

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
CORSO DI LAUREA IN FISICA
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

07/09/2022

(2° prova in itinere)

- 1 – Una sbarretta cilindrica molto lunga, di raggio $r = 5 \text{ mm}$ e magnetizzazione uniforme $M = 9 \cdot 10^5 \text{ A/m}$, viene introdotta molto velocemente all'interno di una bobina, di raggio $R = 1 \text{ cm}$, costituita da $N = 200$ spire di filo di rame (resistività $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$) smaltato di sezione $S = 0.04 \text{ mm}^2$, le cui estremità sono cortocircuitate tra loro mediante un tratto di filo di resistenza trascurabile. Calcolare la carica q indotta nella bobina.
- 2 – Il filamento di un faro è costituito da un cilindro metallico, lungo $\ell = 8 \text{ cm}$ e di raggio $r = 0.5 \text{ mm}$. Esso ha resistenza $R = 130 \Omega$ ed è percorso da una corrente $I = 0.8 \text{ A}$. Calcolare il vettore di Poynting ed il modulo del campo elettrico e dell'induzione magnetica sulla superficie laterale del filamento.
- 3 – Un fascio cilindrico omogeneo di elettroni viene prodotto mediante accelerazione elettrostatica dovuta ad una differenza di potenziale complessiva di 6 MV . Il fascio ha una corrente $I = 45 \mu\text{A}$ ed una sezione circolare $A = 1.5 \text{ mm}^2$. Calcolare la densità numerica volumica di elettroni nel sistema di riferimento in cui essi sono in quiete. $m_e = 511 \text{ keV}/c^2$.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
CORSO DI LAUREA IN FISICA
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

07/09/2022

(*prova completa*)

1 – Su un'asta cilindrica isolante sottile, di lunghezza ℓ , è distribuita uniformemente, con densità lineare λ , della carica elettrica. L'asse dell'asta è posto sull'asse delle ascisse di un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, mentre il suo estremo sinistro è coincidente con l'origine. Determinare come varia l'andamento del campo elettrico, generato da tale asta in un punto P di coordinate $(-d, 0)$, in funzione di ℓ .

2 – Una berlina media degli anni '90 è così equipaggiata: batteria da 12 V e carica utile di 72 Ah (Ampère-ora), luci di posizione (anteriori e posteriori) da 5 W ciascuna. A motore spento e macchina posteggiata, il conducente accende *anche* i fari anabbaglianti, e l'amperometro, presente nel cruscotto, indica una corrente totale erogata pari a $i = 9\text{ A}$. Quanto vale la resistenza R dei fari anabbaglianti? Il conducente spegne poi i fari anabbaglianti e chiude la macchina, dimenticando di spegnere le luci di posizione. Dopo quanto tempo si scaricherà la batteria?

3 – Una sbarretta cilindrica molto lunga, di raggio $r = 5\text{ mm}$ e magnetizzazione uniforme $M = 9 \cdot 10^5\text{ A/m}$, viene introdotta molto velocemente all'interno di una bobina, di raggio $R = 1\text{ cm}$, costituita da $N = 200$ spire di filo di rame (resistività $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8}\text{ }\Omega\text{m}$) smaltato di sezione $S = 0.04\text{ mm}^2$, le cui estremità sono cortocircuitate tra loro mediante un tratto di filo di resistenza trascurabile. Calcolare la carica q indotta nella bobina.

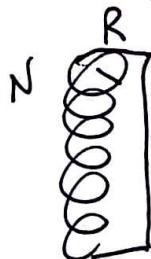
4 – Un fascio cilindrico omogeneo di elettroni viene prodotto mediante accelerazione elettrostatica dovuta ad una differenza di potenziale complessiva di 6 MV . Il fascio ha una corrente $I = 45\text{ }\mu\text{A}$ ed una sezione circolare $A = 1.5\text{ mm}^2$. Calcolare la densità numerica volumica di elettroni nel sistema di riferimento in cui essi sono in quiete. $m_e = 511\text{ keV}/c^2$.

