

Tentamen KFKA10 Termodynamik och ytkemi, 2022-01-10

Tillåtna hjälpmedel: Miniräknare, utdelat formelblad och tabellblad.

Godkänt-del A (endast svar): max 14 poäng.

Godkänt-del B (motiveringar krävs): max 26 poäng.

Högrebetygs-del C: max 40 poäng.

För godkänt krävs 30 poäng (av 40) på del A+B.

Högre betyg avgörs av den sammanlagda poängen på del A+B+C.

Anonymkod:

Personlig identifierare:

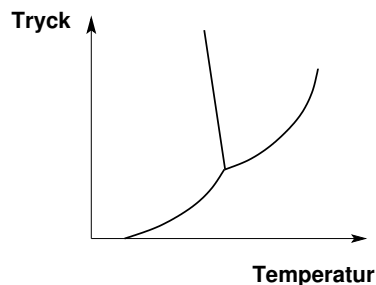
Godkänt-del A (uppgift 1–5)

På denna del krävs endast svar. Svara direkt på provbladet. Om du skriver online-tenta och inte kan skriva ut provbladet måste du göra det tydligt exakt vilka svar du ger. Det är ingen skillnad på att svara fel eller att inte svara. Poängen på varje uppgift ges av angiven maxpoäng minus antalet felaktiga/saknade svar, men kan inte bli negativ.

1. Ett visst ämne har det schematiska fasdiagrammet nedan. Vad gäller för det ämnet?

- (a) Högre tryck leder till att smältpunkten
 stiger sjunker
- (b) Detta beror på att den molära volymen för vätskefasen är
 högre än för fasta fasen lägre än för fasta fasen

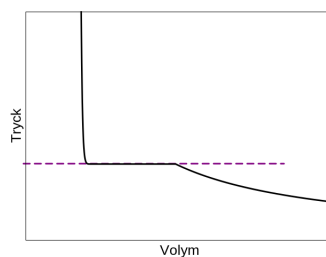
(1 p)



2. Den heldragna linjen i diagrammet nedan visar hur trycket beror på volymen för en mol av ett rent ämne vid en viss temperatur T . Vilket tryck är markerat med en streckad linje i diagrammet?

- Ångtrycket vid T
 Det kritiska trycket
 Standardtrycket
 Det osmotiska trycket

(1 p)



3. I denna uppgift använder vi den vanliga konventionen, alltså att q är positivt när värme tillförs till systemet och att w är positivt när arbete utförs på systemet. Ange om följande storheter (för systemet) är positiva, negativa eller noll när en ideal gas expanderar...

(a) ...isotermt och reversibelt:

	positiv	negativ	noll
q	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
w	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ΔU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Δp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ΔT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ΔS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(b) ...adiabatiskt och reversibelt:

	positiv	negativ	noll
q	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
w	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ΔU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Δp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ΔT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ΔS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(5 p)

4. Två vattenlösningar av NaCl med olika koncentration (1 M respektive 2 M) är separerade av ett typiskt semipermeabelt membran. Vi tar endast hänsyn till transport genom membranet, alltså ingen avdunstning etc.

(a) Vad händer med antalet vattenmolekyler på 1M-sidan?

- ökar minskar ändras inte

(b) Vad händer med antalet natriumjoner på 1M-sidan?

- ökar minskar ändras inte

(1 p)

5. Ange för vart och ett av följande påståenden om det är sant eller falskt.

sant falskt

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | I en spontan process för ett system vid konstant tryck och temperatur ökar Gibbs energi. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Vid +10°C är den kemiska potentialen för flytande vatten högre än den kemiska potentialen för is. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Om attraktiva krafter dominerar mellan molekylerna i en gas så är kompressionsfaktorn $Z < 1$. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Kokpunkten för en vattenlösning av salt är högre än kokpunkten för rent vatten vid samma tryck. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Ångtrycket över ett fast ämne sjunker när temperaturen ökar. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Ångtrycket utanför en liten vattendroppe är större än över en plan vattenyta. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Kapillärstigningen blir högre ju större diameter röret har. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Ett emulgeringsmedel består oftast av amfifila molekyler. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | En suspension blir mer stabil (varaktig) ju högre energibarriären i $G(s)$ -kurvan är. |

(6 p)

Godkänt-del B (uppgift 6–11)

På denna del ska slutsatser motiveras och beräkningar redovisas. Tag för vana att alltid göra en rimlighetsbedömning.

