

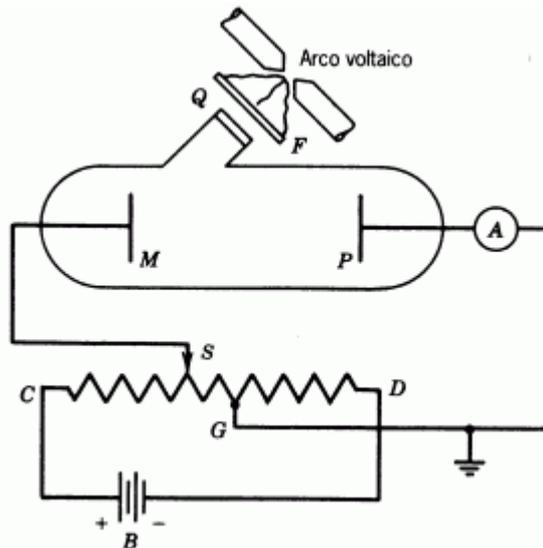
EFFETTO FOTOELETTRICO

www.ziomax.net

Nel 1886 il fisico tedesco Hertz notò, quasi casualmente, durante i suoi lavori sperimentali che dimostrarono l'esistenza delle Onde Elettromagnetiche previste dalle equazioni di Maxwell, che la luce ultravioletta facilitava l'aumento della lunghezza della scintilla in un apparato ad induzione. Hertz si limitò a descrivere quanto accadeva senza tentare di indagare sulla natura del fenomeno osservato.

Osservazioni successive operate da altri ricercatori permisero di stabilire che un metallo investito da una particolare onda elettromagnetica (UV) emette elettroni. (ricorda che l'elettrone viene scoperto nel 1898).

Nel 1902 Lenard eseguì con un apparato sperimentale da lui ideato, delle misure che gli consentirono di approfondire le conoscenze attorno a questo fenomeno.



Un tubo di vetro in cui è praticato il vuoto (l'aria ostacolerebbe il cammino degli elettroni) contiene due lastre metalliche M (catodo) e P (anodo).

Anodo e catodo sono collegati ad una batteria (B) attraverso una resistenza variabile che consente di variare la ddp applicata. Un amperometro (A) consente la lettura dell'intensità di corrente che transita nel circuito.

Una luce ultravioletta prodotta da una lampada ad arco (F) viene indirizzata verso M attraverso una finestra di quarzo (Q); il quarzo, al contrario del vetro, è trasparente ai raggi UV.

Lenard scoprì che

- ♦ il numero degli elettroni emessi, e quindi la corrente che raggiungeva l'anodo, era proporzionale all'intensità della luce; fissata la differenza di potenziale positiva nel dispositivo utilizzato, Lenard variò l'intensità della luce e scoprì che la corrente massima di saturazione era direttamente proporzionale all'intensità della luce incidente. Per l'effetto fotoelettrico non fu mai rivelata una soglia dell'intensità: se la luce incidente è in grado di produrre l'effetto, alcuni elettroni vengono sempre emessi, anche con della luce assai debole. Questo risultato appariva inspiegabile. Secondo la teoria classica della radiazione luminosa infatti l'energia dipenderebbe dall'intensità (l'intensità è collegata all'ampiezza dell'onda incidente, e si pensava che solo onde di una certa ampiezza fossero in grado di strappare via gli elettroni...).

- ◆ Se Lenard non osservò alcuna soglia nel valore dell'intensità luminosa, tuttavia l'effetto fotoelettrico avveniva solo se la frequenza della luce incidente sul catodo M era maggiore di un certo valore, chiamato **frequenza di soglia**, caratteristico del metallo di cui M è composto. Sotto questo valore l'effetto non avveniva qualunque fosse l'intensità della luce incidente.
- ◆ l'energia cinetica degli elettroni emessi dipendeva dalla frequenza della luce incidente e dalla natura del catodo, ma non dalla intensità luminosa. L'energia cinetica degli elettroni è misurabile sperimentalmente invertendo la polarità e determinando il valore minimo che il potenziale deve avere perché cessi di fluire la corrente nel circuito. Questo valore è definito potenziale di arresto (V_a).

Nel 1905 compare sulla scena un giovane impiegato dell'ufficio brevetti di Berna. Il giovane tedesco, al secolo **Albert Einstein**, pubblicò sugli Annalen der Physik un articolo intitolato **Su un punto di vista euristico riguardo all'emissione e trasformazione della luce**.

Egli propose che la luce dovesse essere considerata composta da un insieme di particelle indipendenti di energia (quanti di luce) che si comportano come le particelle di un gas.

L'ipotesi dei quanti di luce riprendeva, in termini moderni, la teoria corpuscolare della luce (ricorda che Newton era un corpuscolare). Questa era stata abbandonata nell'Ottocento a causa di tutte le prove che fino ad allora erano state accumulate a favore della teoria ondulatoria e della sua adeguatezza a spiegare fenomeni fisici quali riflessione, rifrazione, interferenza, diffrazione, dispersione, ecc.

Ciascun quanto, in accordo con la teoria di Planck sulla radiazione del corpo nero, doveva avere un'energia $E = h\nu$ ove h è la costante di Planck ($6,6 \times 10^{-34}$ joule x sec).

Planck si limitò, nei suoi studi, a considerare lo scambio di energia tra le pareti e la cavità del corpo nero, ed arrivò ad ipotizzare che questo scambio potesse avvenire solo attraverso multipli di una quantità fondamentale di energia (quanto di luce).

Einstein, in realtà percorrendo altre vie, non a completamento della teoria di Planck, estese il concetto di quanto al fenomeno della propagazione della luce.

L'ipotesi di Einstein permise di inquadrare perfettamente l'effetto fotoelettrico.

Dipendendo l'energia della radiazione dalla frequenza si capisce il perché dell'esistenza della soglia fotoelettrica. Se mi muovo al di sopra di questa soglia e aumento l'intensità della radiazione, aumenta il numero di elettroni emessi, perché l'intensità della radiazione è indice del numero di fotoni che incidono sull'unità di superficie, quindi maggiore è il numero di fotoni incidenti e maggiore è il numero di elettroni che verranno "colpiti".

Per bilanciare da un punto di vista energetico il fenomeno possiamo scrivere

$$h\nu = (1/2)mv^2 + \Phi_{\text{estr}}$$

L'energia dei quanti di radiazione in parte serve all'elettrone per fuoriuscire del metallo (lavoro di estrazione Φ_{estr}) ed in parte contribuirà alla sua energia cinetica (determinabile sperimentalmente attraverso la misura del potenziale di arresto).

I suoi studi sull'effetto fotoelettrico, pubblicati nello stesso anno della formulazione della teoria della relatività ristretta ("Sull'elettrodinamica dei corpi in movimento"), e delle sue dissertazioni sul moto browniano ("Considerazioni, in base alla teoria molecolare del calore, sull'agitazione termica di particelle in sospensione in liquidi a riposo"), gli fecero meritare, nel 1921, il premio Nobel per la Fisica.