

ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

16/11/2022

(prova completa)

1 – Una sfera di raggio $r = 1\text{ mm}$, carica con densità volumica uniforme $\rho = 3.82 \cdot 10^{-9} \frac{\text{C}}{\text{m}^3}$, è immersa in un mezzo isolante. Un elettrone parte da fermo da una distanza $d = 1\text{ cm}$ dal centro della sfera ed arriva ad una distanza $d' = 2r$ con velocità $v = 2250\text{ m/s}$, essendo libero di muoversi senza effetti dissipativi. Determinare la costante dielettrica relativa del mezzo.

2 – Una sfera isolante ($\epsilon_r \approx 1$) rigida di raggio $R = 1\text{ m}$ è uniformemente carica con densità volumica $\rho = 1\text{ }\mu\text{C/m}^3$. Determinare il modulo della induzione magnetica al centro della sfera qualora essa ruoti attorno ad un asse passante per il suo centro con velocità angolare $\omega = 2.4\text{ rad/s}$.

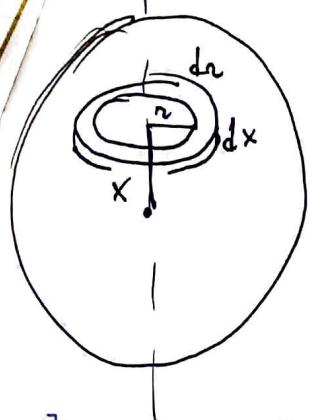
3 – Una bobina di 40 spire di raggio $r = 1.5\text{ cm}$ è posta coassialmente all'interno di un solenoide di raggio $R > r$, lungo 87 cm e costituito da 1760 spire. Gli estremi della bobina sono cortocircuitati tra loro. Nel solenoide la corrente varia linearmente da 20 mA a 60 mA in $23\text{ }\mu\text{s}$. Se ogni spira della bobina presenta una resistenza pari a $0.5\text{ }\Omega$, calcolare il valore dell'induzione magnetica nel suo centro quando nel solenoide la corrente è 30 mA .

4 – Nel sistema di riferimento del laboratorio sono presenti un campo elettrico uniforme e costante di modulo $1.9 \frac{\text{V}}{\text{m}}$, ed un campo di induzione magnetica uniforme e costante di modulo 10.7 nT , che forma un angolo $\theta = 42^\circ$ col campo elettrico. Determinare la velocità con cui deve muoversi un altro sistema di riferimento inerziale rispetto a quello del laboratorio affinché in esso i due campi siano paralleli.

$$h) \frac{v}{c} = \frac{\bar{e}^2 + c^2 B^2 - \sqrt{E^4 + c^4 B^4 + 2\bar{e}^2 B^2 c^2 (1 - 2\delta n^2 \theta)}}{2\bar{e} B c \sin \varphi}$$

$$= \frac{3.61 + 10.3 - \sqrt{13.03 + 106,2 + 26.37 \cdot 0,1065}}{8,16}$$

$$= \frac{3,61 + 10.3 - \sqrt{127}}{8,16} = \underline{0,323}$$



$$dB = \frac{\mu_0 r^2 dI}{2(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad \text{esendo}$$

$$dI = \frac{dQ}{t} = \frac{\omega d\alpha}{2\pi}$$

$$dQ = \rho dV = \rho 2\pi r dr dx$$

$$dB = \frac{\mu_0 r^2 2\pi r \rho d\alpha dx \omega}{2(x^2 + r^2)^{3/2} \cdot 2\pi} = \frac{\omega \mu_0 \rho r^3}{2(x^2 + r^2)^{3/2}} dr dx$$

$$B = \int_{x=-R}^R dx \int_{r=0}^{\sqrt{R^2 - x^2}} \frac{\mu_0 \omega \rho}{2} \frac{r^3 dr}{(x^2 + r^2)^{3/2}} =$$

$$\frac{\mu_0 \omega \rho}{2} \int_{-R}^R dx \int_0^{\sqrt{R^2 - x^2}} \frac{r^3}{(r^2 + x^2)^{3/2}} dr$$

$$\int \frac{r^3}{(r^2 + x^2)^{3/2}} dr \Rightarrow \text{ponto} \begin{cases} v = r^2 + x^2 \\ r^2 = v - x^2 \end{cases} dv = 2r dr$$

$$\int \frac{r^3 \cdot \frac{dv}{2r}}{v^{3/2}} = \int \frac{r^2 dv}{2v^{3/2}} = \int_{x^2}^{R^2} \frac{(v - x^2) dv}{2v^{3/2}} =$$

$$\frac{1}{2} \int_{x^2}^{R^2} v^{-1/2} dv - \frac{1}{2} \int_{x^2}^{R^2} x^2 v^{-3/2} dv =$$

$$= \frac{1}{2} \left[2\sqrt{v} + \frac{2x^2}{\sqrt{v}} \right]_{x^2}^{R^2} = \left[\sqrt{v} + \frac{x^2}{\sqrt{v}} \right]_{x^2}^{R^2} = \left(R + \frac{x^2}{R} - x - x \right)$$

$$= \left(R + \frac{x^2}{R} - 2x \right) \text{ e' dunque}$$

$$B = 2 \cdot \frac{\mu_0 \omega \rho}{2} \int_0^R \left(R + \frac{x^2}{R} - 2x \right) dx = 2 \cdot \frac{\mu_0 \omega \rho}{2} \left[Rx + \frac{x^3}{3R} - x^2 \right]_0^R$$

$$= 2 \cdot \frac{\mu_0 \omega \rho}{2} \left(R^2 + \frac{R^2}{3} - R^2 \right)$$

$$= \boxed{\frac{\mu_0 \omega \rho R^2}{3}}$$

~~Strom~~ ~~μ~~ ~~P₀~~ ~~W₀~~ ~~R₀~~

①

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$\phi + \frac{e q}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r d} = \frac{1}{2} m v_f^2 + \frac{q e}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r d'}$$

$$\frac{q e}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d'} \right) = \frac{1}{2} m v_f^2 \rightarrow \epsilon_r = \frac{q e}{4\pi \epsilon_0 \cdot \frac{1}{2} m v_f^2} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d'} \right)$$

$$\epsilon_r = \frac{\frac{2}{3} \kappa \pi r^3 \rho e}{\frac{2}{3} \epsilon_0 m v_f^2} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d'} \right) = \boxed{\frac{2 \epsilon r^3 \rho}{\epsilon_0 m v_f^2} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d'} \right)}$$

$$\epsilon_r \approx 4$$

③

$$\vec{B} = \vec{B}_{\text{rod}} + \vec{B}_i; \quad B_0 = \mu_0 i_{\text{zm}}, \quad B_i = N \cdot \frac{N_0 I_i}{2r}$$

$$I_i = \frac{E_i}{N R_{\text{sp}}} = \frac{1}{N R_{\text{sp}}} \cdot \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = \frac{1}{N R_{\text{sp}}} \cdot N \pi r^2 \frac{\Delta B_0}{\Delta t} = \frac{\mu_0 M \pi r^2}{R_{\text{sp}}} \frac{\Delta I_s}{\Delta t}$$

$$B = B_0 - B_i = \cancel{\mu_0 i_{\text{zm}}} - \frac{N N_0 M \pi r^2}{2r} \frac{\Delta I_s}{R_{\text{sp}}} \frac{\Delta t}{\Delta t}$$

$$M = 2023 \frac{\text{polar}}{\text{m}}; \quad B_0 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 2023}{2r} = \frac{7.67 \cdot 10^{-5} \text{T}}{R_{\text{sp}}}$$

$$B_i = 50 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7} I_i}{2 \cdot 1.5 \cdot 10^{-2}} = 2.094 \cdot 10^{-3} I_i, \quad I_d = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2023 \cdot 3.14 \cdot (0.05)^2}{0.5} \cdot 2600$$

