

Fysische Chemie en Kinetiek 2007-2008

Deeltentamen 01 **8 juli 2008, 14:00-17:00**

Naam:

Studentnummer:

Dit is de enige originele versie van jouw tentamen. Het bevat dit voorblad en de opgaven. Waar nodig word je verwezen naar BlackBoard voor additionele digitale bestanden.

Gebruik kladpapier om jouw antwoord uit te werken alvorens de essentiële berekeningen, waarden, schetsen of redenering over te nemen op dit origineel.

Lever alleen het origineel in bij de docent. Digitale bestanden lever je in via de DROPBOX in BlackBoard.

Laat zien wat je weet, zelfs als je niet zeker bent van het antwoord! SUCCES!

Resultaten:

Opgave 1	Opgave 2	Opgave 3
/20	/30	/30

Totaal:

/80

Eindcijfer:

OPGAVE 1 KINETISCHE THEORIE VAN GASSEN (20 punten totaal)

De Maxwellvergelijking geeft de snelheidsverdeling van moleculen in de gasfase.

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{M}{2\pi RT} \right)^{3/2} v^2 e^{\left(-\frac{Mv^2}{2RT} \right)}$$

In een gasaansteker zit een mengsel dat vooral bestaat uit propaan, butaan en methylpropaan. De kookpunten van deze gassen zijn respectievelijk 231, 273 en 261 K en hun molaire massa's zijn 44, 58 en 58 g/mol. Onder de verhoogde druk in de aansteker ontstaat een evenwicht van vloeistoffen en gassen bij kamertemperatuur.

- a) (2 punten) Als de ontsluiting van een aansteker wordt ingedrukt expandeert het mengsel naar 1 atm. Hoeveel moleculen zitten er bij deze omstandigheden dan ongeveer in 1 cm³?
- b) (3 punten) De gemiddelde diameter van een propaan molecuul is 5.08 Å. Eén van de aannames van de kinetische gastheorie is dat "de afstand tussen moleculen in de gasfase erg groot is". Laat door berekening zien dat dit bij deze omstandigheden voor propaan klopt.
- c) (4 punten) Gebruik Maple of Excel om de snelheidsverdelingen van C₃H₈ en C₄H₁₀ gezamenlijk in één grafiek weer te geven bij kamertemperatuur.

Stuur de Excel of Maple file in via de DROPBOX met jouw naam en "1c" in de filenaam.

- d) (3 punten) Gebruik Maple om aan te tonen dat de gemiddelde snelheid (*average speed*, v_{ave}) gelijk is aan $\sqrt{(8RT/\pi M)}$. De gemiddelde snelheid wordt gegeven door

$$v_{ave} = \int_0^{\infty} v f(v) dv$$

Stuur de Maple file in via de DROPBOX met jouw naam en "1d" in de filenaam.

- e) (5 punten) Als het expanderende gasmengsel bestaat uit 1/3 propaan, 1/3 butaan en 1/3 methylpropaan, welke deeltjes hebben dan de hoogste botsingsfrequentie in dit mengsel? Bereken die hoogste botsingsfrequentie.
De diameters voor butaan en methylpropaan zijn respectievelijk 5.00 en 5.34 Å.

$$z_{11} = \left(\frac{P_1 N_A}{RT} \right) \sigma \sqrt{2} \left(\frac{8kT}{\pi M_1} \right)^{0.5} \quad z_{12} = \left(\frac{P_2 N_A}{RT} \right) \sigma \left(\frac{8kT}{\pi \mu} \right)^{0.5}$$

- f) (3 punten) Bereken de gemiddelde vrije weglengte, λ , voor een C_3H_8 molecuul onder deze omstandigheden.

$$\lambda = \frac{v_{ave}}{\sum z}$$

OPGAVE 2 MENGSELS/ELECTROLYTEN (30 punten totaal)

- a) (4 punten) Schrijf de wet van Raoult in formulevorm en geef de voornaamste aanname die deze wet maakt.
- b) (5 punten) Twee vluchtige vloeistoffen A en B hebben een dampdruk van respectievelijk $P^*_A = 110$ Torr en $P^*_B = 48.6$ Torr. Bij een mengsel van de twee vloeistoffen zien we een dampfase ontstaan bij een druk van 73.8 Torr. Neem aan dat de wet van Raoult geldt en bereken de fraktie van A in het mengsel, x_A .
- c) (5 punten) Bereken de osmotische druk in een cel met een totale concentratie aan opgeloste stof van 0.4 mol per liter, als deze cel wordt ondergedompeld in puur water. Neem aan dat de celwants permeabel is voor water, maar niet voor de opgeloste stoffen.
- d) (2 punten) Waarom is het gevaarlijk gedemineraliseerd water te drinken?

