

Olimpiadi Svizzere della Fisica 2018

Aarau, 24./25 marzo 2018

Esperimento Filamento incandescente di tungsteno

Durata: 150 minuti

Totale: 48 punti

Nome Punti

Strumenti permessi:
Calcolatrice non programmabile
Materiale per scrivere e disegnare

Buona fortuna !

Supported by :



Esperimento: Filamento incandescente di tungsteno

1. Introduzione

In questo esperimento studiamo diverse proprietà di un filamento a spirale di una lampadina a 6V. Il filamento è costituito da un metallo con un'altissima temperatura di fusione, il tungsteno.

Il seguente materiale è a disposizione

- 3 lampadina (6V / 0.5A / 3W)
- 1 montatura per lampadine, con attacchi laterali (usare le pinze a coccodrillo)
- 1 pezzo di filo di tungsteno (lungo 0.15 m)
- 1 laser rosso a diodi, nella scatola, con interruttore e alimentazione
- 2 cubi di legno
- 2 multimetri (uno arancione e uno verde)
- 1 righello in alluminio (50 cm)
- 1 doppio metro (200 cm)
- 1 rotolo di nastro adesivo
- 1 alimentatore doppio (utilizzare la parte destra per l'illuminazione della postazione di lavoro)
- 1 resistenza (33 Ω)
- 1 grossa lampadina, 30 V, come illuminazione della postazione di lavoro
- 1 terza mano und due pinze a coccodrillo („Helping Hand“)
- 1 separatore in legno (come superficie di proiezione)
- 9 cavi per collegamenti
- 2 pinze a coccodrillo
- Fogli a quadretti
- Carta millimetrata

Indicazioni generali

- Tutte le misura e i calcoli devono essere documenti in modo minuzioso. Questo significa che tutte le misure devono essere riportate in chiare tabelle, tutti i valori devono essere chiari e giustificati. Le cifre significanti vanno considerate.
- Tutte le misure devono essere riportate in unità SI.
- I grafici devono essere annotati in modo chiaro e completo.
- Sono a disposizione fogli quadrettati e carta millimetrata per diagrammi e grafici.
- **Non puntare mai il laser contro i propri occhi e quelli di altri.**
- **Spegnere il raggio laser quando non è in uso.**

2. Istruzioni

Sono dati i seguenti valori numerici, relazioni algebriche e valori di incertezza:

- Lunghezza d'onda del laser: $\lambda = 650 \text{ nm } (\pm 20 \text{ nm})$

- Densità del tungsteno (W): $D = 19.3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

- Resistività elettrica di W a temperatura ambiente:

$$\rho_{25} = 5.30 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

- Approssimazione per la temperatura T (in Kelvin) di W in funzione della resistività elettrica $\rho(T)$:

$$T \left(\frac{\rho(T)}{\rho_{25}} \right) = 104 \text{ K} + 216 \text{ K} \cdot \left(\frac{\rho(T)}{\rho_{25}} \right) - 2.46 \text{ K} \cdot \left(\frac{\rho(T)}{\rho_{25}} \right)^2$$

- Legge di Stefan-Boltzmann: $P = A \cdot k \cdot \sigma \cdot T^4$

(P è la potenza della radiazione, A è la superficie irradiante, k è l'emissività)

- Costante di Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$

- Imprecisione dei multimetri

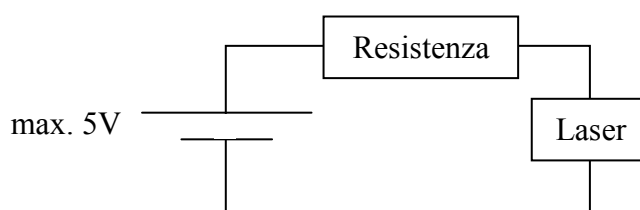
- Come Ohmmetro: $\pm 1\%$
- Come Amperometro: $\pm 1\%$
- Come Voltmetro: $\pm 0.6\%$

3. Esercizi

Esercizio 1: Determinazione del diametro del filo di tungsteno (totale 9 punti)

Determina in modo più accurato possibile il diametro d del filo di tungsteno con l'ausilio del laser (suggerimento: la diffrazione). Schizza in modo accurato la costruzione di tale esperimento (incl. le specifiche). Descrivi inoltre come vengono misurate le grandezze, e che leggi fisiche vengono applicate. Determina inoltre l'incertezza del risultato. Quale misura è la principale causa di incertezza?

Consiglio: L'immagine derivata dalla diffrazione di un filo sottile è la stessa di una fenditura di larghezza d . Il filo di tungsteno a disposizione non ha lo stesso diametro di quello contenuto nelle lampadine a 6V. **Utilizza solo la parte sinistra dell'alimentatore per alimentare il laser, inserisci assolutamente la resistenza nel circuito, e non girare il regolatore di tensione più di 5V!**



Esercizio 2: Determinare la resistenza del filamento a freddo (totale 10 punti)

Determina in modo più accurato possibile la resistenza del filamento nella lampadina R a temperatura ambiente. Schizza lo schema del circuito usato per misurare la resistenza. Calcola poi la lunghezza del filamento l . A tale scopo, utilizza in tutti gli esercizi seguenti un diametro del filamento di $d = 50 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$. Dalle tue misure determina l'incertezza risultante per R e infine anche per l .

Consiglio: Evita di misurare la resistenza del filamento direttamente con l'Ohmetro, questo risulterebbe in **nessun** punto! La resistenza dei fili conduttori può essere tralasciata.

Esercizio 3: Caratterizzazione del rapporto corrente-tensione per il filamento (totale 12 punti)

Esegui delle misure con lo scopo di disegnare la curva caratteristica per il rapporto corrente-tensione per il filamento della lampadina. Scegli l'intervallo della tensione tra 0 V fino al fulminarsi della lampadina. Schizza lo schema del circuito per la misura della corrente e del voltaggio. Determina la temperatura massima che il filamento ha raggiunto, appena prima di fondersi.

Consiglio: Hai solo tre lampadine a disposizione! Le lampadine possono essere considerate identiche.

Esercizio 4: Determinazione dell'emissività del filamento (totale 17 punti)

Assumiamo che tutta l'energia emessa dal filamento avviene sotto forma di radiazione. Inoltre, il filamento incandescente può essere considerato come un “corpo grigio”, nel senso che la sua emissività k non dipende dalla lunghezza d'onda irradiata. Con queste premesse, si può applicare la legge di Stefan-Boltzmann (vedi capitolo 2) per derivare la potenza emessa P .

Usa le misure recedenti per determinare l'emissività k del filamento nella lampadina in funzione della temperatura e rappresenta il risultato in un grafico. Discuti in modo estensivo la relazione che è visibile dal grafico.