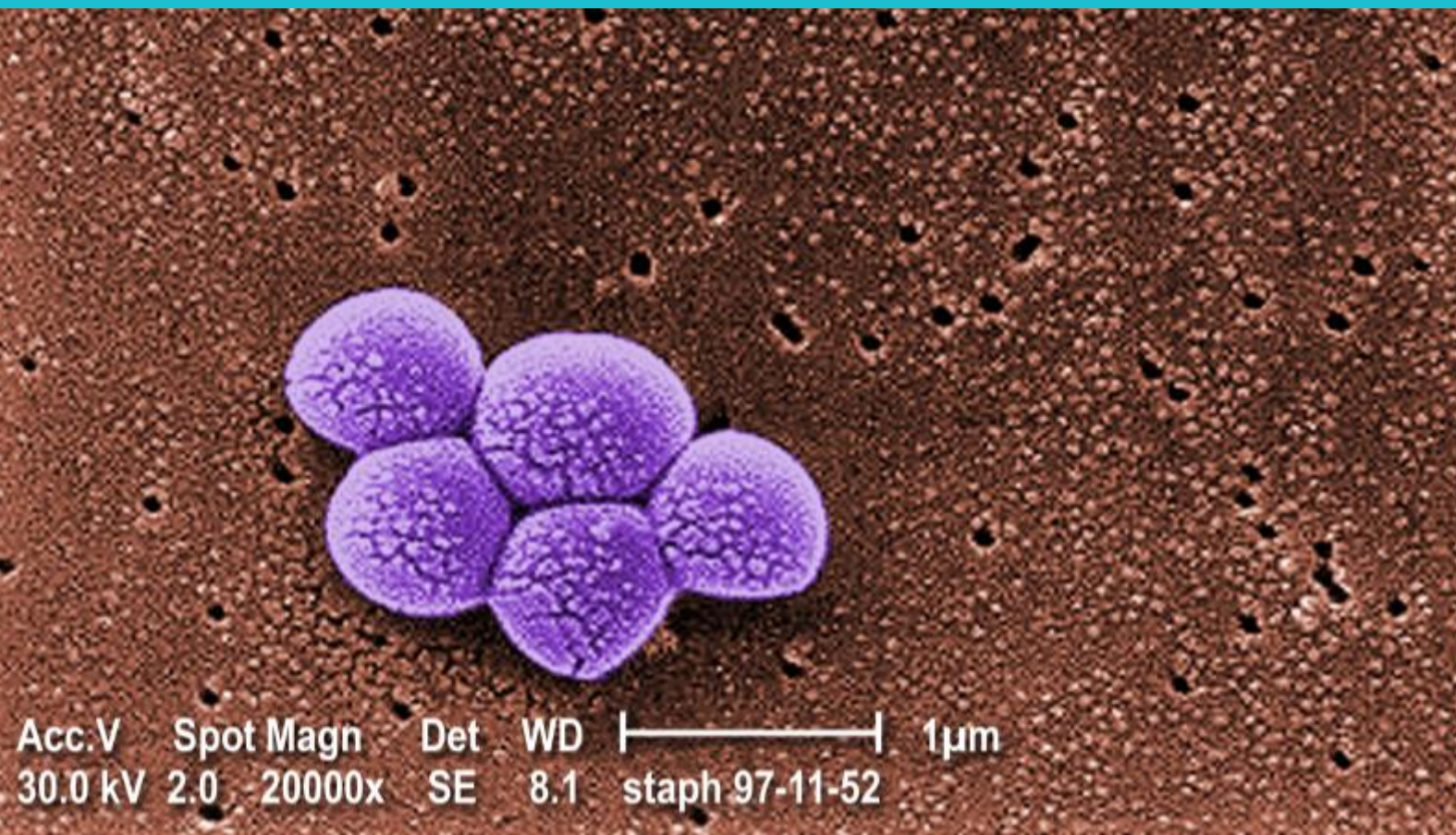




Toepassingen van nanotechnologie



Problemen met ziekenhuisinfecties



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, ACTOVITY 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

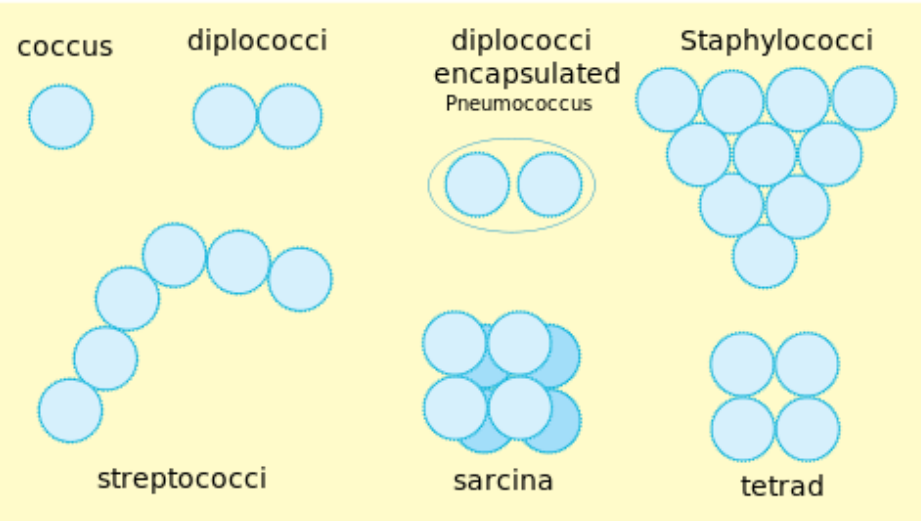
Oorspronkelijke bewerking: Bogazici Universiteit, Istanbul, Turkije

Nederlandse bewerking Jan Apotheker, Science LinX, Rijksuniversiteit Groningen

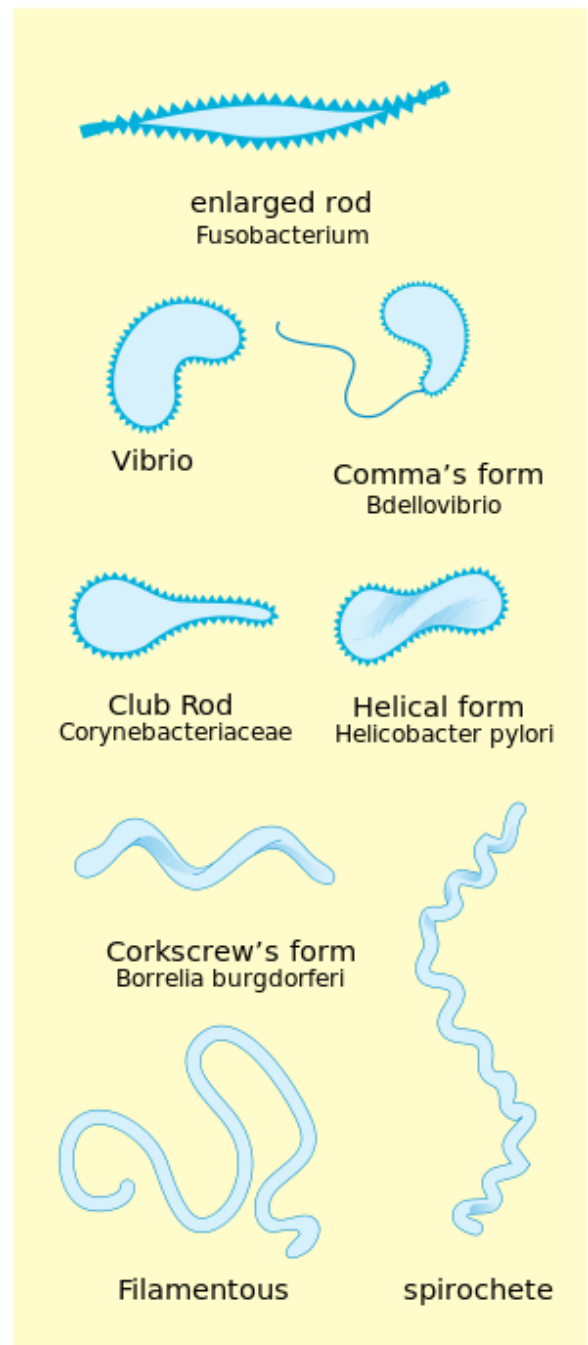
Deze module kan gebruikt worden in klas 4 of 5 van het voortgezet onderwijs

Kernwoorden: infectiebestrijding, nanotechnologie, wetenschap en maatschappij, gezondheidszorg

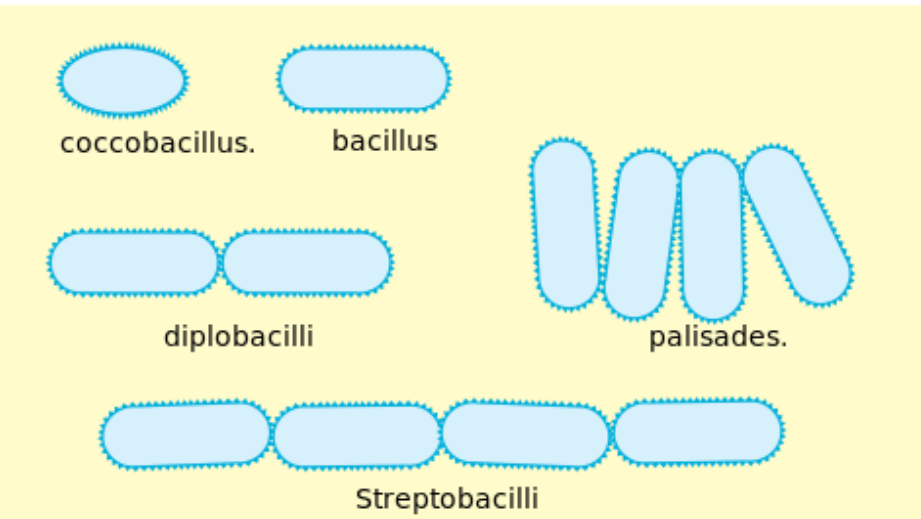
Cocci



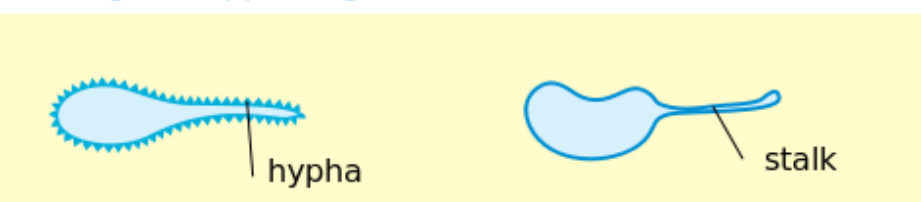
Others



Bacilli



Budding and appendaged bacteria



Soorten bacteriën (foto van wikipedia, evenals de foto op de voorpagina)

Foto voorpagina MRSA bacterie

Toepassingen van nanotechnologie

Zilvernanodeeltjes hebben een desinfecterende werking. Op het moment dat antibiotica niet meer werken, kan wellicht nanozilver een oplossing bieden

1. **Inleiding** 10
wat zijn ziekenhuisinfecties
2. **Grootte en
schaal** 19
[subtitle]
3. **opperlakte en
inhoud** 30
[subtitle]
4. **zichtbaar
maken van
nanodeeltjes** 39
[subtitle]
5. **[title]** [page]
[subtitle]

6. [title]
[subtitle]

[page]

7. [title]
[subtitle]

[page]

1

Wat zijn
ziekenhuis
infecties?

