SECONDA PROVA SCRITTA - ESEMPIO

Tema di: FISICA

A cura di

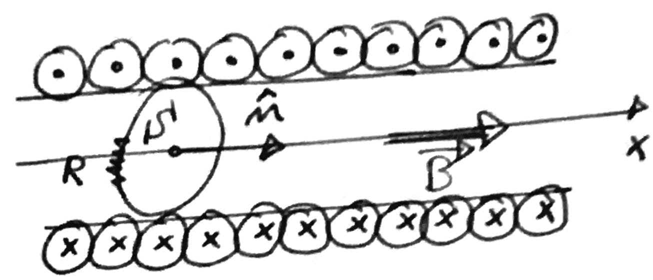
Antonio e Arturo STABILE

"Soluzioni"

Quesiti

1) $N = 400$; $L = 10{,}0\ cm$; $R = 0{,}20\ \Omega$; $r = 5{,}0\ cm$

$I_0 = 0{,}50\ A$; $\omega = 63\ rad/s$.



$$\vec{B}(t) = \mu_0 \frac{N}{L} I(t)\ \hat{i} \qquad d\vec{S} = dS\,\hat{n}$$

$$I(t) = I_0 \operatorname{sen}(\omega t)$$

$$\Phi(\vec{B}) = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_S B\,dS = B\,S \qquad \boxed{S = \pi r^2}$$

$$\Phi(\vec{B}) = \mu_0 \pi \frac{N}{L} r^2 I_0 \operatorname{sen}(\omega t)$$

$$f_{em}^{INDOTTA}(t) = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = -\mu_0 \pi \frac{N}{L} r^2 I_0 \omega \cos(\omega t)$$

$$I^{IND.}(t) = \frac{f_{em}^{IND}(t)}{R} = -\frac{\mu_0 \pi N r^2 I_0 \omega}{R L} \cos(\omega t)$$

Il segno "−" nella corrente è legato al fatto che I^{IND} è sempre opposta a $I(t)$ del solenoide.

$$f_{em}^{MAX} = \mu_0 \pi \frac{N}{L} r^2 I_0 \omega \simeq \underline{\underline{1,2\ mV}}$$

$$I^{IND}_{MAX} = \frac{f_{em}^{MAX}}{R} \simeq \underline{\underline{6\ mA}}$$

2) Potenza assorbita $\overline{P_{\leftarrow}}$; Potenza emessa $\overline{P_{\rightarrow}}$

$\overline{P_{\leftarrow}} = 10^2\ W$ $\qquad \overline{P_{\rightarrow}} = \frac{2}{100}\overrightarrow{P_{\leftarrow}} = 2W$

Intensità media $\overline{I}$ (flusso)

$$\overline{I} = \frac{\overline{P_{\rightarrow}}}{4\pi d^2} = \frac{2\ W}{4\pi\ 4m^2} = 4,0\cdot 10^{-2}\ \frac{W}{m^2}$$

Sorgente puntiforme (simmetria sferica $E=\frac{E_0}{r}(\ldots)$!!! ...)

$$\overline{I} = \frac{E_{eff}^2}{Z_0 d^2} = \frac{H_{eff}^2}{d^2} Z_0 \quad , \quad Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 377\ \Omega$$

impedenza del vuoto

$E_{eff} = \sqrt{Z_0 \overline{I}}\ d$ $\qquad$ 2/9 $\qquad H_{eff} = \sqrt{\frac{\overline{I}}{Z_0}}\ d = \frac{E_{eff}}{Z_0}$

$E_{eff} = 7.8 \left(\frac{V}{m}\right) m$ $\qquad H_{eff} = 2,1\cdot 10^{-2} \left(\frac{A}{m}\right) m$

3)

ANODO $A \bullet$ CATODO $\bullet B$

$\overleftarrow{\vec{v}}$ e^-

$\Delta V = 10^5\,V$

$m_0 = 0{,}5\ MeV/c^2$

eV: elettronvolt

CONSERVAZIONE ENERGIA, RELATIVITÀ SPECIALE

$$e\Delta V = m_0 c^2 (\gamma - 1)$$

$$\frac{e\Delta V}{m_0 c^2} = \gamma - 1 \Rightarrow \left[\frac{e\Delta V}{m_0 c^2} + 1\right]^2 = \frac{1}{1-(v/c)^2}$$

$$\left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 - \frac{1}{\left[1 + \frac{e\Delta V}{m_0 c^2}\right]^2}$$

$$v = c\sqrt{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{e\Delta V}{m_0 c^2}\right)^2}}$$

