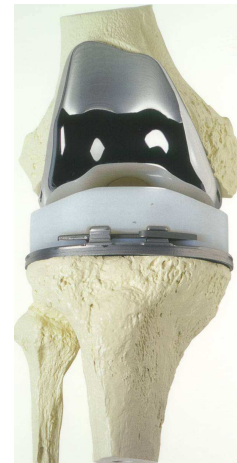


Naam	
Klas	

Melkzuur

Van spierpijn tot kunstknie

3 vwo



Inhoudsopgave

	Blz.
Voorwoord	2
1. Melkzuur, wat is 't en wat kun je er mee?	3
Opgaven	11
2. Hoe maak je melkzuur?	12
Opgaven	20
3. Wat is polymelkzuur? De grondstof voor bioplastic!	23
Opgaven	32
Kenniskaarten	33
Artikelen	41
Kanjerkaarten	61

Voorwoord

Beste leerlingen,

Zoals je weet heeft je lichaam zuurstof nodig om voedsel te verbranden. Als jij je flink inspant, lukt het niet om genoeg zuurstof aan te voeren. Als het daar bij blijft is er een kans dat je in elkaar stort. Gelukkig heeft je lichaam een andere route om aan energie te komen: suikers omzetten in **melkzuur**. Dit levert minder energie, maar je kunt in elk geval verder. Later moet je nog even hijgen, zodat je lichaam extra zuurstof binnen krijgt om het melkzuur alsnog te verbranden.

En zo begint deze module: ons eigen lichaam maakt melkzuur aan als we ons inspannen. Daar komt de term 'verzuren' vandaan. Maar daar laten we het niet bij! Het zal blijken dat de chemische industrie de natuur als inspiratiebron heeft gebruikt. Melkzuur heeft namelijk ook toepassingen op heel andere gebieden. We kunnen het gebruiken om kunststoffen te maken die sneller afbreken in de natuur. Verder wordt het tegenwoordig zelfs toegepast om een kapotte knie te repareren. Je hebt dan wel heel veel melkzuur nodig en het bij mensen aftappen is wat lastig. Daarom leer je ook hoe de industrie melkzuur op grote schaal maakt. En hoe ze daarbij rekening houden met duurzaamheid en het milieu.

Het zal best wat inspanning kosten om dit allemaal te begrijpen.

Daarom zijn er flink wat **leuke proeven** om je op weg te helpen.

Op de **kenniskaarten** staan de belangrijkste begrippen die je moet leren voor het proefwerk.

Artikelen geven je een aardige indruk over de toepassingen van melkzuur.

Er zijn **uitwerkingen** beschikbaar met mogelijke antwoorden op de vragen.

Heb je nog energie over? Doe dan één van de uitdagende opdrachten op de **kanjerkaarten**.

Deze module vind je ook op de internetsite <http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

Daar kun je de **links en animaties** die in de module staan bekijken.

1. Melkzuur, wat is 't en wat kun je er mee?

Inleiding

Melkzuur, tja waar ken je dat van? Het zal wel zuur geworden melk zijn, maar dat stinkt en daarom proef je niet! Melkzuur zit in veel voedingsmiddelen verwerkt. Denk maar aan karnemelk met zijn fris zure smaak. En wat denk je van zuurkool? Waarschijnlijk ken je het ook wel van de reclames: "deze yoghurt bevat rechtsdraaiend melkzuur". In sportverslaggeving wordt regelmatig over verzuring gesproken, bijvoorbeeld bij een marathonloop: "de laatste kilometers zijn extra zwaar nu, want alle spieren zijn verzuurd". Of bij schaatsen: "een halve seconde langzamer dit rondje, ai ai dat doet pijn, de benen lopen helemaal vol met melkzuur..."

Demonstratieproef 1: Boeken tillen

Onderzoeksvraag

Wat is verzuren eigenlijk?

Benodigdheden

- Een paar zware boeken
- Een stopwatch
- Een stoere vrijwilliger

Werkwijze

Eén leerling gaat met gestrekte armen een paar atlassen of zware boeken (3-5 kg) tillen.

De tijd wordt opgenomen tot de armen gaan zakken.

Binnen 10 seconden begint deze leerlingen opnieuw met dit tilexperiment.

Noteer de resultaten in de tabel

Meetresultaten

Poging	Tijd (min.)
1 ^e	
2 ^e	

Conclusie

Vragen

1. Probeer uit te leggen wat er in de armspieren is gebeurd.

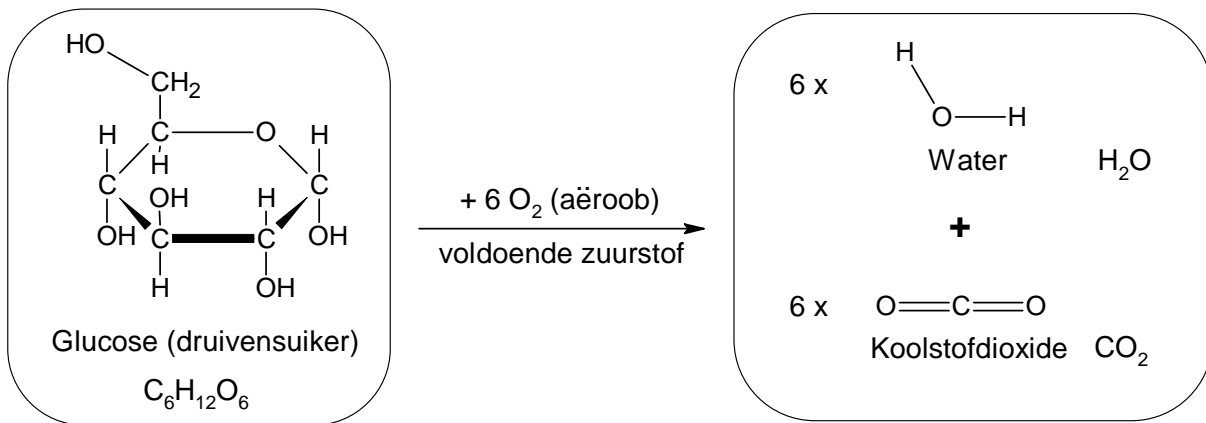
2. Leg uit waarom je extra veel last van verzuring krijgt als je flink zweet bij sporten.

Ademhaling en verzuring

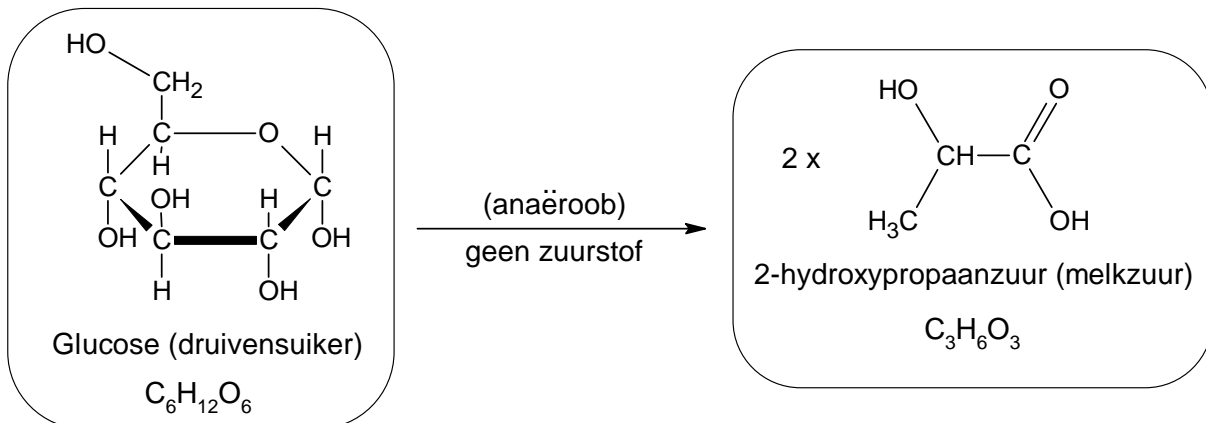
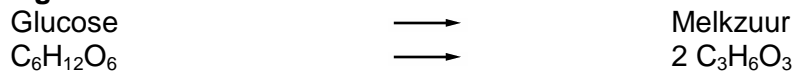
De ademhaling gaat gelukkig steeds door, zuurstof wordt ingeademd, koolstofdioxide en water worden uitgedemd. De zuurstof komt gewoon uit de lucht en wordt gebruikt om bijvoorbeeld glucose (druivensuiker) te verbranden. Dit noemen we een aërobe verbranding. Bij deze reactie ontstaan water en koolstofdioxide. Er komt ook behoorlijk wat energie bij vrij en daardoor kun je sporten. Echter als je een beetje fanatiek sport, merk je dat je sneller gaat ademen en dat het moeizamer gaat. Er is nu in de spiercellen minder zuurstof aanwezig waardoor er een anaërobe verbranding van glucose op gang komt. Bij deze reactie ontstaat door specifieke bacteriën rechtsdraaiend melkzuur. Je spieren raken verzuurd en dit leidt tot vermoeidheid en doet pijn.

In reactieschema ziet het er zo uit:

Ademhaling



Verzuring



Opdracht 1: Artikelen lezen

Je docent geeft aan welke van de artikelen 1.1 t/m 1.4 je gaat lezen. Hij/ zij vertelt je eveneens of je de vragen bij de artikelen gaat maken of dat je in een groepje een samenvatting voor je klasgenoten moet maken.

Het kan ook zijn dat je een bepaald artikel op internet moet lezen. Ga dan naar:

<http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

Opdracht 2: Melkzuur is E270

Inleiding

Zoals je inmiddels weet, komt melkzuur veel in voedingsmiddelen voor. Er is een E-nummer aan toegekend. E-nummers zijn codes die de Europese Unie geeft aan 'voedseladditieven'. Dit zijn stoffen die aan ons voedsel worden toegevoegd om ze bijvoorbeeld een betere smaak, kleur, geur of houdbaarheid te geven. Voorbeelden van additieven zijn: citroenzuur, vitamine C en melkzuur.

Opdracht

Zoek deze week thuis en in de supermarkt producten op die E270 bevatten. Schrijf je zoekresultaten op de poster die in het scheikundelokaal hangt.

Proef 2: Yoghurt maken

Doel: Yoghurt maken

Onderzoeksvragen

1. Welke invloed heeft de temperatuur op de vorming van yoghurt?
2. Maakt het uit of je begint met gepasteuriseerde of gesteriliseerde melk?
3. Maakt het uit of welke soort yoghurt (0% vet, magere yoghurt, volle yoghurt, enz.) je aan de melk toevoegt?

Benodigdheden

- Bekerglas
- Thermometer
- Waterbad
- Bunsenbrander
- Aluminiumfolie
- Boerenyoghurt en magere yoghurt
- 1 liter gesteriliseerde volle melk
- 1 liter gepasteuriseerde volle melk
- 1 liter boerenlandmelk
- pH-papier

Werkwijze

Je docent gaat de onderzoeksvragen over de klas verdelen.

Ieder groepje hoeft maar één onderzoeksvraag uit te beantwoorden.

Bedenk hoe je onderstaand voorschrift moet aanpassen voor jullie onderzoeksvraag.

- Doe 100 mL melk in een schoon bekersglas en dek het af met aluminiumfolie.
- Voeg 2 - 3 mL yoghurt toe. Hierin zitten de benodigde bacteriën. Weer afdekken.
- Zet het mengsel weg bij een temperatuur van 45°C. Gebruik daarvoor een waterbad.
- Neem meteen nadat de yoghurt bij de melk gedaan is, dat is de start van de yoghurt- of melkzuurproductie, een controlemonster van 2 mL uit het mengsel.
- Gebruik hierbij een pipet of spuitje en doe het monster in een bekersglasje.
- Meet de pH met behulp van een pH-papiertje. Dit is een beetje lastig omdat melk en yoghurt wit zijn. Doop daarom het pH-papier goed onder in de melk of de ontstane yoghurt. Veeg het papiertje daarna een beetje schoon met een droog stukje tissue. Vergelijk vervolgens de kleur van het papiertje met het doosje om de pH af te lezen.
- Meet de pH van de oorspronkelijke yoghurt (om mee te enten), de oorspronkelijke melk en meet aan het einde van de les en de volgende les nog een keer de pH van je zelfgemaakte yoghurt.

Waarnemingen

Resultaten

Tijd (uur)	Product	pH
Begin	melk	
Begin	yoghurt	
Start	controlemonster	
Einde les	zelfgemaakte yoghurt	
Volgende les	zelfgemaakte yoghurt	

Conclusie

Proef 3: pH meten van zure-, neutrale- en basische oplossingen

Doel: Meet de pH van de beschikbare oplossingen en verwerk de resultaten.

Benodigdheden

- Universeel indicator papier
- pH-meter
- Glasstaaf om een druppel oplossing te nemen
- Zuur, neutrale en basische oplossingen

Werkwijze

- Breng van elke oplossing een druppel op een klein stukje universeel indicator papier.
- Gebruik eventueel een pH-meter.
- Noteer de gemeten pH in onderstaande tabel.
- Breng van elke oplossing m.b.v. een pipet 2 mL in een reageerbuis.
- Voeg ongeveer 1 mL rodekoolsap toe en noteer de kleur van de oplossing in de tabel.

Resultaten

	pH	rodekoolsap		pH	rodekoolsap
accuzuur			kraanwater		
ammonia			melkzuur		
azijn			natronloog		
cola			sodaoplossing		
demiwater			Spa rood		
gootsteen- ontstopper opl.			zeep oplossing		
karnemelk			zeewater		

Verwerking

Rangschik de onderzochte oplossingen naar toenemende pH en zet ze in de juiste kolom van onderstaande tabel.

zuur	pH	neutraal	pH	basisch	pH

Raadpleeg ook kenniskaart 1.1 Zuren en basen

Vragen

1. Van welke van de onderzochte oplossingen verwacht je dat ze agressief zullen zijn?
Licht je antwoord toe.

2. Wat gebeurt er met de pH van een zure oplossing als je deze flink verdunt met water?

3. Wat gebeurt er met de pH van een basische oplossing als je deze flink verdunt met water?

Demonstratieproef 4: Zuurkool maken

Bron: *Journal of Chemical Education*, Vol. 77, No. 11, 1432A-B

Deze proef kun je ook heel goed thuis uitvoeren. Het proces van zuurkool maken duurt ongeveer zes weken.

Doel: Zo goed mogelijk zuurkool maken

Veiligheid: Je moet je eigengemaakt product **niet opeten**. Je kunt met dit recept wel degelijk eetbare zuurkool maken, maar daarvoor moet je wel tests doen die niet in dit practicum staan vermeld.

Benodigdheden

- Groene- of wittekool
- Afsluitbaar glas, pot of erlenmeyer
- Deksel of stop
- Marker, sticker of papiertje
- Schaar
- Vuilniszak
- Scherp mesje (schoon!)
- Snijplank
- Bekerglas of kom
- Zout zonder jodide (geen Jozo-zout)
- Theelepel
- Maatcilinder 100 mL
- Water
- Steen
- Pasteurpipet
- pH-papier

Werkplan

De uitvoering hieronder beschrijft de 'normale' manier om zuurkool te maken. Je docent zal voor dit product zorgen. Aan jullie is het om te bedenken welke variaties op het recept interessant zijn.

- Lees het recept goed door en probeer met je groepje te bedenken waar je één punt gaat veranderen.
- Wat zal deze variatie aan het eindproduct (zuurkool) veranderen?
- Formuleer een onderzoeksvraag.
- Bespreek je variatie en je onderzoeksvraag met je docent.

Werkwijze

- Label je glas, pot of erlenmeyer met de naam van je groepje en jullie 'variatie' (zie werkplan). Gebruik hiervoor een marker, sticker of een papiertje. Noteer ook de datum.
- Knip een vorm uit een stuk vuilniszak die de kool kan afdekken in je glas.
- Bekijk je kool. Zie je organismen in de bladeren?
Verwijder beschadigde en/of vieze onderdelen en de witte kern van de kool.
- Snijd op een snijplank je koolbladeren tot stukjes van maximaal 1-2 millimeter dikte (ongeveer de dikte van een 20 cent munt. Zorg dat je in totaal ongeveer tot één theekopje komt.
- Breng je versnipperde kool over in het bekerglas of de kom.
- Strooi kleine theelepel zout (zonder jodide) over de kool.
- Kneed de kool en het zout goed samen met schone handen. Zorg dat er wat sap vrijkomt.
- Breng de geknede kool over in een glas, pot of erlenmeyer. Plaats je plastic vormpje (van de vuilniszak) op de kool en druk de kool goed aan. Laat het vormpje op de kool liggen.
- Was je handen.
- Voeg 75 mL water toe.
- Leg een steen of ander schoon gewicht op het plastic vormpje
- Meet de pH door met een Pasteurpipet een paar druppels uit het glas te halen en op een pH-papiertje aan te brengen.
- Sluit het glas losjes af met een deksel (of de erlenmeyer met een stop)
- Laat het glas bij kamertemperatuur (20-25°C), buiten direct zonlicht, staan voor vier tot zes weken.
- Bekijk je glas iedere week eventjes en doe waarnemingen. Denk bijv. aan de geur en hoe het eruit ziet. Meet ook iedere week de pH.

- Als er een beetje kool naar boven drijft of als er een beetje schimmel ontstaat, verwijder je dit met schone handen en plaats je de deksel terug.

Waarnemingen

Conclusie

Vragen

1. Wat zie je met de pH gebeuren tijdens de proef? En met je andere waarnemingen?

2. Leg uit waar het zuur in de zuurkool vandaan komt.

3. Bespreek je resultaten met de klas en vergelijk jullie 'variëaties' met het 'normale' recept. Welke factoren bevorderen het vormen van zuurkool en welke factoren maken het moeilijker?

4. Noem twee redenen waarom de zuurvorming op een gegeven moment zal ophouden.

a.

b.

Opgaven

Sacharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) kan door bacteriën ook omgezet worden in melkzuur of in andere stoffen. In zuurstofarm milieu maken bacteriën melkzuur of ethanol (C_2H_6O). Als er voldoende zuurstof is halen ze de maximale energie uit sacharose door het volledig te verbranden tot koolstofdioxide en water.

1. Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van sacharose tot koolstofdioxide en water.

2. Geef de reactievergelijking voor de omzetting van sacharose en water in melkzuur.

3. Geef de reactievergelijking voor de omzetting van sacharose en water in ethanol en koolstofdioxide.

4. Noem vier toepassingen van melkzuur.

- a.
 - b.
 - c.
 - d.

Na een practicum heb je 1 liter afvalwater over met een pH van 3.

5. Leg uit of het afvalwater zuur, basisch of neutraal is.

6. Leg uit op welke twee manieren je het afvalwater kunt neutraliseren.

- a.
 - b.

