

# Določitev osnovnega naboja po Millikanu

Sara Lisjak Tavčar

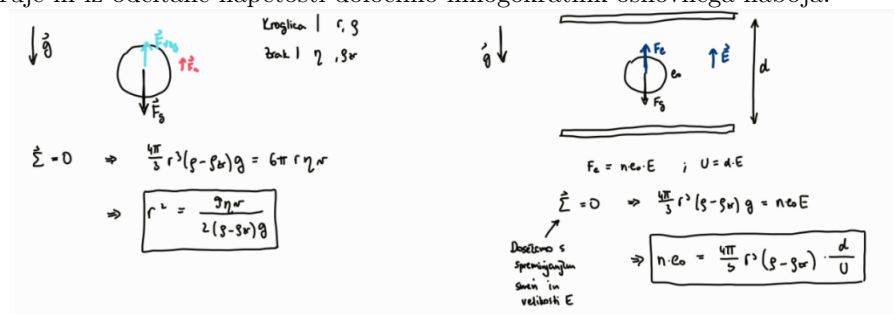
Fizikalni praktikum 4: 6/12

## 1 Uvod

S pomočjo Millikanovega poskusa (opazovanja naelektrenih kapljic v gravitacijskem in električnem polju) so prvič določili osnovni naboj.

1. način - Prosto padanje in ustavljenje z el. poljem

Na prosto padajočo kapljico v gravitacijskem polju delujejo sila teže, sila vzgona in sila upora (Stokes). Tako lahko določimo velikost kapljice. V električnem polju, katerega smer in velikost poljubno spreminjamo lahko dosežemo, da deluje na kapljico električna sila, ki uravnovesi gravitacijo. Tedaj kaplica miruje in iz odčitane napetosti določimo mnogokratnik osnovnega naboja.



2. način - premikanje z električnim poljem navzgor in navzdol

Za določitev naboja pa lahko postopamo tudi drugače. Dovolj majhno kapljico premikamo z neko napetostjo  $U = dE$  v smeri (+) in nasproti (-) težnostnega pospeška. Ko se hitrost ustali velja enakost sil:

$$\frac{4\pi}{3} r^3 (\rho - \rho_{ZR}) g \pm |n| e_0 E = \pm 6\pi \eta r v_{\pm}$$

kjer je  $v_+$  ( $v_-$ ) hitrost premikanja v smeri (v nasprotni smeri) težnostnega pospeška. Hitrosti  $v_+$  in  $v_-$  sta pozitivni količini in lahko izmerimo. Na njihovi podlagi določimo radij kapljice:

$$r^2 = \frac{9\eta(v_+ - v_-)}{4g(\rho - \rho_{ZR})}$$

in absolutno vrednost večkratnika naboja  $n$ :

$$|n|e_0 = \frac{3\pi r\eta}{E}(v_+ + v_-)$$

## 2 Naloga

- Izmeri hitrosti gibanja kapljic v gravitacijskem in električnem polju
- Iz meritev izračunaj velikosti kapljic in njihov naboj ter določi osnovni naboj.

## 3 Meritve

Z belo LEDico osvetljujemo kondenzator in preko kamere opazujemo dogajanje v notranjosti le tega. Nato oljne kapljice vbrizgamo na zgornji plošči kondenzatorja. Zaradi sipanja svetlobe iz diode jih lahko opazujemo kot svetleče točke na temnem odzadju.

Nabite kapljice lahko dvigamo ali spuščamo s spreminjanjem napetosti na kondenzatorju. To naredimo tako, da vklopimo tudi usmernik za 300 V. Od tam vodimo napetost na kondenzator preko preklopnika. Vzporedno s kondenzatorjem je priklopljen tudi voltmeter. Preklopnik ima tri položaje, v sredini je napetost 0, od enega do drugega skrajnega položaja pa se napetost obrne.