Ziekenhuisinfecties

Door de docent ben je ingedeeld in een groep van drie. Vul op het werkblad de namen van jezelf en de groepsleden in.

Kies een naam voor je groep.

Deze lessenserie gaat over infecties die in ziekenhuizen kunnen optreden. Jullie gaan in deze module na wat je daar eventueel tegen zou kunnen doen.

Lees eerst de informatie die het Jeroen Bosch ziekenhuis in Brabant heeft geschreven over ziekenhuisinfecties:



(<http://www.jeroenboschziekenhuis.nl/Publicaties/122799/Tien-veel-gestelde-vragen-over-ziekenhuisinfecties>)



Jeroen Bosch Ziekenhuis

1. Hoe ontstaan infecties bij mensen?

Een infectie is de situatie als een micro-organisme na een besmetting schade veroorzaakt bij de mens. Micro-organismen zijn onder andere bacteriën, virussen, schimmels en parasieten. Je kunt ze met het blote oog niet zien. We onderscheiden grofweg twee groepen micro-organismen:

- **Commensalen:** dit zijn bacteriën die we bij ons dragen zonder dat we daar last van hebben. Onder bepaalde omstandigheden kunnen deze bacteriën opspelen en een infectie veroorzaken, zoals een blaasontsteking die wordt veroorzaakt door de eigen darmbacteriën.
- **Pathogenen:** dit zijn micro-organismen die ziekte veroorzaken als ze worden overgedragen van mens op mens of dier op mens, bijvoorbeeld tuberculose, EBOLA-virus en Q-koorts.

Infecties kunnen ontstaan door bacteriën die al bij de patiënt aanwezig waren. Dit is bijvoorbeeld vaak het geval bij een blaasontsteking, die wordt veroorzaakt door darmbacteriën die al bij de patiënt horen. Infecties kunnen ook ontstaan door besmetting via andere personen (griep), dieren (Q-koorts) of omgevingsfactoren en voedsel (buikgriep).

2. Wat betekent het 'overdragen' van een bacterie?

'Overdragen' houdt in dat een micro-organisme contact maakt met een ander lichaam. De meeste micro-organismen veroorzaken geen ziekte of infectie. Het is vaak heel erg onvoorspelbaar waarom in vrijwel gelijke situaties de ene persoon wel ziek wordt, en de andere niet.

3. Wat is een resistente bacterie?

Een resistente bacterie is een bacterie die ongevoelig is voor de standaard antibiotica. Veel mensen dragen deze bacterie in de huid, in de neus of in de darmen zonder dat ze er ziek van worden. Er zijn andere antibiotica beschikbaar om eventuele infecties te behandelen. Ook voor resistente bacteriën geldt dat ze zelden een infectie veroorzaken.



vervolg

4. Wat is een ziekenhuisbacterie?

Een ziekenhuisbacterie is eigenlijk een verwarrende term. We bedoelen er resistente bacteriën mee, dus bacteriën die ongevoelig (resistent) zijn voor de standaard antibiotica, en die de neiging hebben zich gemakkelijk te verspreiden in het ziekenhuis. Voorbeelden zijn de MRSA en VRE.

bij patiënten ontstaan omdat ze vatbaarder zijn omdat ze verzwakt zijn, bijvoorbeeld een longinfectie bij iemand die op de intensive care aan de beademing ligt.

Er zijn veel mensen die helemaal niet in een ziekenhuis zijn geweest maar toch resistente bacteriën bij zich dragen. Overdracht vindt dan onder andere via voedsel of contact met dieren plaats. De VRE en Vee-MRSA zijn hier voorbeelden van. In het ziekenhuis proberen we er alles aan te doen om verspreiding van deze bacteriën te voorkomen. Dit is soms heel lastig, omdat patiënten zonder dit te weten deze bacteriën met zich meenemen in het ziekenhuis. Zie ook vraag 8.

5. Wat is een ziekenhuisinfectie?

Een ziekenhuisinfectie is een infectie die is ontstaan in het ziekenhuis, minimaal 48 uur ná opname in het ziekenhuis. Er zijn verschillende soorten ziekenhuisinfecties:

- infecties die direct het gevolg zijn van een ingreep, bijvoorbeeld een wondinfectie;
- infecties die niets met de behandeling te maken hebben, maar bij toeval in het ziekenhuis ontstaan, net zoals dat in de thuissituatie gebeurt;
- infecties die

6. Wat doet het ziekenhuis om ziekenhuisinfecties te voorkómen?

Er zijn enkele bijzondere aspecten in deze situatie. Er komen veel mensen naar ziekenhuis die een infectie hebben en die daardoor een bron kunnen zijn voor infecties bij anderen (patiënten en medewerkers). Patiënten worden intensief verpleegd in het ziekenhuis en in deze situatie kunnen verpleegkundigen besmet raken en infecties overdragen aan andere patiënten.

Infectiepreventie is gericht op het voorkómen van infectieziekten in het ziekenhuis. Dit gebeurt door middel van algemene hygiënische maatregelen zoals:

- het desinfecteren (ontsmetten) van de handen na patiëntencontact;
- vaccinatie van medewerkers, bijvoorbeeld tegen griep;
- het toedienen van antibiotica als voorzorg voorafgaand aan een operatie
- isolatiemaatregelen.



vervolg

7. Waarom is strenge hygiëne zo belangrijk in het ziekenhuis?

- Veel mensen die naar het ziekenhuis komen, hebben een infectie en kunnen daardoor een bron zijn voor infecties bij anderen (patiënten en medewerkers).
- Patiënten in het ziekenhuis zijn vatbaarder voor infecties omdat ze net geopereerd zijn of omdat ze medicijnen krijgen waardoor de weerstand tegen

infecties afneemt.

- In het ziekenhuis kunnen infecties op dezelfde manier ontstaan als buiten het ziekenhuis. Maar omdat patiënten in het ziekenhuis kwetsbaar zijn, worden uitgebreide maatregelen genomen om patiënten te beschermen tegen dit risico. Ook in het ziekenhuis is het vaak heel erg onvoorspelbaar waarom in vrijwel gelijke situaties de ene persoon wel ziek wordt in de andere niet.

8. Wanneer heb ik een verhoogde kans om drager te zijn van een resistente bacterie?

De kans dat u een resistente bacterie bij u draagt, is groter als:

u in de afgelopen twee maanden opgenomen bent geweest in een buitenlandse zorginstelling;

- u in een buitenlandse zorginstelling een behandeling heeft ondergaan;
- u in contact komt met beroepsmatig gehouden levende varkens, vleeskalveren of vleeskuikens (bijvoorbeeld als u varkens-, kalver-, of pluimveehouder bent, veearts, medewerker slachthuis);
- u ooit besmet bent geweest met een resistente bacterie;
- u in contact komt met een drager van een resistente bacterie.

9. Wat moet ik doen als ik een verhoogde kans heb om drager te zijn van een resistente bacterie?

Als u van uzelf weet dat u drager bent van een resistente bacterie, dan is het van belang dat u dit meldt als u wordt opgenomen in het ziekenhuis. Via onder meer posters, flyers en berichtgeving in brochures en op de website vraagt het Jeroen Bosch Ziekenhuis hier voortdurend aandacht voor.



vervolg

10. Is er een kans dat ik een infectie krijg in het ziekenhuis door een resistente bacterie?

Het ziekenhuis doet er alles aan om overdracht en verspreiding van resistente bacteriën tegen te gaan. Meer over de voorzorgsmaatregelen leest u . Resistente bacteriën veroorzaken slechts zelden een infectie. Het is uitzonderlijk dat iemand heel erg ziek wordt of zelfs overlijdt door een infectie die is veroorzaakt door een resistente bacterie.

Bekijk dan het voorlichtingsfilmpje over de achtergrond van de MRSA bacterie

<https://youtu.be/nyFZiixEafw>

Beantwoord nu de volgende vragen:



vragen

Bespreek en beantwoord de volgende vragen met je groep.

1. Welke termen over ziekenhuisinfecties zijn je in het filmpje en de website opgevallen? Schrijf die termen op waarvan je niet zeker weet wat ze betekenen.
2. Wat zouden de oorzaken kunnen zijn van de verspreiding van ziekenhuisinfecties? Schrijf ze op.
3. Hoe kunnen de openbare gebieden, zoals de ziekenhuislift, de toiletten en deurklinken regelmatig gedesinfecteerd en steriel gehouden worden?



Er zijn enorm veel antibiotica. Het probleem is dus dat bacteria daar resistent tegen kunnen worden.

Er zijn andere methoden om bacteriën te doden zoals steriliseren (verhitten boven 120 graden). Anderen maken gebruik van giftige stoffen, zoals alcohol, zie bijvoorbeeld:

https://youtu.be/2-1gcpy5_9M

Een toepassing die al langer werd gebruikt maar weer populair begint te worden is het gebruik van nanozilver. Zie bijvoorbeeld: <https://youtu.be/bvKZziRVXa8>

In de brochure op de volgende bladzijde wordt daar wat informatie over gegeven.

Bekijk de brochure en beantwoord de vraag 4 van werkblad 1.

Regelmatig zijn er berichten over infecties die in ziekenhuizen optreden

Wat is de achtergrond van die infecties, waar komen ze vandaan?

en

hoe kan je die infecties voorkomen?



Aanbevelingen voor het voorkomen van ziekenhuis infecties

www.sciencelins.nl
www.irresistible-project.eu

Proje No: 612367





Wasmachines die gebruik maken van nanozilver

Bacteriën in textiel worden gedood als

de was gedaan wordt in een wasmachine die zilver-ion technologie gebruikt waarbij nano zilverdeeltjes worden toegevoegd tijdens de laatste spoelbeurt.



Antibacteriële nanocoating voor oppervlaktes

Het doel van een antibacteriële nanocoating op veel aangeraakte oppervlakten in openbare ruimtes is het voorkomen van (ziekenhuis)infecties.

Koelkasten die de zilver-iontechnologie gebruiken



Gekoeld voedsel blijft veel langer goed, dankzij het vrijkomen van antibacteriële zilver nanodeeltjes in de koelkast.

Antibacteriële nanotextiel



Textiel gemaakt met met antibacteriële nanodeeltjes geïmpregneerde vezels

Air-conditioners die gebruik maken van nano zilver



Een antibacteriële zilver ion filter in de air-conditioner zorgt voor gesteriliseerde lucht



Materiaal bedekt met antibacteriële nanodeeltjes

Medisch gebruiksmateriaal behandeld met antibacteriële nanodeeltjes om bacteriële infecties te voorkomen



Reinigingsproducten met zilver nanodeeltjes

Dankzij hun antibacteriële eigenschappen, zorgen reinigings producten met zilver nanodeeltjes voor oppervlakken zonder bacteriën.

Anti bacteriële nanoverf

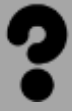
Antibacteriële nanoverf is special geschikt om ook op de muren bacterie groei te voorkomen.



