

Werkgroepenprogramma

Anders dan in voorgaande jaren is het programma van werkgroepen definitief. De aanduiding van het dagdeel (groen gemarkeerd) bij elk van de werkgroepen kan gebruikt worden bij het kiezen van de werkgroepen waaraan u wilt deelnemen (één voor elk van de drie werkgroepsondes) via de website. Op die website is te zien welke werkgroepen dan al vol zijn, en waarvoor u dus niet (meer) kunt kiezen.

Het kan zijn dat er uiteindelijk nog werkgroepen komen te vervallen in het geval dat er te weinig belangstelling voor blijkt te zijn.

			vrijdag- avond	zaterdag- morgen	zaterdag- middag
1	Energie transformeert niet, het ver- plaatst zich! Een nieuwe didactische vi- sie op het concept energie	John De Poorter			
2	Mechanica leren met een game	Bart van Dalen			
3	Escaperoom met decoders	Wouter Spaan			
4	Beeldvorming: Taalgericht vakonder- wijs	Anne Hazenberg, Mirjam van Lierop-Venneker en Theo van Dijk			
5	Onderzoek aan de mens met Coach 7	Norbert van Veen			
6	Professionaliseer je leerlijn onderzoeken	Vera van Westerlaak			
7	Profielwerkstukken begeleiden	Vera van Westerlaak			
8	Ioniserende straling, de praktische com- ponent	Laura van Leeuwen en Rob van Rijn			
9	Polaris – Geeft u alle ruimte	Peter Koopmans en Arjen Wielemaker			
10	Snel formatief handelen met diagnosti- sche vragen	Jelle Brill en Sofie Faes			
11	Het herzieningstraject van de natuurkun- desyllabi	Philip Habing, Jacqueline Wooning en Erik Wold- huis			
12	Nieuwe examenprogramma's	Erik Woldhuis, Aafke Oldenbeuving e.a.			
13	Aandacht voor duurzaamheid om me- ningsvorming bij natuurkunde te stimu- leren	Tim Bouchée			
14	Onderzoekend leren met computersimu- laties bij speciale relativiteitstheorie	Paul Alstein			
15	Maak het (je) eigen – NaSk-lesmethode	André Olivier			

			vrijdag- avond	zaterdag- morgen	zaterdag- middag
16	Didaktiek van de wet van behoud van energie	Helene van Harten			
17	Prikkel de zintuigen van je leerlingen met Learnbeat	Paul Dreef, Anne Beltman en Josien Lekkerkerker			
18	Natuurkunde in de praktijk = beeldvorming in de klas	Martha Hoebens			
19	Diamant, magnetisme en quantum sensing	Rutger Ockhorst, Lodewijk Koopman en Ilse Bruining			
20	Waterstof uit wind en woestijn – Groene waterstof, veelzijdig inzetbaar voor de toekomst	Arnoud Pollmann en Paul Feldbrugge			
21	Kennismaking met Arduino the Game	Remco Poulus en Mariëlla Verhage			
22	PWS-skills: op weg naar concrete handvatten	Kim Blankendaal, Ralph Meulenbroeks en Wouter van Joolingen			
23	De aard van natuurwetenschappen	Remco Vasterink en Marijn van Nijhuis			
24	Gewichtloosheid in het lichaam	Sander Jansen			
25	Ontwikkelingen in de Centrale Examens Natuurkunde: Beknopte-Contextvragen	Elwin Savelsbergh, Peter Rennspies en Jacqueline Wooning			
26	BRYCS – Natuurkunde met LEGO	Karel Langendonck			
27	Ziekenhuisbezoek: hoe organiseer je dit (voor medische beeldvorming NLT)?	Mark Dirken			
28	Aangevallen door pseudowetenschap	Paul Doorschot			
29	Relativistische gedachte-experimenten: leerlingen ondersteunen bij uitvoering en vormgeven in de les	Floor Kamphorst			
30	Natuurkunde in actie, met toepassing VR-game (traagheid ervaren in de ruimte)	Jan van Riswick en Rik Pijnappels			
31	Open vragen nakijken met kunstmatige intelligentie	Youssef El Bouhassani en Jonas Voorzanger			
32	ShowdeFysica 3 komt er aan!	Ineke Frederik, Wim Sonneveld, Ed van den Berg, Peter Dekkers e.a.			
33	Toetsen in een flits met Toetsbouwer Light en Pro!	Luc Orbons			

			vrijdag- avond	zaterdag- morgen	zaterdag- middag
34	Gamedidactiek werkt!	Joris van Elferen en Joris Coenders			
35	Eerste hulp bij je experiment	Niels Alberts			
36	Een hoogtemeting uit je duim zuigen	Karel Kok			
37	Modeling Instruction – Met leerlingen bouwen aan mentale modellen	Onne Slooten, Loran de Vries en Anita Tol			
38	Misvattingen in de medische context: hoe help je je leerlingen leren?	Pier Siersma			
39	Hersenen doorlichten met <i>Stevin</i> ?	Hubert Biezeveld, Louis Mathot, Ruud Brouwer en Kim Blankendaal			
40	Op zoek naar de grenzen van de natuurkunde	Fedde Benedictus			
41	Formatief is veel meer dan alleen toetsen	Kees Hooyman, Marjolein Vollebregt en Carolien Kootwijk			
42	Vakoverstijgend rekenen	Kees Hooyman			
43	CO-Learning in de klas	Jean-Pierre Nelk			
44	Het Can Vast! Zelfsturend onderwijs op 4 vwo!	Luc Orbons			
45	Rollenspel Medische Beeldvorming: hoeveel patiënten gaat jouw team helpen?	Sabrina Brandjes en Cornelis Zandt			
46	Sterrenhemel Live! – Ontdek het veranderlijke heelal met echte data in het NOVA Mobiel Planetarium	Joris Hanse, Dennis Vaendel en Joanna Holt			
47	Sterrenhemel Live! – Leren over sterren met interactieve systeemdiagrammen	Marco Kragten, Bert Bredeweg en Joanna Holt			
48	Breng ruimtevaart en sterrenkunde in je natuurkundelessen	Sander Jansen			
49	Breng STEM in je lab – Physical computing met micro:bit	Ludovic Wallaart en Bert Wikkerink			
50	Tailor maakt data-analyse eenvoudig	David Fokkema en Annelies Vlaar			
51	Pauliprincipe, bandgaps: Quantumwereld in Nova vwo na de syllabusherziening	Hans van Bommel			

			vrijdag- avond	zaterdag- morgen	zaterdag- middag
52	Dialogen tijdens de lessen natuurkunde – de reis van de dagelijkse naar de wetenschappelijke taal	Patrick Diepenbroek			
53	Beeldmateriaal (met presentatie lesmateriaal over Beeldvorming bij Tomografie)	Jakob Gillissen en Tom Kooi			
54	Leren observeren: beeldvorming en microscopie in historisch perspectief	Mieneke te Hennepe			
55	Quantumwereld: Het belang van contexten en abstract denken	Henk Pol			
56	Verrassende en interessante projecten met Coach	Andre Heck, Ton Ellermeijer en Ewa Kedzierska			
57	Overall NaSk editie 5.2, exact wat je zoekt!	Johan Ockels en Wim Sonneveld			
58	Pulsar NaSk onderbouw, uitdagend en activerend!	Johan Ockels en Teun Pieterse			
59	Beeldvorming in de klas, is dat een goed idee? Lesgeven voor duurzame ontwikkeling	Peter Duifhuis en Stijn Folkerts			
60	De complexiteit van duurzaamheidsvraagstukken in beeld gebracht	Peter Duifhuis en Stijn Folkerts			
61	"En wat is licht nu echt?" – Aanpasbaar lesmateriaal om lastige aspecten van de quantumfysica te bespreken	Kirsten Stadermann			

Werkgroep 1*zaterdagmorgen***Energie transformeert niet, het verplaatst zich! Een nieuwe didactische visie op het concept energie**

John De Poorter | Artevelde Hogeschool



Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

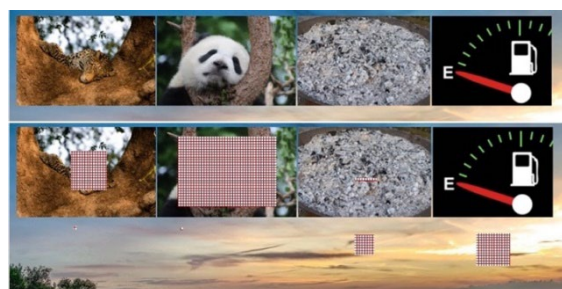
Niveau: alle niveaus

Het concept energie speelt een sleutelrol in de verticale en horizontale samenhang tussen de STEM-vakken. Het begrip wordt zowel in Vlaanderen als in Nederland kwalitatief geïntroduceerd via energie-omzettingen. In een tweede fase verschijnt dan uit het niets het begrip arbeid samen met een reeks formules die het begrip een kwantitatief karakter moeten geven.

In de Angelsaksische wereld gaat men, op basis van uitgebreid onderzoek, voor een radicaal nieuwe aanpak. Energie wordt direct geïntroduceerd als een kwantitatieve grootheid die niet verandert tijdens processen maar zich verplaatst tussen verschillende energiereservoirs. Deze zienswijze sluit veel beter aan bij de begrippen arbeid en warmte.

In de werkgroep onderzoeken we (aan de hand van een vooraf uit te voeren online test) de verschillende denkbeelden die aanwezig zijn in je groep en hoe die gerelateerd zijn aan de doorgaans gebruikte didactische aanpak. We geven

tools mee om preconcepten concreet aan te pakken bij je eigen leerlingen (al dan niet binnen de huidige didactische aanpak) en cursusmateriaal dat je vrij kan gebruiken. We trainen je in een scherp energiebegrip en bekijken de voor- en nadelen van de verschillende aanpakken.

**Werkgroep 2***vrijdagavond***Mechanica leren met een game**

Bart van Dalen | Hogeschool van Amsterdam

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Er wordt een educatieve game ontwikkeld met als hoofddoel om het misconcept *De kracht wijst in de richting van de snelheid* bij te stellen. Daarnaast wordt het ontbinden van een kracht in een horizontale en een verticale component verhelderd.

In de game wordt een ruimteschip bestuurd door kracht te laten werken, waardoor er sprake is van een versnelling. Het manoeuvreren door een doolhof dient ertoe te leiden dat spelers ervaren dat de verandering van de snelheid wordt veroorzaakt door de kracht/versnelling. In verschillende levels worden de wetten van Newton gedemonstreerd, inclusief te beantwoorden vragen (waarbij een verkeerd antwoord HP kost en een goed antwoord HP oplevert). De massa van het ruimteschip en de grootte van de kracht veranderen gedurende het spel.

Ook de wetten van Newton worden voor het voetlicht gebracht. Het doel van de werkgroep is om feedback te verzamelen, zodat deze game uiteindelijk in een lesomgeving kan worden ingezet, in combinatie met verwerkingsopdrachten. Bij de werkgroep zal een eerste versie van het begeleidende materiaal gebruikt worden. De game is nog in ontwikkeling en zal de komende jaren verder verbeterd, mede aan de hand van testen in een VO-omgeving.

Werkgroep 3*vrijdagavond en zaterdagmorgen***Escaperoom met decoders**

Wouter Spaan | Hogeschool van Amsterdam

**Hogeschool van Amsterdam**

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Maak een activerende les met behulp van de escaperoom-decoders van *Escape Room the Game*, een gezelschapsspel waarin je puzzels moet oplossen om te 'ontsnappen', allemaal helemaal op papier. Bij zo'n spel moet je op zoek naar drie codes, die je invoert door de juiste sleutels in een decoder te steken. Dat maakt het mogelijk om daarmee de uitkomst van een natuurkundeopgave te controleren. Ranking tasks zijn sowieso zeer geschikt, maar met een beetje creativiteit zijn ook andere opgaven mogelijk. Als je nóg creatiever wilt zijn, dan kun je er ook nog een spannend verhaal bij bedenken, waardoor het nog meer op een echte escaperoom gaat lijken. Het geheel is iets eenvoudiger vorm te geven dan een escape-your-table met fysieke sloten en kisten, terwijl leerlingen er wel gemotiveerd mee aan de slag gaan.



In de werkgroep ga je eerst zelf de werkvorm ervaren rondom het thema radioactiviteit. Daarna is er nog kort tijd voor wat ervaringstips als je zelf zoiets gaat maken. Omdat het redelijk wat werk is om het helemaal vorm te geven, inventariseren we aan het einde of er interesse is om de komende tijd samen een variant te ontwikkelen voor een bepaald onderwerp.

Werkgroep 4*vrijdagavond***Beeldvorming: Taalgericht vakonderwijs**

Anne Hazenberg, Mirjam van Lierop-Venneker en Theo van Dijk | Hogeschool Rotterdam & NHL Stenden Hogeschool

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Het thema van deze WND-conferentie is medische beeldvorming. Met steeds meer geavanceerde apparatuur probeert men het menselijk lichaam in beeld te krijgen; om diagnoses te stellen, ziekten vroegtijdig op te sporen, medische ingrepen te ondersteunen en behandelingen te evalueren.

