

TENTAMEN FYSISCHE CHEMIE 1 ; 22 -1-2016

Educatorium-alpha ; 17.00 – 20.00

- 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 geen punten oplevert)

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

1. 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 ΔG voor reactie (1), als de druk p gelijk is aan de dampdruk van water bij 25° C? (5)
- b) Bereken de *thermodynamische* evenwichtsconstante van reactie (1) bij 25° C. (7)
- c) Beredeneer wat de tekens van ΔH en ΔS zullen zijn voor de verdamping van water (bij evenwicht). (5)

- 2 a) Het verbreken van een O-H binding kost circa 463 kJ/mol. Laat met een berekening zien of water bij het kookpunt van 100° C thermisch zal ontleden of niet. (8)
- b) Bereken de gemiddelde snelheid $\bar{v}$, van watermoleculen bij een temperatuur van $T = 25^\circ \text{C}$ in 1) waterdamp met een druk van 1 bar en in 2) vloeibaar water met een dichtheid van 1 gram/cm^3 (7)

c) Welke *totale* afstand in kilometers legt een watermolecuul af door thermische beweging ($T = 25^\circ \text{C}$) in 1 uur? (7)

3. Een elektrische cel verricht een elektrische arbeid $w_e = -118,3 \text{ kJ}$ op de omgeving. Bij dit proces komt $24,6 \text{ kJ}$ warmte vrij, terwijl door de omgeving een volume-arbeid van $1,9 \text{ kJ}$ 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. (6)

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). (8)

c) Vergelijk ΔG met de grootte van w_e . Welke conclusie kunt u trekken? (4)

4. 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 cel reactie? (6)

b) De (reversibele) cel spanning blijkt gelijk te zijn aan $E = +1,23 \text{ V}$. Hoeveel elektrische arbeid kan de cel maximaal produceren? (8)

c) De enthalpieverandering voor de celreactie is $\Delta H = -286 \text{ kJ/mol}$. Hoeveel warmte q produceert de cel als deze reversibel stroom levert? (8)

5 a) Een ballon heeft bij $20,00^\circ \text{C}$ een volume van $1,000 \text{ liter}$ en een druk van $1,000 \text{ atm}$. Door de ballon tegen een wand te drukken wordt het volume reversibel gehalveerd bij $20,00^\circ \text{C}$. Bereken de volumearbeid die op de ballon wordt uitgeoefend. (8)

b) Bepaal de entropieverandering die hoort bij het proces van opgave 5a). Neem aan dat het gas in de ballon zich *ideaal* gedraagt. (7)

c) Bepaal de enthalpieverandering van het ideale gas in de ballon voor het proces van opgave 5a) (6)

Gegevens

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} ; m = \text{molecuulmassa} ; k = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$\text{Molmassa water : } M = 18,0 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

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

$$\text{Dampdruk van water bij } T = 298 \text{ K is } p^* = 3,2 \times 10^3 \text{ Pa} = 0,032 \text{ bar} ;$$

$$\Delta G_f^0 \text{ (waterdamp)} = -228,57 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_f^0 \text{ (vloeibaar water)} = -237,13 \text{ kJ/mol}$$

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

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

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

Nb: de energieverandering van een ideaal gas voor een isotherm proces is gelijk aan nul.