$e\Delta V = 10^5\,eV$

$$v = c\sqrt{1 - \frac{1}{\left[1 + \frac{10^5\,eV}{0{,}5\,10^6\,eV}\right]^2}}$$

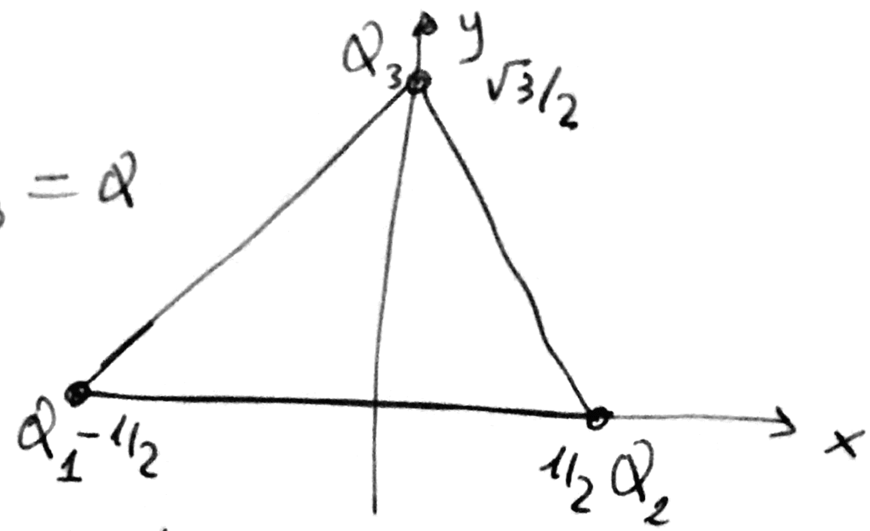
$$v = c\sqrt{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{\cancel{2}1}{\cancel{10}5}\right)^2}} = c\sqrt{1 - \frac{25}{36}}$$

$$v = \frac{\sqrt{11}}{6}c = 0{,}55 \cdot 3 \cdot 10^8\,m/s$$

$$\boxed{v = 1{,}66 \cdot 10^8\,m/s}$$

4

$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$

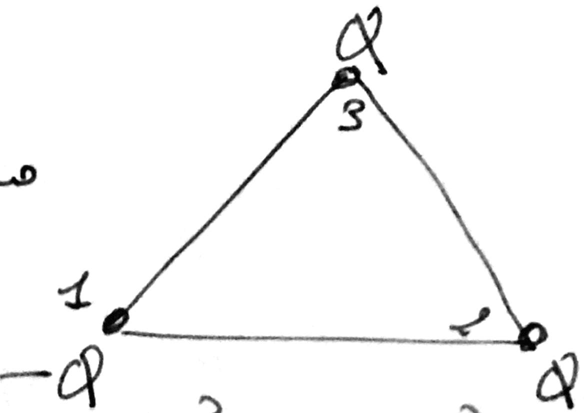


L'energia potenziale del sistema è la somma algebrica delle energie dei singoli sistemi di coppie di cariche:

$$U_0 = U_{12} + U_{23} + U_{31} = \frac{K_0 Q^2}{1} + \frac{K_0 Q^2}{1} + \frac{K_0 Q^2}{1}$$

$$\underline{U_0 = 3 K_0 Q^2}$$

Se una carica cambia segno



$$\tilde{U} = U_{12} + U_{23} + U_{31} = -K_0 Q^2 + K_0 Q^2 - K_0 Q^2$$

$$\tilde{U} = -K_0 Q^2$$

L'energia del sistema è diminuita.

