

Leerkrachtenhandleiding lesmodule

Isolatie

Maak isolerend schoeisel



MAAK
KUNDE



Colofon

Lesmodule Isolatie

Leerkrachtenhandleiding groep 5-8

Versie 2019 - 1

© NEMO

Deze lesmodule Maakkunde van NEMO Science Museum is ontwikkeld door NEMO Science Learning Center, het expertisecentrum van NEMO op het gebied van leren over wetenschap en technologie.

Deze lesmethode heb je ontvangen na het volgen van een Maakkundetraining. Het is toegestaan om het materiaal of delen van het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik binnen de eigen school. Het is niet toegestaan om het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik door derden.

Illustraties: Henk Stolker

Fotografie: Digidaan

Voor reacties of vragen:

info@maakkunde.nl

NEMO besteedt veel aandacht aan de betrouwbaarheid, juistheid en volledigheid van de informatie in deze lesmodule. Wij zijn niet aansprakelijk voor kennelijke (type)fouten.

NEMO

Postbus 421

1000 AK Amsterdam

www.maakkunde.nl

Inhoud

Lesmethode Maakkunde	3
Lesinstructie	5
Introductieles – Wat is techniek? 40 minuten	7
Lesoverzicht	7
Lesbeschrijving	8
Inleiding lesmodule Isolatie	9
Les 1 – Wat is het probleem? 50 minuten	11
Lesoverzicht	11
Lesbeschrijving	12
1.1 Inleiding	12
1.2 Het probleem introduceren	12
1.3 Verkennen	12
1.4 Afronding	13
Les 2 – Isolatie en warmteoverdracht onderzoeken 1 uur en 30 minuten	14
Lesoverzicht	14
Lesbeschrijving	16
2.1 Inleiding	16
2.2 Warmteoverdracht onderzoeken	16
2.3 Warmte voelen en meten	16
2.4 Isolatiemateriaal onderzoeken	18
2.5 Twee lagen isolatiemateriaal onderzoeken	18
2.6 Afronding	19
Les 3 – Ontwerp en maak isolerend schoeisel 1 uur en 30 minuten	20
Lesoverzicht	20
Lesbeschrijving	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Ontwerpen	21
3.3 Maken, testen en verbeteren	22
3.4 Afronding	23
Les 4 – Is het probleem opgelost? 1 uur en 10 minuten	24
Lesoverzicht	24
Lesbeschrijving	25
4.1 Inleiding	25
4.2 Presenteren	25
4.3 Promotiemateriaal maken	25
4.4 Afronding	25
Achtergrondinformatie	27
Achtergrondinformatie Isolatie	29
Ideeën van kinderen over isolatie	31
Extra activiteiten	33
Informatieve boeken	35
Aanvullende activiteiten en excursies	35

Lesmethode Maakkunde

Over Maakkunde

Maakkunde is een hands-on lesmethode voor ontwerpen en onderzoeken. Deze lesmethode is geschikt voor groep 1 tot en met 8 van het basisonderwijs. Deze sluit aan bij de kerndoelen en kan goed worden gecombineerd met vakken als rekenen en taal.

Maakkunde richt zich op wetenschap en technologie en omvat een zeer breed scala aan wetenschappelijke fenomenen en technische principes. In de lesmodule staan uitdagingen centraal die dicht bij de belevingswereld van kinderen staan. De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem en testen en verbeteren het totdat het werkt.

Bij Maakkunde leren de leerlingen door te doen. Ze leren naast kennis over wetenschap en technologie ook 21e-eeuwse vaardigheden, zoals probleemoplossend vermogen, creativiteit en samenwerken. Zo ontwikkelen de leerlingen zelfvertrouwen en een positieve houding ten opzichte van wetenschap en technologie. De lesmethode is ontwikkeld met scholen en zeer uitgebreid getest.

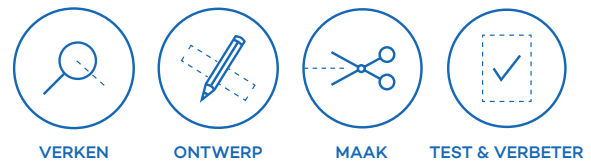
De didactiek

Ontwerpend leren wordt gecombineerd met onderzoekend leren. De leerlingen lossen een probleem op door een product te maken, waarbij ze gebruik maken van de ontwerpcyclus. De benodigde natuurwetenschappelijke kennis doen ze op door het doen van onderzoek. Deze kennis kunnen ze daarna toepassen in het maken van het ontwerp. Wat de leerlingen gaan maken ligt vast in de methode. Hoe de

leerlingen het product gaan maken wordt door hen zelf bepaald. Hierdoor ontstaat een grote diversiteit aan eindproducten. De oplossing is dus enigszins gekaderd. Binnen de gestelde kaders komen de oplossingen en ideeën van alle leerlingen goed tot hun recht.

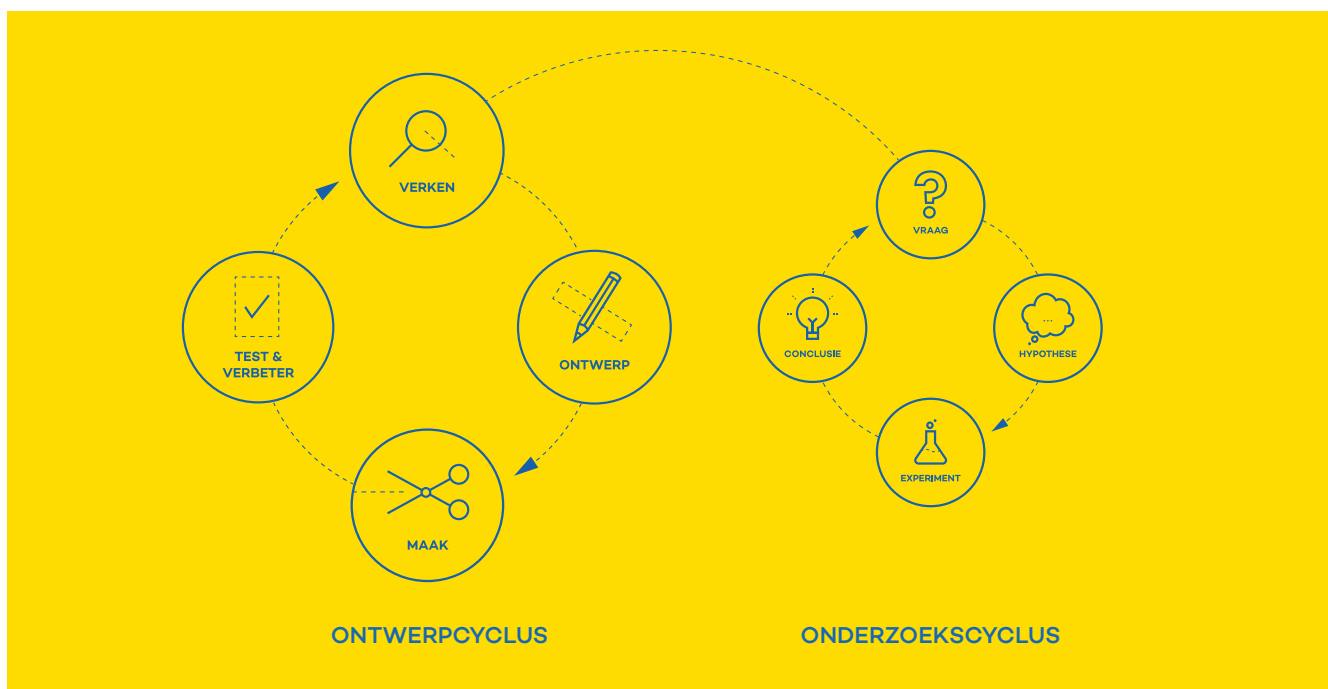
Gebruik Ontwerpcyclus

In de lesmethode wordt de ontwerpcyclus gebruikt. Iedere stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kan je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen. In de leerkrachtenhandleiding staat beschreven waar je je bevindt in de ontwerpcyclus.



Gebruik Onderzoekscyclus

De verkenstap van de ontwerpcyclus kan op verschillende manieren worden gedaan. In Maakkunde verken je onder andere door onderzoek te doen. Dit gebeurt in les 2. Hierbij maak je gebruik van de onderzoekscyclus. Elke stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kun je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen.



