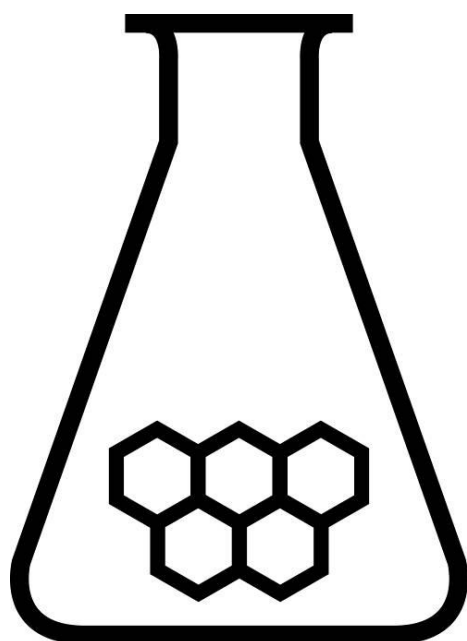


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 3 februari 2010



SCHEIKUNDE OLYMPIADE

vrije Universiteit amsterdam



- Deze voorronde bestaat uit 24 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 12 deelvragen en een antwoordblad voor de meerkeuzevragen
- Gebruik voor elke opgave (met open vragen) een apart antwoordvel, voorzien van naam
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 72 punten
- De voorronde duurt maximaal 2 klokuren
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5^e druk
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert

Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 36 punten)

normering: 1½ punt per juist antwoord (Vul bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad in.)

Let op: fout antwoord: -¼ pt; geen antwoord: 0 pt.

Vergelijken

- 1 Wat is de overeenkomst bij de volgende twee titraties: de titraties van gelijke volumes 0,25 M HNO₂ en HNO₃ oplossing met een 0,25 M KOH oplossing?
- A de begin-pH
 - B de pH bij een overmaat van 5 mL KOH oplossing
 - C de pH bij het equivalentiepunt
 - D de pH halverwege het equivalentiepunt
- 2 Wat kun je zeggen over het aantal moleculen n in een dm³ van de volgende gassen: CH₄, N₂ en CO₂ bij 1 atm en 25 °C?
- A $n_{\text{CH}_4} < n_{\text{CO}_2} < n_{\text{N}_2}$
 - B $n_{\text{CH}_4} = n_{\text{CO}_2} = n_{\text{N}_2}$
 - C $n_{\text{CO}_2} < n_{\text{CH}_4} < n_{\text{N}_2}$
 - D $n_{\text{N}_2} < n_{\text{CO}_2} < n_{\text{CH}_4}$
- 3 Iemand wil door middel van een titratie met een gestandaardiseerde base-oplossing de molaire massa van een vast zuur bepalen. In welk van de volgende gevallen krijgt hij een te lage uitkomst?
- A hij laat een luchtbel in de uitstroomopening van de buret zitten
 - B hij lost de afgewogen hoeveelheid zuur op in tweemaal de aanbevolen hoeveelheid water
 - C hij vergeet de buret te spoelen met de gestandaardiseerde base-oplossing
 - D hij voegt de helft van het aanbevolen aantal druppels indicatoroplossing toe
 - E hij weegt de helft van de aanbevolen hoeveelheid zuur af

Waterige oplossingen

- 4 49,9 g Ba(OH)₂·8H₂O wordt in water opgelost en aangevuld tot 2,50 L. Hoe groot is [OH⁻] in deze oplossing?
- A 0,0634 mol L⁻¹
 - B 0,127 mol L⁻¹
 - C 0,190 mol L⁻¹
 - D 0,634 mol L⁻¹
- 5 Welk paar is GEEN geconjugeerd zuur-basekoppel?
- A H₂CO₃ / CO₃²⁻
 - B H₃O⁺ / H₂O
 - C H₂PO₄⁻ / HPO₄²⁻
 - D HSO₄⁻ / SO₄²⁻
- 6 Hoe groot is [OH⁻] in een oplossing met pH = 11,70 (298 K)?
- A $2,0 \cdot 10^{-12}$ mol L⁻¹
 - B $1,4 \cdot 10^{-6}$ mol L⁻¹
 - C $5,0 \cdot 10^{-3}$ mol L⁻¹
 - D $7,1 \cdot 10^{-2}$ mol L⁻¹