5)

$$\frac{1}{2}mv^2 = e\Delta V$$

$$v = \sqrt{\frac{2e\Delta V}{m}}$$

$$p = mv = \sqrt{2me\Delta V}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2me\Delta V}} = \frac{h}{\sqrt{2me\,\mathrm{Volt}}}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{\Delta V}{\mathrm{Volt}}}}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{\sqrt{2me\,\mathrm{Volt}}}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{\Delta V}{\mathrm{Volt}}}}}$$

$$\lambda = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}\,J\cdot s}{\sqrt{2\cdot 9{,}11\cdot10^{-31}\,Kg\cdot 1{,}6\cdot10^{-19}\,C\,\frac{Kg\,m^2}{A s^3}}}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{\Delta V}{\mathrm{Volt}}}}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1{,}504}{\Delta V/\mathrm{Volt}}}\,10^{-9}\,m$$

6) $\lambda = 100\,nm \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\cdot10^{8}\,m/s}{100\cdot10^{-9}\,m} = 3\cdot10^{15}\,\frac{1}{s}$

$$\boxed{\nu = 3\cdot10^{15}\,1/s}$$

Sia ΔV il potenziale ritardante, allora l'energia cinetica è:

$$T = -e\Delta V = -e(-7{,}7V) = 7{,}7\,eV$$

Abbiamo:

$$h\nu = T + L_e$$

$$\boxed{\begin{aligned} h &= 4.14 \cdot 10^{-15}\ eV\,s \\ 1\,eV &= 1{,}6 \times 10^{-19}\ J \\ e &= 1{,}6 \times 10^{-19}\ C \end{aligned}}$$

L_e è il lavoro di estrazione:

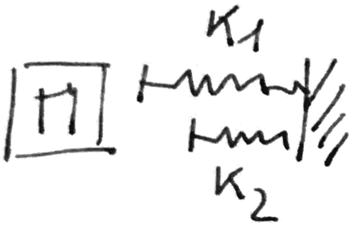
$$L_e = h\nu - T$$

$$L_e = 4.14 \cdot 10^{-15}\ eV\,\cancel{s} \cdot 3 \cdot 10^{15}\ \frac{1}{\cancel{s}} - 7.7\ eV$$

$$= 12.42\ eV - 7.7\ eV = 4.72\ eV$$

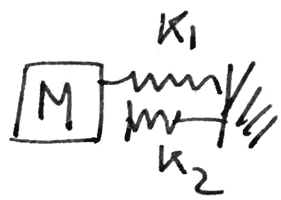
$$\underline{L_e = 4.72\ eV} \left(= 7{,}5 \cdot 10^{-19}\ J\right)$$

7)



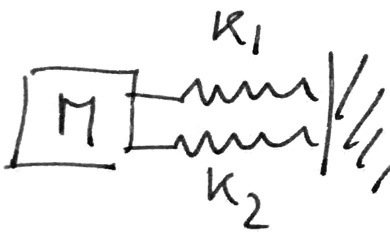
$\Delta x_1 = 0$

$\Delta x_2 = 0$



$\Delta x_1 = 20\ cm$

$\Delta x_2 = 0$



$\Delta x_1 = 50\ cm$

$\Delta x_2 = 30\ cm$

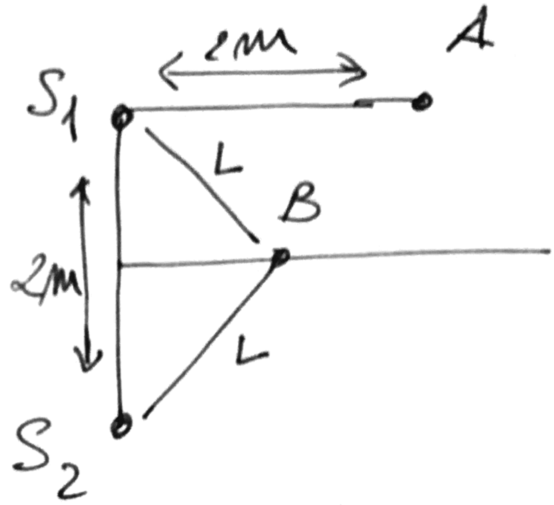
$$\frac{1}{2} M V^2 = \frac{1}{2} K_1 \Delta x_1^2 + \frac{1}{2} K_2 \Delta x_2^2$$

$$V = \sqrt{\frac{1}{M}\left[K_1 \Delta x_1^2 + K_2 \Delta x_2^2\right]}$$

$$V = \sqrt{\frac{1}{3000\,kg}\left[1500\frac{N}{m}(0,5m)^2 + 3500\frac{N}{m}(0,3m)^2\right]}$$

$$\underline{V = 0,48\ m/s}$$

8)



