

# Esperienza di Franck-Hertz

Gruppo AC

Federico Belliardo, Marco Costa, Lisa Bedini

February 13, 2017

## 1 Scopo dell'esperienza

Obiettivo dell'esperienza è dimostrare la struttura discreta dei livelli energetici dell'atomo di neon e di stimarne l'energia di eccitazione mediante lo studio degli effetti dissipativi negli urti anelastici di elettroni su atomi di neon.

## 2 Materiale occorrente

- Tetrodo a gas neon ELWE U8482230.
- Sistema di alimentazione e lettura di corrente ELWE.
- Oscilloscopio.

## 3 Descrizione esperimento di Franck-Hertz

L'esperienza prevede lo studio delle collisioni anelastiche elettrone-atomo in un gas di Neon e della relativa fluorescenza indotta dall'eccitazione dei livelli energetici interni. Gli elettroni prodotti per effetto termoionico da un filamento al calor rosso sono accelerati attraverso due griglie di potenziale (tra le quali interagiscono con il neon) e raccolti poi da un anodo dal quale si misura l'intensità di corrente; questo dispositivo è detto tetrodo a gas. Di seguito è riportato un riassunto della nomenclatura riguardante le tensioni utilizzata nell'esperienza:

- $U_F$ : differenza di potenziale applicata al filamento (catodo) rispetto alla terra (?) che ne regola la temperatura, è posta uguale a circa  $U_F = 8.0 V$  e tenuta costante.
- $U_G$ : differenza di potenziale applicata alla griglia di controllo rispetto al catodo, regola l'estrazione degli elettroni dal metallo per effetto fotoelettrico a freddo (effetto tunnel), questa tensione regola l'emissività del catodo cioè il numero di elettroni emessi per unità di tempo e quindi l'intensità della fluorescenza.
- $U_A$ : differenza di potenziale applicata tra il catodo e la griglia anodo al fine di accelerare gli elettroni, nella configurazione a rampa di potenziale questo valore indica il massimo potenziale raggiunto dall'anodo.
- $U_E$ : differenza di potenziale tra la griglia anodo e il collettore applicata al fine di stabilire un campo elettrico frenante per gli elettroni che emergono dall'anodo.

Un amplificatore operazionale a transimpedenza fornisce in uscita una tensione proporzionale alla corrente di collettore  $I_C$

## 4 Modalità operative

## 5 Osservazioni qualitative

- Per un valore fisso di  $U_G$  (fisso durante l'esperienza) alla tensione  $U_A =$  si ottiene la prima luminescenza intono alla griglia anodica. Il parametro  $U_G$  regola la sola intensità della luminescenza (a causa del diverso numero di elettroni che fanno urto elastico) ma non influenza il fatto che la luminescenza appaia o meno.
- Mostrare tre grafici in cui si fa vedere come al variare di  $U_E$  varia la risposta.

