

Module-aanbod 6VWO 2024-2025

Er zijn in totaal 9 modules, waarvan je er 2 gaat volgen.

1) Artificial Intelligence (Cathy Baars, ma 25 nov & ma 2 dec)

In deze nieuwe module maak je kennis met Artificial Intelligence (AI), oftewel kunstmatige intelligentie. Wat is dit nu precies? Hoe kun je het bouwen? En wat kun je er (niet) mee? In deze module ga je zelf de onderzoeken hoe betrouwbaar kunstmatige intelligenties zijn, hoe je dit kunt verbeteren en wat de wiskunde achter kunstmatige intelligentie is. Daarnaast ga je zelf data verzamelen om een AI te bouwen en we gaan kijken welke vragen we met onze eigen AI kunnen oplossen. Als laatste maak je kennis met de mogelijkheden van ChatGPT. Tijdens deze module zit je grotendeels achter de laptop.

Voor deze module heb je een laptop nodig waarop Jupyter Notebook is geïnstalleerd. In de voorbereidende opdracht wordt uitgelegd hoe dit moet. Op een Chromebook kun je deze module niet volgen. Naast het installeren van software wordt in de voorbereidende opdracht de basiswiskunde voor een kunstmatige intelligentie besproken. De voorbereidende opdracht duurt ongeveer 3 uur. Hou hier rekening mee. Tussen de twee module dagen is er niet veel werk (alleen een enquête versturen). De beide dagen worden afgesloten met een korte presentatie van het geleerde. Hierbij onderzoekt elke groep iets anders rond een kunstmatige intelligentie (denk hierbij aan snelheid, betrouwbaarheid en gevoeligheid). Tijdens de slotpresentatie vergelijk je de verschillende kunstmatige intelligenties met elkaar.

2) Proteomics (Andrea van Bruggen, ma 18 nov & ma 16 dec)

Wanneer je kiest voor deze module maak je kennis met het vakgebied 'proteomics'. Hierin wordt studie gedaan naar het proteoom: alle eiwitten aanwezig in een cel. Dit kan variëren onder invloed van omstandigheden. Soms worden eiwitten veel of juist weinig aangemaakt. Op bepaalde momenten worden eiwitten gemodificeerd zodat ze actief kunnen zijn. Soms worden afwijkende eiwitten gevormd als er sprake is van een (genetische) ziekte. Het vakgebied 'proteomics' houdt zich dan ook bezig met de studie naar zowel de regulatie van de synthese van eiwitten, als ook naar modificaties van eiwitten.

Op de eerste dag ga je aan de slag met cel-extracten, onder andere van een patiënt met sikkelcelziekte. Na het isoleren van hemoglobine, knippen we dit eiwit in kleinere stukjes door het te behandelen met trypsine. De fragmenten analyseren we vervolgens in een massaspectrometer.

Op de tweede dag ga je aan de hand van de verkregen massaspectra vaststellen in welk cel-extract er sprake is geweest van sikkelcelziekte. Ook krijg je een rondleiding op de vakgroep, vertelt een wetenschapper over diens onderzoek en bekijk je een massaspectrometer.

Aan het einde van de dag pas je alle kennis toe in een slotopdracht. We bekijken het massaspectrum van een fragment van het B-Raf-eiwit, dat een belangrijke rol speelt bij de aansturing van celgroei. Daarna kan je voorspellen hoe het massaspectrum zal veranderen wanneer er sprake is van een BRAF-mutatie, die huidkanker kan veroorzaken.

3) Maxwell (Ton Versteegh, di 19 nov & di 3 dec)

Op de zwaartekracht na behoren alle krachten en interacties die je om je heen ziet en voelt, tot de wereld van elektromagnetisme. De fenomenen licht, magnetisme en elektriciteit zijn al duizenden jaren bekend maar werden nooit als samenhangend gezien. Na talloze experimenten door talloze natuurkundigen door de eeuwen heen, was het uiteindelijk James Clerk Maxwell die de volledige set vergelijkingen voor elektromagnetisme wist te beschrijven. Als klap op de vuurpijl, kwam uit deze vergelijkingen de waarde van de lichtsnelheid rollen.

Hoewel de Maxwellvergelijkingen er op het eerste gezicht misschien afschrikwekkend uit zien, is het juist het doel van deze module om de vergelijkingen toegankelijk te maken en te laten zien dat ze met

eenvoudige concepten te begrijpen zijn. Dit doen we met behulp van échte experimenten en gedachte-experimenten. Stapsgewijs leren we hoe deze vergelijkingen zijn opgebouwd en wat hun onderlinge samenhang is.

