

آزمایش میلیکان

اعظم ایرجی زاد

بهار ۱۳۹۹

آزمایش میلیکان

هدف آزمایش:

بررسی کوانتایی بودن بار و اندازه گیری بار الکترون

سوالات آزمایش میلکان

- 1- اهمیت آزمایش میلکان چیست؟
- 2- قطرات روغن چگونه باردار می شوند؟
- 3- درباره نیروهای وارد بر قطرات روغن باردار توضیح دهید.
- 4- به چه روش های دیگری می توان مقدار بار الکترون را مشخص کرد؟

مقدمه:

در سال ۱۹۰۹ رابرت میلیکان (R.A.Millikan) یک روش عملی برای اندازه‌گیری بار یون‌ها گزارش کرد. این روش، مشاهده حرکت قطرات ریز روغن باردار در میدان الکتریکی و یا در سقوط آزاد بود. او متوجه شد که بار قطرات روغن همواره مضرب صحیحی از یک مقدار $(1.6 \times 10^{-19} \text{C})$ می‌باشد که همان بار الکترون است.

اگر قطرات روغن باردار وارد محفظه استوانه‌ای شوند، در سقوط آزاد تحت تاثیر نیروهای جاذبه گرانش، نیروی ارشمیدس و نیروی مقاومت استوک قرار دارند. این نیروها عبارتند از:

نیروی ثقل

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_i g$$

نیروی ارشمیدس

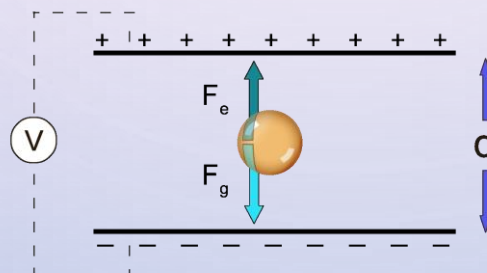
$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g$$

نیروی استوک

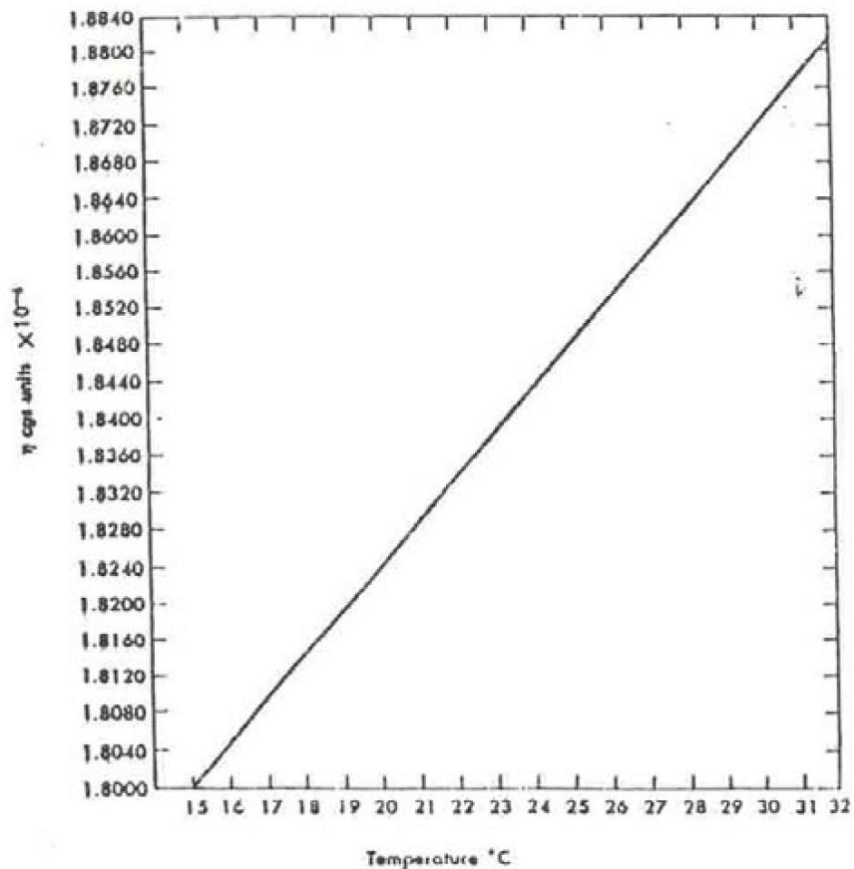
$$6\pi r \eta v_1$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_i g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g - 6\pi r \eta v_1 = 0$$