Complete 3) - (lineare 1) Cavo uniforme:

Felici: $\Delta\phi = N \cdot B \cdot \pi r^2 = N \cdot M \cdot N \pi r^2 =$

$$\left(\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M} \right) = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 200 \cdot 314 \cdot 25 \cdot 10^{-6} =$$

$$\Delta\phi = 1.78 \cdot 10^6 \cdot 10^{-8} = 1.78 \cdot 10^{-2} \text{ wb}$$



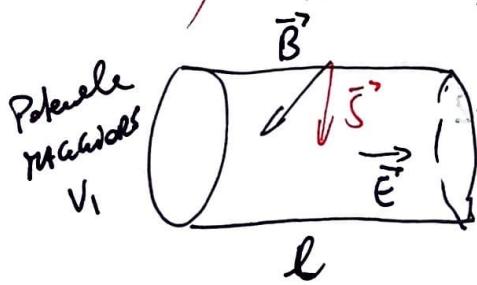
$$= 2\pi R \quad \text{è l'area di una bobina, mentre } V \text{ è } \text{legato}$$

$$L = N \cdot 2\pi R = 6.28 \cdot 200 \cdot 0.01 = 12.56 \text{ m}$$

$$R = \rho \frac{L}{S} = 1.7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{12.56}{0.01 \cdot 10^{-6}} = 5.34 \Omega$$

$$Q = \frac{\Delta\phi}{R} = \frac{1.78 \cdot 10^{-2}}{5.34} = 0.0033 \text{ C} = 3.33 \text{ mC}$$

(lineare 2)



$$P = RI^2 = 130 \cdot 0.64 = 83.2 \text{ W}$$

$$S = \frac{P}{A} = \frac{83.2}{6.28 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 3.31 \cdot 10^5 \text{ W/m}^2$$

$$E = \frac{V}{l} = \frac{RI}{l} = \frac{130 \cdot 0.8}{8 \cdot 10^{-2}} = 1300 \text{ V/m}$$

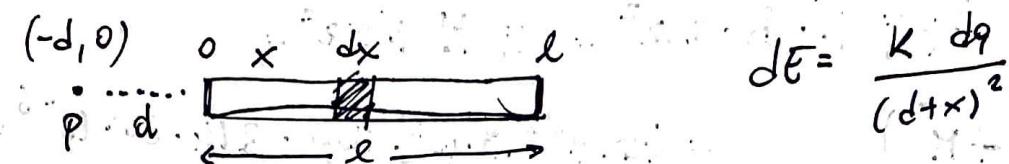
$$B = \frac{\mu_0 S}{E} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3.31 \cdot 10^5}{1300} = 3.2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

Complete 4) / (lineare 3)

LAB: $M_V = \frac{I}{eAv} = \frac{I}{eAC \sqrt{1 - \frac{v^2 c^4}{E^2}}} \quad , \quad M_V' = \frac{M_V}{Y} = \frac{M_V}{E/mc^2}$

$$M_V' = \frac{I}{\frac{E}{mc^2} e A C \sqrt{1 - \frac{v^2 c^4}{E^2}}} = \frac{I}{e A C \sqrt{\frac{E^2}{mc^2} - 1}} = \frac{1.6 \cdot 10^{19} \cdot 1.5 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{\frac{6.5^2}{0.512} - 1}}{6.25 \cdot 10^{11} \cdot 12.7} = 1.6 \cdot 10^{11} \text{ electrons/m}^3$$

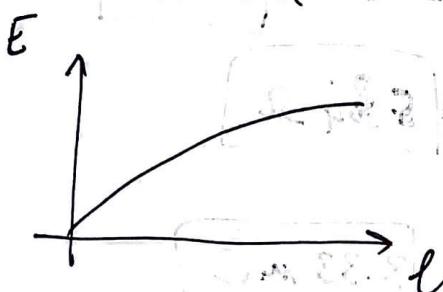
Complete 1)



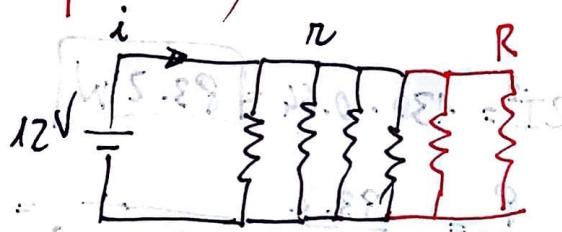
$$dE = \frac{K dq}{(d+x)^2}$$

$$E(P) = K \int_0^l \frac{dq}{(d+x)^2} = K \int_0^l \frac{\lambda dx}{(d+x)^2} = K\lambda \left[-\frac{1}{d+x} \right]_0^l =$$

$$= K\lambda \left(-\frac{1}{d+l} + \frac{1}{d} \right) = \boxed{K\lambda \frac{ld}{d(d+l)}}$$



