

Cursus: BSc 1; Fysische en Anorganische Chemie
Cursus code: SK-BFYAN13
Examen: Deel Anorganisch
Datum: woensdag 3 februari, 13:30-16:30
Duur: 2,5 uur (+30 min extra tijd)
Plaats: Educatorium – Theatron/Megaron

Belangrijk

- De toets bestaat uit vier opgaven die alle vier even zwaar meetellen in het eindresultaat. Verdeel goed je tijd over de opgaven.
- Maak bij opgave 1 en opgave 4 gebruik van je laptop en daarbij alleen van het computerprogramma 'HSC-9'.
- De uitwerkingen komen zowel op papier als op je harde schijf (maak een speciale map aan en geef die als naam: achternaam+studentennummer). Geef ook op papier de namen aan van de bestanden die je opslaat op schijf.
- Kom naar voren om de antwoorden in te leveren. Lever de antwoorden op papier in samen met de tentamenvragen en kladpapier (als je dat hebt gebruikt). Plaatjes moeten ingeleverd worden als HSC grafiek (dat kan via Save Chart in HSC of als screenshot inclusief de taakbalk met tijd. Screenshots kun je maken via de Snipping Tool). Lever ook een screenshot van de inputtabel of de input file in.
- Als er al meer dan 2 studenten klaarstaan om het tentamen in te leveren bij de assistenten, wacht dan even op je plaats voordat je opstaat om het tentamen in te leveren.
- Beantwoord elke vraag op een apart vel en schrijf je naam en studentnummer op elk vel
- Leg het antwoord van elke vraag uit

Algemene tentamen regels

- Alle elektronische apparaten (inclusief mobiele telefoons) moeten uit staan, behalve in dit geval de laptop waarop alleen het programma HSC mag draaien. Zorg dat je dit programma goed draaiend hebt voor aanvang van het tentamen.
- Jassen en tassen op de grond.
- Steek je hand op als je naar het toilet moet. Eén persoon tegelijkertijd. Laat je mobiele telefoon zichtbaar op je tafel achter voordat je gaat
- Steek je hand op als je een vraag hebt over het examen, extra papier, etc.
- Niet opvolgen van de instructies van de surveillant kan leiden tot uitsluiting van het tentamen
- Bij verdenking van fraude zal het tentamen onmiddellijk ingenomen worden. De surveillant zal optreden volgens de Tentamenreglementen en de Examencommissie en de Onderwijsdirecteur binnen een dag schriftelijk op de hoogte stellen.
- Nadat je het cijfer hebt gekregen zal de docent je laten weten hoe je de antwoorden in kunt kijken.

SUCCESS!

Petra de Jongh, Maaïke van Ittersum, Matt Peerlings, Yuang Piao en Henrik Rodenburg

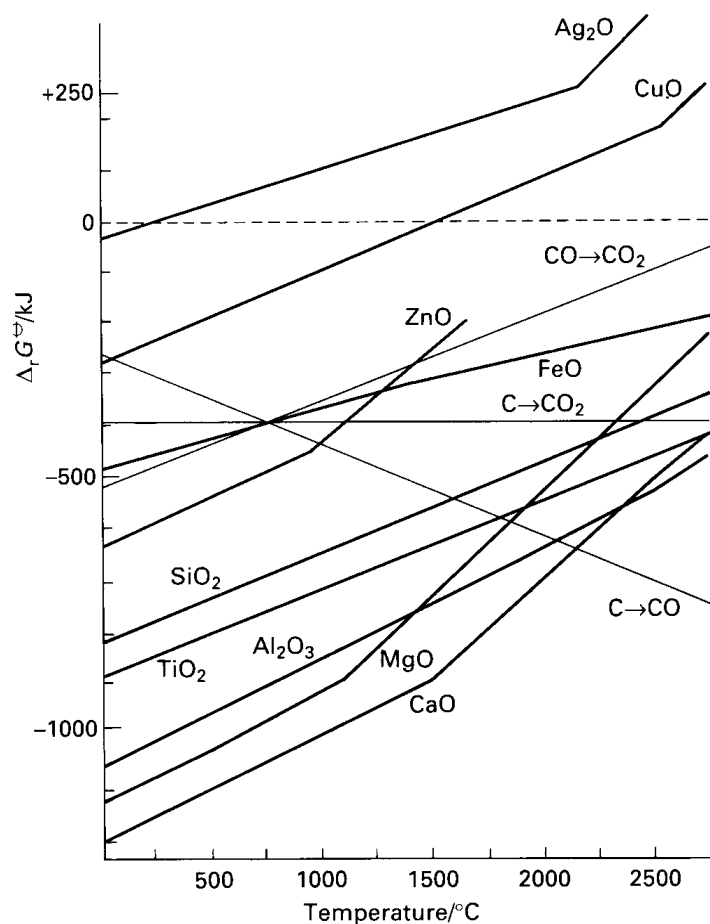
Opgave 1

De productie van zuiver silicium is van groot belang voor de elektronica-industrie. Silicium kan worden geproduceerd door de reductie van SiO_2 met koolstof.

