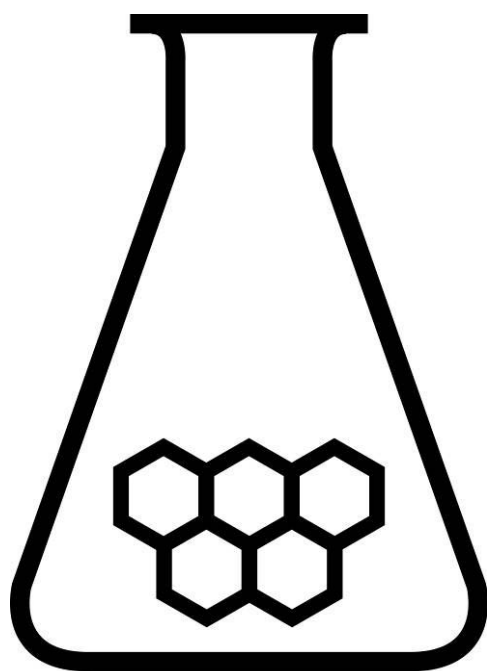


# NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

## OPGAVEN VOORRONDE 1

(de week van)  
woensdag 8 februari 2006



## SCHEIKUNDE OLYMPIADE



- Deze voorronde bestaat uit 19 meerkeuzevragen verdeeld over 6 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 14 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 100 punten
- De voorronde duurt maximaal 3 klokuren
- Benodigde hulpmiddelen: rekenapparaat en BINAS 5<sup>e</sup> druk (of 4<sup>e</sup> druk)
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert

## Meerkeuzevragen

(totaal 38 punten)

normering: 2 punten per juist antwoord (Vul bij elke vraag je antwoord(letter) op het antwoordblad in)

### Op zevenmijlslaarzen door de:

#### Analyse

- Uit een monster van 0,500 g magnetieterts (onzuiver  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) laat men het ijzer daarin neerslaan als ijzer(III)hydroxide. Door verhitting wordt dit vervolgens omgezet in 0,498 g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Het massapercentage magnetiet  $m$  in het erts is:
  - $20\% < m \leq 45\%$
  - $45\% < m \leq 65\%$
  - $65\% < m \leq 85\%$
  - $85\% < m \leq 95\%$
  - $95\% < m \leq 98\%$
  - $> 98\%$
- Een vat van 250 mL bevat 0,374 g van een gasvormige zuivere stof bij een temperatuur van 22,5 °C en een druk van 1,00 atm. Het gas kan zijn:
  - $\text{H}_2$
  - He
  - $\text{CH}_4$
  - $\text{H}_2\text{S}$
  - HCl
- Begin negentiende eeuw publiceerde John Dalton een lijst met atoommassa's. Deze lijst was gebaseerd op experimenteel onderzoek. In één experiment werd de samenstelling in massa-% bepaald van de atomen in ammoniak. Hij kende daarbij waterstof één massa-eenheid toe en ging ervan uit dat de massa van een ander atoom altijd een veelvoud is van die van waterstof (=1). Door gebruikmaking van de (onjuiste) formule NH van ammoniak vond hij de volgende massa voor stikstof:
  - 2
  - 5
  - 14
  - 16
  - 42
- Bob lost 4,021 g zuiver NaOH op in water en lengt de oplossing met water aan tot 1,000 liter. 10,00 mL van deze oplossing pipetteert hij in een erlenmeyer. Er is voor een titratie met een buret 20,32 mL 0,05000 M HCl-oplossing nodig om een eindpunt te bereiken. Bob's leraar concludeert dat:
  - de analyse zo nauwkeurig is als je mag verwachten met deze hulpmiddelen
  - NaOH na meting van de massa  $\text{H}_2\text{O}$  geabsorbeerd heeft uit de lucht
  - de buret met water werd gespoeld in plaats van met HCl-oplossing
  - de erlenmeyer met HCl werd gespoeld in plaats van met water
  - de pipet werd gespoeld met water in plaats van met NaOH

