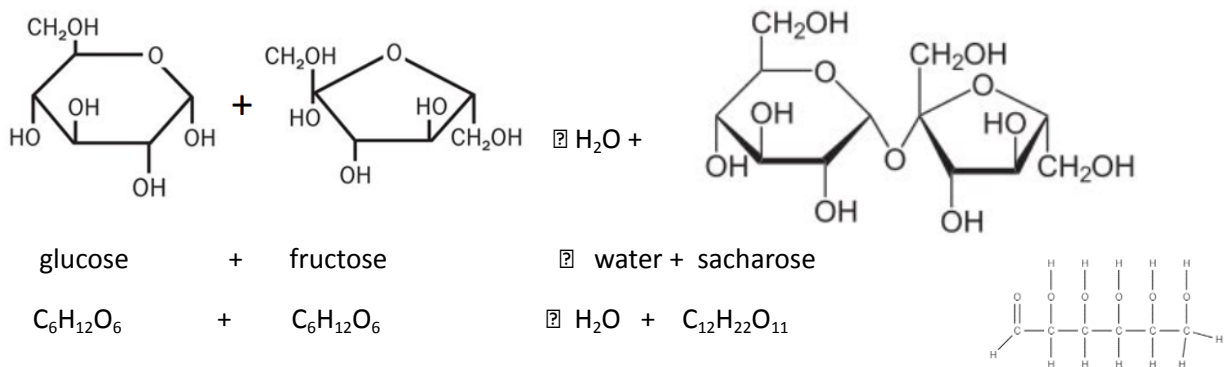


Koolhydraten

Leerdoelen

- Je kunt uitleggen wat een monosacharide, disacharide en polysacharide is.
- Je kunt de vergelijking van de hydrolyse van een disacharide en polysacharide in structuurformules en molecuulformules weergeven.

In binas 67F/ScienceData 13.1 staan de structuurformules van de koolhydraten. Een monosacharide (bijvoorbeeld glucose, $C_6H_{12}O_6$) heeft een suikerring, een disacharide twee (bv sacharose) en een polysacharide is een polymeer van een monosacharide.



Van glucose bestaat naast de ringvorm hierboven een lineaire vorm: 2,3,4,5,6-pentahydroxhexanal, zie binas 66A/ScienceData 10.2a. Glucose bevat C^* en er zijn dus stereo-isomeren van.

Glucose ontstaat via fotosynthese: $6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$

Bij de vergisting van glucose ontstaan alcohol en water: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$

Amylose is een polymeer van glucose. In molecuulformules kun je de hydrolyse van amylose zo weergeven: $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \rightarrow n C_6H_{12}O_6$

[uitlegfilmpje](#)



[Voorbeeldexamenopgave](#)

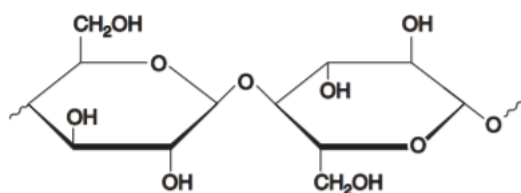


[nog een voorbeeldexamenopgave](#)



Opgave 1

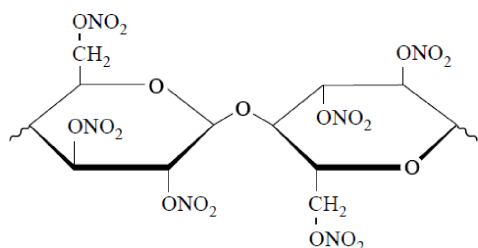
Een stukje van de structuurformule van cellulose is hier getekend:



Geef de vergelijking in structuurformules van de hydrolyse van dit stukje cellulose. Bij de hydrolyse wordt de binding tussen de twee getekende glucose-eenheden verbroken.

