

Esperimento di Franck e Hertz

Scopo:

Con questo esperimento si intende verificare sperimentalmente il modello atomico di Bohr.

Materiale utilizzato:

- **TUBO A VUOTO**

Questo strumento è costituito da una struttura di elettrodi e da una goccia di mercurio, che verrà fatta evaporare producendo atomi di mercurio gassoso, che si diffonderanno in tutto il tubo.

Per quanto riguarda la struttura di elettrodi, questa presenta una parte interna ed una parte esterna;

Interno:

- **Piccolo catodo cilindrico** posto nel mezzo con un filamento dentro per riscaldarlo;
- **Griglia di controllo**, consistente in un filo sottilissimo avvolto ad elica; determina la corrente che passa attraverso di essa nella regione fra le due griglie;

Esterno:

- **Griglia acceleratrice metallica di forma cilindrica**, barriera di potenziale che impedisce agli elettroni di energia inferiore ad un certo valore di arrivare all'anodo metallico;
- **Anodo metallico concentrico** posto sulla griglia acceleratrice;

Tra le due griglie è posta una **tensione variabile**, chiamata tensione acceleratrice, che va ad accelerare il moto degli elettroni, acquisendo in questo modo maggiore corrente e quindi aumentando la propria energia.

- **BATTERIA DA 6V**

La batteria, posta in corrispondenza del catodo cilindrico, andrà ad accendere quest'ultimo, facendone evaporare elettroni.

- **VOLTMETRO**

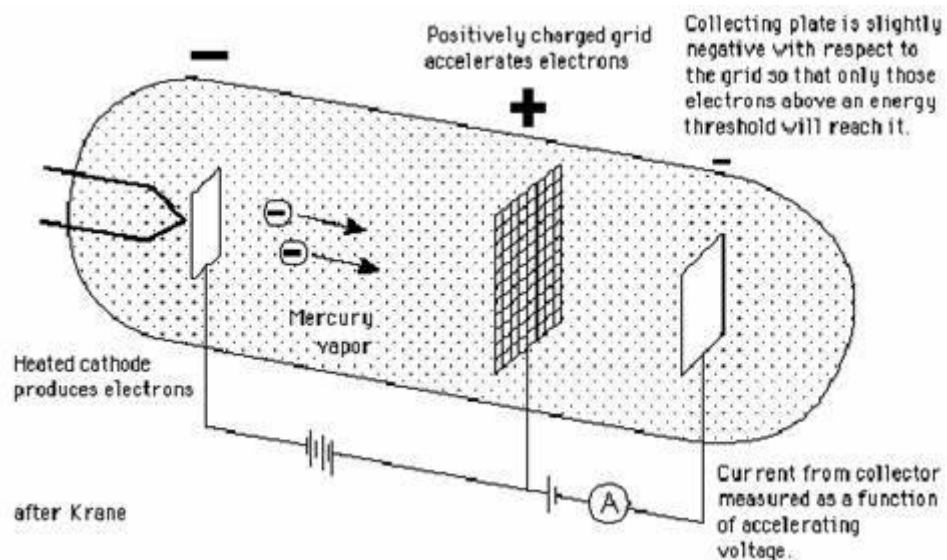
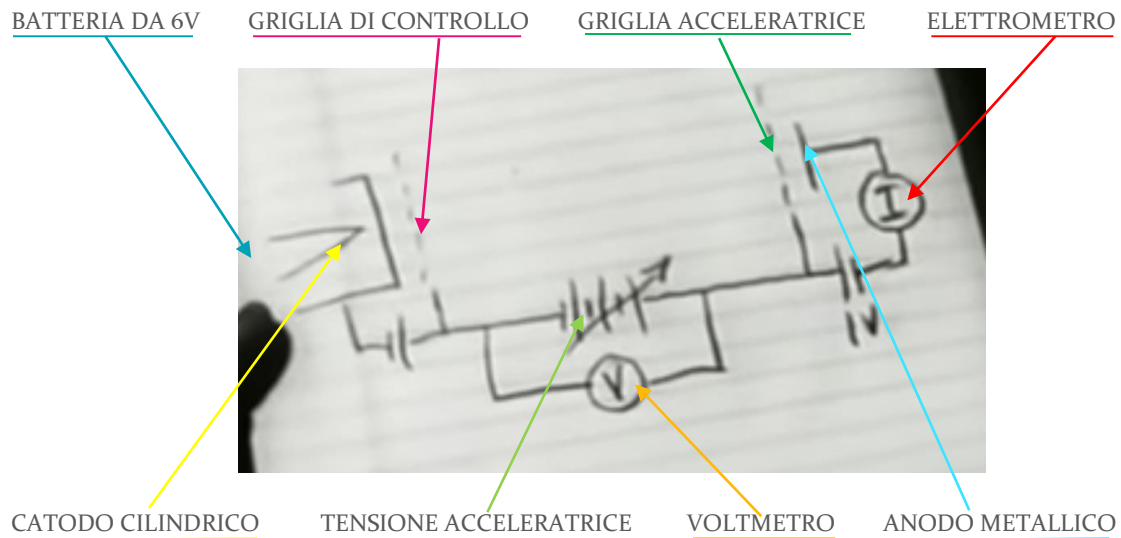
Strumento utilizzato per misurare la tensione acceleratrice, usata per fornire energia agli elettroni quando passano fra le griglie. Esso andrà a misurare la tensione acceleratrice in un range compreso tra 0V e 30V.