Nanocoating op gebruikseenheden in het ziekenhuis



Antibacteriële nanocoating op apparaten in het ziekenhuis voorkomt bacteriële groei op de buitenkant van de apparaten



opdracht

4. Bespreken van de brochure

- Een groep wetenschappers die onderzoek doen naar nanotechnologie, heeft aan het management van het ziekenhuis een aantal voorstellen gedaan om nanozilver te gaan gebruiken.
- Bestudeer met je groepje de brochure met daarin de voorstellen aan het ziekenhuismanagement.
- Het ziekenhuismanagement bestudeert de voorstellen in de brochure en er ontstaan twee groepen, beide met hun eigen ideeën. :
 - Zij die het ermee eens zijn
 - Zij die het er niet mee eens zijn
- a. Wat zou het ziekenhuismanagement volgens jou moeten doen?
Zouden ze de voorstellen van de onderzoeksgroep moeten accepteren, of juist niet? Waarom wel/niet?
- De hoofddarts van het ziekenhuis besluit dat elk idee over het gebruik van nanoprodukten in detail overwogen moet worden en dat een commissie moet worden opgericht om de voordelen en risico's van de voorstellen te evalueren.
- b. Jullie worden lid van die commissie en geven aan het eind van deze module een advies



Leerdoelen 1-Wat zijn ziekenhuisinfecties?

Als het goed is kun je nu:

- de oorzaken van ziekenhuisinfecties te benoemen,
- mogelijkheden voor de preventie van ziekenhuisinfecties bespreken, uitleggen dat één mogelijke preventiestrategie bij ziekenhuisinfecties het gebruik van producten met zilveren nanodeeltjes is.

2

Grootte en Schaal

Grootte en Schaal

Hoe groot zijn nanodeeltjes eigenlijk?

Op welke schaal gebruiken we die deeltjes?



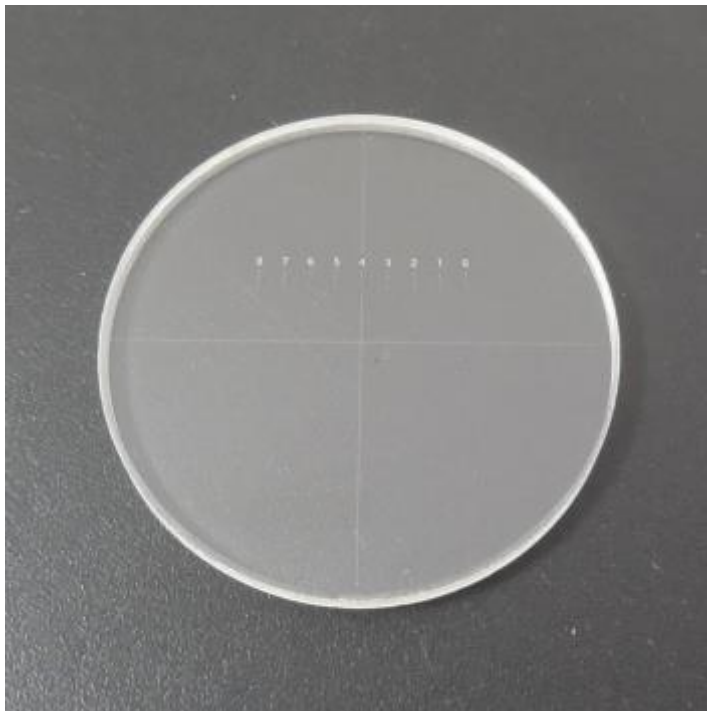
Nanodeeltjes

Nanodeeltjes zijn deeltjes met een grootte van 10 nm tot 100 nm.

Maar wat betekent dat nu eigenlijk?

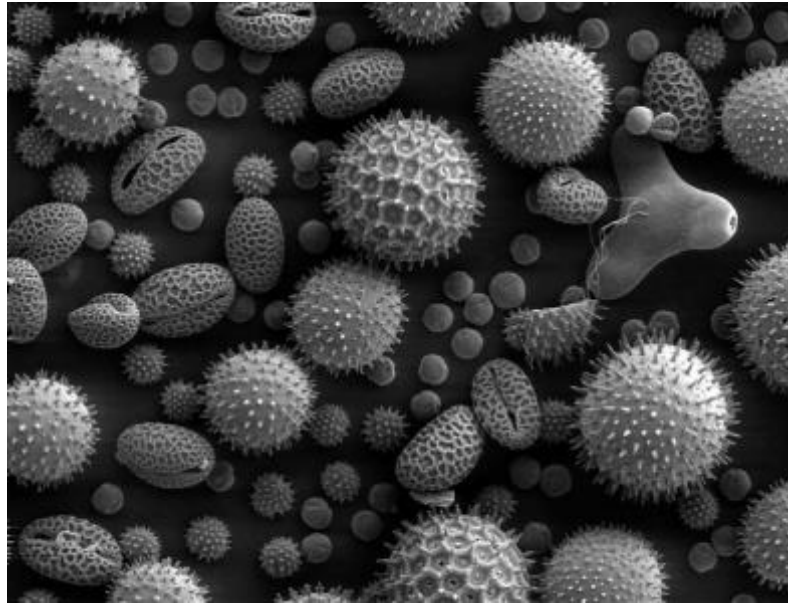
De indeling van je geodriehoek is in millimeters. Met een beetje goede wil kan je de grootte van iets afschatten op 0,1 mm. Dat is 100 μm (micrometer).

1 μm kan je nog net zien onder een microscoop. Hieronder zie je een plaatje zoals je dat door een microscoop zou zien.



figuur 1. Plaatje microscoop

Een nanometer is nog 1000 keer zo klein. Je nagels groeien ongeveer 1 nanometer per seconde. Iets met die grootte is niet zomaar zichtbaar te maken. Daar zijn speciale apparaten voor nodig. Je krijgt dan een plaatje zoals hieronder:



Figuur 2. Plaatje elektronenmicroscop

Het is niet zo makkelijk je precies voor te stellen hoe groot een nanometer precies is.

Om een beeld te krijgen van de schaal kan je een video bekijken, dat al in 1977 is ontwikkeld:

<https://vimeo.com/75568649> .

voorwerp	afmeting
Een tennisbal heeft een doorsnede van ongeveer	6 cm.
De plug van je koptelefoonaansluiting is ongeveer 10 keer zo klein,	3.5 mm
Vislijn 14/100 heeft een dikte van	140 μm
Een haar is tussen de	60 en 120 μm
Aluminiumfolie is ongeveer,	12 μm dik
een bloedcel ongeveer	7 μm
de grootte van ultrafijnstof is ongeveer	100 nanometer
Een celmembraan is ongeveer	10 nm dik.
DNA heeft een doorsnede van ongeveer	3 nm
Atomen hebben een afmeting in de orde van	0.1 nanometer

Zichtbaar licht heeft een golflengte tussen de 400 en 800 nanometer. Iets wat kleiner is dan 400 nanometer kan je dan ook niet meer zien, want dat weerkaatst geen licht. Om toch een beeld te krijgen van deeltjes die kleiner zijn wordt onder andere gebruik gemaakt van een 'Atomic Force Meter'. Daarmee kan je deeltjes tot een schaal van ongeveer 10 nanometer zichtbaar maken. Een AFM bestaat uit een kleine naald, die aangetrokken wordt door het oppervlak van een stof. Door de naald over het oppervlak te trekken krijg je een beeld van het oppervlak van een stof. Zoek de grootte/ diameter van de dingen op de volgende twee pagina's op en rangschik ze naar grootte in het werkblad.

Rode bloed cel
24



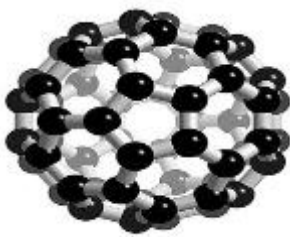
Bacterie



Basketbal



Buckybal



HIV Virus



luis



Caffeine Molecuul


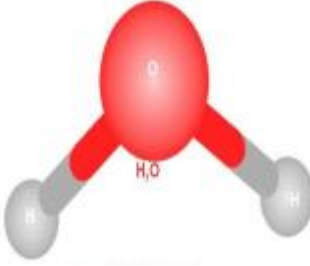



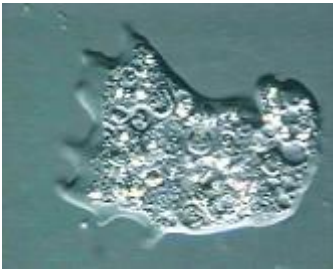


Mier



Parkiet



Munt 	Water Molecuul 	Glucose Molecuul 
Vliegtuig 	Giraffe 	Koolstof nanotube 
Chromosoom 	Mitochondrium 	Amoebe 

Grootte is een belangrijke eigenschap

De grootte van objecten heeft invloed op de eigenschappen en vooral de relatie met de omgeving.. Dat kun je ook zien op de volgende video:

<https://youtu.be/PtlgzBhOYZA>

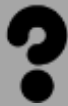


Groter worden

Je bekijkt nu een filmpje bekijken over groter worden. Bespreek onderstaande vraag in je groepje om je te helpen je verwachtingen duidelijk op te schrijven

- a. Stel je voor dat je tien keer groter zou worden dan je nu bent. Hoe zou jouw interactie met de levende en niet-levende dingen op de wereld daardoor veranderen?
- b. Hoe lang is Gulliver volgens jou in de film?
- c. Wat zag je veranderen aan de manier waarop de figuren in de film omgaan met elkaar en met hun leefomgeving?
- d. Wat zijn de verschillen en/of de overeenkomsten tussen wat jij eerder als verwachtingen opschreef en wat je in de film zag?

Andersom kan natuurlijk ook: Bekijk maar youtu.be/i8HtuF5kGUw . Beantwoord nu de vragen onder 2.2



Kleiner worden

2.1 Je gaat eerst een filmpje bekijken over kleiner worden dan je omgeving. Bespreek onderstaande vraag in je groepje om je te helpen je verwachtingen duidelijk op te schrijven

- a. Stel je voor dat je tien keer groter zou worden dan je nu bent. Hoe zou jouw interactie met de levende en niet-levende dingen op de wereld daardoor veranderen?
- b. Hoe groot zijn de kinderen die in de film kleiner worden volgens jou?
- c. Wat zag je veranderen aan de manier waarop de mensen in de film omgaan met elkaar en met hun leefomgeving?
- d. Wat zijn de verschillen en/of de overeenkomsten tussen wat jij eerder als verwachtingen opschreef en wat je in de film zag?

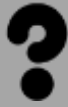
Wat is schaal?

Je gebruikt illustraties op schaal om je een voorstelling te maken van een object of van een iets wat je wilt bestuderen, als je wat je wilt bestuderen te groot of te klein is. Je bekijkt zelf het makkelijkst illustraties die ongeveer een half A4 groot zijn. Dat is nog overzichtelijk. Als het daar niet meer op past pas je de schaal aan.

Als je gaat reizen gebruik je tegenwoordig vaak 'googlemaps'. De studentenreis beschreven in het vraag hieronder gaat om het bezichtigen van de lepelmaker diamant.



Deze diamant is te bezichtigen in het Topkapi paleis in Istanbul



3. Een reisje van Groningen naar Istanbul

Scenario: Een groepje leelringen van jullie school wonen willen naar Istanbul om de beroemde "Lepelmaker diamant" te zien in het Topkapi paleis. Ze zullen per vliegtuig reizen. Om het Topkapi paleis te kunnen vinden nemen ze een aantal kaarten in verschillende schaalgroottes uit Google Maps mee

Als jullie deze leerlingen waren, welke kaarten van Google Maps zou je dan nodig hebben? Neem screenshots van de kaarten die je zou gebruiken. Geef de volgorde aan waarin je de kaarten zou willen gebruiken en maak er een PowerPoint presentatie van, waar je ook de schaal noteert. Begin bij school en eindig bij het Topkapi paleis.

