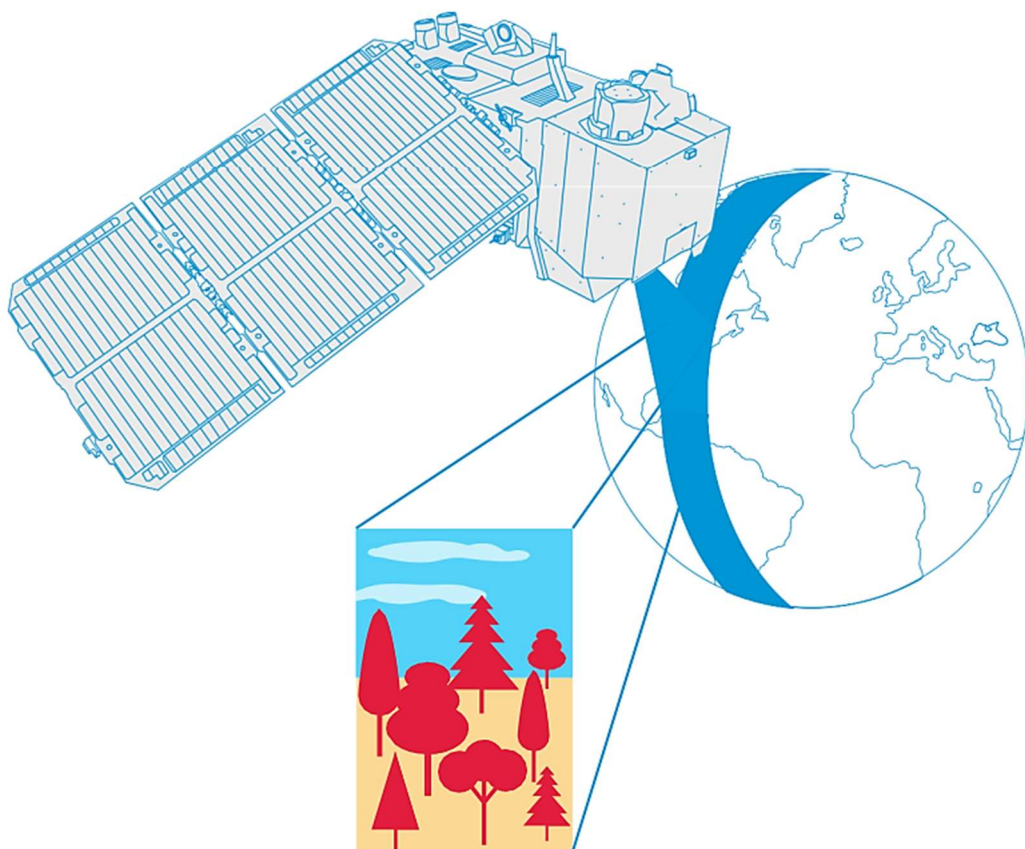


Infrarood webcam hack

→ INFRAROOD WEBCAM HACK

Infrarood licht gebruiken om de wereld op een nieuwe manier te observeren



Inhoud

Info over het lespakket.....	3
Eindtermen	5
Activiteitenoverzicht.....	6
Inleiding	7
Aarde vs. Andere planeten	9
Machten van 10	11
Wetenschappelijke schrijfwijze:	14
Prefixen	18
Achtergrond bij de inleiding.....	21
Activiteit 1: De webcam hacken	24
Activiteit 2: Objecten bekijken met een infraroodcamera	26
Activiteit 3: Kijken naar de aarde in infrarood licht.....	29
Leerlingopdracht – Infraroodcamera en Filters.....	34
Toepassingen van infrarood licht.....	37
Moeilijke woorden verklaring:.....	41
Wat is licht & aanverwanten:.....	43
Bibliografie.....	48

Info over het lespakket

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 7)

Infrarood licht gebruiken om de wereld op een nieuwe manier te observeren

Info over het lespakket

Vakken: Fysica, Aardrijkskunde

Doelgroep: 1 ste graad A- en B-stroom, 2de graad doorstroom en dubbele finaliteit

Moeilijkheid: middelmatig

Lestijd: 30 minuten per activiteit

Kost: middelmatig (10-30 euro per groep)

Locatie: binnenruimte met zonlicht

Benodigdheden: webcam en computer (benodigdheden voor de proeven staan vermeld bij de proeven)

Sleutelwoorden: Aardobservatie, Infrarood licht, Satelliet beelden, Fysica, Aardrijkskunde.

Korte beschrijving

Deze reeks van drie activiteiten zal de leerlingen in staat stellen het elektromagnetische spectrum te begrijpen en infrarode straling waar te nemen door een goedkope webcam aan te passen. Er wordt besproken hoe infraroodstraling kan worden gebruikt om informatie te verkrijgen die met zichtbaar licht niet beschikbaar is. De leerlingen zullen ook satellietbeelden analyseren en zo begrijpen waarom het nuttig is om in infrarood te "zien".

Lesdoelen

- De verschillende soorten elektromagnetische straling identificeren.
- Beschrijf verschillende toepassingen van infraroodstraling.
- Op internet beschikbare hulpmiddelen gebruiken om satellietgegevens te verzamelen en te analyseren.
- Begrijpen hoe infrarood licht kan worden gebruikt om de gezondheid van vegetatie te monitoren.
- Valse kleur en ware kleur satellietbeelden identificeren.

Eindtermen

- ☐ **LPD 1:** De leerlingen onderzoeken natuurlijke, ruimtelijke en technische systemen in STEM-contexten.
- ☐ **LPD 7:** De leerlingen illustreren de relatie tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling'.
- ☐ **LPD 8:** De leerlingen doen in concrete situaties voorstellen om een veiligheidsrisico te verminderen.
- ☐ **LPD 9:** De leerlingen verzamelen en verwerken op een gestructureerde manier data.
- ☐ **LPD 10:** De leerlingen gebruiken wiskundige concepten en vaardigheden om STEM-vraagstukken op te lossen.
- ☐ **LPD 11:** De leerlingen ontwerpen en realiseren een product, proces of systeem op basis van een behoefte of probleem.
- ☐ **LPD 12:** De leerlingen testen en evalueren een gerealiseerd product, proces of systeem en verbeteren het waar nodig.
- ☐ **LPD 20-22** (Communicatie- en informatietechnologie): De leerlingen leren over informatiesystemen, telecommunicatie en computers, wat relevant is voor het werken met een infrarood webcam.
- ☐ **LPD 17-19** (Mechatronica): De leerlingen leren over besturingstechnieken en elektronica, wat essentieel is voor het modifieren van hardware zoals een webcam.
- ☐ **LPD 25** De leerlingen onderzoeken een product dat voldoet aan behoeften en eisen.

Activiteitenoverzicht

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 11, LPD 12)