$$r = \left(\frac{9\eta v_1}{2(\rho_i - \rho_l)g} \right)^{\frac{1}{2}}$$



$$q = (v_1 + v_2) \frac{v_1^{1/2}}{v} \eta^{3/2} \frac{18\pi d}{\sqrt{2(\rho_i - \rho_l)g}}$$



مقادیر ثابت‌های مورد نیاز در دمای 23°C درجه سانتیگراد عبارتند از:

ضریب چسبندگی هوا: $\eta = 1.82 \times 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$

جرم ویژه روغن: $\rho_i = 875 \text{ kgm}^{-3}$

جرم ویژه هوا: $\rho_l = 1.29 \text{ kgm}^{-3}$

شتاب ثقل زمین: $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$

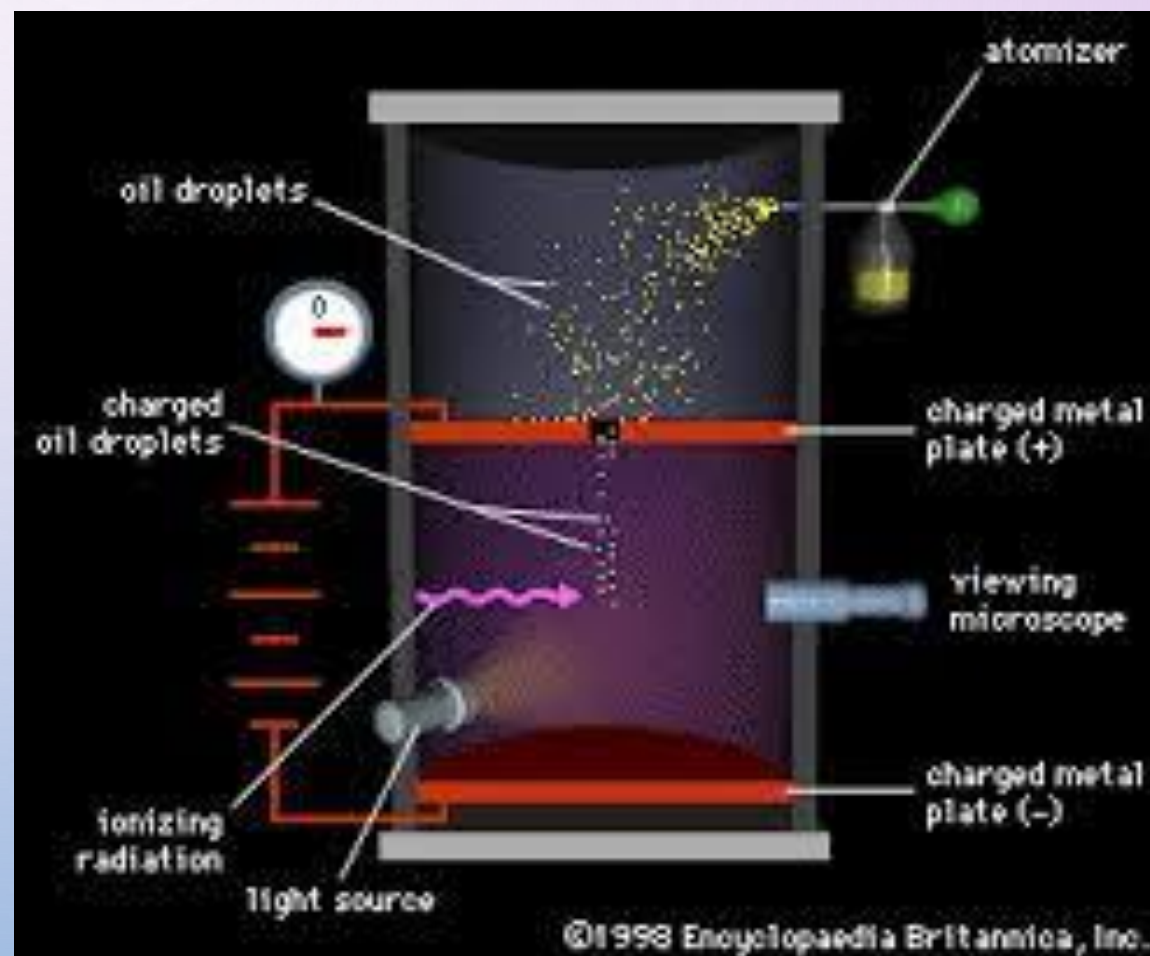
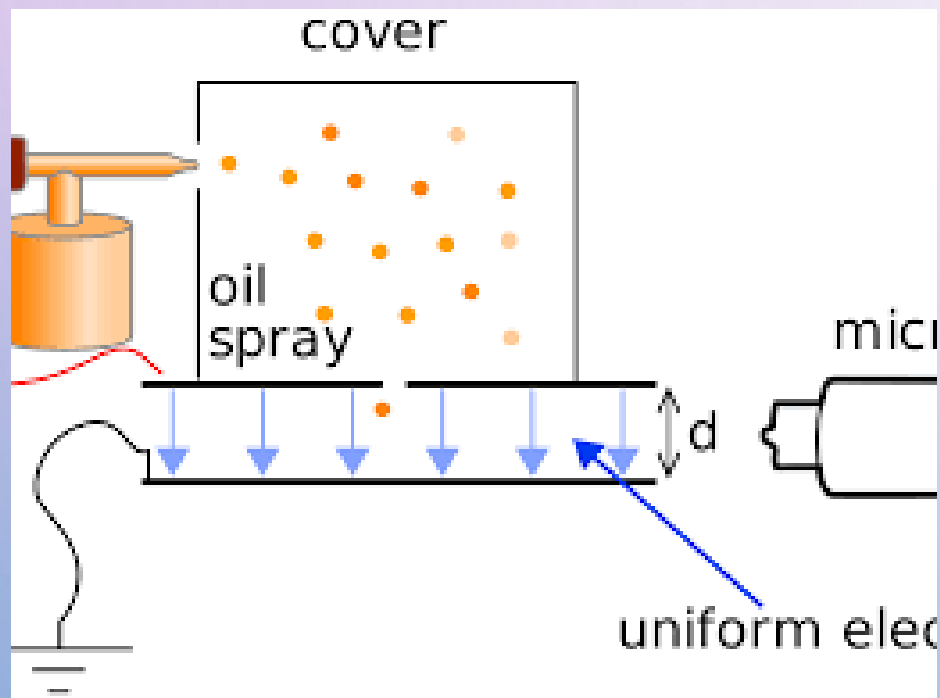
فاصله بین دو صفحه: $d = 6 \text{ mm}$

