

TENTAMEN FYSISCHE CHEMIE 1; 3 -2-2017

OLYMPUS Hal 1; 13.30 – 16.30

Uitwerkingen Tentamen 3-2-2017

Opgave 1

a)

Bij de kathode vindt reductie plaats: $O_2 + 2 H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

Bij de anode vindt oxidatie plaats: $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4 H_2O + 4e^-$

Dit zorgt voor de totaalreactie: $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$

b)

De maximale arbeid is gelijk aan de reversibele arbeid en hiervoor moet dus ook de reversibele cel spanning gebruikt worden.

$$\Delta G = -n F E_{rev}$$

$$\Delta G = -4 \times 96400 \text{ C/mol} \times 1.23 \text{ J/C}$$

$$\Delta G = 474 \text{ kJ/mol (per mol } O_2)$$

c)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta S = \Delta Q/T$$

$$\Delta G = \Delta H - \Delta q_{rev}$$

$$\text{Or } q_{rev} = dH - dG$$

$$\Delta q = \Delta H - \Delta G = -286 \text{ kJ/mol} - (-474 \text{ kJ/mol})$$

$$\Delta q = +188 \text{ kJ/mol}$$

Of anders:

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \text{ (alleen bij constante druk)}$$

$$\Delta H = q_e + w_e - P\Delta V + P\Delta V$$

$$\Delta H = q_e + w_e$$

$$\Delta q_e = \Delta H - w_e = +188 \text{ kJ/mol}$$

Opgave 2

a) Een molecuul met snelheid $\langle v \rangle$ ontmoet in t seconden bij benadering

$$\frac{N}{V} \langle u \rangle p d^2 t$$

andere (stilstaande) moleculen. Gebruikmakend van de ideale gaswet $pV = NkT$ vinden we de schatting:

$$z \gg \frac{p}{kT} \langle u \rangle p d^2 (\text{sec}^{-1})$$

b) - gebruik gemaakt van ideale gaswet.

- $\langle u \rangle$ is niet de exacte snelheidsmaat (rekening houden met relatieve snelheden).

- moleculen zijn geen biljartballen.

c) In dat geval verschilt enkel $\langle u \rangle \propto \sqrt{\frac{kT}{m}}$

$$p \frac{z(\text{CO}_2)}{z(\text{N}_2)} = \sqrt{\frac{M_{\text{N}_2}}{M_{\text{CO}_2}}} = \sqrt{\frac{28}{44}} = 0.80$$

d) N_2 doet niet ter zake: $\langle E \rangle = 3/2 kT$; per mol: $3/2 RT$

$$p \quad T = \frac{945 \cdot 10^3 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/molK}} \cdot \frac{2}{3} = 75,8 \times 10^3 \text{ K}$$

Opgave 3

$$\begin{aligned} pV &= nRT \quad p \quad \frac{n}{V} = \frac{P}{RT} = \frac{10^5 \text{ Nm}^{-2}}{8,31 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298 \text{ K}} \\ a) \quad &= 40.38 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} = 40.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \quad \Delta S^\circ &= 2S^\circ(\text{O}_2) + S^\circ(\text{N}_2) - 2S^\circ(\text{NO}_2) \\ &= 2 \times 205 + 192 - 2 \times 240 = 122 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \end{aligned}$$

$\Delta S^\circ > 0$ omdat 2 gasmoleculen zich in 3-en splitsen.

$$c) \quad \Delta H^\circ = -2 \Delta H_f^\circ(\text{NO}_2) = -66 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} p \quad \Delta G^\circ &= \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \\ &= -66 \text{ kJ mol}^{-1} - 298 \times 122 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \\ &= -102 \text{ kJ mol}^{-1} \end{aligned}$$

Spontane reactie (NO_2 is thermodynamisch onstabiel).

d)

$$\ln K = \frac{-\Delta G^\circ}{RT} = \frac{+102 \text{ kJ mol}^{-1}}{8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298} = +41.2$$

$$K = \exp(+41.2)$$

In equilibrium bevindt zich (vrijwel) geen NO_2 .

e) Er gebeurt niets met $K = K(T)$. Evenwichtssamenstelling zal naar links verschuiven (meer NO_2) om het aantal gasmoleculen te verminderen.

Opgave 4

a) $w_{rev} = -\int_V^{2V} p dV = -\int_V^{2V} \frac{RT}{V} dV = -RT \ln 2 < 0$ want het gas levert arbeid

b) $\Delta U = 0$: Een ideaal gas heeft enkel kinetische energie, en hangt enkel van T af.

c) $\Delta U = q_{rev} + w_{rev} = 0 \Rightarrow \Delta S = \frac{RT \ln 2}{T} = R \ln 2 \text{ (J/Kmol)}$

Opgave 5

- a) 4
- b) 1
- c) 1
- d) 3
- e) 4

