

Kurskod	MTF072
Tentamensdatum	2000-08-23
Skrivtid	09.00–14.00

Tentamen i: **STATISTISK MEKANIK OCH TERMODYNAMIK**

Totala antalet uppgifter: 5

Jourhavande lärare: Hans Weber

Tel: 72088, Rum E111

Examinator: Hans Weber

Tel: 72088, Rum E111

Resultaten anslås : Onsdagen den 13 september 2000 i korridoren, E-huset

Tentamensrättningen får granskas: Tid meddelas senare

Tillåtna hjälpmedel: FYSIKALIA, BETA, Räknedosa, Formelblad för Statistisk Mekanik.

Definiera beteckningar samt motivera antaganden och approximationer. Presentera lösningarna så att de blir lätta att följa.

Maximalt antal poäng: 25 p. För godkänt krävs 11 p.

1. Den endimensionella harmoniska oscillatoren

För den endimensionella harmoniska oscillatoren ges energinivåerna av följande samband:

$$\epsilon_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$$

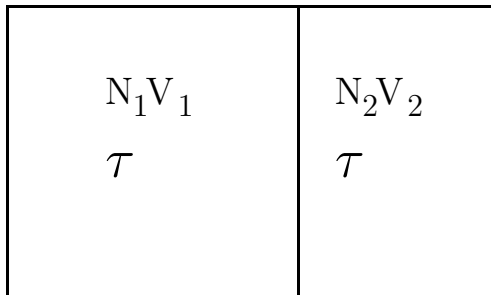
där n är ett heltal $n = 0, 1, 2, \dots$. Multipliciteten för varje nivå ges av: $g(n) = 1$.

- Räkna ut ett uttryck för partitionsfunktionen $Z_{osc}(\tau)$ och Helmholtz fria energi $F_{osc}(\tau)$ för en endimensionell harmonisk oscillator.
- Beräkna specifika värmen C_v för oscillatoren, och ta speciellt fram gänserna $\tau \rightarrow \infty$ och $\tau \rightarrow 0$ för C_v . Rita en figur för C_v som funktion av τ . Ledning räkna ut entropin σ först.

(5p)

2. **Ideal enatomig gas** En ideal gas är innesluten i en behållare, som genom en skiljevägg är delad i två delar med volymerna V_1 och V_2 , där $V_1 = 2V_2$. Varje delvolym innehåller $N_1 = 2N$ och $N_2 = N$ atomer och temperaturen τ är densamma i båda volymerna.

Beräkna entropiändringen då skiljeväggen borttages (se figur).



(5p)

3. Bindning av syre till hemoglobin

En hemoglobinmolekyl kan binda 4 stycken syremolekyler O_2 till sig. Antag att ϵ är energin för varje bunden syremolekyl och att energin är 0 då syremolekylen är på stort avstånd från hemoglobinmolekylen. Låt $\lambda = e^{\mu/\tau}$ beteckna den kemiska aktiviteten för syremolekylen.

- (a) Vad är sannolikheten för att endast en syremolekyl skall vara bunden till en hemoglobinmolekyl?
- (b) Vad är sannolikheten för att fyra syremolekyler skall vara bundna till en hemoglobinmolekyl?
- (c) Rita figurer (skiss) för dessa sannolikheter som funktion av λ .

Utgå ifrån att syremolekylerna inte stör varandra då de är bundna till hemoglobinmolekylen, dvs energin för två syremolekyler är 2ϵ etc.

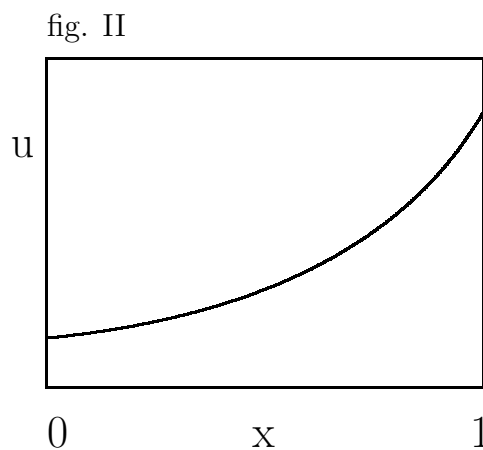
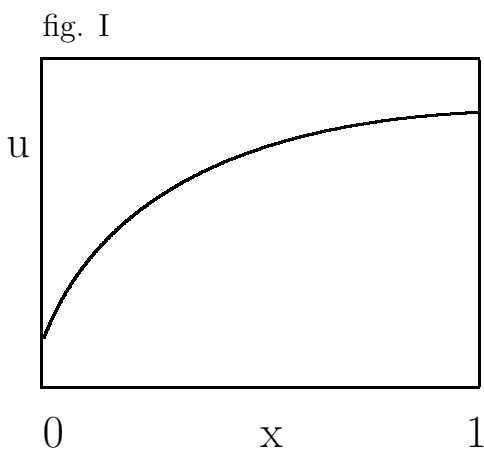
(5p)

4. Fasseparation i en blandning av två vätskor

Här nedan finns två figurer, I och II. Dessa visar den inre medelenergitätheten u per atom, som funktion av blandningsförhållande x , där x definieras av $x = N_B/(N_A + N_B)$ och N_A resp N_B är antalet atomer av sort A respektive B .

Vilken av figurena I eller II motsvarar fall som kommer att kunna ge upphov till en separation av faser, en fas rik på ämne A och en rik på ämne B . Förklara och motivera varför. (Använd figurer, Ledning: Utgå från att trycktermen pV i Gibbs fria energi kan försummas, och använd Helmholtz fria energi istället)

(5p)



5. Maxwell hastighets fördelning

Man vill bestämma temperaturen T för en gas med Maxwells hastighetsfördelning. Gasen består av Zink. Försökupställningen är enligt figur (a). I ugnen finns Zink i gasform, ugnen har en öppning vid A ur vilken Zinkgasen kan strömma då öppningen i trumman T står vid D. Trumman T roterar med vinkelhastigheten $\omega = 20000 \text{ rad/s}$ kring axeln C. Trumman har diametern $d = 10.0 \text{ cm}$. Av figur (b) framgår hur svärtningen (=intensiteten) på en i trumman fastsatt plastfolie ser ut. Plastfolien är uppsatt så att vinkeln $\theta = 0 \text{ rad}$ motsvarar punkten B på trumman. (B är punkten mitt emot spalten i trumman)

Bestäm temperaturen på Zink gasen i ugnen.

(5p)

LYCKA TILL !