UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTA' DI INGEGNERIA

I[a] prova scritta di accertamento del Corso di Fisica II per Ing. delle Telecomunicazioni e dell'Automazione. A.A.2003-2004 Padova, 25 Giugno 2004

COGNOME................................. NOME....................... Matr.....................

Problema 1

Un condensatore piano C_1 ed uno sferico C_2 sono collegati in parallelo come in figura. La superficie delle armature piane e' $\Sigma_1 = 400\ cm^2$ e la distanza tra loro e' $d = 1,5$ cm. I raggi delle due armature sferiche sono rispettivamente $r_1 = 0,1$ m a $r_2 = 0,3$ m. I due condensatori vengono caricati con una carica totale $q_{tot} = 8\ 10^{-8}$ C. Determinare:

a) la capacita' equivalente del sistema e la d.d.p. tra le armature:

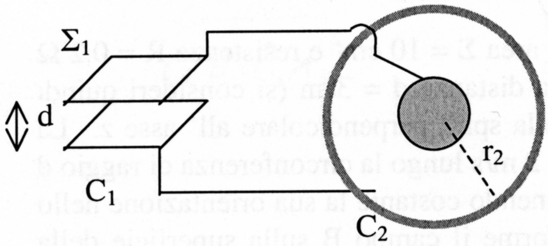
$C =$ ...., $\Delta V =$ ....

b) il campo elettrico tra le armature del condensatore sferico alla distanza $r_0 = 0,2$ m dal suo centro: $E_2(r_0) =$ ....

Tra le aramature del condensatore piano viene inserito un dielettrico di costante dielettrica relativa k = 2. Determinare:

c) il campo elettrico tra le armature del condensatore piano, la densita' di polarizzaaione del dielettrico e la densita' di carica di polarizzazione che compare sulla sua superficie:

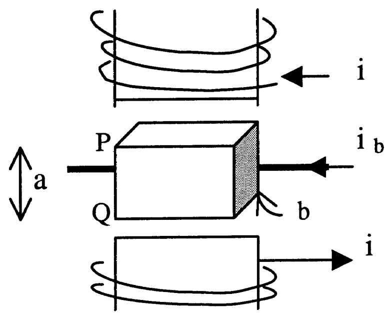
$E_1 =$ ...., $P =$..............., $\sigma =$ ....



Problema 2

Un blocchetto di rame di sezione rettangolare, di altezza a = 1 cm e spessore
b= 1 mm (vedi figura) e' posto nel traferro di un ferromagnerte costituito da un solenoide indefinito con n = 600 spire/metro con un nucleo di ferro avente permeabilita' magetica k_m = 2000. Si consideri il campo magnetico nel volume del traferro uguale al campo B nel nucleo di ferro. La corrente i_b = 10 A percorre il blocchetto, e si osserva tra i punti P e Q di esso una f.e.m. di Hall $\mathcal{E}_H$ = 0, 88 μV. Sapendo che il numero di portatori di carica per unita' di volume nel rame e' n_e = 8,5 10^{28} elettroni/m^3, determinare:

a) la velocita' di deriva degli elettroni nel rame: v_d = ...
b) la corrente che circola nel solenoide (si ricordi che la permeabilita' magnetica nel vuoto vale $\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ H/m): i = ...
c) la densita' di magnetizzazione del ferro: M = ...



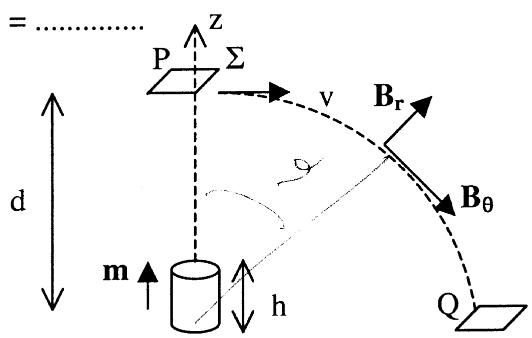
Problema 3:

Un dipolo magnetico e' costituito da un cilindretto di ferro di sezione Σ = 10 cm^2 e altezza
h = 10 cm, magnetizzato con densita' di magnetizzazione M = 2 10^5 A/m. Esso genera un campo magnetico di dipolo a distanza r >> h (vedi figura):

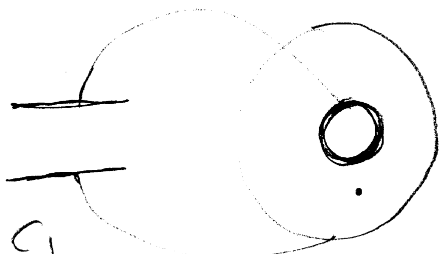
$$\vec{B} = \vec{B}_r + \vec{B}_\theta = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3}(2\cos\vartheta\,\vec{u}_r + \sin\vartheta\,\vec{u}_\theta)$$

dove m e' il momento di dipolo. Una spira di area Σ = 10 cm^2 e resistenza R = 0,2 Ω e' posta nel punto P sull' asse z del dipolo a distanza d = 3 m (si consideri quindi valida l' assunzione d >> h), con il piano della spira perpendicolare all' asse z. La spira viene spostata con velocita' costante v = 2 m/s lungo la circonferenza di raggio d fino a raggiungere il punto Q di figura, mantenendo costante la sua orientazione nello spazio. Calcolare (approssimando come uniforme il campo B sulla superficie della spira):

a) il momento di dipolo magnetico del cilindretto ed il flusso del campo magnetico concatenato con la spira nel punto P: m = ... , Φ_P = ...
b) il valor medio della corrente che circola nella spira nel tempo di spostamento della spira da P a Q: < i > = ...



$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \Sigma_1}{d} = 2.36 \cdot 10^{-11} F$$ 1



$$C_2 = 4\pi\varepsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1} = 1.67 \cdot 10^{-11} F$$

a)

$$C_{eq} = C_1 + C_2 = 4.03 \cdot 10^{-11} F$$

$$C_{eq} = \frac{q_{TOT}}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = \frac{q_{TOT}}{C_{eq}} = 1985 \ V$$

b)

$$q_2 = C_2 \Delta V = 3.3 \cdot 10^{-8} C$$

$$\phi(E) = 4\pi r_0^2 E(r_0) = \frac{q_2}{\varepsilon_0}$$

$$E(r_0) = \frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_0^2} = 7452 \ V/m$$

c) $k = 2$

$$C_1' = k C_1 = 4.72 \cdot 10^{-11} F \Rightarrow C'_{eq} = 6.39 \cdot 10^{-11} F$$

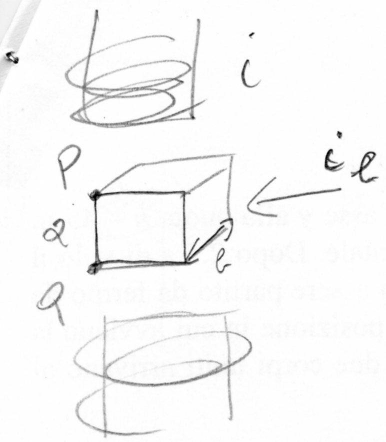
$$\Delta V' = \frac{q_{TOT}}{C'_{eq}} = 1252 \ V \quad ; \quad E_1 = \frac{\Delta V'}{d} = 83467 \ V/m$$

$$P = \varepsilon_0 (K-1) E_1 = 7.4 \cdot 10^{-7} \ C/m^2$$

$$\sigma_0 = \varepsilon_0 E_0 = \varepsilon_0 \frac{\Delta V}{d} = 1.17 \cdot 10^{-6} C/m^2$$

$$E_1 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} - \frac{\sigma_p}{\varepsilon_0} \Rightarrow \quad \sigma_0 - \sigma_p = E_1 \varepsilon_0$$

$$\sigma_p = \sigma_0 - E_1 \varepsilon_0 = 4.32 \cdot 10^{-7} C/m^2$$



$a = .01\ m$

$b = .001\ m$

$n = 800$ spire/m

$K_m = 2000$

$i_b = 10\ A$

a)

$\Sigma = ab = 10^{-5}\ m^2 ;\ j = n_e e v_d = \dfrac{i_b}{ab}$

$v_d = \dfrac{i_b}{a b n_e e} = 7.35 \cdot 10^{-5}\ m/s$

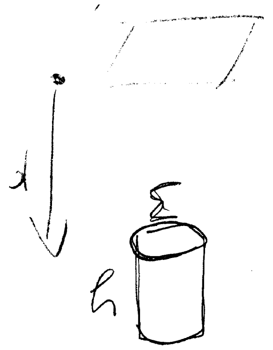
b) $\mathcal{E}_H = \dfrac{i_b B}{n_e e b} \Rightarrow B = \dfrac{n_e e b \mathcal{E}_H}{i_b} = 12\ T$

$\cancel{1.2T}$

$B = \mu_0 n i K_m \Rightarrow i = \dfrac{B}{\mu_0 n K_m} = 7.9\ A \to .79$

c) $M = (K_m - 1) H ;\ H = \dfrac{B}{\mu_0 \cancel{K_m}} \Rightarrow M = \dfrac{(K_m - 1) B}{\mu_0 \cancel{K_m}}$

$\Rightarrow M = 1.90 \cdot 10^{9}\ A/m$



$\Sigma = 10\,cm^2$

$h = 10\,cm$

$M = 2 \cdot 10^5\,A/m$

$\dot{q}$

$R = .2\,\Omega$ ③

$d = 3\,m$

$v = 2\,m/s$

a)

$m = M\,Vol = M \Sigma h = \mathbf{20}\,A\,m^2$

$$B_r(P) = \frac{\mu_0 m}{4\pi d^3}(2) = 1.49 \cdot 10^{-7}\,T$$

$$\phi_P = B_r(P)\Sigma = 1.49 \cdot 10^{-10}\,Wb$$

b) $S = \frac{\pi}{2} d = 4.71\,m$

$$t = \frac{S}{v} = 2.36\,s$$

$$q = \frac{\Delta\phi}{R} \qquad \phi_1 = \phi_P$$

$$\phi_Q = \frac{\mu_0 m \Sigma}{4\pi d^3} = 7.4 \cdot 10^{-11}\,Wb = \frac{\phi(P)}{2}$$

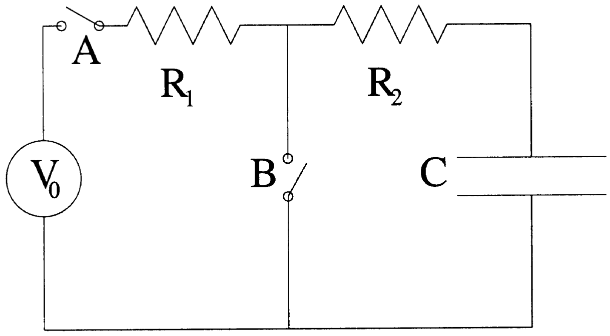
$q = 3.73 \cdot 10^{-10}\,C$

$$\Rightarrow \langle i \rangle = \frac{q}{t} = 1.58 \cdot 10^{-10}\,A$$

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

Problema 1

Un condensatore, di capacità $C = 1.5\text{nF}$, è connesso ad un generatore di tensione costante $V_0 = 450\text{V}$ tramite due resistori in serie, con resistenza $R_1 = 2.7\text{M}\Omega$ e $R_2 = 680\text{K}\Omega$, come mostrato in figura. Inizialmente il condensatore è scarico ed entrambi gli interruttori sono aperti.