Opgave 2

Film bestaat uit een dragermateriaal en een beeldlaag. Oude films hebben voornamelijk cellulosenitraat als dragermateriaal. In deze opgave worden dergelijke films 'nitraatfilms' genoemd. Het cellulosenitraat wordt gemaakt door het polymeer cellulose te laten reageren met salpeterzuur. De hydroxylgroepen (OH groepen) worden daarbij vervangen door nitraatgroepen. Hieronder staat de schematische structuurformule van twee monomeereenheden van het polymeer dat is ontstaan wanneer alle hydroxylgroepen in cellulose zijn vervangen door nitraatgroepen.



Bij de bereiding van cellulosenitraat dat voor films wordt gebruikt, mogen niet alle hydroxylgroepen worden omgezet tot nitraatgroepen. Naarmate het aantal nitraatgroepen groter is, is de stof namelijk explosiever. Cellulosenitraat dat als drager voor filmmateriaal wordt gebruikt, mag daarom niet meer dan 12,6 massaprocent N bevatten.

Door bepaling van het massapercentage N kan worden berekend hoeveel hydroxylgroepen gemiddeld per monomeereenheid in cellulose zijn omgezet tot nitraatgroepen. In de formule voor cellulosenitraat kan dit aantal worden weergegeven met x ; x hoeft geen geheel getal te zijn.

Van een monster cellulosenitraat bleek het massapercentage N 12,1 te zijn.

a. Geef de formule van een monomeereenheid in cellulosenitraat, waarbij x hydroxylgroepen zijn omgezet tot nitraatgroepen. Ga uit van de volgende formule van een monomeereenheid in cellulose: $C_6H_7O_2(OH)_3$.

b. Bereken het gemiddelde aantal hydroxylgroepen (x) dat per monomeereenheid is omgezet tot nitraatgroepen wanneer het massapercentage N in cellulosenitraat 12,1% bedraagt.

Tijdens het vertonen van een film met behulp van een filmprojector kan de temperatuur behoorlijk oplopen. Daarbij kan het cellulosenitraat gemakkelijk in brand vliegen. Zo'n brand is erg lastig te doven omdat cellulosenitraat, anders dan de meeste brandbare materialen, geen zuurstof (O_2) nodig heeft om te blijven branden.

c. Laat met behulp van een reactievergelijking zien dat voor deze 'verbranding' geen zuurstof (O_2) nodig is.

- Gebruik voor cellulosenitraat de formule $(C_6H_7O_{11}N_3)_n$.

- Ga ervan uit dat bij de 'verbranding' uitsluitend koolstofdioxide, koolstofmonoïxide, stikstof en water ontstaan.

Volgens brandbeveiligingsvoorschriften kan een in brand gevlogen nitraatfilm niet met schuim of water worden geblust. Toch gaat een dergelijke brand op den duur wel uit wanneer men met water blust.

d. Leg uit waarom water toch geschikt is als blusmiddel voor een in brand gevlogen nitraatfilm.

Er is veel historisch interessant beeldmateriaal vastgelegd op nitraatfilms, dus is het belangrijk om die oude films goed te conserveren. Een probleem bij nitraatfilms is dat bij langdurige opslag de beelden kunnen vervagen. Dat komt doordat cellulosenitraat kan hydrolyseren. Bij deze hydrolyse worden de ONO_2 groepen omgezet tot OH groepen waarbij tevens salpeterzuur ontstaat. De hydrolyseproducten diffunderen langzaam door het dragermateriaal en kunnen in contact komen met de beeldlaag. Op de beeldlaag bevindt zich metallisch zilver dat de zwarting op de film veroorzaakt. Door reactie van één van de hydrolyseproducten van cellulosenitraat met het metallisch zilver vervagen de beelden.