Complete 2)



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{4}{r} + \frac{2}{R} = \frac{4R+2r}{rR}$$

$$R_{eq} i = \Delta V$$

$$R_{eq} = \frac{\Delta V}{i} = \frac{2rR}{4R+2r} = \frac{12}{9} = 1,33$$

$$rR = 5,33R + 3,66r$$

$$P_p = 5W = rI^2 = r \cdot \frac{\Delta V^2}{R^2} = \frac{\Delta V^2}{R} \text{ e. alle r}$$

$$R = \frac{\Delta V^2}{P_p} = \frac{144}{5} = \boxed{28,8 \Omega}$$

$$28,8 R = 5,33 R + 76,6 \rightarrow 23,47 R = 76,6 \Rightarrow \boxed{R = 3,26 \Omega}$$

solo POSIZIONE

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{4}{r} \rightarrow R_{eq} = \frac{r}{4} = 7,2 \Omega \quad I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{12}{7,2} = 1,67 A$$

$$\Delta t = \frac{72 A \cdot h}{1,67 A} = \boxed{43,1 h}$$

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
CORSO DI LAUREA IN FISICA

ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

21/09/2022

(prova completa)

$$\epsilon_r = 4.8$$

$$\epsilon_r = 2$$

1 – Un condensatore ideale a facce piane e parallele, distanti $d = 4 \text{ cm}$ ed aventi area $S = 300 \text{ cm}^2$, è riempito per metà di mica ($\epsilon_r = 4.8$) e per metà di plastica ($\epsilon_r = 2$). Quanto vale la capacità del condensatore? Se la differenza di potenziale applicata alle armature è $\Delta V = 2500 \text{ V}$, calcolare la carica sulle armature e l'energia elettrostatica immagazzinata dal condensatore.

2 – Un cannone elettronico opera sottovuoto ed è posto all'interno di una regione dove si trova un campo di induzione magnetica uniforme avente linee di forza parallele all'asse del cannone elettronico (che si assume come asse \vec{x}). Gli elettroni vengono emessi dal cannone nell'origine dell'asse con una velocità \vec{v} che forma un angolo θ con l'asse \vec{x} . Determinare dopo quanto tempo gli elettroni toccheranno nuovamente l'asse \vec{x} .

3 – Una differenza di potenziale avente espressione $V(t) = V_0 \sin \omega t$ (con $V_0 = 116 \text{ V}$ e $\omega = 40 \text{ rad/s}$), è applicata tra le armature di un condensatore a facce piane e parallele, avente armature circolari di raggio $R = 10 \text{ cm}$ e distanti $d = 2 \text{ mm}$, poste in vuoto. Determinare il valore massimo dell'induzione magnetica all'interno del condensatore, ad una distanza $r = 5 \text{ cm}$ dal suo asse.

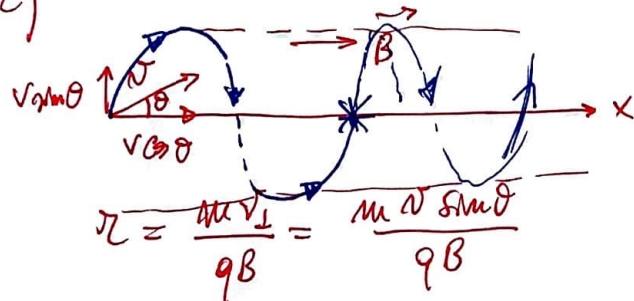
4 – Calcolare il tempo impiegato da un raggio luminoso ad attraversare una lastra di materiale trasparente spessa 5 cm , la cui costante dielettrica relativa vale $\epsilon_r = 2.5$, se il raggio incide con un angolo di 1.15 rad rispetto alla normale alla superficie.

