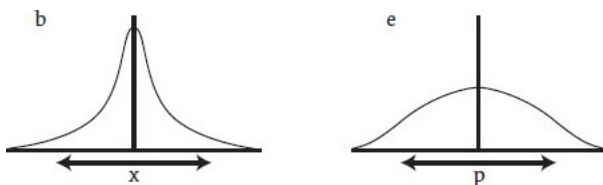


Lesmateriaal Quantumfysica

In samenwerking met onderwijsbureau De Praktijk heeft Quantum Universe een lessenserie over quantummechanica ontwikkeld die past in het Nieuwe Natuurkunde-eindexamenprogramma. De lesmodules herhalen de eindexamenstof en geven aan de hand van drie wetenschappelijke toepassingen een verdieping daarop.

Naast de lesmodules over quantummechanica hebben we ook lesmateriaal over de relativiteitstheorie ontwikkeld; meer informatie daarover vindt u op [deze pagina](#).

Inleidende module: Quantumtoestanden



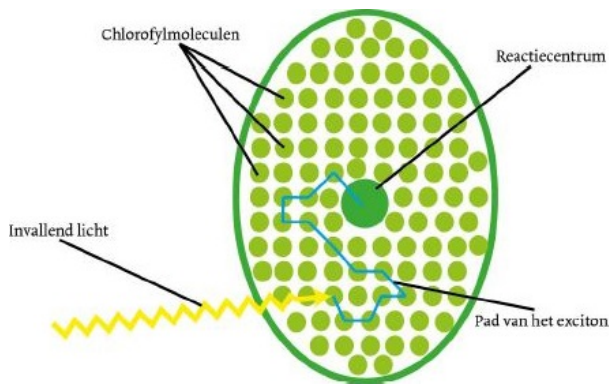
De module *Quantumtoestanden* dient ter introductie van de overige 3 onderwerpen: [fotosynthese](#), [quantumcomputing](#) en de [EPR-paradox](#). Deze module toetst de eindtermen van het subdomein F1: Quantumwereld uit de [syllabus centraal examen 2016](#) voor VWO natuurkunde. Dit houdt in dat de module kan worden ingezet als examentraining.

Van alle drie de vervolgmodes wordt het onderwerp middels een aantal reken- en begripvragen geïntroduceerd zodat de leerlingen die ook een vervolgmodes uitwerken een gedegen keuze kunnen maken.

De module kan in 3 lesuur uitgevoerd worden.

[Download de leerlingenmodule. \(PDF\)](#)

Module Fotosynthese



In deze module leiden de leerlingen uit eigen waarnemingen af dat het doorgeven van excitatieënergie in een bladgroenkorrel niet een geheel klassiek proces kan zijn, maar dat hier quantummechanica bij betrokken is. Deze module laat zien dat zelfs een exotische theorie als de quantummechanica toepassingen heeft in de “alledaagse” natuur.

De module bevat een practicum en is in drie lesuur uit te voeren.

[Download de leerlingenmodule. \(PDF\)](#)

Module Rekenen met Elektronen

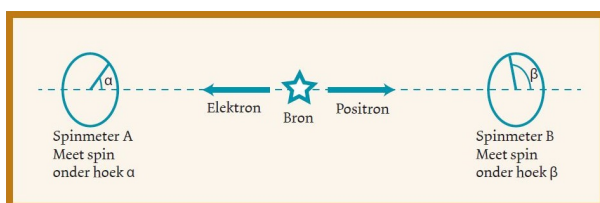


In deze module wordt binnen de context van het onderzoek dat Lieven Vandersypen in Delft doet, een simpel quantumalgoritme gebouwd in een gesimuleerde quantumcomputer. De module biedt extra uitdaging aan de meer technisch ingestelde leerling.

De module kan in ruim 3 lesuur uitgevoerd worden.

[Download de leerlingenmodule. \(PDF\)](#)

Module EPR-Paradox



In deze module rekenen leerlingen zelf uit of verborgen-variabelentheorieën een mogelijk antwoord zijn op een paradox in de quantummechanica waar Albert Einstein en zijn collega's tegenaan liepen. Hiervoor wordt berekend welke voorspellingen een dergelijke theorie doet over de correlatie tussen twee metingen in een bepaalde meetopstelling, en welke voorspellingen uit de quantummechanica zonder verborgen variabelen naar voren komen. Vervolgens vergelijken de leerlingen de resultaten met experimentele data om tot een conclusie te komen.

Deze module is met name bedoeld voor leerlingen die op zoek zijn naar extra uitdaging in de natuur- en wiskunde, voornamelijk in theoretische richting. De verworven inzichten zijn lastig en de wiskunde is pittiger dan wat de leerlingen in een gemiddeld leerboek tegen zullen komen.

De module is erop gericht om een goede leerling ruim 3 lesuur bezig te houden.

[Download de leerlingenmodule. \(PDF\)](#)

Docentenhandleiding

Voor docenten is ook een aanvullende handleiding met lessuggesties en uitgewerkte antwoorden beschikbaar. U kunt deze handleiding [per mail](#) bij ons aanvragen.

Aanvullende informatie en vragen

De filmpjes die horen bij het lesmateriaal vindt u op [deze pagina](#).

Vragen over het lesmateriaal beantwoorden we graag. Stuur daarvoor een e-mail naar info-apestaartje-quantumuniverse-punt-nl, of stel de vraag op ons [forum](#).

Foto in het blokkenschema gemaakt door Roger McLassus.