

Lösningförslag. Tentamen i Elvåg för K, Bio och Medtek 110825.

A1. Genom att teckna E-vektorer från respektive punkt till origo och addera fås:

$$\mathbf{E}_{tot} = 118 \cdot (-0,50; -0,71; -0,50) \frac{\text{MN}}{\text{C}}$$

med storlek $118 \frac{\text{MN}}{\text{C}}$ och riktning $(-0,50; -0,71; -0,50)$.

Svar: $\mathbf{E}_{tot} = 118 \cdot (-0,50; -0,71; -0,50) \frac{\text{MN}}{\text{C}}$.

A2. När källa och observatör är i stillhet relativt varandra är $f_0 = 700$ Hz.

$$\text{Modern upplever frekvensen } f_M = \frac{1 - \frac{v_{tåg}}{v_{ljud}}}{1 - \frac{v_{flicka}}{v_{ljud}}} f_0 = \frac{v_{ljud} - v_{tåg}}{v_{ljud} - v_{flicka}} f_0 = \frac{340 - 50/3,6}{340 - 10/3,6} 700 = 677 \text{ Hz,}$$

dvs en sänkning med 23 Hz.

Svar: Modern uppfattade frekvensen 677 Hz.

A3. Kretsekvationer, Kirchhoffs lagar och $P = RI^2$ ger:

Strömmen genom övre R_1 : $I_1 = 7,1$ mA riktad åt höger, $P_1 = 10$ mW

Strömmen genom mellan R_2 : $I_2 = 27,1$ mA riktad åt vänster, $P_2 = 73$ mW

Strömmen genom nedre R_3 : $I_3 = 20,1$ mA riktad åt höger, $P_3 = 161$ mW

Svar: Se ovan.

A4. Följande gäller:

a) $2,5 \frac{\text{mW}}{\text{cm}^2} = 25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

$$P_{ave} = I_{tröskel} \cdot \pi r^2 = 25 \text{ W/m}^2 \cdot \pi (0,75 \cdot 10^{-3})^2 = 44 \mu\text{W}$$

b) För medelvärdet av intensiteten över en period för harmoniska EM-vågor får man

$$I_{ave} = S_{ave} = \frac{E_{ave}^2}{c\mu_0} \Rightarrow E_{ave} = \sqrt{c\mu_0 I_{ave}} \Rightarrow E_{ave} = 97 \text{ V/m}$$

T ex kan B räknas ut med $B_{ave} = \frac{E_{ave}}{c} = 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

c) $W = P \cdot t = 11 \mu\text{J}$

Svar: a) $P_{ave} = 44 \mu\text{W}$. b) $E_{ave} = \sqrt{c\mu_0 I_{ave}} \Rightarrow E_{ave} = 97 \text{ V/m}$ $B_{ave} = \frac{E_{ave}}{c} = 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

c) $W = 11 \mu\text{J}$.

A5. För Brewstervinkeln fås

$$\tan \alpha_{\text{Brewster}} = \frac{n_{\text{vätska}}}{n_{\text{luft}}} \Rightarrow n_{\text{vätska}} = n_{\text{luft}} \cdot \tan \alpha_{\text{Brewster}} \approx 1 \cdot \tan 53^\circ \approx 1,33$$

Vilket skulle kunna vara vatten.

Svar: $n_{\text{vätska}} \approx 1,33$.

B1. Om man ritar upp $V(x)$ ser man att E_{max} finns mellan $x = 300$ m och 400 m, där största ändringen dV/dx finns. Eftersom E alltid är riktad åt avtagande potential, är E riktad i positiv x -riktning.

