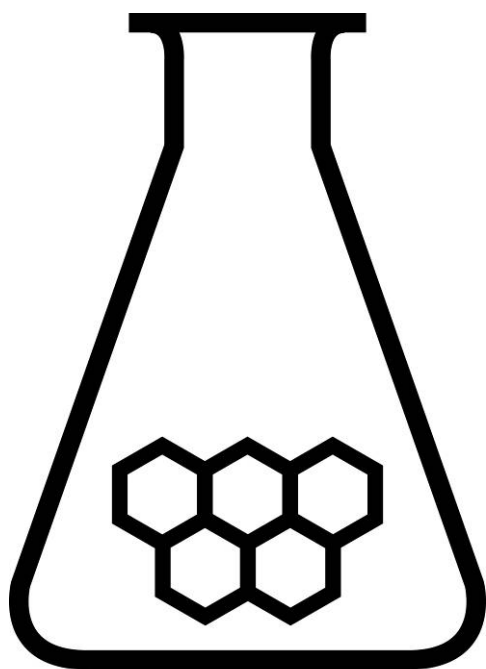


NATIONALE SCHEIKUNDEOLYMPIADE

OPGAVEN VOORRONDE 1

(de week van)
woensdag 4 februari 2009



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



- Deze voorronde bestaat uit 24 meerkeuzevragen verdeeld over 5 onderwerpen en 3 open vragen met in totaal 13 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 75 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.

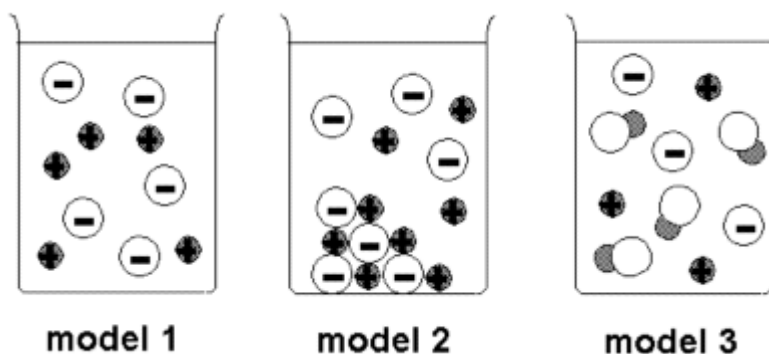
Scheidingsmethoden

- Welke bewering over de scheiding in de vigreuxkolom (de binnenwand heeft glazen instulpingen) is juist?
 - Uit de neerdalende vloeistof wordt de laagstkokende component verdampt.
 - Uit de neerdalende vloeistof wordt de minst vluchtige component verdampt.
 - Uit de opstijgende damp wordt de laagstkokende component gecondenseerd.
 - Geen enkele van bovenstaande beweringen.
- Welke scheidingstechniek moet je toepassen voor het scheiden van een homogeen mengsel van twee vloeistoffen?
 - chromatografie
 - destillatie
 - extractie
 - indampen
 - ionenuitwisseling
- Welke bewering is juist? Bij chromatografie ...
 - hoeft de op te sporen stof niet in grote hoeveelheden aanwezig te zijn.
 - is de bewegende fase altijd een vloeistof.
 - is de stationaire fase altijd een vaste stof.
 - moet het te onderzoeken monster altijd gekleurde stoffen bevatten.
- Welke bewering is NIET juist? Over chromatografie kan gesteld worden:
 - dat de retentietijd / verblijftijd altijd tussen 0 en 1 ligt.
 - dat de techniek ook voor dopingonderzoek kan worden gebruikt.
 - dat er zeer kleine hoeveelheden opgespoord kunnen worden.
 - dat zelfs ingewikkelde mengsels snel en scherp gescheiden kunnen worden.

Waterige oplossingen

- Welke oplossing is elektrisch geleidend? Een oplossing in water van:
 - C₂H₅OH
 - C₁₂H₂₂O₁₁
 - Cl₂
 - H₃PO₄
- We kunnen een waterstraal afbuigen met een elektrostatisch geladen staaf. Hieruit kunnen we concluderen dat:
 - watermoleculen apolair zijn.
 - watermoleculen dipolen zijn.
 - watermoleculen lineair zijn.
 - een gedeelte van de watermoleculen in ionen gesplitst is.

