

FYSICA

5e en 6e klas januari 2000

Werkwijze

Bij elk onderdeel:

1. Kijken en meedoen met de experimenten die de leerkracht uitvoert.
2. Zelf doen, individueel of samen met enkele kinderen.
3. Opschrijven wat er gebeurt, wat je gezien hebt. Verklaringen hoeven nog niet.
4. Kleine tekening als illustratie bij je tekst.

1. GELUID (AKOESTIEK)

1.2 LUISTEREN NAAR DE STILTE

De handen op de oren leggen en zo een tijd stil blijven zitten. Luisteren naar de geluiden in je hoofd. (Je hoort je bloedsomloop ruisen).

1.3 DE BUIK SPREEKT

Het hoofd op de buik van iemand anders leggen en dan geconcentreerd luisteren. Wat hoor je? (De spijsvertering). Je kunt ook net ervoor een glas water laten drinken. Ook eens luisteren ter hoogte van het hart.

1.4 DE KEEL TRILT

Twee vingers op het strottenhoofd, lichtjes dichtknijpen en dan zingen. Je voelt de keel trillen.

1.5 LIPPENTRILLING

Een blaadje aluminiumfolie tegen de lippen zetten en zacht zingen of neuriën.

1.6 TOONFONTEIN

Een gebogen plastic of aluminium buis nemen (bv. van een dampkap). Aan één kant de opening afsluiten met aluminiumfolie. Daar wat zout opleggen en dan aan de andere kant van de buis zingen of neuriën. Het zout wipt omhoog.

1.7 DE MUZIKALE LAT

Een houten lat op de rand van de tafel leggen zo dat een deel van de lat over de rand van de tafel uitsteekt. Het gedeelte op tafel bedekken met enkele zware voorwerpen (boeken) of er hard op drukken. Het overstekende gedeelte laten trillen.

1.8 LATGEJAMMER

Je bindt een touw aan een lat en zwiert die hevig rond. Je hoort dan een vrij luid gejammer of het zoemt als een heel dikke bij (zoals Jietske zei). Neem de nodige voorzorgen zodat er niemand gekwetst wordt.

1.9 LEPELKLOK

Hang een lepel met de steel min of meer in evenwicht aan het midden van een touw. De uiteinden van het touw duw je tegen je beide oren, de lepel laat je ergens tegen botsen. Het geluid is als dat van een klok

1.10 HET BEEST IN DE DOOS

Een kartonnen doos. Maak een touw vast door een gaatje. Span het touw (niet te hard) en wrijf er nu over met de vinger. Het geluid is als dat van een wild beest dat in de doos zit.

1.11 FLESSEN EN BUIZEN MET KLANK

Op verschillende soorten flessen en buizen blazen. Blaas over de rand van de opening.