- **ELETTROMETRO**

Strumento posto in corrispondenza dell'anodo metallico ed utilizzato per andare a misurare la corrente anodica. Per l'elettrometro si utilizzerà un fondo scala compreso tra 0 e 2 unità inizialmente di $10^{-5} A$, da modificare in $10^{-8} A$ nel momento in cui iniziano a diffondersi all'interno del tubo a vuoto le molecole di mercurio gassoso.

- **REGISTRATORE AUTOMATICO**

Strumento in grado di produrre in modo automatico nel corso dell'esperimento il grafico della corrente anodica in funzione della tensione acceleratrice, grafico che permette di conseguenza di individuare i valori di energia in corrispondenza dei quali si ha la caduta di corrente.



Premessa teorica:

MECCANICA QUANTISTICA: CORPO NERO E CATASTROFE ULTRAVIOLETTA

Tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento, con la scoperta tra meccanica classica ed elettromagnetismo e dall'esperienza di Michealson e Morley si comprese che la Fisica classica non poteva spiegare tutti i fenomeni della natura. Di conseguenza si rese necessaria l'elaborazione di una nuova fisica, la Fisica quantistica.

I quattro fenomeni che portarono alla elaborazione di questa nuova teoria furono:

1. RADIAZIONI DI CORPO NERO
2. EFFETTO FOTOELETTRICO
3. SPETTRI DI EMISSIONE DEGLI ATOMI
4. EFFETTO COMPTON

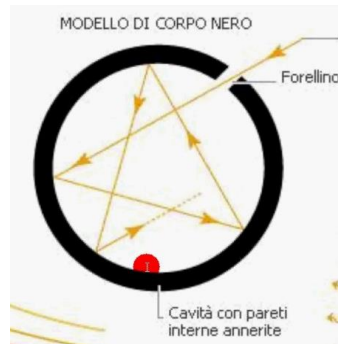
Analizziamo ora il primo fenomeno che ha portato alla nascita della meccanica quantistica, ovvero le radiazioni di corpo nero.

Si definisce CORPO NERO un corpo che assorbe completamente qualunque radiazione ricevuta. Ogni corpo, una volta riscaldato, emette radiazioni elettromagnetiche, il cui spettro dipende fondamentalmente dalla natura del corpo preso in esame.

Prendiamo come esempio di corpo nero una bottiglia affumicata dal collo molto ristretto: la radiazione che la colpisce sulla superficie esterna colorata di nero viene immediatamente

assorbita, mentre quella che attraversa la sua imboccatura è rapidamente assorbita dalla superficie interna, poiché, riflettendosi innumerevoli volte, ha scarsa probabilità di trovare la strada per fuoriuscire, e viene completamente assorbita prima di riuscirci.

Un altro importante esempio di corpo nero è il Sole.



Sul fenomeno del corpo nero successivamente vennero elaborate due leggi: la legge di Stefan-Boltzmann e la legge di Wien

- La LEGGE DI STEFAN-BOLZMANN stabilisce che l'intensità di emissione di un corpo nero è direttamente proporzionale alla quarta potenza della temperatura assoluta:

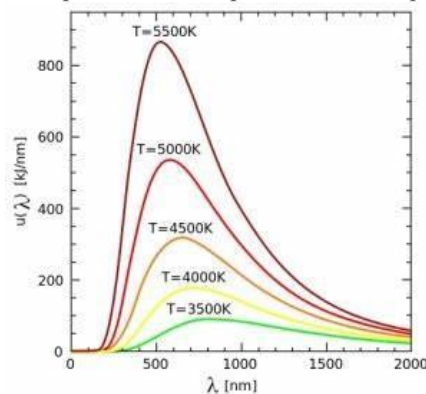
$$I = \sigma T^4, \text{ dove la costante di Stefan-Boltzmann } \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

- La LEGGE DI WIEN, detta anche legge dello spostamento, è una legge sperimentale che venne elaborata dal fisico tedesco Wilhelm Wien nel 1893, che consente di individuare per quale lunghezza d'onda λ m a x è massima l'emissione radiativa di un corpo nero di massa generica posto a una certa temperatura T:

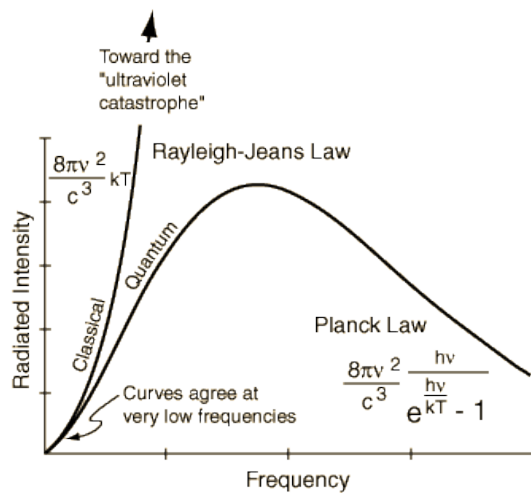
$$\lambda_{max} T = b, \text{ dove la costante di Wien è } b = 2,9 \times 10^{-3} mK$$

Secondo questa legge sperimentale se rappresentiamo l'intensità della radiazione emessa, ci accorgiamo che lo spettro è continuo, e presenta un massimo per una certa frequenza f_{max} , che aumenta all'aumentare della temperatura.

