

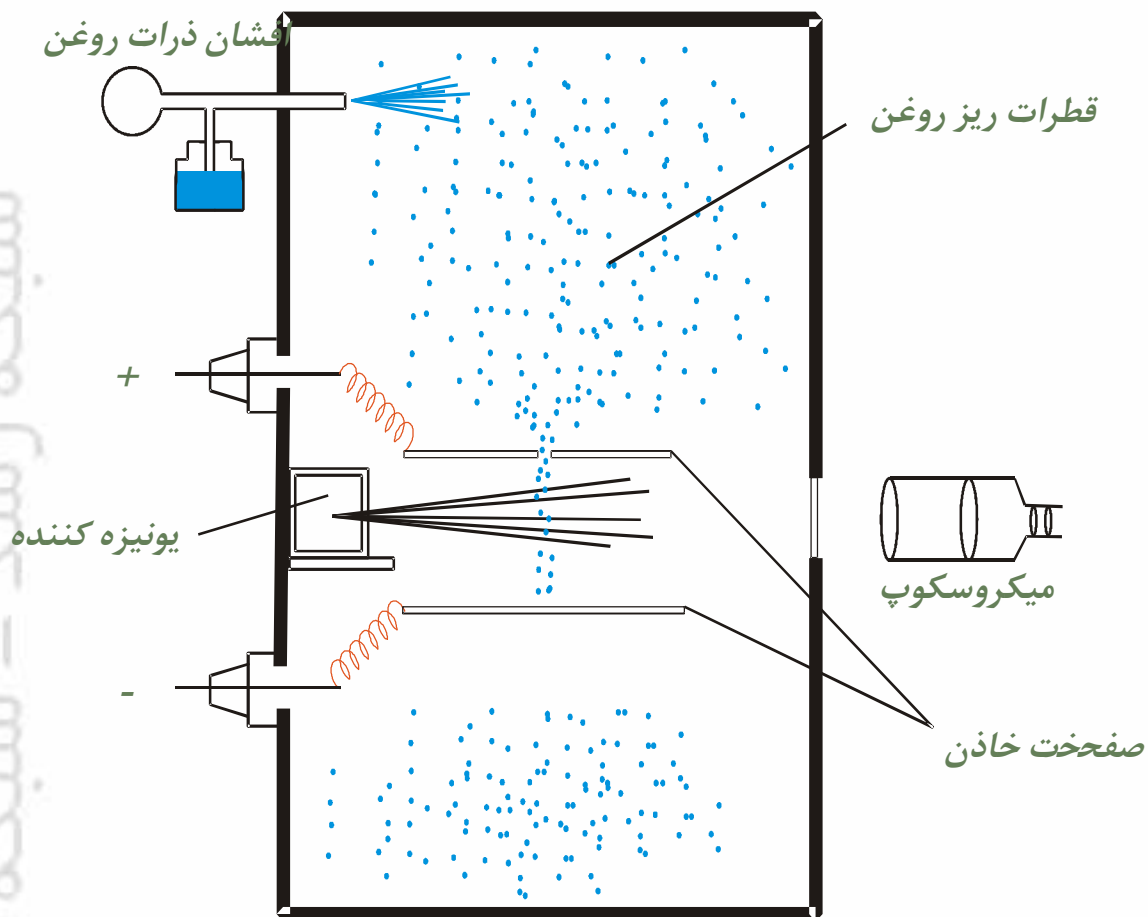
محاسبات میلیکان

یک قطرهٔ روغن معین را در این آزمایش زیر نظر گرفته و سقوط آن را بررسی کنیم . هنگامی که میدان الکتریکی اعمال نمی شود، سقوط قطرهٔ روغن فقط در اثر نیروی ثقل زمین رخ می دهد. به عبارت دیگر نیروی وزن قطره موجب سقوط آن می گردد. از طرفی مقاومت محیط (هوا) در برابر سقوط ذره موجب می شود که قطره به طور مستمر شتاب نگیرد، بلکه در نهایت به سرعت ثابتی خواهد رسید، در این حالت نیروی وزن قطره F ، با نیروی مقاوم در برابر سقوط آن F' برابر می شود:

$$F = mg \quad (\text{نیروی وزن قطره})$$

$$F' = 6phvr \quad (\text{نیروی مقاوم در برابر سقوط})$$





وسیله اندازه گیری میلیگان برای محاسبه بار الکترون

بنابراین سرعت سقوط قطره مطابق رابطه زیر خواهد بود:

$$V = \frac{mg}{6phr}$$

نیروی مقاوم در برابر سقوط قطره به اندازه قطره (r شعاع قطره کروی)، سرعت آن (V) و ویسکوزیته

یا چسبندگی محیط (h) و جرم قطره (m) بستگی دارد.