Ad un certo istante l'interruttore A viene chiuso e si attende che il condensatore sia completamente carico.

- Determinare il lavoro W_{gen} compiuto dal generatore, l'energia U_C contenuta nel condensatore, l'energia U_d dissipata in totale e l'energia U_1 dissipata nel resistore 1 .

Successivamente l'interruttore B viene chiuso, in modo da scaricare il condensatore attraverso il solo resistore 2 , fino a che la tensione non si riduce a $V_1 = 0.03V_0$, e poi riaperto fino a che la tensione non diventa $V_2 = 0.92V_0$; il processo viene quindi ripetuto piú volte in modo uguale tra le stesse tensioni V_1 e V_2 .

- Determinare i tempi $t_1(V_1 \to V_2)$ e $t_2(V_2 \to V_1)$ impiegati in ciascun processo di carica e scarica.

Lavoro fatto dal generatore ed energia elettrostatica:

$$W_{gen} = qV_0 = CV_0^2 = 304\mu\text{J} \ ; \ U_C = \frac{1}{2}CV_0^2 = 152\mu\text{J}$$

Energia dissipata:

$$U_d = W_{gen} - U_C = \frac{1}{2}CV_0^2 = 152\mu\text{J} \ ; \ U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2}U_d = 121\mu\text{J}$$

Costanti di tempo per carica e scarica:

$$\tau_1 = (R_1 + R_2)C = 5.07\text{ms} \ ; \ \tau_2 = R_2C = 1.02\text{ms}$$

tempo di carica e scarica:

$$V_0 - V_2 = (V_0 - V_1)e^{-\frac{t_1}{\tau_1}} \ \Rightarrow \ t_1(V_1 \to V_2) = \tau_1 \ln\frac{V_0 - V_1}{V_0 - V_2} = 12.65\text{ms}$$

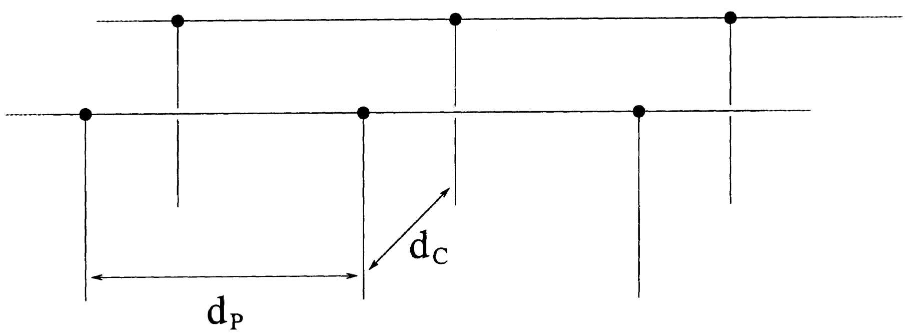
$$V_1 = V_2 e^{-\frac{t_2}{\tau_2}} \ \Rightarrow \ t_2(V_2 \to V_1) = \tau_2 \ln\frac{V_2}{V_1} = 3.49\text{ms}$$

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

Problema 2

Un impianto industriale assorbe una potenza $W_E = 35\text{MW}$ prodotta da una centrale che si trova ad una distanza $L = 12\text{km}$; l'energia viene trasportata mediante 2 cavi in alluminio (di resistività $\rho = 2.65 * 10^{-8}\Omega\text{m}$) a sezione circolare con raggio $r = 2\text{cm}$. La potenza dissipata per effetto Joule non deve superare complessivamente, nei 2 cavi, il valore massimo $W_D = 30\text{kW}$.

- Qual è la minima differenza di potenziale V_{min} che deve essere utilizzata ?
- Se viene utilizzata una differenza di potenziale $V_E = 200\text{kV}$, e i pali della linea si trovano ad una distanza $d_P = 150\text{m}$ tra loro, mentre la distanza tra i cavi è $d_C = 2.5\text{m}$, qual è la forza magnetica che agisce su ciascun tratto di cavo ?



Resistenza di ciascun cavo:

$$R = \rho\frac{L}{S} = \frac{\rho L}{\pi r^2} = 0.253\Omega$$

Potenza dissipata, corrente massima e tensione minima:

$$W_d = 2Ri_{max}^2 \quad \Rightarrow \quad i_{\max} = \sqrt{\frac{W_d}{2R}} = 243\text{A} \quad \Rightarrow \quad V_{min} = \frac{W_E}{i_{max}} = 144\text{kV}$$

Corrente e campo magnetico:

$$i_E = \frac{W_E}{V_E} = 175\text{A} \quad \Rightarrow \quad B = \frac{\mu_0 i_E}{2\pi d_C} = 1.4 \cdot 10^{-5}\text{T}$$

Forza:

$$F = B d_p i_E = 0.367\text{N}$$

SCRIVERE LA SOLUZIONE SOLO SU QUESTI FOGLI

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

Problema 3

Una bobina, composta da $N_B = 125$ spire di superficie $S = 6\mathrm{cm}^2$ e resistenza complessiva $R = 300\Omega$, ruota intorno ad un asse complanare ad essa ed ortogonale ad un campo magnetico uniforme $B = 1.7\mathrm{T}$; la velocitá angolare è mantenuta costante da un motore di potenza $P = 2\mathrm{W}$.

- Determinare la carica q (in modulo) che circola nella bobina in ogni mezzo giro.
- Determinare la f.e.m. massima $\mathcal{E}_0$ nella bobina e la velocità di rotazione ω .

Flusso e carica:

$$\Phi = \Phi_0 \cos\omega t = N_B BS \cos\omega t \qquad \Rightarrow \qquad \Phi_0 = N_B BS = 0.1275\mathrm{Wb}$$

$$q = 2\frac{\Phi_0}{R} = 2\frac{N_B BS}{R} = 0.85\mathrm{mC}$$

Potenza media e f.e.m. massima:

$$P = \frac{1}{2}\frac{\mathcal{E}_0^2}{R} \qquad \Rightarrow \qquad \mathcal{E}_0 = \sqrt{2PR} = 34.64\mathrm{V}$$

f.e.m. indotta e velocità angolare:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega\Phi_0 \,\mathrm{sen}\,\omega t = \mathcal{E}_0 \,\mathrm{sen}\,\omega t \qquad \Rightarrow \qquad \mathcal{E}_0 = \omega\Phi_0 = \omega N_B BS = 35.7\mathrm{V}$$

$$\Rightarrow \qquad \omega = \frac{\mathcal{E}_0}{N_B BS} = 271.7\mathrm{s}^{-1}$$

I prova di accertamento di Fisica II per Ingegneria delle Telecomunicazioni e dell'Automazione. A.A.2003-2004 Padova, 29 Maggio 2004

Cognome:………………….................... Nome:……………………......... Matr.:…………

Problema 1.

Una distribuzione lineare di carica positiva con densita' uniforme $\lambda = 6{,}28\ 10^{-8}$ C/m e' disposta parallelamente ad un piano, caricato anch'esso positivamente, con una densita' suprficiale $\sigma = 10^{-8}$ C/m^2, alla distanza d = 5 m da esso (vedi figura).

Determinare (si ricordi che ε_0=8,85 10^{-12} C^2/Nm^2) :

a) il campo elettrico E(x) lungo l' asse x perpendicolare al piano e passante per la distribuzione lineare di carica e la distanza x_0 da O del punto P_0 in cui il campo e' nullo (si ponga l'origine O dell'asse sulla distribuzione di carica): E(x)=..........

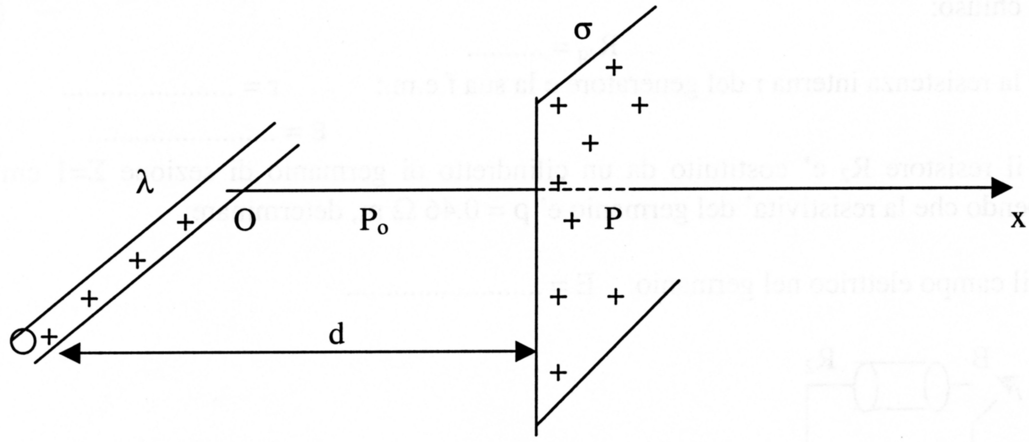
x_0 = ...

b) la differenza di potenziale $\Delta V = V(P) - V(P_0)$ tra P_0 e il punto P di intersezione dell' asse con il piano:

ΔV = ...