7. Hoeveel liter natronloog van pH 11 moet je aan het afvalwater toevoegen om op pH 7 uit te komen?

2. Hoe maak je melkzuur?

Inleiding

In het vorige hoofdstuk heb je kennisgemaakt met de eigenschappen van melkzuur. Nu ga je leren op welke manier melkzuur gemaakt wordt in de industrie.

Glucose (=druivensuiker) is in de industrie een belangrijke grondstof voor het maken van melkzuur. In ons lichaam gebruiken we glucose om energie op te wekken. Zoals je geleerd hebt, kan dat op twee manieren: aëroob en anaëroob. Bij de anaërobe verbranding ontstaat melkzuur. In de fabriek bootsen ze deze reactie na. Er wordt daarbij gebruik gemaakt van melkzuurbacteriën. De omstandigheden worden zo gekozen dat glucose alleen in melkzuur omgezet wordt. Dat duurt meerdere dagen.

Maar als je bijvoorbeeld gistcellen toevoegt aan een glucoseoplossing dan ontstaat geen melkzuur maar ethanol (= alcohol) en een gas. Deze proef gaat veel sneller. Binnen een lesuur is al behoorlijk wat glucose omgezet.

Demonstratieproef 1: Ethanol maken uit glucose

Onderzoeksvraag

Welk gas ontstaat als gistcellen aan een glucoseoplossing worden toegevoegd?

Benodigdheden

Erlenmeyer of rondbodemkolf

Waterslot

Glucose of suiker

Gedroogd bakkersgist

Lauw water (35 °C)

Werkwijze

Doe 2 eetlepels (40 g) glucose of suiker in de erlenmeyer.

Voeg 400 mL lauw water toe en schud even; het is niet erg als alle suiker niet direct oplost.

Voeg de bakkersgist toe en schud nogmaals.

Sluit de erlenmeyer af met het waterslot gevuld met kalkwater.

Schud de erlenmeyer af en toe om uitzakken van het gist te voorkomen.

Waarnemingen

Conclusie

Vraag

1. Geef de reactievergelijking voor de omzetting van glucose in ethanol.

Opdracht 1: Film bekijken

Inleiding

Glucose uit maïs of suikerriet wordt m.b.v. melkzuur bacteriën (micro-organismen) omgezet in melkzuur. Dit proces heet fermentatie en duurt 4 tot 6 dagen.

Bekijk de film over Industriële Biotechnologie: **“Van plant tot materiaal, medicijn en motorbrandstof”** (7 minuten). Deze film is gemaakt op het Kluyver Centre, de afdeling biotechnologie van de Technische Universiteit Delft.

Opdracht (zie ook kenniskaart 2.2 “Van plant tot materiaal, medicijn en motorbrandstof”).

Beantwoord na het kijken van de film onderstaande vragen.

1. Waarom wil de chemische industrie aardolie als grondstof vervangen door gewassen zoals suikerriet?

2. Welke drie soorten micro-organismen worden genoemd?

3. Micro-organismen zetten plantenmateriaal om in alle stoffen die ze nodig hebben, om te groeien, zich zelf te onderhouden en te verdedigen.

Net zoals de industrie produceren micro-organismen ook afvalstoffen en bijproducten.

Welke drie bijproducten werden genoemd?

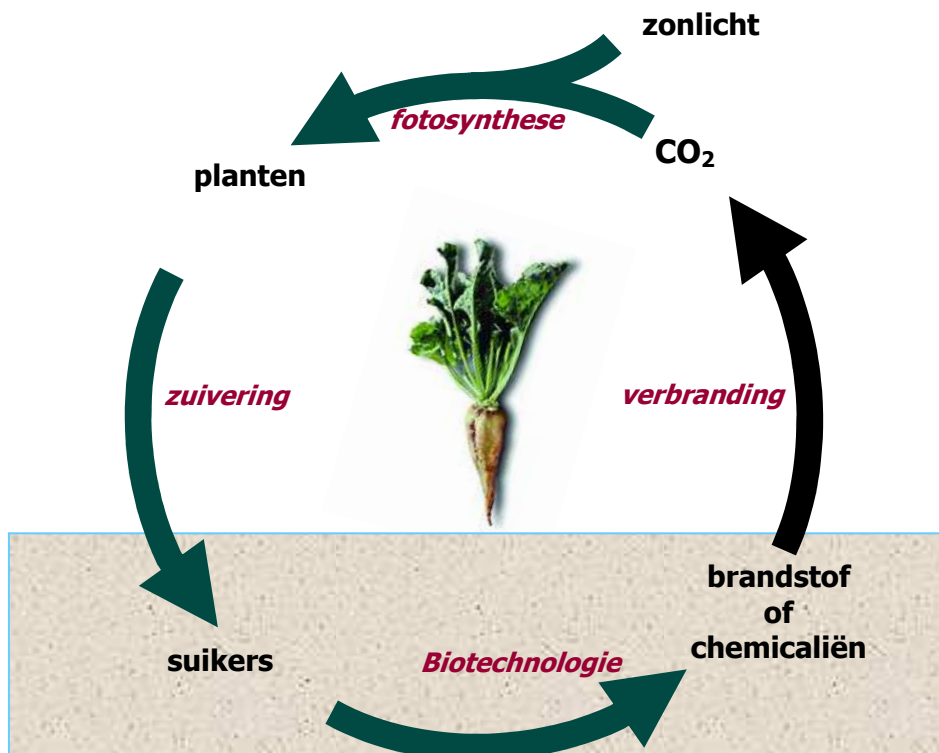
4. Welke stoffen zijn de natuurlijke conserveringsmiddelen van bier en yoghurt?

5. Noem drie materialen die door nuttige micro-organismen tegenwoordig worden geproduceerd.

6. In de industriële biotechnologie maakt men gebruik van hernieuwbare grondstoffen. Hieronder staat een lijstje met grondstoffen. Omcirkel de hernieuwbare grondstoffen.

aardolie bietsuiker maïs aardgas kolen rietsuiker

7. Beschrijf wat in de Industriële Biotechnologie wordt bedoeld met “De koolstofkringloop is gesloten”.



Bron: Het DNA Lab “Racen met WC-papier” van de TU Delft.

Opdracht 2: Artikel lezen

Lees het artikel 2.1: Op weg naar hernieuwbare brandstoffen en groene chemicaliën

Beantwoord de bijbehorende vragen.

Het kan ook zijn dat je een bepaald artikel op internet moet lezen, ga dan naar:

<http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

Groene chemie (Kenniskaart 2.3)

Inleiding

“Chemische bedrijven komen onder steeds zwaardere druk te staan om syntheseroutes te ontwikkelen die weinig afval opleveren. Ook komen er steeds meer bezwaren tegen het gebruik van giftige stoffen. Het energieverbruik tijdens de productie van nieuwe stoffen moet minimaal zijn,” zegt Tim Lester.

Bron: <http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/1996/December/synthesis.asp>

De hoeveelheid afval die ontstaat bij chemische reacties varieert enorm. Eenvoudige omzettingen in de petrochemische industrie - waarbij gebruik gemaakt wordt van katalysatoren - leveren vrijwel geen afval op. De synthese van biologisch actieve moleculen (medicijnen) in farmaceutische industrie is veel ingewikkelder. Er zijn veel reactiestappen. De uiteindelijke opbrengst is vaak niet meer dan 10%. De andere 90% bestaat uit ongewenste bijproducten.

Professor Roger Sheldon van de Technische Universiteit in Delft heeft in 1994 uitgezocht hoeveel kg afval er per kg product ontstaat. zie tabel 1.

Industriële sector	Totale productie per jaar (ton) (1 ton= 1000 kg)	Totale productie per jaar (ton) (1 ton= 1000 kg)
Olieraffinaderijen	$10^6 - 10^8$	ca 0.1
Bulkchemicaliën	$10^4 - 10^6$	<15
Fijnchemicaliën	$10^2 - 10^4$	550
Medicijnen	$10^1 - 10^3$	25000

Tabel 1 Industriële sectoren en de hoeveelheid bijproducten per kg gewenst product.

Bron: <http://www.chemsoc.org/chembytes/ezone/1996/lester.htm>

Nu de milieueisen steeds strenger worden, wil elke fabrikant zo goedkoop mogelijk zijn producten maken, met zo weinig mogelijk afval, zo min mogelijk gebruik van giftige stoffen en zo min mogelijk gebruik van energie. Processen die aan deze voorwaarden voldoen heten **Groene chemie**.

Opdracht

We gaan nu de productie van melkzuur via fermentatie vergelijken met een chemische synthese van melkzuur. Hierbij zullen we vooral kijken naar het **effectief atoomgebruik (Kenniskaart 2.4)**. Maak gebruik van de gegevens uit tabel 2. (u = atomaire massa-eenheid)

Atoomsoort	Atoommassa (u)
H	1
C	12
N	14
O	16
S	32

Tabel 2 Enkele bekende atoommassa's

Methode 1: synthese van melkzuur via een biotechnologisch proces.

Glucose uit maïs of bietsuiker wordt m.b.v. micro-organismen omgezet in melkzuur.
Dit fermentatieproces duurt 4 tot 6 dagen.

Stap 1: Geef de reactievergelijking voor de fermentatie van glucose in melkzuur.

Stap 2: Bereken de massaverhouding.

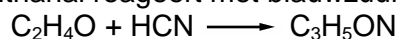
Stap 3: De massa van de gewenste stof is:

Stap 4: De massa van de totaal ontstane stoffen is:

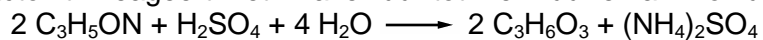
Stap 5: Bereken het effectief atoomgebruik.

Methode 2: chemische synthese van melkzuur

Reactie 1: Ethanal reageert met blauwzuur tot lactonitril.



Reactie 2: Lactonitril reageert met zwavelzuur tot melkzuur en ammoniumsulfaat.



Stap 2a: Bereken de massaverhouding in reactie 1.

Stap 2b: Bereken de massaverhouding in reactie 2.

Stap 3: Bereken de massa van de gewenste stof.

Stap 4: Bereken de massa van de totaal ontstane stoffen.

Stap 5: Bereken het effectief atoomgebruik.

Vergelijk nu methode 1 en 2

Leg uit welke methode het predikaat **Groene chemie** verdient.

Stereochemie (Kenniskaart 2.5)

Inleiding

Er zijn stoffen waarvan de moleculen alleen in ruimtelijke structuur van elkaar verschillen. Melkzuur is zo'n voorbeeld. In dit onderdeel ga je zelf 3D-molecuulmodellen bestuderen op de computer en/of met de bouwdoos in het lokaal. Het bestuderen van ruimtelijke molecuulmodellen noemen we stereochemie.

Asymmetrische voorwerpen

In het dagelijks leven komen veel voorwerpen in paren voor die elkaars spiegelbeeld zijn, maar niet identiek zijn. Voorbeelden hiervan zijn onze handen en voeten. Zij zijn asymmetrisch. Dat wil zeggen dat er geen symmetrievlak in het voorwerp aanwezig is. Dit geldt ook voor de twee schelpen die je hieronder ziet afgebeeld.

In de plaatjes hieronder staat de stippellijn voor een spiegel. Als jij je linkerhand voor een spiegel houdt, zie je in de spiegel je rechterhand afgebeeld: het spiegelbeeld.



Figuur 1 Voorbeelden van asymmetrische voorwerpen.

Je handen lijken op elkaar, maar zijn niet precies hetzelfde. Probeer ze maar eens over elkaar te leggen met de handpalmen naar boven. Je ziet dat de duimen dan altijd in verschillende richtingen wijzen. Een linker hand past niet in een rechter handschoen. Dit komt omdat de handen een asymmetrische vorm hebben. Het worden ook wel chirale voorwerpen genoemd. Het woord chiraal is afgeleid van het Griekse woord voor hand. Asymmetrische voorwerpen heten daarom ook wel chirale voorwerpen.

Je kunt een uitleg over chiraliteit (Eng: Chirality) via de site bekijken of via de link hieronder. Klik hiervoor in het venster dat opent.

Ga naar <http://www.scheikundeinbedrijf.nl> en bekijk de **animatie** over chiraliteit (Eng: Chirality).

Link: <http://www.colby.edu/chemistry/OChem/DEMOS/Chirality.html>

Als je twee chirale voorwerpen op elkaar legt ontdek je dat het spiegelbeeld niet precies hetzelfde is als het oorspronkelijke voorwerp. In het Engels zeggen ze: "An object is chiral if it is NOT superposable on its mirror image".

Opdracht 4: Spelen met 3D-molecuulmodellen

In de stereochemie worden de moleculen ruimtelijk bekeken. We doen dit m.b.v. 3D-molecuulmodellen. De bolletjes in de modellen hieronder stellen atomen of atoomgroepen voor aan het koolstofatoom in het centrum.

Ga naar <http://www.scheikundeinbedrijf.nl> en voer de opdracht '3D-modellen bestuderen' uit.

Asymmetrische moleculen

Als de volgorde van de atomen of atoomgroepen in twee moleculen dezelfde is, maar de atomen of atoomgroepen zijn ruimtelijk ten opzichte van elkaar anders gerangschikt, dan spreken we van stereo-isomerie.

Als het goed is heb je bij het bestuderen van de 3D-modellen ontdekt dat er pas sprake is van twee verschillende spiegelbeelden als er een **asymmetrisch koolstofatoom** in het molecuul zit. Een asymmetrisch C-atoom is een koolstofatoom waaraan vier verschillende groepen zitten. Een molecuul met een asymmetrisch koolstofatoom heeft een spiegelbeeld dat niet helemaal hetzelfde is. De beide moleculen zijn spiegelbeeldisomeren van elkaar, net zoals je beide handen. Er is sprake van chirale of **asymmetrische moleculen**.

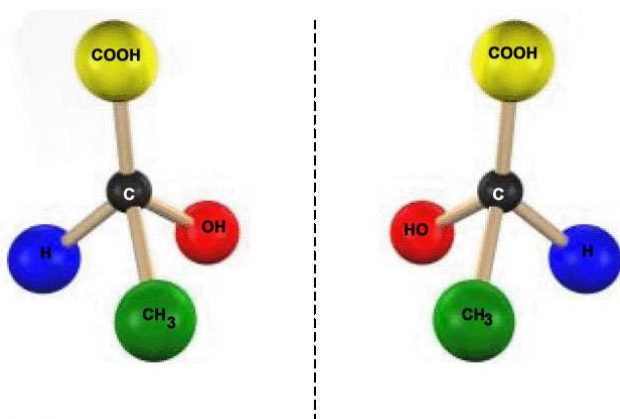
Een molecuul met een asymmetrisch koolstofatoom heeft een spiegelbeeld dat niet helemaal precies hetzelfde is. De beide moleculen zijn **spiegelbeeldisomeren** van elkaar.

Kijk hieronder naar de modellen van melkzuur (2-hydroxypropaanzuur), zij zijn elkaars spiegelbeeld maar niet precies hetzelfde. Melkzuur bestaat uit twee spiegelbeeldisomeren.

Spiegelbeeldisomeren zijn stereo-isomeren die niet helemaal hetzelfde zijn. Als je twee chirale (asymmetrische) molecuulmodellen op elkaar legt ontdek je dat het spiegelbeeld niet helemaal hetzelfde is als het oorspronkelijke molecuulmodel. In het Engels zeggen ze: "A molecule is chiral if it is NOT superposable on its mirror image".

Kijk maar goed naar de modellen in figuur 2.

In de praktijk zijn beide spiegelbeeldisomeren moeilijk van elkaar te scheiden, omdat de meeste eigenschappen zoals kookpunt, smeltpunt, dichtheid enz. hetzelfde zijn.



Figuur 2 De beide spiegelbeeldisomeren van melkzuur.

Ga nog maar een keer naar <http://www.scheikundeinbedrijf.nl> en bekijk de **animatie** over chiraliteit (Eng: Chirality).

Link: <http://www.colby.edu/chemistry/OChem/DEMOS/Chirality.html>

Opgaven

Biotechnologie levert allerlei nuttige producten voor de mens. Voorbeelden zijn melkzuur (om polymelkzuur van te maken), geneesmiddelen en bio-ethanol. (Zie ook kenniskaart 2.1 Biotechnologie)

1. Wat versta je onder biotechnologie?

2. Wetenschappers brengen tegenwoordig vaak veranderingen aan in micro-organismen, zoals bacteriën. Ze veranderen daarvoor het erfelijk materiaal (DNA). Dit heet genetische modificatie. Geef twee voorbeelden waaruit blijkt dat het soms verstandig is om bacteriën genetisch aan te passen.

In de industriële biotechnologie kom je grote tanks tegen waarin micro-organismen kunnen groeien en werken. Soms, zoals bij de productie van melkzuur, moet dit onder zuurstofarme omstandigheden gebeuren.

Eeuwen geleden gebruikte men ook al biotechnologie om voedsel beter houdbaar te maken.

3. Hoe komt het dat zuurkool zo lang houdbaar is?

4. Waarom is het voor de productie van melkzuur belangrijk dat zulke tanks zuurstofvrij zijn?

Sacharose kan door bacteriën ook omgezet worden in melkzuur of in andere stoffen. In zuurstofarm milieu maken bacteriën melkzuur of ethanol (C_2H_6O). Als er voldoende zuurstof is halen ze de maximale energie uit sacharose door het volledig te verbranden tot koolstofdioxide en water.

Atoommassa's : H: 1u; C: 12u; O: 16u

5. Geef de reactievergelijking voor de omzetting van sacharose en water in melkzuur.

6. Bereken de molecuulmassa's van sacharose, water en melkzuur.

7. In welke massaverhouding ontstaat melkzuur uit sacharose en water?

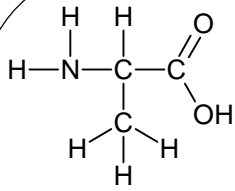
8. Bereken hoeveel gram melkzuur je maximaal kunt maken uit 100 gram sacharose.

9. Geef de reactievergelijking voor de omzetting van sacharose en water in ethanol en koolstofdioxide.

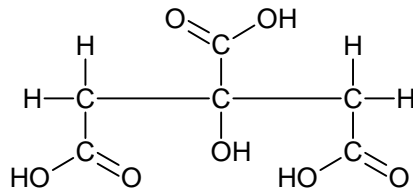
10. Bereken hoeveel gram ethanol kun je maximaal kunt maken uit 100 gram sacharose.

