



Module “Koolhydraten in (moeder)melk”



Docentenhandleiding



Colophon



IRRESISTIBLE is a project on teacher training, combining formal and informal learning focused on Responsible Research and Innovation. It is a coordination and support action under FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, ACTIVITY 5.2.2. Young people and science: Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education. The project IRRESISTIBLE is funded by the EU as FP-7 project number 612367

www.irresistible-project.eu

Coordinator: j.h.apotheker@rug.nl



1.	Introductie	6
2.	Pedagogische methode: de 6 ^E -methode	8
3.	Responsible Research and Innovation (RRI)	12
4.	Overzicht van de module	16
5.	Bijlagen	34

1

Introductie

Introductie

Voor je ligt de module over Koolhydraten in moeder(melk) die ontwikkeld is door scheikunde- en biologiedocenten, in samenwerking met vakdidactici en wetenschappers van de Rijksuniversiteit Groningen en onderzoekers van FrieslandCampina. In het kader van het Europese project IRRESISTIBLE hebben dergelijke ontwikkelteams in 11 verschillende landen onderwijsmateriaal gemaakt over verschillende bèta-onderwerpen. Voor meer informatie, zie de websites over het project bij Science LinX(www.rug.nl/sciencelinx/irresistible) of de projectwebsite: (www.irresistible-project.eu).

De module is geschikt voor de lessen biologie en scheikunde van de bovenbouw van het vwo. Stof uit 4vwo wordt bekend verondersteld, alhoewel sommige onderwerpen kort herhaald worden. Het heeft onze voorkeur als docenten scheikunde en biologie gezamenlijk de module aanbieden, waardoor het vakoverstijgende aspect van het onderwerp nog meer duidelijk wordt. Maar de verschillende onderwerpen in de module hoeven niet allemaal behandeld te worden, je kunt als docent de keuze maken om de meer scheikundige, of juist de meer biologische onderwerpen te behandelen als je de module uitvoert bij één vak.

Je hebt als docent binnen deze module de keus om veel klassikaal les te geven, de leerlingen zelf aan het werk te zetten of om te kiezen voor een combinatie van beiden. Ook worden scheikundige en biologische experimenten aangeboden die de leerstof verduidelijken.

De ethiek van het onderwerp komt aan bod in de vorm van een lagerhuisdebat of rollenspel.

De module wordt afgesloten met het maken van een tentoonstelling over het onderwerp door de leerlingen.

In deze handleiding geven we je een handreiking voor het gebruik van deze module. Ook bevat deze handleiding de antwoorden op de vragen in de hoofdstukken en een voorbeeldtoets.

Aanvullende/actuele informatie:

- In onze Facebook-groep wisselen docenten en ontwikkelaars ervaringen en tips uit, je kunt lid worden: <https://www.facebook.com/groups/IRRESISTIBLE.Nederland/>
- Actuele aanvullingen en links naar artikelen, films e.d. zullen te vinden zijn op onze website: <http://www.rug.nl/sciencelinx/partners/irresistible/lesmodule>
- Op het Irresistible-YouTube-kanaal vind je een introductieles, impressies van de lessen op een testschool en zogenaamde 'Vodcasts' (info-filmpjes) over de 6^E-methode en RRI: <https://www.youtube.com/channel/UCC1DW2ydiGXCTbjfbELQvNA>

2

Pedagogische
methode: de 6^E-
methode

Pedagogische methode: de 6E-methode



Deze module bestaat uit 6 hoofdstukken met de namen *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, *Exchange* en *Evaluate*. Deze termen komen uit het 5^E-*model for Inquiry Based Science Education (IBSE)*, een methode van onderzoekend leren voor natuurwetenschappelijke onderwerpen die voor het IRRESISTIBLE-project is gebruikt. Voor dit project is er een 6^e E (Exchange) aan toegevoegd (Bybee, Powell, & Towbridge, 2007). Deze didactische benadering is ontwikkeld in de Verenigde Staten en past binnen de uitgangspunten van context-concept en onderzoeksgericht onderwijs. In onderstaande tabel zijn de verschillende stappen uitgewerkt.



tabel 1

De 6E-methode

Stap	Beschrijving	Voorbeelden van lesactiviteiten	Doel
Engage (betrekken)	De interesse van de leerling wekken voor het onderwerp	Bezoek wetenschapsmuseum, universiteit of fabriek; lezing wetenschapper; video, discussie met leerlingen	In deze stappen wordt het onderzoek wat plaatsvindt op de universiteit besproken en in een begrijpelijk kader geplaatst
Explore (onderzoeken)	Leerlingen formuleren vragen die ze willen beantwoorden, doen inleidende experimenten, zoeken op internet	Zelf werken aan onderwerp, discussie met leerlingen leidend tot vragen die aan de orde komen in de module	
Explain (uitleggen)	Hier worden de vragen beantwoord, komt de wetenschappelijke kennis aan de orde	Docent bespreekt samen met de leerlingen de wetenschappelijke kennis over het onderwerp	
Elaborate (verbreden)	Hier worden de zes sleutelbegrippen van RRI verder behandeld	Leerlingen koppelen RRI-vragen aan het onderzoek en de innovatie uit het eerste gedeelte	In deze stappen leren de leerlingen over RRI-aspecten, en passen die toe op het bestudeerde onderzoek/innovatie
Exchange (uitwisselen)	Leerlingen bouwen een tentoonstelling over het onderzoek en de innovatie en laten ook de RRI zien.	Leerlingen werken samen aan tentoonstelling, ieder bouwt een onderdeel. (
Evaluate (evaluatie)	Leerlingen maken een toets over de inhoud, en evalueren samen met de docent en een wetenschapper wat ze hebben geleerd	Toets en eventueel online gesprek met onderzoeker, c.q. bezoek fabriek	Onderdeel van de evaluatie is het onderzoek rondom dit project, zowel bij docenten als leerlingen

3

Responsible Research and Innovation (RRI)

Responsible Research and Innovation (RRI)



Responsible Research and Innovation (Verantwoord Onderzoek en Innovatie) is een term die in EU-verband is ontwikkeld. Het gaat bij RRI om de relatie tussen onderzoek en innovatie aan de ene kant en de maatschappij aan de andere kant. Wetenschappers en industrie dienen zich af te vragen of een bepaalde innovatie ook gewenst is in de maatschappij, alvorens die in te voeren.

Voorbeelden van een innovatie die op een dergelijke grond mislukt is, is genetisch gemodificeerde mais (von Schomberg, 2013). Ook nieuwe vaccinaties, zoals bijvoorbeeld die tegen HPV (humaan papilloma virus) worden soms niet (direct) geaccepteerd door de maatschappij. In beide gevallen speelde de wetenschap adequaat in op een werkelijk probleem, maar bleek de maatschappij (nog) niet klaar voor de oplossing. Andersom is de redenering dat wetenschappers meer zouden moeten kijken naar problemen die er spelen in de maatschappij, zodat vanuit de wetenschap oplossingen geïntroduceerd kunnen worden.

In de nota Wetenschapsvisie 2025 (2014) komen een aantal van dit soort aspecten ook terug.

De zes sleutelbegrippen voor RRI, die de EU hanteert, zijn weergegeven in onderstaande tabel (Sutcliffe, 2011). Deze begrippen worden in de leerlingentekst verder uitgewerkt.


tabel 2

Sleutelbegrippen van RRI

Sleutelbegrip	Uitwerking
Betrokkenheid	Betrokkenheid van onderzoekers, industrie, beleidsmakers en publiek bij het onderzoeks- en innovatieproces
Geslachtsgelijkheid	Mannen en vrouwen worden op een gelijke manier betrokken bij onderzoek en innovatie
Natuurwetenschappelijk onderwijs	Er zijn meer onderzoekers nodig, adequaat onderwijs is daarbij absolute noodzaak.
Ethiek	De maatschappij is gebaseerd op gemeenschappelijke waarden. Onderzoek en innovatie moet voldoen aan de hoogste ethische eisen en basisrechten respecteren
Open toegankelijkheid	Onderzoek en innovatie moet open en transparant zijn: iedereen moet toegang kunnen hebben tot onderzoeksresultaten
Bestuursverantwoordelijkheid	Beleidsmakers hebben een verantwoordelijkheid voor het scheppen van ruimte voor betrokkenheid van alle stakeholders

4

Overzicht van de module

Overzicht van de module



Onderstaande tabel is een houvast voor de indeling van de hoofdstukken over de lessen. Verderop in de docentenhandleiding wordt in meer detail ingegaan op de activiteiten per les.



tabel 3

Overzicht van de module

Hoofdstuk	Wat	Aantal lessen	Opmerkingen
1 Engage	Introductie onderwerp en RRI	1-3	Inleiding
2 Explore	Context onderwerp	1	
3 Explain	Informatie-overdracht	2-6	Afhankelijk van de gekozen werkvorm, klassikaal of met presentaties van leerlingen
4 Elaborate	Ethiek	2-4	Artikelen lezen als huiswerk Verder is een actieve werkvorm zoals debat of rollenspel noodzakelijk
5 Exchange	Tentoonstelling	4	Leerlingen maken tentoonstelling over het onderwerp en de ethische aspecten ervan (RRI)
6 Evaluate	Toets of evaluatie	1	+ nakijken

Leerdoelen

Vakinhoudelijke leerdoelen:

Aan het eind van de module zijn leerlingen in staat om:

- de verschillende onderdelen van het spijsverteringskanaal te beschrijven
- de rol van bacteriën bij het spijsverteringssysteem te beschrijven
- te beschrijven wat de verschillen tussen moedermelk en koemelk zijn
- uit te leggen waarom moedermelk het beste is voor baby's
- uit te leggen waarom baby's geen gewon melk uit de supermarkt drinken
- de rol van darmbacteriën en hun impact op gezondheid uit te leggen
- uit te leggen waarom bacteriën belangrijk zijn voor een goede gezondheid
- structuurformules van koolhydraten, vetten en eiwitten te reproduceren
- de verschillen tussen galactose en glucose te beschrijven
- de biochemische eigenschappen van melk te beschrijven
- uit te leggen hoe HMOS gedetecteerd worden
- uit te leggen hoe flesvoeding voor baby's geproduceerd wordt
- een flowschema van een productielijn voor babyvoeding te interpreteren
- uit te leggen hoe GOS geproduceerd wordt

Leerdoelen rondom RRI

Aan het einde van deze module zijn leerlingen in staat om:

- de zes onderdelen van RRI te relateren aan de productie en het gebruik van flesvoeding voor baby's
- te beschrijven waarom veel vrouwen ervoor kiezen hun baby's te voeden met flesvoeding in plaats van borstvoeding, terwijl dat laatste beter is voor het kind (geslachtsgeelijkheid)
- te beschrijven hoe de marketing van flesvoeding in het verleden heeft geleid tot schadelijke situaties (en soms nog steeds leidt, in derdewereldlanden) (ethiek)
- hoe de regering (in ieder geval in Nederland) het geven van borstvoeding wil stimuleren (bestuursverantwoordelijkheid)
- te discussiëren over deze ethische aspecten van flesvoeding en borstvoeding

Praktische leerdoelen:

Aan het eind van deze module zijn leerlingen in staat om:

- nieuwe stof te leren en dit over te brengen aan mede-leerlingen
- zelfstandig experimenten uit te voeren in het practicumlokaal
- een discussie/debat te voeren
- een tentoonstelling te maken over de natuurwetenschappelijke en ethische aspecten van het onderwerp

Resources:



- Een introductie-les, gegeven door één van de ontwikkelaars van de module is te vinden op onze website
- De presentatie die daarbij werd gebruikt is daar ook te vinden
- Links naar artikelen die in de module worden gebruikt (bijvoorbeeld voor het debat) zijn bijgevoegd in de module, deze zijn ook op onze website te vinden
- Website: <http://www.rug.nl/sciencelinx/partners/irresistible/lesmodule>

Vorbereiding:

Vakoverstijgend:

Het vakoverstijgende karakter van de module komt het best tot zijn recht wanneer deze tegelijk gegeven wordt tijdens de lessen biologie en scheikunde. Ook is het dan het makkelijkst om het aantal benodigde lesuren bij elkaar te krijgen, en zo nodig blokuren te reserveren voor experimenten, debatten en het maken van de tentoonstelling. Probeer dus op school de secties biologie en scheikunde samen om tafel te krijgen. Ook kun je de module uitvoeren bij NLT.

Je kan er als docent natuurlijk ook voor kiezen om alleen het chemie-deel of alleen het biologie-deel te behandelen. Belangrijk voor de module is dat duidelijk wordt hoe recent wetenschappelijk onderzoek leidt tot een maatschappelijke innovatie(1). Ook belangrijk is wat de relatie is tussen RRI en die innovatie (2). Daarnaast is het uitwisselen van kennis door het maken van een tentoonstelling een heel belangrijk onderdeel van het project (3). Die drie elementen moeten hoe dan ook in de module aan de orde komen.

Zorg er verder voor dat je de hele module gelezen hebt voor aanvang van het lesgeven, juist het deel dat niet over je eigen vak gaat.

Lesplanning:

Op de volgende pagina vind je een voorbeeld van hoe de lessen zijn gepland op een deelnemende school. Hierbij werd de module door de docenten scheikunde én biologie gezamenlijk gegeven. Verderop volgt een gedetailleerde planning per les.

Hoofdstuk 1: Engage de leerling betrekken bij het onderwerp



In dit hoofdstuk worden de onderwerpen uit de module kort toegelicht en worden vragen gesteld om de interesse van de leerling te wekken.

Duur: 1-3 lesuren, afhankelijk van het wel of niet uitvoeren van het practicum

Les 1:

Activiteiten:

- Hoofdstuk klassikaal behandelen als introductie op de rest van de module.
- Aftasten ideeën/meningen over borstvoeding, wat vinden de leerlingen daarvan?
- Tekst over RRI lezen/ als huiswerk opgeven
- De leerlingen individueel of in groepjes de vragen uit het hoofdstuk laten beantwoorden
- Klassikaal bespreken van de antwoorden

Materialen:

- De moduletekst
- Eventueel een film van een les op een school + de daarbij gebruikte slides (beschikbaar via YouTube en de Dropbox)

Les 2 en 3 (bij voorkeur blokuur):



Activiteiten:

- Practicum koolhydraat-, eiwit- en vetbepalingen in melk.

Materialen:

- Zie bijlage experimenten



tabel 4

Voorbeeld lesschema

Week 1			Hoofdstuk	Les
1 lesuur	Introductie module en RRI	Opdrachten Engage (h1) maken in de les	1	1
blokuur	Experiment aantonen voedingsstoffen in verschillende soorten melk	Practicum	1	2+3
1 lesuur	Explore (hoofdstuk 2)		2	4
1 lesuur	Start expertgroepen Explain	In groepjes van 3 de verschillende onderwerpen behandelen	3	5
Week 2				
1 lesuur	Explain	Onderwerpen bestuderen	3	6
1 lesuur	Explain	Onderwerpen bestuderen	3	7
blokuur	Explain: experimenten	Onderwerpen bestuderen	3	8+9
2 lesuren	Presentatie Explain	Presentaties door leerlingen over de geleerde stof	3	10+11
Week 3				
1 lesuur	Elaborate voorbereiding	In groepjes	4	12
1 lesuur	Vorbereiding debat	In groepjes	4	13
Blokuur	Lagerhuis debat		4	14+15
1 lesuur	Exchange inleiding	Verdelen onderwerpen in de klas(sen)	5	16
Week 4				
2 lesuren	Exchange uitvoeren		5	17+18
1 lesuur	Exchange afronding		5	19
1 lesuur	Evaluate (toets)		6	20

Hoofdstuk 2: Explore

welke vragen worden in de module behandeld?



In dit hoofdstuk wordt de context geschetst van de rest van de module en worden vragen gesteld over inhoudelijke aspecten.

Duur: 1 lesuur, of samen met H1 in één lesuur te behandelen als de vragen of juist het lezen van de tekst als huiswerk worden opgegeven.