Una carica negativa q_0= -10^{-7} C di massa m = 10^{-2} kg, inizialmente posta in P_0, viene messa in moto lungo l'asse x in direzione del piano, con velocita' iniziale trascurabile. Determinare:

c) la velocita' con cui la carica q_0 colpisce il piano: v = ...



Problema 2

Un condensatore cilindrico C_1 ed un condensatore piano C_2 sono collegati in parallelo tra loro; un generatore mantiene tra le armature una d.d.p. V, come mostrato in figura. La lunghezza del condensatore cilindrico e' d=0,4 m ed i raggi delle sue armature interna ed esterna sono R_1= 1cm e R_2=3 cm rispettivamente. Le armature del condensatore piano hanno superficie Σ=2 dm^2 e sono distanti h = 1 cm. La carica sulle armature del condensatore cilindrico e' $Q_1 = 10^{-9}$ C. Determinare:

a) La carica Q_2 sul condensatore piano e la capacita' equivalente del sistema:

Q_2 =.................

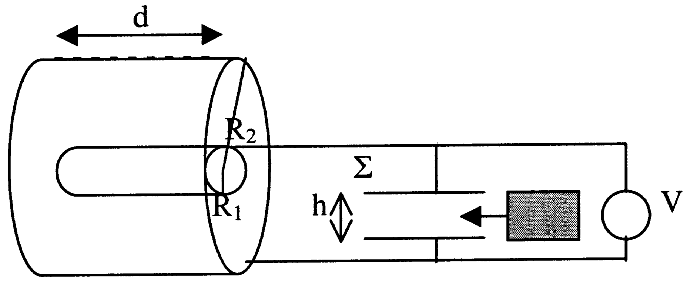
C_{eq} = ...

Tra le armature del condensatore piano viene inserito un dielettrico di costante dielettrica relativa k =2,2. Calcolare:

b) la variazione dell' energia elettrostatica immagazzinata nel sistema ed il lavoro compiuto dal generatore durante l'inserimento del dielettrico:

ΔU_{el} = ...

W_{gen} = ...



Problema 3:

Nel circuito di figura i due resistori collegati in parallelo tramite un interruttore hanno resistenze R_1=40 Ω e R_2=60 Ω. L' amperometro A misura una corrente i_1 = 100 mA quando l' interruttore in B e' aperto. Con l' interruttore chiuso, l' amperometro misura la corrente i_2 = 150 mA. Determinare:

a) il valore della resistenza equivalente tra i punti B e C quando l' interruttore e' chiuso:

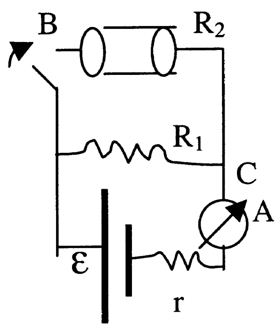
R_{eq} = ...

b) la resistenza interna r del generatore e la sua f.e.m.: r = ...

ε = ...

Se il resistore R_2 e' costituito da un cilindretto di germanio di sezione Σ=1 cm^2, sapendo che la resistivita' del germanio e' ρ = 0.46 Ω m, determinare:

c) il campo elettrico nel germanio: E = ...



③

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 24\,\Omega$$

2) $(R_1 + r)\, i_1 = (r + R_{eq})\, i_2 = \mathcal{E}$

$$r(i_1 - i_2) = R_{eq}\, i_2 - R_1 i_1$$

$$r = \frac{R_1 i_1 - R_{eq} i_2}{i_2 - i_1} = 8\,\Omega$$

$$\mathcal{E} = 4.8\,V$$

3) $V_{BC} = \mathcal{E} - r\, i_2 = 3.6\,V$

$$I_g = \frac{V_{BC}}{R_2} = 60\,mA$$

$$j = \frac{I_g}{\Sigma} = 600\,A/m^2$$

$$E = \rho j = 276\,V/m$$

(2)

) $C_1 = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln(R_2/R_1)} d = 2.02 \cdot 10^{-11} F$

$C_2 = \frac{\varepsilon_0 \Sigma}{h} = 1.77 \cdot 10^{-11} F$

$V = \frac{q_1}{C_1} = 49.5 V$

$V = \frac{q_2}{C_2} \Rightarrow q_2 = q_1 \frac{C_2}{C_1} = 8.76 \cdot 10^{-10} C$

$C_{eq} = C_1 + C_2 = 3.79 \cdot 10^{-11} F$

2) $C_2' = C_2 k$

$C_{eq}' = C_1 + C_2' = 5.91 \cdot 10^{-11} F$

$U = \frac{1}{2} C_{eq} V^2 = 4.64 \cdot 10^{-8} J$ $\Delta U = 2.6 \cdot 10^{-8} J$

$U' = \frac{1}{2} C'_{eq} V^2 = 7.24 \cdot 10^{-8} J$

$W_{gen} = 2 \cancel{\Delta} U_{el} = 5.2 \cdot 10^{-8} J$

1) $x < 0$

$$E(x) = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} - \frac{\sigma}{2\varepsilon}$$

$0 < x < d$; $E(x) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} - \frac{\sigma}{2\varepsilon}$

$x > 0$; $E(x) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} + \frac{\sigma}{2\varepsilon}$

$\Rightarrow$
$0 < x_0 < d$

$$E(x_0) = 0 \quad \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon} = 0 \Rightarrow \frac{\lambda}{\pi x_0} = \sigma$$

$$x_0 = \frac{\lambda}{\sigma\pi} = 2\,m$$

2) $$V(P) - V(P_0) = -\int_{x_0}^{d} E(x)\,dx = -\int_{x_0}^{d} \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} - \frac{\sigma}{2\varepsilon}\,dx$$

$$= -\left[\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon}\ln x - \frac{\sigma x}{2\varepsilon}\right]_{x_0}^{d} =$$

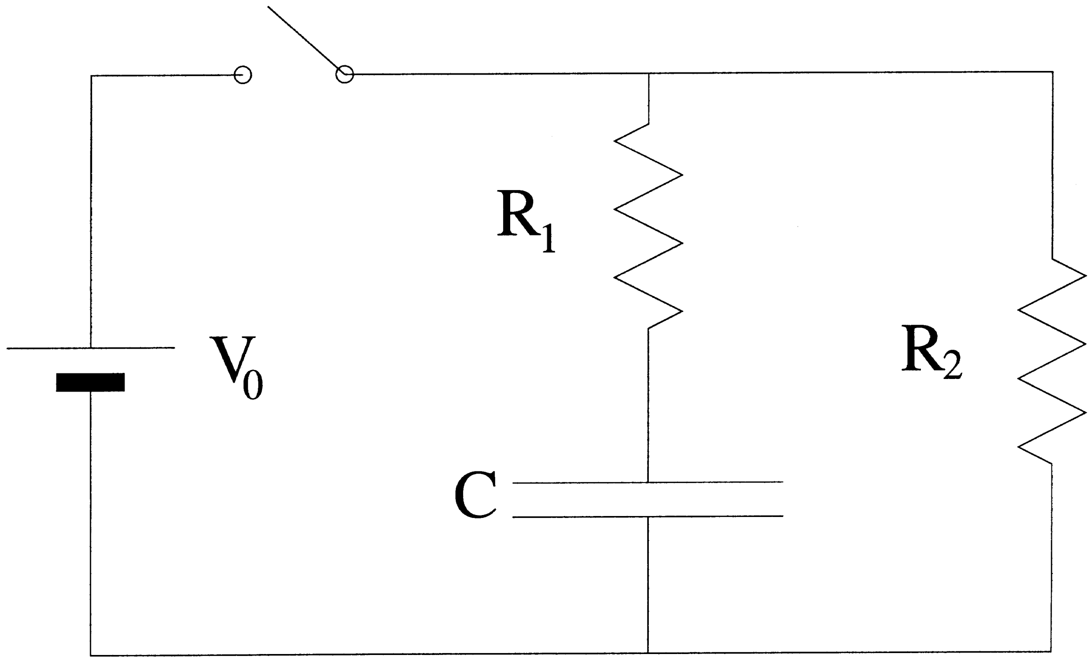
$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(d - x_0) - \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon}\ln\left(\frac{d}{x_0}\right) = \cancel{660}\,1118\,V$$

3) $$\frac{1}{2}mv^2 = q\Delta V \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2q\,\Delta V}{m}} = .115\ m/s$$

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

Problema 1

Un condensatore, costituito da due lamine piane con lati $a = 2cm$ e $b = 12cm$, parallele tra loro a distanza $h = 0.1mm$, è connesso in serie ad una resistenza $R_1 = 680\Omega$ e, tramite un interruttore, ad un generatore di tensione costante $V_0 = 24V$; in parallelo ad essi è connessa una resistenza $R_2 = 1200\Omega$, come mostrato in figura. Il condensatore è inizialmente scarico, l'interruttore viene chiuso e, dopo un tempo t_0 sufficiente per caricare completamente il condensatore, viene aperto per un uguale tempo t_0 , pure sufficiente per scaricare completamente il condensatore; in seguito vengono ripetuti indefinitamente uguali cicli di carica e scarica.



- Qual è la potenza dissipata nella resistenza R_2 mentre l'interruttore è chiuso?
- Qual è l'energia massima immagazzinata nel condensatore?
- Qual è la forza F tra le lamine?
- Qual è l'energia dissipata nella resistenza R_1 in un processo di scarica?
- Si tracci il grafico della differenza di potenziale V_1 ai capi del condensatore in funzione del tempo: qual è la differenza tra gli intervalli di tempo t_A e t_B in cui V_1 è maggiore o minore, rispettivamente, di $V_0/2$?