- 1.12 **KLINKEND RIET**
Neem een stukje riet (drankrietje of echt riet). Duw een uiteinde plat en snij de twee zijkanten wat in. Dan erop blazen. Dit klinkt als een hobo of een schalmei.
- 1.13 **MUZIKALE DUIMEN**
Een stukje zijdepapier of een grasspriet tussen de twee duimen houden en erop blazen.
- 1.14 **HANDENFLUIT**
Van de handen een bol maken. Dan op de knokkels van de duimen blazen.
- 1.15 **MUZIKALE BALLON**
Een ballon opblazen. Met de vingers de teut lichtjes samendrukken en de ballon laten leeglopen.
- 1.16 **BLIKKEN TELEFOON**
Neem twee blikken. Maak in de bodem een gat en trek er een ijzerdraad door. Goed aanspannen. Nu kan je telefoneren. Je voelt de ijzerdraad ook trillen.
- 1.17 **TRILLINGEN ZIEN**
Een wijnglas met water vullen (gedeeltelijk). Met een vochtige vinger over de rand wrijven. Je ziet de trillingen in het water en je hoort het geluid.
- 1.18 **DE STEMVORK HOREN, ZIEN EN VOELEN**
- 1.18.1 Bij het oor (niet ertegen): hier horen we de klank van de stemvork zoals een muzikant dit hoort.
 - 1.18.2 Tegen het oor: hier horen we de klank van de stemvork nog beter.
 - 1.18.3 Op de schedel: ook hier horen we de klank zeer duidelijk.
 - 1.18.4 Tegen de tanden: ook zo horen we de klank. Maar als we de beide uiteinden van de stemvork tegen de tanden houden, voelen we ook de trilling.
 - 1.18.5 Tegen de lippen: de beide uiteinden zacht tegen de lippen houden: je voelt de trilling zéér goed.
 - 1.18.6 Tegen de neus: de beide uiteinden lichtjes in de neusgaten steken. Je voelt de trilling dan heel hevig.
 - 1.18.7 op water: je ziet de trilling.
 - 1.18.8 Grote en kleine stemvork: hoe groter de stemvork, hoe groter de trillingen op het water.
- 1.19 **CHLADNISCHE FIGUREN (trillingen zien)**
Een glazen plaat nemen en in het midden ondersteunen. Leg zout op het glas. Dan met een strijkstok (niet te veel colofonium (vioolhars) gebruiken!) tegen de rand van de glasplaat strijken met de strijkstok. Je hoort geluid en je ziet hoe het zout bepaalde figuren maakt.
- 1.20 **DE BLOKFLUIT ANDERS GEBRUIKT (vanaf dit experiment komt er verschil in toonhoogte, wat tot hiertoe nog niet van belang was)**
- 1.20.1 Als rietinstrument: een bolletje Pritt of bijenwas nemen en in de opening van de buis van de blokfluit steken, met een rietje erdoor. Nu kan je spelen zoals op een hobo.
 - 1.20.2 Als trompet: op de buis van de blokfluit blazen zoals op een trompet. De vingeropeningen van de blokfluit kunnen de toon min of meer beïnvloeden.
 - 1.20.3 Als dwarsfluit: Blokfluit zonder mondstuk horizontaal houden. De smalle kant, het duimgat en het gat dichtst bij het toegestopte uiteinde dichtstoppen.

Op de tweede vingeropening blazen zoals op een dwarsfluit. De andere vingergaten kunnen gebruikt worden om de toon te beïnvloeden.

- 1.21 **BUIZEN BLAZEN HOOG EN LAAG** (*toonhoogte waarnemen*)
Vul een fles gedeeltelijk met water. Steek een buis erin en blaas erop zoals op een panfluit of een dwarsfluit. Hoe meer water in de fles hoe ... de toon.
- 1.22 **REKKERHARP** (*toonhoogte waarnemen*)
Neem een houten kistje. Gebruik een potlood of een latje als kam en span er rekkers over. Die rekkers kan je bespelen met de hand of met een plectrum.
- 1.23 **FLESSEN KLINKEN HOOG EN LAAG** (*toonhoogte waarnemen*)
Flessen met water vullen. Veel water en geleidelijk minder water. Sla tegen de flessen (bijvoorbeeld met een lepel). Hoe evolueert de toon?
- 1.24 **WIJNGLAZEN KLINKEN HOOG EN LAAG** (*toonhoogte waarnemen*)
Vul een reeks wijnglazen met steeds meer water. Wrijf daarna over de rand. Hoe evolueert de toon?
- 1.25 **TOONLADDERS MAKEN** (*toonhoogte waarnemen en muzikaal toepassen*)
Met flessen en met wijnglazen. De flessen gebruik je als slagwerk, de glazen dienen om over te wrijven. Oefen net zolang tot er een melodie ontstaat.
Hiervoor neem je 8 dezelfde flessen (dat wil zeggen 8 flessen met dezelfde klank als ze leeg zijn). Vul ze nu op verschillende hoogtes met water en tik ertegen. Bouw zo een toonladder op. Speel een lied op de flessen.
- Met 8 wijnglazen doe je hetzelfde: neem 8 wijnglazen met dezelfde klank als ze leeg zijn. Vul nu 1 glas tot de rand met water: dit wordt de grondtoon. Vul de andere nu steeds iets minder tot er een toonladder ontstaat. Bij de wijnglazen moet je over de rand wrijven om de toon te horen. Speel een lied op de wijnglazen.
- 1.26 **HET GROTE BUIZENKLOKKENSPEL** (*toonhoogte waarnemen*)
Diverse buizen uit koper of inox ophangen en ertegen slaan met een houten hamer. Hoe is de toon bij lange buizen, bij korte buizen, bij dikke buizen, bij smalle buizen?
Als 2 buizen even lang zijn, maar de dikte is verschillend, hoe zijn dan de tonen?
Als 2 buizen even dik zijn, maar de lengte is verschillend, hoe zijn dan de tonen?
- 1.27 **HET MONOCHORD** (*toonhoogte waarnemen en de opbouw van de toonladder via de intervallen*)
De onderverdeling van het monochord:
- | | |
|--------------------------------------|--|
| Grondtoon: de hele snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 30 cm |
| Octaaf: $\frac{1}{2}$ van de snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 15 cm |
| Kwint: $\frac{2}{3}$ van de snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 20 cm |
| Kwart: $\frac{3}{4}$ van de snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 22,5 cm |
| Sext: $\frac{3}{5}$ van de snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 18 cm |
| Terts: $\frac{4}{5}$ van de snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 24 cm |
| Septiem: $\frac{8}{15}$ van de snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 16 cm |
| Secunde: $\frac{8}{9}$ van de snaar | bij een snaarlengte van 30 cm is dat 26,6 cm |
- Een lied spelen op het monochord (bv: Altijd is Kortjakje ziek)

