

## 2D simulacija Braunovog kretanja

### Uvod

Naziv potiče od škotskog botaničara Roberta Brauna, koji je prvi zapazio da se čestice polena razmućene u vodi kreću nasumičnim cik-cak putanjama. Braunovo kretanje potiče od sudara suspendovanih čestica sa molekulima rastvarača u kome su suspendovane. Teorijske osnove Braunovog kretanja dali su Ajnštajn i Smolukovski. Osnovne postavke ove teorije potiču iz kinetičke teorije gasova.

Za jednu koloidnu česticu važi:

$$\overline{\Delta x^2} = 2Dt$$

gde je  $\overline{\Delta x^2}$  srednji pomeraj za vreme  $t$ , a  $D$  je difuzioni koeficijent. Kako je

$$M = \frac{4\pi r^3 N_A}{3V_{sp}}$$

gde je  $r$  poluprečnik koloidne čestice,  $N_A$  Avogadrov broj i  $V_{sp}$  specifična zapremina čestice, i:

$$D = \frac{RT}{N_A 6\pi\eta r}$$

gde je  $\eta$  koeficijent viskoznosti sredine, može se pisati:

$$\overline{\Delta x^2} = \frac{4RT r^2}{9M V_{sp} \eta} t$$

Iz ove jednačine se vidi da je srednji pomeraj obrnuto proporcionalan kvadratnom korenu molarne mase koloidne čestice i koeficijenta viskoznosti. Takođe je obrnuto proporcionalan kvadratnom korenu poluprečnika koloidne čestice, jer  $V_{sp}$  sadrži  $r^3$ . Srednji pomeraj je direktno proporcionalan kvadratnom korenu proteklog vremena. Srednji pomeraj takođe

zavisi i od srednjeg slobodnog puta, ali je on sadržan u koeficijentu viskoznosti, što je koeficijent viskoznosti manji to je srednji slobodni put veći.

### Uputstvo

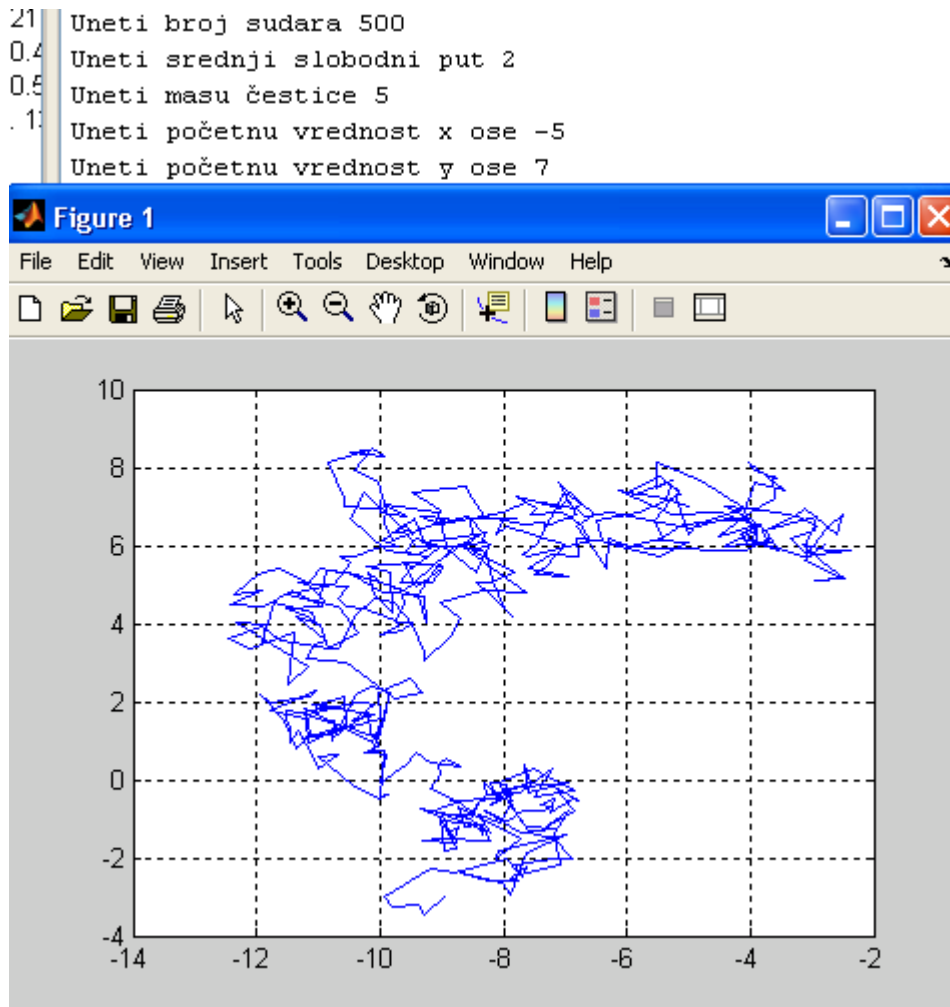
Kada se pokrene program prvo će tražiti da se unese broj sudara : “*Uneti broj sudara*”. Ovde se može uneti bilo koja pozitivna vrednost, ali da bi se lepo videlo nasumično kretanje preporučuje se unos broja između 100 i 1000. Ako se unese negativna vrednost, program će izbaciti obaveštenje: “*Nije moguće imati negativan broj sudara, unesite pozitivan broj*”, pošto nije moguće imati negativan broj sudara.

Zatim će tražiti da se unese srednji slobodni put “*Uneti srednji slobodni put*”. Ovo je samo relativna vrednost srednjeg slobodnog puta u odnosu na ose, tako da je bezdimenziona veličina. Svrha ovoga je da se vidi kako će pri većem srednjem slobodnom putu čestice preći veće rastojanje nego pri manjem srednjem slobodnom putu. Ovde nije bitno da li je unet broj pozitivan ili negativan, pošto će samo odrediti smer kretanja zamišljene čestice. Uneta vrednost određuje relativnu veličinu koraka, tako da se može uneti proizvoljan broj, ali se preporučuje neki ceo broj od 1 do 10.

Sada će program tražiti da se unese masa čestice: “*Uneti masu čestice*”. Masa je ovde data kao relativna vrednost i zato je bezdimenziona. Služi da bi se pokazalo kako će čestice veće mase preći manji ukupan put od čestica manje mase. Može se uneti bilo koja pozitivna vrednost, a ako se unese negativna vrednost program će izbaciti obaveštenje: “*Nije moguće imati negativnu masu, unesite pozitivan broj*”. Preporučuje se unos vrednosti između 100 i 200.

Na kraju će program tražiti da se unesu početne vrednosti za x i y osu, odnosno početna tačka kretanja zamišljene čestice: “*Uneti početnu vrednost x ose*”, pa “*Uneti početnu vrednost y ose*”. Ovde se može uneti bilo koja vrednost kako nije bitno koji je početni položaj zamišljene čestice.

Kao rezultat program će nacrtati putanju čestice, slika 1. Ova putanja je data u  $x,y$  koordinatnom sistemu u kome je prikazano relativno pomeranje zamišljene čestice u prostoru, pa ose nemaju jedinice.



**Slika 1.** Rezultat rada programa