

Misura della densità di portatori di carica su sonda tramite effetto Hall^a

Francesco Polleri^{1, b} e Mattia Sotgia^{1, c}

(Gruppo A1)

Michele Giorgi¹ e Lorenzo Lucentini¹

(Gruppo C6)

¹Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Genova, I-16146 Genova, Italia

(Dated: presa dati 11–12 maggio 2022, consegnata in data 6 maggio 2022)

L'effetto Hall si verifica quando delle cariche transitano attraverso una corrente i ed un campo magnetico B , posti perpendicolari l'uno rispetto all'altro, tali per cui si viene a creare una tensione lungo il terzo asse ortogonale. Questa tensione è direttamente proporzionale a i e B , ed inversamente proporzionale alla carica dei portatori e al loro numero n . Si vuole misurare la densità di portatori di carica di una sonda di bismuto ^{83}Bi realizzata per deposizione su film. Questa sonda è inserita nel traferro di un circuito magnetico, dove è sottoposta ad un campo B_T . La tensione V_H è ortogonale a questi due contributi e può essere misurata direttamente sulla sonda.

I. INTRODUZIONE

Il passaggio di corrente attraverso un sottile strato conduttore comporta la presenza di una densità di corrente, attraverso il materiale stesso, $\vec{J} = nq\vec{v}_d$, dove \vec{v}_d è la velocità di drift (o di spostamento) dei portatori di carica, e n indica la densità di portatori di carica che contribuiscono alla corrente, per unità di volume, misurata in m^{-3} . Se sottoponiamo la lamina conduttrice ad un campo magnetico sufficientemente uniforme [1] otteniamo che le cariche saranno quindi sottoposte ad una forza di Lorentz

$$\vec{F}_m = q\vec{v}_d \times \vec{B} = qv_d B \hat{u}_H, \quad (1)$$

che avrà come risultato diretto lo spostamento dei portatori di carica q nella direzione \hat{u}_H . Considerando un materiale conduttore come composto da cariche q (portatori di corrente) immersi in una distribuzione che possiamo considerare uniforme (secondo la fisica classica) di cariche $-q$ [2], possiamo allora osservare che dopo un certo tempo [3] si formerà un campo elettrico $\vec{E}_H = \vec{F}_H/q$ in direzione ortogonale a \vec{J} e \vec{B} , che comporterà quindi l'esistenza di una differenza di potenziale agli estremi della lamina definita come

$$V_H = \frac{iB}{nqw}, \quad (2)$$

dove w indica lo spessore della lamina che utilizziamo, che comunque nel nostro apparato sperimentale riusciamo ad avere molto inferiore alle altre dimensioni della sonda utilizzata, e

$i = JA$ indica il flusso della densità di corrente, ovvero la corrente attraverso una sezione A . Misurando la tensione che si viene a creare sulla lamina, possiamo ottenere quindi una misura efficace della densità di portatori in funzione delle altre variabili del nostro setup.

I portatori di carica di un qualsiasi materiale classico sono elettroni, di carica $e = 1.602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ C}$ [4].

^a Esperienza n. 7

^b s5025011@studenti.unige.it

^c s4942225@studenti.unige.it

- [1] Il campo magnetico deve essere posto ortogonalmente alla densità di corrente \vec{J} , evitando di dover effettuare anche misurazioni dell'angolo α di orientamento di \vec{B} rispetto a \vec{J} .
- [2] Stiamo considerando il valore di q in termini assoluti, non ponendoci quindi problemi sul segno dei portatori di un conduttore. Un conduttore è però elettricamente neutro, quindi a dei portatori di carica q devono corrispondere delle cariche $-q$ che bilancino complessivamente elettricamente la carica.
- [3] Definiamo questo tempo *tempo caratteristico*, e osserviamo che è sufficientemente piccolo da poter considerare questo processo praticamente istantaneo.
- [4] Valore esatto, fonte BIPM, *defining constants*: <https://www.bipm.org/en/measurement-units/si-defining-constants>, anche in [5].
- [5] D. B. Newell, F. Cabiati, J. Fischer, K. Fujii, S. G. Karshenboim, H. S. Margolis, E. de Mirandés, P. J. Mohr, F. Nez, K. Pachucki, T. J. Quinn, B. N. Taylor, M. Wang, B. M. Wood, and Z. Zhang, The CODATA 2017 values of \hbar , e , k and N_A for the revision of the SI, *Metrologia* **55**, L13 (2018).