7 In welk van onderstaande modellen wordt het oplossen van suiker voorgesteld?



- A model 1
- B model 2
- C model 3
- D geen enkel van bovenstaande modellen kan gebruikt worden om het oplossen van suiker voor te stellen.

8 Welk van de volgende vergelijkingen stelt het oplossen van calciumchloride voor?

- A $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}_2^{-}(\text{aq})$
- B $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}_2^{2-}(\text{aq})$
- C $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$
- D $\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{2-}(\text{aq})$

9 Op de etiketten van verschillende mineraalwaters staan de volgende gegevens:

Concentratie in mg/L	
Vittel	Ca^{2+} : 202
	Mg^{2+} : 36
	Na^{+} : 3,8
	SO_4^{2-} : 306
	HCO_3^{-} : 402
Spa	Na^{+} : 3
	K^{+} : 0,5
	Ca^{2+} : 3,5
	Mg^{2+} : 1,3
	Cl^{-} : 5
	SO_4^{2-} : 6,5
	NO_3^{-} : 1,9
	HCO_3^{-} : 11
Evian	Na^{+} : 5
	K^{+} : 1
	Ca^{2+} : 78
	Mg^{2+} : 24
	SO_4^{2-} : 10
	HCO_3^{-} : 357
	Cl^{-} : 4,5
	NO_3^{-} : 3,8

Welk mineraalwater zal het grootste elektrische geleidingsvermogen vertonen?

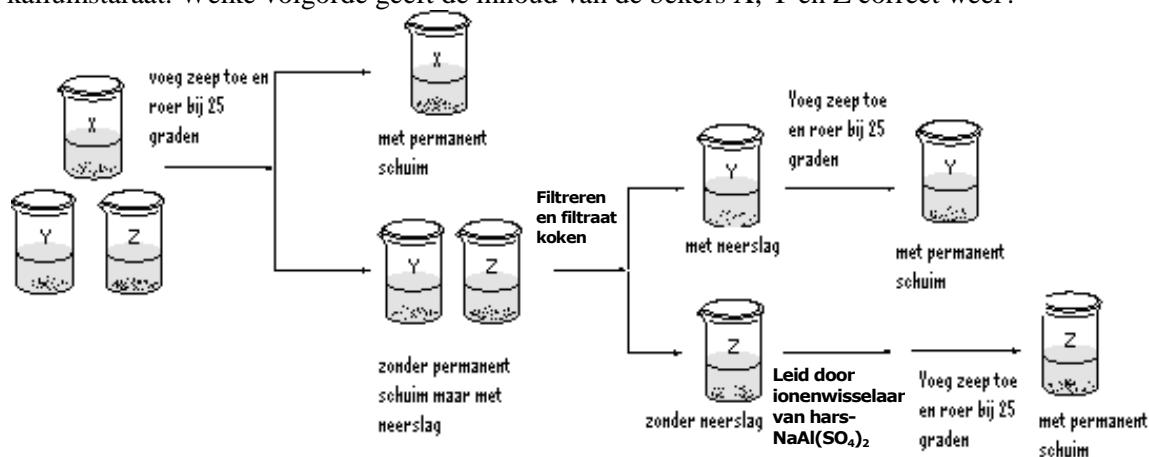
- A Vittel
- B Spa
- C Evian
- D onmogelijk uit alleen bovenstaande gegevens af te leiden.

10 Welke bewering is juist?

- A Een elektrisch geleidende vloeistof bevat een elektrolyt.
- B Keukenzout is een zwak elektrolyt.
- C Suiker lost op in water, dus is het een elektrolyt.
- D IJzer geleidt de elektrische stroom, dus is het een elektrolyt.

Chemische evenwichten in water

11 Drie willekeurig gemerkte bekgelazen X, Y en Z zijn verwisseld. De bekgelazen bevatten of tijdelijk hard water (water met opgelost calcium en waterstofcarbonaat) of gedestilleerd water of permanent hard water (water met opgelost calcium en waterstofsulfaat). De inhoud van de bekgelazen wordt getest volgens onderstaand schema. De gebruikte zeep is een oplossing van kaliumstaraat. Welke volgorde geeft de inhoud van de bekers X, Y en Z correct weer?



