

1. Varaus Q on tasaisesti jakautunut R -säteisen pallon pinnalle. Pallon ulkopuolella on sellainen varaustiheys $\rho = f(r)$, että sähkökentän voimakkuus on itseisarvoltaan vakio. Laske $f(r)$.

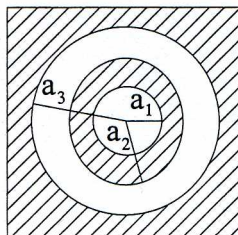
(Vihje: pallokoordinaatistossa $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr}(r^2 E)$, kun $\vec{E} = E \vec{u}_r$.)

2. Laske piin suhteellinen permittiivisyys K kulmataajuudella $\omega = 3,8 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ (vastaa valon aallonpituutta 500 nm) käyttäen harmonisen oskillaattorin mallia. Siinä piin atomit oletetaan dipoleiksi, joiden varaukset ovat $+e$ ja $-e$. Piin tiheys on $2,3 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ja moolin massa on 28,1 g.

3. Sähkömagneettinen säteily, jonka kulmataajuus on ω , osuu kohtisuoraan kuparipintaan, jonka johtavuus $\sigma \gg \varepsilon\omega$. Osoita lähtien Maxwellin yhtälöistä, että kentänvoimakkuus johteen sisällä voidaan lausua yhtälöllä $\vec{E}(x,t) = \vec{E}_0 e^{-\alpha x} \sin(kx - \omega t)$ ja määritä α .

Vihje: $\nabla \times \vec{B} = \mu \vec{j} + \mu \varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$, missä $\vec{j} = \sigma \vec{E}$

4. Kuvan mukaista levyä, jonka viivoitettu osa on läpinäkymätöntä, valaistaan kohtisuorasti valolla, jonka aallonpituus on 400 nm ja intensiteetti I_0 . Ympyröiden säteet ovat $a_1 = 1,0 \text{ mm}$, $a_2 = \sqrt{2} a_1$ ja $a_3 = \sqrt{3} a_1$. Laske, kuinka suuri on valon intensiteetti levyn akselilla 2,5 m:n päässä levystä levyn takana.



Vakioita: $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$, $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
 $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} / \text{mol}$

Nimi, opiskelijanumero, tutkinto-ohjelma, kurssikoodi sekä kokeen päivämäärä jokaiseen koepaperiin.