

# 2-daagse modules in de U-Talent Academy



Binnen de U-Talent Academy bieden wij de diverse groepen in vwo-5 en vwo-6 per jaar wisselende modules aan. Dit hangt met name af van de beschikbaarheid van de meewerkende onderzoekers op de departementen van de UU.

Bij de voorbeelden staat een vak genoemd. Het overgrote deel van de U-Talent Academy modules is echter vakoverstijgend en theorie en toepassingen van meerdere vakgebieden komen erin terug.

## Wiskunde

### Diep in de problemen zitten (5V)

Problemen kom je overal tegen, en zeker in de wiskunde: als je het antwoord niet ziet heb je een probleem, kun je zeggen. Maar... hoe bepaal je wat het probleem eigenlijk is? Welke middelen zijn er beschikbaar om het probleem op te lossen? Hoe controleer je of je oplossing goed is? In deze module leer je over de algemene principes om dit aan te pakken en ga je hiermee oefenen. We kijken hiervoor naar een aantal zeer beroemde wiskundige problemen. Sommige van deze problemen zijn nog niet eens opgelost!

### Reflecties op symmetrie (5V)

Symmetrie ken je uit het dagelijks leven: denk maar aan je reflectie in de spiegel, Eschers vlakvullingen of een sneeuwvlok. In deze module bekijken we symmetrie vanuit wiskundig perspectief. We kijken naar toepassingen in de scheikunde, natuurkunde, wiskunde en een aantal wiskundige spelletjes (denk aan de rubik's cube).

### Toeval of ontdekking? (5V)

Stel, je wilt de werking van een nieuw medicijn testen. Een veel voorkomende procedure is om een groep mensen het medicijn te geven, en een andere groep een nep-medicijn (ook wel placebo genoemd). Je krijgt je meetgegevens na het onderzoek terug en er is een klein verschil tussen de groepen... En dan? Hoe weet je nu of het medicijn bij de ene groep heeft gewerkt of dat die groep toch al gezonder was? Of dat het verschil gewoon toeval was? Deed het medicijn wat het moest doen of niet?

Statistiek geeft het antwoord op deze vragen. In deze module leer je de wiskunde die je kan helpen het onderscheid te maken tussen het toevallig gevonden hebben van een verschil vinden en het ontdekt hebben van een echt verschil.

### Wat is een getal? (6V)

Wat is een getal? Dit lijkt 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, om aan het einde nog steeds niet tot de bodem ervan te zijn gekomen. Wel leidt onze zoektocht naar een antwoord langs prachtige wiskundige resoluten voor mysterieuze getallen zoals pi, de wortel van  $-1$  en Liouville's constante. 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.

## Meer van hetzelfde (6V)

Wetenschappers zijn dol op overzichten en lijsten, vooral als deze compleet zijn. Je kunt hierbij denken 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*. Je gaat je onder andere bezighouden met de classificatie van grafen, veelvlakken en knopen. Wiskundigen bestuderen knopen op systematische wijze. Deze theorie vindt toepassingen in onder meer de biologie (DNA) en natuurkunde (snaartheorie).



## Biologie

### Bio-inspired innovations (biologie/natuurkunde) (5V)

Supergestroomlijnde haaienhuid of zaden vol haakjes die aan je kleding blijft hangen: het zijn oplossingen voor problemen in de natuur die in de loop van miljarden jaren zijn ontstaan. Die oplossingen kan je afkijken en verwerken in nieuwe technieken die handig zijn voor menselijke problemen. Dit soort "bio-inspired innovations" lossen vaak een maatschappelijk probleem op een duurzame manier op. Tijdens deze module ga je hiermee aan de slag en maak je met jouw groep een "bio-inspired" ontwerp voor een relevant probleem.

### Hartactivatie (5V)

In deze module bestudeer je deze functie van het hart en de manier waarop het samentrekken elektrisch geactiveerd wordt. Wist je bijvoorbeeld dat dit gebeurt zonder dat daar een impuls vanuit de hersenen voor nodig is? In deze module leer je hoe een actiepotentiaal leidt tot het samentrekken van een hartspiercel. Ook ga je dieper in op de elektrische activatie van het hart en op de invloed van medicijnen op de actiepotentiaal en de samentrekking van een hartspiercel.

### Landschap en biodiversiteit (5V)

Je kent je eigen woonomgeving erg goed. Je woont er al jaren! Maar wat weet je eigenlijk van je eigen omgeving? Met behulp van deze module ga je je eigen omgeving verkennen. We gaan aan het werk met bodemmonsters die je haalt uit de natuur. Het praktisch werk doe je deels op je eigen school, maar ook in de werkkassen van de Botanische Tuinen. Hier gaan we de bodemmonsters analyseren en later ook determineren, zo kijken we wat er allemaal groeit en bloeit in die natuur bij jou in de buurt.

### Microtubuli (5V)

Het cytoskelet is een skelet binnen een cel bestaande uit eiwitten. Dit cytoskelet speelt een essentiële rol in de vorm van en beweging binnen een cel. Als je een kijkje in de cel zou kunnen nemen, dan lijkt het cytoskelet een drukbezette snelweg, waarover verschillende eiwitten worden vervoerd. Een van de typen cytoskeletten in de cel zijn de microtubuli (micro = klein; tubulus = buisje). Het onderzoeken van microtubuli is heel belangrijk: ze zijn een doelwit van Taxol, een veelgebruikt chemotherapeutisch middel bij de bestrijding van kanker. Je maakt in deze module met behulp van fluorescente antilichamen de invloed van Taxol op microtubuli zichtbaar. Op de tweede dag krijg je een college door een hoogleraar en bekijk je het resultaat onder een fluorescentiemicroscop.

## Tumorbiologie (5V)

Bij de module Tumorbiologie leer je meer over de groei van tumoren. Wat is eigenlijk een mutatie, en hoe kan die leiden tot tumorvorming? Ook leer je meer over signaaltransductieroutes. De invloed die verschillende behandelingen hebben op de groei van de tumoren komt aan bod. Je bezoekt het Hubrecht Instituut, waar onderzoek wordt gedaan naar tumoren, en leert meer over celdelingen. Daar krijg je een college van de betrokken wetenschappers en analyseer je filmopnames van levende cellen.



## Malaria (biologie/scheikunde) (6V)

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. de techniek 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.

## Ontwikkelingsbiologie (6V)

In de module ontwikkelingsbiologie leer je hoe organismen zich ontwikkelen tot wat ze zijn. Wat gebeurt er allemaal van zygote tot embryo in een klein klompje cellen? Welke genen zorgen ervoor dat organismen zich ontwikkelen? En hoe doe je hier onderzoek naar? Ook bekijk je wat het resultaat is van een verstoring in dit proces. Tijdens de module krijg je college van een onderzoeker in de ontwikkelingsbiologie en doe je een practicum met een van de bekendste modelorganismen; *C. elegans*; wormen!

## Natuurkunde

### HiSPARC (5V)

De aarde wordt constant gebombardeerd door hoogenergetische deeltjes die door de kosmos razen. Deze kunnen afkomstig zijn van de zon, van bronnen elders in de Melkweg of zelfs van daarbuiten. Door deze deeltjes te bestuderen, kunnen we meer te weten komen over wat zich in het heelal afspeelt. Maar hoe doe je dat? Het blijkt dat je voor de detectie van deze kosmische straling heel goed gebruik kunt maken van kennis en technieken uit de deeltjesfysica. In deze module leer je de link leggen tussen de wereld van het allerkleinste en de hevige processen ver weg in het universum.

### Hoog water (5V)

Overstromingen hebben ons land gevormd: de Nederlandse delta is steeds een stukje aangegroeid en opgehoogd door sedimentatie bij zee- en rivieroverstromingen. Maar overstromingen zorgen ook voor gevaar. Een beter begrip van deltavorming is dus belangrijk. In deze module ga je ontdekken hoe onderzoek naar deltavorming gebruik maakt van natuurkunde, geologie, ecologie en experimentele vaardigheden. Tijdens de moduledagen besteden we tijd aan theorie en komt een fysisch geograaf vertellen over de nieuwste inzichten. In een GIS-practicum (Geografische Informatie Systemen) ga je hoogteprofielen maken van het stroomgebied van de Rijn in Nederland. Via een practicum ga je in groepjes kijken naar de effecten van waterstromingen op sedimentatie.

### Kijken met aardbevingen (natuurkunde/geofysica) (5V)

De schokgolven die bij een aardbeving ontstaan bewegen zich door verschillende lagen met verschillende snelheden voort. Hierbij kunnen ze weerkaatst en gebroken worden, precies zoals dat ook gebeurt met lichtgolven in verschillende materialen. De aardbevingsgolven kun je dus als een soort sonar gebruiken om het binnenste van de aarde te bekijken. In deze module pas je je kennis van optica – terugkaatsing en breking van licht – toe op aardbevingen. Bij de berekeningen maak

je gebruik van o.a. goniometrie, functie-analyse en flink wat algebra. Ook leer je werken met seismogrammen en maak je kennis met modellen waarin de aarde is opgebouwd uit verschillende lagen. Met deze kennis analyseer je tot in detail data van een aantal aardbevingen om de locatie van de aardbeving te bepalen en de structuur van de aarde te bestuderen.



## Zonne-energie (5V)

Photovoltaïsche zonne-energie (voor opwekking van elektriciteit) is een nieuwe technologie die volop in ontwikkeling is. Zonnecellen van kristallijn silicium worden al steeds meer toegepast. De verwachting is dat in de nabije toekomst andere typen zonnecellen met een betere prijs/prestatieverhouding op de markt zullen komen. In deze module leer je over energieverbruik en verschillende technologieën om duurzame energie op te wekken (zoals wind, biomassa en zon). De nadruk ligt op zonne-energie. Je leert hoe een zonnecel werkt en welke verschillende nieuwe typen ontwikkeld worden. Je leert ook hoe je een LCA (levenscyclusanalyse) opstelt voor een product. Tijdens de module bezoek je de testopstelling van de Universiteit Utrecht, waar de opbrengst van verschillende commerciële panelen onder gelijke omstandigheden wordt onderzocht.

## Kwantumkleuren (6V)

Bij deze module ga je kijken naar de natuurkunde achter waarom bepaalde voorwerpen bepaalde kleuren hebben. Dit blijkt in heel veel gevallen afhankelijk te zijn van wat er op zeer kleine schaal aan de hand is, en de daarbij horende kwantummechanica. Je gaat hierbij wat dieper in op de kwantummechanica, en leert hierbij hoe bijvoorbeeld kleurstoffen en de vleugels van vlinders aan hun kleuren komen. Je kijkt verder ook naar moderne toepassingen van optische apparaten in de vorm van zogenaamde kwantumdots, en doet een practicum waarbij je zelf goud gaat synthetiseren, en de optische eigenschappen daarvan analyseert.

## Maxwell (6V)

We zijn heel bekend met de zwaartekracht, maar alle andere krachten en interacties die je om je heen ziet en voelt behoren 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 heel veel natuurkundigen door de eeuwen heen was het uiteindelijk James Clerk Maxwell die de volledige set vergelijkingen voor elektromagnetisme elegant wist te beschrijven. Als klap op de vuurpijl kwam uit deze vergelijkingen de waarde van de lichtsnelheid rollen. Met behulp van (gedachte)experimenten leer je stapsgewijs hoe deze vergelijkingen zijn opgebouwd en wat hun onderlinge samenhang is. Met deze module proberen we de betekenis aan deze vergelijkingen te geven.

