

# Tentamen i Termodynamik och Ytkemi, KFK060, 061215 kl. 8-13

Tillåtna hjälpmedel: Miniräknare ( med tillhörande handbok ), utdelat formelblad med tabellsamling.  
Slutsatser skall motiveras och beräkningar redovisas.

För godkänt krävs att poängantalet på tentamen + inlämningsuppgifter är minst 30.

1. Beräkna hur många kilo syrgas, vid trycket 250 atm och 50 °C, som ryms i en 10 liters behållare. Antag att gasen kan beskrivas med van der Waals' gaslag. Nödvändiga data hämtas från den utdelade tabellsamlingen. ( 6p )

2. För reaktionen  $N_2 + 3 H_2 \leftrightarrow 2 NH_3$  är  $\Delta_r H^\circ (298 K) = -80.22 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta_r G^\circ (298K) = -20.95 \text{ kJ / mol}$  och  $\Delta_r C_p^\circ = -50.92 + 3.66 \cdot 10^{-2} \cdot T - 4.1 \cdot 10^{-5} / T^2 \text{ J / (K mol)}$ . Beräkna  $K(T)$  vid 800°C ur dessa data. ( 6p )

3. En gas med starttemperaturen 400 °C får expandera adiabatiskt från trycket 3 bar till trycket 1 bar. Beräkna sluttemperaturen om processen sker

- a) reversibelt  
b) mot ett konstant yttre tryck av 1 bar

Antag att gasen följer ideala gaslagen och att  $C_p / (\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) = 30.0 + 0.0105 \cdot (T/K)$ . ( 6p )

4. Beräkna ur följande ångtrycksdata för ett ämne:

T/°C	12.0	28.0	41.6	50.7	59.3	66.4
p/torr	49.6	111.4	206.6	302.4	426.5	559.5

- a) Ångbildningsentalpin ( ansätt att ångbildningsentalpin är konstant i det aktuella temperaturintervallet )  
b) Ångtrycket vid 20 °C med tre siffrors noggrannhet.  
c) Den normala kokpunkten för ämnet. ( 6p )

5. Hur högt blir trycket om man innesluter flytande vatten,  $H_2O(l)$ , i en stel behållare vid 25 °C och starttrycket 1 atm och sedan höjer temperaturen till 50 °C ? Ansätt att behållarens volym inte förändras vid temperaturförändringen. Nödvändiga data hämtas från den utdelade tabellsamlingen. ( 6p )

6. Rita ut fasdiagrammet för  $H_2O$ -NaCl i temperaturintervallet -50°C – 100°C med hjälp av följande data:

$H_2O$  smälter vid 0 °C.

NaCl och  $H_2O$  bildar en stabil förening,  $NaCl \cdot 2H_2O$ , som smälter inkongruent vid +0.1 °C i ett peritektikum med sammansättningen 26 vikt% NaCl.

Vid -21°C finns ett eutektikum med sammansättningen 23 vikt% NaCl.

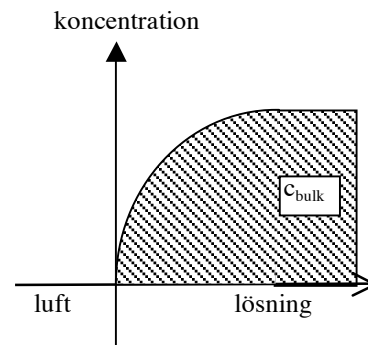
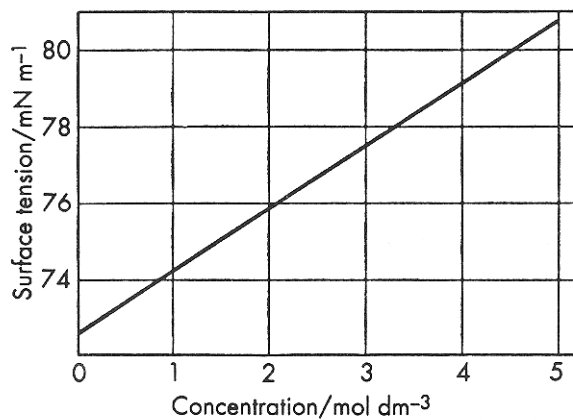
Lösligheten av NaCl i vatten vid 100°C är 28 g NaCl / 100 g lösning.

Ur diagrammet skall framgå vilka faser som finns i de olika områdena. Diagrammet skall ritas skalenligt med hjälp av linjal.

Molvikten för NaCl är 58.44 g mol<sup>-1</sup>. ( 6p )

7. Vid vilken temperatur kokar en lösning som innehåller 40 mol% bensen och 60 mol% toluen om omgivningens lufttryck är 1 atm? Vid detta tryck kokar ren bensen vid 353 K och ren toluen vid 384 K. Ansätt att lösningen är ideal och sätt  $\Delta H_{vap}$  för bensen till 30.8 kJ / mol och  $\Delta H_{vap}$  för toluen till 33.5 kJ/mol i det aktuella temperaturintervallet. ( 6p )

8. Enligt nedanstående figur ( fig. a ) är ytspänningen för en saltlösning högre än ytspänningen för rent vatten. Orsaken till denna effekt är att koncentrationen av joner är lägre i närheten av gränsytan mot luft än i bulklösningen, se figur b.



- a. Ytspänningen för en vatten – NaCl lösning vid 20 °C,

- b. Koncentrationsprofilen i lösningen vid gränsytan luft - saltvatten.

Ansätt att koncentrationen av joner i ytskiktet närmast gränsytan mot luft kan skrivas som:

$$c_+(x) = c_-(x) = ( 1 - \exp(-x / L_\alpha) ) \cdot c_{\text{NaCl, bulk}}$$

Där parametern  $L_\alpha$  är ett karakteristiskt avstånd för den aktuella lösningen och  $x$  är avståndet till gränsytan.

Använd data från figur a för att beräkna värdet på parametern  $L_\alpha$ . Tänk på att  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  ger lika stora bidrag till ytspänningens koncentrationsberoende och ansätt att lösningen är ideal. ( 6p )

9. Ett mineralprov är placerad i en saltlösning bestående av  $\text{H}_2\text{O}$  samt

20 mM  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 5 mM  $\text{NaCl}$  och 3 mM  $\text{CaCl}_2$

På en plan del av mineralytan uppmättes att den elektriska ytpotentialen är  $-50$  mV.

Beräkna

- a) Saltlösningens jonstyrka ( 1p )  
 b) Debye längden i lösningen ( 2p )  
 c) Koncentrationen av  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  och  $\text{SO}_4^{2-}$  vid mineralytan. ( 3p )

Saltlösningens temperatur är  $5^\circ\text{C}$  och vid denna temperatur är lösningens dielektricitetskonstant,  $\epsilon_r = 85.9$ .

Värdet på Faradays konstant,  $F$ , är  $96485$  C / mol och

värdet på permittiviteten i vakuum,  $\epsilon_0$ , är  $8.854 \cdot 10^{-12}$  C<sup>2</sup> · m<sup>-1</sup> · J<sup>-1</sup>.