# 7e Internationale Chemieolympiade, Veszprém 1975, Hongarije

## Theorie

### Opgave 1

Hoeveel g aluin, KAl(SO4)2⋅12 H2O kristalliseert uit als uit 320 g van een bij 20 °C verzadigde KAl(SO4)2-oplossing 160 g water verdampt bij 20 °C?

De bij 20°C verzadigde oplossing bevat 5,50 massa-% KAl(SO4)2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S = 32,06 | O = 16,0 | H = 1,01 | K = 39,10 | Al = 26,98 |

### Opgave 2

Een legering, gemaakt voor experimentele doeleinden, bevat aluminium, zink, silicium en koper. 1000 mg van deze legering geeft bij oplossen in zoutzuur 843 cm3 waterstof (0 °C en 101,325 kPa) en 170 mg onopgelost residu blijft achter.

500 mg van de legering geeft bij reactie met natronloog 517 cm3 waterstof (0 °C en 101,325 kPa) en nu blijft ook weer een onopgeloste fractie over.

##### Vraag

1. Bereken de samenstelling van de legering in massa-%.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Al = 26,98 | Zn = 65,37 | Si = 28,09 | Cu = 63,55 |

### Opgave 3

1500 mg van een legering die zilver, koper en chroom bevat, wordt opgelost en de oplossing met Ag+, Cu2+ en Cr3+ ionen wordt verdund tot exact 500 cm3. Van deze oplossing neemt men een tiende deel voor de verdere werkwijze:

Na verwijdering van zilver en koper wordt chroom geoxideerd volgens de (niet kloppend gemaakte) reactievergelijking

OH− + Cr3+ + H2O2 → CrO42− + H2O

Vervolgens wordt 25,00 cm3 0,100 M Fe(II)zoutoplossing toegevoegd. De volgende reactie (niet kloppend) vindt plaats:

H+ + Fe2+ + CrO42− → Fe3+ + Cr3+ + H2O

17,20 cm3 0,020 M KMnO4-oplossing is nodig voor de oxidatie van het Fe(II)zout dat (niet geoxideerd) overblijft in de oplossing volgens (niet kloppende) reactie:

H+ + Fe2+ + MnO4− → Fe3+ + Mn2+ + H2O.

Bij een ander experiment wordt 200 cm3 van de beginoplossing geëlektrolyseerd. Door nevenreacties verloopt de elektrolyse van de metalen met een rendement van 90 %. Alle drie metalen worden in 14,50 minuten kwantitatief neergeslagen bij een stroomsterkte van 2 A.

##### Vraag

1. Geef de reactievergelijkingen van de drie reacties en bereken de samenstelling van de legering in massa-%.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cu 63,55 | Ag 107,87 | Cr 52,00 |

### Opgave 4

Een 3 massa-% oplossing van methaanzuur ( = 1,0049 g cm−1) heeft een pH = 1,97.

Vraag

Met welke factor moet de oplossing verdund worden om de waarde van de ionisatiegraad met een factor tien te laten toenemen?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| H 1,01 | C 12,01 | O 16,00 |

### Opgave 5

Een bepaald aldehyd **B** volgt het aldehyd **A** op in de homologe reeks van de aldehyden. 19 g **B** wordt toegevoegd aan een oplossing met 23 massa-% **A** in water. Toevoegen van een ammoniakale zilveroplossing aan 2 g aldehydenoplossing levert 4,35 g zilverneerslag.

##### Vragen

1. Bepaal door berekening welke aldehyden werden gebruikt.
2. Geef de structuurformules van de aldehyden.

Gegeven:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C 12,01 | O 16,00 | H 1,01 | Ag 107,87 |

### Opgave 6

De evenwichtsconstante *K* van de reactie H2 + I2 →← 2 HI is bij 600 °C gelijk aan 70,0.

##### Vragen

1. Hoeveel % jood wordt omgezet tot instelling van het evenwicht, als de reagentia worden gemengd in:
2. 1 : 1 molverhouding bij 600 °C
3. 2 : 1 molverhouding bij 600 °C (de hoeveelheid waterstof is tweemaal zo groot als die van jood).
4. Hoeveel mol waterstof moet gemengd worden met één mol jood om 99 % jood om te zetten in waterstofjodide tot het evenwicht bij 600 °C bereikt is?

### Opgave 7

Een bepaalde verzadigde koolwaterstof **A** wordt door katalytische oxidatie deels omgezet in een secundaire alcohol **B** en deels in een keton **C**. Oxidatie van het keton met salpeterzuur in aanwezigheid van een katalysator geeft verbinding **D** met formule C6H10O4. Verhitten van verbinding **D** in aanwezigheid van azijnzuuranhydride geeft een keton **E** onder gelijktijdig vrijkomen van CO2 en H2O. Verbindingen **E** en **C** hebben soortgelijke structuren, maar verbinding **E** heeft een methyleengroep minder dan keton **C**. Verbinding **D** is een van de uitgangsstoffen bij de productie van een belangrijke synthetische polycondensatie vezel.

