# 3e Internationale Chemieolympiade, Boedapest, 1970, Hongarije

## Theorie

### Opgave 1

Een hoeveelheid van 23 g gas (dichtheid  = 2,05 g dm−3 bij STP) geeft bij verbranding 44 g koolstofdioxide en 27 g water.

##### Vraag

1. Geef de structuurformule van het gas (verbinding).

### Opgave 2

Men laat een monster kristallijn soda met een massa van 1,287 g reageren met een overmaat zoutzuur. Hierbij ontstaat 100,8 mL gas (STP).

Een tweede monster met andere kristallijn soda en een massa van 0,715 g wordt ontleed met 50 mL 0,1 M zwavelzuur. Als de soda volledig ontleed is, wordt de overmaat zwavelzuur geneutraliseerd. Daarvoor is 50 mL 0,1 M natronloog nodig (in een titratie met methyloranje als indicator).

##### Vraag

1. Hoeveel moleculen kristalwater bevat het eerste sodamonster per Na2CO3-deeltje?
2. Hebben beide sodamonsters dezelfde samenstelling?

relatieve atoommassa’s

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Na 23 | H 1 | C 12 | O 16 |

### Opgave 3

Koolstofmonooxide wordt gemengd met een 1,5 × zo groot volume waterdamp.

##### Vraag

1. Wat is de samenstelling van het gasmengsel zowel in massa- als in volume-% in de evenwichtstoestand als 80 % van het koolstofmonooxide omgezet wordt in koolstofdioxide?

### Opgave 4

Een legering bestaat uit rubidium en een van de andere alkalimetalen. 4,6 g van deze legering geeft met water 2,241 L waterstof bij STP.

##### Vragen

1. Welk ander alkalimetaal is een component van de legering?
2. Geef de samenstelling in massa-% van de legering.

relatieve atoommassa’s

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Li 7 | Na 23 | K 39 | Rb 85,5 | Cs 133 |

### Opgave 5

20 g koper(II)oxide reageert met een stoichiometrische hoeveelheid warm 20 % zwavelzuuroplossing tot een koper(II)sulfaatoplossing.

##### Vraag

1. Hoeveel g kristallijn koper(II)sulfaat (CuSO4⋅ 5 H2O) kristalliseert er bij afkoelen tot 20 °C?

relatieve atoommassa’s

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cu 63,5 | S 32 | O 16 | H 1 |  |

De oplosbaarheid van CuSO4 bij 20 °C is 20,9 g per 100 g water.

### Opgave 6

Een oxide van een bepaald metaal bevat 22,55 massa-% zuurstof. Een ander oxide van hetzelfde metaal bevat 50,48 massa-% zuurstof.

##### Vraag

1. Geef de relatieve atoommassa van het metaal.

## Uitwerkingen theorie

### Opgave 1

Stel het onbekende gas op **X**.

Ideale gaswet:  = 46 g mol−1

*n*(**X**) =  = 0,5 mol; *n*(CO2) =  = 1 mol; *n*(C) = 1 mol; *m*(C) = 12 g

*n*(H2O) =  = 1,5 mol; *n*(H) = 3 mol; *m*(H) = 3 g

De verbinding bevat ook zuurstof, want:

*m*(C) + *m*(H) = (12 + 3) g = 15 g < 23 g

*m*(O) = 23 g − 15 g = 8 g; *n*(O) = 0,5 mol

*n*(C) : *n*(H) : *n*(O) = 1 : 3 : 0,5 = 2 : 6 : 1

De empirische formule van de verbinding is C2H6O

C2H6O 

ethanol is onder de gegeven omstandigheden een vloeistof en dus is het onbekende gas dimethylether.

### Opgave 2

Monster A: Na2CO3⋅x H2O

*m*(A) = 1,287 g

*pV = nRT* *n*(CO2) =  = 0,0045 mol = *n*(A)

*M*(A) = = 286 g mol−1

*M*(A) = *M*(Na2CO3) + *x* ⋅ *M*(H2O)

*x* = 

Monster A: Na2CO3⋅10 H2O

Monster B: Na2CO3⋅x H2O

*M*(B) = 0,715 g

*n*(NaOH) = *c⋅V* = 0,1 mol L−1 × 0,05 L = 0,005 mol

Overmaat H2SO4: *n*(H2SO4) = 0,0025 mol

Gereageerd met B:

*n*(H2SO4) = 0,0025 mol = *n*(B)

*M*(B) = = 286 g mol−1

Monster B: Na2CO3⋅10 H2O

### Opgave 3

CO + H2O →← CO2 + H2

Aanname: *n*(CO) = 1 mol; *n*(H2O) = 1,5 mol

Na reactie: *n*(CO) = 0,2 mol; *n*(H2O) = 0,7 mol; *n*(CO2) = 0,8 mol; *n*(H2) = 0,8 mol

; 