11. Leg uit welke van de twee reacties hiervoor het meest efficiënt is in het atoomgebruik.

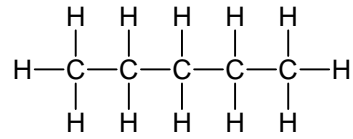
Stereochemie



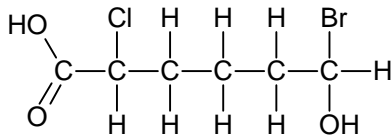
(1)



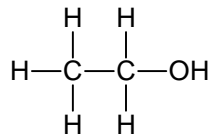
(2)



(3)



(4)



(5)

12. Welke van de bovenstaande structuurformules hebben spiegelbeeldisomeren en hoeveel?

13. Probeer de beide spiegelbeeldisomeren zo goed mogelijk ruimtelijk te tekenen.

3. Wat is polymelkzuur? De grondstof voor afbreekbaar plastic!

Inleiding

In dit hoofdstuk gaat het over plastics, ook wel kunststoffen genoemd. Heel veel producten en voorwerpen worden van plastic gemaakt. De grondstoffen voor plastics komen uit aardolie, een fossiele brandstof. Het gebruik van fossiele brandstoffen heeft als nadeel dat het op kan raken. De verwerking van gebruikte kunststoffen (ons afval) geeft vaak problemen. Vele afvalproducten van kunststoffen zijn niet afbreekbaar en moeten in verbrandingsovens verwerkt worden. Bij de verbranding ontstaat onder andere koolstofdioxide, water en soms ook giftige gassen. Het broeikas effect wordt er door versterkt. Kunststoffen zijn gemaakt van **polymeren**. Er zijn veel kunststoffen daardoor ook veel polymeren. Meer informatie over polymeren krijg je verderop.

Er bestaan ook **bioplastics**, dat zijn plastics die gemaakt worden uit planten. Het voordeel van bioplastics is dat ze in de natuur afbreekbaar zijn. Bij de verbranding ontstaat er evenveel koolstofdioxide als de plant opgenomen heeft. Het gebruik van bioplastics is zogenaamd 'klimaat neutraal'.

Bioplastics worden steeds meer gebruikt als verpakkingsmateriaal, maar ook in de cosmetica en in medische toepassingen.

De nieuwste bioplastic is polymelkzuur (PMZ), een kunststof gemaakt van suikers. In dit hoofdstuk gaan we de materiaaleigenschappen en de toepassingen vergelijken van polymelkzuur met de gangbare plastics.

Demonstratieproef 1: Zetmeelplastic maken

Inleiding

Polymelkzuur op school maken duurt te lang en het is nogal ingewikkeld. Daarom gaan we een andere bioplastic maken: zetmeelplastic.

Doel: Zetmeelplastic maken

Benodigdheden

- 5% aardappelzetmeel oplossing
- glycerol
- bekeerglas van 250 mL
- driepoot met gaasje
- brander

Werkwijze

- Breng 150 mL zetmeeloplossing in een bekeerglas van 250 mL.
- Verwarm de aardappelzetmeeloplossing gedurende 5 minuten; net niet laten koken!
- Laat de oplossing twee minuten afkoelen en voeg 10 mL glycerol toe.
- Na even roeren giet je de oplossing uit op een (metalen) plaat en laat het twee dagen indrogen.
- Het drogen kan versneld worden door de (metalen) plaat voorzichtig te verwarmen.

Waarnemingen

Conclusie

Vraag

1. Bedenk een toepassing voor zetmeelplastic.

Opdracht 1 : Artikelen lezen

Lees de artikelen 3.1 en 3.2

Beantwoord de bijbehorende vragen.

Het kan ook zijn dat je een bepaald artikel op internet moet lezen, ga dan naar:

<http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

Polymeren (zie ook Kenniskaart 3.1)

Inleiding

Als we in het algemeen naar polymeren kijken, kunnen we het volgende zeggen: alle polymeren hebben één ding gemeen: ze bestaan allemaal uit lange moleculen, ook wel macromoleculen genoemd. De meeste polymeren kun je maken uit één eenvoudige grondstof. Een dergelijke beginstof wordt een monomeer genoemd, het is een klein molecuul. Bij het ontstaan van een polymeermolecuul worden heel veel monomeermoleculen aan elkaar gekoppeld. Dit geldt voor alle polymeren of ze nu natuurlijk (wol, zijde, katoen) zijn of dat ze synthetisch (nylon, polymelkzuur, polyvinylalcohol) zijn. De synthetische polymeren worden vaak plastics of kunststoffen genoemd.

Waar komt de naam polymeer vandaan?

Stel je het volgende model voor:

Je rijgt een ketting van kralen. Elke kraal stelt een monomeermolecuul voor.

Je maakt hiervan een kralenketting. Het resultaat is een polymeermolecuul.

Een polymeer krijgt de naam van het monomeer waaruit het is gemaakt, voorafgegaan door het woord 'poly'. Mono betekent één en poly veel. Je kunt dus zeggen dat heel veel monomeren samen een polymeer vormen.

Proef 2: Bouw een model van een polymeermolecuul

Benodigheden: klei, karton, draad, paperclips, elastiek, lucifers, enz.

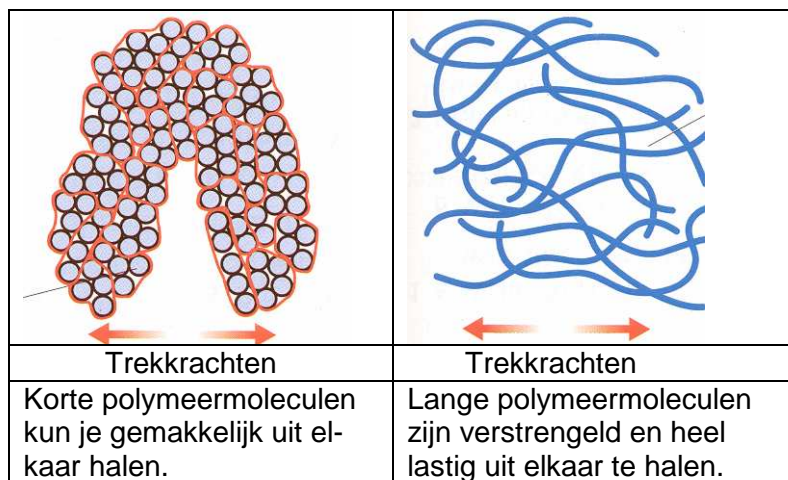
Teken de modellen die je gemaakt hebt hieronder.

Geef bij het polymeer dat je gemaakt hebt aan wat het monomeer is.

Bouw

Een polymeer is opgebouwd uit lange moleculen. Hoe langer het molecuul des te groter is de aantrekking van de moleculen onderling (vanderwaalsbinding). Deze aantrekkingskracht zorgt ervoor dat het polymeer bij kamertemperatuur een vaste stof is. Is de aantrekking groot, dan is het polymeer ook hard.

Korte polymeermoleculen vormen soepele, zachte materialen. De aantrekkingskracht tussen de moleculen onderling is kleiner. Daarom zijn korte polymeermoleculen ook weer gemakkelijk uit elkaar te halen. Lange polymeermoleculen vormen door de grote onderlinge aantrekkingskracht stevigere en hardere materialen. De lange, met elkaar verstrengelde polymeermoleculen, zijn vrijwel niet uit elkaar te halen, zie figuur 1.



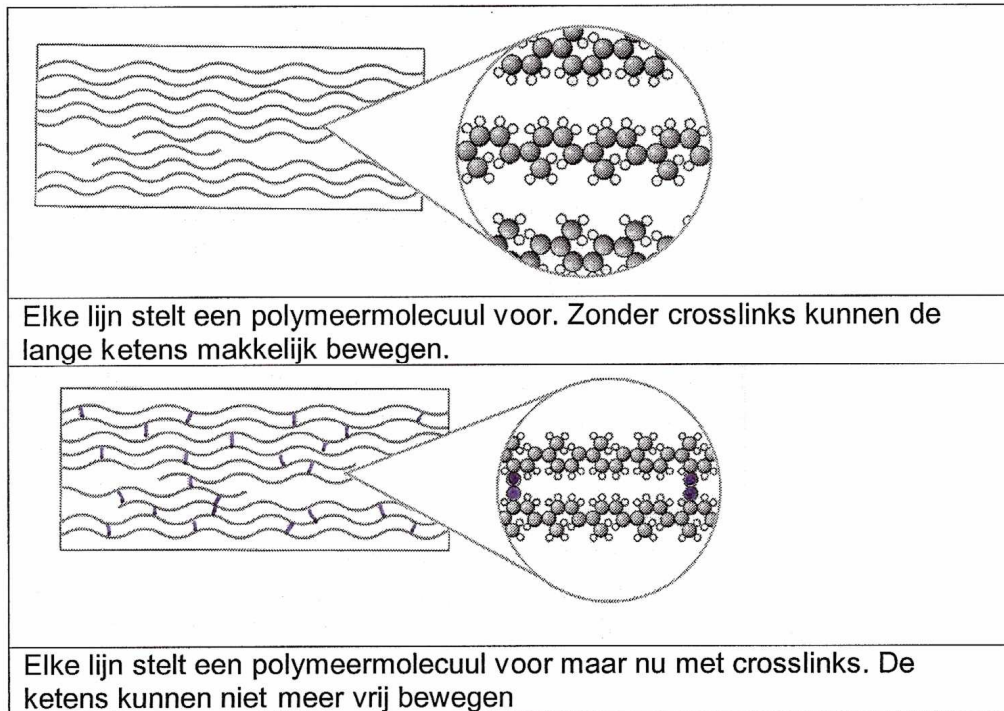
Figuur 1 Schematische weergave van trekkkrachten op korte- en lange polymeermoleculen.

Hard of zacht

Bij het maken van een kunststof kijken we naar wat we ermee willen doen. Hebben we een afvoerpip nodig dan kiezen we ervoor dat die hard en stevig is. Kleding moet zacht en lekker te dragen zijn en speelgoed is soms hard en soms zacht. Afhankelijk van het gebruik maken we een bepaalde kunststof met de juiste materiaaleigenschappen. We weten inmiddels dat die eigenschappen te maken hebben met de lengte van de moleculen van het polymeer.

Laten we eens een polymeermolecuul onder de loep bekijken. Bijvoorbeeld het polymeer dat PVA (polyvinylalcohol) heet. Dit is een polymeer dat gebruikt wordt in de lijmindustrie.

Aan het materiaal voegt men een vloeistof toe die uit kleine moleculen bestaat. Deze kleine moleculen gaan tussen de polymeermoleculen in zitten. Hierdoor zitten de ketens van het polymeer verder van elkaar af. Dit zorgt ervoor dat de aantrekking tussen de moleculen zwakker wordt. Hierdoor kunnen de polymeerketens gemakkelijk over elkaar glijden. Het polymeer is nu zacht en flexibel. Zulke stoffen noemen we weekmakers. Dit kun je vergelijken met een bord met spaghetti. Als we tomatensaus hebben toegevoegd glijden de spaghetti'slierten veel gemakkelijker langs elkaar. Als we een stijve kunststof willen produceren, moeten we zorgen dat de moleculen van het polymeer niet over elkaar heen kunnen glijden. We gaan dan uit van een monomeer dat een polymeer oplevert waarbij een 'brug' wordt gelegd tussen de ene en de andere keten. Als je dan een polymeermolecuul zou kunnen oppakken, neem je uiteraard de andere die eraan vastzitten mee. Het polymeer wordt nu hard en stevig. De brug tussen twee ketens noemen we een crosslink (dwarsverbinding).



Figuur 2 Schematische weergave van polymeermoleculen met en zonder crosslinks.

Proef 3: Bouw een model van een polymeermolecuul met crosslinks

Bekijk het model van een polymeer nog een keer.
Breng nu in het model crosslinks aan.

Benodigdheden: klei, karton, draad, paperclips, elastiek, lucifers, enz.

Teken de modellen die je gemaakt hebt hieronder.
Geef in je tekening de crosslinks in een andere kleur aan.

Thermoharders en thermoplasten

Polymeerketens met veel crosslinks kunnen nauwelijks meer vrij ten opzichte van elkaar draaien en er vormt zich een 'star/stijf' polymeermolecuul. Die kunststof noemen we een thermoharder (thermos is Grieks voor warmte en harder van de eigenschap hard).

Als er geen crosslinks zijn, blijft de kunststof zacht. De ketens kunnen gemakkelijk over elkaar of langs elkaar glijden. Als we deze kunststoffen gaan verhitten worden ze steeds zachter tot ze vloeibaar worden, je kunt er dan draden van trekken. Zo'n kunststof noemen we een thermoplast (thermos is Grieks voor warmte en plast van de eigenschap plastisch of flexibel).

Proef 4: Materiaaleigenschappen van kunststoffen onderzoeken

Onderzoeksvraag

Is polymelkzuur een thermoplast of een thermoharder?

Benodigdheden

Diverse kunststof voorwerpen of verpakkingsmaterialen.

Werkwijze

- Bekijk de verschillende kunststoffen en zoek de naam van het gebruikte polymeer op.
- Probeer door goed te voelen, te kijken, te buigen, te krassen, overeenkomsten en verschillen te ontdekken.
- Verwarm voorzichtig verschillende stukjes kunststof.
- Zet de onderzoeksresultaten in een tabel.
- Maak nu groepen van de voorwerpen, die op grond van hun materiaaleigenschappen naar jouw idee bij elkaar horen.
- Schrijf op welke groepen je hebt gemaakt en geef de bijbehorende motivatie.

Waarnemingen en resultaten

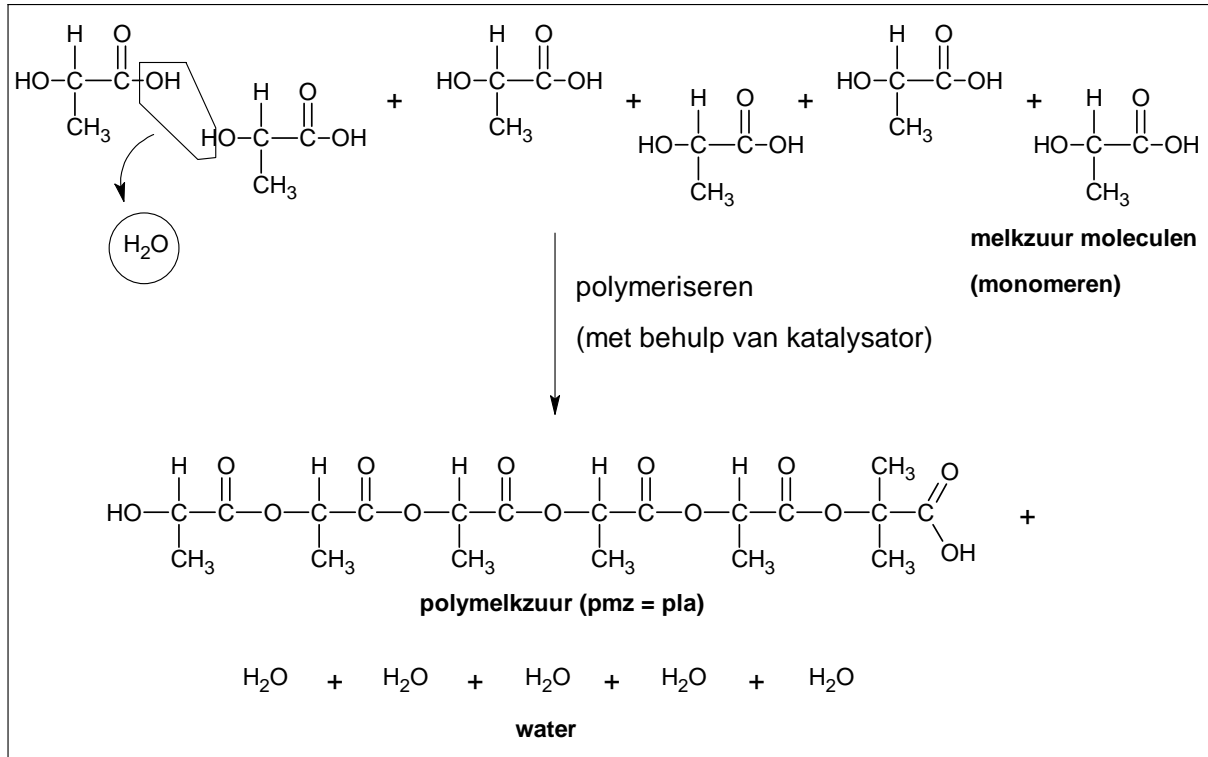
--

Conclusie

--

Polymelkzuur (zie ook Kenniskaart 3.2)

Het monomeer van polymelkzuur is zoals de naam al zegt melkzuur. De zuurgroep (COOH) van een melkzuurmolecuul kan reageren met de OH groep van een ander melkzuurmolecuul. Hierbij wordt een watermolecuul afgesplitst. Als dit vaak gebeurt, meer dan 10.000 keer, gebeurt ontstaat er vanzelf polymelkzuur.



Figuur 3 Schematische weergave van de synthese van polymelkzuur.

Animatie via <http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

Deze manier van polymeriseren wordt ook wel **condensatiepolymerisatie** genoemd. Leg uit wat dat woord betekent.

Proef 5: Verbranding van polymelkzuur

Inleiding

Polymelkzuur wordt veel gebruikt in de geneeskunde. Bijvoorbeeld: bij botbreuken kunnen de botten met behulp van polymelkzuur schroeven aan elkaar vast worden gemaakt. Het voordeel is dat deze schroeven na verloop van tijd vanzelf weer 'oplossen' in het lichaam. Het polymelkzuur wordt afgebroken tot melkzuur, zodat er niet weer een operatie nodig is om de schroeven te verwijderen. Ook is hecht draad van polymelkzuur gemaakt en kan vanzelf weer 'oplossen'. Dit is gunstig en gemakkelijk, maar hecht draad moet dan wel sterk zijn.

Onderzoeksvraag: Wat zijn de verschillen die optreden bij de verbranding van wol, PS (polystyreen) en PMZ (polymelkzuur)?

Benodigdheden

- 2 cm hecht draad
- draadje wol
- smal reepje van een PS bekertje
- smal reepje van een PMZ bekertje
- indampschaaltje
- pincet
- brander

Werkwijze

- Pak het draadje wol met de pincet beet en steek het aan met de brander. Houd met de pincet het draadje wol vast boven het indampschaaltje.
- Doe hetzelfde met een stukje hecht draad.
- Doe hetzelfde met een stukje van het PS bekertje.
- Doe hetzelfde met een stukje van het PMZ bekertje.

Waarnemingen

	Wol	Hecht draad	PS bekertje	PMZ bekertje
voor de verbranding				
na de verbranding				

Conclusie

Vraag

1. Leg uit wat het grote verschil is bij deze verbrandingen.

Opdracht 2: polymelkzuur opgraven

Ga het PMZ verpakkingsmateriaal dat in de grond is gestopt opgraven. Bekijk of het afbraakproces in de grond al begonnen is. Vergelijk het met het oorspronkelijke verpakkingsmateriaal.

