

theatervoorstelling

NEWTON

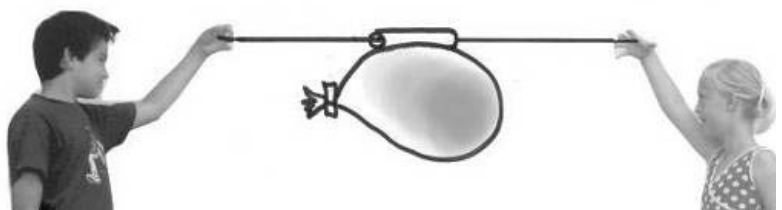
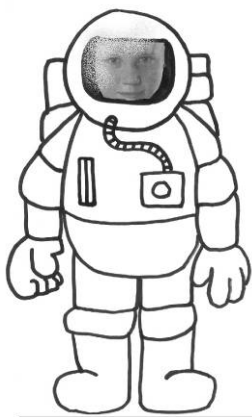
of - De appel die naar de maan viel -
lessen over science voor groep 6 - 8



Handleiding **Leerkracht**

- Kun je zelf je zeilboot vooruit blazen?
- Werkt een parachute op de maan?
- Hoe zwaar weeg je in de ruimte?
- Geeft de maan licht?

.... kilo



Inhoudsopgave

Les 1	Meten is weten	3
Les 2	Actie = - Reactie	5
Les 3	Zwaartekracht	7
Les 4	Licht	10

Inleiding

In deze lesmodule staan proefjes en uitleg die uw leerlingen stimuleren om nieuwsgierig en opmerkzaam te kijken naar hun dagelijkse wereld.

Er wordt een korte introductie gegeven op een wetenschappelijke manier van de wereld onderzoeken, die begonnen is met Newton en tegenwoordig door wetenschappers over de hele wereld wordt toegepast (les: **meten is weten**).

De les '**actie = - reactie**' gaat over een van de wetten van Newton en wat daar de gevolgen van zijn. Kun je zelf je zeilboot vooruitblazen?

In de les '**zwaartekracht**' ontdekken leerlingen dat zwaartekracht niet overal hetzelfde is. En ze zoeken uit wat voor weegschaal ze meenemen als ze naar de maan gaan.

De les '**licht**' gaat vooral over verwonderen, wat kun je je allemaal afvragen bij een ogenschijnlijk simpel onderwerp als licht. Hoe meer vragen, hoe beter. En wie weet vinden de leerlingen ook een aantal antwoorden.

De lessen kunnen in willekeurige volgorde worden gegeven.

Lessen over Newton

4 lessen over science voor groep 6 – 8

De lessen sluiten aan bij de theatervoorstelling 'Newton – of de appel die naar de maan viel'.



Samenstelling: Technika 10 Nederland, Els Kooymans en Ingrid de Maat

Redactie: Technika 10 Nederland, Margreet Nauta
www.technika10.nl

De handleiding en werkbladen zijn kosteloos downloadbaar op:
www.technika10.nl/newton

Productie voorstelling:
Stichting Maanlach
Spel: Ila van der Pouw
Tekst en dramaturgie:
Rob Bloemkolk
Poppen en decor: Gerda Schimmel
www.ilavanderpouw
www.primarima.nl



met dank aan Bureau Top
www.bureautop.nl

Handleiding leerkracht – Newton → Meten is weten**les 1****BENODIGDHEDEN** (per tweetal)

- 2 latjes van ca. 50 cm of 6 rietjes
- 8 knikkers
- plakband
- dichte (schoenen)doos
- meetlint (evt. zelf maken op een strook papier van 50 cm)
- karton, Lego of Knex voor een helling van ongeveer 10 cm lang en 4 cm hoog
- Newton's cradle (www.tinkerbelltoys.nl)
- per tweetal een kopie van werkblad 1 t/m 4

**1. KLASSIKALE INTRODUCTIE**

Newton is vooral bekend om zijn 'wieg'. Laat de leerlingen voorspellen wat er zal gebeuren als je het eerste balletje een zetje geeft. Heb je de wieg niet tot je beschikking? Kijk dan naar de animatie ervan en zoek bij Wikipedia.nl op 'Isaac Newton'. De proefjes in deze les zijn op deze 'wieg van Newton' gebaseerd.

