

Inhoud

ONDERZOEK NAAR ... ATOMEN	6
1 Wat zijn atomen?	7
Onderdelen van een atoom	7
Krentenbol of niet?.....	9
Periodiek systeem	11
Verbindingen	12
Eigenschappen.....	13
Hoeveel weegt dat atoom?	13
Atomen speurtocht	15
Namen van elementen	16
2 Waarom onderzoeken we atomen?	17
De kracht van kernenergie	18
Straling is overal	20
3 Atomen onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk?	21
Experiment: Indirect bewijs	21
Experiment: Wegen.....	22
Experiment: Botsende moleculen	23
Deeltjesversneller.....	24
4 Wie zijn de onderzoekers?	25
Marie Curie.....	25
Nobelprijzen	26
Wil jij ook natuurkundige worden?	27
5 Afsluitende presentatie	28
ONDERZOEK NAAR ... DIEREN	29
1 Wat is het dierenrijk?	30
Dieren in alle soorten en maten.....	30
‘Fantastische’ claden	31
Aantal soorten	34
Ontdek een nieuwe diersoort	35

Exotische namen	36
Extreme prestaties	37
Werktuigen	37
2 Waarom onderzoeken we het dierenrijk?	39
Huisdieren/nuttige dieren	39
Honingbij	40
We lijken op elkaar	41
Biodiversiteit en uitsterving	42
3 Dieren onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk? Kies uit de experimenten!	44
Experiment 1: bacteriegroei in speeksel	44
Experiment 2: uilenballen uitpluizen	45
Experiment 3: regenwormen of andere kleine dieren observeren	46
Experiment 4: observeer een dier	47
4 Wie zijn de onderzoekers?	48
Jane Goodall	48
Onderzoekers	50
Wie onderzoekt wat?	51
Wil jij ook bioloog worden?	52
5 Afsluitende presentatie	53
 ONDERZOEK NAAR ... MICROBEN	 54
1 Wat zijn micro-organismen?	55
Spontaan ontstaan?	55
Klein, kleiner, kleinst	56
Vermenigvuldiging	57
Micro-organismen in alle soorten en maten	58
Onderdelen van micro-organismen	59
Wat leeft er in een vijver?	60
Extreme omstandigheden	61
Mijn microbe	62
2 Waarom onderzoeken we micro-organismen?	63
Toepassingen	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Microben zijn met meer	64
Antibacteriële zeep of niet?	65
Vaccins.....	66
3 Micro-organismen onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk?.....	67
Microscopen.....	67
Experiment: Schimmels kweken	70
Experiment: Yoghurt maken.....	71
Experiment: Zuurkool maken	72
Extra experimenten met voedingsbodems en de microscoop.....	73
4 Wie zijn de onderzoekers?	74
Louis Pasteur (1822 -1895).....	74
Onderzoekers	75
Wil jij ook microbioloog worden?	76
5 Afsluitende presentatie	77
 ONDERZOEK NAAR ... STORMEN	 78
1 Wat zijn stormen?	79
Wat valt er uit de lucht?.....	79
Weerrecords.....	80
Stormen in alle soorten en maten.....	81
Hoe geef je een storm een naam?	82
Hallo, een halo!	83
Wolken kijken	84
El Niño of La Niña?	85
Hoe warm is het eigenlijk?	86
2 Waarom onderzoeken we het weer?.....	86
Het weer voorspellen	87
Weerspreuken	88
Hoe dichtbij is het onweer ?.....	89
Klimaatverandering, is dat erg of niet?	90
3 Het weer onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk?.....	91
Experiment: hoe worden regendruppels gevormd?	91

Experiment: maak je eigen regenmeter.....	92
Experiment: Maak je eigen barometer	93
Experiment: Maak je eigen hygrometer.....	94
Experiment: Maak je eigen windmeter	95
4 Wie zijn de onderzoekers?	96
Meteorologen.....	96
Wil jij ook meteoroloog worden?.....	98
5 Afsluitende presentatie	99

VOORAF

Dit is experimenteel lesmateriaal, bij de leesserie **Sterren!**.

Het lesmateriaal past bij steeds twee boeken uit deze serie. Omdat de serie bestaat uit 10 leesboeken, verschijnen er vijf verwerkingswerkboeken. De onderwerpen zijn: onderzoek naar dieren, onderzoek naar atomen, onderzoek naar micro organismen, onderzoek naar stormen, onderzoek naar energie*). U kunt ook delen van het verwerkingsmateriaal gebruiken, in plaats van het hele werkboekje. Het is de bedoeling dat u het verwerkingsmateriaal print of kopieert voor uw leerling(en) als een werkboekje.

Het lesmateriaal gebruikt de informatie uit de leesboeken actief en daagt een (hoog)begaafde leerling uit zich verder te verdiepen in het onderwerp. De **weblinks** bieden interessante animaties, weblinks en *applets* die de moeilijke materie uitleggen. Ze hebben een [nummer]. Via mijn.schoolsupport.nl of via www.schoolsupport.nl/weblinks is elke weblink te vinden en te gebruiken. Het verwerkingsmateriaal bevat ook **experimenten**. Laat een leerling daar uit kiezen en stimuleer het doen van experimenten!

Er zijn ook **antwoorden** beschikbaar bij de werkboekjes. Ook te vinden op mijn.schoolsupport.nl of onder www.schoolsupport.nl/service.

Verzoek!

Het lesmateriaal is experimenteel omdat we als uitgeverij van leerkrachten willen horen of het lesmateriaal *op niveau* en *uitdagend* is voor een (hoog)begaafde leerling uit groep 6 en hoger. Geef ons uw inhoudelijke reactie (uw leerling mag dat ook doen!) door te mailen naar redactie@schoolsupport.nl. Komt u of uw leerling onvolkomenheden of fouten tegen, dan vernemen we die uiteraard ook graag. Zo nodig wordt het lesmateriaal aangepast en uiteindelijk zal het als werkboekje, en in kleur, verschijnen. Succes!

Anja Ridder, auteur
Roel Gille, auteur (*Onderzoek naar energie**)
Simon van der Sluijs, uitgever

**) Onderzoek naar energie – verwerkingsmateriaal is nog niet beschikbaar. Zal in 2012 worden toegevoegd via mijnSchoolsupport.*

SWN60 Onderzoekers, serie 1 – Verwerkingsmateriaal digitaal

ONDERZOEK NAAR ... ATOMEN

Beste leerling,

Dit is pittig lesmateriaal, bij de leesserie **Sterren!**. Bij 'Onderzoek naar ... Atomen' horen de leesboeken *Marie Curie* en *Onderzoek naar Atomen*.

Lees eerst de leesboeken aandachtig door. Gebruik ook de weblinks in de leesboeken om het onderwerp beter te begrijpen.

