

5. statisztikus fizika gyakorlat

2023. április 3.

1. Tekintsünk B mágneses térbe helyezett $\frac{1}{2}$ spinű részecskéket! Ha a koordináta-rendszer z tengelyét a tér irányában vesszük fel, akkor egy részecske energiáját $\hat{\mathcal{H}} = -\frac{\mu_B}{\hbar} \hat{S}_z$ adja meg. Határozzuk meg T hőmérsékleten
 - (a) a $Z(T)$ kanonikus állapotösszeget,
 - (b) a rendszer $P(E)$ energia szerinti eloszlását,
 - (c) az $\langle E \rangle$ átlagenergiát
 - (d) és az átlagos mágnesezettséget és a mágnesezettség varianciáját!
 - (e) Mekkora a kis terű limeszben a mágnesezettség?
 - (f) Milyen a szuszceptibilitás hőmérsékletfüggése?
 - (g) Határozzuk meg a hőkapacitást!
2. Egy magas szimmetriájú molekula forgási szabadsági fokait első közelítésben jól leírja a $\hat{\mathcal{H}} = \frac{\hat{L}^2}{2\Theta}$ Hamilton-operátor, ahol \hat{L}^2 az impulzuszórányzó négyzete és Θ a tehetetlenségi nyomaték. Határozzuk meg *magas* T hőmérsékleten
 - (a) a $Z(T)$ kanonikus állapotösszeget,
 - (b) ebből az $\langle E \rangle$ átlagenergiát
 - (c) az energia szórásnégyzetét és a relatív szórás, $\sqrt{\langle \delta E^2 \rangle} / \langle E \rangle$
 - (d) és a C_V hőkapacitást!Hasonlóképpen diszkutáljuk az alacsony hőmérsékleti határesetet!
3. Tekintsünk N db csatolt kvantum harmonikus oszcillátort, ahol a csatolás erőssége megegyezik a két oszcillátor potenciális energájának amplitúdójával.
 - (a) Határozzuk meg a $Z(T, N)$ állapotösszeget!
 - (b) Határozzuk meg az $F(T, N)$ szabadenergiát!
 - (c) Ebből adjuk meg az $S(T, N)$ entrópiát!
 - (d) Majd ebből a hőkapacitást!

Példák otthoni gyakorlásra:

1. Tekintsünk egy kanonikus rendszert, amelyet N darab rögzített, nemkölcönható részecske alkot! Mindegyik részecske alapállapota felett egyetlen ε energiájú gerjesztett állapot van, mely D degenerációval rendelkezik!
 - (a) Határozzuk meg a $Z(T, N)$ állapotösszeget!
 - (b) Ebből adjuk meg az átlagos energiát!
 - (c) Adjuk meg az energia szórásnégyzetét, mennyi a relatív szórás, $\sqrt{\langle \delta E^2 \rangle} / \langle E \rangle$?
 - (d) Adjuk meg a szabadenergiát!
 - (e) Adjuk meg az entrópiát,
 - (f) majd ebből a hőkapacitást!
 - (g) Határozzuk meg a C_V hőkapacitást!

2. Egy magas szimmetriájú molekula forgási szabadsági fokait első közelítésben jól leírja a $\hat{\mathcal{H}} = \frac{\hat{L}^2}{2\Theta}$ Hamilton-operátor, ahol \hat{L}^2 az impulzusmomentum négyzete és Θ a tehetetlenségi nyomaték. Határozzuk meg *magas* T hőmérsékleten

- (a) a $Z(T)$ kanonikus állapotösszeget,
- (b) az $F(T)$ szabadenergiát,
- (c) az S entrópiát
- (d) és *ebből* a C_V hőkapacitást!

Hasonlóképpen diszkutáljuk az alacsony hőmérsékleti határesetet!