Les 4:

Activiteiten:

- hoofdstuk klassikaal behandelen
- de leerlingen individueel of in groepjes de vragen laten beantwoorden
- de antwoorden klassikaal bespreken

Hoofdstuk 3: Explain

het beantwoorden van vragen uit de Explore-fase



In dit hoofdstuk worden de onderwerpen in meer diepte behandeld. Hier kan de keuze gemaakt worden om bepaalde onderdelen korter of juist uitgebreider te behandelen, als de module bijvoorbeeld alleen in de lessen scheikunde of biologie wordt gegeven.

Duur: 2-6 lessen, afhankelijk van de gekozen werkvorm en of er wel of geen practica gedaan worden

Les 5, 6 en 7:

Activiteiten:

- dit hoofdstuk kan behandeld worden via de expert-methode, waarin groepjes leerlingen ieder één onderwerp bestuderen
- één les kan worden besteedt aan het maken van de molecuulmodellen zoals die beschreven staan in het hoofdstuk over biochemie
- leerlingen rapporteren hun bevindingen aan de rest van de klas (les 10+11) door middel van een presentatie, deze kunnen ze ook in groepjes voorbereiden
- benadruk dat de leerlingen niet al hun tijd moeten besteden aan het maken van een presentatie (powerpoint of prezi), maar dat de inhoud belangrijker is dan de vorm

Materialen:

- leerlingen kunnen het lesboek gebruiken om de onderwerpen te bestuderen, en kunnen naar meer achtergrondinformatie zoeken met internet

Les 8 +9 (bij voorkeur blokuur):

Activiteiten:

- Practicum bacteriën en/of kaas maken

Materialen:

- zie bijlage experimenten

Les 10 + 11:

Activiteiten:

- De groepjes leerlingen presenteren (kort) over de geleerde stof aan de andere leerlingen.
- Neem tijd om terug te komen op de stof die zij besproken hebben. Vat de stof nogmaals samen, verduidelijk aspecten die niet helemaal goed begrepen waren en maak duidelijk wat de hoofd- en bijzaken zijn.
- Dit kan gelijk na afloop van iedere presentatie, of aan het einde van alle presentaties.

Hoofdstuk 4: Elaborate/ (lagerhuis)debat de ethische (RRI)-aspecten van het onderwerp



In dit hoofdstuk ga je met de leerlingen in discussie over de ethische aspecten van het onderwerp. Ook hier is de werkvorm vrij, maar bij voorkeur actief (lagerhuisdebat, rollenspel, etc).

Duur: 2-4 lesuren, afhankelijk van of het lezen en argumenten verzinnen als huiswerk of tijdens de lessen worden gedaan.

Les 12:

Activiteiten:

- Bespreek nogmaals kort de 6 aspecten van RRI
- Praat met de leerlingen over hoe de verschillende aspecten terugkomen in het onderzoek naar betere flesvoeding en het nut van borstvoeding
- Of doe het RRI-dobbelstenen-spel
- Behandel de drie casussen aan de hand van de filmpjes, artikelen en blogs
- Deel de leerlingen in 6 teams:
 - o Er mag geen babymelkpoeder meer verkocht worden aan Chinezen
 - Team 1: Chinese moeder
 - Team 2: Nederlandse moeder
 - o Nestlé heeft het recht om hun flesvoeding overal ter wereld op de markt te brengen.
 - Team 1: Nestlé

- Team 2: OxfamNovib
- Vrouwen die geen borstvoeding geven of snel ermee stoppen zijn lui
 - Team 1: De worstelende moeder die overgestapt is op de fles en daar blij mee is
 - Team 2: De fanatieke borstvoedingsmoeder die vindt dat ze langer door had moeten gaan
- Het laatste onderwerp is wat meer persoonlijk en emotioneel van aard, de eerste onderwerpen zijn wat inhoudelijker. Dit kun je meenemen bij het indelen van de groepen.



Materialen:

- Artikelen, filmpjes en blogs (zie hieronder voor de links)



Casussen lagerhuisdebat:

Nestle boycott:

- Baby's in ontwikkelingslanden raken ondervoed of sterven door verkeerd gebruik baby melkpoeder ([filmpje](#))
- Nestle boycott: http://en.wikipedia.org/wiki/Nestl%C3%A9_boycott
- The Baby food Tragedy, New Internationalist, 1973: <http://oliver.friends.tas.edu.au/ni/issue006/tragedy.htm>
- International Code of Marketing of Breast-milk Substitutes (1981): http://www.who.int/nutrition/publications/code_english.pdf
- Milking It – The Guardian 2007, over Bangladesh: www.theguardian.com/business/2007/may/15/medicineandhealth.lifeandhealth

Melamineschandaal in China en tekort aan melkpoeder in NL als gevolg:

- Babymelkpoeder in China vergiftigd met melamine ([filmpje](#))
- Melamineschandaal in China: http://en.wikipedia.org/wiki/2008_Chinese_milk_scandal
- Hoe melkpoeder in Hong Kong lucratiever werd dan de handel in drugs <http://www.volkskrant.nl/dossier-china/hoe-melkpoeder-in-hong-kong-lucratiever-werd-dan-de-handel-in-drugs~a3438294/>
- Artikel Trouw, 27-11-2014, <https://www.dropbox.com/s/vn46f95bmq6w9s5/Artikel%20Trouw%202711.jpg?dl=0>

Hoe moeders worstelen met borstvoeding en daarom maar overstappen op de fles:

- Waar is de werkelijkheid in het debat over borstvoeding en flesvoeding <http://evateuling.blogspot.nl/2015/02/waar-is-de-werkelijkheid-in-het-debat.html>
- Persoonlijke verhalen van een worstelende moeder:

- 1: <https://www.borstvoeding.com/verhaal-van-de-week/broodje1.html>
- 2: <https://www.borstvoeding.com/verhaal-van-de-week/broodje2.html>
- 3: <https://www.borstvoeding.com/verhaal-van-de-week/broodje3.html>
- De volgende stap van de borstvoedingsmaffia, NRC, 21 februari 2015:
https://www.dropbox.com/s/mrcggqg8cwa9ufg/Borstvoedingsmaffia_NRC_20150221.pdf?dl=0
- Een reclame van een Amerikaanse flesvoedings-fabrikant die deze discussie goed illustreert: <https://www.youtube.com/watch?v=XYIiyCxV2AE>

Les 13:

Activiteiten:

- groepjes leerlingen bedenken argumenten bij de stellingen al voorbereiding op het debat

Materialen:

- de aangeboden artikelen (sommige artikelen zijn vrij lang, en in het Engels, dus wel een uitdaging. Let hierop bij het indelen van de groepen)
- internet voor meer verdieping/achtergrondinformatie

Het bedenken van de argumenten kan ook als huiswerk worden opgegeven.



Les 14+15

Activiteiten:

- Lagerhuisdebat:
 - Argumenten: 2 minuten voor team 1, 2 minuten voor team 2
 - Verweer: 2 minuten voor team 1, 2 minuten voor team 2
 - Slot: 1 minuut voor team 1, 1 minuut voor team 2
- Een debat duurt dus minimaal 10 minuten per stelling.
- Deel tijdens het debat de klas in twee teams:
 - één groepje observeert de inhoud van het debat

- één groepje observeert de manier van debatteren en argumenteren.
- Na afloop van het debat wijst ieder team hun winnaar aan op basis van hun observaties.
- Laat de leerlingen uitleggen waarom ze voor een bepaald team kiezen.

Als afsluiting kun je met de klas nog bespreken met welke stellingen ze het wel of niet eens zijn, en waarom, onafhankelijk van welk team de beste argumenten had.

Hoofdstuk 5: Exchange de kennis overbrengen naar anderen



In dit hoofdstuk gaan de leerlingen een ‘tentoonstelling’ maken over wat ze geleerd hebben in de module. Het maken van een tentoonstelling is waarschijnlijk een nieuwe werkvorm, vandaar dat we hieronder een uitgebreide beschrijving geven van de achtergronden van de werkvorm en de manier waarop je die in kan zetten.

Duur: 4 lessen, of deels in eigen tijd



Er zijn veel mogelijkheden waarop leerlingen met behulp van een tentoonstelling kunnen laten zien wat ze hebben geleerd in de module. Je kunt denken aan posters, objecten, filmpjes of andere presentatievormen. De eiwit- en koolhydraatmodellen die de leerlingen in het hoofdstuk over biochemie hebben gemaakt kunnen gebruikt worden, je kunt resultaten van de experimenten laten zien, verpakkingen van koemelk en babyvoeding, en nog meer.

Ook is het van belang in de tentoonstellingen de aspecten van *Responsible Research and Innovation* naar voren te laten komen in de tentoonstellingen. Je kunt hier bijvoorbeeld denken aan stellingen over borst- en kunstvoeding, die de bezoeker prikkelen om een gesprek te beginnen over het onderwerp.

Het proces van het maken van een tentoonstelling heeft drie fases, die allemaal belangrijk zijn: pre-productie (ontwerp), productie (het maken) en post-productie (evaluatie). Ook kun je nadenken over hoe je een tentoonstelling *interactief* maakt, d.w.z. dat bezoekers iets dóen met de tentoonstelling (zoals een gesprek beginnen). Als laatste moeten tentoonstellingsteksten geschreven worden, die duidelijk, leesbaar en vooral niet te lang moeten zijn.

Les 16:

Activiteiten:

- Inleiding tentoonstelling maken. Behandel in deze les het hoofdstuk over het maken van een tentoonstelling, in de volgende pagina's is datzelfde hoofdstuk in iets meer details dan in de leerlingentekst uitgewerkt

- Deel de leerlingen in in groepjes (dezelfde groepjes als in het hoofdstuk Explain), zodat ieder onderwerp van de module aan bod zal komen in de tentoonstelling.
- Laat de groepjes onderling overleggen over het ontwerp van de tentoonstelling, zodat wat de klas maakt één geheel wordt
- Dit is dus *pre-productie-fase* zoals hieronder beschreven

Probeer ervoor te zorgen dat na afloop van de eerste les ieder groepje een plan heeft wat ze willen gaan maken; de leerlingen willen nog wel eens lang in de ideeën-bedenk-fase blijven hangen.

Les 17 + 18:

Activiteiten:

- Nu gaan de leerlingen echt de tentoonstelling bouwen. Wellicht is het mogelijk om samen te werken met docenten of de sectie techniek, voor gebruik van de faciliteiten
- Leerlingen kunnen tijdens de lessuren aan de slag met hun tentoonstelling, het is aan te raden om enthousiaste leerlingen de mogelijkheid te geven ook buiten de lessen om aan hun tentoonstelling te laten werken. Probeer hiervoor mogelijkheden te creëren op school.
- Dit is de *productie-fase* zoals hieronder beschreven

Materialen:

- Papier, hout, karton, alles is mogelijk. Leerlingen komen soms met de meest creatieve ideeën.

Les 19:

Activiteiten:

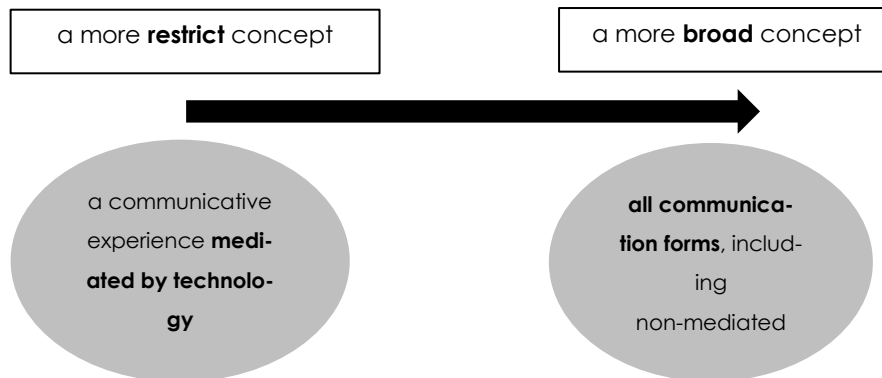
- De tentoonstellingen zijn klaar. Je kunt ervoor kiezen de groepjes kort te laten presenteren over wat ze hebben gemaakt en waarom (2-3 minuten per groepje).
- Kom terug op het productie-proces van de tentoonstelling: wat ging goed, wat kon beter, wat zou jij/de leerlingen een volgende keer anders doen?

Dit is de *post-productie-fase* zoals hieronder beschreven

1. Interactiviteit

Bij het woord interactiviteit denkt men al snel aan een beeldschermopstelling waar je iets mee kunt doen. Niets is echter minder waar: een opstelling zonder computer kan interactief zijn, terwijl sommige beeldschermopstellingen dat helemaal niet zijn. De crux zit hem in de manier waarop de informatie wordt gepresenteerd. Een opstelling is interactief als *'het de presentatievorm verandert als functie van de respons van de bezoeker'*.

Wat is interactiviteit?



Interactiviteit hoeft niet altijd samen te gaan met techniek:

Interactivity in Science Centres/Museums:

Usually assumed as a **technologically mediated phenomenon**;

Real interactive exhibitions are those who **change their presentation** as a function of the **visitor's response**.

Does not necessarily require a physical action from the visitor since one can be actively engaged in a process without any physical interaction; (Ree & Kim, 2013);

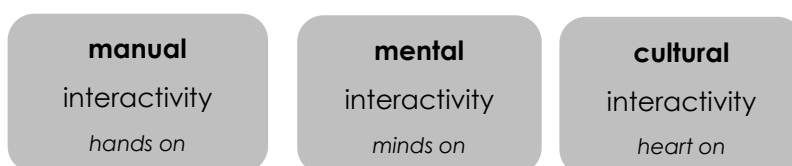
Interactiviteit hoeft niet altijd samen te gaan met ICT:

Interactivity and ICT

For Tsitoura (2010) exhibits have a tendency to be characterized as interactive even when their **interactive value** is very limited. Interactivity may even be present **when no ICT is used**.

When museums conceptualize interactivity **only as a product of the use of ICT** – and not as a process – they miss a precious opportunity to contribute to truly **engaging educational experiences**.

Er zijn drie soorten interactiviteit te onderscheiden: hands-on interactiviteit (iets doen), mentale interactiviteit (ergens over nadenken) en culturele interactiviteit (je ergens bij betrokken voelen).



Door het stellen van vragen en het promoten van discussie kan de aandacht van de bezoekers getrokken worden, en kan er een gesprek ontstaan. Ook dat is interactiviteit.

Questions **direct the visitors' attention, raise issues** and **promote discussion**, engaging the visitors with each other and with the artefact (Simon, 2010).

The best way to invite strangers to interact comfortably between themselves is to give them explicit instructions on how to do it. **How?**

2. De drie fases in het productieproces:

Er zijn drie fases in het productieproces van een tentoonstelling te onderscheiden, die allemaal net zoveel aandacht vragen: pre-productie, productie en post-productie.

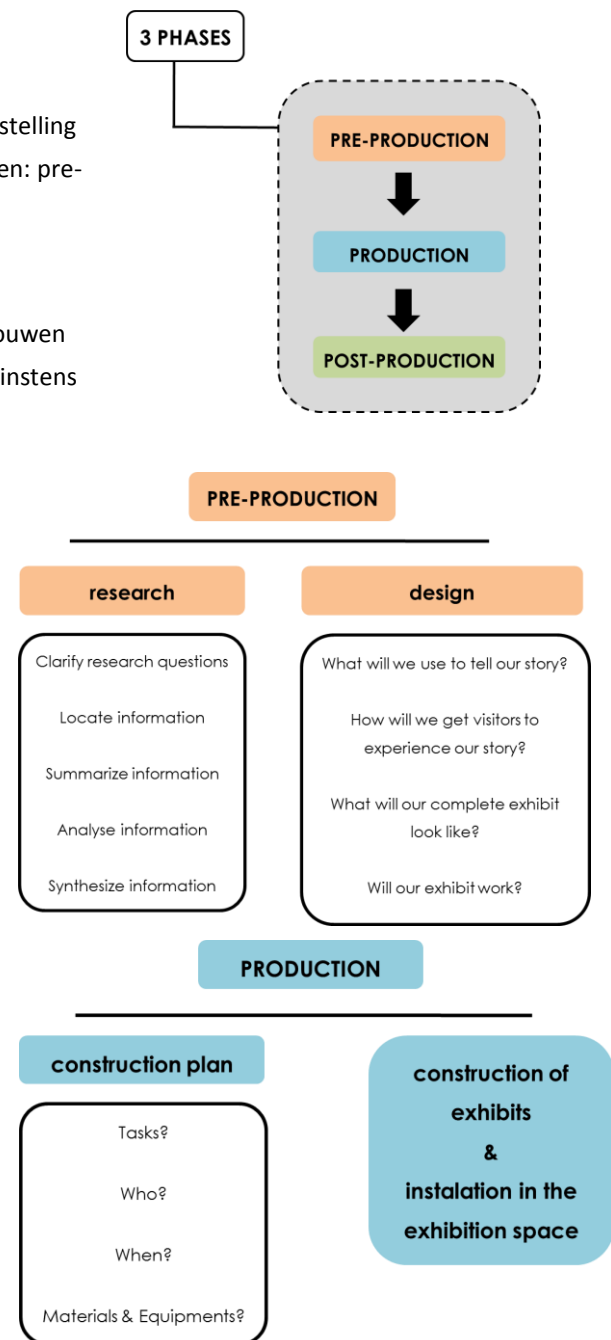
Pre-productie:

Zorg ervoor dat je leerlingen niet onmiddellijk aan het bouwen slaan, hoe enthousiast ze ook zijn. De voorbereiding is minstens net zo belangrijk als het echte werk.