$$1) C_{TOT} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow C_1 = \epsilon_0 \frac{s}{d/2} \epsilon_1, \quad C_2 = \epsilon_0 \epsilon_1 \frac{s}{d/2}$$

$$C_{TOT} = \frac{1}{4} \epsilon_0^2 \epsilon_1 \epsilon_2 \frac{s^2}{d^2} \cdot \frac{1}{2 \epsilon_0 \frac{s}{d} (\epsilon_1 + \epsilon_2)} = 2 \epsilon_0 \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \frac{s}{d} = [18.7 \text{ pF}]$$

$$q = C_{TOT} \Delta V = [4.7 \cdot 10^{-8} \text{ C}] \quad U_e = \frac{1}{2} C_{TOT} V^2 = [5.8 \cdot 10^{-5} \text{ J}]$$

2)



$$F_L = qv_{perp} B = qv_{perp} \sin \theta B = m \frac{v_{perp}^2}{r}$$

Moving in y, moving in x

$$T = \frac{2\pi r}{v_{perp}} \quad (\text{dopo 1 periodo ritorna a } x)$$

$$T = \frac{2\pi m v_{perp} \sin \theta}{qB v_{perp} \sin \theta} = \boxed{\frac{2\pi m}{qB}}$$

3) Ampere - Maxwell



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c + \epsilon_0 \mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

$$2\pi B r = \epsilon_0 \mu_0 \pi r^2 \frac{d}{dt} \left[\frac{V(t)}{r} \right]$$

$$B = \frac{\epsilon_0 \mu_0}{2d} r (V_0 \cos \omega t) \cdot \omega = B_{max} \cos \omega t$$

$$B_{max} = \frac{N_0 \epsilon_0 r V_0 \omega}{2d} = [6.4 \cdot 10^{-13} \text{ T}]$$

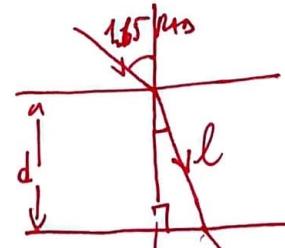
$$4) \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_n \approx \sqrt{\epsilon_{n2}} \sin \theta_n$$

$$0.91 \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2.5} \sin \theta_n \Rightarrow \sin \theta_n = 0.576 \Rightarrow 35.1^\circ = \theta_n$$

$$n = c/\lambda_2 = 1.9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$l = \frac{d}{\epsilon_2 \theta_2}$$

$$t = \frac{l}{v} = \frac{d}{VG_2 \theta_2} = \frac{0.05}{1.9 \cdot 10^8 \cdot 0.918} = 3.2 \cdot 10^{-10} \text{ s} = [320 \text{ ps}]$$



PROVA IN ITINERE DI FISICA GENERALE II

25/06/2021

1 – Un filo rettilineo infinito, percorso da una corrente alternata $I(t) = I_0 \sin \omega t$, avente valore di picco $I_0 = 5 \text{ A}$ e frequenza $f = 50 \text{ Hz}$, giace nello stesso piano di una bobina formata da 10 spire quadrate di lato $\ell = 0.2 \text{ m}$, parallelamente a un suo lato e distante 5 cm da esso. Determinare il massimo valore della forza elettromotrice indotta nella bobina. Determinare inoltre la potenza dissipata nella bobina, se essa ha resistenza totale $R = 2 \Omega$ e coefficiente di autoinduzione $L = 0.01 \text{ H}$.

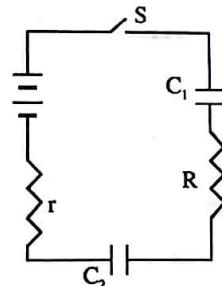
2 – Un anello toroidale di materiale ferromagnetico ha un raggio medio pari a 50 cm. Una parte dell'anello è circondato da una bobina formata da 25 spire di filo conduttore entro cui fluisce una corrente di 100 mA. Se viene creato nell'anello un traferro di 1 mm, il flusso dell'induzione magnetica diminuisce del 25%. Determinare la suscettività magnetica del materiale di cui è fatto l'anello e il valore dell'induzione magnetica iniziale.