- 1.28 **HET KLOKKENSPEL VAN BUIZEN**
De buizen zijn volgens de juiste verhoudingen afgezaagd, en zijn allemaal even dik. Hoe komt het dat de tonen niet juist zijn? Omdat de buizen niet perfect zijn: er zitten oneffenheden in. Koperen buizen (loodgieterij) zijn volgens de juiste verhouding van de intervallen afgezaagd. Toch klopt de toonladder niet. Hoe komt dat?
- 1.29 **DE CITER**
Speel een lied op het instrument, en speel diezelfde melodie ook op enkel en alleen de onderste snaar door gebruik te maken van de eigenschappen van het monochord.
- 1.30 **DE BLOKFLUITENFAMILIE**
Vergelijk de lengte van de verschillende fluiten. Een sopraan is $\frac{2}{3}$ van een alt (= kwint) en $\frac{1}{2}$ van de tenor (= octaaf) (de verhoudingen zijn niet exact, wegens de lengte van het mondstuk en het verschil in diameter van de buis, maar ze zijn wel tamelijk juist).
Hoe lang zal de bas zijn ten opzichte van de alt? Ten opzichte van de tenor?
Teken de hele blokfluitfamilie en zet erbij welk toon de grondtoon is.
Garkleinflötlein (C) - sopranino (F) - sopraan (C) - alt (F) - tenor (C) - bas (F) - grootbas (C) - grootgrootbas (F)

2. LUCHT (AËRODYNAMICA)

- 2.1 **EEN KIND OMHOOG BLAZEN**
Leg een plastic zak op tafel. Laat daarop een kind zitten. Blaas nu de plastic zak op: het kind gaat omhoog.
- 2.2 **DE FIETSBAND**
Hoeveel gewicht kan lucht dragen: dit is niet direct een proef, maar veeleer een overzicht van wat de kinderen al bij ervaring weten over luchtdruk.
- 2.3 **DE LUCHT UIT DE FLES POMPEN**
Met een speciaal pompje (zoals gebruikt voor wijnflessen - je vindt het dan ook in de wijnafdeling van supermarkten) kan je de lucht uit een fles zuigen. Je kan dan ook laten horen hoe de lucht terug in de fles komt.
- 2.4 **LUCHT UIT DE VULPENDOP ZUIGEN**
Uit de dop van een vulpen kan je zelf met de mond de lucht zuigen. Als je die dop dan laat bewegen over de vingers of de kaken, krijg je speciale effecten. De huid daarvoor eerst nat maken met speeksel.
- 2.5 **HET POMPOENPISTOOL**
Neem een stuk pechelbuis (plastic buis voor elektriciteitsdraden)
Snijd een pompoen (of aardappel) in dikke schijven.
Druk met de buis rondjes uit de pompoenschijf
Dat schijfje zit nu vooraan op de buis. Hou je duim op de achterkant van de buis, zodat de buis daar afgesloten is. Duw met een stokje het pompoenschijfje zo diep mogelijk in de buis, richt nu de buis omhoog, met de duim naar voren en laat los.
- 2.6 **GLAZEN AANEENLIJMEN MET LUCHT**
Neem 2 even grote glazen. Zet ze omgekeerd op elkaar met een gummiring ertussen (van een weckpot) De gummiring een beetje vochtig maken.

