

Relazione esperienza VI (Gruppo V, Giorno 06/12/2022)

Giorgi Michele, Nannetti Matilde, Russo Gabriele

Esperimento in laboratorio (misura h/k)

Introduzione e presa dati

Per effettuare la misura di h/k , si è inizialmente effettuata una misura della resistenza della lampadina a temperatura ambiente (quindi, con lampadina spenta), necessaria per il fit finale. Successivamente si sono misurati i valori di V ed I al variare di V con la lampadina accesa, così da poter trovare il valore del parametro γ dalla relazione:

$$T = T_{amb}(R/R_{amb})^\gamma, \text{ con } R = V/I$$

Una volta ottenute queste informazioni necessarie, si sono effettuate le misure di intensità emessa dalla lampadina tramite il fotodiodo, ottenendo così le misure per stimare il rapporto h/k tramite la relazione:

$$\ln \frac{V_{fai}}{V_{faj}} = \frac{h\nu}{k} \left(\frac{1}{T_j} - \frac{1}{T_i} \right)$$

Dove la frequenza ν è caratteristica del filtro presente tra la lampadina e il fotodiodo (nel nostro caso, la lunghezza d'onda associata era $\lambda = (532 \pm 10)nm$).

Analisi dati

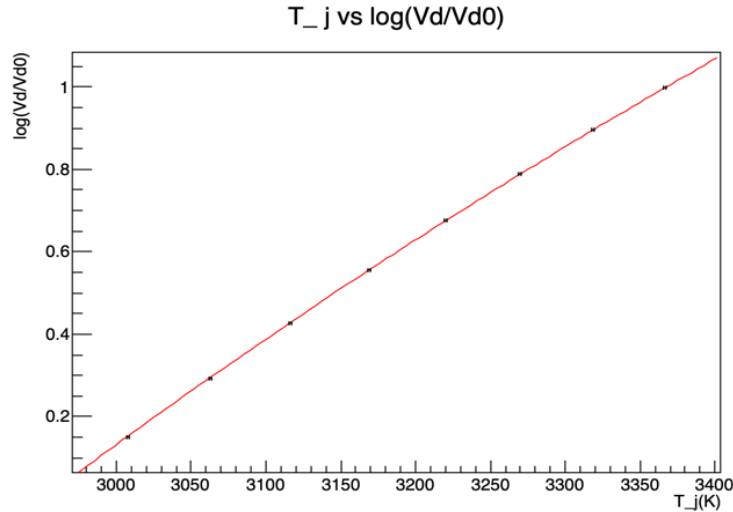
Si inseriscono in un grafico i punti, prendendo T_i fissato e facendo variare T_j , ottenendo così una serie di punti che ci si aspetta seguire l'andamento descritto in precedenza. In particolare, per T_i si è presa la prima misura effettuata a V_0 . Per semplificare la trattazione delle correlazioni, si fissano tutti i parametri che portano incertezze, ovvero $\gamma, T_{amb}, R_{amb}, V_0, I_0$, e si fa un fit nominal con questi parametri fissi. Si ripete poi la procedura di fit per ogni variazione dei parametri e si calcola la variazione del valore h/k dovuta alla modifica del parametro. Questo permette di ottenere una stima degli errori dovuti ad ogni parametro senza la necessità di tenere in considerazione eventuali correlazioni, avendo preso come dati iniziali dei dati scorrelati. Infine, si sommano in quadratura tutti gli errori (propagando statisticamente) ottenendo così l'errore effettivo.

Risultati

Fittando i dati, si sono ottenuti i seguenti parametri di fit:

$$\chi^2/NDF = 6.796/7 \quad \frac{h}{k} = (4.23 \pm 0.07)10^{-11} K \cdot s$$

Si osserva che il valore teorico $\left(\frac{h}{k}\right)_{teo} = (4.80 \pm 0.01)10^{-11} K \cdot s$, dista indicativamente tra le 9 e le 10 deviazioni standard dal valore sperimentale.



Analisi esperimento di Millikan

Per ricavare il valore di e dai dati forniti è sufficiente effettuare un fit utilizzando una distribuzione multinomiale, cioè prendendo come funzione di fit una somma di gaussiane che hanno come centro multipli interi dello stesso valore (che ci si aspetta sia proprio e). Ogni gaussiana avrà poi una costante di normalizzazione diversa ma le stesse deviazioni standard per ipotesi (così da semplificare il procedimento di fit).

Combinazione dei risultati. Estrazione di $e/h/k$.

Per ricavare le migliori stime delle costanti, si è utilizzata la classe TMinuit di ROOT per

minimizzare il χ^2 dato da: $\chi^2 = \left(\frac{e-\hat{e}}{\sigma_e}\right)^2 + \left(\frac{h/k-\hat{h}/\hat{k}}{\sigma_{h/k}}\right)^2 + \left(\frac{e/k-\hat{e}/\hat{k}}{\sigma_{e/k}}\right)^2 + \left(\frac{e/h-\hat{e}/\hat{h}}{\sigma_{e/h}}\right)^2$

dove i valori con il cappuccio sono le migliori stime da trovare

Dati provenienti da altri esperimenti

Si è deciso di fare una stima utilizzando le misure del nostro gruppo con gli errori minori (scelta arbitraria). Si sarebbero potute prendere per esempio le migliori stime delle misure (verificandone la compatibilità) così da combinare i vari risultati e ottenere stime più accurate.

$$e = (1.626 \pm 0.023)10^{-19}C \quad \frac{h}{k} = (4.23 \pm 0.07)10^{-11} K \cdot s$$

$$\frac{e}{k} = (1.16343 \pm 0.00003)10^4 \frac{C \cdot K}{J} \quad \frac{e}{h} = (2.35 \pm 0.07)10^{14} \frac{C}{J \cdot s}$$

Risultati

I risultati ottenuti sono:

$$\hat{e} = (1.626 \pm 0.023)10^{-19}C \quad \hat{k} = (1.398 \pm 0.020)10^{-23} \frac{J}{K}$$

$$\hat{h} = (6.16 \pm 0.12)10^{-34}Js$$

Si riportano di seguito i grafici delle zone di confidenza a 1 e 2 deviazioni standard per ogni coppia di variabili.