Organisatie van de lessen

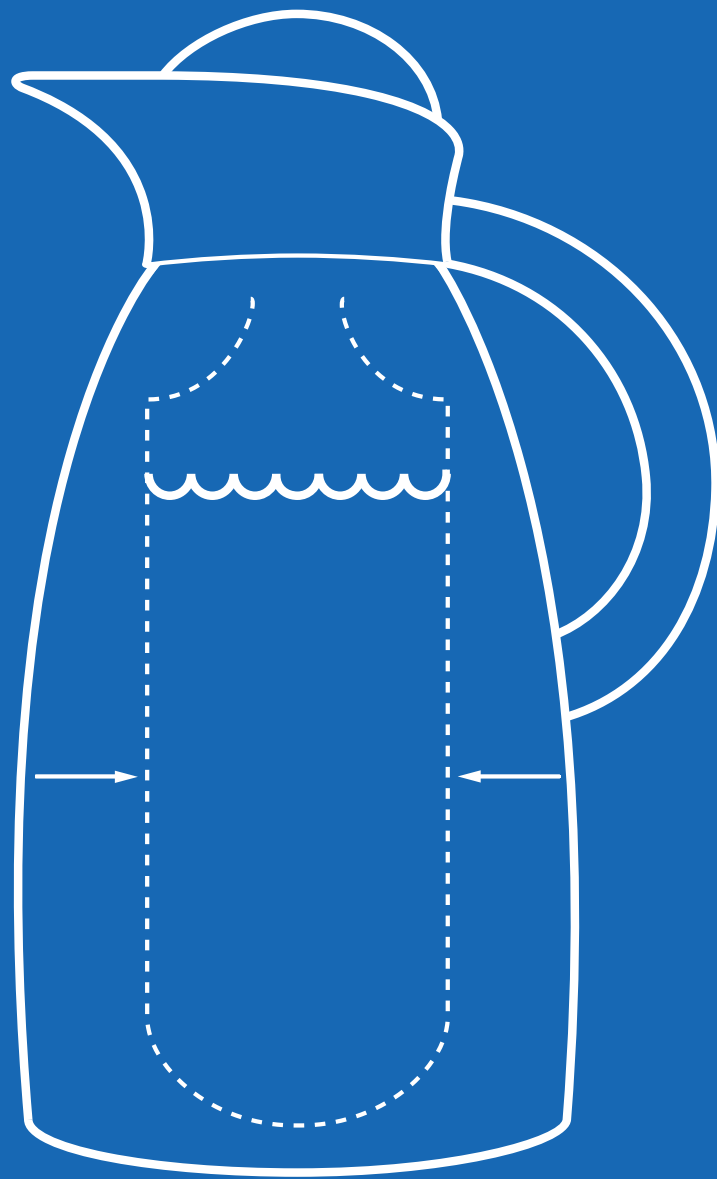
De lesmethode Maakkunde bestaat uit tien lesmodules, ieder met een aansprekend thema. Elke lesmodule bestaat uit vier lessen. Les 1 introduceert het probleem en geeft daarmee de basis voor de volgende lessen. Les 2 richt zich op de kennis die de leerlingen nodig hebben om het probleem op te lossen. In les 3 ontwerpen en maken de leerlingen hun oplossing. Ten slotte evalueren de leerlingen in les 4 hun product.

Elke lesmodule van Maakkunde begint met de optionele 'Introductieles – Wat is techniek?'. Deze les is bedoeld voor leerlingen die nog nooit hebben gewerkt met Maakkunde. Deze les introduceert de ontwerpcyclus en maakt aan leerlingen duidelijk dat alles om ons heen ontworpen is.

Leerkrachten ondersteuning

Elke les is beschreven in de lesinstructie van de leerkrachtenhandleiding. Deze handleiding bevat tips voor uitbreiding en differentiatie van de lessen, suggesties voor extra activiteiten, achtergrondinformatie en informatie over de ideeën van kinderen over het behandelde thema. Ook is er een benodigdhedenlijst. Online is aanvullend presentatiemateriaal te vinden, waaronder de afbeeldingen van de onderzoeks- en ontwerpcyclus en de bijbehorende losse pictogrammen.

Lesinstructie



Introductieles – Wat is techniek?

Lesoverzicht

De leerlingen onderzoeken theezakjes. Ze ontdekken dat alles is ontworpen voor een bepaalde functie.



Tijdsduur

40 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat voorwerpen ontworpen zijn met het doel een bepaald probleem op te lossen of te voorzien in een specifieke behoefte;
- weten dat techniek overal om je heen in hele alledaagse voorwerpen te vinden is;
- maken kennis met de ontwerpcyclus.

Aansluiting bij taal

- De leerlingen formuleren en beargumenteren hun kennis over vorm en functie bij theezakjes.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 1 pak post-its
- 5 grote vellen papier (bijv. A2)
- 5 sets van verschillende soorten theezakjes:
 - theezakje (eenkops) met (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje (eenkops) zonder (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje voor een hele pot thee
 - piramidevormig theezakje
 - theezakje dat er luxer uit ziet

Vorbereiding

- Verdeel de leerlingen in vijf groepjes.

Lesbeschrijving



Inleiding

Groepjes/klassikaal – 10 minuten

Vertel de leerlingen dat ze iets gaan leren over techniek.

Geef elke leerling een post-it. Laat de leerlingen bespreken waar ze allemaal aan denken bij de term 'techniek'. Elke leerling schrijft één gedachte over techniek op een post-it. Daarna plakken alle leerlingen de post-its op een groot vel en lichten ze hun keuze klassikaal toe.



Alledaagse techniek onderzoeken

Groepjes/klassikaal – 15 minuten

Onderzoek

Geef elk groepje een setje theezakjes en laat ze het materiaal, de vorm en functie van de theezakjes onderzoeken. Mogelijke vragen die je de leerlingen kunt stellen als je rondloopt:

- Waar is het theezakje van gemaakt?
- Waarom zitten er gaatjes in? Zijn de gaatjes groot? Waarom wel/niet?
- Waarom zien de theezakjes eruit zoals ze eruitzien?
- Waar is bij het maken rekening mee gehouden?
- Kan een theezakje er nog anders uitzien? Leg uit.

Bespreek

Vraag de leerlingen waarom het theezakje eruitziet zoals het eruitziet. Een theezakje is een alledaags voorwerp waarvoor geen ingewikkelde technologie nodig is geweest. Toch is hier heel goed over nagedacht. Laat hierbij het materiaal, de vorm en functie weer aan de orde komen:

- Welk probleem heeft het zakje opgelost? Losse blaadjes in je thee is onhandig. Je hebt dan een zeefje nodig om het er weer uit te krijgen. Dit is daarvoor een handige uitvinding.
- De thee zit vaak nog in een ander papieren zakje. Dit dient als bescherming. Ook kun je eraan zien welke smaak de thee heeft.
- Het zakje is niet met lijm dichtgemaakt. Waarschijnlijk omdat dat niet goed voor je is.
- Het zakje zit vast met kleine gaatjes in het papier. Op deze manier is het licht.
- Het papier is dun, dus goedkoper in materiaal- en vervoerskosten, maar niet zo dun dat het te snel scheurt.

- Het theezakje zelf is gemaakt van papier met hele kleine gaatjes, zodat de smaak en kleur erdoor kan, maar niet de theebaadjes.
- Het theezakje zelf is groot genoeg dat er thee in kan voor één kopje thee en dat de blaadjes kunnen zwellen.

Concludeer

Over zoiets simpels als een theezakje is dus heel goed nagedacht. Alles is ontworpen voor een bepaalde functie. Bij het ontwerpen en bedenken is hier rekening mee gehouden. Ook bij het ontwikkelen van een theezakje is de ontwerpcyclus gebruikt.

Introduceer de ontwerpcyclus

Doorloop met de leerlingen de stappen: verken, ontwerp, maak, test & verbeter aan de hand van een fictief probleem.

Er is een rivier, er staan mensen aan de ene kant die naar de andere kant willen.

Verken

Bedenk wat je weet en wat je nog moet weten.

- Welke materialen heb je?
- Hoe zwaar zijn de mensen?
- Hoe ver is het naar de overkant?

Ontwerp

Bedenk mogelijke oplossingen en werk er eentje uit.

- Van welk materiaal wil je de brug maken?
- Hoe komt de brug eruit te zien?

Maak

Maak de brug.

Test & verbeter

Test de brug en verbeter hem.

Afronding

Klassikaal – 15 minuten

Kom terug op wat de leerlingen allemaal bedacht hebben bij de term 'techniek'. Denken de leerlingen nu anders over techniek? Techniek is alles dat door mensen is gemaakt; het lost een probleem op of vervult een behoefte. Als er een probleem opgelost moet worden kun je dat in een aantal stappen doen.

Inleiding lesmodule

Isolatie

De leerlingen ontwerpen en maken isolerend schoeisel voor op vakantie.



Tijdsduur

5 uur

(les 1-4; exclusief uitbreiding)

In les 1 wordt het probleem geïntroduceerd. In les 2 onderzoeken de leerlingen warmteoverdracht en isolerende eigenschappen van materialen. In les 3 lossen de leerlingen met behulp van de ontwerpcyclus het probleem op door isolerend schoeisel te ontwerpen en te maken. Ten slotte wordt in les 4 het proces geëvalueerd. In de lesbeschrijvingen staan opties tot uitbreiding en differentiatie.

Klassenmanagement en materiaal

In deze lessen doen we suggesties voor het verdelen van de leerlingen in kleine groepjes of tweetallen. De aantallen benodigde materialen zijn hierop gebaseerd. Het staat je vrij om andere organisatorische keuzes te maken bij het geven van de lessen. Let er dan wel op dat de benodigdheden moeten worden aangepast.

Alle benodigdheden staan in de benodigdhedenlijst. De materialen zijn gemakkelijk verkrijgbaar. Online is ook presentatiemateriaal te vinden.

De maakfase kan een behoorlijke uitdaging voor de leerlingen zijn. Het is aan te raden om van tevoren zelf isolerend schoeisel te maken, zodat je weet waar de leerlingen tegenaan kunnen lopen.

De ontwerp- en de onderzoekscyclus

Bij de activiteiten in het lesmateriaal staat aangegeven op welke stap in de ontwerpcyclus deze activiteit betrekking heeft.



VERKEN



ONTWERP



MAAK



TEST & VERBETER

Bij het onderzoek in les 2 wordt gebruik gemaakt van de pictogrammen van de onderzoekscyclus, die je terugvindt op de werkbladen.