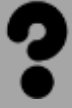
Waarom zijn er volgens jullie kaarten in verschillende schaalgrootte nodig?

Modellen zoals kaarten worden veel gebruikt om bepaalde situaties te verduidelijken.

In bijgaand filmpje zie je een animatie van zuurstof transport in je

lichaam: <https://youtu.be/WXOBJEXxNEo>

Beantwoord de volgende vraag :



Structuren in ons lichaam met verschillende groottes en schalen

- a. Als je een kaart van de binnenkant van ons lichaam zou willen maken. Wat voor verschillende schalen zou je dan gebruiken? (Hint: Denk na over de ademhaling en de routes van zuurstof en CO₂ van en naar de cellen door ons lichaam.)
- b. Beschrijf de route waarlangs volgens jou zuurstof en CO₂ naar en van de cellen getransporteerd worden via ademhaling.
- c. Vergelijk jouw antwoord met wat je in het filmpje gezien hebt.
- d. Bekijk de "Schaal van het universum" animatie op <http://htwins.net/scale2/lang.html>
Benoem de grootte van ieder onderdeel dat betrokken is bij de ademhaling en maak daarvan een lijst op volgorde van grootte



Leerdoelen 2 Grootte en Schaal

Als het goed is kan je nu:

- differentiëren tussen de concepten grootte en schaal.
- schaalecten bespreken.
het belang van grootte op nanoschaal duiden



Werkblad les 2-Grootte en Schaal

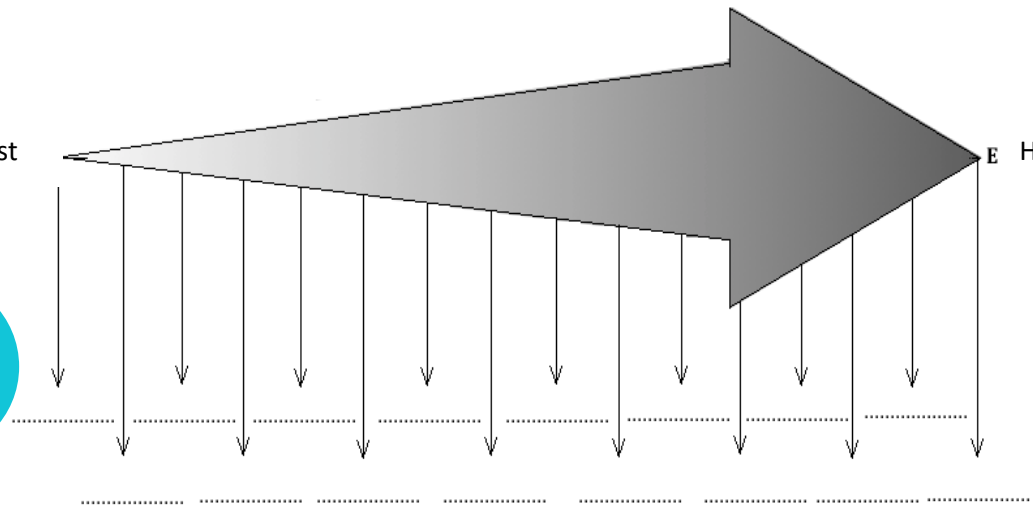
1. Het kleinste of het grootste object

- Bedenk in je groepje 3 dingen van verschillende groottes en schrijf ze op het bord.
- Plaats alle dingen op het bord in onderstaande figuur door ze op de juiste plaats in te vullen. Zorg ervoor dat ze op volgorde van klein naar groot staan.

Het kleinst

Het grootst

2



3

Oppervlakte en inhoud

Oppervlakte en inhoud verhoudingen

De eigenschappen van nanodeeltjes zijn anders dan die van atomen en gewone zichtbare stoffen. Hoe zou dat komen?

Een man raakte buiten bewustzijn en werd door familie naar het ziekenhuis gebracht. Zijn familieleden meldden daar dat hij kort na het innemen van enkele pijnstillers buiten bewustzijn was. Zij vertelden ook dat hij de pillen in stukjes had gebroken en ingenomen, in plaats van in één stuk.

Wat zou daar de oorzaak van kunnen zijn?

In het algemeen geldt dat verdelingsgraad van een stof invloed heeft op de reactiesnelheid. In dit geval is de reactiesnelheid de snelheid waarmee eens tot wordt opgenomen in het bloed. Een voorbeeld waarbij dat nadrukkelijk de bedoeling is, is het gebruik van bruistabletten. Daarin wordt de werkzame stof opgelost in water. Als je een tablet neemt moet dat eerst oplossen in je maag of in je darm voor de werkzame stof opgenomen kan worden in je bloed.



Experiment verdelingsgraad

De docent heeft in een bakje voor ijsblokjes agar gels gemaakt, door aan 500 mL water 15 gram agar toe te voegen. Dit mengsel wordt aan de kook gebracht, totdat de agar goed is opgelost. Vervolgens wordt 5 mL 1% fenolftaleïne toegevoegd en 30 mL 0,1 M NaOH. De nu roze gekleurde oplossing wordt uitgeschonken in een bakje voor ijsblokjes. Na afkoeling krijgt ieder groepje leerlingen 3 blokjes agar.



Het eerste blokje blijft intact, de andere twee worden zoals hierboven in vier of in zestien stukjes gesneden.

Neem drie bekgelazen van 500 mL en breng in elk 300 mL 0,1 M HCl. Breng in bekgelaz 1 het hele blokje, in bekgelaz 2 het in vier gesneden blokje en in bekgelaz 3 het in zestien stukjes gesneden blokje.

Noteer hoe lang het duurt voordat in één bekgelaz de blokjes ontkleurd zijn. Schat hoeveel procent van de kleur nog aanwezig is in de andere bekgelazen. Maak voor het verslag foto's van de relevante onderdelen van het experiment.

In dit experiment wordt het bovenstaande gesimuleerd.

De docent of de TOA kan dit nog eens demonstreren met behulp van pyrofoor ijzer. Gewoon ijzer roest wel. Als het heel fijn verdeeld is, brandt het aan de lucht. Je kan pyrofoorijzer maken door voorzichtig ijzer(II)oxalaat door verhitting te ontleden. Het ontsane ijzer is zo fijn verdeeld dat het direct in brand vliegt(pyrofoor)

De verhouding tussen oppervlakte en inhoud is een belangrijk facet in het verschil tussen nanodeeltjes en gewone stoffen.

Moleculen en atomen zijn in het algemeen een factor 100 keer kleiner dan nanodeeltjes. Die gedragen zich dus een beetje als Gulliver in dat filmpje dat je gezien hebt ten opzichte van moleculen.

Nano deeltjes zijn tussen de 10 nm en 100nm groot. Een atoom is ongeveer 0,1 nm groot. In de volgende hoofdstukken leer je hoe onderzoek gedaan kan worden naar nanodeeltjes



Leerdoelen 3-Oppervlakte en inhoud

In deze paragraaf heb je geleerd, dat de oppervlakte van belang is voor de opname van een medicijn. Hoe fijner verdeeld, hoe sneller het wordt opgenomen.

Deze verhouding tussen oppervlakte en inhoud zorgt ervoor dat nanodeeltjes andere eigenschappen krijgen.

4

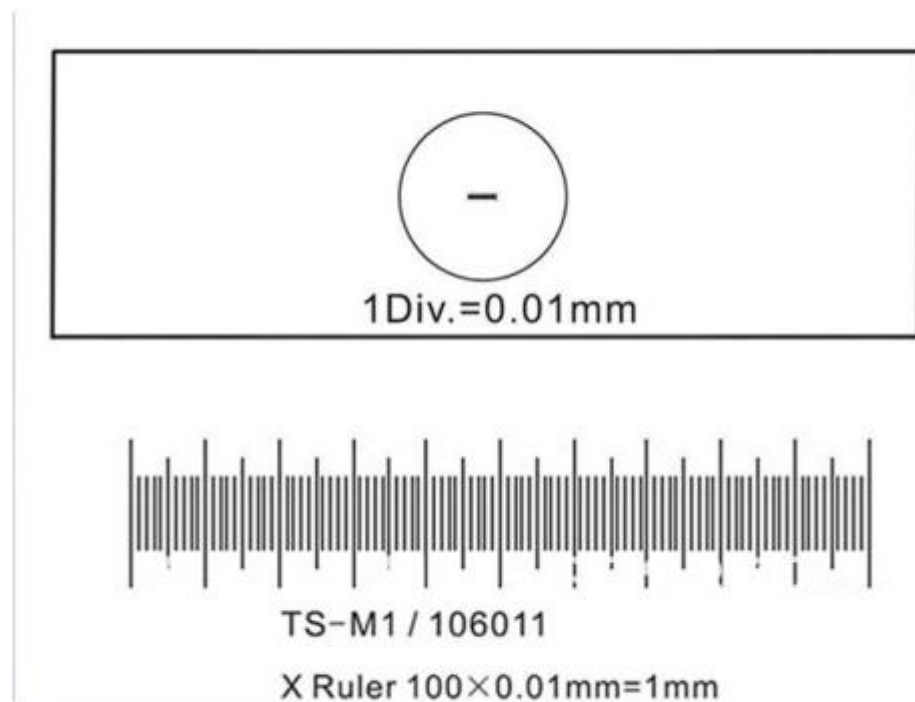
Zichtbaar
maken van
nanodeeltjes

4. Zichtbaar maken van nanodeeltjes

**Welke instrumenten kun je gebruiken om kleine deeltjes
zichtbaar te maken die je niet met het blote oog kunt zien?**

Loep en microscoop

De eerste hulpmiddelen die je waarschijnlijk al eens gebruikt hebt zijn een loep en een microscoop. Een loep vergroot ongeveer 15 keer. Een microscoop zonder problemen 400 keer, en met wat hulpmiddelen als olie-immersie 1000 keer.



Dit is een plaatje dat je bij een microscoop kunt gebruiken om een inschatting te maken van de grootte van een object dat je bekijkt. Je kan met een microscoop comfortabel objecten tot een grootte van 10 μm makkelijk bekijken.

De agar blokjes of nieuwe hebben een tijdje in de lucht gestaan in de TOA-ruimte. Net zoals bij voedsel krijg je dat zich daar dan bacteriën en schimmels op vormen.





Gebruik microscoop en loep

Bekijk de groeisels op de agarklontjes eerst met een loep. Neem met een naaldje enkele monsters van die plekjes en bring die over op een objectglaasje. Afdekken met een plaatje.

Bekijk de monsters nu met verschillende vergrotingen.

Maak tekeningen van wat je ziet. (Je tekening wordt een stuk beter, als je hem tijdens het tekenen een keer 180°)

Hieronder een foto gemaakt met behulp van een microscoop.



foto gemaakt met behulp van een microscoop(400x)

Er zijn verschillende andere instrumenten die gebruikt kunnen worden om meer details zichtbaar te maken. De elektronenmicroscoop is er één van.