2. HET PRACTICUMWerkblad 1

De kinderen maken, in tweetallen, zelf een 'wieg van Newton' en doen twee proefjes. Daarna bedenken ze zelf proefjes en voorspellen wat er gebeurt. Newton was de eerste die de 'wetenschappelijke methode' heeft toegepast:

1. Eerst een (creatieve) vraag stellen.
2. Een meetbaar antwoord bedenken.
3. Een experiment bedenken.
4. Een proefopstelling bouwen.
5. De proef uitvoeren, liefst een paar keer, zodat je zeker weet dat het klopt.
6. De resultaten in een tabel en een grafiek zetten.
7. Klopte het antwoord?
8. Een vervolgvraag bedenken.

Werkblad 2, 3 en 4

Oudere leerlingen kunnen met behulp van werkblad 2 t/m 4 aan de slag volgens deze wetenschappelijke methode. Ze verwerken de resultaten in een tabel en grafiek. Is dat nog moeilijk, dan kunt u eerst klassikaal een grafiek op het bord tekenen.

Jongere leerlingen doen de onderstaande twee spelletjes en oefenen met het bedenken van een logische methode.

Vragenspel

Leerkracht: Ik heb iets in gedachten en jullie moeten erachter komen. Jullie bedenken de vragen. Ik mag alleen ja en nee zeggen.

Vorbereiding: We bedenken vooraf eerst wat voor soort vragen slim zijn en welke niet. We bedenken een voorbeeld van een slimme vraag en een niet zo slimme vraag.

- Niet zo slimme vraag: is het een fietsband?
- Handige vraag: past het in een schoendoos?

Wanneer is een vraag slim? Kunnen de kinderen dit verwoorden?

Uitvoering: elk groepje bedenkt, overlegt en schrijft op een vel papier 4 slimme

Handleiding leerkracht – Newton → Meten is weten**les 1**

vragen. De leerkracht geeft de groepjes schriftelijk antwoord. Spieken bij een ander groepje mag niet. Daarna mogen de groepjes beurtelings, hardop nieuwe vragen stellen. Welk groepje als eerst raadt wat de leerkracht in gedachten had, heeft gewonnen.

Black Box spel

De leerkracht heeft een doos op het bureau staan. Zit er wat in? De kinderen mogen niet in de doos kijken. Nu niet en straks niet. Hoe zou Newton dit hebben aangepakt?

1. Zou er iets in de doos zitten?
2. Ik denk dat er een ding inzit.
3. Bedenk klassikaal enkele proefjes om meer te weten te kunnen komen over de inhoud. Bijvoorbeeld: ik laat de doos een kwartslag kantelen. Wat observeer je dan? Ik luister goed en voel goed. Verschuift de inhoud? Kantelt of rolt er iets? Is het zwaar om de doos te kantelen?
4. Maak vooraf een tabel op het bord waarin gegevens ordelijk kunnen worden genoteerd.
5. Klopt het dat er iets inzit? Kunnen ze al iets meer over de inhoud veronderstellen?
6. Kunnen ze een vervolgvraag stellen?

3. EVALUATIE

Met behulp van de gegevens uit de grafiek, kunnen leerlingen nu ook voorspellingen doen. Ze kunnen bijvoorbeeld zeggen: 'Als ik wil dat de knikker 20 cm wegrolt, moet ik hem tussen 4 en 5 op de helling leggen'.

Maar ze kunnen ook schatten hoe hoog de helling zou moeten zijn, als ze willen dat de knikker 100 cm wegrolt.

Ze kunnen ook andere vragen bedenken. Hoe zou het gaan met twee knikkers? Met een zwaardere knikker? Met stuiterballen? En wat voor experiment zou je dan moeten verzinnen?