VRAAG



HYPOTHESE



EXPERIMENT



CONCLUSIE

Kerdoelen

1, 2, 3, 4, 5, 12, 33, 42, 44, 45, 55

Leerdoelen

De leerlingen:

- gebruiken de verkenstap van de ontwerpcyclus;
- passen de ontwerpcyclus toe bij het ontwerpen en maken van isolerend schoeisel;
- passen de onderzoekscyclus toe bij het onderzoek naar warmteoverdracht en isolatie;
- leggen de relatie tussen eigenschappen en functie van verschillende soorten schoeisel, waaronder slippers en open schoenen;
- kennen de volgende principes van warmteoverdracht:
 - Warmteoverdracht is het overdragen van warmte van het ene materiaal/voorwerp naar het andere.
 - Warmteoverdracht vindt onder andere plaats door geleiding.
 - Warmteoverdracht gaat van warm naar koud.
 - Sommige materialen geleiden beter warmte dan andere materialen.
- weten dat isolatie het tegenhouden van warmteoverdracht is. Iets dat slecht warmte geleidt is een goede isolator.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen;
- verwoorden hun eigen ervaringen;
- beargumenteren hun ontwerpkeuzes;
- presenteren hun product;
- maken een promotiefolder, poster of reclamefilmpje, met een productomschrijving van hun schoeisel en een beschrijving van de unieke eigenschappen van de isolatielaag;
- kennen en gebruiken de volgende begrippen:

- warm
- koud
- temperatuur
- thermometer
- graden Celsius (°C)
- warmteoverdracht
- warmtegeleiding
- geleiden
- isolatie
- isolator
- isoleren
- schoeisel
- demping
- slijtage
- flexibel
- voetbed
- eigenschap
- functie

Aansluiting bij rekenen

De leerlingen:

- meten temperatuur in graden Celsius (°C);
- analyseren en vergelijken hun meetresultaten.

Mogelijkheden tot uitbreiding/ differentiatie

Les 1

- Informatie opzoeken over hoe dieren zich beschermen tegen kou en warmte.

Les 2

- Warmteoverdracht onderzoeken met twee zelfgekozen materialen met behulp van werkblad 4.
- Isolatiemateriaal van dezelfde dikte onderzoeken met twee zelfgekozen materialen met behulp van werkblad 6.
- Meerdere lagen isolatiemateriaal onderzoeken.
- Het filmpje *Nieuws uit de natuur! – Hoe kom ik de winter door?* van Schooltv bekijken.

Les 3

- Extra criteria opstellen voor isolerend schoeisel.
- Werken met een budget voor het maken van isolerend schoeisel met behulp van werkblad 8.

Les 1 – Wat is het probleem?

Lesoverzicht

Het probleem wordt geïntroduceerd. De leerlingen activeren hun voorkennis door na te denken over de kennis die ze nodig denken te hebben om het probleem op te lossen.



Tijdsduur

50 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- gebruiken de verkenstap van de ontwerpcyclus;
- leggen de relatie tussen eigenschappen en functie van zolen van verschillende soorten schoeisel, waaronder slippers en open schoenen.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen over de kennis die zij nodig denken te hebben;
- gebruiken de begrippen warm, warmteoverdracht, koud, temperatuur, thermometer, graden Celsius (°C), isolatie, isoleren, schoeisel, demping, slijtage, flexibel, voetbed, eigenschap, functie.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- Presentatie lesmodule Isolatie 5-8
- 15 x werkblad 1
- 15 x werkblad 2
- 8 paar schoeisel dat uit elkaar gehaald mag worden (teenslippers, sloffen, badslippers, sandalen, gymschoenen en/of turnpantoffels)
- 15 zagen of hobbymesses
- 15 plankjes om op te snijden
- 15 scharen

Vorbereiding

- Vraag de leerlingen schoeisel mee te nemen dat stuk mag, denk bijvoorbeeld aan teenslippers, sloffen, badslippers, sandalen, gymschoenen en/of turnpantoffels.
- Lees de achtergrondinformatie en veel voorkomende ideeën van kinderen over isolatie.

Lesbeschrijving



1.1 Inleiding

Klassikaal – 10 minuten

Vertel de leerlingen dat ze de komende lessen veel gaan leren over isolatie en hoe je iets warm of koud kunt houden. Ze onderzoeken warmteoverdracht en isolatiemateriaal. Daarna ontwerpen en maken de leerlingen zelf isolerend schoeisel. Tijdens deze les passen de leerlingen de verkenstap van de ontwerpcyclus toe door het probleem binnen dit onderwerp te verkennen. Vertel de leerlingen dat ze gaan nadenken over het oplossen van een probleem.

Bespreek

Bespreek met de leerlingen de volgende vragen.

- Wanneer is iets warm? En wanneer is iets koud? Dit kun je voelen. Maar, wat voor de een warm voelt kan voor de ander minder warm of zelfs koud aanvoelen en andersom. Hoe warm of koud iets precies is, kun je meten. Waarmee meet je dat? Met een thermometer. En wat meet je dan? De temperatuur in graden Celsius (°C). Temperatuur is een maat voor hoe warm of koud iets is. Een oven kan heel warm worden, ongeveer 200 (°C). Een diepvries is kouder, wel -20 (°C).
- Hoe kun je iets warm houden? Je kunt iets warm houden door het te isoleren. Wat is isolatie? Hoe kun je iets isoleren? Door een materiaal om een voorwerp of materiaal heen te doen zodat het niet afkoelt of warmer wordt. Waarom wil je iets isoleren? Je wilt de warmte van iets vasthouden. Of je wilt juist de warmte van buiten tegenhouden zodat iets koel blijft. Isolatie is eigenlijk het tegenhouden van warmte. Als je iets dat warm is isoleert zorg je ervoor dat de warmte niet kan 'ontsnappen' naar de koudere omgeving. Als je iets dat koud is isoleert zorg je ervoor dat de warmte van de omgeving niet bij het voorwerp dat je koud wilt houden kan komen.
- Kun je voorbeelden van isolatie noemen? Bijvoorbeeld isolatie van je drankje in een thermoskan of thermosfles, isolatie in muren en daken van huizen, een koelbox of winterjas. Ook dieren kunnen zich goed isoleren door hun dikke (harige) vacht, verenkleed of dikke speklaag.

Concludeer

- Temperatuur is een maat voor hoe warm of koud iets is.
- Door iets te isoleren houd je de warmte tegen.



1.2 Het probleem introduceren

Klassikaal – 5 minuten



1.3 Verkennen

Klassikaal/tweetallen – 30 minuten

De leerlingen starten met de verkenstap door soorten zolen te onderzoeken. De leerlingen bekijken welke eigenschappen de verschillende lagen in de zolen hebben. Leg de leerlingen uit dat de kleur, vorm, hoe buigzaam/stug/slap/flexibel/stijf/hard/zacht/stroef/glad het is, allemaal eigenschappen van de lagen van de zool zijn. Een eigenschap is een kenmerk van iets. Een materiaal heeft een bepaalde functie doordat het een bepaalde eigenschap heeft. Bijvoorbeeld een laag rubber is flexibel en zorgt ervoor dat de schoen kan meebuigen met het afwikkelen van de voet. Een ander voorbeeld is dat een laag karton licht, stevig en isolerend is en daardoor de warmte van je voet kan vasthouden en de vorm van de schoen behoudt zonder de schoen te verzwaren. Vraag elk tweetal een zool te ontleden, help de leerlingen bij het open snijden, zagen of knippen. Let hierbij goed op de veiligheid van de leerlingen. De leerlingen kunnen hun observaties opschrijven op werkblad 1.

Bespreek

- Waarvoor is het schoeisel bedoeld? Bijvoorbeeld voor lange wandelingen, om te rennen, voor warm weer, voor koud weer, om te zwemmen, gymmen, dansen, etc. Hoe kun je dat zien?
- Uit hoeveel lagen bestaat de zool?
- Hoe worden de verschillende lagen genoemd? Denk aan voetbed, binnenzool, buitenzool, tussenzool.
- Van welke materialen is de zool gemaakt? Welke eigenschappen hebben deze materialen? Wat is er handig aan deze eigenschappen? Bijvoorbeeld rubber om de zool flexibel te maken en te beschermen tegen slijtage. Een schuimlaag om je voeten te beschermen tegen schokken (demping). Een isolerende laag om je voeten te beschermen tegen hitte of kou. Een zacht voetbed zodat je voeten comfortabel blijven.
- Hoe zijn de materialen vastgemaakt? Bijvoorbeeld geplakt, genaaid, geniet.

Bedenk vragen

Het oplossen van een probleem begint met het stellen van vragen. Wat moeten de leerlingen weten om hun isolerend schoeisel te ontwerpen en te maken? In tweetallen kunnen de leerlingen hun vragen bedenken en opschrijven op werkblad 2.

Bespreek de vragen klassikaal

Schrijf alle vragen op het bord. Vragen die besproken kunnen worden:

- Uit welke onderdelen bestaat schoeisel?
- Uit hoeveel lagen moet de zool van het schoeisel bestaan?
- Van welke materialen is de zool gemaakt?
- Van welke materialen is de bovenkant gemaakt?
- Hoe zorg ik dat de zool stevig is?
- Hoe zorg ik dat de zool warmte of kou tegenhoudt?
- Hoe zorg ik dat de zool slijtvast is?
- Wat is isolatie? Welke materialen werken als isolator?
- Wat zijn de criteria voor isolerend schoeisel?

Aandachtspunten

- Als de leerlingen alleen vragen stellen over materialen en/of de criteria, moedig ze dan aan over natuurkundige kwesties na te denken door vragen te stellen als 'Waarom isoleren sommige materialen goed?' of 'Welke materialen isoleren wel/niet goed?'
- Het is belangrijk dat de gebruikte begrippen duidelijk zijn voor de leerlingen. Schrijf begrippen en alle andere woorden die uitleg behoeven ergens duidelijk zichtbaar op. Vul deze lijst aan tijdens de lessen.

De criteria worden in les 3 samen vastgesteld.