In de pre-productie-fase doen de leerlingen onderzoek: het verhelderen van de onderzoeksvragen, samenvatten van de informatie en hieruit synthetiseren wat ze willen tentoonstellen. Daarnaast bedenken ze het ontwerp: wat ga je gebruiken om het verhaal te vertellen, hoe gaat de tentoonstelling eruit zien? Het ontwerp behandel je dus met de hele klas (of de hele groep die de tentoonstelling gaat maken), zodat alle losse opstellingen bij elkaar passen.

Productie:

In de productie-fase gaat er echt gewerkt worden. Als het goed is liggen de plannen klaar, is duidelijk wat er moet komen, hoe het eruit gaat zien en welke materialen er nodig zijn. Zorg ervoor dat je leerlingen een duidelijk bouwplan maken, waarin **per activiteit** aangegeven wordt **wie** iets doet en **wanneer**. Het is erg belangrijk dit goed te plannen, de meeste processen in het bouwen van tentoonstelling zijn afhankelijk van dingen die eerder moeten gebeuren. Als één proces te laat is, loopt de rest ook vertraging op.



Post-productie:

De tentoonstelling is voorbij, en het is aantrekkelijk om na het afbreken gelijk terug te gaan naar de alledaagse bezigheden. Maar het evalueren van een tentoonstelling is ook erg belangrijk. Want wat vonden de bezoekers eigenlijk van de tentoonstelling? Hebben ze het begrepen? Deden ze met de opstellingen wat de leerlingen bedoeld hadden? Hebben de leerlingen genoeg geleerd?

Voor een goede evaluatie moeten de ervaringen van bezoekers verzameld worden. Dit kunnen de leerlingen op verschillende manieren doen: door bezoekers te observeren (wat doen ze bij de verschillende opstellingen, hoe lang blijven ze ergens staan), door interviews met de bezoekers na afloop (wat vond u ervan, wat heeft u geleerd) of door de bezoekers een vragenlijst te laten invullen. Een goede evaluatie kost flink wat tijd, dus bereid de leerlingen hier goed op voor door ze van te voren na te laten denken over de manier van evalueren en de vragen die ze willen stellen te laten formuleren.

POST-PRODUCTION

feedback from visitors

Observations

Exit surveys

Questionnaires

3. Tentoonstellingsteksten schrijven

Het schrijven van teksten bij tentoonstelling is een vak apart. De belangrijkste punten om je aan te houden zijn dat de tekst kort moet zijn, duidelijk en een goede lay-out moet hebben. Teksten in een tentoonstelling kunnen een bepaalde hiërarchie hebben, waarbij de verschillende onderdelen verschillende lengtes mogen hebben. De tekst over de hele tentoonstelling mag bijvoorbeeld ~1000 tekens lang zijn, maar voor één opstelling moet dit bij ~350 tekens blijven.

Let bij het schrijven van de teksten op de volgende aspecten:

Tekstuele aspecten	Leesbaarheid
Gebruik algemene woorden, dus zo weinig mogelijk leenwoorden en jargon.	Gebruik niet te veel lettertypes niet door elkaar heen.
Gebruik simpele, korte en concrete zinnen.	Let op lettergrootte, en contrast. Vermijd het markeren van woorden, of het alleen gebruiken van hoofdletters.
Vermijd het gebruik van vulwoorden, bijvoeglijke naamwoorden, en opsommingen als die niet noodzakelijk zijn.	Zorg dat de structuur van de tekst (regelafbraak, indeling in paragrafen) zichtbaar is.
Gebruik goede voorbeelden	Let erop dat je tekst goed ophangt (niet te hoog of te laag, voldoende belichting, in de buurt van het kunstwerk of voorwerp).
Gebruik een actieve schrijfstijl.	

Ter verduidelijking een goed (rechts) en een slecht (links) voorbeeld van een tentoonstellingstekst:



EXPONEER: een tentoonstelling met een IKEA-kast

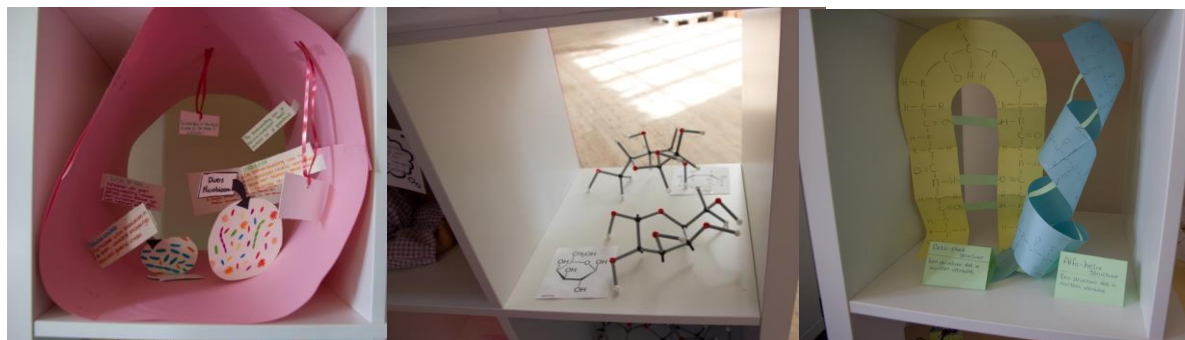
De Duitse partners in het IRRESISTIBLE-project hebben ervaring met het maken van tentoonstellingen met scholieren. Zij zijn op het idee gekomen om dit te doen met de beroemde IKEA-vakjeskast (voorheen Expedit – nu Kallax). De kast van 4 x 4 vakjes heeft 16 mogelijkheden voor tekstpanelen, objecten, experiences en andere tentoonstellingsmogelijkheden. Voor meer informatie: kijk op hun website www.exponeer.de.



Het gebruik van het EXPONEER-systeem is voor dit project zeer geschikt. Je kunt met je klas makkelijk een hele kast vullen, waarbij elk groepje een vakje voor zijn rekening neemt. Door de vooraf opgelegde afmetingen is het voor leerlingen ook makkelijker hun opstelling te kaderen. De kast kun je kopen bij iedere IKEA-vestiging, de 2x4-vakjes-variant kost ~50 euro, de 4x4-vakjes variant ongeveer 80 euro.



Module "Koolhydraten in (moeder)melk"



Meer voorbeelden van kasten met inhoud zijn te vinden op onze website:

<http://www.rug.nl/sciencelinx/partners/irresistible/lesmodule>

In het juni 2016 zal op de Rijksuniversiteit Groningen een leerlingententoonstelling met kasten van verschillende scholen worden georganiseerd. Je kunt hiervoor de kast van jouw leerlingen insturen. De beste kast verdient een plekje op de eindtentoonstelling van het project in Istanbul in september 2016.

Hoofdstuk 6: Evaluate toets

Les 20:

Activiteiten:

- Toets of proefwerk en/of beoordeling van de tentoonstellingen

Materialen:

- Aan het eind van deze docentenhandleiding zijn proefwerken te vinden, inclusief antwoordmodel
- Je zou ook gebruik kunnen maken van Socrative en de leerlingen online/via de smartphone een toets kunnen laten maken
- Via de aangeboden Rubric kun je de leerlingententoonstellingen beoordelen
-

Experimenten (zie bijlage 1):



Bij de lesmodule horen een aantal verdiepende experimenten. Overleg tijdig met TOA's over het uitvoeren van deze experimenten. Ze zijn geschikt om op school uit te voeren en uitgetest, maar niet alle benodigde materialen zijn aanwezig op elke school. Begin hier op tijd mee, sommige artikelen hebben levertijd!

De bijlage over de experimenten bevat de volgende protocollen:

- 1) Eiwit-, vet- en koolhydraatvertering. Inleidend experiment, uit te voeren in het begin van de module. Zowel geschikt voor biologie als scheikunde.
Duur: 2 uren
- 2) Kaas maken met zuur. Experiment bij het onderdeel over spijsvertering
Duur: 1 uur
- 3) Zoek de goede bacteriën en zet ze aan het werk. Experiment bij het hoofdstuk over microbiologie, zelf yoghurt maken.
Duur: afhankelijk van hoe uitgebreid de experimenten worden gedaan 1-4 uren (plus incubatieperiodes)



Bijlagen

Bijlagen bij docenten-handleiding "Koolhydraten in (moeder)melk"

1. Experimenten	36
1: Koolhydraat, eiwit- en vetvertering in melk	
2: Kaas maken met zuur	
3: Maak kennis met goede bacteriën en zet ze aan het werk	
2. RRI-dobbelstenen-spel	49
3. Antwoorden bij de vragen in de hoofdstukken	52
4. Beoordelingsmatrix tentoonstellingen	57
5. Proefwerken	58

Experiment 1: Koolhydraat-, eiwit- en vetvertering van MELK

Doel.

De vertering door enzymen vergelijken bij (naar keuze een aantal van) de volgende soorten melk:

- Koemelk uit pak (vol of halfvol)
- Verse koemelk
- Babymelk uit fles
- Verse moedermelk
- Geitenmelk uit pak
- Verse geitenmelk

Verkenning.

De enzymen die jullie bij dit onderzoek gebruiken zijn:

- voor de koolhydraten lactase
- voor de eiwitten tryptase
- voor de vetten lipase

Onderstaand schema kan gebruikt worden voor het verdelen van de experimenten over groepjes leerlingen:

	Melk #1	Melk #2	Melk #3	Melk #4	Etc.
Koolhydraten	x	x	x	x	X
Eiwitten	X	x	x	x	x
Vetten	x	x	x	x	x

Aan het eind van het practicum komen de leerlingen als “experts” weer bij elkaar om de gevonden gegevens te delen en samen tot een conclusie te komen.

Als er meer tijd beschikbaar is, kan ieder groepje leerlingen ook alle drie de experimenten uitvoeren aangezien ze anders van aard zijn.

De onderdelen koolhydraten-, eiwit- en vetvertering zijn binnen 1 lesuur uit te voeren.

1a. Koolhydraatvertering

Materiaal:

- bekerglas met melk
- lactaseoplossing
- rekje met 1 reageerbuis.
- injectiespuit van 10 mL
- waterbad van 37 °C
- stopwatch
- glucose-teststrips
- pH-teststrips

Werkwijze:

- ✓ Maak een scoretabel:
 - tijdstip 0, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, minuten en glucose-waarde in mg/dL.
- ✓ Doe 10 mL melk in een reageerbuisje.
- ✓ Test de pH van de melk
- ✓ Zet de buis 5 minuten in het waterbad van 37 °C
- ✓ Bepaal met een glucose-teststrips de hoeveelheid glucose.
- ✓ Doe 1 druppel lactaseoplossing bij de reageerbuis.
- ✓ Start de stopwatch
- ✓ Plaats de reageerbuis terug in het waterbad.
- ✓ Test nu om de 5 minuten. Stop met testen als de waarde van de test ≥ 1000 mg/dL is.
- ✓ Test de pH van de melk
- ✓ Verwerk de resultaten tot een staafdiagram.

Opdrachten.

1. Waarom test je óók glucosegehalte voordat je er een enzym bij doet?
2. Komt je conclusie overeen met de theorie over enzymen? Licht je antwoord toe.
3. Verklaar waarom lactase niet goed werkt in yoghurt en karnemelk.
4. Kun je met lactase melk geschikt maken voor mensen met lactose-intolerantie? Licht je antwoord toe.

1b. Eiwitvertering

Wanneer eiwitten worden verteerd ontstaan aminozuren. Deze beïnvloeden de pH. Voor pH- bepalingen gebruik je pH-papier. De helderheid van de vloeistof is een indicatie voor de mate van vertering. (Dit experiment duurt 48 uur)

Materiaal:

- bekerglas met melk
- bufferoplossing van pH 8,3
- tryptase-oplossing van 4% in buffer pH 8,3
- biureet:
 - druppelflesje met NaOH (2,5 mol/L)
 - druppelflesje met CuSO₄ (1%)
- rekje met 4 genummerde reageerbuisen
- 3x injectiespuit van 10 mL
- waterbad van 37 °C
- 6x druppelpipet
- pH-papier, 2x testbuisje

Werkwijze:

- ✓ Doe 5 mL van de melk in reageerbuis 1 en 2.
- ✓ Doe 5 mL van de buffer in reageerbuis 3.
- ✓ Doe 5 mL van de tryptase-oplossing in reageerbuis 4.
- ✓ Plaats de 4 reageerbuisen 5 minuten in het waterbad van 37 °C.
- ✓ Voeg de inhoud van buis 3 bij buis 1.
 1. Meng de oplossing en bepaal de pH.
 2. Breng 1mL van deze vloeistof over in een testbuisje.
 3. Voeg 10 druppels NaOH toe en meng goed.
 4. **Niet meer mengen:** Voeg 3 druppels CuSO₄ toe via de zijkant van de reageerbuis.
 5. Noteer de kleur van de ring die ontstaat. Dit is de “biureet-reactie”. Noteer ook de helderheid van de vloeistof.
 - De kleurverschillen zijn niet heel groot, dus kijk goed als je de kleuren van de verschillende buizen met elkaar vergelijkt.
 6. Zet reageerbuis 1 weer terug in het waterbad
- ✓ Voeg de inhoud van buis 4 bij buis 2. En herhaal de stappen 1 t/m 6 van hierboven.
- ✓ Herhaal eventueel op t=24 uur en t = 48 uur de stappen 1 t/m 6.

Opdrachten

1. Plaats tijden en resultaten in een overzichtelijke tabel.
2. Verklaar de pH en het kleurverschil tussen de verschillende bepalingen.
3. Biureet reageert op de peptidebinding. Verandert dit je conclusie? Zo ja, licht toe.
4. Trek een conclusie over de hoeveelheden eiwit in de verschillende soorten melk.

1c. Vetvertering

Bij de vertering van vetten ontstaan vetzuren. Die hebben invloed op de pH. Je gaat werken met FFT (fenolftaleïne). Dit is een indicator die paarsrood is bij een pH > 10 en kleurloos bij een pH < 8,2. Met de indicator Sudan III (oplossing) kun je vet aantonen.

