

# Infoblad Radioastronomie



Wat leuk dat jij jouw spreekbeurt over radioastronomie gaat doen! Met dit infoblad kom je alles over radioastronomie en radiotelescopen te weten. Wist je bijvoorbeeld dat je naar licht kunt luisteren? En dat er per ongeluk is ontdekt dat er een zwart gat in het midden van de Melkweg zit?



Dit infoblad gaat over allemaal onderwerpen binnen de radioastronomie. De onderwerpen zijn verdeeld in drie thema's:

- **Astronomie:** wat is er allemaal te zien in de ruimte en wat betekent dat? Dat ontdek je hier!
- **Licht:** met onze ogen zien we zichtbaar licht, maar wist je dat radiostraling ook een soort licht is?
- **Telescopen:** hoe kunnen we dingen in de ruimte zien en horen? Met een telescoop! Lees hier hoe telescopen werken.

Achterin staan ook nog wat handige tips voor het houden van een spreekbeurt en een paar puzzels over de radioastronomie...



## Inhoudsopgave

- Wat is licht?
- Welke soorten licht zijn er?
- Waar in de ruimte zijn wij?
- Wat is een radiotelescoop?
- Wat is de geschiedenis van de radiotelescoop?
- Wat kun je zien met een radiotelescoop?
- Hoe kun je radiotelescopen verbeteren?
- Waterstof, wat is dat?
- Welke radiotelescopen zijn er in Nederland?
- Wat zijn zwarte gaten?
- Spreekbeurt tips

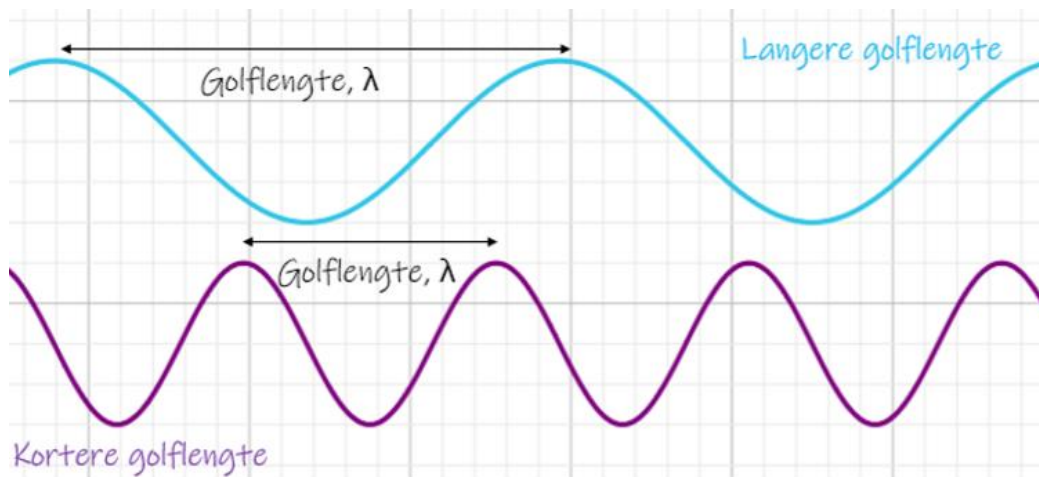
*Klik op een vraag om snel naar die bladzijde te gaan!*

*Zo veel informatie, maar wat past er goed in jouw spreekbeurt? Ontdek het hier!*

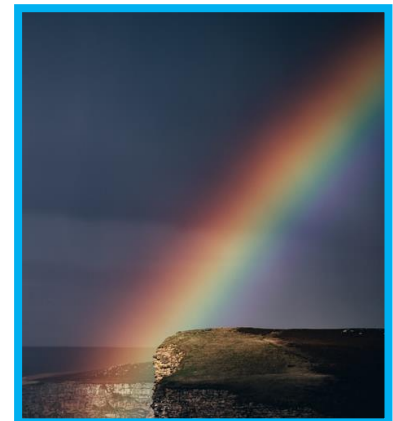
## Wat is licht?

De zon, je mobiele telefoon en een zaklamp: het zijn allemaal vormen van lichtbronnen. Door de aanwezigheid van licht kunnen wij met onze ogen dingen zien. Maar wat is licht eigenlijk?

Licht is een golf. Een golf is een beweging met toppen en dalen die zich continu herhaalt. De afstand tussen twee toppen noemen we de **golflengte**.



De golflengte van licht kan zowel heel groot, tientallen kilometers, als heel klein, minder dan 0.000 000 001 meter, zijn. Met onze ogen kunnen we bepaalde golflengtes licht waarnemen. De golflengte van licht bepaalt welke kleur licht het is. Wij kunnen alle kleuren van de regenboog zien, van rood tot violet. Rood licht heeft een golflengte van ongeveer 700 **nanometer**. 1 nanometer is 0.000 000 001 meter. Dat is een miljardste van een meter. De golflengte van violet licht is ongeveer 400 nanometer. Met onze ogen zien we dus licht tussen de 400 en 700 nanometer.



Hoe zit het dan met licht met golflengtes langer dan 400 of korter dan 700 nanometer? Dat is onzichtbaar licht. Hoewel we het niet zelf kunnen zien kom je deze soorten licht overal tegen. Wanneer je verbrandt door de zon, komt dat door **ultravioletstraling** van de zon, als je in de magnetron een maaltijd opwarmt, gebeurt dat met **microgolven** en om te zien of je je arm hebt gebroken, maakt de dokter een foto met **röntgenstraling**.

Ultravioletstraling, microgolven en röntgenstraling zijn allemaal vormen van licht.



## Welke soorten licht zijn er?

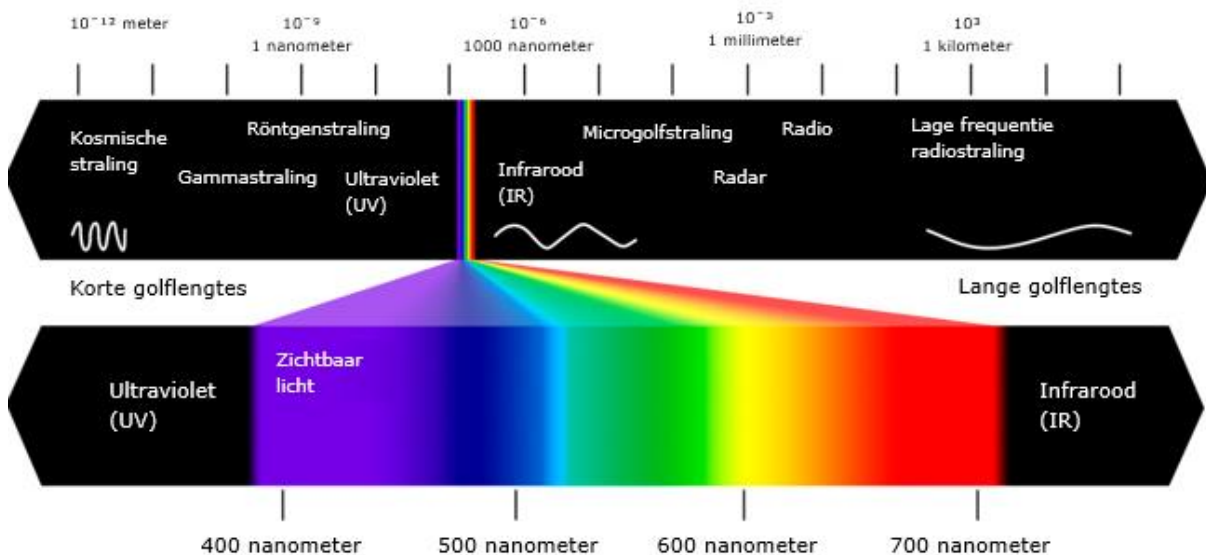
Van röntgenstraling tot microgolven tot ultraviolet, het is allemaal licht.