In deze module gaan we proberen om:

- helderheid te scheppen in het verschijnsel elektromagnetisme,
- de achterliggende vergelijkingen inzichtelijk te maken,
- welke fenomenen die vergelijkingen beschrijven en
- waarom de vergelijkingen zo in elkaar zitten.

Dit doen we via

- experimenten, die met relatief eenvoudige apparatuur zijn uit te voeren
- intuïtief aan te voelen concepten,
- theoretische afleidingen en
- wat eenvoudig uit te werken situaties

In groepjes werk je aan de eindopdracht, die bestaat uit het uitwerken van de metingen die je bij drie experimenten hebt verzameld en waarmee je de waardes van enkele fundamentele natuurconstantes kunt bepalen en het uitwerken van een aantal theorieopdrachten.

4) Kristallen (Andrea van Bruggen, di 19 nov & di 3 dec)

Let op: max. 18 deelnemers

In de vaste fase kunnen moleculen zich ordenen in prachtige regelmatige kristalstructuren. Met de analysetechniek 'röntgendiffractie' kunnen we deze kristallen bestuderen en zo ook de moleculaire structuur van de deeltjes ontrafelen. Röntgenstraling gaat grotendeels door het kristal heen, maar, afhankelijk van de gebruikte golflengte en bepaalde hoeken, vertoont het reflecterende deel patronen (waarbij de straling wordt uitgedoofd of juist wordt versterkt) waaruit we de verschillende atomen herkennen en de afstanden tussen de atomen kunnen vaststellen. De ruimtelijke 3D-structuur van het molecuul wordt zo zichtbaar.

In de eerste voorbereidende opdracht ga je op school zelf kristallen van sucrose maken, die je meeneemt naar de Universiteit voor een analyse door röntgendiffractie. Je ontdekt diverse symmetrie-elementen in diverse moleculen en kristalstructuren en je oefent met de wet van Bragg, waarbij je leert hoe je afstanden tussen atomen kunt berekenen.

Tijdens campusdag 1 voeren we een diffractie-experiment uit met jouw zelfgemaakte sucrosekristal. Dit doen we op de vakgroep Kristal- en Structuurchemie van het departement Scheikunde. Je krijgt een college over röntgendiffractie en een inleiding op de kristal- en structuurchemie en we gaan hiermee aan de slag in een werkcollege. Verder bekijken we diverse moleculaire structuren in een computerpracticum.

In de tussenopdracht krijg je een introductie over de suikerchemie. We gaan namelijk op campusdag 2 de data van het röntgendiffractie-experiment van sucrose bestuderen. Met kristallografische software kunnen we de moleculaire structuur van sucrose ontrafelen en grafisch weergeven. Tenslotte schrijf je een wetenschappelijk artikel over de kristallografische studie van sucrose.

5) Wat is een getal? (Michiel Snoek, ma 9 dec & ma 6 jan)

Wat is een getal? Een eenvoudige vraag... Maar een antwoord erop vinden is lastiger dan het lijkt. Sterker nog: we gaan er een hele module mee aan de slag en aan het einde zijn we nog steeds niet tot de bodem ervan gekomen. Wel leidt onze zoektocht naar een antwoord langs prachtige wiskundige resultaten voor mysterieuze getallen zoals pi en de wortel van -1.

Iedere tak van de wiskunde schijnt weer een ander licht op de vraag. De module gaat over meetkunde, algebra, computeralgoritmes, maar vooral over de vraag hoe we systematisch en nauwkeurig getallen

kunnen definiëren en tellen. Regelmatig raken we aan grondslagen van de wiskunde zelf. Want de vraag wat een getal is, hangt direct samen met de kwestie of we wiskunde ontdekken, dan wel uitvinden.

Als eindopdracht voor deze module werk je in een groepje een wiskundig probleem uit dat gerelateerd is aan getaltheorie. Je presenteert de oplossing door middel van een bordpresentatie.

