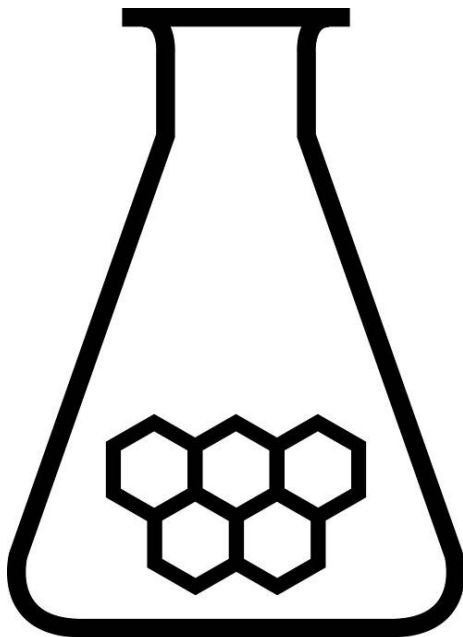


# NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

## OPGAVEN VOORRONDE 1

af te nemen in de periode van  
woensdag 30 januari 2013 tot en met woensdag 6 februari 2013



**SCHEIKUNDE  
OLYMPIADE**



- Deze voorronde bestaat uit 22 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 2 open opgaven met in totaal 10 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 74 punten.
- De voorronde duurt maximaal 2 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5<sup>e</sup> druk.
- Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.

Deze toets is tot stand gekomen dankzij de medewerking van de volgende personen:

Olav Altenburg  
Alex Blokhuis  
Cees de Boer  
Johan Broens  
André Bunnik  
Thijs Engberink  
Martin Groeneveld  
Peter de Groot  
Jacob van Hengst  
Dick Hennink  
Emiel de Kleijn  
Jasper Landman  
Evert Limburg  
Marte van der Linden  
Stan van de Poll

De eindredactie was in handen van:

Kees Beers

## Opgave 1 Meerkeuzevragen

(totaal 44 punten)

Schrijf bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad. Dit antwoordblad vind je aan het eind van dit opgavenboekje.

Normering: 2 punten per juist antwoord.

### Structuren en formules

- 1 Welk van onderstaande verzamelingen van elementen vormt/vormen een groep in het Periodiek Systeem?  
I: alkalimetalen      II: edelgassen      III: edelmetalen
- A alleen I  
B alleen II  
C alleen III  
D I en II  
E I en III  
F II en III  
G I, II en III
- 2 Welke van onderstaande formules is juist?
- A AsH  
B CaH  
C KH  
D HSe
- 3 Hieronder staan drie formules van stoffen met daarachter een naam. In welk(e) geval(len) is/zijn de naam/namen juist?  
I:  $\text{Cu}_2\text{O}$  koper(II)oxide  
II:  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  lood(II)fosfaat  
III:  $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$  tin(II)sulfaat
- A bij geen van drieën  
B alleen bij I  
C alleen bij II  
D alleen bij III  
E bij I en II  
F bij I en III  
G bij II en III  
H bij alle drie

### Analyse

- 4 Welke van onderstaande methodes kun je gebruiken om onderscheid te maken tussen vast natriumsulfaat en vast natriumsulfiet?
- I: de vaste stoffen oplossen in water en aan de verkregen oplossingen een bariumnitraatoplossing toevoegen;  
II: de vaste stoffen oplossen in water en aan de verkregen oplossingen een paar druppels methylooranje toevoegen.
- A geen van beide methodes  
B alleen methode I  
C alleen methode II  
D beide methodes

- 5 Je wilt de molariteit van een NaOH oplossing bepalen door een hoeveelheid kaliumwaterstofftalaat af te wegen en op te lossen en de verkregen oplossing in z'n geheel te titreren met de NaOH oplossing.  
In welk geval wordt een te lage molariteit verkregen?
- A als je de helft van de voorgeschreven hoeveelheid kaliumwaterstofftalaat afweegt  
B als je de voorgeschreven hoeveelheid kaliumwaterstofftalaat oplost in meer dan de voorgeschreven hoeveelheid water  
C als je vergeet de uitstroomopening van de buret te vullen met de NaOH oplossing  
D als je wat van de kaliumwaterstofftalaatoplossing hebt gemorst voorafgaand aan de titratie
- 6 Men titreert 20,00 mL zoutzuur met een 0,0420 M oplossing van bariumhydroxide. Er was 18,46 mL van de bariumhydroxide-oplossing nodig. Wat is de molariteit van het zoutzuur?
- A 0,0194 M  
B 0,0228 M  
C 0,0388 M  
D 0,0455 M  
E 0,0775 M  
F 0,0910 M