Welke soorten licht zijn er en wat kun je ermee?

Bij het kopje *Wat is licht?* is verteld dat licht een golf is en dat de golflengte bepaalt wat voor soort licht iets is. Onzichtbaar licht noemen we ook wel straling. Alle soorten licht samen noemen we een **spectrum**.



filmpje over licht



De soorten licht waaruit het spectrum bestaat zijn: gamma-, röntgen-, ultraviolet-, zichtbare, infrarood-, microgolf- en radiostraling. Elke golflengte heeft zijn eigen eigenschappen, net zoals de verschillende kleuren.

### Gammastraling

Gammastraling heeft heel korte golflengtes en heel veel energie. Gammastraling wordt uitgezonden door radioactieve elementen.



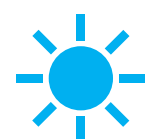
### Röntgenstraling

Röntgenstraling wordt gebruikt om röntgenfoto's mee te maken in het ziekenhuis. Ook het checken van koffers op vliegvelden gebeurt met röntgenstraling. De golflengte van röntgenstraling is tussen de 0.1 en 12 nanometer.



### Ultravioletstraling

Ultravioletstraling noemen we ook wel uv-straling. Deze straling wordt uitgezonden door de zon en zorgt ervoor dat je huid bruin wordt.



### Infraroodstraling

Infraroodstraling of ir-straling is eigenlijk warmte. Mensen en dieren stralen infraroodstraling uit. Met een infraroodkijker kun je zien welke delen van je lichaam de meeste warmte uitstralen.



### Microgolfstraling

Microgolven hebben een golflengte van tussen de 1 en 1000 millimeter (1 millimeter is een duizendste meter). Microgolven worden gebruikt voor communicatie, bijvoorbeeld door radars en gps, maar ook in de magnetron.



### Radiostraling

De langste golflengtes zijn radiostraling. Radiostraling wordt net zoals microgolfstraling vooral gebruikt voor communicatie. Mobiele telefoons, bluetooth en radiostations maken gebruik van radiostraling.

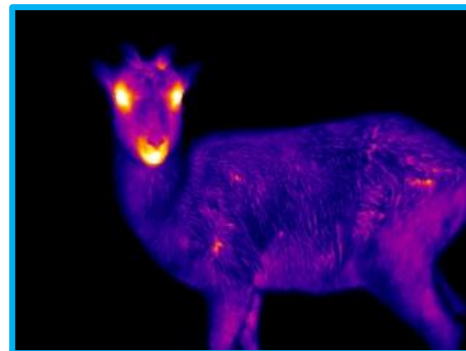


### Kun jij ontdekken welke soort straling op welk plaatje is te zien?

Test jouw kennis van lichtsoorten! Verbind de plaatjes met de juiste soort straling. Het antwoord staat aan de zijkant van deze bladzijde...

1=D, 2=B, 3=A, 4=C

1.



2.

4.



3.

- A. Radiostraling
- B. Infraroodstraling
- C. Zichtbaar licht
- D. Röntgenstraling

## Waar in de ruimte zijn wij?

Als je wilt weten waar Dwingeloo ligt, dan kun je kijken op de kaart van Nederland. Wil je weten waar Nederland ligt, dan kun je dat zien op een wereldkaart. Maar waar ligt de aarde? Waar in de ruimte zijn wij?

### Het Zonnestelsel

De zon is een ster, net zoals de sterren die je 's nachts in de lucht kunt zien. De aarde draait samen met andere planeten om de zon.

Wil je zelf zien hoe groot ons zonnestelsel is? Dat kan! Op [deze site](#) kun je door het zonnestelsel heen scrollen!



### De Melkweg

Net zoals planeten samen om de zon draaien in het zonnestelsel, zo draait de zon samen met andere sterren rond in een sterrenstelsel. Ons sterrenstelsel heet de **Melkweg**. Wist je dat de Melkweg de vorm heeft van een spiraal?

Wil je meer weten over het Zonnestelsel of de Melkweg?

Hier zijn wat links naar leuke filmpjes!

[Klokhuis aflevering: Sterren](#)

[Alien Paxi over het zonnestelsel](#)

[Schooltv Sterrenstelsels](#)

Je kunt ook je eigen zonnestelsel knutselen:

[WIKIHOW Zonnestelsel](#)

[Eetbaar Zonnestelsel](#)

Ook kun je [het Melkwegpad](#) in de bossen van Hooghalen lopen voor meer Zonnestelsel feitjes!



## Wat is een radiotelescoop?

In de ruimte is heel veel te zien, maar de meeste dingen zijn zo ver weg dat we het niet met onze ogen kunnen zien. Gelukkig hebben we daar telescopen voor!

### Wat is een telescoop?

Een telescoop is eigenlijk een verrekijker waarmee je naar de ruimte kijkt. Als je door een telescoop naar een verre ster in de ruimte kijkt, zie je deze veel groter. Er zijn telescopen voor zichtbaar licht waar je zelf door kunt kijken, maar er zijn ook telescopen voor onzichtbaar licht. Dat zijn bijvoorbeeld de radiotelescopen.

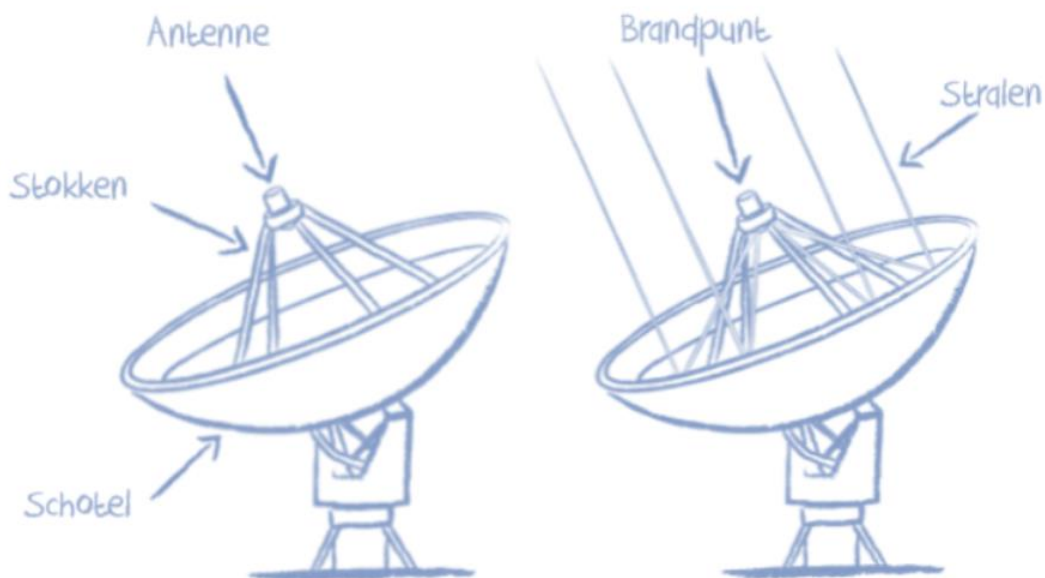


Met de computer wordt het plaatje van onzichtbaar licht omgezet in een plaatje dat je wel kunt zien. Je kunt dan zelf kiezen welke kleur het plaatje heeft.

