SECONDA PROVA SCRITTA - ESEMPIO

Tema di: FISICA

A cura di

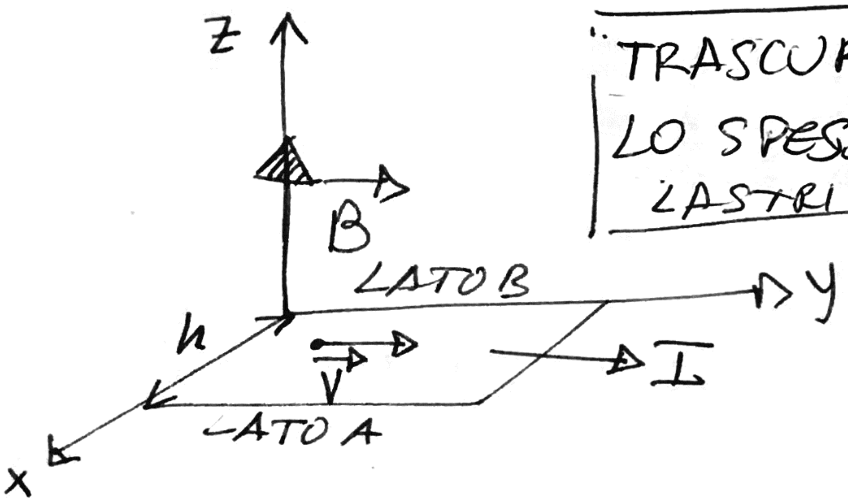
Antonio e Arturo STABILE

"Soluzioni"

Problema 1

1) Il campo $\vec{E}_H$ e la differenza di potenziale ΔV_H, in un conduttore percorso da una corrente I in presenza di un campo magnetico esterno costante, uniforme e perpendicolare alla direzione della corrente, sono generati dalla ridistribuzione delle cariche elettriche in moto indotta dalla presenza del campo magnetico. Tale campo elettrico $\vec{E}_H$ è ortogonale sia alla direzione della corrente che a quella del campo magnetico ed il suo verso dipende dal segno dei portatori di carica.

Se i portatori sono carichi positivamente (il verso della corrente coincide con il moto delle cariche) $q > 0$, abbiamo:

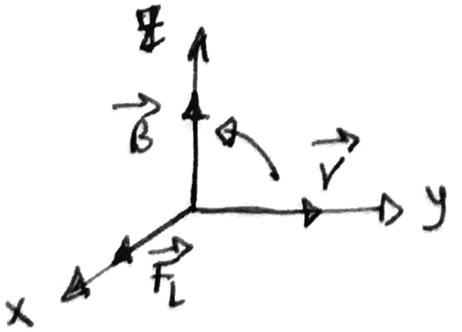


TRASCURIAMO LO SPESSORE DELLA LASTRINA

$$\vec{B} \equiv B\hat{k} \; ; \; \vec{v} \equiv v\hat{j} .$$

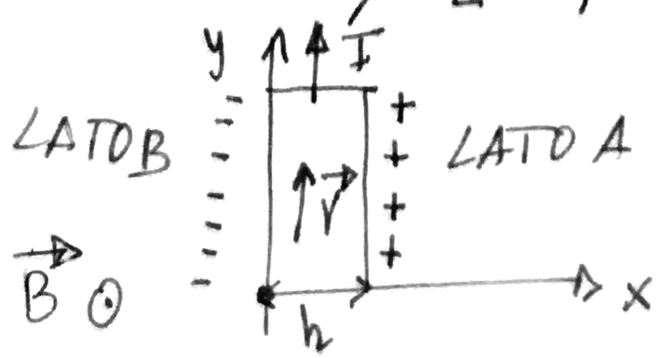
La forza di Lorentz $\vec{F}_L$:

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

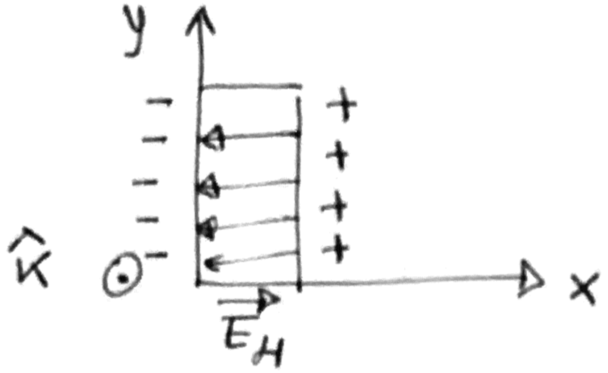


$$\Rightarrow \quad \vec{F}_L = q v B \hat{i}$$

La forza di Lorentz $\vec{F}_L$ sposta i portatori (positivi) sul lato A

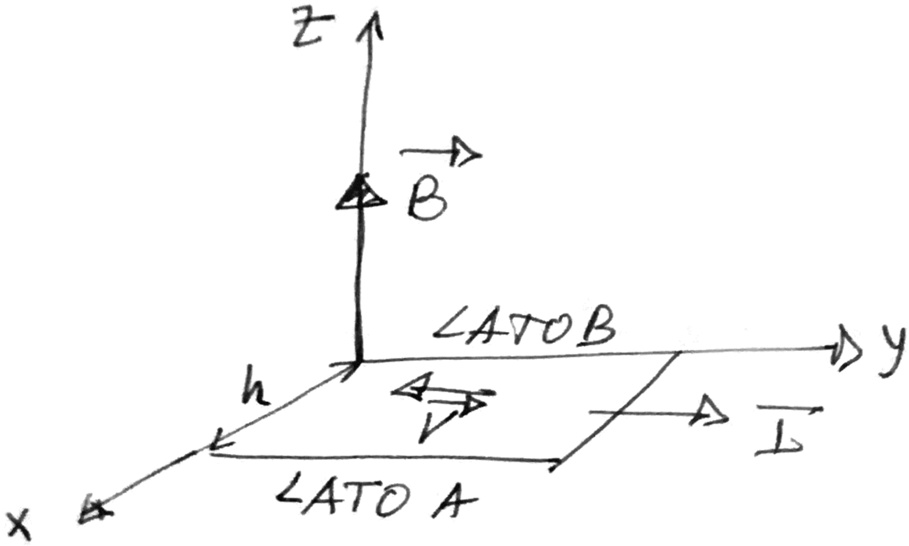


Quindi viene generato un campo $\vec{E}_H$ con la rispettiva differenza di potenziale ΔV_H:



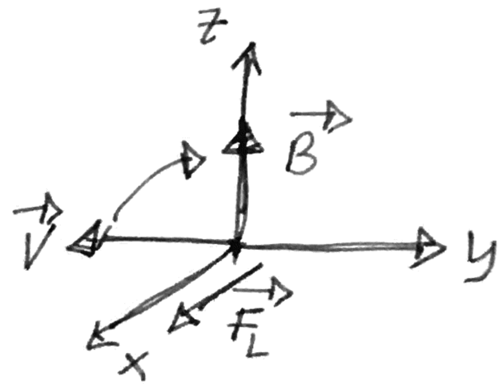
$$\vec{E}_H = -E_H \hat{\imath}$$

2) Supponiamo che i portatori siano carichi negativamente (il verso della corrente è opposto con il verso del moto delle cariche) $q<0$, abbiamo



$\vec{B} = B\hat{k}$, $\vec{v} = -v\hat{\jmath}$

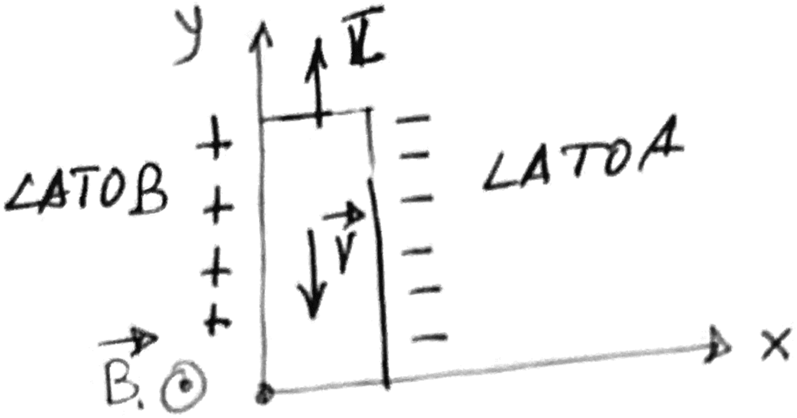
la Forza di Lorentz:



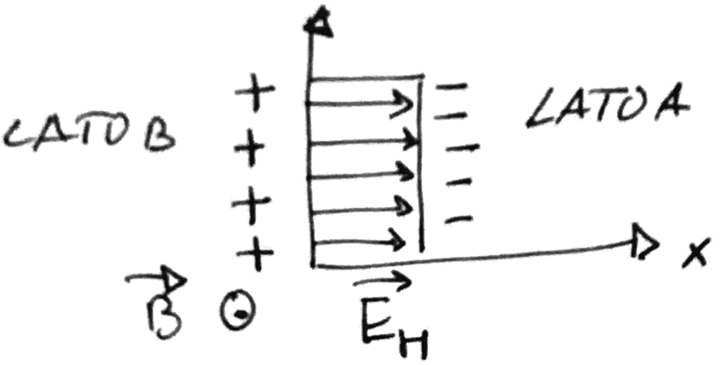
$$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{F}_L = qvB\hat{\imath}$$

La forza di Lorentz sposta i portatori (negativi) sul lato A



Quindi è generato il seguente campo $\vec{E}_H$



$$\vec{E}_H = E_H \hat{i}$$

Il cambio del segno dei portatori fa cambiare segno sia al campo $\vec{E}_H$ e sia alla differenza di potenziale h.

$q > 0$ $\qquad\qquad$ $q < 0$

$\vec{E}_H = -E_H \hat{i}$ $\qquad\qquad$ $\vec{E}_H = E_H \hat{i}$

3) Supponiamo che $q>0$, dalla forza di Lorentz, abbiamo

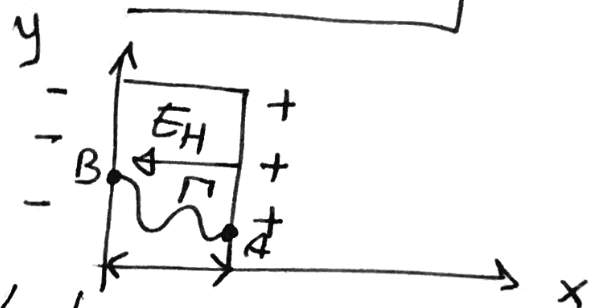
$$\vec{F}_L = qvB\,\hat{i} \Rightarrow$$

$$F_L = qvB$$

$$\frac{F_L}{q} = vB \equiv E_H$$

Sia E_H il campo elettrico di Hall.

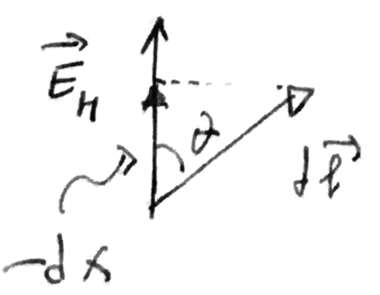
$$\boxed{E_H = vB}$$

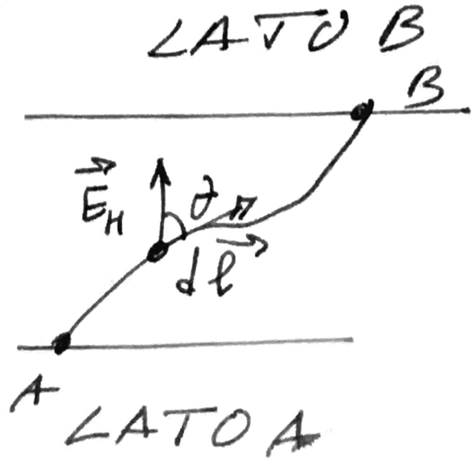


Calcoliamo la differenza di potenziale tra B e A su un percorso generico Γ.

$$\Delta V_H = \int_A^B \vec{E}_H \cdot d\vec{l} = \int_A^B E_H\, dl \cos\vartheta$$