Materiaal:

- ✓ bekglas met melk
- ✓ 0,1 mol/L natriumcarbonaat
- ✓ galzoutoplossing 1%
- ✓ lipaseoplossing 4%
- ✓ FFT (fenolftaleïne)
- ✓ Sudan III
- ✓ Gedestilleerd water
- ✓ rekje met 8 genummerde reageerbuisen.
- ✓ 6x genummerd testbuisje
- ✓ Stopwatch, waterbad van 37 °C
- ✓ 3x injectiespuit van 5 mL
- ✓ 4x druppelpipetten van 1 mL

Werkwijze:

- ✓ Doe 5 mL van de melk in de reageerbuisen 1, 2, 3 en 4.
- ✓ Voeg 3 mL natriumcarbonaat bij reageerbuis 1, 2, 3 en 4.
- ✓ Voeg 2 mL gedestilleerd water in reageerbuis 1.
- ✓ Voeg 1 mL gedestilleerd water in reageerbuis 2 en 3.
- ✓ Doe 1 mL lipase-oplossing in reageerbuis 5 en 6.
- ✓ Doe 1 mL galzoutoplossing in reageerbuis 7 en 8.
- ✓ Plaats alle reageerbuisen 5 minuten in een waterbad van 37 °C.
- ✓ Voeg de inhoud van de reageerbuisen hieronder bij elkaar en meng (zie tabelletje).
 - 5 (lipase) → 2.
 - 6 (lipase) → 4.
 - 7 (galzout) → 3
 - 8 (galzout) → 4
 - De uiteindelijke hoeveelheden vloeistof per buis staan in de tabel

	inhoud				
buis	melk	NaCO ₃	water	lipase	galzout
1	5 ml	3 ml	2 ml		
2	5 ml	3 ml	1 ml	1 ml	
3	5 ml	3 ml	1 ml		1 ml
4	5 ml	3 ml		1 ml	1 ml

- ✓ Start de stopwatch!!!

- ✓ Breng van elke reageerbuis (1 t/m 4) 1 mL vloeistof over in een genummerd testbuisje.
- ✓ Voeg aan alle reageerbuizen 10 druppels FFT toe. Meng en noteer de kleur.
- ✓ Noteer het tijdstip waarop de kleur van de FFT in elk van de vier reageerbuizen verandert van rood in wit.
- ✓ Voeg aan alle testbuisjes 4 druppels Sudan III toe. Noteer de kleur.
- ✓ Plaats tijden en kleuren in een overzichtelijke tabel.
- ✓ Test na 20 minuten 1 mL uit de wit geworden reageerbuizen met Sudan III. Noteer de kleur van wat je op de vloeistof ziet drijven.

Opdracht

1. Beschrijf de rol van galzouten en lipase bij het ontstaan van de kleuromslag.
2. Verklaar het kleurverschil van de Sudan III bij de eerste en de tweede bepaling.
3. Analyseer de gegevens. Is alle vet verteerd? Zo niet: noem een oorzaak.
4. Trek een conclusie over de hoeveelheden vet in de verschillende typen melk.

Docenten- of TOA-informatie bij Experimenten 1a-1c

Recept voor Buffer pH 8.3:

- 0,122 g KH_2PO_4 oplossen in 10 mL warm gedestilleerd water
- 5,789 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ oplossen in 400 mL gedestilleerd water

Samenvoegen en aanvullen tot 500 mL met gedestilleerd water.

Oplossingen maken:

- Waar niets bijstaat los je op in gedestilleerd water (Lactase druppels, galzout, lipase pancreatine)
- Pepsine in buffer pH 8,3
- De Sudan III maken wij volgens de HABOB : Sudan III overmaat (0,5 gram is al veel) + 50 mL aceton + 50 mL alcohol 70%, kun je eventueel filtreren, maar lost niet heel snel op.
- of 10 mg Sudan III + 5 g ethanol 96% + 5 g glycerine mengen en aanvullen met gedestilleerd water tot 100 mL.

Overige informatie:

- Lactase druppels: Disolact- lactasedrops merk Disolut bij de DA drogist of online bestellen
1:10 verdunnen en elke keer vers maken voor gebruik.
- Galzout: Ossegal gedroogd
1 gram/100mL
- Lipase oplossing: Pancreatine
4 gram/100mL
- Tryptase-oplossing: voor tryptase kun je ook Pepsine gebruiken
(4 gram in 100 mL buffer pH 8,3)
Met Pepsine 2000FIP 2% maken.

Extra informatie over de proeven:

- Eiwitvertering:
 - Bij het laten staan van de buizen met melk voor de eiwitbepaling gaat de boel na 24/48 uur behoorlijk stinken. Ook de resultaten zijn dan niet meer erg duidelijk, het is ook een mogelijkheid om alleen metingen na 30 minuten en 1 uur te doen.
 - Het aflezen van de biureet-reactie gaat om een heel subtiel kleurverschil van blauwpaars naar rozepaars. Deze indicator is donkerder (blauwer) wanneer er meer eiwit aanwezig is.
- Vetvertering:
 - De bepaling met Sudan III blijkt maar in weinig gevallen tot goed interpreteerbare resultaten te leiden. Je kunt ervoor kiezen deze stap over te slaan.

Experiment 2 : Kaas maken met zuur

Wanneer eiwitten in de zure omgeving van de maag komen, ondergaan zij een veranderingsproces. Hierdoor ontstaat 'wrongel' de eiwitten uit de melk klonteren samen. Bij het maken van kaas wordt dit gedaan met een enzym (renine) of met zuur (voor zachte kaas zoals bijv. Mascarpone)

Benodigdheden:

- 200 mL volle melk
- citroensap
- 2 bekeerglazen
- magnetron of bunsenbrander
- 2 kaasdoeken (of zeefje?)

werkwijze:

- verwarm 200 mL volle melk tot ca. 40-50 graden
- verdeel de melk over 2 bekeerglazen
- voeg aan 1 bekeerglas enkele druppels citroensap toe en laat enkele minuten staan
- schenk beide bekeerglazen leeg over de kaasdoeken/zeefjes
- Laat enkele minuten uitlekken en weeg de achtergebleven vaste massa

Noteer het resultaat.

Vragen:

1. Wat doet zuur met de melk?
2. Welk effect zal dit hebben op het verblijf van de melk in de maag? Leg uit hoe dit komt.
3. Welke stoffen uit de melk zorgen vooral voor de stremming?
4. Waarom werkt deze proef niet met flesvoeding?

Experiment 3a: Maak kennis met goede bacteriën

Bacteriën kunnen zowel goed als slecht zijn verdeeld worden. Vaak gaat de meeste aandacht uit naar slechte bacteriën, denk maar aan *Salmonella*, MRSA en EHEC bacteriën.

Veel minder aandacht is er voor goede bacteriën. In deze module heb je geleerd over de goede bacteriën in onze darmen. Maar er zijn ook andere goede bacteriën die er bijvoorbeeld al eeuwen voor zorgen dat we ons voedsel langer goed kunnen houden doordat ze het verzuren. Denk maar aan zuurkool, verschillende worstsoorten en verzuurde melk(producten).

Met dit onderzoekje zullen we proberen die goede bacteriën op te sporen en ze voor ons te laten werken. Hiervoor gebruiken we yoghurt.



Yoghurt is een dus een product dat met behulp van bacteriën gemaakt wordt. De bacteriën die melk omzetten in yoghurt behoren tot twee soorten nl. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* en *Streptococcus thermophilus*. Deze bacteriën zetten de in de melk aanwezige lactose om in zuren. Daardoor is de yoghurt langer houdbaar dan gewone melk. Dit komt omdat het zuur de groei van andere (slechte) bacteriën remt. Ook worden er melkeiwitten omgezet waardoor de yoghurt zijn specifieke structuur krijgt. Yoghurt wordt wel beschouwd als het oudste probioticum. Recentelijk zijn vele andere probiotica ontwikkeld op basis van verschillende soorten melkzuurbacteriën.

We zullen beginnen om de bacteriën op te sporen en proberen ze in handen te krijgen. Als dat gelukt is zullen we proberen om met die bacteriën weer yoghurt te maken. Daarbij gaan we onderzoeken of beide soorten samen nodig zijn voor een goede yoghurt of dat beide soorten apart ook een goede yoghurt kunnen maken.

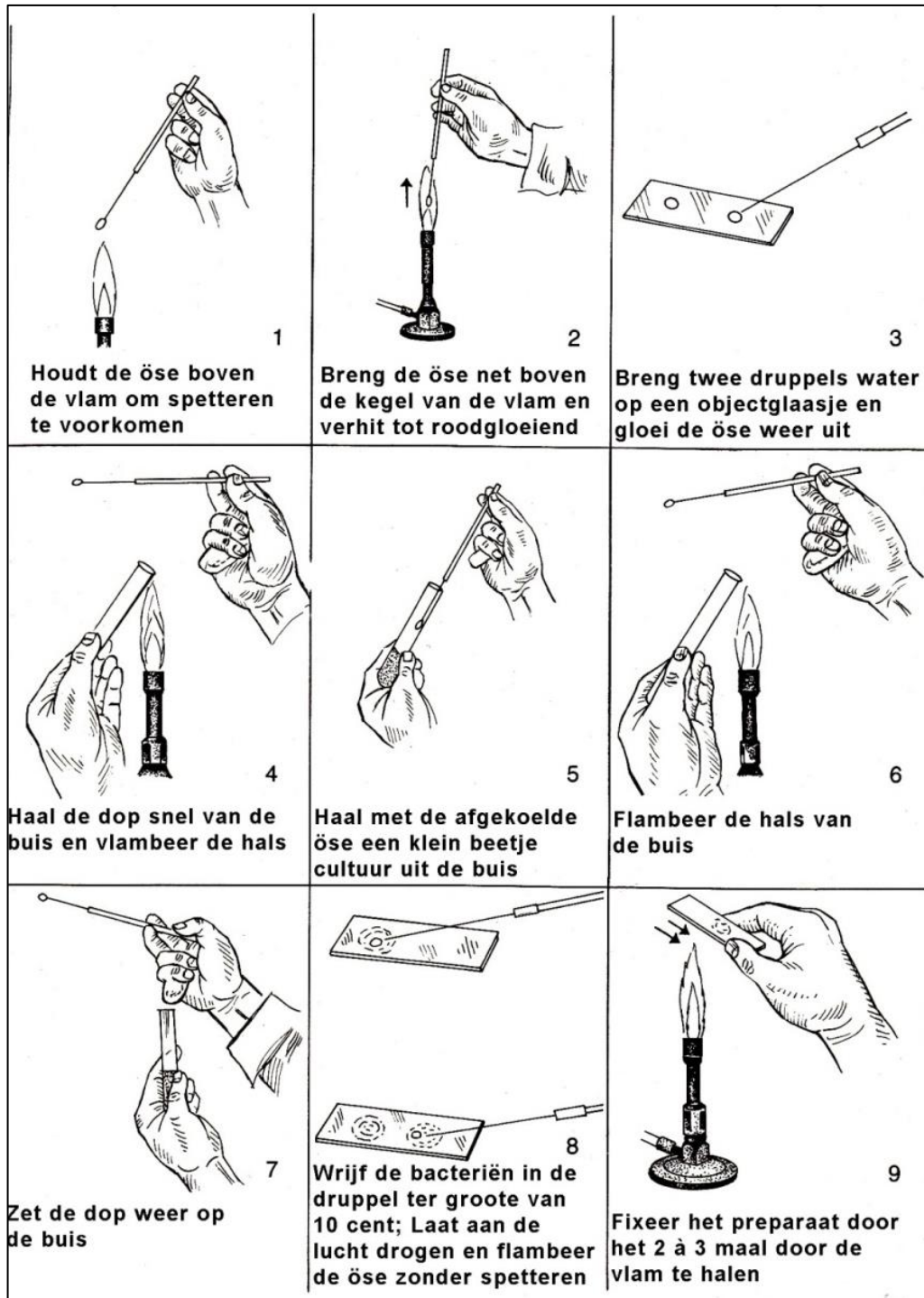
Hoe kunnen we die bacteriën vinden?

Er zijn twee manieren om bacteriën zichtbaar te maken nl. direct met het microscoop en door ze te kweken.

Om bacteriën met het microscoop zichtbaar te maken wordt een zg. preparaat gemaakt en gekleurd.

Het maken van een preparaat.

Om een preparaat te maken gebruiken we een öse (een naald met een oogje) en een objectglaasje.



Figuur 1: techniek voor het maken van een bacteriepreparaat

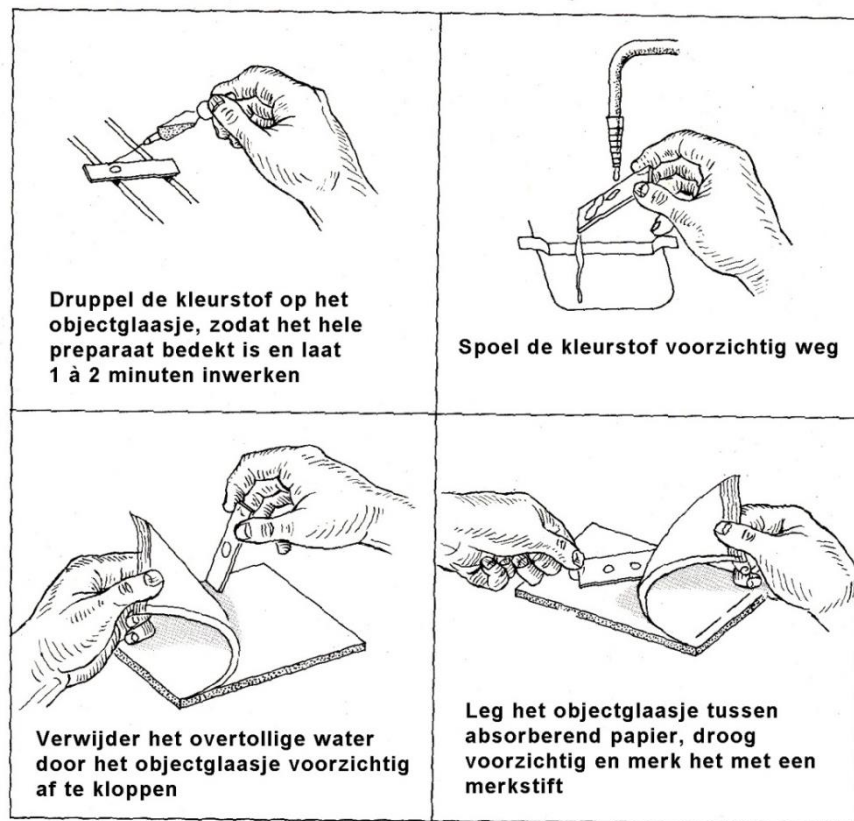
Vervolgens wordt het preparaat gekleurd.

Als kleurstof kan Loefflers methyleenblauw-oplossing gebruikt worden. Deze wordt als volgt bereid:

Methyleenblauw: 30 mL 5% alcoholische oplossing

Kaliumhydroxide: 100 mL 1% oplossing

Meng beide oplossingen voor gebruik.



Figuur 2: het kleuren van bacteriepreparaten

Het kweken van bacteriën.

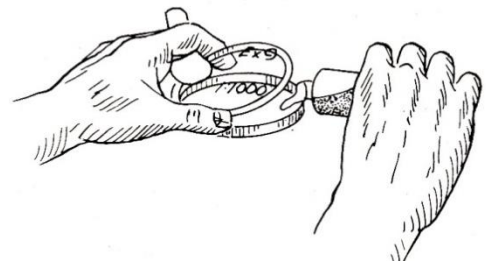
Om bacteriën te kunnen kweken moeten we ze laten groeien. Hiervoor geven we ze voedsel in de vorm van een voedingsmedium. Hierop worden de bacteriën aangebracht (geënt) en vervolgens gedurende een langere tijd weg gezet bij een temperatuur die de bacteriën prettig vinden. Als voedingsmedium gebruiken we moutagar.

Om er voor te zorgen dat er geen andere bacteriën op het voedingsmedium terecht komen moeten we aseptisch werken.

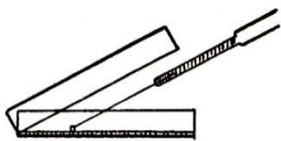
Het maken van een voedingsbodem.

Als voedingsmedium gebruiken we in dit geval moutagar. Dit is als poeder te verkrijgen en kan volgens de handleiding van de fabrikant klaar gemaakt en gesteriliseerd worden.

Voor gebruik moet het voedingsmedium opgesmolten worden en vloeibaar gehouden. Dit gebeurt het eenvoudigst in een waterbad van ca. 50°C. We maken verder gebruik van een Petrischaal. Plastic petrischalen worden meestal gesteriliseerd door de fabrikant geleverd.