6) Neurobiologie (Sidharta Chafekar, ma 9 dec & ma 6 jan)

Door de toenemende vergrijzing krijgen steeds meer mensen te maken met neurodegeneratieve ziekten zoals de ziekte van Alzheimer en Parkinson. Deze ziekten kenmerken zich door zich in de hersenen ophopende eiwitten. Een behandeling ter genezing is er nog steeds niet ondanks dat er heel veel onderzoek naar wordt gedaan. Een van de modelorganismen die gebruikt worden voor onderzoek is de rondworm soort *Caenorhabditis elegans*. Dit rondwormpje is bij uitstek geschikt vanwege de geringe grootte, de snelle en veelvuldige voortplanting en de eenvoud om het organisme te manipuleren en te bewaren. Bovendien is het organisme transparant, wat het mogelijk maakt de manipulatie goed te observeren in vivo. In deze module zul je veel leren over verschillende neurodegeneratieve hersenziekten maar ga je bovendien interessante experimenten doen met dit modelorganisme. De module moet uitmonden in een gezamenlijk geproduceerde wetenschappelijke poster.

7) Kwantumkleuren (Silvio Rademaker, di 10 dec & di 28 jan)

Elke dag worden wij wakker in een wonderlijke wereld van kleuren. Die kleuren komen we tegen in de natuur en ook in allerlei menselijke toepassingen en gebruiksvoorwerpen. Sommige voorwerpen hebben een vaste kleur, andere voorwerpen zoals (televisie)schermen kunnen steeds van kleur veranderen. Voorwerpen met een vaste kleur zenden slechts hun eigen kleur terug en absorberen de andere kleuren. Maar hoe weet zo'n voorwerp welke kleur die zelf heeft? Hoe komt het dat sommige voorwerpen vanaf een andere kijkhoek van kleur veranderen? En op welk principe is de aansturing van kleurenschermen gebaseerd?

In deze module kom je in aanraking met verschillende principes die een kleur bepalen. We bespreken de wereld achter de werking van kleurenschermen en maken een klein zijstapje naar toepassingen van goud. Hierna kunnen we ingaan op kwantumkleureffecten en als laatste doen we een practicum waarbij de aangroei van goudkristallen de kleur van een vloeistof bepaalt.

8) Malaria (Sidharta Chafekar + Andrea van Bruggen, ma 27 jan & ma 10 feb)

Medicijnen: de mensheid kan niet zonder! Voor veel ziekten en aandoeningen zijn medicijnen ontwikkeld. Aan de ontwikkeling van een medicijn gaat een jarenlang proces vooraf. In deze module krijg je inzicht in dat proces en ga je zelf aan de slag met medicijnontwikkeling voor de ziekte malaria m.b.v. *Molecular Modeling*. Jij kruipt daarbij in de rol van wetenschapper die werkt aan de selectie van stoffen die potentieel geschikt zijn als medicijn tegen malaria.

Na afronding van deze module kun je:

- Aan de hand van de context malaria uitleggen waarom het belangrijk is nieuwe medicijnen te blijven ontwikkelen;
- Uitleggen welke rol *Molecular Modeling* speelt bij de ontwikkeling van medicijnen en hoe dit proces verloopt;
- De verschillende moleculaire interacties die een rol spelen bij de werking van medicijnen benoemen samen met hun belangrijkste eigenschappen en verklaren hoe deze moleculaire interacties invloed hebben op de werking van een medicijn.

Een groot deel van deze module werken we met Arguslab, een modelleerprogramma voor het ontwerpen van medicijnen (<http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html>)

9) **Koud, kouder, koudst (Michiel Snoek, ma 27 jan & ma 10 feb)**

Een koelkast is koud. Een vriezer is kouder. Maar wat is nu het allerkoudst? En hoe bereiken we die extreem lage temperaturen? In de module "Koud, kouder, koudst" gaan we op zoek naar het absolute nulpunt. Op dag 1 leer je het verschil tussen warmte en temperatuur en welke rol de beweging van atomen en moleculen speelt. Daarna gaan we naar het lab om experimenteel vast te stellen wat de laagst mogelijke temperatuur is. Bij zeer lage temperaturen treden bijzondere verschijnselen op, waarvan supergeleiding het bekendste is.

Maar het kan nog kouder: op dag 2 gaan we bij temperaturen onder de millikelvin op zoek naar het Bose-Einstein condensaat, een exotische vorm van materie waarbij grote aantallen atomen dezelfde kwantumtoestand delen. Voor de eindopdracht van deze module ga je zelf met behulp van een Pythonprogramma bepalen of de experimentele data een Bose-Einstein laat zien en bij welke kritische temperatuur.

OUDE TEKSTEN

Bioplastics: de juiste oplossing?