Waarnemingen

Afsluiting

Het gebruik van polymelkzuur wordt steeds aantrekkelijker. Hoe meer er geproduceerd kan worden, hoe goedkoper de productiekosten zijn. Je kunt polymelkzuur (PMZ) voor vele toepassingen gebruiken. Hier volgen een paar voorbeelden:

Fruit en groente wordt steeds meer verpakt in PMZ. Deze verpakking heeft als voordeel dat het snel afbreekbaar en luchtdoorlatend is. Hierdoor wordt de houdbaarheid van het product verlengd.



Kijk maar eens in de supermarkt (o.a. AH en Super de Boer). Je kunt de PMZ verpakking herkennen doordat er een logo op staat en doordat het ontzettend knispert en kraakt als je het plastic aanraakt.

In artikel 3.1 staat dat er bierglazen van PMZ worden gemaakt. Dat is handig, omdat er met PMZ geen afvalberg ontstaat, want de bekertjes, borden en bestek breken in de natuur na ongeveer 50 dagen af. Het polymelkzuur wordt daarbij omgezet

tot melkzuur, de grondstof waaruit PMZ gemaakt is.

In de tuinbouw gebruiken de tuinders bioclips van PMZ om planten te ondersteunen in hun groei. Door het gebruik van PMZ kunnen deze clips na het gebruik, goedkoop, samen met het plantenafval afgevoerd worden.

Verder wordt PMZ in ziekenhuizen gebruikt; hechtdraad van PMZ lost vanzelf op in het lichaam. Je hoeft niet meer naar de dokter om de hechtingen eruit te halen. Heb je een gebroken been? Nu worden er metalen pennen en bouten in vastgemaakt. Deze moeten er na een tijdje met behulp van een operatie weer uitgehaald worden. Als de doktoren PMZ bouten en moeren gebruiken lossen deze vanzelf weer op. Bovendien herkent je lichaam de stof. In je lichaam wordt immers melkzuur gemaakt en zal het daardoor niet afstoten.

Je kunt zelfs een kunstnie van polymelkzuur krijgen. Dit betekent niet dat je een hele kunststofknie zou krijgen, want die lost na enige tijd op. In de praktijk brengt men een soort schuim in dat tijdelijk steun geeft, zodat er bot- of weefselgroei kan plaats vinden. Door de gaatjes in het schuim kan lichaamsweefsel binnendringen. Dit nieuwe weefsel vervangt langzaam het schuim. De prothese is afbreekbaar en wordt langzaam vervangen door weefsel uit het eigen lichaam.

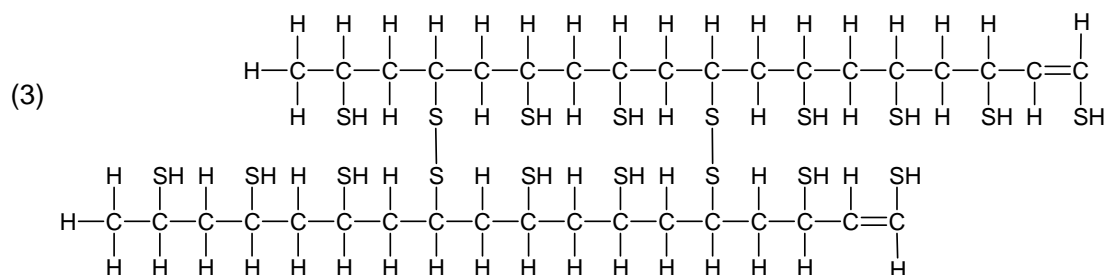
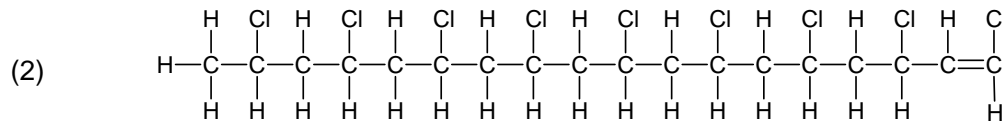
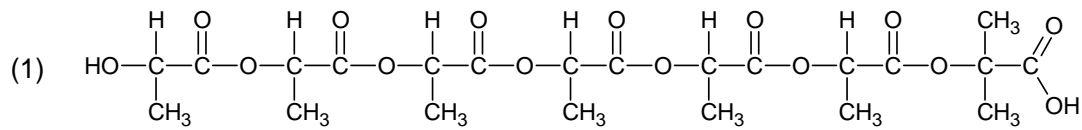
Je sluit nu de module af.

Je hebt aardig wat geleerd van een stukje scheikunde-in-bedrijf: *Van spierpijn tot kunstnie*. Met een eenvoudig molecuul als melkzuur kun je vele kanten op.

Dat belooft nog wat voor de toekomst!

Opgaven

Structuurformules van polymeren



1. Welk van de bovenstaande structuurformules is polymelkzuur?

2. Welke van de bovenstaande structuurformules stellen thermoplasten voor? Licht je antwoord toe.

3. Omschrijf een experiment waarmee je dit kunt testen.

4. Teken van elk van bovenstaande polymeren de structuurformules van het monomeer.

Kenniskaart 1.1

Meer weten?

1. <http://proto.thinkquest.nl/~11b082/nl/?thepage=hst10>
2. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Zuur>
3. <http://www.thuisexperimenteren.nl/info/pages/pH/zuurgraad.htm>

Weetjes

- Cola is net zo zuur als citroensap, maar je proeft het niet door de suiker.
- De pH van je bloed is ongeveer 7,4 (een heel klein beetje basisch).



Voorbeeldvragen

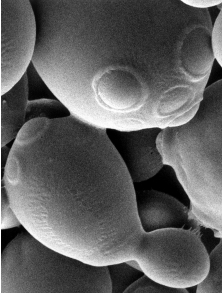
1. Bedenk een manier om te bekijken of melk verzuurd is, zonder te proeven.
2. Je verdunt citroensap van pH 3 honderd keer met zuiver water. Wat wordt de pH van de verdunde oplossing?

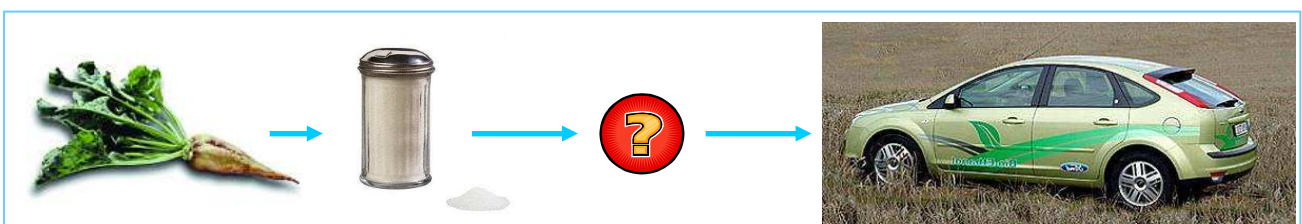
Uitdaging

3. Je wilt een liter zoutzuur van pH 4 ontzuren oftewel neutraal maken (pH=7). Hoeveel liter base van pH 10 moet je toevoegen om dit voor elkaar te krijgen?

Zuren en Basen

- **Zure oplossingen** ken je vast wel uit het dagelijks leven. Je herkent ze aan hun zure smaak zoals citroen of azijn. Veel voedingsmiddelen bevatten zure stoffen, als er water bijkomt smaken ze zurig.
- Het 'tegenovergestelde' van zuur is niet zoet, zoals je misschien zou verwachten, maar basisch. **Basische oplossingen** kennen de meeste mensen minder goed omdat ze nauwelijks in ons voedsel voorkomen. Toch heb je er thuis wel veel mee te maken: veel schoonmaakmiddelen zijn basisch, bijvoorbeeld ammonia, soda en zeep.
- Hoe zuur of basisch een oplossing is meten we aan de hand van de **zuurgraad**. We meten de zuurgraad in pH-eenheden. De **pH-schaal** loopt ongeveer van 0 tot 14. Hoe lager de pH, hoe zuurder de oplossing. Hoe hoger de pH, hoe basischer de oplossing.
- In het midden vinden we pH 7. Dit noemen we ook wel **pH-neutraal**. Neutrale oplossingen smaken dus niet zuur en niet 'zeepachtig'. Heel veel oplossingen zijn ongeveer pH-neutraal. De meest bekende vloeistof is zuiver water (H₂O). Kraanwater is vaak niet precies pH 7 omdat er stoffen in opgelost zitten die de zuurgraad beïnvloeden: het kan een klein beetje zuur of een klein beetje basisch zijn.
- De pH-schaal is een '**machten van 10**'-schaal. Dat wil zeggen dat pH 2 tien keer zo zuur is als pH 3. Zo kun je ook bedenken dat pH 1 zelfs 100x zo zuur is als pH 3. Op dezelfde manier is pH 12 dertig keer zo basisch als pH 9.
- Lang niet alle zure oplossingen zijn veilig om te proeven. Sterker nog, oplossingen met een pH-waarde lager dan 3 of hoger dan 11 zijn **agressief**. Zoutzuur met pH 1 is een agressief schoonmaakmiddel, dat geldt ook voor gootsteenontstopper met pH 13. Daarom zijn er gelukkig andere manieren gevonden om de pH van een oplossing te meten. Er zijn speciale **pH-meters**, maar het simpelste is om een indicator te gebruiken. **Een indicator** is een stofje dat bij verschillende zuurgraden, verschillende kleuren aanneemt. Zo is rodekoolsap rood als je er zuur bij doet en groen als je er base bij doet.
- Door verschillende indicatoren te verwerken in papier hebben vernuftige mensen **universeel indicator papier** gemaakt. Een druppeltje oplossing op het papier zorgt ervoor dat het verkleurt. Door die kleur te vergelijken met de bijgeleverde legenda, kun je heel aardig de pH van die oplossing aflezen.

Kenniskaart 2.1	Biotechnologie
<p>Meer weten?</p> <p>http://nl.wikipedia.org/wiki/Biotechnologie</p> <p>http://www.vrom.nl/pagina.html?id=8323</p> <p>http://www.ditisbiotechnologie.nl/over/</p> <p>http://www.kennislink.nl/web/show</p> <p>Weetjes Bakkersgist</p>  <p>Er is één micro-organisme waarvan al duizenden jaren bekend is dat het in staat is uit planten ethanol te maken en dat is <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, oftewel Bakkersgist. Mensen ontdekten al vroeg dat deze eigenschap goed gebruikt kon worden voor de bereiding van dranken zoals wijn en bier. Nu blijkt dat auto's prima in staat zijn te rijden op een mengsel van ethanol en benzine. Op het ogenblik wordt het merendeel van de geproduceerde auto's in Brazilië al voorzien van motoren die op puur ethanol kunnen draaien. Ook in de Verenigde Staten tanken steeds meer mensen E85, een mengsel van 85% ethanol en 15% benzine.</p> <p><i>Bron: Het DNA Lab "Racen met WC-papier" van de TU Delft.</i></p> <p>Ethiek Niet alle mensen zijn het eens met de gang van zaken in de moderne biotechnologie. Als je het erfelijk materiaal van gistcellen kunt veranderen, dan kun je ook het DNA van de mens modificeren. Mag alles wat technisch kan? Dit soort vragen noem je ethiek. Genetische modificatie bij mensen is volgens de wet verboden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Biotechnologie bestaat al heel erg lang. Een voorbeeld is plantenveredeling. Het maken van bier, wijn en kaas is al eeuwenoud. • Met behulp van micro-organismen kun je ingewikkelde reacties op een simpele manier laten verlopen. Voorbeelden van micro-organismen: gistcellen, schimmels of bacteriën. • Gistcellen kunnen suikers omzetten in alcohol en koolstofdioxide. Dit proces vindt plaats bij de bereiding van wijn en bier. Bakkersgist wordt aan het deeg toegevoegd om het brood te laten rijzen. • Bij het maken van yoghurt zetten melkzuurbacteriën glucose-eenheden om in melkzuurmoleculen. Een andere naam voor melkzuurbacteriën is Lactobacillen. • Schimmels worden o.a. gebruikt om kaas te maken. • De moderne biotechnologie heeft sinds 1975 zijn intrede gedaan. Men probeert dan de micro-organismen te veranderen zodat ze andere stoffen gaan maken. Daarvoor is het nodig om het erfelijk materiaal (DNA) van de micro-organismen aan te passen. Dit heet genetische modificatie en is een ingewikkeld proces. Je moet precies het goede stukje DNA wijzigen! Deze moderne vorm van biotechnologie heet ook wel gentechnologie. • Voorbeelden van moderne biotechnologie <ul style="list-style-type: none"> • Een gemodificeerde gistcel maakt bijvoorbeeld van glucose niet langer alcohol en koolstofdioxide maar melkzuur. • Soja en maïs zijn inmiddels zo gemodificeerd dat ze geen last meer hebben van insecten. Ook is geen onkruidbestrijdingsmiddel meer nodig. • Schimmels worden gemodificeerd waardoor nieuwe penicillinesoorten op de markt komen. • Met behulp van genomics (grootschalig onderzoek naar erfelijkheid en de genen) proberen onderzoekers o.a. aan de TU Delft bakkersgist nieuwe eigenschappen te geven. Hierdoor kunnen meer stoffen uit planten zoals xylose en cellulose ook omgezet worden in bio-ethanol.



Uitdaging: Hoe komen we van plantenmateriaal naar brandstof?

Kenniskaart 2.2**'Van plant tot materiaal, medicijn en motorbrandstof'****Korte inhoud van de film**

- **Opening (jaknikkers)**

Zo kennen de meesten van jullie waarschijnlijk de chemische industrie: grote fabrieken die grondstoffen verwerken tot de meest uiteenlopende producten. Een van de problemen daarbij is dat sommige grondstoffen, zoals olie, op kunnen raken en milieuproblemen veroorzaken zoals het broeikas-effect.

In een fabriek komen grondstoffen binnen. Die grondstoffen worden door allerlei chemische reacties omgezet in producten en die producten moeten opgezuiverd worden voor ze gebruikt kunnen worden.

- **Zoom naar grasveld**

Het kan daarom verstandiger zijn om in de natuur op zoek te gaan naar grondstoffen die je steeds opnieuw kunt gebruiken: duurzame grondstoffen. Biomassa (planten, gras, etc.) kan zo'n duurzame grondstof zijn. Biomassa is 'CO₂-neutraal': er komt wel koolstofdioxide vrij als je het verbrandt, maar die koolstofdioxide heeft de plant eerst uit de lucht gehaald om te groeien. Met het gebruik van biomassa komt dus geen extra CO₂ in de lucht. En als je verstandig omgaat met de landbouwgrond, dan raakt deze grondstof nooit op.

- **Zoom de fabriek in**

Biomassa is niet zomaar als vervanger van aardolie te gebruiken. Je moet daarvoor de plantenresten wel eerst bewerken. Daarvoor kunnen micro-organismen (bacteriën, gisten en schimmels) gebruikt worden. Die zijn door evolutie heel erg goed geworden in het aftappen van energie en grondstoffen uit natuurlijk materiaal. Evolutie is al miljoenen jaren aan de gang. Mensen bedrijven pas een paar eeuwen chemie.

- **Zoom naar micro-organismen**

Wetenschappers onderzoeken hoe micro-organismen werken. In grote lijnen zijn het net chemische fabriekjes: ze zetten grondstoffen om in allerlei producten en ze produceren daarbij ook afvalstoffen. Zulke microbiologische afvalstoffen zijn bijvoorbeeld alcohol en melkzuur. Wij kunnen deze 'afvalstoffen' goed gebruiken: alcohol en melkzuur zijn natuurlijke conserveringsmiddelen.

- **Zoom naar blauwdruk in de cel**

Inmiddels weten we al behoorlijk veel van micro-organismen. Als we het DNA van een bacterie kennen, dan hebben we als het ware de 'blauwdruk' (het bouwplan) van die cel. De laatste jaren is het met die blauwdruk ook mogelijk geworden om aanpassingen in een micro-organisme te maken die ons goed uitkomen.

- **Zoom naar stofstromen in de cel**

Als we weten hoe een cel grondstoffen omzet in producten, dan kunnen we daar aanpassingen in maken.

1. Het is mogelijk om een cel gewenste stoffen extra aan te laten maken.
2. Vaak worden grondstoffen in meerdere producten omgezet door een cel. Door de wegen naar andere producten uit te schakelen, zorg je ervoor dat die cel extra gewenst product gaat maken met minder bijproducten.
3. Het is ook mogelijk om micro-organismen aan te passen om ervoor te zorgen dat ze andere grondstoffen kunnen gebruiken. Zo kunnen ze dan uit bijvoorbeeld gft-afval nuttige producten maken.


Inmiddels gebruiken we micro-organismen al bij de productie van biobrandstof, medicijnen en afbreekbare plastics.

- **Zoom terug naar cel**

Eén aangepaste bacterie of gist kan natuurlijk nog niet zoveel, want ze zijn heel klein. Maar ze vermenigvuldigen zich heel snel. Als je in één cel het DNA aanpast, krijgen alle nakomelingen de gewenste eigenschappen. Zo kun je hele grote hoeveelheden 'biofabriekjes' krijgen.

- **Zoom terug naar erlenmeyer**

Dit hele proces van grondstoffen uit de natuur en het aanpassen, opkweken en gebruiken van micro-organismen noemen we industriële biotechnologie. Bijkomend voordeel van biotechnologische processen is dat ze vaak heel simpel zijn. Waar je vroeger een hele serie reactorvaten en zuiveringsinstallaties nodig had, is nu vaak één vat met micro-organismen en een zuiveringsstap voldoende. Daarnaast zijn de processen vaak energiezuinig. En het belangrijkste: ze draaien op plantaardige, dus hernieuwbare grondstoffen.