در واقع ضریب چسبندگی هوا به دما T و فشار P بستگی دارد و از رابطه زیر تبعیت می‌کند:

$$\eta(P, T) = \eta_0(T) \left[1 + \frac{b}{aP} \right]^{-1}$$

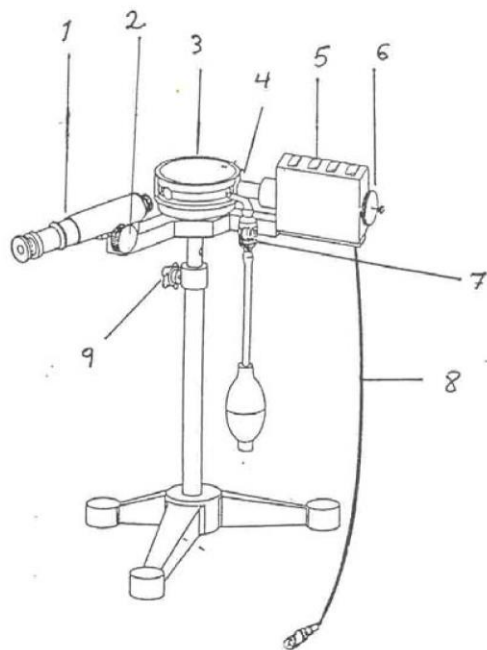
که $b = 6.17 \times 10^{-4} \text{ cmHgcm}$ و a شعاع قطره است. منحنی η_0 بر حسب دما به فرم زیر است