Een paar criteria zijn nu al belangrijk om te weten:

- Je moet op je schoeisel kunnen lopen.
- Het schoeisel moet je voeten beschermen tegen hitte van anderen.
- Het schoeisel moet de warmte van je voeten vasthouden en niet laten ontsnappen naar een koude ondergrond.

Optie voor uitbreiding

Laat de leerlingen informatie opzoeken over hoe dieren zich beschermen tegen kou en warmte.

14 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen de les na en herhaal de ontwerpcyclus. Bespreek met de leerlingen welke stappen ze gaan doorlopen en waar ze nu zijn. De volgende les komen de leerlingen meer te weten over isolatie en warmteoverdracht. Ze doorlopen dan de stappen van de onderzoekscyclus.

Tip!

Schrijf de veel voorkomende begrippen die bij dit onderwerp aan bod komen de komende lessen op een poster en hang deze zichtbaar in de klas.

Les 2 – Isolatie en warmte-overdracht onderzoeken

Lesoverzicht

De leerlingen doen verschillende experimenten om te onderzoeken welke soorten materialen warmte overdragen via geleiding en welk juist goed isoleren. Ze bedenken vervolgens welke materialen ze goed kunnen gebruiken voor hun schoeisel.



Tijdsduur

1 uur en 30 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de onderzoekscyclus toe bij het onderzoek naar warmteoverdracht en isolatie;
- kennen de volgende principes van warmteoverdracht:
 - Warmteoverdracht is het overdragen van warmte van het ene materiaal/voorwerp naar het andere.
 - Warmteoverdracht vindt onder andere plaats door geleiding.
 - Warmteoverdracht gaat van warm naar koud.
 - Sommige materialen geleiden beter warmte dan andere materialen.
- weten dat isolatie het tegenhouden van warmteoverdracht is. Iets dat slecht warmte geleidt is een goede isolator.

Aansluiting bij taal

De leerlingen;

- verwoorden de eigen ervaringen die ze opdoen tijdens de experimenten;
- kennen en gebruiken de begrippen warm, koud, isolatie, warmteoverdracht, geleiden, isolator.

Aansluiting bij rekenen

De leerlingen:

- kennen en gebruiken de begrippen temperatuur en graden Celsius (°C);
- meten temperatuur in graden Celsius (°C);
- analyseren en vergelijken hun meetresultaten.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de onderzoekscyclus zichtbaar in de klas
- 15 x werkblad 3
- 15 x werkblad 5
- 15 x werkblad 6
- 15 linialen
- 15 scharen
- 30 ijsblokjes
- 15 digitale LCD thermometers (tot op 0,1 graad nauwkeurig)
- 8 bevroren koelelementen
- 8 kruiken met heet water
- 15 vellen aluminiumfolie (± 20 x 30 cm)
- 15 vellen A4 papier
- 2 rollen schilderstape
- 6 houten voorwerpen (bijv. houten borden of blokken)
- 6 kunststof voorwerpen (bijv. plastic borden of bekertjes)

- 6 metalen voorwerpen (bijv. pannen of stoelpoten)
- 6 glazen voorwerpen (bijv. glazen of potjes)
- Enkelwandig theeglas met heet water
- Dubbelwandig theeglas met heet water
- 4 kranten
- 100 ijslollystokjes
- 15 wolvlit lapjes ($\pm 20 \times 30$ cm)
- 200 brede elastieken
- 100 rietjes
- 15 viscose schoonmaakdoekjes
- 15 stukken bubbeltjesplastic ($\pm 20 \times 30$ cm)
- 15 stukken plastic ($\pm 20 \times 30$ cm, van plastic zakken)
- 15 vellen A4 karton (350 grams)
- 15 stukken karton ($\pm 20 \times 30$ cm, van dozen)
- 2 pakken wattenschijfjes (à 50 stuks)
- Optioneel voor differentiatie: (per tweetal) werkblad 4, 2 ijsblokjes, 2 stuks isolatiemateriaal om te testen (bijv. (bubbeltjes)plastic, karton, ijslollystokjes, elastiek, rietjes, schoonmaakdoekje, stof, wolvlit, wattenschijfjes)
- Optioneel voor differentiatie: (per tweetal) werkblad 6, 2 bevroren koelelementen, 2 hete kruiken; liniaal; 2 stuks isolatiemateriaal om te testen (bijv. (bubbeltjes)plastic, karton, ijslollystokjes, elastiek, rietjes, schoonmaakdoekje, stof, wolvlit, wattenschijfjes)
- Optioneel voor differentiatie: (per tweetal) 2 bevroren koelelementen; 2 stuks isolatiemateriaal om te testen (bijv. (bubbeltjes)plastic, karton, ijslollystokjes, elastiek, rietjes, schoonmaakdoekje, stof, wolvlit, wattenschijfjes).

Vorbereitung

- Verzamel ijsblokjes (in verpakking te koop bij de supermarkt).
- Leg de koelelementen op tijd in de diepvriezer.
- Vul de kruiken met heet water.
- Controleer of de thermometers goed werken.

- Zorg dat de voorwerpen (van hout, metaal, kunststof en glas) van het experiment Warmte voelen en meten al een uur op een plek in de ruimte liggen waar de temperatuur ongeveer hetzelfde is als waar de leerlingen ermee gaan werken. De voorwerpen zijn dan op kamertemperatuur. Leg ze dus niet te dicht bij de verwarming of het raam.
- Optioneel voor uitbreiding: zet het filmpje *Nieuws uit de natuur! – Hoe kom ik de winter door?* van Schooltv klaar.

Aandachtspunt

Vul het dubbelwandige theeglas en het enkelwandige theeglas pas met heet water bij de start van het experiment zodat de starttemperatuur bij het begin van het experiment van beide glazen gelijk is.

Tips!

- Je kunt een laagje rietjes, ijslollystokjes of elastieken maken door één laagje van het materiaal tegen elkaar op tafel te leggen en deze bovenop de zijkanten te verbinden met schilderstape. Let erop dat dit schilderstape niet op het hele oppervlak ligt, zodat dit niet ook een isolerende laag vormt.
- Bij het onderzoeken van isolatiemateriaal hebben de leerlingen per tweetal twee koelelementen en twee kruiken nodig. Zijn er niet voldoende koelelementen en kruiken beschikbaar? Leg deze dan neer op een groepstafel zodat leerlingen ze onderling kunnen uitwisselen.

Lesbeschrijving



2.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

Vertel de leerlingen dat ze in deze les verschillende experimenten gaan doen. Dit is een onderdeel van de verkenstap van de ontwerpcyclus. Leg met behulp van de afbeelding van de onderzoekscyclus de verschillende stappen hiervan uit. De leerlingen passen de kennis die ze in deze les opdoen toe in les 3 bij het maken van het ontwerp.



2.2 Warmteoverdracht onderzoeken

Tweetallen – 20 minuten

Bij het volgende experiment onderzoeken de leerlingen warmteoverdracht. Ze gebruiken hiervoor werkblad 3. Elk tweetal krijgt een vel aluminiumfolie en een vel papier. Ze vouwen beide vellen eerst zodat er vier lagen van ontstaan. Dan krijgt elk tweetal twee ijsklontjes. Ze leggen het ene ijsblokje op de aluminiumfolie en het andere ijsblokje op het papier. Laat de leerlingen voorspellen welk ijsblokje eerder smelt.

Aandachtspunt

Let erop dat de omstandigheden van beide ijsklontjes hetzelfde zijn. Bijvoorbeeld wanneer het zonlicht in het klaslokaal valt, dat óf beide ijsklontjes in de zon liggen, óf allebei in de schaduw.

Besprek

Besprek de observaties en conclusies van de leerlingen. Een ijsblokje is meestal koud vergeleken met zijn omgeving, zeker in een ruimte op kamertemperatuur. Sommige materialen geleiden de warmte van de omgeving naar het ijsblokje waardoor het sneller smelt. Als het ijsblokje smelt heeft er warmteoverdracht van het papier of aluminiumfolie naar het ijsblokje plaatsgevonden. Er is dan sprake van de geleiding van de warmte van het materiaal naar het ijsblokje. Het ijsblokje op het aluminiumfolie smelt sneller dan het ijsblokje op papier. Het aluminiumfolie geleidt de warmte van de omgeving dus beter naar het ijsklontje dan het papier. Aluminiumfolie is een goede geleider. Aluminiumfolie is een metaal. Metaal is een goede geleider.

Concludeer

- Warmteoverdracht is het overdragen van warmte van het ene materiaal/voorwerp naar het andere.
- Warmteoverdracht vindt onder andere plaats door geleiding.
- Sommige materialen geleiden warmte beter dan andere materialen, zoals metaal.

Optie tot differentiatie

Laat leerlingen in tweetallen zelf warmteoverdracht onderzoeken, door twee verschillende materialen met elkaar te vergelijken, bijvoorbeeld (bubbeltjes) plastic, karton, ijslollystokje (hout), elastiek (rubber), rietjes (kunststof en lucht), schoonmaakdoekje (viscose), stof (wolvlit, katoen of viscose). Ze gebruiken hiervoor werkblad 4.



2.3 Warmte voelen en meten

Klassikaal/tweetallen – 25 minuten

Bij dit experiment ervaren de leerlingen dat materialen met dezelfde temperatuur (kamertemperatuur) toch kouder of warmer kunnen aanvoelen dan andere materialen. Leg op elke groepstafel vier voorwerpen van elk een ander materiaal: kunststof, hout, metaal en glas. Vraag de leerlingen of ze denken dat er verschillen zijn tussen hoe warm of koud de materialen aanvoelen. Vraag de leerlingen de vier voorwerpen aan te raken en te voelen of er verschillen zijn. De leerlingen vullen op werkblad 5 in wat ze geobserveerd hebben. Vraag de leerlingen vervolgens de temperatuur van dezelfde voorwerpen te meten met een digitale thermometer. Ze noteren de temperatuur op het werkblad.