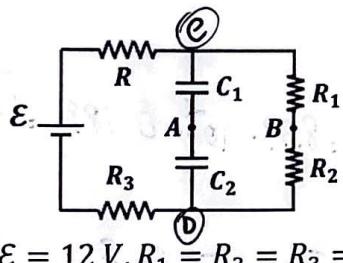
$$I_i = 0.00938 \text{ A}, \quad B_i = 2.094 \cdot 10^{-3} \cdot 0.00938 = \underline{1.963 \cdot 10^{-5} \text{T}}$$

$$B_{\text{tot}} = \boxed{5.67 \cdot 10^{-5} \text{T}}$$

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

22/12/2022

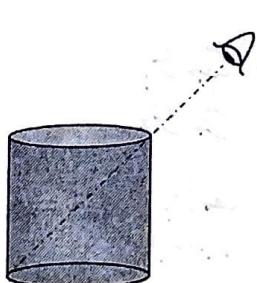
1 – Un campo elettrico uniforme di intensità $2 \frac{MV}{m}$ è generato entro un grande blocco di materiale dielettrico con permittività relativa pari a 3. In questo blocco viene ricavata una cavità a forma di un corto cilindro con le basi normali al campo. Trovare l'intensità del campo elettrico entro la cavità e la densità superficiale delle cariche indotte sulle basi. Si disegnino inoltre schematicamente le cariche indotte e le linee di forza.



$$\epsilon = 12 \text{ V}, R_1 = R_2 = R_3 = R = 10 \Omega, C_1 = 5 \mu\text{F}, C_2 = 10 \mu\text{F}.$$

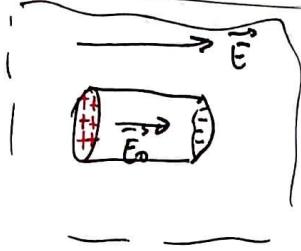
2 – Calcolare, in condizioni stazionarie, la carica dei condensatori C_1 e C_2 del circuito rappresentato in figura. Se poi si collegano i punti A e B con un conduttore di resistenza trascurabile, quanto valgono le cariche dei condensatori?

3 – Un condensatore piano con armature quadrate, di capacità 5 nF è collegato, tramite una resistenza di $120 \text{ M}\Omega$, ad un generatore di forza elettromotrice continua da 1000 V , che inizia a caricarlo all'istante $t = 0 \text{ s}$. Dopo che è trascorso un secondo, determinare: la corrente di spostamento tra le armature; il flusso del campo elettrico attraverso un quadrato di lato metà rispetto a quello delle armature, parallelo alle armature stesse e con il centro giacente sull'asse del condensatore; la circuitazione dell'induzione magnetica lungo il perimetro di tale quadrato.



4 – Un sottile bicchiere cilindrico di cristallo è largo 4 cm alla base, come mostrato in figura. Quando l'occhio di un osservatore è posto come in figura, l'osservatore vede il contorno della base del bicchiere. Quando questo bicchiere è però riempito di acqua ($n = 4/3$), lo stesso osservatore vede il centro della base del bicchiere. Quanto vale l'altezza del bicchiere?

1)



$$\vec{E}_0 = \epsilon_0 \vec{E} \Rightarrow E_0 = \underline{6 \text{ MV/m}}$$

$$E_0 = E + \frac{\sigma_{\text{pel}}}{\epsilon_0} \Rightarrow 6 \text{ MV} = \frac{\sigma_p}{\epsilon_0} \rightarrow \sigma_p = 6 \cdot 10^6 \cdot 8.86 \cdot 10^{-12}$$

$$= \boxed{35.44 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}}$$

2) a) $i = \frac{V}{4R} = \frac{12}{40} = 0.3 \text{ A}$. Ai capi della SERIE del condensatore:

$$\Delta V_{CD} = i(R_1 + R_2) = 0.3 \cdot 20 = 6 \text{ V} \text{ da CARICA della SERIE e allora}$$

$$Q_1 = Q_2 = \Delta V_{CD} C_{\text{pare}} = 6 \text{ V} \cdot \frac{5 \cdot 10 \cdot 10^{-12}}{(5+10) \cdot 10^{-6}} = \frac{6 \cdot 50}{15} \mu\text{C} = \boxed{20 \mu\text{C}}$$

b) $V_A = V_B$ e allora $Q_1 = C_1 V_1 = C_1 i R_1 = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 0.3 \cdot 10 = \boxed{15 \mu\text{C}}$

$$Q_2 = C_2 i R_2 = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 0.3 \cdot 10 = \boxed{30 \mu\text{C}}$$

3) $I_d = I_c = \frac{V_0}{R} e^{-t/Rc} = \frac{1000}{120 \cdot 10^6} e^{-\frac{t}{0.6}} = 8.33 \cdot 10^{-6} \cdot 0.189 = \boxed{1.574 \mu\text{A}}$

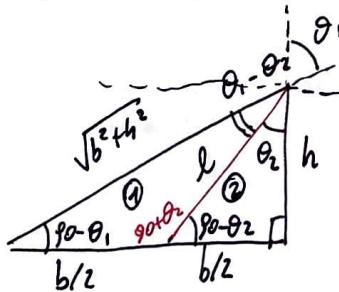
b) $\phi_E(t) = E S' = \frac{V(t)}{d} S'$ tenendo $S' = L^2/4$. Però $C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \rightarrow S = \frac{Cd}{\epsilon_0}$

$$\phi_E(t) = \frac{V(t)}{d} \frac{S}{4} = \frac{V(t)}{d} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{Cd}{\epsilon_0} = \frac{CV(t)}{4\epsilon_0} = \frac{C V_0 (1 - e^{-t/\tau})}{4\epsilon_0}$$

$$= \frac{5 \cdot 10^{-9} \cdot 1000 \cdot (1 - 0.189)}{4 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}} = \boxed{1.145 \cdot 10^5 \text{ V m}}$$

e) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_d(S') = \mu_0 I_d \frac{S'}{S} = \mu_0 \cdot 1.574 \cdot 10^{-6} \cdot 0.25 = \boxed{4.93 \cdot 10^{-13} \text{ T m}}$