	Licht microscoop	electronenmicroscoop
Stralingsbron	Zichtbaar licht(400-700 nm)	Electronenbunde
Resolutie	0,25 μm	1 nm
Maximale vergroting	1000x	100.000x

Er zijn twee soorten elektronenmicroscopen. Een transmissie elektronenmicroscoop(TEM). Die werkt vergelijkbaar met een lichtmicroscoop. De bundel gaat door een preparaat heen. De doorgelatenstraling komt op een fluorescerend scherm. Die weergave wordt zichtbaar gemaakt met een CCD-camera.

Het andere type is een scanning Electron Microscoop(SEM). Daarbij wordt een straal gebundeld op het hele materiaal en worden de gereflecteerde stralen gedetecteerd. Hierbij wordt de oppervlakte via een raster afgetast.

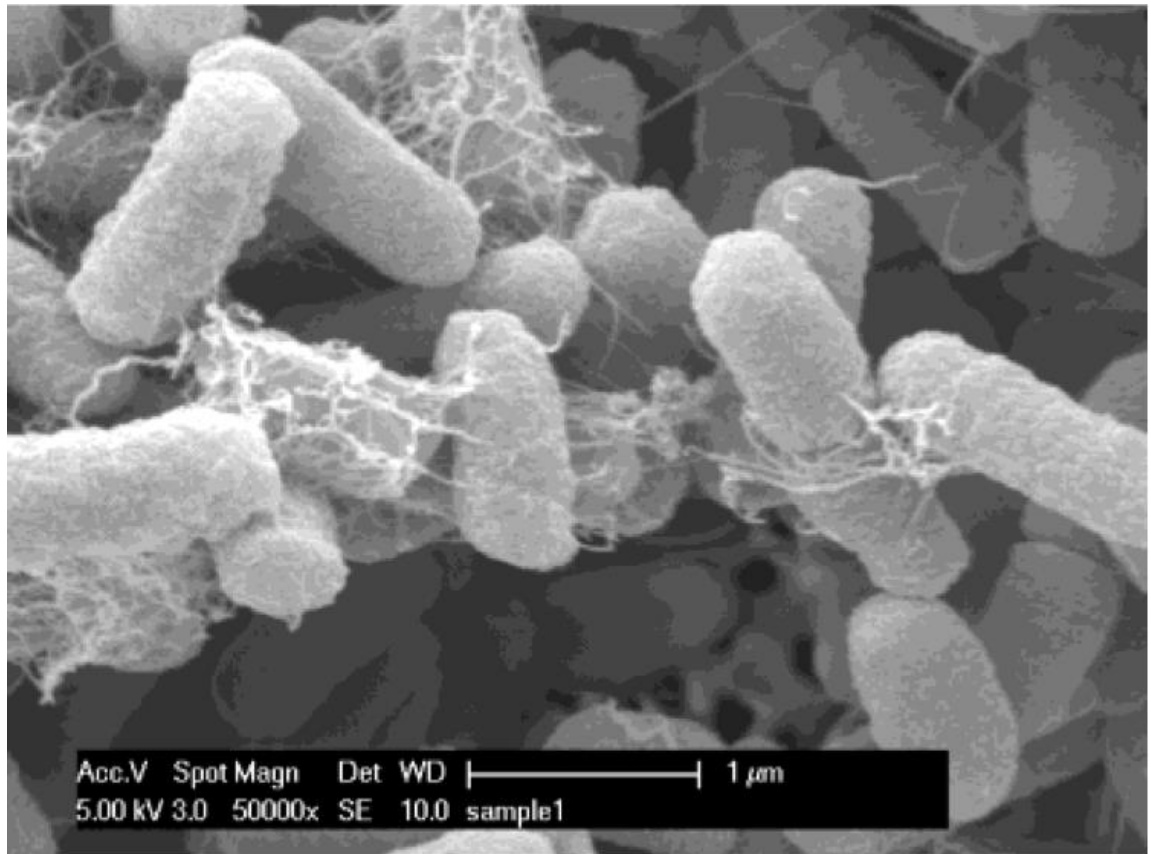
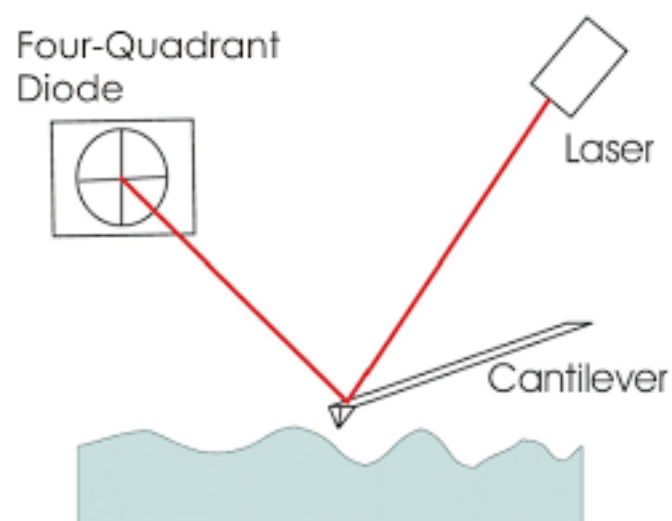


foto van E.Coli cellen, 50.000 x vergroot.

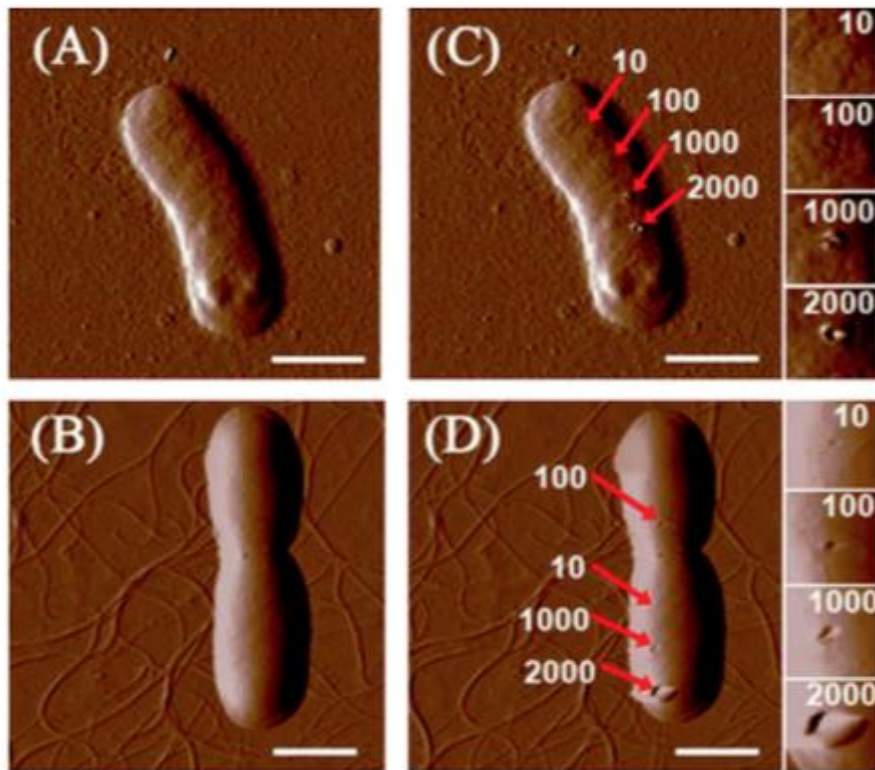
Een ander instrument dat veel gebruikt wordt is de Atomic Force Microscoop. Die ziet er schematisch uit in de volgende figuur:



schematische weergave van een AFM

Het is helemaal geen microscoop, maar meer een instrument. Het bestaat uit een dun metalen plaatje, met aan het eind een puntje. Dat puntje is op het eind erg scherp en bestaat daar uit

een klein aantal siliciumatomen. De stof die bestudeerd wordt zit op een objectglaasje. Met de punt wordt via een bepaald patroon het oppervlak afgetast. De punt wordt aangetrokken door de atomen eronder en buigt dan naar beneden. Met behulp van een laser wordt de beweging van de naald zichtbaar gemaakt. Afhankelijk van de grootte van de naald levert dit een beeld op van het object. Hieronder zie je plaatje van E.Coli bacterien, gevonden op internet.



AFM plaatje van E.Coli.



<https://www.youtube.com/watch?v=Ha53tFTsmW8>

Als je dit filmpje bekijkt krijg je een goed beeld van hoe een AFM werkt.

Scanning Tunneling Electron Microscopy levert een nog hogere resolutie van een oppervlak.

Dit werkt vergelijkbaar met een AFM, alleen wordt het signaal op een andere manier verkregen, waardoor je een hogere resolutie krijgt.



<https://youtu.be/HE2yE8SvHmA>



Simulatie AFM

Je kan een AFM makkelijk zelf simuleren. De ene helft van de klas maakt eerst de doos voor de andere helft. Voordat de doos wordt dichtgeplakt maak je een foto van de inhoud en worden de dozen uitgewisseld.

Gebruik nu bijvoorbeeld een roerstaaf, een breinaald en een staaf met een watje aan het einde, om na te gaan wat zich in de doos bevindt. Aan de hand van je bevindingen maak je een schets van de voorwerpen. Vergelijk je tekeningen met de foto die je na afloop van de andere groep leerlingen krijgt:





Leerdoelen 4 zichtbaar maken van nanodeeltjes-Zichtbaar maken van nanodeeltjes

Leerdoelen

Leerlingen zijn in staat:

- Te begrijpen de manier waarop een beeld van iets gemaakt wordt afhangt van de grootte van wat er afgebeeld wordt.
- Te identificeren welke soorten instrumenten nodig zijn om hele kleine dingen in beeld te brengen.
- De kenmerken en beperkingen van verschillende beeldvormende technieken te vergelijken en tegenover elkaar te zetten (vergrootglas, licht microscoop, SEM, etc.).

