

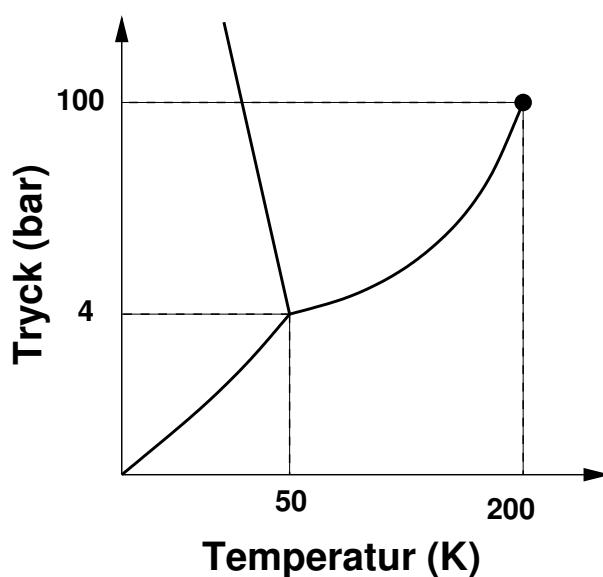
Tentamen KFKA01, 2014-10-29

För godkänt krävs att totala poängantalet på tentamen är minst 30.

Tillåtna hjälpmedel: Miniräknare (med tillhörande handbok), utdelad formelsamling, utdelat periodiskt system med atomvikter.

Slutsatser skall motiveras och beräkningar redovisas. Glöm inte enheter! Eventuella antaganden skall specificeras. Tag för vana att alltid försöka bedöma rimligheten i ett svar.

OBS! På uppgift 1–3 krävs endast svar.



1. Studera fasdiagrammet för ämnet ovan och ange huruvida det kan ske en fasövergång vid följande processer och i så fall till vilken fas.

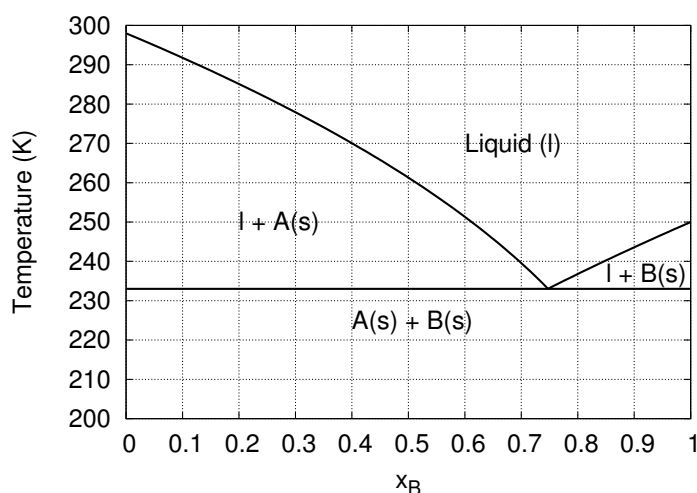
- (a) Vi kylar gasen vid normalt atmosfärstryck (p konstant).
- (b) Vi komprimerar gasen vid rumstemperatur (T konstant).
- (c) Vi komprimerar det fasta ämnet vid 40 K (T konstant).
- (d) Vi värmer vätskan vid 10 bar (p konstant)
- (e) Vi komprimerar gasen vid 100 K (T konstant).

(5 p)

2. Som bekant kan ett slutet system inte utbyta materia med omgivningen (men däremot energi). Ett isolerat system kan varken utbyta materia eller energi med omgivningen.

- (a) Ange villkoret för att en process är spontan i ett isolerat system.
- (b) Ange villkoret för att en process är spontan i ett slutet system där trycket och temperaturen är konstanta.

(2 p)



3. Studera fasdiagrammet för blandningen A–B ovan. Om en vätskeblandning bestående av 6 mol A och 4 mol B kyls ned från 300 K bildas en fast fällning.