Figuur 3: het gieten van platen



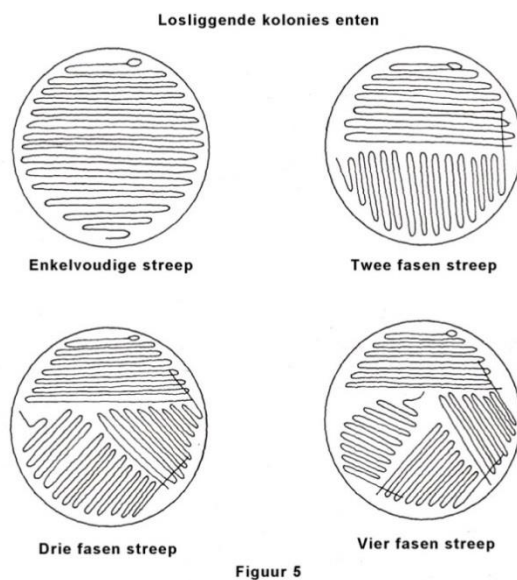
De steriele petrischaal wordt aseptisch (zie boven figuur 1 en 3) met een laagje voedingsmedium gevuld. Als het voedingsmedium gestold is kan hierop met de öse (entnaald) geënt worden op zg. losliggende kolonies (zie figuur 4 en 5).

Figuur 4: het overenten van kolonies.

Welke methode gekozen wordt is afhankelijk van persoonlijke voorkeur en de concentratie bacteriën waarmee begonnen wordt. Let op dat bij de meer fasen strepen de vorige fase gedeeltelijk overlapt wordt.

Na het enten wordt de voedingsbodem omgedraaid en vervolgens bij een, voor de bacteriën, prettige temperatuur weggezet (bebroed). Voor de yoghurtbacteriën is dat ca. 40°C.

Na ongeveer een dag en een nacht bebroeden zullen de bacteriën op de voedingsbodem als kolonies zichtbaar zijn.



Figuur 5

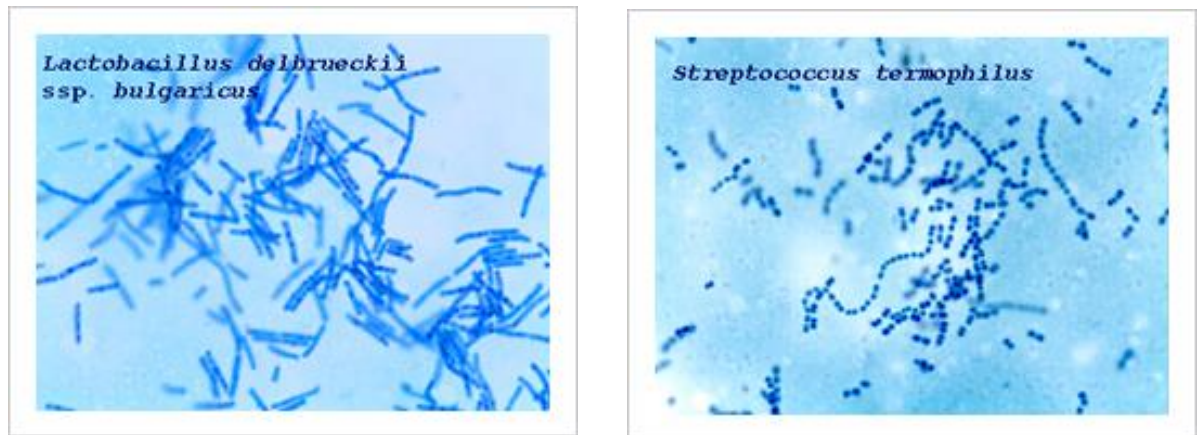
Figuur 5: het uitstrijken van bacteriën.

KOLONIEVORM					
PUNTFORMIG	ROND	FILAMENT-VORMIG	ONREGELMATIG	WORTELACHTIG	SPOELVORMIG
HOOGTE					
PLAT	VERHEVEN	KONVEX	KUSSENVORMIG	UITSPRUITEND	
RANDEN					
GAAF	GEVOLFD	GETAND	GELOBD	HARIG	GEKRULD

We kunnen proberen om aan de hand van de vorm van de bacteriekolonies (zie figuur 6) na te gaan over er verschillende soorten bacteriën op de plaat aanwezig zijn.

Figuur 6: verschillende bacteriekolonies

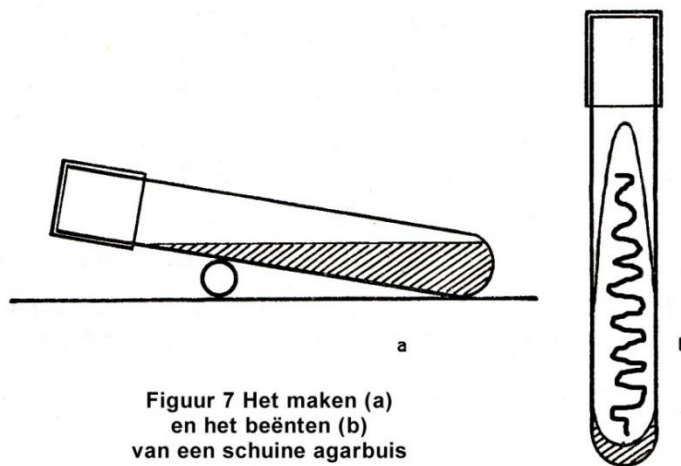
Ter controle maken we van de verschillende typen kolonies een microscopisch preparaat.



Figuur 7: microscopisch preparaat van yoghurt-bacteriën

Van een kolonie met staafvormige bacteriën en van een kolonie met bolvormige bacteriën worden drie schuine moutagarbuizen beënt. Twee om later te gebruiken en één als reserve.

Voor het maken van een schuine agar buis nemen we gesteriliseerde cultuurbuizen met dop. Deze buizen worden aseptisch (zie figuur 1) voor ca. $\frac{1}{4}$ met vloeibare moutagar gevuld en schuin te stollen gelegd. Als de buizen gestold worden ze aseptisch met een zigzag lijn beënt.



Na beënting worden de buizen gemerkt en een dag en een nacht bij ca. 40°C bebroed en kunnen daarna enige tijd in de koelkast bewaard worden.

Experiment 3b: Zet de goede bacteriën aan het werk.

Met deze verschillende culturen gaan we vervolgens yoghurt maken.

Voor de techniek van het yoghurt maken zie: <http://nl.wikihow.com/Yoghurt-maken>.

Gebruik als starter de, op de schuine agarbuizen gekweekte, bacteriën.

De bacteriën kunnen eenvoudig met wat gekookt en afgekoeld water van de agar gewassen worden.

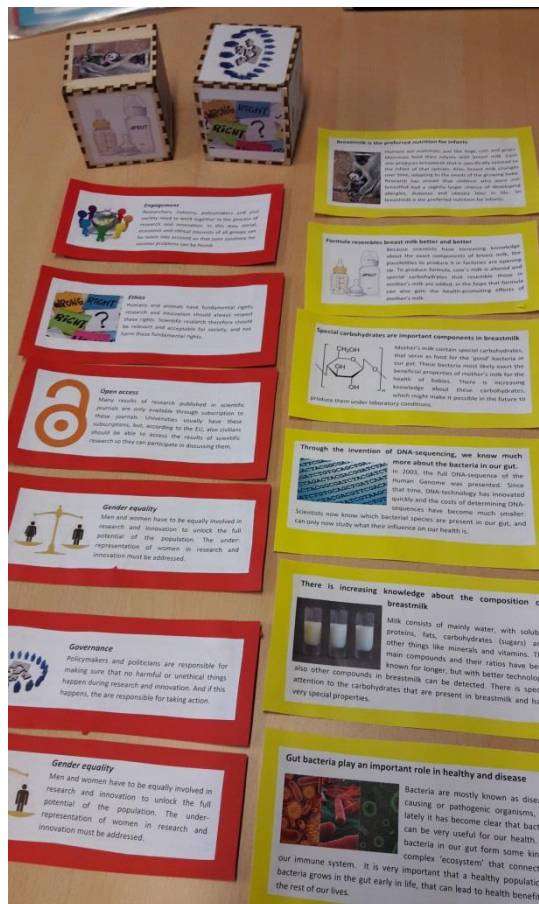
1. Maak een yoghurt met alleen *Lactobacillus delbruecki subsp. bulgaricus*.
2. Maak een yoghurt met alleen *Streptococcus thermophilus*.
3. Maak een yoghurt met een mengsel van beide bacteriën.

Vergelijk de drie soorten yoghurt voor wat betreft kleur, geur en evt. smaak en bepaal welke yoghurt het beste is.

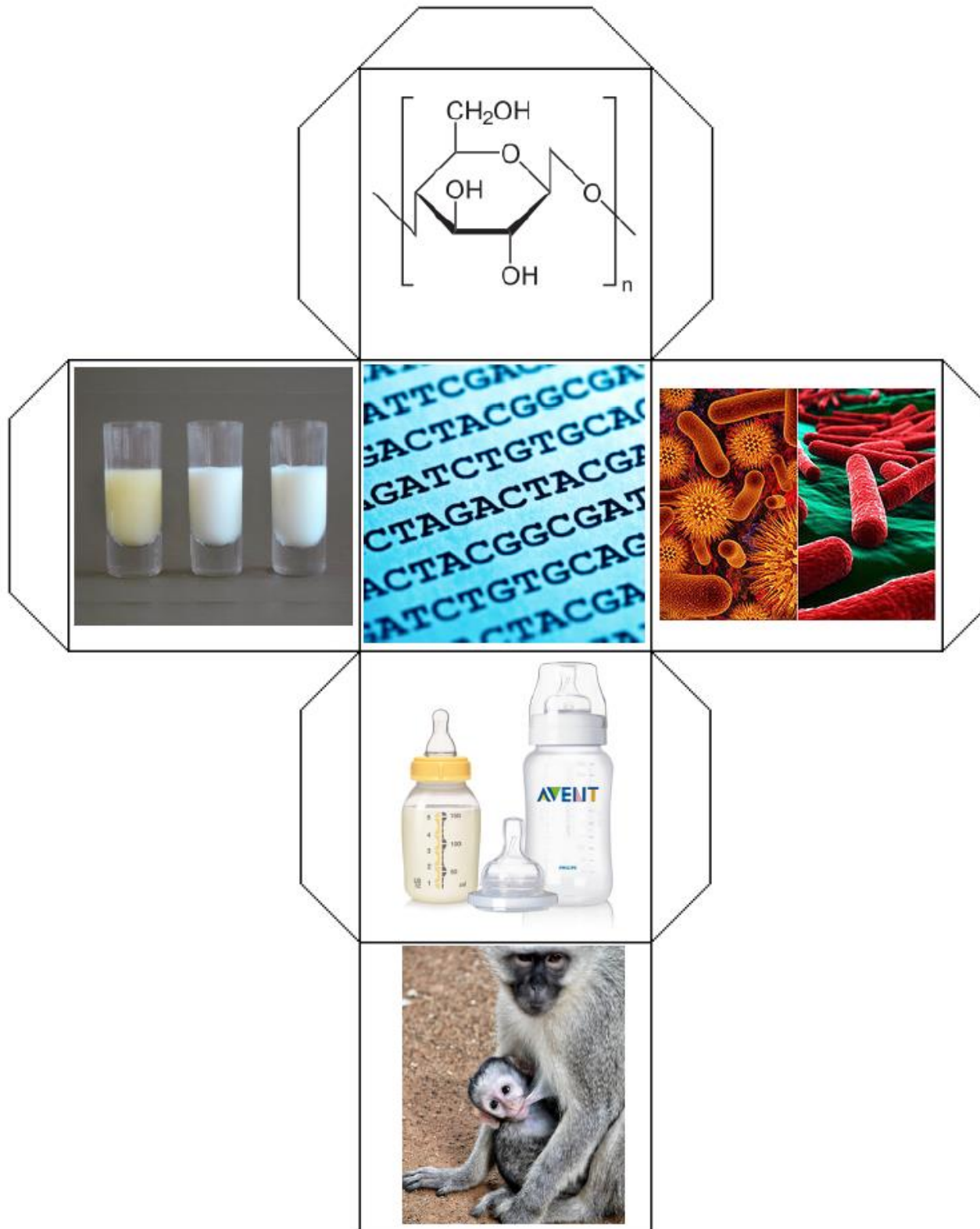
2. RRI-dobbelstenen-spel

In dit 'spel' gaan de leerlingen proberen de 6 dimensies van RRI (zoals geleerd in het eerste hoofdstuk) koppelen met een aantal wetenschappelijke onderwerpen uit de module. Hiervoor kun je twee dobbelstenen gebruiken, één met de RRI-dimensies en één met de onderwerpen. De leerlingen gooien met beide dobbelstenen, en proberen de twee plaatjes aan elkaar te koppelen. Soms is dit moeilijk of bijna onmogelijk, maar dat is geen probleem, het gaat erom dat ze actief over RRI nadenken.

De onderstaande foto's geven een idee van hoe de dobbelstenen eruit kunnen zien.



Vouwpatroon voor de moedermelk-dobbelsteen. Print op A3 en vouw.



Vouwpatroon voor de RRI-dobbelsteen. Print op A3 en vouw.



3. Antwoordmodel bij de vragen in de hoofdstukken:

Hoofdstuk 1 – Engage

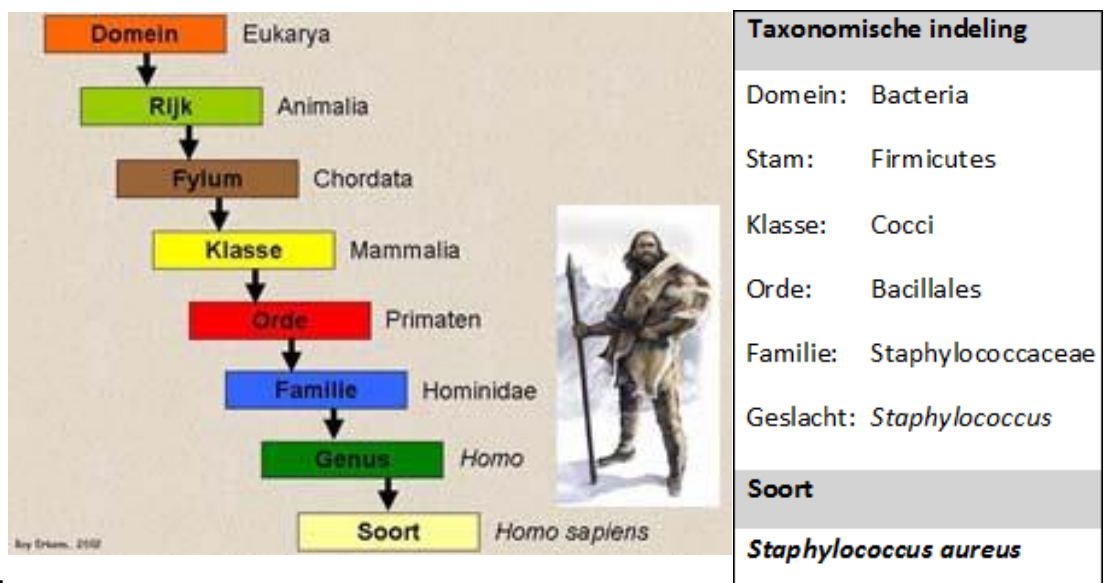
NB: bij deze opgaven moeten leerlingen internet kunnen gebruiken om dingen op te zoeken

1. Vrouwen in Nederland moeten officieel 10-12 weken na de bevalling weer aan het werk. Je ziet dat er inderdaad een flinke afname is van vrouwen die borstvoeding geven na 3 maanden. Veel vrouwen kiezen ervoor hun verlof te verlengen met vakantie of ouderschapsverlof, daarom is het niet heel duidelijk.
2. Het antwoord is ja. Dit kan online gevonden worden op bijvoorbeeld <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/leefstijl/borstvoeding/verschillen-internationaal/>
3. Ja, dit is online te vinden als je kijkt naar websites van Hero of Nutricia. Leerlingen zouden al moeten zien dat het online niet makkelijk is informatie te vinden over flesvoeding voor baby's jonger dan 6 maanden. Dit is alvast een introductie voor het ethiek-hoofdstuk.
4. Complexe suikermoleculen die in moedermelk voorkomen, en waarschijnlijk de gezondheidsbevorderende effecten van borstvoeding veroorzaken.