3 – Per risolvere una prova in itinere di fisica gli studenti hanno a disposizione solo cinque minuti misurati dal loro professore che, subito dopo aver distribuito le copie del testo, per un improvviso impegno si è dovuto allontanare dall'aula muovendosi (in automobile) alla folle velocità $v = 0.9965338 c$ rispetto ad essi, e che gli invierà dalla sua macchina un segnale radio, di frequenza pari a 100 MHz, quando il suo orologio segnerà che sono passati *cinque minuti*. Non appena essi riceveranno il segnale, dovranno consegnare il compito. Quanto tempo hanno avuto gli studenti per terminare la prova? Quale è la frequenza del segnale radio ricevuto dagli studenti?

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
 CORSO DI LAUREA IN FISICA
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II
 15/06/2022

(*prova completa*)

1 – Il circuito in figura è composto da un generatore ideale da 12 V , dalle due resistenze $r = 1\Omega$ e $R = 5\Omega$, e dalle due capacità $C_1 = 3\mu\text{F}$ e $C_2 = 6\mu\text{F}$. All'istante $t = 0\text{ s}$ l'interruttore S viene chiuso. Qual è la costante di tempo τ del circuito? Dopo avere atteso un tempo pari a τ l'interruttore S viene riaperto. Qual è la differenza di potenziale ai capi del condensatore C_2 ?



2 – Tre generatori aventi *f.e.m.* e resistenza interna identiche ($V = 12\text{ V}$ e $r_0 = 1.5\Omega$) possono essere collegati *tutti in serie* o *tutti in parallelo* ad una resistenza $R = 12\Omega$. Calcolare in ciascuno dei due casi la corrente che circola nella resistenza R ed il rapporto tra la potenza trasferita alla resistenza e quella erogata complessivamente dai generatori.

3 – Un filo conduttore rettilineo infinito è posto nel piano di una spira conduttrice quadrata, parallelamente ad un suo lato. Filo e spira hanno sezioni trascurabili, il filo dista a dal lato più vicino della spira, la spira ha resistenza R ed un suo lato è lungo ℓ . Il filo è percorso inizialmente dalla corrente costante I . Azzerando lentamente tale corrente si osserva che una sezione normale del conduttore di cui è costituita la spira è attraversata da una carica Q . Si determini il valore di I nell'ipotesi di autoinduzione trascurabile della spira. Facoltativo: cosa sarebbe accaduto se *non* si fosse trascurata l'induttanza L della spira?

4 – Un campo elettrico di intensità $\mathcal{E} = 14\text{ kV/m}$ e un campo magnetico, ortogonalmente fra di loro e alla direzione di propagazione di un fascio di elettroni, costituiscono un *filtro di Wien* (in cui solo per gli elettroni della giusta velocità la forza elettrica e quella magnetica si annullano a vicenda) che si vuole utilizzare per selezionare elettroni di energia pari ad $E = 4.7\text{ MeV}$. Determinare l'intensità del campo magnetico nel riferimento del laboratorio ed in quello degli elettroni. Massa dell'elettrone $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
CORSO DI LAUREA IN FISICA
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

15/06/2022

(2° prova in itinere)

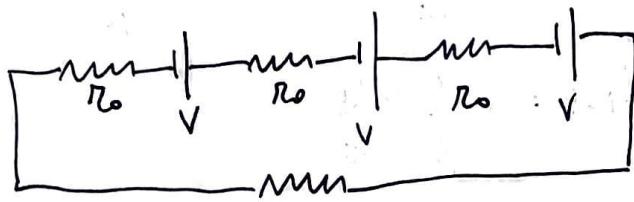
1 – Un filo conduttore rettilineo infinito è posto nel piano di una spira conduttrice quadrata, parallelamente ad un suo lato. Filo e spira hanno sezioni trascurabili, il filo dista a dal lato più vicino della spira, la spira ha resistenza R ed un suo lato è lungo ℓ . Il filo è percorso inizialmente dalla corrente costante I . Azzerando lentamente tale corrente si osserva che una sezione normale del conduttore di cui è costituita la spira è attraversata da una carica Q . Si determini il valore di I nell'ipotesi di autoinduzione trascurabile della spira. Facoltativo: cosa sarebbe accaduto se *non* si fosse trascurata l'induttanza L della spira?