Dankzij experimenten, tabellen en grafieken kun je nu bijvoorbeeld in een vliegtuig vliegen, altijd en overal gebeld worden en nog veel meer. Nog steeds doen over heel de wereld, mensen in laboratoria experimenten, schrijven tabellen en tekenen grafieken. Of ze laten het de computer doen. Allemaal in navolging van Newton.

Handleiding leerkracht – Newton → Actie = - Reactie**Les 2****BENODIGDHEDEN**

- een zware bal
- 2 ballonnen
- rietje
- paperclip
- stuiterbal
- step
- skateboard
- per leerling een kopie van werkblad 5

In deze les gaan de leerlingen ontdekken wat er bedoeld wordt met de wet: "actie = -reactie", één van de belangrijke wetten van Newton.

a. KLASSIKALE INTRODUCTIE

De les begint met een experiment: vraag een leerling voor de klas te komen. Vertel dat je zo een hele zware bal zal gooien en dat hij of zij de bal moet opvangen. Let goed op de houding van de leerling en ga met de klas een gesprek aan.

- a. Vind je de 'vanghouding' goed? Waarom wel en waarom niet?
Als het goed is zal de leerling een voet naar achteren zetten om de 'klap' op te vangen.
- b. Wat zal er gebeuren als de leerling op ijs zou staan en de bal vangt?
De leerling glijdt achteruit, omdat er geen wrijving is. Wrijving is de kracht die je voeten aan de grond geplakt houdt. Ijs geeft veel minder wrijving dan een zeil of parket. Een vloerkleed geeft meer wrijving dan zeil. Als er geen wrijving is, kun je jezelf niet afzetten.
- c. Is er altijd wrijving nodig om je vooruit te kunnen bewegen?
Meestal wel. Als je loopt, zet je jezelf af tegen de grond. Als je zwemt, zet je je af tegen het water en een vogel zet zich af tegen de lucht. Als er teveel wrijving is, beweeg je ook niet lekker. Dat merk je als je door mul zand fietst.

b. HET PRACTICUM

Newton vroeg zich af hoe je in beweging kunt komen, als je jezelf niet af kunt zetten. Kan een vogel (met een zuurstofmaskertje) in de ruimte (voorbij de damkring) vliegen? Nee, de vogel kan daar niet vliegen. Hij heeft niets (geen lucht) om zich tegen af te zetten.

Een oplossing zou zijn: een ei leggen en dat heel hard naar achteren gooien zodat de vogel zelf naar voren gaat... En dat is precies hoe raketten vliegen. Die laten gassen heel snel ontsnappen, zodat de raket naar voren gaat.

Demonstratie: Blaas een ballon op

Laat leerlingen voorspellen wat er gebeurt als je loslaat. Laat de ballon los. Klopt de voorspelling?

Welke krachten kunnen leerlingen bedenken?

- zwaartekracht: *zorgt dat iets naar beneden valt*
- veerkracht: *zorgt dat een stuiterbal weer opspringt*
- spierkracht: *zorgt dat je fiets naar voren gaat*

Handleiding leerkracht – Newton → Actie = - Reactie**Les 2**Werkblad 5: invullen

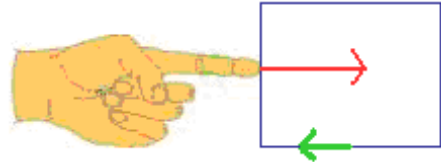
Elke kracht heeft 3 kenmerken:

1. een richting (welke kant duw ik op)
2. een grootte (hoe hard duw ik)
3. een aangrijpingspunt (waar duw ik tegen)

Krachten teken je met een pijl.

Met de pijl geef je aan: richting, grootte en het beginpunt.

Wrijvingskracht is ook een kracht. Een kracht waar je pas wat van merkt als je iets in beweging wilt krijgen. Het blok gaat pas bewegen als de duwkracht (rode pijl) groter is dan de wrijvingskracht (groene pijl).