### Hoe ziet een radiotelescoop eruit?

De meeste radiotelescopen bestaan uit een **schotel** en **antenne**. Lichtstralen komen binnen in de schotel en worden dan naar de antenne gestuurd. Door de vorm van de schotel komen alle stralen uit één richting samen in hetzelfde punt. Zo krijg je een sterk signaal van de plek die je wilt observeren.

*Observeren is het woord dat astronomen gebruiken voor het kijken naar dingen in de ruimte.*



Idee: Rol een papiertje op tot een toeter en gebruik dit om te laten zien hoe de schotel van een telescoop een signaal kan versterken. Houd de toeter bij je oor. Wat hoor je nu beter?



Radiotelescopen zijn er in heel veel soorten en maten. Hier zie je een paar voorbeelden. Welke is het grootst en welke kan het verst kijken?



Klik op de plaatjes  
voor meer informatie!



Van links naar rechts zie je op de kaart:

Boven: de VLA in de Verenigde Staten, de WSRT in Nederland, de FAST in China

Onder: de Arecibo Observatory in Puerto Rico, de SKA in Zuid-Afrika en Australië

## Wat is de geschiedenis van de radiotelescoop?

Radiogolven werden eerst alleen gebruikt voor communicatie, totdat radiodeskundige Karl Jansky een gekke storing uit de ruimte ontdekte. Het bleek te gaan om een zwart gat in het midden van de Melkweg! Wat gebeurde er daarna? Volg de tijdlijn en kom erachter!

Klik hier om meer te leren over zwarte gaten...



1942  
Radiosignalen van de zon  
worden geobserveerd

1931

Karl Jansky ontdekt per ongeluk een zwart gat in de ruimte

1937

De eerste schotelradiotelescoop wordt gebouwd, in de achtertuin van de Amerikaanse wetenschapper Grote Reber



Telescoop in de achtertuin van Grote Reber



De radiotelescoop in Dwingeloo



Replica van Jansky's eerste telescoop

1944

Er wordt ontdekt dat waterstof heel goed te zien is met een radiotelescoop



Wist je dat de telescoop voor zichtbaar licht een Nederlandse uitvinding is? Dit [filmpje](#) legt het uit!



1970

De Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT) wordt in gebruik genomen



2010  
LOFAR de Low-Frequency Array is af!

1956

De bouw van de radiotelescoop in Dwingeloo



LOFAR

2021 →  
De bouw van SKA begint

2019

De WSRT krijgt een upgrade: apertif. Nu kun je een 40x zo groot gebied observeren



## Wat kun je zien met een radiotelescoop?

Met een radiotelescoop kun je kijken naar radiostraling in de ruimte. Maar wat voor objecten zenden deze straling uit?

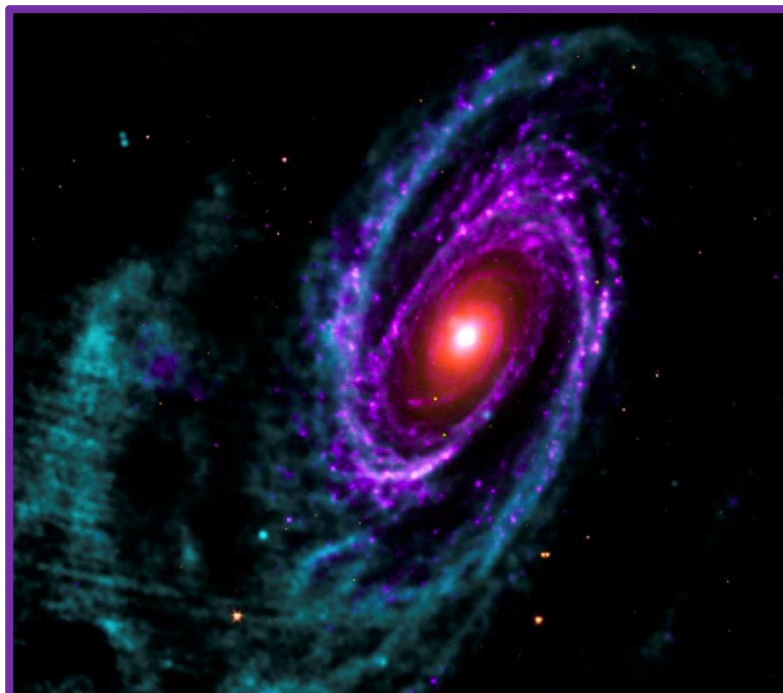
### Sterrenstelsels

Wanneer je met een gewone telescoop naar een sterrenstelsel kijkt, kun je vaak een groot deel niet goed zien omdat er **stofwolken** in de weg zitten. Met een radiotelescoop kijk je dwars door het stof heen. Ook kun je waterstof, het meest voorkomende deeltje in de ruimte observeren. Hierdoor kun je met een radiotelescoop goed zien wat de vorm van een sterrenstelsel is.

### Ik zie, ik zie ...

Hieronder staan plaatjes van vier sterrenstelsels in het zichtbare licht en in het radiolicht. Welke plaatjes horen bij elkaar? Het antwoord staat aan de zijkant van de bladzijde...

Wat is het grote verschil tussen de zichtbare en de radio-plaatjes?



Op dit plaatje zie je het Bodestelsel. Het blauw is waterstof gezien door een radiotelescoop. Het paars is ultravioletlicht van jonge sterren, het rood is infraroodlicht van oude sterren.

Maak je eigen plaatje met meerdere soorten licht op [deze website!](#)