Pri določitvi hitrosti si pomagajte s snemanjem primikajočih kapljic. Pri tem poskušajte izbrati čim manjše in počasnejše kapljice. Vsako kapljico poskušaj obravnavati večkrat po izbranem načinu. Pri ponovnem vbrizgavanju kapljic mora biti napetost na kondenzatorju 0, drugače kapljice ne pridejo skozi luknjo.

Premikanje kapljic moramo posneti in nato analizirati videoposnetek. Iz dveh zaporednih klikov program določi hitrost delca v mikrometrih:

$$v = dr/(t_2 - t_1)$$

. Meritve so izvedene po 2. metodi - torej z preverjanjem hitrosti padaja v smeri gravitacijskega pospeška in nasproti. Radij dobimo iz enačbe:

$$r^2 = \frac{9(v_+ - v_-)}{4g(\rho - \rho_{zr})}$$

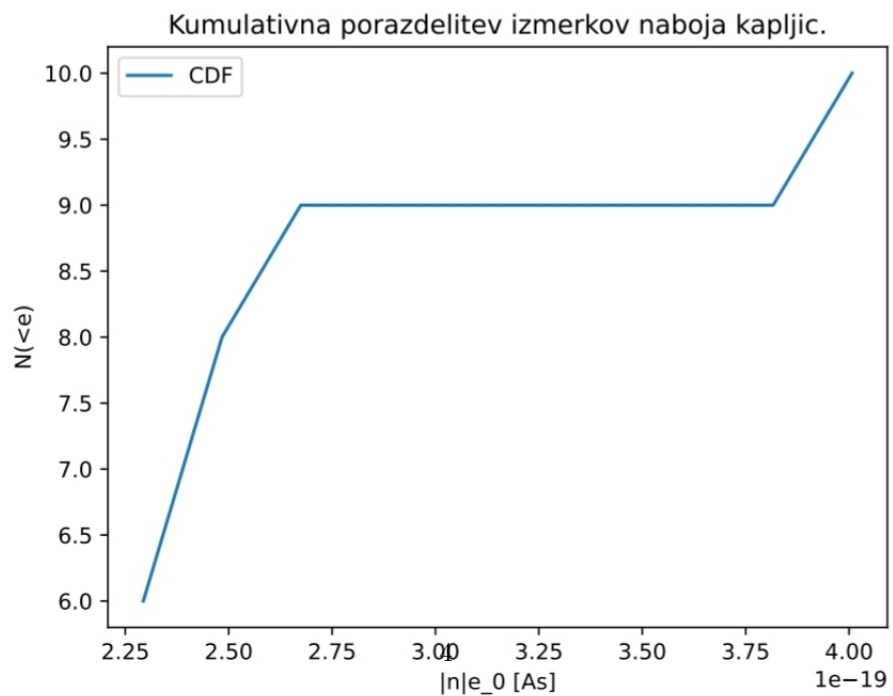
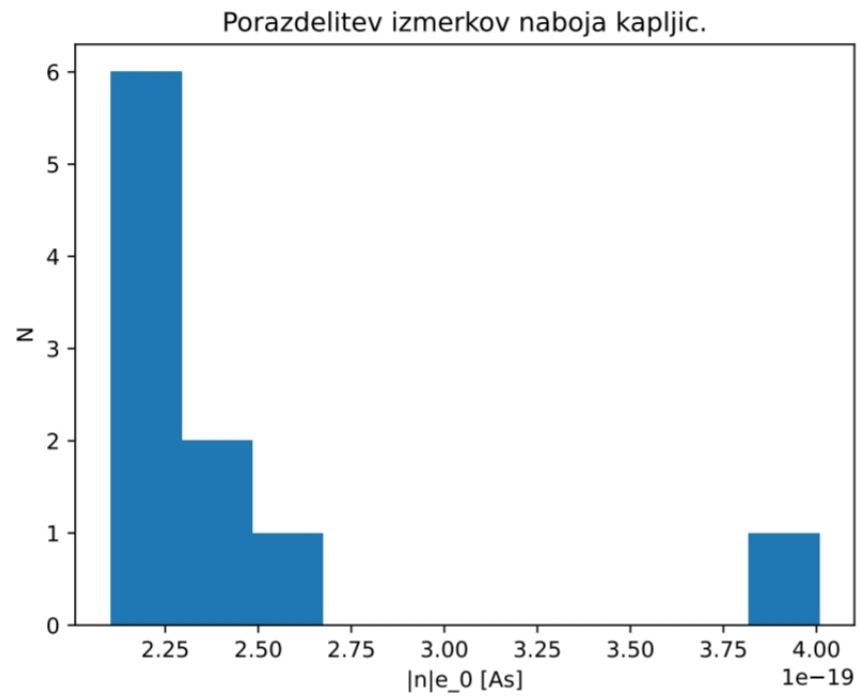
#	hitrost padanja $v_+$ [ $\mu\text{m/s}$ ]	hitrost dviganja $v_-$ [ $\mu\text{m/s}$ ]
1	$99 \pm 3$	$12 \pm 1$
2	$98 \pm 2$	$29,5 \pm 0,7$
3	$117 \pm 1$	$82,7 \pm 0,6$
4	$102,5 \pm 0,4$	$50,9 \pm 0,4$
5	$100,9 \pm 0,8$	$42,2 \pm 0,4$
6	$101,3 \pm 0,2$	$55,2 \pm 0,2$
7	$106,0 \pm 0,9$	$62,4 \pm 0,4$
8	$110,0 \pm 0,1$	$69,0 \pm 0,6$
9	$150 \pm 1$	$30,3 \pm 0,4$
10	$142 \pm 1$	$117,6 \pm 0,9$