- e) (5 punten) De Born vergelijking voor de solvatatie energie van een ion wordt gegeven door:

$$\Delta G_{solv}^o = \frac{z^2 e^2 N_A}{8\pi\epsilon_0 r} \left(\frac{1}{\epsilon_r} - 1 \right)$$

Geef de betekenis van de verschillende symbolen [$\epsilon_0=8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ J}^{-1} \text{ m}^{-1}$; $e=F/N_A$ (F =Faraday constante= 96485 C mol^{-1} , N_A is de constante van Avogadro)]. Neem een redelijke waarde aan voor de straal van een ion in water [$\epsilon_r = 78.5$] en bereken daaruit de bijbehorende solvatatie energie in kJ mol^{-1} .

- f) (4 punten) Waarom is het niet juist om de ionstralen zoals die bekend zijn uit kristalstructuren te gebruiken om de solvatatie energie volgens het Born model te berekenen?
- g) (5 punten) Waarom voorspelt de Debye-Hückel theorie activiteitscoëfficiënten die altijd kleiner zijn dan 1?

OPGAVE 3 ELEKTROCHEMIE/MASSA TRANSPORT (30 punten totaal)

In 1839 ontdekte Sir William Grove de brandstofcel door de twee elektrodes waarmee hij water aan het ontleden was, kort te sluiten.

- a) (4 punten) Wat is het verschil tussen een galvanische cel en een elektrolyse cel? Is een brandstofcel een galvanische cel of een elektrolyse cel?
- b) (6 punten) Schrijf de redox reacties die aan de elektrodes van Grove's experiment plaatsvinden. Schrijf voor beide reacties de bijbehorende Nernst vergelijking.

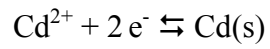
- c) (4 punten) De oxidatie van waterstof aan de anode van Grove's brandstofcel is een zeer snelle reactie. Dat betekent dat snelheid van deze reactie bijna altijd bepaald wordt de snelheid waarmee het waterstof naar de elektrode getransporteerd kan worden. Uitgaande van de wet van Fick voor de anodische limietstroomdichtheid:

$$j_L^{an} = nF(D_{Red}/\delta_{Red})C_{Red}$$

kun je de maximale stroom van een brandstofcel uitrekenen. Doe dit, waarbij je aanneemt dat de anode een oppervlak van 100 cm^2 heeft. Gegeven is verder: $D_{H_2} = 5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, en de maximale oplosbaarheid van H_2 in het elektrolyt is $0.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$. Neem zelf een redelijke waarde voor de diffusielaagdikte aan.

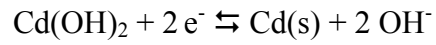
- d) (4 punten) Wat is het verschil tussen een sterk en een zwak elektrolyt?

e) (4 punten) De evenwichtspotential van de reactie



is -0.403 vs. NHE.

De evenwichtspotential van de reactie



is -0.809 V vs. NHE.

Bereken hieruit het oplosbaarheidsproduct van Cd(OH)_2 .

f) (4 punten) Geef de eerste wet van Fick en leg uit welke relatie deze wet legt.

- g) (4 punten) De oplossing van de eerste wet van Fick in 1 dimensie wordt gegeven door:

$$N(x, t) = \frac{N_0}{2A(\pi Dt)^{1/2}} \exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right)$$

Plot met Excel of Maple het aantal moleculen N op een bepaalde vaste plek $x \neq 0$ als functie van de tijd. Beschrijf de betekenis van je resultaat. Kies hierbij je waarden voor D en N_0 .

Stuur de Excel of Maple file in via de DROPBOX met jouw naam en “3g” in de filenaam.