2 – Una sottile bacchetta di materiale ferromagnetico, a forma di cilindro, ha lunghezza $\ell = 5 \text{ cm}$ e diametro $a = 0.5 \text{ cm}$, e giace su un piano orizzontale. L'asse del cilindro è diretto secondo il meridiano magnetico terrestre. In queste condizioni si osserva un *punto neutro* P nel piano orizzontale dove giace la sbarretta, a distanza $d = 20 \text{ cm}$ dal suo centro. Quanto vale la suscettività magnetica del materiale di cui è fatta la bacchetta? Discutere tutte le approssimazioni adoperate. Nota: un punto di un piano si dice *neutro* quando è ivi nulla la componente, secondo il piano, dell'intensità di campo magnetico.

3 – Un campo elettrico di intensità $\mathcal{E} = 14 \text{ kV/m}$ e un campo magnetico, ortogonali fra di loro e alla direzione di propagazione di un fascio di elettroni, costituiscono un *filtro di Wien* (in cui solo per gli elettroni della giusta velocità la forza elettrica e quella magnetica si annullano a vicenda) che si vuole utilizzare per selezionare elettroni di energia pari ad $E = 4.7 \text{ MeV}$. Determinare l'intensità del campo magnetico nel riferimento del laboratorio ed in quello degli elettroni. Massa dell'elettrone $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

A COMPLETA

Coll. in SERIE:



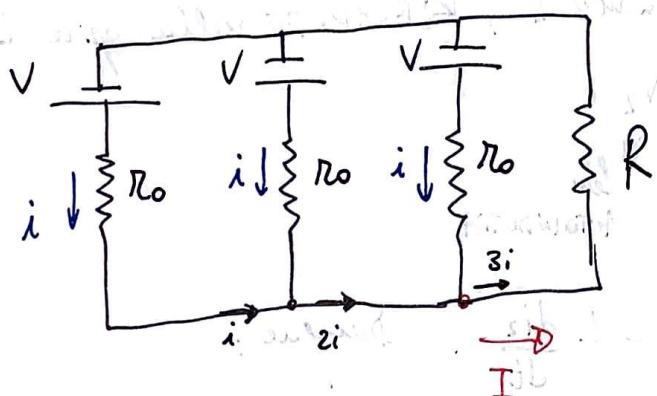
$$3V = i(R + 3R_0) \rightarrow i = \frac{3V}{R + 3R_0} = \frac{3 \cdot 12}{12 + 4.5} = \frac{36}{16.5} = 2.18 A$$

$$\varrho_{\text{GEN}} = 3 \cdot V \cdot i = 3 \cdot 12 \cdot 2.18 = 78.5 W$$

$$\varrho_R = R i^2 = 12 \cdot 2.18^2 = 57 W$$

$$R = \frac{\varrho_R}{\varrho_{\text{GEN}}} = \frac{57}{78.5} = 0.726$$

2) Coll. in PARALLELO:



Per riunificare:

$$I = i + i + i = 3i$$

$$i = \frac{I}{3}$$

D.D.P. ai capi di R :

$$V_R = V - R_0 i = V - R_0 \frac{I}{3}$$

e inoltre $V_R = R I$. A notarne:

$$RI = V - R_0 \frac{I}{3} \rightarrow I \left(R + \frac{R_0}{3} \right) = V \rightarrow I = \frac{V}{R + \frac{R_0}{3}}$$

$$I = \frac{12}{12 + 0.5} = \frac{12}{12.5} = 0.96 A$$

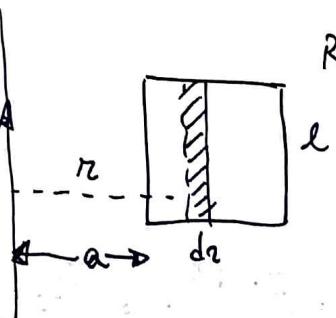
$$\varrho_{\text{GEN}} = 3 \cdot V \cdot i = 3 \cdot V \cdot \frac{I}{3} = V I = 12 \cdot 0.96 = 11.52 W$$

$$\varrho_R = R I^2 = 12 \cdot (0.96)^2 = 11.06 W$$

$$R = \frac{\varrho_R}{\varrho_{\text{GEN}}} = \frac{11.06}{11.52} = 0.96$$

3 - PROVA COMPLETA e 1 - PROVA IN ITINERE

I



$$E_i = - \frac{d\phi_B}{dt}, \quad i_{ind} = \frac{E_i}{R}$$

$$i_{ind} = - \frac{1}{R} \frac{d\phi_B}{dt}$$

$$Q = \int_0^\infty - \frac{1}{R} \frac{d\phi_B}{dt} dt = \frac{\phi_B^0 - \phi_B^\infty}{R} \quad \text{FELICI}$$