Onze leerlingen hebben ook een bepaald beeld bij ons vak. In onze lessen gebruiken wij taal om natuurkundige principes over te brengen en zo een beeld bij onze leerlingen te creëren. Leerlingen begrijpen onze taal niet altijd, waardoor hun beeld kan verschillen ten opzichte van ons beeld.

Bijvoorbeeld als jij jouw leerlingen voor het eerst iets vertelt over demonstreren en zij zagen net daarvoor een demonstratie van boeren, hebben zij een heel ander beeld over demonstreren dan dat jij ze een proefje wilt laten zien.

Taalgericht vakonderwijs helpt om leerlingen natuurkunde beter te begrijpen; een beter beeld te geven.

In de werkgroep geven wij een aantal principes van taalgericht vakonderwijs en gaan daarna aan de slag om die principes toe te passen in je les.

Werkgroep 5*zaterdagmiddag***Onderzoek aan de mens met Coach 7**

Norbert van Veen | CMA & Fons Vitae Lyceum



Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Leerlingen vinden het ontzettend leuk om aan zichzelf te meten en zo meer over zichzelf te weten te komen. In mijn lessen Science doen leerlingen eigen onderzoekjes aan zichzelf. In de werkgroep zal ik een aantal van deze onderzoeken laten zien.

We zullen in de werkgroep ook praktisch aan de slag gaan met experimenten met Coach 7 waarin het meten aan de

mens centraal staat. U voert zelf practica uit waarbij u kennis maakt met alle sensoren van CMA waarmee u aan de mens kunt meten. Denk daarbij aan ademhaling, hartslag (frequentie), luchtvochtigheid, lichaamslengte, stemanalyse, inspanningssensor, infraroodcamera, reactietijd, ECG, echografie, vermogen van de mens. Het meten aan de mens heeft een overlap met het vak biologie en zorgt in de les en op open dagen voor enthousiaste ouders en enthousiaste aankomende leerlingen. Deelnemende docenten en toa's die betrokken zijn bij natuurkunde en biologie zullen tijdens de werkgroep waarschijnlijk ook een hogere hartslag meten. Het materiaal van deze werkgroep is vrij beschikbaar op de website van CMA.

Werkgroep 6

zaterdagmorgen

Professionaliseer je leerlijn onderzoeken

Vera van Westerlaak | Learn to Quest

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Als docent wil je graag dat leerlingen gedegen kennis en vaardigheden opdoen rondom de onderzoekscyclus. Een van de uitdagingen bij het neerzetten van een 'leerlijn onderzoeken' is het goed in beeld houden van de leerling binnen de verschillende vakken, leerjaren en onderzoeksprojecten.

Hoe doe je dat? Daarover gaat de werkgroep 'Professionaliseer je leerlijn onderzoeken' van *Learn to Quest*, verzorgd door Vera van Westerlaak.

In de werkgroep leer je:

- hoe je een leerlijn onderzoeken professioneel neerzet binnen een school;
- hoe je het leertraject inzichtelijk maakt voor leerling én docent;
- hoe je de leerling in beeld houdt binnen verschillende vakken, leerjaren en onderzoeksprojecten.

Na de werkgroep vertrekken de deelnemers met direct toepasbare praktische tips en ideeën voor het opbouwen van de leerlijn onderzoeken.

Werkgroep 7

zaterdagmiddag

Profielwerkstukken begeleiden

Vera van Westerlaak | Learn to Quest

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Veel scholen lopen bij het begeleiden van profielwerkstukken tegen een aantal problemen aan. Vera van Westerlaak bracht de hindernissen in kaart via interviews met leerlingen, docenten en wetenschappers en kwam tot drie verbeterpunten:

- inzichtelijk en concreet maken van het onderzoeksproces;
- de abstracte theorie rondom onderzoeken stapsgewijs aanbieden;
- wegnemen van administratieve rompslomp.

Hoe kun je deze verbeterpunten praktisch doorvoeren op jouw school? Daarover gaat de werkgroep 'Profielwerkstukken begeleiden' van *Learn to Quest*, verzorgd door Vera van Westerlaak.

In de werkgroep staan we stil bij de hindernissen in het begeleiden van profielwerkstukken natuurkunde. Vervolgens komen we via actieve werkvormen tot concrete oplossingen. Dat doen we met de tools die *Learn to Quest* afgelopen voorjaar ontwikkelde, maar ook op low-tech manieren is er al snel héél veel te winnen.

Na de werkgroep vertrekken de deelnemers met direct toepasbare praktische tips en ideeën voor het begeleiden van hun leerlingen.

Werkgroep 8**zaterdagmorgen****Ioniserende straling, de praktische component**

Laura van Leeuwen en Rob van Rijn | Freudenthal Instituut UU, ISP

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Het lichaam doorgelicht! Bij diverse vormen van medische beeldvorming staat het gebruik van ioniserende straling aan de basis. Denk aan radiografie, radioscopie, computertomografie. Straling spreekt tot de verbeelding. Het is dus niet raar dat de interesse van leerlingen over het onderwerp groeit. Vanuit diverse instanties wordt ook aangegeven dat de vraag naar hulp bij het meten van straling, bijvoorbeeld voor een profielwerkstuk, toeneemt. Maar hoe ondersteun je de praktische component in een profielwerkstuk over dit onderwerp?

In de werkgroep geven wij voorbeelden van mogelijkheden voor een praktisch aspect in een profielwerkstuk over straling. Zo kunnen leerlingen bijvoorbeeld naar de Universiteit Utrecht komen om daar, met de apparatuur en bronnen van het ISP, metingen te verrichten. Maar in het eigen klaslokaal zijn er zeker ook mogelijkheden tot meetopstellingen, denk dan aan een GM-buis gekoppeld aan een arduino, of het maken van een eigen wilsonvat. Uiteraard nemen wij een aantal opstellingen mee, zodat u de praktische component ook zelf kunt ervaren.

Als afsluiter horen wij graag vanuit de deelnemers hoe vanuit het aspect van de docent het begeleiden van een profielwerkstuk gaat. Waar loop je tegen aan? Hoeveel tijd heeft een docent zelf? We horen het graag!

Werkgroep 9**vrijdagavond****Boomvoortgezet onderwijs****STAAL & ROELAND****Polaris – Geeft u alle ruimte**

Peter Koopmans en Arjen Wielemaker | Boom voortgezet onderwijs

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: alle niveaus

De gloednieuwe methode *POLARIS* biedt per paragraaf een uitlegvideo en interactieve presentatie die u werk uit handen nemen. U houdt dus meer energie en tijd over voor waar het werkelijk om draait: de interactie met uw leerlingen. *POLARIS* is overzichtelijk, kernachtig en doelgericht én geeft u alle ruimte om uw eigen accenten te leggen.

Kom tijdens de werkgroep kennismaken met het uitdagende lesmateriaal van *POLARIS* voor vmbo-basis tot en met gymnasium in onderbouw en bovenbouw.

Uniek aan *POLARIS*:

- Focus op concepten, die compact en helder worden uitgelegd.
- Per paragraaf een leerdoel met leerdoelencheck.
- Volledig RTTI-gecertificeerd (leerdoelen, opdrachten en toetsen).
- Per paragraaf een uitlegvideo over de kernconcepten, ook geschikt voor leren thuis.
- Per paragraaf een presentatie om uw les te verrijken.
- Practica in een check- en/of ontdekvariant.
- Gratis online docentenmateriaal met uitwerkingen, practica presentaties en toetsen.
- Ook Engelstalige edities voor Physics + Chemistry leerjaar 1-2 en Physics leerjaar 3.

POLARIS is dé gids voor uw natuurkundeonderwijs!



p.koopmans@boom.nl

a.wielemaker@boom.nl

boomvoortgezetonderwijs.nl

Werkgroep 10*zaterdagmiddag***Snel formatief handelen met diagnostische vragen**

Jelle Brill en Sofie Faes | NVON



Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Als docent kun je betere beslissingen maken als je weet wat er in de hoofden van leerlingen gebeurt. Met een diagnostische vraag kun je veelvoorkomende misvattingen snel zichtbaar maken. Als de leerling of docent er vervolgens een actie aan verbindt is het een manier om makkelijk formatief te handelen in de les.

Tijdens de interactieve lezing ervaar je zelf hoe het is om diagnostische vragen te beantwoorden en als docent te gebruiken. Het wordt duidelijk hoe je de vragen kunt gebruiken om snel formatief te handelen zonder administratie. Vervolgens ga je met collega's aan de slag om samen nieuwe vragen te ontwikkelen. We bieden een werkvorm aan die je ook in je eigen vakgroep kunt inzetten.

De NVON wil goede diagnostische vragen beschikbaar maken voor elke docent en is daarom bezig een kennisbank met goede vragen te ontwikkelen. Deze willen we laten aansluiten bij de kennisbank van veelvoorkomende misvattingen. Je gaat na de werkgroep naar huis met een effectieve werkvorm om het leren verder te helpen, een set vragen die bij jouw leerlingen past en een werkvorm om er in je vakgroep actief mee aan de slag te gaan.

Website: www.nvon.nl/diagnostischevragen**Werkgroep 11***zaterdagmorgen***Het herzieningstraject van de natuurkundesyllabi**

Philip Habing, Jacqueline Wooning en Erik Woldhuis | CvTE



College voor Toetsen en Examen

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Dit schooljaar zijn de cohorten begonnen die examen gaan doen volgens de herziene syllabi (havo in 2024, vwo in 2025). In de werkgroep zullen wij, in verschillende rollen betrokkenen bij die herziening, iets vertellen over hoe die herziening tot stand is gekomen. We leggen hierbij de nadruk op de keuzes die zijn gemaakt en onze overwegingen daarbij. Ook gaan we graag in gesprek over hoe groot of klein de impact van de herziene syllabi op jullie PTA's en lesprogramma's is.

Werkgroep 12*vrijdagavond***Nieuwe examenprogramma's**

Erik Woldhuis, Aafke Oldenbeuving en leden van de vakvernieuwingscommissie | SLO

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: vmbo en bovenbouw havo/vwo

Deze zomer is er een vakvernieuwingscommissie gestart voor de natuurwetenschappelijke vakken. Deze commissie gaat, in een traject van 2 jaar, uiteindelijk nieuwe examenprogramma's opleveren voor alle natuurwetenschappelijke vakken – biologie, natuurkunde, scheikunde, NLT en O&O – voor alle schoolsoorten en leerwegen.

In de werkgroep zullen we vertellen wat de commissie gaat doen en al heeft gedaan en gaan we met jullie in gesprek over wat jullie vinden dat er in de examenprogramma's zou moeten veranderen en wat vooral hetzelfde moet blijven.

Werkgroep 13*zaterdagmiddag***Aandacht voor duurzaamheid om meningsvorming bij natuurkunde te stimuleren**

Tim Bouchée | Augustinianum & TU/e



AUGUSTINIANUM

TU/e

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: onderbouw havo/vwo

Duurzaamheid is een actueel maatschappelijk vraagstuk dat leeft bij veel leerlingen. Een voorbeeld hiervan zijn de recente klimaatstakingen van leerlingen wereldwijd. Maar in de meeste lesmethodes is er weinig aandacht voor duurzaamheid en de ideeën en meningen die leerlingen hebben ten aanzien van dit onderwerp. Om leerlingen handvatten te bieden om hun ideeën en meningen beter te onderbouwen is er een module over duurzaamheid ontwikkeld. Leerlingen in havo en vwo 3 gaan bij natuurkunde aan de slag met deze module. Het is de bedoeling dat leerlingen tijdens deze module tot beter onderbouwde meningen komen over verschillende dilemma's die te maken hebben met duurzaamheid.

Je gaat als deelnemer zelf aan de slag met enkele opdrachten en je wordt gevraagd om tips te geven om de opdrachten verder te verbeteren. De sessie wordt afgesloten met een groepsdiscussie. Tijdens deze discussie zou ik graag van je willen horen op welke manier je deze materialen zou inzetten in jouw les. Voorbeeldsmateriaal wordt gedeeld met de deelnemers.