LET OP: als de vakgroep Sustainable Development niet kan meewerken wordt er een alternatieve module gegeven, namelijk "Meer van hetzelfde"

Michiel Snoek – maandag 29 januari en maandag 12 februari

Je kunt er niet omheen: plastic. Plastic is een belangrijk materiaal in ons dagelijks leven. Het is veelzijdig, sterk, gaat lang mee en is goedkoop te produceren. De nadelen zijn inmiddels ook duidelijk. Plastic vergaat bijna niet en komt als afval veelvuldig in het milieu terecht. Het wordt gemaakt uit aardolie, een fossiele grondstof die eindig is en bij gebruik koolstofdioxide in de lucht uitstoot, leidend tot opwarming van de aarde.

Een alternatief voor aardolie is het gebruik van biomassa zoals planten(resten), hout of algen als grondstof voor plastic. Bioplastic wordt als een milieuvriendelijker alternatief gezien, maar is bioplastic wel minder belastend voor het milieu dan plastic gemaakt uit aardolie? Welke processen zijn ervoor nodig om (bio)plastic te produceren en welke invloed hebben deze verschillende processen op het milieu? Hoe kan de productie van bioplastic duurzaam gemaakt worden?

In deze module gaan we antwoorden vinden op deze vragen door het kwantificeren van de milieu-impact van bioplastic en deze te vergelijken met de milieu-impact van fossiel plastic. De module is ontwikkeld in samenwerking met het Copernicus Instituut voor duurzame ontwikkeling, waar het onderzoek naar bio-based materialen en energie één van de speerpunten is. Een onderzoeker van dit instituut brengt je op de hoogte van de actuele wetenschappelijke stand van zaken en legt de *life cycle assessment* (LCA) uit. Deze methode ga je toepassen op het modelleren van de milieu-impact van een bioplastic flesje. Daarvoor moet eerst schematisch het bioplastic productieproces in kaart gebracht worden. In expertgroepjes verken je aspecten van milieu-impact, bijvoorbeeld klimaatverandering, eutrofiëring, verzuring of abiotische uitputting. Door middel van een bezoek aan het departement scheikunde, waar onderzoekers zich bezighouden met de recyclebaarheid van plastics, krijg je ook inzicht in de praktische aspecten van het verwerken van (bio)plasticafval. Je sluit de module af door het maken van een videoboodschap, waarin je je resultaten verwerkt en het belang van dit onderzoek duidelijk maakt.

Óf:

Meer van hetzelfde

LET OP: deze module wordt alleen gegeven als de vakgroep Sustainable Development niet kan meewerken aan de module "Bioplastics"

Michiel Snoek – maandag 29 januari en maandag 12 februari

In de wetenschap is verzamelingsdrang een enorme drijfveer. Wetenschappers zijn dol op overzichten en lijsten, vooral als deze compleet zijn. Denk maar aan overzichten van soorten in de biologie, van atomen en moleculen in de scheikunde en van elementaire deeltjes in de natuurkunde. Ook wiskundigen zijn gek op verzamelen. Sterker nog: een belangrijk deel van de wiskunde bestaat uit het leggen van relaties tussen verzamelingen met abstracte eigenschappen.

Een belangrijke vraag is dan: wanneer noem je twee objecten 'hetzelfde'? Dat is niet altijd even makkelijk. In deze module ga je kijken naar hoe wiskundigen dingen verzamelen, ordenen en groeperen. Dit proces heet binnen de wiskunde *classificeren*. Men deelt wiskundige objecten in op grond van hun eigenschappen (*invarianten*).

Je gaat je, onder andere, bezighouden met de classificatie van veelvlakken, grafen en knopen. De grootste verrassing in dit rijtje is misschien wel de knoop. Wiskundigen bestuderen knopen op systematische wijze.

Deze theorie vindt toepassingen in onder meer de biologie (DNA) en natuurkunde (snaartheorie). In de eindopdrachten is het aan jou om je in één van deze verzamelingen te specialiseren!

Ontwikkelingsbiologie

Emma Versteegh – dinsdag 30 januari en dinsdag 6 februari

In de module ontwikkelingsbiologie leer je hoe organismen zich ontwikkelen tot wat ze zijn. Wat gebeurt er allemaal van bevruchte eicel tot embryo tot volwassen individu? Welke genen zorgen daarvoor? Hoe ontwikkelt zich een ruggengraat, een arm of een oog? En hoe doe je hier onderzoek naar? Ook bekijk je wat er gebeurt als dit proces verstoord wordt. Tijdens de module krijg je onder andere college van een onderzoeker in de ontwikkelingsbiologie en doe je een practicum met een van de bekendste modelorganismen, de rondworm *C. elegans*.