SCRIVERE LA SOLUZIONE SOLO SU QUESTI FOGLI

1) $C = \frac{\varepsilon_0 S}{h} = 4.4 \times 10\ F$

$V_0 = R_2 I_2 \qquad I_2 = .02\,A \qquad P = R_2 I_2^2 = .48\,W$

2) $W = \frac{1}{2} C V_0^2 = 6.0 \cdot 10^{-7}\,J$

3) $F = -\frac{dW}{dh} \quad ; \quad W = \frac{1}{2} V_0^2 \frac{\varepsilon_0 S}{h}$

$$F = \frac{V_0^2 \varepsilon_0 S}{2h^2} = 6.2 \cdot 10^{-4}\,N$$

4) $I = \frac{V_0}{R_1+R_2} e^{-t/(R_1+R_2)C}$

$$P_1 = \frac{R_1 V_0^2}{(R_1+R_2)^2} e^{-2t/C(R_1+R_2)}$$

$$W_1 = \int_0^\infty P_1\,dt = \frac{-(R_1+R_2)C}{2} \frac{R_1 V_0^2}{(R_1+R_2)^2} e^{-2t/C(R_1+R_2)} \Big|_0^\infty$$

$$= \frac{R_1 V_0^2 C}{2(R_1+R_2)} = 7.2 \cdot 10^{-8}\,J$$

5) $\underline{\text{Ca b}}$ $V = V_0 - R_1 I_1 = V_0 - R_1 \frac{dQ}{dt}$

$I_1 = \frac{dQ}{dt} = C\frac{dV}{dt} = -CR_1 \frac{dI_1}{dt} \iff I_1 = I_1^0 e^{-t/R_1C}$

$V = V_0 - R_1 I_1^0 e^{-t/R_1C} = V_0\left(1 - e^{-t/R_1C}\right)$

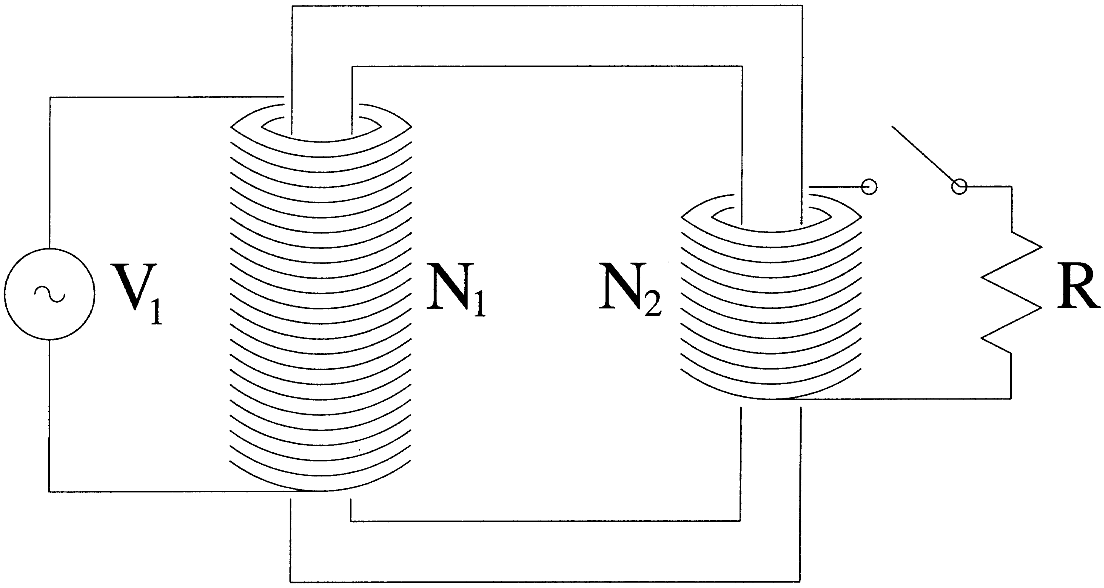
$\underline{\text{Ca a}}$ $\quad I = \frac{V_0}{R_T} e^{-t/R_TC}, \quad R_T = R_1 + R_2$

$V = R_T I = V_0 e^{-t/R_TC}$

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

Problema 2

Un giogo in materiale ferromagnetico, con permeabilità magnetica relativa $k = 2200$, ha forma rettangolare, con lati $x = 4cm$ e $y = 7cm$ e sezione $S = 1.8cm^2$; su uno dei lati maggiori è avvolto un primo solenoide composto da $N_1 = 3800$ spire, connesso ad un generatore di tensione sinusoidale con frequenza $\nu = 50Hz$, mentre sul lato opposto è avvolto un secondo solenoide composto da $N_2 = 700$ spire, a cui può essere connessa una resistenza $R = 200\Omega$ chiudendo un interruttore. Mentre l'interruttore è aperto, nel primo solenoide circola una corrente massima $i_0 = 30.3mA$.



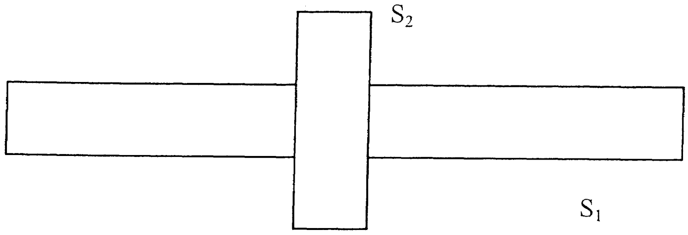
- Qual è il campo magnetico massimo all'interno del giogo, con l'interruttore aperto?
- Qual è la tensione efficace V_1 fornita dal generatore?
- Qual è la f.e.m. indotta $\mathcal{E}$ nel secondo solenoide, con l'interruttore aperto?
- Qual è la corrente massima i_1 che circola nel primo solenoide, se l'interruttore viene chiuso?
- Qual è la potenza spesa dal generatore, in questo caso?

SCRIVERE LA SOLUZIONE SOLO SU QUESTI FOGLI

Problema 3

Una bobina S_2, costituita con N_2 =60 spire, con area $A_2 = 15 \times 10^{-4}$ m^2, è avvolta intorno alla parte centrale di un lungo solenoide rettilineo S_1, di area A_1= 5.3 x10^{-4} m^{2}con una densità di spire n =4500 spire /m. La bobina S_2 e il solenoide S_1 sono coassiali. Determinare:

a) l'induttanza per unità di lunghezza del solenoide S_1
b) la mutua induttanza dei due circuiti
c) la f.e.m. massima indotta in S_2 (in modulo), quando in S_1circola una corrente $I_1 = I_0 \cos \Omega t$ (I_0= 2 A e $\Omega = 300$ s^{-1}).



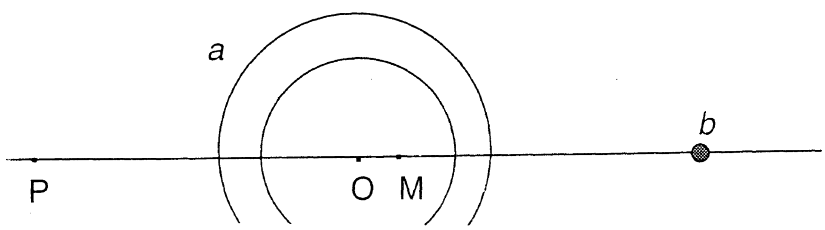
Terzo problema

Un piano di fili rettilinei indefiniti accostati ha n=800 fili per metro. Sopra il piano dei fili è posta una spira conduttrice quadrata di lato a=0.15m.
1) Calcolare il coefficiente di mutua induzione fili-spira se la spira giace in un piano ortogonale alla direzione dei fili.
2) Ripetere il calcolo se il piano della spira è parallelo alla direzione dei fili.
Si supponga che la spira, avente resistenza R=27Ω, venga fatta ruotare dalla posizione A alla posizione B e che la carica messa di conseguenza in moto nella spira sia $q = 1.67 \cdot 10^{-7}$C.
3) Calcolare il valore della corrente che circola in ciascun filo.

Problema 1

Due conduttori rettilinei e paralleli, *a* e *b*, sono così costituiti: *a* è un cilindro cavo di raggio interno r_1 = 0.013 m ed esterno r_2 =0.019 m; *b* è un filo di diametro trascurabile rispetto alle altre dimensioni, posto a distanza d = 0.05 m dal centro di *a*. Si misura l'induzione magnetica B generata dai due conduttori nei punti O (centro O del conduttore *a*) e P posto sull'asse comune dei due conduttori a distanza x_P= -0.05 m da O. Si ottiene: B(P) =0.65 x10^{-4} T e B(O) =-0.35 x10^{-4} T. (B positivo se orientato verso il basso) . Determinare:

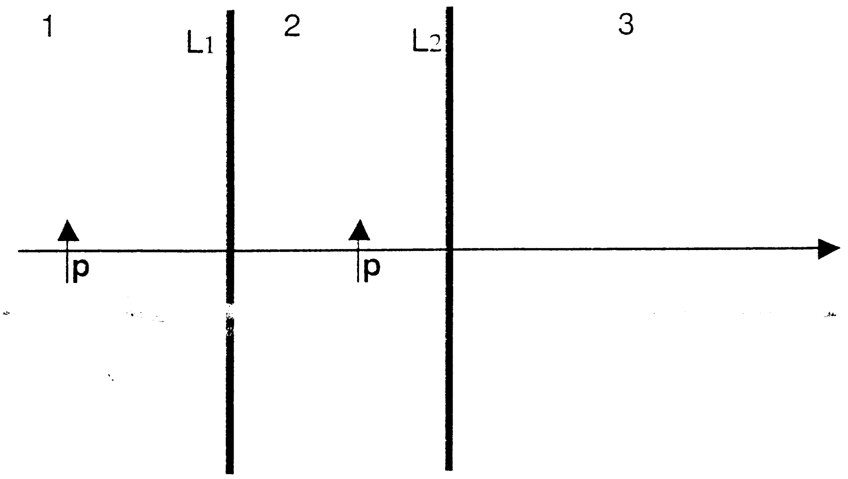
a) intensità e verso della corrente nel filo *b*
b) la densità uniforme di corrente nel conduttore *a*
c) la forza di interazione tra i due fili (per unità di lunghezza)
d) l'intensità ed il verso dell'induzione magnetica B nel punto M (0.005 metri,0) (coordinata calcolata rispetto ad O)