Werkgroep 14*zaterdagmiddag***Onderzoekend leren met computersimulaties bij speciale relativiteitstheorie**

Paul Alstein | Freudenthal Instituut UU

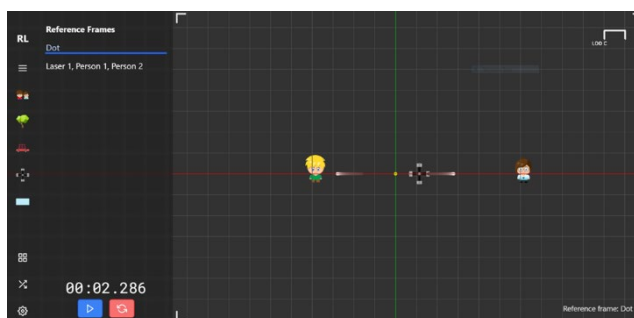
Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Er gaapt een kloof tussen de wereld van Einstein's speciale relativiteitstheorie en onze eigen belevingswereld. Dit maakt het leren van speciale relativiteitstheorie moeilijk. Een vorm van onderzoekend leren, waarbij leerlingen zelf een hypothese opstellen, deze kunnen toetsen en daaruit een conclusie kunnen trekken, kan hierbij behulpzaam zijn.

We hebben een online computersimulatie tool gemaakt, genaamd *Relativity Lab*, waarin leerlingen zelf relativistische gedachte-experimenten kunnen modelleren. Doordat simulaties kunnen worden bekeken vanuit verschillende referentiekaders, biedt Relativity Lab een mogelijkheid om op een speelse manier kennis te maken met relativistische effecten. In de werkgroep bespreken we de belangrijkste resultaten van een recent onderzoek op kleine schaal.

Daarnaast is er tijd om zelf aan de slag te gaan met Relativity Lab en om met elkaar te bespreken hoe deze vorm van leren ingezet kan worden in de les.



NB: Neem voor de applet die ik wil demonstreren je eigen laptop of applet mee. Die applet is ook toegankelijk met een smartphone, maar dat is wat onhandiger.

Werkgroep 15

vrijdagavond

Maak het (je) eigen – NaSk-lesmethode

André Olivier | Maak het je Eigen

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: onderbouw havo/vwo

André Olivier schreef een eigen lesmethode voor natuur- en scheikunde, voor de onderbouw havo en vwo. Een methode waarbij de leerlingen op een actieve en uitdagende manier betrokken worden. Het bijzondere aan de methode is dat deze volledig aan te passen is, zodat deze op maat gemaakt kan worden voor iedere school en sectie. Je krijgt als school dus een *eigen* methode voor een fractie van de kosten die voor de reguliere methodes betaald moet worden.

De methode heeft zich inmiddels al vijf jaar lang bewezen op zijn eigen school. Daarom is het tijd voor een volgende stap: de methode delen met een andere school, met enthousiaste natuur- (en scheikunde)docenten.

Wat kun je verwachten? De term *werkgroep* dekt niet de lading van het verhaal. Verwacht ook geen reclamepraatje van een vertegenwoordiger, maar meer een open gesprek over de kansen en mogelijkheden, maar zeker ook de beperkingen van deze methode. Een eerlijk verhaal van een docent met passie voor zijn vak en het onderwijs, die gelooft dat het voor wat betreft methoden anders kan, nee, zou moeten.

Voor en door wie? Zoek jij, als natuur- (en scheikunde)docent of zoeken jullie, als sectie, een nieuwe uitdaging voor je leerlingen, maar ook voor jullie als sectie? Ben je benieuwd wat deze methode inhoudt? Of het ook geschikt is voor jouw school? Bekijk dit [filmpje](#) voor meer inspiratie.

**Werkgroep 16**

vrijdagavond

Didaktiek van de wet van behoud van energie

Helene van Harten | De Amersfoortse Berg

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Al jaren verbaas ik me over hoe energiebehoud in de natuurkundeboeken en BINAS wordt behandeld. Te vaak zie ik $E_k = E_z$ fout gebruikt worden. Ik geloof erg in $E_{\text{tot,nieuw}} = E_{\text{tot,oud}} + W$ en die staat niet in BINAS. Verder ben ik voorstander van de weergave van de verschillende energieën als staafdiagram in de verschillende punten van het probleem dat je wil oplossen. Mijn leerlingen beginnen vaak te stuiten als ik zeg dat ik mijn eigen wet van energiebehoud heb en mijn eigen didaktiek volg. Eigenlijk zou ik weleens een discussie met collega's willen voeren waarom alle methodes deze didaktiek niet volgen en of er meer zijn die hier tegen aanlopen of die mij kunnen overtuigen waarom de methodes wel goed zijn.

In de werkgroep is er ruimte om te delen hoe we tegen de didaktiek van de wet van energiebehoud aan kijken en of we de methode uit de natuurkundeboeken adequaat vinden. Daarnaast zal ik een werkblad bij de applet [energie in het schaatspark](#) en wat voorbeelden uit uitwerkingenboeken meenemen.

Het hoofddoel is delen van onze visie op de didaktiek van de wet van energiebehoud en als bijproduct delen van wat materialen.

NB: Voor het delen van materialen is het handig om je eigen laptop of tablet mee te nemen.

Werkgroep 17*zaterdagmiddag***Prikkel de zintuigen van je leerlingen met Learnbeat**

Paul Dreef, Anne Beltman en Josien Lekkerkerker | Learnbeat

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

“Hoe neem je geluid en licht waar? En wat hebben je eigen lichaamsgewicht en spierkracht met natuurkunde te maken?” Hoe je deze natuurkundige concepten digitaal laat leven voor je leerlingen weet docent nask en natuurkunde Paul Dreef als geen ander.

Audiofragmenten, tekenopgaven, hotspots aanwijzen op een afbeelding en bewegende animaties: deze digitale werkvormen en meer verwerkt Paul in zijn lessen. Tijdens de werkgroep ervaar jij zelf een digitale nask- en natuurkundeles van Paul in Learnbeat.

Werkgroep 18*zaterdagmiddag***Natuurkunde in de praktijk = beeldvorming in de klas**

Martha Hoebens | Jet-Net / Bedrijf in de Klas

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

In de medische wereld zijn beeldvormende technieken heel belangrijk om goede diagnoses te kunnen stellen bij patiënten. Bij Philips werken mensen continu aan de verbetering van deze technieken. Hoe help je bijvoorbeeld kinderen om lang genoeg stil te liggen in een MRI-scanner zodat het beeld zo scherp mogelijk wordt? En hoe spelen digitale technieken een rol om zo snel mogelijk een goede diagnose te kunnen stellen?

Deze vragen helpen ook bij de beeldvorming van leerlingen over hoe natuurkunde er in de praktijk uit ziet: waarom leren zij wat ze leren? En waar willen zij later graag aan werken? Gelukkig is er steeds meer concreet lesmateriaal over bedrijven zoals Philips waarmee je in je natuurkundeles leerlingen kan helpen met hun beeld over natuurkunde in de praktijk.

In de werkgroep gaan we aan de slag met lesmateriaal van Jet-Net & TechNet. Hierin staan doe- en denkopdrachten over bedrijven om leerlingen een beter beeld van de praktijk te geven. Zo kunnen jullie zelf een beeld vormen van hoe beeldvorming er in jouw lespraktijk uit kan zien!

Werkgroep 19*vrijdagavond***Diamant, magnetisme en quantum sensing**

Rutger Ockhorst, Lodewijk Koopman en Ilse Bruining | TU Delft

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Diamant staat onder andere bekend om zijn glinstering en hardheid. Een pure diamant met een perfect koolstofrooster is kleurloos. Door substituties in het rooster kan een diamant een kleur krijgen. Diamanten met stikstof in het rooster zijn geel, maar een combinatie van een stikstofatoom en een gat in het rooster is juist roze. Die roze diamanten zouden wel eens de sleutel kunnen zijn tot de tweede quantumrevolutie. Met zogenaamde NV-centers in diamant zijn stabiele, gevoelige magneetsensoren te maken met uiteenlopende toepassingen zoals kankeronderzoek, astrofysica en geolocatie. Je kunt ze ook gebruiken als qubit in een quantumcomputer. Op dit moment ontwikkelt de TU Delft lesmateriaal voor de bovenbouw van havo en vwo om hiermee kennis te maken. Er wordt gewerkt aan een nieuwe NLT-module, maar het materiaal is ook te gebruiken in de reguliere natuurkundelessen. Bovendien zijn er verbindingen met scheikunde en biologie te maken.

In de werkgroep kun je kennismaken met de eerste versie van het lesmateriaal en de (demonstratie)proefjes. We ontvangen natuurlijk graag je feedback voor de verdere uitwerking van het lesmateriaal.

NB: Een eigen device, eventueel met een python-installatie, kan handig zijn (maar is niet verplicht of noodzakelijk).

Werkgroep 20

zaterdagmorgen

Waterstof uit wind en woestijn – Groene waterstof, veelzijdig inzetbaar voor de toekomst

Arnoud Pollmann en Paul Feldbrugge | Vereniging ZonneKracht Centrales

**Vereniging voor
Zonnekracht
Centrales**

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: alle niveaus

In de werkgroep krijg je informatie hoe in de woestijn op grote schaal goedkoop elektriciteit en daarna waterstof gewonnen kan worden via grote zonnecentrales of windparken.

Genoeg ruimte? Gevaarlijk? Niet te duur? Realistisch? Vergeleken met PV? Solar fuels? Vliegen op waterstof? Op al deze vragen gaan we in.

Waterstof kan overal ingezet worden voor bestaande toepassingen (kunstmest, chemische industrie) en voor nieuwe toepassingen (Tata steel van de kolen af), luchtvaart, binnenscheepvaart, voor bedrijven die veel energie nodig hebben voor hoge temperaturen, en zelfs voor verwarming van woningen.

In de werkgroep geven we een beeld van de razendsnelle ontwikkelingen op dit terrein. Ons doel is dat leerlingen op een verantwoorde en gedegen manier meedoen in de discussie rond de uitstoot van CO₂ en klimaatverandering. Het is immers hún toekomst!

In de presentatie geven we ook inzage in de nieuwe gelijknamige NLT-module. Een zichtexemplaar is beschikbaar. We zullen in de werkgroep gezamenlijk nadenken over, en werken aan, de beste aanpak van dit thema in de natuurkundelessen.

Website: www.zonnekrachtcentrales.nl**Werkgroep 21**

zaterdagmiddag

Kennismaking met Arduino the Game

Remco Poulus en Mariëlla Verhage | Arduino the Game

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo (maar ook bruikbaar voor onderbouw en vmbo)



In de werkgroep maak je kennis met onze game en mag je zelf ervaren hoe het is om een level van *Arduino the Game* door te werken. Na afloop weet je wat je met deze game kunt in je les en wat je nodig hebt om te kunnen starten op school.

Arduino the Game is een aantal jaar geleden ontwikkeld toen we de kennis over skill trees combineerden met Arduino programmeren. Ons doel was om leerlingen gedifferentieerd en spelenderwijs te leren programmeren in Arduino. Hierbij hoort ook het bouwen van de elektronische schakelingen. In Arduino the Game kiezen leerlingen steeds zelf welk level ze willen spelen. In ieder level leren ze een vaardigheid. Dit kan bijvoorbeeld het aansturen van een LED zijn, of juist het uitlezen van een sensor. Naarmate ze meer levels gespeeld hebben, krijgen leerlingen steeds grotere opdrachten waarbij ze de kennis van eerdere levels moeten combineren met een nieuwe vaardigheid. Hierdoor maken leerlingen kennis met meet-, stuur- en regelsystemen en Arduino the Game is daardoor een mooie invulling van het keuzeonderwerp Technische Automatisering uit het havo examenprogramma natuurkunde.

NB: Aangezien de game online gespeeld wordt, vragen we je wel een eigen laptop mee te nemen. Eventueel kun je vooraf ook al de Arduino software installeren via <https://www.arduino.cc/en/software>.

Werkgroep 22*zaterdagmorgen***PWS-skills: op weg naar concrete handvatten**

Kim Blankendaal, Ralph Meulenbroeks en Wouter van Joolingen | Freudenthal Instituut UU

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo



Van een interessant fysisch onderzoek tot een prachtig technisch ontwerp, het begeleiden van een profielwerkstuk (PWS) geeft veel docenten voldoening. Er wordt van leerlingen echter verwacht dat ze tijdens het PWS-proces, naast vakspecifieke vaardigheden, ook algemene onderzoeksvaardigheden, digitale vaardigheden en schrijfvaardigheid kunnen toepassen. Tot nu toe is er nog weinig bekend over digitale onderzoeksvaardigheden in het voortgezet onderwijs, wat het gewenste niveau is en in hoeverre dit aansluit op het hoger onderwijs.

Na een interactieve toelichting over de digitale onderzoeksvaardigheden en het promotieonderzoek van Kim, ga je aan de slag met verschillende PWS-verslagen. Aan de hand van enkele opdrachten ga je na wanneer er sprake is van een digitale onderzoeksvaardigheid. Om de structuur te bewaren, zul je de vaardigheden vervolgens indelen in verschillende categorieën. Verder dagen we je uit verschillende niveaus op het gebied van digitale onderzoeksvaardigheden te markeren. Tot slot ga je aan de slag met concrete handvatten om digitale onderzoeksvaardigheden in de praktijk aan te kunnen pakken. De werkgroep is ook geschikt voor collega's die geen PWS-onderzoeken begeleiden. Na afloop laten we je natuurlijk niet met lege handen naar huis gaan.

