



### Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
K E 0 2 7 G	T 1 0 0	2 0 1 8 - 0 3 - 1 6
Kursnamn	Kemi GR (B), Kemisk jämvikt och kemiska analysmetoder	
Provnamn	Kemisk jämvikt	
Ort	Sundsvall	
Termin	V18	
Ämne	Kemi	

# MITTUNIVERSITETET

Avdelningen kemiteknik

Håkan Edlund 070-5251519

## Tentamen

2018-03-16

Studiekurs:	Kemi, Ke027G, 12 hp
Program/Kurs	Kemisk jämvikt och kemiska analysmetoder
Moment:	Teori, kemisk jämvikt
Skrivtid:	5 timmar
Hjälpmedel:	Miniräknare, linjal, bifogade tabeller och periodiskt system
Maxpoäng	60 poäng
Observera:	För godkänd tentamen krävs att samtliga lärandemål är uppfyllda samt minst 50% av poängen.

Lämna in tydliga och utförliga beräkningar och motiveringar så att tankegången kan följas och skriv ditt namn/kod på varje blad som lämnas in. Endast en uppgift per blad och skriv endast på en sida av varje blad.

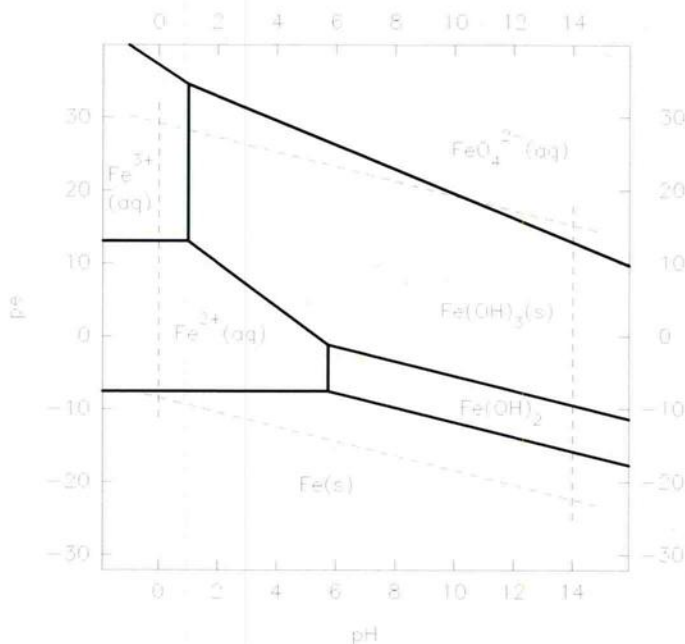
Tänk på att redovisa enheter i uppgifter med beräkningar och att använda korrekt antal värdesiffror.

**LYCKA TILL !**

### Uppgift 1.

Nedan ser vi järns Pourbaixdiagram. De streckade linjerna är de teoretiska gränserna för vattens dominansområde.

- Vad händer om man utsätter en järngryta för matlagning, vad ska man i första hand använda järngrytan till, lutfisk eller att koka citronsaft?, och varför gör du det val du gör? 1p
- I vilket/vilka oxidationstal kan man vänta sig hitta järn i naturen? 1p
- Om jag oxiderar järn till det högsta oxidationstalet som är möjliga enligt detta diagram, vilket oxidationstal får jag då för järn?, visa hur du beräknar det. 2p



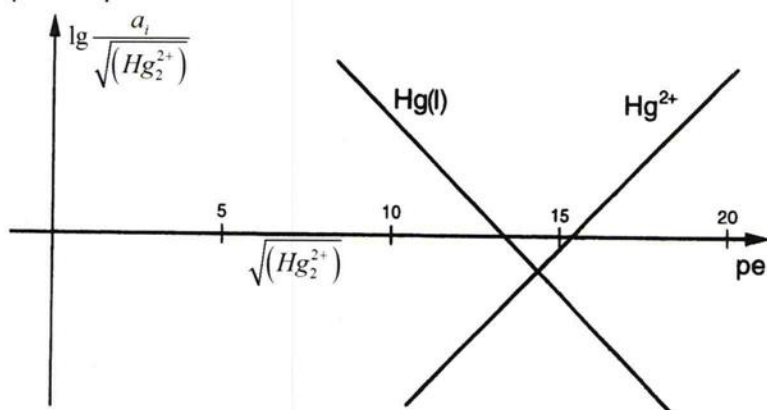
- Beräkna  $pe$  när man doppar ett järnbleck (rent järn) i järn(II)jonlösning med koncentrationen  $0.01 \text{ M Fe}^{2+}$ .  $\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Fe}(s)$  ;  $K_r = 1,31 \cdot 10^{-15} \text{ M}^{-1}$  2p
- En cellreaktion för en vanlig Daniel cell skulle kunna vara 2p  
 $\text{Fe}(s) + \text{Cu}^{2+}(aq) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(aq) + \text{Cu}(s)$