##### Vraag

1. Geef de structuurformules van verbindingen **A**, **B**, **C**, **D** en **E**.

### Opgave 8

1. Geef met een +-teken in het juiste vakje aan de moleculen aan waarvoor de beweringen links in de tabel waar zijn.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ↓bewering \ molecuul→ | C2H4 | N2H4 | H2O2 | H2F2 |
| tussen gelijke atomen is er een covalente binding |  |  |  |  |
| het molecuul heeft een dubbele binding |  |  |  |  |
| het molecuul is vlak |  |  |  |  |
| het molecuul is polair |  |  |  |  |
| in het molecuul is ook een H-brug |  |  |  |  |
| het heeft basische eigenschappen t.o.v. water |  |  |  |  |

1. De volgende bewering en tabel is onvolledig. Vul op de puntjes het ontbrekende woord en de ontbrekende formules in. Bewering:

de elektronenstructuur van de moleculen (ionen) die in de tabel onder elkaar staan zijn …………

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CH4 | C2H6 | CO32− | ……… | C2O42− | ……… |
| NH4+ | N2H62+ | ……… | NO2+ | ……… | N2 |

## Uitwerkingen theorie

### Opgave 1

1. 5,5 g  10,10 g KAl(SO4)2 ⋅ 12 H2O

(100 − 10,10) g H2O  10,10 g KAl(SO4)2 ⋅ 12 H2O

160 g H2O  x g KAl(SO4)2 ⋅ 12 H2O

x = 17,98 g KAl(SO4)2 ⋅ 12 H2O

1. alternatieve oplossing:

Stel x= massa kristallijn aluin

y = massa verz. aluinoplossing die overblijft na kristallisatie

massafractie KAl(SO4)2 in het kristalhydraat is gelijk aan 0,544 ⇒ 320 = x + y + 160 ⇒y = 160 − x

massabalans: 320⋅0,055 = x ⋅ 0,544 + (160 − x) ⋅ 0,055 ⇒ x = 17,99 g

### Opgave 2

1. HCl lost op: Al, Zn

NaOH lost op: Al, Zn, Si

 = 37,61 mmol H2 (Al, Zn)

 = 46,13 mmol H2 (Al, Zn, Si)

Uit het verschil: 8,52 mmol H2  4,26 mmol Si

*m*(Si) = 4,26 mmol ⋅ 28,09 g mol−1 = 119,7 mg ⇒ 11,97 %

*m*(Si) + *m*(Cu) = 170 mg ⇒ *m*(Cu) = 170 mg − 119,7 mg = 50,3 mg ⇒ 5,03 %

*m*(Zn) + *m*(Al) = 1000 − 170 = 830 mg

*x* mg Al   mmol H2

(830 − *x*) mg Zn   mmol H2

 +  = 37,61 (mmol H2)

*x* = 618,2 mg Al (in 1000 mg legering) ⇒ 61,82 % Al

*m*(Zn) = 830 mg − 618,2 mg = 211,8 mg (in 1000 mg legering) ⇒ 21,18 % Zn

### Opgave 3

1. vergelijkingen;

10 OH− + 2 Cr3+ + 3 H2O2 → 2 CrO42− + 8 H2O

8 H+ + 3 Fe2+ + CrO42− → 3 Fe3+ + Cr3+ + 4 H2O

8 H+ + 5 Fe2+ + MnO4− → 5 Fe3+ + Mn2+ + 4 H2O

hoeveelheid Cr:

17,20 ⋅ 0,02 = 0,344 mmol KMnO4

5 ⋅ 0,344 = 1,72 mmol Fe2+

gereageerd: 25 ⋅ 0,1 − 1,72 = 0,78 mmol Fe2+

Dat komt overeen met: 0,78/3 = 0,26 mmol Cr in 150 mg legering

*m*(Cr) = 2,6 mmol ⋅ 52 g mol−1 = 135,2 mg in 1500 mg legering ⇒ 9,013 massa-% Cr

hoeveelheid Cu en Ag: (twee mogelijke oplossingen)

