

## Tentamen Fysische Chemie

Vrijdag 30 januari, Educatorium Alpha, 17.00-20.00 uur

- 1.** Een elektrische cel levert  $w_l = 118,3$  kJ elektrische arbeid aan de omgeving. Bij dit proces komt 24,6 kJ warmte vrij, terwijl door de omgeving een volume-arbeid van 1,9 kJ op het systeem (de cel) wordt verricht.
- a. Gegeven is verder dat alle veranderingen reversibel, isotherm en isobaar verlopen. Leg kort uit wat deze drie begrippen inhouden. [8]
  - b. Bereken de verandering in  $U$ ,  $H$ ,  $S$  en  $G$  van de cel. (Bij de verandering in  $S$  mag u  $T$  in het antwoord laten staan). [12]
  - c. Vergelijk  $\Delta G$  met de grootte van  $w_l$ . Welke conclusie kunt u trekken? [5]

**2.**

- a. Een molecuul met massa  $m$  heeft een snelheid  $v$ . Geef de formule voor de kinetische energie  $E_{kin}$  voor dit molecuul. [4]
- b. Wat is het verband tussen de totale gemiddelde kinetische energie  $\langle E_{kin} \rangle$  van 1 mol moleculen en de absolute temperatuur  $T$ ? [4]
- c. Leid uit a en b de formule af voor de rms-snelheid van de moleculen. [5]
- d. Een  $N_2$  molecuul is 14 keer zo zwaar als een  $H_2$  molecuul. Bereken de verhouding tussen de rms-snelheid van een  $N_2$  molecuul en die van een  $H_2$  molecuul. [6]
- e. Een docent stelt: "Als in een stikstof gas de moleculen dezelfde gemiddelde kinetische energie hebben als in een waterstof gas, dan *moeten* de drukken in beide gassen ook gelijk zijn."  
Heeft de docent gelijk? Beredeneer uw antwoord. [7]

- 3.** Voor de verdamping van vloeibaar (l) water onder atmosferische druk van 1 atm. tot waterdamp (g) met een zekere partiële druk  $P$  kunnen we schrijven:



De temperatuur is steeds 25 °C. De waterdamp gedraagt zich ideaal.

- a. Hoe groot is  $\Delta G$  voor reactie I, als de druk  $P$  gelijk is aan de dampdruk van water ( $P^* = 0,0312$  bar) bij 25 °C? [5]
- b. Bereken het molaire volume van de waterdamp voor de dampdruk in a. [6]

- c. Bereken de evenwichtsconstante van reactie I bij 25 °C. [8]
- d. Beredeneer wat de tekens van  $\Delta H$  en  $\Delta S$  zullen zijn voor de verdamping van water (bij evenwicht). [6]

#### 4.

- a. De atmosfeer bevat zuurstof met een partiële druk van  $P_{O_2} = 0,2$  bar.  
Zuurstof lost een beetje op in water; bereken de zuurstof concentratie in gram zuurstof per liter water. [9]
- b. De dampdruk van zuiver water is  $p^* = 0,0312$  bar. Hoe groot is de dampdruk van een oplossing met daarin een molfractie  $x_s = 0,1$  aan sucrose? [7]
- c. Een sucrose oplossing bevat een sucrose concentratie van  $c = 10$  g/l. Hoe groot is de osmotische druk  $\Pi$  van deze oplossing bij  $T = 293$  K? Geef uw antwoord in bar. [8]

#### Gegevens:

$$M_{H_2O} = 18 \text{ g / mol}; M_{O_2} = 32 \text{ g / mol}$$

$$R = 8,3 \text{ J / molK}$$

$$m^3 = 10^3 \text{ L}; J = \text{Nm}; 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

Vormings Gibbs energie waterdamp bij 25 °C:  $\Delta G_{f,g}^\circ = -228,57 \text{ kJ/mol}$

Vormings Gibbs energie vloeibaar water bij 25 °C:  $\Delta G_{f,l}^\circ = -237,13 \text{ kJ/mol}$

Henry's law voor zuurstof:  $P_{O_2} = Kx_{O_2}$ ;  $K = 4,4 \text{ bar} \times 10^4 \text{ bar}$

Mol massa sucrose:  $M = 343 \text{ g mol}^{-1}$

#### Opmerking:

Bij elke vraag staat tussen haakjes het maximal aantal te behalen punten; het totale maximum is 100 punten.