

Millikanov poskus

Samo Krejan

maj 2025

1 Uvod

Millikanov poskus je zgodovinsko zelo pomemben, saj je prvi določil vrednost osnovnega naboja e_0 . To je dosegel tako, da je obravnaval nabite oljne kapljice v zraku pod uplivom električnega polja E . Ko kaplica neha pospeševati, nanjo delujejo tri sile, katerih vsota je enaka 0. Te sile so; gravitacijska sila, sila upora (Stokesova sila) in električna sila. Električno polje lahko kaže v smeri gravitacijskega pospeška (+) ali pa proti njemu (−). Ravnovesje sil se izrazi kot 1:

$$\frac{4\pi r^3}{3}(\rho_0 - \rho_z)g \pm ne_0E = 6\pi r\eta v_{\pm} \quad (1)$$

Tu je ρ_0 gostota olja, ρ_z gostota zraka, $E = U/d$ jakost električnega polja, e_0 osnovni naboj, n število osnovnih nabojev v kapljici in η viskoznost zraka. Če za posamezno kaplico izmerimo hitrost v polju, usmerjenem dol in gor, lahko določimo radij kapljice 2, ter naboj kapljice 3 kot:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta(v_+ + v_-)}{4g(\rho_0 - \rho_z)}} \quad (2)$$

$$ne_0 = \frac{3\pi r\eta}{E}(v_+ - v_-) \quad (3)$$

2 Potrebščine

- Millikanov aparat: kondenzator, razpršilec z oljem, LED za osvetljevanje,
- mikroskop s kamero, ki je priključena na računalnik,
- usmernik za 300V,
- preklopnik smeri napetosti,
- voltmeter.

3 Naloga

1. Izmeri hitrosti gibanja kapljiv v električnem in gravitacijskem polju,
2. iz meritve izračunaj hitrost kapljic in njihov naboj, ter določi osnovni naboj.

4 Rezultati in analiza

Najprej smo izmerili napetost na kondenzatorju, ki smo ji nato le preklapljali smer. Napetost je bila 250 ± 1 V, razmak med elektrodama kondenzatorja pa 5.0 ± 0.1 mm kar nam da električno polje v kondenzatorju $E = 5.0$ pm1 V/m. Za gostoto olja smo uporabili $\rho_0 = 973$ kg/m³, za gostoto zraka pa $\rho_z = 1.3$ kg/m³. Viskoznost zraka je $\eta = 1.83 \cdot 10^{-5}$ Pas. V tabelo smo nato zapisali preračunane vrednosti za r in ne , ter nato določili še posamezne vrednosti za n in e_0 . Glej tabelo 1:

v-	v+	r	ne	n	e_0
29.0+/-2.0	33.0+/-2.0	0.518+/-0.012	(7+/-5)e-21	0	NaN
40.0+/-2.0	43.0+/-2.0	0.599+/-0.010	(6+/-6)e-21	0	NaN
60.0+/-2.0	58.0+/-2.0	0.714+/-0.009	(5+/-7)e-21	0	NaN
30.0+/-2.0	35.0+/-2.0	0.530+/-0.012	(9+/-5)e-21	0	NaN
64.0+/-2.0	69.0+/-2.0	0.758+/-0.008	(1.3+/-0.7)e-20	0	NaN
133.0+/-2.0	138.0+/-2.0	1.082+/-0.006	(1.9+/-1.1)e-20	0	NaN
35.0+/-2.0	45.0+/-2.0	0.588+/-0.010	(2.0+/-0.6)e-20	0	NaN
60.0+/-2.0	-11.0+/-2.0	0.460+/-0.013	(1.13+/-0.06)e-19	0	NaN
54.0+/-2.0	120.0+/-2.0	0.867+/-0.007	(1.97+/-0.09)e-19	1	(1.97+/-0.09)e-19
42.0+/-2.0	112.0+/-2.0	0.816+/-0.007	(1.97+/-0.09)e-19	1	(1.97+/-0.09)e-19
28.0+/-2.0	105.0+/-2.0	0.758+/-0.008	(2.01+/-0.09)e-19	1	(2.01+/-0.09)e-19
90.0+/-2.0	-48.0+/-2.0	0.426+/-0.014	(2.03+/-0.09)e-19	1	(2.03+/-0.09)e-19
101.0+/-2.0	20.0+/-2.0	0.723+/-0.008	(2.02+/-0.08)e-19	1	(2.02+/-0.08)e-19
92.0+/-2.0	-15.0+/-2.0	0.577+/-0.011	(2.13+/-0.08)e-19	1	(2.13+/-0.08)e-19
60.0+/-2.0	129.0+/-2.0	0.904+/-0.007	(2.15+/-0.10)e-19	1	(2.15+/-0.10)e-19
96.0+/-2.0	-58.0+/-2.0	0.405+/-0.015	(2.15+/-0.10)e-19	1	(2.15+/-0.10)e-19
-84.0+/-2.0	109.0+/-2.0	0.329+/-0.019	(2.19+/-0.14)e-19	1	(2.19+/-0.14)e-19
95.0+/-2.0	-20.0+/-2.0	0.569+/-0.011	(2.26+/-0.08)e-19	1	(2.26+/-0.08)e-19
-10.0+/-2.0	98.0+/-2.0	0.617+/-0.010	(2.30+/-0.08)e-19	1	(2.30+/-0.08)e-19
-23.0+/-2.0	97.0+/-2.0	0.565+/-0.011	(2.34+/-0.09)e-19	1	(2.34+/-0.09)e-19
-7.0+/-2.0	102.0+/-2.0	0.641+/-0.010	(2.41+/-0.09)e-19	1	(2.41+/-0.09)e-19
6.0+/-2.0	108.0+/-2.0	0.702+/-0.009	(2.47+/-0.09)e-19	1	(2.47+/-0.09)e-19
-40.0+/-2.0	101.0+/-2.0	0.513+/-0.012	(2.50+/-0.09)e-19	1	(2.50+/-0.09)e-19
-8.0+/-2.0	104.0+/-2.0	0.644+/-0.009	(2.49+/-0.09)e-19	1	(2.49+/-0.09)e-19
-50.0+/-2.0	106.0+/-2.0	0.492+/-0.012	(2.65+/-0.10)e-19	1	(2.65+/-0.10)e-19
-97.0+/-2.0	129.0+/-2.0	0.372+/-0.016	(2.90+/-0.15)e-19	1	(2.90+/-0.15)e-19
-132.0+/-2.0	153.0+/-2.0	0.301+/-0.020	(2.96+/-0.21)e-19	1	(2.96+/-0.21)e-19
-66.0+/-2.0	123.0+/-2.0	0.496+/-0.012	(3.23+/-0.11)e-19	1	(3.23+/-0.11)e-19
-104.0+/-2.0	150.0+/-2.0	0.446+/-0.014	(3.91+/-0.15)e-19	1	(3.91+/-0.15)e-19
-62.0+/-2.0	153.0+/-2.0	0.627+/-0.010	(4.65+/-0.13)e-19	1	(4.65+/-0.13)e-19

Tabela 1: Tabela z izmerjenimi in preračunanimi vrednostmi glede na enačbe 2, 3

Iz vrednosti e_0 določimo osnovni naboj kot:

$$e_0 = (2.53 \pm 0.05) 10^{-19} As$$

Vrednosti n smo določili iz komulativnega grafa $N(e)$, kjer vidimo velik preskok, ki nam govori o za eno večjem osnovnem naboju. Glej 1:

