



Mijn Nano Toekomst!

Leerlingenhandleiding



Welkom bij mijn Nano Toekomst!

Deze module gaat over nanotechnologie. Nanotechnologie is overal om ons heen, maar daar merk je misschien weinig van. Het is namelijk heel erg klein!

Nanotechnologie kan in veel verschillende vakgebieden worden toegepast. In deze module, ontdek je eerst hoe jij en jouw klasgenoten denken over de (on)mogelijkheden van nanotechnologie (blok 1), daarna maak je kennis met een aantal toepassingen (blok 2) en bedenk je zelf een nieuwe toepassing van nanotechnologie (blok 3). Daar bouw je met klasgenoten een model van, want anders is het niet met het blote oog te zien. Tot slot bekijk je wat de maatschappij van nanotechnologie vindt en presenteer je je model (blok 4).

Veel succes en plezier met Mijn Nano Toekomst!

Blok 1 | Stellingenspel

Wat weet jij al over nanotechnologie? Speel eerst met de klas het stellingenspel en ontdek hoe jij en jouw klasgenoten denken over de (on)mogelijkheden van nanotechnologie.



Blok 2 | Opdrachten

Nanotechnologie kan op veel verschillende manieren, in veel verschillende gebieden worden ingezet. In dit blok verdiep je je in een aantal nanotechnologische toepassingen. Wat heeft de lotusbloem met nanotechnologie te maken? En kan nanotechnologie ervoor zorgen dat er muziek uit je jas komt?

Opdracht:

Lees de intro's. Kies één of meerdere opdrachten om uit te voeren. Overleg met je docent.

1. De lotusbloem

Door de natuur op nanoschaal te bekijken, zijn allerlei trucjes te ontdekken die voor de mens van nut kunnen zijn. Zo is het nu bekend waarom de bladeren van de lotusbloem nooit nat of vies worden. Door deze kennis te gebruiken kunnen we materialen ontwikkelen die altijd droog en schoon blijven.



a) Bedenk drie voorbeelden van materialen of producten waarvan het nuttig zou zijn als zij altijd droog en schoon blijven.

Bekijk [dit](#) filmpje op YouTube.

In het filmpje zie je een Scanning Tunneling Microscope. Met deze microscoop is het mogelijk atomen te onderscheiden en te manipuleren.

b) Hoe werkt het principe van STM? Gebruik maximaal 40 woorden.

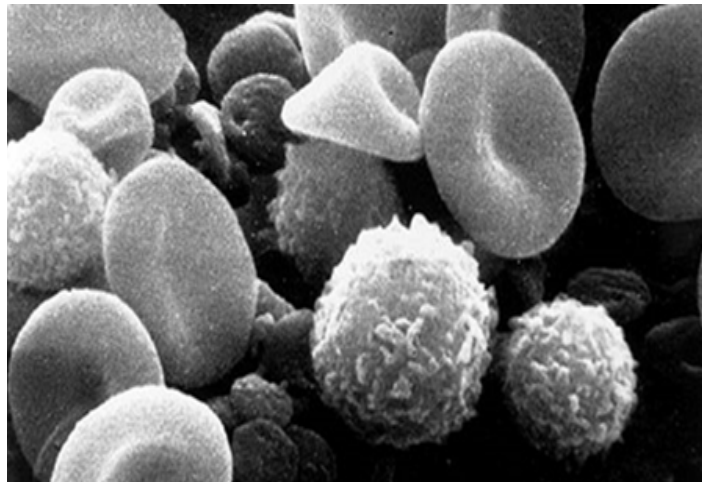
c) Wat voor soort materialen kun je bekijken met STM?

d) Kies of bedenk een product waarbij gebruik wordt gemaakt van de bij de lotusbloem ontdekte 'techniek'. Leg uit wat het product is, en wat er bijzonder aan is. Gebruik maximaal 100 woorden.

e) Schets een ontwerp van het product. Laat hierin duidelijk zien op welke manier het product water- en vuilafstotende eigenschappen krijgt.

2. Lab-on-a-chip

Een laboratorium ter grootte van een muntstuk, het is slechts een van de vele voorbeelden waar nanotechnologie voor wordt gebruikt. Nanotechnologie speelt ook een rol bij andere toepassingen in de geneeskunde en gezondheid van de mens. Jij gaat uitzoeken wat voor toepassingen dat zoal zijn. Lees [dit](#) artikel.



Mensen met diabetes type 1 maken te weinig insuline aan, waardoor hun bloedsuikerspiegel tot gevaarlijk hoge concentraties kan stijgen. Een kleine chip met nanotechnologie zou de glucoseconcentratie in het bloed kunnen monitoren, en een signaal afgeven als er gevaarlijke concentraties worden bereikt.