Dit lesmateriaal gebruikt de informatie uit de leesboeken actief en daagt je uit je verder te verdiepen in het onderwerp door **weblinks**. De weblinks bieden interessante animaties, informatie en *applets* die de moeilijke materie uitleggen. Ze hebben een[nummer]. Hoe activeer je zo'n weblink?

Via mijn.schoolsupport.nl of via www.schoolsupport.nl/weblinks is elke weblink te vinden en te gebruiken. Het verwerkingsmateriaal bevat ook experimenten. Kies hieruit want experimenteren hoort bij ontdekken en onderzoeken!

Zet hem op en veel succes!

1 Wat zijn atomen?

Onderdelen van een atoom

Al in het heel verre verleden bedachten sommige geleerden dat alles uit heel kleine deeltjes bestaat. Eén van die geleerden was de Griek Democritus die leefde van 470 tot 400 voor Christus. Hij beweerde dat het heelal en alles wat daarin te vinden was, bestond uit piepkleine bewegende deeltjes die je niet met het blote oog kon zien. De moderne atoomtheorie lijkt heel veel op de theorie van Democritus. Deze oude Griek was dus eigenlijk een genie!

Democritus noemde de deeltjes waaruit alle materie bestaat 'onbreekbaar'. Toch is dat niet helemaal waar, atomen bestaan uit een aantal onderdelen.

- Vul de juiste antwoorden in en ontdek het verborgen woord.
quark (q), proton (p), element (s), elektron (e), neutron (n), kern (a)
 1. Zo noemen we het centrum van een atoom. _____
 2. Dit deeltje is negatief geladen en cirkelt om de kern heen. _____
 3. Dit deeltje is positief geladen. _____
 4. Dit deeltje is niet geladen. _____
 5. Dit is het kleinste onderdeelje van een proton. _____
 6. Zo heet een groep van één soort atomen. _____

Het verborgen woord is: _____

Stel, je maakt een reis door het atoom van buiten naar binnen, welke deeltjes (in de juiste volgorde) kom je dan tegen?

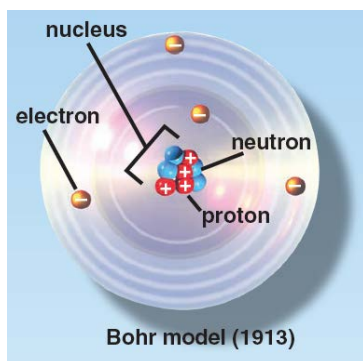
_____ - _____ - _____

Klein, kleiner, kleinst

Hoe groot zijn atomen eigenlijk? Eigenlijk moet de vraag anders gesteld worden: hoe *klein* zijn atomen eigenlijk? Hééél klein!

- Een gemiddeld atoom heeft een doorsnede van een miljoenste van een millimeter. Hoeveel atomen passen er dus naast elkaar in een haar als die eentiende millimeter dik is? - _____ atomen

In een opgeblazen feestballon lijkt bijna niets te zitten, alleen wat lucht. Lucht bestaat uit een mengsel van gassen, voornamelijk uit zuurstofatomen en stikstofatomen. Hoeveel van die atomen zitten er ongeveer in die ene ballon? Schrik niet: 100 x miljard x miljard! Dat schrijf je zo: 100.000.000.000.000.000.000 atomen.



Hierboven zie je hoe een atoom vaak getekend wordt. Maar eigenlijk kloppen de groottes van de deeltjes en de afstanden in zo'n tekening helemaal niet. De kern van een atoom is ongeveer honderdduizend keer zo klein als het gehele atoom. Dat betekent dat de elektronen enorm ver van de kern afstaan. Je kunt je dit ongeveer voorstellen als een vlieg (de kern) in een grote sporthal (het atoom).

- Stel dat de vlieg een millimeter groot is, hoe groot is dan de sporthal? _____
- Als je een tekening maakt waarin de kern 1 centimeter groot is, op welke afstand zou je de elektronen dan eigenlijk moeten tekenen? _____
- Kijk op een kaart van jouw dorp of stad wat er op deze afstand van je school ligt. Waar is dat ongeveer? _____

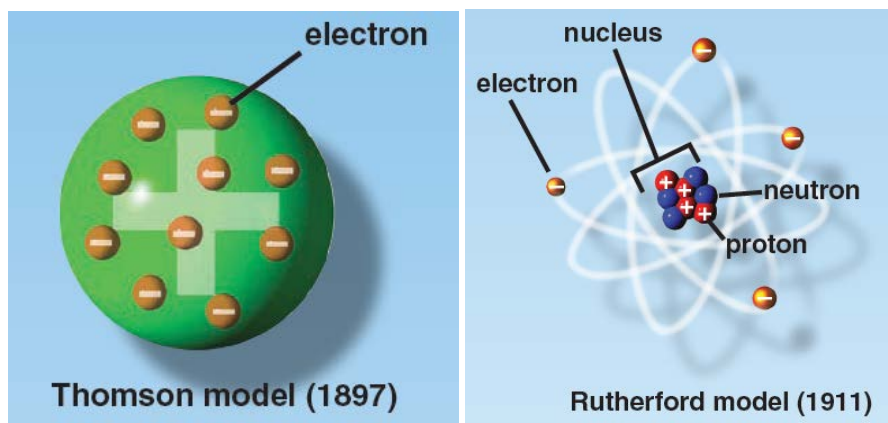
Een atoom bestaat dus voornamelijk uit lege ruimte. Dat geldt voor alle materie, dus ook jij bent vooral lege ruimte!

- Ook al is de kern zo klein, het bevat wel bijna alle massa van het atoom. Een proton en een neutron zijn allebei meer dan 1800 keer zo zwaar als een elektron. Hoeveel procent van de massa van een waterstofatoom dat bestaat uit 1 proton en 1 elektron bevindt zich dan in de kern? _____

Krentenbol of niet?

In 1900 dacht men dat atomen bestaan uit een positief geladen sponsachtig materiaal waar negatief geladen elektronen in zaten. Dit model was bedacht door Thomson en men noemde dit het krentenbolmodel (Plum pudding model in het engels).

Rutherford wilde kijken of dit waar was en deed zijn beroemde experiment. Hij schoot deeltjes op een laagje goudfolie af.



- [01-0110] Met dit computermodel kun je het goudfolie experiment van Rutherford nadoen en deze twee verschillende atoommodellen met elkaar vergelijken. Schiet deeltjes op het atoom af door op het kanon te klikken. Als je op 'show traces' klikt dan kun je de banen van de deeltjes zien. Kijk wat er in beide modellen gebeurt met de deeltjes en kruis dat hieronder aan.

	Plum pudding model	Rutherford model
de deeltjes gaan allemaal rechtdoor		
sommige deeltjes buigen af		

- Wat bewijst dit experiment precies? _____

Het resultaat van Rutherford was volkomen onverwacht, alsof je met een kanon op een vel papier schiet en sommige kogels weer terugkaatsen. Dit was het bewijs dat het krentenbolmodel niet klopt.

