

Toets Anorganische Chemie

Cursus Fysische en Anorganische Chemie

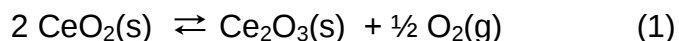
27 januari 2017, 13:30-15:30 uur
Educatorium Beta

Opmerkingen vooraf

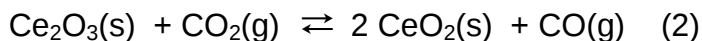
- 1 De toets bestaat uit **vier opgaven** die alle vier even zwaar meetellen in het eindresultaat. Verdeel goed je tijd over de opgaven.
- 2 Maak bij opgave 1 en opgave 4 gebruik van je laptop en daarbij **alleen** van het computerprogramma 'HSC Chemistry for Windows'. Het is niet toegestaan om op een andere manier je laptop te gebruiken.
- 3 De uitwerkingen komen zowel op papier (**elke opgave op een apart vel 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. Vergeet niet aan het eind van de toets om de map te kopiëren met hulp van één van de assistenten – steek je hand op als je klaar bent, dan komt een van de assistenten met een usb-stick naar je toe.
- 4 Leg je collegekaart gereed voor registratie.
- 5 Zet je mobiele telefoon uit.
- 6 Heel veel succes!!

Opgave 1

Er wordt momenteel veel onderzoek gedaan om $\text{CO}_2(\text{g})$ om te zetten in $\text{CO}(\text{g})$ om zodoende brandstoffen en chemische producten uit CO_2 te kunnen maken in plaats van uit aardolie. Er wordt daarbij gebruik gemaakt van ceriumoxide en zonlicht in een zogenaamde thermochemische cyclus. Daarin zijn twee stappen van belang. De eerste is dat bij zeer hoge temperatuur de reactie



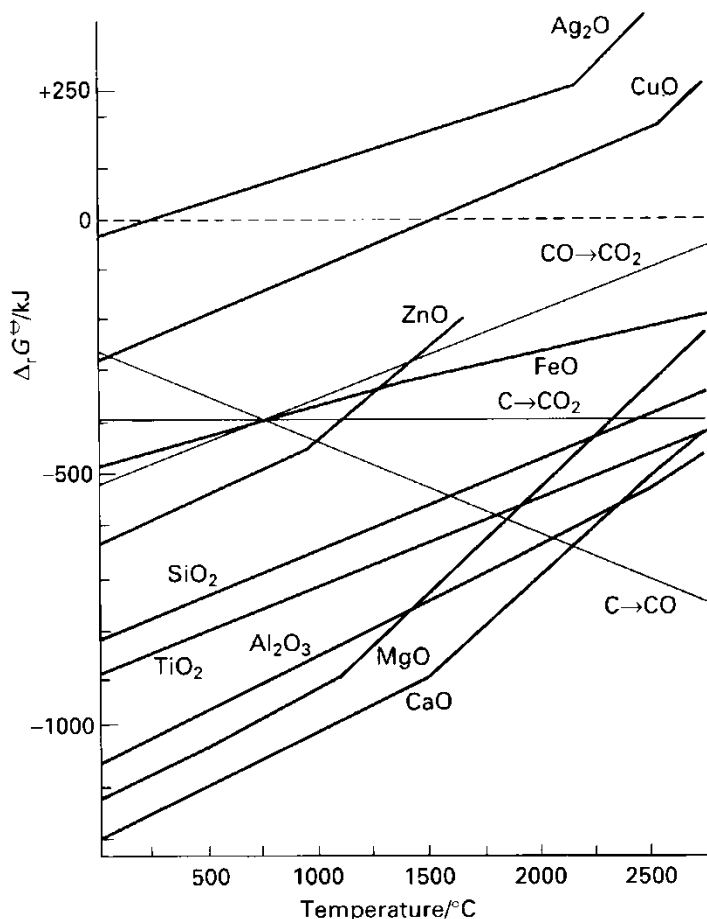
wordt aangedreven door hitte uit zonlicht. In een tweede stap wordt dan het verkregen Ce_2O_3 gebruikt om CO_2 om te zetten in CO volgens de reactie