**c. EVALUATIE**

Bespreek werkblad 5. Het is een optie om de proefjes van werkblad 5 uit te voeren. In Suske & Wiske zie je wel eens een plaatje waarin Jerom de zeilboot, waarin hij zelf zit, vooruit blaast. Kan dat eigenlijk wel? Kunnen de leerlingen een manier bedenken, waarop ze dit proefje kunnen uittesten?

Antwoorden werkblad 5:

- a. *Je ziet dat de bal terug kaatst en dat je hem weer kan opvangen.*
- b. *De lucht zal naar links ontsnappen en de ballon zal naar rechts gaan.*
- c. *Je zet je af tegen de grond. Dat kan, omdat er wrijving is. De step gaat naar voren.*
- d. *De zware bal oefent een kracht naar links uit, als je hem vangt, zal je zelf ook naar links gaan. De wrijving zal je remmen.*
- e. *De zware bal wordt naar rechts gegooid. Omdat de wrijvingskracht vrij klein is, zal je met skateboard en al naar links gaan.*
- f. *Als je heel hard blaast, zal je zelf achteruit gaan. Denk aan de ballon. Je zit in de boot en die zal je met je billen net zo hard achteruit duwen als met je blazen vooruit. Er gebeurt helemaal niets.*

In deze les is duidelijk geworden, dat een kracht nooit op zichzelf staat. Om hard vooruit te kunnen rennen heb je spierkracht én wrijving nodig.

Als je geen wrijving had, zou je niet in beweging kunnen komen. En als je wel in beweging was en plotseling was de wrijving weg, zou je nooit meer kunnen remmen.....

Omdat de krachten elkaar tegenwerken, blijf je in evenwicht en daarom is de wet van Newton actie = - reactie.

Handleiding leerkracht – Newton → Zwaartekracht**Les 3****BENODIGDHEDEN**

- stevig krukje
- een boor met boortje van 3 mm
- enkele elastieken
- een paar grote paperclips
- voorwerpen om te wegen (bijv. 2 schoenen)

Per tweetal:

- kopie van de werkbladen 6, 7, 8 A, 8 B, 9, 10
- 2 houten spatels* voorgeboord met een 3 mm boortje
- ½ meter katoenen draad
- 7,5 meter draad
- een stokje (satéprikker)
- enkele paperclips
- splitpen
- wat muntjes
- een bordkrijtje, meetlint en een schaar



De leerlingen maken kennis met het begrip zwaartekracht en denken na over de invloed van de zwaartekracht op het dagelijks leven. Ze leren dat de zwaartekracht op de aarde en op de maan verschillend is. Ze begrijpen wat eb en vloed veroorzaakt en waarom de maan om de aarde draait en niet andersom.

1. KLASSIKALE INTRODUCTIEa. De les begint met een proefje:

Zet een stevig krukje neer en laat een leerling er 10 keer op en af stappen. Een andere leerling stapt 10 keer heen en terug op de grond. Welke leerling is het meest moe? Conclusie: van zwaartekracht word je moe.

b. Een klassengesprek naar aanleiding van de vraag:

Hoe zou de wereld er uitzien zonder zwaartekracht?

Hoe zou je kunnen drinken? Fietsen en autorijden? Hoe zou je naar de wc gaan? Hoe zou je de trap opgaan? Je kunt dit onderdeel ook in groepjes laten uitwerken.

2. KLASSIKAAL GEDEELTE VAN DE LESa. Een klassengesprek over zwaartekracht:

Hieronder staan vragen en antwoorden die kunnen helpen bij het klassengesprek.

- Val je altijd naar beneden? (*Nee, je valt naar de aardbol toe*)
- Hoe val je in Australië? (*Ook naar het middelpunt van de aarde.*)
- En op de maan? (*Naar het middelpunt van de maan.*)
- Wat is gewicht? (*Hoeveel er van jou is, vermenigvuldigd met hoe hard er aan jou getrokken wordt.*)
- Hoe weeg je dat? (*Gaan we straks uitzoeken!*)
- Hoe kun je je gewicht op de maan wegen? (*Dat gaan we ook uitzoeken!*)
- Maakt alleen je gewicht uit hoe hard je naar beneden wordt getrokken? (*Nee, een kogeltje van ijzer dat je loslaat van het balkon, zal sneller beneden zijn dan een even zware pingpongbal. Dat komt omdat de lucht de grotere pingpongbal meer zal afremmen.*)
- Heeft de aarde ook gewicht? (*Ja!*)
- En hoe kan je dat wegen? (*Door te kijken hoe hard hij aan ons trekt, dus hoe groot de zwaartekracht is.*)
- Waarom valt het water niet van de aarde af? (*Water heeft ook gewicht. En zelfs lucht heeft gewicht en blijft veilig bij de aarde.*)