Beräkna jämviktskonstanten mellan de två jonslagen. Ekvationerna finns i listan och använd normalpotentialvärdestabellen.

- f) Här har vi ett logaritmiskt redoxdiagram för kvicksilver, med  $\sqrt{Hg_2^{2+}}$  som referens, vad är det som diagrammet beskriver?

Kvicksilver har olika giftverkan då man inandas kvicksilverånga respektive råkar äta kvicksilvermetall. I den starkt oxiderande miljön i lungorna (högt  $pe$ ) oxideras kvicksilvermetall till kvicksilverjoner medan detta inte är möjligt i magsäcken där  $pe$  är nära noll; och då tycks man klara sig.

Vilken av kvicksilverformerna  $Hg(l)$ ;  $\sqrt{Hg_2^{2+}}$ ;  $Hg^{2+}$ ; dominerar, är stabila, vid ett specifikt  $pe$ .

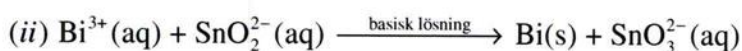


2p

### Uppgift 2.

- a) Balansera dessa två redoxformler, använd oxidationstal och visa dina uträkningar så fullständigt som möjligt, tänk på att även totaladdningarna på vänster respektive högerled också ska vara i balans. I (i) har vi en sur vattenlösning, i (ii) har vi en basisk vattenlösning?

2x3p

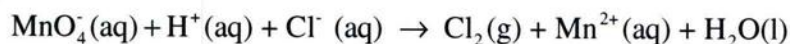
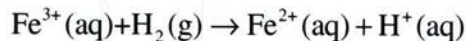


- b) Man delar upp interaktioner mellan oladdade molekyler i en lösning efter hur starka interaktionerna är och där brukar vi prata om vätebindningar som den starkaste av dem alla, beskriv de 3 svagare interaktionerna efter styrkeordning. (Ledtråd, vätebindningar är ett specialfall av en av de tre interaktionerna), rita gärna i dina beskrivningar.

2p

- c) Bestäm med hjälp av normalpotentialer för respektive halvcellsreaktion om följande reaktioner sker spontant.

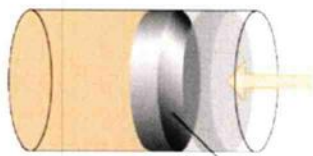
2p



K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Sn Pb H Cu Ag Pt Au

### Uppgift 3.

En cylinder innehåller 0,2 mol Ar(g) i 2,0 liter vid 25 °C.