Werkgroep 23*vrijdagavond***De aard van natuurwetenschappen**

Remco Vasterink en Marijn van Nijhuis | Hogeschool Utrecht

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Natuurwetenschap heeft een belangrijke plaats in onze maatschappij. Het is belangrijk dat leerlingen en docenten deze ontwikkelingen in de natuurkunde kunnen en willen volgen en misschien zelfs een bijdrage leveren. Daarvoor is het nodig dat dit proces goed begrepen wordt, evenals de bijbehorende doelen en de werkwijzen, en dus inzicht verwerven in de aard van natuurwetenschap, om op basis hiervan inspirerend hedendaags natuurkundeonderwijs te verzorgen. Natuurwetenschappelijke kennis kan dan beter op waarde geschat worden. We vertrouwen op deze kennis, maar hij is altijd voorlopig en voor verbetering vatbaar. Daar is niet iedereen zich van bewust.

In de werkgroep gaan we praktisch aan de slag met voorbeelden. Neem daarvoor een lesboek mee, waarin zowel de theorie als practica beschreven zijn. Na afloop van de werkgroep heb je handvatten om samen met je leerlingen de aard van natuurwetenschap te duiden binnen het curriculum.

Werkgroep 24*zaterdagmiddag***Gewichtloosheid in het lichaam**

Sander Jansen | ESERO NL / NEMO Science Museum

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: vmbo en onderbouw havo/vwo

Ons lichaam is gebouwd op het leven in de zwaartekracht van de aarde. Het ISS is een kunstmatige leefomgeving waarbij astronauten gewichtloos zijn. Wat is gewicht eigenlijk? Hoe werkt zwaartekracht in de ruimte? En wat voor effect heeft gewichtloosheid op het menselijk lichaam? Complexe vragen die eenvoudig te beantwoorden zijn met laagdrempelige activiteiten, zoals de valproef van Stevin, simulaties van gewichtloosheid in de klas, experimenten met onze bloedsomloop, gewicht op virtuele exoplaneten en een leuke game die de leerlingen in de klas kunnen spelen. Ontdek in de werkgroep de vele mogelijkheden die ruimtevaart en het heelal bieden in de klas. Gratis, leuk en laagdrempelig.

**Werkgroep 25***vrijdagavond***Ontwikkelingen in de Centrale Examens Natuurkunde: Beknopte-Contextvragen**

Elwin Savelsbergh, Peter Rennspies en Jacqueline Wooning | CvTE / CITO

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo

De centrale examens natuurkunde voor havo en vwo zijn de afgelopen jaren contextrijker geworden. In lijn met de bedoeling van de examenprogramma's worden kennis en vaardigheden van de kandidaten getoetst in contexten uit de wetenschap, technologie en samenleving.

Hoewel het kunnen toepassen van de natuurkundestof in realistische contexten een belangrijke te toetsen vaardigheid is, brengt de toetsing in contexten ook beperkingen met zich mee. Zo blijkt dat sommige domeinen uit de syllabus zich minder goed lenen voor toetsing in contexten, denk bijvoorbeeld aan quantum (vwo) en sommige onderdelen van 'eigenschappen van stoffen en materialen' (havo). Ook (wiskundige) vaardigheden komen niet altijd tot hun recht in de huidige grote contextopgaven. Het gevolg is dat deze onderwerpen ofwel onderbelicht blijven, ofwel op een gekunstelde manier met de contextvraag verbonden worden. Daarnaast ontstaat regelmatig discussie over de gewenste hoeveelheid contextinformatie en vinden sommigen dat er in de examens te veel beroep gedaan wordt op de taalvaardigheid van kandidaten.

Het CvTE, dat verantwoordelijk is voor de centrale examens, zal daarom in de toekomst in de centrale examens natuurkunde naast drie of vier 'grote-contextopgaven' (zoals we ze nu kennen) ook gebruik gaan maken van 'beknopte-contextvragen'. Te denken valt aan opgaven zoals die in de veelgebruikte methoden staan, of zoals ze in de wat oudere natuurkunde-examens voorkwamen. Het kan daarbij nadrukkelijk zowel om rekenvragen als om redeneervragen gaan.

In de werkgroep gaan de vaststellingscommissie natuurkunde van het CvTE en de toetsontwikkelaars van CITO met u in gesprek om aan de hand van voorbeelden te komen tot mogelijke en wenselijke invullingen voor dit type vragen.

Werkgroep 26*zaterdagmorgen en zaterdagmiddag***BRYCS – Natuurkunde met LEGO**

Karel Langendonck | Fontys Lerarenopleiding Tilburg

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus



Ooit zei de reclame ... “Een huis, een vliegtuig en een boot, met LEGO kun je alles maken!” Maar, kun je met LEGO ook natuurkunde maken? Zijn de wereldberoemde, vrolijk gekleurde steentjes ook in te zetten in de les natuurkunde? Het antwoord op deze vraag kan u raden.

In de werkgroep passeert een aantal experimenten de revue waarin het gebruik van LEGO een centrale rol speelt. Ook een aantal didactische overwegingen en ideeën, waarin LEGO gebruikt kan worden, zullen aan de orde worden gesteld. Al het gepresenteerde kan, weliswaar na een bezoek aan de plaatselijke speelgoedwinkel, direct toegepast worden in uw les. Maar let op! Het argument dat u geen practicum in uw lessen kan doen omdat het u aan materialen ontbreekt, gaat na deze werkgroep niet meer op!

Werkgroep 27*zaterdagmorgen***Ziekenhuisbezoek: hoe organiseer je dit (voor medische beeldvorming NLT)?**

Mark Dirken | Etty Hillesum Lyceum

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Wat is er mooier als je onderwijs krijgt over medische beeldvorming, je dan naar het ziekenhuis gaat voor een rondleiding en informatie? In Deventer bezoeken 5-havo groepen al een aantal jaar de afdeling nucleaire geneeskunde / radiologie tijdens het volgen van de NLT-module medische beeldvorming. Door de rondleiding te integreren in het onderwijs kost dit het ziekenhuispersoneel weinig tijd, en hebben de leerlingen een unieke ervaring.

In de werkgroep wil ik mijn werkwijze presenteren en bediscussiëren.

Werkgroep 28*zaterdagmiddag***Aangevallen door pseudowetenschap**

Paul Doorschot | HAN

Karakter: actieve werkgroep / discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo (eventueel 3 vwo)



In de werkgroep onderga je een levendige les die je daarna zelf ook kunt gaan geven. De klas wordt in drie groepen gedeeld waarbij iedere groep centraal een eigen opdracht krijgt, maar daarnaast krijgt iedere groep ook een geheime missie. Een onderwerp gaat aangevallen en verdedigd worden. Iedere deelnemer weet hoe het natuurkundig in elkaar zit, toch? Maar kun je jouw kennis ook verdedigen als die écht wordt aangevallen, vanuit pseudowetenschap? Dat kan er stevig aan toegaan!

Natuurkunde leren is ook leren omgaan met vaktaal, met verwoorden, redeneren, overtuigen van de ander, overtuigen van jezelf. Doorhebben of een argument klopt of rammelt. Als je ‘de’ waarheid in pacht hebt, dan is overtuigen toch een fluitje van een cent? Maar wat nu als je niet weet dat *jij* degene bent met ‘de’ waarheid? En waarom lukte overtuigen in de geschiedenis zo vaak niet? Is iedere redenering even valide?

Deelnemers ervaren bovenstaande thema’s aan den lijve in deze les. De doelen: Natuurkunde verwoorden, het leren herkennen van hoe pseudowetenschap redeneert. Deze les helpt leerlingen pseudowetenschap/fake news te herkennen.

Steekwoorden: argumenteren, geschiedenis, NOS (Nature Of Science), een vleugje gamification.

NB: Neem je eigen smartphone (of ander device met internet) mee.

Werkgroep 29*vrijdagavond en zaterdagmorgen***Relativistische gedachte-experimenten: leerlingen ondersteunen bij uitvoering en vormgeven in de les**

Floor Kamphorst | NTNU- Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet

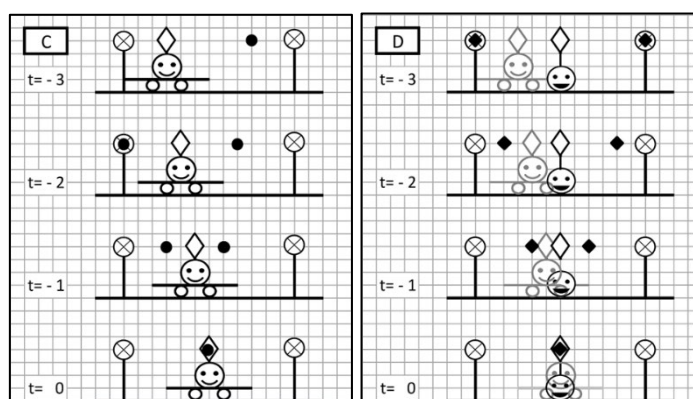
Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Gedachte-experimenten zijn sterk vervlochten met de oorsprong, ontwikkeling en communicatie van Speciale Relativiteitstheorie. Gedachte-experimenten kunnen leerlingen ook helpen om zich abstracte concepten en fenomenen voor te kunnen gaan stellen, en dragen daarmee bij aan begripsontwikkeling. Maar hoe geef je het uitvoeren van een gedachte-experiment vorm in de les, zodat leerlingen het gedachte-experiment ook zelf kunnen uitvoeren?

Dit is nog niet zo gemakkelijk, want de redeneerstappen blijven vaak verborgen als een gedachte-experiment wordt gepresenteerd. Daarnaast moeten leerlingen bij relativistische gedachte-experimenten redeneren met een absolute lichtsnelheid, ten opzichte van twee waarnemers die ook nog eens met hoge snelheid ten opzichte van elkaar bewegen. Gebeurtenisdiagrammen (zie de figuur) zijn een sterk vereenvoudigde representatie van ruimte-tijd die leerlingen ondersteunen bij het uitvoeren van gedachte-experimenten, en het redeneren met absolute lichtsnelheid zichtbaar maken. Zowel voor de leerling zelf, als voor de docent.

In de werkgroep gaan we zelf aan de slag met relativistische gedachte-experimenten, ondersteund door gebeurtenisdiagrammen. Daarnaast gaan we concreet in op hoe je het uitvoeren van een gedachte-experiment in je lessen kan vormgeven. We sluiten af met een discussie over hoe gedachte-experimenten en gebeurtenisdiagrammen aanknopingspunten bieden voor het behandelen van de aard van modellen en natuurwetenschappen.



Voorbeeld van een gebeurtenisdiagram om de relativiteit van gelijktijdigheid af te leiden.

Werkgroep 30*vrijdagavond***Natuurkunde in actie, met toepassing VR-game (traagheid ervaren in de ruimte)**

Jan van Riswick en Rik Pijnappels | Radboud Universiteit Nijmegen

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus



Deelnemers zullen *aan den lijve ervaren* hoe concepten op een alternatieve, actieve en creatieve manier behandeld kunnen worden. De werkvormen zijn direct toepasbaar in de les. Enthousiaste leerlingen (en docenten) willen vaak meer. Dat kan, vele concepten kunnen we ervaren en vandaaruit (beter) begrijpen en onthouden: kracht(en optellen), wetten van Newton (inclusief de 'nulde'), arbeid, energie-omzetting, impuls, middelpuntzoekende kracht, gewicht, van positie naar snelheid en versnelling (en omgekeerd), draaimoment, schijn gestalten van de maan, stroom, spanning, trillen en golven, interferentie, breking, weerkaatsing, temperatuur, faseovergangen, en nog veel meer! En als 'uitsmijter': hockeeyn in de ruimte met VR-bril voor de 'ultieme traagheidservaring' en het ontwikkelen van het kracht-concept!

Werkgroep 31*vrijdagavond en zaterdagmorgen***Open vragen nakijken met kunstmatige intelligentie**

Youssef El Bouhassani en Jonas Voorzanger | LeerLevels

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

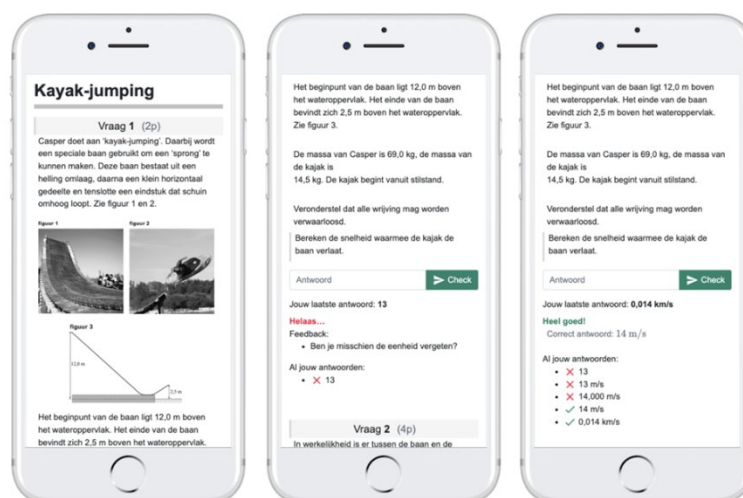
Niveau: alle niveaus

Formatieve toetsing is waardevol voor docenten en leerlingen. Voor effectief formatief handelen is het belangrijk dat leerlingen direct zien wat ze al kunnen en waaraan ze nog meer aandacht moeten besteden. Goede meerkeuzevragen kunnen hierbij helpen, maar soms zijn open vragen geschikter.