- a. Maak een berekening met 'HSC Chemistry for Windows' voor de reactie van SiO_2 met C tot Si en CO(g) . Ga uit van 1 kmol SiO_2 en 2 kmol C en een druk van 1 bar en neem voor SiO_2 , Si en C aan dat het vaste stoffen zijn en blijven. Bereken het evenwicht van de reactie over het temperatuurgebied van 25–3000 °C. Sla zowel de inputfile als de verkregen grafiek op op de harde schijf. Bij welke temperatuur kan - volgens deze berekening met HSC - SiO_2 voor 90% worden omgezet in Si?
- b. Als nevenreactie bij de behandeling van SiO_2 met C wordt soms ook siliciumcarbide (SiC) gevormd. Ga uit van 1 kmol SiO_2 en 2 kmol C en een druk van 1 bar, en neem ook voor SiC aan dat het een vaste stof is en blijft. Maak een berekening met HSC voor de reactie van SiO_2 met C tot Si, SiC en CO(g) , over het temperatuurgebied van 25–3000 °C, en sla weer inputfile en grafiek op. Welke temperatuur is nu nodig voor een opbrengst van Si van 90%?
- c. Om de vorming van SiC te beperken wordt altijd een overmaat SiO_2 gebruikt in de reactie met koolstof. Maak een berekening van deze reactie met HSC (neem ook SiC mee in de berekening), sla weer de inputfile en grafiek op. Welke temperatuur is nu nodig voor een opbrengst van Si van 90%? Leg uit waarom een overmaat van SiO_2 de vorming van Si bij andere temperaturen mogelijk maakt.

Opgave 2

Ga uit van bijgaand **Ellinghamdiagram (en niet van HSC)** en beantwoord de volgende vragen.



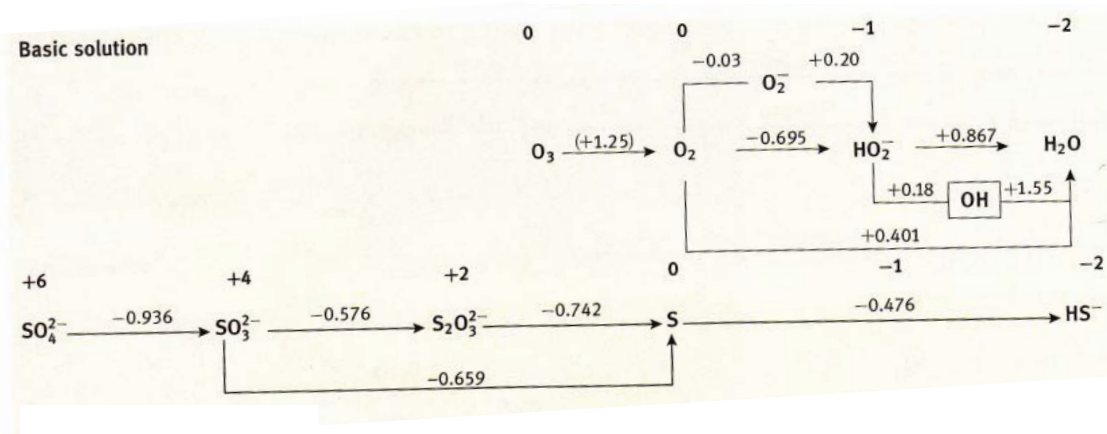
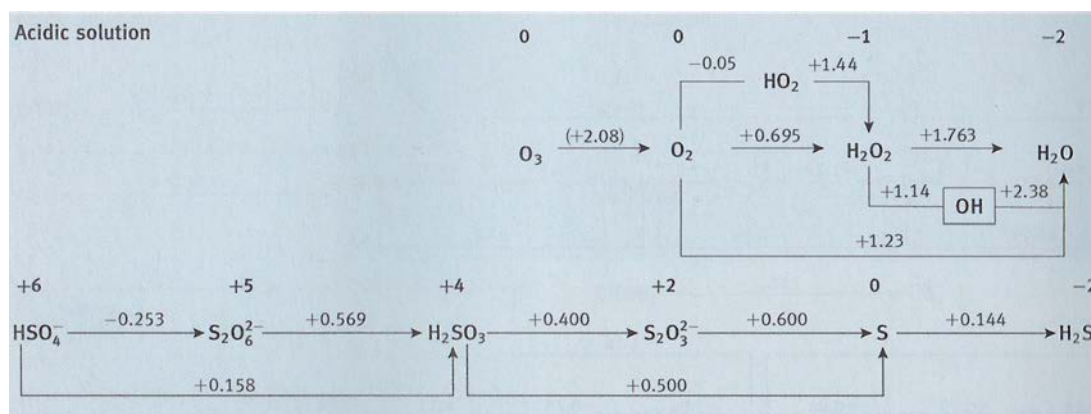
- Geef de reactievergelijking van TiO_2 met C tot Ti en CO. Bij welke temperaturen kan deze reactie optreden? Leg je antwoord uit.
- Bij welke temperaturen is het thermodynamisch mogelijk om TiO_2 te reduceren met Mg tot Ti? Geef hiervoor ook de reactievergelijking.
- De curve van MgO vertoont een knik. Geef de ontledingsreactie van MgO. Leg uit waarom de helling bij lagere temperaturen kleiner is dan bij hogere temperaturen. Gebruik hierbij de vergelijking die de verandering in Gibbs vrije energie voor de ontledingsreactie geeft.
- Welke reactie tussen Fe en CO(g) is thermodynamisch mogelijk bij 250°C ? Geef de reactievergelijking en licht je antwoord toe.

