

## Fisica 2

Prova scritta del 27/9/19

- 1) ~~Il caso~~ Si consideri un insieme di cariche  $q_1 \dots q_N$ .  
Il campo el. generato in un punto  $P$  dall'insieme di cariche si ottiene sommando <sup>in  $P$</sup>  (vettorialmente) i campi elettrici prodotti da ciascuna carica  $q_1 \dots q_N$  presa singolarmente (pr. di sovrapposizione).  
Ovvero, in un punto  $P$

$$\underline{E} = \sum_{j=1}^N \underline{E}_j$$

dove  $\underline{E}_j$  è il c. elettrico prodotto in  $P$  da  $q_j$ .

Il potenziale in  $P$  è definito come

$$V(P) = - \int_{\infty}^P \underline{E} \cdot d\underline{s} \quad \text{dove } d\underline{s} \text{ è un arbitrario elemento infinitesimo di linea che connette l'infinito a } P$$

Si ha allora

$$V(P) = - \int_{\infty}^P \sum_{j=1}^N \underline{E}_j \cdot d\underline{s} = \sum_{j=1}^N \left( - \int_{\infty}^P \underline{E}_j \cdot d\underline{s} \right)$$

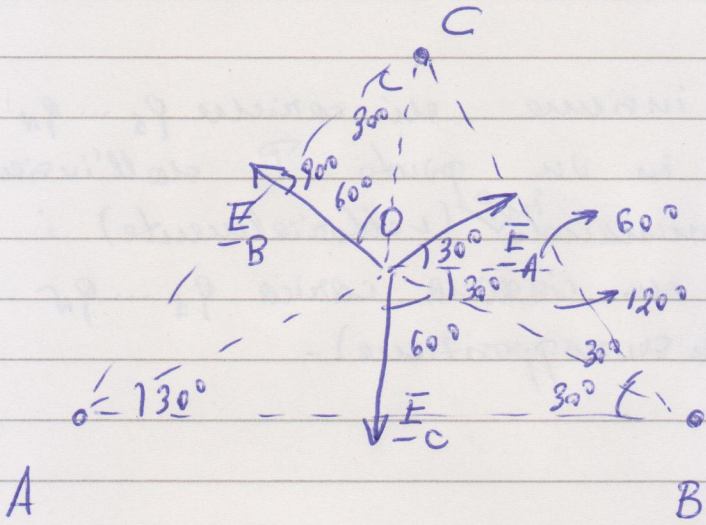
Poiché  $- \int_{\infty}^P \underline{E}_j \cdot d\underline{s} = V_j(P)$  è il potenziale in  $P$  dovuto

alla sola carica  $q_j$ , si ottiene il principio di sovrapposizione per i potenziali elettrici

$$V(P) = \sum_{j=1}^N V_j(P)$$



Per le 3 cariche di eguale valore  $q = 1 \mu C$



Si può vedere che, in 0,  $\frac{E}{-A} + \frac{E}{-B} + \frac{E}{-C} = 0$

In jz Hi:  $F_{cx} = 0$   $F_{cy} = -F = -\frac{k_e q}{h^2}$

$$\cos \frac{b}{2} = e \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4} e$$

Inoltre  $|E_{-A}| = |E_{-B}| = |E_{-0}|$

$$= E = k_e q / r^2$$

$$\left. \begin{aligned} E_{Ax} &= E \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} E \\ E_{Bx} &= -E \cos 30^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2} E \end{aligned} \right\} \Rightarrow E_{Ax} + E_{Bx} = 0$$

$$\left. \begin{aligned} F_{Ay} &= E \sin 30^\circ = \frac{1}{2} E \\ F_{By} &= E \sin 30^\circ = \frac{1}{2} E \end{aligned} \right\} \rightarrow F_{Ay} + F_{By} = E$$