### Rekenen

- 7 120 g van een bepaald gas heeft bij 298 K en  $p = p_0$  en volume van 73,6 dm<sup>3</sup>.  
Welk gas is dit?
- A ammoniak  
B argon  
C chloor  
D waterstofchloride
- 8 Eén van de manieren om lood te bereiden is door een mengsel van lood(II)oxide en lood(II)sulfide te verhitten. Bij de reactie die dan optreedt, ontstaat behalve lood ook zwaveldioxide.  
In welke massaverhouding moet men lood(II)oxide en lood(II)sulfide laten reageren, zodat geen van beide stoffen overmaat is?  
Massaverhouding lood(II)oxide : lood(II)sulfide = ... : ...
- A 2,00 : 1,00  
B 1,87 : 1,00  
C 1,00 : 1,00  
D 0,93 : 1,00  
E 0,50 : 1,00  
F 0,47 : 1,00
- 9 Als waterstofsulfidegas verbrandt, ontstaan in een aflopende reactie waterdamp en zwaveldioxide:  
 $2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{SO}_2(\text{g})$   
Men mengt 15 dm<sup>3</sup> waterstofsulfidegas met 15 dm<sup>3</sup> zuurstof en laat de reactie optreden.  
Hoe groot is het gasvolume na afloop van de reactie? De temperatuur en druk na de reactie zijn gelijk aan de temperatuur en druk voor de reactie.
- A 0 dm<sup>3</sup>  
B 5 dm<sup>3</sup>  
C 15 dm<sup>3</sup>  
D 20 dm<sup>3</sup>  
E 25 dm<sup>3</sup>  
F 30 dm<sup>3</sup>

### pH / Zuur-base

- 10 Men heeft drie oplossingen:  
I: een HCl oplossing;  
II: een H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oplossing;  
III: een H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> oplossing.  
Alle drie de oplossingen hebben pH = 2,5.  
Van welke oplossing is de molariteit het kleinst?  
A oplossing I  
B oplossing II  
C oplossing III  
D alle drie de oplossingen hebben dezelfde molariteit
- 11 Wat is de pH van een 0,10 M oplossing van oxaalzuur (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)?  
A 0,70  
B 1,00  
C 1,11  
D 1,28

### Redox

- 12 In welk van de volgende omzettingen staat links van de pijl een reductor?  
A  $\text{ClO}^- \rightarrow \text{Cl}^-$   
B  $\text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$   
C  $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$   
D  $\text{VO}^{2+} \rightarrow \text{VO}_3^-$
- 13 Van de volgende redoxreactie wordt een kloppende reactievergelijking gemaakt:  
 $\text{Sn}^{2+} + \text{IO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Sn}^{4+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
Wat is de verhouding  $\frac{\text{coëfficiënt van Sn}^{2+}}{\text{coëfficiënt van IO}_3^-}$  tussen de coëfficiënten van Sn<sup>2+</sup> en IO<sub>3</sub><sup>-</sup>?  
A 2 : 5  
B 1 : 2  
C 1 : 1  
D 2 : 1  
E 5 : 2

### Reactiesnelheid en evenwicht

- 14 Zwaveldioxide reageert in een evenwichtsreactie met zuurstof tot zwaveltrioxide:  
 $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$   
De reactie naar rechts is exotherm.  
Welke verandering in een evenwichtssituatie zal leiden tot een nieuw evenwicht met meer SO<sub>3</sub>?  
I: vergroting van het volume;  
II: verhoging van de temperatuur.  
A geen van beide  
B alleen I  
C alleen II  
D beide veranderingen

- 15 Men heeft onderzocht hoe de snelheid van de reactie tussen bromide en bromaat in zuur milieu afhangt van de concentraties van de reagerende deeltjes. De reactievergelijking is als volgt:  

$$5 \text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \quad \text{reactie 1}$$

Om de reactiesnelheid te meten, wordt een geringe hoeveelheid fenol toegevoegd. Dit fenol reageert onmiddellijk met het in reactie 1 gevormde broom volgens:



De tijd,  $t$ , die verstrijkt vanaf het begin van reactie 1 tot alle fenol is omgezet, is een maat voor de reactiesnelheid.