- Vid vilken temperatur inträffar detta?
- Vilket eller vilka ämnen består fällningen av?
- Om blandningen fortsätter kylas till 240 K, vad är molbråket av B i vätskefasen.
- Paradoxalt nog kan du få bort fällningen genom att tillsätta ett fast ämne medan du håller temperaturen konstant vid 240 K. Vilket ämne ska du tillsätta och hur många mol behöver du minst tillsätta?

(5 p)

4. (a) Beräkna entropiändringen ΔS och arbetet w då 1 mol ideal gas komprimeras isotermt och reversibelt från volymen 1 liter till 0.1 liter vid temperaturen 200 K. (3 p)
- (b) Om gasen hade varit luft hade den haft en kompressionsfaktor $Z = 0.81$ i sluttillståndet. Hur stort hade trycket varit då? (1 p)
- (c) Är det de attraktiva eller repulsiva växelverkingarna som dominerar mellan luftmolekylerna vid detta tryck? (1 p)
- (d) Skulle arbetet w för kompressionen i deluppgift (a) bli större, mindre eller lika stort om vi har luft istället för ideal gas. Motivera svaret. (1 p)

5. I en bilmotor expanderar kolvolymen typiskt till 10 gånger sin ursprungsvolym då de heta avgaserna expanderar. Expansionen sker adiabatiskt och reversibelt. Temperaturen före expansionen är 2500°C.

Beräkna temperaturen i avgaserna efter expansionen.

Du får anta att avgaserna består av 75 mol% N₂, 13 mol% H₂O och 12 mol% CO₂ (resultatet av fullständig förbränning av oktan i luft) samt att gasen hela tiden är ideal. I hela temperaturintervallet kan du anta att, för varje ämne, $C_{V,m} = A + B \cdot T$, där A och B är konstanter som är specifika för varje ämne och återfinns i tabellen nedan. (6 p)

Gas	A (J K ⁻¹ mol ⁻¹)	B (J K ⁻² mol ⁻¹)
N ₂	20.3	0.0038
H ₂ O	22.2	0.0103
CO ₂	35.9	0.0088

6. Vid en mätning av ångtrycket över ren aceton fick man följande värden

T/K	260	270	280	290	300
p/bar	0.042	0.076	0.137	0.211	0.337

Beräkna $\Delta_{\text{vap}}H$ för aceton i det aktuella temperaturintervallet och kokpunkten vid 1 bar. (6 p)

7. Det åtgår ca 3000 kWh för att med direktverkande el (element) värma en genomsnittlig svensk villa under en vintermånad, när utetemperaturen är i genomsnitt 0°C och inomhustemperaturen 22°C.

(a) Beräkna hur stor elförbrukningen hade blivit om villan bytte uppvärmningsmetod till en luft-luftvärmepump. Antag att värmepumpen behöver avge lika mycket värme som elementen och att detta sker vid inomhustemperaturen. Antag också att värmepumpen arbetar reversibelt och att inga förluster sker på vägen. (4 p)

(b) När värmepumpen tar värme från utomhusluften sänks temperaturen i den utomhusluft som passerar genom utedelen av värmepumpen. Om vi vill att temperaturen ska sjunka högst 1°C, hur mycket luft måste då passera varje sekund om vi gör samma antaganden som i (a). I verkligheten använder man betydligt lägre luftflöde. Kom ihåg att 1 J = 1 Ws. (2 p)

8. En viss blandning av toluen och bensen kokar vid 100°C vid 1 atm. Vid samma temperatur är ångtrycket för ren toluen 0.86 atm och för ren bensen 1.66 atm. Antag att blandningarna är ideala.