## Structuur

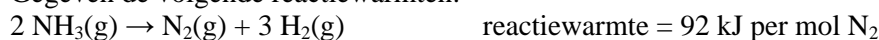
5. Een vast element **X** reageert met een gasvormig element **Z**. Hierbij ontstaat een verbinding met tweemaal zoveel atomen van het element **X** als van **Z**.  
Welke van de volgende beweringen over de elektronenconfiguratie (grondtoestand) van deze atomen is juist?
- A atomen van element **X** en van element **Z** hebben één valentie-elektron
  - B atomen van element **X** hebben één valentie-elektron en die van **Z** hebben er zes
  - C atomen van element **X** hebben twee valentie-elektronen en die van **Z** hebben er één
  - D atomen van element **X** hebben twee valentie-elektronen en die van **Z** hebben er vier
  - E atomen van element **X** hebben één valentie-elektron en die van **Z** hebben er twee
6. Een verbinding van thallium bestaat uit 89,5 massa-% Tl en 10,5 massa-% O. Hoe groot is de lading van thallium in deze verbinding?
- A 0
  - B 1
  - C 2
  - D 3
  - E 4
7. Bij de analyse van een organische verbinding heeft men gevonden dat de molecuulformule  $C_{10}H_{20}O_2$  is. Op basis van deze molecuulformule kan men uitsluiten dat een bepaald structuurkenmerk in de moleculen voorkomt. Welke van de volgende structuurkenmerken kan zeker niet in een molecuul  $C_{10}H_{20}O_2$  voorkomen?
- A  $-C\equiv C-$
  - B  $-C=C-$
  - C  $-C-OH$
  - D  $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C-O- \end{array}$
  - E  $-C-O-C$
8. Welke van de volgende stoffen heeft in de vloeistoffase de sterkste binding tussen de moleculen?  
NB Alle moleculen hebben nagenoeg dezelfde molecuulmassa.
- A 1-propaanamine
  - B 2-propaanamine
  - C 1-methoxyethaan
  - D butaan
  - E 2-fluorpropaan

## Energie

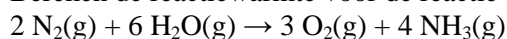
9. Bij benzinstations ontsnapt er natuurlijk altijd wat benzine in de lucht (dat kun je ruiken). Lucht bevat zuurstof en toch lijkt benzine daar niet mee te reageren. Welke van de volgende uitspraken biedt hiervoor de beste verklaring?

- A Benzine en zuurstof zijn in evenwicht en reageren niet verder.
- B Veiligheidsvoorschrift vereist dat benzine een additief bevat dat reactie met zuurstof voorkomt.
- C We ruiken geen benzine maar de producten van de reactie tussen benzine en zuurstof.
- D Bij kamertemperatuur en -druk is benzine een vloeistof zodat de hoeveelheid benzinedamp verwaarloosbaar is.
- E Bij kamertemperatuur bezitten de meeste benzine- en zuurstofmoleculen niet voldoende kinetische energie om te reageren.

10. Gegeven de volgende reactiewarmten:



Bereken de reactiewarmte voor de reactie



- A -288 kJ per mol N<sub>2</sub>
- B -196 kJ per mol N<sub>2</sub>
- C 196 kJ per mol N<sub>2</sub>
- D 634 kJ per mol N<sub>2</sub>
- E 818 kJ per mol N<sub>2</sub>
- F 1084 kJ per mol N<sub>2</sub>

11. Gegeven: wit kopersulfaat heeft formule CuSO<sub>4</sub>(s); blauw kopersulfaat heeft formule CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O(s); voor het oplossen van de twee stoffen in water geldt het volgend energie-effect:

de oplosenergie van wit kopersulfaat is -60 kJ per mol

de oplosenergie van blauw kopersulfaat is +10 kJ per mol

De omzetting van 1 mol wit kopersulfaat met net voldoende water in 1 mol blauw kopersulfaat gaat gepaard met een merkbaar energie-effect (= ΔU).

Welke rij in de antwoordtabel geeft de juiste antwoorden op de volgende twee vragen:

Welke (absolute) waarde heeft ΔU bij deze omzetting?

Is deze omzetting van wit in blauw kopersulfaat exotherm of endotherm?

(absolute waarde) van ΔU	de omzetting is
A 50 kJ	endotherm
B 70 kJ	exotherm
C 50 kJ	exotherm
D 70 kJ	endotherm

## Evenwicht

12. Fosforpentachloride(g) ontleedt in een afgesloten vat in fosfortrichloride(g) en chloor(g) volgens



Als het evenwicht zich heeft ingesteld voegt men bij constante druk en temperatuur een kleine hoeveelheid heliumgas toe. Een nieuw evenwicht stelt zich in. Welke van de volgende beweringen omtrent de ligging van het tweede evenwicht t.o.v. het eerste is volledig juist?