$\phi_B^\infty = 0$ (corrente a $t \rightarrow \infty \Rightarrow I = 0$). Se ne invece cercare

$$\phi_B^0 = \int \vec{B} \cdot \hat{n} dS = \int_a^{l+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot l dr = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{l+a}{a}$$

$$Q = \frac{\mu_0 I l}{2\pi R} \ln \left(1 + \frac{l}{a} \right) \quad \text{e quindi}$$

$$I = \frac{2\pi R Q}{\mu_0 l \cdot \ln \left(1 + \frac{l}{a} \right)}$$

FACOLTATIVO: Se non trascuriamo L , KIRCHHOFF nelle spine di viene

$$i_1 + i_2 = 0, \quad R i_2 = V_1 + V_2$$

conente che
circola nelle

spine

$$\text{mentre } V_2 = -L \frac{di_2}{dt}. \quad \text{Dunque:}$$

$$Q = \int_0^\infty i_2 dt = \int_0^\infty \left(\frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R} \right) dt = \int_0^\infty \frac{V_1}{R} dt - \frac{L}{R} \int_0^\infty \frac{di_2}{dt} dt.$$

$$= \int_0^\infty \frac{V_1}{R} dt - \frac{L}{R} \int_0^\infty di_2 = \int_0^\infty \frac{V_1}{R} dt - \frac{L}{R} [i_2]_0^\infty$$

PERÒ all'ISTANTE INIZIALE ($t=0$) nella SPIRA NON circola corrente [$i_2(t=0)=0$], e lo stesso accade per $t \rightarrow \infty$ (fine del tracciato)

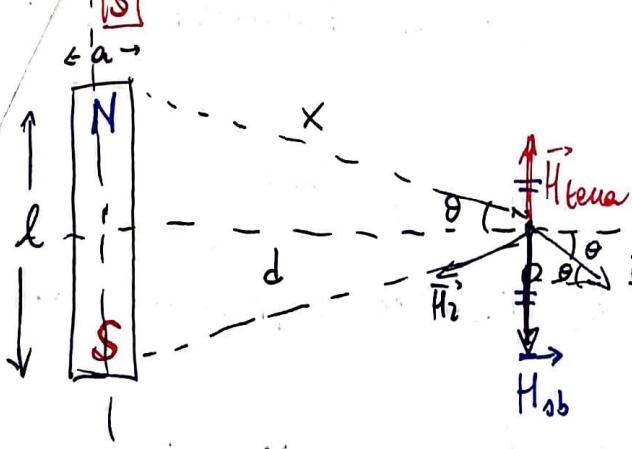
$[i_2(t \rightarrow \infty) = 0]$ e quindi:

$$Q = \int_0^\infty \frac{V_1}{R} dt + \phi = \int_0^\infty \frac{E_i}{R} dt$$

COME PRIMA?

(NORD MAGNETICO)

P. NORD MAGNETICO TERR.



P. SUD. MAGN. TERR. STRS

Attenzione alle convenzioni!

Se considero polo NORD della bacchetta quello che PUNT A AL NORD MAGNETICO, allora il "polo NORD MAGNETICO" deve essere di NATURA SUD e viceversa per il polo SUD MAGNETICO che è di NATURA NORD.

In questo modo funzionano gli schemi di INDUZIONE MAGNETICA mostrati in figure.