Aandachtspunten

- Als de leerlingen nog nooit met een digitale thermometer hebben gewerkt, is het belangrijk ze een gedegen uitleg te geven over hoe ze nauwkeurige resultaten kunnen verkrijgen. Houd de thermometer ten minste gedurende 30 tellen tegen het te meten materiaal aan voor je de temperatuur afleest. Zolang de temperatuur nog verandert is de thermometer nog bezig met het meten van de temperatuur.
- Bij het meten van de temperatuur zullen leerlingen enige verschillen opmerken. Vooral achter de komma. Mogelijk denken leerlingen dat deze verschillen groot zijn. Vertel de leerlingen dat deze verschillen niet noemenswaardig zijn, en de temperatuur van alle materialen maximaal 1 graad boven of onder kamertemperatuur is.
- Vertel de leerlingen dat ze de thermometer niet mogen beetpakken bij het puntje dat de temperatuur meet. Anders zal de warmte van hun handen de resultaten beïnvloeden.

Bespreek

Bespreek de observaties van de leerlingen. Stel daarbij de volgende vragen:

- Zijn er verschillen tussen hoe materialen aanvoelen en wat de temperatuur is? Alle voorwerpen hebben dezelfde temperatuur, namelijk de temperatuur van de omgeving (kamertemperatuur).
- Waren er verrassende resultaten bij? Het metalen voorwerp voelde koud, maar heeft dezelfde temperatuur als de andere voorwerpen.
- Wat denk je, isoleert het metaal of geleidt metaal juist? Het metaal geleidt. Het onttrekt warmte uit je lichaam, waardoor het koud aanvoelt.
- Wat gebeurt er als je het materiaal langer vasthoudt of aanraakt? Hoe kan dat? Metalen voelen na een tijdje juist weer warmer omdat de warmte van je lichaam het materiaal heeft opgewarmd. Dit kun je ook meten.

Vertel de leerlingen het volgende:

- Het fenomeen waarmee ze te maken hebben wordt 'warmteoverdracht' genoemd. Dit is het vermogen van een materiaal om warmte over te dragen. Dit gebeurt hier door geleiding. Het verschilt per materiaal hoe goed het geleidt. Goede geleiders zijn slechte isolatoren. Een materiaal dat goed isoleert houdt de warmteoverdracht tegen.
- Je hand ($\pm 33\text{ }^{\circ}\text{C}$) is warmer dan kamertemperatuur ($\pm 21\text{ }^{\circ}\text{C}$). De materialen die goed de warmte kunnen geleiden, zullen kouder aanvoelen omdat de warmte van je hand sneller wordt overgedragen op het materiaal.
- Waarschijnlijk voel je een verschil in warmte tussen hout en metaal. Beide materialen zijn op kamertemperatuur ($\pm 21\text{ }^{\circ}\text{C}$), maar metaal voelt veel kouder aan dan hout. Dat komt omdat metaal een betere warmtegeleider is en beter de warmte van jouw hand kan overdragen. Hout is een slechte warmtegeleider en houdt de overdracht van warmte van je hand tegen.
- Waarschijnlijk hebben de leerlingen dit zelf wel eens ervaren als ze op blote voeten door hun huis lopen en merken hoe koud of warm verschillende oppervlakten aanvoelen, ook al hebben ze dezelfde kamertemperatuur. Je voelt het verschil wanneer je met één blote voet op tapijt of een houten vloer staat en met de andere voet op plavuizen of tegels.

Concludeer

- Materialen die goed de warmte geleiden voelen bij kamertemperatuur kouder aan dan materialen die goed isoleren.
- Sommige materialen geleiden beter warmte dan andere materialen. Materialen die de warmte slecht geleiden houden de warmteoverdracht tegen. Dit zijn dus goede isolatoren.



2.4 Isolatiemateriaal onderzoeken

Klassikaal/ tweetallen – 20 minuten

Herhaal nog eens het probleem. De leerlingen gaan nu kijken naar materialen die ze tot hun beschikking hebben voor het maken van hun isolerend schoeisel. Vertel de leerlingen dat ze het isolerend vermogen van deze materialen gaan onderzoeken door de materialen te testen op een bevroren koelelement en een hete kruik. De leerlingen ervaren zelf of ze de kou/warmte door het materiaal heen kunnen voelen. Demonstreer eerst hoe de test wordt uitgevoerd. Vertel de leerlingen daarbij de volgende stappen. Neem twee koelelementen en twee hete kruiken. Kies twee materialen van dezelfde dikte. Leg beide materialen tegelijkertijd elk op een koelelement. Leg je linkerhand op het ene materiaal en je rechterhand op het andere materiaal. Voel na 10 tellen het verschil. Noteer het resultaat op werkblad 6. Leg daarna de twee materialen elk op een hete kruik. Voel weer het verschil met je beide handen. Noteer ook deze resultaten op werkblad 6. Elk tweetal test daarna twee van de onderstaande materiaalsoorten van dezelfde dikte.

- kranten (papier)
- ijslollystokjes (hout)
- stofjes (wolvilt, katoen of viscose)
- schoonmaakdoekjes (viscose)
- zakjes (plastic)
- brede elastieken (rubber)
- rietjes (plastic en lucht)
- bubbeltjesplastic (plastic en lucht)
- karton (zowel 350 grams dik karton als karton waar lucht tussen zit bijvoorbeeld van dozen)

Optie voor differentiatie

De leerlingen herhalen de test met ander materiaal en vergelijken zelf de uitkomsten. Ze kunnen hiervoor ook werkblad 6 gebruiken.

Bespreek de resultaten. Hoe weet je of het materiaal goed isoleert? Als je de kou van het koelelement of de warmte van de kruik niet door het materiaal heen voelt, isoleert het materiaal dus goed. Dit komt omdat het koude koelelement dan geen warmte van je lichaam onttrekt en de warme kruik geeft geen warmte af aan je lichaam.

Concludeer

Een goede isolator houdt de warmteoverdracht tegen.

2.5 Twee lagen isolatiemateriaal onderzoeken

Klassikaal/tweetallen – 15 minuten

Vul een dubbelwandig en een enkelwandig theeglas met heet water. Meet tegelijkertijd de temperatuur van het water in beide glazen. De begintemperatuur zou in beide glazen hetzelfde moeten zijn.

Vraag de leerlingen of er na een tijdje wachten verschil te meten zal zijn tussen de watertemperaturen in de verschillende theeglazen. Hoe zal dit komen? Zullen meerdere lagen beter isoleren?

Meet na 10 minuten nog eens de temperatuur van het water in beide glazen tegelijkertijd. De temperatuur van water in het enkelwandige glas is na een tijdje lager dan in het dubbelwandige glas. Het water in het enkelwandige glas koelt sneller af.

Bespreek

Meerdere lagen van een materiaal werken beter als isolator dan één laag. Dit komt ten eerste omdat je de laag dikker maakt. Bijvoorbeeld een dikke laag fleecede isoleert beter dan een dunne laag fleecede. Ten tweede is van belang dat bij meerdere lagen er tussen de lagen een luchtlaag ontstaat. Bij het dubbelwandige glas zit er een stilstaande luchtlaag tussen de wanden. Deze werkt isolerend, waardoor je je handen niet brandt. En het theewater in het glas koelt minder snel af. Stilstaande lucht werkt isolerend. Een dierenvacht werkt isolerend omdat deze uit meerdere lagen bestaat: een vetlaag en een laag met haren of veren. Tussen de haren of veren zit stilstaande lucht.

Optie voor differentiatie

Laat leerlingen meerdere lagen van materialen met elkaar vergelijken.

Optie voor uitbreiding

Kijk met de leerlingen het filmpje *Nieuws uit de natuur! – Hoe kom ik de winter door?* van Schooltv.

Concludeer

- Een dikke laag materiaal isoleert beter dan een dunne laag van hetzelfde materiaal.
- Stilstaande lucht werkt isolerend.



2.6 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Vat met de leerlingen samen wat ze tijdens deze les hebben geleerd over warmteoverdracht en isolatie.

Ze kennen nu de volgende principes van warmteoverdracht:

- Warmteoverdracht vindt plaats van warm naar koud.
- Warmteoverdracht is het overdragen van warmte van het ene materiaal/voorwerp naar het andere.
- Warmteoverdracht vindt onder andere plaats door geleiding.
- Sommige materialen geleiden warmte beter dan andere materialen, zoals metaal.

Ze weten nu dat isolatie het tegenhouden van warmteoverdracht is. Iets dat slecht warmte geleidt is een goede isolator, zoals stilstaande lucht, dat vaak tussen meerdere lagen zit.

In de volgende les gaan de leerlingen verder met de ontwerpcyclus en ontwerpen en maken ze isolerend schoeisel.

Les 3 – Ontwerp en maak isolerend schoeisel

Lesoverzicht

De leerlingen ontwerpen en maken isolerend schoeisel, waarbij ze de stappen doorlopen van de ontwerpcyclus. Ze gebruiken de kennis die ze in les 2 hebben opgedaan.



Tijdsduur

1 uur en 30 minuten

Leerdoelen

De leerlingen passen de ontwerpcyclus toe bij het ontwerpen en maken van isolerend schoeisel.