	X	Y	Z
A	gedestilleerd water	tijdelijk hard water	permanent hard water
B	gedestilleerd water	permanent hard water	tijdelijk hard water
C	tijdelijk hard water	gedestilleerd water	permanent hard water
D	gedestilleerd water	permanent hard water	tijdelijk hard water

12 Wat is juist? Zuiver water geleidt ...

- A Niet, want water is een moleculaire stof
- B zeer weinig, omdat de ionisatieconstante zeer klein is.
- C weinig, omdat water polair is.
- D zeer goed, omdat er veel vrije ionen zijn.

13 De calciumverbinding dubbelspaat wordt nauwelijks aangetast door gewone regen, maar wel door zure regen. Welke formule zou dubbelspaat kunnen hebben?

- A CaCO_3
- B $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- C CaCl_2
- D CaSO_4

- 14 Welke bewering is NIET juist?
- A Acetaat is een zwakke base.
 - B Ammoniak is een sterke base.
 - C Azijnzuur is een zwak zuur.
 - D Waterstofchloride is een sterk zuur.

- 15 De geconjugeerde base van een sterk zuur
- A heeft een grote K_b .
 - B heeft een grote pK_b .
 - C heeft een kleine pK_b .
 - D is een sterke base.

Rekenwerk

- 16 Hoeveel mol gebonden O-atomen zitten er in 100 g aluminiumfosfaat?
- A 0,820
 - B 3,09
 - C 3,28
 - D 3,54
 - E $1,98 \cdot 10^{24}$
- 17 Bereken hoeveel stof (g, mol of moleculen) in $1,0 \cdot 10^2$ liter $\text{CO}_2(\text{g})$ ($T = 273 \text{ K}$ en $p = p_0$) aanwezig is.
- A 4,1 mol
 - B 50 g
 - C $2,0 \cdot 10^2$ g
 - D $2,2 \cdot 10^3$ mol
 - E $2,5 \cdot 10^{24}$ moleculen
- 18 Hoeveel moleculen water zitten er in 15,0 g water?
- A 0,833
 - B 7,44
 - C $5,02 \cdot 10^{23}$
 - D $10,0 \cdot 10^{23}$
- 19 De dichtheid van een onbekende stof in de gasfase (298 K en $p = p_0$) is $1,63 \text{ g L}^{-1}$. Welke molecuulformule zou de onbekende stof kunnen hebben?
- A Ar
 - B CO_2
 - C Ne
 - D O_2
- 20 Hoeveel mol ethanol bevat 1,0 liter ethanol ($T = 293 \text{ K}$ en $p = p_0$). De formule van ethanol is $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.
- A 0,041
 - B 0,045
 - C 0,058
 - D 17

Redoxreacties

- 21 Welke van de volgende reacties betreft een redoxreactie?
- A $2 \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$
 - B $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{l}) + 3 \text{CO}_2(\text{g})$
 - C $\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
 - D $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$

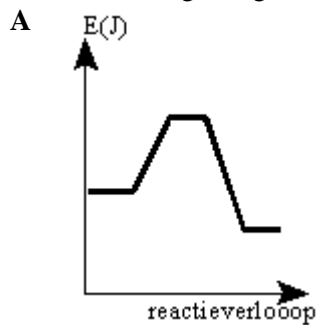
22 Wat is de lading van de ijzerdeeltjes in een roestvrije spijker?