Vanuit LeerLevels hebben we onze database van ruim 2500 meerkeuzevragen onlangs uitgebreid met de mogelijkheid om open vragen automatisch na te kijken. Hierbij wordt rekening gehouden met significantie, correct gebruik van eenheden, de soms gebrekkige spelling van onze leerlingen en nog veel meer!

In de werkgroep ga je zelf aan de slag om een formatieve quiz samen te stellen over een onderwerp naar keuze. De quiz kan bestaan uit een combinatie van meerkeuzevragen en open vragen. Hierbij kun je bestaand materiaal gebruiken of je eigen vragen toevoegen. Na afloop kun je de gemaakte quiz direct met leerlingen delen en de inzichten gebruiken om je lessen nog beter te maken!

Alle deelnemers aan de werkgroep ontvangen een kosteloze licentie om de quizen te kunnen samenstellen en met leerlingen te gebruiken.

**Werkgroep 32***vrijdagavond***ShowdeFysica 3 komt er aan!**

Ineke Frederik, Wim Sonneveld, Ed van den Berg, Peter Dekkers, Karel Langendonck, Freek Pols, Wouter Spaan, Kirsten Stadermann en Norbert van Veen | NVON

Karakter: presentatie

Niveau: alle niveaus

Na het succes van ShowdeFysica 1 (2015) en ShowdeFysica 2 (2017) is het hoog tijd voor een volgende publicatie gericht op natuurkundeonderwijs. Opnieuw een kans om leerlingen te boeien met de prachtige en verrassende demonstraties uit ons mooie vak. De auteurs proberen er een spektakel van te maken en geven u tijdens de werkgroep een voorproefje.

ShowdeFysica 3 zal net als haar voorgangers moderne didactiek, directe bruikbaarheid in de klas en eigentijds natuurkundeonderwijs combineren. We werken natuurwetenschappelijke vaardigheden, *redeneren met bewijsmateriaal uit experimenten* en werkwijzen bij onderzoeken en ontwerpen nader uit en voorzien die van in de klas bruikbare voorbeelden. Een nieuw onderdeel zal zijn demonstraties waarbij de gratis *Phyphox* app op telefoons gebruikt wordt voor meting en analyse, zodat leerlingen actief mee kunnen doen met een demonstratie.



Werkgroep 33*vrijdagavond***Toetsen in een flits met Toetsbouwer Light en Pro!**

Luc Orbons | Trinitas Gymnasium

Karakter: presentatie en hands-on werkgroep, neem vooral je eigen laptop mee

Niveau: onder- en bovenbouw havo/vwo

De uitdaging. Hoe goed zijn je toetsen? Welke taxonomie gebruik je? RTTI, OBIT of anders? Staan er geen foutjes in je toetsen? Zijn alle vragen scherp genoeg en is de samenstelling evenwichtig? Wat hebben de leerlingen aan de feedback die je ze geeft? Kan het meer zijn dan het cijfer alleen?

De CARE aanpak. De CARE-aanpak staat voor Creëer, Analyseer en Reflecteer. Je kunt je concentreren op de inhoud. Makkelijk opdrachten toevoegen, wijzigen of verschuiven. Onder je handen zie je de toets ontstaan.

Light en Pro versies, online-database centraal. Er is een Toetstool-Light, geoptimaliseerd voor het snel samenstellen van toetsen. De Gebruikersinterface is overzichtelijk en toch ben je in staat je eigen draai te geven aan de toetsen. De Pro-versie doet alles wat de Light versie doet, én biedt de mogelijkheid toetsscores te registreren en resultaten te analyseren. Alle opgaves zijn online beschikbaar, dus geen gedoe met downloaden of oude versies.

Verbranden

10 Leg uit wat een chemische reactie is.

Een kerstboom in huis plaatsen hoort bij het kerstfeest. Een kerstboom is meestal een spar, een bepaald soort naaldboom. Lastig is dat deze bomen na een tijdje ten gevolge van uitdrogen hun naalden verliezen. Zo'n uitgedroogde boom vormt dan een groot gevaar voor brand.

In onderstaande foto's zie je hoe snel een kerstboombrand zich ontwikkelt. Binnen een halve minuut staat de hele kamer in brand.

Het begin Na 10 seconden Na 35 seconden

3p 11 Leg uit hoe het komt dat de brand zich zo snel ontwikkelt.

Voorbeeldopgave

Toets : Toetsvoorbeeld **Paula Test**
 Klas : 2V ()
 Gewicht : 100
 N-Term : 1

7,4 (24p)

CorVschrift:	Toetsvoorbeeld	R	T1	T2	I
Klas:	2V				
Scorepunten:	34				
H5.1 Energie en omzettingen		4	5	9	
H5.2 Verbranding		1	2	9	

Feedback: Gepersonifieerde toetsmatrijs

Werkgroep 34*zaterdagmorgen***Gamedidactiek werkt!**

Joris van Elferen en Joris Coenders | Norte

Karakter: presentatie

Niveau: vmbo en onderbouw havo/vwo

Wat zou er in uw lessen gebeuren als uw leerlingen precies zouden doen wat u van hen vraagt? Wat zou er gebeuren als leerlingen massaal extra zouden oefenen voor hun toets? Wat zouden uw leerlingen kunnen bereiken als ze hun huiswerk nauwkeurig en serieus maken?

Natuurlijk is een wereld waarin iedere leerling doet wat hierboven beschreven staat een droomwereld. De groep leerlingen die hieraan voldoet is echter vele malen groter te maken met een stuk gamedidactiek.

Nee, we gaan geen Fortnite spelen in de les of een wereld bouwen in Minecraft. We gaan het hebben over slimme (veelal offline) didactische trucs waardoor uw leerlingen meer kwaliteit leveren. Natuurlijk laten we ook zien hoe Norte met deze didactiek omgaat in de lessen.

Werkgroep 35*zaterdagmiddag***Eerste hulp bij je experiment**

Niels Alberts | Rijksuniversiteit Groningen

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Het profielwerkstuk, voor vele leerlingen zowel de eerste als de kennismaking met het doen van onderzoek op het VO, waarna ze als 'bachelor jaar-0 studenten' van de middelbare school afgaan. In het afgelopen jaar zijn we vanuit de RuG in gesprek gegaan met verschillende scholen in de regio over hoe we van elkaar kunnen leren over het PWS, en hoe we zo het VO en HO beter op elkaar kunnen laten aansluiten.

Specifiek willen we inzetten op het uitvoeren van een experiment voor het PWS. Om scholen hierbij te helpen zijn verschillende universiteiten bezig met het ontwikkelen van PWS-koffers met daarin de benodigheden voor een goed experiment.

Om dit goed te ontwikkelen willen we met jullie in gesprek over de volgende twee thema's:

- Wat verwachten PWS-begeleiders van hun leerlingen in het PWS, en hoe verschilt dat met wat de universiteit van nieuwe studenten verwacht?
- Hoe geven we een PWS-koffer zo vorm, dat docenten en leerlingen ze willen gebruiken.

Werkgroep 36*zaterdagmiddag***Een hoogtemeting uit je duim zuigen**

Karel Kok | Humboldt-Universität zu Berlin

Karakter: actieve werkgroep en presentatie

Niveau: onder- en bovenbouw havo/vwo

Door met uitgestrekte arm met je linker- of rechteroog naar je duim te kijken, maakt deze een 'duimsprong' ten opzichte van de achtergrond. Deze duimsprong werkt als een eenvoudige Jakobsstaf waarmee de hoogte van een object geschat kan worden. Omdat de meting niet heel precies is, zullen meerdere metingen gedaan moeten worden om een gemiddelde te kunnen bepalen. Echter, het gemiddelde is enkel een beste schatting van de hoogte op basis van de metingen. Het zegt niets over de kwaliteit van het – uiterst primitieve – experiment. Hiervoor is de meetonzekerheid nodig.

In de werkgroep gaan we gezamenlijk de hoogte van het conferentiecentrum bepalen (neem voor slecht weer een paraplu of regenjas mee). We leggen onze metingen bij elkaar en bespreken het resultaat.

Vervolgens gaan we met de meetonzekerheid zelf aan de slag. Hierbij wordt vaak gedacht aan de standaarddeviatie. Er zijn echter alternatieve kwantificeringen voor de spreiding van meetresultaten denkbaar die wiskundig veel eenvoudiger te berekenen zijn. Enkele van deze alternatieven zullen gepresenteerd en besproken worden.

Aan het einde van de werkgroep heeft u: een leuk idee voor een practicum, een beter idee over het nut van meetonzekerheden en heeft u alternatieve kwantificeringen voor de meetonzekerheid paraat waar leerlingen van alle niveaus direct mee aan de slag kunnen.

Werkgroep 37*zaterdagmiddag***Modeling Instruction – Met leerlingen bouwen aan mentale modellen**

Onne Slooten, Loran de Vries en Anita Tol | Bètapartners

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Modeling Instruction (TM) is een Amerikaanse didactiek, ontwikkeld in de jaren '80 van de vorige eeuw en wordt inmiddels veel gebruikt. Bij deze didactiek werken leerlingen volgens de modelleercyclus: leerlingen verwoorden een toetsbare hypothese, ontwerpen een experiment om deze hypothese te testen, voeren het experiment uit en bouwen vervolgens een wetenschappelijk model op, op basis van de data uit hun experiment. Dit model wordt op verschillende manieren gerepresenteerd: in woorden, met grafieken, met formules en met verschillende diagrammen.

De leerlingen gebruiken dit model vervolgens om voorspellingen te doen over vergelijkbare situaties. Ten slotte worden ze geconfronteerd met een situatie waar hun model geen uitspraak over doet, waarna er een nieuw model wordt opgebouwd. Hierna wordt ook dit model gebruikt voor nieuwe situaties en zo wordt de cyclus steeds opnieuw doorlopen. Inmiddels is er een groepje Nederlandse docenten die regelmatig modeling lessen gebruiken.

Bij deze introductie zullen de deelnemers de rol van leerlingen op zich nemen en een Modeling Instruction activiteit uitvoeren. Hierdoor leer je:

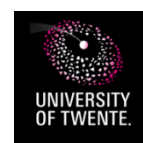
- Wat Modeling Instruction inhoudt.
- Hoe leerlingen een experiment kunnen ontwerpen, uitvoeren en er verslag van kunnen doen door middel van een whiteboard.
- Hoe je als docent de leerlingen zelf een betekenisvolle discussie kan laten voeren over hun experimenten.
- Hoe leerlingen hiermee mentale modellen kunnen opbouwen over de werkelijkheid.

Werkgroep 38

zaterdagmiddag

Misvattingen in de medische context: hoe help je je leerlingen leren?

Pier Siersma | Zaanlands Lyceum / Universiteit Twente



Karakter: presentatie en zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

'Minimaal in de context: medische diagnostiek'. 'Minimaal in de context: nucleaire diagnostische geneeskunde'. 'Medische beeldvormingstechnieken beschrijven aan de hand van hun natuurkundige achtergrond'. (Bron: Syllabus VWO 2022)

De inhoud van het domein radioactiviteit is in twintig jaar flink veranderd. Terwijl in 2002 geen enkele verwijzing stond naar medische technieken is het nu de enige voorgeschreven context. Maar welke nieuwe problemen levert dat op? En hoe kunnen we leerlingen helpen de vele concepten in deze lastige context te leren begrijpen?

In de werkgroep presenteer ik misvattingen die leerlingen hebben bij straling en radioactiviteit. Daarnaast presenteer ik de resultaten van mijn onderzoek naar de effecten van feedback bij het nakijken van opgaven. Want wat blijkt: leerlingen kunnen leren van uitwerkingen, zeker bij complexe opgaven, als ze er maar goed naar kijken. Hier ga je zelf mee aan de slag. Als je je eigen toets of methode meeneemt, kun je de feedback direct gebruiken in de klas.

Iedereen zal de werkgroep verlaten met eigen ontworpen feedback waarmee leerlingen worden geholpen te leren van hun eigen fouten.

Werkgroep 39

vrijdagavond

Hersenen doorlichten met Stevin?