4)



$$\textcircled{1} \quad \frac{l}{\cos \theta_1} = \frac{\sqrt{h^2 + l^2}}{-\cos \theta_2} \quad l = -\sqrt{h^2 + l^2} \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

$$\textcircled{2} \quad l = \sqrt{h^2 + \frac{b^2}{4}} \quad , \quad \sqrt{h^2 + \frac{b^2}{4}} = -\sqrt{h^2 + l^2} \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

$$h^2 + \frac{b^2}{4} = (h^2 + l^2) \frac{\cos^2 \theta_1}{\cos^2 \theta_2} \quad \text{rimo l'ottenezione sul lato}\text{ }\text{ come } h:$$

$$\frac{h}{\cos \theta_1} = \frac{b}{\sin \theta_1} \quad \& \quad \frac{h}{\cos \theta_2} = \frac{b/2}{\sin \theta_2} : \text{ divido le due:} \quad \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} = \frac{1}{2} \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \quad \& \quad \cos$$

NOTA $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{4}{3}$ ovvero $\frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} = \frac{2}{3}$ e dunque

$$h^2 + \frac{b^2}{4} = \frac{4}{9} h^2 + \frac{4}{9} b^2 \quad h^2 (1 - \frac{4}{9}) = b^2 (\frac{4}{9} - 1) \quad \text{cioè}$$

$$h = b \frac{\sqrt{4/9 - 1/4}}{\sqrt{1 - 4/9}} = b \text{ cm} \cdot \frac{0.441}{0.745} = \boxed{2.37 \text{ cm}}$$

ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

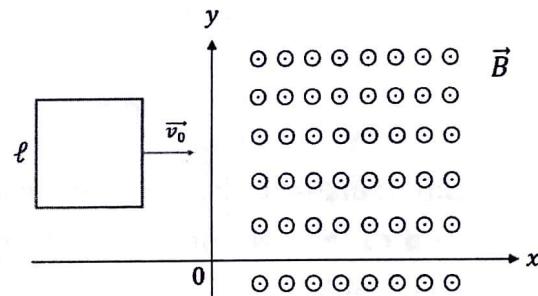
13/07/2022

(prova completa)

1 – Alcune cariche puntiformi uguali, ciascuna di intensità pari a $q = 1 \mu C$, sono poste ad intervalli di 30° sulla linea equatoriale di una sfera di raggio $R = 1.2 m$. Qual è il potenziale elettrico al centro della sfera e al polo nord della sfera?

2 – Un condensatore da $1 \mu F$ dotato di una energia immagazzinata iniziale pari a $0.5 J$ viene scaricato attraverso un resistore da $1 M\Omega$. (a) Qual è la carica iniziale del condensatore? (b) Quanto vale la corrente nel resistore quando la scarica ha inizio? (c) Si determinino le espressioni della tensione ai capi del condensatore ΔV_C , della tensione ai capi del resistore ΔV_R e della potenza dissipata nel resistore in funzione del tempo.

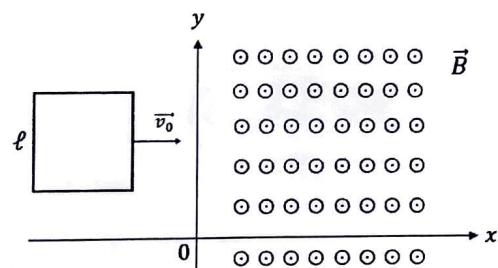
3 – Una spira conduttrice quadrata, di lato ℓ , massa m e resistenza R si muove con velocità costante pari a v_0 parallela all'asse \vec{x} nel semipiano di ascissa negativa di un sistema di riferimento cartesiano ortogonale come in figura. Nel semipiano positivo delle ascisse esiste un campo magnetico di induzione \vec{B} , ortogonale al piano x,y , uniforme e costante; nel semipiano negativo delle ascisse il campo magnetico è nullo. Si determini la velocità v'_0 della spira una volta che essa sia penetrata completamente nel semipiano positivo delle ascisse ed il tempo t'_0 necessario affinché ciò avvenga, calcolato a partire dall'istante in cui il lato vicino della spira sia appena entrato nella zona permeata dal campo. Facoltativo: è possibile che la spira non riesca a penetrare completamente la regione permeata dal campo magnetico?



4 – Una macchina radiogena di uno studio medico accelera elettroni mediante due elettrodi posti alla d.d.p. di 70 kV . Quale dovrebbe essere l'energia cinetica che un acceleratore di particelle dovrebbe impartire ad un fascio di protoni per portarli alla stessa velocità degli elettroni della macchina radiogena? $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $m_p = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
 CORSO DI LAUREA IN FISICA
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II
 13/07/2022
(2° prova in itinere)

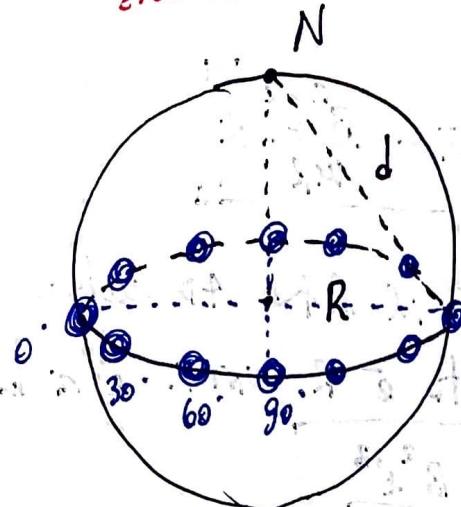
1 – Una spira conduttrice quadrata, di lato ℓ , massa m e resistenza R si muove con velocità costante pari a v_0 parallela all'asse \vec{x} nel semipiano di ascissa negativa di un sistema di riferimento cartesiano ortogonale come in figura. Nel semipiano positivo delle ascisse esiste un campo magnetico di induzione \vec{B} , ortogonale al piano x,y , uniforme e costante; nel semipiano negativo delle ascisse il campo magnetico è nullo. Si determini la velocità v'_0 della spira una volta che essa sia penetrata completamente nel semipiano positivo delle ascisse ed il tempo t'_0 necessario affinché ciò avvenga, calcolato a partire dall'istante in cui il lato vicino della spira sia appena entrato nella zona permeata dal campo. Facoltativo: è possibile che la spira non riesca a penetrare completamente la regione permeata dal campo magnetico?



2 – Determinare il momento magnetico di una sbarretta di nichel, di sezione quadrata $S = 1 \text{ mm}^2$, lunghezza $\ell = 1 \text{ cm}$ e densità $\rho = 8.6 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ sapendo che essa ha un periodo di oscillazione $T = 2 \text{ s}$ quando è posta nel campo magnetico di un solenoide formato da 1000 spire/m percorso da una corrente continua $I = 1 \text{ A}$. La sbarretta è sospesa ad un filo avente coefficiente di torsione κ trascurabile, in modo da oscillare attorno ad un asse passante per il suo baricentro in un piano parallelo alle linee di induzione. Facoltativo: cosa accadrebbe qualitativamente se κ non fosse trascurabile?