Secondo queste due leggi l'intensità della radiazione emessa dal corpo nero, misurata sperimentalmente, diminuisce sia per le alte che per le basse frequenze.



Nel momento in cui però si va ad interpretare i risultati ottenuti utilizzando l'elettromagnetismo classico, si osservano dei risultati in netto contrasto con l'esperienza. John Rayleigh e James Jeans tentarono infatti di dimostrare secondo l'elettrodinamica classica lo spettro di corpo nero. Ipotizzando che tutte le molecole della cavità sono oscillatori armonici, simili a piccolissime cariche elettriche collegate agli atomi mediante molle, ad alte frequenze si ottiene un'intensità che cresce indefinitamente all'aumentare della frequenza, e di conseguenza, al contrario dei risultati ottenuti sperimentalmente, non sarebbe possibile trovare un punto di massimo nello spettro di corpo nero.



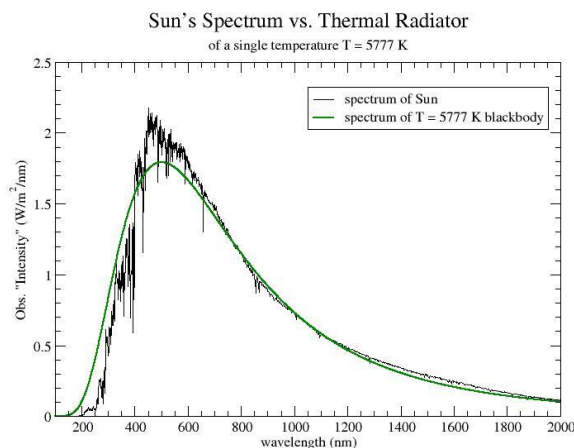
Confrontando i due grafici infatti si può notare come lo spettro sperimentale e quello teorico elaborato con la fisica classica siano in accordo solo a basse frequenze. Secondo quindi la teoria di Rayleigh e Jeans l'intensità dovrebbe crescere indefinitamente all'aumentare della frequenza. Se questa ipotesi fosse vera si otterrebbe il fenomeno della CATASTROFE ULTRAVIOLETTA, paradosso secondo il quale anche un comune forno domestico, se scaldato ad oltranza, diventerebbe una pericolosissima sorgente di raggi ultravioletti.

LEGGE DI PLANCK

La soluzione alla mancata catastrofe ultravioletta fu ottenuta dal fisico tedesco Max Planck ed esposta nel suo lavoro "Sulla teoria della distribuzione dell'energia nello spettro normale", nel quale interpretò correttamente lo spettro di corpo nero, secondo però una nuova fisica, differente dalla fisica classica.

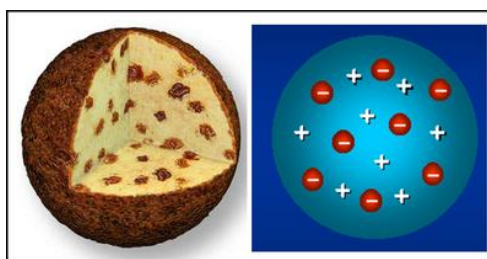
Secondo la fisica classica l'energia può essere scambiata in quantità qualsiasi, senza alcuna limitazione. Secondo Planck invece gli oscillatori armonici sono in grado di scambiare con la radiazione piccoli pacchetti discreti di energia, chiamati QUANTI DI ENERGIA; questi hanno valore pari a: $E = hf$, dove f è la frequenza e h è la COSTANTE DI PLANCK e ha un valore pari a $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J s}$

All'inizio del 1900 Planck diede quindi inizio ad una nuova fondamentale rivoluzione scientifica, che permise quindi la nascita della futura meccanica quantistica. Con l'introduzione dei quanti di energia, studiando lo spettro di corpo nero del Sole, egli riuscì ad ottenere dei risultati in ottimo accordo con i risultati sperimentali, a differenza degli esiti dello studio di Rayleigh e Jeans:



MODELLO ATOMICO A PLUMCAKE

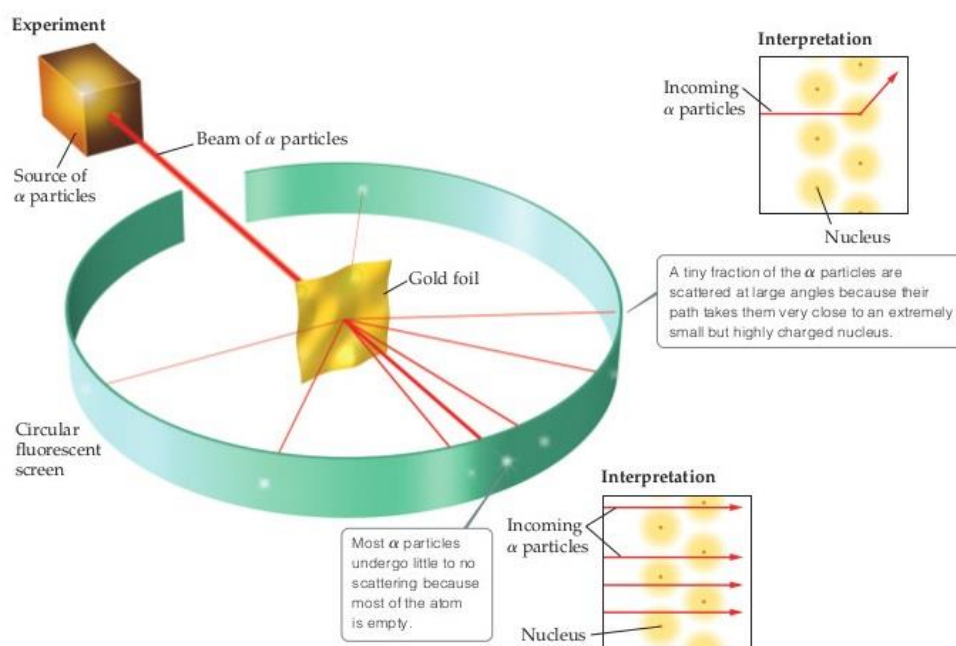
Nel 1902 J. J. Thomson ipotizzò un nuovo modello atomico secondo cui l'atomo si presenta come una sfera omogenea di carica positiva, nella quale sono immersi gli elettroni, a ricordare i chicchi del plumcake, da cui deriva poi il suo nome il modello. L'atomo in questo caso risulta essere neutro, poiché gli elettroni sono a riposo, sotto la duplice azione di repulsione elettrostatica tra di loro e dell'attrazione da parte del centro delle cariche positive. In questo modello l'elettrone possiede una forza proporzionale alla distanza dal centro dell'atomo, ed è diretta in direzione opposta rispetto allo spostamento dell'elettrone dal centro. L'elettrone quindi si allontana dal centro con moto armonico, ed irradia quindi onde elettromagnetiche.



MODELLO ATOMICO PLANETARIO

Nel 1909 E. Rutherford e i suoi assistenti Geiger e Marsden iniziarono una serie di esperimenti sulla diffusione delle particelle alfa da parte della materia.

ESPERIMENTO DI GEIGER E MARSDEN:



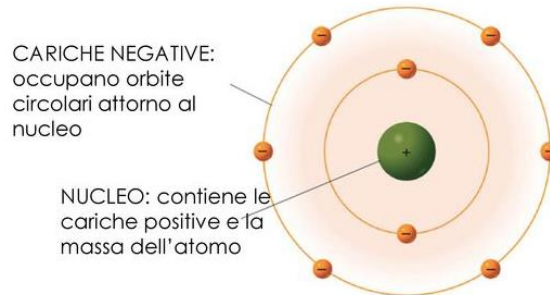
In questo esperimento Geiger e Marsden presero una sorgente radioattiva (polonio) che produce particelle alfa, contenuta in una scatola di piombo avente un foro dal quale fuoriescono le particelle alfa; queste vanno a colpire una lamina d'oro, materiale molto duttile, posizionata al centro di uno schermo circolare fluorescente, che permette di determinare il numero di particelle diffuse in funzione dell'angolo di scattering (angolo formato dalla direzione di incidenza delle particelle alfa).

Durante il corso dell'esperimento i due assistenti osservarono che le particelle alfa, nell'urto con la lamina d'oro, invece di procedere dritte, venivano deviate o deflesse di grandi angoli, altre ancora invece tornavano indietro. La forza responsabile di queste deflessioni è l'interazione

coulombiana delle particelle alfa con la distribuzione di carica positiva degli atomi d'oro; di conseguenza deve esistere un qualcosa per cui le particelle deviano.

Per poter rispondere a questo fenomeno il modello atomico di Thomson non era in grado di fornire alcun tipo di spiegazione, poiché le particelle alfa hanno bisogno di urtare contro qualcosa per poter essere deflesse in quel modo.

Nel 1911 Rutherford teorizza un nuovo modello atomico, il modello planetario, secondo il quale esiste una piccola sfera nella quale è concentrata tutta la carica positiva dell'atomo, ovvero il NUCLEO, avente raggio compreso tra 10^{-5} e 10^{-4} m e attorno al quale gli elettroni ruotano secondo orbite circolari.



Il problema di questo modello atomico consiste nel fatto che se i nuclei fossero davvero palline di carica positiva, il modello così pensato risulterebbe instabile, poiché se l'elettrone si muove di moto circolare uniforme, esso emetterebbe tutta la sua energia e cadrebbe sul nucleo distruggendo l'atomo.