Hubert Biezeveld, Louis Mathot, Ruud Brouwer en Kim Blankendaal | Stevin

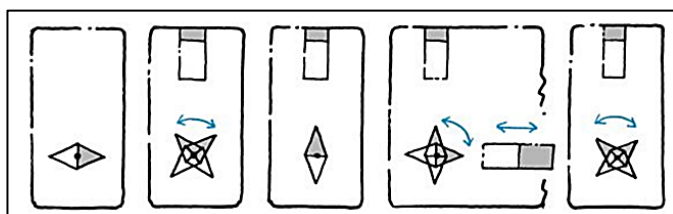
Karakter: presentatie

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Zouden de schrijvers van de vernieuwde syllabus gekeken hebben in *Extra* en *Doen* van H9 op de site www.stevin.info? Leg de nieuwe MRI eindtermen in de VWO syllabus naast de tekst die wij al jaren in *Extra* hebben staan en je zou bijna denken van wel.

We zullen kort uitleggen hoe wij de veranderingen in de syllabus die dit schooljaar op havo en vwo zijn ingegaan in *Stevin* hebben verwerkt.

Wie ons een beetje kent weet dat Louis en Ruud het conferentiethema iets ruimer interpreteren door interessante en uitdagende demo's over allerlei onderwerpen te laten zien. Bijvoorbeeld door de Curies ten tonele te voeren met het piëzo-elektrisch effect of met een CT sudoku, met sonarapparatuur maar ook met een mistmachine. Of met een kompasje om een analogie voor MRI te maken. Dit met als doel om onze collega's in de klas handvatten te geven om de hersenen van de leerlingen figuurlijk door



te lichten. We laten in ieder geval zien hoe onze hersenen zwart/wit tot kleur omvormen bij de schijven van Benham.

Werkgroep 40

zaterdagmiddag

Op zoek naar de grenzen van de natuurkunde

Fedde Benedictus | Universiteit Utrecht

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: alle niveaus

Er is geen natuurkundige die zó tot de verbeelding spreekt als Einstein. De moderne natuurkunde is ondenkbaar zonder zijn grote ontdekkingen, terwijl veel uitvindingen die we tegenwoordig allemaal gebruiken, zoals GPS in onze telefoons, alleen mogelijk zijn door het werk van Einstein. Vóór de tijd van Einstein was de natuurkunde een primitief gebeuren, maar de eenzame superheld Einstein heeft de natuurkunde uit de duisternis getrokken.

Maar klopt dat wel? Is het wel zo dat Einsteins theorieën radicaal breken met de natuurkunde die voor hem kwam? Of was Einstein misschien minder vernieuwend dan vaak wordt gedacht?

In zijn boek *Op zoek naar de grenzen van de natuurkunde* (Prometheus, 2020) geeft Fedde Benedictus een verfrissend antwoord op deze vragen.

Tijdens de presentatie ontdekt u wat Einsteins theorieën precies inhouden. De theorieën zijn werkelijk verbluffend – maar ze zijn niet het werk van één persoon, en zelfs niet van één generatie. U zult ontdekken hoe Einsteins werk voortbordurt op het werk van zijn tijdgenoten en dat van de generaties voor hem. Einstein bouwde zijn meesterwerk niet op de ruïnes van een oudere natuurkunde, maar hij verstevigde juist het reeds bestaande bouwwerk. Newton en Einstein lijken meer op elkaar dan u denkt!

Werkgroep 41

vrijdagavond

Formatief is veel meer dan alleen toetsen

Kees Hooyman, Marjolein Vollebregt en Carolien Kootwijk | St Bonifatiuscollege

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: onder- en bovenbouw havo/vwo

Formatieve toetsen zijn hot. Met recht, want een goede formatieve toets kan leerlingen echt helpen om een flinke stap te zetten naar een goed cijfer. Maar er zijn veel meer formatieve elementen die leerlingen kunnen helpen, zeker als leerlingen kunnen kiezen tussen traditionele instrumenten en digitale oplossingen. Want soms werkt het ene beter, en soms het andere. In de werkgroep gaan we aan de slag met een uitgebreide set aan formatieve elementen, waar leerlingen enthousiast van worden en hogere cijfers halen.

De werkgroep gaat over formatieve elementen. Daarmee bedoelen we elementen die leerlingen helpen in hun leerproces, richting de uiteindelijke toets. Elementen waarmee leerlingen, na uitleg door de docent en het maken van een aantal oefenopgaven, de laatste stapjes kunnen zetten in de voorbereiding op de toets. Hoe kan een leerling checken of hij de stof voldoende begrepen heeft? En of hij voldoende geoefend heeft? Daar hebben we als docenten vaak weinig zicht op.

Voor het verwerken van de theorie helpt het als er naast het boek video's zijn waarin de theorie op dezelfde manier wordt uitgelegd. Het helpt ook als er een lijstje met leerdoelen is dat gekoppeld is aan de opgaven in het boek.

Bij het oefenen voor de toets helpt het als er digitale oefenopgaven met feedback zijn, of formatieve toetsen met uitgebreide feedback en een terugkoppeling naar de leerdoelen. Na die feedback wil de leerling ook nog graag weten hoe de laatste gaatjes gevuld kunnen worden. Feedup en Feedforward dus. Hoe zou dat werken?

Alle materialen in deze werkgroep zijn ontwikkeld bij de methode *Newton*, en eenvoudig te gebruiken door scholen die deze methode gebruiken. Scholen die deze methode (nog) niet gebruiken kunnen inspiratie opdoen voor hun eigen lessen, want sommige elementen zijn vrij makkelijk aan te passen of zelf te maken.

Werkgroep 42*zaterdagmorgen***Vakoverstijgend rekenen**

Kees Hooyman | St Bonifatiuscollege



Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: alle niveaus

Hoe komt het toch dat zoveel leerlingen moeite hebben met rekenen? Waarom is rekenen met procenten, verhoudingen en vergelijkingen vaak lastig? Vakoverstijgend Rekenen blijkt een effectieve en efficiënte oplossing te zijn. Deze relatief bescheiden inspanning maakt echt een wereld van verschil. In deze werkgroep staat het (gratis) lesmateriaal centraal.

Het advies van de Onderwijsraad is kraakhelder: alle vakken moeten hun verantwoordelijkheid nemen bij rekenvaardigheden. En scholen moeten een vakoverstijgende aanpak gebruiken, want alleen met een vakoverstijgende aanpak lukt het om alle leerlingen naar het gewenste rekenniveau te brengen. Daarmee wordt ook een N-profiel voor meer leerlingen haalbaar. Maar wat is precies Vakoverstijgend Rekenen?

Een belangrijk probleem bij rekenen is dat elk vak zijn eigen tradities kent. Zo gebruiken basisscholen voor het rekenen met procenten een andere aanpak dan de meeste wiskundeboeken. En economie en natuurkunde hebben hiervoor weer ieder hun eigen aanpak. En zo zijn er meer verschillen. Voor leerlingen die toch al niet zo sterk zijn in rekenen is dat behoorlijk verwarrend.

Op het St. Bonifatiuscollege is het gelukt om die verschillen tussen de vakken te overbruggen. Daaruit is Vakoverstijgend Rekenen ontstaan. Geen aparte rekenlessen, maar beter samenwerken. Dan blijkt dat de kwaliteit van het rekenonderwijs een flinke sprong kan maken. Een sprong die zo groot is dat het effect zelfs zichtbaar is in examenresultaten. Dat komt doordat die aanpak overzichtelijk en verrassend eenvoudig is. En het geeft meer leerlingen de kans om economie, scheikunde of natuurkunde te kiezen in hun pakket.

Drie Utrechtse scholen hebben digitaal lesmateriaal ontwikkeld voor Vakoverstijgend Rekenen. Dit materiaal is bedoeld voor leerlingen van leerjaar 3 bij de vakken wiskunde, natuurkunde en economie en is gratis beschikbaar. Tijdens de werkgroep zal dit lesmateriaal uitgebreid aan bod komen. Daarnaast kunnen scholen voor de invoering van Vakoverstijgend Rekenen ondersteuning krijgen van professionals. Dat geldt zowel voor het invoeringstraject als voor lesmateriaal dat vanuit de leeromgeving van de school (zoals Magister) te gebruiken is.

Meer info op vakoverstijgendrekenen.nl, waar ook een proeflicentie aan te vragen is.

Het project Vakoverstijgend Rekenen is een spin-off van het project SaLVO! van het Freudenthal Instituut, en is met steun van de gemeente Utrecht en de Willibrord Stichting verder ontwikkeld door het St. Bonifatiuscollege in Utrecht.

Werkgroep 43*vrijdagavond***CO-Learning in de klas**

Jean-Pierre Nelk | Gymnasium Haganum ism Test-Correct

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Formatief handelen is in opkomst. Een belangrijk onderdeel hiervan is dat leerlingen kwaliteitsbesef en inzicht in hun eigen leerproces krijgen. Sinds een aantal jaar werk ik hieraan met CO-Learning van het platform Test-Correct. Test-Correct biedt, naast een (gratis) digitaal toetsplatform, een module waarbij leerlingen anoniem elkaars antwoorden kunnen nakijken. Hoe is het antwoord geformuleerd, waar krijgen ze punten voor, is het antwoord volledig, het zijn vragen die ze zichzelf en elkaar moeten stellen bij het nakijken.

In de werkgroep ervaar je als deelnemer zelf de kracht van CO-Learning en bespreken we de voor- en nadelen. Je gaat in ieder geval naar huis met een gratis account voor Test-Correct en een hoop materiaal waar je direct na de kerstvakantie mee aan de slag kan.

Werkgroep 44**zaterdagmorgen****Het Can Vast! Zelfsturend onderwijs op 4 vwo!**

Luc Orbons | Trinitas Gymnasium

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

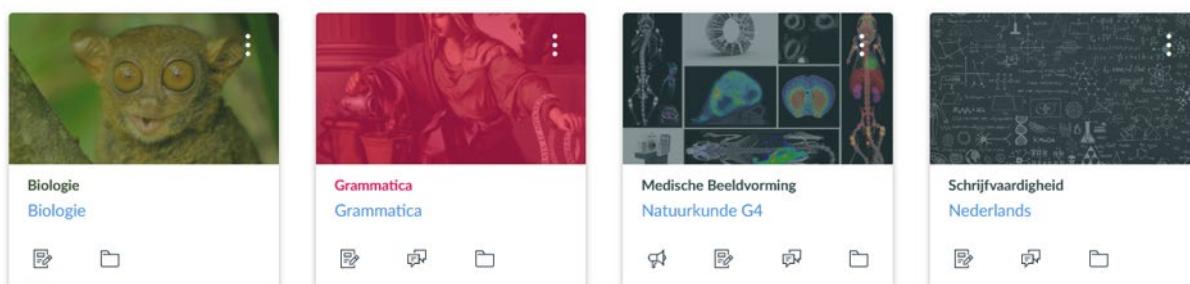
Niveau: bovenbouw havo/vwo

Wie zijn eigen weg gaat, kan door niemand worden ingehaald! De werkgroep gaat in op de aanpak, realisatie, uitvoering en evaluatie van een onderwijsproject waarin leerlingen in hoge mate zelfstandig en volgens een eigen route door de leerstof kunnen gaan. In dit project is een leeromgeving gecreëerd waarin leerlingen zelfstandig en in eigen tempo vooraf vastgestelde leerdoelen kunnen bereiken. Op deze wijze worden zij regisseur van hun eigen leerproces.

Zelfstandig, gedifferentieerd en geregisseerd. De aanpak gaat uit van een online-cursus waarin leerlingen tijdens de les en thuis zelfstandig kunnen werken. Hierin werd samengewerkt tussen de vaksecties biologie, Nederlands en natuurkunde.

Ervaringen. De combinatie van reguliere lessen én een online omgeving is in mijn ogen ideaal. Leerlingen die het aankunnen zijn in staat zelfstandig of in groepjes een weg door de leerstof te volgen. Zij die hulp nodig hebben kunnen dat op maat krijgen en moeilijke thema's kunnen gewoon klassikaal.

Observaties. Een slecht boek is een pré voor deze aanpak. Zelfsturendheid werkte, maar niet voor iedereen. Voortgang is (te?) goed te monitoren, je kunt snel acteren bij dreigende achterstand. Sommige leerlingen hebben meer en andere juist minder regie nodig.

Published Courses (4)**Werkgroep 45****vrijdagavond****Rollenspel Medische Beeldvorming: hoeveel patiënten gaat jouw team helpen?**

Sabrina Brandjes en Cornelis Zandt | NRG

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Medische beeldvorming is een techniek die niet meer is weg te denken uit ziekenhuizen. Het wordt gebruikt voor het stellen van diagnoses, het vroegtijdig opsporen van ziekten en als ondersteuning tijdens medische ingrepen. In de meeste gevallen wordt er tijdens medische beeldvorming gebruik gemaakt van röntgenstraling of radioactiviteit. *Junior Academy NRG* heeft daarom lesmateriaal ontwikkeld dat deze onderwerpen aansnijdt en dat ondersteuning biedt aan het curriculum voor Medische Beeldvorming. Dit lesmateriaal zal leerlingen helpen meer gevoel te krijgen bij het onderwerp Medische Beeldvorming en focust op de disciplinaire samenwerking die erbij komt kijken om uiteindelijk patiënten in het ziekenhuis zo goed mogelijk te kunnen helpen.