1=B, 2=C, 3=A, 4=D

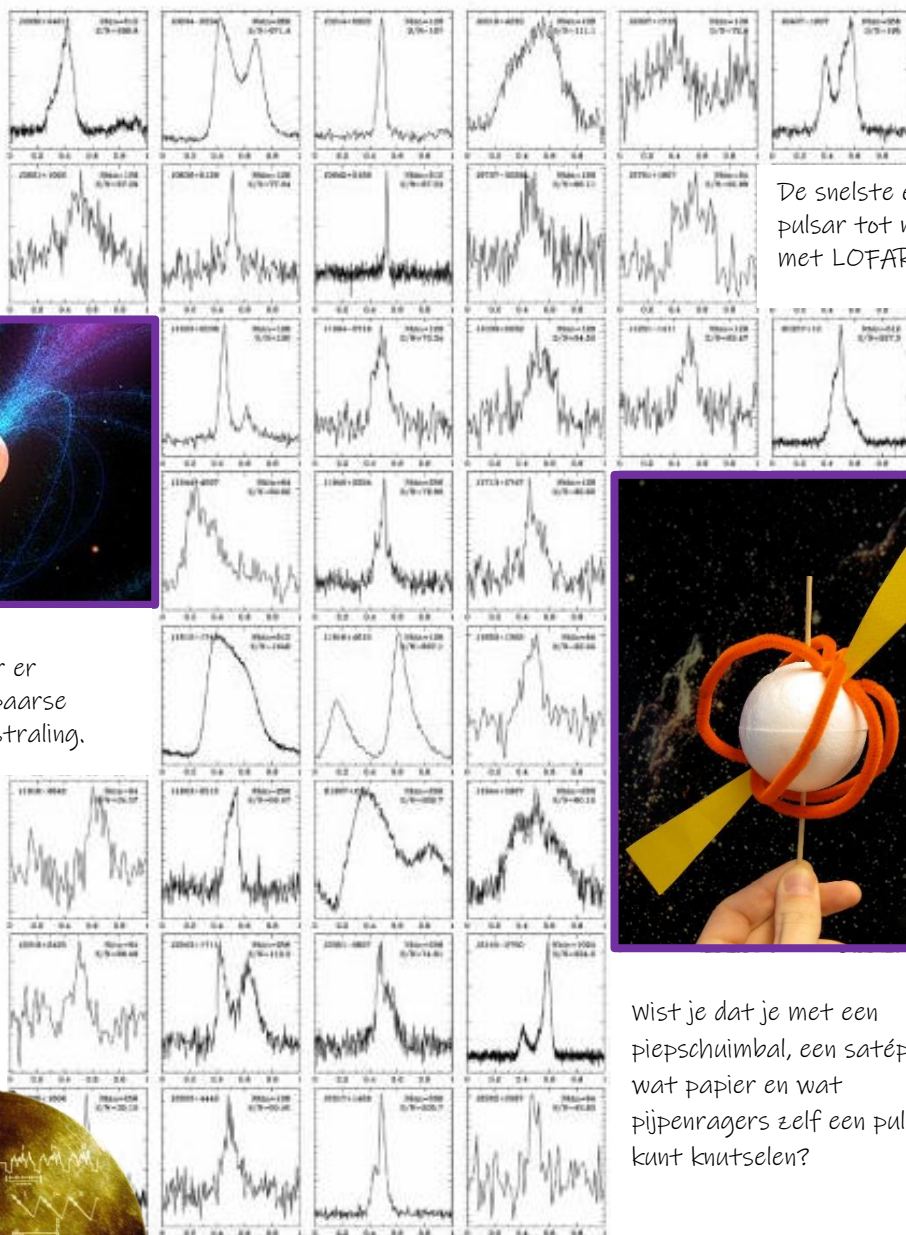
1.			A.		2.		B.	
C.		3.		D.		4.		

**Pulsars**

Met een radiotelescoop kun je ook **pulsars** opsporen. Pulsars zijn te vergelijken met ruimte vuurtorens. Pulsars draaien heel snel rond en de radiostraling die ze uitzenden vangen wij op. Dit zorgt voor een toon elke keer dat de pulsar ronddraait. Hieronder zie je grafieken van de signalen van pulsars.



In plaats van kijken naar grafieken, kun je ook zelf luisteren naar pulsars, [hier](#) bijvoorbeeld. Wist je dat je ook muziek kunt maken met pulsar geluiden? [Hoor het hier!](#)



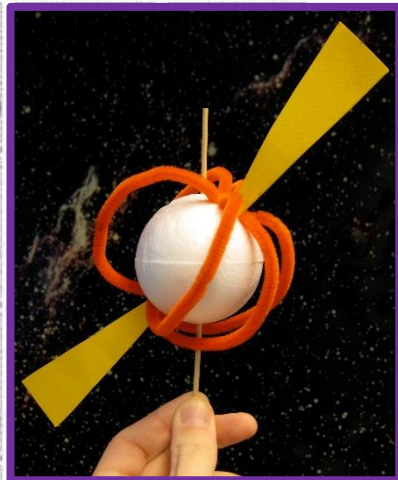
660x per seconde  
(Heel snel)



De snelste en langzaamste pulsar tot nu toe zijn ontdekt met LOFAR!



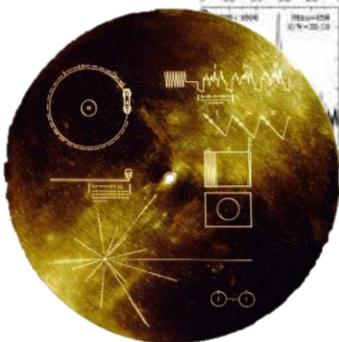
Zo ziet een pulsar er ongeveer uit, de paarse stralen zijn radiostraling.



Wist je dat je met een piepschuimbal, een satéprikker, wat papier en wat pijpenragers zelf een pulsar kunt knutselen?



1.4x per seconde  
(Heel langzaam)



Aliens opgelet! Op de LP die werd meegestuurd met de Voyager in 1977 staat de plek van de aarde ten opzichte van 14 pulsars aangegeven.

## Hoe kun je radiotelescopen verbeteren?

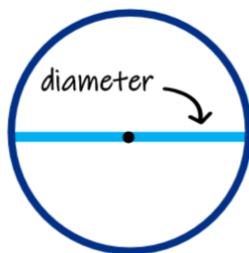
Door licht op te vangen in een schotel en te laten samenkomen op een punt, krijg je een sterker signaal. Op welke manieren kun je het signaal nog meer verbeteren?

### Weg met stoorzenders

Apparaten zoals je mobiele telefoon zenden ook radiogolven uit. Wanneer je een zwak signaal uit de ruimte probeert te ontvangen, kan een mobieltje zorgen voor een hoop storing. Daarom kun je bij veel radiotelescopen dit bord vinden. In plaats van helemaal uit, kun je je mobieltje ook op vliegtuigstand zetten. Radio-uitzendingen zijn ook grote stoorzenders. Wist je dat sommige radiotelescopen, zoals LOFAR, daarom uit twee delen bestaan? Een deel dat boven en een deel dat onder de FM-band observeert.



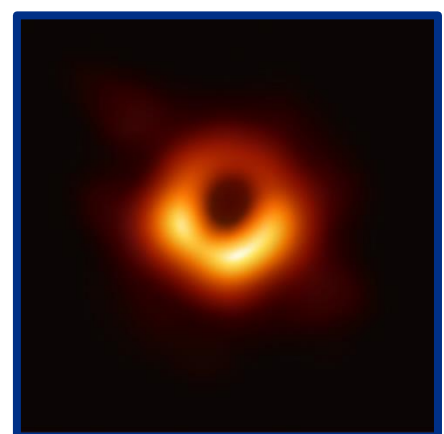
### Groot, groter, grootst



De schotel van een telescoop heeft een bepaalde **diameter**. De achtertuintelescoop van Grote Reber had een diameter van 9 meter, de telescopen in Westerbork hebben schotels met een diameter van 25 meter. Hoe groter de schotel, hoe sterker het signaal dat je ontvangt. Er worden radiotelescopen met steeds grotere schotels gebouwd. De grootste schotelradiotelescoop ter wereld is de FAST in China, met een schotel van wel 500 meter.

### Samenwerken

Het maken van grote schotels kost veel materiaal, geld en natuurlijk ruimte. Gelukkig kan het ook anders. Telescopen kunnen met elkaar samenwerken. Wanneer je de metingen van meerdere telescopen samenvoegt, is het alsof je één signaal hebt ontvangen van een supergrote telescoop. De telescopen rij in Westerbork bestaat uit 14 losse telescopen die met elkaar samenwerken. Dit kan ook op een veel grotere schaal. LOFAR bestaat uit meetstations in meer dan 12 landen in heel Europa.



Deze foto van de schaduw van een zwart gat is gemaakt door telescopen uit meer dan zes landen overal ter wereld.

