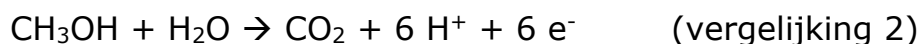
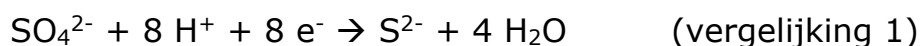


*Bij alle berekeningen moeten de antwoorden in wetenschappelijke notatie, in het juiste aantal significante cijfers en indien nodig met de juiste eenheid weergegeven worden.*

## Micro-organismen

In een verstoord watersysteem gebruiken micro-organismen bij gebrek aan zuurstof onder meer sulfaat om te ademen en organisch materiaal af te breken. Daardoor ontstaan onder andere sulfide-ionen.

Deze processen zijn redoxreacties. Bij de afbraak van bijvoorbeeld de organische stof methanol treden de volgende halfreacties op:



- (2) **1** Welke van de twee vergelijkingen geeft de halfreactie van de oxidator weer? Motiveer je antwoord.
- (3) **2** Stel met behulp van de vergelijkingen 1 en 2 de vergelijking van de totale redoxreactie op.

## **Reddingsvest**

Frits valt in het water, maar zijn reddingsvest is gelukkig uitgerust met een lampje.



Bij bepaalde uitvoeringen is dat lampje via stroomdraadjes verbonden met een magnesiumstrip en een koperstrip. Op de koperstrip is wat vast koper(I)chloride aangebracht (zie bovenstaande figuur). Koper(I)chloride is slecht oplosbaar.

Zodra het reddingsvest in zee belandt, gaat het lampje branden. De stroom voor het lampje wordt geleverd door het optreden van twee halfreacties. Combinatie van de vergelijkingen van deze levert de volgende totale vergelijking van de redoxreactie op:



- (2) **3** Geef van deze redoxreactie de vergelijkingen van beide halfreacties die plaatsvinden tijdens de stroomlevering.
- (2) **4** Is de magnesiumstrip tijdens de stroomlevering de positieve of de negatieve elektrode? Geef een verklaring voor je antwoord.
- (2) **5** Geef aan waarom het lampje pas gaat branden als het reddingsvest in zee belandt.

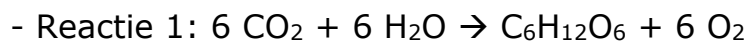
### Redoxreacties

Voorspel of bij de volgende combinaties een redoxreactie op zal treden en geef de kloppende redoxvergelijking als er een redoxreactie op zal treden.

- (2) **6** Een koperen munt in een kwik(I)zout oplossing
- (2) **7** Een schoongeschuurd plaatje aluminium in een waterige koper(II)sulfaatoplossing.

### Fotosynthese

Een plant maakt, onder invloed van zonlicht, zuurstof uit water en koolstofdioxide. Daarbij ontstaat ook glucose (reactie 1). Je kunt zelf zuurstof maken door de ontleding van kaliumchloraat,  $\text{KClO}_3$ . Daarbij ontstaat ook kaliumchloride (reactie 2). De reactievergelijkingen van beide reacties staan hieronder:

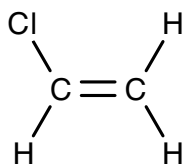


- (4) **8** Bereken de atoomeconomie van zuurstof in elke van beide reacties.
- (3) **9** Het rendement van reactie 1 is 100%. Het rendement van reactie twee is 95%. Bereken de E-factor van elk van beide reacties.

- (2) **10** Welke van de twee reacties vind jij het meest duurzaam?  
Licht je antwoord toe.
- (1) **11** Planten kunnen ook gebruikt worden om biobrandstoffen te maken. Van welke generatie is de biobrandstof als niet-eetbare plantenresten voor de brandstof als grondstof dienen?