Questo problema verrà successivamente risolto da Niels Bohr con la teoria della quantizzazione delle orbite.

SPETTRI DI EMISSIONE DEGLI ATOMI

Abbiamo visto quindi che le sole leggi della fisica classica non erano in grado di giustificare il modello planetario di Rutherford.

Nel 1913 il fisico Niels Bohr intuì un modello di atomo basato sulla nuova fisica dei quanti che, a differenza del modello di Rutherford, era in grado di spiegare le righe dello spettro di emissione dell'idrogeno.

Per poter comprendere appieno il modello atomico di Bohr è quindi necessario prima chiarire alcuni concetti base della SPETTROSCOPIA, la scienza che si occupa dell'analisi degli spettri luminosi emessi dalle diverse sostanze quando vengono eccitate.

Questa analisi si compie attraverso lo spettroscopio dal quale si ottengono due diversi tipi di spettri:

- SPETTRO DI ASSORBIMENTO: facendo passare un fascio di luce bianca attraverso una data sostanza, in genere attraverso un gas (generalmente il mercurio), nello spettro continuo compaiono delle righe scure trasversali, dette righe di Fraunhofer; esse indicano che la sostanza ha assorbito determinate frequenze;
- SPETTRO DI EMISSIONE: successione discreta di righe che si estendono dall'infrarosso all'ultravioletto. L'elemento riscaldato emette solo particolari lunghezze d'onda, corrispondenti a particolari colori della regione visibile;



In seguito Kirchhoff si accorse che le righe di assorbimento corrispondono alle righe chiare di emissione; ogni sostanza è quindi in grado di assorbire quelle lunghezze d'onda che nelle stesse condizioni fisiche è in grado di emettere; questo principio viene chiamato PRINCIPIO DI INVERSIONE DELLO SPETTRO.

Nel 1885 Johan Balmer cercò di identificare una possibile regolarità nella distribuzione delle lunghezze d'onda nello spettro di emissione dell'idrogeno e ne ricavò la formula:

$$\text{FORMULA DI BALMER: } \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

dove R_H è la COSTANTE DI RYDBERG ($R_H = 1,097 \times 10^7 m^{-1}$) e dove n è un numero intero maggiore di 2.

La formula di Balmer, formula empirica per trovare la lunghezza d'onda delle righe dello spettro nella luce visibile, permette quindi di dire che, al variare di n , si possono trovare le frequenze delle righe della serie di Balmer, ovvero la serie di righe spettrali dell'idrogeno nella regione della luce visibile.

In seguito dei successori di Balmer trovarono formule analoghe per esprimere le righe spettrali dell'idrogeno nelle regioni dell'infrarosso e dell'ultravioletto secondo la formula generale:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Se $m=1$ si ottiene la serie di Lyman, appartenenti alla regione dell'ultravioletto

Se $m=2$ si ottiene la serie di Balmer, appartenenti alla regione della luce visibile

Se $m=3, 4, 5, 6$ si ottiene la serie di righe spettrali dell'idrogeno nella regione degli infrarossi

Queste leggi però presentano un problema fondamentale: sono leggi empiriche che fino a quel momento non si era stati in grado di giustificare a livello teorico utilizzando la fisica classica. Colui che riuscì a risolvere il problema della giustificazione teorica delle formule di Balmer fu proprio Niels Bohr, con la sua teoria della quantizzazione delle orbite.

BOHR E LA QUANTIZZAZIONE DELLE ORBITE

Secondo Bohr l'elettrone in orbita attorno al nucleo non perde energia solo perché ruota su particolari traiettorie; queste sono caratterizzate da precisi valori discreti di energia, all'interno delle quali non irraggia.

Queste orbite sono dette LIVELLI o STATI STAZIONARI e sono orbite quantizzate.

In esse l'elettrone possiede un momento angolare quantizzato pari a:

$$L_n = n\hbar = n \frac{h}{2\pi}$$

dove \hbar è la COSTANTE DI DIRAC pari a $\hbar = 1,05 \times 10^{-34} J s$

Lo stesso tipo di quantizzazione lo si ha sia per il raggio dell'orbita, sia per la sua energia

$$r_n = n^2 a_0, \text{ dove } a_0 = 0,53 \text{ \AA}$$

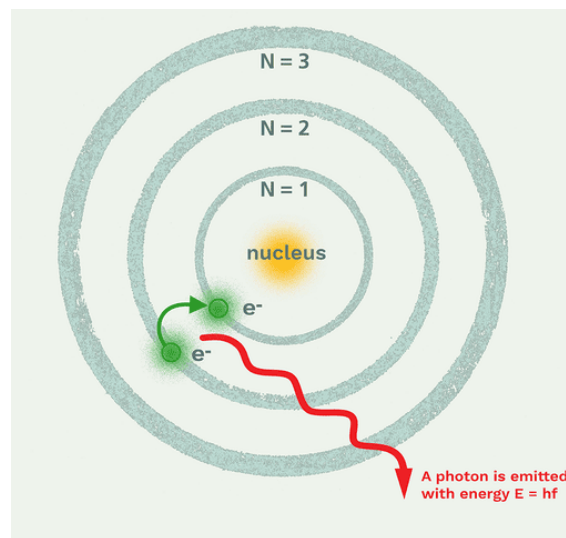
$$E_n = \frac{E_0}{n^2}, \text{ dove } E_0 = -1,36 \text{ MeV}$$

Se l'atomo viene eccitato, l'energia dell'elettrone cresce, ed esso salta su un livello energetico più elevato.