- 7 Welk van onderstaande zouten heeft een oplosbaarheid s van $4 \cdot 10^{-6}$ M?
- A $\text{AgC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ $K_s = 2 \cdot 10^{-3}$
B MnCO_3 $K_s = 2 \cdot 10^{-11}$
C TlBr $K_s = 4 \cdot 10^{-6}$
D Zn(OH)_2 $K_s = 3 \cdot 10^{-17}$

Reacties

- 8 Bij het mengen van welke van onderstaande combinaties ontstaat een gas?
- A aluminiumnitraat(aq) en natriumchloride(aq)
B ammoniumnitraat(s) en calciumhydroxide(s)
C bariumhydroxide(aq) en 0,10 M zwavelzuur
D koper(s) en 0,10 M zoutzuur
- 9 $\text{NO(g)} \rightarrow \frac{1}{2} \text{N}_2\text{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(g)}$ reactiewarmte₁
 $2 \text{NO(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(g)}$ reactiewarmte₂
Welk van onderstaande vergelijkingen is juist?
- A reactiewarmte₁ = reactiewarmte₂
B vormingswarmte (NO(g)) = reactiewarmte₁
C vormingswarmte ($\text{N}_2\text{O(g)}$) = reactiewarmte₂
D vormingswarmte ($\text{N}_2\text{O(g)}$) = reactiewarmte₂ - 2 × reactiewarmte₁
- 10 In welke eenheid wordt de reactiesnelheid uitgedrukt?
- A $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$
B mol L^{-1}
C $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$
D mol L s^{-1}
- 11 Welke verandering verhoogt de bronspanning van de volgende cel:
 $\text{Ni(s)/Ni}^{2+}\text{(aq)} \parallel \text{Ag}^+\text{(aq)/Ag(s)}$?
- A toename van $[\text{Ag}^+]$
B toename van $[\text{Ni}^{2+}]$
C toevoeging Ni(s)
D verwijderen van Ag(s)
- 12 Elektrolyse van een hoeveelheid gesmolten metaalchloride levert 1,0 g van het metaal.
Bij welk van onderstaande metalen is de elektrolysetijd het kortst als men de metaalchloriden elektrolyseert bij een stroomsterkte van 1 A?
- A Al
B Ba
C Mg
D Na

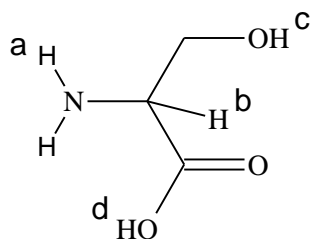
Rekenen

- 13 De atoommassa van een bepaald element is $1,71 \cdot 10^{-22}$ g.
Hoe groot is de molaire massa van dit element?
- A 101 g mol^{-1}
B 103 g mol^{-1}
C 105 g mol^{-1}
D 107 g mol^{-1}

- 14 Hoe groot is het massapercentage N in ammoniumcarbonaat, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$?
- A 14,58
 B 27,83
 C 29,16
 D 33,34
- 15 Hoeveel mol water ontstaat bij de volledige verbranding van 4,4 g C_3H_8 ?
- A 0,10
 B 0,25
 C 0,40
 D 0,80
- 16 Bij verhitten in een stroom waterstofgas ontstaat uit 10,0 g van een koperoxide 1,26 g water. Hoe groot is het massapercentage koper in dit oxide?
- A 11,2%
 B 66,6%
 C 79,9%
 D 88,8%

Structuur en eigenschappen

- 17 In welk van onderstaande moleculen komt de kortste bindingsafstand tussen twee koolstofatomen voor?
- A C_2H_2
 B C_2H_4
 C C_3H_8
 D C_6H_{12}
- 18 Hoeveel valentie-elektronen heeft een $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ion?
- A 26
 B 28
 C 30
 D 32
- 19 Welke van onderstaande stoffen heeft het hoogste smeltpunt?
- A CO
 B CO_2
 C P_2O_5
 D SiO_2
- 20 Welk H atoom van onderstaand molecuul wordt het gemakkelijkst als een H^+ ion afgesplitst?