6. Mängden 0.300 mol syrgas, $O_2(g)$, värms under konstant tryck (1 bar) från temperaturen $20.0^\circ C$ till $50.0^\circ C$. Beräkna q , w , ΔU , ΔH och ΔS för processen. Du får anta att värmekapaciteten, som du finner i tabellsamlingen, är oberoende av temperaturen och att gasen är ideal. (5 p)
7. För ett visst ämne A är den normala kokpunkten $67.0^\circ C$. Ångtrycket vid $49.0^\circ C$ uppmättes till 36.7 kPa. Beräkna ångbildningsentalpin för A om den får antas vara konstant i temperaturintervallet $49-67^\circ C$. (3 p)
8. Beräkna entropiändringen när 2.00 mol metanol genomgår följande förångningsprocess vid 338.2 K, vilket är den normala kokpunkten för metanol. Ideal gas får antas. Observera att sluttrycket inte är samma som starttrycket.
 $CH_3OH(l, 338.2 K, 1 atm) \longrightarrow CH_3OH(g, 338.2 K, 0.1 atm)$ (5 p)
9. Betrakta reaktionen
 $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$
(a) Beräkna reaktionskvoten Q för ett utgångsläge där $p_{HCl} = 0.840$ bar, $p_{H_2} = 0.100$ bar och $p_{Cl_2} = 0.060$ bar.
(b) Beräkna jämviktskonstanten vid $25^\circ C$ utifrån tabelldata och förutsäg om reaktionen går åt vänster eller höger utifrån utgångsläget i a-uppgiften. (5 p)
10. Vätskorna A och B bildar ideala lösningar. Vid temperaturen $25^\circ C$ är ångtrycket över 3.00 mol ren A 14.2 kPa. Om vi tillsätter 2.00 mol B sjunker (totala) ångtrycket till 12.6 kPa.
(a) Beräkna molbråket för A i ångan över lösningen.
(b) Beräkna ångtrycket över ren B vid samma temperatur. (5 p)
11. (a) Rita en skiss av en vattendroppe på ett hydrofilt material (men där droppen ändå ligger kvar) och markera kontaktvinkeln θ .
(b) Beräkna kontaktvinkeln om ytspänningen mellan materialet och luft är 79.0 mN/m och ytspänningen mellan materialet och vatten är 22.4 mN/m. Ytspänningen för vatten är 72.8 mN/m. (3 p)

Högrebetyg-del C (uppg 12–15)

Denna del behöver göras för att uppnå betygen 4 eller 5. *Observera* att det 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 antaganden och beräkningar redovisas. Tag för vana att alltid göra en rimlighetsbedömning.

12. Vi återvänder till den kemiska reaktionen i uppgift 9.

- (a) Beräkna jämviktskonstanten vid 2000 K utifrån tabelldata. Du får anta att $\Delta_r C_p^\ominus$ är oberoende av temperaturen (men för full poäng får du inte anta att $\Delta_r H^\ominus$ eller $\Delta_r S^\ominus$ är oberoende av temperaturen).
- (b) Om vi startar med utgångsläget i uppgift 9a, beräkna partialtrycken av de olika gaserna då jämvikt inställt sig vid 2000 K i en behållare med volymen 1.00 liter.

(10 p)

13. Vi undersöker fasdiagrammet för ett okänt ämne A med molmassan 174 g/mol. Vid den normala smältpunkten 302.0 K är smältentalpin 8.10 kJ/mol och vätskan har densiteten 862 kg/m³ och det fasta ämnet 922 kg/m³.

- (a) Bestäm smältpunkten för ämne A vid trycket 1000 bar om både smältentalpin och densiteterna får antas vara oberoende av tryck och temperatur.
- (b) Du vill nu undersöka hur bra approximationen konstant vätskedensitet verkligen var. Du tar därför reda på att vätskans utvidningskoefficient är $1.70 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ och att vätskans isoterma kompressibilitet är $3.70 \cdot 10^{-9} \text{ Pa}^{-1}$. Om dessa två parametrar får antas vara konstanta, beräkna vätskans densitet i den punkt du bestämde i a-uppgiften.

(10 p)

14. Tabellen nedan visar hur ångtrycket över en vattenlösning av ett icke-joniskt ämne B varierar med molbråket för B, x_B , vid en viss temperatur. Tryckbidraget från B(g) är försumbart. Låt oss ansätta följande samband mellan aktivitetsfaktorn $\gamma_{\text{H}_2\text{O}}$ och x_B :

$$\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = e^{x_B \cdot (ax_B + b)}$$

där a och b är konstanter som kan bestämmas genom anpassning. Detta uttryck är valt för att garantera att $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1$ då $x_B = 0$, oavsett värdena på a och b .

- (a) Beräkna aktivitetsfaktorn $\gamma_{\text{H}_2\text{O}}$ för lösningarna i tabellen och avgör om de attraktiva interaktionerna mellan vattenmolekylerna och B-molekylerna är starkare eller svagare än vad som antas i en ideal lösning.
- (b) Bestäm a och b med hjälp av linjär regression. *Ledning: Första punkten ger ångtrycket över rent vatten; ta bort den punkten när du gör anpassningen för att undvika numeriska problem.*
- (c) Använd det nyss framtagna sambandet för att beräkna fryspunkten för en vattenlösning med $x_B = 0.25$. (Om du inte har löst b-uppgiften så använd aktivitetsfaktorn för den starkaste lösningen i tabell X, eller för färre delpoäng antag idealt utspädd lösning.)

(10 p)

x_B	p (kPa)
0.00	3.100
0.05	2.892
0.10	2.613
0.20	1.933
0.30	1.251

15. Två vattenlösningar av en anjonisk surfaktant med koncentrationen 10.0 mM respektive 12.0 mM har ytspänningen 40.4 mN/m respektive 36.0 mN/m mot luft, då temperaturen är 20°C. Vi förutsätter att för båda dessa lösningar har mätnad uppstått i gränssytan (så att de har samma ytöverskott) men ingen micellbildning.

- (a) Bestäm ytöverskottet Γ .
- (b) Du tar 0.020 milliliter av den starkaste lösningen (konc. 12.0 mM) och blåser en såpbubbla av den. Hur mycket måste du blåsa upp bubblan innan alla surfaktantmolekyler ligger vid ytan, d.v.s. hur stor måste bubblans radie vara för att den adsorberade mängden surfaktant ska vara lika med den totala mängden surfaktant i den uttagna volymen? För att underlätta beräkningarna behöver du inte ta hänsyn till att koncentrationen i såpfilmen (och därmed även ytöverskottet) ändras när surfaktantmolekyler adsorberas, utan du kan räkna med att Γ hela tiden är lika med värdet du beräknade i a-uppgiften.

(10 p)