- Verander de getallen in het Rutherford model en kijk wat er gebeurt. Vul in: meer of minder.

Verandering		meer/minder deeltjes worden teruggekaatst
energie alpha-deeltje	lager	
	hoger	
aantal protonen	lager	
	hoger	
aantal neutronen	lager	
	hoger	

De alchemisten deden in de middeleeuwen hun experimenten om de steen der wijzen te vinden. geloofden dat ze hiermee lood in goud konden veranderen. Bovendien zou die steen ook het eeuwige leven kunnen geven. In het boek 'Harry Potter en de steen der wijzen' wil Voldemort die steen maar al te graag te pakken krijgen!

Dit filmpje van het Klokhuis ziet de moderne Rutherford aan het werk, de deeltjesversneller van het CERN in Geneve:
[01-012]

Een grappig filmpje over de structuur van atomen:
[01-013]

Periodiek systeem

De Rus Mendelejev ordende in de 19de eeuw de elementen. Voordat je de onderstaande vraag beantwoordt, is het handig als je eens de volgende website bestudeert: [01-014]

Zet de zinnen in de juiste volgorde:

- 1) Mendelejev beweerde dat op die plekken elementen moesten staan die nog niet ontdekt waren.
- 2) Maar er zaten nog gaten in.
- 3) Toen ontdekte hij iets, namelijk dat de eigenschappen van die elementen op een regelmatige manier terugkwamen (periodiek).
- 4) Toen de ontbrekende elementen ontdekt werden, bleek Mendelejev precies gelijk te hebben!
- 5) In 1870 zette de Russische wetenschapper Dmitri Mendelejev alle op dat moment bekende elementen op een rijtje, op volgorde van toenemende atoommassa.
- 6) Met zijn systeem kon hij voorspellen welke eigenschappen die onbekende elementen zouden hebben.
- 7) Hij zette die elementen met dezelfde eigenschappen onder elkaar en maakte zo het periodiek systeem.

De juiste volgorde is: ____ - ____ - ____ - ____ - ____ - ____ - ____

Mendelejev hield erg van het kaartspel patience, en men zegt dat hij het periodiek systeem uitvond door alle bekende elementen met hun eigenschappen op kaartjes te schrijven en die op volgorde te leggen.

Een interactieve versie van het periodiek systeem kun je vinden op: [01-0114] of [01-0115].
Hier vind je eigenschappen, toepassingen en foto's van alle elementen.

Wil je alle elementen uit je hoofd leren? Kijk dan op: [01-0116]

Verbindingen

Er zijn maar iets meer dan honderd verschillende soorten atomen. Toch vormen die de duizenden verschillende stoffen die je dagelijks om je heen ziet. Hoe kan dat?

Elektronen vormen de buitenste laag van een atoom. Sommige elementen bestaan uit atomen die heel graag nóg meer elektronen willen hebben. Andere elementen willen hun elektronen juist graag kwijt. Als zulke elementen elkaar tegenkomen, delen ze hun elektronen met elkaar en vormen ze een verbinding, het vormen van zo'n verbinding noemen we een reactie. Zo krijgen ze allebei hun zin.

Zo'n verbinding noemen we een molecuul. Een zuurstofatoom kan bijvoorbeeld een verbinding vormen met een ander zuurstofatoom, dan ontstaat er een zuurstofmolecuul en dat schrijf je als O_2 . Maar een zuurstofatoom kan ook een verbinding vormen met een ander element.

- Vul in hoe deze moleculen heten en waarom ze belangrijk zijn.

verbinding met	molecuul	naam	wat doet het?
zuurstof	O_2		
waterstof	H_2O		
koolstof	CO_2		

De tak van wetenschap die zich bezighoudt met hoe atomen en moleculen met elkaar reageren, is de chemie, oftewel de scheikunde.

Eigenschappen

Vul in. Kies uit: Au – C – Fe – H – Hg – N – O – P – U, kijk nog maar eens op:

[01-0114]

- 1 Dit element is het meest voorkomende en meest gebruikte metaal. Het wordt onder andere gebruikt om auto's en schepen mee te bouwen en het kan magnetisch zijn. (_____)
- 2 Dit element is het meest voorkomende in het universum. Het vormt een zeer brandbaar gas. Het wordt gebruikt als raketbrandstof en vroeger ook wel in luchtballonnen en zeppelins. (_____)
- 3 Dit element is radioactief. Het wordt gebruikt om kernenergie mee te produceren. (_____)
- 4 Dit element hebben we nodig om te overleven. Het is een gas en wordt voornamelijk gemaakt door planten. Het wordt bijvoorbeeld gebruikt in duikflessen en zorgt ervoor dat dingen kunnen verbranden of roesten. (_____)
- 5 Dit element is een vaste stof die kan oplichten in het donker en zeer brandbaar is. Het zit in kunstmest en wordt ook gebruikt in de koppen van lucifers. (_____)
- 6 Dit element is het enige metaal dat bij kamertemperatuur vloeibaar is. Het is erg giftig, maar werd vroeger veel gebruikt in thermometers en om gaatjes in je tanden mee te vullen. (_____)
- 7 Dit element vormt een kleurloos en reukloos gas. Bijna 80% van de lucht die je inademt, bestaat hieruit. Het is een belangrijk bestanddeel van kunstmest. (_____)
- 8 Dit element is een kostbaar metaal dat prachtig glanst. Het wordt dan ook gebruikt om sieraden mee te maken. Het wordt een edelmetaal genoemd, omdat het nergens mee reageert en dus niet roest. (_____)
- 9 Dit element is de belangrijkste bouwsteen van alle levende wezens. Het is een vaste stof die ook diamant kan vormen. Het wordt gebruikt in potloden en is een bestanddeel van steenkool en aardolie. (_____)

Een Duitse alchemist dacht dat hij goud uit urine kon halen, vanwege de kleur. Dat lukte niet, maar hij ontdekte wel het element fosfor.

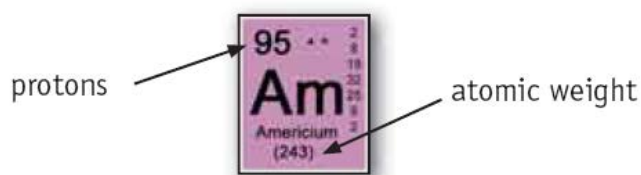
Hoeveel weegt dat atoom?

Vul de tekst aan met de volgende woorden:

atoommassa – atoomnummer – elektronen - element – isotopen - neutronen – protonen

Let op: sommige woorden moet je meerdere keren invullen!