Handleiding leerkracht – Newton → Zwaartekracht**Les 3**

- Wat is gewichtloosheid? (Wat de weegschaal aangeeft, hangt niet alleen af van hoeveel patat je de laatste tijd gegeten hebt. Je kunt die waarde zelfs heel makkelijk veranderen. Als je op een weegschaal in een snelle lift naar boven gaat staan voel je dat je naar beneden gedrukt wordt. Je kan dan zo 10% meer wegen. In de achtbaan voel je krachten die je alle kanten op 'duwen'. Die krachten kunnen wel 4 g groot zijn, je weegt dan even 4x zo veel! Als je **valt** met je voeten op een weegschaal, geeft die weegschaal 0 kg aan. Dat gebeurt in een ruimteschip als de motoren uitstaan. Dan 'valt' alles met dezelfde snelheid één kant op en de astronaut is dus gewichtloos.)

b. Werkblad 6: invullen en klassikaal bespreken

Kind a is het eerst beneden. De zwaartekracht is op aarde ongeveer zes keer groter dan op de maan. Met een parachute val je langzamer door de luchtweerstand. De parachute op de maan heeft geen remmend effect, omdat op de maan geen lucht (weerstand) is. Daardoor val je op de maan met of zonder parachute ongeveer even snel. (Antwoorden: a. 1e – b. 2e – c en d samen 3^e)

c. Proefje: Draait de aarde om de maan of andersom?

Maak ruimte en zorg voor een veilige plek. Twee kinderen, een zwaar en een licht kind, gaan met de tenen tegen elkaar staan, pakken de handen kruislings vast en gaan zo hard mogelijk draaien door te hangen en kleine stapjes met de voeten te maken. Wat zie je? De zwaarste zal in het midden komen te staan, terwijl de lichtste er om heen draait.

De aarde en de maan trekken beide aan elkaar. De maan is lichter dan de aarde. Daarom staat de aarde in het midden en draait de maan eromheen.

d. Klassengesprek over eb en vloed:

- Wat is eb?
- Wat is vloed?
- Als het bij ons vloed is, is het dan overal op aarde vloed?

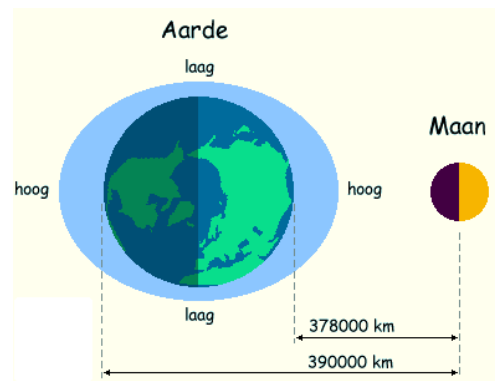
Er is op de aarde veel water. Dit water wordt bij de aarde gehouden door de zwaartekracht van de aarde. Daardoor stroomt het niet van de aarde weg.

Maar de maan trekt er ook aan en daarom gaat er meer water naar die kant van de aarde waar de maan het dichtst bij staat. Dit noemen we vloed. Ook gaat er meer water naar de kant van de aarde waar de maan juist niet staat. Dat heeft te maken met de draaiing van de aarde en de maan om elkaar.

Aan de overgebleven kanten is dan minder water, daar is het eb.

De maan draait ongeveer 1 rondje om de aarde per dag, dus dan wordt het 2 keer eb en 2 keer vloed.