## PVC & PTFE

PVC (polyvinylchloride) is een kunststof die ontstaat door polymerisatie van vinylchloride. De structuurformule van vinylchloride is:

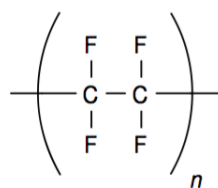


- (2) **12** Is vinylchloride een verzadigde of een onverzadigde verbinding? Geef een verklaring voor je antwoord.
- (2) **13** Teken een stukje uit het midden van de structuurformule van PVC. In het getekende stukje moeten drie monomeer-eenheden zijn verwerkt.

Omdat pvc tot de thermoplasten behoort, kunnen de korrels verwerkt worden in een spuitgietmachine.

- (2) **14** Geef een korte uitleg van deze verwerkingstechniek.
- (1) **15** Waarom kunnen thermoharders niet in een spuitgietmachine verwerkt worden?

Ook van kunststoffen die het element fluor bevatten, is het gedrag bij hoge temperatuur onderzocht. Ze blijken nauwelijks brandbaar te zijn. Een voorbeeld van zo'n kunststof is PTFE, dat een hoog massapercentage fluor bevat. PTFE kan met de volgende structuurformule worden weergegeven:



PTFE

- (2) **16** Bereken het massapercentage fluor in PTFE. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

## Melamine

In China zijn in 2007 duizenden zuigelingen ziek geworden na het drinken van flesvoeding. Dit werd veroorzaakt doordat onzuivere melamine aan de flesvoeding was toegevoegd om het stikstofgehalte ervan te verhogen. Het eiwitgehalte is een kwaliteitskenmerk van melk. Omdat melkeiwit een redelijk constant stikstofgehalte heeft, wordt het eiwitgehalte van melk meestal uitgedrukt als stikstofgehalte.

Melamine ( $C_3H_6N_6$ ) bevat een hoog percentage stikstof.

De methode waarmee het stikstofgehalte wordt gemeten, maakt geen onderscheid tussen stikstof in eiwitten en in verbindingen als melamine.

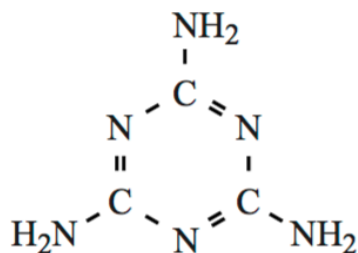
- (2) **17** Leg uit, aan de hand van de algemene structuurformule van een aminozuur, dat een eiwitmolecuul dat is opgebouwd uit 100 aminozuren minstens 100 N-atomen bevat.

Geef je antwoord als volgt:

algemene structuurformule van een aminozuur: ...

uitleg: ...

De structuurformule van melamine is hieronder weergegeven.



Melamine wordt gesynthetiseerd uit ureum ( $CH_4N_2O$ ). Dit proces is hieronder vereenvoudigd beschreven.

- In reactor 1 (R1) ontleedt ureum tot isocyaanzuur ( $HO-CN$ ) en ammoniak:  $CH_4N_2O \rightarrow HO-CN + NH_3$  (reactie 1).
- Het gevormde isocyaanzuur wordt vervolgens in reactor 2 (R2) bij hoge temperatuur omgezet tot de gassen melamine en koolstofdioxide (reactie 2). Hierbij treden nevenreacties op waarbij giftige bijproducten ontstaan.

- In scheidingsruimte 1 (S1) wordt het reactiemengsel gekoeld. Hierbij worden ammoniak en koolstofdioxide afgescheiden. Tevens wordt water toegevoegd totdat alle melamine is opgelost.
- Ten slotte wordt in scheidingsruimte 2 (S2) de ontstane oplossing geconcentreerd, waarbij uiteindelijk zuiver melamine wordt verkregen.

(2) **18** Geef de vergelijking van de vorming van melamine uit isocyaanzuur (reactie 2) in molecuulformules.

Het proces waarbij zuiver melamine wordt gevormd, kan worden weergegeven in een vereenvoudigd blokschema. Dit blokschema staat op de uitwerkbijlage. De stoffen ontbreken.

