

De sneeuwpop

Voor de docent

Vak(gebied)	Mens en Natuur, Natuurkunde
Schooltype / afdeling	VO onderbouw (havo/vwo)
Leerjaar	1
Tijdsinvestering	2-3 uren
Vakinhoud	Warmtegeleiding en -isolatie in dagelijkse toepassingen beschrijven. Manieren van warmtetransport (geleiding, straling en convectie) en isolatie beschrijven.
Kerdoelen	32 De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en energie. 33 De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
21^e eeuwse vaardigheid	Probleemoplossend denken en handelen
Andere vaardigheden	Creatief denken en handelen, kritisch denken en samenwerken
Bron	Gebaseerd op de Concept Cartoon 'The snowman'. Concept Cartoons in Science Education, Stuart Naylor and Brenda Keogh, voor meer informatie zie: http://www.millgatehouse.co.uk/product/science-concept-cartoons-set-1/ en http://www.ecent.nl/artikel/2725/view.do
Bijlage	Leerlingenmateriaal (vanaf p. 5)



Achtergrond

In deze opdracht staat de 21^e eeuwse vaardigheid probleemoplossend denken en handelen centraal. Probleemoplossend denken en handelen is het proces dat moet leiden tot een oplossing voor een probleem (of een behoefte, een vraagstuk, vraagstelling), waarbij het meer gaat om het proces dat leidt tot het oplossen van het probleem dan om het vinden van de oplossing zelf.



In deze opdracht gaan de leerlingen een oplossing bedenken om een sneeuwpop zo lang mogelijk te kunnen bewaren, ook al stijgen de temperaturen. De opdracht is zo opgebouwd dat het de leerlingen (in elk geval in eerste instantie) vrij laat in het bedenken van mogelijke oplossingen voor dit probleem, maar dat de docent de leerlingen wel op het spoor kan brengen van 'iets om de sneeuwpop heen' (zoals een jas), zodat het concept warmte-isolatie in of naar aanleiding van deze opdracht behandeld kan worden.



Een bekende misconceptie is dat sommige materialen de eigenschap hebben om dingen warm te maken. In dit geval hebben we de neiging te denken dat als we een sneeuwpop een jas aantrekken deze jas de sneeuwpop warm houdt en de sneeuwpop daarom eerder en/of sneller smelt. Maar in werkelijkheid werkt de jas als een isolator en reduceert het de uitwisseling van warmte (= energie) in

beide richtingen: van binnen naar buiten en van buiten naar binnen. De reden dat juist een jas dit bewerkstelligt, is dat een jas relatief veel stilstaande lucht vasthoudt. Stilstaande lucht is een goede isolator (vergelijk spouwmuren). Bij een mens zorgt een jas ervoor dat de persoon warm blijft en dat er geen warmte verloren gaat aan de omgeving. Bij een sneeuwpop zorgt een jas ervoor dat de sneeuwpop niet warmer wordt als de omgeving warmer wordt.

De leerlingen gaan in deze opdracht nadenken hoe de sneeuwpop zo lang mogelijk kan blijven staan (dus wat de beste isolator is), en wat daarop van invloed zou kunnen zijn (soort materiaal, kleur van het materiaal etc.). Het is de bedoeling dat na discussie en onderzoek ieder groepje een beargumenteerde oplossing of verklaring geeft op de gegeven situatie. Dit moet in dit geval ondersteund worden door resultaten van een zelfbedacht en uitgevoerd experiment, waaraan een conclusie wordt verbonden. Ook wordt de oplossing vergeleken met het oorspronkelijke probleem. Is er daadwerkelijk een oplossing gevonden?