- A H_a
 B H_b
 C H_c
 D H_d

- 21 Welk van onderstaande deeltjesparen heeft hetzelfde aantal elektronen?
- A Ar / Ca^{2+}
 - B Cl / Cl^-
 - C Fe^{2+} / Mn^{2+}
 - D Na^+ / K^+

Naamgeving

- 22 H_3CCOCH_3 stelt voor een:
- A aldehyd
 - B ester
 - C ether
 - D keton
- 23 Welke van onderstaande verbindingen heeft de grootste molaire massa?
- A benzeen
 - B hexaan
 - C 1-hexeen
 - D 1-hexyn
- 24 Welke van onderstaande karakteristieke groepen kom je nauwelijks tegen in proteïnen?
- A alcohol
 - B aldehyd
 - C amide
 - D amine

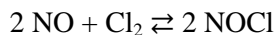
Open opgaven

(totaal 36 punten)

Opgave 2 Nitrosylchloride

(7 punten)

Stikstofmonoxide en chloor kunnen met elkaar reageren onder vorming van nitrosylchloride, NOCl. Het volgende evenwicht stelt zich in:



De reactie naar rechts is exotherm.

Men heeft 0,200 mol NO en 0,100 mol Cl₂ samengevoegd in een afgesloten ruimte van 1,0 dm³. Toen het evenwicht zich had ingesteld, bleek 85% van het Cl₂ te zijn omgezet. De temperatuur was 500 K. Bij deze temperatuur zijn alle bij het evenwicht betrokken stoffen gasvormig.

- 5p 1 Bereken de waarde van de evenwichtsconstante van het evenwicht $2 \text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NOCl}$ bij 500 K.

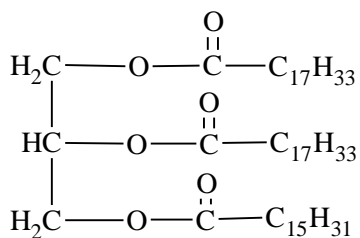
Men herhaalt het bovenbeschreven experiment bij 750 K.

- 2p 2 Leg uit of dan in de evenwichtstoestand ook 85% van het Cl₂ zal zijn omgezet of dat er meer of minder dan 85% van het Cl₂ is omgezet.

Opgave 3 Olijfolie

(12 punten)

Olijfolie is een mengsel van hoofdzakelijk glyceryltri-esters. Deze glyceryltri-esters zijn esters van glycerol (1,2,3-propaantriol) en vetzuren. In de moleculen van olijfolie zijn verzadigde en onverzadigde vetzuren veresterd. De structuurformule van een glyceryltri-ester die in olijfolie voorkomt, kan als volgt worden weergegeven:



Hierin zijn twee verschillende vetzuren veresterd.

- 2p 3 Leg mede aan de hand van de hierboven weergegeven structuurformule uit hoeveel C = C bindingen een molecuul van deze glyceryltri-ester bevat.

Door middel van een eenvoudig proefje kun je nagaan dat olijfolie onverzadigde verbindingen bevat.

- 2p 4 Geef de naam van een stof of oplossing die je aan olijfolie kunt toevoegen om aan te tonen dat olijfolie onverzadigde verbindingen bevat. Geef de waarneming bij toevoeging van deze stof of oplossing waaruit blijkt dat olijfolie onverzadigde verbindingen bevat.

Naarmate een olie langer wordt bewaard, gaan de kwaliteit en de smaak van de olie achteruit. Dit komt doordat esterbindingen in de glyceryltri-esters worden omgezet, waarbij onder andere vrije vetzuren worden gevormd.

Olijfolie waarin geen vrije vetzuren voorkomen, bevat 1,04 mol glyceryltri-esters per liter. Een olijfolie van goede kwaliteit bevat ten hoogste 0,50 massaprocent vrije vetzuren.

