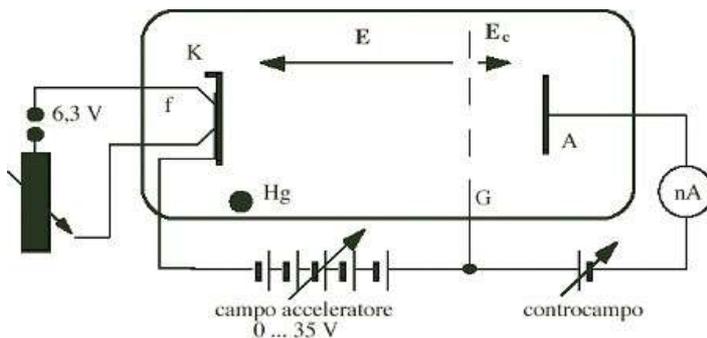


FRANK – HERTZ

www.ziomax.net

Nel 1914 i fisici tedeschi James Franck e Gustav Hertz, dediti a ricerche sulla riflessione di elettroni in gas nobili e vapori metallici, dimostrarono per via sperimentale l'esistenza dei livelli energetici quantizzati previsti dalla teoria di Bohr.

Bombardando vapori di diversi elementi con elettroni di energia nota, i due ricercatori verificarono che l'eccitazione delle sostanze utilizzate poteva avvenire solo per ben definiti valori di tale energia.

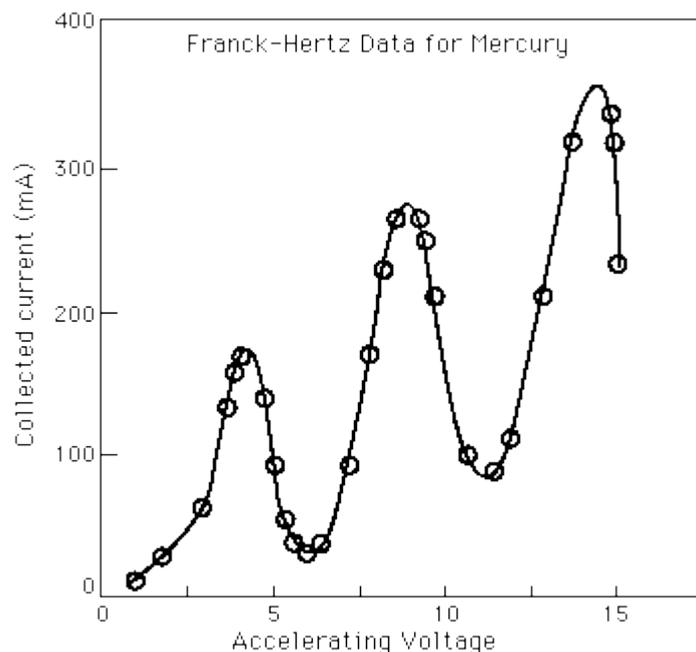


L'apparato sperimentale utilizzato consiste in un tubo elettronico a bassa pressione in cui viene inserito del vapore di mercurio. Gli elettroni, emessi per effetto termoionico da un filamento di tungsteno (K, vedi figura), vengono

accelerati da una griglia carica positivamente (anodo, G). Oltre la griglia troviamo un collettore, o controcattodo, a potenziale negativo rispetto all'anodo (A).

Gli elettroni emessi vengono accelerati dalla differenza di potenziale che si è stabilita tra il catodo e la griglia. L'azione frenante dovuta alla presenza di un controcampo tra la griglia e il collettore, di intensità minore rispetto alla tensione acceleratrice, fa sì che solo gli elettroni aventi una certa energia possano raggiungere il collettore e contribuire così a formare la corrente nel circuito esterno.

Qui a lato possiamo osservare il grafico che mette in relazione la corrente di circuito con la tensione acceleratrice. Come si giustifica la presenza periodica di picchi così equamente distanziati? Gli elettroni emessi dal filamento risentendo del campo elettrico applicato, subiscono un'accelerazione, e incontrano, sul loro cammino, gli atomi di mercurio presenti nel tubo.



In generale l'urto elettrone - atomo è di tipo elastico: gli elettroni durante la loro migrazione verso la griglia positiva subiscono diverse deviazioni di percorso, continuando però ad accumulare energia cinetica grazie al campo elettrico acceleratore. Quando l'energia dell'elettrone è esattamente uguale a quella corrispondente al primo livello di eccitazione del mercurio (4,9 eV), il suo successivo urto contro un atomo provocherà un salto quantico di uno degli elettroni esterni dell'atomo, ad un livello energetico superiore (urto anelastico). L'elettrone, avendo ceduto la sua energia all'atomo, e trovandosi a dover ripartire "da fermo" in direzione della griglia, difficilmente acquisterà l'energia che gli è necessaria per vincere il controcampo del collettore, e quindi quel che si verificherà è un sensibile abbassamento dell'intensità di corrente (vedi primo picco del grafico). La corrente non va però a zero, semplicemente perché non tutti gli elettroni effettuano un urto anelastico con gli atomi di mercurio presenti. All'aumentare del campo acceleratore gli elettroni possono riuscire, durante il loro cammino, a compiere più urti anelastici (purché dopo ogni urto raggiungano di nuovo l'energia di 4,9 eV) con gli atomi di mercurio presenti, provocando così diverse successive cadute di corrente (da qui la presenza dei successivi picchi nel grafico).

Va detto che Franck ed Hertz non interpretarono inizialmente le curve sperimentali come il risultato dell'eccitazione del mercurio al primo livello energetico, ma come effetto della sua ionizzazione.

Questa loro ipotesi era avvalorata dal fatto che in quel periodo storico si pensava che l'energia di ionizzazione del mercurio fosse di circa 5 eV (oggi sappiamo essere di 10,4 eV).

Il tubo, durante l'utilizzo, viene riscaldato per controllare la pressione dei vapori di mercurio; Infatti poiché la pressione dipende dalla temperatura, il valore della pressione è determinante per l'esperimento. Se la densità del vapore è troppo bassa ci possono essere troppo pochi atomi del mercurio per produrre gli effetti osservabili. Ad una pressione troppo alta invece, l'agitazione termica diventa noiosa poiché si riduce il *cammino libero medio* degli elettroni.

Il salto energetico di 4,9 eV, corrisponde all'emissione da parte del mercurio di una riga nell'ultravioletto (254 nm); per questo motivo (emissione radiazione ultravioletta) e per il problema tecnico di mantenere ad una certa temperatura il tubo elettronico, oggi si preferisce dimostrare l'esperimento di FH utilizzando del neon.

Grazie a questo esperimento i due fisici tedeschi meritavano il premio Nobel nel 1925.