

## Lösningförslag till tentamen i 5A1225/SK1111 elektricitets- och vågrörelselära 090827

### Reviderad version 2

**1/A1.** Totala kraften på  $q_2$  kan tecknas  $F_2 = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2} \hat{r} + q_2 \cdot E_{32} = 3,17 (5; -2; 5) + (4; 10; 2) \text{N} =$

$(19,85; 3,66; 17,85) \text{N}$ , storleken är  $F_2 = \|(19,85; 3,66; 17,85)\| = 27 \text{N}$

**Svar:**  $F_2 = (19,8; 3,7; 17,9) \text{N}$ , med storleken 27 N

**2/A2.** Kirchhoffs lag I och II ger:

Strömmen genom  $R_1$ ,  $I_1 = 36 \text{ mA}$ , riktad åt höger genom  $R_1$

Strömmen genom  $R_2$ ,  $I_2 = 24 \text{ mA}$ , riktad nedåt genom  $R_2$

Strömmen genom  $R_3$ ,  $I_3 = 12 \text{ mA}$ , riktad nedåt genom  $R_3$ .

Utvecklad effekt blir:

$$P = RI^2 \Rightarrow P_1 = R_1 I_1^2 = 0,26 \text{ W}$$

$$P_2 = R_2 I_2^2 = 0,20 \text{ W}$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 = 0,10 \text{ W}$$

**Svar:** Strömmar och effekter enligt ovan.

**3/A3.** a)  $E = 0$  för  $r = 5 \text{ cm}$ , inga laddningar finns inuti en metallsfär.

b) Gauss sats ger  $E = \frac{\sigma \cdot a^2}{\epsilon_0 \cdot r^2}$  utanför sfären, vilket blir  $E = 0,98 \text{ MV/m}$  riktad radiellt utåt för  $r = 20 \text{ cm}$ .

**Svar:** a)  $E = 0$  inuti sfären,  $E = 0$  för  $r = 5 \text{ cm}$ , b)  $E = 0,98 \text{ MV/m}$  riktad radiellt utåt för  $r = 20 \text{ cm}$ .

**4/A4.** Följande fås från definitionen av  $I$ :

$$I = P / A \Rightarrow P = A \cdot I = 2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 3,2 \cdot 10^{-6} = 6,72 \text{ nW}$$

**Svar:**  $P = 6,7 \text{ nW}$ .

**5/A5.** Rayleighvillkoret ger för små vinklar

$\phi \approx x/350000 = (1,22 \cdot \lambda)/4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow x \approx 70 \text{ m}$ , vilket är upplösningssgränsen enligt Rayleighvillkoret.  $70 \text{ m} < 100 \text{ m} \Rightarrow$  Det borde gå att se två separata ljuspunkter.

**Svar:** Han kan i princip uppfatta lasrarna som två separata ljuskällor.

**6/B1.** a) Spänningsdelning över  $R$  ger  $V_{out} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} V_{in} = 7,8 \text{ V}$

b)  $\lim \omega \rightarrow 0$  resp  $\lim \omega \rightarrow \infty \Rightarrow$  filtret är ett högpasfilter, dvs  $V_{out} \rightarrow V_{in}$ , när  $\omega \rightarrow \infty$  och  $V_{out} \rightarrow 0$ , när  $\omega \rightarrow 0$

**Svar:** a)  $V_{out} = 7,8 \text{ V}$ , b) Högpasfilter.

**7/B2.** Vid  $Q/Q_0 = 0,63$  är  $t = \tau = RC =$  tidskonstanten för kretsen

$$\Rightarrow R = \frac{\tau}{C} = (\text{efter avläsning i diagrammet av } \tau) = \frac{3}{150 \cdot 10^{-6}} \approx 20 \text{ k}\Omega$$

**Svar:**  $R \approx 20 \text{ k}\Omega$

**8/B3.** Induktionslagen ger

$$|\mathcal{E}|_{\max} = \left| N \frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| NA \frac{dB}{dt} \right| = NA \omega B_0 = 0,47 \text{ V}, \text{ där } B = B_0 \sin(\omega t + \phi)$$

**Svar:** Maximalt alstras 0,47 V.

**9/B4.** a)  $C$  för en plattkondensator är  $C = \epsilon_0 \frac{A}{d} = \epsilon_0 \frac{A}{V/E} = 29,5 \text{ pF} \approx 30 \text{ pF}$

Relationen mellan  $V$ ,  $E$  och  $d$  ger  $d: d = V/E$

b) Utandningsluften har hög luftfuktighet vilket medför att luften leder bättre (kopplingen mellan luftmolekylerna är högre)

**10/B5.** a) Vägskillnadsvillkoret ger:  $2d + \Delta(\text{reflexione } r) = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda_{skikt}$  för min,

där  $\lambda_{skikt} = \frac{\lambda_{vacuum}}{n_{skikt}}$ ,  $\Delta(\text{reflexione } r) = \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} = 0$ ,  $m = 0$

$d = \frac{\lambda_{vacuum}}{4n_{skikt}} = 0,11 \text{ }\mu\text{m}$ , b) Om  $R_1 = R_2$  förenklas fås  $n_1 = \sqrt{n_2}$

Bästa  $n_1$  fås ur  $n_1 = \sqrt{1,6} = 1,26$ . Jämfört med 1,26 är alltså 1,4 något för stort. Ett AR-skikt med  $n$  närmare 1,26 skulle fungera bättre.

**Svar:**  $n_1 = \sqrt{1,6} = 1,26$  skulle ge bättre funktion hos skiktet.