(4) **19** Noteer de letters van onderstaande stoffen bij de juiste pijlen in het blokschema op de uitwerkbijlage. Stoffen kunnen meerdere keren voorkomen.

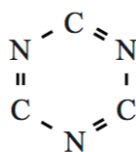
- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| A) ammoniak        | E) melamine |
| B) bijproducten    | F) ureum    |
| C) isocyaanzuur    | G) water    |
| D) koolstofdioxide |             |

Melamine is een grondstof voor de productie van melamineformaldehyde (MF). Dit zogeheten copolymeer is opgebouwd uit twee monomeren: melamine en formaldehyde (CH<sub>2</sub>O).

De polymerisatie verloopt in twee stappen:

- stap 1:  $R-(NH_2)_3 + x CH_2O \rightarrow R-(NH_2)_{(3-x)}(NH-CH_2OH)_x$
- stap 2: polymerisatie van  $R-(NH_2)_{(3-x)}(NH-CH_2OH)_x$  tot MF.

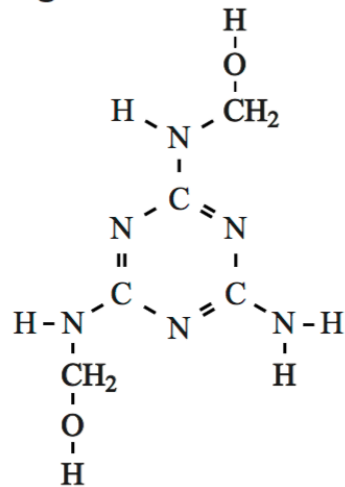
Hierbij stelt R het volgende gedeelte voor:





In figuur 1 is een mogelijke structuur weergegeven van het product dat bij stap 1 kan ontstaan.

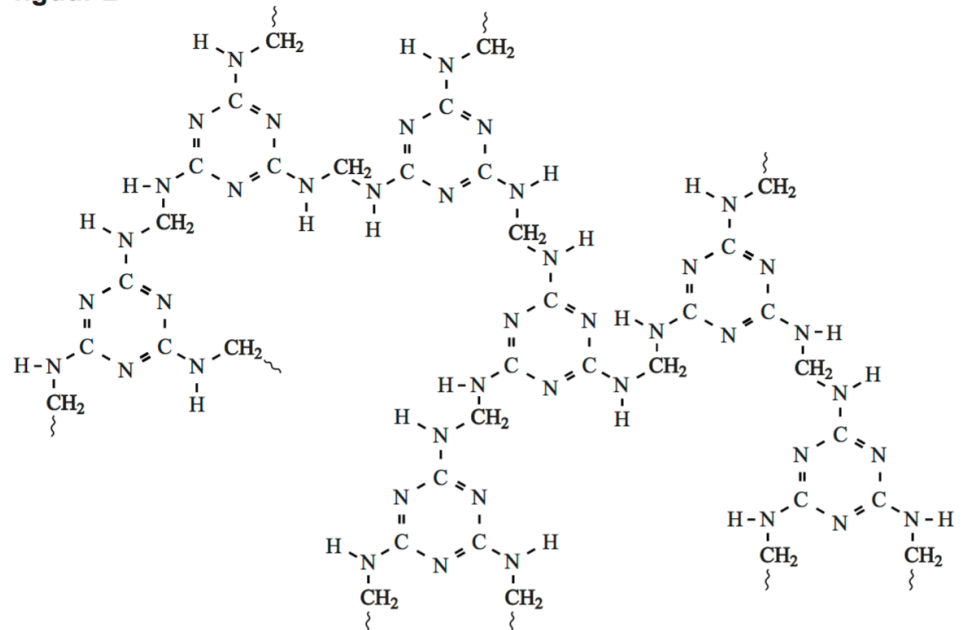
**figuur 1**



(2) **20** Leid uit figuur 1 de waarde voor  $x$  af.