## Waterstof, wat is dat?

Met een radiotelescoop kun je de 21cm-lijn van waterstof waarnemen. Maar wat is waterstof eigenlijk en wat is de 21cm-lijn?

### Waterstof

Waterstof is een **atoom**. Atomen zijn heel kleine deeltjes, een soort legoblokjes, die samen grotere deeltjes kunnen vormen. Water bestaat uit 2 waterstofatomen en 1 zuurstofatoom. Deeltjes die uit atomen bestaan zoals water noemen we een **molecuul**.

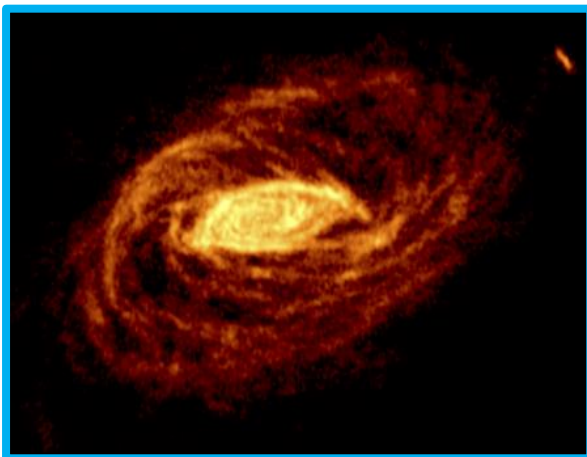
Meer weten over  
atomen en moleculen?  
[Dit filmpje](#) legt het uit!

Wist je dat waterstof het meest voorkomende deeltje in de ruimte is? Meer dan 90% van alle zichtbare deeltjes is waterstof.



### De 21cm-lijn

Van lichtbronnen zoals de zon en andere sterren komt een hoop straling. Maar eigenlijk komt van alles wel een beetje licht. Atomen zoals waterstof geven licht op een paar specifieke golflengtes. Deze golflengtes noemen we **lijnen**. Waterstof heeft een lijn bij een golflengte van 21 centimeter. Deze lijn noemen we de 21cm-lijn.



Tussen de sterren in een sterrenstelsel zit een hele hoop waterstof. Door te kijken naar de 21cm-lijn kun je dit zien. Hierdoor wordt de vorm van sterrenstelsels extra duidelijk in kaart gebracht.

Water bestaat deels uit waterstof, maar wist je dat suiker, vitamine C, urine, aspirine, citroenzuur en nog heel veel andere stoffen ook waterstof bevatten?

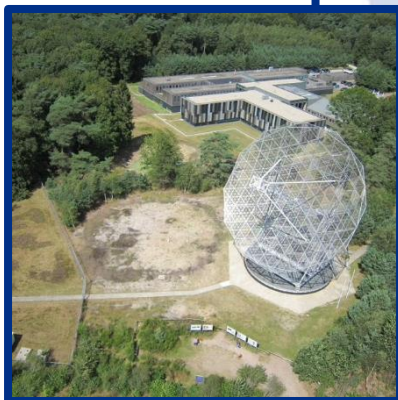
## Welke radiotelescopen zijn er in Nederland?

Er staan drie grote radiotelescopen in Nederland. Wat voor radiotelescopen zijn het en waar kun je ze precies vinden?

Op de kaart



De Westerbork Synthese Radiotelescoop, WSRT



Radiotelescoop Dwingelo met ASTRON op de achtergrond



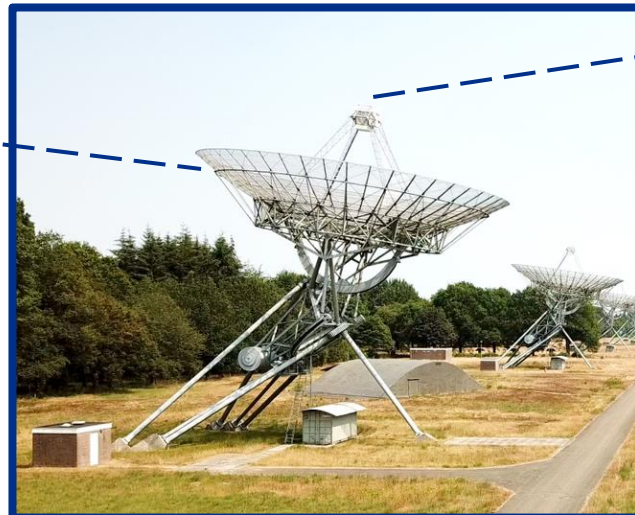
De LOFAR-superterp in een weiland bij Exloo

## De Westerbork Synthesis Array, WSRT

De misschien wel bekendste radiotelescoop van Nederland staat in de bossen bij Hooghalen. De WSRT bestaat uit 14 losse schotels met elk een diameter van 25 meter.

De schotel vangt de radiogolven op

De signalen van alle 14 telescopen komen uiteindelijk samen in de controlekamer



Door de apertif-ontvanger kan de telescoop nu een veel groter gebied in dezelfde tijd observeren!



Neem [hier](#) een kijkje in de bunker...

### Array

Een **array** is een rij van telescopen. De telescopen van de WSRT staan op een lijn van Oost naar West. Dankzij de draaiing van de aarde heb je zo na 12 uur observeren hetzelfde beeld als met een heel grote ronde telescoop. Tegenwoordig hebben we computers die ook een beeld kunnen maken van de signalen van telescopen die niet op een lijn staan, zoals de VLA-telescoop in de Verenigde Staten.

Wanneer de WSRT samenwerkt met andere radiotelescopen van over de hele wereld kan er een beeld gemaakt worden zo scherp dat zelfs een voetbal op de maan te zien zou zijn!



### Observaties

Wist je dat de WSRT-golflengtes tussen de 3,6 en de 92 centimeter kan waarnemen? Dus ook de 21cm-lijn van waterstof is te zien. De foto van het (paarse) waterstofgas van deze twee sterrenstelsels is gemaakt met de WSRT.



## LOFAR

In een weiland net buiten Exloo staat het centrum van LOFAR, de Low-Frequency Array. Er zijn in Nederland 38 LOFAR-stations, maar er staan er ook nog 15 verspreid door heel Europa, samen vormen ze de grootste radiotelescoop ter wereld.

### Techniek

In tegenstelling tot een schoteltelescoop is LOFAR een netwerk van antennes. De radiotelescoop bestaat uit twee delen. De draden aan de paaltjes zijn antennes gevoelig voor lange golflengtes. De zwarte tegels bevatten antennes voor de kortere golflengtes. De telescoop bestaat uit deze twee delen omdat er tussen beide delen de FM-radioband zit waarin je niet kunt observeren. Naast antennes voor radio-observaties bevat LOFAR ook geofoons om trillingen in de grond te meten en infrageluiddetectoren om de atmosfeer te bestuderen.



De superterp, het centrum van LOFAR, staat midden in een natuurgebied. Er zijn veel wilde dieren in de buurt. Wist je dat roofvogels graag landen op de antennepaaltjes?

LOFAR door heel Europa

Superterp



Hoe werkt LOFAR? [Dit filmpje](#) legt het uit!

Antenne



Met LOFAR wordt onder andere een kaart van radiobronnen uit de ruimte gemaakt. In [dit filmpje](#) reis je er zelf doorheen!

