

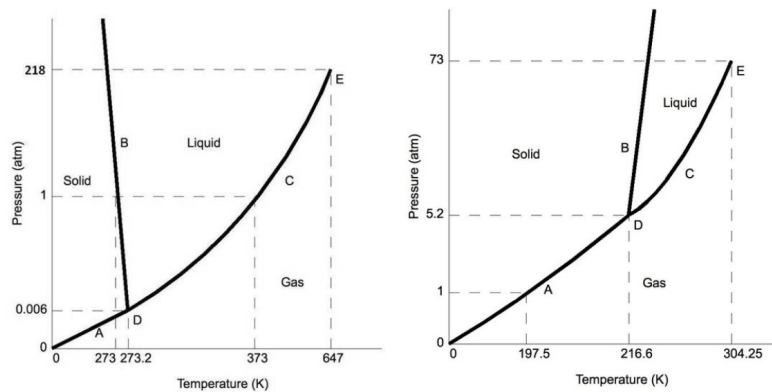
Hypotetisk tentamen för Termodynamik och ytkemi, KFKA10

Tillåtna hjälpmedel: Miniräknare, utdelat formelblad och tabellblad.

Godkänt-del

För uppgift 1–9 krävs endast svar. För övriga uppgifter ska slutsatser skall motiveras och beräkningar redovisas. Tag för vana att alltid göra en rimlighetsbedömning.

Max 40 poäng. För godkänt krävs minst 30 poäng.



1. Figuren ovan visar fasdiagrammen för vatten respektive koldioxid. Avläs ur diagrammen:

- den kritiska temperaturen för vatten.
- ångtrycket över flytande vatten vid dess fryspunkt.
- den normala sublimeringstemperaturen för koldioxid.
- det lägsta tryck som flytande koldioxid kan ha.

(3 p)

2. I vilket av följande tillstånd betar sig en gas mest idealt:

- 300 K, 30 bar
- 300 K, 1 bar
- 500 K, 30 bar
- 500 K, 1 bar

(1 p)

3. Vid en process avges 5 kJ värme till omgivningen. Vilket är korrekt sätt att ange detta:

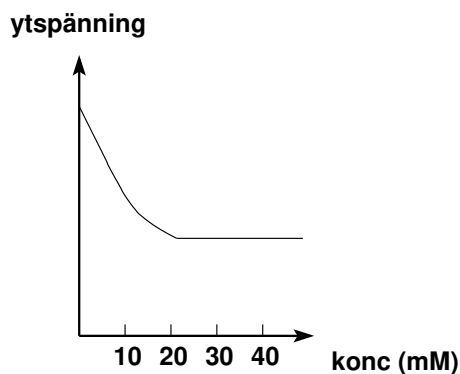
- $dq = -5$ kJ
- $\Delta q = -5$ kJ
- $q = -5$ kJ
- $\Delta T = -5$ kJ

(1 p)

4. För en enkel uppvärmning är entalpiändringen lika med värmetillförseln om processen sker

- vid konstant tryck
 - vid konstant volym
 - adiabatiskt
 - reversibelt
- (1 p)
5. Du tillför 100 J värme till 1 mol gas, antingen genom att hålla volymen konstant eller genom att hålla trycket konstant. I vilket av fallen blir temperaturen högst?
- konstant tryck
 - konstant volym
 - lika högt i båda fallen
- (1 p)
6. Ange med hjälp av en olikhet kriteriet för att en process är spontan (irreversibel) i följande fall. Olikheten ska bara innehålla egenskaper för systemet, inte omgivningen.
- (a) Isolerat system
- (b) Slutet system vid konstant tryck och temperatur
- (2 p)
7. Jämför två vattenlösningar av NaCl: en med koncentrationen 1 M (som vi kallar A) och en med koncentrationen 0.1 M (som vi kallar B). Partialtrycket av NaCl ovanför lösningen är helt försumbart. Vilken av lösningarna har högst
- (a) osmotiskt tryck
- (b) fryspunkt
- (c) ångtryck
- (2 p)
8. Två vätskor A och B bildar en ideal lösning. A har högre normal kokpunkt än B. Du vill göra en destillation där den kondenserade ångan ska vara ren A. Vilket av följande alternativ stämmer?
- Det räcker med ett steg (enkel destillation) för att ångan ska vara ren A.
 - Du behöver utföra fraktionerad destillation för att ångan ska bli ren A.
 - Det går inte, för om du utför fraktionerad destillation kan du få en ånga som är mer rik på A, men den blir aldrig ren A.
 - Det går inte, för ångan är mer rik på B.
- (1 p)
9. För den kemiska reaktionen
- $$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- är $\Delta_r H^\circ < 0$ och $\Delta_r S^\circ > 0$.
- (a) Hur ändras $\Delta_r G^\circ$ när temperaturen ökar? (ökar, minskar, eller ändras ej)
- (b) Hur ändras jämviktskonstanten när temperaturen ökar? (ökar, minskar, eller ändras ej)