5

Synthese
en

antibacte-
riële

werking
van AgNP

De synthese en antibacteriële werking van AgNP

AgNP of zilver nanodeeltjes kun je makkelijk zelf maken. Met je zelfgemaakt AgNP ga je na of AgNP inderdaad een antibacteriële werking heeft

AgNP: zilvernanoedeeltjes

Voor dit experiment moet je in een practicumlokaal kunnen werken. Je moet een witte jas en een bril op tijdens het experiment. Handschoenen mogen maar zijn niet strikt noodzakelijk. (de zilvernitraatoplossing geeft zwarte vlekken op je huid. Als je een zilverallergie hebt moet je handschoenen gebruiken)



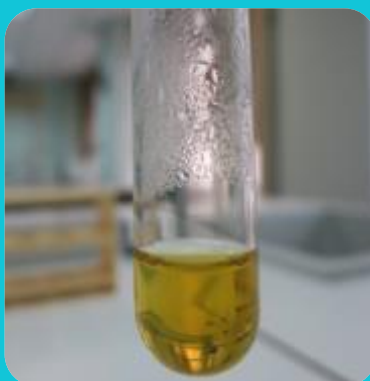
Synthese van AgNP

Benodigdheden

Bekerglas van 250 mL
Pasteurspipet
Bunsenbrander met driepoot of verwarmingsplaatje
Reageerbuis
Reageerbuisknijper
1mM zilvernitraat
1% natriumcitraat
100 mL kraanwater

Uitvoering

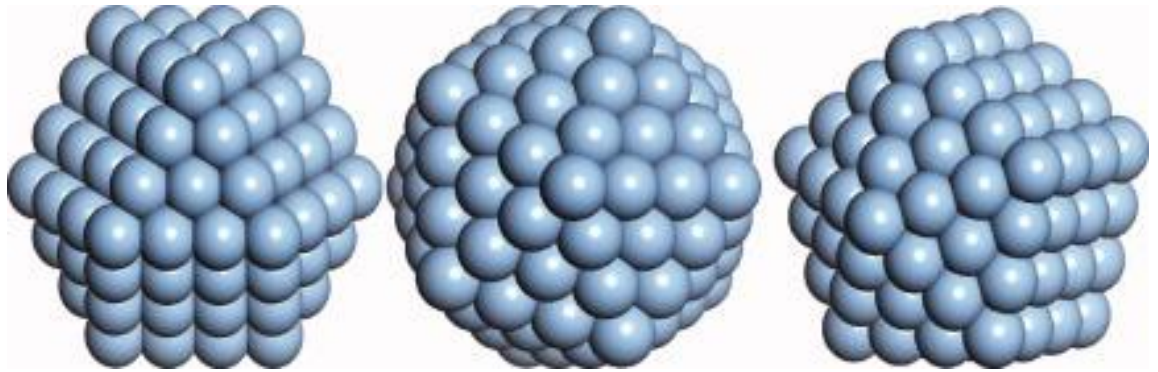
Vul het bekglas met ongeveer 100 mL water.
Breng dit aan de kook en laat zachtjes doorkoken.
Breng ongeveer 2 mL zilvernitraatoplossing (ongeveer 1,5 cm) in de reageerbuis en zet dat ongeveer 10 minuten in het waterbad.
Voeg daarna aan het zilvernitraat 7 druppels van de 1% natriumcitraatoplossing toe.
Lat de reageerbuis in het waterbad staan tot je een gelige kleur hebt verkregen (15 minuten).



Laat afkoelen tot kamertemperatuur

Deze oplossing bevat AgNP. Hoe donkerder de kleur hoe groter de deeltjes. Je kan dit ook met goud doen, dan krijg je een rode kleur. Die rode kleur wordt ook gebruikt om glas rood te kleuren.

Het natriumcitraat heeft een dubbele functie. Het functioneert als reductor in de reactie met de zilverionen. Bovendien stabiliseert het de vorming van AgNP, doordat het de bolletjes zilveratomen omringt.



schematische weergave van de zilverbolletjes



vragen

1. Geef de reactievergelijking voor de optredende redoxreactie
2. Bereken het aantal zilveratomen in een bolletje met een doorsnede van 3 nm.
Je mag er daarbij vanuit gaan dat er geen lege ruimte is in het bolletje.



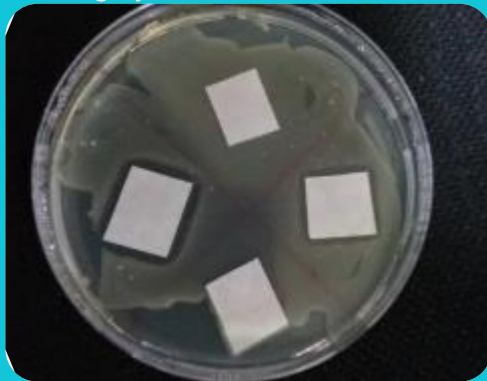
De bedoeling is dat je zelf nadenkt over een mogelijk experiment om na te gaan of AgNP daadwerkelijk antibacteriële werking heeft. Daarvoor moet je een aantal dingen doen.



De antibacteriële werking van AgNP

Ga na hoe bij biologie bacteriën worden gekweekt. Als je dat uitgevonden hebt, dan kun je de groei van bacteriën beïnvloeden met AgNP. Bijvoorbeeld door een stukje filtreerpapier of een stukje katoen te drenken in het door jullie gemaakte AgNP. Je kunt je eigen oplossing vergelijken met bijvoorbeeld filtreerpapier gedrenkt in een blanco.

Een mogelijk resultaat ziet er zo uit:



Schrijf een werkplan voor het experiment en voer dat in overleg met je docenten uit.

Bekijk onderstaande video voor een leuke toepassing



https://youtu.be/2-1gcpy5_9M



Leerdoelen 5-Synthese en antibacteriële werking van AgNP

Leerlingen zijn in staat:

- een gecontroleerd experiment ontwerpen om te testen of zilveren nanodeeltjes (AgNP) effectief tegengaan dat bacteriën kunnen groeien
- de grootte van zilveren nanodeeltjes vergelijken met de grootte van atomen, ionen, en moleculen.
- Te berekenen hoeveel zilveratomen er naar schatting in één zilveren nanodeeltje zitten.
- zilveren nanodeeltjes te synthetiseren door een gegeven procedure uit te voeren.
- De oxidatie – reductie reactie te benoemen die de synthese van zilveren nanodeeltjes veroorzaakt (voor leerlingen in de hogere klassen van de middelbare school).

6

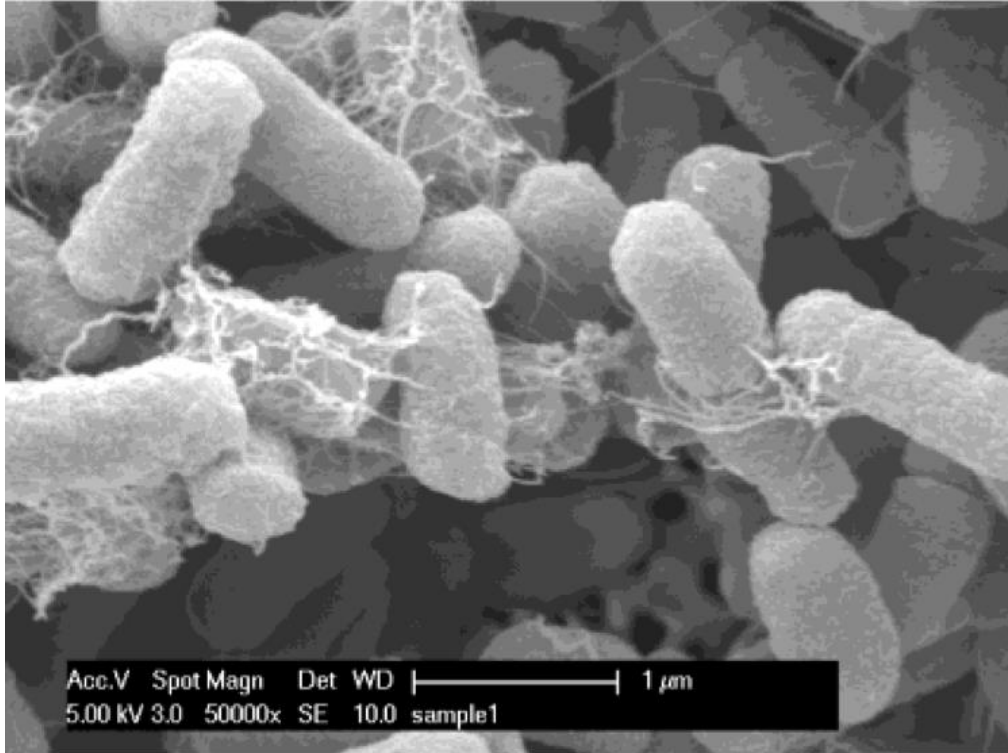
Toepassing van nanozilver

6. Toepassing van nanozilver

Hoe kan je dit nanozilver toepassen?

Antibacteriële effecten van AgNP

In de vorige les heb je aangetoond dat AgNP inderdaad antibacteriële effecten heeft. De makers van deze module hebben in hun eigen onderzoek dat bevestigd door het maken van SEM-afbeeldingen van E.Cil bacteriën voor en na de behandeling met AgNP.

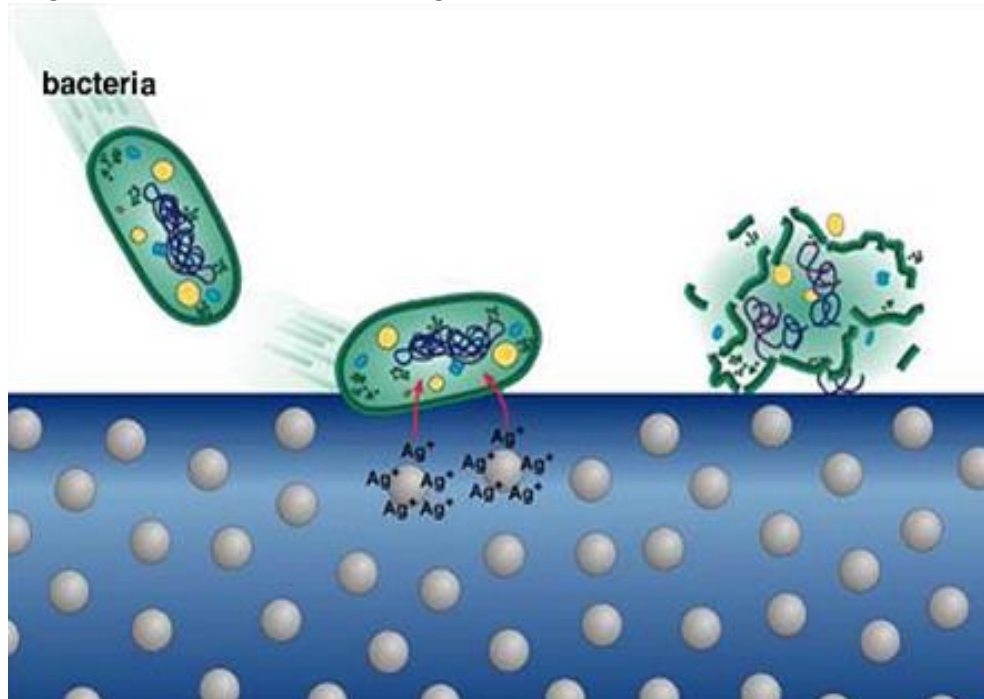


gezonde E.coli bacteriën



aangetaste E.Coli bacteriën

Het mechanisme dat daarbij een rol speelt heeft te maken met het feit dat de zilvedeeltjes reageren met de beschermende laag rondom de bacteriën:



Die wordt afgebroken, waardoor ze uiteindelijk afsterven.

Een toepassing van nanozilver is te vinden in het persbericht hieronder. Nanozilver wordt toegevoegd aan kleding. Je zweet dan nog wel, maar de bacteriën die de zweetlucht veroorzaken kunnen niet groeien.

Ankle terry socks with molecules of silver



- suitable for cycling and running
- protection of Achilles tendon
- soft sole of the foot
- comfortable even for long use
- prevents multiplying of bacteria and odour
- WHITE
- BLACK-DARK GRAY
- WHITE-GRAY

Availability: **in stock**

Price: **9.9 €**

Er zit wel een nadeel aan de sokken zoals je kunt lezen uit het persbericht.