In figuur 2 is een mogelijke structuur van MF weergegeven.

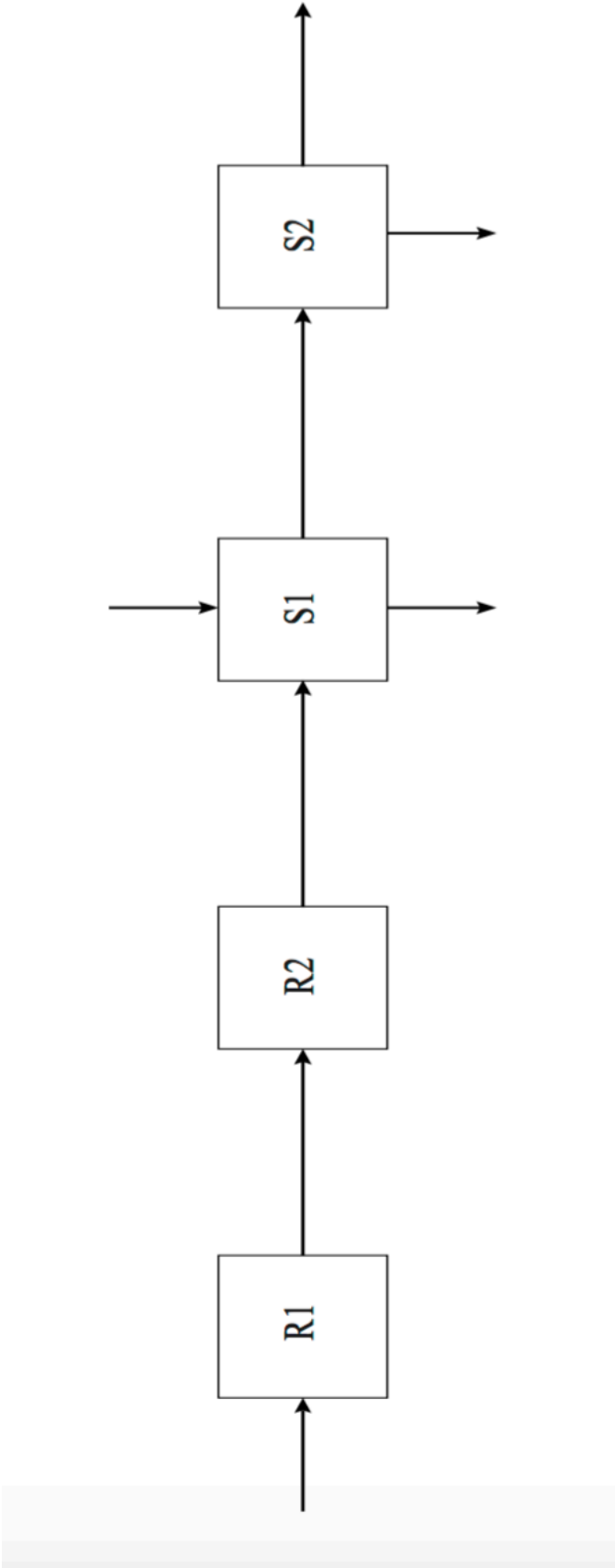
**figuur 2**



(2) **21** Leg uit aan de hand van figuur 1 en figuur 2 of stap 2 een additiereactie is.

**Bijlage**

**Naam:**

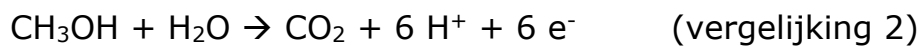
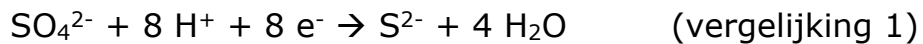


*Bij alle berekeningen moeten de antwoorden in wetenschappelijke notatie, in het juiste aantal significante cijfers en indien nodig met de juiste eenheid weergegeven worden.*