Laat in het onderste glas een theelichtje branden. Van zodra het theelichtje dooft, plakken de 2 glazen aan elkaar.

2.7 GROTE EN KLEINE COMPRESSOR (doe hiermee enkele willekeurige proeven, als je over een compressor beschikt; indien niet, laat je dit weg)

Compressor in speelgoed (LEGO)

Kleine compressor (bijvoorbeeld voor een schilderpistool)

Grote compressor

2.8 DE RAKETBALLON

Een ballon opblazen en plots loslaten.

2.9 DE STERKE KRANT

Leg een krant opgevouwen op tafel.

Leg een stokje onder de krant en laat het over de tafelrand uitsteken.

Sla nu kort en krachtig op het stokje. Het stokje breekt. De luchtdruk op de krant biedt voldoende druk om het stokje tegen te houden, zodat het niet van tafel valt, maar breekt.

De krant scheurt niet.

2.10 WATER STROOMT OMHOOG

Neem een schoteltje. Neem een glas, zet er een theelichtje onder en zet dat zo op het schoteltje. Doe water in het schoteltje. Het theelichtje dooft en het water in het glas stijgt.

2.11 DE BAROMETER

Zet een fles met brede hals, gevuld met water, omgekeerd op een schoteltje. Zo heb je een barometer. Bij hoge luchtdruk (meestal mooi weer) stijgt het water in de fles, bij lagedruk (slecht weer) daalt het water. Deze proef loopt over meer dan één dag.

2.12 SNELLE LUCHT (de luchtdruk daalt)

Hang twee mandarijntjes (of ander fruit of voorwerp) naast elkaar op. Ze mogen elkaar niet raken. Blaas er nu tussendoor en de twee mandarijntjes komen naar elkaar toe.

Je houdt twee bladen papier in je handen, zodat de bladen verticaal naast elkaar hangen zonder elkaar te raken. Blaas er nu zachtjes tussendoor. De bladen gaan elkaar opzoeken.

Neem een papier. Vouw het in 2. Zet het dan op tafel open zoals een tent. Blaas er nu onderdoor en de tent zakt in.

2.13 WARME EN KOUDE LUCHT

Met een brandende kaars langs een deuropening gaan: bovenaan gaat de vlam een andere kant op dan beneden. Hoe komt dat?

2.14 WARME LUCHT STIJGT

Teken een cirkel op een blad papier. Snij die uit. Knip er nu een spiraal in en zet het middelpunt bovenop een satéstokje. Zet het geheel boven een verwarmingselement.

3. WARMTE

3.1 WRIJVINGSWARMTE

MOUW: Wrijf met je hand over de mouw van je wollen trui

TOUW: Neem een wollen draad. Wrijf erover: hij wordt warm.

FLES + TOUW: leg een touw niet te strak om de hals van een fles. Trek aan het touw zodat het loskomt: de hals van de fles wordt warm.

3.2 WARMTE STIJGT, KOUDE DAALT

Vul een fles met warm water en een fles met koud water.

In de fles met warm water doe je wat kleurstof.

Giet nu het warme water voorzichtig in het koude.

Het warme water (gekleurd) blijft boven.