$$dl\cos\vartheta = -dx$$





$$\Delta V_H = -\int_A^B E_H \, dx = -E_H \, x \Big|_A^B$$

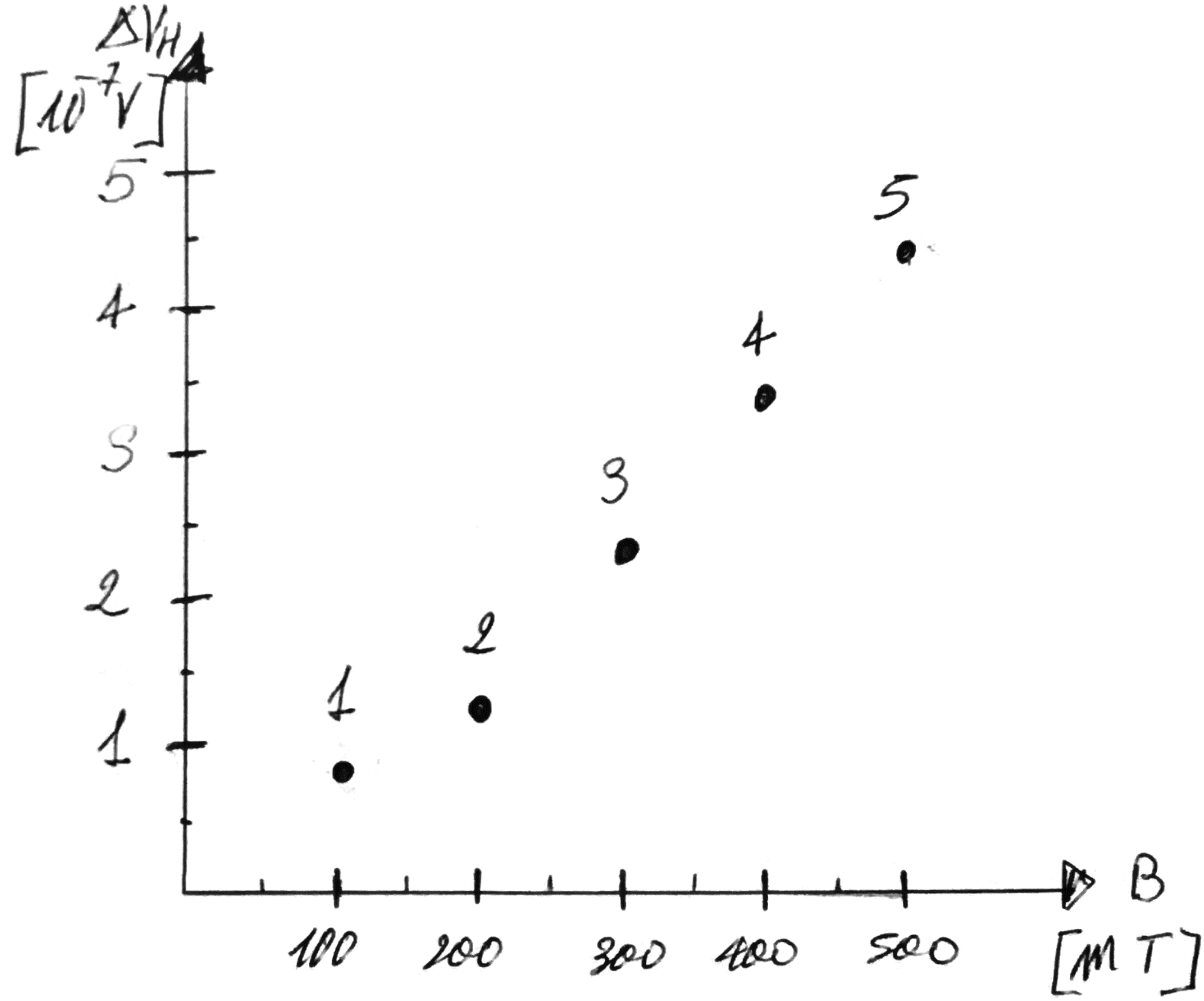
$$= -E_H (x_B - x_A) = -E_H (0 - h)$$

$$\Delta V_H = E_H h = vBh$$

$$\boxed{\Delta V_H = v h B} \quad 1 \; (\Delta V \propto B)$$

la differenza di potenziale è proporzionale a B.

4)



I dati sono compatibili con una relazione lineare poiché il rapporto $\frac{\Delta V_H}{B}$ è dello stesso ordine per tutte e cinque le coppie di misure, infatti:

$$\frac{\Delta V_1}{B_1} = 7 \times 10^{-3}; \quad \frac{\Delta V_2}{B_2} = 7{,}5 \times 10^{-3}; \quad \frac{\Delta V_3}{B_3} = 7{,}6 \times 10^{-3}$$

$$\frac{\Delta V_4}{B_4} = 8{,}5 \times 10^{-3} \quad \frac{\Delta V_5}{B_5} = 8{,}6 \times 10^{-3}.$$