Marie Curie probeerde de () van radium te bepalen. Als je dat van een () weet, weet je ook waar het in het periodiek systeem staat. Dit vertelt je dan hoeveel protonen, neutronen en elektronen het element heeft. Kijk maar naar het volgende voorbeeld.



Americium heeft 95 (). Dit noemen we ook wel het (). Het aantal () is hieraan gelijk. De atoommassa van Americium is 243 (zie: [01-0115]). De atoommassa is het aantal protonen plus het aantal (). Het aantal () tellen we hierbij niet mee, omdat ze zo klein zijn. Americium heeft dus 148 ().

Niet alle atomen van een bepaald () zijn hetzelfde! Een () heeft een ander aantal () dan in het periodiek systeem staat. Er bestaan bijvoorbeeld ook Americium atomen met 146 (). Het aantal () en elektronen is wel hetzelfde, anders zou het een ander () zijn.

Atomen speurtocht

Gebruik het periodiek systeem hieronder en de antwoorden op de vragen om van het ene naar het andere element te gaan.

1. Welk element heeft 84 protonen? _____
 Naar welk land is dit element genoemd? _____
 Hoeveel neutronen heeft dit element? _____

2. Trek van dit antwoord 23 af. Welk element heeft zoveel protonen? _____
 De wetenschapper naar wie dit element genoemd is heeft een prijs gesticht. Hoe heet deze prijs?

 Hoeveel neutronen heeft dit element? _____

3. Welk element heeft twee protonen meer dan het element uit vraag 2? _____
 Naar welke wetenschapper is dit element genoemd? _____
 Hoeveel neutronen heeft dit element? _____

4. Trek van dit antwoord 8 af. Welk element heeft dit atoomnummer? _____
 Naar welke twee wetenschappers is dit element genoemd? _____

Periodic Table of the Elements

Legend:

- Metals:** Yellow background
- Nonmetals:** Light blue background
- Transition Elements:** Red background
- Noble Gases:** Pink background
- Inner Transition Elements:** Orange background
- Synthetic:** Purple background
- Radioactive:** Dark red background

How to read the table:

- Number of electrons in each shell:** Indicated by the number in the top left corner of the element box.
- Atomic Number:** Indicated by the number in the top right corner of the element box.
- Symbol:** Indicated by the letter(s) in the center of the element box.
- Name:** Indicated by the name in the bottom left corner of the element box.
- Atomic Mass:** Indicated by the number in the bottom right corner of the element box.
- New designation:** Indicated by the number in the top left corner of the element box.
- Original designation:** Indicated by the number in the top right corner of the element box.
- Atomic weight of most stable isotope:** Indicated by the number in the bottom right corner of the element box.

Periods: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Groups: 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A, 15A, 16A, 17A, 18A

Lanthanide Series: 57 La, 58 Ce, 59 Pr, 60 Nd, 61 Pm, 62 Sm, 63 Eu, 64 Gd, 65 Tb, 66 Dy, 67 Ho, 68 Er, 69 Tm, 70 Yb, 71 Lu

Actinide Series: 89 Ac, 90 Th, 91 Pa, 92 U, 93 Np, 94 Pu, 95 Am, 96 Cm, 97 Bk, 98 Cf, 99 Es, 100 Fm, 101 Md, 102 No, 103 Lr

Unknown elements 113 - 118 are shown in their predicted positions.

Namen van elementen

Marie Curie noemde haar element radium, naar het Latijnse woord *radius*, dat straal betekent. Haar andere element noemde ze polonium, naar Polen, het land waar ze vandaan kwam. Ook is er een element naar haar en Pierre vernoemd: Curium.

Vul de naam van elk element in en trek een pijl naar hetgene waar het naar genoemd is.

element	Naam		genoemd naar
H			staat van Amerika
N			werelddeel
Ds			eigenschap
Pu			universiteit van Californië
Fr			Noorse god
Eu			uitvinder van het periodiek systeem
Cf			herkomst
Th			Griekse god
Bk			land in Europa
Pm			nummer in het periodiek systeem
Es			stad in Duitsland
Md			beroemde wetenschapper
Uub			planeet

Polonium kwam in 2006 opeens in het nieuws, omdat de Rus Alexander Litvinenko er in Londen op mysterieuze wijze mee vergiftigd werd.

Naar het Zweedse dorpje Ytterby zijn maar liefst vier elementen genoemd: Yttrium, Erbium, Terbium en Ytterbium! Ze werden allemaal ontdekt in een stukje steen dat in de mijn van Ytterby gevonden werd.

2 Waarom onderzoeken we atomen?

Wetenschappers zoals Marie Curie hebben atomen onderzocht en daarbij allerlei ontdekkingen gedaan. Bijvoorbeeld dat sommige atomen straling afgeven. Deze straling wordt tegenwoordig onder andere gebruikt om kankercellen mee te doden.

Er zijn nog meer nuttige toepassingen van de straling van atomen. Bekijk onderstaande foto's en schrijf op welke toepassing erbij hoort.



Röntgenfoto



Rookmelder



Opgraving



Kerncentrale

	Toepassing
Röntgenfoto	
foto van oud bot/opgraving	
foto van rookmelder	
foto van kerncentrale	

De kracht van kernenergie

De energie uit atoomkernen kan gebruikt worden om elektriciteit mee te maken.

Energie wordt gemeten in Watt (W). Eén Watt is de hoeveelheid energie per seconde die nodig is om een appel één meter omhoog te tillen, of om een kwart gram water één graad op te warmen.

Hoeveelheden elektrische energie worden meestal geschreven in Wattuur (Wh), het aantal Watt in een uur, of in kiloWattuur (kWh, 1 kWh = 1000 Wh). Het kost bijvoorbeeld 40 Wh om een gloeilamp van 40 W een uur te laten branden. Een spaarlamp van 10 W gebruikt dus vier keer zo weinig energie! Een gemiddeld Nederlands huishouden verbruikt ongeveer 3500 kWh stroom per jaar. Om je een idee te geven: daarmee zou je een miljoen liter water een graad mee kunnen opwarmen, of 40 lampen van 10 Watt dag en nacht kunnen laten branden.

Kernenergie wordt opgewekt in kerncentrales. Zoek op (bijvoorbeeld met een atlas of op internet: [01-0116]) hoeveel kernenergie (in miljard kWh) de volgende landen opwekken en zet deze getallen uit in een grafiek.

Nederland:	_____ miljard kWh	Frankrijk:	_____ miljard kWh
België:	_____ miljard kWh	Japan:	_____ miljard kWh
Verenigde Staten:	_____ miljard kWh	Korea:	_____ miljard kWh
Rusland:	_____ miljard kWh	China:	_____ miljard kWh
Duitsland:	_____ miljard kWh		

Welk land maakt de meeste kernenergie? _____

Hoeveel huishoudens zou je in Nederland met kernenergie van stroom kunnen voorzien?

