Tentamen i Statistisk termodynamik med tillämpningar

08 10 25 kl 8 - 13

Hjälpmedel: Formelblad och miniräknare

1 I denna uppgift betraktar vi två processer som luften inne i en kolv utsätts för. Först minskar man trycket vid konstant volym – process A, för att sedan låta gasen expandera under konstant temperatur – process B. Rita de båda processerna i ett *P*-*V*-diagram. Fyll sedan i följande tabell med +, - eller 0 för de olika storheterna (Skriv av tabellen!)

	Q	W	ΔU
A			
B			

2 I en isoterm (rumstemperatur) kompression av en ideal tvåatomig gas minskas volymen från V_i till $V_i/2$. Beräkna Q, W och ΔU om den konstanta temperaturen är T_0. Gasen innehåller 3 mol.

3 Vad menas med en adiabatisk process? Jämför en isoterm och en adiabatisk kompression av en gas genom att rita ett *P*-*V*-diagram där de båda proccesserna har samma begynnelsetill-stånd.

4 Två kroppar med olika temperatur bringas i termisk kontakt med varandra. Efter en viss tid har båda samma temperatur. Vad är denna jämviktstemperatur om det gäller att utgångs-temperaturerna är $T_1 = 72\ ^\circ C$ resp $T_2 = 50\ ^0 C$? Vad händer med den totala entropin för dessa båda system i denna process? Motivera först om den är positiv, noll eller negativ och beräkna sedan värdet på ΔS_{total}. För värmekapaciteterna gäller att $C_1 = C$ och $C_2 = 3C$.

5 För den fria energin gäller att $F = U - TS$. Härled ett differentialuttryck för *F* och ange entropin som en partiell derivata av *F*. Hur kan *F* användas för att bestämma villkor för jämvikt?

6 Formulera termodynamikens första huvudsats.

Vänd!

7 Rita ett schematiskt diagram för en värmepump. Hur definieras värmefaktorn? Bestäm den totala entropiändringen i de båda värmereservoarerna under en cykel av processen.

8 Man håller på att konstruera en satellit som ska snurra runt jorden. Konstruktörerna ställs inför problemet att hålla temperaturen vid rätt nivå. En argumenterar att vi polerar den blank så att den reflekterar strålningen – då måste uppvärmningen minska. En annan hävdar att man ska måla den svart för då strålar den ut mest värmestrålning. Har det någon betydelse vilken färg satelliten har? Gör en jämförande beräkning av temperaturen där den blanka har en utstrålning i alla våglängder som är 10% av den svarta kroppens, medan satelliten i det svarta fallet kan betraktas som en helt svart kropp. Satelliten har formen av ett klot med radien *R*.

I en senare diskussion säger en av kontruktörerna: Tänk om vi skulle måla satelliten med en selektiv färg som ger ”omvänd växthuseffekt”? Vad tror du hon menar med det? Skriv kort hur det skulle fungera! Solarkonstanten är 1.4 $\mathrm{kW/m^2}$.

Några geometriska formler från gymnasiet: Cirkelns area πR^2, klotets area: $4\pi R^2$ och klotets volym $\frac{4}{3}\pi R^3$.

9 Ett kvantsystem har två energinivåer med energi 0 resp ε. Vid vilken temperatur är sannolikheten att hitta systemet i grundtillståndet 4 gånger så stor som sannolikheten att hitta det i det exciterade tillståndet? Vad händer med dessa sannolikheter då temperaturen blir mycket hög?

10 En perfekt kristall består av *N* atomer placerade i ett gitter. Detta gäller när temperaturen är mycket låg. Vid högre temperaturer kan atomer ”knuffas” ut från sina positioner och hamna i mellanrummen som finns i kristallgittret. Du ska i denna uppgift beräkna antalet = *n*, av sådana felaktigt placerade atomer. Om antalet mellanrum är lika stort som antalet atomer i kristallen gäller att antal möjliga tillstånd dvs Ω ges av $\binom{N}{n}^2$, där $\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}$. För att flytta en atom från sitt ”rätta läge” krävs energin ε. Bestäm den fria energin för systemet och använd minimeringsprincipen för *F* för att bestämma hur *n* beror av temperaturen.

Bonusuppgift: Beskriv kortfattat det som du fann mest intressant och nytt i någon av de två extraföreläsningar vi hade. Du bör välja något som du inte kände till eller hade vaga uppfattningar om innan föreläsningen. Skriv cirka en halv sida!

Alternativ bonusuppgift: Beskriv den modell av ferromagnetism som presenterades på föreläsningarna.

Du får enbart tillgodoräkna dig en bonusuppgift!