E337

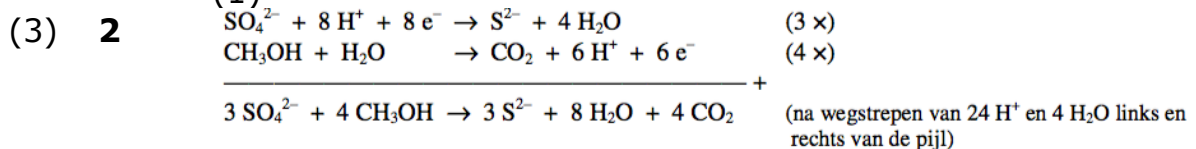
In een verstoord watersysteem gebruiken micro-organismen bij gebrek aan zuurstof onder meer sulfaat om te ademen en organisch materiaal af te breken. Daardoor ontstaan onder andere sulfide-ionen.

Deze processen zijn redoxreacties. Bij de afbraak van bijvoorbeeld de organische stof methanol treden de volgende halfreacties op:



(2) **1** Een oxidator neemt elektronen op (1)

Dus vergelijking 1 geeft de halfreactie van de oxidator weer  
(1)



Juist vermenigvuldigen halfreacties (1)

Optellen halfreacties (1)

Wegstrepen H<sup>+</sup> en water (1)

E358

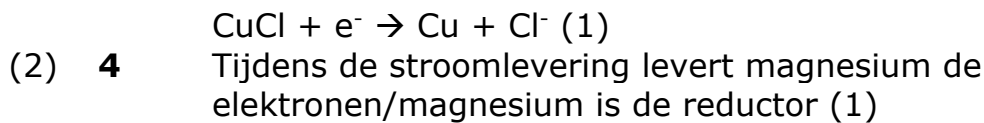
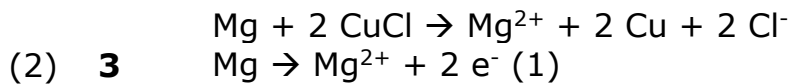
Reddingsvesten zijn vaak uitgerust met een lampje.

### PLAATJE

Bij bepaalde uitvoeringen is dat lampje via stroomdraadjes verbonden met een magnesiumstrip en een koperstrip. Op de

koperstrip is wat vast koper(I)chloride aangebracht (zie bovenstaande figuur). Koper(I)chloride is slecht oplosbaar.

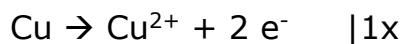
Zodra het reddingsvest in zee belandt, gaat het lampje branden. De stroom voor het lampje wordt geleverd door het optreden van twee halfreacties. Combinatie van de vergelijkingen van deze levert de volgende totale vergelijking van de redoxreactie op:



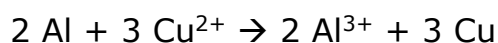
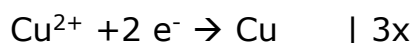
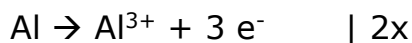
(2) **5** Dus de magnesiumstrip is de negatieve pool (1)  
Het lampje gaat pas branden als de stroomkring gesloten is (1)

Dus er moet een geleidende vloeistof aanwezig zijn, zeewater is de geleidende vloeistof, door de aanwezigheid van verschillende ionen (1)

(2) **6** E318A, C Voorspel of bij de volgende combinaties een redoxreactie op zal treden. Leg je antwoord uit.  
Een koperen munt in een kwik(I)zout oplossing



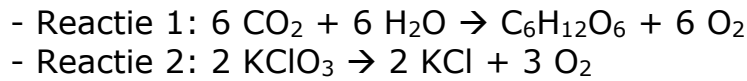
(2) **7** 
$$\text{Cu} + 2 \text{Hg}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Hg}$$
Een schoongeschuurd plaatje aluminium in een waterige koper(II)sulfaatoplossing.