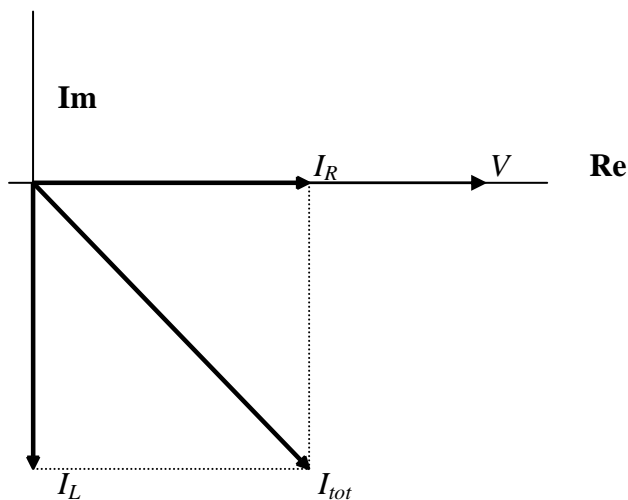
b) Man får $(120-60)\text{kV}/(400-300)\text{m} = 0,6 \text{ kV/m} = 600 \text{ V/m}$

Svar a) Mellan 300 och 400 m, riktad åt positiva x . b) ca 600 V/m .

B2. a) Storlekarna på strömmarna blir

genom R : $I_R = 0,48 \text{ A}$, genom L : $I_L = 0,49 \text{ A}$

b) Om V sätts som riktfas ligger $I_R = 0,48 \text{ A}$ parallellt med V längs reella axeln och $I_L = 0,49 \text{ A}$ längs negativa imaginära axeln, dvs de är vinkelräta. $I_{\text{tot}} = 0,69 \text{ A}$, t ex direkt med Pythagoras sats eller komplext uttryck på I_{tot} .



B3. Laddningen innanför cylindern med radien $r = 1$ cm verkar i punkten på avståndet 2 dm.

Laddning finns mellan $r_1 = 0,5$ cm och $r_2 = 1,0$ cm.

Beräkning av laddningen innanför r : $Q = \pi(r_2^2 - r_1^2)L \cdot \rho$ (1)

Flödet från genom en cylinderyta med radien r och godtycklig längd L är $\int E dA = E2\pi rL$ (2)

(1) och (2) ger Gauss lag

$$E2\pi rL = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{\pi(r_2^2 - r_1^2)L \cdot \rho}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{(r_2^2 - r_1^2)L \cdot \rho}{2r\epsilon_0}$$

För radien 2 dm: $E = \frac{(r_2^2 - r_1^2)L \cdot \rho}{2r\epsilon_0} = 106 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ riktad radiellt utåt

Svar: $E = 106 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ riktad radiellt utåt. Obs K ska inte vara med utanför dielektrikat (slangen)!

B4. Vid resonans gäller för resonanskretsen $\omega_0 = 2\pi \cdot f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ och allmänt för EM-vågen

$$c = \lambda \cdot f_0 \Rightarrow \lambda = c \cdot 2\pi\sqrt{LC} = 0,33 \text{ m}$$

Svar: Våglängden var $0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$.

B5. 7. a) AR-skiktets tjocklek fås ur

$$t = \frac{\lambda}{4n_{MgF_2}}(2m + 1), \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

då $m = 0$ fås minsta tjocklek som ger min i reflekterat ljus

$$t = \frac{550 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 1,38} = 99,6 \text{ nm} \approx 0,1 \mu\text{m} \text{ för mitten i synliga området.}$$

Villkor: Vid reflexion i gränssytor där brytningsindexet för glas är högre än för den tunna filmen så är det en fasförändring på π ($\lambda/2$ i längd) vid reflektion film/luft och vid glas/film gränssytan. Det blir därför ingen sammanlagd skillnad i faserna vid interferensen för vågorna efter reflektionen. Därför är

$$\text{i det här fallet villkoret för destruktiv interferens } 2t = \left(m + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{\lambda}{n_{MgF_2}}.$$

$m = 0$ ger den tunnaste tjockleken.

b) Intensiteten efter båda linserna blir: $I_{\text{efter}} = I_{\text{före}} \cdot 0,96 \cdot 0,99 \approx 0,95 \cdot I_{\text{före}}$

Svar: a) $0,1 \mu\text{m}$. b) $I_{\text{efter}} \approx 0,95 \cdot I_{\text{före}}$, dvs 95 % är kvar efter linssystemet.