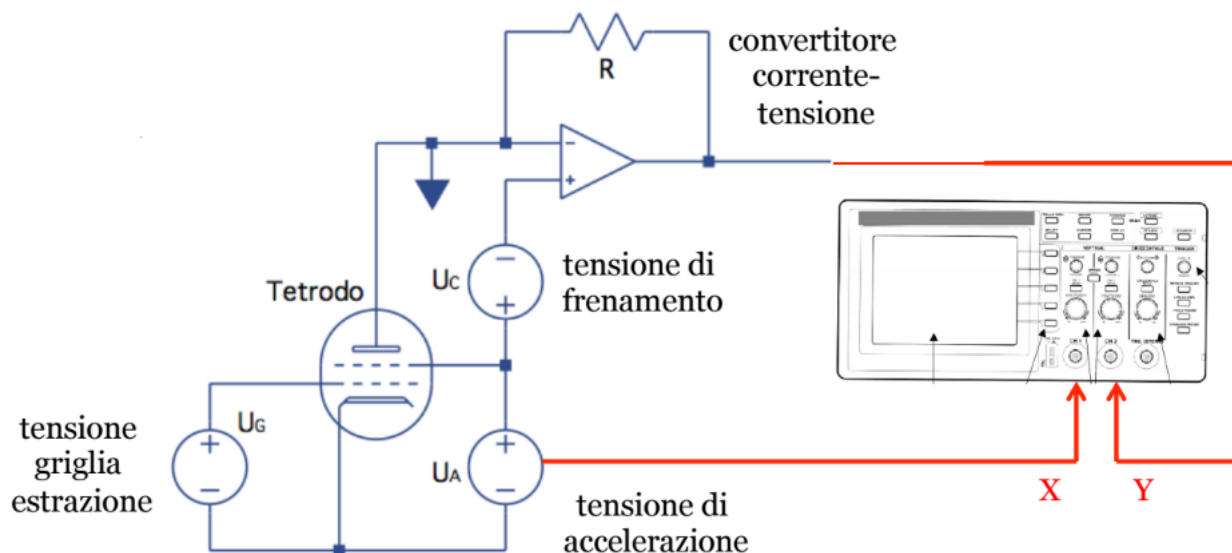


Figure 1: Schema circuito dell'esperimento e di acquisizione dati.

- Per un valore fisso di  $U_A$  (massimo potenziale sull'anodo) il numero minimi e massimi della curva  $I_A - U_A$  non cambia ma cambia la sua ampiezza e viene traslata da un valore massimo (FIXME: too sloppy) (corrispondente a  $U_E = 0V$ ) fino a raggiungere lo zero (?) quando vale  $U_A = U_E$  cioè ogni elettrone emesso (anche quelli che non hanno interagito con il neon) viene bloccato. Si possono avere elettroni che dall'anodo vengono accelerati in senso contrario verso il catodo e mantenere la struttura oscillante tipica di Franck-Hertz?. In particolare esiste un valore di  $U_E$  per cui i minimi della corrente sono a  $I_C = 0$  che significa per ogni valore di  $U_A$  per cui si ha la creazione di una nuova banda di fluorescenza  $U_E$  è sufficiente a bloccare tutti gli elettroni che non hanno interagito o che hanno nuovamente accelerato dopo l'interazione. (cosa succede se aumento ancora  $U_E$  non posso andare sotto 0, probabilmente la curva si rovina).
- Al diminuire del potenziale  $U_E$  è più difficile l'individuazione dei minimi e dei massimi, tuttavia la posizione di questi non varia significativamente al variare di  $U_E$

## 6 Raccolta dati ed elaborazione

Riporto i valori di  $U_A$  ai quali si osservano nascere i minimi in modalità manuale

Riporto i grafici di  $I_C - U_A$  (massimo numero di oscillazioni) al variare di  $U_E$  e relative tabelle che indicano i minimi.

Eseguo un grafico in cui mostro che i minimi e i massimi sono circa costanti al variare di  $U_E$

Calcolo il valore medio del minimo al variare di  $U_E$  oppure scelgo il valore di  $U_E$  per cui le bande di fluorescenza che osservo è visibilmente più nitida (mi sembra un procedimento più sensato).

Calcolo i minimi su ogni grafico eseguendo uno smoothing e prendendo il massimo di un 1D array come mostrato nel link.

Se ho abbastanza punti eseguo fit per calcolare  $E_a$  e  $\lambda$  e confronto con valore noto, altrimenti concludo dicendo quanto vale l'energia d'eccitazione.

A causa del cammino libero medio  $\lambda$  degli elettroni nel gas continuano ad acquisire energia anche quando hanno già raggiunto l'energia di eccitazione. Lo shift di energia rispetto a  $E_A$  aumenta all'aumentare del valore di  $U_A$  quindi aumenta con il numero del livello che viene eccitato. La differenza tra due massimi consecutivi in funzione del numero quantico principale  $n$  è quindi:  $E(n) = (1 + \frac{\lambda}{L}(2n+1))E_A$ .

Script che esegue lo smoothing e che calcola minimi e massimi. Script che plotta i livelli energetici al variare di  $U_E$ . Devo prendere manualmente i valori dei massimi e dei minimi e metterli in tre o quattro file differenti. Script che esegue l'interpolazione lineare.

## 7 Conclusioni