Ook de zon trekt aan het aardwater. Meestal merk je dat niet, maar als de zon precies in dezelfde richting staat als de maan, krijg je een extra hoge vloed, dat noemen we springvloed.

**3. HET PRACTICUM**a. Werkblad 7, 8 A en 8 B: invullen in tweetallen en nabespreken.

Werkblad 7 toont dat de maan om de aarde draait, omdat de aarde zwaarder is. Maar ook dat alle planeten om de zon draaien, omdat de zon het zwaarst is. De werkbladen 8 A en 8 B laten zien hoe groot de maan, aarde en zon zijn. De kinderen voeren een gedeelte van de opdracht buiten op het schoolplein uit.

Handleiding leerkracht – Newton → Zwaartekracht Les 3

b. Werkblad 9: maak een balans

De leerlingen maken in tweetallen een balans en proberen deze uit. Gewicht is: hoeveel er van iets is, vermenigvuldigd met hoe hard er aan getrokken wordt door de aarde (zwaartekracht). Controleer of het draaipunt van de gemaakte balans soepel kan draaien. Het gat moet voldoende groot zijn voor de splitpen. Tip: leg iets tussen de spatels, voordat je splitpen open buigt.

c. Een andere manier om te wegen: de veerweegschaal

Laat de kinderen eerst in eigen woorden uitleggen hoe een balans werkt. (De zwaartekracht trekt aan beide kanten van de balans. Pas als de 'massa' aan iedere kant van de balans gelijk is, is de balans in evenwicht.)

Leg uit dat er nog een andere manier is om voorwerpen te wegen: met een veerweegschaal (zoals een personenweegschaal). Voer klassikaal dit proefje uit.

1. Maak enkele elastieken aan elkaar vast, door ze door te lussen. Hang deze elastieken met een haakje (verbogen grote paperclip) aan de bovenkant van het schoolbord.
2. Maak ook aan de onderkant van het elastiek nog twee van zulke haakjes.
3. Zet een streepje op het bord waar de onderkant van het elastiek is.
4. Hang een voorwerp (schoen) aan één van de haakjes.
5. Zet een streepje op het bord tot waar het elastiek nu uitrekt.
6. Leerlingen voorspellen: tot waar rekt het elastiek uit bij twee schoenen?
7. Probeer het uit.

4. EVALUATIE

Tijdens deze les hebben we kunnen zien dat de aarde aan alles trekt. Dit noemen we zwaartekracht. De maan, de planeten en de zon hebben ook zwaartekracht. Deze is niet hetzelfde als de zwaartekracht op de aarde. Zou de veerweegschaal op de maan gebruikt kunnen worden?

Werkblad 10: invullen en bespreken

De kinderen berekenen het gewicht van de astronaut op de maan en in de ruimte.

De zwaartekracht (g) op aarde noemen we 1. Ofwel $g = 1$.

Op de maan is de zwaartekracht 6 keer zo klein ($g = 1/6$.)

In de ruimte is de zwaartekracht 0 ($g = 0$).

Dus op de maan geeft de personenweegschaal aan: 10 kg. En in de ruimte: 0 kilo.

Maakt het uit wat voor weegschaal je gebruikt? Ja. Een balans zal op aarde en op de maan hetzelfde aangeven. Ook op de maan geeft de weegschaal 60 kg aan. Reden: de zwaartekracht trekt even hard aan de astronaut als aan het gewichtje.

Omdat Newton zoveel experimenten had gedaan en nachten door zijn sterrenkijker had gekeken, kon hij zijn krachtwetten opstellen. Daarmee kon hij als eerste verklaren waarom de maan niet naar beneden valt en hoe eb en vloed ontstaan. Zijn wetten zijn zelfs zo goed dat men, door goed te kijken naar de baan van de planeet Uranus, kon voorspellen dat er *nog* een planeet moest zijn *en* waar die moest staan. Toen ze op die plek gingen kijken, vonden ze Neptunus.