## Wat zijn zwarte gaten?

Met een radiotelescoop kun je zwarte gaten ontdekken, maar een zwart gat zelf kun je niet zien. Wat zie je dan wel en hoe werkt een zwart gat eigenlijk?

### Zwaartekracht

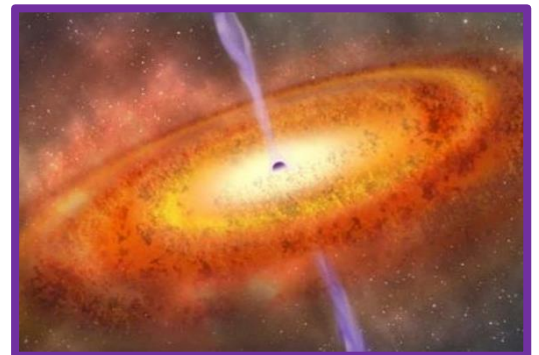
Een **zwart gat** is te vergelijken met een stofzuiger. Alles wat dicht genoeg langs een zwart gat zoeft wordt erin opgezogen. Bij een zwart gat gebeurt dit dankzij de **zwaartekracht**. Zwarte gaten zijn heel erg zwaar en niet zo groot, hierdoor hebben ze een heel grote aantrekkingskracht. Zo sterk dat zelfs licht niet meer uit een zwart gat kan ontsnappen en daarom noemen we het een zwart gat.

Als je de ruimtetijd ziet als één groot vlak, dan maakt een zwart gat een diepe kuil in dat vlak. Objecten die in de buurt van het gat komen, vallen er daardoor in. [Dit filmpje](#) laat zien hoe dat precies werkt.



### Hoe ontstaat een zwart gat?

Wanneer een heel zware ster doodgaat, krimpt deze. Uiteindelijk wordt de ster heel klein en heel zwaar, waardoor de zwaartekracht van de dode ster sterk genoeg is om licht vast te houden. Vanaf dat moment is het een zwart gat.



Zo ziet een zwart gat eruit

### Hoe ziet een zwart gat eruit?

Een zwart gat zendt geen licht uit en daardoor kunnen we het niet zomaar zien. Hoe kunnen we het dan toch waarnemen? Een zwart gat bestaat uit een donker middelpunt waaruit niets kan ontsnappen. Om het gat heen zit een schijf van dingen die het gat in worden gezogen. Wanneer een zwart gat iets opzuigt, wordt er een beetje licht in een grote straal weggeschoten. Deze straal en de schijf kunnen we wel zien en zo kunnen we de plek van zwarte gaten ontdekken.



Het jeugdjournaal over de foto die radiotelescopen van een zwart gat hebben gemaakt

Meer weten over de werking van zwaartekracht en wat er gebeurt wanneer je dicht bij een zwart gat in de buurt komt?  
Dit filmpje legt het uit!



## Spreekbeurt tips

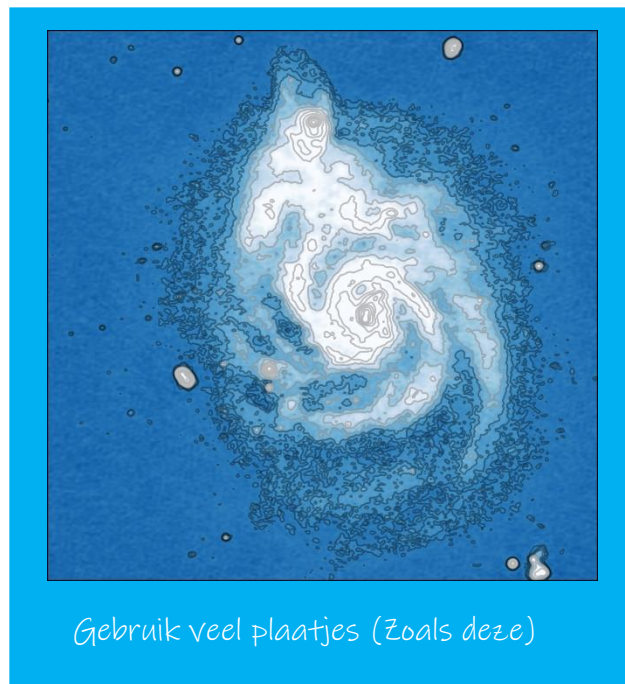
Een spreekbeurt houden klinkt best ingewikkeld. Met deze tips zorg je ervoor dat jouw spreekbeurt de beste ooit wordt!

### Begin en einde

Begin je spreekbeurt met een paar leuke weetjes of een spannend verhaal zodat iedereen geïnteresseerd is in wat je wilt vertellen. Sluit je spreekbeurt af met een korte samenvatting, zo onthouden mensen extra goed waar jij over hebt verteld. Het mooiste is om aan het einde nog een bruggetje te maken naar voorbeelden uit de inleiding.

Schrijf de belangrijkste woorden op een briefje. Tijdens je spreekbeurt kun je dan tussendoor even spieken!

Test jouw kennis, of die van jouw klasgenoten op het gebied van radioastronomie. Op de volgende bladzijdes staan een quiz en verschillende puzzels over de onderwerpen van dit spreekbeurtpakket!



Gebruik veel plaatjes (zoals deze)



Oefen de spreekbeurt een paar keer hardop. Probeer elke keer minder naar de tekst en meer naar het publiek te kijken. Misschien willen je ouders, broers/zussen of opa/oma wel meeluisteren. Anders kun je ook zelf bij een spiegel oefenen of een opname maken.

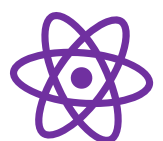
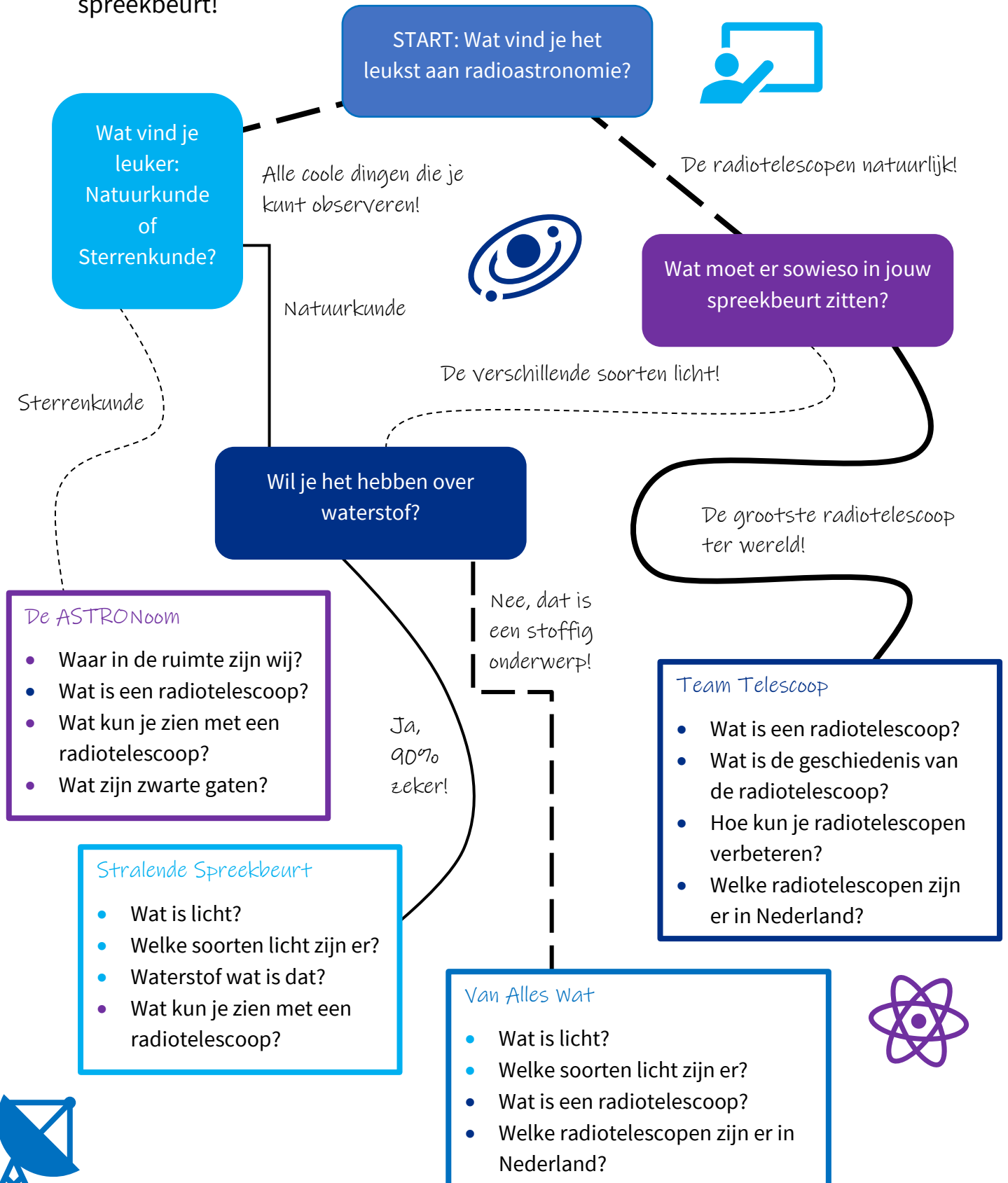