- a) Beräkna arbetet som utförs om gasen expanderar ytterligare 1,0 liter mot ett yttre tryck på  $1,0 \cdot 10^5$  Pa. 1p
- b) Vad blir entropiförändringen när ett prov kvävgas med volymen 20,0 liter och 5 kPa värms från 20 °C till 400 °C. (den molära värmekapaciteten för kvävgas vid konstant volym är  $C_{V,m} = 20,81 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 3p
- c) Beräkna entalpiförändringen,  $\Delta H^\circ$ , vid propansyntes,  $\text{C}_3\text{H}_8$ , när kol och vätgas reagerar. Det är svårt att mäta entalpiförändringen för denna reaktion men förbränningsentalpierna för reaktionerna nedan är lätta att få tag i så använd dessa.
- (a)  $\text{C}_3\text{H}_8(g) + 5 \text{O}_2(g) \rightarrow 3 \text{CO}_2(g) + 4 \text{H}_2\text{O}(l)$   $\Delta H^\circ = -2220 \text{ kJ}$
- (b)  $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$   $\Delta H^\circ = -394 \text{ kJ}$
- (c)  $\text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$   $\Delta H^\circ = -286 \text{ kJ}$  3p
- d) Clausius Clapeyrons ekvation uttrycker sambandet mellan tryck och temperatur vid en fasövergång och har man ångtrycket vid två olika temperaturer så går det att räkna ut både  $\Delta H_{\text{vap}}^\circ$  och  $\Delta S_{\text{vap}}^\circ$  från ekvationen. Ångtrycket för diklormetan ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) vid 24,1 °C är 53,3 kPa och ångbildningsentalpin  $\Delta H_{\text{vap}}^\circ$  är +28,7 kJ/mol. Beräkna kokpunkten för diklormetan vid ångtrycket 70,00 kPa. Använd SI-enheter och formeln finns på formelbladet. 3p

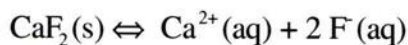
### Uppgift 4.

Löslighetsprodukter och aktivitetsfaktorer

- a) Beskriv hur du måste gå tillväga för att räkna ut lösligheten för strontiumsulfat  $K_s(\text{SrSO}_4) = 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ M}^2$  i rent vatten när du ska använda aktivitetsfaktorer. 2p
- b) Beräkna löslighetsprodukten för koboltjodat  $\text{Co}(\text{IO}_3)_2$  vid 20 °C
- b.1. **Utän** hänsyn tagen till aktivitetsfaktorer saltets löslighet är 1,2 g per 100 ml vatten. 2p
- b.2. **med** hänsyn tagen till aktivitetsfaktorer, börja med att räkna ut aktivitetsfaktorerna för  $a_{\text{Co}^{2+}}$  respektive  $a_{\text{IO}_3^-}$  3p
- b.3. diskutera kort skillnaden i dina svar i 1.1. och 1.2. 1p
- c) 50 ml av en lösning som innehåller  $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  av det lättlösliga saltet  $\text{BaCl}_2(\text{aq})$  blandas med 50 ml av ett annat lättlösligt salt  $\text{K}_2\text{SO}_4$  med koncentrationen  $5,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$  vid 25 °C. Kommer  $\text{BaSO}_4$  som är ett svårlösligt salt att fällas ut? Vid 25 °C är  $K_s(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-11} \text{ M}^2$ . 2p

### Uppgift 5.

- a) Kalciumfluorid,  $\text{CaF}_2$ , är ett svårösligt salt med  $K_s(\text{CaF}_2) = 3,9 \cdot 10^{-11} \text{ M}^3$ , vad händer med kalciumfluoridens löslighet i vatten om vi tillsätter 0,1 M saltsyra, HCl. Förklara så ingående som möjligt utifrån jämviktsekvationerna nedan.  $K_a(\text{HF}) = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  3p



- b) Beräkna entropiförändringen för sönderfallet av calcite (kalciumkarbonat),  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  använd tabellen för standard entropiförändringar enligt nedan.

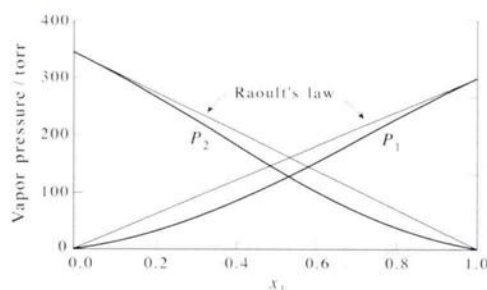
Standard Molar Entropies at 25°C ( $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ )*					
Substance	$S_m^\circ$	Substance	$S_m^\circ$	Substance	$S_m^\circ$
Gases		Liquids		Solids	
ammonia, $\text{NH}_3$	192.4	benzene, $\text{C}_6\text{H}_6$	173.3	calcium oxide, CaO	39.8
carbon dioxide, $\text{CO}_2$	213.7	ethanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	160.7	calcium carbonate, $\text{CaCO}_3^{\dagger}$	92.9