- A De evenwichtsligging blijft hetzelfde, omdat helium veel lichter is dan de andere moleculen in het vat en dus een verwaarloosbaar effect heeft op de reactie.
  - B De evenwichtsligging blijft hetzelfde, omdat helium niet reageert met een van de andere moleculen in het vat.
  - C Bij het tweede evenwicht is er meer  $\text{PCl}_3$  dan bij het eerste, doordat het evenwicht verschuift naar de kant met de meeste gasdeeltjes.
  - D Bij het tweede evenwicht is er meer  $\text{PCl}_5$  dan bij het eerste, doordat het evenwicht verschuift naar de kant met de minste gasdeeltjes.
  - E Je kunt er niets van zeggen zonder dat je de evenwichtsconstante kent voor deze reactie.
13. Het volgende evenwicht heeft zich ingesteld bij een bepaalde temperatuur:
- $$\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta U = -21,3 \text{ kJ/mol}$$
- Men wil de ligging van dit evenwicht naar rechts verplaatsen. Dat kan door:

- A de temperatuur te verhogen
  - B het volume te vergroten
  - C het mengsel samen te drukken bij constante temperatuur
  - D een katalysator toe te voegen
14. Vast  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  in water is in evenwicht met zijn ionen.  
De  $\text{Cu}^{2+}$ -ionenconcentratie in water neemt (bij constante temperatuur) toe door:
- A toevoegen van vast  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
  - B toevoegen van vast  $\text{NaOH}$
  - C langzaam indampen van water
  - D toevoeging van  $\text{HNO}_3$ -oplossing

## Zuur/base

15. Chinaldinerood is een zuur-base-indicator die rood is in oplossingen met  $\text{pH} > 3,5$  en kleurloos bij  $\text{pH} < 1,5$ . Aan de volgende oplossingen voegt men enkele druppels van deze indicator toe:

1. 0,1 M HCl
2. 0,05 M  $\text{NH}_3$
3. 0,0003 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$

Welke oplossing krijgt een rode kleur?

- A geen van drieën
- B alleen oplossing 1
- C alleen oplossing 2
- D alleen oplossing 3
- E oplossing 1 en oplossing 2
- F oplossing 1 en oplossing 3
- G oplossing 2 en oplossing 3
- H alle drie

16. Welk van volgende oplossingen (van elke stof is in 1,0 L oplossing 0,10 mol opgelost) heeft een  $\text{pH} = 12,32$ ? Een oplossing met:

- A  $\text{NH}_3$  en  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- B NaCl en NaOH
- C  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  en  $\text{K}_3\text{PO}_4$
- D  $\text{K}_2\text{S}$  en HCl

17. HZ is de vereenvoudigde notatie van een éénwaardig zwak zuur. In een 0,02 M HZ-oplossing is 5% van HZ gesplitst in ionen.

Welke pH heeft deze oplossing en welke waarde heeft de zuurconstante  $K_z$  van het zuur HB?

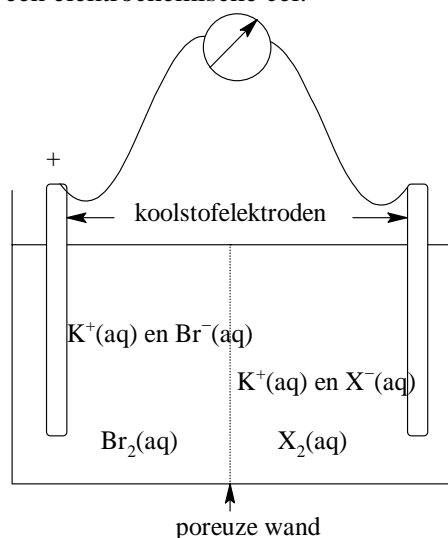
- A  $\text{pH} 1,7$  en  $K_z = 5 \cdot 10^{-2}$
- B  $\text{pH} 1,7$  en  $K_z = 5 \cdot 10^{-5}$
- C  $\text{pH} 3,0$  en  $K_z = 5 \cdot 10^{-2}$
- D  $\text{pH} 3,0$  en  $K_z = 5 \cdot 10^{-5}$

## Redox

18. De standaardelektrodepotentiaal van zilver  $V^\circ(\text{Ag}/\text{Ag}^+)$  is  $+0,80\text{ V}$  en die van nikkel  $V^\circ(\text{Ni}/\text{Ni}^{2+})$  is  $-0,23\text{ V}$ .  
Welke van de volgende beweringen is juist?