3 – Una macchina radiogena di uno studio medico accelera elettroni mediante due elettrodi posti alla d.d.p. di 70 kV. Quale dovrebbe essere l'energia cinetica che un acceleratore di particelle dovrebbe impartire ad un fascio di protoni per portarli alla stessa velocità degli elettroni della macchina radiogena? $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $m_p = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

PROBLEMA 1



M. 12 cerche

M centro

$$V = 12 \cdot \frac{q}{R} = \frac{12 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{1.2} = 90 \text{ kV}$$

Al polo NORD:

$$V = 12 \cdot \frac{q}{d} = \frac{12 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{2} \cdot 1.2} = 63.6 \text{ kV}$$

PROBLEMA 2

$$q_0 = \sqrt{2 V_0 C} = 10^{-3} \text{ C} = 1 \mu\text{C}$$

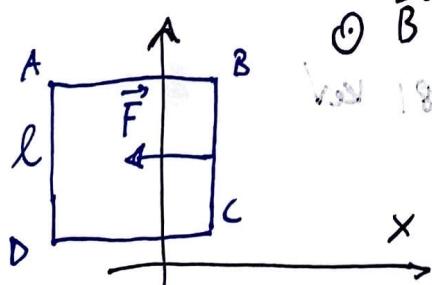
$$V_{c_0} = \frac{q_0}{C} = \sqrt{\frac{2 V_0}{C}} = 1000 \text{ V} = 1 \text{ kV}$$

$$i_0 = \frac{V_{c_0}}{R} = \frac{1000}{10^6} = 10^{-3} \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

$$V_C(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{q_0}{C} e^{-t/RC} = 1000 e^{-\frac{t}{10}} \text{ V} = V_R(t)$$

$$P_J = \frac{V_R^2}{R} = \frac{q_0^2}{RC^2} e^{-2t/RC} = e^{-2t/10} \text{ W}$$

PROBLEMA 3 COMPLETA = 1 ITINERARIO



$\odot \vec{B}$

$$\vec{F}_{BC} = i_{IND} \vec{l} \times \vec{B}$$

$$i_{IND} = \frac{E_i}{R} = \frac{Blv}{R}$$

$$\vec{F}_{BC} = \frac{B^2 l^2 v}{R}$$

eqz. del moto: $ma = -\frac{B^2 l^2 v}{R} \Rightarrow m \ddot{v} = -\frac{B^2 l^2 v}{R} \Rightarrow \ddot{v} = -\frac{B^2 l^2}{Rm} v = \frac{B^2 l^2}{Rm} t + C$

$$dN = -\frac{B^2 l^2}{\mu R} v dt = -\frac{B^2 l^2}{\mu R} dx$$

$$\int_{N_0}^{N(t)} dN = \int_0^x -\frac{B^2 l^2}{\mu R} dx \rightarrow N(t) = N_0 - \frac{B^2 l^2}{\mu R} x$$

DIMINUZIONE LINEARE di Velocità finché il letto A.D. è uguale alle aree di \vec{B} . A quel punto il moto è R. UNIF. e n.

$$N' = N_0 - \frac{B^2 l^2}{\mu R} x = N_0 - \frac{B^2 l^2}{\mu R} t$$

Ragioniamo adesso in tempi:

$$\frac{dN}{v} = -\frac{B^2 l^2}{\mu R} dt \quad \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{B^2 l^2}{\mu R} t$$

$$N(t) = N_0 e^{-\frac{B^2 l^2}{\mu R} t} \quad \text{e ricomincia } N(t=t_0') = N_0' \text{ se }$$

$$t_0' = -\frac{\mu R}{B^2 l^2} \ln \frac{N_0'}{N_0} = \frac{\mu R}{B^2 l^2} \ln \frac{N_0}{N_0'}$$

$$\text{FACCIA TUTTO: } x(t) = \frac{\mu R}{B^2 l^2} (N_0 - v) = \frac{\mu R N_0}{B^2 l^2} \left(1 - e^{-\frac{B^2 l^2}{\mu R} t} \right)$$

x ha un valore limite $x_0 = \frac{\mu R N_0}{B^2 l^2}$ se $t \rightarrow \infty$

Riuscire a entrare nel campo solo UNA PARTE delle spire!

PROBLEMA 6 COMPLETA = 3 ITINERI

$$E_e = M_e c^2 + K_e = 511 \text{ keV} + 70 \text{ keV} = 581 \text{ keV}$$

$$\gamma = \frac{E_e}{M_e c^2} = \frac{581}{511} = 1.137$$

$$E_p = \gamma M_p c^2 = 1.137 \cdot 938 = 1066.5 \text{ keV}$$

$$K_p = E_p - M_p c^2 = 128.5 \text{ keV}$$

12 ITINERI

mento di massa : $\bar{y} = 2 \int_0^{l/2} x^2 dm = 2 \int_0^{l/2} x^2 \cdot \rho dV =$
 (oggetto di forma)

$$= 2 \int_0^{l/2} x^2 \cdot \rho s dx = \rho s \frac{l^3}{12}$$

sciele accelerata:

$$\ddot{\theta} = \tau = -\mu B \sin \theta \approx -\mu B \theta$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma}{\mu B}} \quad \text{e quindi}$$

$$\mu = \frac{h\pi^2 \bar{y}}{T^2 B} = h\pi^2 \frac{\rho s l^3}{12} \cdot \frac{1}{T^2} \cdot \frac{1}{\mu \text{ o m}} = \boxed{5.63 \cdot 10^{-6} A \text{ m}^2}$$

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA

CORSO DI LAUREA IN FISICA

ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

22/12/2020

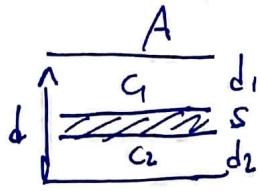
1 – problema di elettrostatica

Le armature di un condensatore piano, aventi area $A=2 \text{ m}^2$ e poste a distanza $d=0.5 \text{ cm}$ l'una dall'altra, sono connesse a un generatore di tensione $\Delta V=100 \text{ V}$ e a carica avvenuta vengono isolate. Un foglio metallico di spessore $s=2 \text{ mm}$, avente la stessa configurazione e area delle armature, viene poi inserito tra le armature stesse parallelamente ad esse. Determinare: a) la variazione di capacità del condensatore; b) la nuova differenza di potenziale tra le due armature esterne; c) il lavoro compiuto dal campo elettrico durante l'introduzione del foglio metallico.

2 – Una carica elettrica $Q = 15 \mu\text{C}$ è distribuita su un disco isolante di raggio $R = 12 \text{ cm}$ con una densità superficiale variabile in funzione della distanza dal centro del disco r secondo la legge $\sigma = br$, essendo b una costante positiva da determinare. Il disco ruota attorno al suo asse con velocità angolare $\omega = 75 \text{ giri/s}$. Quanto vale il modulo del campo magnetico \vec{B} al centro del disco?

