

Conduzione elettrica nei gas

Un gas perfettamente neutro non conduce l'elettricità, perché non ha cariche elettriche libere. Tuttavia agenti esterni, come particelle cariche e radiazione elettromagnetica, investendo le molecole neutre del gas, le ionizzano, strappando qualche elettrone fra quelli più esterni, se nell'urto cedono una quantità di energia superiore a quella di ionizzazione che è di alcuni eV; ciò avviene nell'assorbimento della radiazione e nell'urto delle particelle cariche, sia emesse dalle sostanze radioattive della crosta terrestre che presenti nei raggi cosmici.

Ne segue che ogni gas ha sempre qualche molecola ionizzata; gli elettroni perduti possono essere catturati da molecole neutre, se queste hanno una sufficiente affinità elettronica, oppure vagano nel gas insieme con gli ioni positivi. Ne segue che i gas conducono in condizioni normali debolmente l'elettricità, grazie alla presenza di ioni ed elettroni.

L'effetto dei raggi cosmici diventa sempre più intenso con l'aumentare dell'altezza dal suolo; a 100 Km dal livello del mare l'atmosfera presenta una notevole ionizzazione (ionosfera), importante per la propagazione delle radiazioni elettromagnetiche.

Il potere dispersivo delle punte e la scarica di un corpo nell'atmosfera sono possibili per il fatto che l'aria contiene alcuni elettroni e ioni, cioè molecole che hanno perduto o acquistato qualche elettrone. Le molecole dell'aria si muovono disordinatamente a causa dell'agitazione termica, ma non hanno energia sufficiente per ionizzare per urto le molecole neutre; la stessa cosa può dirsi dei pochi ioni prodotti dagli agenti ionizzanti esterni.

Se però si genera un campo elettrico, per esempio a mezzo di una d.d.p. applicata a due elettrodi contenuti in un tubo pieno di aria o di altro gas, gli ioni presenti sono accelerati ed acquistano così energia cinetica. Con un campo opportunamente intenso, l'energia cinetica acquistata dagli ioni può diventare sufficiente per ionizzare altre molecole; si ha in tal caso una moltiplicazione di ioni.

Inoltre l'applicazione del campo elettrico provoca un moto ordinato di ioni, e quindi una corrente elettrica, chiamata scarica.

L'intensità del campo necessario perché gli ioni possano ionizzare molecole neutre dipende anche dalla pressione del gas. Infatti con un determinato campo elettrico l'energia acquistata da uno ione dipende dalla distanza (libero cammino medio) percorsa in media tra un urto ed il successivo, che a sua volta è una funzione della pressione. In altri termini la produzione o meno di ioni dipende dal rapporto tra l'intensità del campo e la pressione (legge di Paschen).

I fenomeni che generalmente avvengono quando un gas è attraversato da corrente elettrica prodotta da una d.d.p. sono piuttosto complessi: gli ioni accelerati possono produrre emissione di elettroni dagli elettrodi, possono formare un addensamento di carica intorno agli elettrodi (carica spaziale) e gli ioni di segno opposto possono anche combinarsi ed originare una molecola neutra.

Un altro fenomeno importante è l'eccitazione: gli ioni, oltre che ionizzare molecole, possono anche cedere energia alle molecole portandole in uno stato eccitato. Le molecole poi ritornano nel loro stato fondamentale, emettendo sotto forma di radiazione l'energia che avevano prima assorbito. Una discreta percentuale dell'energia così irradiata cade nella regione dell'ultravioletto; nelle lampade a fluorescenza si sfrutta la scarica nei gas ricoprendo le pareti dei tubi con materiale che assorbe la radiazione ultravioletta e la riemette nella zona del visibile.

