

FUNZIONI

- Misurazione della corrente del raccogli-tore I come funzione della tensione U tra catodo e reticolo.
- Determinazione dell'intervallo ΔU dei livelli massimi o minimi di corrente.
- Confronto dell'intervallo di tensione con l'energia di eccitazione dell'atomo di mercurio.

SCOPO

Registrazione e analisi della curva di Franck-Hertz sul mercurio

RIASSUNTO

Nell'esperimento di Franck-Hertz sul mercurio si osserva l'emissione di energia degli elettroni attraverso urti anelastici durante l'attraversamento del vapore di mercurio. L'emissione di energia avviene gradualmente, in quanto l'urto provoca una transizione nell'atomo di mercurio. L'esperimento fornisce quindi una conferma del modello atomico di Bohr e della quantizzazione dei livelli energetici atomici.

APPARECCHI NECESSARI

| Numero | Apparecchio | Cat. n° |
|--------|--|-----------|
| 1 | Tubo di Franck-Hertz riempito con mercurio e dotato di forno (230 V, 50/60 Hz) | 1006795 o |
| | Tubo di Franck-Hertz riempito con mercurio e dotato di forno (115 V, 50/60 Hz) | 1006794 |
| 1 | Apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz (230 V, 50/60 Hz) | 1012819 o |
| | Apparecchio per l'esperimento di Franck-Hertz (115 V, 50/60 Hz) | 1012818 |
| 1 | Oscilloscopio analogico, 2x30 MHz | 1002727 |
| 1 | Multimetro digitale P3340 | 1002785 |
| 1 | Cavo ad alta frequenza | 1002746 |
| 2 | Cavo ad alta frequenza, connettore 4 mm / BNC | 1002748 |
| 1 | Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti, 75 cm | 1002843 |

2

BASI GENERALI

Nel 1914 *James Franck e Gustav Hertz* riportarono che gli elettroni cedono gradualmente la loro energia durante l'attraversamento del vapore di mercurio e contemporaneamente si osserva l'emissione della linea ultravioletta ($\lambda = 254$ nm) del mercurio. Alcuni mesi dopo, *Niels Bohr* trovò una prova del modello atomico da egli sviluppato. L'esperimento di Franck-Hertz sul mercurio è quindi un esperimento classico per la conferma della teoria quantica.

In un tubo di vetro evacuato sono disposti uno dietro l'altro un catodo riscaldato C, un reticolo G e un elettrodo del raccogli-tore A (vedi fig. 1). Dal catodo escono elettroni che vengono accelerati da una tensione U verso il reticolo. Attraverso il reticolo, gli elettroni raggiungono il raccogli-tore e contribuiscono alla corrente del raccogli-tore I , se la loro energia cinetica è sufficiente per il superamento della forza contro-elettromotrice U_{GA} tra reticolo e raccogli-tore. Inoltre, nel tubo di vetro si trova una goccia di mercurio che viene riscaldata a una tensione di vapore di circa 15 hPa.

Con la tensione U aumenta in primo luogo anche la corrente del raccogli-tore I , in quanto sempre più elettroni vengono catturati dal campo elettrico crescente derivante dalla nuvola di carica spaziale intorno al catodo.

Ad un determinato valore $U = U_1$ gli elettroni raggiungono tuttavia, poco prima del reticolo, un'energia cinetica sufficiente ad emettere l'energia per eccitare un atomo di mercurio attraverso un urto anelastico. La corrente del raccogli-tore diminuisce fino a quasi zero, in quanto dopo un urto gli elettroni non sono più in grado di superare la forza contro-elettromotrice verso il raccogli-tore.

Con l'ulteriore incremento della tensione, gli elettroni raggiungono l'energia necessaria per l'eccitazione per urto di un atomo di mercurio sempre prima del reticolo. Dopo l'urto, vengono di nuovo accelerati e ricevono energia cinetica sufficiente per arrivare al raccogli-tore. La corrente del raccogli-tore aumenta quindi di nuovo.