### **Fotosynthese**

Een plant maakt, onder invloed van zonlicht, zuurstof uit water en koolstofdioxide. Daarbij ontstaat ook glucose (reactie 1). Je kunt zelf zuurstof maken door de ontleding

van kaliumchloraat,  $\text{KClO}_3$ . Daarbij ontstaat ook kaliumchloride (reactie 2). De reactievergelijkingen van beide reacties staan hieronder:



(4) **8**

Vorming zuurstof door planten:

molverhouding: 6 : 6 : 6 : 1

massaverhouding: 108,1 : 264,1 : 192,0 : 180,16

atoomeconomie zuurstof:

$$(192,0) / (108,1 + 264,1) \times 100,0\% = 51,59\%$$

vorming zuurstof uit kaliumchloraat:

molverhouding: 2 : 2 : 3

massaverhouding: 245,1 : 149,1 : 96,00

atoomeconomie zuurstof:

$$(96,00) / (245,1) \times 100,0\% = 39,17\%$$

2x: molverhouding (1), atoomeconomie (1)

(3) **9**

E-factor = (massa beginstoffen – massa gewenst product) / (massa gewenst product)

Voor de vorming van zuurstof door groene planten levert dit op:

$$(108,1 + 264,1 - 192,0) / (192,0) = 0,9385 \text{ (1)}$$

Voor de vorming van zuurstof uit kaliumchloraat vind je:

$$(245,1 - 91,2) / (91,2) = 1,6875 \text{ (2)}$$

Indien 100% rendement gebruikt is bij reactie 2: -1

(2) **10**

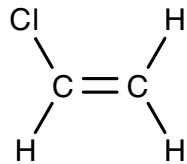
Voorbeeld:

De E-factor is het meest gunstig voor de vorming van zuurstof door groene planten. Bovendien kunnen die planten steeds zuurstof blijven produceren! De vorming van zuurstof uit kaliumchloraat is minder duurzaam: de kaliumchloraat raakt op.

- (1) **11** Argument (1) Conclusie (1)  
2<sup>e</sup> generatie (1)

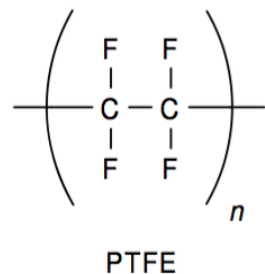
### **PVC & PTFE**

PVC (polyvinylchloride) is een kunststof die ontstaat door polymerisatie van vinylchloride. De structuurformule van vinylchloride is:



- (2) **12** Vinylchloride heeft een dubbele binding (1)  
Dus is het onverzadigd (1)
- (2) **13** een koolstofskelet van 6 koolstofatomen met de waterstofatomen en de chlooratomen juist weergegeven (1)  
Uiteinden met een radicaal, streep of kringelstreep (1)  
Omdat pvc tot de thermoplasten behoort, kunnen de korrels verwerkt worden in een spuitgietmachine.
- (2) **14** De korrels worden verhit in een mal. (1)  
Daardoor worden ze zacht en nemen ze de vorm van de mal aan. Daarna wordt de mal afgekoeld en wordt de kunststof weer hard in de vorm van de mal. (1)
- (1) **15** Thermoharders worden niet zacht als je ze verwarmt. (1)

Ook van kunststoffen die het element fluor bevatten, is het gedrag bij hoge temperatuur onderzocht. Ze blijken nauwelijks brandbaar te zijn. Een voorbeeld van zo'n kunststof is PTFE, dat een hoog massapercentage fluor bevat. PTFE kan met de volgende structuurformule worden weergegeven:



(2) **16** Totale massa 1 monomeer PTFE = 100,02 u (1)

Totale massa fluor delen door massa PTFE \*100% (1):

$$76,00/100,02 = 76\%$$

*E2014-2*

### **Melamine**

In China zijn in 2007 duizenden zuigelingen ziek geworden na het drinken van flesvoeding. Dit werd veroorzaakt doordat onzuivere melamine aan de flesvoeding was toegevoegd om het stikstofgehalte ervan te verhogen. Het eiwitgehalte is een kwaliteitskenmerk van melk. Omdat melkeiwit een redelijk constant stikstofgehalte heeft, wordt het eiwitgehalte van melk meestal uitgedrukt als stikstofgehalte.