Tijdens het *Rollenspel Medische Beeldvorming* maken de leerlingen via de expert-methode kennis met vier disciplines: natuurkunde, geneeskunde, chemie en transport & veiligheid. Ze zullen zich gaan verdiepen in één van deze vier rollen via een theoretische introductie, het maken van opdrachten en een briefing aan 'hun collega's'. De focus hierbij ligt op de productie van medische isotopen, het werken met vervalkrommen, het scheiden van restmateriaal en het veilig transporteren van de medische isotopen richting het ziekenhuis. Het hele proces focust zich dus op de route 'van atoom naar patiënt'.

Wilt u erachter komen of ons lesmateriaal is wat u ervan verwacht? Kom dan naar onze werkgroep! In de werkgroep zullen wij (Sabrina & Cornelis) starten met een presentatie over het lesmateriaal van Junior Academy NRG, gevolgd door een proefles waarin u zelf het rollenspel kunt ervaren.

Werkgroep 46

vrijdagavond, zaterdagmorgen en zaterdagmiddag

Sterrenhemel Live! – Ontdek het veranderlijke heelal met echte data in het NOVA Mobiel Planetarium

Joris Hanse, Dennis Vaendel en Joanna Holt | Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo



Het project *Sterrenhemel Live!* brengt semi-live data van de Nederlandse telescopen MeerLICHT (<http://www.meerlicht.org>) en BlackGEM (<http://www.blackgem.org>) naar de klas toe in een innovatief onderwijsprogramma.

Het project kent twee onderdelen:

- Een uitbreiding van het huidige NOVA Mobiel Planetarium-project waarin leerlingen geïnspireerd worden en ontdekken hoe sterrenkundigen de veranderlijke sterrenhemel onderzoeken (Werkgroep 46: Sterrenhemel Live! – Ontdek het veranderlijke heelal met echte data in het NOVA Mobiel Planetarium).
- Een innovatief lespakket waarin bovenbouwleerlingen curriculum-concepten gerelateerd aan het project modelleren in de interactieve software *DynaLearn* (zie hieronder werkgroep 47: Sterrenhemel Live! – Leren over sterren met interactieve systeemiagrammen).

Het project Sterrenhemel Live! is een samenwerking tussen sterrenkundigen en sterrenkunde-educatie en -outreach professionals van de Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie (NOVA) en Radboud Universiteit en onderzoekers van het Lectoraat Didactiek van de Bètavakken van de Hogeschool van Amsterdam (HvA). Natuurkunde-docenten zijn ook betrokken vanaf het begin van het project. Zowel de planetariumvoorstelling als de lesactiviteiten worden in november en december 2022 uitgebreid getest op een aantal middelbare scholen.

Het project Sterrenhemel Live! brengt semi-live data van de Nederlandse telescopen MeerLICHT en BlackGEM naar de klas toe in het NOVA Mobiel Planetarium. Het leergesprek over het veranderlijke universum begint met recente beelden van de telescopen – waardoor veranderen sommige ‘sterren’ van positie of helderheid? Leerlingen worden daarna begeleid door het sterrenkundig proces met nieuw, speciaal ontwikkelde content toegespitst op de onderwerpen die ook behandeld worden in de bovenbouw in de modules ‘astrofysica’ en ‘gravitatie’. Ervaar het zelf in de werkgroep. Wij horen ook graag je mening over de nieuwe content.



De Tarantulanefel gezien door MeerLICHT, geprojecteerd in de NOVA-koepel

Werkgroep 47

zaterdagmorgen en zaterdagmiddag

Sterrenhemel Live! – Leren over sterren met interactieve systeemiagrammen

Marco Kragten, Bert Bredeweg en Joanna Holt | Hogeschool van Amsterdam & Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo



NB: Voor een beschrijving van het project *Sterrenhemel Live!* zie hierboven onder werkgroep 46.

De medewerkers van het project *Denker* (<https://denker.nu/>) en de Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie (NOVA) hebben samen drie lesactiviteiten (van elk ongeveer 2-3 lesuur) ontwikkeld waarbij leerlingen (havo/vwo bovenbouw) leren over sterren door het maken van interactieve systeemiagrammen. Leerlingen werken hierbij in het softwarepakket *DynaLearn* dat gebruik maakt van symbolische representaties van onderdelen van systemen die leerlingen stapsgewijs aangeleerd krijgen. Zo leren leerlingen symbolen te onderscheiden (bijvoorbeeld entiteiten en grootheden) en causale ketens te maken met positieve en negatieve verbanden. Door het maken van het systeemiagram (bijvoorbeeld van de balans tussen zwaartekracht en fusie in een ster) en het simuleren met verschillende

beginsituaties leren de leerlingen het gedrag van het systeem te begrijpen.

In de werkgroep gaan de deelnemers aan de slag met een van de lesactiviteiten in *Dynalearn*. We sluiten af met een korte discussie.

Werkgroep 48

zaterdagmorgen

Breng ruimtevaart en sterrenkunde in je natuurkundelessen

Sander Jansen | ESERO NL / NEMO Science Museum

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: onderbouw havo/vwo



Ruimtevaart en sterrenkunde spreken enorm tot de verbeelding. Daarom zijn het mooie haakjes om natuurkunde nóg interessanter te maken. En daarnaast biedt het uitstekende mogelijkheden voor vakoverstijgend en contextgericht onderwijs.

In de werkgroep maakt u kennis met tal van lesvoorbeelden. Bekijk een 'ster' door een spectroscop, ontdek een exoplaneet met kleibollen en een zaklamp, bestudeer oceaanstromingen met ons convectie-experiment en ontdek wat je met actuele satellietbeelden in de klas kunt doen.

Werkgroep 49

vrijdagavond

Breng STEM in je lab – Physical computing met micro:bit

Ludovic Wallaart en Bert Wikkerink | T3 Nederland

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo



Daag leerlingen uit om creatief problemen aan te pakken om zo wetenschappelijke concepten te onderzoeken en te leren begrijpen. De combinatie van programmeren in Python en een BBC micro:bit maakt het eenvoudig om physical computing in je lab te brengen en leerlingen te laten interageren met de digitale wereld. Meer dan ooit is het nodig dat leerlingen inzicht krijgen in de hen omringende digitale wereld om er optimaal in te functioneren.

Aan de hand van concrete voorbeelden – van het aansturen van LEDs en elektrische schakelingen tot het creëren van meetsystemen – introduceren we de mogelijkheden van een micro:bit en hoe physical computing interdisciplinaire bruggen bouwt.

Werkgroep 50

zaterdagmiddag

Tailor maakt data-analyse eenvoudig

David Fokkema en Annelies Vlaar | Vrije Universiteit Amsterdam



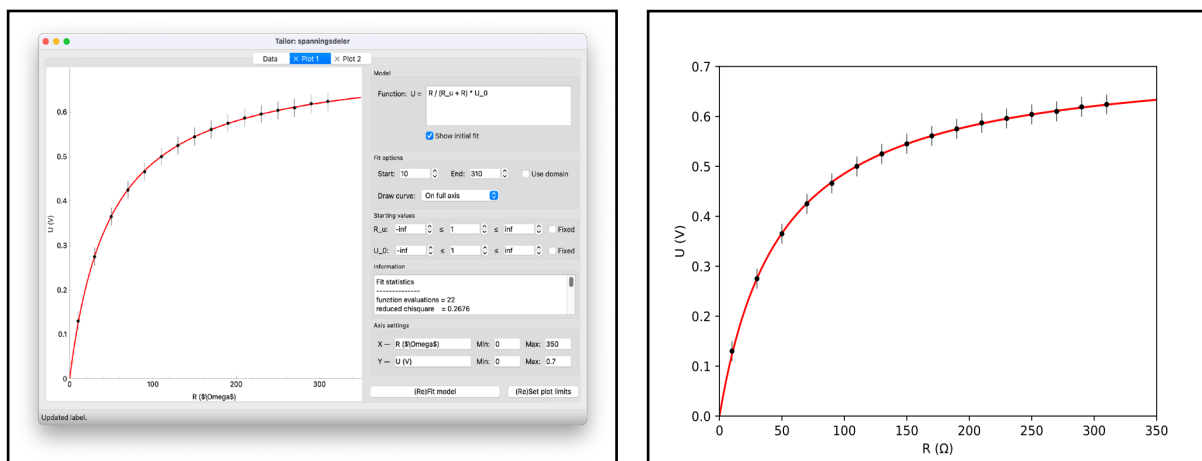
VRIJE
UNIVERSITEIT
AMSTERDAM

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Tailor is een simpel maar krachtig programma om data-analyse binnen natuurkundig onderzoek uit te voeren. Metingen kunnen eenvoudig worden ingevoerd in een spreadsheet of worden ingelezen vanuit een tekstbestand. Anders dan in Excel is het mogelijk om snel en eenvoudig een functie op maat aan de datapunten te fitten. Leerlingen kunnen zelf de formules invullen en visueel de fitparameters inschatten. Tailor vindt daarna de beste waarden van de

parameters én hun onzekerheid. Het programma kan onder andere omgaan met onzekerheden op datapunten en fitten aan slechts een deel van de metingen. De as-instellingen kunnen gemakkelijk worden aangepast.



In de werkgroep gaat u zelf aan de slag met het programma Tailor. U kunt uw eigen dataset meenemen, doet tijdens de werkgroep een eenvoudige meting en u krijgt van ons een aantal datasets. We behandelen het gehele data-analyse proces. Van het invoeren van de data in Tailor, het fitten aan een functie tot het opmaken van een grafiek welke geschikt is voor in een verslag. De verschillende mogelijkheden van Tailor zullen aan bod komen. Samen met ons kijkt u naar de manieren om Tailor in te zetten in de onderwijspraktijk.

Tailor is te downloaden op <https://github.com/davidfokkema/tailor> en installers zijn beschikbaar voor Windows en MacOS.

Werkgroep 51

vrijdagavond

Pauliprincipe, bandgaps: Quantumwereld in Nova vwo na de syllabusherziening

Hans van Bommel | Malmberg

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Hans van Bommel neemt je graag mee in het denkproces rond vernieuwingen in de *NOVA*-boeken. Het team is bezig de veranderingen in de syllabus door te voeren. Omdat dit proces nog loopt, zal Hans niet alleen vertellen, maar ook naar je ideeën vragen.

In het domein *Quantumwereld* gaat het nu ook over systemen met heel veel elektronen. Dat is mooi, daarmee kun je vaste stoffen begrijpen en ook verband leggen met scheikundige onderwerpen. In het concept van Nova is het logisch te kijken naar de gevolgen voor PTM: Praktijk, Theorie, Maatschappij. Hoe passen de veranderingen in de opbouw van de theorie? Welke koppelingen kun je maken met Praktijkkwesities? Met halfgeleiders in het programma is ASML wellicht een mooi onderwerp voor een Maatschappijdeel. De veranderingen bij Quantumwereld vormen de hoofdmoot van deze discussiesessie, maar ook de energietransitie en inclusiviteit hebben onze aandacht bij de herziening van de boeken. Hans zal ook vertellen over de rol die die onderwerpen nu al spelen in de boeken en over hoe we die rol willen versterken. Denk mee over de methode en doe inspiratie op voor je lessen.

Werkgroep 52

zaterdagmiddag

Dialogen tijdens de lessen natuurkunde – de reis van de dagelijkse naar de wetenschappelijke taal

Patrick Diepenbroek | TU/e, Eindhoven School of Education

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Gebruik je de dagelijkse taal, dan kunnen de leerlingen je volgen maar leren ze niet om de wetenschappelijke taal te

gebruiken. Gebruik je vanaf het begin de wetenschappelijke taal, dan verlies je de meeste leerlingen meteen en leren ze vrijwel niks! Als docent moet je dus – in stapjes en samen met de leerlingen – de overgang maken van de dagelijkse naar de wetenschappelijke taal. Maar hoe doe je dat precies?

In de werkgroep verkennen we samen wat er al bekend is over dialogen tijdens de lessen. Wij gaan samen (Engels-talige) videofragmenten analyseren *en* we gaan samen aan de slag met lesideeën. Al doende zullen we samen handvatten creëren die jij de volgende dag in jouw lessen natuurkunde kunt gebruiken, zodat je jouw leerlingen nóg beter mee kunt nemen op een reis naar de wetenschappelijke taal van natuurkunde.