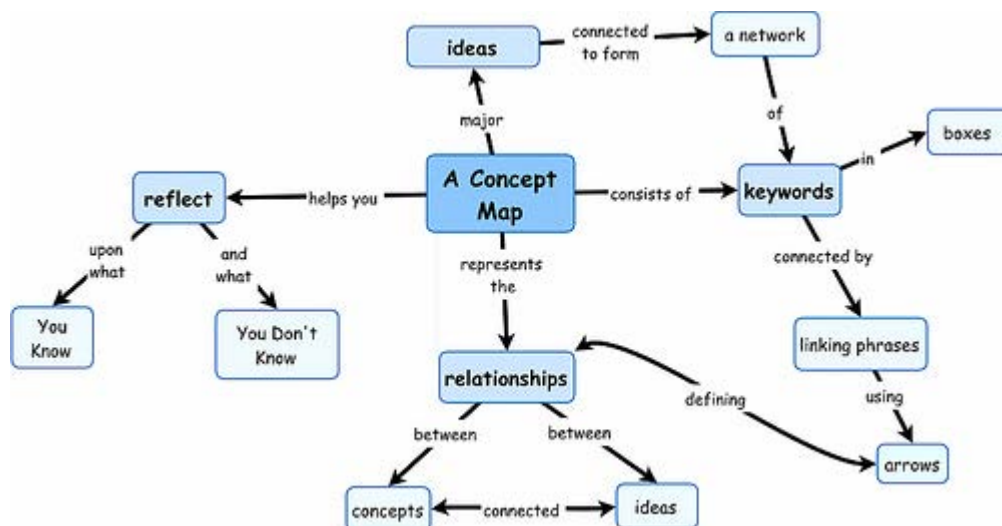
a) Geef drie voordelen van het gebruik van zo'n chip om de bloedsuikerspiegel te bepalen, in vergelijking met bloed prikken.

b) Kun je een nadeel of risico bedenken voor het gebruik van nanotechnologie bij de mens? Licht je antwoord toe.

Op de Kennislink-site heeft nanotechnologie zijn eigen rubriek. Als je op 'nanotechnologie' klikt kom je terecht op een site met allerlei (nieuws)artikelen. Zoek in deze artikelen andere toepassingen waarbij nanotechnologie bij mens en gezondheid gebruikt wordt.

c) Welke andere toepassingen ben je tegengekomen? Noem er minimaal drie.

Met een conceptmap kun je snel een overzicht maken van relaties tussen belangrijke concepten. Het programma CmapTools biedt de mogelijkheid om zulke maps snel op je computer te maken. Je mag de concept map ook op papier maken. Een voorbeeld van een concept map zie je hier:



d) Maak een concept map over de toepassingen, voordelen en nadelen van nanotechnologie in mens & gezondheid. Ga als volgt aan het werk:

1. Schrijf eerst voor jezelf minstens drie toepassingen van nanotechnologie bij mens en gezondheid op.
2. Geef voorbeelden van de toepassingen die je hebt opgeschreven bij punt b.
3. Bedenk wat voordelen en nadelen van deze toepassingen zijn.
4. Als je een concept map op de computer maakt, download en installeer het programma CmapTools op [deze pagina](#).
5. Maak nu een conceptmap in CmapTools:
 - begin in het midden met een blokje dat je 'nanotechnologie en gezondheid' noemt, leg van daaruit links (relaties) met de toepassingen, voordelen en nadelen.
 - benoem, waar mogelijk, ook de pijlen tussen de vakjes.
 - de conceptmap moet uit minimaal 15 blokken bestaan.
6. Lever je conceptmap in bij de docent.

3. Nanoluidsprekers

Door gebruik te maken van nanotechnologie zijn allerlei nieuwe gadgets binnen handbereik. Een voorbeeld hiervan zijn ultradunne nanoluidsprekers, die ervoor kunnen zorgen dat je jas muziek afspeelt en je mobiele telefoon nog veel en veel dunner wordt. Lees [dit](#) artikel.



a) Hieronder staan een aantal eigenschappen die te maken hebben met gewone en nanoluidsprekers. Geef bij elke eigenschap aan wat het verschil is tussen een gewone luidspreker en een nanoluidspreker.

- Afmeting
- Elektrische geleiding
- Flexibiliteit
- Warmte geleiding

b) Bij welke van de onderstaande situaties zal volgens jou de nanoluidspreker ingezet gaan worden? Leg elke keer je antwoord uit.



4. Lichtmanipulatie op nanoschaal

Op nanoschaal gedragen deeltjes zich anders dan op grotere schaal. Op nanoschaal worden ook andere natuurkundige principes belangrijk. Juist doordat de nanowereld zo anders is, maakt nanotechnologie nieuwe toepassingen mogelijk. Zelfs licht gedraagt zich anders op nanoschaal.



a) Lichtstralen kun je beschouwen als een golf. Zet de volgende soorten (elektromagnetische) straling in de juiste volgorde, van korte naar lange golflengte. Noteer alleen de letters.