Halverwege de vorige eeuw is men overgestapt op het gebruik van zogenoemde acetaatfilms. Hierin is cellulose-acetaat (cellulose-ethanoaat) het dragermateriaal. In cellulose-acetaat zijn de OH groepen van het cellulose veresterd met azijnzuur (ethaanzuur). Cellulose-acetaat is veel minder brandbaar dan cellulosenitraat. Bij langdurige opslag van films met cellulose-acetaat als dragermateriaal ('acetaatfilms') kan ook hydrolyse optreden van het cellulose-acetaat, maar dat leidt niet tot vervaging van de beelden op de film.

e Leg uit waarom nitraatfilms wel vervagen bij langdurige opslag en acetaatfilms niet. Vermeld in je uitleg het type reactie dat optreedt bij de vervaging van de nitraatfilms.

Opgave 3

Een garnaal bestaat uit een pantser en een week gedeelte. De (in water onoplosbare) stof die stevigheid aan het pantser geeft, heet chitine. Verder bestaat het pantser uit eiwitten en calciumcarbonaat. Als men het chitine in zuivere vorm wil verkrijgen, worden de pantsters van de gepelde garnalen eerst vermalen. Vervolgens wordt het fijngemalen mengsel ontdaan van de eiwitten (met behulp van verdunde loog). Men houdt dan chitine met daaraan vastgehecht calciumcarbonaat over. Om het calciumcarbonaat te verwijderen voegt men een overmaat verdund zoutzuur toe. Het zoutzuur reageert niet met chitine, wel met het calciumcarbonaat. Tenslotte wordt met behulp van een scheidingsmethode uit het ontstane mengsel de chitine verkregen. Men kan, gebruikmakend van bovenstaande gegevens, een werkwijze bedenken om te bepalen hoe groot het massapercentage van chitine in garnalenpantsters is.

a. Beschrijf die werkwijze. Geef daarbij ook de naam van de gebruikte scheidingsmethode.

Uit chitine kan chitosan worden gemaakt. Chitosan wordt onder andere gebruikt voor het houdbaar maken van vruchten. De vruchten worden daartoe voorzien van een afsluitende laag chitosan. Bij de bereiding van chitosan uit chitine laat men het chitine reageren met geconcentreerd natronloog. De structuurformule van chitine staat in Binas-tabel 67F3/ScienceData 13.1. Bij de reactie van chitine met geconcentreerd natronloog wordt een aantal van de groepen omgezet tot NH_2 groepen. De ontstane stof is chitosan. Bij deze reactie ontstaan chitosanmoleculen en nog één andere soort deeltjes.

b. Geef de structuurformule van die andere soort deeltjes.

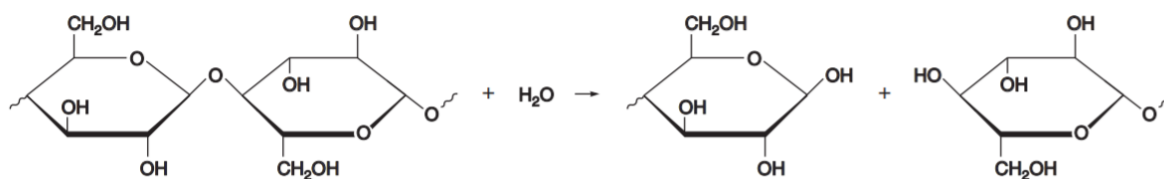
De molecuulformule van chitosan kan bij goede benadering als volgt worden weergegeven:

$(\text{C}_8\text{H}_{13}\text{NO}_5)_m(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4)_n$ Hierin stelt $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{NO}_5$ de eenheid voor met de groep en $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4$ de eenheid met de NH_2 groep. De kwaliteit van een folie van chitosan hangt onder andere af van de verhouding tussen het aantal groepen en het aantal NH_2 groepen in de chitosanmoleculen. Ter bepaling van deze verhouding voegt men aan een afgewogen hoeveelheid chitosan een overmaat opgelost salpeterigzuur (HNO_2) toe. Bij de reactie die dan plaatsvindt, reageren NH_2 groepen uit de chitosanmoleculen met HNO_2 moleculen, onder vorming van onder andere stikstof. Men bepaalt de hoeveelheid gevormd stikstofgas. Bij het uitvoeren van deze bepaling blijkt uitgaande van 0,38 gram chitosan 35 cm^3 stikstofgas gevormd te worden. Het volume van het stikstofgas is gemeten onder omstandigheden waarbij een mol gas het volume 25 dm^3 heeft.

