

# Deeltentamen Fysische Chemie/Thermodynamica

Donderdag 10 april 9.00-12.00, Edu-alpha

Gegeven:

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

## Opgave 1:

Een elektrische cel verricht een elektrische arbeid  $w_0 = +118,3 \text{ kJ}$  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.

- Gegeven is verder dat alle veranderingen reversibel, isotherm en isobaar verlopen. Leg kort uit wat deze drie begrippen inhouden.
- 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).  
Vergelijk  $\Delta G$  met de grootte van  $w_0$ . Welke conclusie kunt u trekken?

## Opgave 2:

In een brandstofcel wordt waterstof geoxideerd tot water.  $\text{H}_2$  en  $\text{O}_2$  worden als toegevoerd aan de cel, die twee elektroden bevat in een waterige  $\text{KOH}$ -oplossing.

- Geef de reacties die plaatsvinden aan de anode en de kathode, en laat met een schets zien welke route de elektronen volgen.
- Vergelijk de oxidatie van  $1 \text{ mol H}_2$  tot  $1 \text{ mol water}$  door de brandstofcel, met de oxidatie door de knalgasreactie (ontsteking van een gasmengsel van  $\text{H}_2$  en  $\text{O}_2$ ). Wat is het verschil met betrekking tot  $\Delta U$  en  $\Delta G$ ? Waarom geeft men de voorkeur aan oxidatie via de brandstofcel?
- Geef de reacties die plaatsvinden aan anode en kathode voor de electrolyse van water. Wat is hier het teken van  $\Delta G$  en waarom?

## Opgave 3:

Een mengsel van  $\text{CO}(\text{g})$ ,  $\text{H}_2(\text{g})$  en  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  met partiële drukken  $P_{\text{CO}} = 10 \text{ atm}$  en  $P_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$  en  $P_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,1 \text{ atm}$  wordt bestudeerd bij een temperatuur van  $T = 500 \text{ K}$ . Voor de vorming van methanol uit  $\text{CO}$  en  $\text{H}_2$  is gegeven dat  $\Delta G^\circ = 21,21 \text{ kJ/mol}$  als  $T = 500 \text{ K}$ .

- Heeft het zin om een katalysator toe te voegen aan het mengsel om sneller methanol te vormen?
- En als drukken van  $\text{CO}$  en  $\text{H}_2$  worden gewijzigd tot  $P_{\text{CO}} = 1 \text{ atm}$ ,  $P_{\text{H}_2} = 10 \text{ atm}$ ?
- Hoe groot is de evenwichtsconstante bij  $500 \text{ K}$  voor de vorming van methanol uit  $\text{CO}$  en  $\text{H}_2$ ? Hoe groot is bij evenwicht de partiële waterstofdruk als de  $\text{CO}$ -druk en methanol-druk gelijk zijn?
- Hoe groot zijn de evenwichtsconstante  $K$  en  $\Delta G^\circ$  voor de ontleding van methanol tot  $\text{CO}$  en  $\text{H}_2$  bij  $500 \text{ K}$ ?

Opdracht 4: Meerkeuze vragen

is altijd maar *een* mogelijkheid juist. Als u meer mogelijkheden aankruist wordt de opgave fout gerekend.

Vergelijk voor een ideaal gas de warmtecapaciteit bij constant volume ( $c_V$ ), met die bij constante druk ( $c_P$ ). Welke uitspraak is juist?

- a)  $c_V$  is groter dan  $c_P$ .
- b)  $c_V$  is kleiner dan  $c_P$ .
- c)  $c_V$  is gelijk aan  $c_P$ .
- d) het verschil tussen  $c_V$  en  $c_P$  hangt van de gasdruk af.

Welke uitspraak is juist:

- a) een reductor neemt electronen op.
- b) een oxidator neemt electronen op.
- c) een oxidator staat electronen af.
- d) een reductor wordt gereduceerd.

3. Voor de entropie van een geïsoleerd system geldt:

- a) neemt altijd af.
- b) neemt altijd toe.
- c) neemt nooit af.
- d) blijft altijd constant.

4. Voor de totale energie van een gesloten geldt:

- a) blijft altijd constant
- b) neemt altijd toe
- c) neemt altijd af
- d) geen van de uitspraken a, b en c zijn juist.

5. Een niet-spontane reactie

- a) verloopt per definitie heel traag
- b) kan nooit plaats vinden
- c) kan enkel verlopen als er arbeid op wordt verricht
- d) kan enkel met behulp van een katalysator verlopen.

6. Het molaire volume van een ideaal gas met druk  $P$  en temperatuur  $T$  is gelijk aan

- a)  $RT/P$
- b)  $P/RT$
- c)  $T/RP$
- d) geen van deze drie formules is juist.

7. De enthalpie  $H$ :
- is enkel een toestandsgröotheid als de druk constant is
  - is altijd een toestandsgröotheid
  - is gelijk aan de elektrische arbeid
  - mag je enkel gebruiken bij een reversibel proces.
8. In de formule  $\Delta S = q / T$ , is  $q$
- de warmte-uitwisseling bij een spontaan proces
  - de reactiewarmte bij constante druk
  - de warmte-uitwisseling bij een reversibel proces
  - de warmte productie door een geïsoleerd systeem.
9. Voor de Gibbs-energie  $G$  geldt dat
- het totaal ervan nooit kan afnemen
  - deze enkel onder standaardcondities mag worden gebruikt
  - de verandering  $\Delta G$  gelijk is aan de entropieverandering  $\Delta S$ , als  $P$  en  $T$  constant zijn.
  - Geen van de beweringen a, b en c zijn juist.
10. Als van een reactie de  $\Delta G^0$  (bij constante temperatuur), twee keer zo groot zou worden, dan zou de evenwichtsconstante toenemen met een factor
- 2
  - 3,142
  - 7,389
  - 4

Opgave 5:

- Leidt vanuit de eerste hoofdwet en de definitie voor enthalpie  $H$ , dat  $\Delta H = q_p$ . Geef duidelijk aan welke aannames gemaakt moeten worden.
- Leg uit wat het belang is van dit resultaat voor de scheikunde.