با استفاده از معادلهٔ زیر که ارتباط بین دانسیته با جرم و شعاع قطره روغن را نشان می دهد.

می توان جرم و شعاع قطره روغن را محاسبه کرد:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3}$$

حال اگر قطره روغن باردار در حضور میدان الکتریکی خارجی سقوط کند بر حسب اینکه دو صفحه

فوقانی و تحتانی دستگاه میلیگان به چه صورت باردار شده باشند و قطب مثبت و منفی کدامیک از آنها

باشد. نیروی میدان الکتریکی بر روی فرآیند سقوط قطره تأثیر می گذارد و عمل سقوط را سرعت می بخشد

و یا مانع آن می شود. به طور کلی سرعت سقوط قطره در این حالت (V') را می توان از معادلهٔ زیر بدست

آورد:

$$V' = \frac{qE - mg}{6\pi hr}$$

در این معادله کمیت های r, h, g, m, V' معلوم هستند، بنابراین بار قطرهٔ روغن q قابل اندازه گیری

است. آزمایش های متفاوت نشان می دهد که همواره q مضرب صحیحی از $C \times 10^{-19} - 1/60$ است. این

نتایج نشان می دهد که قطرات بار الکتریکی خاصی دارند. بنابراین q مضرب صحیحی از واحد بار

الکتریکی $C \times 10^{-19} - 1/60$ می باشد (یعنی $q = ne$). با توجه به اینکه در آزمایش تامسون نسبت

$$9/1 \times 10^{-31} \text{ Kg} \text{ برابر با } -1/75882 \times 10^{11} \text{ CKg}^{-1}, \left(\frac{q}{m} \right)$$

بدست می آید.

با استفاده از نتایج آزمایش میلیگان و تعیین مقدار واحد بار الکتریکی و قوانین فاراده که مقدار بار

یک مول الکترون را می دهد، می توان به طور مستقیم " عدد آووگادرو " (N_0) را محاسبه کرد. F عدد فاراده

یا بار یک مول الکترون و e بار الکترون است.

$$N_0 = \frac{F}{e} = \frac{96485 \text{ Cmol}^{-1}}{1/602 \times 10^{-19} \text{ C}} = 6/0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

با استفاده از عدد آووگادرو می توان حجم و جرم اتم را محاسبه کرد. به طور مثال جرم اتم هیدروژن

را می توان با استفاده از تقسیم جرم مولی آن بر عدد آووگادرو بدست آورد (حجم اتم هیدروژن را چگونه

می توان اندازه گرفت؟)

$$\frac{1/00783 \text{ gmol}^{-1}}{6/0221 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1/6736 \times 10^{-24} \text{ g}$$



مثال. در آزمایش قطره روغن، سرعت نهایی قطره، $1/00\text{mms}^{-1}$ است. دانسیته روغن

$0/850\text{gcm}^{-3}$ و گرانی (ویسکوزیته) هوا $1/83 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2}$ است. جرم و شعاع قطره روغن را

بدست آورید.

حل.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3}$$

$$m = \frac{4}{3}\pi r^3 d$$

$$V = \frac{mg}{6\pi\eta r}$$

$$V = \frac{2}{9} \frac{r^2 dg}{\eta}$$

نتیجه می گیریم

$$r = \sqrt{\frac{9V\eta}{2dg}} = \sqrt{\frac{9(0/00100\text{ms}^{-1})(1/83 \times 10^{-5} \text{Nsm}^{-2})}{2(0/850\text{Kgm}^{-3})(9/80\text{ms}^{-2})}} = 3/14 \times 10^{-6} \text{m}$$

$$m = \frac{4}{3}\pi r^3 d = (1/33)(3/14)(0/850 \times 10^3 \text{Kgm}^{-3})(3/14 \times 10^{-6} \text{m})^3$$

$$= 1/10 \times 10^{-13} \text{Kg}$$