Deze opdracht past binnen het vakgebied Mens en Natuur (Natuurkunde). Belangrijk voor natuurkunde in vo-onderbouw is dat leerlingen leren kijken naar de verschijnselen die zich afspelen in hun eigen omgeving. Dat betekent dat leerlingen moeten leren om deze verschijnselen ook daadwerkelijk te herkennen en dat zij een houding ontwikkelen om hierover vragen te stellen (bijvoorbeeld 'Wanneer gebeuren bepaalde verschijnselen?' en 'Hoe kan het dat deze verschijnselen gebeuren?'). Maar ook leren ze nadenken over hoe bepaalde problemen kunnen worden opgelost (bijvoorbeeld 'Waarom vat iets vlam en wat kan ik daarvan leren om vuur te doven?'). In deze opdracht gaat het met name om de begrippen warmte en warmtetransport, en in het bijzonder warmte-uitwisseling en -isolatie.

Lesplan

De opdracht is opgedeeld in verschillende deelopdrachten, die overeenkomen met stappen van probleemoplossend denken en handelen. Op deze manier wordt getoond hoe verschillende stappen van het probleemoplosproces concreet in een opdracht uitgewerkt kunnen worden. De kopjes in het lesplan voor de docent komen overeen met aspecten van het probleemoplosproces, zoals dat in het voorbeeldmatig leerplankader staat (zie <http://curriculumvandetoekomst.slo.nl/21e-eeuwse-vaardigheden/>). Onder de kopjes (schuingedrukt) wordt verwezen naar de bijbehorende deelopdracht in het leerlingmateriaal.

Problemen signaleren en verkennen

(Situatieschets)

In de opdrachtbeschrijving voor de leerlingen staat een situatieschets: ze hebben een sneeuwpop gemaakt, en ze moeten een manier bedenken om deze zo lang mogelijk te kunnen conserveren, ook al stijgen de temperaturen. Randvoorwaarden hierbij zijn dat de sneeuwpop op dezelfde plek moet blijven staan en ze alleen dingen mogen gebruiken die ze al thuis zouden kunnen hebben liggen.

De situatie waarin het probleem zich voordoet wordt hiermee al gegeven. Mogelijk kunnen leerlingen ook soortgelijke alledaagse situaties noemen waarin hetzelfde probleem zich voordoet.

Problemen analyseren en definiëren

1. *Wat is precies het probleem?*

Laat de leerlingen dit probleem eerst analyseren door het samen te bespreken en te bedenken wat nou eigenlijk het probleem is dat ze moeten oplossen. In de kern gaat het er hier om dat de temperatuur buiten de sneeuwpop hoger wordt dan de temperatuur van de sneeuwpop zelf, en dat deze daardoor zal gaan smelten. Hiervoor zullen ze een oplossing moeten bedenken, waarbij concepten als warmtetransport en isolatie aan bod kunnen komen. Het is echter belangrijk dit niet aan de leerlingen te vertellen, maar ze hier zelf over te laten nadenken. Wel kun je de leerlingen die vastlopen op weg helpen door ze vragen te stellen als 'Wat gebeurt er als de temperatuur hoger wordt?', 'Hoe denk je dat dat komt?' en 'Wat zou de temperatuur van de sneeuwpop zijn?'.



Deze fase in het probleemoplosproces vormt een belangrijke basis voor de latere stappen. Bij het bedenken van mogelijke oplossingen kunnen de elementen die een rol spelen bij het probleem richting geven en bij het evalueren van de oplossing kijk je of deze voldoende rekening houdt met alle vooraf opgestelde elementen. Zorg er daarom voor dat de leerlingen ruim de tijd nemen en krijgen voor deze deelopdracht.

Mogelijke oplossingen genereren

2. Oplossingen bedenken

De leerlingen gaan eerst alleen, en vervolgens in hun groepje, bedenken hoe ze ervoor kunnen zorgen dat de sneeuwpop zo lang mogelijk blijft 'bestaan'. De leerlingen gaan dit ook in de klas onderzoeken door middel van een experiment.

