

# LABORATORIO DI OTTICA, ELETTRONICA E FISICA MODERNA

## RELAZIONE DI LABORATORIO 6

### Millikan

*Nicolò Cavalleri, Giacomo Lini e Davide Passaro  
(LUN12)*

#### Sommario

Di seguito vengono riportate ed esaminate le procedure compiute per la misura della carica dell'elettrone. Sfruttando un supporto fisico che genera un campo elettrico è infatti possibile osservare la variazione di moto di alcune goccioline di olio che si sono caricate elettricamente per strofinio. Dalla variazione di questo moto – in termini di velocità di caduta e risalita a seconda del verso del campo elettrico, è poi possibile dedurre la quantità di carica che si è “sedimentata” sulle goccioline, individuando così dei multipli della carica di un singolo elettrone.

# 1 Introduzione

L'elettrone è una particella subatomica fondamentale dotata di carica  $q$  che per convenzione è assunta essere una carica negativa. Una delle possibili procedure per effettuare una misura del valore assoluto di questa carica consiste nello studio della dinamica di alcune goccioline di un determinato materiale su cui le cariche si sedimentano (nel caso specifico dell'olio) in diverse condizioni. In particolare è possibile osservare delle differenze quando questa dinamica è influenzata dalla sola forza di gravità (oltre che dall'attrito dell'aria), e quando invece è soggetta anche all'azione di un campo elettrico.

Nello specifico per una gocciolina in caduta libera, per la quale si suppone una forma sferica, vale la relazione:

$$\frac{4}{3}\pi r^3(\rho_o - \rho_a)g - 6\pi\eta r v_0 = 0 \quad (1)$$

dove  $r, \rho_o, \rho_a, \eta, v_0$  sono nell'ordine il raggio della gocciolina, la densità dell'olio e dell'aria, il coefficiente di attrito viscoso dell'aria e la velocità limite della goccia in assenza di campo. Generando un campo elettrico  $E$  all'interno del sistema la relazione si modifica e la dinamica delle gocce d'olio obbedisce alla seguente equazione:

$$\frac{4}{3}\pi r^3(\rho_o - \rho_a)g - 6\pi\eta r v + Eq = 0 \quad (2)$$

dove  $q$  rappresenta la carica che caratterizza la goccia e  $v$  è la nuova velocità limite in presenza di campo.

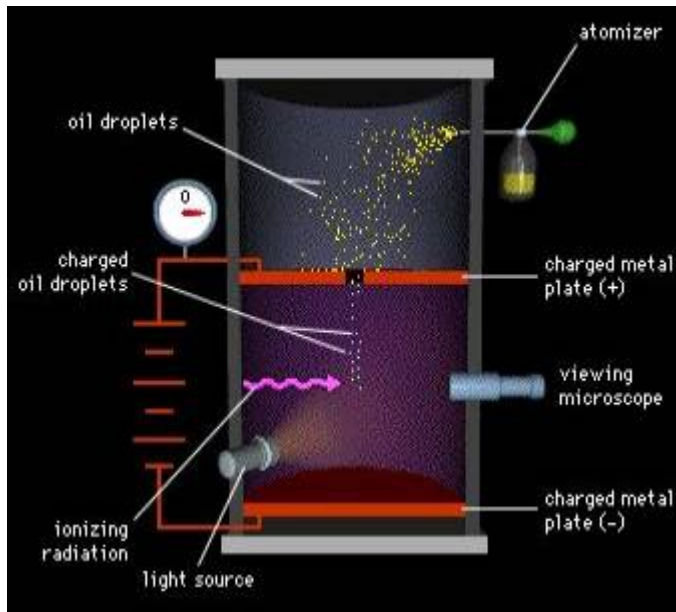


Figura 1: Schema della composizione dell'apparato per la misura della carica dell'elettrone.

te, ci si attende che questi valori siano tutti multipli di un valore "unitario" che è proprio la carica del singolo elettrone. Per estrazione di questo termine si può utilizzare il criterio di massima verosimiglianza stimando il valore di  $q$  tramite la ricerca del minimo della parabola

Noti i valori di  $g, \rho_o, \rho_a$  la 1 consente, al netto della possibilità di osservare la dinamica della goccia per determinare la velocità con cui questa si muove, di determinarne il raggio. Noto quindi  $r$  è possibile generare il campo elettrico all'interno del supporto sperimentale (del tipo di quello rappresentato in figura 1 e di cui segue descrizione) per ricavare la carica totale sulla gocciolina d'olio<sup>1</sup>. Questa considerazione deve valere in maniera indipendentemente dall'orientamento del campo, ed è opportuno in tal senso considerare quando necessario il modulo della velocità.

Invertendo la 2 è quindi possibile ricavare la carica che caratterizza ognuna delle goccioline su cui è stata effettuata la misura delle velocità.

Avendo a che fare con cariche discrete,

<sup>1</sup>Chiaramente queste relazioni sono di natura vettoriale, in quanto si ha a che fare con campi, forze e accelerazioni. L'omissione della notazione vettoriale è qui dovuta alla scelta di snellire leggermente la componente matematica della trattazione teorica del problema.

individuata dai punti

$$S(q) = \sum_{i=0}^N \left[ \frac{Q_i}{k_i(q)} - q \right]^2$$

dove  $Q_i$  rappresenta la carica sulle particelle e  $k_i$  è l'intero più vicino al valore del rapporto  $\frac{Q_i}{q}$ . Questo valore con il suo errore associato restituisce dunque la miglior stima della carica di un singolo elettrone a partire dai dati ricavati in laboratorio.