



- 1 a. Suiker lost goed op in water.

Verklaar dit gedrag in termen van de enthalpie en de entropie van de 'dissolution'.

- b. Voor LiF in water wordt gevonden dat  $\Delta S^0_{dissolution} = -36 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ . Voor KCl in water is  $\Delta S^0_{dissolution} = +75 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ .

Geef de verklaring voor deze waarnemingen.

- c. Teken de waterstofbruggen in de vloeistoffen HF, NH<sub>3</sub> en H<sub>2</sub>O en geef hun relatieve sterkten aan.  
d. Teken de waterstofbruggen voor Cl<sup>-</sup> en F<sup>-</sup> in water en geef hun relatieve sterkten aan.  
e. De Born-vergelijking geeft de verandering van de Gibbs energie als een ion vanuit de gasfase in een oplosmiddel wordt gebracht.

- Onder welke voorwaarde mag deze vergelijking worden toegepast?

Voor een éénwaardig ion in water wordt gevonden dat  $\Delta G^0_{solvatie} = -600 kJ mol^{-1}$  bedraagt.

- Welke waarde zal deze energie hebben voor een tweewaardig kation van dezelfde straal?

- Welke waarde zal deze energie hebben voor een tweewaardig anion van dezelfde straal?

2. - Is het mogelijk bij kamertemperatuur grafiet om te zetten in diamant?

Gegeven: de vormingsenthalpie van grafiet is 0 en die van diamant  $2 kJ \cdot mol^{-1}$ ; de standaard entropie van grafiet bij kamertemperatuur is 6 en van diamant  $2 J mol^{-1} K^{-1}$ .

- Zou het bij hogere temperatuur kunnen? Licht je antwoord toe.

3. - Geef de uitdrukking voor de molaire elektrostatistische energie in een ionenrooster.

- Hoe kan de repulsie tussen ionen daarin tot uitdrukking worden gebracht?

- Bereken de Madelung-constante voor een ééndimensionale rangschikking van ionenparen MgO.

4. Een hoeveelheid water, 2 mol, wordt bij kamertemperatuur gevormd uit waterstofgas en zuurstofgas. De vormingsenthalpie van H<sub>2</sub>O(l) bij kamertemperatuur is  $-286 kJ \cdot mol^{-1}$ . Voor de entropieën van de componenten in de standaardtoestand bij kamertemperatuur, uitgedrukt in  $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$  gelden de volgende waarden: waterstofgas 131; zuurstofgas 205 en vloeibaar water 70.

a. Is de reactie exotherm of endotherm?

b. Bereken de entropieverandering van de 'surroundings'.

c. Bereken de entropieverandering van de 'universe'.

- d. Welke waarden hebben de vormingsenthalpieën van waterstofgas en van zuurstofgas in de standaardtoestand bij kamertemperatuur?
- e. Bereken  $\Delta G^0$  van de reactie.
- f. Bereken de evenwichtsconstante van de reactie.
- g. In welke richting zal de evenwichtsconstante veranderen als de reactietemperatuur wordt verhoogd?

5. In het Haber proces wordt  $\text{NH}_3$  gemaakt uit  $\text{N}_2$  en  $\text{H}_2$ . Om een redelijke snelheid te bereiken wordt gebruik gemaakt van een ijzeroxide katalysator en gewerkt bij  $400^\circ\text{C}$ .

De vormingsenthalpie van  $\text{NH}_3$  bij kamertemperatuur bedraagt  $-46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Voor de standaard entropieën bij kamertemperatuur uitgedrukt in  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$  gelden de volgende waarden:  $\text{N}_2$ : 192;  $\text{H}_2$ : 131 en  $\text{NH}_3$ : 193. We veronderstellen dat deze waarden ook bij  $400^\circ\text{C}$  mogen worden gebruikt.

- Bereken de evenwichtsconstante bij  $400^\circ\text{C}$ .

- Is het niet verstandiger de reactie bij kamertemperatuur uit te voeren? Licht je antwoord toe.

6. De dubbele binding in propeen heeft een lengte van 134 pm, de enkelvoudige C–C binding heeft een lengte van 151 pm.

a. Beschrijf het  $\sigma$ -elektronen 'frame-work' van propeen zo volledig mogelijk.

Vergelijk propeen met butadieen (butaan met daarin twee dubbele bindingen).

b. Beschrijf butadieen door middel van MO-theorie.

c. Wat verwacht je van de C=C en de C–C bindingslengten in butadieen, in vergelijking met die in propeen?

Door van propeen een proton af te splitsen wordt het allyl anion gevormd.

d. Beschrijf allyl door middel van MO theorie.

e. Wat verwacht je van de bindingslengten in allyl vergeleken met die in propeen?