## Regelmaat in het paleoklimaat

### (natuurkunde/astronomie/wiskunde/geologie) (6V)

Stel: je boort een diep en rond gat in de grond. Je haalt een cilinder van aarde (en zand, stenen, enzovoort) omhoog. Wat zie je dan? Door het boren ga je in op een bepaalde manier terug in de tijd. Je ziet de aarde zoals die er vele honderdduizenden jaren geleden uitzag. Wat kun je daaruit concluderen over de klimaatfactoren? Kun je patronen ontdekken in die factoren? Hoe kun je eigenlijk weten dat een bepaalde diepte met een bepaalde tijd overeenkomt? Kun je die tijdschaal ijken? Wat kunnen we uit dit alles leren over klimaatveranderingen in het verre verleden en nu? Dit soort vragen ga je in de module beantwoorden. Je gaat meten aan echte geologische samples. Met de kennis over patronen in lagen diep onder de grond, oftewel, de regelmaat in het paleoklimaat, ga de grond onder je voeten echt heel anders bekijken!

## Astrobiologie/astronatuurkunde (biologie/natuurkunde) (6V)

In deze module nemen we je mee naar de biologie van het buitenaards leven. "Hoe kan dat dan?", zou je zeggen, als we nog helemaal geen buitenaards leven hebben gevonden? Dat klopt, maar we kunnen wel allerlei vragen stellen (en beantwoorden) over mogelijk buitenaards leven. Hoe zou dat eruit kunnen zien, bijvoorbeeld. Moeten we denken aan iets wat lijkt op het leven op aarde, met DNA en eiwitten, of kan het ook heel anders zijn? En in wat voor buitenaardse omgevingen kunnen we leven verwachten? Welke omstandigheden zijn nodig om het te kunnen laten ontstaan? En hoe komen we hier überhaupt achter als andere potentiële planeten waar leven mogelijk is zo ver weg staan?



## Scheikunde

### Kalk en de levende aarde (5V)

$\text{CaCO}_3$ , ook wel calciumcarbonaat of kalk genoemd, is een zout dat veel op aarde voorkomt. De vorming en afbraak van kalk wordt gereguleerd door diverse evenwichtsreacties in de oceanen. De toename van de  $\text{CO}_2$  concentratie in de atmosfeer zorgt voor verzuring van de oceaan. Het gevolg hiervan is dat het kalk evenwicht in de oceaan verschuift. Welk effect heeft het broeikas effect als ook de verzuring op de kalkvorming in skeletten van zeeorganismen. Tijdens de module bestudeer je kalkvorming op microniveau (met gebruik van Scanning Electron Microscopie (SEM)) en macroniveau (met modelleren van geochemische cycli). De module omvat chemische, biologische en geologische aspecten.

### Katalyse (5V)

Er zijn verschillende manieren om de reactiesnelheid te meten. Welke methode gekozen wordt hangt af van de manier waarop de afname van reactanten en de toename van producten bepaald kunnen worden. We bestuderen experimenteel de reactiesnelheid en gaan hieraan rekenen. We onderzoeken daarbij de invloed van de substraatconcentratie op de reactiesnelheid van diverse reacties en de invloed van verschillende katalysatoren. We analyseren de chromatogrammen, berekenen kwantitatief de aanwezigheid van reactanten en producten. We gaan rekenen aan het omzettingstal, een maat voor de levensduur en effectiviteit van een katalysator. Ook zal een onderzoeker van de vakgroep Nanomaterialen – Organische Chemie en Katalyse van het departement Scheikunde iets vertellen over research aan katalysatoren.