Zijn er nog vragen?

Maak jouw spreekbeurt interactief! Stel vragen aan het publiek, geef een voorwerp door of geef een live demonstratie van bijvoorbeeld de werking van een schoteltelescoop of de draaiing van de planeten...

## Spreekbeurt organisatie ideeën

Er zijn binnen de radioastronomie zoveel dingen te vertellen, dat past lang niet allemaal in een spreekbeurt van 15 minuten. Beantwoord de vragen om erachter te komen welke deelonderwerpen het beste passen bij jouw spreekbeurt!



## Quiz

Weet jij alles van telescopen, licht en de ruimte? Test jouw kennis van radioastronomie!

**1. Wat is licht niet?**

- a. Een golf
- b. Elektromagnetische straling
- c. Een gewichtsmaat

**2. Wat is de grootste radiotelescoop ter wereld?**

- a. LOFAR
- b. De Arecibo radiotelescoop
- c. De VLA
- d. De FAST

**3. Welk deel van een sterrenstelsel zie je met een radiotelescoop?**

- a. Jonge sterren
- b. Oude sterren
- c. Stofwolken
- d. Waterstofgas

**4. Waar werd de eerste schotelradiotelescoop gebouwd?**

- a. Een verlaten zwembad
- b. Midden in de woestijn
- c. De achtertuin van een wetenschapper
- d. De bossen bij Westerbork

**5. In welke stof zit geen waterstof?**

- a. Zuurstof
- b. Methaan
- c. Water
- d. Piepschuim

**6. Wat is een pulsar?**

- a. Een luidruchtig muziekinstrument
- b. Een snel draaiende neutronenster
- c. Een onregelmatig zwart gat
- d. Een actieve vulkaan

**7. Welke ster staat het dichtst bij de aarde?**

- a. Proxima Centauri
- b. Betelgeuse
- c. De Poolster
- d. De Zon

**8. In welk land staat geen LOFAR-station?**

- a. Zweden
- b. Oostenrijk
- c. Ierland

1=C, 2=A, 3=D, 4=C, 5=A, 6=B, 7=D, 8=B



## Woordzoeker

Astronomen zijn dol op afkortingen. In deze woordzoeker zitten belangrijke woorden uit de tekst en willekeurige astronomische afkortingen verstopt. Kun jij ze allemaal vinden?

**Zoek de volgende woorden:** 21cm-lijn, Absorberen, Antenne, Apertif, Array, ASTRON, Atmosfeer, Diameter, Dwingeloo, ELT, Elektromagnetisme, ESA, FAST, Geofoon, Golflengte, HBA, INT, IVS, Jansky, LBA, Leegte, Licht, LOFAR, Optisch, Pulsar, Radioastronomie, Scherp, Schotel, SKA, Spectrum, Ster, Straling, Telescoop, Verstrooien, VLA, VLT, WHT, WSRT

G	E	O	F	O	O	N	J	E	H	B	A	E
E	N	N	E	T	N	A	S	I	N	P	B	L
A	R	R	A	Y	N	V	N	M	O	R	S	E
D	E	H	C	S	I	T	P	O	R	E	O	K
W	E	S	K	A	S	E	C	N	T	H	R	T
I	F	Y	R	E	T	S	S	O	S	C	B	R
N	S	E	T	G	E	E	L	R	A	S	E	O
G	O	L	F	L	E	N	G	T	E	P	R	M
E	M	R	E	W	V	F	A	S	T	L	E	A
L	T	T	S	L	S	T	R	A	L	I	N	G
O	A	H	A	P	E	R	E	O	O	C	L	N
O	K	W	B	V	E	L	T	I	F	H	E	E
R	A	S	L	U	P	C	B	D	A	T	T	T
F	I	T	R	E	P	A	T	A	R	E	O	I
N	E	I	O	O	R	T	S	R	E	V	H	S
N	J	I	L	-	M	C	1	2	U	U	C	M
D	I	A	M	E	T	E	R	R	T	M	S	E

## Logiquiz Puzzel

Er is van alles te doen binnen de radioastronomie. Los de puzzel op om erachter te komen wie een nieuwe pulsar heeft ontdekt!

		Wie?				Wat?				Waar?				Wanneer?			
		Deneb	Hadar	Rigel	Sirius	Onweer	Pulsar	Stofwolk	Zwart gat	Aarde	Cygnus	Krabnevel	NGC 6946	06:30	11:11	17:21	22:00
Waarnee?	FAST																
	LOFAR																
	VLA																
	WSRT																
Wanneer?	06:30																
	11:11																
	17:21																
	22:00																
Waar?	Aarde																
	Cygnus																
	Krabnevel																
	NGC 6946																
Wat?	Onweer																
	Pulsar																
	Stofwolk																
	Zwart gat																

**Hoe werkt het?**

Hieronder staan vijf hints. Gebruik deze om de tabel in te vullen en zo te ontdekken wie van de vier radioastronomen vandaag een pulsar heeft ontdekt!

- 's ochtends werd bij LOFAR onweer vastgelegd.
- Rigel ontdekte een waterstof-wolk bij NGC 6946.
- Hadar observeerde 's nachts maar zag geen pulsar.
- De krabnevel werd om 11:11 bekeken, de VLA was om 17:21 actief.
- Sirius observeerde met de WSRT.

Om                      ontdekte                      met                      een pulsar in

Wanneer?

Wie?

Waarnee?