Men heeft vier proeven uitgevoerd, met verschillende beginconcentraties  $\text{Br}^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$  en  $\text{H}^+$ . De volgende gegevens zijn daarbij verkregen:

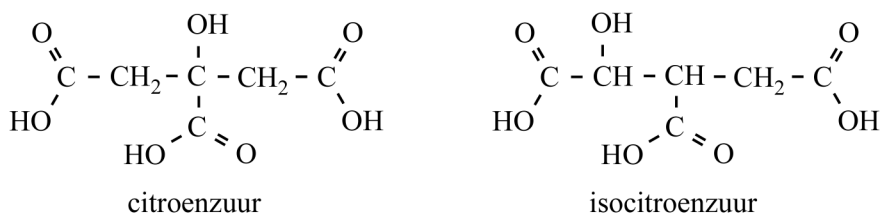
proef	$[\text{Br}^-]_0$ (mol L <sup>-1</sup> )	$[\text{BrO}_3^-]_0$ (mol L <sup>-1</sup> )	$[\text{H}^+]_0$ (mol L <sup>-1</sup> )	$t$ (s)
1	0,067	0,033	0,10	43
2	0,13	0,033	0,10	22
3	0,067	0,067	0,10	21
4	0,067	0,033	0,20	11

Wat is de formule voor de reactiesnelheid?

- A  $s = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]$   
 B  $s = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]^2$   
 C  $s = k[\text{Br}^-][\text{BrO}_3^-]^2[\text{H}^+]$   
 D  $s = k[\text{Br}^-]^2[\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]$   
 E  $s = k[\text{Br}^-]^5[\text{BrO}_3^-][\text{H}^+]^6$
- 16 Bij het onderzoek van vraag 15 was aan het begin van iedere proef de fenolconcentratie 0,0060 mol L<sup>-1</sup>.  
 Hoe groot was de gemiddelde reactiesnelheid, uitgedrukt in de afname van de  $[\text{BrO}_3^-]$  per seconde, in proef 1?
- A  $4,7 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
 B  $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
 C  $2,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
 D  $7,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

### Koolstofchemie

- 17 Hieronder staan de structuurformules van citroenzuur en van isocitroenzuur.

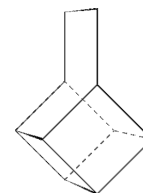


Bij welke van deze stoffen komt stereo-isomerie voor?

- A bij geen van beide stoffen  
 B alleen bij citroenzuur  
 C alleen bij isocitroenzuur  
 D bij beide stoffen

- 18 Hoeveel cyclische verbindingen zijn mogelijk met de formule  $C_3H_6O$ ? Houd rekening met eventueel mogelijke stereo-isomerie.
- A 1
  - B 2
  - C 3
  - D 4
  - E 5
  - F 6
  - G 7

- 19 De verbinding waarvan hiernaast het koolstofskelet is weergegeven, wordt, vanwege de gelijkenis met een mandje (engels: basket), basketaan genoemd.



Hoeveel waterstofatomen bevat een molecuul basketaan?

- A 10
  - B 12
  - C 14
  - D 16
  - E 18
  - F 20
- Biochemie**
- 20 In welke vorm zullen de deeltjes van het aminozuur lysine hoofdzakelijk voorkomen bij  $pH = 0$ ?
- A als deeltjes met lading  $2^-$
  - B als deeltjes met lading  $1^-$
  - C als deeltjes met een netto lading  $0$
  - D als deeltjes met lading  $1^+$
  - E als deeltjes met lading  $2^+$
- 21 Lactose is een disacharide. Uit welke twee monosacharidemoleculen is een molecuul lactose gevormd?
- A fructose en galactose
  - B fructose en glucose
  - C galactose en galactose
  - D galactose en glucose
  - E glucose en glucose
- 22 Het codon UGG zorgt ervoor dat tryptofaan in een eiwit wordt ingebouwd. Waar bevindt zich dit codon?
- A in het DNA op de coderende streng
  - B in het DNA op de template streng (matrijsstreng)
  - C in het mRNA
  - D in het tRNA

## Open vragen

(totaal 30 punten)

### Opgave 2 Bakpoeder

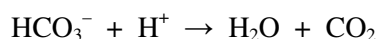
(11 punten)

Bakkersgist wordt onder andere gebruikt om deeg te laten rijzen. Daarbij treedt een reactie op waarbij glucose wordt omgezet tot ethanol en koolstofdioxide.

- 1 Geef de reactievergelijking. Gebruik molecuulformules.