Problema 2

Due lamine isolanti (infinite) L_1 e L_2 cariche, con densità di carica uniforme, sono disposte parallelamente l'una all'altra. Un piccolo dipolo elettrico di momento dipolare $p = 10^{-9}$ Cm, posto verticalmente, con il momento dipolare orientato verso l'alto, nel semispazio 1, a sinistra rispetto a L_1, subisce un momento meccanico massimo $\tau_1 = 9 \times 10^{-5}$ Nm antiorario, perpendicolare al piano del disegno. Posto invece nello spazio 2, tra le due lamine, presenta un momento massimo $\tau_2 = 3.1 \times 10^{-5}$ Nm (segno orario, opposto rispetto a τ_1).
Calcolare:

a) i campi elettrici nelle tre zone in cui le lamine dividono lo spazio
b) la densità di carica superficiale sulle due lamine
c) il lavoro compiuto per avvicinare le lastre di d =0.07 m



Problema 4 (facoltativo)

Un solenoide toroidale di sezione trasversale quadrata, ha raggio interni R = 0.15 m e lato l = 0.05 m. E' costituito da N=1500 spire ed è percorso dalla corrente I = 12 A. Determinare:

a) il coefficiente di autoinduzione
b) l'energia magnetica totale accumulata nel solenoide

Problema 2

Un filo indefinito è carico con densità di carica lineare uniforme positiva $\lambda = 2 \times 10^{-9}$ C/m. Una particella puntiforme di carica (negativa) $q = -3.2 \times 10^{-19}$ C e massa $m = 2 \times 10^{-24}$ kg parte da ferma da una distanza $d_0 = 1.2$ cm dal filo e transita ad una distanza $d = 0.7$ cm dallo stesso. Determinare:

a) la forza di Coulomb cui è sottoposta la particella nella posizione iniziale.
b) la velocità della particella quando transita a distanza d dal filo

Terzo Problema

Un condensatore piano è costituito da due lastre parallele conduttrici di superficie $\Sigma = 1.5 \times 10^{-4}$ m^2 a distanza $d = 0.007$m l'una dall'altra. Il condensatore viene connesso ad una batteria e portato alla d.d.p. tra le armature $V_A - V_B = 35$ volt. Indi viene sconnesso e tra le armature viene infilata completamente una lastra di rame di spessore $d_0 = 0.002$m. La lastra è parallela alle armature ed ha superficie Σ.

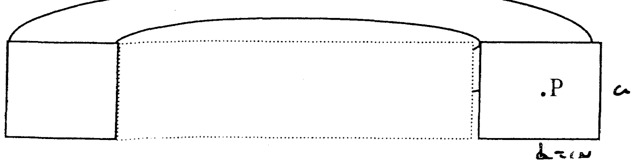
Determinare:

1) la carica presente sulle armature del condensatore prime dell'inserimento della lastra
2) la d.d.p. tra le armature del condensatore quando la lastra è stata completamente inserita.
3) La differenza di energia elettrostatica nel condensatore tra le due configurazioni (lastra inserita configurazione finale)

Problema 4

Un solenoide toroidale di sezione trasversale quadrata, ha raggio interno $R = 0.15$ m e il lato del quadrato è $l = 0.05$ m. Quando il toroide è percorso dalla corrente $I = 12$ A, l'induzione magnetica nel punto P, al centro della sua sezione quadrata è $B_P = 20.6$ mT. Determinare: 20,6 milli tesla.

a) il coefficiente di autoinduzione del toroide
b) l'energia magnetica in esso accumulata



Problema 3

I condensatori C1= 0.033 μF e C2=0.018 μF, collegati in serie, sono in parallelo con il condensatore C3 =22 nF. Mediante un generatore elettrostatico, si fornisce al circuito la carica q= 0.34 μC, terminata la carica il generatore viene scollegato. Determinare:

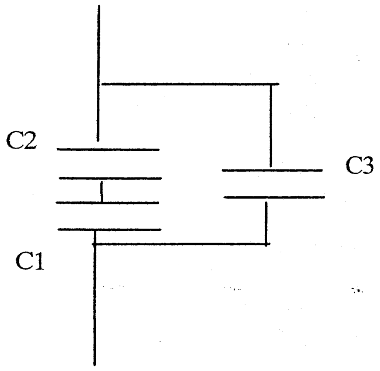
1)la d.d.p. agli estremi di C3

2)le cariche su ciascuno dei tre condensatori

Gli estremi del condensatore C1 vengono collegati con un filo metallico (cortocircuito). Calcolare, nella nuova situazione di equilibrio:

3)la d.d.p. agli estremi di C3

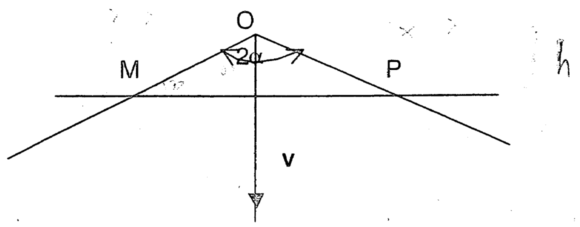
4)la variazione complessiva di energia elettrostatica del sistema rispetto alla configurazione iniziale



Problema 3

Un filo rettilineo di resistività per unità di lunghezza ρ=0.5 Ω/m è piegato nel punto O in modo da formare un angolo 2α =120 °. Un filo MP, dello stesso materiale e con la stessa resistività, è disposto perpendicolarmente alla bisettrice dell'angolo 2 α e forma con il filo piegato un contorno triangolare chiuso OMP. Questo triangolo è posto in un campo magnetico uniforme B=0.85 T perpendicolare al piano del triangolo con verso entrante nel foglio. Il filo MP scivola sul contorno con la velocità costante v=0.25 m/s. Il moto inizia dal vertice O del contorno. Trascurando la resistenza dei contatti, determinare:

a) il verso e l'intensità della corrente che circola nel triangolo OMP
b) l'intensità la direzione e il verso della forza meccanica applicata al lato MP all'istante t_1= 0.8 s, che permette chè il moto dell'asta avvenga con velocità costante
c) il calore totale dissipato nel circuito fino al tempo t_1



Problema 3

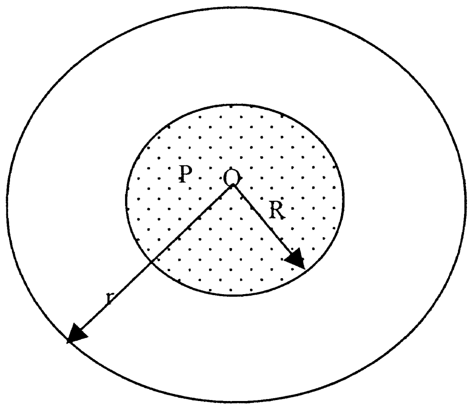
Un elettromagnete circolare di raggio R = 0.10 m produce un campo magnetico a simmetria assiale B = 0.55 *(1-exp[-3*t]) dove t è il tempo in secondi ed il campo è espresso in tesla. Una spira circolare di raggio r = 0.25 m, costituita da un filo di sezione $\sigma = 8*10^{-7}$ m^2 e di resistività $\rho = 9.7*10^{-8}$ Ωm, è posta in un piano perpendicolare alle linee di campo intorno all'elettromagnete. Calcolare:

a) la resistenza totale della spira;
b) la corrente indotta nella spira all'istante $t_1 = 1.5x10^{-2}$ s;

Nello stesso istante, un elettrone viene emesso con velocità trascurabile in un punto P a distanza d = 0.05 m dall'asse centrale del magnete.

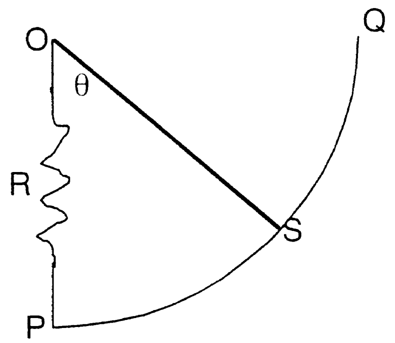
c) il campo elettrico indotto che agisce sull'elettrone;
d) l'accelerazione dell'elettrone all'istante t_1 (massa elettrone $m_e = 9.1*10^{-31}$kg, e = $-1.6*10^{-19}$ C)

Nelle risposte alle ultime due domande, si trascuri il campo magnetico prodotto dalla corrente indotta nella spira.