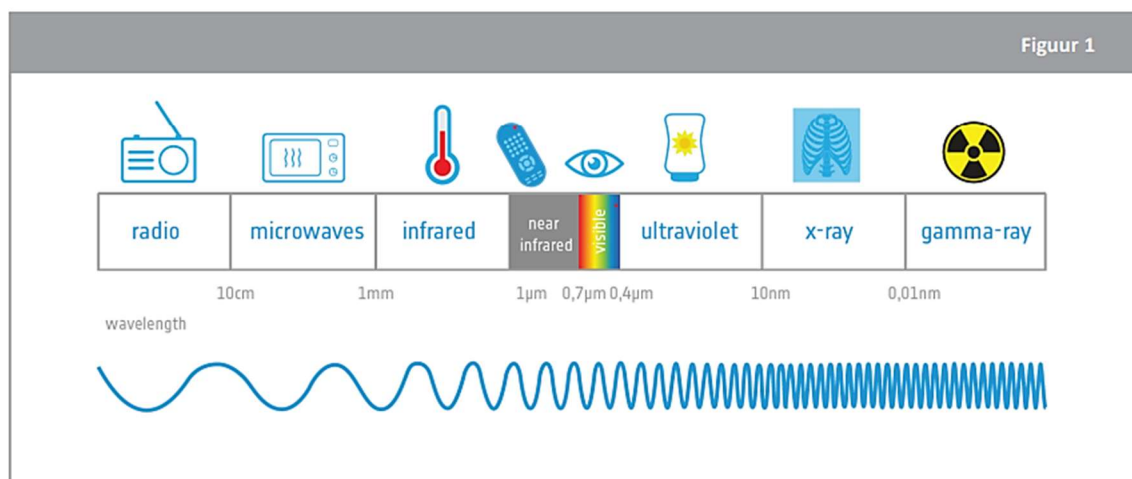
Activiteitenoverzicht					
	titel	omschrijving	resultaat	vereisten	tijd
1	De webcam hacken	Om een webcam zo aan te passen dat hij in nabij-infrarood licht ziet in plaats van in zichtbaar licht.	Een Infrarood webcam	Geen	30
2	Objecten bekijken met een infrarood-camera	Verschillende soorten voorwerpen bekijken, zowel in zichtbaar als in bijna-infrarood licht.	Verschillende toepassingen van infrarood licht vaststellen en begrijpen hoe infrarood licht kan worden gebruikt om informatie te achterhalen die met zichtbaar licht niet beschikbaar is.	Voltooing van activiteit 1	30
3	Kijken naar de Aarde in infrarood licht	Analyseren van satellietbeelden in ware kleuren en deze vergelijken met beelden in valse kleuren die het nabij-infrarode licht zichtbaar maken.	Begrijpen hoe infrarood licht kan worden gebruikt om de gezondheid van vegetatie te monitoren en waarom het nuttig is om in infrarood te "zien".	Geen	30

Inleiding

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 9, LPD 20-22)

Het elektromagnetisch spectrum categoriseert de elektromagnetische straling die bestaat, met inbegrip van infrarode straling (figuur 1). De meeste elektromagnetische straling die door de zon wordt uitgezonden, wordt door de atmosfeer van de aarde weerkaatst of geabsorbeerd. Sommige straling, zoals zichtbare straling, radiogolven en een deel van het infrarood, kan echter door de atmosfeer.

Objecten met verschillende oppervlakte-eigenschappen reflecteren en absorberen de straling van de zon op verschillende manieren. De weerkaatste straling bevat informatie over het oppervlak van het voorwerp, en stelt ons in staat de kleur en vorm van het voorwerp te zien. Het menselijk oog kan slechts een zeer beperkt deel van het spectrum waarnemen, namelijk het zichtbare licht. Wij kunnen echter verschillende instrumenten gebruiken om te zien wat voor ons onzichtbaar is. Zo zijn er aardobservatiesatellieten met wetenschappelijke instrumenten die kunnen zien in het zichtbare en infrarode bereik, en ook in andere bereiken van het elektromagnetische spectrum.



↑ Het elektromagnetisch spectrum categoriseert verschillende soorten straling, van de langste (radio) tot de kortste (gammastraal) golflengten..

In deze bron richten we ons op het bijna-infrarode en het zichtbare deel van het spectrum. Infrarode straling is verdeeld in verschillende delen, net zoals zichtbaar licht is verdeeld in verschillende kleuren.

Nabij infrarode straling, met zijn iets langere golflengten dan zichtbaar licht, wordt door vegetatie weerkaatst, wat gedetailleerde informatie oplevert over planten op aarde. Daarom wordt dit deel van het elektromagnetisch spectrum gebruikt in aardobservatiesatellieten om de vegetatie op aarde in de gaten te houden.



↑ De Europese Sentinel-2-satelliet bevat een multispectrale beeldsensor met hoge resolutie met 13 spectrale banden voor een nieuw perspectief van ons land en onze vegetatie.

Aarde vs. Andere planeten

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 10)



<https://www.youtube.com/watch?v=Ivtp2VWuFVI>

Planeten zijn groot, heel groot. Om meer te kunnen begrijpen over de planeten is het belangrijk dat we kunnen werken met hele grote en hele kleine getallen. Om dat te verduidelijken gaan we werken met machten.

Machten:

Het wordt snel lastig om heel grote of heel kleine getallen te lezen of te schrijven. De tijd die het licht nodig heeft om 1m ver te reizen, bijvoorbeeld, bedraagt 0,00000000334 s (<https://schooltv.nl/video/wat-is-de-snelheid-van-het-licht-300000-kilometer-per-seconde/#q=seconde>). We kunnen dit getal veel korter schrijven door de komma na de eerste 3 te zetten en nadien terug te vermenigvuldigen met 10^{-9} .

$$0,00000000334 = 3,34 \cdot 10^{-9}$$

Machten van 10 zullen ons toelaten om heel kleine getallen en heel grote getallen op een korte, leesbare manier te noteren.

Machten: Een macht is een verkorte notatie van een product van dezelfde factoren.

$$2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$$

Benamingen: 2 is het **grondtal**
 3 is de **exponent**

Het is belangrijk dat je de volgende rekenregels van machten kent, begrijpt en kan gebruiken:

$$a^{-b} = \frac{1}{a^b}$$
$$a^b \cdot a^c = a^{b+c}$$

Voorbeelden:

$$3^{-2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$10^{-3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$a^2 \cdot a^3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$2^5 \cdot 2^{-3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Machten van 10

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 10)

De exponent geeft aan hoe vaak je het grondtal met zichzelf moet vermenigvuldigen.

$$10^4 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

10 is hier _____ en 4 is _____.

Machten van 10

$$10^6 = \quad =$$

$$10^5 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$10^4 = \quad =$$

$$10^3 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$10^2 = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$10^1 = \quad =$$

$10^0 =$

$$10^{-1} = \quad =$$

$$10^{-2} = \quad =$$

$$10^{-3} = \quad =$$

$$10^{-4} = \quad =$$

We zien bij het voorbeeld van de tijd die nodig is voor het licht om 1 m af te leggen dat $0,00000000334 = 3,34 \cdot 10^{-9}$. Maar hoe komen we daar aan? Voor we tonen waar dat vandaan komt, bespreken we eerst hoe we een macht van 10 uitrekenen. Enkele voorbeelden:

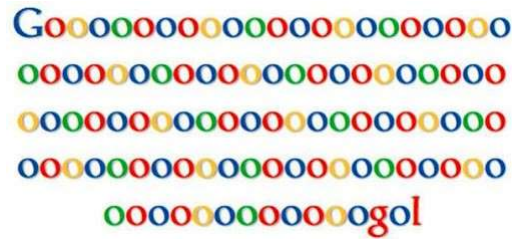
$$\begin{aligned} 2,6211 \cdot 10^2 &= 2,6211 \cdot 100 = 262,11 \\ -0,0075 \cdot 10^3 &= -0,0075 \cdot 1000 = -7,5 \\ 6,3 \cdot 10^{-3} &= 6,3 \cdot 0,001 = 0,0063 \\ 405,9 \cdot 10^{-2} &= 405,9 \cdot 0,01 = 4,059 \\ 51 \cdot 10^3 &= 51 \cdot 1000 = 51\,000 \end{aligned}$$

Je ziet dat vermenigvuldigen met een macht van 10 ervoor zorgt dat de komma in het decimale getal verschuift. De komma verschuift naar links bij negatieve exponenten en ze verschuift naar rechts bij positieve exponenten.

Vermenigvuldigingen met 10^2 , bijvoorbeeld, verschuift de komma 2 plaatsen naar rechts. Vermenigvuldigingen met 10^{-3} , verschuift de komma 3 plaatsen naar links.

Nu we toch over de snelheid van het licht bezig zijn, los volgende opgave op:

Het licht van een ster doet er 8,61 jaar over om de aarde te bereiken. Hoe groot is de afstand tussen Sirius (= helderste ster van de sterrenhemel) en de aarde in kilometer?

Googol:

Wat is 1 googol?

Een **googol** is een extreem groot getal dat wordt geschreven als een 1 gevolgd door 100 nullen. In wetenschappelijke notatie is dat 10^{100} . Ter vergelijking: het aantal elementaire deeltjes (zoals protonen en elektronen) in het waarneembare universum wordt geschat op ongeveer 10^{80} , wat aanzienlijk minder is dan een googol.

Het begrip "googol" werd in 1920 bedacht door Milton Sirotta, de 9-jarige neef van de Amerikaanse wiskundige Edward Kasner. Kasner gebruikte het getal om het verschil tussen een enorm groot getal en oneindigheid te illustreren.