Hoofdstuk 2 – Explore

NB: bij deze opgaven moeten leerlingen internet kunnen gebruiken om dingen op te zoeken

- 1) a) Brandstoffen: vetten en koolhydraten als glucose en lactose. Bouwstoffen: water, vetten, eiwitten. Beschermende stoffen: antilichamen-Immunoglobulinen, lactoferrine-verlaagt de beschikbaarheid van Fe, lysozym-breekt bacterie wanden af.
- b) Beschermende stoffen; ze stimuleren goede bacteriën in de darmen. Brandstoffen; want ze worden door bacteriën afgebroken en de afbraakproducten worden in het bloed opgenomen
- 2)



Uit:

<http://www.kennislink.nl/publicaties/systematiek-en-de-classificatie-van-het-leven>

<http://lisannevandermolen.tripod.com/bacteri%C3%ABn.html>

Bij bacteriën is het gebruikelijk om te spreken over: de Fyla, de Geslachten en de Soorten. Verwantschap bij bacteriën is gebaseerd op de mate van overeenkomst van het 16S RNA. Binnen het soortbegrip kennen we nog bacterie-stammen. Een bacteriestam wordt gekenmerkt door nauwkeurig omschreven biochemische eigenschappen.

- 4) Bij borstvoeding, waarin oligosacchariden zitten, veel: Proteobacteriën en Actinobacteriën. Bij flesvoeding juist veel Firmicutes.
- 5) Bij ouder worden gaan de Firmicutes overheersen.
- 6) Bacteriën werden tot het plantenrijk gerekend, omdat ze net als plantencellen een celwand hebben.
- 7) Epidemiologische studies kunnen aantonen welke verschijnselen samen voorkomen. Ze kunnen geen oorzakelijke verbanden vaststellen. (Maar dus wel suggereren, voor nader onderzoek b.v.)
- 8) Bifidobacteriën bemoeilijken de leefomstandigheden van slechte bacteriën (Patho-geen=ziekteverwekkend). Ze breken HMOS af tot vetzuren met korte ketens (SCFA) die als brandstof in het bloed worden opgenomen, die zorgen voor gezonde darmepitheel cellen, die zorgen voor een goede Ca^{2+} opname in de darm, en ze verlagen de pH van het darmlumen.
- 9) De aanwezigheid van GOS/FOS in babymelk zorgt voor minder infecties bij baby's (fig 2.3). Deze oligosacchariden stimuleren de groei van Bifidobacteriën, die op hun beurt de groei van ziekteverwekkers onderdrukken (fig 2.2).
- 10) a) Leefgemeenschap = groepen van verschillende soorten die van elkaar afhankelijk zijn.
b) Omdat bacteriën niet meer tot het plantenrijk worden gerekend, en omdat er in de darm populaties van meerdere soorten voorkomen die van elkaar afhankelijk zijn. Een bioom is de ruimte waar meerdere leefgemeenschappen aanwezig zijn. Met de term flora wordt de plantengroei in een gebied bedoeld.

Hoofdstuk 3 - Explain

Hoofdstuk 3.1- Biologie

Hoofdstuk 3.1.1. - De spijsvertering.

1.

Vetten	Lever (en galblaas) <i>gal</i>	Alvleesklier <i>lipase</i>	-
Eiwitten	Maag: <i>peptase</i>	Alvleesklier <i>tryptase</i> <i>chymotrypsine</i> <i>peptidase</i>	Dunne darm <i>peptidase</i>
Koolhydraten	Mond (speekselklier): <i>amylase</i>	Alvleesklier <i>amylase</i>	Dunne darm <i>maltase</i> <i>sacharase</i> <i>lactase</i>

2. Verteringsproducten worden opgenomen in de dunne darm door de darmvlokken
3. Er zullen vooral melksuikers (koolhydraten) moeten worden toegevoegd, en eventueel ook vetten. Koemelk bevat hiervan minder dan moedermelk, maar meer eiwitten.
4. Bij baby's is de maag nog minder zuur, vandaar dat de stremming van eiwitten door rennine (chymosine) verbeterd wordt (volwassenen produceren dit enzym niet meer) Bij baby's wordt het lipase voor de vetvertering in de maag gevormd (i.t.t. de alvleesklier bij volwassenen). Bij baby's is lactase

(voor de vertering van melksuiker) veelal actief, bij sommige volwassenen wordt dit enzym niet meer gevormd (zie box 3.1). Baby's die borstvoeding krijgen profiteren ook van verterende enzymen in de moedermelk.

5. Moedermelk bevat antistoffen (IgA, IgM en IgG), ook zijn er bepaalde oligosachariden die een beschermende functie hebben.

Hoofdstuk 3.1.2. - Microbiologie

Opgaven waarvan de theorie met de klas nog niet behandeld is, kunnen worden overgeslagen.

1. Dat bacteriën niet meer alleen als schadelijk, als ziekteverwekkers en als veroorzakers van ontstekingen worden gezien. Ontdekt is dat er bij onze darmbacteriën soorten zijn die een positieve rol voor onze gezondheid hebben.
- 1a. Bij de normale kolonisatie van de dikke darm kunnen 4 fasen worden onderscheiden:
 - Fase 1. Gedurende week 1-2 vindt de initiële besmetting met bacteriën plaats
 - Fase 2. Hierna is een fase waarin uitsluitend borstvoeding wordt gegeven (tot 6 maanden)
 - Fase 3. Tijdens deze fase wordt de borstvoeding verminderd en aangevuld met ander voedsel
 - Fase 4. In deze fase ontwikkelt zich het volwassen microbiom. Dit begint nadat de borstvoeding volledig is gestopt, vanaf ongeveer 2 jaar.

Tijdens fase 1 ontwikkelen zich grote aantallen *Escherichia coli* en streptococci. Na 4-7 dagen ontwikkelen de anaërobe bacteriegeslachten *Bacteroides*, *Bifidobacterium* en *Clostridium* zich. Bij kinderen die borstvoeding krijgen nemen vervolgens de aantallen *E. coli*, streptococci, *Clostridia* en *Bacteroides* af en neemt het aantal bifidobacteriën toe, zodat deze groep dominant wordt. Nadat er vast voedsel gegeven wordt verdwijnen de verschillen tussen de kinderen met borstvoeding en flesvoeding. Omstreeks het tweede levensjaar ontwikkelt het volwassen microbiom. De aantallen bacteriïdes, peptococci en peptostreptococci nemen dan toe, maar er kunnen ook andere soorten aangetroffen worden.

- 1b. Bij de keizersnee wordt de baby niet "besmet" met bacteriën van het geboortekanaal maar met bacteriën afkomstig van de huid van de moeder en met bacteriën van het ziekenhuispersoneel en – milieu.
2. Door huidbacteriën van mensen die de baby hanteren. Maar ook via de moedermelk.
3. Alleen voor bacteriën in mijn oorspronkelijke tekst:

Aeroob

Facultatief anaeroob

Obligaat anaeroob

Escherichia coli

Bifidobacterium breve

Lactobacillus sp.

Bifidobacterium longum

*)

Bifidobacterium catenulatum

Bifidobacterium adolescentis

Bifidobacterium bifidum

Bifidobacterium angulatum

Bifidobacterium dentum

*) ook microaero-

fiel

4. De citroenzuurcyclus sluit aan op de aerobe terminale ademhalingsketen, en komt alleen voor bij aerobe verbranding. *Lactobacillus sp.* kan aerobe verbranding vertonen. *Bifidobacterium* heeft de enzymen voor de citroenzuur cyclus niet. Voor deze bacteriën is O₂ schadelijk. Ze vertonen alleen anaerobe vergisting met zuren (SCFA) als afbraakproducten.
Escherichia coli zet suikers om via de gemend zure vergisting. Hierbij worden suikers omgezet in melkzuur, azijnzuur, ethanol, barnsteenzuur, mierenzuur, CO₂ en H₂.
5. De vertering kan op twee manieren:
Lactobacillus delbrueckii bulgaricus kan suiker verbranden tot CO₂ en H₂O om z'n energie te verkrijgen. Maar in afwezigheid van zuurstof kan L.b.d. het melksuiker lactose omzetten in melkzuur, om op die manier toch een beetje ATP te verkrijgen.
(Zie: https://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_delbrueckii_subsp._bulgaricus)
6. De toename is van 48% naar 69%. Dus er komt bijna 50% bij.
7. Het geslacht *Bifidobacterium* hoort tot het fyllum *Firmicutes*.
8. Kijk in figuur 3.10 bij 'Stool': in de blauwgekleurde ring zien we dat het fyllum *Firmicutes* met de meeste soorten vertegenwoordigd is, gevuld door de *Bacteroidetes*, de *Actinobacteria* en de *Proteobacteria*.
Het bacterie geslacht met de meest voorkomende soorten is dat van de *Ruminococcen*.
9. Probiotica zijn voedingsstoffen verrijkt met levende bacteriën, die bedoeld zijn om zich in de darm te vestigen en om daar een positieve invloed op de gezondheid te hebben.
Prebiotica zijn voedingsstoffen die speciaal bedoeld zijn als voedsel voor bepaalde gunstige darmbacteriën.
10. Omdat aanvankelijk de technieken om de opbouw van het 16S RNA te bepalen nog niet nauwkeurig genoeg waren om kleine verschillen aan te tonen.
11. Omdat de dikke darm pas zuurstofloos wordt als daar eerst zuurstof verbruikende bacteriën in geleefd hebben.
12. Technieken uit het einde van de 19^e eeuw, toen men voor bepaalde bacteriesoorten in staat was om deze te isoleren en te kweken.
Technieken uit het begin van de 21^{ste} eeuw die worden aangeduid met de term metagenomics.
13. 4 postulaten van Koch:
 1. Op de zieke plek is het verdachte micro-organisme in ongewoon grootte hoeveelheden aanwezig.
 2. Het micro-organisme kan bij elke patiënt met dezelfde ziekte worden aangetroffen.
 3. Het micro-organisme is uit de zieke te isoleren en in zuivere vorm verder te kweken.
 4. Als een proefdier met het gekweekte micro-organisme wordt besmet, krijgt het dezelfde ziekte als de patiënt.

Hiermee kon dokter Koch voor het eerst bewijzen dat bepaalde ziekten door bepaalde bacteriën werden veroorzaakt. Daarvoor had men geen flauw idee waar besmettelijke ziekten door werden veroorzaakt!
14. Polymerase Chain Reaction: Een kettingreactie met behulp van het enzym polymerase.
Dit enzym is in staat om een gespleten half DNA molecuul weer aan te vullen tot een volledig DNA molecuul. Door nu steeds DNA moleculen te splijten (open te ritsen) en met behulp van polymerase weer aan te vullen, kun je DNA vermeerderen. Je gaat het open splijten en weer aanvullen een aantal keren herhalen.
15. Bacteriecel heeft een celwand, heeft geen kern, heeft geen organellen.
Eukaryote cellen hebben een celkern met daarin het DNA en ze hebben organellen zoals mitochondriën.

16. Gram positief wil zeggen dat de bacteriewand met een bepaalde kleurstof blauwpaars van kleur wordt zodat je bepaalde bacteriën onder de lichtmicroscopie kunt herkennen. Er zijn nl. ook bacteriën die niet op deze kleurstof reageren. Techniek uit 1884.

addendum

4. Probiotica kunnen Prebiotica omzetten in Short chain fatty acids.

Probiotica zijn levende bacteriën, die een positief effect hebben op de gezondheid.

Prebiotica zijn onverteerbare koolhydraten en voedingsvezels.

Short chain fatty acids zijn vetzuren met een alifatische staart van minder dan zes koolstof atomen.

Hoofdstuk 3.1.3- Invloed van darmbacteriën op gezondheid

1. Bestrijding van *C.difficile* is moeilijk omdat toediening van antibiotica juist andere bacteriën dood en *C.difficile* daardoor bevoordeeld wordt.
2. Darmbloom of poeptransplantaties worden gedaan om bijvoorbeeld infecties in de darm met *C.difficile* te bestrijden. Dit wordt gedaan in Amsterdam aan het AMC en in het VUziekenhuis.
3. Door veelvuldig gebruik van antibiotica ontwikkelen bacteriën resistentie. Deze resistente bacteriën verspreiden zich en kunnen dan niet meer met deze antibiotica bestreden worden.
4. Het afscheiden van een slijm laag door de darmwandcellen. Slechts zeer weinig bacteriën zijn in staat hierin door te dringen. Het uitscheiden van antibacteriële stoffen door de darmwand.
5. Volgens het voedingscentrum is er geen bewezen wetenschappelijk bewijs dat probiotica werken, alleen is er mogelijk enig effect tijdens en vlak na een zware antibiotica kuur.
6. Probiotica als levende bacteriën zijn niet in staat de reis door maag en darmen tot in de dikke darm te overleven. In de dikke darm worden nieuwkomers toch weggeconcentreerd. Prebiotica bestaan uit niet levende speciale voedingsstoffen die bepaalde al aanwezige darmbewoners bevoordelen. Dus hiervoor gaan de genoemde bren niet op.
7. De rol van de dendritische cellen bestaat uit het waarnemen van bacteriën in het darmlumen, en het doorgeven van een adequaat signaal naar de T-cellen.
8. In de lymfeknopen. Door dendritische cellen.

Hoofdstuk 3.2 - Biochemie

Volgen

Hoofdstuk 3.3 - Proceschemie

4. Beoordelingsmatrix tentoonstellingen

Categorie	Matig	Voldoende	Goed
1. Introductie van het onderwerp van de tentoonstelling	Het onderwerp is niet duidelijk gedefinieerd	Het onderwerp is wel gedefinieerd maar niet zo aantrekkelijk	Het onderwerp is goed gedefinieerd en aantrekkelijk.
2. Presentatie van het onderwerp en de mogelijke dilemma's	De tentoonstelling laat maar één kant van het verhaal zien	De tentoonstelling laat twee kanten van het onderwerp zien, maar niet op een gebalanceerde manier	De tentoonstelling laat twee kanten van het onderwerp zien op een gebalanceerde manier
3. Presentatie van de stellingen/meningen	De stellingen/ meningen zijn niet duidelijk gedefinieerd	De stellingen zijn goed gedefinieerd maar niet goed onderbouwd	De stellingen zijn goed gedefinieerd en goed onderbouwd
4. Wetenschappelijke achtergrond	Er zijn geen wetenschappelijke basisconcepten gepresenteerd	Er worden maar een paar wetenschappelijke concepten gepresenteerd	Alle wetenschappelijke basisconcepten worden gepresenteerd
5. RRI	RRI wordt niet genoemd	Er is een zwakke connectie van RRI met de tentoonstelling	Er is een sterke connectie van RRI met de tentoonstelling
6. Organisatie	De tentoonstelling is niet goed georganiseerd	De tentoonstelling is enigszins georganiseerd maar niet makkelijk te volgen	De tentoonstelling is goed georganiseerd en goed te volgen
7. Presentatie	Er is weinig aandacht gegeven aan de selectie van kleuren, format en presentatie van kennis die kan helpen om de boodschap over te brengen.	Er is wat aandacht gegeven aan de selectie van kleuren, format en presentatie van kennis die kan helpen om de boodschap over te brengen.	Er is veel aandacht gegeven aan de selectie van kleuren, format en presentatie van kennis die kan helpen om de boodschap over te brengen.
8. Groepswork	Een paar mensen van de groep doen al het werk.	Alle mensen doen wat werk, maar niet echt samen.	Alle mensen werken, en ze werken goed samen.
9. Feedback en aanpassingen	Er is geen feedback over de tentoonstelling door bezoekers. Er zijn geen aanpassingen aan de tentoonstelling.	Er is feedback van de bezoekers op de tentoonstelling, maar het is niet gebruikt om de tentoonstelling aan te passen.	Er is feedback van de bezoekers op de tentoonstelling, en deze is gebruikt voor aanpassingen aan de tentoonstelling.