Kenniskaart 2.3	Groene chemie
 <p>Bron: http://www.sitestories.com</p> <p>Meer weten?</p> <p>http://en.wikipedia.org/wiki/Green_chemistry#Principles_of_green_chemistry</p> <p>Weetjes</p> <p>De productie van polymelkzuur kan op meerdere manieren gedaan worden. Het bedrijf Cargill Dow (Nature Works) heeft het proces veranderd volgens de principes van de Groene Chemie. Zij hebben daarvoor een belangrijke onderscheiding gekregen: 'the Greener Reaction Conditions Award'. (Polymelkzuur heet in het Engels: polylactic acid (PLA)).</p> <p>De Nobelprijs voor scheikunde ging in 2005 naar wetenschappers die zich bezighouden met Groene Chemie. Je kunt de poster over de Nobelprijs bekijken via http://www.scheikundeinbedrijf.nl</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Je spreekt van groene chemie als bij het ontwerp van een nieuwe stof gebruik gemaakt wordt van zo weinig mogelijk chemicaliën. • Ook is er sprake van groene chemie als een bestaand proces wordt aangepast zodanig, dat er minder chemicaliën voor nodig zijn. Het proces verloopt dan via een andere reactie. • Groene chemie krijgt veel aandacht van de overheid, van bedrijven en van onderzoeksinstellingen. <p>Kenmerken van Groene chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • De grondstoffen zijn hernieuwbaar (bijvoorbeeld koolzaad) in plaats van dat ze opraken (bijvoorbeeld aardolie). • Het voorkomen van afval tijdens een reactie is beter dan het zuiveren van een reactieproduct. • Tijdens een reactie wordt zo weinig mogelijk gebruik gemaakt van oplosmiddelen. • Bij het maken van een product (bijv. een medicijn) moeten de atomen van de gebruikte stoffen zoveel als mogelijk ingebouwd worden in het uiteindelijke product. Dit heet effectief atoomgebruik (kenniskaart 2.4). • De gebruikte stoffen zijn niet giftig voor mensen of voor de omgeving. • Tijdens de reactie wordt zomin mogelijk energie verbruikt. Er wordt bij voorkeur bij kamertemperatuur en standaarddruk gewerkt. • Vaak wordt gebruik gemaakt van katalysatoren. • Aan het einde van het leven van het product mag het niet uiteenvallen in schadelijke stoffen die giftig zijn voor mens en/of milieu. • Er moet veilig gewerkt kunnen worden met de stoffen. Brandgevaar en explosiegevaar moeten voorkomen worden.

Kenniskaart 2.4	Effectief atoomgebruik
<p>Meer weten? Effectief atoomgebruik staat wereldwijd in de belangstelling. Vandaar dat de artikelen in het Engels gepubliceerd worden.</p> <p>http://www.rsc.org/ej/GC/1999/a807961g.pdf</p> <p>http://www.webelements.com/nexus/node/152</p> <p>http://www.chem.cmu.edu/groups/Collins/ethics/ethics05.html</p> <p>http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2002/howells/twelve_green_chemists_try_principle.htm</p> <p>Weetjes Het begrip 'effectief atoomgebruik' of in het Engels 'atom utilisation', is o.a. populair geworden door het werk van een scheikunde-professor van de TU Delft: Roger A. Sheldon. Zie: http://www.bt.tudelft.nl/liv/e/pagina.jsp?id=a7a6d7ca-b7ac-4e62-958d-4330d1c65a58&lang=en</p>	<p>Bij Groene chemie ben je tegengekomen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bij het maken van een product moeten de atomen van de gebruikte stoffen zoveel als mogelijk ingebouwd worden in het uiteindelijke product. • Dit heet effectief atoomgebruik <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Effectief atoomgebruik = $\frac{(\text{molecuul})\text{massa gewenste stof}}{(\text{molecuul})\text{massa totaal ontstane stof}} * 100\%$</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Als je een reactievergelijking hebt opgesteld dan kun je het effectieve atoomgebruik berekenen met bovenstaande formule. <p>Voorbeeld Twee reacties waarbij natriumchloride (keukenzout) ontstaat worden vergeleken.</p> <p>Gegeven massa van Na-atoom: 23u; Cl-atoom: 35u; H-atoom: 1u; O-atoom: 16u.</p> <p>Gevraagd Bij welke reactie is het effectief atoomgebruik het gunstigst?</p> <p>Methode Stap 1: noteer eerst de reactievergelijking. Stap 2: bereken de massaverhouding. Stap 3: bereken de massa van de gewenste stof. Stap 4: bereken de massa van de totaal ontstane stof. Stap 5: bereken het effectief atoomgebruik.</p> <p>Reactie 1: omzetting van natrium en chloor in natriumchloride.</p> <p>Stap 1: $2 \text{ Na (s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ NaCl (s)}$ Stap 2: $\begin{array}{ccc} 2 \cdot 23 & 2 \cdot 35 & 2 \cdot (23+35) \\ 46 & 70 & 116 \end{array}$</p> <p>Stap 3: de massa van de gewenste stof: 116u Stap 4: de massa van de totaal ontstane stof: 116u Stap 5: het effectief atoomgebruik is dan: $(116/116) \cdot 100\% = 100\%$.</p> <p>Reactie 2: natriumoxide en waterstofchloride in natriumchloride en water.</p> <p>Stap 1: $\text{Na}_2\text{O (s)} + 2 \text{ HCl(g)} \rightarrow 2 \text{ NaCl (s)} + \text{H}_2\text{O (l)}$ Stap 2: $\begin{array}{ccccccc} \text{Na}_2\text{O (s)} & + & 2 \text{ HCl(g)} & \rightarrow & 2 \text{ NaCl (s)} & + & \text{H}_2\text{O (l)} \\ (2 \cdot 23+16) & & 2 \cdot (1+35) & & 2 \cdot (23+35) & & (2 \cdot 1)+16 \\ 62 & & 72 & & 116 & & 18 \end{array}$</p> <p>Stap 3: de massa van de gewenste stof: 116u Stap 4: de massa van de totaal ontstane stof: $116\text{u}+18\text{u}=134\text{u}$ Stap 5: het effectief atoomgebruik is dan: $(116/134) \cdot 100\% = 86,6\%$.</p> <p>Conclusie Het effectief atoomgebruik in reactie 1 is dus gunstiger dan bij reactie 2.</p>

Kenniskaart 2.5

Stereochemie

Meer weten?

<http://cops.tnw.utwente.nl/people/adlag/volkskrant/kolom04.htm>

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Chiraliteit>

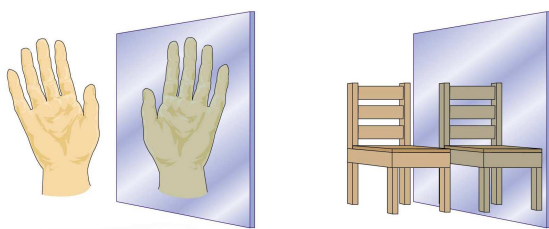
<http://www.contextchemie.nl>

<http://wetche.cmbi.ru.nl/vwo/cdrom05/jmol/stereo/index.html>

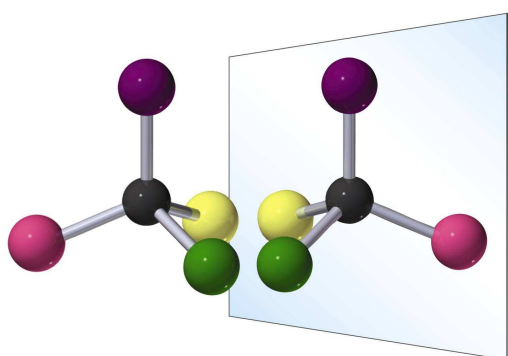
Weetjes

- De 'linksdraaiende' vorm van druivensuiker heeft een zoete smaak, de 'rechtsdraaiende' een zoute.
- Bij bijna alle mensen zit het hart aan de linkerkant. Waarom eigenlijk?

Bron figuren: wps.prenhall.com



spiegelbeeld rechter hand = linker hand
spiegelbeeld stoel = oorspronkelijke stoel



spiegelbeeld van het linker model is net niet gelijk aan het linker model:

het zijn twee spiegelbeeldisomeren

Animatie over chiraliteit (Eng: Chirality).

Via <http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

- **Stereochemie**

Het bestuderen van ruimtelijke molecuulmodellen noemen we stereochemie.

- **Asymmetrische voorwerpen**

In het dagelijks leven komen veel voorwerpen in paren voor die elkaars spiegelbeeld zijn, maar niet helemaal hetzelfde zijn. Voorbeelden hiervan zijn onze handen en voeten. Zij zijn asymmetrisch. Kijk maar hiernaast naar de handen.

- **Asymmetrische moleculen**

Als het goed is heb je bij modellen bestuderen ontdekt dat er pas sprake is van twee verschillende spiegelbeelden als er een **asymmetrisch koolstofatoom** in het molecuul zit. Een asymmetrisch C-atoom is een koolstofatoom waaraan vier verschillende atomen of atoomgroepen zitten. Als moleculen een asymmetrisch C-atoom hebben dan noemen we dat chirale of asymmetrische moleculen.

- **Spiegelbeeldisomeren**

Een molecuul met een asymmetrisch koolstofatoom heeft een spiegelbeeld dat niet helemaal hetzelfde is. De beide moleculen zijn spiegelbeeldisomeren van elkaar.

Kijk hiernaast naar de modellen, zij zijn elkaars spiegelbeeld maar niet precies hetzelfde.

Spiegelbeeldisomeren zijn stereo-isomeren die niet precies hetzelfde zijn. Als je twee chirale (asymmetrische) molecuulmodellen op elkaar legt ontdek je dat het spiegelbeeld niet precies hetzelfde is als het oorspronkelijke molecuulmodel. In het Engels zeggen ze: "A molecule is chiral if it is NOT superposable on its mirror image".

Bekijk de **animatie** over Chiraliteit nog maar een keer via <http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

- **Links en rechts draaiend melkzuur (artikel 1.4)**

Melkzuur kent twee spiegelbeeldisomeren. Om onderscheid te maken wordt de ene linksdraaiend en de andere rechtsdraaiend genoemd.

De 'draai' van een stof heeft in de natuur grote invloed op de **herkenbaarheid**. Een linker hand past niet in een rechter handschoen. In ons lichaam wordt m.b.v. specifieke enzymen hoofdzakelijk rechtsdraaiend melkzuur gemaakt.

Kenniskaart 3.1

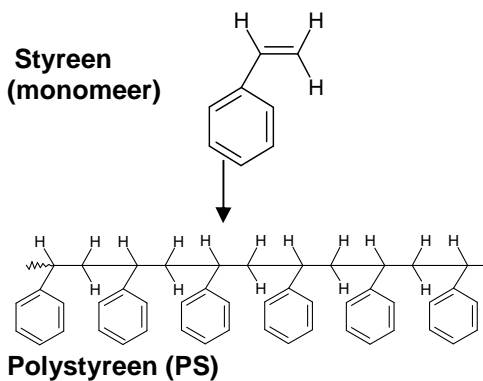
Polymeren

Meer weten?

1. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Thermoplast>
2. <http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=kunststof>

Weetjes

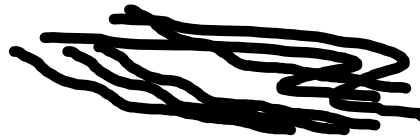
- Kunststoffen/plastics zijn opgebouwd uit polymeermoleculen. Uit heel veel moleculen van het monomeer wordt een polymeermolecuul gemaakt



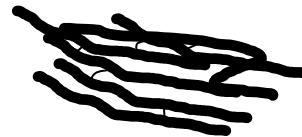
Toepassingen van polystyreen

- koffiebekertjes
- cd-doosjes
- piepschuim

- **Polymeren** bestaan uit lange moleculen, ook wel macromoleculen genoemd. De meeste polymeren kun je maken uit één eenvoudige grondstof, monomeer genoemd. Door heel veel kleine monomeermoleculen aan elkaar te koppelen ontstaat een polymeermolecuul. Dit wordt **polymeriseren** genoemd.
- Polymeren kunnen worden onderverdeeld in **natuurlijke polymeren** zoals wol, zijde of katoen en **synthetische polymeren** zoals nylon, polyacril of polymelkzuur. De synthetische polymeren worden vaak kunststoffen of plastics genoemd.
- **Thermoplasten**
Kunststoffen die zijn opgebouwd uit polymeermoleculen zonder crosslinks (dwarsverbindingen) noemen we thermoplasten. De polymeerketens kunnen gemakkelijk over elkaar of langs elkaar glijden. Bij verwarming worden thermoplasten zacht. De materiaaleigenschappen blijven hetzelfde.



- **Thermoharders**
Kunststoffen die zijn opgebouwd uit polymeermoleculen met veel crosslinks noemen we thermoharders. De polymeerketens kunnen nauwelijks meer vrij ten opzichte van elkaar bewegen.



Bij verwarmen gaan de verbindingen tussen de lange ketens stuk en dit kan bij het afkoelen niet meer hersteld worden; er ontstaat een nieuw materiaal met andere materiaaleigenschappen.

- **Voorbeeld**
 - **Polystyreen** wordt gemaakt van styreen. De styreenmoleculen worden aan elkaar gekoppeld tot lange polymeerketens. Het monomeer styreen is een benzineachtige vloeistof. Polystyreen is een harde vaste stof. Door de reactieomstandigheden aan te passen en door andere stoffen toe te voegen kun je van de zelfde polystyreenkorrels totaal verschillende producten maken.
 - **Polymelkzuur**
Zie kenniskaart 3.2

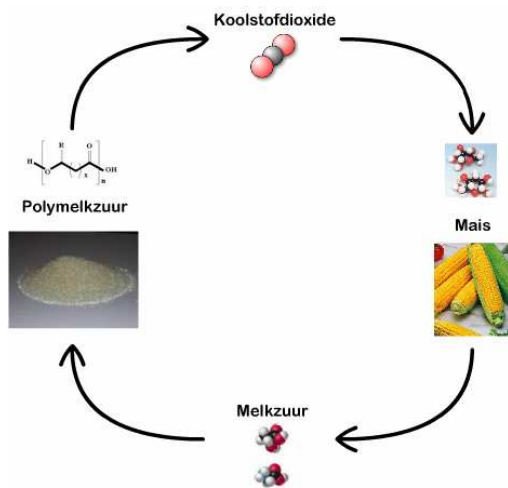
Kenniskaart 3.2

Meer weten?

1. <http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-0163.html>
2. <http://www.delta.tudelft.nl/archief/j37/n20/19898>

Weetjes

- In Amerika, in Nebraska, staat een grote fabriek die 140.000 ton PMZ per jaar produceert.
- In Nederland, in Gorichem, staat een fabriek van Purac waar ze melkzuur en polymelkzuur maken.
- Omdat aardolie duurder is geworden en de productie van melkzuur groter en goedkoper is geworden, is het nu aantrekkelijker polymelkzuur te gebruiken.



- Planten maken van CO₂ en water glucose (fotosynthese).
- Bacteriën maken van glucose melkzuur.
- De industrie maakt van melkzuur polymelkzuur.
- Polymelkzuur verbrandt tot CO₂ en water.
- De koolstofkringloop is gesloten.
- **Toepassingen PMZ**
 - Bioclips in land- en tuinbouw
 - Eierdozen
 - Wegwerpglazen, -borden en -bestek
 - Cosmetisch: o.a. rimpels opvullen
 - Medisch: o.a. hecht draad, capsule voor medicijnen en kunstnie

Polymelkzuur

• **Polymelkzuur (PMZ)**

De naam in het Engels is polylactic acid (PLA).

• **Afvalprobleem kunststoffen**

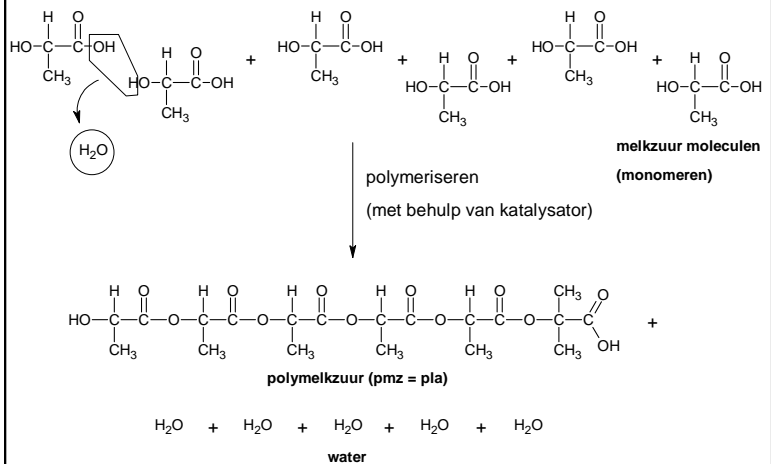
Heel veel producten en voorwerpen worden van kunststoffen gemaakt. De grondstoffen van plastics komen uit aardolie, een fossiele brandstof. Het gebruik van fossiele brandstoffen heeft als nadeel dat ze op kunnen raken. Vele afvalproducten van kunststoffen zijn niet afbreekbaar en moeten in verbrandingsovens verwerkt worden. Bij de verbranding ontstaat onder andere koolstofdioxide, water en soms ook giftige gassen. Het **broeikas effect** wordt erdoor versterkt.

• **Bioplastics als alternatief**

Bioplastics zijn plastics die gemaakt worden uit planten. Het voordeel van bioplastics is dat ze in de natuur afbreekbaar zijn. Bij de verbranding ontstaat er evenveel koolstofdioxide als de plant opgenomen heeft. Het gebruik van bioplastics is zogenaamd 'klimaatneutraal'. Bioplastics worden steeds meer gebruikt als verpakkingsmateriaal, maar ook in cosmetica en in medische toepassingen.

• **Polymelkzuur**

De nieuwste bioplastic is polymelkzuur (PMZ), een kunststof gemaakt van suikers.

• **Synthese**

Animatie via <http://www.scheikundeinbedrijf.nl>

• **Eigenschappen**

De materiaaleigenschappen van polymelkzuur kunnen veranderd worden door er stoffen aan toe te voegen, zodat het de eigenschappen krijgt die je wilt hebben.

De twee meest specifieke eigenschappen van polymelkzuur als verpakkingsmateriaal zijn de waterbestendigheid en dat het transparant is. Een andere typerende eigenschap van de folie is dat het knispert of kraakt. De belangrijkste eigenschap is natuurlijk dat PMZ biologisch afbreekbaar is.

Artikel 1.1: Yoghurt maken

Bron: <http://www.katho.be/hivb/micromaat/pdf/module3yoghurt.pdf>

De oorspronkelijke tekst is ingekort en aangepast

1.1 Wat is yoghurt?

Yoghurt kennen we allemaal als een zuur en lekker zuivelproduct. Maar wat is yoghurt nu eigenlijk en hoe maak je yoghurt?