Hoewel een googol geen praktische toepassingen heeft in de wiskunde of wetenschap, wordt het vaak gebruikt om het concept van zeer grote getallen te demonstreren. Het is ook de inspiratiebron voor de naam van het technologiebedrijf Google, dat oorspronkelijk "Googol" zou heten, maar door een spelfout werd het "Google".

Voor een visuele uitleg kun je deze korte video bekijken:

<https://www.youtube.com/watch?v=7oCoLp1rJAw>

Wetenschappelijke schrijfwijze:

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 10)

Wetenschappelijke schrijfwijze is een manier om getallen te noteren. Het houdt in dat je de komma verschuift tot die na het eerste beduidend cijfer (= De beduidende cijfers zijn de cijfers in een getal vanaf het eerste cijfer dat verschillend is van nul) staat. Om het getal gelijk te houden, moet je samen met het verschuiven van de komma ook vermenigvuldigen met een macht van 10.

a. Noteer in wetenschappelijke notatie.

$$0,000\ 752 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$12\ 506 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$0,000\ 07 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$24\ 000\ 000 = \underline{\hspace{10cm}}$$

b. Noteer in decimale notatie.

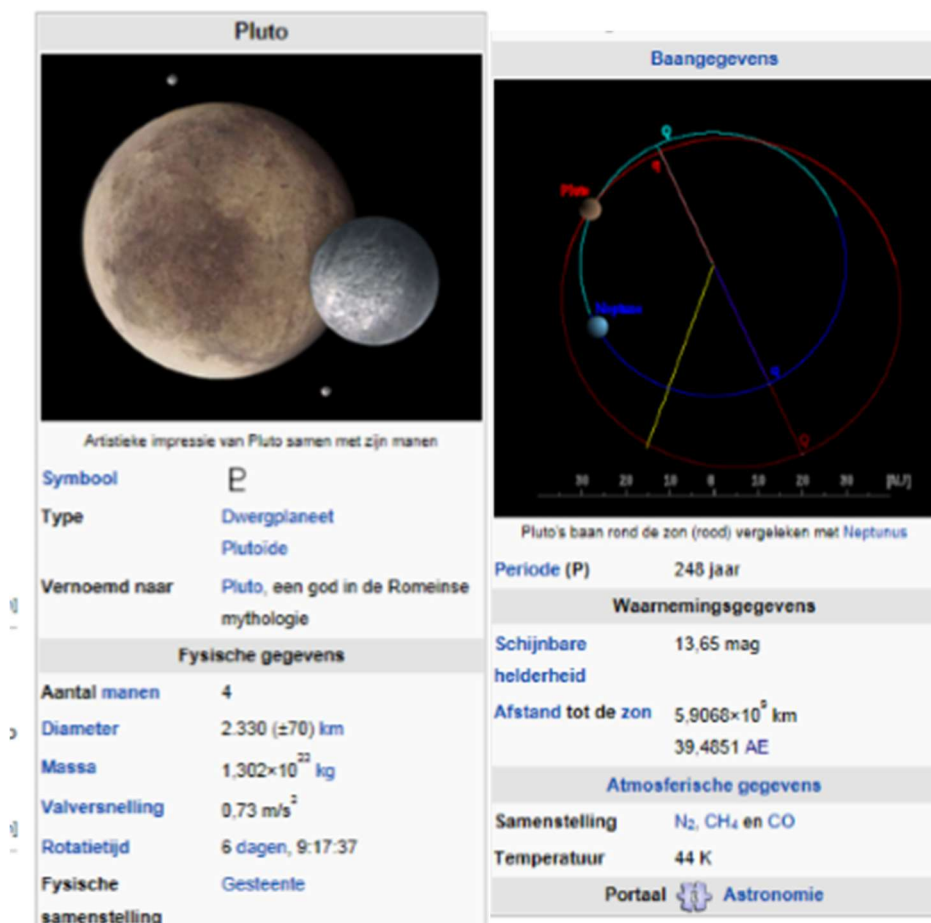
$$3,082 \cdot 10^5 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$6,0 \cdot 10^{-3} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$2,25 \cdot 10^6 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$9,5 \cdot 10^{-4} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Lees onderstaande tekst over **Pluto** uit Wikipedia en los de vragen op.



Naam	Diam. (km)	Massa (10^{18} kg)	Baanstraal (km)	Omloop-tijd (dagen)	Inclin.	Ontdekt
Nix (S/2005 P 2)	40–125	~0,1–1	48.675 ±120	24,856	96°	2005
Hydra (S/2005 P 1)	45–135	~0,1–1	64.780 ±90	38,206	96°	2005

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Pluto_\(dwergplaneet\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Pluto_(dwergplaneet))

1. Hoelang is het licht van de zon onderweg naar Pluto als je weet dat de lichtsnelheid 300 000 000 meter per seconde is?

2. Wat is een lichtjaar?

3. Wat is een lichtseconde?

4. De maan 'Nix' van Pluto bevindt zich op 0.05 lichtseconden van Pluto. Bereken de afstand in km.

5. Noteer voluit hoe groot de massa is van Pluto. Noteer correct!

6. Hoe groot is de diameter van Pluto in mm?

7. De Aarde heeft een omloopsnelheid om de Zon van $2,98 \times 10^4$ m/s. [Pluto](#), die verder weg staat van de Zon dan de Aarde heeft een omloopsnelheid van 16920 km/u. Welke snelheid is het grootst?

Prefixen

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 10)

Om alles nog korter en leesbaarder te schrijven, gebruiken we vaak prefixen. Een prefix (of voorvoegsel) schrijf je telkens vóór de eenheid. Elke prefix stelt een bepaalde macht van 10 voor. Je bent ongetwijfeld al veel prefixen tegengekomen. De k (kilo) in kg (kilogram), bijvoorbeeld, is een prefix. Of de c (centi) in cm (centimeter). Elke prefix komt overeen met een macht van 10. Hieronder vind je een tabel met de belangrijkste prefixen.

Symbool	Naam	Macht van 10
T	Tera	10^{12}
G	Giga	10^9
M	Mega	10^6
k	kilo	10^3
h	hecto	10^2
da	deca	10^1
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}

Deze tabel moet je uit je hoofd kennen. Je moet voor elke prefix weten welke macht van 10 ermee overeenkomt en voor elke macht van 10 moet je weten welke prefix ermee overeenkomt. Je moet dus bijvoorbeeld weten dat je $-0,53 \text{ hN}$ ook kan schrijven als $-0,53 \cdot 10^2 \text{ N}$. En dat je $184 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ kan schrijven als 184 pm .

Maak hieronder zelf een omzettingstabel die je hiervoor kan gebruiken.

Ik heb alvast hier al een voorbeeld voor je klaar gezet.

...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					

Toepassingen:

Los onderstaande vragen op:

1. Welk van deze voorvoegsels betekent eigenlijk een 'miljardste'?

- milli
- micro
- nano

2. Hoeveel Hertz (Hz) is één gigahertz (GHz)?

- 1 000 000 000 Hz
- 1 000 000 Hz
- 1 000 Hz

3. Welke van onderstaande periodes duurt het langst?

- 7 200 ns
- $7,2 \cdot 10^{-7}$ s
- 0,000072 s

4. Vul aan:

a. 3250 kb = _____ b → _____ Mb

b. 650 mg = _____ g → _____ kg

c. 1200 MW = _____ W → 1,2 _____

d. 300 mA = _____ A

e. 17,8 mF = _____ F → _____ mF

f. 24 000 kHz = _____ Hz → 24 _____

g. 2200 kcal = _____ cal → _____ Mcal

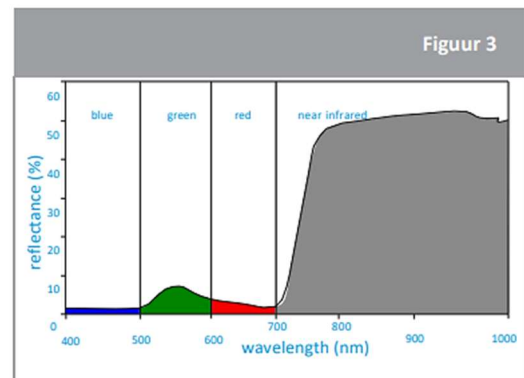
Achtergrond bij de inleiding

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 9, LPD 20-22)

Monitoren van de vegetatie:

Planten hebben het vermogen om elektromagnetische straling te reflecteren. Het chlorofyl in planten absorbeert licht om dit te gebruiken voor de productie van energie bij de fotosynthese. Hiervoor zijn enkel het rode en het blauwe gedeelte van het zichtbaar licht nodig. Het groene licht wordt gereflecteerd, wat verklaart waarom bladeren er voor ons groen uitzien. Het nabij-infrarood licht is niet nodig voor de fotosynthese, hierdoor wordt het grootste deel van het licht gereflecteerd door de celstructuur van de bladeren.