5. proefwerken

Mogelijke vragen voor proefwerk

- Maak een selectie van de vragen die je aan de leerlingen wilt voorleggen,

Uit H1: Engage

1. Geef twee redenen waarom het niet verstandig is jonge baby's uitsluitend te voeden met gewone koemelk (2p)
2. Noem 3 factoren die van invloed zijn op de duur van de periode waarin moeders hun baby (volledig) borstvoeding geven (3p)

Uit H2: Explore

3. Leg uit wat wordt bedoeld met een darmmicrobioom. (2p)
4. Leg uit waarom HMOS (Human Milk OligoSacharides) belangrijk zijn voor de ontwikkeling van het darmmicrobioom (1p)
5. 'Onderzoek heeft aangetoond dat er een correlatie bestaat tussen samenstelling van het microbioom en allerlei gezondheidsaspecten zoals bijvoorbeeld onze afweer en allergieën'.
-Wat wordt er verstaan onder een correlatie? (1p)
-Wil dit zeggen dat er een oorzakelijk verband is tussen het voorkomen van bijv. allergieën bij een bepaald type microbioom? Leg je antwoord uit. (2p)
6. Op welke manier wordt er geprobeerd kunstmatige flessenvoeding (op basis van koemelk) zodanig aan te passen, zodat het ook het voorkomen de gezonde Bifido-bacteriën gestimuleerd worden? (2p)
7. Noem een effect van de toevoeging van GOS en FOS aan flessenvoeding op de gezondheid van baby's.

Uit H3: Spijsvertering

8. We spreken van een 'voldaan' gevoel, als men geen 'trek in eten' ervaart, ons lichaam geeft aan dat we voldoende gegeten hebben, en is druk met de spijsvertering. Hoe komt het dat baby's die alleen melk drinken (water met opgeloste voedingsstoffen) toch voor enkele uren een voldaan gevoel kunnen hebben? (2p)
9. Hieronder staan 4 beweringen over het verteringssysteem van een baby in vergelijking tot het verteringsstelsel van een volwassene.
 1. *De eerste maanden wordt er minder maagzuur aangemaakt*
 2. *De eerste maanden produceert de lever nog onvoldoende gal(zure) zouten*
 3. *Het epitheel van de dunne darm is nog niet gesloten (*
 4. *De alvleesklier is bij jonge baby's nog niet volledig actief, daarom worden er minder vertersenzymen aangemaakt*

Welke van deze beweringen heeft gevolgen voor de vertering van eiwitten bij baby's? (2p)

10. Moedermelk bevat eiwitten. Hieronder staan enkele functies van eiwitten in het lichaam van de mens.
 1. *bouwstof*
 2. *brandstof*
 3. *het katalyseren van reacties (enzymen)*
 4. *afweer tegen ziektekiemen (antistoffen)*

- A Een baby wordt volledig gevoed met moedermelk. Welke van bovenstaande functies kunnen in het lichaam van deze baby worden verzorgd voor door eiwitten uit de moedermelk? (2p)
- B Voor welke van de functies die je hierboven hebt genoemd moeten de eiwitten eerst verteerd worden? (2p)

Uit Microbiologie

11. A. Noem de twee gebeurtenissen in het vroege leven van een baby van belang zijn voor de ontwikkeling van het darmmicrobioom (2p)
B. Leg uit op welke manier bovengenoemde gebeurtenissen de ontwikkeling van het microbioom beïnvloeden
12. Leg uit waarom het lastig is een goede indruk te krijgen van de bacterie-populaties die in het menselijke darmstelsel voorkomen via traditionele methoden op basis van bacteriekweken in het lab. (2p)
13. Beschrijf welke technische ontwikkeling de laatste decennia de vlucht van het onderzoek naar darmmicrobiomen veroorzaakt hebben (1p)
14. Op welke twee manieren stimuleren GOS en HMOS een goede ontwikkeling van het darmmicrobioom?
15. Beschrijf een onderzoeksvoorbeeld waaruit af te leiden valt dat het darmmicrobioom gerelateerd is aan gezondheid.
16. Welke 2 soorten bacteriën komen vooral in grotere aantallen voor als een baby gevoed wordt met moedermelk in vergelijking tot flessenmelk? (2p)
17. Wat wordt er verstaan onder metagenomics?
18. Wat wordt er verstaan onder een enterotype? Welke drie enterotypen worden onderscheiden?
19. Waarom wordt er tegenwoordig niet meer van bacterieflora gesproken, maar van microbioom?

Uit: Darmbacteriën en het afweersysteem

20. Tegenwoordig weten we dat er bacteriën zijn die ons ziek maken, maar ook bacteriën die een goede invloed hebben op onze gezondheid, zoals de Bifido-bacteriën. Noem twee redenen waarom veelvuldig gebruik van antibiotica een punt van zorg is.
21. Leerling 1 zegt: de bacteriën in de darm beïnvloeden het afweersysteem
Leerling 2 zegt: het afweersysteem beïnvloedt de bacteriën die in de darm voorkomen
Welke leerling heeft/hebben gelijk
A Alleen leerling 1 heeft gelijk
B Alleen leerling 2 heeft gelijk
C Beide leerlingen hebben gelijk
D Geen van beide leerlingen heeft gelijk
22. Welk type witte bloedcellen is betrokken bij het onderdrukken van de ontstekingsreactie als er zich onschuldige of gunstige bacteriën in de darm bevinden.
23. Darmkanker en ook de voorstadia hiervan blijken gecorreleerd met het voorkomen van een bepaald microbioom. Dit biedt mogelijkheden voor vroege opsporing en diagnose van

darmkanker. Stel dat onderzoek heeft uitgewezen dat de samenstelling van het microbiom een goede indicatie geeft op het voorkomen van cellen 'in het voorstadium van darmkanker'. Dit zou gebruikt kunnen worden in een grootschalig bevolkingsonderzoek om mensen met een voorstadium van darmkanker vroegtijdig te kunnen opsporen, behandelen en op die manier sterfte door darmkanker te voorkomen.

A Hieronder staan verschillende stadia in een dergelijk bevolkingsonderzoek. Zet ze in de juiste volgorde, noteer alleen de romeinse cijfers (3 pt)

- I. De stukken DNA in de DNA mix worden van elkaar gescheiden door ze over een matrix te laten gaan en vervolgens zichtbaar te maken
 - II. Via PCR worden voor bepaalde bacterie-groepen kenmerkende DNA fragmenten vermenigvuldigd
 - III. Aan de hand van de uitkomsten wordt bepaald of het geleverde poepmonster een microbiom bevat wat kenmerkend is voor het voorstadium van darmkanker
 - IV. Uit het monster wordt het DNA van alle aanwezige bacteriën geïsoleerd
 - V. Een deel van de bevolking krijgt een buisje met een lepeltje toegestuurd en wordt uitgenodigd een beetje poep op te sturen.
 - VI. Het verkregen beeld wordt gebruikt om te bepalen welke bacteriën voorkomen in het mengsel, de sterkte van het signaal is een maat voor de aantallen waarin deze bacteriën voorkomen in het monster
 - VII. De eigenaar van het monster wordt gevraagd zich bij een arts te melden voor verder onderzoek
- B Een dergelijk onderzoek gaat alleen in gebruik genomen worden als voldaan wordt aan de volgende twee voorwaarden:
- de geselecteerde groep mensen die voor vervolgonderzoek wordt uitgenodigd blijkt voor een groot deel daadwerkelijk voorstadia van darmkanker vertonen
 - een groot deel van de mensen die de voorstadia van darmkanker hebben, worden door de test ook daadwerkelijk geselecteerd
- Geef een biologisch argument waarom het lastig is via bovenstaande methode mensen te selecteren voor vervolgonderzoek.

Antwoorden

1. de samenstelling van koemelk is anders dan die van moedermelk (1p), de behoefte van de baby verandert gedurende de ontwikkeling, moedermelk (en kunstmatige voeding) is hierop afgesteld, met gewone koemelk is dit niet het geval (1p) koemelk geeft niet de bescherming tegen allerlei aandoeningen zoals borstvoeding en kunstmatige voeding met HMOS dat wel doen
2. Mogelijke antwoorden:
 - werk / duur van het zwangerschaps of ouderschapsverlof (1p)
 - sociale factoren (sociale aanvaarding) van (langdurig) borstvoeding geven (1p)
 - fysieke belasting (1p)
 - tijdsbelasting (1p)
 - onhandig om te doen / te bewaren (1p)
3. Een darmmicrobiom is het geheel van bacteriën dat voorkomt in de darm (1p) Het wordt gezien als een apart orgaan (het heeft een eigen functie)
4. De HMOS zorgen voor een goede samenstelling van / verhouding van de verschillende soorten bacteriën in het darmbiom (1p)

5. - Correlatie: een tegelijk voorkomen van 2 verschijnselen: in dit geval een bepaald microbioom en bepaalde gezondheidsaspecten zoals allergieën.
– Nee, het is niet aangetoond dat het microbioom de gezondheidsaspecten veroorzaken, enkel dat bijv. een verminderde afweer vaak voorkomt bij een bepaalde microbioomsamenstelling
6. Door het toevoegen van kunstmatige oligosachariden (GOS en FOS) aan flessenmelk
7. Het is aangetoond dat baby's minder infecties krijgen als ze flesvoeding krijgen met GOS en FOS.
8. Door het maagzuur stremmen de eiwitten (1p) in de melk: ze vormen een vaste brok die de maag vult (1p)
9. bewering 1 en 4 1p per goed antwoord, 1p aftrek per fout of ontbrekend antwoord (eventueel meerkeuze van maken)
10. A alle 4 de functies (ook 3? Is daar direct bewijs voor?)
B functie 1 en 2
11. A Een normale (vaginale) geboorte (1p), het ontvangen van borstvoeding (voor geruime tijd) 1p
B bij de geboorte vindt de initiële besmetting met bacteriën vanuit de dikke darm van de moeder plaats (1p), door borstvoeding worden goede bact. (zoals Bifido en Lactobacillus) in aantal toe (1p)
12. Veel van de bacteriën zijn anaeroob / kunnen niet tegen zuurstof (1p) waardoor zij niet gewoon gekweekt kunnen worden (op petri-schalen e.d)...bij onderzoeken naar het voorkomen van bacteriën in ontlasting / darminhoud groeiden deze bacteriën dus niet waardoor ze niet werden opgemerkt (2p)
13. DNA-sequencing / shot-gun sequencing (1p) waardoor alle aanwezige bact. gevonden kunnen worden
14. -GOS en HMOS stimuleren goede bacterien (Bifido en Lactobacillus) (1p) De aanwezigheid van deze bact zorgt (o.a.)voor een pH daling door SCFA's wat de ontwikkeling ongunstige bacteriën afremt (1p)
15. Voorbeelden zoals prikkelbare darm, darmkanker, obesitas beschrijven
16. Bifidobacteriën en Lactobacillus
17. "de toepassing van moderne DNA-technieken (genomics) bij de studie van gemeenschappen van micro-organismen in hun natuurlijke omgeving, zonder de noodzaak om individuele soorten te isoleren en te kweken."
18. Enterotypen: indeling van menselijke darmmicrobiomen, op basis van het meest voorkomende bacterie-geslacht in dit bioom. Er worden 3 enterotypen onderscheiden: *Bacterioidetes*, *Prevotella* en *Ruminococcus*
- 19 flora: toegekend aan planten, terwijl het hier om bacteriën gaat (darmmicrobioom ook niet geheel juist: ook bact. in de maag behoren tot het microbioom
20. ontwikkeling van resistentie-ontwikkeling (v.d. bact. tegen antibiotica), antibiotica vernietigen ook de gunstige bacteriën.
21. C
22. Regulerende T-cellen
23. A. V, IV, II, I, VI, III, VII (1 pt per fout aftrekken, minimaal 0 pt)
B. Er zullen (kleine) verschillen in de microbiomen zijn tussen personen (zowel bij gezonde als zieke), waardoor het lastig wordt te bepalen welke biomen nog wel, en welke niet bij de risicogroep behoren, / er is een 'grijs' gebied waar het moeilijk is de grens tussen 'normaal' en 'risico' te bepalen.

Ander mogelijk proefwerk:

Gezond oud worden begint bij mammae

Dit is de titel van de module die jullie de afgelopen weken hebben bestudeerd. De docent vraagt je om de leerlingen uit Atheneum 4 in het kort uit te leggen wat deze titel betekent.

1. Geef in maximaal 30 woorden een toelichting op de betekenis van de titel van de module en maak hierin duidelijk wat de relatie is met de vakken biologie en scheikunde.

De Wereldgezondheidsorganisatie adviseert moeder om minimaal 6 maanden borstvoeding te geven. In de Westerse wereld start 80% van de moeders met borstvoeding. Na 6 maanden blijkt slechts nog een kwart van moeders dit te doen.

2. Noem twee factoren die van invloed kunnen zijn op de duur van de periode waarin moeders in de westerse wereld hun baby volledige borstvoeding geven.

Voor moeders die geen borstvoeding willen geven is er kunstmatige voeding op de markt, ook wel flesvoeding genoemd. Deze poedermelk wordt gemaakt uit koemelk. Tijdens het productieproces worden alle componenten uit de koemelk van elkaar gescheiden en vervolgens worden ze weer bij elkaar gevoegd in de juiste samenstelling.

3. Leg uit waarom baby's geen koemelk kunnen drinken.

Melk is een emulsie van eiwitten, vetten, koolhydraten, vitamines en mineralen

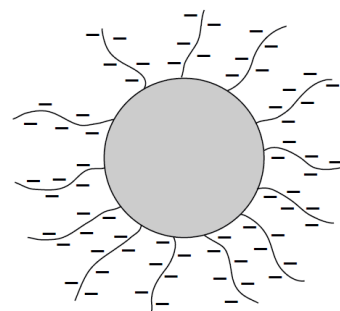
in water. Flesvoeding wordt gemaakt uit koemelk. Voordat de melk de fabriek in komt wordt deze getest op sporen van antibiotica. Indien deze worden gevonden dan wordt de gehele partij melk afgekeurd.

4. Leg uit waarom een fabriek als Campina koemelk dat sporen van antibiotica bevat afkeurt als grondstof voor flesvoeding.

In de fabriek wordt na afoming een stremsel toegevoegd. Dit stremsel bevat melkzuurbacteriën. Deze zetten het aanwezige lactose (melksuiker) om in melkzuur. Hierdoor wordt de melk zuur en gaan de melkeiwitten samenklonteren. Het stremsel bevat ook het enzym chymosine. Dit enzym "knipt" een gedeelte van de eiwitmoleculen af. Hierdoor klonteren de eiwitten steviger samen. Het gevolg is een dikker mengsel, de wrongel, waarvan kaas te maken is. Er is maar een klein beetje stremsel nodig om er voor te zorgen dat wrongel ontstaat. Het restproduct wordt wei genoemd.

5. Geef de reactievergelijking van de vorming van melkzuur uit lactose. Melkzuur is hierbij het enige reactieproduct. Naast lactose is er nog een andere stof die reageert. Noteer de molecuulformules.
6. Leg uit waarom er maar een kleine hoeveelheid stremsel nog is om een grote hoeveelheid melk te bewerken tot kaas en wei.

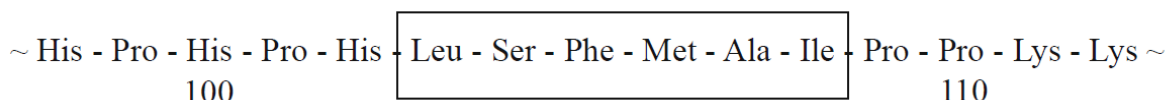
De melkeiwitten bestaan uit caseïne-eiwitten en zogenaamde wei-eiwitten. Deze eiwitten zweven als zogeheten micellen in de waterige vloeistof (zie figuur 1). De 'staarten' aan de buitenkant van de micel bestaan ook uit aminozuren. Dit zijn voornamelijk glutaminezuureenheden. In melk is de pH rond de 6,7. Hierdoor ontstaan er COO^- groepen, welke zwak basisch zijn. Door deze negatief



geladen staarten stoten de micellen elkaar af en blijven ze in oplossing. Wanneer de pH onder de 4,9 daalt, worden de staarten elektrisch neutraal.