1.  ⋅ 0,9 = 16,23 mF / 600 mg

*Q*(Cr) = 2,6 ⋅ 3 ⋅  = 3,12 mF

*Q*(Cu + Ag) = 16,23 − 3,12 = 13,11 mF

*m*(Cu + Ag) = 600 −  ⋅ 135,2 = 545,9 mg

*x* mg Cu + (545,9 − *x*) mg Ag

Voor neerslaan van Cu:  mF

Voor neerslaan van Ag:  mF

13,11 =  +  ⇒ *x* = 362,6

*m*(Cu) = 362,6 mg in 600 mg legering ⇒ 60,4 % Cu

*m*(Ag) = 183,3 mg in 600 mg legering⇒ 30,6 % Ag

1. *Q* = 40,575 mF / 1500 mg

*Q*(Cr) = 2,6 ⋅ 3 = 7,8 mF

*Q*(Cu + Ag) = 40,575 − 7,8 = 32,775 mF

*m*(Cu + Ag) = *m*(legering) − *m*(Cr) = 1500 − 135,2 = 1364,8 mg

Voor neerslaan van Cu:  mF

Voor neerslaan van Ag:  mF

32,775 =  +  ⇒ *x* = 906,26

*m*(Cu) = 906,26 mg in 1500 mg legering ⇒ 60,4 % Cu

*m*(Ag) = 458,54 mg in 1500 mg legering⇒ 30,6 % Ag

### Opgave 4

1.  = 0,655 

pH = 1,97; [H+] = 1,0715⋅10−2 

1 =  = 0,01636 (1,636 %)

Berekening *c*2 na verdunnen (twee mogelijke oplossingen)

a)  (1)

 (2)

Uit (1) en (2) volgt:

 =117,6

b) *K*z =  = 1,78⋅10−4

*c*2 =  = 5,56⋅10−3 mol L−1



### Opgave 5

1. Vergelijking:

RCHO + 2 Ag+ + H2O → RCOOH + 2 Ag + 2 H+

Berekening hoeveelheid stof (twee mogelijke oplossingen)

1. *n*(Ag) =  = 0,04033 mol

*n*(A) + *n*(B) = 0,020165 mol in  ⋅ 42 = 0,70588 g

1.  ⋅ 4,35 = 258,825 g Ag  2,3994 mol Ag

*n*(A) + *n*(B) = 1,1998 mol in 42 g aldehyden.

Berekening molaire massa’s (drie mogelijke oplossingen)

1.  = *n*(A) + *n*(B)
2. *m*(A) = 0,3865 g; *m*(B) = 0,3194 g

*n*(A) + *n*(B) = 0,020165 mol

*M*(A) = 30 g mol−1; *M*(B) = 44 g mol−1

1. *m*(A) = 23 g; *m*(B) = 19 g

*n*(A) + *n*(B) = 1,998 mol

*M*(A) = 30 g mol−1; *M*(B) = 44 g mol−1

1. *M*(A) = 30 + 14*n*; *M*(B) = 44 + 14*n* (g mol−1)

 = *n*(A) + *n*(B)

*n* = 0; *M*(A) = 30 g mol−1; *M*(B) = 44 g mol−1

1. *M* =  = 35 g mol−1

Als R = H, *M* = 30 g mol−1

 R = CH3, *M* = 44 g mol−1

 R = C2H5, *M* = 58 g mol−1

Bij mogelijkheid 1 en 2 ⇒ 30 < *M* < 44, mogelijkheid 2 en 3 ⇒ 44 < *M* < 58

Omdat 30 g mol−1 < 35 g mol−1 <44 g mol−1 geldt:

*M*(A) = 30 g mol−1 formaldehyd (methanal)

*M*(B) = 44 g mol−1 aceetaldehyd (ethanal)

2. A: HCHO B: CH3CHO

### Opgave 6

1 a. (twee mogelijke oplossingen)

1. [H2] = [I2] = *c* − *x*

[HI] = 2*x*

*K* = ; √*K* = ; *x* = ;  = 0,807 ⇒ 80,7 %

1. [H2] = [I2] = *c* − *c*

[HI] = 2*c*

*K* = ;√*K* = ;  = 0,807 ⇒ 80,7 %

1 b. (twee mogelijke oplossingen)

1. [H2] = 2*c* − *x*; [I2] = *c* − *x*; [HI] = 2*x*

*K* = ; *x*= 0,951 *c*;  = 0,951 ⇒ 95,1 %

1. [H2] = 2*c* − *c*; [I2] = *c* − *c*; [HI] = 2*c*

*K* = ; **= 0,951; ⇒ 95,1 %

2. [H2] = *xc* − 0,99 *c*; [I2] = *c* − 0,99 *c*; [HI] = 1,98 *c*

*K* = ; ⇒ *x* = 6,59 mol H2.

### Opgave 7

1. Algemeen: keton  carbonzuur

C6H10O4 = C4H8(COOH)2 = HOOC(CH2)4COOH

Product **D** is adipinezuur (1,6-hexaandizuur), een grondstof voor de productie van nylon.