Figuur 3 toont het percentage gereflecteerde straling, ook reflectiecoëfficiënt genoemd, voor een gezonde plant. Het blauwe licht wordt bijna volledig door het chlorofyl geabsorbeerd, ongeveer 10% van het groene licht wordt gereflecteerd, en het rode licht wordt bijna volledig geabsorbeerd. Bij de iets langere golflengten wordt ongeveer 50% van het bijna - infrarode licht gereflecteerd. De combinatie van lage zichtbare reflectieve en hoge nabij-infrarode reflectieve is een kenmerk van de meeste plantensoorten.



↑ Percentage straling gereflecteerd door een gezonde plant voor de golflengtes zichtbaar licht en nabij-infrarood licht.

Wanneer een plant minder gezond wordt, bijvoorbeeld door waterschaarste, reflecteert het meer zichtbaar rood licht en minder nabij-infrarood licht. Dit is ook te zien in de herfst, wanneer de bladeren geel en rood kleuren, als gevolg van fenologie. Hoe groter het verschil tussen het gereflecteerde rode en bijna-infrarode licht, hoe gezonder een plant is. Dit gegeven wordt bij aardobservatie gebruikt om indexen te berekenen die ons helpen informatie te verkrijgen over de gezondheid van planten op grote schaal.

Ware kleuren- en valse kleurenbeelden:

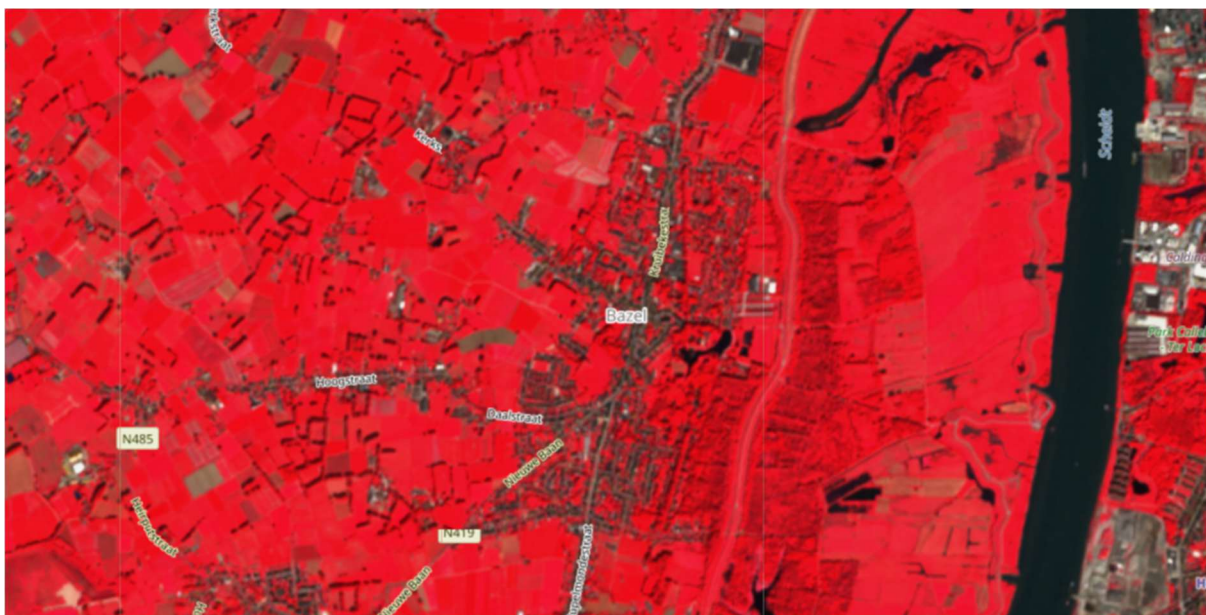
Een manier om gereflecteerd nabij-infrarood licht te visualiseren is het maken van valse kleurenbeelden, waarbij gebruik wordt gemaakt van het feit dat camera's op satellieten meer kunnen "zien" dan alleen het zichtbare deel van het licht. Een valse-kleurenbeeld maakt gebruik van ten minste één golflengte buiten het zichtbare bereik, met als gevolg dat de kleuren in het uiteindelijke beeld misschien niet zijn wat we ervan verwachten. Gras is bijvoorbeeld niet altijd groen! Een getrouwe kleurenfoto combineert de werkelijke metingen van gereflecteerd rood, groen en blauw licht. Het resultaat lijkt op de wereld zoals we die gewend zijn te zien.

In de onderstaande figuren zien we een beeld met ware kleuren (figuur 4) en een beeld met valse kleuren (figuur 5) van Basel, Kruike. Op de valse kleurenfoto wordt gereflecteerd nabij-infrarood licht als rood, rood licht als groen en groen licht als blauw weergegeven. Aangezien planten meer nabij-infrarood weerkaatsen dan groen, zullen vegetatiegebieden rood lijken. Het helderdere en rijkere rood wijst op een hogere reflectie in het nabij-infrarood, en dus op meer en gezondere vegetatie. In de echte kleurenfoto ziet de vegetatie er groen uit, zoals we gewend zijn te zien.

Over het algemeen is de reflectie in het zichtbare licht veel lager dan die in het nabij-infrarood, en is het beeld donkerder. Dit maakt het moeilijker om waterlichamen te identificeren in het echte kleurenbeeld, omdat de reflectie ook erg laag is. In het beeld met valse kleuren kunnen de watermassa's duidelijk worden geïdentificeerd dankzij het grote verschil in reflectie van het water en de omringende vegetatie (hoge reflectie). Water absorbeert het meeste binnenkomende licht - nabij-infrarood, rood en groen - en heeft daarom een zeer lage reflectiecoëfficiënt.



figuur 4: ware kleurenfoto van Bazel, België



Figuur 5: Vals kleurenbeeld van Bazel, België

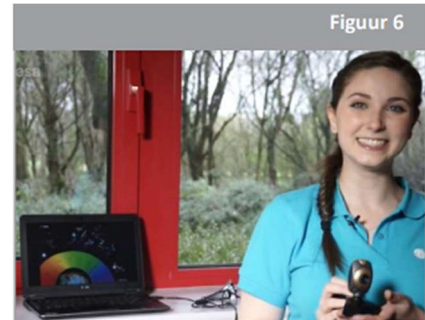
Activiteit 1: De webcam hacken

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 11, LPD 12, LPD 17-19)

In deze activiteit zullen de leerlingen een webcam zo aanpassen dat hij in bijna-infrarood licht ziet in plaats van in zichtbaar licht.

Benodigdheden (voor elke infrarood camera)

- 1 webcam met handmatige scherpstelring aan de voorzijde
- 1 punaise of soortgelijke speld
- Twee stukjes belichte fotografische film of een polarisatiefilter dat groot genoeg is om de lens te bedekken
- Doorzichtige plakband
- Scharen
- Computer



↑ Infrared webcam hack video.

<https://www.youtube.com/watch?v=zCJsrh51Ac4>

<https://www.youtube.com/watch?v=HjvpyO1cJOM>

Opdracht:1. Demonteer de camera

Schroef de scherpstelring tegen de wijzers van de klok in los totdat de hele lens eruit getrokken kan worden.