- A. radiogolven
- B. Röntgenstraling
- C. rood licht
- D. microgolven (magnetron)
- E. ultraviolet licht

Wetenschappers experimenteren graag met licht op nanoschaal. Dat doen ze omdat licht gebruikt zou kunnen worden voor informatieoverdracht. Lees **dit** volgende artikel.

b) In het artikel wordt een aantal voordelen genoemd van het gebruik van licht als informatiedrager. Noem er drie.



Stel dat je een lichtgolf met een golflengte van 500 nm door een nanokanaaltje wilt laten lopen met een diameter van 100 nm. Dat past niet, tenzij je een trucje gebruikt. Door het plasmonisch effect kun je er alsnog voor zorgen dat lichtgolfjes langs een oppervlak worden geleid.

c) Geef aan of de volgende uitspraken juist zijn of onjuist

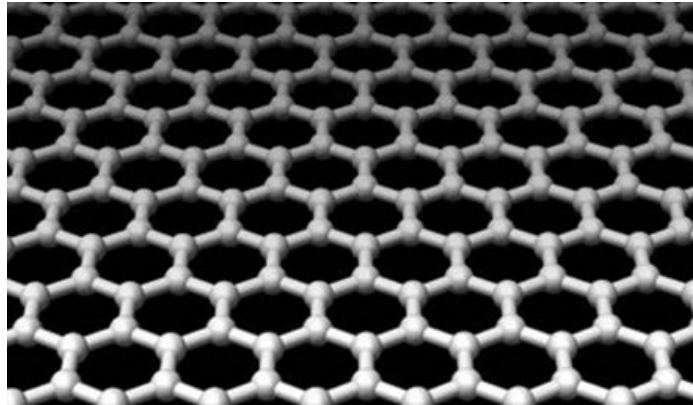
1. Een plasmon is een bijzonder soort lichtgolf.
2. Het bijzondere van een plasmon is de voortplantingssnelheid van het licht.
3. Met name het opwekken van plasmonen is nog erg lastig.
4. Voor de geleiding van plasmonen kan glasvezel gebruikt worden.

Het plasmonisch effect kan ook worden ingezet om een nanoradertje te laten ronddraaien. Bekijk [dit](#) filmpje.

d) In het filmpje zie je op een gegeven moment de draairichting van het radertje veranderen. Waarmee kun je de draairichting blijkbaar beïnvloeden?

5. Grafeen (vwo)

Grafeen wordt het ‘wondermateriaal’ genoemd. De toepassingen van grafeen lijken eindeloos, en na jaren van onderzoek krijgt grafeen steeds meer concrete toepassingen. Lees het artikel op [Kennislink](#).



- Leg uit wat grafeen is, en hoe je het kunt verkrijgen. Gebruik maximaal 35 woorden.
- Ga op internet op zoek naar toepassingen van grafeen. Noem er drie.
- Grafeen staat onder andere bekend om zijn goede geleiding van een elektrische stroom. Leg op atoomniveau uit hoe een elektrische puls zich verplaatst door een stukje grafeen. Maak daarbij een tekening om je antwoord te illustreren.

6. Computers en chips (vwo)

De quantumcomputer, die nog niet bestaat, is een voorbeeld van een toepassing van nanotechnologie. Bekijk [dit](#) filmpje, waarin iets over de quantumcomputer wordt verteld en beantwoord de vragen. Kom je er niet uit, dan vind je meer informatie in [dit](#) artikel.



- Wat is quantummechanica?
- Wat is superpositie en waarom is dit van belang voor de snelheid van de quantumcomputer? Leg je antwoord uit in maximaal 50 woorden.

In de film en het artikel wordt met voorbeelden uitgelegd hoe een quantumcomputer sneller is dan de huidige computers. In het filmpje gaat het over het handelsreizigersprobleem; in het artikel over het zoeken van een telefoonnummer in een telefoonboek.

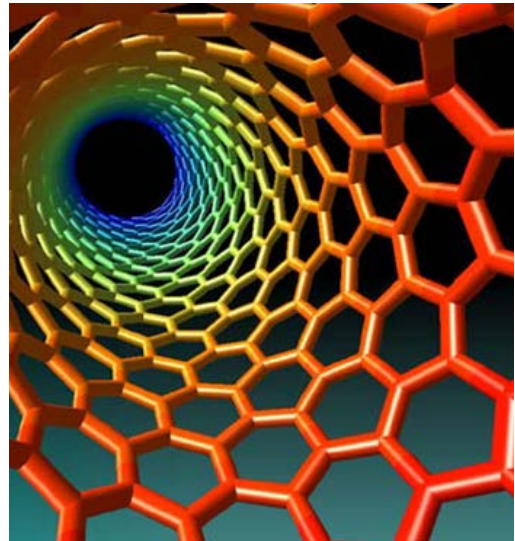
- Bedenk zelf een derde vraagstuk waarvan jij denkt dat de huidige computers het antwoord NIET kunnen berekenen, maar een quantumcomputer misschien wel.

Blok 2 | Webquest

Sterker dan staal en een goede geleider van warmte en elektriciteit, maar toch flexibel en licht als een veertje. Dat zijn koolstofnanobuisjes. Zoals de naam al zegt: microscopisch kleine buisjes, opgebouwd uit koolstofatomen. De eigenschappen van koolstofnanobuisjes maken ze uitermate geschikt voor toepassingen in, nou ja, wat niet? Dat, en meer, ga jij uitzoeken in deze webquest.

Webquest

Sterker dan staal en een goede geleider van warmte en elektriciteit, maar toch flexibel en licht als een veertje. Dat zijn koolstofnanobuisjes. Zoals de naam al zegt: microscopisch kleine buisjes, opgebouwd uit koolstofatomen. De eigenschappen van koolstofnanobuisjes maken ze uitermate geschikt voor toepassingen in, nou ja, wat niet? Zowel de medische wetenschap als de sportwereld, ruimtevaart, het energie-onderzoek en vele andere vakgebieden staan te trappelen om koolstofnanobuisjes te gaan gebruiken. Er zijn echter nog twee problemen: koolstofnanobuisjes zijn moeilijk te produceren, en mogelijk zijn ze gevaarlijk voor de gezondheid.



Opdracht

Schrijf een kort overzichtsrapport over koolstofnanobuisjes dat de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap zou kunnen gebruiken om zich in te lezen over het onderwerp. In het rapport moet worden uitgelegd wat koolstofnanobuisjes zijn, hoe ze gemaakt worden, waarin ze toegepast kunnen worden, wat de risico's zijn en hoe ver de wetenschap momenteel is. Om dit rapport te kunnen schrijven, ga je je eerst verdiepen in het onderwerp en een aantal basisvragen beantwoorden.

Werkwijze

Beantwoord de volgende vragen met behulp van de bronnen.

1. Wat zijn koolstofnanobuisjes?
 - Hoe zien ze eruit?
 - Waardoor geleiden ze zo goed?
 - Welke verschijningsvormen bestaan er?

2. Waar kunnen koolstofnanobuisjes worden toegepast? Noem minstens 5 gebieden/producten en leg voor elk gebied/product uit wat de rol van de koolstofnanobuisjes is.

3. In welke van de volgende toepassingen heb je niets aan koolstofnanobuisjes?
 - a. Luidspreker
 - b. Tennisracket
 - c. Thermoskan
 - d. Zonnecel

4. Welke obstakels zijn er bij de productie van koolstofnanobuisjes?
 - Beschrijf hoe deze methodes werken.
 - Hoe succesvol zijn de verschillende methodes?

5. Leg uit waarom de volgende stelling juist of niet juist is:
'Sommige mensen verwachten dat koolstofnanobuisjes gevaarlijk zijn voor de gezondheid, omdat ze dezelfde chemische eigenschappen hebben als asbestvezels.'

6. Wat zijn de laatste ontwikkelingen binnen het onderzoek naar koolstofnanobuisjes?

7. Schrijf het rapport. Maak er een duidelijk, goed leesbaar stuk van, van maximaal 500 woorden. Gebruik de volgende indeling:
 - introductie
 - Wat zijn koolstofnanobuisjes?
 - kern
 - Waar kunnen koolstofnanobuisjes worden toegepast?
 - Wat voor hindernissen zijn er bij de productie van koolstofnanobuisjes?
 - Wat zijn de mogelijke risico's van het gebruik van koolstofnanobuisjes?
 - Wat is de laatste stand van zaken binnen het onderzoek naar koolstofnanobuisjes?
 - Beschrijf een recent ontdekte toepassing van koolstofnanobuisjes.
 - afsluiting
 - Wat is de laatste stand van zaken binnen het onderzoek naar koolstofnanobuisjes?
 - Welke vragen moeten in de toekomst nog beantwoord worden?

Bronnen

- Kennislink-dossier, waarin verschillende artikelen over nanotechnologie (en koolstofnanobuisjes) te vinden zijn.
- Informatiepagina over elektrische auto's, waarop een nieuwsbericht is geplaatst over het gebruik van koolstofnanobuisjes in elektrische motoren.
- Kennislinkartikel over het gebruik van koolstofnanobuisjes in elektronica.
- Community met technische informatie, waar een artikel is geplaatst over de toepassing van koolstofnanobuisjes in chips.
- Engelstalige uitleg over koolstofnanobuisjes (5 delig).
- Website van Stichting FOM, waarop een artikel is geplaatst over een transistor gemaakt van koolstofnanobuisjes.
- Artikel over het mogelijke gevaar van koolstofnanobuisjes
- Artikel over het mogelijke gevaar van koolstofnanobuisjes

Beoordeling

Je kunt voor deze webquest maximaal 100 punten verzamelen. Voor het eindcijfer wordt het aantal behaalde punten gedeeld door 10. In de onderstaande tabel kun je zien hoeveel punten je kunt behalen voor de verschillende onderdelen. Mocht je bijvoorbeeld voor het eerste onderdeel (Gebruik van bronnen) uitstekend werk hebben geleverd, dan kun je daarvoor 20 punten verdienen. Heb je de opdracht iets minder nauwkeurig uitgevoerd, dan levert je dat 15 punten op.

	Starter (max 11 punten per onderdeel)	Gevorderde (max 15 punten per onderdeel)	Expert (max 20 punten per onderdeel)
Gebruik van bronnen	Je hebt een paar websites bekeken en geen bronnen vermeld	Je hebt de meeste websites bekeken en soms bronnen vermeld	Je hebt alle websites bekeken en alle bronnen vermeld
Verwerking van informatie	Sommige onderdelen zijn opgenomen, maar niet of heel kort toegelicht	Alle onderdelen zijn opgenomen en ze worden kort uitgelegd	Alle onderdelen zijn opgenomen en ze worden uitgebreid toegelicht
Correct gebruik van informatie in het rapport	Je geeft meerdere feitelijke onjuistheden of hebt informatie niet goed geïnterpreteerd	Je geeft soms feitelijke onjuistheden of een enkele verkeerde interpretatie	Je rapport bevat geen fouten of verkeerde interpretaties
Overzichtsrapport	Je rapport mist een logische opbouw en is niet overzichtelijk	Je rapport heeft wel een logische opbouw, maar is niet erg overzichtelijk	Je hebt een logisch opgebouwd en overzichtelijk rapport geschreven
Overzichtsrapport	Je rapport leest lastig en je hebt de gevonden informatie niet duidelijk weergegeven	Je rapport is goed leesbaar, maar soms ontbreekt essentiële informatie en/of de informatie is niet objectief weergegeven	Je rapport is origineel en leest prettig. De informatie is volledig en objectief, zodat de lezer zich een goed beeld kan vormen

Afsluiting

In deze webquest heb je je verdiept in koolstofnanobuisjes en hun toepassingen:

- Je bent bezig geweest met het vergaren van informatie uit verschillende bronnen
- Je bent meer te weten gekomen over koolstofnanobuisjes
- Je kent een aantal toepassingen van koolstofnanobuisjes
- Je kent de bezwaren tegen het gebruik van koolstofnanobuisjes
- Je hebt geleerd te rapporteren over de door jou gevonden informatie

Blok 3 | Onderzoek & Ontwerp

In de afgelopen lessen heb je voldoende inzicht in nanotechnologie opgedaan om met je team te kunnen starten met de onderzoek & ontwerp-opdracht. In deze opdracht bedenk je een nanotechnologische oplossing voor een bestaand probleem. Die oplossing is - uiteraard - te klein om met het blote oog te zien. Daarom ga je een fysiek model van je oplossing bouwen (van hout, karton, plastic...) waarin je duidelijk kunt laten zien hoe alles op nanoschaal werkt.

Opdracht

De opdracht zelf lijkt misschien kort, maar schijn bedriegt: er zal veel werk in gaan zitten. Ten eerste omdat er geen kant-en-klaar antwoord bestaat. Je zult zelf moeten zoeken, overleggen, besluiten nemen en tot slot je model bouwen en presenteren. Daarnaast zal je met je team zelf je tijd moeten plannen om bijtijds klaar te zijn.

Kies eerst één onderwerp uit de vijf opties waarvoor je een nanotechnologische oplossing wilt bedenken. Ga dan vervolgens verder met de planning van deze opdracht.





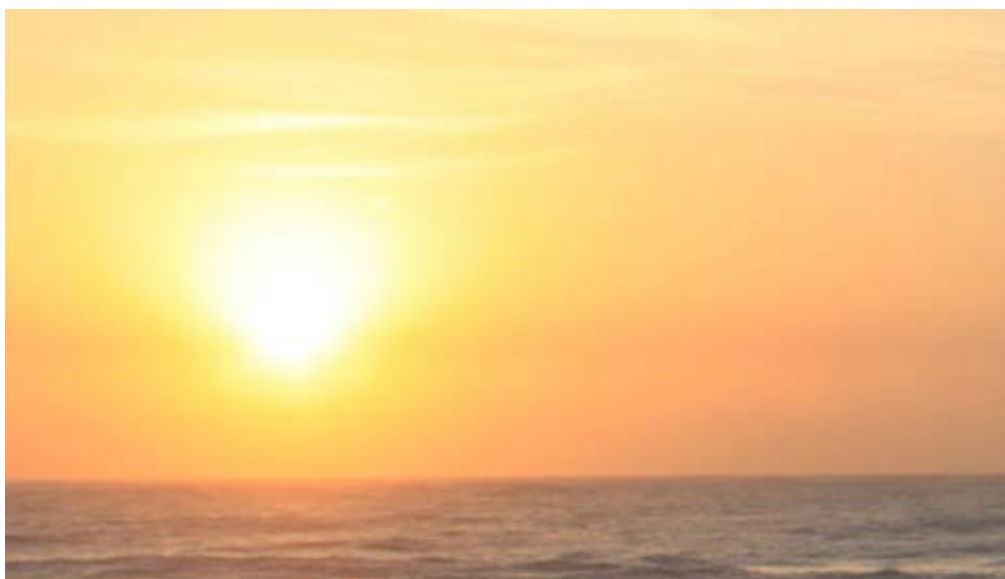
Waterzuivering

Schoon water is van levensbelang. Helaas is het water op sommige plaatsen in de wereld (ernstig) vervuild, zoals in Bangladesh. Aan jullie de opdracht om een waterzuiveringsinstallatie te ontwerpen, die is gebaseerd op nanotechnologie.

Maak een model van jullie oplossing, waarin je duidelijk laat zien hoe jullie idee op nanoschaal in elkaar steekt. Met behulp van het model zullen jullie uiteindelijk in een presentatie uitleggen hoe de techniek werkt, wat de rol van nanotechnologie is en welke keuzes jullie hebben gemaakt.

Startliteratuur

- <http://www.oneworld.nl/wereld/kan-nanotechnologie-de-mondiale-dorst-lossen>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/ontzouten-met-nanokanaaltjes>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/1-op-5-sterfgevallen-in-bangladesh-door-arsenicum-in-drinkwater>
- <http://www.denederlandsewetenschap.nl/web-specials/nanodialoog/nieuws/2010/03/nanozilverdeeltjes-voor-waterzuivering.html>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/schoon-drinkwater-met-nanotechnologie>
- <http://www.kijkmagazine.nl/nieuws/nano-theezakje-zuivert-water-voor-minder-dan-een-cent>



Zonnecel

Met zonnecellen is het een koud kunstje om duurzame energie op te wekken. Toch zijn zonnecellen nog niet erg efficiënt in het omzetten van zonne-energie in elektriciteit. Aan jullie de taak om een efficiënte zonnecel te ontwerpen die volgens een nieuw nanotechnologisch principe werkt.

Maak een model van jullie oplossing, waarin je duidelijk laat zien hoe jullie idee op nanoschaal in elkaar steekt. Met behulp van het model zullen jullie uiteindelijk in een presentatie uitleggen hoe de techniek werkt, wat de rol van nanotechnologie is en welke keuzes jullie hebben gemaakt.

Startliteratuur

- <http://science.howstuffworks.com/environmental/energy/solar-cell1.htm> <http://www.kennislink.nl/publicaties/gouden-trechter-perst-lichtbundel-op-nanodraad>
- <http://www.zonnepanelen-info.nl/nieuws/12-jarige-doet-mega-ontdekking-op-gebied-van-zonnecellen/>
- <http://www.philips.nl/shared/assets/nl/jet-net/verslagen/2011-2012/profiel-werk-stukmenno-veen-en-wilbert-buijs.pdf>
- <http://www.denederlandsewetenschap.nl/web-specials/nanodialoog/over-nanotechnologie/toepassingen/energie/zonnecellen.html>