### Opgave 8

a)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | C2H4 | N2H4 | H2O2 | H2F2 |
| 1 | + | + | + |  |
| 2 | + |  |  |  |
| 3 | + |  |  | + |
| 4 |  | + | + | + |
| 5 |  |  |  | + |
| 6 |  | + |  |  |

b) bewering: isoelektronisch

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CH4 | C2H6 | CO32− | CO2 | C2O42− | C22− |
| NH4+ | N2H62+ | NO3− | NO2+ | N2O4 | N2 |

## Practicum

### Opgave 9

In genummerde potjes zitten waterige oplossing van de volgende verbindingen: AgNO3, HCl, Ag2SO4, Pb(NO3)2, NH3 en NaOH.

Laat elke verbinding reageren met de andere en geef de formules van de verbindingen het juiste potjesnummer.

Opgelet! Andere reagentia zijn niet toegestaan. Gebruik bij de reacties niet het totale volume van de oplossingen. Een paar cm3 van de oplossing moet na je werk nog in elk potje over zijn. Je kunt het beste eerst een kladje maken, maar alleen de antwoorden, in de tabel opgetekend, worden beoordeeld.

##### Opdrachten

Noteer je waarnemingen in de vakjes van de tabel onder de diagonaal en gebruik daarbij de volgende uniforme symbolen:

|  |  |
| --- | --- |
| wit neerslag | ↓ |
| gekleurd neerslag | ↓↓ |
| vorming van een in water oplosbaar complex | [  ] |
| vrijkomen van een gas | ↑ |

Geef in de juiste vakjes boven de diagonaal de formule van het neerslag, het complexe ion of het gas dat bij de reacties bijbehorende is.

Geef op de laatste regel van de tabel de eindresultaten verkregen op basis van je experimenten.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| nummer monster | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
| formule |  |  |  |  |  |  |

### Opgave 10

In elk van de genummerde reageerbuizen zit een vaste verbinding. Het kan zijn een chloride, jodide, oxide, hydroxide, sulfide, sulfaat of carbonaat, elk gecombineerd met een van de volgende kationen: Ag+, Pb2+, Cu2+, Cd2+, Sb(V), Sn2+, Fe3+, Co2+, Ni2+, Mn2+, Cr3+, Al3+, Zn2+, Ba2+.

##### Vraag

Geef de formule van de vaste stof in elke genummerde reageerbuis. Je mag alleen de beschikbare reagentia gebruiken.

Let op! Gebruik niet de totale hoeveelheid als je de reacties uitvoert. Een kleine hoeveelheid van de stof moet in elke reageerbuis achterblijven. Alleen de resultaten, genoteerd in onderstaande tabel, worden beoordeeld.

|  |
| --- |
| verbinding |
| nr. monster | formule | nr. monster | formule |
| 1 |  | 6 |  |
| 2 |  | 7 |  |
| 3 |  | 8 |  |
| 4 |  | 9 |  |
| 5 |  |  |  |

### Opgave 11

In verzegelde ampullen vind je drie monsters. Het zijn alle drie aromatische verbindingen: een koolwaterstof, een fenol en een aldehyd.

Bepaal tot welke groep van verbindingen elk genummerd monster behoort. Doe dat met de reagentia die tot je beschikking staan.

Opgelet! Open de ampullen voorzichtig. Het is niet voldoende de ‘identificatie’ te baseren op enkel fysische eigenschappen, zoals kleur, smaak. Alleen de resultaten weergegeven in onderstaande tabel worden beoordeeld.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| nr. monster | reagens | waarneming | soort verbinding |
| 1 |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 2 |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 3 |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Opgave 12

Kristallijn natriumcarbonaat verliest een deel water bij langdurige opslag, de hoeveelheid water is dus niet constant. Na langdurige opslag heeft het een gemiddelde hoeveelheid kristalwater.

In een reageerbuis vind je een natriumcarbonaatoplossing. Hierop staat aangegeven hoeveel g Na2CO3⋅x H2O erin is opgelost.

Bepaal het kristalwatergehalte in het monster per mol natriumcarbonaat. Voer je berekening uit met een nauwkeurigheid van 0,01 mol.

##### Werkwijze

Breng de oplossing kwantitatief over in een 100 mL maatkolf en vul met demiwater (koolstofdioxidevrij door koken en afkoelen op kamertemperatuur) aan tot de maatstreep. Breng 10,00 mL over in een 100 mL erlenmeyer en verdun het tot ongeveer 30 mL met koolstofdioxidevrij demiwater. Voeg als indicator 2−3 druppels methyloranje toe en titreer met 0,1 M gestelde zoutzuur tot kleurverandering. Opgelost koolstofdioxide kan door 1−2 minuten te koken verwijderd worden. Als de kleur van de oplossing verandert naar geel, afkoelen en opnieuw titreren tot kleurverandering.

##### Vraag

Bereken het carbonaatgehalte in het monster uit het totale verbruik van 0,1 M zoutzuur.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Na 22,99 | C 12,01 | O 16,00 | H 1,01 |