Una sbarra di metallo OS di lunghezza $l=0.85$ m, ruota in un piano orizzontale attorno ad un asse verticale passante per il punto O con velocità costante $\omega = 0.25\ s^{-1}$. L'estremo S della sbarra scivola su un filo metallico a forma di arco di circonferenza PQ, di raggio l. Il filo è collegato al punto O nel tratto PO. mediante una resistenza $R = 0.7\ \Omega$. Un campo magnetico costante e uniforme $B = 0.4$ T, agisce perpendicolarmente al circuito con verso uscente dal foglio.
Determinare :

a) la carica totale indotta nel circuito OPS quando la sbarra ruota di $\theta = \pi/2$
b) il momento delle forze (rispetto ad O) necessario per mantenere costante la velocità angolare
c) il lavoro compiuto da questo momento per fare percorrere alla sbarra un quarto di giro



Problema 4

Un solenoide rettilineo indefinito, di sezione circolare (raggio $R = 25 \times 10^{-2}$ m), è percorso dalla corrente $i = 3$ A ed ha un coefficiente di autoinduzione per unità di lunghezza $L = 6.3 \times 10^{-4}$ H/m. Calcolare:

a) l'energia magnetica per unità di lunghezza del solenoide
b) l'intensità del campo magnetico all'interno del solenoide
c) il valore della corrente i, che deve percorrere una spira circolare di raggio R per produrre al centro un campo magnetico uguale a quello prodotto dal solenoide

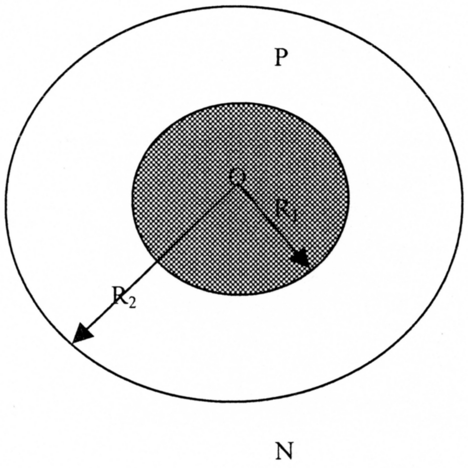
Problema 2

Su una sfera metallica di raggio R_1= 2 cm è impressa una carica q = 3 nC. La sfera è racchiusa in un guscio sferico di raggio interno R_1 e di raggio esterno R_2 = 4 cm. Il guscio è costituito da un dielettric isotropo e omogeneo con costante dielettrica relativa k = 2 e non ha carica impressa. Calcolare:

a) il modulo del vettore **D** spostamento elettrico nei punti O (centro della sfera), P (a distanza r_P = 3 cr da O), N (a distanza r_N = 5 cm da O):

b) il modulo del campo elettrico **E** nei punti P ed N

c) la d.d.p. tra i punti P ed N



Problema 3

Un elettromagnete circolare di raggio R = 0.10 m produce un campo magnetico a simmetria assiale B = 0.55 *(1-exp [-3*t]) dove t è il tempo in secondi ed il campo è espresso in Tesla. Una spira circolare di raggio r = 0.25 m, costituita da un filo di sezione $\sigma = 8*10^{-7}$ m^2 e di resistività $\rho = 9.7*10^{-8}$ Ωm, è posta in un piano perpendicolare alle linee di campo intorno all'elettromagnete. Calcolare:

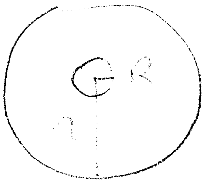
a) la resistenza totale della spira;
b) la corrente indotta nella spira all'istante t_1 = 1.5 ~~s~~ $\cdot 10^{-2}$ s)

Nello stesso istante, un elettrone viene emesso con velocità trascurabile in un punto a distanza d = 0.05 m dall'asse centrale del magnete.

c) il campo elettrico indotto che agisce sull'elettrone;
d) l'accelerazione dell'elettrone all'istante t_1 (massa elettrone me = $9.1*10^{-31}$kg)

Nelle risposte alle ultime due domande, si trascuri il campo magnetico provocato dalla corrente indotta nella spira.

a) $R_e = \frac{\rho \ell}{\sigma} = \frac{\rho 2\pi r}{\sigma} = 0.19\ \Omega$



b) $i = -\frac{1}{R_e}\frac{d\Phi(B)}{dt}$

$\Phi(t) = \pi R^2 B = \pi R^2\, 0.55(1-e^{-3t})$

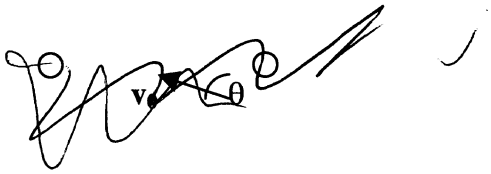
$i = -\frac{1}{R_e}\pi R^2\, 0.55\, e^{-3t}\cdot 3 \Rightarrow i(t_1) = 0.261$ A

c) $\oint \vec{E}\cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi(t)}{dt}$; $\Phi = \pi d^2\, 0.55(1-e^{-3t})$

$E\, 2\pi d = \pi d^2\, 0.55\, e^{-3t}\, 3$

$E = \frac{d\, 0.55\, e^{-3t}\, 3}{2} = 0.039$ V/m

d) $F = eE \Rightarrow a = \frac{eE}{m} = 6.93\cdot 10^9$ m/s^2



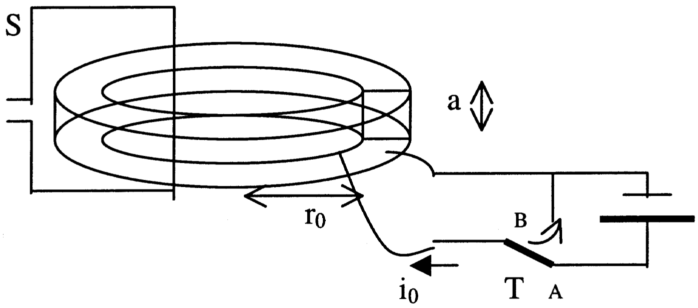
Problema 3:

Un solenoide toroidale di raggio interno r_0=0,5 m e sezione quadrata di lato a=0.2 m è costituito da N= 500 spire. L' avvolgimento del toroide ha resistenza totale R = 10 Ω. Una singola spira S (vedi figura) e' concatenata col toroide. All' istante iniziale il toroide e' percorso dalla corrente i_0=2 A e l'interruttore T viene spostato dalla posizione A alla posizione B escludendo il generatore. Determinare:

a) Il campo magnetico nel centro della sezione toroidale e la densita' di energia magnetica all' istante iniziale: B_0=............, u_m = ...
b) il flusso del campo magnetico concatenato con la singola spira del toroide all' istante iniziale ed il coefficiente di autoinduzione del toroide: Φ_1 = ..., L =.........

c) la costante di tempo del processo di azzeramento della corrente nel toroide : τ = ...

c) la f.e.m. indotta all' istante $t_1 = 2\ 10^{-3}$ s nella spira S : $\mathcal{E}_i(t_1)$= ....



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA- FACOLTA' DI INGEGNERIA

IIa prova scritta di accertamento in itinere Fisica II per Ingegneria delle Telecomunicazioni e dell'Automazione. A.A.2003-2004 Padova, 23 Giugno 2004

Problema 1

Una spira rettangolare ABCD di lati AD=a = 0,2 m e AB=b = 0,1 m si muove lungo l' asse x con velocita' v = 2 m/s mantenuta costante, in una regione di spazio nella quale vi e' un campo magnetico non uniforme diretto perpendicolarmente alla spira (vedi figura), che varia secondo la legge $B(x) = \alpha x$, con $\alpha = 0{,}05$ T/m. La spira ha resistenza $R = 0.2\ \Omega$. Calcolare:

a) il flusso concatenato con la spira quando il lato AB e' nella posizione $x_1 = 1$ m :

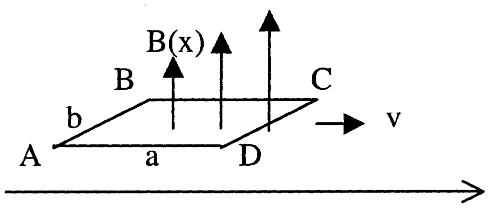
$\Phi_1 = ...$

b) la f.e.m. indotta sulla spira [suggerimento: si consideri la funzione $\Phi(x)$, dove x e' la posizione del lato AB della spira, e si utilizzi la relazione: $d\Phi(x(t))/dt = (d\Phi/dx) \cdot (dx/dt)$] :

$\mathcal{E} = ...$

c) la forza che deve essere applicata alla spira per mantenere costante la sua velocita':

F = ...



Problema 2

Un protone (massa $m_p = 1{,}67\ 10^{-27}$ kg, carica $e = 1{,}6\ 10^{-19}$ C) entra con velocita' $v_0 = 6\ 10^4$ m/s in un solenoide rettilineo indefinito, avente n=1000 spire/metro. Il vettore $\mathbf{v_0}$ forma l' angolo θ=85° con l'asse z del solenoide. Si osserva che il passo della traiettoria elicoidale del protone nel solenoide e' p = 2 cm. Determinare:

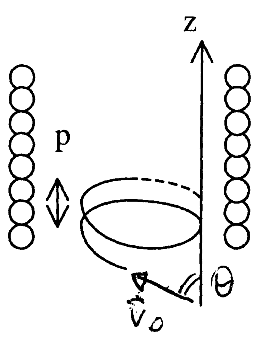
a) il periodo di rivoluzione del protone all' interno del solenoide: T = ...

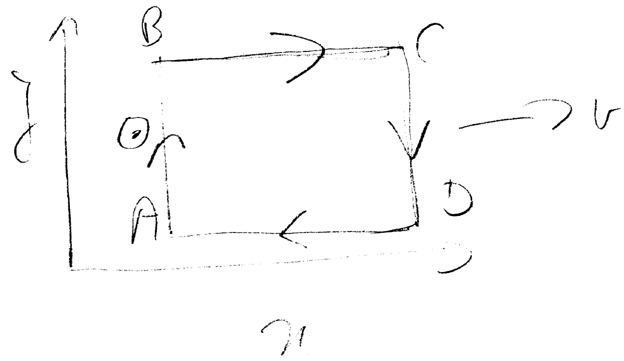
b) il campo magnetico nel solenoide e la corrente che circola nelle spire (si ricordi che la permeabilita' magnetica nel vuoto vale $\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ H/m) :

B =........, i =.........

c) il raggio di curvatura della traittoria elicoidale:

r = ...