- A  $\text{Ag}^+$  is een oxidator en  $\text{Ni}^{2+}$  is een reductor  
 B  $\text{Ag}^+$  is een sterkere oxidator dan  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ag}$  is een sterkere reductor dan  $\text{Ni}$   
 C  $\text{Ag}^+$  is een sterkere oxidator dan  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ni}$  is een sterkere reductor dan  $\text{Ag}$   
 D  $\text{Ni}^{2+}$  is een sterkere oxidator dan  $\text{Ag}^+$  en  $\text{Ag}$  is een sterkere reductor dan  $\text{Ni}$

19. X is het elementsymbool van een bepaald halogeen.  
Hieronder staat het schema van een elektrochemische cel.



De koolstofelektrode in de linker halfcel is de positieve pool: dit is uiteraard afhankelijk van de keuze van de chemicaliën ( $\text{X}_2$  en  $\text{X}^-$ ) in de rechter halfcel.

Welke rij in de antwoordtabel geeft de juiste antwoorden op de volgende twee vragen:  
 Welke reactie verloopt in de linker halfcel, indien deze inderdaad de positieve pool is?  
 Welke chemicaliën ( $\text{KX}$  en  $\text{X}_2$ ) moeten daarvoor aanwezig zijn in de rechter halfcel?

	reactie in de linker halfcel	chemicaliën in de rechter halfcel
A	$2\text{Br}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	opgelost kaliumjodide en opgelost jood
B	$2\text{Br}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	opgelost kaliumchloride en opgelost chloor
C	$\text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$	opgelost kaliumjodide en opgelost jood
D	$\text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$	opgelost kaliumchloride en opgelost chloor

## Open opgaven

### Opgave 1 Structuur en analyse

(23 punten)

- a) Rangschik de bindingen hieronder naar toenemende polariteit. Begin met de minst polaire binding. Leg uit hoe je aan je antwoord komt. 3  
H–F, H–H, H–C, H–O, H–N
- b) Maak aan de hand van de structuurformule van CO<sub>2</sub> duidelijk of CO<sub>2</sub> een dipoolmolecuul is. 4  
De concentratie van een stof in oplossing kan bepaald worden door met behulp van een spectrofotometer de extinctie te meten. De extinctie (bij 280 nm) van een oplossing van het enzym koolzuuranhydrase is 0,49.
- c) Bereken de concentratie in g L<sup>-1</sup>. Gegeven: de molaire extinctiecoëfficiënt  $\epsilon$  van koolzuuranhydrase is  $5,48 \cdot 10^4$  L mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>, de weglengte door de cuvet is 1,0 cm en de molaire massa van koolzuuranhydrase is  $2,93 \cdot 10^4$  g mol<sup>-1</sup>. Maak eventueel gebruik van Binas 37 E (36 E). 3

#### inleiding bij deelvraag 1 d)

– Als de kern van een atoom een oneven aantal neutronen en/of protonen heeft (bijvoorbeeld <sup>1</sup>H met één proton in de kern) tolt deze kern om zijn as en gedraagt zich dus als een klein magneetje. Het magneetveld van zo'n magneetje kan in een sterk uitwendig magneetveld maar twee richtingen aannemen: parallel (lagere energie) of antiparallel (hogere energie) aan het uitwendige magneetveld. Als het magneetje omklapt van antiparallel naar parallel zendt het radiostraling uit met een frequentie die evenredig is met het energieverschil tussen de twee toestanden.

– Elke H-kern voelt een effectief magneetveld: 1) het uitwendige veld wordt bij de atoomkern afgeschermd door de omringende elektronenwolk en de dichtheid van die elektronenwolk is weer afhankelijk van de directe omgeving ervan. De H-kernen in trimethylsilaan TMS worden maximaal afgeschermd, terwijl een H-kern in de buurt van een sterk elektronegatief atoom nauwelijks afgeschermd wordt. Elektronen van dubbele en drievoudige bindingen beïnvloeden het effectieve veld ook. De radiofrequentie is dus afhankelijk van de chemische omgeving van een H-kern. Op de horizontale as staat de chemische verschuiving (dat is de energieverandering t.o.v. de referentie –in miljoenste delen van het uitwendige magneetveld). De H-kernen in TMS geven de referentiepiek en hebben per definitie een verschuiving van 0. In figuur 1 zie je drie pieken: de TMS-piek met chemische verschuiving 0 en twee indicatorpieken bij een verschuiving van respectievelijk 2,2 en 9,3.