3.3 WARMTEGELEIDING

Neem vier even lange staven koper, ijzer, aluminium en hout. Laat een kind de koperen staaf aan een uiteinde vasthouden, een ander kind houdt de ijzeren staaf vast, nog een ander de staaf uit aluminium en een vierde houdt de houten staaf vast. Verwarm nu de vrije uiteinden en meet de tijd die nodig is voor elk kind de warmte in de staaf voelt.

3.4 BRANDBAARHEID

Papier en hout. Steek een stuk van elk in brand en zie welk van de twee het snelste in brand schiet. Nemen we een stuk plastic, dan zien we dat het niet brandt, maar smelt. De kinderen kunnen nog andere materialen laten testen op brandbaarheid.

3.5 BRANDBAARHEID VAN VLOEISTOFFEN (deze proef doe je buiten en op veilige afstand van de kinderen)

Water

Olie

Benzine

Petroleum

Alcohol

3.6 DE BRANDENDE FRIETKETEL: (Water laten branden). **VOORZICHTIG EN AFSTAND HOUDEN!!**

Vul een oude (friet)ketel met diverse soorten afgedankt vet, olie, kaars, paraffine enz.

Gooi er een vod in en zorg dat er een stukje van de vod boven de vloeistof uitsteekt.

Steek de vod nu in brand, en laat het geheel eerst goed heet worden. Dan spuit je er vanop een afstand met een waterpistool of plantensproeier water in. Zo veroorzaakt water een hevig vuur.

3.7 WARMTE EN KOUDE ZELF VOELEN

Vul drie bakken met water. In de ene bak heet water, in de middelste lauw en in de derde koud. Ga nu met je handen voelen. Eerst in de warme bak en onmiddellijk daarna in de lauwe bak. Doe dat even later ook zo: eerst in de koude en onmiddellijk daarna in de lauwe. Wat blijkt? De ene keer lijkt lauw water koud, de andere keer lijkt het warm.

3.8 UITZETTEN EN KRIMPEN. DE THERMOMETER

Leg een stuk koperen buis in de diepvriezer. Haal de buis er na een dag uit en meet de buis. Verwarm de buis nu met een gasbrander en meet opnieuw.

Dit kun je ook zichtbaar maken op deze manier:

Leg de koperen buis op twee steunen op tafel. Op enkele millimeter van het einde van de buis zet je een bel of iets anders dat goed klinkt. Of installeer er een gevoelige drukknop voor een elektrische bel. Verwarm nu het andere uiteinde van de buis. De buis zet uit en raakt de bel.

3.9 IJS ZET UIT

Vul twee flessen (bokalen) tot de rand met water en zet ze in de diepvriezer. De ene fles zonder deksel, de andere met. Bekijk de volgende dag het resultaat.

3.10 DOORGESNEDEN

Neem een blok ijs. Hang er een ijzeren draad over die aan twee zijden verzaagd is. De draad snijdt door het ijs, terwijl het ijs toch één geheel blijft.

Als het ijs te koud is (bv uit de diepvriezer bij -18°) dan lukt het niet zo goed. Ook als het buiten te hard vriest, lukt het niet goed.

3.11 WARME EN KOUDE LUCHT ZELF MAKEN

Neem een blad papier en rol het tot een lange trechter. Als je aan de brede kant blaast, komt er koude lucht uit, als je aan de smalle kant blaast komt er warme lucht uit.

4. EVENWICHT

4.1 VALT DE LAT ?

Neem een lat en hou er één vinger onder. Verschuif de vinger tot de lat valt.

4.2 VORKEN IN EVENWICHT

Steek twee vorken tegenover elkaar in de zijkant van een kurk. Steek een naald in de onderkant van de kurk en zet die naald nu bovenop een fles of een ander voorwerp. De kurk blijft in evenwicht dankzij de vorken (het zwaartepunt ligt laag).

4.3 DE KLEINSTE TREKT DE GROOTSTE OM

Laat iemand die lang van gestalte is met de rug tegen een muur staan. Ook de hielen moeten de muur raken. Een veel kleinere persoon kan nu de grote omver trekken.

4.4 EVENWICHTSKUNSTENAARS

Oefen met een borstel op je vinger, op je neus, op je kin. Hoe zwaarder of hoe langer het voorwerp, hoe gemakkelijker het evenwicht wordt bewaard.

5. TRAAGHEID (INERTIE)

5.1 GLAS OP PAPIER

Leg een blad papier op een vlakke tafel. Zet er een glas op. Trek nu het blad snel weg.

5.2 GELD IN DE FLES

Neem een fles met een brede hals. Leg er een blad papier op en daarop een geldstuk. Trek nu het blad papier weg. Het geldstuk valt in de fles.

5.1 HET WATER BLIJFT IN DE EMMER

Zwier een emmer rond: het water blijft erin. Zoek uit hoe traag/snel je moet draaien om het water erin te houden (middelpuntvliedende kracht).

6. ACTIE - REACTIE

6.1 KNIKKERSPEL

Leg een aantal knikkers op een rij tegen elkaar. Laat er nu langs één kant een knikker tegenaan rollen. Aan de andere kant gaat er dan 1 knikker weggrollen.

7. HEFBOMEN (MECHANICA)

7.1 LOOD OPHEFFEN

Maak met een potlood en een lat een soort wiplank. Leg nu aan een kant een blok lood (loodband) erop. Duw op de andere kant van de lat om het lood op te heffen.

Onderzoek hoe het gaat als het steunpunt mooi in het midden is, als het steunpunt ver van het lood is, en als het steunpunt dichtbij het lood is.

7.2 BLOKKEN OPHEFFEN

Idem als 7.1. Maar nu met grote houtblokken (stukken boomstam), dikke plank en stevig steunpunt. Alles moet voldoende groot zijn om er met 1 of 2 kinderen op te staan. Dit experiment moet buiten in de tuin gebeuren.

7.3 DE KRUIWAGEN

Laat een kind in een kruiwagen zitten. Een ander kind moet rijden. Hoe gaat dat als het kind vlak boven het wiel zit? En hoe is het als het kind vlak bij de handvaten zit?

8. KATROLLEN (MECHANICA)

8.1 EEN EMMER WATER OPHEFFEN

Installeer drie systemen.

1. Een emmer water omhoog trekken van op een hoogte, met een touw.
2. Een touw gewoon over een wiel laten lopen.
3. Een touw over een katrol (dubbel of met 4 wielen)

Wat gaat het gemakkelijkst?

9. MAGNETISME

9.1 HET KOMPAS

Een naald magnetisch maken door tegen een magneet te wrijven. Door een dun schijfje kurk steken (of erop leggen). Leg dat nu op water. Wat gebeurt er?

Dit is ook mogelijk met een pennetje (ballonpen of kroontjespen) (eerst magnetisch maken).

9.2 AANTREKKELIJK EN AFSTOTELIJK

Zoals de houten speeltreintjes. Gelijke polen stoten elkaar af, tegengestelde polen trekken elkaar aan. Dit kun je met speeltreintjes heel goed demonstreren.

9.3 DE MAGNEET ONDER DE TAFEL

Leg een naald of iets anders op tafel. Hou een magneet onder de tafel en beweeg ermee.

9.4 EEN ELEKTROMAGNEET MAKEN

Neem een dikke schroef of een stuk ijzer. Wind er geïsoleerde koperdraad rond.

Verbind de twee uiteinden van de koperdraad met de twee polen van een batterij. Houd nu de ijzeren pen of schroef boven een bak met nagels.

Wat gebeurt er als er stroom doorgaat? Wat gebeurt er als er geen stroom doorgaat?

9.5 IJZER OF STAAL?

Dat kan je zien als je er met een magneet overheen gaat. IJzer verliest zijn magnetisme onmiddellijk, staal blijft magnetisch. Je kan deze proef doen met een bakje nagels en een bakje spelden of naalden.

9.6 MAGNETISME LATEN VERDWIJNEN

Staal (naald of speld) dat magnetisch is, kan gedemagnetiseerd worden door het te verwarmen of door erop te kloppen met een hamer.

9.7 MAGNETISME ZICHTBAAR MAKEN

Hou een magneet boven een blad dat met ijzervijlsel is bestrooid.

Hou een magneet onder een blad dat met ijzervijlsel is bestrooid.

10. LICHT (OPTICA)

10.1 DE NATUURLIJKE LENS

Laat een druppel water op een stuk glas vallen en kijk erdoor.

10.2 HET WATERVERGROOTGLAS

Neem een glas. Span er heel strak een cellofaanblaadje over. Vul nu het cellofaan met water. Je krijgt een uitstekend vergrootglas. Als je op voorhand iets in het glas legt, kan je het door dit vergrootglas bekijken.

10.3 EEN VAAS ALS LENS

Vul een ronde vaas met water en kijk door de zijkant van de vaas naar een voorwerp.

10.4 HET BRANDPUNT VAN DE LENS

Zoek met een vergrootglas dat je in de zon houdt het kleinst mogelijke lichtbundeltje dat je op een blad kan maken. Het blad gaat dan in brand schieten. Die plek noemt men dan ook het brandpunt van de lens.

10.5 VUUR MAKEN MET IJS

Vul een glas met water. Laat het bevriezen in de diepvriezer (maar zorg dat er geen luchtbelletjes in het water zitten). Haal het eruit en gebruik het in de zon zoals een vergrootglas. Een blad dat je erachter houdt gaat in brand schieten.

10.6 BREKING VAN LICHTSTRALEN, DE BRANDSTICHTENDE BOL

Leg een glazen bol in de zon. Je ziet dan dat de stralen van de zon zich bundelen op 1 plek. Net als bij een lens. *Ik vertel bij deze proef hoe mijn huis bijna in brand vloog door een glazen bol die op de vensterbank lag. Toen de zon erop scheen, verschroeide de houten vensterbank en steeg er rook op. Gelukkig was ik in de kamer waar dit gebeurde en kon ik onmiddellijk ingrijpen.*

10.7 TOEPASSINGEN VAN LENZEN

Bril, fototoestel, camera, verrekijker, sterrenkijker, periscoop e.a.

10.8 SPIEGEL

Ga voor een spiegel staan, of houd een voorwerp voor een spiegel. Wat valt er op? Is een afbeelding in een spiegel hetzelfde als een afbeelding op een foto?

10.9 DE ONEINDIGE GALERIJ

Ga tussen twee spiegels staan. Hoeveel keer kan je jezelf nu zien? Dit kan je ook doen met een voorwerp dat je tussen de spiegels legt. Hoeveel keer zie je het voorwerp?

10.10 DE OMKERENDE SPIEGEL

Zet 2 spiegels zo tegen elkaar alsof ze een tent vormen. Nu zie je alles omgekeerd.

10.11 DE VIRTUELE KUBUS

Met drie spiegels en drie stokjes kan je een virtuele kubus maken. Leg een spiegel op tafel, zet de twee andere spiegels in een rechte hoek rechtop tegen de eerste spiegel. Zet nu de drie stokjes in de hoek. De kubus is klaar.

10.12 SPIEGELSCHRIFT

Hou een tekst voor de spiegel
Schrijf zelf een tekst in spiegelschrift, met behulp van een spiegel.

10.13 DE CALEIDOSCOOP

Snij een spiegel in drie stukken (met een glassnijder) zet ze nu in een driehoek tegen elkaar en kijk erdoor.

10.14 DE PERISCOOP

Maak een buis van planken, met een knik onderaan en bovenaan. In de hoeken zet je spiegeltjes.

10.15 HET PRISMA

Een prisma breekt het licht. Als je nu door een prisma kijkt naar een zwart voorwerp op een lichte achtergrond, dan zie je op de scheiding tussen licht en donker kleuren. Hoe verlopen die kleuren?

Wat gebeurt er als de achtergrond zwart is, en het voorwerp is wit?

10.16 LICHTBREKING

Vul een glas met water, steek er een stokje in.

10.17 DOOR JE HAND KIJKEN

Hou een buis naast je hand. Kijk met een oog door de buis en met het andere oog naar je hand.