_____ miljoen huishoudens per jaar.

Kijk voor meer informatie over kernenergie in de Klokhuis dossiers over kernenergie en radioactiviteit:[01-0117]

Je vindt hier bijvoorbeeld een animatie van de kettingreactie van kernsplijtingen waarmee energie opgewekt kan worden:[01-0111]

Als je kijkt naar het effect op het milieu, dan heeft kernenergie voor- en nadelen. Noem hieronder een voordeel en een nadeel.

Voordeel	Nadeel
-	-

Wat vind jij? Zouden we meer of juist minder kernenergie moeten gebruiken?

.....

Straling is overal

Wanneer atomen uiteenvallen, dan geven ze energie af in de vorm van radioactieve straling. Dat gebeurt overal om ons heen, dus wij worden elke dag blootgesteld aan kleine hoeveelheden straling. Wat is waar? Kruis aan en vind het verborgen woord.

1. Er komt zogenaamde kosmische straling uit de ruimte, van de zon en van andere sterren. Des te hoger je bent, bijvoorbeeld in de bergen of in een vliegtuig, des te meer je opvangt. *waar (s)/niet waar (p)*
2. De meeste straling die je opvangt, wordt veroorzaakt door de mens. *waar (o)/niet waar (t)*
3. Bij medische onderzoeken, zoals röntgenfoto's, wordt straling gebruikt. *waar (r)/niet waar (m)*
4. In de stenen waar huizen van gebouwd worden, zit een kleine hoeveelheid radioactieve elementen. *waar (a)/niet waar (e)*
5. Radon is een radioactief gas dat zich binnenshuis kan ophopen, dus is het belangrijk je huis goed te luchten. *waar (l)/niet waar (n)*
6. In Nederland zit een grote hoeveelheid radioactieve elementen in de aardbodem. *waar (i)/niet waar (e)*
7. In je eigen lichaam zitten ook radioactieve atomen, maar daar merk je helemaal niets van. *waar (n)/niet waar (k)*

Het verborgen woord is: _____

3 Atomen onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk?

Experiment: Indirect bewijs

De eerste atoomwetenschappers onderzochten dingen die ze niet konden zien of aanraken. Ze konden geen losse atomen zien. In plaats daarvan moesten ze indirecte bewijzen verzamelen. Indirect bewijs is als je het effect van iets waarneemt. Daarna kun je conclusies trekken over het ding zelf. Je kunt bijvoorbeeld voetstappen in de modder bekijken om uit te zoeken wie er door de tuin gelopen heeft.

Materialen:

- lege dozen, gemerkt met letters of kleuren
- een verzameling gewone voorwerpen uit de klas of van thuis
- een weegschaal
- een tafel
-

Stappen:

1. Vraag aan iemand anders om een aantal mysteriedozen voor je klaar te maken. Als je dit experiment op school doet, zal je leraar de dozen vullen. In elke doos moeten één of meer voorwerpen uit de klas of van thuis zitten.
2. Zet op een tafel een aantal voorwerpen neer, waaronder ook de voorwerpen die in de mysteriedozen gedaan zijn. Op deze manier komt het voorwerp in de doos overeen met een van de voorwerpen op tafel.
3. Probeer uit te zoeken wat er in de mysteriedozen zit, zonder natuurlijk de dozen open te maken. Je kunt al je zintuigen gebruiken en ook alle meetinstrumenten die aanwezig zijn, zoals bijvoorbeeld een weegschaal.
4. Schrijf voor elke doos op wat je denkt dat erin zit en waarom je dat denkt.
5. Had je het goed? Waarom wel of waarom juist niet?
6. Bedenk welke meetinstrument je zou kunnen gebruiken om dit experiment nog beter uit te kunnen voeren.

Experiment: Wegen**Materialen:**

- een aantal blokjes van verschillende metalen, zoals lood, aluminium, ijzer of koper
- weegschaal
- maatcilinder met water
- periodiek systeem

Stappen:

1. Zoek thuis of op school een aantal blokjes van verschillende metalen. Neem het liefst blokjes die dezelfde grootte hebben. Weeg ze en schrijf het gewicht hieronder op.
2. Als je blokjes hebt die van grootte verschillen, zul je het volume ervan moeten bepalen om ze met elkaar te vergelijken. Doe het blokje in een maatbeker of maatcilinder met water en lees af hoeveel het waterpeil stijgt. Het blokje metaal neemt namelijk ruimte in en duwt daarbij het water weg. Reken daarna het soortelijk gewicht uit, dit heet zo omdat elke soort stof een ander gewicht heeft.
3. Zoek het metaal op in het periodiek systeem en schrijf de atoommassa op.

metaal	gewicht van het blokje (in gram)	volume van het blokje (in ml)	soortelijk gewicht (in gram per ml)	atoommassa

4. Vergelijk het soortelijk gewicht met de atoommassa. Wat is je conclusie? _____
- _____
- _____

Bedenk twee oorzaken waardoor dit experiment zou kunnen mislukken en een blokje als het ware 'te zwaar' zou kunnen zijn.

- 1) _____
- 2) _____

Experiment: Botsende moleculen

Als je op school de beschikking hebt over een microscoop, dan kun je indirect de botsingen van moleculen zien!

Materialen:

- microscoop die 200x tot 400x kan vergroten
- microscoopglasje en dekglasje
- water (liefst gedestilleerd water)
- melk of talkpoeder

Stappen:

1. Doe een druppel water op een microscoopglasje en doe hier een héél klein beetje melk of een héél klein beetje talkpoeder in. Pas op, want je gebruikt al snel veel te veel. Doop bijvoorbeeld een naald in de melk en stip daarmee de druppel water aan.
2. Leg het dekglasje over de druppel water. Haal het teveel aan water weg, zodat het dekglasje niet kan verschuiven.
3. Stel de microscoop scherp (gebruik een 20x of 40x objectief) en kijk naar de vetdruppeltjes in de melk, of naar de talkdeeltjes. Als je geluk hebt, dan zie je dat ze niet stilliggen, maar willekeurige bewegingen maken. (Als ze allemaal dezelfde kant opgaan, komt dat door de stroming en moet je even wachten.) Niet valsspelen door tegen de tafel te duwen!

Wat zie je?

Mocht het niet lukken, dan kun je hier een filmpje bekijken:

[01-0118] of [01-0119]

De vetdruppeltjes of de talkdeeltjes leven ze niet, maar toch bewegen ze. Er botsen steeds watermoleculen tegenaan, die ze nu weer de ene en dan weer de andere kant uitduwen. Dit heet de Brownse beweging, naar Robert Brown die het in 1827 ontdekte.