in absoluto vrednost večkratnika naboja. Meritve so izvedene pri napetosti:  
 $U = \pm(279 \pm 5)V$ .

Izračunani rezultati so (urejeni po mnogokratniku):

#	$r$ [ $\mu\text{m}$ ]	$ n e_0$ [As]	$n$ določen iz stopničke
1	$6,13 \times 10^{-7}(1 \pm 0,02)$	$2,10 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
2	$5,44 \times 10^{-7}(1 \pm 0,02)$	$2,14 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
6	$4,46 \times 10^{-7}(1 \pm 0,01)$	$2,16 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
5	$5,04 \times 10^{-7}(1 \pm 0,01)$	$2,23 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
4	$4,72 \times 10^{-7}(1 \pm 0,01)$	$2,24 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
7	$4,34 \times 10^{-7}(1 \pm 0,01)$	$2,26 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
8	$4,21 \times 10^{-7}(1 \pm 0,01)$	$2,33 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
3	$3,85 \times 10^{-7}(1 \pm 0,02)$	$2,38 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
10	$3,25 \times 10^{-7}(1 \pm 0,04)$	$2,60 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	1
9	$7,19 \times 10^{-7}(1 \pm 0,01)$	$4,01 \times 10^{-19}(1 \pm 0,02)$	2

### 3.1 Histogram in komulativna porazdelitev kapljic



Določitev naboja poteka tako: Ker so kapljice majhne sklepamo, da je njihov naboj mnogokratnik osnovnega. Vrednost odčitamo iz stopnic na kumulativnem grafu, kjer se pojavita dva skoka. Prvi je pri približno 2As, drugi pri 4As. Kapljicam (glede na višino skoka) določimo kratnost osnovnega naboja in iz dobljenih vrednosti izračunamo povprečje in napako:

$$e_0 = (2.2 \pm 0.2) * 10^{-10} As$$

## 4 Rezultat

Ikana vrednost osnovnega naboja je:  $1,602 * 10^{-19} As$ . Dobljen rezultat se razlikuje za približno 40

Meritve z 1. metodo sem izpustila, ker so bili dobljeni rezultati nesmiselni. Veliko kapljic se ni odzvalo na napetost (silo) v električnem polju kondenzatorja, nakar sklepam da so bile preveč masivne.