(CO) = 0,2/2,5 = 0,08 ⇒ 8 vol% CO

(H2O) = 0,7/2,5 = 0,28 ⇒ 28 vol% H2O

(CO2) = 0,8/2,5 = 0,32 ⇒ 32 vol% CO2

(H2) = 0,8/2,5 = 0,32 ⇒ 32 vol% H2

Voor reactie: *m*(CO) = *n ⋅ M* = 1 mol ⋅ 28 g mol−1 = 28 g

*m*(H2O) = *n ⋅ M* = 1,5 mol ⋅ 18 g mol−1 = 27 g

Na reactie; *m*(CO) = 0,2 mol ⋅ 28 g mol−1 = 5,6 g

*m*(H2O) = 0,7 mol ⋅ 18 g mol−1 = 12,6 g

*m*(CO2) = 0,8 mol ⋅ 44 g mol−1 = 35,2 g

*m*(H2) = 0,8 mol ⋅ 2 g mol−1 = 1,6 g

*w*i= 

*w*(CO) = 5,6 g/55,0 g = 0,102 10,2 massa%

*w*(H2O) = 12,6 g/55,0 g = 0,229 22,9 massa%

*w*(CO2) = 35,2 g/55,0 g = 0,640 64,0 massa%

*w*(H2) = 1,6 g/55,0 g = 0,029 2,9 massa%

### Opgave 4

M − alkalimetaal

reactie: 2 M + 2 H2O → 2 MOH + H2

*n*(H2) = 0,1 mol; *n*(M) = 0,2 mol

gemiddelde molaire massa:

*M* =  = 23 g mol−1

Alleen lithium komt in aanmerking wat betreft de molaire massa’s van de alkalimetalen; de legering bestaat dus uit rubidium en lithium.

*n*(Rb) + *n*(Li) = 0,2 mol

*m*(Rb) + *m*(Li) = 4,6 g

*n*(Rb) × *M*(Rb) + *n*(Li) × *M*(Li) = 4,6 g

*n*(Rb) × *M*(Rb) + (0,2 − *n*(Rb) × *M*(Li) = 4,6

*n*(Rb) × 85,5 + (0,2 − *n*(Rb) × 7 = 4,6

*n*(Rb) =0,0408 mol

*n*(Li) = 0,1592 mol

% Rb =  = 76

% Li =  = 24

### Opgave 5

CuO + H2SO4 → CuSO4 + H2O

*n*(CuO) =  = 0,2516 mol

*n*(H2SO4) = *n*(CuSO4) = 0,2516 mol

CuSO4-oplossing verkregen door reactie:

*m*(CuSO4-oplossing) = *m*(CuO) + *m*(H2SO4-oplossing) = *m*(CuO) +  =

20 g +  = *m*(CuSO4-oplossing) = 143,28 g

massafractie CuSO4:

1. in de verkregen oplossing:

*w*(CuSO4) =  =  = 0,28

1. in verzadigde CuSO4-oplossing bij 20 °C

*w*(CuSO4) =  = 0,173

1. in kristallijn CuSO4 ⋅ 5 H2O

*w*(CuSO4) =  = 0,639

massabalans voor CuSO4:

0,639 *m*1 + 0,173 *m*2 = 0,28 *m*

*m*1 = massa kristallijn CuSO4 ⋅ 5 H2O

*m*2 = massa verz. CuSO4-oplossing bij 20 °C

*m* = massa CuSO4-oplossing verkregen bij de reactie bij hogere temperatuur

0,639 *m*1 + 0,173 × (143,28 − *m*1) = 0,28 × 143,28 ⇒ *m*1 = 32,9

De opbrengst van de kristallisatie is 32,9 g CuSO4 ⋅ 5 H2O

### Opgave 6

oxide 1: M2Ox

2 : x = 

2 : x =  (1)

oxide 2: M2Oy

2 : y = 

2 : y =  (2)

Als (1) wordt gedeeld door (2):

 = 3,5 = 

Door substitutie van x = 2 in (1) ⇒ *M*(M) = 54,95 g mo−1

M = Mn

oxide 1 = MnO

oxide 2 = Mn2O7

## Practicum

### Opgave 7

Een onbekend monster is een mengsel van 1,2 M H2SO4 en 1,47 M HCl.

Bepaal met behulp van de gegeven oplossingen en uitrusting;

1. de totale hoeveelheid zuur (in equivalenten) in 1 L oplossing.
2. de massa zwavelzuur, en ook die van waterstofchloride in 1 L monster.

### Opgave 8

Voer een kwalitatieve analyse uit van de stoffen in de genummerde reageerbuizen met de beschikbare reagentia en uitrusting. Geef ook de formules van deze stoffen.

Geef 10 reactievergelijkingen van de reacties waarmee je de analyse hebt uitgevoerd:

5 neerslagreacties

2 reacties waarbij gas vrijkomt

3 redoxreacties