3 – Un protone dei raggi cosmici ($m_p \approx 0.938 \frac{\text{GeV}}{c^2}$) ha una energia totale $E = 10^{15} \text{ eV}$. Esso si avvicina alla Terra muovendosi perpendicolarmente al campo magnetico terrestre, di intensità $B = 10^{-5} \text{ T}$. Quanto vale il modulo del campo elettrico che si manifesta nel sistema di riferimento in cui il protone è fermo?

1) [cf. B&S p. 182] Cond. SERIE: $C_{\text{tot}} = \epsilon_0 \frac{A}{d-1}$ ~~per piano~~



$$C_1 = \epsilon_0 \frac{A}{d_1} \quad \epsilon_2 = \epsilon_0 \frac{A}{d_2} \quad C_{\text{tot}} = \frac{\epsilon_0 C_2}{C_1 + C_2} = \\ = \frac{\epsilon_0^2 A^2}{d_1 d_2} \cdot \frac{1}{\epsilon_0 A \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)} = \frac{\epsilon_0 A}{\epsilon_0 A \frac{d_1 + d_2}{d_1 d_2}} = \epsilon_0 \frac{A}{d_1 + d_2} = \epsilon_0 \frac{A}{d-1} \text{ ev.}$$

$$Q = C_0 V_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} V_0, \underline{Q = C_0 V} \Rightarrow V' = \frac{Q}{C_{\text{tot}}} = \frac{\epsilon_0 A V_0}{d} \cdot \frac{d-1}{\epsilon_0 A} = \boxed{V_0 \frac{d-1}{d}}$$

CONTINUA (*)

2) [cf. 3.17] $d_i = \frac{dp}{T}, ds = 2\pi r dr, dB = \frac{\mu_0 di}{2r}$



$$Q = \int_0^R \sigma ds = \int_0^R b R \cdot 2\pi r dr = 2\pi b \frac{R^3}{3} \rightarrow b = \frac{3Q}{2\pi R^3}$$

$$T = 2\pi/\omega \rightarrow db = \frac{\mu_0 di}{2r} = \frac{\mu_0 \sigma w dr}{2} \quad , \quad B = \frac{\mu_0 \sigma b}{2} \int_0^R r dr$$

$$\boxed{B = \frac{3 \mu_0 \omega Q}{8 \pi R}}$$

3) [cf. 10.4] $\gamma = E/mc^2$ $\begin{cases} E_x = E_y = E_z = 0 \\ B_x = B_z = 0, \quad B_y = B_T \end{cases}$ LB

QUIETE $\begin{cases} E_x' = 0 \\ E_y' = 0 \\ E_z' = \gamma (\bar{e}_z + v B_y) = \gamma v B_T \end{cases}$ $\boxed{\gamma c B_T}$

(*) COMPLUTO dell'esterno

$$-\mathcal{L} = V_f - V_i = \frac{1}{2} C_{\text{tot}} V'^2 - \frac{1}{2} C_0 V_0^2 = \frac{1}{2} \left\{ \epsilon_0 \frac{A}{d-1} \cdot \frac{(d-1)^2}{d^2} V_0^2 - \epsilon_0 \frac{A}{d} V_0^2 \right\}$$

$$-\mathcal{L} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d} \left[\frac{d-1}{d} - 1 \right] V_0^2 \Rightarrow \mathcal{L} = - \frac{\epsilon_0 A}{2d} \left[\frac{d-1-d}{d} \right] V_0^2$$

$$\boxed{\mathcal{L} = \frac{\epsilon_0 A V_0^2}{2d} \frac{d-1}{d}}$$

$\mathcal{L} = 0 \rightarrow$ nessun lavoro

$\mathcal{L} = d \rightarrow$ "consumo" TUTTA la E.m. elettrica

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

21/01/2021

1 – Una sfera metallica di raggio R , che porta su di sé una carica Q , è ricoperta da una buccia di spessore δ costituita da un dielettrico omogeneo, isotropo e lineare, con costante dielettrica relativa ϵ_r . Si calcoli il potenziale della sfera assumendo nullo il potenziale all'infinito.

2 – Una solenoide infinito, costituito da 1000 spire/m, di raggio $R = 8 \text{ cm}$, è percorso da una corrente di 4 A. Calcolare il modulo del potenziale vettore magnetico in due punti distanti rispettivamente 5 cm e 10 cm dall'asse del solenoide.

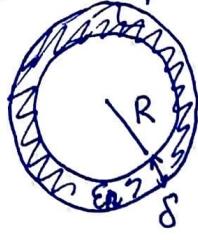
3 – In un filo di rame scorre una corrente di 45 A. Il filo ha $2.7 \cdot 10^{23}$ elettroni liberi per metro di lunghezza (ed un numero eguale di ioni positivi). (a) Quale è la velocità media degli elettroni liberi? (b) Quanto valgono le densità lineari di cariche negative e positive nel sistema di riferimento in cui il filo è fermo? (c) Di quanto variano le densità di cariche negative e positive nel sistema di riferimento che ha velocità uguale alla velocità media degli elettroni liberi? Quanto vale la carica netta per unità di lunghezza in questo sistema di riferimento?

$$\left(\frac{N_+}{d}\right)' = \frac{\lambda_-}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx \lambda_- \left[1 - \frac{1}{2} \left(-\frac{v^2}{c^2}\right)\right] = \lambda_- \left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right)$$

$$\left(\frac{N_-}{d}\right)' \approx \lambda_- \left(1 - \frac{v^2}{2c^2}\right) \quad \text{dunque}$$

$$\Delta\lambda = \left[\left(\frac{N_+}{d}\right)' - \left(\frac{N_-}{d}\right)'\right] = \lambda_- \left\{1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1 + \frac{v^2}{2c^2}\right\} = \boxed{(\lambda_-) \frac{v^2}{c^2}}$$

1) [cf. BDS p. 86]



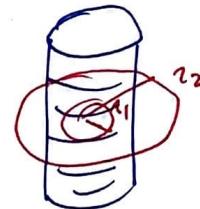
$$E_i \quad (R < r < R+\delta) \rightarrow E_i = \frac{Q}{\epsilon} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2 r^2}$$

$$E_e = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$V_R - V_{\infty} = - \int_{\infty}^R \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_{\infty}^{R+\delta} E_e dr - \int_{R+\delta}^R E_i dr$$

$$\begin{aligned} V_R &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[+\frac{1}{r} \right]_{\infty}^R + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2} \left[\frac{1}{r} \right]_{R+\delta}^R = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2(R+\delta)} \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{R} + \frac{1}{\epsilon_2 R} - \frac{1}{\epsilon_2(R+\delta)} \right] = \frac{Q(\epsilon_2 R + \epsilon_2 \delta + R + \delta - R)}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2 R(R+\delta)} = \frac{Q(\epsilon_2 R + \epsilon_2 \delta + \delta)}{4\pi\epsilon_0\epsilon_2 R(R+\delta)} \end{aligned}$$