Aansluiting bij taal

De leerlingen beargumenteren de keuzes voor hun ontwerp met de begrippen die ze geleerd hebben in les 1 en 2.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 15 x werkblad 8
- 15 x werkblad 9
- 5 nietmachines
- 5 stofscharen
- 15 scharen
- 10 rijgnaalden
- 10 borduurnaalden
- 2 revolvertangen
- 5 perforators
- 5 rollen ducttape
- 15 flesjes lijm
- 15 digitale LCD thermometers
- 8 bevroren koelementen
- 8 kruiken met heet water
- 15 linialen
- 15 stopwatches
- Stof van verschillende diktes en soorten, effen en print (aangeboden in 30 lappen van ongeveer 40 cm x 40 cm)
- 3 rollen jersey/textielgaren (à ± 45 m)

- 2 doosjes splitpennen à 200 stuks
- 1 doosje nietjes à 1000 stuks
- 5 klosjes nyldraad (1 mm dik, x 45 m lang)
- 120 stuks chenilledraad in diverse kleuren (6 mm dik x 30 cm lang)
- 50 meter decoratielint in verschillende kleuren, diktes en soorten, effen en print
- 8 kranten
- 100 ijslollystokjes
- 15 wolvilten lapjes (± 20 x 30 cm)
- 15 stukken uit plastic zakken (± 20 x 30 cm)
- 200 brede elastieken
- 100 rietjes
- 10 vellen A4 karton (350 grams)
- 10 stukken karton (± 20 x 30 cm)
- 10 stukken bubbeltjesplastic (± 20 x 30 cm)
- 10 viscose schoonmaakdoekjes
- 2 pakken wattenschijfjes (à 50 stuks)

Vorbereiding

- Leg de koelementen op tijd in de diepvriezer.
- Vul de kruiken met heet water.

Tips!

- Jerseygaren/textielgaren en lint zijn vaak duur. Leerlingen kunnen ook repen knippen van lappen stof, oude kleding, beddengoed of tafellakens.
- Laat leerlingen oude lappen stof van thuis meenemen.

Lesbeschrijving



3.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

In deze les gebruiken de leerlingen hun opgedane kennis bij het ontwerpen en maken van hun isolerend schoeisel. Vat met de leerlingen samen wat ze tot nu toe hebben geleerd. Met welk materiaal kunnen de leerlingen het best hun schoeisel isoleren?

Ze kennen nu de volgende principes van warmteoverdracht:

- Warmteoverdracht vindt plaats van warm naar koud.
- Warmteoverdracht is het overdragen van warmte van het ene materiaal/voorwerp naar het andere.
- Warmteoverdracht vindt onder andere plaats door geleiding.
- Sommige materialen geleiden warmte beter dan andere materialen, zoals metaal.

Ze weten nu dat isolatie het tegenhouden van warmteoverdracht is. Iets dat slecht warmte geleidt is een goede isolator, zoals stilstaande lucht, dat vaak tussen meerdere lagen zit.

Kom terug op het probleem waar de leerlingen een oplossing voor bedenken.

Aandachtspunt

Soms is het niet praktisch om veel verschillende lagen te gebruiken omdat de totale laag dan steeds dikker en minder flexibel wordt. Het is dus de kunst om met zo weinig mogelijk materialen een zo goed mogelijk isolerende laag te maken.

Vraag de leerlingen of ze vragen hebben over les 1 of 2.



3.2 Ontwerpen

Klassikaal/tweetallen – 20 minuten

De leerlingen ontwerpen in tweetallen hun isolerend schoeisel.

Introduceer de materialen en het gereedschap

Gereedschap

- Nietmachine
- Schaar
- Rijgnaalden
- Borduurnaalden
- Revolvertang
- Perforator

Isolatiemateriaal

- Ducttape
- Kranten
- IJslollystokjes
- Wolvilten lapjes
- Plastic
- Brede elastieken
- Viscose schoonmaakdoekjes
- Bubbeltjesplastic
- Rietjes
- Karton
- Wattenschijfjes
- Lapjes stof (verschillende diktes en soorten)

Band(en)

- Lapjes stof (verschillende diktes en soorten)
- Lint
- Jersey/textielgaren

Voor het bevestigen

- Lijm
- Splitpennen
- Nietjes
- Nylondraad
- Chenilledraad
- Lint
- Jersey/textielgaren
- Schilderstape

Voor het testen

- Bevroren koelementen
- Kruiken met heet water

Tips!

- In stof knippen kan lastig zijn. Gebruik hiervoor scherpe stofscharen die je niet mag gebruiken voor het knippen van karton of papier. Dan worden ze bot.
- Stof is moeilijk te perforeren. Gebruik hiervoor de revolvertang.
- In plaats van jerseygaren of lint kunnen leerlingen ook repen stof van oude kleding, tafellakens of beddengoed knippen.
- Je kunt een laagje rietjes, ijslollystokjes of elastieken maken door één laagje van het materiaal tegen elkaar op tafel te leggen en deze bovenop de zijkanten te verbinden met schilderstape.

Besprek de criteria

Wanneer is het probleem opgelost? Benoem bijvoorbeeld de volgende criteria:

- De zool van het schoeisel heeft tenminste drie lagen materiaal.
- De zool moet zo goed geïsoleerd zijn dat de kou van het koelelement of de warmte van de kruik er binnen 1 minuut niet doorheen te voelen is.
- Je moet minimaal 10 meter op het schoeisel kunnen lopen.

Besprek vervolgens hoe het isolerend schoeisel geëvalueerd gaat worden. Hoe denken de leerlingen hierover? Een paar belangrijke dingen om rekening mee te houden:

- Iedereen is het erover eens hoe het isolerend schoeisel geëvalueerd wordt. Het is belangrijk dat de leerlingen hier zeggenschap over hebben, omdat het hun betrokkenheid vergroot.
- De leerlingen hoeven met deze uitdaging niet in één keer het perfecte isolerend schoeisel te maken. Het is prima als ze eerst iets maken en er dan achter komen dat dit niet de beste oplossing was. De ontwerpcyclus gaat over testen en verbeteren. Zo gaat het bij ingenieurs ook.
- Het is belangrijk dat de leerlingen snappen dat ze van elkaar kunnen leren. En hoewel ze in tweetallen werken, kunnen ze ook anderen om advies vragen en naar elkaars werk kijken.

Ontwerp

De tweetallen ontwerpen het isolerend schoeisel. Ze kiezen of ze elk één paar voor zichzelf maken of één paar per tweetal. Gebruik hiervoor werkblad 8. Bij het ontwerpen bedenken de leerlingen welke materialen ze willen gebruiken als isolerende laag ter bescherming van hun voeten tegen hitte of kou. Ze bedenken ook hoe ze hun schoeisel aan de buitenkant willen vormgeven. De tweetallen maken het isolerend schoeisel nadat ze hun ontwerp hebben gemaakt.

Tip!

Laat de leerlingen voor het ontwerp hun voeten omtrekken. Laat ze op het materiaal een zoom van 1 centimeter aanhouden, deze ruimte kunnen ze gebruiken voor het aan elkaar maken van de lagen van de zool.

Opties voor differentiatie

- Breid in overleg met de leerlingen de criteria uit:
 - Bepaal de dikte van de zool.
 - Het schoeisel moet aan de bovenkant dicht zijn zodat je een hele schoen hebt.
- Het schoeisel mag niet meer dan bijvoorbeeld € 10,- per paar kosten. Op werkblad 9 staat hoeveel de materialen per stuk kosten.



3.3 Maken, testen en verbeteren Tweetallen – 1 uur

Maak

Elk tweetal maakt hun isolerend schoeisel aan de hand van hun ontwerp.

Vraag na ongeveer 15 minuten hoe het gaat.

- Werkt het idee dat jullie hebben bedacht?
- Hebben jullie tips of trucs die jullie met de klas willen delen?

De leerlingen kunnen hun ideeën aan de rest van de klas voorleggen en ideeën uitwisselen. Laat ze vervolgens verder werken aan hun schoeisel.

Test

Stimuleer de tweetallen hun isolerend schoeisel zo snel mogelijk te testen. Het hoeft niet perfect te zijn op het moment dat ze een test uitvoeren. Ze kunnen met behulp van de bevroren koelelementen en hete kruiken voelen of hun zool voldoende isoleert.

Verbeter

De leerlingen kunnen steeds verbeteringen aanbrengen aan hun isolerend schoeisel.

3.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek het maakproces dat de leerlingen hebben doorlopen.

- Welke oplossingen hebben jullie gevonden?
- Hoe zijn jullie op het idee gekomen?

In de volgende les kijken de leerlingen of aan de criteria is voldaan.

Les 4 - Is het probleem opgelost?

Lesoverzicht

In deze les worden het proces en het product geëvalueerd. Is het probleem opgelost? Hoe hebben de leerlingen de verworven kennis toegepast en hoe is er met de ontwerpcyclus gewerkt? Dit is ook het moment waarop ze hun oplossing voor het probleem presenteren én het moment om trots te zijn op wat ze geleerd en gemaakt hebben.



Tijdsduur

1 uur en 10 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat er verschillende manieren zijn om een probleem op te lossen;
- weten dat terugkijken en evalueren aan de hand van criteria belangrijke aspecten van de ontwerpcyclus zijn;
- demonstreren hun isolerend schoeisel en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- gebruiken de begrippen van les 1, 2 en 3 bij het verwoorden van de opgedane kennis;
- demonstreren hun isolerend schoeisel aan elkaar en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces;

- maken een promotiefolder, poster of reclamefilmpje met een productomschrijving van hun schoeisel en een beschrijving van de unieke eigenschappen van de isolatielaag.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- Het door de leerlingen gemaakte isolerend schoeisel

Vorbereiding

- Maak ruimte vrij voor een etalage waarin leerlingen hun isolerend schoeisel presenteren.