c. Bereken de x in de verhouding $1,0 : x$ tussen het aantal groepen en het aantal NH_2 groepen in de chitosanmoleculen. Neem daarbij aan dat bij de reactie tussen salpeterigzuur en chitosan per NH_2 groep die reageert, één molecuul stikstof wordt gevormd.

Antwoorden

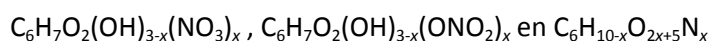
Opgave 1



Opgave 2 (vwo examen 2010-II)

[Uitlegfilmpje opgave 2a en 2b](#)

a Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



b.

De massa van een mol cellulosenitraateenheden is 162,1 + 45,00 gram

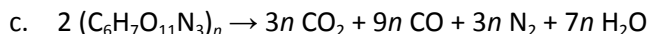
In een mol cellulosenitraateenheden is 14,01x gram N aanwezig

Het massapercentage N is $\frac{14,01 \times x}{162,1 + 45,00 \times x} \times 100 \%$

Omdat het massapercentage N 12,1 is geldt:

$$\frac{14,01 \times x}{162,1 + 45,00 \times x} = 12,1$$

$$x = \frac{12,1 \times 162,1}{14,01 \times 100 - 12,1 \times 45,00} = 2,29$$



d. Het juiste antwoord moet de notie bevatten dat bij blussen met water de temperatuur op een gegeven moment onder de ontbrandingstemperatuur/ontledingstemperatuur van het cellulosenitraat komt.

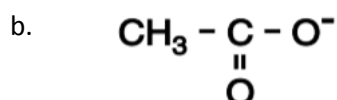
e. Het salpeterzuur dat bij de hydrolyse van cellulosenitraat ontstaat, kan in een redoxreactie reageren met het zilver. Het azijnzuur (ethaanzuur) dat bij de hydrolyse van cellulose-acetaat ontstaat, (is geen oxidator en) kan niet reageren met zilver.



× x

Opgave 3

- Weeg na het pellen van de garnalen de garnalenpantsters af.
Verwijder de eiwitten met verdund loog.
Verwijder het calciumcarbonaat met zoutzuur.
Filtreer het mengsel (of laat het bezinken).
Droog het residu van de filtratie en weeg het. Dit is de massa van het chitine en daarmee kun je het massapercentage berekenen.



$$c.35 \text{ cm}^3 = 0,035 \text{ dm}^3$$

$$0,035 \text{ dm}^3 / 25 \text{ dm}^3 \text{mol}^{-1} = 0,0014 \text{ mol N}_2$$

Je hebt dan ook 0,0014 mol NH_2 eenheden en ook 0,0014 mol $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4$

De molaire massa van $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4$ is $6 \times 12,01 + 11 \times 1,008 + 14,01 + 4 \times 16,00 = 161,16 \text{ g/mol}$.

$$0,0014 \text{ mol} \times 161,16 \text{ g/mol} = 0,226 \text{ gram C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4 \text{ eenheden.}$$

Dus zijn er $0,38 \text{ gram} - 0,226 \text{ gram} = 0,154 \text{ gram C}_8\text{H}_{13}\text{NO}_5$ eenheden.

De molaire massa van $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{NO}_5$ is $8 \times 12,01 + 13 \times 1,008 + 15,01 + 5 \times 16,00 = 203,19 \text{ g/mol}$.

$$0,154 \text{ gram} / 203,19 \text{ g/mol} = 0,00076 \text{ mol C}_8\text{H}_{13}\text{NO}_5 \text{ eenheden.}$$

$$x = 0,0014 / 0,00076 = 1,8$$