$AD = a = .2\,m$

$AB = \ell = .1\,m$

$v = 2\,m/s$

$B(x) = \alpha x$

$\alpha = .05\,T/m$

$R = 0.2\,\Omega$

1) $\phi(AB = x_1 = 1\,m)$

2) $\mathcal{E}$

3) F

1) $$\phi = \int_{x_1}^{x_1+a} \ell B(x)\,dx = \int_{x_1}^{x_1+a} \ell \alpha x\,dx = \frac{\alpha \ell x^2}{2}\Big|_{x_1}^{x_1+a} =$$

$$= \frac{\alpha \ell}{2}\left[(x_1+a)^2 - x_1^2\right] = \frac{\alpha \ell}{2}\left[\cancel{x_1^2} + a^2 + 2ax_1 - \cancel{x_1^2}\right] =$$

$$= \frac{\alpha \ell}{2}\left[a^2 + 2ax_1\right] = .0011\,Wb$$

2) $$\phi(x) = \frac{\alpha \ell}{2}(a^2 + 2ax)$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{d\phi}{dx}\frac{dx}{dt} = v\frac{d\phi}{dx} = v\frac{\alpha \ell}{2}2a$$

$$= .002\,V$$

$$\frac{dx}{dt} = v$$

1) Corrente in senso orario

$\overline{F}_{tot} = \overline{F}_{AB} + \overline{F}_{CD}$ diretta verso destra $\Rightarrow$ [illegible] [illegible]

ma forza verso destra opposta.

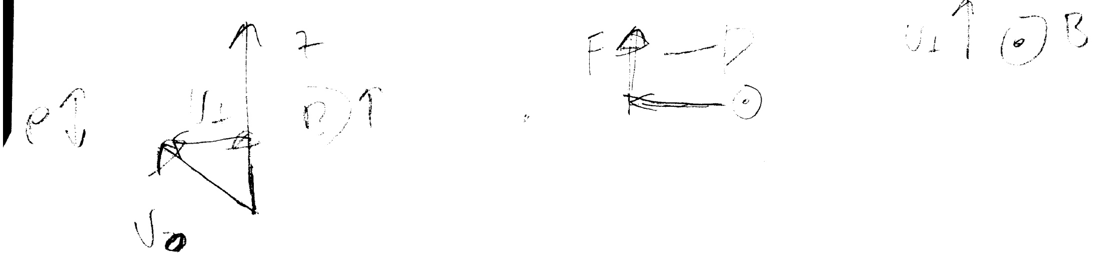
$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = .01 A$

$|F_{AB}| = I l \alpha x$

$|F_{CD}| = I l \alpha (x + a)$

$\Rightarrow |F| = I l \alpha a = 10^{-5} N$

(



1)

$v_0 \cos\vartheta\, T = p \Rightarrow T = \dfrac{p}{v_0 \cos\vartheta} = 3.8 \cdot 10^{-6}\ s$

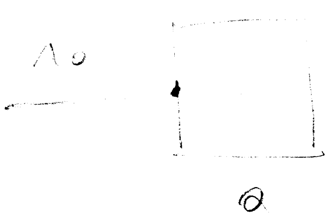
2) $F_L = e\bar{v}_0 \wedge \bar{B}$ $\quad F_L = e v_0 B \sin\vartheta = e v_\perp B$

$m \dfrac{v_\perp^2}{r} = e v_\perp B \Rightarrow m \omega^2 \cancel{r} = e \omega r B$

$B = \dfrac{m \omega}{e} = \dfrac{2\pi m}{eT} = .017\ T$

$B = \mu n I \Rightarrow I = \dfrac{B}{\mu n} = 13.7\ A$

3) $\underset{\underset{v_0 \sin\vartheta}{\shortparallel}}{v_\perp} = \omega r$ $\quad r = \dfrac{v_\perp}{\omega} = \dfrac{v_0 \sin\vartheta\, T}{2\pi}$ $.036\ m$



$r_0 = .5\,m$
$a = .2\,m$
$R = 10\,\Omega$
$N = 500$
$I_0 = 2A$

1) $B = \dfrac{\mu_0 N I}{2\pi\left(r_0 + \frac{a}{2}\right)} = 3.34 \cdot 10^{-4}\,T$

$u_m = \dfrac{B^2}{2\mu_0} = .044\ J/m^3$

2) $\phi = \int_{r_0}^{r_0+a} a\,dx\,B(x) = \int_{r_0}^{r_0+a} dx\,\dfrac{\mu_0 N I a}{2\pi x} =$

$= \dfrac{\mu_0 N I a}{2\pi}\int_{r_0}^{r_0+a}\dfrac{dx}{x} = \dfrac{\mu_0 N I a}{2\pi}\ln\dfrac{r_0+a}{r_0} = 1.35 \cdot 10^{-5}\,Wb$

$\phi = LIN \Rightarrow L = \dfrac{N\phi}{I} = \cancel{6.75 \cdot 10^{-6}\,H}$ $3.4 \cdot 10^{-3}\,H$

3) $\tau = \dfrac{L}{R} =$ ~~6.75...~~ $3.4 \cdot 10^{-4}\,s$

4) $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$

$\phi_s = \phi_1 \cancel{\ldots} = 1.35 \cdot 10^{-5}\,Wb$ $\quad M = \dfrac{\phi_1}{I} = 6.75 \cdot 10^{-6}\,H$

$\mathcal{E}_s = -\dfrac{\partial \phi_s}{\partial t} = -M\dfrac{\partial I}{\partial t} = -M I_0\left(-\dfrac{1}{\tau}\right)e^{-t/\tau}$

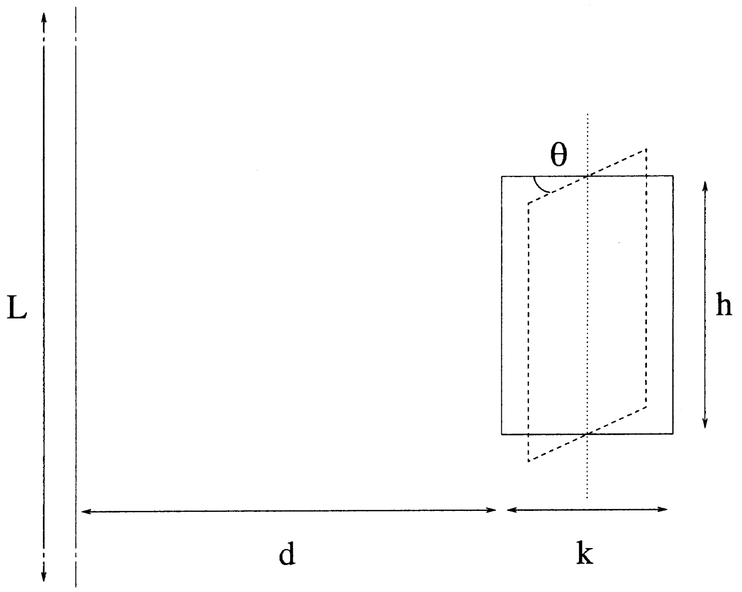
$\cancel{\ldots}$ $\quad \dfrac{MR\,I_0\,e^{-t/\tau}}{L} = 5.5 \cdot 10^{-4}\,V$

FISICA GENERALE II - II° APPELLO SESSIONE INVERNALE - 12 Febbraio 2003

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

Problema 1

Un filo rettilineo in ferro, di resistività $\rho = 9.7 \cdot 10^{-8} \Omega m$, ha lunghezza $L = 6.5m$ e sezione circolare con raggio $t = 0.2mm$ ed è percorso da una corrente $I_F = 27A$. Una spira rettangolare, con lati $h = 3cm$ e $k = 2cm$, è disposta con i lati maggiori paralleli al filo ed è percorsa da una corrente $I_S = 4A$. La spira può ruotare intorno ad un asse parallelo passante per il suo centro e parallelo agli assi maggiori; inizialmente essa si trova sullo stesso piano del filo, con il lato piú vicino a distanza $d = 5cm$ da esso, e successivamente viene ruotata di un angolo $\theta = 30°$.



- Qual è la differenza di potenziale V ai capi del filo?
- Qual è la forza complessiva F che agisce sulla spira nella posizione iniziale?
- Qual è il momento J che agisce sulla spira nella posizione finale?
- Qual è il lavoro W necessario per portare la spira dalla posizione iniziale a quella finale?

SCRIVERE LA SOLUZIONE SOLO SU QUESTI FOGLI

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

Problema 2

Due solenoidi di uguale lunghezza $h = 15cm$ sono costituiti ciascuno da $N = 350$ spire; il primo ha resistenza $R_1 = 130\Omega$ e sezione $S_1 = 8cm^2$ ed il secondo, posto all'interno del primo con gli assi paralleli, ha resistenza $R_2 = 80\Omega$ e sezione $S_2 = 6cm^2$. Ciascuno dei due solenoidi può essere connesso ad un generatore che fornisce una corrente continua $I = 40A$ mentre i capi dell'altro sono collegati tra loro, oppure i due solenoidi possono venire connessi in serie tra loro in modo che la corrente circoli in essi con verso opposto.

- Qual è la carica q_1 che circola nel primo solenoide se il secondo viene connesso al generatore?
- Qual è la carica q_2 che circola nel secondo solenoide se il primo viene connesso al generatore?
- Qual è l'energia W immagazzinata nel sistema se entrambi i solenoidi sono connessi in serie al generatore?
- Qual è la frequenza di risonanza ν se entrambi i solenoidi vengono connessi in serie ad un condensatore di capacità $C = 1.5nF$?

SCRIVERE LA SOLUZIONE SOLO SU QUESTI FOGLI

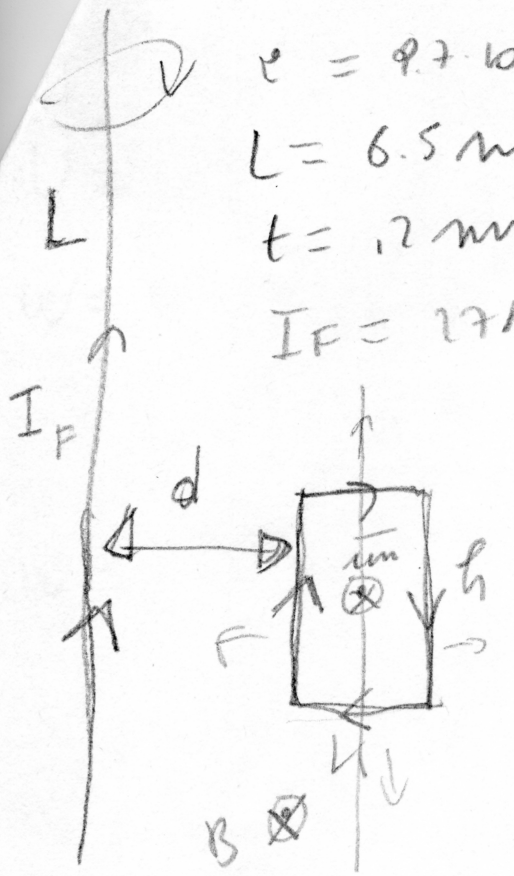
COGNOME ....NOME .... MATRICOLA.................