Lesbeschrijving

4.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

De leerlingen hebben in tweetallen hun isolerend schoeisel ontworpen en gemaakt. In deze les bespreken de leerlingen de verschillende oplossingen en evalueren ze de producten. Laat aan de leerlingen zien dat ze nu de ontwerpcyclus hebben doorlopen.

4.2 Presenteren

Klassikaal/tweetallen – 30 minuten

De leerlingen presenteren hun isolerend schoeisel aan elkaar. Voldoet het schoeisel aan de criteria? Vraag de leerlingen de goede eigenschappen van elkaars ontwerpen te benoemen. Goede eigenschappen kunnen zijn:

- Het schoeisel beschermt je voeten goed tegen kou/warmte van de grond door de isolerende laag.
- Het schoeisel zit lekker.
- De kwaliteit van het schoeisel is goed, het blijft goed zitten, valt niet uit elkaar.

Laat de leerlingen de geleerde begrippen gebruiken bij het benoemen van de goede eigenschappen. De leerlingen proberen hun isolerend schoeisel zo goed mogelijk te 'verkopen' door de goede eigenschappen van hun schoeisel overtuigend over te brengen.

Kom terug op het probleem

Je gaat binnenkort op vakantie. Je wilt graag schoeisel meenemen dat je voeten goed beschermt tegen heet zand of een koude tegelvloer. Kunnen de leerlingen zelf isolerend schoeisel ontwerpen en maken?

Bespreek

- Is het probleem opgelost?
- Beschermt het schoeisel je goed tegen verschillende omstandigheden?
- Kun je je beschermen tegen een koude tegelvloer? Of zorg je ervoor dat de warmte van je voeten niet ontsnapt naar de koude tegelvloer?

4.3 Promotiemateriaal maken

Tweetallen – 30 minuten

In de presentaties zijn de geleerde begrippen bij het benoemen van de goede eigenschappen van het schoeisel gebruikt. De argumenten om het isolerend schoeisel goed te 'verkopen' kunnen ook op andere manieren overgedragen worden. De tweetallen maken een promotiefolder, poster of een reclamefilmje met een productomschrijving van het schoeisel en een beschrijving van de unieke eigenschappen van de isolatielaag. Bepaal met de leerlingen wat er precies in het promotiemateriaal te zien en/of te lezen moet zijn. Eventueel kunnen alle folders gebundeld worden tot een catalogus.

Tip!

De leerlingen kunnen hun isolerend schoeisel en promotiemateriaal mooi presenteren in een etalage.

4.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen wat ze hebben geleerd bij het maken van hun schoeisel. Denk hierbij aan:

- de natuurkundige kennis over isolatie die ze verworven en toegepast hebben;
- het werken met de onderzoeks- en ontwerpcyclus.

Handwriting practice area consisting of 20 horizontal dashed blue lines.

Achtergrond- informatie



Achtergrondinformatie

Isolatie

Belangrijke natuurkundige concepten en kennis

- Warmte is thermische energie.
- Warmte wordt overgedragen van warm naar koud.
- Er zijn drie soorten warmteoverdracht: warmtestraling, warmtestroming en warmtegeleiding.
- Materiaal dat goed isoleert zorgt ervoor dat de warmtegeleiding laag is.
- Materiaal dat slecht isoleert zorgt ervoor dat de warmtegeleiding hoog is.
- Temperatuur geeft aan hoe warm of koud iets is.

Wat is warmte?

Warmte is thermische energie. Energie die komt door de beweging* van moleculen. Hoe sneller de moleculen bewegen, hoe warmer iets is, temperatuur is dan ook een maat voor het bewegen van de moleculen. Ook koude stoffen hebben bewegende moleculen. Pas bij het absolute nulpunt -273 graden Celsius bewegen de moleculen niet meer. Om de moleculen sneller te laten bewegen en de temperatuur hoger te laten worden moet er energie worden toegevoegd.

** Het verschil met bewegingsenergie is dat bij warmte/thermische energie de moleculen allemaal een willekeurige kant op bewegen, maar dat je dat effect niet ziet. Een glas water op tafel bestaat uit allemaal bewegende moleculen, maar het water zelf beweegt niet. Pas als het glas omvalt, dan bewegen alle watermoleculen gemiddeld dezelfde kant uit en dan heeft het water bewegingsenergie.*

Warmteoverdracht

Warmteoverdracht gaat altijd van een plaats met veel energie naar een plaats met minder energie, er ontstaat een evenwicht en de energie verdeelt zich gelijk over de ruimte. Er zijn drie soorten van warmteoverdracht (zie ook illustratie van het kopje thee).



- 1 = straling
2 = stroming
3 = geleiding

Warmteoverdracht, straling

Warmtestraling is de warmte die overgedragen wordt zonder dat je in contact staat met de warme stof. Denk aan het op afstand voelen van een vuur. Deze warmtestraling is infrarood licht en is onzichtbaar voor het menselijk oog, maar het kan wel zichtbaar gemaakt worden door middel van een speciale camera of gemeten worden met een infrarood thermometer. Warmtestraling is licht, je kunt deze straling reflecteren met een spiegellend oppervlak (denk aan een reddingsdeken/isolatiedeken of folie voor achter de verwarming om energie te besparen). Je kunt er ook voor zorgen dat de warmtestraling geabsorbeerd wordt, de kleur zwart absorbeert alle kleuren licht, ook infrarood. En wit reflecteert alle kleuren licht, ook infrarood. Daarom zijn caravans vaak wit en niet zwart en zonneboilers vaak zwart en niet wit. Licht heeft geen medium nodig, daarom ontvangt de aarde het licht van de zon terwijl de ruimte voor een groot deel uit vacuüm bestaat.

Warmteoverdracht, geleiding

Warmtegeleiding is het verplaatsen van warmte doordat de beweging van de moleculen direct wordt overgedragen. We noemen materialen die warmte goed geleiden, geleidende materialen en materialen die warmtegeleiding tegengaan isolerende materialen.

Warmteoverdracht, stroming

Warmtestroming is de verplaatsing van de stof die warmte-energie heeft. In een CV wordt hier gebruik van gemaakt. Het warme water verplaatst zich door de leidingen en kan dan door straling en geleiding voor het warmer worden van de kamer zorgen. Warme lucht heeft door de beweging van de moleculen iets meer ruimte tussen de moleculen dan koude lucht. Hierdoor is de dichtheid (gewicht per volume) kleiner en stijgt de lucht op. Een luchtballon met warme lucht stijgt daardoor op.

In een kopje thee ontstaat dit ook. Aan de bovenkant geven warme watermoleculen hun energie af aan de lucht, daardoor wordt de dichtheid van het water hoger. Dit water zakt naar beneden en er komt water met een lagere dichtheid omhoog. De lucht moleculen waaraan de energie wordt gegeven bewegen sneller en stijgen daardoor op, de overgebleven ruimte wordt ingenomen door koudere lucht moleculen. Dit is ook hoe warme en koude zeestromen en warme en koude luchtstromen op aarde zich gedragen.

De fysieke richting van de warmteoverdracht is afhankelijk van de soort warmteoverdracht: straling, stroming of geleiding. In het geval van straling en geleiding kan de beweging van warmte alle kanten op gaan (maar wel van warm naar koud). In het geval van stroming heb je te maken met convection en bepaalt een verschil in dichtheid of druk de richting waarin het materiaal zich verplaatst.

Warmte isolator

Een warmte isolator zorgt voor een trage overdracht van warmte tussen materialen. Hierdoor kan datzelfde isolatiemateriaal iets zowel koud als warm houden.

Materialen die goed isoleren

Een goede warmte isolator is een materiaal dat ervoor zorgt dat de warmtegeleiding laag is. Hout en kunststof zijn voorbeelden van isolatoren. Isolatiematerialen hebben verschillende eigenschappen die bepalen hoe goed dat materiaal isoleert.

- De snelheid waarmee warmte door het materiaal wordt geleid en dus naar een ander materiaal beweegt. (Dat heeft ook met de afstand tussen moleculen te maken, een gas heeft veel minder thermische geleidbaarheid dan een vaste stof.)
- De warmtecapaciteit: de hoeveelheid energie die nodig is om de temperatuur van het materiaal met 1 graad Celsius te laten stijgen. Water heeft bijvoorbeeld een grote warmtecapaciteit. Het kan veel warmte-energie opnemen voordat het opwarmt. Hoe goed een materiaal isoleert, wordt verder bepaald door de dikte van het materiaal. Hoe dikker het materiaal, hoe langzamer het opwarmt of afkoelt. Er moeten meer moleculen in beweging worden gebracht.

Om ervoor te zorgen dat de warmtegeleiding tussen twee voorwerpen laag is, kun je ook gebruik maken van meerdere lagen isolerend materiaal. Niet alleen de extra laag versterkt de isolerende werking, dat doet ook de extra lucht die tussen twee lagen zit.

Verskil tussen temperatuurwaarneming en gemeten temperatuur

Temperatuur is een maat voor hoe warm of koud iets is. Dit wordt weergegeven in graden Celsius (°C). Soms blijkt onze eigen temperatuurwaarneming onnauwkeurig te zijn vergeleken met temperatuurmetingen van voorwerpen of materialen. Om dit te begrijpen, moeten we kijken naar de temperatuur van de ruimte in verhouding tot onze handen en naar de geleidende eigenschappen van de voorwerpen of materialen die we aanraken. Als een koperen kom en een plastic kom beide op kamertemperatuur zijn, zal de koperen kom toch kouder aanvoelen dan de plastic kom omdat koper warmte beter geleidt dan plastic. In werkelijkheid is de temperatuur niet verschillend, maar voelt de koperen kom kouder aan, omdat deze de warmte sneller van je vingers afvoert dan het plastic.