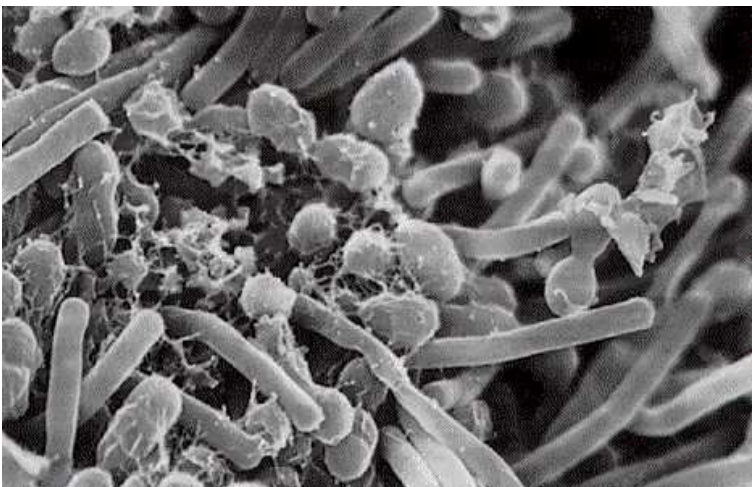
Yoghurt is een product, dat in allerlei varianten op de hele wereld wordt gegeten. Wat wij kennen als yoghurt, heet bijvoorbeeld in Bulgarije Airan, in India Dahi, in Iran, Doogh of in Ethiopie Ergo. Zo zijn er nog honderden andere varianten bekend.



Duizenden jaren geleden (yoghurt is een van de oudst bekende levensmiddelen) werd melk bewaard in huiden zakken. In het Midden-Oosten was het tegelijkertijd erg warm en de melk werd dus snel zuur. Meestal was het product niet echt lekker, maar in een aantal gevallen ontstond er een licht zure dikke pap. Dit product was erg lekker en kon ook lang worden bewaard.

Maar men wist niet wat er gebeurde. Men wist wel, dat als je nog een beetje van het oude product in de zak, kan of fles liet zitten, de nieuwe melk veel sneller verzuurde. Maar meer wist men niet.

Tegenwoordig weten we dat yoghurt gemaakt wordt door bacteriën. Aan het begin van deze eeuw kwam de microbiologie sterk opzetten en het viel een medewerker van het Pasteur instituut in Parijs op dat mensen in Bulgarije veel yoghurt aten en lang leefden. Hij besloot de yoghurt te onderzoeken en vond de twee bacteriën. De ene was staafvormig, de andere bolvormig. De staafvormige heet tegenwoordig *Lactobacillus bulgaricus* (staafvormige bacterie=bacillus, lacto=melk, bulgaricus spreekt voor zich), de bolvormige *Streptococcus thermophilus* (coccus=bolvormig, strepto = in een strengetje, thermophilus = warmtelievend).



Op deze scanning-elektronenmicroscopische opname zien we de beide soorten yoghurtbacteriën: de staafvormige '*Lactobacillus delbrückii*' subsp. '*bulgaricus*' en de bolvormige '*Streptococcus thermophilus*'.

Yoghurt wordt tegenwoordig nog steeds gemaakt volgens hetzelfde principe, maar wel op een moderne manier. Melk wordt nu niet meer verzuurd met een deel oude yoghurt, maar met een hoeveelheid gevriesdroogd poeder. Dit poeder wordt op grote schaal gemaakt en door iedere

keer een deel van dit poeder (eigenlijk gevriesdroogde yoghurt) te gebruiken kan de industrie een constante kwaliteit leveren. Een dergelijk poeder wordt een starter of zuursel genoemd.

Er bestaan tegenwoordig ook al gevriesdroogde of gelyofiliseerde bacteriestammen die dadelijk aan de melk kunnen worden toegevoegd en waarbij dus niet eerst apart een zuurselcultuur dient bereid te worden.

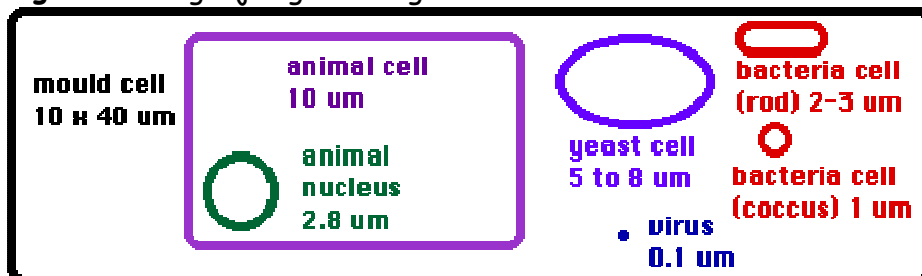
1.2 Wat zijn bacteriën?

Bacteriën zijn microscopisch kleine, eencellige micro-organismen. Ze verschillen onderling in afmetingen maar zijn meestal enkele μm . Bacteriën komen zowat overal voor (oa *Escherichia coli* in darm, *Thermus aquaticus* in warmwaterbronnen, *Lactobacillus* in melk, *Cholera* in vervuild drinkwater, bacteriën in klinieken, bacteriën in het spijsverteringsstelsel van termieten...).

Een bacterie ten opzichte van een mens is ongeveer even groot als de wijzelf ten opzichte van de afstand Amsterdam - Brussel.

Figuur 1 geeft een vergelijking van de grootte van gistcellen (yeast cell) ten opzichte van virus-, bacterie-, dierlijke en schimmel (mould) cellen.

Figuur 1. Vergelijking van de grootte van cellen met een verschillende herkomst



In de lichtmicroscop kunnen de bacteriën bij een vergroting van 400X tot 1000X als kleine stippen worden waargenomen. Demonstratie: Preparaat van een bacterie (gramkleuring).

1.3 Wat hebben we nodig om yoghurt te maken?

De 2 essentiële grondstoffen van yoghurt zijn melk en zuursel. Naast melkpoeder worden bijvoorbeeld voor fruityoghurt worden ook nog allerlei soorten fruit toegevoegd.

1.3.1 Melk

De melk die gebruikt wordt om yoghurt te maken moet beantwoorden aan de strengste hygiënische eisen. In de uier van de koe is de melk steriel. Maar vanaf het ogenblik dat de melk de uier verlaat kan deze echter besmet worden door bacteriën. Bacteriën zijn immers overal aanwezig. Deze bacteriën kunnen afkomstig zijn van de uier, de melktank of door contact met de omgeving als je de melk bewaart.

Melk is een ideale voedingsbodem voor micro-organismen, zowel schadelijke als nuttige. Melkzuurbacteriën, die van nature voorkomen in de melk zijn nuttig. Zij maken bijvoorbeeld van

melk yoghurt of kaas. Andere micro-organismen zijn schadelijk voor de gezondheid of veroorzaken bederf van de melk.

1.3.2 Zuursel

Zuursel is een schadeloze bacteriecultuur die bestaat uit melkzuurbacteriën. Om yoghurt te kunnen bereiden, dienen we vooraf eerst de zuurselcultuur te bereiden. Er bestaan tegenwoordig ook al gevriesdroogde bacteriestammen die dadelijk aan de melk kunnen worden toegevoegd en waarbij dus niet eerst apart een zuurselcultuur dient bereid te worden. We spreken hier van directe inoculatie. Vriesdrogen is een methode waarbij de melkzuurbacteriën tezelfdertijd gedroogd en gekoeld worden. Lyofiliseren is een synoniem voor vriesdrogen.

1.3.3 Melkpoeder

Aan de melk kan ook melkpoeder toegevoegd worden om een steviger yoghurt te bekomen. Melkpoeder verhoogt het droge stof gehalte van de melk. Ook het melkpoeder mag vanzelfsprekend geen antibiotica (zie later) bevatten. Aangezien melkpoeder niet steriel is dient dit samen met de melk nog eens verhit te worden om de meeste micro-organismen te doden.

1.4 Melkzuurbacteriën

1.4.1 Inleiding

Er bestaan een groot aantal melkzuurbacteriën, welke ondergebracht zijn in verschillende geslachten. De bekendste geslachten zijn Lactobacillus, Streptococcus, Lactococcus, Pediococcus en Bifidobacterium. Wat dat zijn, en waar ze voorkomen staat hieronder.

Lactobacillus zijn staafvormige bacteriën. Het zijn de meest bekende melkzuurbacteriën, de naam betekent 'melksstaafje'. Ze komen voor in allerlei producten, vooral in producten van plantaardige oorsprong en ook in het maagdarmkanaal, de mond en de vagina. Lactobacillen zijn van belang bij de bereiding van yoghurt, kaas, salami, zuurkool maar ook spelen ze een rol bij de conservering van kuilvoer. In yoghurt komen ongeveer 10 miljoen van deze bacteriën voor per milliliter.

Streptococcus zijn bolvormige bacteriën, de naam betekent 'bollen die in strengen voorkomen'. Ook streptokokken komen in allerlei producten voor en zijn van belang in bijvoorbeeld de productie van salami en yoghurt.

Lactococcus, of 'bolvormige melkbacterie' is een geslacht van bacteriën, die voornamelijk een rol spelen bij de bereiding van kaas en karnemelk.

Er zijn dus heel veel melkzuurbacteriën, die een rol spelen in onze voeding. Veel levensmiddelen zouden niet bestaan zonder deze bacteriën! Doordat ze melkzuur maken, en dat een conserveermiddel is, zijn veel van deze zure producten ook lang houdbaar.

Om yoghurt te maken hebben we twee soorten melkzuurbacteriën nodig:

- *Lactobacillus bulgaricus*
- *Lactococcus thermophilus*

L. bulgaricus is staafvormig. Deze bacterie zorgt voor de typische yoghurtgeur. *L. thermophilus* is kegelvormig.

Hoewel elk van deze bacteriën afzonderlijk kan gebruikt worden voor het maken van yoghurt is het beter ze samen te gebruiken. Wanneer beide bacteriën samen worden gebruikt, is de melkzuurproductie hoger.

1.4.2 Hoe maken de melkzuurbacteriën van melk yoghurt?

Yoghurtbacteriën zetten de suikers aanwezig in melk (lactose) om in melkzuur. De omzetting van lactose tot melkzuur gebeurt via een tussenstap:

Lactose → glucose + galactose → melkzuur

Het melkzuur zorgt er voor dat het mengsel verzuurt. De zuurvorming zorgt voor de stremming (dikker, harder worden) van de melk. *L. thermophilus* zorgt voor de eerste verzuring van de melk tot een pH van ongeveer 5. De *L. bulgaricus* zorgt voor een verdere daling van de pH tot 4. Naast de zuurvorming gaan ook de eiwitten coaguleren (aan elkaar hechten).

Yoghurtbacteriën vereisen een zeer specifieke temperatuur om te groeien en melkzuur te vormen:

- Bij temperaturen beneden de 30°C groeien ze niet meer,
- Bij temperaturen hoger dan 50°C sterven ze.

Daarnaast is ook de hoeveelheid bacteriën die toegevoegd wordt belangrijk om een goede stremming te bekomen. Voor yoghurt bedraagt dit 2,5% (v/v). Concreet dienen we dus aan 100 ml melk 2.5ml zuursel toe te voegen.

Naast de temperatuur en de hoeveelheid bacteriën is de tijd nodig om voldoende stremming te bekomen ook belangrijk. De incubatieduur bedraagt voor standyoghurt 2,5 uur en voor roeryoghurt 14 tot 16 uur. Voor het verschil tussen standyoghurt en roeryoghurt zie lager.

Het stremmen van de melk is de belangrijkste indicatie voor het einde van de fermentatie. Daarna zal men zo snel mogelijk afkoelen tot een temperatuur van 4 à 7°C.

Yoghurt kan op verschillende wijzen bereid worden. We maken een onderscheid tussen roeryoghurt en standyoghurt. Roeryoghurt is yoghurt waarbij voortdurend geroerd wordt tijdens de bereiding. Standyoghurt wordt na het toevoegen van het zuursel niet meer geroerd. De fermentatie gebeurt dus in de verpakking.

De fermentatie wordt stopgezet door de yoghurt te koelen tot maximum 7°C. Standyoghurt kan je herkennen door zijn vaste vorm. Je kunt hiervoor het volgende eenvoudige testje doen.

Blijft de vorm van het lepeltje in de yoghurt staan wanneer je er een schepje uitneemt dan heb je te maken met standyoghurt.

Vloeit de yoghurt na het uitscheppen van een lepeltje terug samen dan heb je te maken met roeryoghurt. 'Bulgaarse' en 'Griekse' yoghurt zijn typische voorbeelden van standyoghurt.

Vragen bij 'Yoghurt maken'

1. Hoe komt yoghurt aan zijn lichtzure smaak? Noem nog vijf andere zuren.

2. Noem drie soorten ingrediënten die je nodig hebt om yoghurt te maken. Leg uit wat hun rol is bij de bereiding.

1.

2.

3.

3. Welke stof in melk wordt gebruikt om melkzuur te maken?

4. Leg uit waarom de temperatuur zo belangrijk is bij het maken van yoghurt.

5. Leg uit waarom yoghurt langer houdbaar is dan melk.

6. Leg uit waarom je yoghurt toch in de koelkast moet bewaren.

Artikel 1.2: Karnemelk

Bron: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Karnemelk>

Let op: Wikipedia is geen wetenschappelijk onderbouwde site. Iedereen kan informatie toevoegen. De weergegeven informatie hoeft niet waar te zijn. Blijf kritisch lezen!

Karnemelk of **botermelk** is een vetarm, zuur en drinkbaar [zuivelproduct](#) (melkproduct). Van oudsher wordt het gemaakt door het [karnen](#) van verzuurde [room](#). Hierbij wordt bijvoorbeeld met een stok in een hoge kuip, de [karnton](#), met verzuurde room op en neer gestoten. Tijdens dit proces klontert het melkvet samen, doordat de vetmembraantjes breken, en komt het als boter bovenop de karnemelk drijven. De [boter](#) wordt afgeschept. De overgebleven zure vloeistof wordt gedronken als karnemelk.

Tegenwoordig wordt bijna alle karnemelk gemaakt in [zuivelfabrieken](#). Aan [magere melk](#) worden melkzuurbacteriën toegevoegd, waardoor de melksuiker ([lactose](#)) wordt omgezet in [melkzuur](#). [Biologisch-dynamische](#) karnemelk (te koop in Natuurvoedingswinkels) wordt nog op de ouderwetse manier gemaakt.

Door veel Nederlanders wordt deze drank zeer gewaardeerd, vooral in de zomer. Ook [Duitsers](#) waarderen karnemelk, die ze kennen onder de naam *Buttermilch*. Veel anderen verafschuwen het echter of verwerken het in [pannenkoeken](#), zoals in de [Verenigde Staten](#). Een ouderwets Nederlands nagerecht is [karnemelkse pap](#): gekookte karnemelk met [bloem](#) (of een ander ingrediënt) en vaak gezoet met [stroop](#). In Vlaanderen wordt het ook wel gegeten voor het hoofdgerecht, ter vervanging van soep. Het komt er ook voor in een hoofdgerecht: aardappelen met karnemelk en zachtgekookte eieren met in boter gestoofde uien. Ook [hangop](#) wordt vaak van karnemelk gemaakt. In [Frankrijk](#) wordt het gedronken met vruchtenstroop. In [Iran](#) wordt karnemelk ook wel gemengd met kruiden, en geserveerd als bijgerecht, genaamd *doegh*.

Vragen bij 'Karnemelk'

1. Hoe komt karnemelk aan zijn zure smaak?

2. Waarom kun je zowel uit room als uit magere melk karnemelk maken?

3. Waarom hoef je geen melkzuurbacteriën toe te voegen als je op de 'ouderwetse manier' karnemelk maakt?

4. Wat gebeurt er met de pH van de melk tijdens het karnen?

Artikel 1.3: Nooit meer gaatjes

Bron: <http://www.phys.uu.nl/~natunws/krant/krant18.doc>

Volkskrant, 10 april 2004

Miljoenen bacteriën krioelen tussen tong en tanden. Sommigen daarvan veroorzaken cariës. Vervang die door een onschadelijke variant en gaatjes maken geen kans meer. Als de Amerikaanse autoriteiten akkoord gaan, begint dit jaar een klinische proef.

De mondholte bevat - onsmakelijk idee - honderden soorten bacteriën, vooral in de tandplaque. In een net gepoetste mond blijft het beperkt tot enkele miljoenen exemplaren, maar het kan oplopen tot een miljard. De meeste micro-organismen zijn goedaardig, maar sommige veroorzaken cariës.

Streptococcus mutans is verantwoordelijk voor het gros van de gaatjes. Deze bacterie zet suiker op en tussen de tanden om in melkzuur, wat het tandglazuur aantast. Elk mens heeft een eigen stam en draagt die levenslang mee. Kinderen lopen de mondbacterie tussen hun tweede en vierde jaar op, meestal via hun moeder. Daarmee lijkt *Streptococcus mutans* een onvermijdelijk kwaad. En tandbederf evenzeer. Tenzij Jeff Hillmans theorie werkt.

Cariës, beweert dr. Hillman, een Amerikaans tandarts en molecuulgeneticus, kun je namelijk voor een belangrijk deel voorkomen door de 'slechte' bacterie te vervangen door een 'goede' bacterie, eentje die geen melkzuur maakt. Hillman claimt zelfs dat zo'n eenmalige *replacement therapy* levenslang tegen gaatjes beschermt. De bacteriën, is het idee, worden toegediend in de vorm van een mondwater. Die behandeling duurt hooguit vijf minuten, zegt Hillman. 'Je komt bij de tandarts, spoelt en gaat. In de maanden daarna verdringt de bacterie de schadelijke stam.' Idealiter moeten kinderen worden behandeld die net hun melktanden hebben gekregen. 'Dat is perfect, want zij hebben nog geen natuurlijke streptokokkenstam opgelopen.'

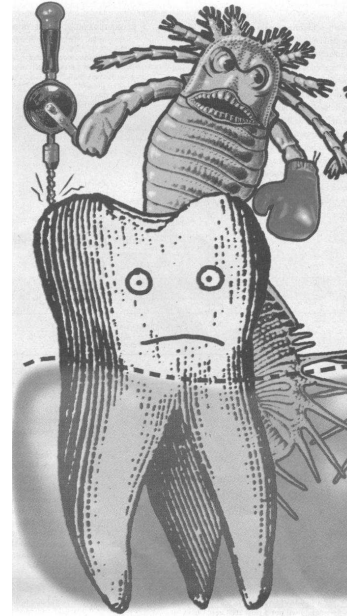
Hillman (55), tegenwoordig verbonden aan de Universiteit van Florida in Gainesville, sleutelt al vijftientig jaar aan zijn idee. De doorbraak kwam toen hij met de destijds nieuwe recombinant-DNA-techniek een *S. mutans*stam wist te maken die in plaats van melkzuur ethanol produceert, alcohol. Dat lukte door een gen in te bouwen dat afkomstig was van de ethanol-producerende bacil *Zymomonas mobilis*.

Kan dat geen kwaad, zo'n genetische gemanipuleerde bacterie in de mond?

Nee, zegt Hillman. 'Bacteriën ontwikkelen zich van nature voortdurend, wij hebben het proces alleen versneld. Het is bovendien maar een kleine aanpassing van een van de honderden bacteriën in de mondflora. De ecologie van de mond verandert daardoor niet.'