2. Verwijder de infraroodfilter

Aan de binnenkant van de lens zit een klein stukje plastic met een rood/groene tint (zie de linkerlens in figuur A2). Dit is de infraroodfilter. Verwijder de filter met een speld of een scalpel. Let op: dit moet heel voorzichtig gebeuren, want de filter kan breken als er te veel druk wordt uitgeoefend.

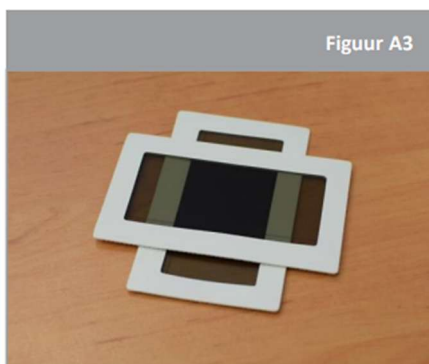
3. Zet de camera in elkaar

Schroef de lens weer op de webcam en sluit de webcam aan op een computer. Het kan nodig zijn videosoftware te openen om een beeld via de webcam te bekijken. Gebruik de scherpstelring om scherp te stellen tot je een duidelijk beeld hebt van het object dat je wil bekijken.



Figuur A2

↑ Zo maak je een infraroodcamera.



Figuur A3

↑ Polarisatiefilters.

De infraroodcamera is klaar voor gebruik!

Tip: Als je beeld op het scherm erg helder lijkt, is er te veel zichtbaar licht dat moet worden weg gefilterd. Daartoe moeten twee stukjes polarisatiefilter of belichte fotografische film voor de lens worden geplaatst. Zorg ervoor dat de twee stukken loodrecht op elkaar worden geplaatst. De filters kunnen ook met doorzichtig plakband worden vastgezet.

Activiteit 2: Objecten bekijken met een infraroodcamera

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 12, LPD 25))

In deze activiteit bekijken de leerlingen verschillende soorten voorwerpen, zowel in zichtbaar licht met hun ogen als in nabij-infrarood licht met de aangepaste webcam. In deze activiteit gebruik je de gehackte infrarood webcam om je eigen experiment te maken over hoe objecten eruitzien wanneer ze gezien worden met zichtbaar en infrarood licht.

Benodigdheden:

- Infrarood camera (uit activiteit 1)
- Afstandsbediening
- LED-lichten
- Kaars
- Gezonde plant en neppe plastic plant



Opdracht:

1. Bekijk de verschillende voorwerpen eerst met je ogen (zichtbaar licht) en vervolgens via de webcam (infrarood licht).
2. Vul de tabel op de volgende bladzijde in met je waarnemingen



Bespreking:

Bespreek, rekening houdend met de resultaten van je experiment, met andere leerlingen hoe infrarood licht ons kan helpen beter te begrijpen wat we zien. Vat je conclusies hieronder samen.

Wist je dat?

Het Europees Ruimteagentschap (ESA) heeft geholpen bij de ontwikkeling van een groot aantal satellieten die gebruik maken van verschillende soorten camera's om naar de aarde te kijken. Een groep missies, de Sentinels, heeft als doel ons begrip en beheer van het milieu op aarde te verbeteren. Eén van de missies heet Sentinel-2 en bestaat uit twee tweelingsatellieten. De camera's aan boord van de satellieten maken beelden in zowel zichtbaar als infrarood licht, en zij bestrijken om de vijf dagen de hele planeet! Sentinel-2 kan worden gebruikt om de plantengroei te monitoren, veranderingen in de bodembedekking in kaart te brengen en 's werelds bossen te bewaken.



Voorwerpen	Beschrijf jouw observaties		Verklaar jouw observaties
	Zichtbaar licht	Infrarood licht	
Afstandsbediening 			
LED vs. kaars  			
Levend vs. nep plant  			

Activiteit 3: Kijken naar de aarde in infrarood licht

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 9, LPD 25)

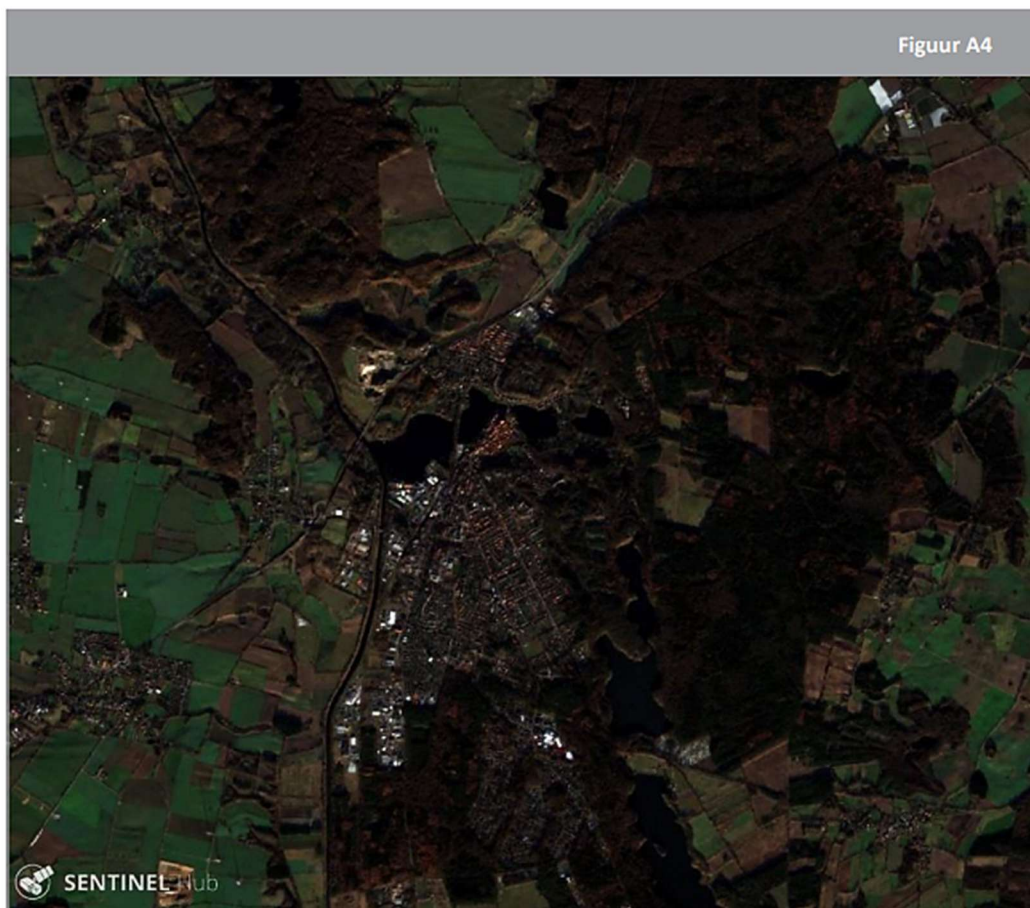
Infraroodcamera's worden gebruikt in aardobservatiesatellieten. Met behulp van computers kunnen wij dan het licht visualiseren dat wij met onze eigen ogen niet kunnen zien. Wat eruit komt is een 'valse kleurenbeeld'. Als we het licht weergeven dat zichtbaar is voor menselijke ogen, noemen we dat een "getrouwe kleurenfoto". Een getrouwe kleurenfoto combineert de werkelijke metingen van gereflecteerd rood, groen en blauw licht, en toont de wereld zoals wij die zien. Een afbeelding van een valse kleur gebruikt ten minste één golflengte buiten het zichtbare bereik. Het resultaat is dat de kleuren op de uiteindelijke afbeelding niet altijd zijn wat wij ervan verwachten. Gras is bijvoorbeeld niet altijd groen!

In deze activiteit ga je satellietbeelden analyseren en ware kleurenbeelden vergelijken met valse kleurenbeelden. Zal je in staat zijn om de verschillen te vinden?

Opdracht:

1. Bekijk de onderstaande afbeelding in ware kleuren, genomen door de Sentinel-2 satelliet (Noord Duitsland, 28.11.2016). Welke van de volgende kenmerken kun je identificeren?