2

Het gasvormige koolstofdioxide zorgt ervoor dat het deeg rijst. In plaats van gist kan ook bakpoeder worden gebruikt. Bakpoeder bevat een zuur en natriumwaterstofcarbonaat. Het zuur reageert met het waterstofcarbonaat tot onder andere koolstofdioxide:



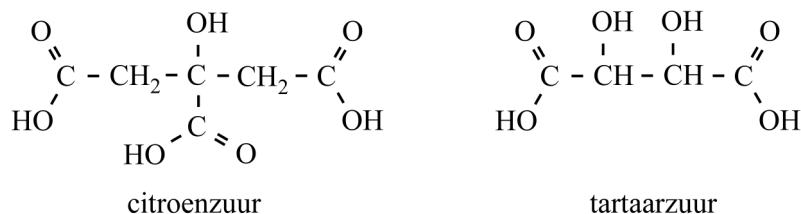
Omdat het koolstofdioxide als gas ontwijkt, mogen de optredende zuur-base reacties als aflopend worden beschouwd, ook als het gebruikte zuur een zwak zuur is.

In Wikipedia staat in het lemma 'Bakpoeder' het volgende:

Bakpoeder bestaat meestal uit gelijke hoeveelheden dubbelkoolzure soda ([natriumwaterstofcarbonaat](#) ( $\text{NaHCO}_3$ )) en [citroenzuur](#)- of [wijnsteen](#).

Het streepje staat er wat eigenaardig, maar er wordt niet bedoeld 'citroen- of wijnsteen', want doorklikken op 'wijnsteen' levert als resultaat dat 'wijnsteen' het monokaliumzout van tartaarzuur is; kaliumwaterstoftartraat dus. Tartaarzuur staat ook bekend onder de naam wijnsteen.

Hieronder staan de formules van citroenzuur en tartaarzuur.



Onder 'gelijke hoeveelheden' zou je kunnen verstaan dat er evenveel gram natriumwaterstofcarbonaat als zuur in het bakpoeder zit, maar het zou ook kunnen zijn dat bedoeld wordt dat het aantal mol van beide stoffen even groot is. Maar voor bakpoeder met citroenzuur gaat waarschijnlijk geen van beide op.

- 2 Leg uit dat verwacht mag worden dat in bakpoeder met natriumwaterstofcarbonaat en citroenzuur noch het aantal mol van beide stoffen noch het aantal gram van beide stoffen even groot is.

3

Als je googlet op de samenstelling van bakpoeder, kom je soms wonderlijke dingen tegen. Zo brengt een bedrijf zogenoemd wijnsteenbakpoeder op de markt. Dit wijnsteenbakpoeder bevat volgens de informatie op de website 'gelijke hoeveelheden' natriumwaterstofcarbonaat en kaliumwaterstoftartraat. Voor de voedingswaarde van hun product geven ze de volgende tabel:

Voedingswaarden per 100 g (of 100 ml)	
calorieën: 258 Kcal	magnesium: 2 mg
eiwitten: 0 g	fosfor: 5 mg
lipiden: 0 g	kalium: 16500 mg
koolhydraten: 61,5 g	natrium: 52 mg
water: 1,7 g	zink: 0,42 mg
vezels: 0,2 g	koper: 0,195 mg
calcium: 8 mg	mangaan: 0,205 mg
ijzer: 3,72 mg	selenium: 0,2 µg



De in de tabel vermelde metalen komen als positieve ionen voor. Het fosfor zit er waarschijnlijk in de vorm van fosfaat in. Over andere negatieve ionsoorten wordt niets vermeld, maar aangenomen mag worden dat er hoofdzakelijk waterstoftartraationen en waterstofcarbanaationen in het wijnsteenbakpoeder zitten en dat het 'kalium' er als kaliumwaterstoftartraat in zit en het 'natrium' in de vorm van natriumwaterstofcarbanaat.

Je kunt in één oogopslag zien dat de bewering dat natriumwaterstofcarbanaat en kaliumwaterstoftartraat in 'gelijke hoeveelheden' in het wijnsteenbakpoeder voorkomen niet juist is.

- 3 Leg uit, zonder een berekening te maken, dat gegevens uit deze tabel zeker niet in overeenstemming zijn met de bewering dat natriumwaterstofcarbanaat en kaliumwaterstoftartraat in 'gelijke hoeveelheden' voorkomen. 2

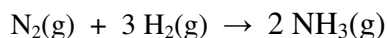
Als je ook de aanwezigheid van negatieve ionsoorten in het bakpoeder in rekening brengt, kom je ruim boven de 100 g uit.