De volgende stap was een bacteriestam te vinden die beschikte over een 'selectief voordeel' waarmee hij de cariës-bacterie zou kunnen verdringen. 'Gelukkig bestaat er zoiets als de Wet van Bacteriële Onfeilbaarheid: als je iets zoekt, is er ergens een bacterie die dat al doet.' Honderden stammen later vond Hillman inderdaad

een *S. mutans* die een sterk antibioticum maakt waarmee hij zijn concurrenten doodt.



Uiteindelijk kostte het nog tien jaar om de twee gewenste eigenschappen - afwezigheid van melkzuur-productie en antibiotische werking - in een en dezelfde bacteriestam te verenigen. 'De recombinant-DNA-techniek was aanvankelijk nogal primitief. Het uitschakelen van het melkzuur-gen maakte de bacterie ziek doordat zijn hele stofwisseling uit evenwicht raakte.'

Maar nu zijn alle problemen achter de rug, zegt Hillman tevreden. De gemanipuleerde stam is gepatenteerd, en de dierproeven zijn niet succes afgesloten. Vorige maand keurde een commissie van het Amerikaanse National Institute of Health het protocol goed met voorzorgsmaatregelen voor klinische experimenten. De zaak ligt nu bij de Food and Drug Administration (FDA), de instantie die toestemming moet geven voor de voorgenomen eerste test met proefpersonen later dit jaar.

Hillman rekt op groen licht. Want van bijwerkingen is volgens hem geen sprake, en de gemanipuleerde bacterie is 'ongevaarlijk' voor het milieu. 'Hij kan buiten de mond niet overleven.' Om elk risico uit te sluiten is de stam op verzoek van de FDA bovendien verzwakt, Hillmans enige zorg: 'Ik hoop dat hij nog effectief genoeg is.'

Proefpanels van Amerikaanse consumenten hebben overigens verklaard geen bezwaren te hebben tegen een nuttige gemanipuleerde bacterie in hun mond, aldus Hillman. 'Wij waren verbaasd, we hadden méér weerstand verwacht.' Zelfs de American Dental Association lijkt positief over een behandeling die in theorie toch een aanslag op het tandartseninkomen kan zijn.

De eenmalige behandeling maakt tandartsen en mondhygiëne trouwens niet overbodig, benadrukt Hillman. Wel doet het er voor het resultaat niet toe of de pati-

ent 'meewerkt' - goed poetst en regelmatig naar de tandarts gaat - of niet. Dit maakt de behandeling ook geschikt voor arme landen waar amper tandheelkundige zorg bestaat.

De Universiteit van Florida en Hillmans zakelijke partners zien al een wereldwijde markt gloren. In 1998 is voor de commerciële productfase het bedrijf Orogenics opgericht. Hillman is er tegenwoordig gedetacheerd. Orogenics is genoteerd aan de beurs van Toronto.

Toch is niet iedereen overtuigd van het idee. Prof.dr. Arie Jan van Winkelhoff, specialist in orale microbiologie aan het tandheelkundig onderzoeks-centrum ACTA en de Vrije Universiteit van Amsterdam, betwijfelt of je genetisch veranderde bacteriën moet inzetten tegen cariës. 'Het idee van vervangingstherapie op zichzelf is goed, maar wat zijn de risico's? Je hebt strenge veiligheidseisen om ze in het lab te mogen maken, en dan stop ze je bij mensen in de mond.'

Als er nu geen alternatieven waren, aldus Van Winkelhoff. 'Maar cariës kun je met simpele middelen voorkomen.' Hij moet bovendien nog zien of het lukt. 'Wat in het lab bij ratten werkt, werkt nog niet bij mensen. Ik zie nog niet hoe je die bacterie bij mensen in de mond krijgt. Daar is het zo druk met bacteriën, elk plekje is er bezet.'

Van Winkelhoff zelf werkt langs een andere lijn. Hij probeert *S. mutans* te bestrijden met specifieke natuurlijke antistoffen waaraan antimicrobiële peptiden - hele korte eiwitjes, bekend van de giftige pijlstaartkikkers - worden gekoppeld. 'Die stop je in tandpasta of mondwater, en daarmee schiet je een deel van de plaqueflora aan diggelen.'

Hillman in Florida heeft niettemin vertrouwen in zijn bacterie, die nu in een vrieskist zit opgeslagen. 'Eerst dit jaar een proef om te tonen dat hij stabiel is. Dan een meerjarentest om te bewijzen dat het echt werkt. De productlancering staat gepland voor 2008.'

En hoe denkt hij dat bacteriële mondwater te verkopen? 'Met mentholmaak of zo. Je kunt alles lekker laten smaken, behalve tofu natuurlijk.'

Vragen bij 'Nooit meer gaatjes'

1. Welke rol speelt melkzuur bij tandbederf?

2. Noem drie manieren om tandbederf (veroorzaakt door melkzuur) tegen te gaan.

1.

2.

3.

3. Hoe denkt Dr. Hillman het probleem van tandbederf aan te pakken?

4. Wat is er speciaal aan de bacteriën die Dr. Hillman gebruikt? Noem 2 eigenschappen.

1.

2.

5. Leg uit waarom Prof. Van Winkelhoff vraagtekens zet bij het werk van Dr. Hillman.

Artikel 1.4: Links- of rechtsdraaiende melkzuur

Bron: http://www.gezondheid.be/index.cfm?fuseaction=art&art_id=3483

De oorspronkelijke tekst is ingekort en licht aangepast

Is rechtsdraaiend melkzuur gezonder dan linksdraaiend melkzuur? Zo ja, waarom?

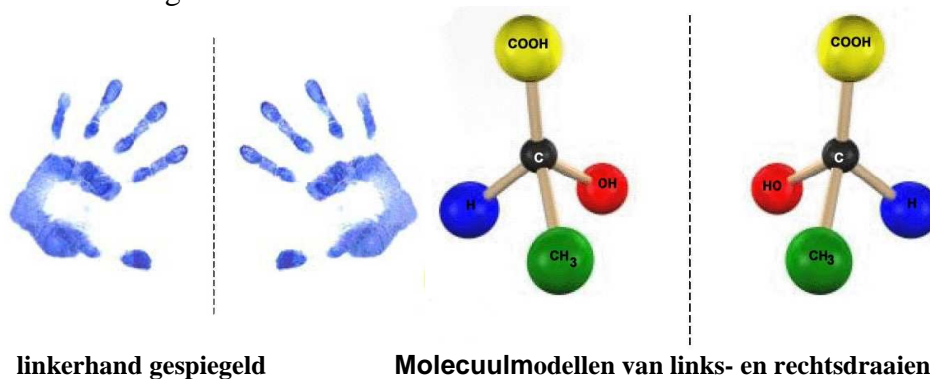
De natuur is een alledaags maar complex gegeven. Zo ook onze voeding. Soms trekken bepaalde onderwerpen opeens de aandacht of je komt iets in een reclame tegen waarvan je eigenlijk niet weet wat het echt betekent. Wat is bijvoorbeeld het verschil tussen rechts- en linksdraaiend melkzuur en is het ene gezonder dan het andere? Wij zochten het voor u uit.



Op sommige yoghurtverpakkingen staat te lezen: ‘uitsluitend met rechtsdraaiend melkzuur’. Een dergelijke vermelding op het etiket wekt de indruk dat het hier om iets heel bijzonders gaat en dat deze yoghurt gezonder zou zijn dan een andere yoghurt.

Begrippen uit de scheikunde

Melkzuur komt voor in twee vormen, namelijk als linksdraaiend en als rechtsdraaiend melkzuur. Links- en rechtsdraaiend zijn begrippen uit de scheikunde en hebben te maken met de ruimtelijke structuur van een molecuul. Twee moleculen bestaan uit dezelfde onderdelen (atomen) maar ze zijn op verschillende manieren aan elkaar gekoppeld. Je kunt het vergelijken met een linker- en een rechterhand (zie figuur 1). Beide handen zien er bijna hetzelfde uit. Ze hebben allebei 5 vingers maar als je ze over elkaar legt (met dezelfde kant boven) merk je dat de duim van verschillende kanten zit. We gebruiken niet voor niets het spreekwoord ‘twee linker handen hebben’ om aan te geven dat iemand onhandig is.



Als het melkzuur in het laboratorium onder een polarisatiemicroscoop (een meetapparaat dat de ‘draai’ van een stof kan meten) wordt onderzocht en als de lichtstraal waarin de moleculen worden bekeken naar rechts buigt, spreekt men van rechtsdraaiend melkzuur. Gaat de lichtstraal naar links, dan heeft men te maken met linksdraaiend melkzuur.

Melkzuur in yoghurt

Yoghurt wordt gemaakt met behulp van melkzuurbacteriën. Tijdens de fermentatie (vergisting) van de melk zetten ze melksuiker om in melkzuur. Afhankelijk van de bacteriesoort wordt er linksdraaiend, rechtsdraaiend of een mengeling van beide aangemaakt. De typische yoghurtbacteriën, namelijk de *Lactobacillus bulgaricus* en de *Streptococcus thermophilus*, produceren ongeveer 50% linksdraaiend en 50% rechtsdraaiend melkzuur. Door het kiezen van verschillende soorten bacteriën kun je de verhouding tussen links- en rechtsdraaiend melkzuur beïnvloeden.

Melkzuur in het lichaam

Ons lichaam maakt zelf ook melkzuur aan, zij het vrijwel alleen rechtsdraaiend. Het wordt in de lever opnieuw omgezet in suiker en reservebrandstoffen. Hieruit blijkt dat rechtsdraaiend melkzuur gemakkelijk en snel door de lever kan worden afgebroken. Linksdraaiend melkzuur kan ook door de lever worden verwerkt, maar moeilijker. Wanneer het lichaam te veel linksdraaiend melkzuur krijgt aangeboden, zou het lichaam daardoor kunnen verzuren omdat de lever dit type melkzuur niet snel genoeg kan afbreken. Bij een volwassene zou dit echter pas het geval zijn wanneer hij of zij ten minste 7 liter yoghurt in één keer zou opeten. Gezien dit normaliter niet gebeurt, vormt de aanwezigheid van linksdraaiend melkzuur in yoghurt dan ook geen probleem.



Voor baby's tot ongeveer 3 maanden ligt dit enigszins anders omdat zij gevoeliger zijn. De lever van deze jonge baby's is nog niet in staat grote hoeveelheden linksdraaiend melkzuur af te breken. Baby's van drie maanden mogen trouwens alleen borstvoeding of een aangepaste zuigelingenvoeding krijgen. Kind & Gezin raadt af gewone melk en yoghurt te geven voor de leeftijd van 1 jaar. Indien al te vaak yoghurt in de plaats van een fruitpapje wordt gegeven, brengt de voeding van deze jonge kinderen bovendien te veel eiwitten en mineralen aan wat een te hoge nierbelasting met zich kan meebrengen. Vanaf de leeftijd van ongeveer 1 jaar valt dit gevaar weg en is ook de lever voldoende in staat linksdraaiend melkzuur af te breken. Zoals bij volwassenen vormt linksdraaiend melkzuur in yoghurt ook bij hen geen probleem meer.

Tot slot

Voor gezonde volwassenen maakt het niet uit welk type melkzuur in yoghurt zit. Bij normale hoeveelheden yoghurt is rechtsdraaiend melkzuur dan ook niet gezonder dan linksdraaiend. Het type melkzuur heeft ook geen effect op de darmflora. Melkzuur wordt in de dunne darm opgenomen en zal de dikke darm, waar de darmflora zit, niet bereiken. De darmflora maakt overigens zelf grote hoeveelheden links- en rechtsdraaiend melkzuur aan uit allerlei suikers en voedingsvezels.

Vragen bij 'Links- of rechtsdraaiende melkzuur'

1. Teken de beide vormen van melkzuur en leg uit wat ruimtelijk het verschil is.

2. Waarom kan linksdraaiend melkzuur schadelijk zijn?

3. Leg uit waarom je daar normaal gesproken niet bang voor hoeft te zijn.

4. Wat kan er met de pH van het bloed van een baby (< 1 jaar) gebeuren als hij/zij veel yoghurt eet?

5. Op welke twee plaatsen worden in ons lichaam melkzuur aangemaakt?

1.

2.

6. Hoe raakt ons lichaam die melkzuur weer kwijt?

7. Wat is darmflora?

8. Leg uit of het voor je gezondheid uitmaakt of je links- of rechtsdraaiend melkzuur (in yoghurt) eet.

Artikel 2.1: Op weg naar hernieuwbare brandstoffen en groene chemicaliën

Dit is een bewerking van: http://www.senternovem.nl/mmfiles/InterviewReith_tcm24-170236.doc
Het oorspronkelijke document is ingekort en vereenvoudigd.

Ethanol en melkzuur uit plantaardige biomassa

Wie goedkoop suikers weet te maken uit biomassa heeft een sleutel voor duurzame ontwikkeling in handen. Van suikers maak je, door vergisting, eenvoudig ethanol of melkzuur. Ethanol uit biomassa kan vervolgens dienen als CO₂-neutrale transportbrandstof; melkzuur is een hernieuwbare grondstof voor verpakkingsmaterialen, ter vervanging van plastics. In een tweetal projecten heeft een consortium van Nederlandse partijen de mogelijkheden onderzocht van bio-ethanolproductie uit goedkope en ruim voorhanden zijnde biomassa-reststromen die (ligno)cellulose bevatten. Er is nog een lange weg te gaan, maar de perspectieven zijn goed.

Ethanol en melkzuur worden op dit moment geproduceerd door vergisting van zetmeel of suikers uit agro-producten zoals maïs of suikerbieten. De hoge kosten daarvan belemmeren de grootschalige introductie van bio-ethanol en melkzuur als CO₂-neutrale vervanger van petrochemische producten. Gebruik van reststromen

Andere biobrandstoffen

Wereldwijd wordt circa 20 miljoen ton brandstofethanol per jaar geproduceerd, vooral uit rietsuiker (Brazilië) en maïs (de Amerikaanse 'corn ethanol'). Bio-ethanolproductie in Europa vindt (nog) op zeer beperkte schaal plaats, uit granen en suikerbieten. In Europa is momenteel vooral biodiesel, koolzaadmethylesterbrandstof, een belangrijke hernieuwbare brandstof. Het wordt onder meer in Duitsland geproduceerd. In de toekomst zijn grote hoeveelheden biobrandstoffen nodig. De Europese Commissie bereidt een richtlijn voor over de vervanging van fossiele door biotransportbrandstoffen in de EU, met de doelstelling van 5,75% vervanging in 2010 en 8% vervanging in 2020.

van plantaardige biomassa als grondstof kan deze kosten sterk verminderen. Daarbij gaat het om biomassa die voor het overgrote deel bestaat uit een complex van cellulose, hemicellulose en lignine. Deze 'lignocellulose' is in ruime mate en tegen lage kosten beschikbaar. Denk aan agrarisch afval in de vorm van stengels en bladeren, aan rest- en snoeihout en aan afval uit de voedings- en genotmiddelenindustrie. Op de wat langere termijn zou je lignocellulose ook kunnen produceren, via energieteelt van bijvoorbeeld wilg of populier.

Zeer kansrijk

De eenvoudigste manier van energiewinning uit lignocellulose is verbranding, maar er zijn nog vele andere manieren. Heel interessant is de winning van suikers uit de cellulose- en hemicellulosefractie en het gebruik van deze suikers als grondstof voor brandstof. Zo kan (bio)ethanol worden gemaakt die - bijvoorbeeld bijgemengd in benzine - is te benutten als motorbrandstof.

Uit lignocellulose geproduceerde suikers zijn ook te gebruiken voor de productie van melkzuur via vergisting. Dit melkzuur kan voor verschillende chemische toepassingen worden gebruikt - onder andere als oplosmiddel - en voor de productie van polymelkzuur voor verpakkingsmaterialen.

Betrokken partijen

De partijen die bij het nieuwe meerjarige project zijn betrokken zijn ECN, Nedalco, Shell en Purac en de onderzoeksinstituten ATO, TNO-MEP, TNO-Voeding en Wageningen Universiteit. Voor alcoholproducent Nedalco levert de productie van ethanol uit lignocellulose mogelijk een nieuw productieproces op. Voor Shell gaat het om een potentiële alternatieve transportbrandstof. Melkzuur- en lactatenproducent Purac kijkt naar de perspectieven van lignocellulose als nieuwe bron van fermenteerbare suikers. Melkzuur wordt ook uit suikers gemaakt. Polymelkzuur kent verschillende doeleinden, waaronder medische producten maar bijvoorbeeld ook verpakkingsmateriaal als vervanging van bijvoorbeeld PET. Als het project slaagt, zou dat dus ook nog een besparing op het gebruik van fossiele grondstoffen kunnen betekenen voor de productie van verpakkingsmateriaal.

Vragen bij 'Op weg naar hernieuwbare brandstoffen en groene chemicaliën'

1. Wat is een hernieuwbare brand- of grondstof? Licht je antwoord toe met een voorbeeld.

2. Leg uit dat je een 'sleutel voor duurzame ontwikkeling in handen' hebt als je goedkoop uit biomassa suikers kunt halen.

3. Wat zijn wereldwijd de belangrijkste grondstoffen voor brandstofethanol en voor bio-ethanol?

4. Verzien twee redenen waarom de introductie van bio-ethanol in Europa niet zo snel verloopt.

5. In het artikel gaat het over 'lignocellulose'. Wat is dat en waar zit het in?

6. Aan het project doen vier bedrijven mee. Welke bedrijven zijn dat?

7. Leg uit waarom de bedrijven meedoen aan dit project.

Artikel 3.1: Composteerbare festivalbeker



*Persbericht
4 augustus, 2004*

ALKEN-MAES LANCEERT EERSTE COMPOSTEERBARE FESTIVALBEKER !

Wereldprimeur op 30^e editie Folkfestival Dranouter



Alken-Maes, de tweede grootste brouwerijgroep van het land, brengt als eerste een 100% milieuvriendelijke festivalbeker op de markt. De beker is gemaakt van maïs en composteert na 50 dagen tot natuurlijke humus. Het grote publiek kan voor het eerst kennis maken met deze vooruitstrevende toepassing op het folkfestival van Dranouter. Daarna worden de bekere nog ingezet tijdens de Antilliaanse Feesten en Pukkelpop. In totaal zullen in augustus zo'n 1,5 miljoen pintjes voor het eerst gedronken worden uit een composteerbare maïsbeke!