In questo modello, chiamato MODELLO QUANTOMECCANICO, o anche MODELLO SHELL, l'energia dell'elettrone può assumere solo valori discreti dati dal raggio quantizzato dell'orbita e dalla sua energia quantizzata.

L'energia assorbita è pari alla differenza tra le energie dei due livelli energetici.

L'elettrone però non può rimanere a lungo in questo stato eccitato: ben presto si diseccita ed EMETTE UN FOTONE la cui energia è pari a: $hf = E_1 - E_2$



Siano ora n il numero quantico principale dello stato eccitato ed m quello dello stato di partenza; si avrà che:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{E_0}{m^2} - \frac{E_0}{n^2} = E_0 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Passando dalle frequenze alle lunghezze d'onda, si ottiene esattamente la formula di Balmer:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Dove $R_H = \frac{E_0}{hc}$, di cui il valore teorico può essere ottenuto sperimentalmente considerando n maggiore di m

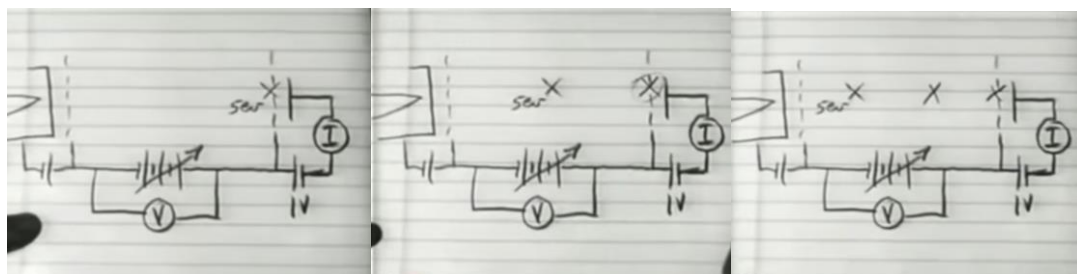
Bohr è quindi riuscito a giustificare con un procedimento teorico i risultati che erano stati ottenuti sperimentalmente da Balmer.

Di conseguenza si può asserire che le energie degli atomi sono quantizzate e che il MODELLO QUANTOMECCANICO è un modello atomico che unisce in sé l'utilizzo della fisica classica e della fisica quantistica.

Ciò che mancava a Bohr per poter validare il suo modello atomico era una verifica sperimentale che non tardò ad arrivare, grazie ai due scienziati James Franck e Gustav Ludwig Hertz (nipote del famosissimo Heinrich Rudolf Hertz), che l'anno successivo, nel 1914, realizzarono un esperimento che fornì la definitiva dimostrazione sperimentale dell'esistenza dei livelli discreti di energia negli atomi, vincendo per questo il Premio Nobel per la Fisica nel 1925, esperimento che tratteremo nello specifico nella spiegazione dell'esecuzione dell'esperimento, qui sotto riportata.

Esecuzione dell'esperimento di Frank e Hertz:

1. Accendere la batteria da 6V posta in corrispondenza del catodo cilindrico, in modo tale che da esso comincino ad evaporare elettroni;
2. Inserire il tubo a vuoto su un sostegno, in modo da introdurre gli atomi di mercurio sul percorso degli elettroni, e riscaldare il tubo fino ad una temperatura di 160°C: in questo modo gli atomi di mercurio evaporano dalla goccia diffondendosi per tutto il tubo, per poi in seguito condensare sulle pareti fredde del tubo riscendendo verso la goccia;
3. Cambiare il fondoscala della corrente anodica a 10^{-8} A, poiché nel momento in cui gli atomi di mercurio gassoso si diffondono nel tubo a vuoto, la corrente complessiva diminuisce notevolmente;
4. Collegare l'intero sistema al registratore automatico, che andrà a registrare la variazione della corrente anodica in funzione della tensione acceleratrice;
5. Accendere la tensione acceleratrice, dalla quale inizialmente ci si aspetta di non registrare aumento di corrente fino a quando gli elettroni non avranno acquisito abbastanza energia per superare la barriera di potenziale. Ciò accade poiché l'elettrone da 1 eV di energia fino a che non viene accelerato, nel momento in cui va ad urtare contro l'atomo di mercurio gassoso (essenzialmente fermo rispetto alla velocità dell'elettrone) subisce un urto elastico che porta l'elettrone a non cedere apprezzabilmente energia;
6. Successivamente, continuando ad aumentare gradualmente la tensione acceleratrice, gli elettroni nel passaggio da dalla griglia di controllo alla griglia acceleratrice acquistano sufficiente energia per poter produrre un urto anelastico con gli atomi di mercurio in corrispondenza della griglia acceleratrice, cedendo un determinato pacchetto di energia all'atomo;
7. Nel momento in cui gli elettroni vanno a cedere la propria energia agli atomi di mercurio, questi non possiedono più abbastanza energia per poter sorpassare la barriera di potenziale, ovvero non sono più in grado di oltrepassare la griglia acceleratrice per poter giungere all'anodo metallico ed essere registrati dall'elettrometro. In quel momento di verificherà la prima caduta di potenziale, in corrispondenza della quale il grafico tracciato dal registratore automatico segnerà una netta diminuzione della corrente anodica, mentre la corrente acceleratrice continua ad aumentare;
8. Continuando ad aumentare la tensione acceleratrice, la distanza che un elettrone deve percorrere per poter acquistare la stessa quantità di energia ceduta in precedenza all'atomo di mercurio, diventa sempre più piccola, così che, nel momento in cui la tensione acceleratrice avrà raggiunto il doppio del valore precedente di corrente, in corrispondenza di tale valore i primi urti anelastici si verificano a metà fra le griglie, e di conseguenza gli elettroni possono acquistare nuovamente lo stesso pacchetto di energia iniziale fino a giungere alla griglia acceleratrice, in corrispondenza della quale avvengono i secondi urti anelastici, che provocano quindi la seconda caduta di potenziale;