- 4p 5 Bereken hoeveel procent van de esterbindingen in deze olijfolie per liter is omgezet. De gemiddelde massa van een mol vrij vetzuur in olijfolie is 282 g. Maak tevens gebruik van een gegeven uit Binas-tabel 11. Ga er bij je berekening vanuit dat in olijfolie zonder vrije vetzuren uitsluitend glyceryltri-esters voorkomen.

De mate waarin de omzetting van glyceryltri-esters tot vetzuren heeft plaatsgevonden, wordt uitgedrukt in het zogenoemde zuurgetal. Het zuurgetal van een olie of vet is het aantal mg kaliumhydroxide dat nodig is om te reageren met de vrije vetzuren die voorkomen in 1,00 g olie of vet. Door middel van titratie met een oplossing van kaliumhydroxide kan het zuurgetal worden bepaald.

Voor zo'n bepaling was 5,05 g olijfolie afgewogen en opgelost met alcohol tot 100 mL oplossing. Uit deze oplossing werd 10,00 mL overgebracht in een erlenmeyer. Dit werd getitreerd met een 0,0101 M oplossing van kaliumhydroxide. Voor deze titratie was 9,20 mL van de oplossing van kaliumhydroxide nodig. Tijdens de titratie reageerden uitsluitend de vrije vetzuren met de oplossing van kaliumhydroxide.

- 4p 6 Bereken het zuurgetal van de onderzochte olijfolie.

Opgave 4 Waterbepaling

(17 punten)

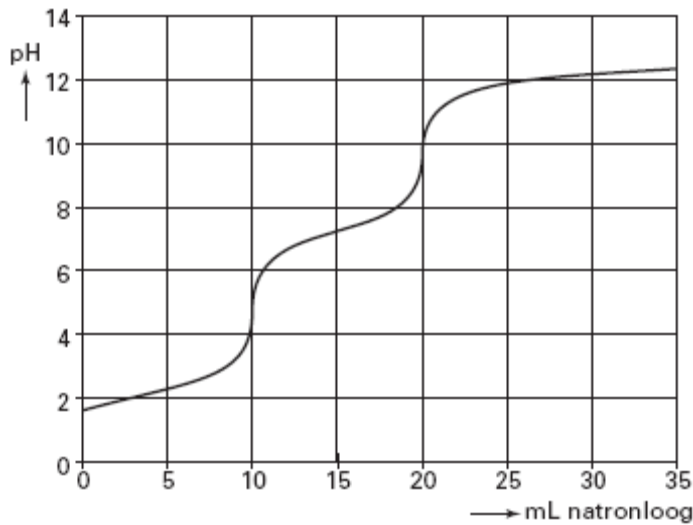
Geconcentreerd fosforzuur is in de handel verkrijgbaar in de vorm van een oplossing die circa 85 massaprocent H_3PO_4 (15 M) bevat. De rest is water. Een groepje leerlingen kreeg als opdracht het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur door middel van een zuur-base titratie te controleren. Ze moesten daarbij gebruik maken van een 0,1000 M oplossing van natriumhydroxide. De leerlingen stelden een werkplan op. In hun werkplan stond het volgende:

- we brengen 10,00 mL van het geconcentreerde fosforzuur in een erlenmeyer;
- we voegen een paar druppels indicator toe;
- we vullen een 50 mL buret met de natriumhydroxide-oplossing;
- we titreren tot de kleur van de indicator verandert.

Toen de docent dit werkplan had bekeken, was zijn eerste reactie: „Dat redden jullie nooit met één buret!”

- 2p 7 Laat met behulp van gegevens uit deze opgave zien dat de inhoud van een buret niet voldoende is om deze titratie uit te voeren.

De docent wilde ook weten welke indicator de leerlingen van plan waren te gebruiken. Om hen wat op weg te helpen, vertelde hij dat de leerlingen de titratiecurve moesten gebruiken om een goede keus te kunnen maken. Ze vonden op het internet de volgende titratiecurve voor een titratie van fosforzuur met een 0,1 M natriumhydroxide-oplossing.



