellom platene). Riktig svar: E.

Oppgave 2

Avstanden mellom $-2Q$ og hver av de to Q er d . Avstanden mellom de to Q er $2d \sin \alpha/2$. Total potensiell energi er da

$$U = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot 2d \sin \alpha/2} - 2 \cdot \frac{2Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d} = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 d} \left(\frac{1}{2 \sin \alpha/2} - 4 \right),$$

slik at $U < 0$ dersom $2 \sin \alpha/2 > 1/4$, dvs $\alpha > 2 \arcsin(1/8) \simeq 14^\circ$. Riktig svar: B.

Oppgave 3

$$E(z) = -\frac{dV}{dz} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \left(\frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} - 1 \right),$$

slik at $E(0) = \sigma/2\varepsilon_0$. Riktig svar: D.

Oppgave 4

Det elektriske feltet er null overalt inne i hulrommet og overalt inne i metallet (se forelesningene). Det betyr at hele volumet innenfor $r = 2R$ er et ekvipotensial. Dermed: $E_1 = E_2 = 0$ og $V_1 = V_2$. Riktig svar: A.

Oppgave 5

Kretsens totale motstand er $2R + (1/R + 1/R + 1/R)^{-1} = 7R/3$, slik at total strøm i kretsen er $3V_0/7R$. Denne fordeler seg naturligvis likt på de tre parallellkoblede motstandene, dvs strøm $V_0/7R$ gjennom hver av dem. Riktig svar: E.

Oppgave 6

Anta at det går en strøm I_1 i spole nr 1. Dette skaper et magnetfelt $B_1 = \mu_0(N_1/\lambda)I_1$ overalt inne i spolen (der vi antar lang, tettviklet spole). Det betyr at spole nr 2 omslutter en magnetisk fluks $\phi_2 = N_2 B_1 A = N_2 \mu_0(N_1/\lambda)I_1 A$, som igjen betyr at gjensidig induktans er

$$M = \phi_2/I_1 = \mu_0 N_1 N_2 A/\lambda.$$

Riktig svar: C.

Oppgave 7

Her er maksimal strøm $V_0/R = 4.5$ A. Kretsens tidskonstant er $L/R = 1$ s. En strøm 4.0 A er noe mer enn en andel $1 - 1/e \simeq 0.62$ av maksimal strøm, så det bør ta noe mer enn 1 sekund å oppnå 4.0 A i kretsen. Vi bør nok satse på 2.2 s. Med litt regning: $I(t) = (V_0/R)(1 - \exp(-Rt/L))$, som løst mhp t gir

$$t = \frac{L}{R} \ln \left(\frac{1}{1 - RI(t)/V_0} \right) = 1.0 \text{ s} \cdot \ln 9 = 2.2 \text{ s}.$$

Riktig svar: D.

Oppgave 8

Siden $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$, har vi $L = 1/\omega_0^2 C = 1/4\pi^2 f_0^2 C$, som med innsetting av oppgitte tallverdier gir $L = 63.1 \cdot 10^{-12}$ H. Riktig svar: C.

Oppgave 9

Vi må benytte en kondensator med kapasitans $C = 1/4\pi^2 f_0^2 L$, som med oppgitte tallverdier gir $C = 25$ nF. Da er i grunnen bare B et aktuelt svar... La oss sjekke at vi får riktig Q-faktor med motstand som i alternativ B: Vi har $Q = \sqrt{L/C}/R$, dvs $R = \sqrt{L/C}/Q = \sqrt{10^{-6}/25 \cdot 10^{-9}}/10^4 = 6.3 \cdot 10^{-4} = 0.63 \text{ m}\Omega$. Stemmer. Riktig svar: B.