- Landbouw velden
- Sneeuw
- Bossen
- Wolken
- Rivieren
- Meren
- Straten
- Auto's
- Gebouwen
- Mensen



↑ Ware kleurenbeeld genomen door de Sentinel-2 satelliet. Bevat gewijzigde Copernicus Sentinel gegevens [2017] verwerkt door Sentinel Hub.

2. Bekijk het beeld in valse kleuren, gemaakt door de Sentinel-2 satelliet (Noord-Duitsland, 28.11.2016).

Foto in valse kleuren op volgende pagina.

Opmerking: Het valse-kleurenbeeld toont gereflecteerd nabij-infrarood licht als rood.

- a. Probeer de kenmerken te vinden die je eerder hebt waargenomen. Kun je ook nieuwe kenmerken identificeren?

- b. Welk oppervlaktetype/kenmerk verschijnt rood in de valse kleurenfoto? Maak een onderscheid tussen helderrood en donkerrood.



↑ Beeld in valse kleuren, gemaakt door de Sentinel-2 satelliet. Bevat gewijzigde Copernicus Sentinel gegevens [2017] verwerkt door Sentinel Hub.

3. Beschrijf de verschillen en overeenkomsten tussen de afbeelding met de echte kleur in oefening 1 en de afbeelding met de valse kleur in oefening 2.

4. Bespreek de voor- en nadelen van de ware kleurenbeelden en de valse kleurenbeelden met nabij-infrarood licht.

Wist je dat?

Op dit beeld van de Sentinel-2A satelliet is te zien hoe de woestijn van Saoedi-Arabië wordt gebruikt voor landbouw. De cirkels zijn afkomstig van een irrigatiesysteem, waarbij de lange waterleiding rond een put in het midden draait. Het is een valse-kleurenbeeld en het nabij-infrarood wordt in rood weergegeven. Planten reflecteren het meeste van dit licht. Deze hoge reflectiewaarden verklaren het felle rood van de geïrrigeerde velden. Bijna-infrarood licht wordt vaak gebruikt om vegetatie vanuit de ruimte te monitoren.



Leerlingopdracht – Infraroodcamera en Filters

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 12, LPD 25)

Welke filter werkt het best voor een infraroodcamera?

Doel van de opdracht

Je onderzoekt welke filter (materiaal) het best geschikt is om zichtbaar licht te blokkeren en infrarood licht door te laten bij gebruik van een gehackte webcam.

Materiaal per groep

- Infraroodcamera (gehackte webcam)
- Verschillende filters:
 - Belichte film
 - Polariseringsfilter
 - Zonnebrilglas
 - Plastiekfolie (huishoudfolie, gekleurde folie)
- Plakband
- Wit blad met IR-bron er achter (bv. afstandsbediening of IR-led)
- Werkblad (of schrift)

Opdrachtstappen

1. Voorbereiding

- Bekijk het beeld via de IR-camera zonder filter. Noteer hoe helder het IR-licht zichtbaar is (bv. afstandsbediening).

2. Testfase

- Plaats elk filter afzonderlijk voor de lens van de IR-camera. Observeer en noteer:
 - Hoe helder is het IR-licht?
 - Is zichtbaar licht goed geblokkeerd?
 - Is het beeld scherp of wazig?

3. Vul onderstaande tabel in met je waarnemingen:

Filter	IR-licht zichtbaar?	Zichtbaar licht goed geblokkeerd?	Beeldkwaliteit	Opmerkingen
Belichte film				
Polarisatiefilter				
Zonnebrilglas				
Plastiekfolie				

4. Analyseer je gegevens

- Welke filter werkte het best volgens jou? Waarom?

- Zijn er filters die verrassend goed of slecht werkten?

5. Conclusie

- Kies de beste filter.

- Formuleer in 2-3 zinnen waarom je voor die filter kiest.

- Geef minstens één suggestie om de IR-camera nog beter te maken.

**Reflectievragen**

- Wat heb je geleerd over infrarood en lichtfilters?

- Hoe zou je deze kennis kunnen gebruiken in de echte wereld?

Toepassingen van infrarood licht

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1, LPD 7, LPD 25)

Opdracht 1: Warmte zien met een infraroodcamera

 **Doel:** Leerlingen ontdekken dat warmte ook licht (infrarood) uitstraalt, en leren hoe we dat zichtbaar kunnen maken met een aangepaste webcam.

Materiaal:

- - Gehackte infraroodwebcam
- - Computer met webcamsoftware
- - Iemand die z'n handen tegen elkaar wrijft
- - Iemand met koude handen
- - Kop warm water

Opdracht:

1. Laat een leerling z'n handen stevig tegen elkaar wrijven en bekijk ze daarna met de IR-camera.
2. Vergelijk met handen die koud zijn (bijv. net onder koud water gehouden).
3. Bekijk een kop warm water met de IR-camera.
4. Noteer welke objecten of lichaamsdelen warm lijken, en hoe je dat kunt zien.

 **Bespreking:** Welke objecten geven warmte af? Hoe kunnen we dat zien zonder het te voelen?

Opdracht 2: Plantengezondheid in beeld

 Doel: Leerlingen ontdekken dat gezonde planten meer infrarood reflecteren dan ongezonde of nepplanten.

 Materiaal:

- - Gehackte IR-webcam
- Gezonde kamerplant
- Plastic plant of verwelkte plant
- Tafellamp of zonlicht

 Opdracht:

1. Bekijk beide planten met het blote oog en beschrijf ze.
2. Bekijk ze met de IR-camera.
3. Welke plant geeft meer licht terug in infrarood?

 Bespreking:

Hoe kan deze techniek nuttig zijn in de landbouw of natuurbeheer?

Opdracht 3: Onzichtbaar wordt zichtbaar

 Doel: Leerlingen ontdekken dat infrarood licht gebruikt wordt in afstandsbedieningen en dat je dit met een IR-camera zichtbaar kunt maken.

 Materiaal:

- - IR-webcam
- Afstandsbediening
- Gewone camera (optioneel)

 Opdracht:

1. Richt de afstandsbediening naar de gewone camera – zie je iets knipperen?
2. Richt de afstandsbediening naar de IR-camera en druk op knopjes.
3. Wat zie je nu? Waarom?

 Bespreking:

Waarom is dit handig om te weten? Wat zou je kunnen controleren met een IR-camera?

Opdracht 4: Zien in het donker (of door rook)

 Doel: Leerlingen leren dat infrarood licht gebruikt kan worden om te 'zien' wanneer zichtbaar licht ons tekortschiet (donker, mist, rook).

 Materiaal:

- - IR-camera
- Theedoek of semitransparant doek
- Zaklamp
- IR-bron (bijv. afstandsbediening)

 Opdracht:

1. Houd een doek voor je ogen en probeer iets te zien met een zaklamp.
2. Richt een IR-bron op de camera door de doek heen.
3. Wat zie je met de gewone camera? En met de IR-camera?

 Bespreking:

Waarom kan infrarood nuttig zijn voor brandweer, hulpdiensten of auto's in het donker?

Moeilijke woorden verklaring:

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1)

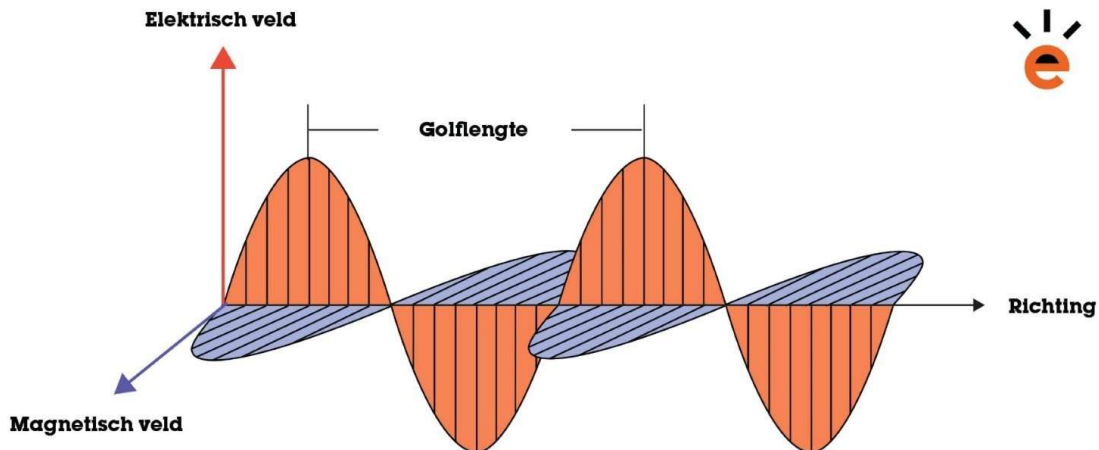
Infraroodlicht:

Elektromagnetisch spectrum:

Een bord pasta opwarmen in de magnetron, een röntgenfoto maken van je gebroken arm in het ziekenhuis of lekker onder de warmtelamp op het terras zitten. Het zijn allemaal voorbeelden van **elektromagnetische straling**. Maar wat is deze straling precies en welke soorten elektromagnetische straling bestaan er? In dit artikel leggen we het je uit!