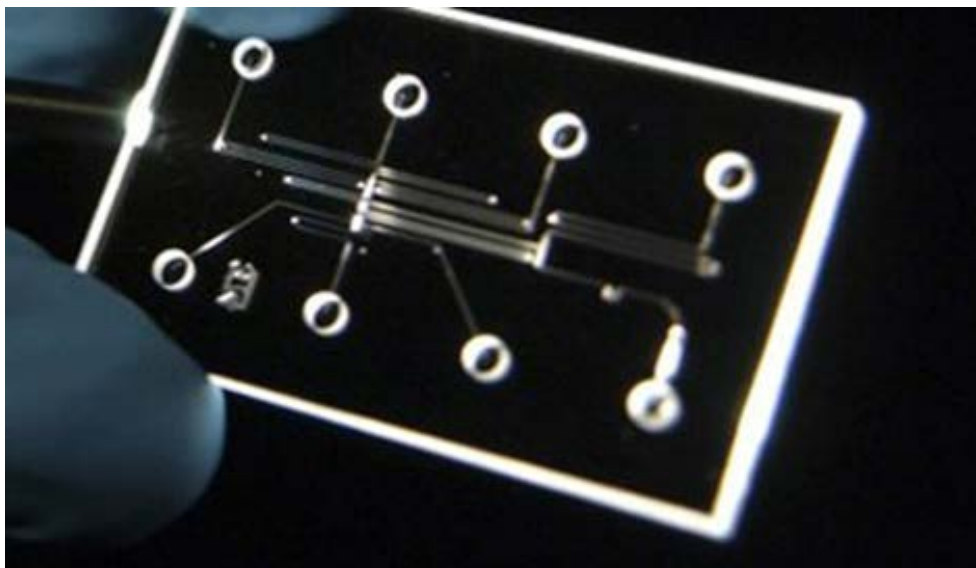
Nanomotor

Door nanotechnologie is het mogelijk om op nanoschaal apparaten te maken, die ingezet kunnen worden voor tal van toepassingen. Zo kunnen nanomotoren bijvoorbeeld gebruikt worden om een molecuul (nanomachine) te verplaatsen of nanoradertjes in werking te zetten.

Jullie gaan een nieuwe soort aandrijving voor een nanomotor bedenken. Het gaat daarbij om het vinden van een manier om moleculen op nanoschaal in beweging te zetten. Maak een model van jullie idee, waarin je duidelijk laat zien hoe het nanotechnologische principe van de nanomotor werkt. Met behulp van het model zullen jullie uiteindelijk in een presentatie uitleggen hoe de techniek werkt, wat de rol van nanotechnologie is en welke keuzes jullie hebben gemaakt.

Startliteratuur

- <http://www.kennislink.nl/publicaties/krachtwerking-in-nanomotoren-opgehelderd>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/licht-laait-nanomolen-draaien>
- <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=5553.php>
- <http://www.at-aandrijftechniek.nl/nieuws/technologie/2010/opgevoerde-nanomotor.html>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/moleculaire-motoren>



Biomonitoring

Nanotechnologie vindt veel nuttige toepassingen in de geneeskunde. Zo kunnen nanodeeltjes medicijnen precies op de juiste plek bezorgen, of is het mogelijk door middel van een minuscule chip de concentratie van bepaalde stoffen in het lichaam in de gaten te houden. Steeds meer onderzoeksgroepen werken aan deze zogenaamde lab-on-a-chip technologie.

Maak een model van jullie chip, waarin je duidelijk laat zien hoe de chip zijn functies op nanoschaal kan uitvoeren. Met behulp van het model zullen jullie uiteindelijk in een presentatie uitleggen hoe de techniek werkt, wat de rol van nanotechnologie is en welke keuzes jullie hebben gemaakt.

Startliteratuur

- <http://www.kennislink.nl/publicaties/de-opmars-van-de-twintse-lab-on-a-chip>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/van-gadget-tot-levensredder-de-nanosensor/>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/minuscule-propeller-verspreidt-medicijn>
- <https://www.rathenau.nl/nl/blog/nanotechnologie-ons-misbruikt-voor-spionagedoel-einden>
- <http://www.sg.uu.nl/nieuwsblog/2012/09/27/nano-onder-de-huid>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/nanochip-toont-onzichtbare-kanker>



Nanochip

Op relatief korte termijn zullen de huidige computerchips de grenzen van hun mogelijkheden bereiken. Tijd dus voor een nieuw soort computerchip, op basis van nanotechnologische principes. Aan jullie de taak deze nieuwe techniek te bedenken.

Maak een model van jullie idee, waarin je duidelijk laat zien hoe het nanotechnologische principe van de chip werkt. Met behulp van het model zullen jullie uiteindelijk in een presentatie uitleggen hoe de techniek werkt, wat de rol van nanotechnologie is en welke keuzes jullie hebben gemaakt.

Startliteratuur

- <http://www.kennislink.nl/publicaties/toepassing-grafeen-in-zicht>
- <http://www.kennislink.nl/publicaties/quantumcomputer-van-silicium>
- <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/08/090817142739.htm>
- <http://www.czw.nl/dna-als-computerchip.89244.lynkx>
- <http://wetenschap.infonu.nl/techniek/33056-nanotechnologie-in-de-logistiek-communiserende-producten.html>

Blok 3 | Planning

Hieronder zie je een stappenplan staan, plan een deadline voor elke stap. Wijs per stap iemand in de groep aan die hoofdverantwoordelijk is. Per stap staat aangegeven wat er moet gebeuren bij die stap. Volg het stappenplan en houd je aan de deadlines!