Resonera kring det tecken du får på det beräknade värdet,  $\Delta S_m^\circ$ . 3p

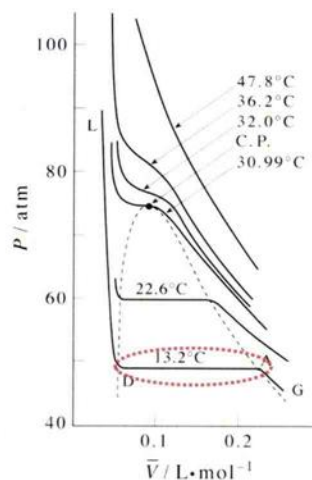
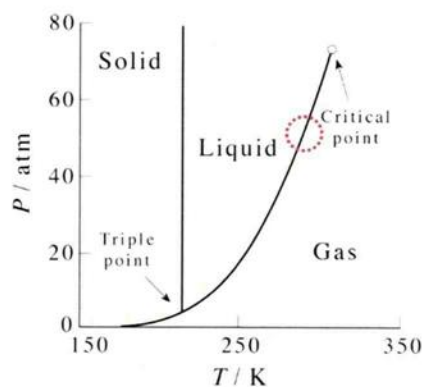
- c) 0,113 g bensen ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), förbränns i ett överskott av syrgas, ( $\text{O}_2$ ), i en konstantstrycks kalorimeter med en värmekapacitet,  $C_{\text{cal}}$ , på 551 J/°C. Temperaturen ökar med 8,6 K, beräkna  $\Delta H$  för reaktionen. Ett delsteg är att skriva en korrekt balanserad reaktionsformel för den fullständiga förbränningen av bensen där det bildas koldioxid och vatten. 4p

### Uppgift 6.

- a) Här har vi ett exempel på en negativ avvikelse från Raoult's lag i en blandning av triklorometan ( $\text{HCCl}_3$ ) och Aceton ( $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ ).
- Vad betyder det att vi har en negativ avvikelse?
  - Hur kan man observera detta i denna blandning
  - Ge ett exempel på en blandning där det faktiskt sker en kemisk reaktion och vi har en negativ avvikelse från Raoult's lag. 3p



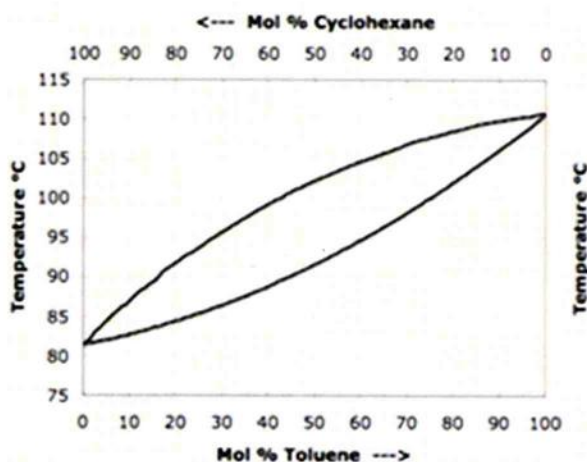
- b) Här nedan har vi koldioxids fasdiagram till vänster, och flera tryck-molvolymsotermier i det högra diagrammet. I det vänstra fasdiagrammet är en punkt markerad som korresponderar till isotermer vid 13.2 °C (i det högra).
- Beskriv vad som händer när vi går från  $G \rightarrow A$ ,  $A \rightarrow D$  och slutligen  $D \rightarrow L$ . 3p



c) Beskriv hur ett ytaktivt ämne ser ut, nämna några områden där ytaktiva ämnen används och vad kallas det aggregat som ytaktiva ämnen brukar bilda i en vattenlösning, här syftas det på den typ som "först" bildas, alltså vid lägsta ytaktiva ämnets koncentration. Det kan bildas olika typer av aggregat vid högre koncentrationer av ytaktiva ämnen i en vattenlösning, kan du beskriva några av dessa faser. 2p

d) Nedan ser vi en kokpunkt – sammansättningskurva för Toluén (kpt 110,6 °C) och Cyklohexan (kpt 80,7 °C). 2p

- i) Vilken kokpunkt har en 90/10 blandning av toluen/cyklohexan?
- ii) Om vi samlar upp det som kondenserar från den kokande 90/10 blandning vilken sammansättning och kokpunkt har den blandningen?
- iii) ...och om vi gör om allt ytterligare en gång vad får vi för sammansättning och kokpunkt på den blandningen?