Om het onderwerp warmte transport en isolatie naar aanleiding van deze les te kunnen behandelen, is het goed om de leerlingen op het spoor te brengen van 'iets om de sneeuwpop heen' (als een jas). Ze kunnen dan nadenken over het soort materiaal, de dichtheid van het materiaal, de kleur van het materiaal etc. Het is in elk geval belangrijk dat de leerlingen in verschillende richtingen gaan denken om tot oplossingen te komen, en ook kunnen uitleggen hoe de bedachte oplossingen ervoor kunnen zorgen dat de sneeuwpop minder snel zal smelten. Wellicht dat sommige leerlingen ook opperen dat je beter niks om de sneeuwpop heen kunt doen (omdat zij denken dat een 'jas' de sneeuwpop warm zal maken waardoor deze sneller zal smelten). In dit stadium is het geen probleem als leerlingen dit denken. In het experiment kunnen ze een aantal verschillende opties onderzoeken (waaronder één zonder 'jas', ter controle), om te kijken welke oplossing het beste werkt.

Beargumenteerde beslissingen nemen

3. Neem een beslissing

De leerlingen hebben eerst individueel en vervolgens in hun groepje verschillende oplossingen bedacht die ervoor kunnen zorgen dat de sneeuwpop minder snel zal smelten. Deze oplossingen gaan ze met elkaar bespreken, en op basis van argumenten nemen ze een beslissing over welke mogelijke oplossingen ze willen onderzoeken. Vervolgens bedenken de leerlingen welke materialen ze nodig hebben om het experiment uit te voeren, en hoe ze dit willen opzetten (een plan van aanpak). Laat de leerlingen hun opzet voor het experiment met u bespreken en door u goedkeuren.

In het experiment kan een plastic bekertje met bevroren water de sneeuwpop voorstellen. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld drie 'sneeuwpoppen' naast elkaar zetten, elk met een andere 'jas' (en één zonder 'jas', ter controle) om zo te kijken in welke situatie de sneeuwpop het minst smelt. Omdat een dergelijk experiment wat praktische voorbereiding vergt, is het handig om het daadwerkelijke experiment in een volgende les te plannen. Dit geeft tijd om dingen voor te bereiden, zoals voldoende plastic bekertjes met ijs, thermometers en andere benodigde spullen. Reserveer in de les ook voldoende tijd voor het uitvoeren van het experiment.

Toepassen en evalueren van de oplossing

4. Voer het experiment uit!

Als het plan van aanpak is goedgekeurd door de docent en alle benodigde materialen zijn verzameld kunnen de leerlingen het experiment uitvoeren. Elk groepje volgt hierbij het zelf opgestelde plan van aanpak en noteren de metingen. U kunt rondlopen om te kijken of groepjes op weg geholpen moeten worden. Ook kunt u hen vragen stellen over wat ze zien gebeuren en waarom zij denken dat dit gebeurt.

5. Evalueren

Als de experimenten zijn uitgevoerd, gaan de leerlingen zowel de onderzochte oplossingen als het probleemoplosproces zelf evalueren. Dit kan eerst in de groepjes besproken worden, en vervolgens klassikaal.

Het evalueren vindt plaats aan de hand van denkvragen. Deze denkvragen passen bij tussendoelen van probleemoplossend denken en handelen: Past de oplossing bij het probleem? Kan deze oplossing op



een andere manier toegepast worden in de praktijk? Welk experiment past het beste bij de probleemstelling? De leerlingen proberen zo goed mogelijk antwoorden te vinden op deze vragen, op basis van de resultaten van het experiment en door benodigde natuurkundige kennis en processen erbij te betrekken.

De conclusie kan zijn dat een 'jas' het transport van warmte van en naar de sneeuwpop belemmert, met name vanwege de stilstaande lucht die in de structuur van de vezels (bv. wol) van de 'jas' zit.

De volgende aanvullende vragen kunnen gesteld worden om het begrip te verbeteren:

- Waarom zal de sneeuwpop uiteindelijk toch smelten?
- Beschrijf welk verschil er is tussen de functie van een 'jas' die gedragen wordt door een mens en één die gedragen wordt door een sneeuwpop.
- Wat moeten de eigenschappen van de vezels van de 'jas' zijn?
- Hoe zou de structuur van de vezels van de 'jas' er uit zien? Maak er een tekening van om je antwoord te illustreren
- Hoe zou de structuur verbeterd kunnen worden om de isolatie nog beter te laten zijn?