- 4 Leg dit uit met behulp van een berekening. 4

### Opgave 3 Ammoniakfabriek

(19 punten)

In de chemische industrie wordt het Haber-Boschproces gebruikt om ammoniak te maken uit stikstof en waterstof:



Voor de bereiding van ammoniak wordt uitgegaan van een gasmengsel waarin stikstof en waterstof in de volumeverhouding 1 : 3 voorkomen. Dit mengsel stroomt de reactor in. Uit de reactor stroomt een gasmengsel waarin behalve niet-gereageerd stikstof en waterstof ook ammoniak voorkomt. Uit dat mengsel wordt de ammoniak afgescheiden.

- 5 Geef een methode om de ammoniak af te scheiden uit het gasmengsel dat de reactie heeft verlaten. Geef ook een verklaring waarom je voor die methode kiest. 2

De industriële bereiding van ammoniak is een continuproces. Per minuut wordt, bij 298 K en  $p = p_0$ ,  $12 \text{ m}^3$  stikstof en  $36 \text{ m}^3$  waterstof aangevoerd. In de reactor wordt 25% van de beginstoffen omgezet tot ammoniak.

- 6 Bereken hoeveel minuten het duurt voordat 100 kg ammoniak is geproduceerd. 5

De vorming van ammoniak uit stikstof en waterstof is een omkeerbare reactie. Op den duur zal zich een evenwicht instellen. In de praktijk laat men het evenwicht zich echter niet instellen in de reactor.

- 7 Geef hiervoor een verklaring. Laat in je verklaring het begrip reactiesnelheid een rol spelen. 2

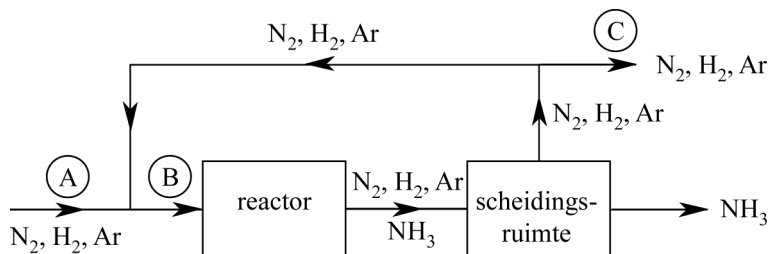
Omdat bij het verlaten van de reactor slechts 25% van de beginstoffen is omgezet, wordt, na verwijdering van de ammoniak, de niet omgezette stikstof en waterstof gerecirculeerd. Deze niet omgezette stikstof en waterstof worden in het continuproces gemengd met een nieuwe hoeveelheid stikstof en waterstof en de reactor ingevoerd.

De stikstof wordt uit lucht gewonnen. Daartoe worden uit de lucht de zuurstof en het koolstofdioxide verwijderd.

Men kan koolstofdioxide uit lucht verwijderen door de lucht te leiden door een oplossing van kaliumcarbonaat.

- 8 Geef de vergelijking van de reactie die dan optreedt. 3

Argon, dat ook in lucht voorkomt, wordt daaruit echter niet verwijderd. Dit argon komt ook in de reactor en komt er onveranderd weer uit en het wordt in de scheidingsruimte ook niet verwijderd uit het mengsel dat uit de reactor komt. Alle argon zou dus teruggevoerd worden in de reactor, waardoor de hoeveelheid argon in de reactor voortdurend zou stijgen. Om een continuproces te verkrijgen waarin de hoeveelheid argon in de reactor gelijk blijft, wordt een bepaald percentage,  $x$ , van het gasmengsel, dat na afscheiding van de ammoniak is ontstaan, gespuid (aan het proces onttrokken). Het onderstaande blokschema geeft een beeld van dit continuproces.



Het gasmengsel dat langs (B) de reactor instroomt, bevat constant  $12 \text{ m}^3$  stikstof,  $36 \text{ m}^3$  waterstof en  $0,60 \text{ m}^3$  argon. Het spuien vindt plaats via (C).

- 9 Druk het aantal  $\text{m}^3$  stikstof dat langs (A) aan het proces wordt toegevoerd uit in  $x$ . Ga ervan uit dat lucht 79 volumepercent stikstof en 0,93 volumepercent argon bevat en dat de temperatuur en druk in de leidingen waar gasmengsels doorheen stromen overal hetzelfde zijn. 2
- 10 Bereken  $x$ . 5

**naam:**

**Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de 34<sup>e</sup> Nationale Scheikundeolympiade 2013**

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		
totaal		