Het hele rapport kun je hier vinden:

http://kassa.vara.nl/fileadmin/user_upload/attachments/Rikilt_Onderzoek_Nanodeeltjes.pdf



Persbericht Natuur & Milieu: Populaire sportkleding bevat nanozilver

- 1 Populaire sportkleding bevat nanozilver
 - * Veiligheid voor milieu en gezondheid staat nog ter discussie
 - * Consument weet van niets
- 2 Utrecht, 4 februari 2012 – Zes van acht veelgebruikte sportkledingstukken bevatten nanodeeltjes zilver. Op geen enkel product wordt dit vermeld. Bij het wassen van vier van deze producten spoelden in alle gevallen zilverdeeltjes, waaronder nanozilver, uit. Dat blijkt uit een analyse van onderzoeksinstituut RIKILT (Wageningen UR), in opdracht van Natuur & Milieu. De nanodeeltjes komen deels in het milieu terecht.
- 3 Nanozilver wordt in kleding toegepast omdat het bacteriën doodt die verantwoordelijk zijn voor zweetgeur. 'Wij adviseren consumenten deze producten niet te kopen zolang onduidelijk is hoe nanozilver zich in het milieu gedraagt en in het menselijk lichaam,' zegt Sijas Akkerman van Natuur & Milieu. Hiermee volgt hij het advies van het Duitse Nationale Instituut voor Risicobeoordeling dat de Duitse overheid adviseert om geen kleding met nanozilver op de markt toe te laten zolang niet zeker is dat deze producten onschadelijk zijn.
- 4 Over de test
Natuur & Milieu liet acht kledingstukken testen die claimen zilver te bevatten of een antibacteriële werking te hebben. Zes van de acht kledingstukken bevatten inderdaad nanozilver. Twee shirts en een paar sokken werden vervolgens tien keer gewassen. Van alle producten bleek zilver in het waswater te zijn gekomen, variërend van elf procent tot honderd procent van de oorspronkelijke hoeveelheid. Een deel hiervan is nanozilver. Akkerman: 'Naast onnodige risico's voor mens en milieu betekent dit ook misleiding van de consument. De meeste nanosokken zijn na een aantal wasbeurten weer gewone zweetsokken.'
- 5 Uiteraard zijn de resultaten voorgelegd aan de producenten. Geen van hen heeft gereageerd op het verzoek om onderzoeksrapporten over de veiligheid van hun producten te overleggen. Kaikkiäällä reageerde op geen enkele vraag. Crivit en Haglöfs ontkennen de aanwezigheid van nanodeeltjes in hun geteste producten. X Socks en Asics bevestigen de aanwezigheid van nanodeeltjes, maar ontkennen mogelijke risico's. Falke zegt sinds 2010 geen nanozilver meer te gebruiken, maar in het geteste product (gekocht medio 2011) werd dit wel aangetroffen.



vervolg

6 Antibacteriële werking

De antibacteriële werking van zilver maakt dit tot een sterk antibioticum, met vele goede toepassingen in de medische wereld. Naarmate echter meer mensen vaker aan (nano)zilver blootstaan vergroot dit de kans op immuniteit waardoor zilver zijn werking als antibioticum zou kunnen kwijtraken. Daarnaast is onbekend wat met het nanozilver gebeurt als de kleding wordt afgedankt.

7 Bij twijfel niet doen

Natuur & Milieu gaat uit van het voorzorgprincipe en vindt dat alleen veilige, goed geteste en nuttige producten op de markt aangeboden mogen worden. Sijas Akkerman: 'Er moet meer onderzoek komen naar de specifieke risico's van nanodeeltjes, om te beginnen bij consumentenproducten. Vooralsnog moet de consument in ieder geval weten in welke producten nano verwerkt is, zodat hij zelf kan kiezen om dit product wel of niet te kopen.' Natuur & Milieu stelt haar gegevens uit deze test ter beschikking voor een openbaar nano-registratiesysteem. En pleit tevens voor een voorlopig verbod op nanozilver in textiel in Europees verband.

8 Zie voor meer informatie www.nanocontrole.nl of de uitzending van Kassa dd. 4 februari 2012.

Voor alle duidelijkheid hieronder de belangrijkste resultatentabel uit het onderzoek van Rikilt. Hierbij is gekeken hoe goed of slecht het nanozilver gebonden blijft aan het textiel. Na 10 keer is het wel verdwenen. In een onderzoek uit 2006 blijkt wel dat een operatiemasker gedrenkt in nanozilver effectief is in het verwijderen van bacteriën. In een ander artikel is onderzocht in hoeverre nanozilver gebruikt kan worden bij materiaal gebruikt om wonden te verbinden. Ook hier bleek het effectief. Ook al wordt het zilver snel uitgewassen, toch lijkt het wel een effectief middel te zijn.



RIKILT code product	Aantal keren gewassen	Emissie van zilver naar het waswater in mg/kg product in genoemde wasbeurt	Berekend cumulatief verlies van zilver uit het product na genoemd aantal wasbeurten
200271275	1	7,7	2%
	2	7,2	3%
	4	5,7	6%
	10	3,6	11%
200271279	1	3,7	19%
	2	2,2	30%
	4	0,5	38%
	10	0,1	44%
200271281	1	1,9	42%
	2	1,0	63%
	4	0,6	82%
	10	0,2	100%

Andere nanodeeltjes

Hieronder vind je een aantal links naar informatie over nanodeeltjes:

Aanvullende bronnen:

- Introduction to Nanotechnology

https://www.google.com.tr/?gws_rd=ssl#q=Introduction+to+Nanotechnology+Bharat+Bhushan

- Strengthening bone with silica nanoparticles:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZExvqYZpVBw>

- Fighting cancer with nanomedicine (3D-Animation):

<http://www.magforce.de/en/home.html>

- Five things worth knowing about nanodeeltjes and sunscreens:

<https://www.youtube.com/watch?v=VV0cCg4clMw>

- Nanomaterials and nanoparticles

<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0801/0801.3280.pdf>

- Nanotechnology applications in food packaging

<http://www.ilsa.org/Europe/Documents/PMWS2012/S2.3%20WSPM12%20Chaudhry.pdf>

- Applications of nanotechnology in food packaging and food safety

https://iit.edu/ifsh/news_and_events/press/pdfs/duncan_jcis_feature_2011.pdf

- Novel applications of nanotechnology in medicine

<http://medind.nic.in/iby/t09/i12/ibyt09i12p689.pdf>

- What are potential harmful effects of nanodeeltjes?:

http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/nanotechnologies/l-2/6-health-effects-nanodeeltjes.htm

Het is bijna allemaal in het Engels, maar er is daarnaast nog een hoop materiaal in het Nederlands, onder andere bij het RIVM, de organisatie, die zorgt voor regelgeving op het gebied van nanotechnologie: <http://www.rivm.nl/Onderwerpen/N/Nanotechnologie>
In chemische feitelijkheden : http://maken.wikiwijs.nl/bestanden/427457/Nanochemie-227_1.pdf kun je ook het een en ander extra vinden over nanodeeltjes.



Leerdoelen 6-toepassing van nanozilver

Leerlingen zijn in staat:

- Op basis van hun observaties het antibacteriële effect van AgNPs uit te leggen.
- Het effect van AgNPs op bacteriën uit te leggen.
- Te voorspellen hoe de afbeeldingen zullen verschillen door het gebruik van verschillende instrumenten.
- De resultaten te bekijken van de experimentele analyse die uitgevoerd is om te testen of de hoeveelheid AgNP in nanoprodukten verandert door ze te wassen en de potentiële effecten voor het milieu en de gezondheid van de mens te bespreken



Responsible Research and Innovation

Responsible Research and Innovation

Een niet goed vertaalbaar begrip van de Europese
Gemeenschap

Verantwoord onderzoek en innovatie

Veel mensen hebben bij wetenschap en innovatie een beeld van activiteiten die gedaan worden door slimme mensen, ver weg bij universiteiten en bedrijven. Het lijkt soms dat wetenschappelijk onderzoek niet goed aansluit bij wat belangrijk is voor de maatschappij en dat gewone mensen er geen invloed op hebben. De Europese Unie heeft de term “Responsible Research and Innovation” (RRI) in het leven geroepen om te bereiken dat burgers beter met wetenschappers en bedrijfsleven praten. Zo wordt de maatschappij meer betrokken bij wetenschappelijk onderzoek en innovatie.



Een flink deel van het wetenschappelijk onderzoek wordt door belasting geld betaald. Mensen willen daar graag iets van terugzien. Waar gaat dat geld heen? Wat wordt er onderzocht en wat niet? De EU en andere overheden hebben speerpunten geformuleerd: wetenschappelijke onderwerpen waar de maatschappij baat bij heeft als zij onderzocht worden. Deze onderwerpen worden samen met allerlei maatschappelijke organisaties bepaald, om de uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek beter aan te laten sluiten bij de wensen van de maatschappij. Daarnaast wordt er ook naar innovaties gekeken. Je kunt veel verbeteringen van het huidige leven (innovaties) bedenken, maar zijn die wel allemaal nuttig? Hebben we daar als maatschappij wat aan?

Moet je alles wat kan ook echt doen? Dit is waar Responsible Research and Innovation over gaat: bij alle wetenschappelijke ontdekkingen en innovaties moeten de mensen die ermee bezig zijn dit op een verantwoordelijke manier doen.

RRI HEEFT ZES ONDERDELEN

1. Engagement-betrokkenheid:



Onderzoekers, industrie, beleidsmakers en burgers moeten met elkaar samenwerken in het proces van onderzoek en innovatie. Zo kunnen sociale, economische en ethische belangen van alle groepen worden meegenomen, zodat gezamenlijke oplossingen voor maatschappelijke problemen kunnen worden gevonden.

De Europese Unie, de Verenigde Naties en andere overheidsorganen hebben een aantal 'Grand Challenges' (grote uitdagingen) van de huidige maatschappij geïdentificeerd, waar de wetenschap antwoord op zou kunnen gaan geven. Deze uitdagingen zijn wereldwijde problemen als schoon drinkwater, goede voedselproductie, armoede, honger en klimaatverandering, en aspecten die meer gericht zijn op de westerse maatschappij als gezond oud worden, internetveiligheid, en duurzaam transport. Ook goed onderwijs en vermindering van kindersterfte staan op deze lijstjes.

In Nederland heeft de overheid in november 2014 de 'Wetenschapsvisie 2025' opgesteld, waarin de uitdagingen voor de Nederlandse maatschappij genoemd worden. Dit zijn: kwaliteit van leven, circulaire economie, veerkrachtige samenleving, bouwstenen van het leven,

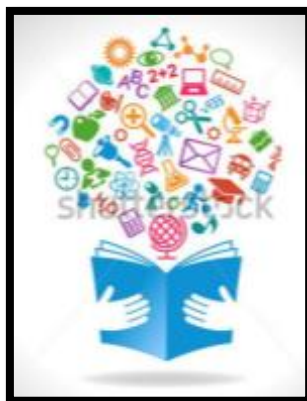
complexiteit: omgaan met onvoorspelbaarheid en big data. Voor de maatschappij is het belangrijk dat juist deze problemen opgelost worden met wetenschappelijk onderzoek en innovatie, door betrokken onderzoekers.

