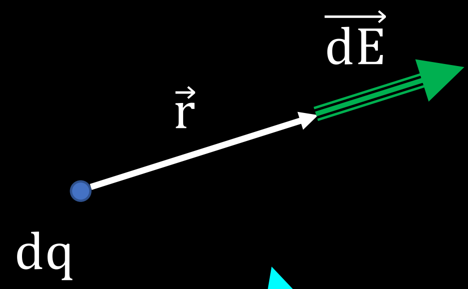
adalberto.sciubba@uniroma1.it

sorgenti, campi e loro interazioni

esercitazione su:

- condensatori
- energia elettrica
- solenoidi

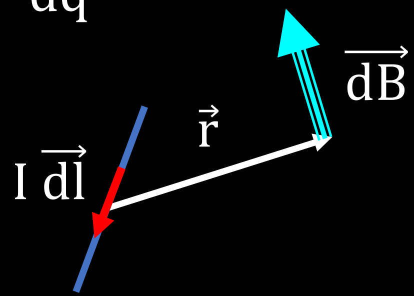
$$\overrightarrow{dE(\vec{r})} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\, dq\, \frac{\hat{r}}{r^2}$$



$$\Delta V = L_{CONS}/q = \int_A^B \vec{E}\cdot\vec{dl}$$

$$\Delta V_{A\to B} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right)$$

$$\overrightarrow{dB(\vec{r})} = \frac{\mu_0}{4\pi}\, I\,\vec{dl} \times \frac{\hat{r}}{r^2}$$



$$\text{f.e.m.} = L_{NON\ CONS}/q = \oint \vec{E}\cdot\vec{dl}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

$$C_{piano} = \frac{\epsilon_0\, S}{d}$$

$$\phi_S(\vec{E}) = \int_S \vec{E}\cdot\hat{n}\, dS = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{F} = q\,\vec{E}$$

$$\vec{F} = q\,\vec{v}\times\vec{B}$$

$$\overrightarrow{dF} = I\,\vec{dl}\times\vec{B}$$

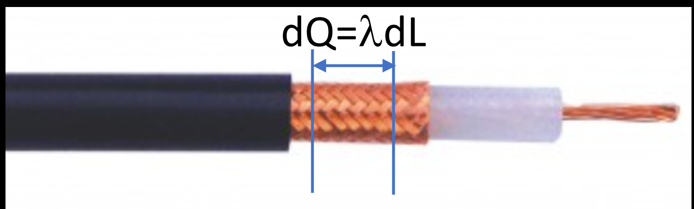
$$U = \frac{1}{2} C\,\Delta V^2$$

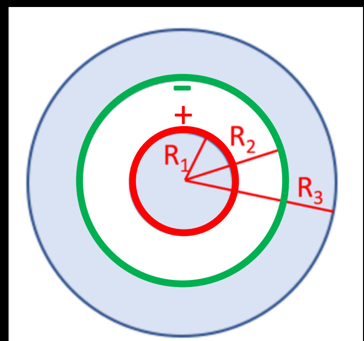
$$u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$

$$\oint_\gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_o I_{conc}$$

$$B_{solenoide} = \mu_0\, n\, I$$

6) Un condensatore cilindrico è costituito da un tratto di cavo coassiale lungo L che ha come armatura interna la superficie di un conduttore di raggio R_1 e come armatura esterna una guaina conduttrice di raggio R_2.
La carica +Q si distribuisce lungo L con densità $\lambda = Q/L$ sull'armatura di raggio R_1; la stessa carica ma di segno opposto -Q si distribuisce lungo L con densità $\lambda = -Q/L$ sull'armatura di raggio R_2.
Il campo elettrico fra le armature ha un andamento radiale: $E(r) = \lambda/(2\pi\varepsilon_0\, r)$ [verificare utilizzando Gauss] e la differenza di potenziale fra le armature è $\Delta V = \lambda/(2\pi\varepsilon_0) \ln (R_2/R_1)$ [verificare integrando E(r) fra R_1 e R_2].
Calcolare l'energia contenuta nel condensatore, sia a partire dal valore della capacità e della differenza di potenziale, sia integrando la densità di energia $u = ½\, e_0\, E^2$ sul volume fra le armature.

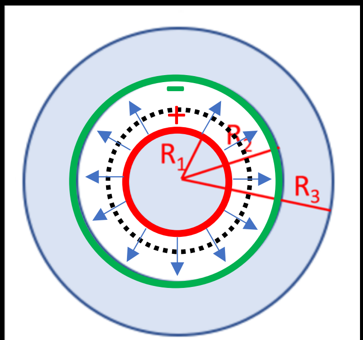


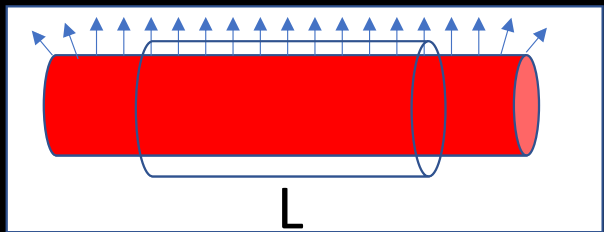


6) ...

