

Projekat iz predmeta

13E063SF Statistička fizika

Elektrotehnički fakultet u Beogradu

Jednostavan model dvodimenzionalnog idealnog gasa

Posmatra se idealan gas identičnih, bezstrukturnih čestica, konfiniran u zatvorenu, savršeno izolovanu, kvadratnu (dvodimenzionalnu) posudu dužine stranice l , van domašaja bilo kakvog spoljašnjeg potencijalnog polja. Gas se nalazi u stanju termodinamičke ravnoteže.

Pitanje 1: Izvesti raspodelu po brzinama čestica za idealni dvodimenzionalni gas u termostatu.

Pitanje 2: Izvesti izraz za unutrašnju energiju idealnog dvodimenzionalnog gasa sa N čestica u zavisnosti od β ($\beta = (kT)^{-1}$, gde je k označena Bolcmanova konstanta, a T temperatura).

Pitanje 3: Izvesti izraz za pritisak idealnog dvodimenzionalnog gasa sa N čestica, konfiniranog u kvadratnoj posudi stranice l u zavisnosti od β .

Složeni model dinamike čestica podrazumevao bi praćenje svake čestice, rešavanje jednačina njihovog kretanja, međusobnih sudara, kao i sudara sa zidom posude. Složenost ovog modela raste sa povećanjem broja čestica. Projekat se bavi pojednostavljenim modelom kojim je moguće simulirati jednačinu stanja idealnog gasa.

Prva pretpostavka modela je da se međusobna interakcija između čestica zanemaruje (idealni gas), tj. da se zanemaruju međusobni sudari čestica, a da se prate sudari čestica sa zidovima posude pri kojima dolazi do promene impulsa čestice, odnosno pri kojima čestice vrše pritisak na posudu.

U slučaju velikog broja čestica, praćenje kretanja svake čestice u ekvidistantnim vremenskim koracima postaje algoritamski složeno, zbog čega je efikasnije pratiti dinamiku čestica kroz takozvani "event driven" algoritam. Ideja ovog algoritma počiva na tome da se u datom vremenskom trenutku, uz poznate pozicije i brzine čestica, prepozna prvi naredni događaj (događaj u ovom slučaju predstavlja sudar neke od čestica sa posudom) i da se sistem dovede u vremenski trenutak prvog narednog događaja, nakon čega se iterativno ponavlja ista procedura. Na ovaj način ubrzava se simulacija sistema u vremenskim trenucima između dva događaja, koja za potrebe ove simulacije nije od interesa.

Algoritam se može svesti na primenu sledećih koraka:

1. Zadati dimenziju posude l , broj čestica N , masu jedne čestice m i parametar β kojim je definisana temperatura sistema;
2. Postaviti čestice u početnu poziciju: rasporediti čestice na proizvoljne pozicije u domenu posude stranice l ;
3. Raspodeliti brzine čestica prema raspodeli izvedenoj u **Pitanju 1**, za zadata masu m i parametar β ;
4. Prema pozicijama i zadatim brzinama čestica, prepoznati prvi naredni događaj (prvi sudar neke od čestica sa nekom od stranica posude) i dovesti sistem u poziciju koja odgovara trenutku prvog događaja;
5. Simulirati idealno elastični sudar čestice sa zidom primenom zakona održanja impulsa. Čestici koja se sudarila sa zidom promeniti brzinu na odgovarajući način.

6. Koraci 4 i 5 se ponavljaju u većem broju iteracija.

Pitanje 4: Napraviti programski kod koji za $N = 50$ čestica simulira opisani algoritam. Radi jednostavnosti, za parametre gasa uzeti sledeće bezdimenzione vrednosti: $l = 1$ i $m = 1$. Parametar β menjati u opsegu od 3 do 30. Izabrati 6 vrednosti parametra β iz datog opsega i za svaku od vrednosti, za dovoljno dugačak vremenski prozor simulacije, odrediti srednju vrednost ukupnog predatog impulsa zidovima posude. Nacrtati zatim zavisnost ove srednje vrednosti od parametra β . Kakvog je oblika ova zavisnost? Obrazložiti teorijsko očekivanje i dobijeni rezultat.

Izveštaj sa urađenim projektom treba da na naslovnoj strani sadrži naslov “PROJEKTNI ZADATAK IZ STATISTIČKE FIZIKE, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, školska 20xx/xx godina”, kao i ime, prezime i broj indeksa studenta. Projekat se predaje mejlom, predmetnom nastavniku Marku Krstiću, kao .pdf dokument.

Tekst projektnog zadatka treba da sadrži odgovore na postavljena pitanja, tražene grafike, diskusiju dobijenih rezultata i programski kod u programskom jeziku po izboru, sa komentarima linija/segmenta programskog koda koji detaljno objašnjavaju linije/segmente programskog koda. Svi grafici treba imaju detaljno obeležene ose (veličina koja se prikazuje na osi i odgovarajuće merne jedinice) i odgovarajuće naslove.