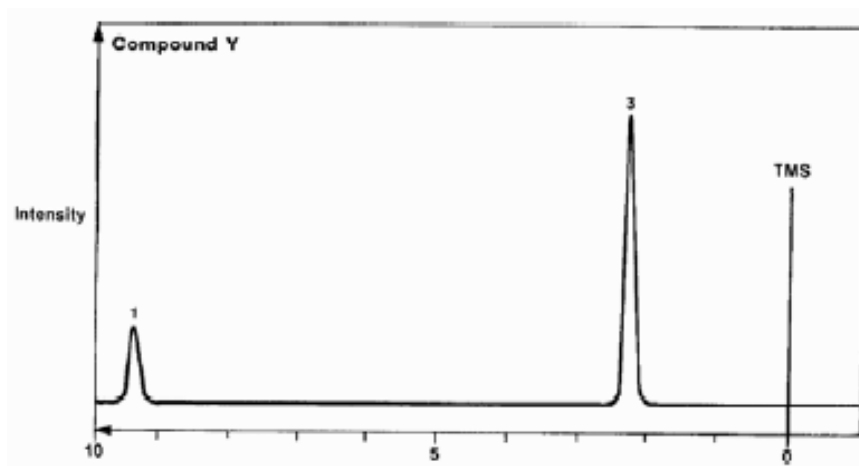
2) Het effectieve veld kan ook veranderen door (<sup>1</sup>H-)buurmagneetjes. Deze veroorzaken een opsplitsing van elk signaal in een aantal kleinere piekjes. Het aantal kleinere piekjes is gelijk aan het aantal gelijksoortige buur-H-atomen plus 1. Geen enkel H-atoom als buur levert een singulet, één H-atoom als buur een doublet etc. In figuur 1 vertonen geen van beide indicatorpieken een opsplitsing.

– Het piekoppervlak is evenredig met het aantal H-atomen van een soort; vaak wordt in een NMR-spectrum de verhouding tussen de piekoppervlakken aangegeven. In figuur 1 verhouden de piekoppervlakken van de indicatorpieken zich als 1 : 3.

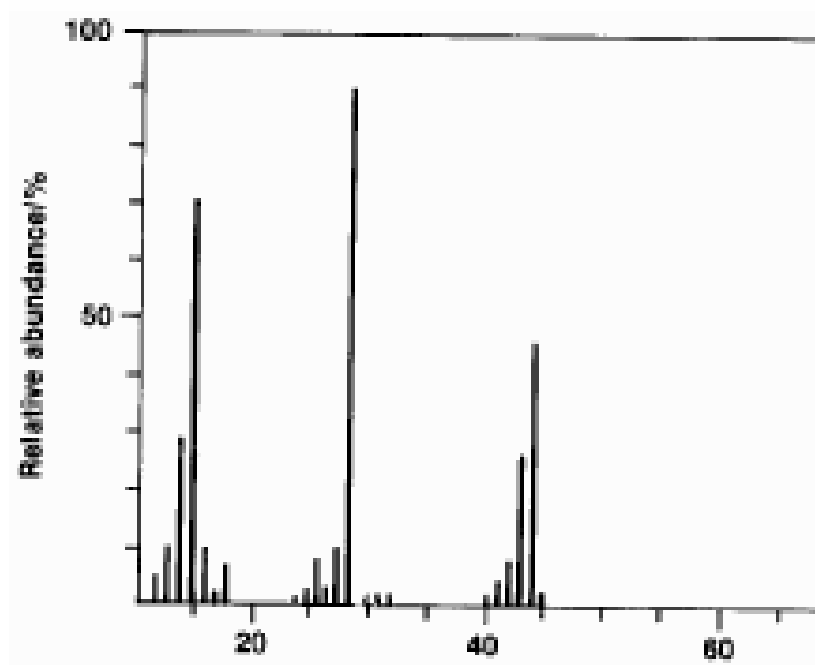
Maak bij deze vraag gebruik van Binas 39 C, D (38 B, C)

- d) Geef de structuurformule en de naam van verbinding **Y**. Leg uit hoe je aan je antwoord komt. Gebruik bij je uitleg de informatie over de chemische verschuiving en de piekoppervlakken in het NMR-spectrum en de informatie over de massa's van de drie hoogste pieken in het massaspectrum. 7  
Het <sup>1</sup>H-NMR-spectrum en het massaspectrum van verbinding **Y** volgt hier:





Figuur 1 NMR van Y



Figuur 2 massaspectrum van Y

Propen reageert met water in een additiereactie tot 2-propanol.