Il campo elettrico fra le armature ha un andamento radiale: $E(r) = \lambda/(2\pi\varepsilon_0 r)$ [verificare utilizzando Gauss] e la differenza di potenziale fra le armature è $\Delta V = \lambda/(2\pi\varepsilon_0)\ \ln(R_2/R_1)$ [verificare integrando E(r) fra R_1 e R_2].

Calcolare l'energia contenuta nel condensatore, sia a partire dal valore della capacità e della differenza di potenziale, sia integrando la densità di energia $u = ½\ e_0\ E^2$ sul volume fra le armature.





$$2\pi r\ L\ \ E(r) = \lambda\ L/\varepsilon_0 \rightarrow E(r) = \lambda/(2\pi\varepsilon_0\ r)$$

$$\Delta V = \int_A^B \vec{E} \cdot \vec{dl}$$

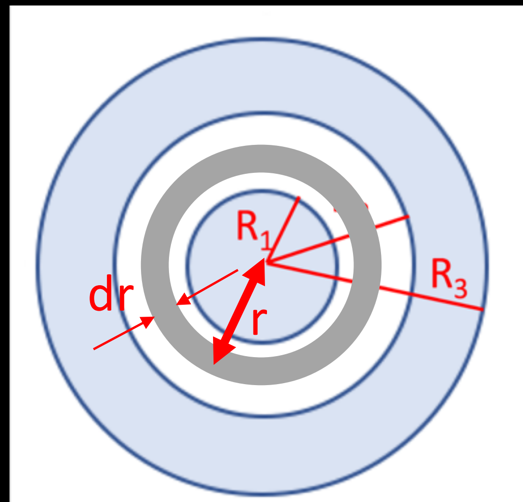
$$\Delta V = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \frac{dr}{r} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

6) ...

Calcolare l'energia contenuta nel condensatore, sia a partire dal valore della capacità e della differenza di potenziale, sia integrando la densità di energia u = $\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$ sul volume fra le armature.

$$\Delta V = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \qquad C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{\lambda L}{\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} = \frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

dτ = L dS

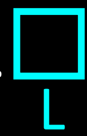


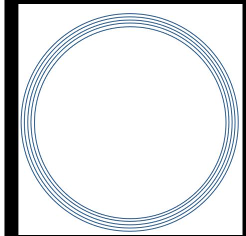
$$U = \frac{1}{2}C\Delta V^2 = \frac{1}{2}\frac{2\pi\varepsilon_0 L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}\left(\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{\lambda^2 L}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$u = \frac{U}{vol} = \frac{U}{\tau} \quad \text{ma} \quad u(r) = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E(r)^2 \rightarrow dU = u(r)\,d\tau \rightarrow u(r) = \frac{dU}{d\tau}$$

$$U = \int_{R_1}^{R_2} u(r)\,\underbrace{2\pi r L dr}_{d\tau} = \int_{R_1}^{R_2}\frac{1}{2}\,\varepsilon_0\left(\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\right)^2 2\pi r L dr = \int_{R_1}^{R_2}\frac{1}{2}\frac{\lambda^2 L}{2\pi\varepsilon_0 r}dr = \frac{1}{2}\frac{\lambda^2 L}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

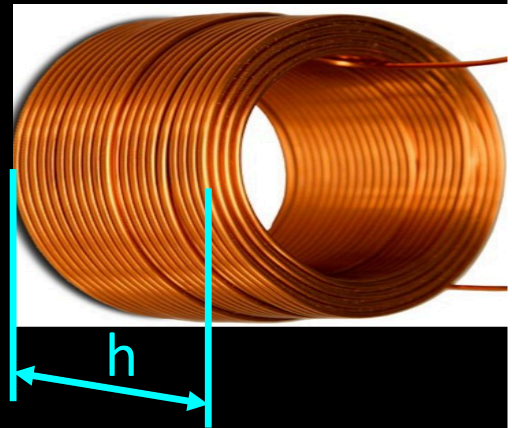
8) Determinare la lunghezza del filo di sezione quadrata di lato L = 1 mm con il quale viene realizzato un solenoide di raggio R = 3 cm e lunghezza h = 30 cm.





Le spire, realizzate senza lasciare spazi morti apprezzabili, sono avvolte su 5 strati (trascurare la piccola variazione del raggio delle spire).