- Bereken met HSC Chemistry for Windows bij welke temperaturen de omzetting van CeO_2 volgens reactie (1) kan plaatsvinden voor 90% of meer. Ga bij de berekening uit van 2 kmol CeO_2 en een druk van 0.2 bar. Maak een grafiek met de evenwichtshoeveelheden als functie van de temperatuur. Sla de inputfile voor de berekening en de relevante grafiek op.
- Op basis van de grafiek in figuur 1 en/of chemisch inzicht: is reactie (1) endotherm of exotherm? Verklaar kort je antwoord.
- Voor de tweede stap wordt $\text{CO}_2(\text{g})$ in contact gebracht met Ce_2O_3 . Bereken de evenwichtshoeveelheden voor reactie (2) als functie van de temperatuur in het temperatuurgebied 25 – 2500 °C. Ga daarbij uit van 1 kmol Ce_2O_3 en 1 kmol CO_2 bij een druk van 1 bar. Sla inputfile en grafiek op.
- Om reactie (2) bij 500 °C te laten verlopen wordt voorgesteld om de reactie bij hogere druk uit te voeren. Wat vind je van dit voorstel? Verklaar je antwoord in 1-2 zinnen.

Opgave 2

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



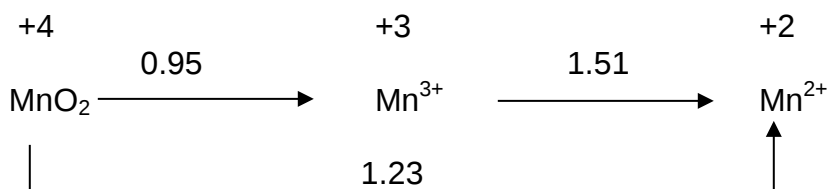
- Bij welke temperaturen kan SiO_2 worden gereduceerd tot Si met behulp van koolstof? Geef ook de bijbehorende reactievergelijking.
- Geef de reactievergelijking van CaO met C tot Ca en CO. Geef duidelijk de aggregatietoestanden aan van alle verbindingen in de reactievergelijking.
- Bij welke temperaturen kan de reactie van CaO met C tot Ca en CO optreden? Leg je antwoord uit in enkele regels.
- Teken op je uitwerkpapier een Ellinghamdiagram voor de reactie $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ waarbij gegeven is dat voor deze reactie $\Delta H^\circ = -480 \text{ kJ} \cdot \text{mol}_{\text{O}_2}^{-1}$ en $\Delta S^\circ = -120 \text{ J} \cdot \text{mol}_{\text{O}_2}^{-1} \text{K}^{-1}$. Schat uit de grafiek af of bereken bij welke temperaturen waterdamp substantieel kan ontleden tot waterstof en zuurstof.

Opgave 3

Maak bij deze opgave gebruik van het Latimerdiagram van mangaan bij pH=0 (zie onderaan deze opgave). Verder is gegeven dat $(RT/F)\ln 10 = 0.059$ V bij $T = 298$ K en dat $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23$ V.

- Geef de halfreactie voor de reductie van MnO_2 tot $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$.
- Bereken met behulp van de Nernstvergelijking de reductiepotentiaal (E) van $\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}$ bij pH=7 en $[\text{Mn}^{2+}] = 0.010$ M.
- $\text{Mn}^{3+}(\text{aq})$ is thermodynamisch niet stabiel bij pH=0 wat betreft de mogelijke reactie met water. Geef de halfreacties en de totaal-reactie; bereken ook de drijvende kracht (ΔE^0) bij standaardomstandigheden en toon aan dat $\text{Mn}^{3+}(\text{aq})$ met water kan reageren.

Latimerdiagram van mangaan – zuur milieu (pH=0)



Opgave 4

Teken met HSC een E-pH diagram met cerium (Ce) als hoofdelement met een molaliteit van 1.00 mol.kg^{-1} , een temperatuur van 298 K en een druk van 1 bar. Neem de volgende verbindingen/ionen mee: Ce, $\text{Ce}^{3+}(\text{aq})$, $\text{CeO}^+(\text{aq})$, CeO_2 en $\text{Ce}(\text{OH})_3$. Verder is gegeven dat $(RT/F)\ln 10 = 0.059$ V bij $T = 298$ K.

- Sla het E-pH diagram met bijbehorende 'input file' op.
- Geef de halfreactie die hoort bij de bovenste stippellijn in het diagram.
- Bereken de helling van de lijn tussen de stabiliteitsgebieden van CeO_2 en $\text{CeO}^+(\text{aq})$. Gebruik hierbij de Nernstvergelijking. Verklaar ook nog kwalitatief waarom deze lijn steiler is dan de onderste stippellijn in het diagram.
- Wat is het thermodynamisch stabiele reactieproduct als we Ce-metaal in water brengen bij pH=2 terwijl er geen zuurstof aanwezig is? Geef de bijbehorende reactievergelijking van cerium met water.