BENODIGDHEDEN

- lamp
- sinaasappel of schuimrubber balletje
- satéprikker
- knospeld
- groot vel papier
- plakband
- minimaal 2 spiegels
- glas water
- vel wit papier
- geribbeld glas
- oude CD
- bordenwisser
- liniaal
- plantenspuit
- vuilniszak
- theelepels
- klein beetje (koffie)melk
- per tweetal een kopie van werkblad 11 t/m 16

Licht is gewoon. Tot je erover na gaat denken. Stimuleer de leerlingen om vragen te stellen. Kinderen vinden alles in de wereld om zich heen heel gewoon. Ze kunnen zich verwonderen over dingen of verschijnselen. Maar ze vragen zich niet snel af, **wat** iets is, **waarom** het daar is en **hoe** het werkt. Het leren stellen van vragen staat daarom bij deze les centraal.

1. KLASSIKALE INTRODUCTIEa. Startvraag: Hoe ziet de wereld eruit zonder licht?

- Laat enkele leerlingen met een blinddoek door het lokaal lopen. Hoe is dat?
- De kinderen schrijven een opstel waarin ze fantaseren over een wereld zonder licht.
- Maak met de kinderen een woordweb op het bord of een groot vel papier.

b. Samen vragen leren stellen

Wat is donker? Welke kleur heeft dat? De kinderen hoeven geen antwoord te geven. Het is juist de bedoeling dat ze méér vragen gaan bedenken:

- Wat is licht?
- Waar komt het vandaan?
- Kun je licht zien?
- Kun je licht maken?

Schrijf het woord LICHT op een groot vel papier. Schrijf met de kinderen daar omheen de vragen die in hen opkomen. Misschien komen er tijdens de proefjes nog meer vragen bij. Probeer dit te stimuleren. Tijdens de evaluatie van de les kan er bekeken worden of er vragen zijn die beantwoord kunnen worden.

2. HET PRACTICUM

Op de werkbladen 11 t/m 16 staan proefjes.

Werkblad 11, 12 en 13 kunnen klassikaal uitgevoerd worden met de hulp van steeds een paar leerlingen. Laat de overige leerlingen telkens voorspellen wat er zal gebeuren. Dan wordt het proefje gedemonstreerd. Hebben de kinderen een goede voorspelling gedaan?

De proefjes van werkblad 14, 15 en 16 kunnen de leerlingen in kleinere groepjes uitvoeren in bijvoorbeeld een ontdekhoek. Wanneer je genoeg lampen tot je beschikking hebt, kun je ervoor kiezen om alle proefjes in circuitvorm neer te zetten.

Handleiding leerkracht – Newton → Licht

Les 4

Werkblad 11: Schaduwen makenWerkblad 12: Spiegelen

Vraag: Kan licht een bocht nemen?

Nee, dat kan niet. Licht gaat in een rechte lijn. Licht kan ook gespiegeld worden. Dit noemen we weerkaatsen. D.m.v. weerkaatsen kun je licht een bepaalde richting op laten gaan.

Werkblad 13: Kun je licht zien?

De lichtstraal zelf kun je niet zien. Onze ogen kunnen lichtbronnen zoals de zon of de lamp waarnemen. Wat onze ogen wel kunnen zien, zijn de dingen die door het licht beschenen worden. Wanneer je een bordenwisser uitklopt, komen er allemaal kleine stofdeeltjes in de lucht. Die stofdeeltjes worden beschenen door de lichtbundel. Omdat de stofdeeltjes zo klein zijn, lijkt het net of je de lichtstraal die van de lamp afkomt, kunt zien. Hetzelfde effect bereik je met een plantenspuit. Het kan zijn dat de kinderen het voor elkaar krijgen om een regenboog waar te nemen.

Werkblad 14: Waar komen de kleuren van de regenboog vandaan?

