Institutionen för tillämpad fysik
Göran Wahnström

Dugga1 i Termodynamik och statistisk fysik, F3

Torsdagen den 29:e oktober 1998, 8.00-9.45

Namn:

Personnummer:

CTH-kod:

Om du behöver mer plats, skriv på baksidorna.

1. Om ett system hålls vid den konstanta temperaturen T gäller att sannolikheten att finna systemet i ett tillstånd r, med energin E_r, är,

   $$P_r = \frac{1}{Z} e^{-E_r/k_B T}$$

   där Z är tillståndssumman. Strider detta inte mot det grundläggande antagandet i statistisk fysik, nämligen att alla tillgängliga tillstånd är lika sannolika?

2. Betrakta två system med degenerationsfunktionerna $\Omega_1(E) \propto E^{f_1}$ respektive $\Omega_2(E) \propto E^{f_2}$, där f_1 och f_2 är "stora" tal. Låt dessa två system komma i termisk kontakt med varandra. Visa att det mest sannolika tillståndet för det kombinerade systemet ges av villkoret

   $$\frac{\partial \ln \Omega_1(E)}{\partial E} = \frac{\partial \ln \Omega_2(E)}{\partial E}$$

3. Ett isolerat system består av N partiklar med spinn 1/2 lokaliserade på ett gitter. Vi antar att växelverkan mellan partiklarna är försumbar, så att energin för systemet är densamma oavsett hur spinnen är riktade. Vad är systemets entropi?

4. Betrakta ett paramagnetiskt material i termodynamiskt jämvikt med en värmereservoar vid temperaturen T. Materialet består av magnetiska partiklar med spinn 1/2. Antag att det paramagnetiska materialet placeras i ett magnetiskt fält med styrkan B. Bestäm medelmagnetiseringen per partikel som funktion av temperaturen och det yttre pålagda magnetfältet! Beteckna partikelns magnetiska moment med μ.

5. För en väteatom gäller att energi-egenvärdena ges av uttrycket

$$E_n = -R\frac{1}{n^2} \; ; \quad n = 1, 2, \ldots$$

där R är en konstant med enhet energi. Förutom huvudkvanttalet n karakteriseras det kvantmekaniska tillståndet av ett l-kvanttal ($l = 0, 1, \ldots, n-1$) och ett m_l-kvanttal ($m_l = -l, \ldots, l-1, l$). Dessutom kan elektronen i väteatomen befinna sig i två olika tillstånd med avseende på spinnet, $m_s = \pm\frac{1}{2}$. Teckna förhållandet mellan besättningen av det första exciterade energinivån och grundnivån vid temperaturen T.

6. Entalpin är definierad enligt $H \equiv E + PV$. Utgående från första huvudsatsen härled ett uttryck för värmekapaciteten vid konstant tryck C_p där H ingår.

7. När man härleder de så kallade Maxwell relationerna utnyttjas en speciell matematisk relation, vilken?

8. En gas expanderar ut i vakuum genom en ventil V (se figuren). Ange ändringen av gasens energi och entropi vid denna process kvalitativt (dvs ökar, minskar eller är oförändrad). Motivera ditt svar utgående från termodynamikens huvudsatser. Värmeförluster till omgivningen kan försummas.

9. Om gasen i föregående uppgift kan behandlas som en klassisk idealgas vad gäller då kvalitativt för ändringen av gasens temperatur och tryck.

10. Om gasen i de två föregående uppgifterna inte kan behandlas som en klassisk idealgas utan man måste ta hänsyn till växelverkan mellan gasmolekylerna, vad gäller då för ändringen i temperatur och tryck? Ge en fysikalisk förklaring till ditt svar gällande ändringen i temperatur.

11. En gas pressas genom en strypventil varvid trycket sjunker från P_1 till P_2 (se figuren). Om värmeförluster till omgivningen kan försummas vilken relation erhålls då från första huvudsatsen för denna process.

12. Vad är det maximala arbetet som kan erhållas då temperaturen för en kropp med värmekapaciteten C_v sänks, vid konstant volym, från T till omgivningens temperatur T_0?