

## Naloge iz Teorijske Fizike II: Statistična fizika

1.4.2005

1. Imejmo ansambel sistemov, sestavljenih iz dveh neodvisnih harmonskih oscilatorjev z enakima frekvencama  $\omega$ . Pari oscilatorjev naj bodo mikrokanonično porazdeljeni, energija vsakega para oscilatorjev naj bo  $E = L\omega$ . Kakšna je verjetnostna porazdelitev *posamičnih* harmonskih oscilatorjev po energijskih nivojih? Kolikšna mora biti temperatura *kanoničnega* ansambla takšnih oscilatorjev, da bo ta imela enako povprečno energijo na oscilator kot mikrokanonična porazdelitev? Kolikšni sta pri enaki povprečni energiji entropiji mikrokanonične in kanonične porazdelitve?
2. Delec v stanju z dobro določenim kvantnim številom vrtilne količine  $l$  ima  $2l + 1$  nivojev, ki jih označimo s komponento vrtilne količine v  $z$  smeri  $l_z \in [-l, l]$ . Energijo takšnega delca v magnetnem polju zapišemo kot  $E = -h l_z$ . Kako se s temperaturo spreminja pričakovana vrednost  $l_z$  posameznega delca pri fiksni vrednosti  $h$ ? Kolikšni sta susceptibilnost  $\partial \langle l_z \rangle / \partial h$  in specifična toplota kot funkciji temperature? Oцени, pri kateri temperaturi je specifična toplota največja.
3.  $N$  neodvisnih delcev se giblje v tridimenzionalni neskončni potencialni jami oblike kvadra s stranicami  $a, b, c$ . Vsak od delcev ima energijske nivoje  $E_{ijk} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m} \left[ \frac{i^2}{a^2} + \frac{j^2}{b^2} + \frac{k^2}{c^2} \right]$ , kjer so  $i, j, k$  naravna števila. Zapiši fazno vsoto v približku visokih temperatur (vsote lahko nadomestimo z integrali). Kolikšen je tlak takšnih delcev (tlak je negativni odvod pričakovane vrednosti energije po volumnu pri konstantni temperaturi)?
4. Imejmo  $N$  atomov, ki se lahko vežejo na  $M$  prostih mest na površini neke snovi. Na vsako mesto se lahko usede le en atom, ki potem, ko je vezan, niha približno harmonsko s frekvenco  $\omega$  (predpostavimo, da niha le v eni smeri). Zapiši pričakovano vrednost energije ter entropijo sistema v odvisnosti od temperature. Pri fazni vsoti upoštevaj vse mogoče konfiguracije atomov, ki imajo enako energijo, pri čemer atomov med seboj ne ločujemo. Od česa je odvisna entropija (ki meri nered) pri temperaturi nič?
5. *Za kodranje možganov: Kolikšen je pri dani temperaturi delež dvoatomnih molekul in kolikšen je delež posameznih atomov v plinu, če je energija, potrebna za disociacijo molekule, enaka  $E_0$ ?*