Esperienza n 6: COSTANTE di PLANCK

Misura della costante di Planck

Fotoni di energia $h\nu$, colpendo un fotocatodo estraggono elettroni con energia cinetica massima (effetto fotoelettrico) data dalla relazione:

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + U$$

con **m** massa e **v** velocità dell'elettrone uscente dal metallo. Con **U** si intende l'energia spesa per estrarre l'elettrone dal metallo del fotocatodo.

Disponendo di due sorgenti di luce monocromatica di frequenze ν_1 e ν_2, sottraendo le due energie si ha:

$$h(\nu_1 - \nu_2) = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2) \qquad (1)$$

Si ha a disposizione un'ampolla di vetro in cui è stato fatto il vuoto, depositato un fotocatodo a base di cesio (il cesio ha un potenziale di estrazione molto basso) ed inserito un anello come anodo.

Illuminando il fotocatodo si ha un passaggio di elettroni dal fotocatodo all'anodo. Un nanoamperometro ha sensibilità sufficiente a misurare questa corrente.

Applicando una tensione sufficientemente negativa all'anodo rispetto al fotocatodo, gli elettroni sono tutti respinti e non si ha più passaggio di corrente.

Regolando la tensione del controcampo, partendo da zero, si può raggiungere una V_c tale da respingere anche gli elettroni più veloci cioè:

$$eV_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{con } \mathbf{e} \text{ carica dell'elettrone}$$

quindi sostituendo nella **(1)** si ottiene:

$$h(\nu_1 - \nu_2) = e(V_{1c} - V_{2c})$$

da cui si può ricavare la costante di Planck.

Si dispone di:

- lampada alogena da 12 V e 50 W
- alimentatore stabilizzato da 20 V e 4 A
- 2 tester digitali
- fotocellula

- pila da 1,5 V per controcampo
- un condensatore ottico per focalizzare la luce sulla fotocellula
- serie di filtri con la seguente banda passante:

tipo filtro	λ massima	λ minima
46803	> 635 nm	----
46805	595 nm	569 nm
46807	570 nm	510 nm
46809	550 nm	490 nm
46811	470 nm	405 nm
46813	465 nm	390 nm

L'apparato è rappresentato in **fig. 1** e già montato in una scatola metallica (**fig. 2**) per schermare dalla luce ed eventuali rumori elettromagnetici che falserebbero la misura.

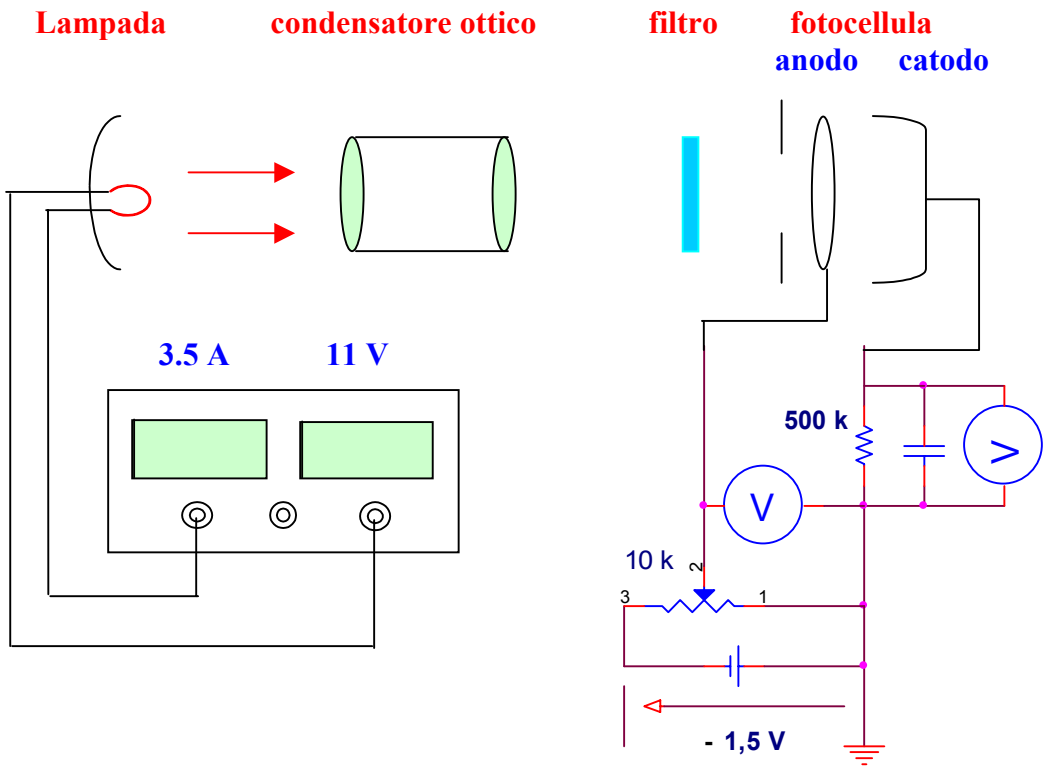

Fig. 1 Apparato per ricavare la costante di Planck

Guardando la scatola i morsetti in basso a destra non vanno usati se non con la presenza di un assistente (questi morsetti servono a riscaldare l'anello di anodo e fare evaporare gli atomi di cesio che possono essersi depositati per evaporazione dal catodo).