Werkgroep 53

zaterdagmorgen

Beeldmateriaal (met presentatie lesmateriaal over Beeldvorming bij Tomografie)

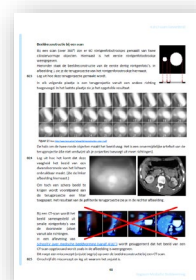
Jakob Gillissen en Tom Kooi | Coornhert Gymnasium

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

In de werkgroep:

- maak je kennis met enkele handige gereedschappen om (vrij) beeldmateriaal te vinden, aan te passen en zelf te maken en ga je aan de slag met grafieken, tekeningen en foto's.
- presenteren we eigen lesmateriaal over hoe een beeld gevormd wordt bij computertomografie (CT-scan).



NB: Er is een beperkt aantal computers beschikbaar. Het is (dus) handig als je je eigen laptop meeneemt.

Werkgroep 54

vrijdagavond

Leren observeren: beeldvorming en microscopie in historisch perspectief

Mieneke te Hennepe | Rijksmuseum Boerhaave



Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: onderbouw havo/vwo

Altijd al willen weten hoe Antoni van Leeuwenhoek voor het eerst een bloedcel zag? Of waarom hij in de 17^e eeuw voor het eerst bacteriën kon zien? In de werkgroep duiken we in de geschiedenis van beeldvorming en microscopie. Aan de hand van hands-on ervaring met piepkleine microscoopjes leren we over lenzen, observatie en geschiedenis. Welke natuurkundige vragen speelden in het verleden?

En hoe kunnen instrumenten in een museumopstelling en via *learning-by-doing* daar inzicht in geven? Het belang van het zelf kijken en de observatie staan centraal. Daarnaast geeft conservator en medisch historicus Mieneke ook een aantal andere voorbeelden van instrumenten en ontwikkelingen in beeldvormende techniek in Rijksmuseum Boerhaave waarbij natuurkundige onderwerpen een rol spelen.

De werkgroep vormt een voorproefje van het brede onderwijsaanbod en een bezoek met de klas aan Rijksmuseum Boerhaave in het kader van de natuurkundeles. In de komende periode is er aandacht voor natuurkunde binnen de tentoonstelling 'Antoni van Leeuwenhoek'. Bij deze tentoonstelling biedt het museum downloadbaar lesmateriaal voor onderbouw VO aan, waarmee klassen zelfstandig opdrachten in de tentoonstelling kunnen doen. Het materiaal sluit aan bij de vakken natuurkunde en biologie.



Werkgroep 55*zaterdagmorgen***Quantumwereld: Het belang van contexten en abstract denken**

Henk Pol | Universiteit Twente

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: bovenbouw havo/vwo

Een belangrijk aspect van het vak natuurkunde is de relatie tussen de abstracte natuurkunde met zijn formules, berekeningen en modellen aan de ene kant, en de ervaren wereld om ons heen aan de andere kant. Voor de klassieke onderwerpen is het vaak al een uitdaging om deze relatie te leren begrijpen. Helemaal voor het onderwerp *Quantum Wereld* (QW) geldt dat het voor zowel leerlingen als vaak de docent lastig is deze relatie duidelijk en begrijpelijk te krijgen; er is het idee dat de quantummechanische concepten die we uitleggen lastig voorstelbaar zijn en tegen-intuïtief.

In de werkgroep gaan we analyseren wat de verschillen en overeenkomsten zijn tussen het onderwijzen van die relatie voor de klassieke onderwerpen en QW. Mede op basis van deze analyse zullen mogelijke oplossingen worden ingebracht die kunnen helpen om de relatie tussen de abstracte QW en de wereld om ons heen toegankelijker te maken.

Als introductie gaan we in op de wijze waarop we het onderwerp QW nu/kunnen aanpakken en schetsen we hoe door meer aandacht voor voorkennis en abstract denken QW beter kan aansluiten op de rest van het natuurkundecurriculum. De werkgroep zal worden afgesloten met een discussie, waarin we zullen nadenken over manieren om het besprokene verder vorm te geven. Wij willen hierbij ruimte geven voor het uitwisselen van ervaringen, lesideeën en lesmaterialen.

Werkgroep 56*zaterdagmorgen***Verrassende en interessante projecten met Coach**

Andre Heck, Ton Ellermeijer en Ewa Kedzierska | Universiteit van Amsterdam & CMA

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: alle niveaus



In de vele jaren dat Coach gebruikt wordt, zijn er door diverse gebruikers erg interessante fenomenen mee onderzocht. Soms met verrassende effecten.

In de werkgroep willen we deelnemers met een aantal van deze projecten laten kennismaken, en hen en hun leerlingen inspireren ook zelf geen uitdaging uit de weg te gaan.

Wat voorbeelden van wat zoal aan de orde zal (kunnen) komen:

- **Voorspelling dat Usain Bolt z'n wereldrecord kan aanscherpen.** In een artikel in het *American Journal of Physics* stelden we dat Usain Bolt z'n tijd van de OS in Peking (9,69 s) kon verbeteren. Artikel ingestuurd op 10 November 2008, met voorspelling van 9,60 s, nieuw wereldrecord gelopen in Berlijn in zomer 2009 9,58 s. Een en ander gebaseerd op video-analyse en modellen voor hardlopers, uitgevoerd met Coach.



- **Bungeejumping.** In hun profielwerkstuk beweerden leerlingen dat je tijdens de sprong een veel hogere versnelling krijgt dan de zwaartekracht. Publicatie in het NTVN (Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde) deed veel stof opwaaien. De leerlingen hadden gemeten met sensor, aan video's en modellen gemaakt.



- **De wangen van Huygens.** In zijn zoektocht naar het bouwen van een betrouwbare klok ontdekte Christiaan Huygens hoe de slingertijd wél onafhankelijk van de uitwijking gemaakt kan worden: de baan van het gewicht moet niet cirkelvormig maar cycloïdaal zijn. We tonen een proefopstelling, die u ook op school kunt bouwen, en de metingen met Coach.

En nog diverse andere voorbeelden, zoals:

- Meten aan de schuimkraag van bier.
- Hoe meet je oogreflex op licht?
- Wat is te leren over fierljeppen? En over bobsleeën?

Uiteraard zijn we ook zeer geïnteresseerd in uw projecten, en kunnen we discussiëren over Coach: huidige mogelijkheden en toekomst.

Werkgroep 57*vrijdagavond***Overall NaSk editie 5.2, exact wat je zoekt!**

Johan Ockels en Wim Sonneveld | Noorhoff

Karakter: presentatie

Niveau: onderbouw vmbo en havo/vwo

Gedegen theorie met voor leerlingen actuele en herkenbare voorbeelden, doe-opdrachten die het vak tot leven brengen, een logische structuur met een duidelijke didactiek voor vmbo en havo/vwo, veel mogelijkheden voor differentiatie en formatief evalueren én doorlopende leerlijnen naar de bovenbouw: *Overall NaSk* editie 5.2 heeft het allemaal! Per schooljaar 2023/2024 brengen we een nieuwe release uit van *Overall NaSk* waarin we je nog beter ondersteunen om je vak voor je leerlingen echt tot leven te brengen. In de presentatie laten we zien hoe we dat gedaan hebben, vertellen we je alles over de belangrijkste vernieuwingen en hoe je optimaal gebruik maakt van alle facetten die *Overall NaSk* jou biedt, boek én online.

Werkgroep 58*zaterdagmorgen***Pulsar NaSk onderbouw, uitdagend en activerend!**

Johan Ockels en Teun Pieterse | Noordhoff

Karakter: presentatie

Niveau: onderbouw vmbo en havo/vwo

Wil jij je leerlingen uitdagen én echt kennis laten maken met NaSk? Dan is *Pulsar NaSk* onderbouw iets voor jou. *Pulsar NaSk* onderbouw daagt je leerlingen namelijk uit om zelf aan de slag te gaan. Met gevarieerde en werkbare opdrachten ontdekken ze hoe prachtig het vak is. Door de overzichtelijkheid, compactheid, doelgerichte oefenmogelijkheden en heldere vormgeving is de methode voor de leerlingen heel toegankelijk. Dit verhoogt het leerplezier voor en het leerrendement van de leerlingen.

Nieuwsgierig geworden? Wij laten je graag zien hoe de methode is opgebouwd, wat nieuw is en hoe je *Pulsar* optimaal inzet in de klas.

Werkgroep 59*zaterdagmorgen***Beeldvorming in de klas, is dat een goed idee? Lesgeven voor duurzame ontwikkeling**

Peter Duifhuis en Stijn Folkerts | Hogeschool Utrecht

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Duurzaamheid is in een rap tempo de belevingswereld van leerlingen binnengekomen. Leerlingen gaan staken (*Fridays for future*), stoppen met het eten van vlees en stellen vragen over “of een Tesla nu echt goed is voor het milieu?” en “waarom we niet ‘gewoon’ overstappen op kernenergie?”... Tegelijkertijd zijn er leerlingen die hun blikje energiedrank tussen de bomen gooien, voordeelpakken frikandelbroodjes kopen en extra gas geven op hun scooter.

Wat doet u? Stimuleert u leerlingen te gaan staken? Bekent u kleur? Of is de rol van een docent enkel die van informant? En hoe gaat u om met bagatelliserende (techniek lost het wel op) of fatalistische (we kunnen het klimaat toch niet meer redden) leerlingen?

In de werkgroep gaan we actief aan de slag met het verhelderen van visie op lesgeven voor duurzame ontwikkeling met behulp van twee werkvormen. U bespreekt verschillende perspectieven en krijgt zo een beter beeld van hoe u duurzaamheid een plek wil geven in uw les – of niet natuurlijk ;-).

Werkgroep 60*zaterdagmiddag***De complexiteit van duurzaamheidsvraagstukken in beeld gebracht**

Peter Duifhuis en Stijn Folkerts | Hogeschool Utrecht

Karakter: actieve werkgroep met zelfwerkzaamheid van de deelnemers

Niveau: alle niveaus

Duurzaamheid is niet meer weg te denken. Leerlingen maken zich zorgen over het klimaat, bossen drogen uit, windmolens worden een vertrouwd beeld in het landschap en er worden steeds meer groene producten verkocht. Zonder natuurkunde zijn deze mechanismen en innovaties niet goed te doorgronden. Maar hoe kun je als docent nou boven deze complexe stof staan?

Peter en Stijn laten zien hoe ze met behulp van visuele overzichten en gerichte vragen leraren in opleiding helpen om hier grip op te krijgen. Vervolgens krijg je de kans om hier zelf mee aan de gang te gaan en ronden we af met een discussie: wat moet elke docent eigenlijk weten over duurzame productie of klimaatverandering? Zijn deze overzichten bruikbaar voor school?

Werkgroep 61*zaterdagmorgen***"En wat is licht nu echt?" – Aanpasbaar lesmateriaal om lastige aspecten van de quantumfysica met leerlingen te bespreken**

Kirsten Stadermann | Universiteit Twente

Karakter: presentatie met uitgebreide discussie

Niveau: vwo

In mijn lessen kreeg ik veel interessante vragen van leerlingen: Wat is licht? Wat is een elektron? Besta ik uit golven? Is de klassieke natuurkunde fout? Waarom zijn er verschillende interpretaties van de quantumfysica? Waarom zijn de wetenschappers het niet eens over de interpretatie?

Blijkbaar roept de quantumfysica andere vragen op dan we gewend zijn in de natuurkundeles. In plaats van deze vragen uit de weg te gaan, kunnen we ze ook als een kans zien om over de 'aard van de natuurwetenschap' met leerlingen te praten. Deskundigen adviseren juist om leerlingen bij het leren van quantumfysica over sommige aspecten van de wetenschap – bijvoorbeeld de rol van modellen – te laten nadenken.

In de werkgroep geef ik uitleg over lesmateriaal dat ik samen met docenten ontwikkeld heb om ook de filosofische kanten van de quantumfysica te bespreken. Deelnemers krijgen aanpasbaar lesmateriaal in de vorm van een PowerPoint-presentatie. In deze presentatie (van ca. 150 slides) wordt de gehele inhoud van het onderwerp 'quantumwereld' uit de syllabus gedekt. De slides bevatten uitleg over quantumfysische begrippen, experimenten, uitlegvideo's, discussievragen of computersimulaties. De inhoud van de presentatie is onder andere gebaseerd op verschillende onderzoeken naar leerproblemen van leerlingen en mogelijke efficiënte onderwijsstrategieën voor het leren van quantumfysica en de 'aard van de natuurwetenschap'. Het lesmateriaal is in combinatie met (of in plaats van) elke natuurkundemethode te gebruiken.

Wat is een elektron?*Kies één of meer goede antwoorden.*

- A. Een heel klein negatief geladen deeltje.
- B. Als het **uit een kern** van een atoom komt: Bètastraling.
- C. Een deeltje in één van de schillen van een atoom, zeker **niet in de kern**.
- D. Een lopende golf.
- E. Een staande golf.
- F. Geen van bovenstaande antwoorden is juist.

Voorbeeld van een slide