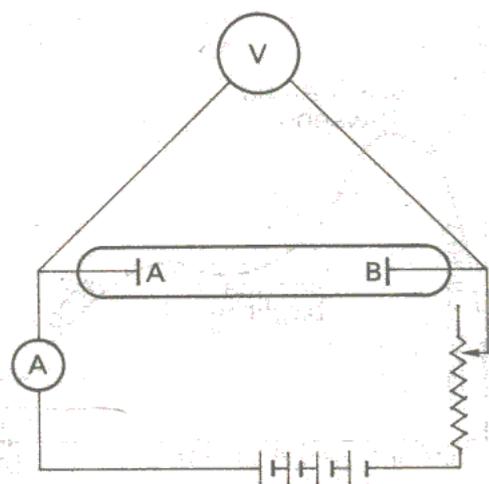


Fig. 1. - Dispositivo per lo studio sperimentale della variazione della d.d.p. tra gli elettrodi di un tubo a gas e l'intensità di corrente.

e dalla pressione del gas e prende il nome di funzione caratteristica o semplicemente caratteristica del tubo. In fig. 2 è rappresentata la forma caratteristica di un tubo di scarica; in essa si distinguono quattro fasi.

1) **Scarica oscura.** Non si hanno fenomeni luminosi e l'intensità di corrente è molto debole. Perché la scarica possa mantenersi è necessaria la presenza di agenti ionizzanti esterni. Non si ha ionizzazione per urto e la d.d.p. V aumenta con l'intensità di corrente i .

2) **Scarica di Townsend.** Si ha produzione di ioni per urto ed il passaggio della corrente comincia ad essere accompagnato da fenomeni luminosi dovuti al fatto che gli ioni, oltre a ionizzare alcune molecole, ne eccitano altre. La scarica non ha bisogno di un agente ionizzante esterno perché possa mantenersi, ed è innescata da pochi ioni prodotti dalle radiazioni emesse dalle sostanze radioattive e dai raggi cosmici. Gli ioni producono per urto estrazione di elettroni dagli elettrodi.

3) **Scarica a bagliore.** I fenomeni luminosi sono più vistosi e la d.d.p. V è costante con l'aumentare di i . Fenomeni di carica spaziale intorno agli elettrodi producono brusche variazioni del campo elettrico.

4) **Arco.** Questa fase si distingue dalle precedenti per il fatto che l'emissione di elettroni dal catodo non avviene più per effetto degli urti degli ioni positivi, ma per il riscaldamento del catodo stesso (effetto termoionico).

Per la complessità dei fenomeni presenti la conduzione dell'elettricità nei gas non segue la legge di Ohm. Per uno studio quantitativo si può utilizzare il dispositivo schematizzato in fig. 1: in un tubo di vetro pieno di gas, ad una determinata pressione, per esempio, di qualche torr, si inseriscono due elettrodi metallici A e B tra i quali si applica per mezzo di un generatore una d.d.p.

Un reostato inserito nel circuito permette di regolare l'intensità di corrente che è misurata con l'Amperometro A; col Voltmetro V si misura la d.d.p. $V = V_A - V_B$.

Spostando il cursore sul reostato varia l'intensità di corrente e corrispondentemente la d.d.p. V . Si può in tal modo determinare sperimentalmente l'andamento di V in funzione di i . La curva ottenuta assume un aspetto che dipende dalla forma degli elettrodi, dalla loro distanza

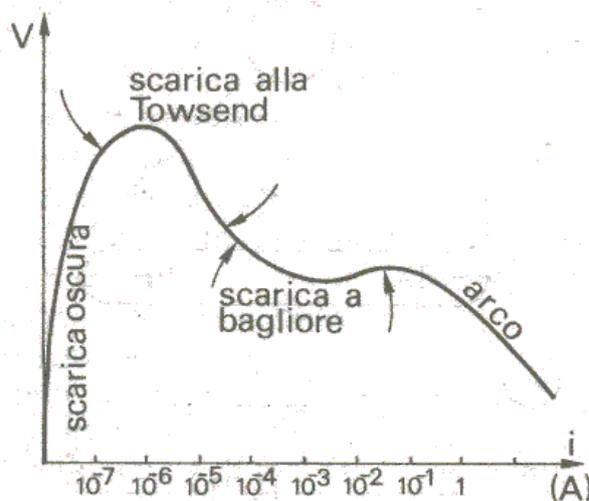


fig. 2 - Caratteristica di un tubo di scarica.