- (c) Hur ändras jämviktskonstanten när totaltrycket ökar? (ökar, minskar, eller ändras ej)
- (d) Åt vilket håll förskjuts reaktionen om totaltrycket ökar? (åt höger, åt vänster, eller påverkas ej)
- (3 p)



10. Figuren ovan visar ytpänningens beroende på koncentrationen för en vattenlösning av en surfaktant med amfifila molekyler.
- (a) Rita en enkel skiss av en amfifil molekyl och förklara vad amfifil betyder med hjälp av skissen.
- (b) Förklara kurvans utseende. Skissa hur systemet ser ut vid olika surfaktantkoncentrationer, där du använder ditt sätt att rita molekyler från uppgift **a**.
- (5 p)
11. Beräkna ändringen i inre energi för ett system som upptar 60 J värme och samtidigt ökar sin volym med 1 liter. Trycket i omgivningen är 1 bar.
- (3 p)
12. Beräkna volymen för 2 mol gas om trycket är 50 bar, temperaturen är 20°C och kompressionsfaktorn är 0.85.
- (3 p)
13. När 0.2 mol av ett ämne fryser vid smältpunkten 30°C avges 2.8 kJ värme. Beräkna ämnets molära smältentropi $\Delta_{\text{fus}}S$.
- (3 p)
14. Ångbildningsetalpin för vatten är 40.7 kJ/mol och får antas vara oberoende av temperaturen. Vid vilken temperatur kokar vatten i en tryckkokare som håller trycket 1.6 bar?
- (3 p)
15. Två vätskor A och B bildar en ideal lösning. Vid temperaturen 25°C är ångtrycket över rent A 2.62 kPa och ångtrycket över rent B är 2.22 kPa.
- (a) Beräkna ångtrycket över en blandning av 0.220 mol A och 0.520 mol B vid 25°C.
- (b) Beräkna molbråket av A i ångan över blandningen vid 25°C.
- (4 p)
16. För att testa egenskaperna för ett material tillverkar du ett kapillärrör av materialet, med diametern 1.20 mm. När du doppar röret i rent vatten stiger vattnet i röret till en nivå som ligger 19.0 mm över vattenytan. Densiteten för vatten är 1.00 g/cm³ och ytpänningen är 72.8 mN/m.
- (a) Beräkna kontaktvinkeln θ .
- (b) Rita en skiss av hur en vattendroppe ser ut på en plan yta av detta material och markera kontaktvinkeln i skissen.
- (4 p)

Högrebetygs-del. Behöver endast göras för att uppnå betygen 4 eller 5.

Observera att här normalt endast ges delpoäng för lösningar som kommit ett stort steg närmare det efterfrågade resultatet, och då endast om studenten kan motivera hur en framkomlig väg ser ut. Alla slutsatser skall motiveras och beräkningar redovisas. Tag för vana att alltid göra en rimlighetsbedömning.

Poängen från båda delarna läggs ihop. Maxpoäng är 82. Betygsgränser:

Betyg 3: 41 poäng (eller 30 poäng på godkänt-delen)

Betyg 4: 56 poäng

Betyg 5: 70 poäng

17. Hexadekan smälter vid 71.2°C . Smältentalpin är 61.3 kJ mol^{-1} vid smältpunkten. Värmekapaciteten för vätskan är $C_{p,m}(\text{l}) = 653\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ och för den fasta fasen $C_{p,m}(\text{s}) = 502\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$.