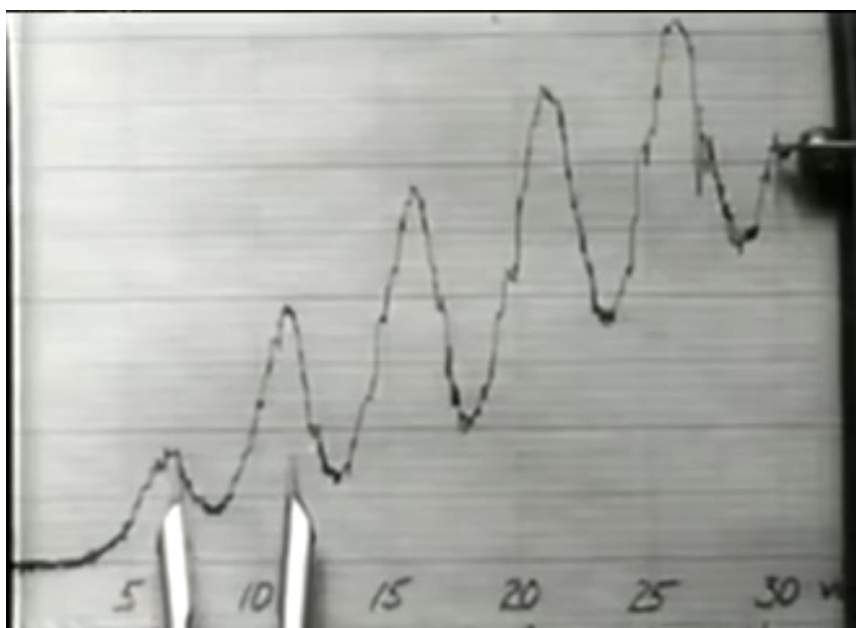


9. A questo punto si osserva quindi che all'aumentare della tensione acceleratrice (fino ad un valore massimo di 30V), diminuisce sempre di più la distanza per raggiungere il primo urto anelastico e di conseguenza il corrispondente pacchetto di energia ceduto all'atomo di mercurio. Ne seguiranno quindi, in corrispondenza del valore massimo di 30V, altre tre cadute di potenziale, per un totale di cinque cadute di potenziale;

10. Infine, dal grafico ottenuto nel corso dell'esperimento, andare a misurare la distanza tra ciascun picco di energia ed il suo successivo (non tenendo conto della distanza dal primo picco, poiché non conosciamo l'esatto momento in cui la corrente inizia a passare), per poter poi calcolare la distanza media fra due picchi di energia.

Dati, elaborazione ed osservazioni:

- Osservando il grafico ottenuto grazie al registratore automatico, avente sull'asse delle ascisse la tensione acceleratrice (misurata in Volt), avente come unità d'asse 5V e sull'asse delle ordinate la corrente anodica (misurata in Ampere), andiamo ora a misurare in Volt la distanza tra i due picchi di energia, partendo dalla distanza tra il primo ed in secondo picco e giungendo fino al quinto.