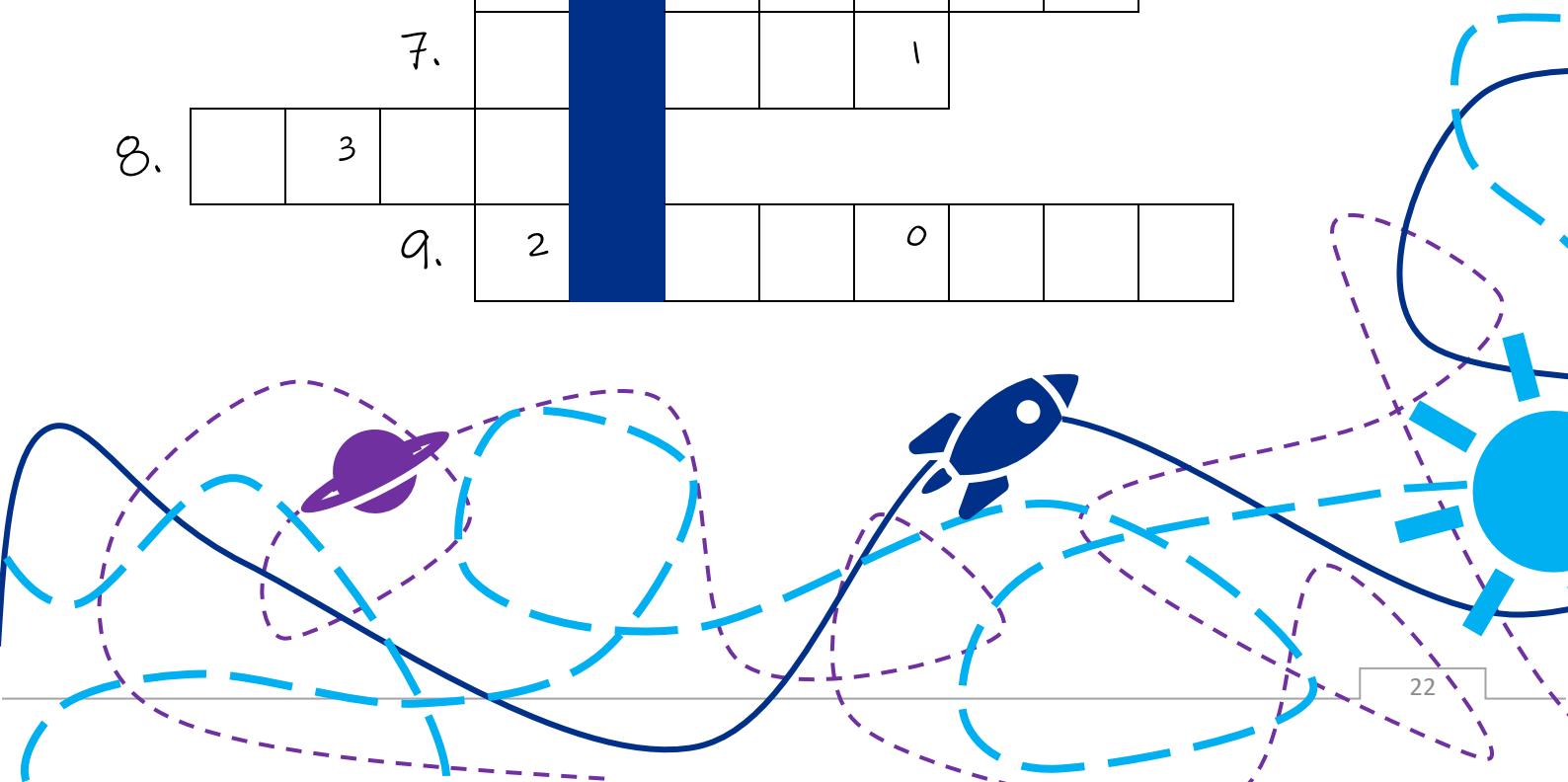
Waar?

## Quizfilippine

Beantwoord de vragen om achter het woord te komen. Bij gelijke getallen horen dezelfde letters.

1. Wat is de afkorting voor het Nederlands Instituut voor Radioastronomie?
2. Wat is het meest voorkomende stofje in het heelal?
3. Waar is licht een vorm van?
4. Wat is een plaatje wanneer je er ver op in kunt zoomen?
5. Hoe noem je een snel draaiende neutronenster?
6. Welk onderdeel van een radiotelescoop vangt de golven op?
7. Wat is de grootste radiotelescoop ter wereld?
8. Welk licht heeft de langste golflengtes?
9. Hoe noemen we alle soorten licht samen?

1.					1			
2.		3				2		
3.			1					
4.	2							
5.					3			
6.						0		
7.						1		
8.		3						
9.		2				0		



## Bronnen

Bronnen voor afbeeldingen op volgorde van verschijning in de tekst.

Infraroodfoto Hert: Door Arno/ Coen - [www.nutscode.com](http://www.nutscode.com), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1062086>

Radio M16: Cyril Tasse and the LOFAR surveys team

Zonnestelsel: [https://willemwever.kroncrv.nl/vraag\\_antwoord/wetenschap-techniek/waarom-zijn-de-planeten-ons-zonnestelsel-rond](https://willemwever.kroncrv.nl/vraag_antwoord/wetenschap-techniek/waarom-zijn-de-planeten-ons-zonnestelsel-rond)

Sterrenstelsel: UW-Madison university communications

Radiotelescoop: [http://nl.unawe.org/static/archives/education/pdf/Ontdekkingsstocht\\_door\\_het\\_onzichtbare\\_heelal.pdf](http://nl.unawe.org/static/archives/education/pdf/Ontdekkingsstocht_door_het_onzichtbare_heelal.pdf)

FAST: Chinese Academy of Sciences

VLA: <https://www.nrao.edu/pr/2000/vla20/background/vlafacts/>

Arecibo Observatory: © NAIC

Jansky Radiotelescoop replica: Door Astrochemist - Eigen werk, Publiek domein, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4347191>

Radiotelescoop Dwingeloo: CAMRAS

Pulsar: NASA

Voyager Golden record; Door NASA/JPL - The Sounds of Earth Record Cover, Publiek domein, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=137443>

Waterrand: <https://www.thelakehouse.one/material-en-water/>

WSRT+Caltech+NASA Galaxy view: NASA/JPL-Caltech/Carnegie Observatories/WSRT

Roofvogel: <https://tilduivenbondonsbelang.nl/wp-content/uploads/2019/04/tilduivenbondons-belang-1.png>

The spiral galaxy M51 in the HETDEX region. Credit: Tim Shimmwell and the LOFAR surveys team.

Zwart gat: Robin Dienel, courtesy of the Carnegie Institution for Science

De oplossing van de woordzoeker is:

**Spreekbeurt**

De oplossing van de Logiquiz puzzel is:

Om 11:11 observeerde Sirius met de WSRT een pulsar in de Krabnevel.

De oplossing van de quizfilippine is:

**Telescoop**

Meer lezen over radioastronomie? Check deze linkjes!

[http://nl.unawe.org/static/archives/education/pdf/Ontdekkingsstocht\\_door\\_het\\_onzichtbare\\_heelal.pdf](http://nl.unawe.org/static/archives/education/pdf/Ontdekkingsstocht_door_het_onzichtbare_heelal.pdf)

<https://old.astron.nl/node/444>

<https://old.astron.nl/nl/links>