In caso di tensione ancora maggiore $U = U_2$, dopo il primo urto gli elettroni assorbono una seconda volta l'energia per poter eccitare un secondo atomo di mercurio. La corrente del raccogli-tore diminuisce anch'essa drasticamente a questa tensione per riaumentare con l'incremento della tensione, fino a quando torna infine a diminuire drasticamente per una terza volta e altre volte in caso di tensioni ancora maggiori.

NOTA

Il primo valore di tensione U_1 non si trova a 4,9 V, ma è sfalsato della cosiddetta tensione di contatto tra catodo e reticolo.

ANALISI

Le tensioni U_1, U_2, U_3, \dots , a cui la corrente diminuisce drasticamente nella caratteristica misurata $I(U)$ presentano l'intervallo costante $\Delta U = 4,9$ V. Questo intervallo corrisponde all'energia di eccitazione $E_{Hg} = 4,9$ eV ($\lambda = 254$ nm) degli atomi di mercurio rispetto allo stato di base 1S_0 nel primo stato 3P_1 . Ossia:

$$(1) \quad E_{Hg} = e \cdot \Delta U$$

e : Carica fondamentale

Il risultato di misurazione è quindi da ricondursi all'assorbimento di energia discreto degli atomi di mercurio in caso di urto anelastico e quindi all'emissione connessa di una quantità di energia fissa da parte degli elettroni.

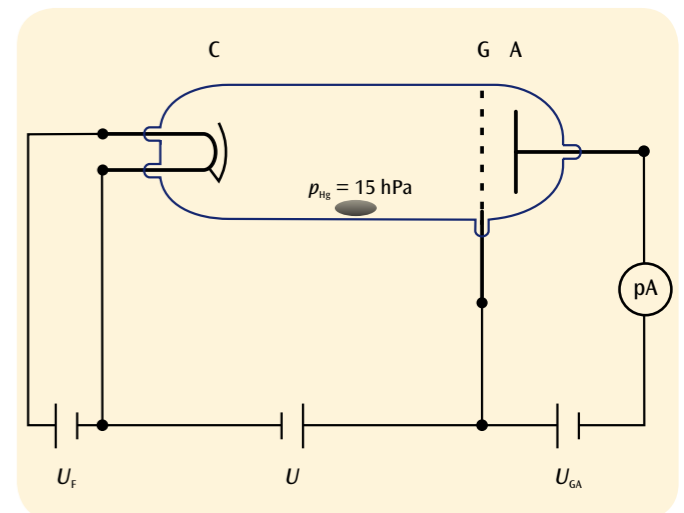


Fig. 1: Struttura schematica per la registrazione della curva di Franck-Hertz sul mercurio

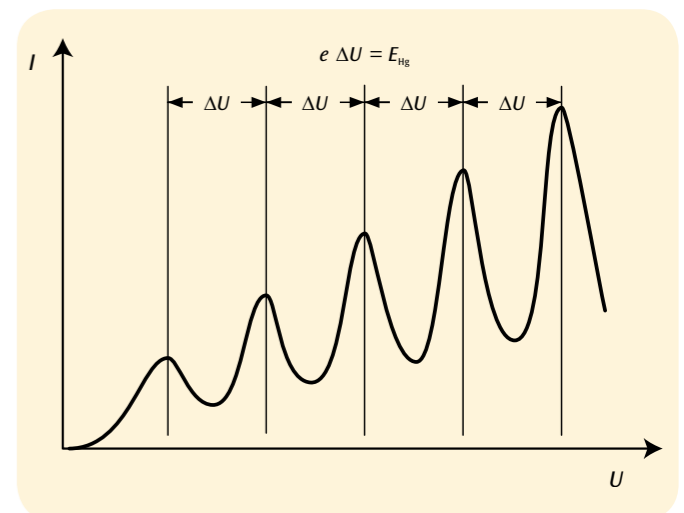


Fig. 2: Corrente del raccogli-tore I a seconda della tensione di accelerazione U