

TENTAMEN FYSISCHE CHEMIE 1; 3 -2-2017

OLYMPUS Hal 1; 13.30 – 16.30

- Vermeld NAAM en STUDENTNUMMER op ieder vel dat u inlevert.
- **Laat duidelijk zien hoe u tot ieder antwoord komt.** Laat bij een berekening zien dat u de eenheden heeft gecontroleerd.
- Boek, aantekeningen en andere hulpmiddelen zijn **niet** toegestaan, alleen pen of potlood en een rekenmachine.
- Als de tijd het toelaat: controleer al uw antwoorden (let op eenheden) – en herschrijf slecht leesbaar knoeiwerk (dat nul punten oplevert)

Achter elke deelopgave staat tussen haakjes het maximaal aantal punten; het totaal is maximaal 100 punten.

1. In een brandstofcel wordt waterstof gas geoxideerd tot water. De elektroden bevinden zich in een oplossing van kaliumhydroxide (KOH) in water.

a) Welke reactie vindt plaats aan de kathode, en welke aan de anode? Wat is de netto celreactie? (6)

b) De (reversibele) cel spanning blijkt gelijk te zijn aan $E = +1,23 \text{ V}$. Hoeveel elektrische arbeid kan de cel maximaal produceren? (6)

c) De enthalpieverandering voor de celreactie is $\Delta H = -286 \text{ kJ/mol}$. Hoeveel warmte q produceert de cel als deze reversibel stroom levert? (6)

2. a) Leidt af dat de botsingsfrequentie z , op een gegeven gas molecuul, in een gas met druk p en temperatuur T ongeveer gelijk is aan:

$$z \approx \frac{p}{kT} \langle u \rangle \pi d^2$$

Hierin is d de botsingsdiameter, k de constante van Boltzmann en $\langle u \rangle$ de gemiddelde moleculaire snelheid. (7)

b) Noem tenminste twee redenen waarom de formule bij a) een schatting is en geen exacte waarde. Motiveer uw antwoord. (5)

c) Bereken de verhouding tussen de botsingsfrequentie $z(\text{CO}_2)$, op een gekozen CO_2 molecuul, in puur koolstofdioxide gas, en de botsingsfrequentie $z(\text{N}_2)$ in puur stikstof gas. Gegeven is dat *enkel* de mol massa's van de twee gassen verschillend zijn; alle overige parameters zijn voor beide gassen gelijk. (6)

- d) De benodigde energie voor de dissociatie van een N_2 molecuul is 945 kJ/mol. Maak een schatting van de temperatuur T die minimaal nodig is voor N_2 moleculen om elkaar door onderlinge botsingen te ontleden. Geef duidelijk aan waar u deze schatting op baseert. (6)

3. In een afgesloten reactievat vindt de volgende gasreactie plaats:



Het vat wordt op een constante temperatuur van $T = 298 \text{ K}$ gehouden.

- a) Als de partiële druk van stikstof in het vat gelijk is aan $p_{N_2} = 1 \text{ bar}$, hoe groot is dan de stikstofconcentratie in mol per liter? Neem aan dat het stikstof zich ideaal gedraagt. (5)
- b) Bereken de entropieverandering ΔS° voor reactie 1 in de standaard toestand. Wat is het teken voor ΔS° en waarom? (5)
- c) Bereken ΔG° van reactie 1, en geef commentaar op het teken. (7)
- d) Bereken de evenwichtsconstante K van reactie (1) en geef commentaar op de evenwichtssamenstelling in het reactievat. (6)
- e) Beredeneer wat er met de evenwichtsconstante K en de evenwichtssamenstelling gebeurt als de totale druk in het reactievat wordt verhoogd. (5)

4) Een ideaal gas met druk p zet bij constante temperatuur T uit van volume V naar volume $2V$. De volume expansie is een reversibele expansie.

- a) Leidt een formule af voor de door het gas geleverde volume arbeid *per mol* gas. Verklaar het teken van deze arbeid. (7)
- b) Hoe groot is de energie verandering ΔU door de expansie, en waarom? (6)
- c) Bereken uitgaande van de formule $\Delta S = q_{\text{rev}} / T$ de entropie verandering per mol gas door de volume expansie; u mag 'R' in het antwoord laten staan. Welke eenheid heeft ΔS ? (7)

5) Er is altijd maar 1 juiste optie bij de volgende meerkeuzevragen; geef het nummer van de juiste optie *zonder toelichting*. (2 pt per juiste keuze).

a) Een niet-spontane reactie-

- 1) is altijd exotherm
- 2) heeft een katalysator nodig om te kunnen plaatsvinden
- 3) is per definitie een langzame reactie
- 4) kan enkel plaatsvinden door energietoevoer

b) Een systeem in evenwicht-

- 1) kan geen enkele vorm van arbeid leveren
- 2) is ook altijd in evenwicht met de omgeving
- 3) doet de totale entropie toenemen
- 4) reageert niet op een druk verandering

c) Een irreversibele reactie –

- 1) gebeurt spontaan
- 2) vermindert de totale entropie
- 3) is een opeenvolging van evenwichtstoestanden
- 4) is altijd exotherm

d) Het kookpunt van zout water-

- 1) is lager dan van zuiver water
- 2) is gelijk aan die van zuiver water
- 3) is hoger dan van zuiver water
- 4) neemt af met toenemende zoutconcentratie

e) De osmotische druk van een oplossing van 1 g NaCl/L is-

- 1) iets kleiner dan
 - 2) even groot als
 - 3) veel kleiner dan
 - 4) groter dan
- de druk van een oplossing van 1 g glucose/L.(2)

Gegevens

Vormings enthalpie en (absolute) entropie van enkele gassen onder standaardcondities:

	$\Delta H_f^\circ / \text{kg mol}^{-1}$	$S^\circ / \text{JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	$M / \text{g mol}^{-1}$
O ₂	0	205	32
N ₂	0	192	28
NO ₂	33	240	46

$$N_{AV} = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} ; R = 8,31 \text{ J/mol.K} ; 0,00^\circ \text{C} = 273,15 \text{ K}$$

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

$$\text{Wet van Nernst: } E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q ; F = 9,65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

$$\text{Ook geldt: } E = -\frac{\Delta G}{nF}$$

Het kwadraat van de gemiddelde moleculaire snelheid is:

$$\langle u \rangle^2 = \frac{8kT}{\pi m}$$