- e) Geef de reactievergelijking in structuurformules van deze additiereactie. Bereken daarna m.b.v. de bindingsenergieën (Binas 58) de reactiewarmte van deze additiereactie. (De bindingsenergie is de energie die vrijkomt bij de vorming van één mol bindingen uit de losse atomen in de gasfase.)

6

## Opgave 2 Melkzuur (20 punten)

Bij grote fysieke inspanning wordt in de spieren (onder zuurstofarme omstandigheden) melkzuur gevormd. Melkzuur  $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$  is een éénwaardig zuur dat in deze opgave weergegeven wordt met HM. De zuurconstante  $K_z(\text{HM}) = 1,4 \cdot 10^{-4}$ .

- a) Bereken de pH in een  $3,0 \cdot 10^{-3}$  M melkzuuroplossing.

3

Melkzuur wordt in bloed geneutraliseerd door een reactie met waterstofcarbonaationen. Het gevormde koolzuur is volledig oplosbaar in de vloeistof.  $K_z(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}$

- b) Bereken met behulp van de gegeven  $K_z$ -waarden de evenwichtsconstante voor het evenwicht  $\text{HM} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{M}^- + \text{H}_2\text{CO}_3$  3
- c) Bereken  $[\text{HCO}_3^-] / [\text{H}_2\text{CO}_3]$  in een oplossing van natriumwaterstofcarbonaat met een pH van 7,40. 3

In de volgende twee deelvragen mag je aannemen dat bloed een waterige oplossing is met een pH van 7,40 en  $[\text{HCO}_3^-] = 0,022 \text{ mol L}^{-1}$ .

Bij een bepaald persoon verandert de pH van bloed door vorming van melkzuur bij fysieke inspanning van 7,40 tot 7,35.

- d) Bereken hoeveel mol melkzuur in 1,00 L bloed is gekomen om een pH-waarde van 7,35 te bereiken. 6

Bloed bevat ook opgelost calcium. De calciumionconcentratie wordt beperkt door het oplosbaarheidsproduct van calciumcarbonaat  $K_s(\text{CaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-9}$  en  $K_z(\text{HCO}_3^-) = 4,8 \cdot 10^{-11}$  (onder deze omstandigheden).

- e) Bereken de maximale hoeveelheid vrije calciumionen in bloed in  $\text{mol L}^{-1}$  bij pH = 7,40. 5

### Opgave 3 **Peptidehormonen** (19 punten)

In zoogdieren treft men twee peptidehormonen, oxytocine en vasopressine, aan met overeenkomstige structuur, maar een andere biologische functie. Oxytocine regelt de weeën bij de geboorte en heeft invloed op de melkafgifte bij borstvoeding. Vasopressine regelt de resorptie van water in de nieren. Elke dag produceer je 20 L primaire urine. Daaruit wordt door de nieren water geresorbeerd zodat er slechts 1 L urine overblijft.

Maak bij deze opgave gebruik van Binastabellen 70 E en G.

Hieronder zie je een gedeelte van een DNA-matrijsstreng. Bij de transcriptie wordt dit stukje overgeschreven in een stukje mRNA dat op zijn beurt bij de translatie oxytocine levert.

3' ACAATATAAGTTTTAACGGGGGAACCC 5' (Let op de nummering!)

- a) Geef de basevolgorde van het mRNA-molecuuldeel dat je verkrijgt door transcriptie van dit gedeelte. Geef in dit mRNA-deel het 5'-uiteinde aan. 3
- b) Geef, gebruikmakend van de genetische code, de aminozuurvolgorde die je verkrijgt door translatie van deze mRNA-keten. Geef in de peptideketen het amino-uiteinde aan met  $-\text{NH}_2$  en het carbonzuur-uiteinde met  $-\text{COOH}$ . 4
- c) Leg uit hoe dit nonapeptide een ringvormige structuur kan vormen (die stabiel is). Hoe noemt men de nieuw gevormde binding? 4

De aminozuurvolgorde van vasopressine en oxytocine verschilt slechts op twee plaatsen. In vasopressine is aminozuur-3 (vanaf het N-uiteinde) Phe en aminozuur-8 is Arg.

- d) Kopieer de DNA-volgorde (matrijsstreng) die in de inleiding staat en geef aan welke twee basen daarin vervangen zijn. Geef ook aan welke twee basen daarvoor in de plaats zijn gekomen. 8

**naam:**

**Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de Nationale Scheikundeolympiade 2006**

nr.	keuze letter	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
totaal		