- (a) Beräkna entropiändringen för hexadekan då 1 mol underkyld hexadekan övergår till fast fas vid 60°C .
- (b) Motivera genom noggrann beräkning av lämplig storhet huruvida processen i a är spontan eller inte.

(7 p)

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

T/K	260	270	280	290	300
p/torr	31.50	57.00	102.76	158.26	252.77

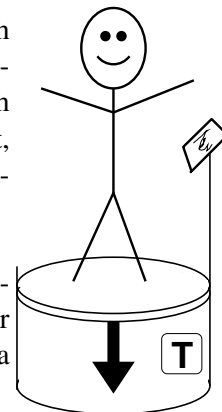
Beräkna $\Delta_{\text{vap}}H$ för aceton i det aktuella temperaturintervallet och kokpunkten vid 1 bar.

(7 p)

19. Inspirerad av kursen uppfinner du en personvåg (se bilden) som består av en luftfylld cylinder med en termometer inuti.

Cylinderns basarea är 0.040 m^2 . Locket är rörligt och både friktionen och lockets massa kan försummas. Vidare antar vi att ingen värme överförs mellan luften och de omgivande cylinderväggarna. Luftens värmekapacitet, $C_{V,m} = 21\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$, kan antas vara oberoende av temperaturen.

Innan du ställer dig på vågen är trycket inne i cylindern lika stort som utanför, 1 bar, och luftens temperatur är T_1 . När du stiger på vågen *försiktigt* (så att processen kan antas vara reversibel) ändras temperaturen till T_2 .



- (a) Du har kopplat termometern till en mikroprocessor med display och det återstår nu bara att programmera hur många kg vågen ska visa utifrån de två mätvärdena T_1 och T_2 (angivna i Kelvin). Skriv en explicit formel för detta:

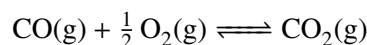
$$m = \dots \text{ kg}$$

(där högerledet inte innehåller andra variabler än T_1 och T_2)

- (b) Om du istället *hoppa*r upp på vågen, kommer den då att visa för mycket eller för lite? Motivera svaret.

(7 p)

20. För reaktionen



gäller

$$\Delta_r G^\ominus(2000 \text{ K}) = -110.3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r H^\ominus(2000 \text{ K}) = -277.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- Beräkna jämviktssammansättningen (molbråken x_{CO} och x_{CO_2}) vid 2000 K och totaltrycket 0.22 bar om molbråket $x_{\text{O}_2} = 0.01$.
- Hur ändras molbråket x_{CO_2} när totaltrycket ökar vid konstant temperatur? Du kan fortfarande anta att $x_{\text{O}_2} = 0.01$.
- Hur ändras molbråket x_{CO_2} när temperaturen ökar vid konstant totaltryck?

(7 p)

21. En mättad koksaltlösning håller ca 23.3 massprocent NaCl.

- 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.
- Den verkliga fryspunkten för blandningen är ca -21.1°C . Använd detta för att beräkna vattenaktiviteten och vattens aktivitetsfaktor i den aktuella blandningen.
- 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 växelverkningarna mellan vatten och jonerna är (**svagare** / **starkare**) än mellan vatten och vatten.*

(7 p)

22. Vid temperaturen 298 K är vattnets ångtryck 3.17 kPa, densiteten 997 kg/m³ och ytspänningen 72.8 mN/m. Betrakta en vattendroppe (A) med radien $4 \cdot 10^{-7}$ m som befinner sig i ett luftområde där totaltrycket är 1 bar och partialtrycket för vattenånga är 3.28 kPa. Temperaturen är 298 K.

- Hur stort är trycket inuti vattendroppen?
- Kommer droppen att växa eller krympa i denna miljö? Motivera svaret med beräkning.
- En annan vattendroppe (B) i samma område är precis så stor att den varken växer eller krymper. Beräkna dess radie.
- Beräkna den kemiska potentialen för vatten i droppe A respektive droppe B, samt i luft/ånga-blandningen. Använd beteckningen μ^\ominus (l) för den (okända) kemiska potentialen för rent bulkvatten.

(7 p)