"Elementi di Fisica" per Ingegneria dell'Energia prima Squadra (M. Margoni)
Compitino 5/2/11

COGNOME...NOME...............................MATRICOLA..................

Riportare lo svolgimento e i risultati delle domande di seguito al testo dei problemi. Non verranno corretti i fogli di brutta copia.

Problema 1

Tre condensatori piani, di superficie $S=10\ cm^2$ e distanza tra le armature $h=1$ cm, sono collegati in parallelo ad un generatore di f.e.m. costante $V=10$ V, come in figura. Il primo condensatore e` vuoto, il secondo e` completamente riempito di dielettrico di costante dielettrica relativa $k=2$, e il terzo ne e` riempito per meta`.

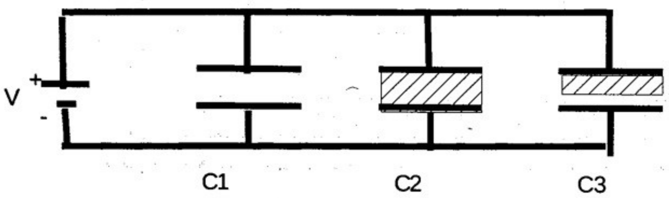
Determinare:

a) Il campo elettrico nei tre condensatori, considerando le due diverse regioni del terzo condensatore;

b) La carica sulle armature dei tre condensatori;

c) Teoria: Il vettore polarizzazione del dielettrico nel terzo condensatore in modulo, direzione e verso;

d) Ad un certo istante si disinserisce il generatore. Determinare il lavoro necessario per estrarre il dielettrico dai condensatori (dopo che il generatore e` stato disinserito).



a) $E_1 = V/h = E_2 = 1000\ V/m$

$$E_3^V \frac{h}{2} + \frac{E_3^V}{k}\frac{h}{2} = V$$

$$E_3^V \frac{h}{2}\left(1+\frac{1}{k}\right) = V \Rightarrow E_3^V = \frac{2Vk}{h(k+1)} = 1333.3\ V/m$$

$$E_3^D = \frac{E_3^V}{k} = \frac{2V}{h(k+1)} = 666.7\ V/m$$

b) $C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{h} = 8.85 \cdot 10^{-13}\,F$; $C_2 = \frac{k \varepsilon_0 S}{h} = 1.77 \cdot 10^{-12}\,F$

$$\frac{1}{C_3} = \frac{h}{2\varepsilon_0 S} + \frac{h}{2k\varepsilon_0 S} = \frac{h(k+1)}{2k\varepsilon_0 S}$$

$$C_3 = \frac{2k\varepsilon_0 S}{h(k+1)} = 1.18 \cdot 10^{-12}\,F$$

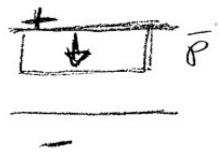
$$q_1 = VC_1 = 8.85 \cdot 10^{-12}\,C$$

$$q_2 = VC_2 = 17.7 \cdot 10^{-12}\,C$$

$$q_3 = VC_3 = 11.8 \cdot 10^{-12}\,C$$

c) $|\bar{P}| = \varepsilon_0 (k-1) E_k = \varepsilon_0 \frac{(k-1)\,2V}{h(k+1)} = 5.9 \cdot 10^{-9}\,C/m^2$

orientato da armatura + a −



d) $U_i = \frac{1}{2} Q_{TOT} V = 1.92 \cdot 10^{-10}\,J$

$$C'_{eq} = 3C_1 = 2.65 \cdot 10^{-12}\,F$$

$$C'_{eq} V' = Q \Rightarrow V' = \frac{Q_{T.T}}{C'_{eq}} = 14.4\,V$$

$$U_f = \frac{1}{2} C'_{eq} V'^2 = 2.77 \cdot 10^{-10}\,J$$

$$W = U_f - U_i = 8.48 \cdot 10^{-11}\,J$$

Problema 2

Un fascio di luce polarizzata rettilineamente, di potenza Wi=5 W e sezione Si=5 cm^2, si propaga in aria e incide con un angolo di incidenza θi=55° su un mezzo trasparente di indice di rifrazione n. Si osserva che l'angolo di polarizzazione della luce riflessa e` βr=90° e che la sua potenza e` Wr=0.5 W.

