

Ispit iz predmeta Statistička fizika

(ispit traje 180 minuta)

Zadatak koji nije rađen ili čije rešenje ne treba bodovati, označiti u odgovarajućoj kućici na koricama sveske oznakom X. Zadatak obavezno započeti na novoj stranici. Neuredno i nečitko napisani zadaci neće biti pregledani. Odgovori se priznaju samo ukoliko su detaljno obrazloženi i ukoliko je konačan odgovor napisan korišćenjem pune rečenice, bez proizvoljno uvedenih oznaka kao što su strelice i slični simboli. Konačan odgovor uokviriti. Prilikom pregleda zadataka biće ocenjena tačnost i netačnost svega što je napisano u vežbanci, osim nedvosmisleno precrtanih oblasti.

Nije dozvoljen izlazak iz sale u prvih 60 minuta.

Ispitni deo gradiva sastoji se od zadataka 1–5. Studenti koji na kolokvijumu imaju manje od 10 poena, imaju mogućnost da uz ispitne zadatke rade dopunski zadatak 6.

- [8] Polazeći od izraza za verovatnoću da se desi željeno mikro stanje u k -prostoru, odrediti:
 - izraz za srednji broj čestica N_k na k -tom kvantnom stanju [3];
 - sumu srednjih vrednosti broja čestica N_k po svim mogućim kvantnim stanjima [2];
 - izraz za srednji broj čestica N_k na k -tom kvantnom stanju za slučaj fotonskog gasa [3].
- [12] Izvesti izraz za spektralnu gustinu zračenja apsolutno crnog tela (Plankov zakon zračenja) u funkciji učestanosti fotona $\omega(\nu)$ [5], a zatim i u funkciji talasne dužine fotona $\omega(\lambda)$ [2], kao i srednju talasnu dužinu zračenja $\langle \lambda \rangle$ [5].
- [10]
 - Polazeći od izraza za gustinu kvantnih stanja elektrona u metalu $\rho(E)$, odrediti izraz za srednju vrednost energije jednog elektrona $\langle E \rangle$ na temperaturi apsolutne nule u funkciji energije Fermijevog nivoa na $T = 0$ K, E_{F0} [5]. Smatrati da je dno provodne zone izabrano za referentni nivo energiju elektrona ($E_c = 0$ eV) u provodnoj zoni.
 - Odrediti procenat δ slobodnih elektrona u metalu koji na temperaturi apsolutne nule ima kinetičku energiju između srednje i maksimalne energije [5].
- [15] Polazeći od kinetičke jednačine za jednočestični gas, kod koga su procesi sudara opisani Bolemanovim integralom, bez ikakvih dodatnih aproksimacija izvesti jednačinu kontinuiteta, koristeći osobine ovog integrala sudara (koje treba dokazati).
- [15] Za elektron-fononski gas, polazeći od Bolcmanove kinetičke jednačine napisane u difuzionoj aproksimaciji i aproksimaciji vremena relaksacije, detaljno izvesti izraz za gustinu struje elektrona \vec{j}_e u funkciji koeficijenta pokretljivosti i difuzije [10]. Za posmatrani gas, analizirati zavisnost koeficijenta pokretljivosti i koeficijenta difuzije od temperature [5].

Napomene:

$$\text{Debajev integral: } I_n = \int_0^{+\infty} \frac{x^n dx}{\exp(x) - 1} = \Gamma(n+1)\zeta(n+1),$$

gde je sa ζ označena Rimanova zeta funkcija, a sa Γ gama funkcija. Za $n \in N$, $\Gamma(n+1) = n!$

Dopunski zadatak:

- [10] Polazeći od definicije statističke sume Z , veze između Helmholtzove slobodne energije F i statističke sume Z , kao i veze između pritiska p i Helmholtzove slobodne energije F , za idealan gas u ravnoteži izvesti jednačinu stanja.

Rešenja

1. Videti poglavlje 2.2 sa strane 79 i poglavlje 2.2.2 sa strane 82 iz knjige Jovan Radunović: *Statistička fizika sa kinetičkom teorijom u fizičkoj elektronici*.
2. Videti poglavlje 3.1 sa strane 88 iz knjige Jovan Radunović: *Statistička fizika sa kinetičkom teorijom u fizičkoj elektronici*:

$$\omega(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/(kT)} - 1},$$

$$\omega(\lambda) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/(\lambda kT)} - 1},$$

$$\langle \lambda \rangle = \frac{hc}{kT} \frac{I_1}{I_2} = \frac{hc}{kT} \frac{\Gamma(2)\zeta(2)}{\Gamma(3)\zeta(3)}.$$

3. (a) Tražena srednja vrednost iznosi:

$$\langle E \rangle = \frac{3}{5} E_{F0}.$$

- (b) Traženi procenat iznosi:

$$\delta \approx 54\%.$$

4. Tražena jednačina kontinuiteta ima formu:

$$\frac{\partial n(\mathbf{r}, t)}{\partial t} + \frac{\partial \vec{\Phi}(\mathbf{r}, t)}{\partial \mathbf{r}} = 0.$$

5. Videti poglavlje 1.4 sa strane 148 i poglavlje 2 sa strane 151 iz knjige Jovan Radunović: *Statistička fizika sa kinetičkom teorijom u fizičkoj elektronici*.
6. Videti poglavlje 3.2.1 sa strane 40 iz knjige Jovan Radunović: *Statistička fizika sa kinetičkom teorijom u fizičkoj elektronici*.