Elektromagnetische straling is een verzamelnaam voor alle soorten straling die uit elektromagnetische golven bestaan. Hier vallen ook veel bekende soorten straling onder. Denk aan het zichtbare licht, radiogolven, Wi-Fi-golven en röntgenstraling.

Het woord 'elektromagnetisch' komt door het feit dat elektromagnetische straling bestaat uit een **elektrische** en **magnetische trilling** door de ruimte. Dit kun je goed in het onderstaande plaatje zien:



Elektromagnetische golf

Het elektrische en magnetische veld staan altijd **loodrecht op elkaar**. Op die manier trillen beide velden in golfjes heen en weer, terwijl ze met een bepaalde snelheid vooruitgaan. De straling haalt zijn energie uit dit **elektromagnetische veld**.

Radiogolven:

Een radiogolf is een soort straling die je niet kan zien en voelen. Die straling bevat informatie. De straal beweegt in golven en wordt doorgestuurd door een zender. De informatie wordt doorgestuurd naar een ontvanger BV. een radio of een televisie. De informatie is BV. spraak, muziek of televisiebeelden.

chlorofyl in planten:

Chlorofyl is de groene kleurstof die zich in de bladgroenkorrels (of chloroplasten) bevindt en waarmee planten licht opvangen. Deze zonne-energie wordt gebruikt voor de bladgroenwerking (of fotosynthese). Het is dus de chlorofyl dat de bladeren groen kleurt omdat het blauw en geel licht absorbeert en enkel groen licht terugkaatst.

Fotosynthese:

Fotosynthese is één van de belangrijkste dingen voor een plant om te kunnen overleven. Fotosynthese vindt plaats in de delen van de plant die groen zijn. Hier zitten namelijk bladgroenkorrels in de cellen en die zorgen voor fotosynthese. Voor fotosynthese zijn er drie dingen nodig. Als eerste moet je zonlicht hebben, maar gewoon licht van elektriciteit kan ook. Ten tweede moet je koolstofdioxide oftewel CO_2 hebben, dit is het gas wat dieren uitademen. Als laatste moet je nog [water](#) hebben. Als je deze drie stoffen hebt vindt er fotosynthese plaats. Hierbij ontstaan twee stoffen. Dit zijn glucose, een suiker wat voedsel is voor de plant, en zuurstof. Zuurstof ontstaat als afval. De plant heeft het niet nodig en laat het los in de lucht via de huidmondjes. Deze zuurstof ademen wij.

Fenologie bij planten:

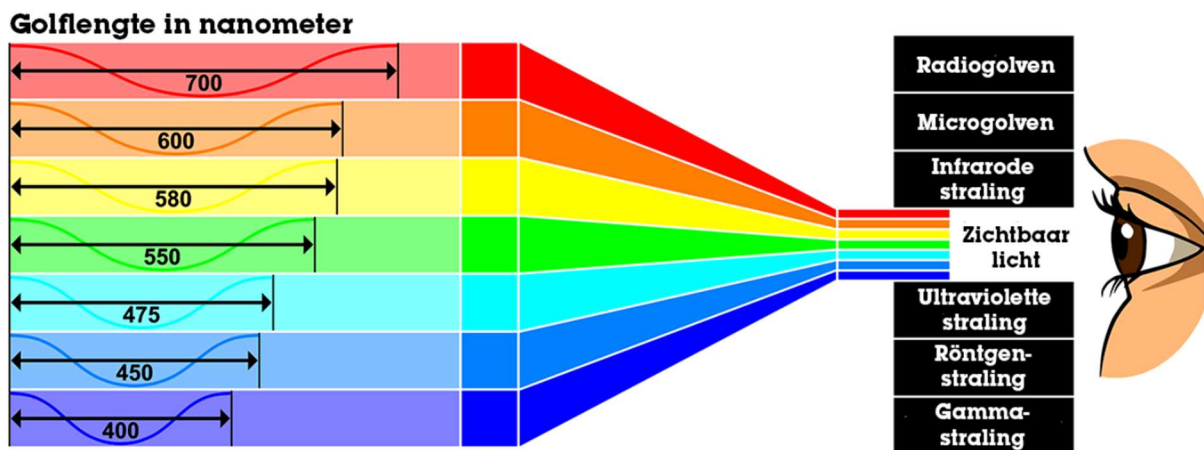
Het bestuderen van jaarlijks terugkerende verschijnselen in de natuur wordt fenologie genoemd. Bijvoorbeeld: het moment van bloei, bladontluiking, zaad- en bladval bij bomen, het eerste individu van een soort dat gezien of gehoord wordt, het eerste jong dat gezien,...

Wat is licht & aanverwanten:

(Leerplandoelen voor dit hoofdstuk: LPD 1)

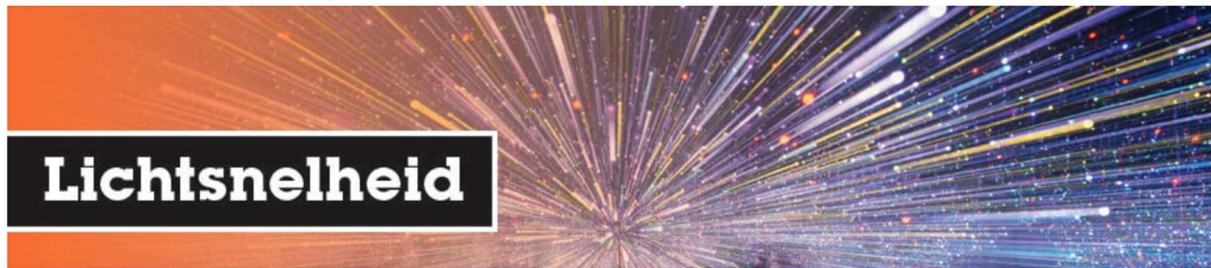
Wat is licht?

Licht is een vorm van **elektromagnetische straling**, maar dan wel specifiek de straling die waarneembaar is met het menselijk oog. Hieronder zie je het [elektromagnetisch spectrum](#) dat we kennen en waar licht in dit spectrum valt. Zoals je ziet is zichtbaar licht maar een heel klein deel van het hele spectrum. De golflengte van zichtbaar licht valt tussen de 400 nm (violet) en 700 nm (rood). In vacuüm plant licht zich altijd voort met **dezelfde snelheid**. Dit is de lichtsnelheid.



Licht bestaat dus uit **elektromagnetische golven**, die bestaan uit een elektrisch en een magnetisch deel. Elektromagnetische golven zijn **transversale golven**: de golfrichting is dus loodrecht aan de voortplantingsrichting van de [golf](#). Het elektrische en magnetische deel van de golf staan ook loodrecht op elkaar. De **polarisatie van het licht** is de richting waarin het elektrische deel van de golf beweegt. Het komt echter weinig voor dat licht perfect golft.

Lichtsnelheid:



Zoals eerder gezegd plant licht zich in vacuüm altijd voort met dezelfde [snelheid](#), wat we ook wel de **lichtsnelheid** noemen. De lichtsnelheid in vacuüm is **299.792.458 m/s**, wat vaak wordt afgerond tot **300.000 kilometer per seconde**. Deze snelheid is erg belangrijk geworden in de natuurkunde door de **relativiteitstheorie van Einstein**. Als licht echter door een ander medium beweegt dan vacuüm, dan zal het licht vertragen. Dit heeft te maken van met de **brekingsindex** van het medium en kan daardoor voor verschillende effecten zorgen waarbij licht weerkaatst of afgebogen wordt. De exacte reden waarom licht vertraagt in een medium is wat ingewikkeld en is niet zeer belangrijk.