Dette con M^* la mona magnetica di ciascun polo, avremo:

$$H_1 = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{M^*}{x^2}, \quad x = \sqrt{d^2 + \frac{l^2}{4}}, \quad H_1 = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{\mu^*}{d^2 + \frac{l^2}{4}}$$

$$H_{sb} = H_1 \sin\theta + H_2 \sin\theta = 2H_1 \sin\theta = \frac{2}{4\pi\mu_0} \frac{M^*}{d^2 + \frac{l^2}{4}} \sin\theta$$

però: $\frac{\frac{l}{2}}{\sin\theta} = x \rightarrow \sin\theta = \frac{\frac{l}{2}}{x} = \frac{l}{2\sqrt{d^2 + \frac{l^2}{4}}}$

$$H_{sb} = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{M^*}{d^2 + \frac{l^2}{4}} \cdot \frac{l}{2\sqrt{d^2 + \frac{l^2}{4}}}$$

ma il momento di DIPOLO MAGNETICO (Coulombiano) è $M = M^* l$ e quindi

$$H_{sb} = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{M}{\left(d^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{3/2}}$$

e riceviamo il momento di dipolo Magnetico APPERIANO e' legato a quello COULOMBIANO da $M = \mu_0 N$

segue che:

$$H_{sb} = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{N \cdot N}{\left(d^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{3/2}} = \frac{1}{4\pi} \frac{N}{\left(d^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{3/2}}$$

A^E PUNTO NEUTRO $H_{ob} = H_t$ e quindi

$$H_t = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{N}{(d^2 + \frac{l^2}{4})^{3/2}}$$

pero' la magnetizzazione

(\approx UNIFORME) delle sbarrette e' legata a μ da:

$$M = \frac{N}{V} = \frac{P}{l\pi a^2} \quad \text{e insomma, ricomincia a } \boxed{H_t} \text{ che ha}$$

Così la magnetizzazione delle sbarrette: $M = \chi_M H_t$.

Quindi:

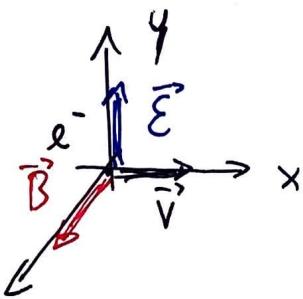
$$\chi_M = \frac{M}{H_t} = \frac{1}{H_t} \cdot \frac{N}{l\pi a^2} = \frac{1}{H_t} \cdot \frac{1}{l\pi a^2} \cdot 4\pi \left(d^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{3/2} \frac{H_t}{4}$$

$$\boxed{\chi_M = \frac{16}{l^2 a^2} \left(d^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{3/2}} \approx \frac{16 d^3}{a^2 l} = \frac{16 \cdot 0.2^3}{(5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 0.05} =$$

$$= \frac{0.128}{1,25 \cdot 10^6} = \boxed{102400}$$

WIKIPICTA - 3 - PROVA IN ITINERE

$$\frac{E}{mc^2} = \frac{6.7}{0.511} = 13.1977 \rightarrow v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = \sqrt{0.988} c = 0.984$$



[LAB]

$$B = \frac{E}{v} = \frac{14 \cdot 10^3}{0.984 \cdot 3 \cdot 10^8} = 46.9 \text{ NT}$$

[ELETTRONE]

Anche in questo SDR le forze complementari deve essere nulla. Siccome in questo

SDR la carica è ferma, segue che:

$$F_B' = 0 \Leftrightarrow F_E' = 0 \Rightarrow E' = 0$$

Troviamo ormai \vec{B}' con le TdL dei AMP1:

$$\begin{cases} B'_x = B_x \\ B'_y = \gamma (B_y + \frac{v}{c^2} E_z) \\ B'_z = \gamma (B_z - \frac{v}{c^2} E_y) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} B'_x = B_x = 0 \\ B'_y = \gamma (\phi + \frac{v}{c^2} \phi) = 0 \\ B'_z = \gamma (B - \frac{v}{c^2} \epsilon) \end{cases}$$

Dunque $\vec{B}' = B'_z \hat{k}$ essendo

$$B'_z = \gamma \left(B - \frac{v}{c^2} \epsilon \right) = \gamma B \left(1 - \frac{v}{c^2} \frac{\epsilon}{B} \right) = \gamma B \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = \frac{B}{\gamma}$$

$$B'_z = \frac{47.2 \text{ NT}}{9.2} = 5.13 \text{ NT}$$