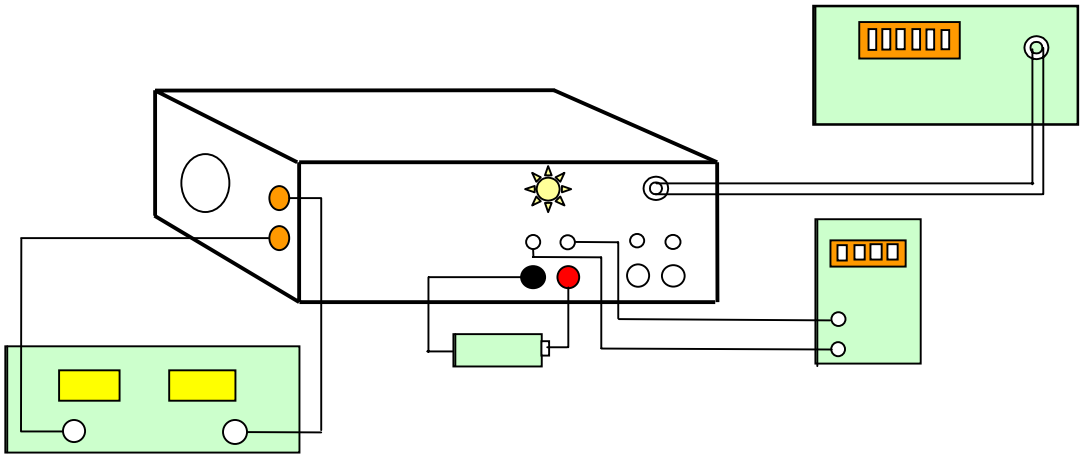

Fig. 2 Apparato sperimentale per determinare la costante di Planck

La corrente necessaria per questa operazione è di 1,2 A per una durata massima di 20 secondi. La necessità di questa operazione è rivelata da una corrente inversa elevata, ma prima assicurarsi che la luce non colpisca direttamente l'anodo sistemando opportunamente gli schermi posti davanti alla fotocellula.

La pila di 1.5 V va scollegata alla fine della misura.

Non essendo disponibile un picoamperometro a causa del suo alto costo si fa uso di un tester digitale a 6 cifre, che collegato come voltmetro ai capi del **filtro RC passa basso** può misurare la corrente di interesse con una sensibilità del nanoamper.

Per misurare la tensione di controcampo si fa uso di un tester digitale a 3 cifre.

Misure

Inserire il filtro rosso e misurare il passaggio di corrente nella fotocellula (la corrente sarà l'indicazione del tester collegato come voltmetro diviso per la resistenza di 500 KΩ.

$V_{\text{contro campo}}$	I_{anodo}
0,1	----
0,2	----
----	----

Per un certo valore di controcampo la corrente diventa costante: può diventare zero o un po' negativa. Considerare il valore V_c in cui la corrente comincia a diventare costante (valutare l'errore che sarà sicuramente molto grande). Graficare subito su calcolatore o su carta millimetrata la corrente $I = f(V_c)$ come in fig.3.

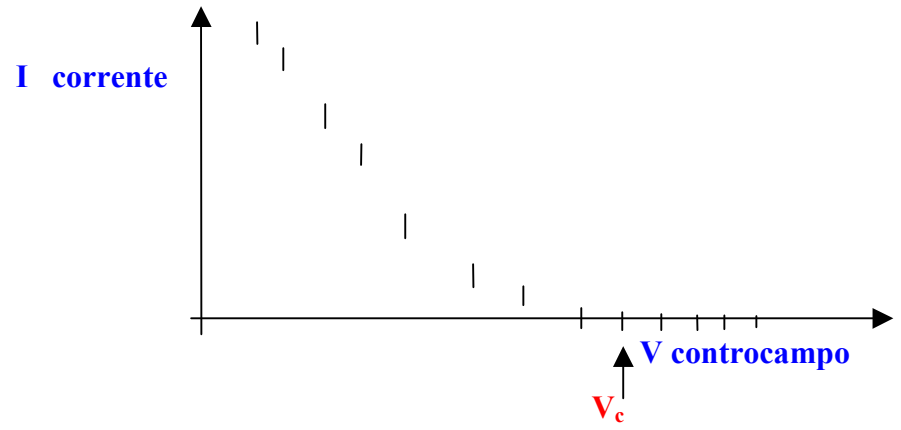

Fig. 3 Corrente della fotocellula in funzione della tensione di controcampo

Eseguire la stessa operazione per tutti i filtri disponibili.

Costruire il grafico di V_c come funzione di ν_{media} (fig. 4) lasciata passare dai filtri con gli errori.

Con il metodo dei minimi quadrati trovare la retta di "best fit" e dalla:

$$h = \frac{e(V_{1c} - V_{2c})}{\nu_1 - \nu_2}$$

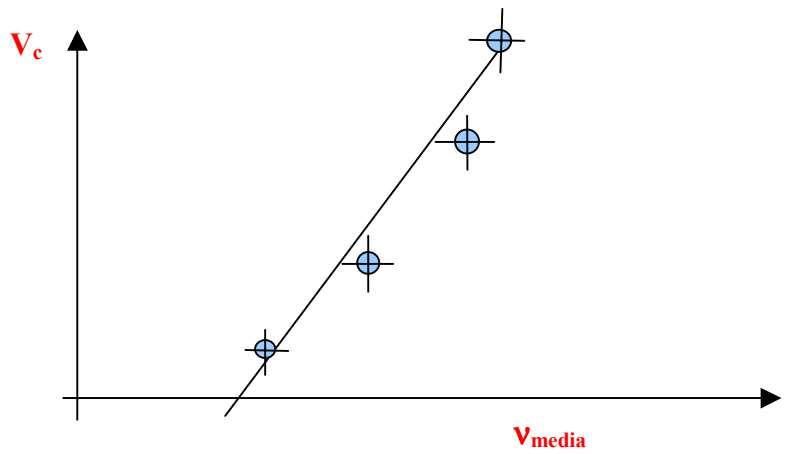

Fig. 4 Tensione di controcampo vs frequenza luce incidente

ricavare la costante di Planck con il suo errore.