Waar bestaat zonlicht uit?

Zonlicht bestaat uit verschillende soorten straling: ultraviolette straling (UV-straling), infrarood licht en zichtbaar licht. Deze verschillende soorten licht hebben verschillende golflengtes. De golflengte van licht wordt aangeduid in nanometers. Het licht dat wij met onze ogen kunnen waarnemen heeft een golflengte tussen de 380 en 760 nanometer. UV-straling heeft een lagere golflengte en infrarood licht een hogere.

UV-straling

UV-straling is weer onder te verdelen in UV-A, UV-B en UV-C.

- UV-C zit niet in ons zonlicht, omdat het door de ozonlaag wordt tegengehouden.
- UV-B kan de huid oppervlakkig bruinen, maar is ook de soort straling die ervoor zorgt dat we ver- branden.
- UV-A dringt diep door in de huid. Het zorgt ervoor dat we bruin worden, maar laat de huid ook sneller verouderen.

Hoeveel kleuren heeft een regenboog écht?

Veel meer dan je denkt!

Rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo en violet. Of kortweg 'roggbiv'. Zo sommen we allemaal netjes de kleuren van de regenboog op. Maar wat als we je nu vertellen dat die regenboog helemaal geen zeven — maar wel een zee van — kleuren telt?

Een regenboog ontstaat doordat zonlicht op waterdruppels schijnt. Hierdoor breekt het licht, weerkaatst het op de achterzijde van de druppels en breekt het opnieuw. Dat zonlicht is — anders dan je misschien zou denken — niet zomaar wit, maar een mengeling van een heleboel kleuren. En die worden door te breken in de druppels plots zichtbaar.

Maar euhm, wacht eens even: een heleboel kleuren? Jij leerde toch dat een regenboog maar zeven kleuren heeft? Waar zijn die andere tinten dan naartoe?

De schuld van Newton:

Dat zonlicht uit verschillende kleuren bestaat, ontdekte Isaac Newton al in de 17^{de} eeuw. Dat toonde hij aan met behulp van een prisma, die net als waterdruppels lichtstralen breekt. Het was ook Newton die maar zeven kleuren onderscheidde in zo'n regenboog. En dus niet het hele kleurenspectrum dat hij in die brekende lichtstraal had ontdekt.

Dat komt omdat wetenschappers zaken graag willen ordenen, onder meer door ze duidelijk af te bakenen. Dat het zeven — en geen vijf of tien — kleuren waren, heeft dan weer te maken met dat Newton kleur koppelde aan muziek. Aangezien er zeven stamtonen zijn (do-re-mi-fa-sol-la-si), zijn er dus ook zeven regenboogkleuren.

Gezichtsbedrog:

Het is eigenlijk onzin dat de regenboog maar uit zeven kleuren zou bestaan: het bevat het volledige kleurenspectrum en dat zijn er veel meer. Dus niet alleen 'rood' en 'oranje', maar ook alle tinten ertussen. Die vloeien geleidelijk in elkaar over. Maar die nuances zijn heel wat moeilijker te zien. Ons brein voegt alles samen tot een beperkt aantal

kleurstroken: een rode strook, een oranje, een gele, ...

Puur 'gezichtsbedrog' dus. Maar wel mooi gezichtsbedrog, toch?!

Effecten met licht:



Er zijn verschillende effecten die kunnen optreden met licht: **refractie**, **reflectie** en **diffractie**. De eerste twee effecten zijn direct gerelateerd aan de lichtsnelheid en het feit dat deze verschilt als licht door verschillende materialen voortplant. Het laatste effect, diffractie, komt doordat licht elektromagnetische straling is.

Refractie

Refractie (ook wel **breking** genoemd) treedt op als licht van het ene medium naar een ander medium overgaat, zoals van lucht naar glas of water. De toepassingen van refractie zijn enorm en refractie is de reden waarom brillen en telescopen werken.

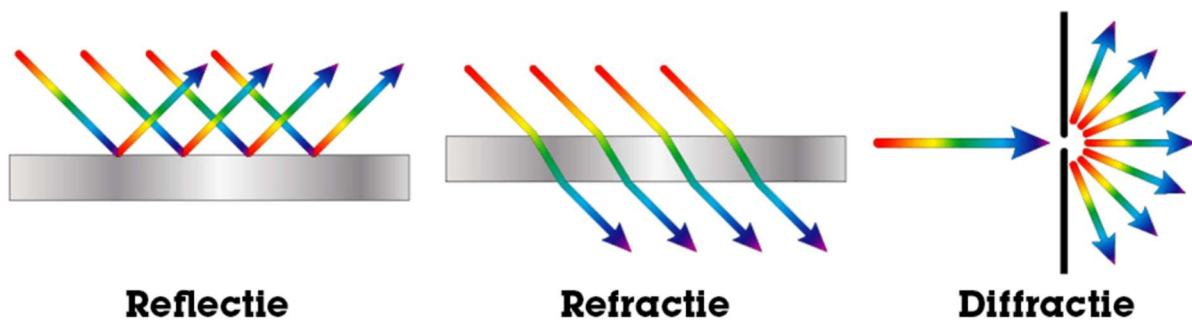
Reflectie

Bij **reflectie** (ook wel **weerkaatsing** genoemd) wordt licht teruggekaatst. Reflectie is dan ook hoe spiegels werken. Het belangrijkste wat je moet onthouden bij reflectie is het feit dat de **hoek van de ingaande lichtstraal altijd gelijk is aan de hoek van de uitgaande lichtstraal**.

DiffRACTie

Een laatste effect dat kan optreden met licht is diffractie en komt doordat licht eigenlijk een elektromagnetische golf is. Als licht door een opening gaat waarvan de grootte van de opening ongeveer even groot is als de golflengte van het licht, dan wordt het licht **gebogen**. De opening waar het licht doorheen gaat kun je zien als een **bron van licht**, zoals een lamp, waarvandaan de stralen altijd alle kanten op bewegen. Hoe kleiner je de opening maakt, hoe sterker dit effect ook wordt. Als je namelijk een relatief grote opening hebt, dan wordt het licht maar een klein beetje gebogen.

Hieronder zie je het verschil tussen reflectie, refractie en diffractie.



UV-straling ook niet goed voor de gezondheid

We hebben zonlicht nodig maar teveel zonlicht is niet goed. Door de UV-straling in het zonlicht kan je huid verbranden. Op den duur verouderd je huid door de UV-A-straling sneller. Als je huid vaak en ernstig is verbrand, kun je door de schade die daardoor ontstaat op latere leeftijd huidkanker krijgen. Ook kan teveel zonlicht je ogen (ernstig) beschadigen.

UV-straling beschadigt je huid. Voor het grootste deel herstelt de huid vanzelf. Maar dat gebeurt niet altijd. Hoe vaker en hoe ernstiger je huid

verbrand, hoe meer je huid onherstelbaar beschadigd raakt. Op de lange termijn kunnen deze beschadigingen leiden tot huidkanker.

Bibliografie

Wetenschappelijke achtergrond en uitleg:

<https://www.ecopedia.be/encyclopedie/chlorofyl>

<https://wikikids.nl/Radiogolf#:~:text=Een%20radiogolf%20is%20een%20soort,wordt%20doorgestuurd%20door%20een%20zender.>

<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/uv-zonlicht>

<https://wibnet.nl/natuurkunde/wat-is-de-lichtsnelheid>

youtube – praktische demonstarties:

<https://www.youtube.com/watch?v=zCJsrh51Ac4>

<https://www.youtube.com/watch?v=HjvpyO1cJOM>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ivtp2VWuFVI>

[Wikipedia+6Reddit+6Homepage](#)

[Maken+6Historiek+3Wikipedia+3nl.wikwik.org+3](#)

[Wikipedia+1Googology Wiki+1](#)

[Historiek](#)

Dank aan mevrouw Van Kaer voor het bundeltje wiskunde in dit project.