Dé ideale oplossing voor milieu én festivals

Het resultaat van een zomer vol festivals en evenementen zijn elk jaar weer tonnen en tonnen afval en zwerfvuil. Het opruimen daarvan kost niet alleen handenvol geld, de verwerking is bovendien erg belastend voor het milieu. Met haar biologische beker lanceert Alken-Maes nu als eerste een milieuvriendelijke oplossing voor organisators van festivals en events. Tot nu toe waren die aangewezen op het gebruik van klassieke wegwerpbekers of herbruikbare bekere. Die laatste zijn niet echt praktisch op grote evenementen. Bovendien is het reinigen ervan kostbaar en vaak milieuvervuilend. Wegwerpbekere zorgen dan weer voor een aanzienlijke hoeveelheid afval en de recyclage ervan is meer belastend voor het milieu.

“Het Folkfestival van Dranouter is van oudsher een erg milieuvriendelijk festival,” zegt Bavo VandenBroeck, organisator. “Maar tot nu toe bleven we elk jaar met een berg zitten van 750.000 wegwerpbekere. Gewoon omdat er geen haalbaar alternatief was. Met deze composteerbare beker is dat er eindelijk wel. Hij voelt en ziet eruit als een gewone drinkbeker en wij zijn dan ook ontzettend blij dat Alken-Maes als eerste zijn verantwoordelijkheid opneemt en deze stap durft te zetten!”

Als het initiatief in de smaak valt, wil Alken-Maes het volgend jaar herhalen en zelfs uitbreiden, door alle wegwerpbekere te vervangen door de nieuwe 100% natuurlijke. Voor Alken-Maes betekent dit een aanzienlijke investering in een vernieuwende en milieuvriendelijke technologie, omdat het zo wil bijdragen tot een mogelijke oplossing van het afvalprobleem in het algemeen en die van festivals in het bijzonder.

Ecologische primeur voor milieuvriendelijk festival

Dat net het folkfestival van Dranouter zijn 30-jarige jubileum viert met een milieuvriendelijk alternatief voor de klassieke wegwerpbeker, is geen toeval.

“De organisatie levert al jarenlang enorme inspanningen op het vlak van het milieu,” vertelt An Steylemans van Alken-Maes. “Dit jaar alleen werd meer dan 100.000 euro gependeed aan milieupreventie. Zo is er dit jaar naast het festivalterrein een heus containerpark ingericht. Alle infrastructuur om tot een optimale inzameling en verwerking van de bekertjes te komen, was eigenlijk al voorhanden. Voor ons was Dranouter dan ook het ideale festival om deze beker te lanceren.”

De organisatie werkte een doeltreffende oplossing uit om de nieuwe bekertjes zo efficiënt mogelijk in te zamelen en te verwerken. Op de festivalweide komen drie makkelijk herkenbare inzamelpunten, naast de klassieke afvalcontainers voor PMD, blik, glas, papier en karton, GFT- en restafval. Daarop gaan de organische bekertjes naar een composteerinstallatie van het afvalverwerkingsbedrijf SITA Recycling Services waar de bekertjes na 8 weken afgebroken zijn en als compost gebruikt kunnen worden in land- en tuinbouw.

100% milieuvriendelijk: van grondstof tot productie en recyclage

Huhtamaki, verpakkingsproducent op wereldniveau, stond in voor de productie van de composteerbare beker. De technologie achter het product NatureWorks™ PLA, is afkomstig van Cargill Dow. Dat bedrijf slaagde erin een methodologie te ontwikkelen om zetmeel uit natuurlijke gewassen om te zetten in plantaardige suikers. Tijdens het fermentatieproces worden de suikers omgezet in melkzuur. Daarvan wordt een heldere, doorschijnende plastic gemaakt, polylactide (PLA). Door zijn uitzonderlijke eigenschappen heeft PLA enorme toepassingsmogelijkheden binnen de verpakkings- en voedingssector. Zo kunnen er borden, flessen en blisters van gemaakt worden en eigenlijk alles wat vandaag in doorschijnend plastic beschikbaar is.

Na zo'n 47 dagen in een installatie blijft er van de producten enkel natuurlijke compost over. Die kan op zijn beurt als natuurlijke grondstof dienen voor de teelt van nieuwe gewassen. Waarmee de biologische cirkel helemaal rond is.

Deze vernieuwende toepassingen bieden tal van voordelen voor het milieu. Vooreerst is de grondstof jaarlijks hernieuwbaar en bevat ze geen minerale olie. Bovendien vereist het productieproces 20 tot 50% minder fossiele brandstoffen. Daarnaast draagt het concept bij tot een oplossing om de huishoudelijke afvalberg drastisch te verminderen. En zelfs als de producten bij restafval terechtkomen en op een juiste manier worden verwerkt, bewaren ze hun milieuvriendelijke kenmerken.

De organische beker van Alken-Maes is vervaardigd uit maïs, maar alle gewassen waar suiker uit gewonnen kan worden komen in aanmerking zoals granen en suikerbieten. Waarmee de landbouw er meteen een aantal nieuwe mogelijkheden bij krijgt. Op termijn is het zelfs mogelijk PLA te ontwikkelen uit biomassa. Waarmee het opnieuw een oplossing biedt voor het wegwerken van de afvalberg.

Alken-Maes is het eerste bedrijf dat van deze vernieuwende technologie gebruik maakt om op grote schaal toepassingen aan de consument aan te bieden.

Voor meer informatie kan u steeds terecht bij

An Steylemans (Alken-Maes) op het nummer 015 30 93 35 – 0473 55 71 48
of bij Steven Demedts op het nummer 02 713 09 03.

Vragen bij 'Composteerbare festivalbeker'

1. Leg uit wat composteerbaar betekent.

2. Geef drie redenen waarom de organisatoren een composteerbaar bierglas tijdens festivals gebruiken.

1.

2.

3.

3. Behalve het gebruik van composteerbare bierglazen hebben de organisatoren nog meer maatregelen genomen om de natuur te "sparen".
Noem nog twee maatregelen.

1.

2.

4. Waarvan is deze composteerbare beker gemaakt?

Artikel 3.2: Plastic groeit op een akker

Bron: <http://www.earthday.nl/index.php?id=177>

Let op: dit ingekorte artikel komt uit de Vlaamse krant 'De Standaard'.

Je zult het taalgebruik soms wat vreemd vinden.

Plastic groeit op een akker

Laptops en cassettespelers in biologisch afbreekbaar plastic, T-shirts op basis van maïszetmeel, enzymen die jeansbroeken een 'stonewashed' uiterlijk geven. Biotechnologie is meer dan geneesmiddelen en genetisch gewijzigde planten. De bijna vergeten industriële toepassingen kregen zelfs een naam: witte biotechnologie.

Kim De Rijck

Naast de goed bekende 'rode biotechnologie' (medische) en 'groene biotechnologie' (landbouwkundige), heeft de industrie voor haar eigen toepassingen de 'witte' biotechnologie in het leven geroepen. Die slimme naam moet komaf maken met het idee dat alles wat industrieel is, dikke wolken zwarte rook oplevert. En dat is ook het streefdoel van witte biotechnologie: zware chemie, afval en verbruik van fossiele grondstoffen vermijden, door subtiele biolo-gische processen in te schakelen.

Het bekendste voorbeeld zijn wellicht de enzymen in waspoeders, die vlekken van vet, zetmeel of eiwit in kledij afbreken. Zo maken de enzymen de harde chemicaliën in wasmiddelen overbodig. Hoewel we ze al lang gebruiken, wordt ook aan die enzymen nog hard gesleuteld, bijvoorbeeld om te zorgen dat ze ook goed werken bij lage temperaturen, want dat spaart energie. Ook in vaatwasmiddelen en industriële schoonmaakproducten helpen zulke enzymen de vlekken opruimen. Minder bekend is dat enzymen ook in de textielindustrie, bij de productie van stoffen, een belangrijke rol spelen. Het reinigen van ruw katoen gebeurde klassiek met een warme, basische oplossing (het tegengestelde van zuur). Nu zijn het enzymen die de onzuiverheden afbreken, met minder chemische uitstoot en energieverbruik tot gevolg. Het Amerikaanse biotechnologiebedrijf Genencor produceert enzymen die jeansbroeken een afgewassen en versleten look geven, een proces

waar vroeger vulkanisch puimsteen voor nodig was.

De toepassingsdomeinen van enzymen zijn haast eindeloos. Het Deense bedrijf Novozymes bijvoorbeeld levert enzymen voor de behandeling van leder en voor de productie van brood, vruchtensap en wijn. Genencor onderzoekt of enzymen ook in huid- en haarverzorgingsproducten nuttig werk kunnen doen.

Behalve enzymen (die tot de eiwitten behoren) levert de natuur nog andere bruikbare stoffen, zoals organische koolstof. Planten nemen koolstofdioxide (CO₂) op uit de lucht en gebruiken dat om lange koolstofketens mee te maken. Zetmeel bijvoorbeeld, dat in maïs zit, bestaat uit zulke koolstofketens. Met de hulp van bacteriën en enzymen kunnen wetenschappers die koolstofketens omvormen tot andere bruikbare moleculen.

Het Amerikaanse consortium Cargill Dow maakt uit maïszetmeel polymelkzuur (polylactic acid, afgekort PLA), een polymeer dat uit aan elkaar geregen moleculen melkzuur bestaat. Het materiaal is al langer bekend en wordt sinds de jaren zestig gebruikt in biologisch afbreekbare 'draadjes' voor de hechting van wonden en later ook bij beenbreukoperaties in schroeven die biologisch afbreekbaar zijn in plaats van uit roestvrij staal.

Bij de klassieke chemische productie van PLA ontstond het tussenproduct melkzuur in twee vormen, een 'linkse' en een 'rechtse' vorm. Scheiding van die twee soorten melkzuur was een duur proces, zodat het PLA niet echt commercieel van de grond kwam. Door bacteriën in te schakelen kan de productie van melkzuur naar de gewenste vorm gestuurd worden en verloopt ze veel goedkoper. Zo zorgen verbeteringen in biotechnologische technieken ervoor dat veel toepassingen van witte biotechnologie nu eindelijk rendabel kunnen worden.

Cargill Dow gaf het wedergeboren PLA een modieuzere naam: NatureWorks. Naargelang de manier waarop de moleculen aan elkaar geregen worden, ziet het materiaal er mat of glashelder uit.

Er worden 'bioplastics' van gemaakt voor biologisch afbreekbare verpakkingsmaterialen en folies. In de Belgische winkelrekken zijn die bioplastics nog schaars. Colruyt verkoopt in zijn BioPlanetwinkels in Gent en Kortrijk fijne vleeswaren en slaatjes in doorzichtige schoteltjes van PLA. In de Zweedse en Oostenrijkse McDonalds' kun je bier, salades en roomijs in bekertjes van PLA krijgen (in Nederland adverteert Albert Heijn nu met verpakkingen van PLA¹).

Het biomateriaal is ook sterk genoeg om er elektronica in te stoppen. Sony verkoopt in Japan draagbare cassettespelers in een behuizing van plantaardig plastic. Fujitsu-Siemens wil in 2004 zijn Biblo laptopcomputers een bioplastic omhulsel geven.

Bij de verbranding van het PLA-plastic komen geen dioxines vrij, beweert de producent.

In plaats van verbrand, kan het materiaal ook gerecycleerd of gewoon gecomposteerd worden: bodembacteriën verteren het bioplastic helemaal in vijf tot zeven weken tijd, als de compostcondities goed zijn: vochtig en warm, ongeveer 60 graden.

Het bioplastic is nog dubbel zo duur als conventioneel plastic. „Maar de prijs zakt en zal de komende twee tot vijf jaar nog meer dalen, onder andere door schaalvergroting van de PLA-productie, zodat we concurrentieel worden met bijvoorbeeld polyester”, zegt Luc Bosiers, hoofd van de productontwikkeling bij Cargill Dow in Europa. „We komen nog maar net uit het onderzoek en zetten de eerste commerciële stappen. In deze introductiefase zoeken we vooral klanten die het milieuvoordeel als marketingtroef willen gebruiken, de concurrenten zullen dan wel volgen.”

1. "Op het gebied van verpakkingen hebben we ook al goede resultaten geboekt", vertelt Remy Jongboom, voorzitter van de BPCN, de vereniging van producenten van bioplastics in Nederland. "In 2005 is Albert Heijn alle niet-gekoelde, biologische aardappels, groenten en fruit (agf) in bioplastics gaan verpakken. Dat gebeurde op aandrang van klanten, die uit milieuoverwegingen geen gewoon plastic om hun biologische producten wilden. De bioplastics bleken zo goed te bevallen, dat Albert Heijn sinds 1 januari 2006 alle niet-gekoelde agf in bioplastics verpakt. Ze hebben als nevenvoordeel dat ze ademend zijn en zo de houdbaarheid verlengen."

Bron:

http://www.senternovem.nl/energietransitie/financiele_steun/ukr/De_markt_van_bioplastics_moet_zelfstandig_gaan_groeien.asp

Vragen bij 'Plastic groeit op een akker'

1. Wat is het verschil tussen rode-, groene en witte biotechnologie?

2. Verzin zelf waarom wordt industriële biotechnologie witte biotechnologie genoemd?

3. Wat is de functie van enzymen in waspoeders? Onder welke omstandigheden werken ze?

4. Welke uitwerking hebben bepaalde enzymen op spijkerstof?

5. Leg uit dat polymelkzuur een duurzame grondstof is.

6. Waarom denk je dat bedrijven zoals McDonalds en Albert Heijn graag gebruik maken van polymelkzuur in verpakkingen?

7. Leg uit waarom het voor de concurrentiepositie van polymelkzuur gunstig is als de olieprijs stijgt.

Kanjerkart 1

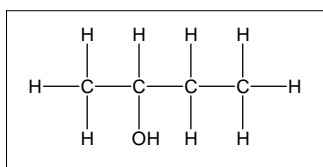
Spiegelbeeldisomeren

Een molecuul met een asymmetrisch koolstofatoom heeft een spiegelbeeld dat niet helemaal precies hetzelfde is. De beide moleculen zijn **spiegelbeeldisomeren** van elkaar. Melkzuur bestaat uit twee spiegelbeeldisomeren.

Ga via <http://www.scheikundeinbedrijf.nl> naar de 'Stereo Molecuulmodelbouwer'.

Opdracht

- Bouw in Model A melkzuur.
- Als je dat gedaan hebt, bouw dan in Model B het spiegelbeeldisomeer van melkzuur.
- Controleer.
- Ga net zo lang door dat Model A en Model B spiegelbeeldisomeren van elkaar zijn.



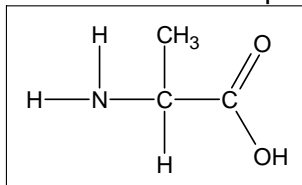
- Bouw in model A 2-butanol
- Als je dat gedaan hebt, bouw dan in Model B het spiegelbeeldisomeer van 2-butanol.
- Controleer.
- Ga net zo lang door dat Model A en Model B spiegelbeeldisomeren van elkaar zijn.
- Bouw in Model A een fantasiemolecuul met een asymmetrisch koolstof atoom.
- Als je dat gedaan hebt, bouw dan in Model B het spiegelbeeldisomeer van je fantasiemolecuul.
- Controleer.
- Ga net zo lang door dat Model A en Model B spiegelbeeldisomeren van elkaar zijn.

Kanjerkart 2

Eiwitten

Aminozuren

In ons lichaam worden uit aminozuren eiwitten gemaakt. In de natuur komen 20 aminozuren voor. De structuurformule lijkt op die van melkzuur. In plaats van een OH groep zit er nu een NH₂ groep



aan het middelste C-atoom.

Je kunt de structuurformules van de aminozuren vinden in het Binas informatieboek tabel 67C1. Vraag je docent om dit tabellenboek.

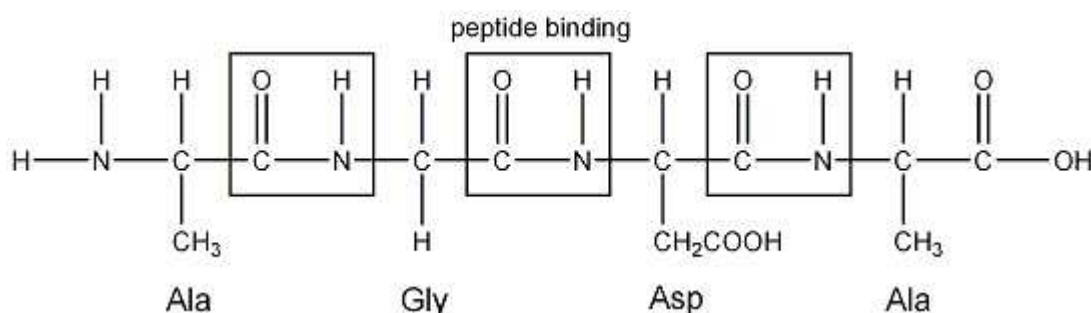


Eiwitten

Eiwitten worden gemaakt uit aminozuren door een polycondensatiereactie, net zoals polymelkzuur ontstaat uit melkzuur (zie kenniskaart 3.2). De zuurgroep (COOH-groep) van een aminozuur kan reageren met de aminogroep (NH₂-groep) van een ander aminozuur, waarbij een watermolecuul wordt afgesplitst. Op die manier ontstaat een eiwit. De binding tussen twee aminozuren wordt een peptidebinding genoemd.

De afkortingen Ala, Gly, Asp en Ala vind je in Binas tabel 67C1.

Voorbeeld:



Dit is een eiwit dat gemaakt is door vier aminozuren aan elkaar te koppelen, we noemen dat een tetrapeptide.

Enzymen

• Inleiding

Enzymen zijn eiwitten die een bepaalde functie in ons lichaam hebben. Hier volgt een voorbeeld: Fleming, de ontdekker van penicilline, voerde in 1921 een experiment uit: hij was erg verkouden en druppelde een kleine hoeveelheid traanvocht op een plaat met bacteriën. Tot zijn verbazing zag hij dat op die plaats de bacteriën verdwenen. Bij toeval had hij nu de werking van **het enzym lysozym** aangetoond. Dit enzym breekt de celwanden van bacteriën af. Zonder stevige celwand kunnen de bacteriecellen de osmotische druk niet weerstaan; ze klappen uit elkaar.

Bron: <http://wetche.cmbi.ru.nl/vwo/cdrom05/jmol/biochemie/enzymen/lysozym/intro.html>

• Opdracht

De eerste drie aminozuren van het enzym Lysozym zijn Lysine, Valine en Fenylalanine.

- Teken de structuurformules van de drie aminozuren.
- Geef de structuurformule van de tripeptide door de drie aminozuren aan elkaar te koppelen.
- Geef de beide peptidebindingen aan.
- Controleer je resultaat op <http://www.scheikundeinbedrijf.nl> en ga naar <http://wetche.cmbi.ru.nl/vwo/cdrom05/jmol/biochemie/bouwstenen/dipept/mainj.html>