Opgave 3

Maak bij deze opgave gebruik van de Latimerdiagrammen van zwavel en zuurstof bij pH=0 en pH 14 (zie onderaan deze opgave). Verder is gegeven dat $(RT/F)\ln 10 = 0.059 \text{ V}$ bij $T=298 \text{ K}$, en de standaard reductiepotentiaal voor de reductie van zuurstof tot water is $+ 1.23 \text{ V}$. Ga indien niets vermeld staat uit van standaard omstandigheden (1 M concentraties van opgeloste ionen, 1 bar druk van gasen en 298 K).

- Thiosulfaat, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, kan in zuur milieu spontaan disproportioneren. Geef de twee halfreacties die optreden bij respectievelijk de oxidatie en reductie van thiosulfaat in zuur milieu.
- Schrijf de totale disproportioneringsreactie voor thiosulfaat in zuur milieu op, en bereken de standaard reductiepotentiaal voor deze reactie.
- Kan thiosulfaat ook spontaan disproportioneren in basisch milieu (pH=14)? Leg het antwoord uit.
- Bepaalde zwavel verbindingen worden gebruikt om voedsel langer houdbaar te maken, als "antioxidant". Bijvoorbeeld wijn bevat meestal sulfiet, H_2SO_3 (of als ion $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$). Welke totaal reactie vindt plaats tussen zuurstofgas en sulfiet in een zure waterige oplossing?
- Geef de drijvende kracht (ΔE) voor het wegvangen van zuurstof in zure oplossing bij zowel pH=0 als bij pH=2, en ook in basische oplossing (pH=14). Bij welke van deze drie pH's is het wegvangen van zuurstof het meest gunstig? Leg het antwoord uit met behulp van de berekende ΔE .

Latimerdiagram van zwavel & zuurstof, in zuur en basische milieu (Shriver and Atkins):



Opgave 4

Teken een E-pH diagram met koper als hoofdelement met een molaliteit van 1 mol.kg⁻¹ en een temperatuur van 25 °C en een druk van 1 bar. Neem de volgende verbinding/ionen mee: Cu, CuO, Cu₂O en Cu²⁺(aq).

- Sla het E-pH diagram met bijbehorende 'input file' op.
- Geef de halfreactie (in de reductievorm) die hoort bij de bovenste stippellijn in het E-pH diagram.
- Geef de halfreactie (in de reductievorm) die hoort bij de onderste stippellijn in het E-pH diagram.
- Geef de halfreactie in de reductievorm die hoort bij de lijn Cu²⁺/Cu₂O. Verklaar waarom deze lijn een positieve helling heeft.
- Metallisch koper wordt in een basische oplossing (pH=10) gebracht waarna zuurstof door de oplossing wordt geborreld. Wat is onder deze omstandigheden de thermodynamisch meest stabiele vorm van koper? Licht je antwoord toe.

		Group																	
		I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII
Period	1	1 H																	2 He
	2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
	3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
	4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
	5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
	6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
	7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
	8	119 Uun																	
	* Lanthanides			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
** Actinides			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		