Problema 3

Una lampada, posta ad una altezza $h = 3.2m$ rispetto al fondo di una piscina in cui l'acqua raggiunge il livello $k = 1.8m$, emette luce di lunghezza d'onda $\lambda = 440nm$ con una potenza complessiva $P = 70W$. L'indice di rifrazione dell'acqua è $n_A = 1.33$.

- Qual è il campo elettrico efficace E_{eff} immediatamente al di sopra il livello dell'acqua?
- Qual è l'intensità luminosa immediatamente al di sotto del livello dell'acqua?
- Qual è lo spessore minimo di uno strato di liquido, con indice di rifrazione $n_L = 1.5$, che galleggia sull'acqua, per cui si ha interferenza distruttiva tra le onde riflesse?
- Qual è la profondità apparente di un oggetto posto sul fondo?

SCRIVERE LA SOLUZIONE SOLO SU QUESTI FOGLI



$\rho = 9.7 \cdot 10^{-8}\ \Omega\,m$

$L = 6.5\ m$

$t = .2\ mm$

$I_F = 17A$

$h = 3cm$

$k = 2cm$

$I_S = 4A$

$d = 5cm$

$\vartheta = 30°$

1) $V = R I \qquad R = \frac{\rho L}{S} = 5\,\Omega$

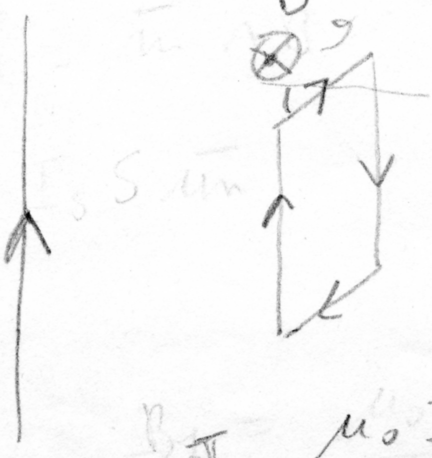
$S = \pi t^2 = 1.26 \cdot 10^{-7}\ m^2$

$V = 135\ V$

2) $F = \frac{\mu_0 I_F}{2\pi} I_S h \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+k}\right)$

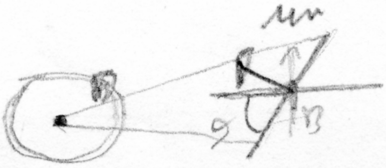
$= 3.7 \cdot 10^{-6}\ N$

3)



$\bar{J} = \bar{m} \wedge \bar{B}$

$\bar{m} = I_S S\, \bar{u}_n$



$J = \frac{\mu_0 I_F}{2\pi(d+k/2)} I_S S \sin\vartheta = 1.1 \cdot 10^{-7}\ Nm$

$W = U_f - U_i$ $\qquad U_i = -mB$

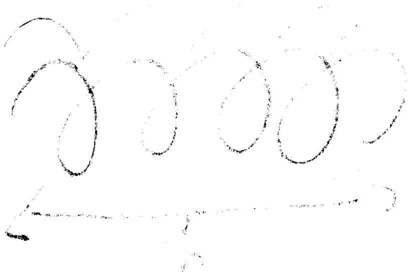
$U = -\vec{m}\cdot\vec{B}$ $\qquad U_f = -mB\cos 60°$

$W = -mB(\cos 60 - 1)$; $B = \dfrac{\mu_0 I_1}{2\pi\left(d + \frac{a}{2}\right)} = 9\cdot10^{-5}\,T$

$m = I S = .0024\ A\,m^2$

$W = 1.9\cdot10^{-8}\ J$

$N = 350$ $\qquad I = 60\,A$



$\begin{cases} R_1 = 130\,\Omega \\ S_1 = 8\,cm^2 \end{cases}$

$\begin{cases} R_2 = 80\,\Omega \\ S_2 = 6\,cm^2 \end{cases}$

1)

q_1 con 2 [illegible] al [illegible]

$q_1 = \dfrac{\Delta\Phi}{R_1}$

$B_2 = \mu_0 n I = \mu_0 \dfrac{N}{h} I = .118\ T$

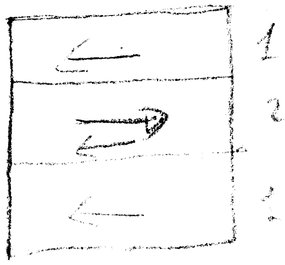
$\Phi_f = B_2 S_2 N = .025\ We$

$q_1 = 1.9\cdot10^{-4}\ C$

2) $B_1 = B_2$ $\qquad q_2 = \dfrac{\Delta\Phi}{R_2} = 3.1\cdot10^{-4}\ C$

$\Phi_f' = \Phi_f$

$$\frac{1}{2}LI^2 = \frac{B^2}{2\mu_0}\tau$$



$$W = \frac{B^2}{2\mu_0}(S_1 - S_2)h = .17\ J$$

$B_1 = \mu_0 n I$

$B_2 = B_1$

$R_T = 210\ \Omega$

b) $C = 1.5\ nF$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\frac{1}{2}LI^2 = W\ ;\ L = \frac{2W}{I^2} = 2.10\cdot 10^{-4}\ H$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\frac{1}{\sqrt{LC}}$$

283.6 kHz

oppure:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{h} \qquad \phi = BSN = \frac{\mu_0 N^2 S}{h} = LI$$

$$L = \frac{\mu_0 N^2 S}{h}$$

$$\Phi_{12} = B_1 N S_2 = M I_1$$

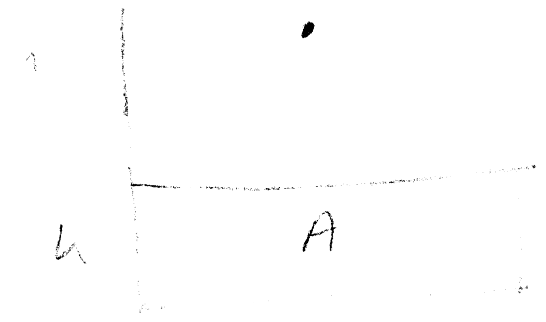
$$= \frac{\mu_0 N I}{h} N S_2 \Rightarrow M = \frac{\mu_0 N^2 S_2}{h} = L_2$$

$$\begin{cases} L_1 = \frac{\mu_0 N^2 S_1}{h} \\ L_2 = \frac{\mu_0 N^2 S_2}{h} \end{cases}$$

$$\Phi_{21} = B_2 N S_2 = M I_2$$

$$M = \frac{\mu_0 N^2 S_2}{h} = L_2$$

$$L_T = L_1 + L_2 - 2M$$



$l = 3.2\ m$

$h = 1.8\ m$

$\lambda = 440\ nm$

$P = 70\ W$

$n_A = 1.33$

1)

$$I = \frac{P}{4\pi (l-h)^2} = 2.84\ W/m^2$$

$$= \varepsilon_0 c\, E^2_{eff} \Rightarrow E_{eff} = \sqrt{I/\varepsilon_0 c} = 32.7\ V/m$$

2)

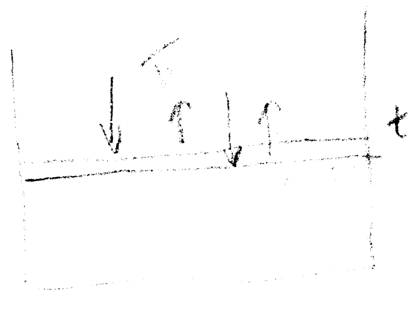
$$\frac{I_t}{I_i} = T = \frac{4 n_1 n_2}{(n_1+n_2)^2} \Rightarrow I_t = I_i \cdot T = 2.78\ W/m$$

$n_1 = 1$

$n_2 = 1.33$

$n_2 = 1.5$

3)



Sfasamento: π per riflessione

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda'} \Delta x + \pi = (2k+1)\pi$$

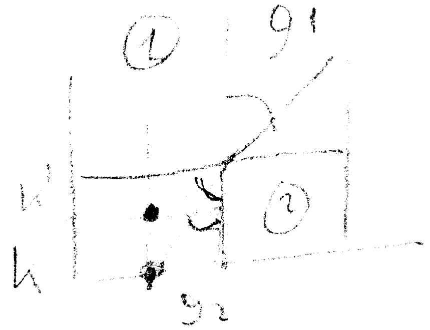
$k = 1$

$$\frac{2\pi}{\lambda'} 2t + \pi = 3\pi$$

$$\frac{4t}{\lambda'} + 1 = 3 \quad ; \quad \lambda' = \frac{\lambda}{n} \quad ; \quad \frac{4tn}{\lambda} = 2$$

$$\frac{n 2 t}{\lambda} = 1 \qquad t = \frac{\lambda}{2n} = 1.47 \cdot 10^{-7}\ m$$

j)



$$\sin\vartheta_2 = \frac{n_1}{n_2}\sin\vartheta_1$$

$$\vartheta_2 = \frac{n_1}{n_2}\vartheta_1 \qquad \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$h\,tg\,\vartheta_2 = h'\,tg\,\vartheta_1$$

$$h' = \frac{h\,tg\,\vartheta_2}{tg\,\vartheta_1} = h\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = h\frac{n_1}{n_2} = 1{,}35\ m$$