Inlezen

Als je niet weet waarover je het hebt, kun je weinig zinnigs over een probleem zeggen. Bij het door jullie gekozen onderwerp zijn een aantal bronnen verzameld om je op weg te helpen. Verdeel de bronnen onderling en lees ze. Zorg dat elke bron door tenminste twee mensen gelezen wordt. Bespreek daarna onderling wat je gelezen hebt en wat je nu wel en nog niet begrijpt. Zoek zo nodig extra informatie.

Probleem formuleren

Geef twee heldere omschrijvingen van het exacte probleem of de exacte opdracht: een uitgebreide omschrijving (max 250 woorden), voor jullie eigen team, en een korte omschrijving (max 50 woorden) die uiteindelijk in jullie eindpresentatie terugkomt.

Mogelijke oplossingen formuleren

Formuleer twee verschillende nanotechnologische oplossingen voor het probleem. De oplossingen hoeven niet even haalbaar te zijn, maar in theorie moeten ze wel mogelijk zijn. Geef bij elke oplossing minstens één voordeel en één nadeel aan.

Oplossing kiezen en keuze onderbouwen

Kies met je team de beste oplossing uit en onderbouw je keuze.

- Waarom is dit de beste oplossing? (maximaal 250 woorden)
- Wat zijn de belangrijkste nadelen?
- Hoe zou men deze nadelen kunnen ondervangen? (maximaal 100 woorden)

Opzet model beschrijven en eerste schetsen maken

Jullie gaan je oplossing toelichten met een model. Het is handig om eerst heel goed te bedenken wat je wel en niet in het model gaat laten zien, en wat de belangrijkste onderdelen van het model zijn. Denk eraan dat de presentatie straks vrij kort is! Toeschouwers moeten dus zoveel mogelijk in een oogopslag aan het model kunnen zien. Verwerk de volgende punten in je opzet. Let op: op de onderstaande opzet krijg je commentaar van een ander team.

1. Geformuleerd probleem
2. Gekozen oplossing
3. Geef een korte algemene beschrijving van het model. (max 50 woorden)
4. Welke onderdelen en/of processen zijn essentieel voor jullie oplossing en zullen dus duidelijk te zien zijn in het model? (max 50 woorden)
5. Welke onderdelen zijn bijzaak, en hoe ga je daarmee om? (max 50 woorden)
6. Hoe kan een toeschouwer in het model zien wat wat is? Met een legenda, kleurcodes, tekst in het model zelf, bordjes met pijlen, knipperende neonlichten, ingebouwde dvdspelers? Of misschien helemaal niet?
7. Welke materialen ga je gebruiken om het model te bouwen en waarom?
8. Hoe groot wordt het model ongeveer? (x bij y bij z cm)
9. Maak een of enkele schetsen van het model (op papier of digitaal)

Feedback geven op opzet model van een ander team

Beoordeel het model van een ander team. Neem in je beoordeling de volgende vragen mee: Is er goed over de materiaalkeuze nagedacht? Is het model goed gebouwd? Komt het nanotechnologische aspect naar voren? Bedenk ook een vraag over de nanotechnologische oplossing, die je na de presentatie aan de groep kan stellen.

Bouwen model

Bespreek met je team de feedback op jullie model. Moet het ontwerp nog worden aangepast? Als het ontwerp klaar is, kunnen jullie het model gaan bouwen!

Blok 4 | Eindpresentatie

In dit laatste blok bekijk je eerst de maatschappij denkt over nanotechnologie. Want zonder draagvlak maakt jouw oplossing weinig kans. Je presenteert daarna je oplossing en model aan de rest van de klas en je legt uit of jij denkt dat er draagvlak is voor jouw oplossing.

Inlezen

Zoek op het internet hoe de maatschappij denkt over nanotechnologie. Kijk bijvoorbeeld op de site van [NanoOpinion](#), [NanoDiode](#) en [NanoPodium](#).

Presentatie

Presenteer je oplossing en model aan de rest van de klas. Verwerk de volgende vragen in jullie presentatie:

- Wat is de nanotechnologische oplossing is van het door jullie uitgewerkte probleem?
- Hoe werkt de oplossing? (gebruik hierbij het model)
- Wat is het nanotechnologische aspect van de oplossing?
- Wat is het nut van de oplossing?
- Ziet de maatschappij de oplossing zitten? (link naar Het Grote Nano-onderzoek)

Beoordeel alle andere presentaties met behulp van het beoordelingsformulier. Als alle groepen klaar zijn met de presentatie, worden de scores van de verschillende groepen opgeteld. De groep met de hoogste score heeft gewonnen!