**Uppgift 7** (extra uppgift som ger bonuspoäng, betyder alltså att ni kan få ihop mer än 100% på tentan).

- i) Jag fick frågan om varför det var en tvåa i jonstyrkeformeln  $I = \frac{1}{2} \sum_i c_i z_i^2$  och fick ta mig en liten funderare, men svaret är ganska enkelt...ja vad är svaret. (2 bonuspoäng)

# Formelsamling till tentamen i kemisk jämvikt

Tabell 2. Redoxpar ordnade efter normalpotentialvärden vid + 25 °C

Oxform		REDFORM	Normalpotential /V
Li <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	Li	-3,05
K <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	K	-2,92
Ba <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Ba	-2,90
Ca <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Ca	-2,87
Na <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	Na	-2,71
Mg <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Mg	-2,37
Al <sup>3+</sup>	+ 3 e <sup>-</sup>	Al	-1,66
Mn <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Mn	-1,18
2 H <sub>2</sub> O	+ 2 e <sup>-</sup>	2 OH <sup>-</sup> + H <sub>2</sub>	-0,83
Zn <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Zn	-0,76
Cr <sup>3+</sup>	+ 3 e <sup>-</sup>	Cr	-0,74
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> + 8 H <sup>+</sup>	+ 8 e <sup>-</sup>	3 Fe + 4 H <sub>2</sub> O	-0,49 (pH = 7)
Fe(OH) <sub>2</sub> + 2 H <sup>+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Fe + 2 H <sub>2</sub> O	-0,46 (pH = 7)
Fe <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Fe	-0,44
Cd <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Cd	-0,40
PbSO <sub>4</sub>	+ 2 e <sup>-</sup>	Pb + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0,36
Ni <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Ni	-0,25
Sn <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Sn	-0,14
Pb <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Pb	-0,13
Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Cu + 4 NH <sub>3</sub>	-0,05
<b>2 H<sup>+</sup></b>	<b>+ 2 e<sup>-</sup></b>	<b>H<sub>2</sub></b>	<b>0</b>
S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	2 S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	+0,09
Cu <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Cu	+0,34
Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	Ag + 2 NH <sub>3</sub>	+0,37
2 H <sub>2</sub> O + O <sub>2</sub>	+ 4 e <sup>-</sup>	4 OH <sup>-</sup>	+0,40
I <sub>2</sub>	+ 2 e <sup>-</sup>	2 I <sup>-</sup>	+0,54
Fe <sup>3+</sup>	+ e <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	+0,77
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	2 Hg	+0,79
Ag <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	Ag	+0,80
Hg <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	Hg	+0,85
Br <sub>2</sub>	+ 2 e <sup>-</sup>	2 Br <sup>-</sup>	+1,07
O <sub>2</sub> + 4 H <sup>+</sup>	+ 4 e <sup>-</sup>	2 H <sub>2</sub> O	+1,23
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> + 14 H <sup>+</sup>	+ 6 e <sup>-</sup>	2 Cr <sup>3+</sup> + 7 H <sub>2</sub> O	+1,33
Cl <sub>2</sub>	+ 2 e <sup>-</sup>	2 Cl <sup>-</sup>	+1,36
Au <sup>3+</sup>	+ 3 e <sup>-</sup>	Au	+1,50
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 8 H <sup>+</sup>	+ 5 e <sup>-</sup>	Mn <sup>2+</sup> + 4 H <sub>2</sub> O	+1,51
Au <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	Au	+1,68
PbO <sub>2</sub> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4 H <sup>+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	PbSO <sub>4</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	+1,69
S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	2 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+2,01
F <sub>2</sub>	+ 2 e <sup>-</sup>	2 F <sup>-</sup>	+2,87

Jonernas koncentration är  
1 mol/dm<sup>3</sup> och trycket är  
101,3 kPa.