دستگاه مورد نیاز

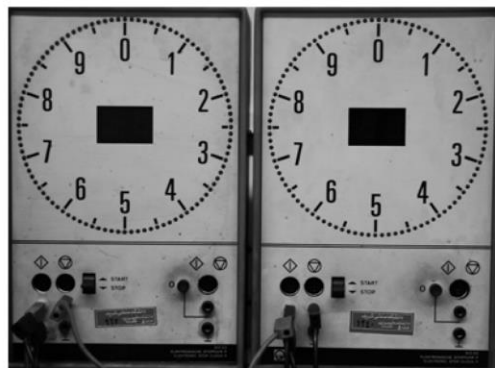




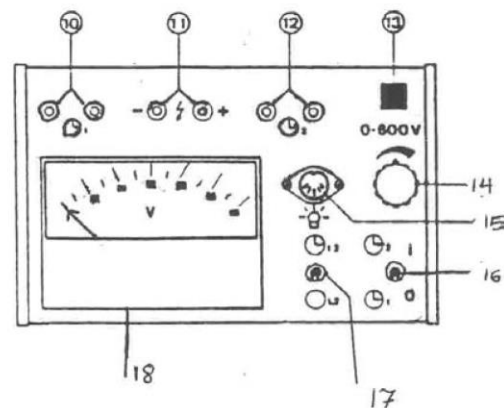
تصاویر:



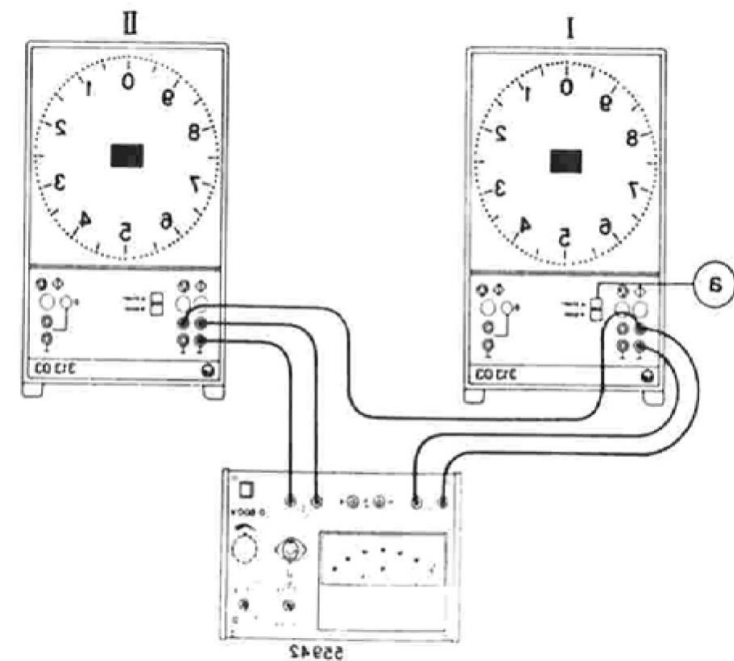
شکل ۱. دستگاه میلیکان و اجزای آن



شکل ۳. دو زمان سنج



شکل ۲. منبع تغذیه و اجزای آن

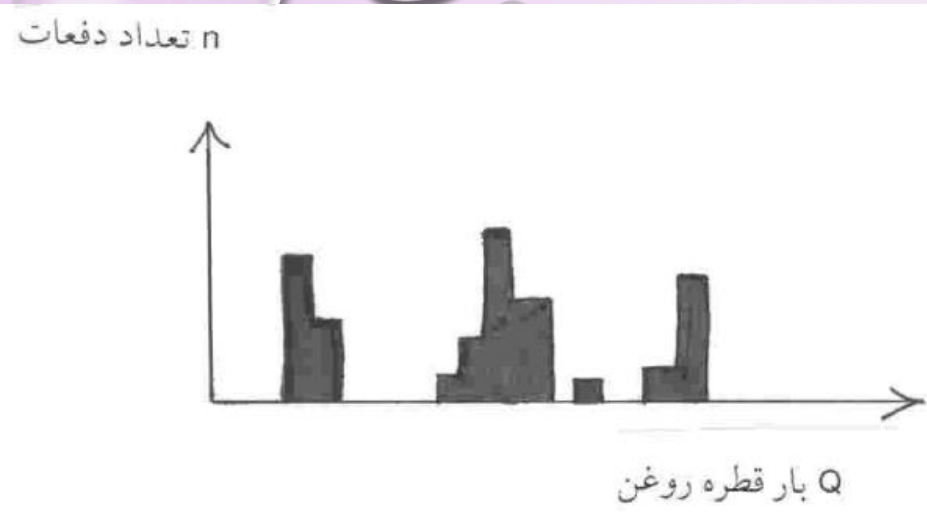


شکل ۴. مدار مربوط به آزمایش

داده های آزمایش اول (حالت ایستا)

شماره قطره	S (m)	t (s)	U (V)	v (m/s)	r (m)	q (C)
1	0.0008	2.02	520			
2	0.00176	4.89	520			
3	0.001067	6.60	520			
4	0.000427	6.66	520			
5	0.00064	2.01	520			
6	0.000747	2.32	520			
7	0.00064	2.36	520			
8	0.000693	2.63	520			

- اندازه گیری بار قطره
روغن ایستا در اثر
اعمال میدان الکتریکی



رسم نمودار هیستو

- به دست آوردن بار قطره روغن در هر بار
- دسته بندی مقادیر در بازه های مختلف (اگر از نرم افزار رسم نمودار هیستوگرام مانند اکسل استفاده می کنید، به طور پیش فرض مقادیر را دسته بندی می کند و شما می توانید در تنظیمات، بازه های دلخواه را تعیین نمایید.)
- میانگین گیری در هر بازه
- تقسیم مقدار میانگین بر کوچکترین مقدار بار به دست آمده و گرد کردن عدد N
- تقسیم میانگین بازه بر N = بار الکترون

داده های آزمایش دوم (حالت پویا)

شماره قطره	S_1 (m)	t_1 (s)	S_2 (m)	t_2 (s)	U (V)
1	0.000853	2.65	0.00064	1.00	520
2	0.0016	4.52	0.001867	0.67	530
3	0.00128	3.32	0.001227	6.3	530
4	0.001067	5.08	0.00176	9.4	540
5	0.0008	2.76	0.00192	3.15	550
6	0.00096	6.53	0.001067	6.32	580
7	0.001067	3.52	0.001333	16.9	600

- اندازه گیری بار قطرهٔ روغن که در اثر اعمال میدان الکتریکی خلاف جهت جاذبهٔ زمین با سرعت ثابت حرکت می کند.

پرسش‌ها:

در زمان انجام آزمایش به سوالات زیر پاسخ دهید:

۱- رابطه ۳ را به دست آورید. درباره علامت بار قطره و جهت میدان مورد نیاز برای ثابت نگه داشتن آن، بحث کنید.

۲- رابطه ۴ را به دست آورید و جزئیات محاسبه آن را بنویسید.

پاسخ سوالات زیر را در جلسه بعد تحویل دهید.

۱- مقدار میانگین بار را برای هر دو روش اندازه‌گیری کنید.

۲- عوامل موثر در ایجاد خطاها را ذکر کنید.

۳- کدامیک از دو روش آزمایش خطای کمتری دارند. چرا؟

۴- چرا نباید در مدت زمان طولانی یک قطره را مطالعه کرد؟

۵- چگونه قطرات باردار می‌شوند.

۶- به چه روشهای دیگری می‌توان بار الکتریکی الکترون را اندازه‌گیری کرد؟

سوالات آزمایش آشکارسازی و جذب اشعه ایکس

- 1- نحوه ایجاد و کاربردهای اشعه X را توضیح دهید
- 2- آشکارساز گایگر چگونه کار می کند؟
- 3- امواج الکترومغناطیسی طی چه فرآیندهایی با یک ورقه فلزی واکنش می دهند؟
- 4- شدت عبوری پرتو ایکس از ورقه فلزی چه رابطه ای با ضخامت و نوع آن ورقه دارد؟