(a) Beräkna molbråket toluen i lösningen. (3 p)

(b) Vi utför en enkel destillering av lösningen och kondenserar den första ångan i en separat rundkolv. Vad är molbråket toluen i den nya lösningen? (2 p)

(c) Har den nya lösningen högre eller lägre kokpunkt än den ursprungliga? Motivera svaret. (1 p)

9. En mättad koksaltlösning håller ca 23.3 massprocent NaCl.

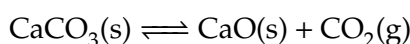
(a) Beräkna vid vilken temperatur denna blandning fryser under antagandena att blandningen är ideal samt att $\Delta_{\text{fus}}H$ för vatten är oberoende av temperaturen och lika med 6.0 kJ/mol. (3 p)

(b) Den verkliga fryspunkten för blandningen är ca -21.1°C . Använd detta för att beräkna vattenaktiviteten och vattens aktivitetsfaktor i den aktuella blandningen och temperaturen. Ledning: Byt ut x_1 mot $a_1 = \gamma_1 x_1$ i formeln för fryspunktsänkning. (2 p)

(c) Tolka aktivitetsfaktorn genom att välja rätt ord i de två parenteserna i följande mening:

*Vattenmolekylerna trivs (**bättre / sämre**) i saltlösningen än i en ideal lösning eftersom växelverkningsarna mellan vatten och jonerna är (**svagare / starkare**) än mellan vatten och vatten.* (1 p)

10. En industriellt mycket viktigt process är framställningen av bränd kalk (kalciumoxid) från kalcit (kalciumkarbonat). Kalciumoxid är en viktig beståndsdel i cement. Kalcimoxid bildas vid upphettning av kalcit genom reaktionen

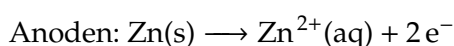
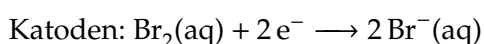


Vid 298 K är $\Delta_r H^\ominus = 179.6 \text{ kJ mol}^{-1}$ och $\Delta_r G^\ominus = 132.8 \text{ kJ mol}^{-1}$.

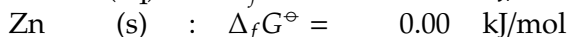
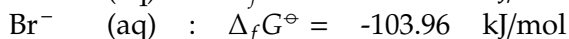
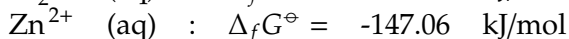
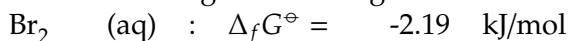
(a) Beräkna $\Delta_r S^\ominus$ vid 298 K och förklara hur man kunde ha sett redan på reaktionsformeln huruvida $\Delta_r S^\ominus$ är positiv eller negativ. (2 p)

(b) Till vilken temperatur behöver man hetta upp kalcit för att bilda bränd kalk. Partialtrycket CO_2 i atmosfären är $4 \cdot 10^{-4}$ bar. Du får anta att $\Delta_r H^\ominus$ och $\Delta_r S^\ominus$ ej är temperaturberoende. (4 p)

11. Ett zink-brom-batteri är en sorts flödesbatteri där elektrolytvätskan pumpas genom elektroderna, varvid följande halvcellsreaktioner sker:



(a) Skriv cellens totalreaktion och beräkna $\Delta_r G^\ominus$ för reaktionen vid 298 K utifrån följande standardbildnings-Gibbsenergier:



Värdena är hämtade från en tabell för temperaturen 298 K och vanliga standardtillstånd (d.v.s. det rena ämnet för Zn (s) och en idealt utspädd lösning vid 1 M för övriga ämnen) (2 p)

(b) Beräkna batteriets maximala spänning vid 298 K om elektrolyten vid båda elektroderna är en 1.0 M ZnBr_2 lösning, och katodens elektrolyt även innehåller Br_2 (aq) till en koncentration av 0.002 M. Antag att alla aktivitetsfaktorer γ är 1. (2 p)

(c) Man laddar batteriet genom att köra reaktionen baklänges så att Zn(s) fälls ut på anoden. Hur många gram Zn (s) måste vi fälla ut om vi vill att batteriet sedan ska räcka i 10 timmar när vi tar ut strömmen 1 Ampere (1 A)? Kom ihåg att laddningen för 1 mol elektroner är -96485 A s . (2 p)