2. Gender equality-gelijkheid



Mannen en vrouwen moeten evenveel betrokken worden in onderzoek en innovatie; het volledige potentieel van de bevolking moet worden gebruikt. In Nederland was in 2011 al meer dan de helft van de afgestudeerden aan een universiteit vrouw, maar nog geen 15% van de hoogleraren is een vrouw (Monitor Vrouwelijke Hoogleraren, 2012). Wanneer er over een 'professor' of 'hoogleraar' wordt gesproken, denkt men voornamelijk aan mannen (zoek maar eens in Google Images naar 'wetenschapper' of 'scientist'). Dit bleek ook uit de eerder genoemde Wetenschapsvisie 2025, waarin op een pagina met foto's van Nederlandse topwetenschappers alleen maar mannen te zien waren (NRC, 2 dec 2014). Ook topfuncties in het bedrijfsleven worden voornamelijk nog bekleed door mannen (NRC, 4 sept 2014). Maar ook in andere beroepen, zoals zorg, kinderopvang of techniek, moet gender geen bepalende rol zijn om iemand wel of niet aan te nemen. Zonder duwtje in de rug, denkt de EU, zal het (te) lang duren voor dit verandert, en daarom is dit belangrijk voor Responsible Research and Innovation.

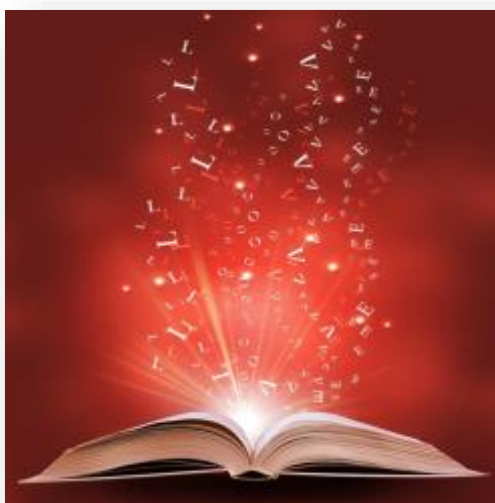
3. Science education-onderwijs over wetenschap



Door beter onderwijs over wetenschap zullen meer mensen begrijpen hoe wetenschap werkt. Alleen dan kunnen ook gewone burgers meedoen aan en nadenken over onderzoek en innovatie.

Jonge kinderen moeten enthousiast gemaakt worden voor wetenschap en technologie, om van hen de wetenschappers van de toekomst te maken. Dit gebeurt al op allerlei mogelijke manieren, in science centra als NEMO en Science LinX, door wetenschapsprogramma's op TV en door activiteiten op scholen. Hier zijn jullie nu zelf voorbeeld van. Met het project IRRESISTIBLE, waaronder deze lesmodule valt, komen in heel Europa in drie jaar tijd enkele duizenden scholieren in tien landen in aanraking met wetenschappelijk onderzoek.

4. Open acces-beschikbaarheid van wetenschappelijke resultaten

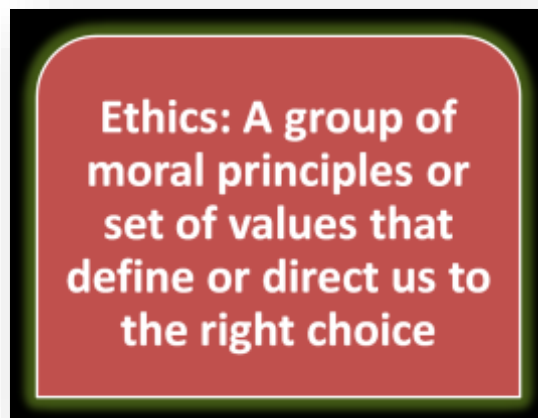


Veel resultaten van onderzoek (gepubliceerd in wetenschappelijke artikelen) zijn alleen te verkrijgen via een abonnement op een wetenschappelijk tijdschrift. Universiteiten hebben deze vaak wel, maar, vindt de EU, ook burgers moeten gratis toegang hebben tot wetenschappelijke resultaten, zodat ze mee kunnen praten over de resultaten van onderzoek.

Hier gaat verandering in komen. In Nederland zal in 2024 al het door de overheid gefinancierde onderzoek gepubliceerd moeten worden in zogenaamde open access tijdschriften, die voor iedereen met een internetverbinding te lezen zijn, zodat ook burgers kunnen profiteren van de uitkomsten van dat onderzoek.

In Europa en de VS hebben de meeste universiteiten wel abonnementen op tijdschriften, maar voor universiteiten in ontwikkelingslanden ligt dat anders. Wetenschappers in die gebieden hebben daardoor minder goed toegang tot de nieuwste ontdekkingen. Voor Responsible Research and Innovation waar iedereen aan mee kan doen is open access dus ontzettend belangrijk.

5. Ethics-ethiek



Mensen en dieren hebben fundamentele rechten, en onderzoek en innovatie moet deze rechten respecteren. Daarom moet wetenschappelijk onderzoek relevant en acceptabel zijn voor de maatschappij, en niet de fundamentele rechten van mensen en dieren schenden. Wetenschap en nieuwe innovaties moeten helpen om maatschappelijke problemen op te lossen. Maar dit moet wel op een verantwoorde manier gebeuren. Je kunt niet zomaar overal een fabriek neerzetten om nuttige dingen te produceren, als deze fabriek vervuילend is en mensen die er in de buurt wonen ziek worden. Dit gebeurde bijvoorbeeld in India in 1984, waar een gaslek in de stad Bhopal voor duizenden doden zorgde, wereldwijd de grootste industriële ramp ooit. Maar ook dichterbij gebeuren dergelijke dingen, bijvoorbeeld in de Volgermeer polder (bij Amsterdam) is jarenlang giftig vuil gestort, en dit is nu de meest vervuilde locatie van Nederland. Ook dierproeven zijn niet zomaar altijd toegestaan, onderzoekers moeten daarvoor goed kunnen verantwoorden waarom er dieren nodig zijn voor hun onderzoek. Voor verantwoord onderzoek en innovatie moet dus nagedacht worden wat de gevolgen (kunnen) zijn van de uitkomsten

en of het proces de rechten van burgers en dieren niet schaadt.

6. Governance-bestuur



Beleidsmakers en politici hebben de verantwoordelijkheid om te overzien dat er geen schadelijke of onethische dingen gebeuren bij onderzoek en innovatie, en als dat wel gebeurt om in te grijpen.

Dit zal worden bereikt doordat overheden, zoals de EU, de VN en de Nederlandse overheid in haar Wetenschapsvisie 2025, nadenken over de wetenschappelijk doelen van dat land of regio. De Nationale Wetenschapsagenda die 2015 in Nederland moet worden opgesteld is hier een voorbeeld van. Voor deze Wetenschapsagenda zullen Nederlandse wetenschappers samen met ondernemers, maatschappelijke organisaties, betrokken burgers en de overheid om tafel zitten om thema's te formuleren die belangrijk zijn voor onze samenleving. Deze thema's zullen lijken op de Grand Challenges van de EU, maar wat meer gericht op de Nederlandse maatschappij, en op waar Nederlandse wetenschappers goed in zijn (zie ook bij punt 1.). Het is niet de bedoeling dat burgers gaan bepalen wat wetenschappers moeten doen, maar zij zullen er via organisaties wel meer invloed op moeten gaan krijgen dan het geval was.

Deze aspecten spelen allemaal een rol als je gaat nadenken over de toepassing van nanotechnologie. Naast de toepassing van AgNP zijn er nog een aantal andere toepassingen van nanodeeltjes, gerelateerd aan de gezondheidszorg. Kijk bijvoorbeeld maar eens op:

<https://www.plusonline.nl/kanker/9-vragen-over-nanotechnologie>

http://www.rechtsbronnen.nl/Blog/Artikelen/2012/12/7_NANOMEDICINE__het_Effect_van_goud-_en_Zilverdeeltjes.html

<http://www.kwakzalverij.nl/behandelwijzen/kruiden/blinken-goud-en-zilver-altijd/>

Een heel andere toepassing:

<http://www.nvc.nl/news/item/overzicht-actieve-voedselverpakkingen-met-nanodeeltjes/>

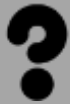
of deze:

<http://www.nanohouse.nl/ijzeroxide-nanodeeltjes-maakt-macrofaag-tot-tumorenvreter/>

nog zo een:

<https://www.scientias.nl/geen-reden-om-zonnebrandcreme-nanodeeltjes-mijden/>

Zoals je ziet is er nogal wat discussie over de veiligheid van nanodeeltjes. Van belang in de discussie is natuurlijk ook de betrouwbaarheid van het onderzoek, waar de conclusies op gebaseerd zijn.



opdracht

kies één van de toepassingen van nanodeeltjes uit en bespreek in hoeverre die toepassing gebruikt zou moeten worden of niet. Formuleer tenminste drie argumenten voor en drie argumenten tegen. Noteer deze in een tabel en lever deze in, samen met een korte beschrijving van de toepassing. Doe dat in de vorm van twee powerpoint dia's, de eerste met de omschrijving, de tweede met de tabel.



M
wwwWW`z bi c

leerdoelen 7-Responsible Research and Innovation

Leerlingen zijn in staat:

- De aspecten van Maatschappelijk Verantwoord Onderzoek en Innovatie (RRI) te benoemen.
- De aspecten van Maatschappelijk Verantwoord Onderzoek en Innovatie in de context van nanowetenschappelijk onderzoek te benoemen.
- Het belang van Maatschappelijk Verantwoord Onderzoek en Innovatie in het kader van nanowetenschappelijk onderzoek te erkennen.

8

De

tentoon-
stelling

de tentoonstelling

je gaat een tentoonstelling maken over de toepassing van nanozilver. Deze kan gebruikt worden om de rest van de school duidelijk te maken of nanozilver wel of geen goede toepassing is in een ziekenhuis.

Als je een tentoonstelling wilt maken moet je over een aantal dingen nadenken.
 Jullie verdelen je in groepjes van drie of 4 en gaan eerst informatie verzamelen.
 Uiteindelijk krijgen jullie als klas de beschikking over een Kallax kast van Ikea, waarin de tentoonstelling wordt opgebouwd:



Bespreek eerst in de klas de onderstaande vragen:

1. wat wil ik precies laten zien?
2. waarom zouden de bezoekers van de tentoonstelling dit willen weten?
3. is het voldoende duidelijk?
4. is er voldoende samenhang tussen de onderdelen?

Normaal gesproken zul je twee verschillende dingen willen laten zien.

Wat is nanozilver, hoe werkt het en hoe kan je het toepassen

Daaraan gekoppeld maak je een tweede onderdeel waarin je duidelijk maakt hoe RRI-aspecten hieraan gekoppeld zijn.

Uiteindelijk zal je naar een bepaalde conclusie willen gaan. Ook dat moet duidelijk worden in de tentoonstelling.

Uiteindelijk ga je de exhibit ook bouwen, met in je achterhoofd het idee, dat iemand die de kast bekijkt uitgedaagd wordt zelf een mening te vormen over de toepassing van nanotechnologie in een ziekenhuis

Bouw de tentoonstelling/ vul de kast met het materiaal en laat hem zien aan medeleerlingen en ouders, docenten.

Ga na hoe die op de tentoonstelling reageren, doe een klein onderzoekje.



Leerdoelen 8-de tentoonstellingDe tentoon-stelling

Leerlingen zijn in staat:

- De aspecten van Maatschappelijk Verantwoord Onderzoek en Innovatie (RRI) toe te passen op een nanotechnologisch product van hun keuze
- Een interactief tentoonstellingsproduct gericht op het door henzelf gekozen onderwerp te ontwerpen.
- Het door henzelf ontworpen interactieve tentoonstellingsproduct te maken.



8-De tentoon-stelling