10.18 HET SLAPPE POTLOOD

<https://www.cielen.eu/fysica-menskunde-oog-slap-potlood-optische-illusie.jpg>

De volgende proeven van dit hoofdstuk kun je ook doen in een periode menskunde (over de zintuigen: het oog).

10.19 ZET DE VOGEL IN ZIJN KOOI

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-zet-toekan-in-kooi-optische-illusie.jpg>

- 10.20 ZIE VIERKANTEN DIE ER NIET ZIJN. HOEVEEL?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-hoeveel-vierkanten-optische-illusie.jpg>
- 10.21 IS DIT EEN VIERKANT?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-vierkant-of-niet-optische-illusie.jpg>
- 10.22 IS DIT EEN RING?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-soort-ring-van-mobius-optische-illusie.jpg>
- 10.23 LOPEN DEZE LIJNEN EVENWIJDIG AAN ELKAAR?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-evenwijdig-of-niet-optische-illusie.jpg>
- 10.24 WELKE MAN IS HET GROOTST?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-welke-man-is-het-grootst-optische-illusie.jpg>
- 10.25 ZOEKPRENTEN
- 10.25.1 Zoek elf gezichten.
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-elf-gezichten-optische-illusie.jpg>
- 10.25.2 Waar is de tweede auto?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-waar-is-tweede-auto-optische-illusie.jpg>
- 10.25.3 Drie indianen op de loer.
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-drie-indianen-op-de-loer-optische-illusie.jpg>
- 10.25.4 Waar is de president van de USA?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-waar-is-de-president-optische-illusie.jpg>
- 10.25.5 Waar is het meisje?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-waar-is-het-meisje-optische-illusie.jpg>
- 10.25.6 Zoek de zwarte stip.
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-zoek-de-zwarte-stip-optische-illusie.jpg>
- 10.26 3D - DE VISSEN IN GEVAAR
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-3-d-vissen-optische-illusie.jpg>
- 10.27 3D - WAAR IS DE BAL?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-3-d-basket-optische-illusie.jpg>
- 10.28 WAT IS ER AAN DE HAND MET DE EIEREN?
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-een-ei-meer-een-ei-minder-optische-illusie.jpg>
<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-een-ei-meer-een-ei-minder-optische-illusie.pdf> (uitleg)

11. ELEKTRICITEIT

11.1 WRIJVINGSELEKTRICITEIT

Neem een vel cellofaan, wrijf erover en houd het boven je hoofd. Het kan ook met een plastic tas of met een kam enz.

11.2 DANSENDE SNIPPERS EN KURKJES

Leg wat snippers papier in een doosje. Dek het doosje af met cellofaan. Wrijf erover.

11.3 DE MOEDWILLIGE SUIKERBOLLETJES

Neem een lp (vinylplaat), leg er suikerbolletjes op. Tik er nu met een potlood tegen.

11.4 KOM TERUG NAAR BENEDEN, BALLON!

Blaas een ballon op. Wrijf er goed over en laat hem los. Hij gaat tegen het plafond hangen.

11.5 DE GEHOORZAME WATERSTRAAL.

Wrijf een voorwerp uit plastic (bv een kam, een bic of vulpen) of een ander materiaal. Hou het nu bij een dunne waterstraal.

ENKELE BLADZIJDEN UIT EEN PERIODESCHRIFT FYSICA

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-spiegels-hanna-jacoba-01.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-spiegels-hanna-jacoba-02.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-lenzen-hanna-jacoba-03.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-lenzen-lichtbreking-hanna-jacoba-04.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-kleuren-licht-duister-hanna-jacoba-05.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-kleuren-regenboog-hanna-jacoba-06.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-kleuren-hanna-jacoba-07.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-zwartwittekenen-diverse-volumes-hanna-jacoba-08.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-zwartwittekenen-kubus-hanna-jacoba-09.jpg>

<https://www.cielen.eu/fysica-optica-lichtleer-zwartwittekenen-halve-bol-hanna-jacoba-10.jpg>