Met dit model kun je zien hoe het werkt:

[01-0120] of deze: [01-0121]

Deeltjesversneller

In een deeltjesversneller laat men protonen op elkaar botsen zodat ze uiteenspatten in nog kleinere bouwstenen, zoals bijvoorbeeld quarks. Wetenschappers proberen hiermee meer te weten te komen over de krachten die de deeltjes in een atoom bij elkaar houden.

In september 2008 is de grootste deeltjesversneller ter wereld in gebruik genomen, de Large Hadron Collider (LHC). Deze ligt in Geneve, in Zwitserland.

Zoek op internet meer informatie op over deze deeltjesversneller ([01-0122]) en beantwoord de volgende vragen:

- Hoe diep ligt de LHC onder de grond? _____ meter
- Hoe lang is de ringvormige tunnel? _____ kilometer
- In deze tunnel worden protonen versneld. Hoe snel gaan ze uiteindelijk? _____ rondjes per seconde

Enkele wetenschappers protesteerden hevig tegen deze deeltjesversneller en probeerden de experimenten tegen te houden. Ze waren bang dat er mini-zwarte gaten zouden ontstaan, die misschien wel de hele wereld zouden kunnen opslokken!

Dat is niet gebeurd. Maar helaas ging de deeltjesversneller al snel stuk. Inmiddels werkt hij weer en is het wereldrecord protonen versnellen gebroken.

- Wat is het laatste nieuws over deze deeltjesversneller? Zijn de experimenten alweer gestart? Zijn er al kleine zwarte gaten gevonden? Is de deeltjesdierentuin al uitgebreid met nieuwe deeltjes?

Prachtige website met veel animaties en spelletjes over de LHC (maar in het Engels!) [01-0113] met o.a. de volgende spelletjes:

MicroBoy and the spaceship atom collector: zoek protonen, neutronen en elektronen bij elkaar en bouw elementen.

Powers of Ten – from the biggest to the smallest: zoom in van het allergrootste, het universum, tot het allerkleinste, subatomaire deeltjes.

Superbob - the accelerator challenge: vind je weg door de deeltjesversneller.

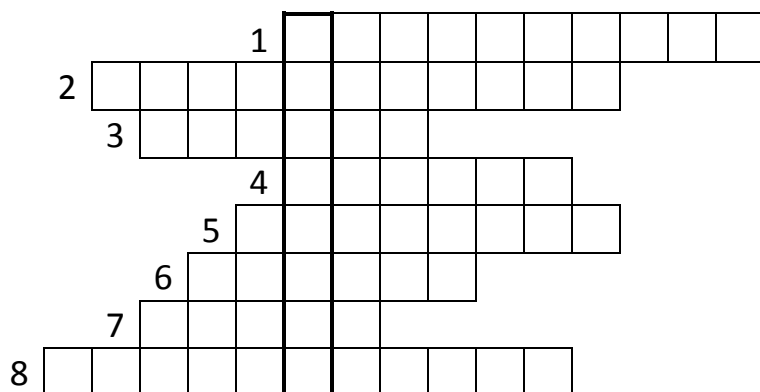
4 Wie zijn de onderzoekers?

Marie Curie

Marie Curie was niet alleen erg slim, maar ook een enorme doorzetter. Om zuiver radium te krijgen, heeft ze jarenlang geploeterd in een donkere, onverwarmde oude schuur. Uraniumerts bevat zo weinig radium, dat ze er tonnen van nodig had. Zakken vol heeft ze gesjouwd, verpulverd en in grote vaten met zuur bewerkt. Na elke bewerking nam Marie het gedeelte dat de meeste straling afgaf en ging daarmee verder. Langzamerhand werd ze ziek van de radioactieve straling, maar ze zette door. Uiteindelijk lukte het, de opbrengst was eentiende gram radium!

Gebruik de informatie in *Marie Curie* om de vragen te beantwoorden. Vul de antwoorden in in de puzzel. Van boven naar beneden lees je dan een nieuw woord.

1. Wat was de Poolse achternaam van Marie?
2. Hoe noemde Marie Curie de stoffen die straling afgeven?
3. Wat is de voornaam van haar echtgenoot?
4. Wat is de voornaam van haar zus die als eerste naar Parijs ging?
5. Hoe noemde ze het eerste element dat ze ontdekte?
6. Welke ziekte kan met de straling van radium behandeld worden?
7. Hoe heet de dochter van Marie Curie die later ook de Nobelprijs won?
8. Welke techniek heeft Marie Curie tijdens de Eerste Wereldoorlog naar het front gebracht?



Het verborgen woord is: _____

Sommige radioactieve stoffen geven een mysterieuze blauwe gloed. Pierre en Marie Curie hielden erg van dit mooie schijnsel en hadden vaak een flesje met radioactieve stof op zak om aan anderen te laten zien.

Nobelprijzen

Alfred B. Nobel (1833-1896) was een Zweedse scheikundige en werktuigbouwkundige. Hij vond het dynamiet uit en verdiende daar veel geld mee. Met zijn uitvinding kon men rotsen opblazen, maar helaas werd het ook gebruikt om wapens mee te maken. Nobel voelde zich daar erg schuldig over. Toen hij stierf, liet hij 9 miljoen dollar na om de Nobelprijs mee op te richten. Hij wilde daarmee de wetenschap en de vrede bevorderen.

Elk jaar worden er zes Nobelprijzen uitgereikt: voor vrede, literatuur, natuurkunde, scheikunde, geneeskunde en economie.

Het onderzoek naar atomen heeft heel veel wetenschappers een Nobelprijs opgeleverd. Zoek met behulp van [01-0122] op wie in welk jaar een Nobelprijs heeft gekregen. Teken met deze gegevens een tijdbalk waarin je de jaartallen uitzet.

Marie Curie (2x): _____ en _____

Joseph John Thomson: _____

Ernest Rutherford: _____

Max Planck: _____

Albert Einstein: _____

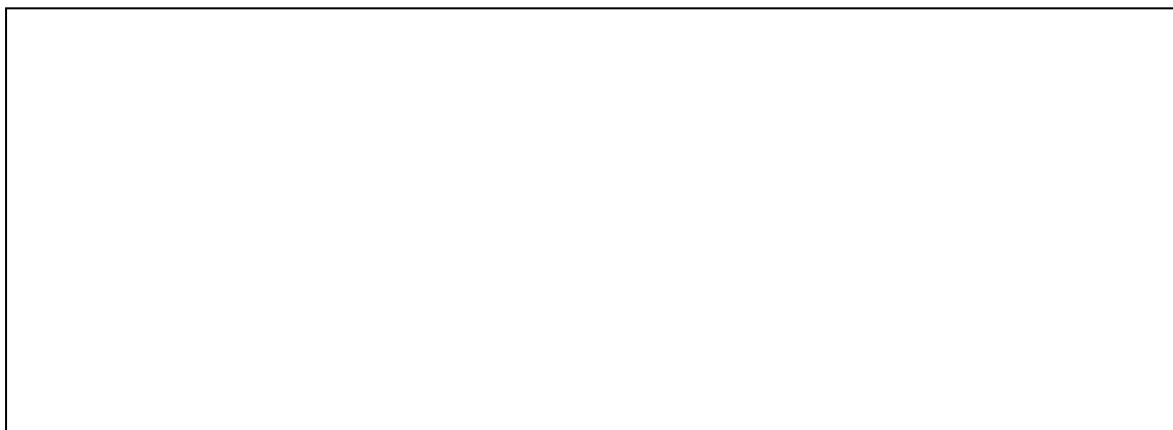
Niels Bohr: _____

Irene Joliot-Curie: _____

Maria Goeppert-Mayer: _____

Murray Gell-Mann: _____

Tekenhier de tijdbalk:



- Wat was het verschil tussen de twee Nobelprijzen van Marie Curie? _____

- Welke Nederlanders hebben ooit een Nobelprijs gewonnen? _____

- De Nobelprijs wordt tegenwoordig nog steeds uitgereikt. Zoek met behulp van internet uit wie elk van de zes prijzen dit jaar gewonnen heeft en waarvoor.

Wil jij ook natuurkundige worden?

In de boekjes *Atomen onderzoeken* en *Marie Curie* kom je een aantal natuurkundigen tegen. Dat zijn wetenschappers die antwoorden proberen te vinden op vragen over hoe het universum in elkaar zit. Misschien is dat ook wel iets voor jou!

Kijk bijvoorbeeld eens op [01-0124] om te zien waar natuurkundigen zich zoal mee bezig houden.

Voor spannende beroepen kun je ook terecht op [01-0125], hier kun je ook meer informatie vinden over atomen en nanotechnologie. Kijk dan bij 'Het Allerkleinste'.

- Wat voor eigenschappen zou je nodig hebben om natuurkundige te worden? _____

- Waar kan je in Nederland en België natuurkunde studeren? _____

- Hoe lang duurt dat? _____

- Wat doen natuurkundigen zoal? Waar werken ze? _____

- En als je dit allemaal weet, zou je dan zelf natuurkundige willen worden?
Waarom wel of waarom niet?

WEL

NIET

5 Afsluitende presentatie

Maak een presentatie over één van onderstaande onderwerpen. Je mag natuurlijk ook zelf iets bedenken, zolang het maar met atomen te maken heeft.

- Alchemisten. Wat dachten ze over materie en elementen? Wat probeerden ze te bereiken? Waarin hadden ze ongelijk? Waarin bleken ze uiteindelijk gelijk te hebben?
- Kernenergie. Hoe wordt kernenergie opgewekt? Hoe afhankelijk is Nederland of België van kernenergie? En de hele wereld? Wat zijn de voor- en nadelen van kernenergie? Ben je zelf voor of tegen kernenergie?
- Marie Curie. In de tijd waarin Marie Curie leefde, waren er nauwelijks vrouwelijke wetenschappers. De meeste vrouwen bleven thuis om voor hun kinderen te zorgen en het huishouden te doen. Zelfs vrouwen die wel buitenshuis werkten, werden meestal geen wetenschapper. Marie Curie was haar tijd dus ver vooruit. Probeer dingen uit het leven van Marie Curie te vinden die haar loopbaan bepaald hebben.
Hoe heeft het werk van Marie Curie invloed gehad op de wetenschap en de rest van de wereld?
Marie Curie geloofde dat wetenschappelijke ontdekkingen gebruikt moeten worden om andere mensen te helpen. Op wat voor manieren heeft ze dat gedaan? Kun je andere ontdekkingen en uitvindingen bedenken die de mensheid geholpen hebben?
- Atoommodellen.
- Nobelprijzen.
- Het nut van atoomonderzoek.
- Elk van de wetenschappers die in de boekjes voorkomen.

ONDERZOEK NAAR ... DIEREN

Beste leerling,

Dit is pittig lesmateriaal, bij de leesserie **Sterren!**. Bij 'Onderzoek naar ... dieren' horen de leesboeken *Jane Goodall Curie* en *Onderzoek naar Dieren*.

Lees eerst de leesboeken aandachtig door. Gebruik ook de weblinks in de leesboeken om het onderwerp beter te begrijpen.

Dit lesmateriaal gebruikt de informatie uit de leesboeken actief en daagt je uit je verder te verdiepen in het onderwerp door **weblinks**. De weblinks bieden interessante animaties, informatie en *applets* die de moeilijke materie uitleggen. Ze hebben een[nummer]. Hoe activeer je zo'n weblink?

Via mijn.schoolsupport.nl of via www.schoolsupport.nl/weblinks is elke weblink te vinden en te gebruiken. Het verwerkingsmateriaal bevat ook experimenten. Kies hieruit want experimenteren hoort bij ontdekken en onderzoeken!

Zet hem op en veel succes!

1 Wat is het dierenrijk?

Dieren in alle soorten en maten

Je hebt grote en kleine dieren. Dieren met heel veel poten of dieren zonder. Dieren die in de oceaan leven, of juist op het land. Kortom: dieren zijn er in alle soorten en maten. Er zijn verschillende manieren om dieren in groepen te verdelen. Daarover gaat het boek 'Onderzoek naar dieren'.

Vul de juiste antwoorden in en ontdek het verborgen woord.

Kies uit: amfibieën (I) – anneliden(A) - chordadieren(M) –geleedpotigen (I) – gewervelden(A) – koudbloedigen (L) -stekelhuidigen (A) – weekdieren (N).

1. () Dit zijn dieren die in de oceaan leven en een radiale symmetrie hebben.
2. () Tot deze groep dieren horen bijvoorbeeld slakken en schelpdieren.
3. () Dit zijn dieren met een uitwendig skelet.
4. () Dit zijn dieren die een notochord hebben of ooit in hun leven gehad hebben.
5. () Dit zijn dieren met een ruggengraat.
6. () Dit zijn dieren die hun lichaam niet zelf kunnen opwarmen.
7. () Dit zijn dieren die zowel in het water als op het land kunnen leven.
8. () Dit is een van de vele stammen wormen.