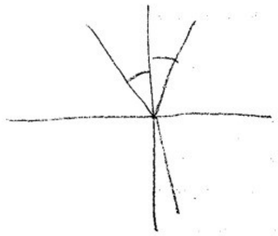
Determinare:

a) L'indice di rifrazione n del mezzo;

b) L'angolo di polarizzazione βi della luce incidente;

c) L'intensita` della luce trasmessa;

d) Teoria: Il valore del coefficiente di trasmissione T utilizzando l'angolo di polarizzazione della luce incidente.



a) $\beta_r = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \theta_i = \theta_{Brewster} = \mathrm{arctg}\, n$

$\Rightarrow n = \mathrm{tg}\, \theta_i = 1.43$

b) $W_r = W_r^{\sigma} = R_\sigma W_i^{\sigma} \Rightarrow W_i^{\sigma} = \frac{W_r}{R_\sigma}$

$R_\sigma = r_\sigma^2 = \cos^2 2\theta_i = 0.117$

$\Rightarrow W_i^{\sigma} = \frac{W_r}{R_\sigma} = 4.27\ W$

$W_i^{\sigma} = W_i \sin^2\beta_i \Rightarrow \sin^2\beta_i = \frac{W_i^{\sigma}}{W_i} = 0.855$

$\beta_i = 67.59°$

c) $I_t = \frac{W_t}{S_t}$; $W_t = W_i - W_r = 4.5\,W$

$S_t = S_i \frac{\cos\theta_t}{\cos\theta_i}$; $\sin\theta_i = n\sin\theta_t$

$\Rightarrow \theta_t = \arcsin\frac{\sin\theta_i}{n} = 34.95^\circ$

$S_t = 7.15\,cm^2$

$I_t = 6293.7\,W/m^2$

d) $T = \frac{W_t}{W_i} = T_\pi \frac{W_i^\pi}{W_i} + T_\sigma \frac{W_i^\sigma}{W_i} = T_\pi \cos^2\beta_i + T_\sigma \sin^2\beta_i$

$T_\pi = 1 - R_\pi = 1$

$T_\sigma = 1 - R_\sigma = 0.883$ $\Rightarrow T = 0.9$

Oppure $\beta_i = \pi/2$ polarizzato in σ

a) $W_r = W_r^\sigma = R_\sigma W_{i\sigma} = R_\sigma W_i$

$R_\sigma = r_\sigma^2 = 0.1$

$r_\sigma = \frac{\cos\theta_i - n\sin\theta_t}{\cos\theta_i + n\sin\theta_t} = \frac{\cos\theta_i - \sqrt{n^2-\sin^2\theta_i}}{\cos\theta_i + \sqrt{n^2-\sin^2\theta_i}}$

$\sqrt{n^2-\sin^2\theta_i} = \cos\theta_i \frac{1-r_\sigma}{1+r_\sigma}$

$n^2 = \sin^2\theta_i + \cos^2\theta_i \left(\frac{1-r_\sigma}{1+r_\sigma}\right)^2 =$ 0.576 / $\boxed{1.924}$ $(r_\sigma < 0)$

$n = 1.3748$; b) $\beta_i = 90^\circ$; c) $I_t = 6428.6\,W/m^2$

d) $T = 0.9$

Problema 3

Una lamina trasparente immersa nell'aria, di spessore d=1 μm e indice di rifrazione n=1.5, viene illuminata perpendicolarmente con luce avente, nel vuoto, una lunghezza d'onda λ. Si osserva che si e` in presenza di un minimo di interferenza di ordine m. Illuminando con la stessa radiazione una lamina di spessore d+Δd, con Δd=100 nm si e` in presenza di un massimo di interferenza. Sapendo che non ci sono altri massimi o minimi di interferenza per lamine di spessore compreso tra d e d+Δd, determinare:

a) La lunghezza d'onda λ;

b) L'ordine m del minimo di interferenza.

a) Sfasamento $\delta = \frac{2\pi n 2\Delta d}{\lambda} = \pi$

$\Rightarrow \lambda = 4n\Delta d = 600\ nm$

b) minimi $d = \frac{m\lambda}{2n} \Rightarrow m = \frac{2nd}{\lambda} = 5$