2) [cf. 3.32] $\Phi_B = B\pi r^2 = \oint \vec{A} \cdot d\vec{l} = 2\pi r A$



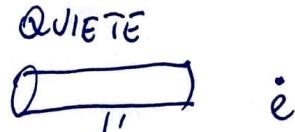
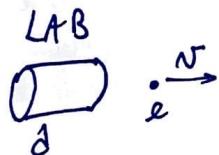
CASE (a): $r_1 < R$, $B = \mu_0 i M$,

$$\mu_0 i M \pi r_1^2 = 2\pi r_1 A \rightarrow A(r_1) = \frac{\mu_0 i M}{2} r_1$$

CASE (b): $r_2 > R$:

$$\mu_0 i M \pi R^2 = 2\pi r_2 A \rightarrow A(r_2) = \frac{\mu_0 i M}{2} \frac{R^2}{r_2}$$

3)



$$\text{LAB: } j = \mu_0 e v = \frac{N}{Ad} e \cdot v \rightarrow jA = I = \frac{N}{d} e \cdot v \rightarrow \frac{N_-}{d} = \frac{I}{ev}, \quad \frac{N_+}{d} = \frac{N_-}{d}$$

PONGO $\frac{N_-}{d} = \lambda_-$, $\frac{N_+}{d} = \lambda_+$ (restiamo a meno di un fattore e).

QUIETE: d' è DICATA DA rispetto a d . quindi:

$$d' = \gamma d \quad \Rightarrow \quad \frac{(N_-)'}{d'} = \frac{N_-}{d'} = \frac{N_-}{\gamma d} = \frac{1}{d} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \frac{N_-}{d}$$

$$\left(\frac{N_-}{d} \right)' = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \lambda_-$$

$$\left(\frac{N_+}{d} \right)' = \gamma \left(\frac{N_+}{d} \right) = \gamma \lambda_+ = \frac{\lambda_+}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\left(\frac{N_+}{d} \right)' - \left(\frac{N_-}{d} \right)' \Rightarrow \text{ricorre } \frac{v}{c} \ll 1 \rightarrow \Rightarrow \text{TAYLOR} \Rightarrow$$

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
 CORSO DI LAUREA IN FISICA
 PROVA IN ITINERE DI FISICA GENERALE II

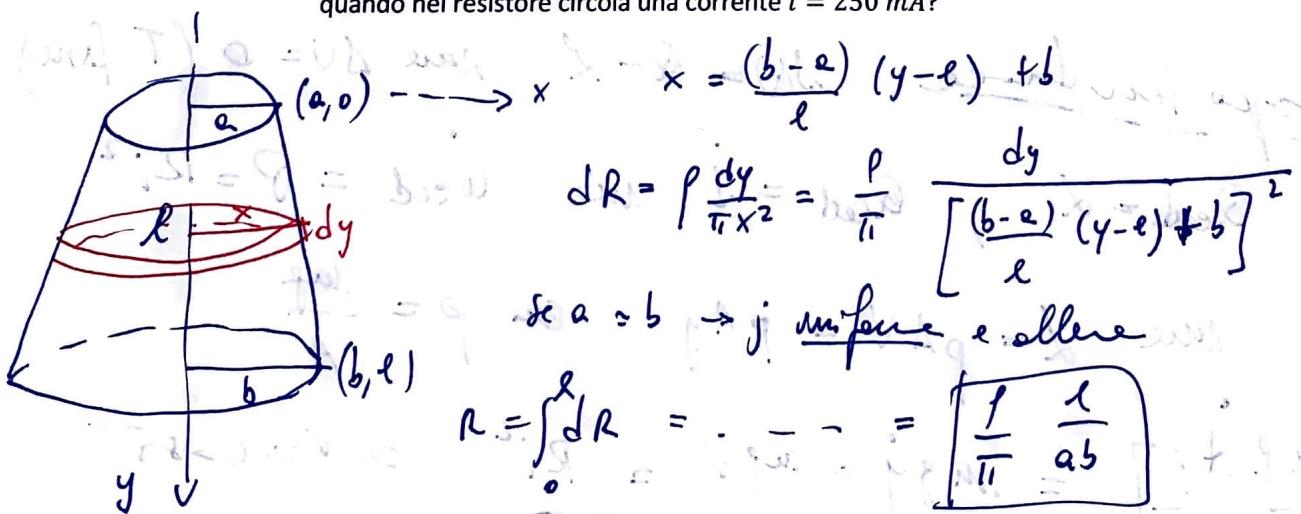
03/02/2021

1 – Il campo elettrostatico esistente in una regione ha, in coordinate cartesiane, l'espressione $\vec{E} = (-2xy + 3z)\hat{i} - (x^2 + 2z^2)\hat{j} + (3x - 4yz)\hat{k}$. Verificare che questa espressione può rappresentare un campo elettrostatico e determinare le regioni dello spazio che hanno densità di carica nulla. Calcolare quindi l'integrale di linea di \vec{E} lungo il percorso γ_1 formato dalla spezzata che connette, nell'ordine, i tre punti $A(1,0,0)$, $C(1,1,0)$ e $B(0,1,0)$. Verificare esplicitamente inoltre che l'integrale di linea lungo il percorso γ_2 formato dalla retta che connette i punti $A(1,0,0)$ e $B(0,1,0)$ ha lo stesso valore del precedente. Infine, valutare il flusso del campo elettrico attraverso il rettangolo $OACB$ e attraverso il triangolo ACB . **Nota:** è sottinteso che tutte le grandezze qui riportate siano espresse nel SI.

2 – ...

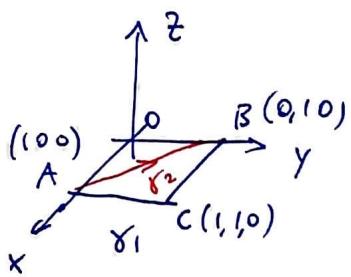
3 – Un resistore, di resistività ρ , ha la forma di un tronco di cono circolare, di raggi di base a e b (con $a < b$) ed altezza ℓ . Determinare la resistenza offerta da questo oggetto al passaggio di una corrente in direzione parallela all'asse di simmetria del cono, nell'ipotesi che $a \approx b$ (ovvero che l'assottigliamento del tronco di cono sia molto piccolo).

Un resistore di questo genere, di resistenza $R = 0.5 \text{ k}\Omega$, viene inserito all'interno di un cilindro adiabatico pieno di gas ideale biatomico e dotato di un pistone di massa $m = 12 \text{ kg}$, che può scorrere lungo le pareti del cilindro senza attrito. A quale velocità v il pistone deve innalzarsi affinché la temperatura del gas resti invariata quando nel resistore circola una corrente $i = 250 \text{ mA}$?