Siano le seguenti onde

$$\begin{cases} y_1 = A\,sen(KL - \omega t) \\ y_2 = A\,sen(KL - \omega t + \phi) \end{cases}$$

Consideriamo una fase iniziale ϕ; l'onda in B è

$$y_B = 2A\cos[\phi/2]\,sen[KL - \omega t + \phi/2]$$

Imponiamo la condizione di minimo:

$$\cos(\phi/2) = 0 \Rightarrow \frac{\phi}{2} = (2n+1)\,\pi/2 \quad n \in \mathbb{Z}$$

le onde sono in opposizione di fase

$$\underline{\phi = \pi}$$

Calcoliamo l'onda in A.

$$\begin{cases} y_1 = A\,sen(Kr_1 - \omega t) \\ y_2 = A\,sen(Kr_2 - \omega t + \pi) \end{cases}$$

In A l'onda risultante è:

$$y_A = 2A\cos\left[\frac{K\Delta r}{2}+\frac{\pi}{2}\right]\operatorname{sen}\left[\frac{K\Delta r}{2}-\omega t+\frac{\pi}{2}\right]$$

Imponendo la condizione di minimo:

$$\cos\left[\frac{K\Delta r}{2}+\frac{\pi}{2}\right]=1 \quad , \Delta r = r_2 - r_1 = (2\sqrt{2}-2)m$$

$$\frac{K\Delta r}{2}+\frac{\pi}{2}=n\pi \quad , n\in\mathbb{Z}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda}\Delta r = 2n\pi - \pi$$

$$\lambda_n = \frac{2\Delta r}{2n-1} = \frac{4(\sqrt{2}-1)}{2n-1}\, m$$

$$\boxed{\lambda_n = \frac{1{,}66m}{2n-1} \quad , n\in\mathbb{N}}$$

L'intervallo di frequenze udibili è:

$$20Hz < \nu < 20KHz,$$

La velocità del suono è $v_s = 343\, m/s$.
Ricordando che $\nu = v_s/\lambda$, abbiamo

$$20Hz < \frac{v_s}{\lambda} < 20KHz$$

$$\frac{v_s}{20000Hz} < \lambda < \frac{v_s}{20\,Hz}$$

$$\underline{1{,}7\ \text{cm} < \lambda < 17\ \text{cm}}$$

Nel nostro caso:

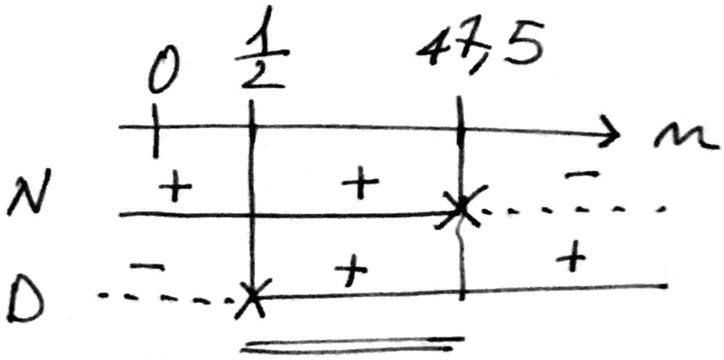
$$0{,}017\ m < \frac{1{,}66\ m}{2n-1} < 17\ m$$

Troviamo i valori di n:

$$\begin{cases} \dfrac{1{,}66}{2n-1} < 17 \quad \text{è vera } \forall n \\[2ex] \dfrac{1{,}66}{2n-1} > 0{,}017 \longrightarrow \dfrac{A}{2n-1} > B \end{cases} \qquad \begin{array}{|l} A = 1{,}66 \\ B = 0{,}017 \end{array}$$

$$\frac{A-(2n-1)B}{2n-1} > 0 \Rightarrow \begin{cases} A-(2n-1)B > 0 \\ 2n-1 > 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} n < \dfrac{A+B}{2B} = 47{,}5 \\[2ex] n > 1/2 \end{cases}$$



I valori di n permessi sono: $\underline{1 \le n \le 47}$

Le lunghezze d'onda ottenibili che soddisfano le condizioni richieste sono le $\lambda_n = \frac{1{,}66}{2n-1}$ cm

$1 \le n \le 47$.