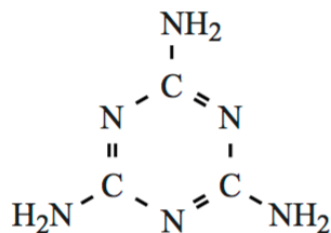
Melamine (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>N<sub>6</sub>) bevat een hoog percentage stikstof.

De methode waarmee het stikstofgehalte wordt gemeten, maakt geen onderscheid tussen stikstof in eiwitten en in verbindingen als melamine.

(2) **17** algemene structuurformule van een aminozuur (1)

uitleg: elk aminozuur bevat minstens 1 N atoom. Dus zijn er minimaal 100 N atomen (1)

De structuurformule van melamine is hieronder weergegeven.



Melamine wordt gesynthetiseerd uit ureum (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O). Dit proces is hieronder vereenvoudigd beschreven.

- In reactor 1 (R1) ontleedt ureum tot isocyaanzuur (HOCN) en ammoniak:  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCN} + \text{NH}_3$  (reactie 1).
- Het gevormde isocyaanzuur wordt vervolgens in reactor 2 (R2) bij hoge temperatuur omgezet tot de gassen melamine en koolstofdioxide (reactie 2). Hierbij treden nevenreacties op waarbij giftige bijproducten ontstaan.
- In scheidingsruimte 1 (S1) wordt het reactiemengsel gekoeld. Hierbij worden ammoniak en koolstofdioxide afgescheiden. Tevens wordt water toegevoegd totdat alle melamine is opgelost.
- Ten slotte wordt in scheidingsruimte 2 (S2) de ontstane oplossing geconcentreerd, waarbij uiteindelijk zuiver melamine wordt verkregen.

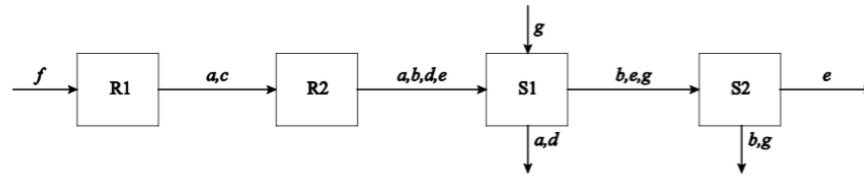
(2) **18**  $6\text{HOCN} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 + 3\text{CO}_2$

links + coeff (1), rechts (1)

Het proces waarbij zuiver melamine wordt gevormd, kan worden weergegeven in een vereenvoudigd blokschema. Dit blokschema staat op de uitwerkbijlage. De stoffen ontbreken.



(4) 19



- f en c juist vermeld 1
- e juist vermeld 1
- a en d juist vermeld 1
- g en b juist vermeld 1

*Opmerking*

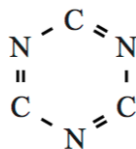
*Wanneer de juiste namen of de juiste formules zijn gebruikt in plaats van letters, dit goed rekenen.*

Melamine is een grondstof voor de productie van melamineformaldehyde (MF). Dit zogeheten copolymeer is opgebouwd uit twee monomeren: melamine en formaldehyde (CH<sub>2</sub>O).

De polymerisatie verloopt in twee stappen:

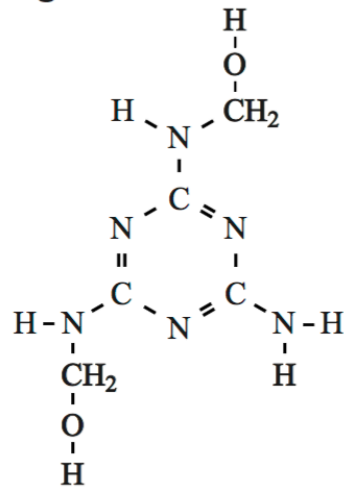
- stap 1:  $R-(NH_2)_3 + x CH_2O \rightarrow R-(NH_2)_{(3-x)}(NH-CH_2OH)_x$
- stap 2: polymerisatie van  $R-(NH_2)_{(3-x)}(NH-CH_2OH)_x$  tot MF.