- Andiamo ora a riportare i dati nella seguente tabella e a calcolare la distanza media tra due picchi di energia:

#	Δx tra un picco energetico e un altro [eV]
1°-2°	4,5V
2°-3°	4,8V
3°-4°	4,9V
4°-5°	5,1V

$$\Delta x_{\text{medio}} = \frac{(4,5 + 4,8 + 4,9 + 5,1)V}{4} = 4,9V$$

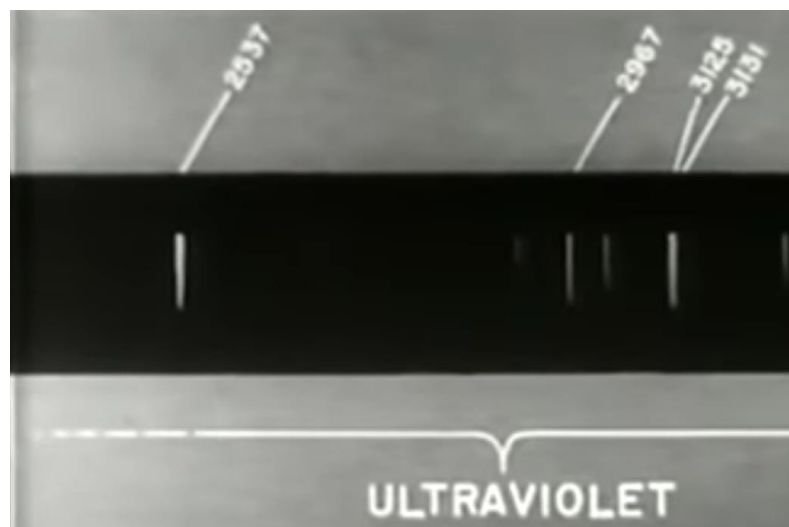
- Dal valore così ottenuto possiamo quindi dedurre che gli elettroni, urtando gli atomi di mercurio di urto anelastico, raggiunto il valore energetico di 4,9 eV cedono la loro energia agli atomi di mercurio, poiché non sono in grado di raggiungere un livello energetico superiore. Ne consegue che un atomo di mercurio può assorbire pacchetti di energia di 4,9 eV.

- Andando ora a sostituire nella formula dell'energia $E = \frac{12397 \text{ eV} \cdot \text{\AA}}{\lambda}$, ovvero la grandezza del pacchetto di energia che è in grado di emettere un fotone, data dal rapporto tra l'energia di un fotone e la lunghezza d'onda della luce, la lunghezza d'onda della riga spettrale nella fascia dell'ultravioletto dello spettro degli atomi di mercurio, corrispondente a 2537 Å, si otterrà che:

$$E = \frac{12397 \text{ eV} \cdot \text{\AA}}{\lambda} = \frac{12397 \text{ eV} \cdot \text{\AA}}{2537 \text{\AA}} \approx 4,9 \text{ eV}$$

Da questo risultato si evince quindi che un atomo può assorbire, dall'urto con un elettrone, una quantità di energia pari all'energia persa dall'emissione di un fotone.

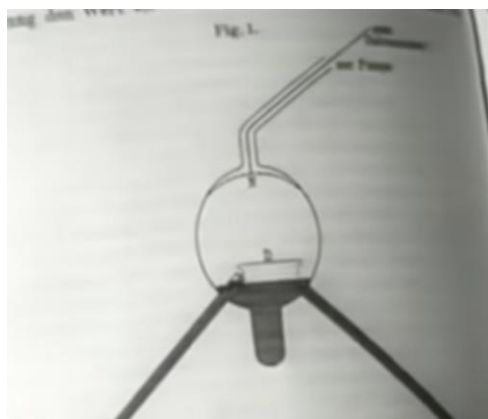
In questo modo Frank ed Hertz riuscirono quindi a dimostrare il modello della quantizzazione delle orbite di Niels Bohr, secondo il quale un atomo può assumere solo valori discreti di energia, ovvero esistono livelli energetici quantizzati. Frank ed Hertz riuscirono quindi a dare la conferma sperimentale del modello quantomeccanico dell'atomo.



- A questo punto ci si aspetta, se gli elettroni da 4,9 eV cedono la loro energia eccitando gli atomi, l'emissione di luce di luce nella riga 2537, poiché i quanti di luce ultravioletta hanno la stessa energia degli elettroni da 4,9 eV;

Per poter verificare ciò Franck ed Hertz realizzarono un altro esperimento il 21 Maggio 1914.

Questa volta andarono ad utilizzare un tubo a vuoto, contenente solo due elettrodi (tra i quali si stabilisce una differenza di potenziale leggermente più elevata di 4,9 eV) ed un unico filamento; il tubo era di quarzo, materiale che, a differenza del vetro, permette alla luce ultravioletta di uscire all'esterno. Il tubo conteneva inoltre mercurio sul fondo che veniva poi riscaldato fino ad ottenere una pressione di vapore sufficiente per dare abbastanza urti anelastici con gli elettroni.



Mettendo l'intero sistema di fronte allo spettrografo, si ottiene uno spettro discreto, dove compare la sola riga 2537 insieme allo spettro continuo della luce del visibile, causato dalla luce proveniente dal filamento acceso.



Dalla sola riga 2537 presente nello spettro discreto degli atomi di mercurio si deduce quindi che questa riga corrisponde alla transizione dallo stato eccitato allo stato fondamentale, in accordo quindi con la teoria di Bohr sulla quantizzazione delle orbite.

Conclusione:

Dai risultati ottenuti nel corso dell'esperimento possiamo affermare di aver verificato con successo la teoria della quantizzazione delle orbite e di conseguenza il modello quantomeccanico dell'atomo di Bohr.