7. Bereken de $[H_3O^+]$ bij een pH = 4,9.
8. Verklaar waarom de 'staartjes' elektrisch neutraal worden als gevolg van de pH daling.

Het afknippen door het enzym chymosine is een hydrolyse reactie en vindt plaats tussen de aminozuureenheden van fenylamine en methionine in de 'staartjes' van de eiwitmoleculen. De aminozuren 98 tot en met 112 van een molecuul caseïne zijn hieronder weergegeven.



Het omkaderde gedeelte van een molecuul caseïne bevindt zich in de holte van het enzym, waar de reactie optreedt, het zogenaamde actieve centrum. In een molecuul caseïne wordt de peptidebinding tussen fenylalanine op plaats 105 en methionine op plaats 106 verbroken.

9. Leg op microniveau uit welke groepen er in het actieve centrum van chymosine aanwezig zullen zijn op de staart op die specifieke plek te kunnen knippen.
10. Geef de reactievergelijking voor de hydrolyse van het fragment $\sim\text{Phe-Met}\sim$. Noteer alle organische verbindingen in structuurformules.

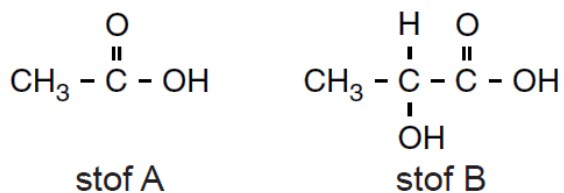
Bij een onderzoek naar de hechting van caseïnemoleculen aan chymosine is een aantal peptiden gesynthetiseerd. Deze peptiden zijn gebruikt als substraat voor het enzym.

Peptiden worden gemaakt uit aminozuren. Als men één soort dipeptide, bijvoorbeeld Ala-Ile, wil maken uit een mengsel van beide aminozuren, kunnen naast Ala-Ile nog andere dipeptiden ontstaan.

11. Geef de afkortingen van de dipeptiden die, behalve Ala-Ile, ontstaan als men dipeptiden maakt uit een mengsel van Ala en Ile.

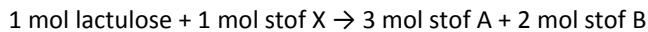
Het restproduct van deze melk de wie bevat veel lactose. Een van de nuttige producten die uit lactose wordt gemaakt, is lactulose. Lactulose is net als lactose een disaccharide met de molecuulformule $C_{12}H_{22}O_{11}$. Het wordt als middel gegeven bij verstopping van de dikke darm. Lactulose wordt niet afgebroken in de mond, in de maag of in de dunne darm. In de dikke darm wordt lactulose door

darmbacteriën omgezet tot de stoffen met de volgende structuurformules:



12. Geef de systematische naam van stof A.

De vergelijking van de omzetting van lactulose onder invloed van darmbacteriën kan schematisch (in woorden) met de volgende vergelijking worden weergegeven:



13. Wat is de formule van stof X? Laat zien hoe je aan je antwoord komt.

De werking van lactulose als middel tegen verstopping van de dikke darm berust volgens een voorlichtingsfolder op het vasthouden van water door de stoffen A en B. Dit komt door de vorming van waterstofbruggen. Door het vasthouden van water neemt het volume van de darminhoud toe en wordt de ontlasting zachter.

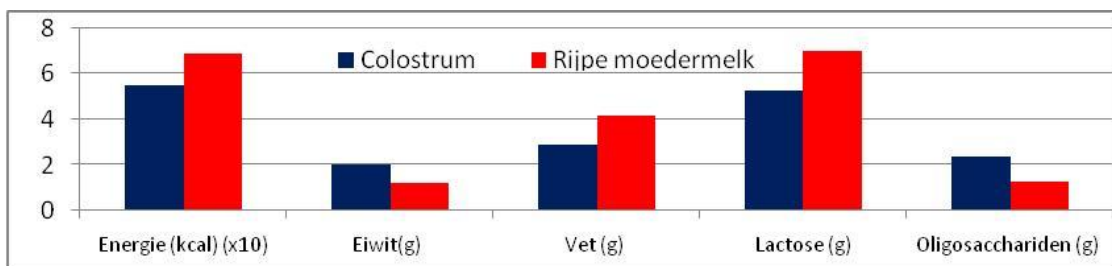
14. Laat aan de hand van een tekening zien hoe twee watermoleculen door middel van waterstofbruggen gebonden kunnen zijn aan een molecuul van stof B.

Het ontstaan van de stoffen A en B uit lactulose zorgt ook voor een verandering van de pH van de darminhoud. Zowel het grotere volume van de darminhoud als de verandering van de pH hebben tot gevolg dat de darmen geprikkeld worden om harder te werken.

15. Leg uit of door het ontstaan van stoffen A en B uit lactulose de pH van de darminhoud hoger of lager wordt.

Borstvoeding

De samenstelling van moedermelk verschilt per vrouw, maar ook afhankelijk van de fase van zogen. In onderstaand figuur 2 is de samenstelling van moedermelk in de eerste fase direct na de geboorte (het colostrum) en een latere fase (rijpe moedermelk) weergegeven. Deze samenstelling is afgestemd op de ontwikkeling van de darmen van de baby.



Figuur 2: samenstelling moedermelk

16. Verklaar het verschil in samenstelling aan de hand van de ontwikkeling van darmen bij baby's.
17. Welke voedingsstoffen dragen het meeste bij aan de energielevering. Verklaar met behulp van de gegevens uit figuur 2.

Recente studies tonen aan dat met name de oligosacchariden aanwezig in moedermelk goed zijn voor de ontwikkeling van een baby.

18. Geef twee mogelijke positieve effecten van deze oligosacchariden.

Het onderzoek naar deze slimme koolhydraten, de oligosacchariden, is een innovatief onderzoek dat dankzij nieuwe technieken heeft kunnen ontwikkelen.

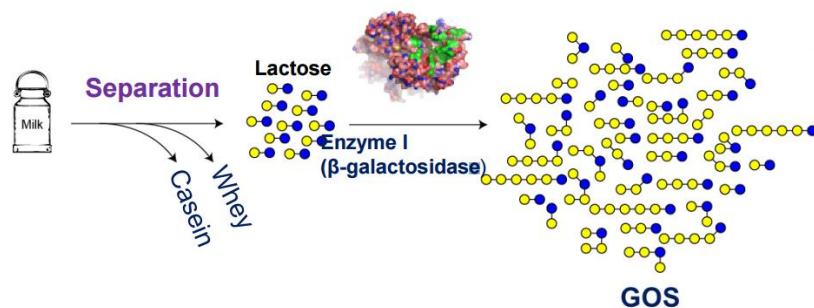
19. Leg uit welke techniek(en) in het vaststellen van het microbiom van belang zijn geweest.
20. Wat maakt het experimenteren en onderzoek doen aan het microbiom op laboratoriumschaal zo complex.

De basis van de oligosachariden wordt gevormd door een glucose en een galactose molecuul welke via een glycosidebinding $\beta 1,4$ aan elkaar zijn gekoppeld.

21. Teken de structuurformule van de basis van de oligosachariden. Geef hierin duidelijk de posities van de OH groepen weer en de $\beta 1-4$ koppeling.
22. Leg uit waarom er meerdere stereoisomeren mogelijk zijn van een monosacharide. Licht dit toe met behulp van een getekende structuurformule.

Friesland Campina heeft een techniek ontwikkeld om uit koemelk specifieke oligosachariden de zgn GOS te maken welke vergelijkbaar zijn aan die in borstvoeding. In figuur 3 staat het productieproces schematisch weergegeven. Er ontstaat een grootte variatie in oligosachariden. Deze variatie kan worden verklaard door het mechanisme van het productieproces van lactose naar GOS.

23. Maak met behulp van een beschrijving van het proces duidelijk dat er een dergelijke variatie zal optreden.



Figuur 3: Productieproces van GOS

Het toevoegen van GOS aan flesvoeding verbeterd de kwaliteit van dit product. Toch mag Friesland Campina in Nederland en de rest van Europa geen reclame voeren voor flesvoeding onder de 6 maanden. Echter in ontwikkelingslanden en andere landen als China gebeurt dit wel. De WHO wil hier graag een wereldwijd verbod op zien.

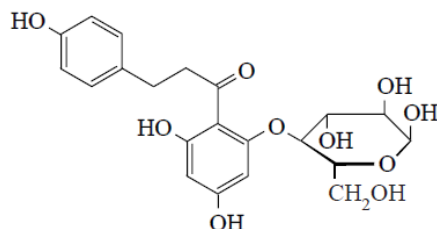
24. Noem twee argumenten waarom de WHO een wereldwijd verbod op reclame voor flesvoeding onder de 6 maanden wil hebben.

Lactose-intolerantieⁱ

Lactose is het belangrijkste koolhydraat in melk. Het is een disacharide, waarvan de schematische structuurformule is te vinden in Bina. De eerste stap in de omzetting van lactose in de spijsvertering is hydrolyse. Deze hydrolyse wordt gekatalyseerd door het enzym lactase. In het actieve centrum voor deze hydrolyse speelt een glutaminezuureenheid op positie 405 in het enzym een belangrijke rol. Deze eenheid wordt op positie 404 geflankeerd door een threonine-eenheid en op positie 406 door een asparagine-eenheid. De aminozuureenheid op positie 1 is het amino-uiteinde van het eiwitmolecuul.

25. Geef het hierboven beschreven fragment uit het enzym lactase in structuurformule weer.

Het is gebleken dat lactase behalve de hydrolyse van lactose, ook de hydrolyse van phlorizine katalyseert. Phlorizine komt onder andere voor in appels. De structuurformule van phlorizine kan als volgt worden weergegeven:



De hydrolyse van phlorizine verloopt op vergelijkbare wijze als de hydrolyse van een disacharide als lactose.

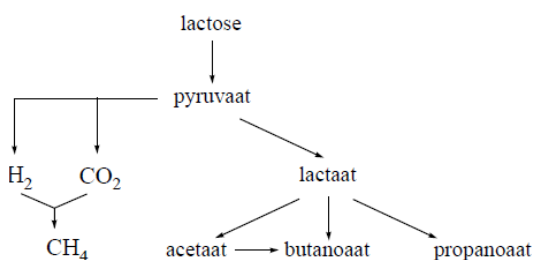
26. Geef de reactievergelijking voor de hydrolyse van phlorizine. Gebruik in je reactievergelijking dezelfde soort schematische structuurformules als in bovenstaande structuurformule.

Enzymen hebben een specifieke werking. Het feit dat lactase twee verschillende stoffen kan omzetten, lijkt hiermee in tegenspraak.

27. Geef een mogelijke verklaring voor het feit dat lactase deze twee verschillende stoffen kan omzetten.

Lactase is werkzaam in de dunne darm. Bij 10% van de blanke West-Europeanen en 90% van de Aziaten blijkt het enzym lactase niet of onvoldoende in de dunne darm aanwezig te zijn. Ten gevolge daarvan veroorzaakt voeding die lactose bevat bij deze mensen darmklachten zoals buikpijn, een opgeblazen gevoel en diarree. Men noemt dit lactose-intolerantie.

Lactose, die niet in de dunne darm is afgebroken, kan in de dikke darm worden omgezet met behulp van micro- organismen. In een artikel over lactose-intolerantie staat een schematische weergave van deze omzetting



In figuur 1 is te zien dat ook gassen ontstaan. De ontstane gassen zijn waarschijnlijk de oorzaak van een opgeblazen gevoel bij mensen, die aan lactose-intolerantie lijden. Eén van die gassen is waterstof. Een veel toegepaste methode om lactose-intolerantie vast te stellen, is de zogenoemde waterstof-ademtest. Een klein percentage van de waterstof, die bij de omzetting van lactose ontstaat, wordt door de proefpersoon uitgeademd.

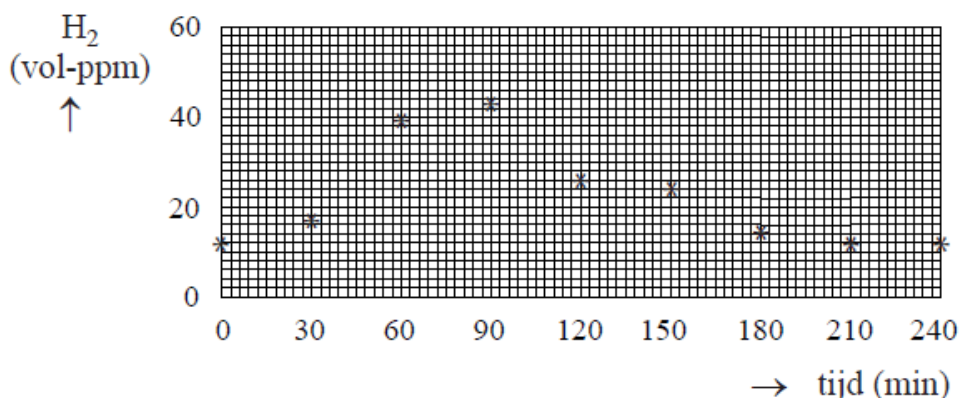
De waterstof-ademtest gaat als volgt.

- Voorafgaand aan de test eet en drinkt de proefpersoon een aantal dagen volledig lactosevrij.
- In de eerste meting na deze dagen wordt bepaald hoeveel volume-ppm waterstof de proefpersoon uitademt (de zogenoemde nulmeting).

- Na de nulmeting drinkt de proefpersoon een oplossing met daarin 50 g lactose.
- Vervolgens wordt gedurende enkele uren elk half uur gemeten hoeveel
- waterstof (in volume-ppm) de proefpersoon uitademt.

De test is positief, dat wil zeggen wijst op lactose-intolerantie, wanneer op enig moment 20 volume-ppm waterstof meer wordt afgelezen dan bij de nulmeting. De nulmeting is nodig omdat waterstof ook kan ontstaan als omzettingsproduct van eiwitten en andere koolhydraten dan lactose.

Bij een bepaalde proefpersoon is de waterstof-ademtest uitgevoerd. De gemeten waarden zijn weergegeven in onderstaand diagram.



28. Leid met behulp van het diagram af of de resultaten van de waterstof-ademtest wijzen op lactose-intolerantie van de proefpersoon.

Bij onderzoek naar de hoeveelheid waterstof die in aanwezigheid van micro-organismen in de dikke darm uit lactose kan ontstaan, heeft men gevonden dat uit 1,0 mol lactose 5,5 mol H₂ kan ontstaan. Bij de waterstof-ademtest blijkt dat van de mogelijke hoeveelheid waterstof die kan ontstaan uit de 50 g lactose maar een zeer gering deel in de uitgeademde lucht terecht komt.

29. Bereken hoeveel procent van de hoeveelheid waterstof, die uit 50 g lactose kan worden gevormd, deze proefpersoon gedurende de eerste drie uren van het onderzoek heeft uitgeademd. Ga daarbij uit van de volgende gegevens:
- de uitgeademde lucht van de proefpersoon, waarvan de meetgegevens in het diagram zijn weergegeven, bevatte in de eerste drie uren van het onderzoek gemiddeld 27 volume-ppm waterstof;
 - de proefpersoon ademt per minuut gemiddeld 5,0 dm³ lucht uit;
 - het molair volume van een gas is tijdens de proefomstandigheden 24,0 dm³ mol⁻¹.

Een van de oorzaken voor de geringe hoeveelheid waterstof die in de uitademing wordt gevonden, is dat waterstof in de dikke darm weer kan worden omgezet. Daarvoor zijn verschillende routes gevonden, waarvan de belangrijkste in figuur 1 is aangegeven. Daarbij ontstaat één andere stof die niet in het schema is opgenomen.

30. Leg uit of het opgeblazen gevoel bij een lactose-intolerant persoon toeneemt of afneemt of gelijk blijft, naarmate een groter deel van de ontstane waterstof wordt omgezet tot methaan. Gebruik in je uitleg een reactievergelijking, afgeleid uit het schema in figuur 1.

ⁱ VWO 2010-2