Hierbij stelt R het volgende gedeelte voor:



In figuur 1 is een mogelijke structuur weergegeven van het product dat bij stap 1 kan ontstaan.

**figuur 1**



(2) **20**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

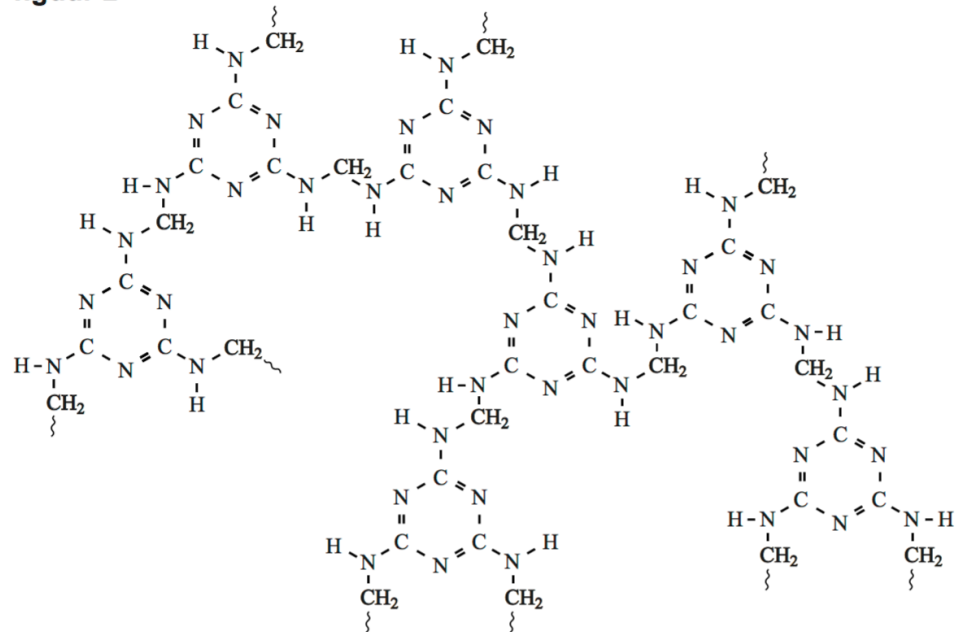
- De formule van figuur 1 bevat twee  $\text{CH}_2(\text{O})$  groepen / O atomen (die afkomstig zijn van formaldehyde), dus  $x = 2$ .
- De formule van figuur 1 bevat twee C atomen die afkomstig zijn van formaldehyde, dus  $x = 2$ .
- De formule van figuur 1 bevat nog maar vier (van de zes) N-gebonden H atomen (die afkomstig zijn van melamine), dus  $x = 2$ .
- Melamine heeft drie  $\text{NH}_2$  groepen waarvan er twee in figuur 1 zijn veranderd in  $\text{NH}(\text{CH}_2)\text{OH}$  groepen, dus  $x = 2$ .

- een uitleg waaruit blijkt dat bij de reactie van melamine met formaldehyde een/de  $\text{NH}_2$  groep(en) van melamine wordt/worden omgezet 1
- een uitleg waaruit blijkt dat de structuurformule in figuur 1 op twee plaatsen afwijkt van die van melamine en conclusie 1

Indien een antwoord is gegeven als: „Melamine heeft 3  $\text{NH}_2$  groepen, dus  $x = 3$ .” 0

In figuur 2 is een mogelijke structuur van MF weergegeven.

figuur 2



- (2) **21** Er verdwijnen geen dubbele bindingen/er wordt water afgesplitst (1) Dus het is geen polyadditiereactie (1)