Tijdens de evaluatiefase blikken de leerlingen ook terug op het probleemoplosproces. De bedoeling is dat het een bewustwording geeft bij leerlingen hoe ze een probleem kunnen aanpakken en welke stappen ze daarbij kunnen doorlopen.



De sneeuwpop

Stel je voor: het is winter en het heeft flink gesneeuwd. Samen met je vrienden heb je een sneeuwpop gemaakt. Via het weerbericht heb je echter gehoord dat het voorbij is met de winterse temperaturen: voor de volgende dag worden temperaturen boven nul verwacht.

Je wilt graag dat de sneeuwpop zo lang mogelijk blijft bestaan, maar hoe kun je dat voor elkaar krijgen? De sneeuwpop moet wel op dezelfde plek blijven staan, en je mag alleen dingen gebruiken die jij of je vrienden al in huis hebben liggen.

In deze opdracht ga je bedenken hoe je dit probleem kunt oplossen.

1. Wat is precies het probleem?

Je gaat deze opdracht in kleine groepjes maken. Bedenk eerst met elkaar wat precies het probleem is en hoe dit veroorzaakt wordt. Schrijf dit op.



2. Oplossingen bedenken

Bedenk nu hoe je ervoor kunt zorgen dat de sneeuwpop zo lang mogelijk bewaard blijft op de plek waar deze nu staat. De gekozen oplossing ga je later ook met een experiment in de klas uitproberen (denk er bij elke bedachte oplossing dus ook vast over na hoe je dit kunt testen in de klas).

Bedenk eerst ieder apart ten minste drie verschillende mogelijke oplossingen en schrijf deze in de tabel op de volgende pagina. Leg bij elke mogelijke oplossing ook uit hoe dit het probleem oplost en hoe je dit in een experiment in de klas wilt uitproberen. Bespreek in je groepje de verschillende oplossingen die iedereen bedacht heeft, en probeer samen nog meer mogelijke oplossingen te bedenken.

Mogelijke oplossing	Uitleg	Experiment



3. Neem een beslissing

Beslis met je groepje welke oplossingen jullie het beste vinden, en hoe je dit in een experiment in de klas kunt onderzoeken. Probeer elkaar met argumenten te overtuigen. Schrijf op wat je nodig hebt voor het experiment en hoe je het gaat uitvoeren. Laat dit controleren door je leraar.

Benodigheden

Plan van aanpak



4. Voer het experiment uit!

Je gaat het experiment uitvoeren. Volg hierbij het plan van aanpak dat je voor het experiment hebt opgesteld. Om na afloop de onderzochte oplossingen te kunnen evalueren, is het van belang dat je de metingen tijdens het experiment nauwkeurig bijhoudt. Doe dit op een overzichtelijke manier, zodat je de uitkomsten van jullie experiment ook aan anderen kunt laten zien.

Metingen



5. Evalueren

Nu je het experiment hebt uitgevoerd, ga je evalueren welke van de geteste oplossingen het probleem adequaat heeft opgelost. Denk na over de volgende vragen en bespreek deze in je groepje:

- Past de oplossing bij het probleem?
- Welk experiment past het beste bij de probleemstelling?
- Kan deze oplossing op een andere manier toegepast worden in de praktijk?

Schrijf jullie bevindingen op in de onderstaande tabel (onder 'evaluatie van de oplossing'), zodat je dit later kort aan de klas kunt vertellen.

Naast het evalueren van de oplossing ga je ook terugblikken op hoe het werken aan deze opdracht ging. Benoem in je groepje hoe elke deelopdracht heeft bijgedragen aan het oplossen van het probleem.

Bespreek ook met elkaar of jullie lang genoeg hebben nagedacht over hoe het probleem veroorzaakt wordt en over de mogelijke oplossingen voor dit probleem.

Noteer dit ook in de onderstaande tabel (onder 'evaluatie van het proces').

Evaluatie van de oplossing

Evaluatie van het proces