### Polymeren en medicijnafgifte (scheikunde/biologie) (5V)

Een medicijn is meer dan alleen de werkzame stof. De werkzame stof wordt gevangen door een dragermateriaal dat het medicijn insluit. De eigenschappen van het dragermateriaal zijn van invloed op de snelheid waarop de werkzame stof wordt afgegeven. Tijdens deze module ga je aan de slag met een veel gebruikt dragermateriaal voor medicijnen: polymeren. Je doet onderzoek naar het effect van de viscositeit van een polymeeropstelling op de afgifte, en het effect van een coating op de afgifte uit het dragermateriaal. Je krijgt een rondleiding op de vakgroep en een onderzoeker geeft college over gereguleerde medicijnafgifte.

### The good, the bad, and the complex (scheikunde/biologie) (5V)

In deze module maak je kennis met drie verschillende aspecten van bacteriën. Je bestudeert zowel 'goede' als 'slechte' bacteriën (melkzuur en *E. coli*) met behulp van aseptische technieken en een PCR-detectieprotocol op DNA-niveau. Je onderzoekt ook het gebruik van massaspectrometrie om het Shiga-toxine te detecteren, een van de krachtigste biologische vergiften die we kennen.

## Kristallen (6V)

In deze module gaan we in op de wondere wereld van kristallen. 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. Je krijgt een introductie over kristalroosters en je oefent met de wet van Bragg om atoomafstanden in kristalroosters te kunnen berekenen. Op de vakgroep Kristal- en Structuurchemie van het departement Scheikunde ga je metingen doen aan je zelfgemaakte kristal.



## Bioplastics: de juiste oplossing? (6V)

Plastic is een belangrijk materiaal in ons dagelijks leven, maar het is ook vervuilend en wordt gemaakt van aardolie. Een alternatief voor aardolie is het gebruik van biomassa zoals planten(resten), hout of algen als grondstof om plastic te produceren. Is dit bioplastic wel minder belastend voor het milieu dan plastic gemaakt uit aardolie? In deze module gaan we antwoorden vinden op deze vraag door het kwantificeren van de milieu-impact van bioplastic en deze te vergelijken met de milieu-impact van fossiel plastic.

## Informatica

### Het perfecte plaatje (5V)

Foto's zijn overal: instagram, facebook, tijdschriften, posters en reclamefolders, maar ze worden ook gebruikt in de medische wetenschap, in de tuinbouw en in de sterrenkunde. (Bijna) altijd worden foto's eerst bewerkt voordat ze gebruikt kunnen worden. Tijdens deze module leer je om zelf filters te maken om foto's te bewerken. Daarnaast leer je hoe een computer kan herkennen dat bepaalde voorwerpen te klein zijn of juist niet goed van kleur. We doen een (computer)practicum doen in het UMC en we sluiten de tweede dag af met een lezing over het front van de wetenschap op het gebied van beeldbewerking.

### Simulaties en games (5V)

Waarom zijn simulaties en games belangrijk en wat hebben ze met modellen te maken? In de natuurwetenschappen, de economie en zelfs het dagelijkse bestaan maak je voortdurend gebruik van modellen. Veel modellen gaan over systemen en grootheden die voortdurend in verandering zijn (denk aan het weer, een ecosysteem, of een aandelenmarkt). Het is mooi als je weet wat de toestand is op dit moment, maar vaak wil je vooral weten wat de toestand zal zijn over een minuut of morgen of volgend jaar. Soms is het echter (te) moeilijk om dit soort dynamische modellen helemaal wiskundig te beschrijven en door te rekenen. Je kunt in plaats daarvan je model proberen te programmeren, waarna je je programma 'aanzet' en dan kunt ervaren wat je model voorspelt, terwijl de berekeningen worden uitgevoerd. Dit heet een *simulatie*. Simulaties staan ook dicht bij games. Een game is een simulatie met een speler. De speler kan iets in 'real time' besturen/aanpassen en heeft een doel (bijvoorbeeld zo veel mogelijk punten halen of het spel uitspelen). Daarnaast is natuurlijk kenmerkend aan een game dat het leuk moet zijn! In deze module maak je zelf een simulatie.