

# Misura della densità di portatori di carica su sonda tramite effetto Hall<sup>a</sup>

Francesco Polleri<sup>1, b</sup> e Mattia Sotgia<sup>1, c</sup>

(Gruppo A1)

Michele Giorgi<sup>1</sup> e Lorenzo Lucentini<sup>1</sup>

(Gruppo C6)

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Genova, I-16146 Genova, Italia

(Dated: presa dati 11–12 maggio 2022, consegnata in data 8 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  $^{83}\text{Bi}$  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  $\text{m}^{-3}$ . Sottoponendo 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

dove  $i = JA$  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].

<sup>a</sup> Esperienza n. 7

<sup>b</sup> s5025011@studenti.unige.it

<sup>c</sup> 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  $\alpha$  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).