Wit licht bestaat eigenlijk uit meerdere kleuren licht. Het witte licht kun je ook weer uit elkaar halen. Een manier om licht uit elkaar te halen, is het licht door water heen te laten gaan. Elke kleur licht reageert hier anders op. Zo kun je de afzonderlijke kleuren zien waaruit het witte licht bestaat. We noemen dit ook wel het breken van het licht. Wat we zien, is het kleurenspectrum. Dat we dit kleurenspectrum ook bij een cd waarnemen ligt wat ingewikkelder. Dit heeft te maken met het speciale oppervlak van een cd. Het licht weerkaatst op de ribbels en geultjes en wordt daardoor in verschillende kleuren uit elkaar getrokken.

Werkblad 15: Wanneer kunnen we iets zien?

*De vraag die de kinderen na deze proef kunnen beantwoorden is: Welk voorwerp kaatst het meeste licht terug? Is dat een voorwerp met een lichte, heldere kleur? Of is het een voorwerp met een donkere kleur? Als voorbeeld kunnen we de maan nemen. De maan zelf geeft geen licht. Hij kaatst het licht van de zon terug. Hij doet hetzelfde als een spiegel, terwijl de maan geen spiegel is. Het zand van de maan kan licht terugkaatsen. Je kunt een voorwerp zien, als het licht wordt weerkaatst door dat voorwerp. Voorwerpen die niet het licht weerkaatsen naar onze ogen, kunnen we ook niet zien en noemen we zwart. Hier komen we terug bij onze grote startvraag. Wat is donker? Welke kleur heeft dat? We zeggen wel zwart, maar zwart is eigenlijk geen kleur. Het is donker als er geen licht wordt weerkaatst en onze ogen dus **niets** kunnen waarnemen.*

Laat leerlingen eens filosoferen over de stelling:

Als je naar de maan kijkt,
zie je eigenlijk het licht van de zon.

Handleiding leerkracht – Newton → Licht**Les 4**Werkblad 16: Een blauwe hemel

Als je heel goed kijkt, kun je zien dat het water er blauwig uitziet als je loodrecht op het wateroppervlak schijnt. In dit proefje zorgt de melk ervoor dat het water niet meer helder is en zichtbare deeltjes bevat. Het licht wordt door die deeltjes verstrooid. Blauw licht verstrooit het beste en daardoor lijkt het water blauw te kleuren.

Dit effect zien we als overdag de zon schijnt. Het licht van de zon wordt in de dampkring verstrooid door de vele deeltjes die zich in de dampkring bevinden. Dit kunnen stofdeeltjes zijn, maar ook kleine waterdruppeltjes.

Buiten de dampkring is er geen blauwe hemel. Als je op de maan zou staan, dan zie je een zwarte hemel. Op de maan is geen dampkring met daarin deeltjes die het licht zouden kunnen verstrooien.

Als de zon ondergaat, lijkt de lucht rood te kleuren. Het licht van de zon moet dan door de dampkring heen een langere weg naar onze ogen afleggen. Het blauwe licht verstrooit het beste en kan deze lange weg niet afleggen. Het rode licht kan dit wel.

**3. EVALUATIE**

Bekijk met de leerlingen de vragen nog eens die op het vragenvel staan. Zijn er vragen bij die nu beantwoord kunnen worden? Zijn er vragen die nog steeds geen antwoord kunnen krijgen? Hoe komt dit en hebben de leerlingen een idee hoe ze een antwoord zouden kunnen vinden op dit soort vragen?

Een vervolgles?

Kinderen kunnen aan de slag gaan met de vragen die nog geen antwoord hebben. Manieren om met die vragen aan de slag te gaan, kunnen zijn: zelf proefjes bedenken, iemand in de klas uitnodigen die veel van natuurkunde weet, zoeken op internet en vragen stellen bij www.willemwever.nl).

**AFSLUITING VAN DE LESSEN**

Niets leuker dan om je kennis door te geven! Maak met de kinderen een tentoonstelling over de lessen.

- Bekijk samen welke proefjes daarvoor geschikt zijn.
- Maak afspraken met collega's over het bezoek aan de tentoonstelling.
- Overleg met de leerlingen hoe ze de proefjes kunnen verduidelijken: door hun eigen mondelinge toelichting, met foto's, tekeningen en tekst met uitleg erbij.