- 2p 8 Leg aan de hand van bovenstaande titratiecurve uit welke indicator je kunt gebruiken voor de titratie van een oplossing van fosforzuur met een oplossing van natriumhydroxide.

Je kunt het fosforzuurgehalte van geconcentreerd fosforzuur ook bepalen door het watergehalte ervan te bepalen. Dan weet je ook het gehalte aan fosforzuur.

Het Australische bedrijf Multitratator heeft een methode ontwikkeld om watergehaltes van mengsels te bepalen door middel van titratie met een oplossing van 2,2-dimethoxypropan (DMP) in cyclohexaan. DMP reageert met water in de molverhouding 1 : 1 onder vorming van propanon en methanol.

- 4p 9 Geef de vergelijking van deze reactie van DMP met water. Noteer daarin de koolstofverbindingen in structuurformules.

Het eindpunt van de titratie wordt bij deze methode bepaald door gebruik te maken van het feit dat de reactie tussen DMP en water endotherm is.

- 2p 10 Leg uit hoe je, door gebruik te maken van het feit dat de reactie tussen DMP en water endotherm is, het eindpunt van de titratie kunt bepalen.

Geconcentreerd fosforzuur mengt niet goed met een oplossing van DMP in cyclohexaan. Wanneer men een oplossing van DMP in cyclohexaan toevoegt aan geconcentreerd fosforzuur, vormen zich twee vloeistoflagen: de oplossing van DMP in cyclohexaan 'drijft' op het geconcentreerde fosforzuur. De snelheid van de reactie tussen DMP en water is in dat geval niet groot.

Bij een titratie is het van belang dat de reactie, die tijdens de titratie optreedt, snel verloopt. Door flink te roeren tijdens het toevoegen van de oplossing van DMP in cyclohexaan aan het geconcentreerde fosforzuur kan men de reactie tussen DMP en water sneller laten plaatsvinden.

- 2p 11 Leg uit dat de reactie tussen DMP en water sneller verloopt wanneer men flink roert dan wanneer men niet zou roeren. Gebruik in je uitleg het 'botsende-deeltjes-model'.

Ook met roeren verloopt de reactie echter niet snel genoeg. Daarom wordt bij de bepaling van het watergehalte van geconcentreerd fosforzuur voorafgaand aan de titratie het geconcentreerde fosforzuur opgelost in het oplosmiddel acetonitril. Alle stoffen die bij de titratie zijn betrokken, lossen in acetonitril goed op.

De gehele bepaling bestaat uit drie afzonderlijke titraties. De resultaten van zo'n bepaling staan hieronder vermeld.

- 1 Titratie van acetonitril met de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Deze titratie is nodig omdat het acetonitril een (geringe) hoeveelheid water kan bevatten.
Hiervoor werd 25,00 mL acetonitril getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Voor deze titratie was 0,300 mL DMP-oplossing nodig.
- 2 IJking van de oplossing van DMP in cyclohexaan.
Hiervoor werd aan 25,00 mL acetonitril 3,000 mL van een 2,015 M oplossing van water in 2-propanol toegevoegd. Het aldus verkregen mengsel werd getitreerd met de DMP-oplossing.
Voor deze titratie was 3,216 mL van de DMP-oplossing nodig.
- 3 Titratie van het geconcentreerde fosforzuur.
Hiervoor werd 1,023 g van het geconcentreerde fosforzuur opgelost in 25,00 mL acetonitril.
Deze oplossing werd getitreerd met de oplossing van DMP in cyclohexaan. Hiervan was 4,352 mL nodig.

Bij alle drie de titraties werd acetonitril gebruikt uit dezelfde voorraadfles. Ook de oplossing van DMP in cyclohexaan die bij de drie titraties werd gebruikt, kwam uit een fles.

5p 12 Bereken het massapercentage water in het onderzochte geconcentreerde fosforzuur.

naam:

Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de 31^e Nationale Scheikundeolympiade 2010

nr.	keuze letter	(score)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
totaal		