- A 0
- B 2+
- C 3+
- D zonder reactievergelijking kan je dit niet weten

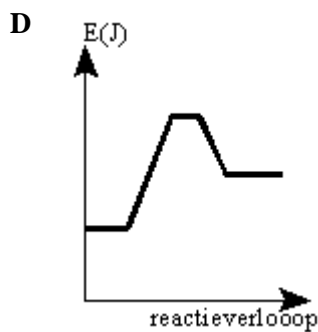
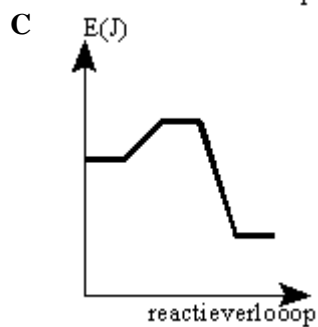
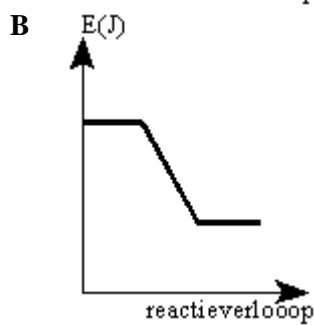
23 In de volgende reactie: $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

- A is H_2 de reductor
- B is N_2 de reductor
- C wordt H_2 gereduceerd
- D wordt N_2 geoxideerd

24 Welk energiediagram komt overeen met de verbranding van ether?



Op een fles ether
vind je dit pictogram



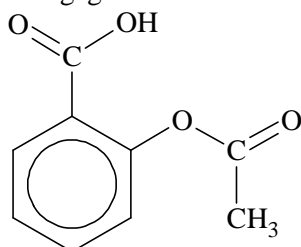
Open opgaven

(totaal 39 punten)

■ Opgave 2 Bruistablet

(17 punten)

Wanneer je hoofdpijn hebt, of last hebt van een ontsteking, kun je een aspirientje innemen. Aspirientjes bevatten de stof acetylsalicylzuur. Hieronder is de structuurformule van acetylsalicylzuur weergegeven:



Acetylsalicylzuur is een ester. In het maagdarmkanaal wordt de ester gedeeltelijk gehydrolyseerd.

- 3p 1 Geef de reactievergelijking van deze hydrolyse. Noteer daarin de organische deeltjes in structuurformules.

Een bruistablet bevat, behalve acetylsalicylzuur, onder meer natriumwaterstofcarbonaat (NaHCO_3). Als een bruistablet in water wordt gebracht, treedt een reactie op tussen het acetylsalicylzuur en het waterstofcarbonaat. Hierbij ontstaan onder andere de zuurrest van acetylsalicylzuur en koolstofdioxide. Het bruisen van het tablet wordt veroorzaakt doordat koolstofdioxide als gas uit de oplossing ontwijkt.

Een voorbeeld van een bruistablet is Aspro-bruis. Wanneer een Aspro-bruistablet in water wordt gebracht, is na afloop van de gasontwikkeling een oplossing ontstaan met $\text{pH} = 5,00$. In deze oplossing zijn vrijwel alle acetylsalicylzuurmoleculen omgezet tot de zuurrestionen. Dat blijkt uit de verhouding van de concentraties van de acetylsalicylzuurmoleculen en de zuurrestionen.

- 3p 2 Bereken de verhouding tussen de concentraties van de acetylsalicylzuurmoleculen en de zuurrestionen in deze oplossing. Noteer deze verhouding als $\frac{[\text{HAz}]}{[\text{Az}^-]}$. Gebruik voor K_z de waarde $3,0 \cdot 10^{-4}$.

Acetylsalicylzuur is niet het enige zuur dat in bruistabletten voorkomt. Behalve acetylsalicylzuur bevatten Aspro-bruistabletten ook citroenzuur ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, molecuulmassa 192,1 u), dat met waterstofcarbonaat reageert onder vorming van koolstofdioxide. Acetylsalicylzuur is een éénwaardig zuur en citroenzuur is een driewaardig zuur. Wanneer de gasontwikkeling die optreedt nadat een Aspro-bruistablet in water is gebracht, is afgelopen, hebben echter niet alle citroenzuurmoleculen hun drie beschikbare H^+ ionen afgestaan.

Een Aspro-bruistablet bevat 500 mg acetylsalicylzuur, 865 mg citroenzuur en 851 mg natriumwaterstofcarbonaat.

- 6p 3 Bereken hoeveel H^+ ionen een citroenzuurmolecuul gemiddeld heeft afgestaan als de gasontwikkeling die optreedt nadat een Aspro-bruistablet in water is gebracht, is afgelopen. Ga er bij de berekening van uit dat al het acetylsalicylzuur en al het waterstofcarbonaat heeft gereageerd.