Determinare anche il valore del campo magnetico interno quando l'avvolgimento è percorso da una corrente di 2 A (le normative impongono una densità di corrente massima pari a 10 A/mm^2)



N spire: $N = 5\, h/L = 1500$ (5 spire/mm x 300 mm)

lunghezza di una spira: $2\pi R$

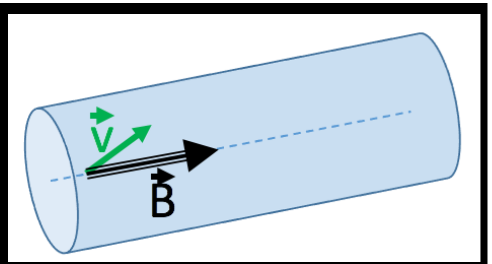
lunghezza totale 283 m

$n = N/h = 5000$ spire/m

$B = \mu_0\, n\, I = 12{,}6$ mT   1 tesla = 1 T   campo magnetico terrestre 50 μT

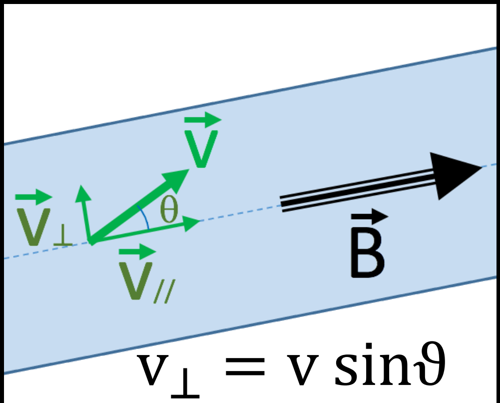
risonanza magnetica 3÷7 T

10) Una particella di carica q > 0 e massa m, posta sull'asse di un lungo solenoide di raggio R e n spire per unità di lunghezza, viene emessa con velocità v in una direzione inclinata di 30° rispetto all'asse. Determinare il valore minimo della corrente che impedisce alla particella di raggiungere l'avvolgimento del solenoide.



$$\vec{F} = q\,\vec{v} \times \vec{B}$$

$$|\vec{F}| = q\,v\,B\,\sin\vartheta$$



MOTO ELICOIDALE

$$F_L = q\,v_{\perp}\,B = m\,a_n = m\,v_{\perp}^2/r$$

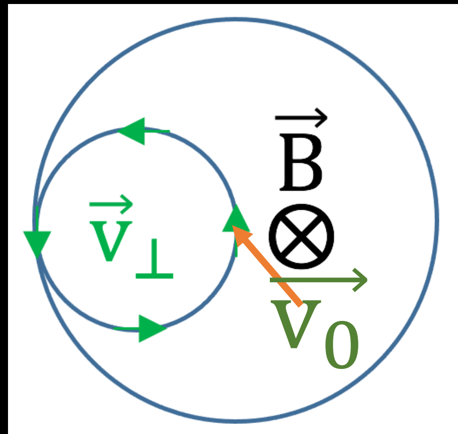
$$q\;B = m\,v_{\perp}/r$$

$$v_{\perp} = v\sin(30°) = v/2$$

$$r_{MAX} = R/2$$

$$q\;B_{min} = m\,(v/2)/(R/2) = m\,v/R$$

$$B_{min} = mv/(qR) = \mu_0\,n\,I_{min} \rightarrow I_{min} = mv/(qR\mu_0 n)$$



?

Complementi di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

sorgenti, campi e loro interazioni

VENERDÌ 1 ORE <u>8:30</u>-10

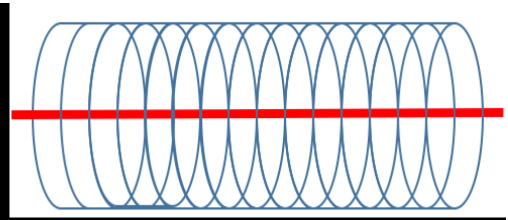
MASSIMA PUNTUALITA'
PER CHI E' DA REMOTO

autoflusso e induttanza

energia magnetica

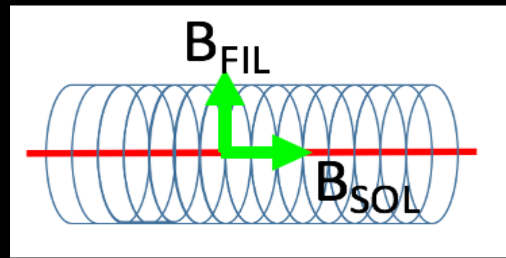
induzione elettromagnetica (Faraday-Neumann-Lenz)

9) Un lungo solenoide rettilineo di raggio R = 1 cm è costituito da n = 500 spire/m di filo nelle quali scorre la corrente I_0 = 100 mA. Lungo l'asse del solenoide è posto un filo conduttore percorso dalla corrente I.



Determinare il valore di I per cui il campo B sulla superficie interna del solenoide forma un angolo di 45° rispetto all'asse.

se l'angolo è di 45° i due campi hanno la stessa intensità



$$B_{SOL} = \mu_0 \, n \, I_0$$

$$B_{FIL} = \mu_0 \, I/(2\pi R)$$

$$I = n \, I_0 \, (2\pi R)$$