1) C.C. = felder sind strikt $\frac{\partial E_x}{\partial y} = \frac{\partial E_y}{\partial x}$ etc VACIDAS.

$$\nabla \cdot \vec{E} = -2y + \phi - hy = -6y = \rho/E_0 \rightarrow \rho = 0 \text{ auf } y=0$$



$$\int_{\Gamma_1} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{r_1: A \rightarrow C} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{\Gamma_2: C \rightarrow B} \vec{E} \cdot d\vec{l} =$$

$$= \int_A E_x dx + E_y dy + E_z dz + \int_C E_x dx + E_y dy + E_z dz =$$

$$= \int \underset{\begin{cases} y=y \\ x=1 \\ z=0 \end{cases}}{\text{idem}} + \int \underset{\begin{cases} x=x \\ y=1 \\ z=0 \end{cases}}{\text{idem}} = \int_0^1 E_y dy \Big|_{x=1, z=0} + \int_1^0 E_x dx \Big|_{y=1, z=0} =$$

$$= \int_0^1 -1 dy + \int_1^0 -2x dx = \boxed{0}$$

$$\int_{\Gamma_2} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int \vec{E}_x dx + E_y dy + \phi = \int (-2xy + 3z) dx - (x^2 + 2z) (-dx) =$$

$$= \int_1^0 [-2x(-x+1)] dx + x^2 dx = [x^3 - x^2] \Big|_1^0 = \phi$$

$$\Phi_{0ACB} = \int_{\Sigma} E_z dS = \int_0^1 (3x - 4yz) \cdot \frac{ds}{1 dx} \Big|_{z=0} = \int_0^1 3x dx = \frac{3}{2}$$

(diese Berechnung ist unvollständig: $\iint E_z dx dy$)

$$\Phi_{ACB} : ds = y dx = (1-y) dx = [1 - (-x+1)] dx = x dx$$

$$\Phi_{ACB} = \int_{\Sigma} E_z dS = \int_0^1 (3x - 4yz) x dx \Big|_{z=0} = \left[\frac{3x^3}{3} \right]_0^1 = \boxed{1} -$$

3) Impulso ten druck: $I = Q - L$ und $\Delta U = 0$ (T fixe)

siehe $Q_{ced} = \mathcal{L}$, $Q_{ced} = \phi$ und $Q_{ced} = P = R_i \cdot i^2$

$$I = R_i^2 \quad \text{und} \quad \mathcal{L} = p \Delta V = \rho A y \quad \text{mit} \quad \rho = \frac{\text{mf}}{A}$$

$$i = \left[\frac{\text{mf} A y}{A} \right] = \text{mg} y = \text{mg} v = R_i \cdot i^2 \quad \text{se} v = \text{const}$$

$$v = \frac{R_i \cdot i^2}{\text{mf}} \quad \underline{0.266 \text{ m/s}}$$

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
CORSO DI LAUREA IN FISICA
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II
31/03/2021

1 – Una carica puntiforme positiva $q = 2.0 \text{ nC}$ è situata al centro di una distribuzione uniforme sferica di carica negativa di raggio $R = 10 \text{ cm}$. La carica totale negativa è $-q$. Calcolare:

- a) il valore del campo elettrostatico nei punti a distanza $r_1 = \frac{R}{2}$ dalla carica q ;
- b) il potenziale alle distanze r_1 e $r_2 = 2R$ dalla carica q ;
- c) l'energia elettrostatica contenuta nello spazio esterno alla sfera di raggio r_1 centrata sulla carica q .

2 – Una striscia metallica, di larghezza a , molto lunga e sottile, viene percorsa da una corrente I . Determinare il valore del campo magnetico \vec{B} in un punto P che sta sullo stesso piano della striscia e si trova alla distanza b dal suo bordo più vicino.

3 – Una molecola con momento di dipolo elettrico \vec{p} viaggia con velocità \vec{v} (parallela alla direzione di \vec{p} e con modulo molto minore di c) perpendicolarmente ad un campo magnetico uniforme \vec{B} . Quanto vale (in modulo, direzione e verso) il momento meccanico agente sulla molecola?

Una carica puntiforme positiva $q = 2,0 \text{ nC}$ è situata al centro di una distribuzione uniforme sferica di carica negativa di raggio $R = 10 \text{ cm}$. La carica totale negativa è $-q$. Calcolare:
 a) il valore del campo elettrostatico nei punti a distanza $r_1 = R/2$ dalla carica q ;
 b) il potenziale alle distanze r_1 e $r_2 = 2R$ dalla carica q ;
 c) l'energia elettrostatica contenuta nello spazio esterno alla sfera di raggio r_1 centrata sulla carica q .

Il campo \vec{E} a distanza r_1 è radiale ed è dato da:

$$|\vec{E}| = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{R^2} \right) = 2 \cdot 10^{-9} \cdot 9 \cdot 10^9 \left(\frac{1}{0.05^2} - \frac{1}{0.1^3} \right) = 6300 \text{ V/m}$$

$$V(r_1) = \int_{r_1}^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^R \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{R^2} \right) dr =$$

$$\text{E=0 per } r > R \quad \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{r} - \frac{1}{2R^2} \right]_R^{\infty} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{5}{8R} = 112,5 \text{ V}$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{R_1}{2R^3} - \frac{1}{R} - \frac{1}{2R}$$

$$V(r_2) = \int_{2R}^{\infty} E(r) dr = 0 \quad (E=0 \text{ per } r > R)$$

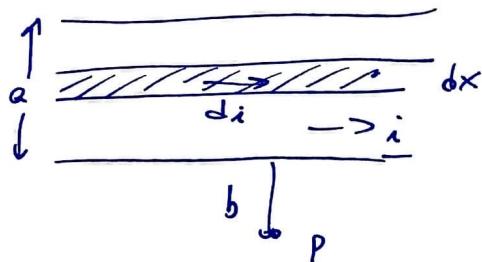
Densità d'energia: $w = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$

$$U_{EST} = \int_V w dv = \int_{r_1}^{\infty} (w) 4\pi r^2 dr = \frac{1}{2} \epsilon_0 \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \right)^2 \int_{r_1}^R \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{R^2} \right)^2 4\pi r^2 dr$$

$$\left[-\frac{1}{r} + \frac{r^5}{5R^6} - \frac{r^2}{R^3} \right]_R^{\infty}$$

$$U_{EST} \approx 7,99 \cdot 10^{-8} \text{ J}$$

2) [Cfr 3.15]

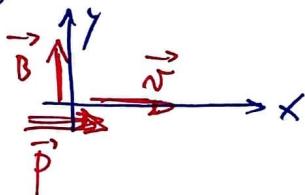


$$di = j dx = \frac{\dot{i}}{\pi} dx$$

$$dB = \frac{\mu_0 di}{2\pi (b+x)} = \frac{\mu_0 i}{2\pi a (x+b)} dx$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a} \ln \left(1 + \frac{a}{b} \right)$$

3) [cfr 10.6] Bone velocity



$$\begin{cases} E_x' = \bar{E}_x \\ E_y' = E_y - v B_z \\ E_z' = E_z + v B_y \end{cases}$$

$$\vec{E}' = \vec{0} \\ \vec{B}' = B \hat{j} \quad \text{e allene}$$

$$\begin{cases} E_x' = 0 \\ E_y' = 0 - 0 = 0 \\ E_z' = 0 + v B_y = \boxed{vB} \end{cases}$$

$$\vec{t} = \vec{p} \times \vec{E}' = \vec{p} \hat{i} \times v B \hat{k} = - \boxed{PVB}$$