Op de bijsluiters van bruistabletten staat vaak niet vermeld hoeveel milligram NaHCO_3 een tablet bevat. Ellen heeft als opdracht gekregen om te bepalen hoeveel NaHCO_3 zo'n Aspro-bruistablet bevat. Bij haar onderzoek heeft ze, behalve van Aspro-bruistabletten, *uitsluitend* gebruikgemaakt van een bekersglas, water en een balans. Ze heeft bij haar onderzoek in eerste instantie onder andere aangenomen dat de hoeveelheid CO_2 die in oplossing blijft, te verwaarlozen is. Verder is ze er van uitgegaan dat alle NaHCO_3 reageert en dat in een bruistablet NaHCO_3 de enige stof is waaruit CO_2 kan ontstaan.

Bij haar onderzoek heeft Ellen eerst de bepaling van de hoeveelheid NaHCO_3 in een bruistablet uitgevoerd (proef 1). Bij de bespreking van het resultaat van haar proef kreeg ze van haar docent te horen dat ze ook moest onderzoeken of haar aanname dat een verwaarloosbare hoeveelheid CO_2 in oplossing blijft, juist is.

Daarom heeft ze, eveneens gebruik makend van uitsluitend een bekersglas, water, Aspro-bruistabletten en een balans, een controleproef (proef 2) gedaan om na te gaan of de hoeveelheid CO₂ die oplost, inderdaad te verwaarlozen is. Daarbij bleek dat die aanname onjuist was.

- 3p 4 Geef aan hoe Ellen proef 1 heeft uitgevoerd en welke metingen ze daarbij heeft gedaan.
- 2p 5 Beschrijf een manier waarop Ellen proef 2 kan hebben uitgevoerd; geef ook aan hoe bij de door jou beschreven proefuitvoering blijkt dat de genoemde aanname onjuist is.

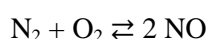
■ Opgave 3 No NO

(14 punten)

In een dieselmotor wordt dieselolie verbrand. In de cilinders van de motor wordt deze brandstof toegevoegd aan een overmaat lucht. Bij de temperatuur die in de cilinders heerst, verbrandt de dieselolie tot voornamelijk koolstofdioxide en water.

Bovendien wordt bij deze temperatuur stikstofmonooxide gevormd.

De vorming van stikstofmonooxide in de cilinders van de dieselmotor is een evenwichtsreactie:



Wanneer het gasmengsel waarin bovenvermeld evenwicht heerst langzaam wordt afgekoeld, neemt de hoeveelheid NO af.

- 3p 6 Leg uit aan de hand van een gegeven uit Binas-tabel 57A dat de hoeveelheid NO afneemt wanneer dit gasmengsel wordt afgekoeld. Vermeld in je uitleg de getalwaarde van dit gegeven. Ga ervan uit dat dit gegeven ook geldt onder de omstandigheden die in de dieselmotor heersen.

De temperatuur van het gasmengsel dat uit de uitlaat van een dieselmotor komt, is veel lager dan de temperatuur die in de cilinders heerst. Het gasmengsel dat de cilinders verlaat, wordt dus in korte tijd sterk afgekoeld. Tijdens deze snelle afkoeling neemt de hoeveelheid NO in het gasmengsel niet merkbaar af. Uit de uitlaat komt dus meer NO dan wanneer het gasmengsel uit de cilinders langzaam zou worden afgekoeld tot de temperatuur die buiten de cilinders heerst. Ook als het gasmengsel dat de cilinders heeft verlaten langere tijd bij deze lagere temperatuur bewaard blijft, verandert de hoeveelheid NO niet meer.

- 2p 7 Verklaar waarom ook na langere tijd de hoeveelheid NO niet meer verandert in het gasmengsel dat de cilinders heeft verlaten.

Het NO draagt onder meer bij aan smogvorming en het ontstaan van zure regen. Daarom is aan de uitstoot van NO een maximumgrens gesteld.

De NO uitstoot van dieselmotoren kan worden verminderd door een oplossing van ureum (CH₄ON₂) in het gasmengsel te spuiten dat de cilinders verlaat.