NEI CALCOLI OMETTIAMO LE DIMENSIONI FISICHE

Per cinque punti non allineati passano 10 rette distinte, quindi calcoliamo i coefficienti angolari di queste rette:

$$m_{12} = \frac{1{,}5 - 0{,}7}{200 - 100} = 8 \times 10^{-3}$$

$$m_{13} = \frac{2{,}3 - 0{,}7}{300 - 100} = 8 \times 10^{-3}$$

$$m_{14} = \frac{3{,}4 - 0{,}7}{400 - 100} = 9 \times 10^{-3}$$

$$m_{15} = \frac{4{,}3 - 0{,}7}{500 - 100} = 9 \times 10^{-3}$$

$$m_{23} = \frac{2{,}3 - 1{,}5}{300 - 200} = 8{,}0 \times 10^{-3}$$

$$m_{24} = \frac{3{,}4 - 1{,}5}{400 - 200} = 9{,}5 \times 10^{-3}$$

$$m_{25} = \frac{4{,}3 - 1{,}5}{500 - 200} = 9{,}3 \times 10$$

$$m_{34} = \frac{3{,}4 - 2{,}3}{400 - 300} = 11 \cdot 10^{-3}$$

$$m_{35} = \frac{4{,}3 - 2{,}3}{500 - 300} = 9{,}3 \times 10$$

$$m_{45} = \frac{4{,}3 - 3{,}4}{500 - 400} = 9{,}0 \times 10^{-3}$$

Stimiamo il valore medio di m, $\bar{m}$

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^{10} m_i}{10} = \frac{(8\times 3 + 9\times 3 + 9{,}5 + 9{,}3\times 2 + 11)\,10^{-3}}{10}$$

$$\boxed{\bar{m} = 9{,}0 \times 10^{-3}}$$

l'incertezza può essere stimata tramite la deviazione standard σ^2:

$$\sigma_m^2 = \frac{\sum_{i=1}^{10} (m_i - \bar{m})^2}{10}$$

$$\sigma_m^2 = \frac{\left[(8-9)^2\times 3 + (9-9)^2\times 3 + (9{,}5-9)^2 + (9{,}3-9)^2\times 2 + (11-9)^2\right] 10^{-6}}{10}$$

$$\boxed{\sigma_m = 0{,}9 \times 10^{-3}}$$

$$m = (9{,}0 \pm 0{,}9) \times 10^{-3} \left[\frac{10^{-7}\,V}{m\,T}\right]$$

$$\boxed{m = (9{,}0 \pm 0{,}9) \times 10^{-7}\,\frac{V}{T}}$$

5) Sia $\Delta V_H = K B$, $K = 9,1\times10^{-7}\ V/T$

Dalla relazione (1), ricaviamo:

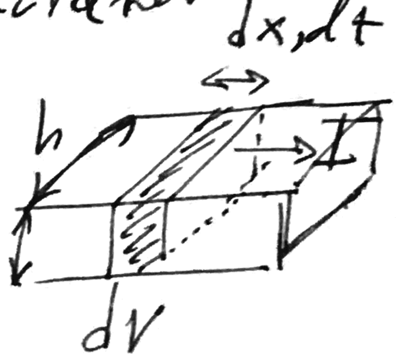
$$vh = K \Rightarrow$$

$$v = \frac{K}{h} = \frac{9,1\times10^{-7}\ V/T}{0,10\ cm} = \frac{9,1\times10^{-7}\ V/T}{10^{-3}\ m}$$

$$\boxed{v = 9,1\times10^{-2}\ cm/s} \qquad \boxed{\frac{V}{Tm} = m/s}$$

La densità ρ è il rapporto delle carica e il volume V occupato dai portatori

Sia dQ la carica infinitesima contenuta nel volume dV nell'intervallo dt.



$$dQ = I\,dt \qquad dV = S\,dx$$

$$\rho = \frac{dQ}{dV} = \frac{I\,dt}{S\,dx} = \frac{I}{S\,\frac{dx}{dt}} = \frac{I}{S\,v}$$

$$\boxed{S = hl} \qquad \boxed{\rho = \frac{I}{hlv}}$$

$$\rho = \frac{1\ A}{0,1\ cm \cdot 2\ cm \cdot 9,1\times10^{-2}\ \frac{cm}{s}}$$

$$\boxed{\rho = 55\ C/cm^3}$$