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

ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II

26/05/2021

- 1 – Due sferette caricate di segno positivo si respingono con la forza $F = 1 \text{ N}$ a due metri di distanza. Determinare la carica depositata su ciascuna sferetta, se la loro somma è $q_1 + q_2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$.
- 2 – Una striscia metallica, di larghezza $a = 10 \text{ cm}$, molto lunga e sottile, viene percorsa da una corrente $I = 1.5 \text{ A}$, uniformemente distribuita. Determinare il valore del campo magnetico \vec{B} in un punto P che sta sullo stesso piano della striscia e si trova alla distanza $b = 30 \text{ cm}$ dal suo bordo più vicino.
- 3 – Una particella alfa dei raggi cosmici ($m_\alpha \approx 3.8 \frac{\text{GeV}}{c^2}$) ha una energia totale $E = 10^{15} \text{ eV}$. Essa si avvicina alla Terra muovendosi perpendicolarmente al campo magnetico terrestre, di intensità $B = 10^{-5} \text{ T}$. Quanto vale il modulo del campo elettrico che si manifesta nel sistema di riferimento in cui la particella alfa è ferma?

$$1) [\text{efr. 1.2}] \quad \begin{cases} k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 1N \quad \rightarrow \quad q_1 q_2 = \frac{1N^2}{k} = 0.444 \cdot 10^{-9} C^2 \\ q_1 + q_2 = 5 \cdot 10^{-5} C \end{cases}$$

$$q^2 - (q_1 + q_2)q + q_1 q_2 = 0 \quad \text{zu grido}$$

$$q^2 - 5 \cdot 10^{-5} q + 0.444 \cdot 10^{-9} \rightarrow \begin{cases} q_1 = 3.86 \cdot 10^{-5} C \\ q_2 = 1.15 \cdot 10^{-5} C \end{cases}$$

$$2) di = j dx = \frac{i}{a} dx, \quad dB = \frac{\mu_0 di}{2\pi (b+x)} = \frac{\mu_0 i}{2\pi a (x+b)} dx$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a} \ln \left(1 + \frac{a}{b} \right) \quad \text{vedi sene preceduto!}$$

$$3) \gamma = \frac{E}{mc^2} \quad \vec{E} = 0 \quad \vec{B} = B_T \hat{j}$$

$$Ez' = \gamma (\bar{E}_z + v B_y) \approx \gamma c B_T$$

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA

CORSO DI LAUREA IN FISICA

PROVA IN ITINERE DI FISICA GENERALE II

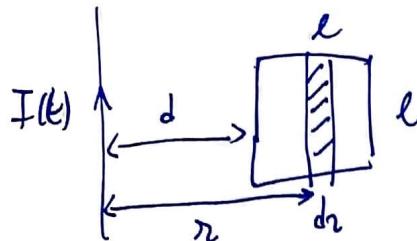
25/06/2021

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 $L = 0.01 \text{ H}$.
ISTANTANEA

2 – Un anello toroidale di materiale ferromagnetico ha una circonferenza media lunga 50 cm. Una parte dell'anello è circondato da una bobina 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. $N = 28 \text{ spire}$

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?

1) [Cap 6.22]



$$B = \frac{\mu_0 i_0}{2\pi r} \sin \omega t$$

$$E_i = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

$$d\phi = Bl dr$$

$$\Phi = N \int d\phi = N \frac{\mu_0 i_0}{2\pi} l \int_d^{d+l} \frac{dr}{r} \sin \omega t = N \frac{\mu_0 i_0}{2\pi} l \ln \left(\frac{d+l}{d} \right) \sin \omega t$$

$$E_i = -\frac{\partial \Phi}{\partial t} = \boxed{-N \frac{\mu_0 i_0}{2\pi} l \omega \ln \frac{d+l}{d} \cos \omega t}$$

$$\Theta_J = R i_i^2 = \frac{E_i^2}{R}$$

2) Hopkinson $\dot{\gamma} = R \Phi_B$

sensitivität: $N_i = \frac{l}{\mu_0 \mu_n S} B_0 S = \frac{l B_0}{\mu_2 \mu_0} \quad (\star)$

bei 1l Breite:

$$N_i = \left(\frac{l-d}{\mu_2 \mu_0} + \frac{d}{\mu_0} \right) \frac{B_f S}{S} = \frac{B_f}{\mu_0 \mu_2} [l-d+\mu_2 d]$$

$$N_i = \frac{0.75 B_0}{\mu_2 \mu_0} [l+d(\mu_2-1)] = \frac{0.75 B_0}{\mu_2 \mu_0} (l+d x_m) \quad (\star\star)$$

Auflösung (\star) & $(\star\star)$:

$B_0 = \frac{\mu_0 \mu_n N_i}{2\pi r}$

$x_m \approx \frac{2\pi r}{3d}$

$= 1067 \cdot \text{moltke}$

$(l=2\pi r)$

$= 1.062 \text{ mT}$

3) [Cap 10.10] $\Delta t_s = \gamma \Delta t_p$. Inoltre $\Delta t_{radar} = \frac{\Delta x}{c}$ erfordert

$\Delta x = v \Delta t_s$ so operano parallel del Prof und SJR gleiches STAD.

$$\Delta t_{tot} = \Delta t_s + \Delta t_{radar} = \Delta t_s + \frac{v}{c} \Delta t_s = \boxed{(1+\beta) \gamma \Delta t_p}$$

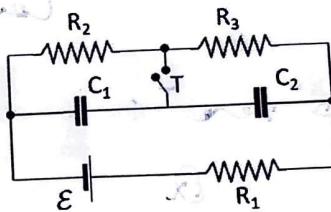
$$f_{radar} = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} f_{radar} = 4.17 \text{ MHz}$$

Doppel

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
 CORSO DI LAUREA IN FISICA
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE II
 25/06/2021

1 – Le armature di un condensatore piano ideale (disposto in verticale) hanno area S e si trovano tra loro ad una distanza ℓ . L'armatura di sinistra del condensatore ha il centro coincidente con l'origine di un sistema di riferimento cartesiano ed è ortogonale all'asse \vec{x} . Questo condensatore viene riempito con un materiale dielettrico liquido avente costante dielettrica relativa variabile nello spazio secondo la relazione $\epsilon_r(x) = a + \frac{x}{\ell}(b - a)$, essendo a e b due costanti positive. Determinare la capacità del condensatore. Determinare inoltre il valore di x per il quale il condensatore viene diviso in due parti in cui è accumulata la stessa quantità di energia elettrostatica.

2 – Nel circuito schematizzato in figura, si determinino le cariche q_1 e q_2 possedute dai due condensatori di capacità $C_1 = 20 \text{ nF}$, $C_2 = 50 \text{ nF}$ in condizioni di regime nei due casi in cui (a) l'interruttore T è aperto (b) l'interruttore T è chiuso.
 $\mathcal{E} = 50 \text{ V}$, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$.



3 – 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 $L = 0.01 \text{ H}$. *red* *pure*

4 – 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 $v = 0.998458 c$ 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?

red *pure*