Een katalysator in het uitlaatsysteem zorgt ervoor dat reacties optreden tussen ureum, NO en nog een stof die in het gasmengsel aanwezig is dat vanuit de cilinders in de uitlaat komt. Deze reacties kunnen worden weergegeven in een reactievergelijking. Als reactieproducten komen in deze reactievergelijking uitsluitend CO₂, N₂ en H₂O voor.

In deze vergelijking komen ureum en NO voor in de molverhouding CH₄ON₂ : NO = 1 : 2.

- 4p 8 Geef deze reactievergelijking.

Een dieselmotor van een groot schip zonder voorziening waarmee de NO uitstoot wordt verminderd, produceert 53 kg NO per uur.

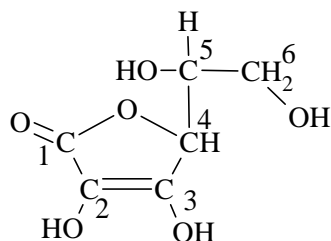
Deze scheepsmotor wordt uitgerust met de beschreven voorziening. Per seconde wordt 150 mL ureumoplossing (80 g ureum per L) ingespoten.

- 5p 9 Bereken met hoeveel procent de NO uitstoot afneemt. Ga ervan uit dat alle ureum reageert volgens de boven vraag 8 beschreven reactie.

Opgave 4 Vitamine C

(8 punten)

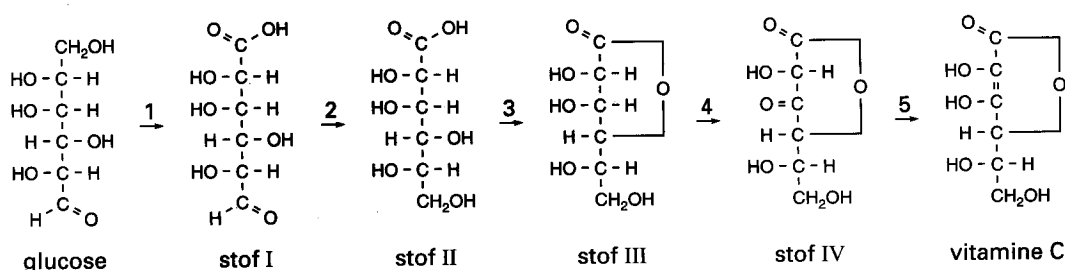
Vitamine C heeft de molecuulformule $C_6H_8O_6$. De structuurformule is hieronder weergegeven:



Vitamine C is een van de optische isomeren die met deze structuurformule kunnen worden weergegeven.

2p 10 Geef het nummer van elk asymmetrisch koolstofatoom in bovenstaande structuurformule.

Veel levende organismen –planten en ook dieren– zijn in staat om zelf vitamine C te vormen. De belangrijkste reacties die plaatsvinden tijdens deze zogenoemde biosynthese van vitamine C kunnen schematisch worden weergegeven zoals in figuur 1:



figuur 1

De reacties 1 tot en met 4 vinden plaats onder invloed van enzymen.

De mens dient vitamine C met zijn voedsel binnen te krijgen doordat in het menselijk lichaam het enzym ontbreekt dat nodig is voor de omzetting van stof III tot stof IV volgens reactie 4.

In reactie 4 van de biosynthese van vitamine C wordt uitsluitend de OH groep aan koolstofatoom 3 omgezet.

2p 11 Leg uit hoe het mogelijk is dat alleen deze OH groep wordt omgezet.

Reactie 4 is een redoxreactie.

2p 12 Leg uit of stof III in reactie 4 met een oxidator of met een reductor reageert.

In figuur 1 komen, behalve reactie 4, nog meer redoxreacties voor. Tevens is een reactie weergegeven die op te vatten is als estervorming.

2p 13 Geef het reactienummer van een andere redoxreactie dan reactie 4 en het reactienummer van de estervorming.

Noteer je antwoord als volgt:

Redoxreactie: nummer ...

Estervorming: nummer ...

naam:

Antwoordblad meerkeuzevragen van voorronde 1 van de Nationale Scheikundeolympiade 2009

nr.	keuze letter	
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		