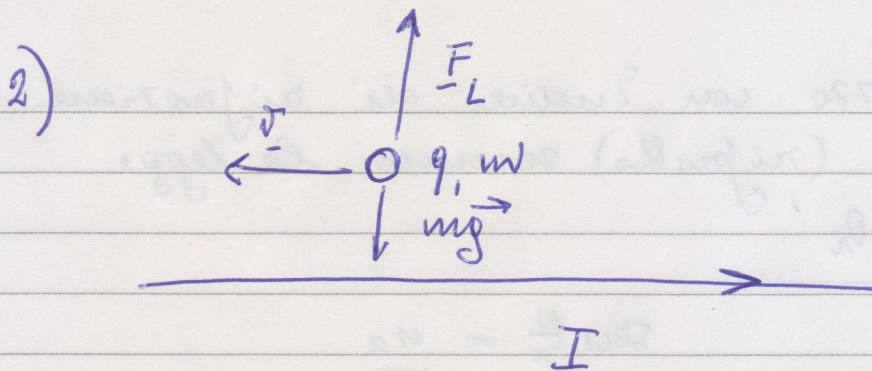
$$E_{Ay} + E_{By} + E_{Cy} = 0$$

Invece

$$V_A(0) = V_B(0) = V_C(0) = \frac{k_e q}{h} \approx 2.1 \cdot 10^6 \text{ V}$$

$$V(0) = 3 \cdot V_A(0) \approx 6 \cdot 10^6 \text{ V}$$





a) Per un filo si ha  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$

b) Nella posizione del protone il  $B$  è  $\perp$  al piano ed uscente

c) si deve ottenere il bilancio tra la forza peso e la forza di Lorentz  $F_L$

$$F_L = qvB = qv \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = mg$$

da cui  $d = \frac{qv\mu_0 I}{2\pi mg} \approx 5.4 \text{ cm}$

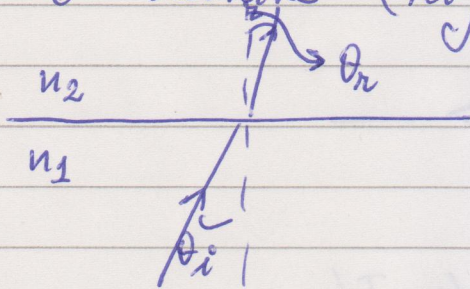
Se il protone avesse velocità diretta come la corrente nel filo, allora  $F$  sarebbe rivolta verso il basso e non potrebbe bilanciare la forza peso.

3) Si resta la risposta al quesito 2 del tema d'esame del 24/1/2018

4) Avendo un raggio di luce, proveniente da un mezzo con indice di rifrazione  $n_1$ ,



incide su di un mezzo con indice di rifrazione  $n_2$ , esso è deviato (rifratto) secondo la legge



$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1}$$

dove  $\theta_i$ : angolo di incidenza (angolo tra il raggio <sup>incidente</sup> e la normale al piano di incidenza)

$\theta_r$ : angolo di rifrazione (angolo tra il raggio rifratto e la normale al piano di incidenza)

Si osserva che, se  $n_2 < n_1$ , allora  $\theta_r > \theta_i$

In fatti  $\sin \theta_r = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_i > \sin \theta_i \Rightarrow \theta_r > \theta_i$  per angoli  $\theta_i$  acuti

$$n_1 > n_2$$

Poiché al più alto valore  $\theta_r = \pi/2$  si ha in corrispondenza l'angolo di incidenza critico  $\theta_{ic}$  t.c.:

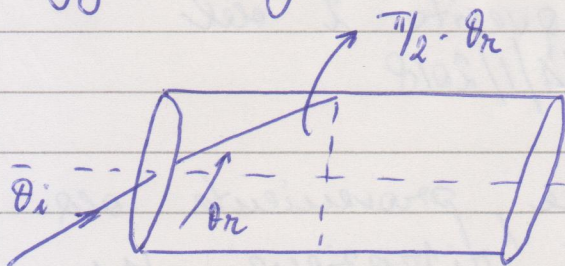
$$\sin \theta_{ic} = \frac{n_2}{n_1} \sin(\pi/2) \Rightarrow \theta_{ic} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Se  $\theta_i > \theta_{ic}$ , si osserva sperimentalmente che non vi è raggio rifratto ma solo riflessione della luce.

In riferimento all'esercizio:

Per avere riflessione interna totale è necessario che

$\frac{\pi}{2} - \theta_r$  sia almeno pari all'angolo critico, ovvero:





$$\frac{\pi}{2} - \theta_r = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) \Rightarrow \theta_r = \frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$$

Poiché  $\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = n;$

$$\sin \theta_i = n \sin \theta_r; \quad \theta_i = \arcsin\left(\frac{\sin \theta_r}{n}\right)$$

Si ha inoltre:

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta_r\right) = \cos \theta_r = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_r} = \frac{1}{n};$$

$$\sin \theta_r = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}$$

Quindi:  $\theta_i = \arcsin\left(\sqrt{n^2 - 1}\right) \approx 67.2^\circ$

$$\theta_r = \arcsin\left(\frac{\sin \theta_i}{n}\right) = \arcsin\left(\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}\right) \approx 42.7^\circ$$