Isolatie in de natuur, de kameel

De kameel leeft vooral in de woestijn waar de temperatuur overdag heel hoog kan zijn. Hij heeft niet alleen onder zijn poten maar ook onder zijn buik en op zijn knieën een dikke laag eelt dat ervoor zorgt dat de warmtegeleiding laag is en de kameel zich niet brandt aan het hete zand als hij loopt of rust. De kameel houdt ook de hitte buiten doordat zijn lichaamstemperatuur zich tot 40 graden aanpast aan de omgevingstemperatuur. Hoe kleiner het verschil tussen de lichaamstemperatuur van de kameel en de omgevingstemperatuur, hoe minder hitte de kameel opneemt.

Isolatie in de natuur, de woestijnhagedis

De woestijnhagedis heeft een andere oplossing gevonden om tot zo min mogelijk warmtegeleiding tussen zijn pootjes en het hete woestijnzand te komen. Wanneer het zand te heet wordt tilt hij tegelijkertijd tegenovergestelde voor- en achterpoot op, zo kunnen steeds de twee pootjes die de lucht in gaan even afkoelen. Om in evenwicht te blijven gebruikt hij zijn staart.

Ideeën van kinderen over isolatie

Kinderen hebben al verklaringen voor natuurwetenschappelijke fenomenen voordat zij er op school mee in aanraking komen. Deze ideeën en mentale modellen zijn ontwikkeld uit dagelijkse interacties en ervaringen met de wereld om hen heen en komen niet altijd overeen met onze huidige kennis van de natuurwetenschappen. Zo zijn er bijvoorbeeld kinderen die denken dat wind ontstaat doordat bomen met hun takken wapperen. Het zelf ervaren dat de eigen verklaring niet kan kloppen blijkt belangrijk bij het veranderen van deze ideeën, al duurt het veranderen soms een leven lang. In de lesmodules van Maakkunde is er rekening gehouden met het kunnen uiten van de eigen ideeën en het ervaren van de natuurwetenschappelijke fenomenen. De meest voorkomende ideeën over het onderwerp van deze lesmodule zijn hieronder in kaart gebracht.

Taal en begripsvorming

Uit onderzoek naar ideeën over de concepten warmte, temperatuur en isolatie blijkt dat veel kinderen, maar ook adolescenten en volwassenen, moeite hebben met deze begrippen. Warmte en temperatuur zijn eigenschappen die niet direct te observeren zijn. Meer dan bij andere concepten speelt taalgebruik een grote rol in de begripsvorming over warmte, temperatuur en isolatie (1). In het dagelijks leven wordt de term warmte veel gebruikt in niet wetenschappelijke contexten, zoals 'sluit het raam zodat de warmte niet ontsnapt', 'trek iets warm aan', 'kleed je warm aan, anders vat je kou'. Dit kan bijdragen aan begripsvorming die niet overeenkomt met de wetenschappelijke benadering van warmte en temperatuur (2, 1).

Warmteoverdracht en verplaatsing van warmte

Veel kinderen denken dan dat een koperen kom kouder is dan een plastic kom, terwijl ze beiden in dezelfde omgevingstemperatuur staan (2). In werkelijkheid is de temperatuur niet verschillend, maar voelt de koperen kom kouder aan, omdat deze de warmte sneller van je vingers afvoert dan het plastic.

Een ander veel voorkomend idee is dat warmte dingen laat stijgen (2). Wetenschappelijk gezien is het zo dat als er in een vloeistof of gas een temperatuurverschil is, dit als gevolg kan hebben dat de vloeistof of het gas gaat stromen. Dit verschijnsel noemen we 'convectie', warmtestroming door verplaatsing van materiaal. Verschil in temperatuur kan een verschil in dichtheid veroorzaken. Een bekend verschijnsel is het stijgen van warme lucht: warme lucht heeft een lagere dichtheid dan koude lucht. Koude lucht is hierdoor 'zwaarder' dan de hete lucht. Hete lucht zal dus opstijgen.

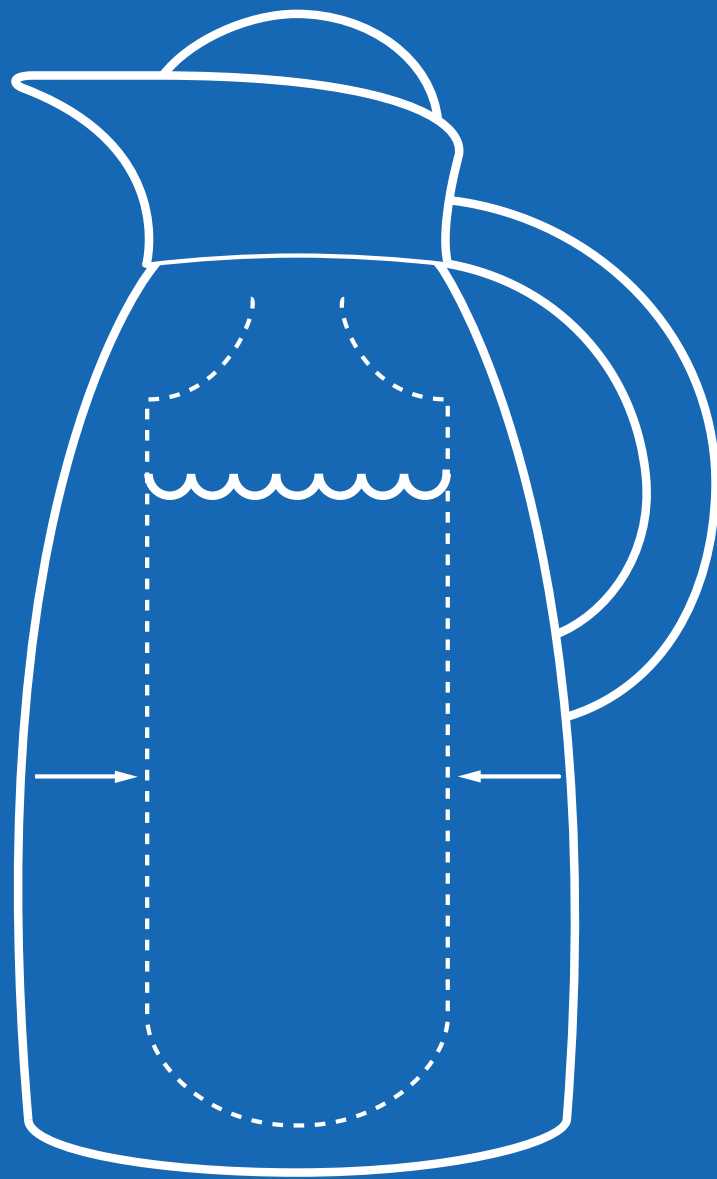
Isolatie

Kinderen denken vaak dat een voorwerp zoals een wollen muts of een deken warmte bezit of kan produceren (3). Dit kan voortkomen uit dagelijks taalgebruik zoals 'trek iets warm aan', maar komt ook voort uit eigen observaties: je krijgt het warm als je een muts op zet. Allen (2010) beschrijft dat kinderen kunnen denken dat isolatiemateriaal iets warmer maakt, bijvoorbeeld een glas water wordt warmer als je het inpakt met bubbelfolie (3). Of een blok ijs dat wordt afgedekt met isolatiemateriaal sneller smelt (3). In werkelijkheid bevat of produceert isolatiemateriaal geen warmte, maar verhindert het de warmteoverdracht. Zo is in het eerste voorbeeld, de muts, een isolator die verhindert dat er warmteoverdracht plaatsvindt van je lichaam aan de omgeving.

- (1) Başer, M. (2006). Fostering conceptual change by cognitive conflict based instruction on students' understanding of heat and temperature concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Vol. 2 (2), 96-114.
- (2) Stepans, J. Ph.D. (2003). *Targeting Students' Science Misconceptions – Physical Science Concepts Using the Conceptual Change Model*.
- (3) Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science* (p 253-256).

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

Extra activiteiten



Extra activiteiten

Informatieve boeken

Parker, S. (2004). *Dossier Energie: Warmte van natuurlijke bronnen tot beheerste explosies met proeven die tonen hoe het werkt*. Leidschendam: Biblion Uitgeverij. ISBN 9789054835097

Spilsbury, R. & Spilsbury, L. (2016). *Basisboek Science – Energie*. Harmelen: Corona. ISBN 9789461753960

Turnbull, S. (2016). *Hoezo koud?!* Harmelen: Corona. ISBN 9789461755360

Ardley, N. (1992). *Verrassende proeven met warm & koud*. Antwerpen: Standaard. ISBN 9002191529

Ardley, N. (2016). *101 wetenschappelijke-leuke experimenten om zelf te doen*. Antwerpen: Manteau/WPG Uitgevers België. ISBN 9789002261336

Aanvullende activiteiten en excursies

- Aansluiten bij thema's in de klas, zoals:
 - wonen onder verschillende weersomstandigheden en hoe je zorgt voor een koel of warm huis;
 - kleding: welke kleding draag je om warm te blijven en hoe wordt kleding gemaakt?;
 - de dierenwereld en hoe dieren warm blijven;
 - warmetruiendag;
 - vakantie/kamp;
 - klimaat/het weer;
 - seizoenen.
- Nodig een professional uit de in de klas, bijvoorbeeld een schoenmaker, verkoper van outdoor artikelen, producent isolatiematerialen, schapenhouder van merinosschapen, kledingfabrikant.

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