Het verborgen woord is: _____

Op [01-041] kun je meer informatie vinden over de ordening van de natuur. Kijk ook of je er een stamboom van alle groepen levende wezens op aarde kunt vinden:
[01-054]

'Fantastische' claden

Onderaan de bladzijde vind je een aantal fantastische dieren. In de tabel staat een stukje van hun DNA. DNA bevat de instructies waar dieren mee gemaakt worden. Het DNA-alfabet heeft maar vier letters: A, T, C en G. Verschillen in de volgorde van deze letters zorgen voor verschillende soorten organismen. Organismen die familie van elkaar zijn hebben DNA wat op elkaar lijkt omdat ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

Gloamglozer (Schemergluiperd)	Gryphon (Griffioen)	Fellbeast (Fellbeest)	Rhinogradentia (Snuiters)	Dufflepud (Duffer)
AAACGG	AATGGC	TAACGG	ATTGCC	ATTCCG
Throcket (Brabbeldas)	Babel Fish (Babelvis)	Jackalope (Jackalope)	Kraken (Kraken)	Bunyip (Bunyip)
TTACCC	AAACCC	TTACCG	AAACGC	ATTCCC
Bandersnatch (Barbeleet)	Chocobo (Chocobo)	Pushmi-pullyu (Duwme-trekje)	Jabberwock (Wauwelwok)	Jubjub Bird (Tsjoep-tsjoep)
ATACCC	TAAGGC	TTAGCC	AAAGGC	AATCGG

Elk dier in deze tabel heeft maar één letter verschil met zijn voorouder. Zoölogen weten dat deze vijftien dieren aan elkaar verwant zijn, maar ze weten niet precies hoe. Aan jou de taak om de relaties tussen deze dieren en hun DNA te achterhalen. Dit is het makkelijkst als je de naam en DNA-volgorde van elk dier op een apart papiertje schrijft zodat je ermee kan schuiven.



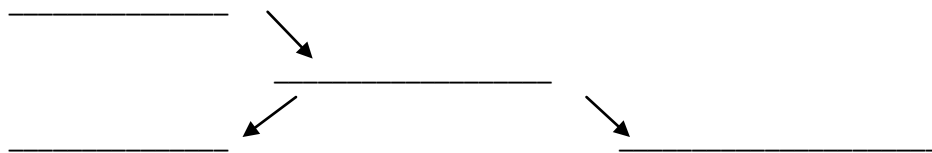
Stap 1: Zoek twee dieren met maar één letter verschil in hun DNA. Schrijf hun namen en DNA-volgordes hieronder op:

_____ en _____.

Stap 2: Zoek nu een ander dier dat familie is van deze twee dieren en waarvan het DNA maar één letter van ze verschilt. Dat mag dezelfde letter zijn, maar dat hoeft niet. Schrijf hun namen en DNA-volgordes hieronder op:

_____, _____ en _____.

Stap 3: Zoek nu nog een ander dier dat familie is van het dier dat je bij stap 2 in het midden hebt gezet. Schrijf hun namen in het diagram hieronder. Als je voor het dier in het midden geen familie meer kan vinden, dan heb je de voorouder van alle andere dieren gevonden. Ga door naar stap 4.



Stap 4: Ga door met het zoeken naar familieleden tot je alle vijftien dieren in een diagram hebt staan waarbij alle dieren met elkaar verbonden zijn op basis van de overeenkomst in DNA. Vergelijk je stamboom met die van anderen. Is hij hetzelfde?

Stap 5: Probeer ook een stamboom van deze dieren te maken op basis van hun morfologische overeenkomsten. Begin met een bepaald dier en zoek het dier op wat er het meeste op lijkt. En vervolgens zoek je het dier wat daar weer het meest op lijkt, enzovoort. Vergelijk je stamboom met die van anderen. Is hij hetzelfde? Zo nee, waarom niet? Welke stamboom vind je beter? Leg uit waarom.

Verre Familie

Ken je het ezelsbruggetje nog? Rijke Stinkerds Krijgen op Familiefeesten Grote Slagroomtaarten. Hiermee kun je de taxonomische indeling onthouden: Rijk – Stam – Klasse – Orde – Familie – Geslacht – Soort. Elk dier hoort op elk niveau bij een groep met een bepaalde naam. Aan die hele lange naam kun je dan zien op welke manier twee dieren familie van elkaar zijn. Hoe meer hun naam gelijk is, des te meer ze aan elkaar verwant zijn.

Zoek in een encyclopedie of op Wikipedia de volledige taxonomie van onderstaande dieren op en vul dat in. Zet ze dan volgorde van meest verwant tot minst verwant aan de chimpansee.

	Rijk	Stam	Klasse	Orde	Familie	Geslacht	Soort
Chimpansee							
Mantelbaviaan							
Gewone tuinslak							
Mens							
Honingbij							
Hond							
Bonobo							
Huismus							
Nijlkrokodil							
Kat							

Juiste volgorde: _____ - _____ - _____ - _____ - _____ - _____ - _____ - _____

Aantal soorten

Hoeveel soorten dieren leven er eigenlijk op aarde? Daar zijn de wetenschappers het niet over eens. Er worden nog steeds elke dag nieuwe dieren ontdekt, en men weet niet precies hoeveel er zijn. Men schat dat we nog maar eenderde of misschien nog maar eentiende van alle bestaande dieren ontdekt hebben.

In onderstaande tabel zie je hoeveel diersoorten nu ongeveer bekend zijn. Reken het totaal aantal diersoorten uit en vul dat in de laatste rij in. Reken nu voor elke categorie dieren uit hoeveel procent dat van het totaal aantal soorten is en zet dit in de laatste kolom. Teken met deze gegevens dan een taartdiagram of een staafdiagram.

Zoogdieren	5.000	
Vogels	10.000	
Reptielen	8.000	
Amfibieën	6.000	
Vissen	30.000	
Gewervelde dieren totaal	59.000	
Insecten	950.000	
Weekdieren	80.000	
Schaaldieren	40.000	
Overige ongewervelden	130.000	
Ongewervelde dieren totaal	1.200.000	
Totaal aantal dieren		

Informatie over alle Nederlandse soorten wordt verzameld in het Nederlands Soortenregister [01-055] en [01-052].

Hoe groter een dier, des te makkelijker het wordt ontdekt. Daarom worden er bijna geen nieuwe grote zoogdieren meer gevonden. Maar in 1992 ontdekten wetenschappers een nieuw soort bosantilope in het oerwoud op de grens van Laos en Vietnam, de Saola. Hij is wel honderd kilo zwaar, maar leeft zeer verborgen. Het dier was dan wel nieuw voor de Westerse wetenschappers, maar de lokale bevolking had de Saola al jaren op hun menu.

Ontdek een nieuwe diersoort

Er zijn miljoenen verschillende soorten dieren. Het zijn er zo veel, dat wetenschappers nog niet eens de helft ervan ontdekt hebben. Probeer eens je eigen, nog onontdekte diersoort te verzinnen. Wie weet wordt dit dier binnenkort ontdekt!

Stap 1: Wat is het precies voor dier? Lees dat gedeelte van het boek nog een keer door en schrijf op welke kenmerken je dier dan moet hebben. Noem er tenminste vier. Bijvoorbeeld: Is hij gewerveld of ongewerveld? Warmbloedig of koudbloedig? Hoe ziet zijn huid eruit? Wat is de vorm van zijn lichaam?

Mijn dier is een: _____

Hij heeft de volgende kenmerken: _____

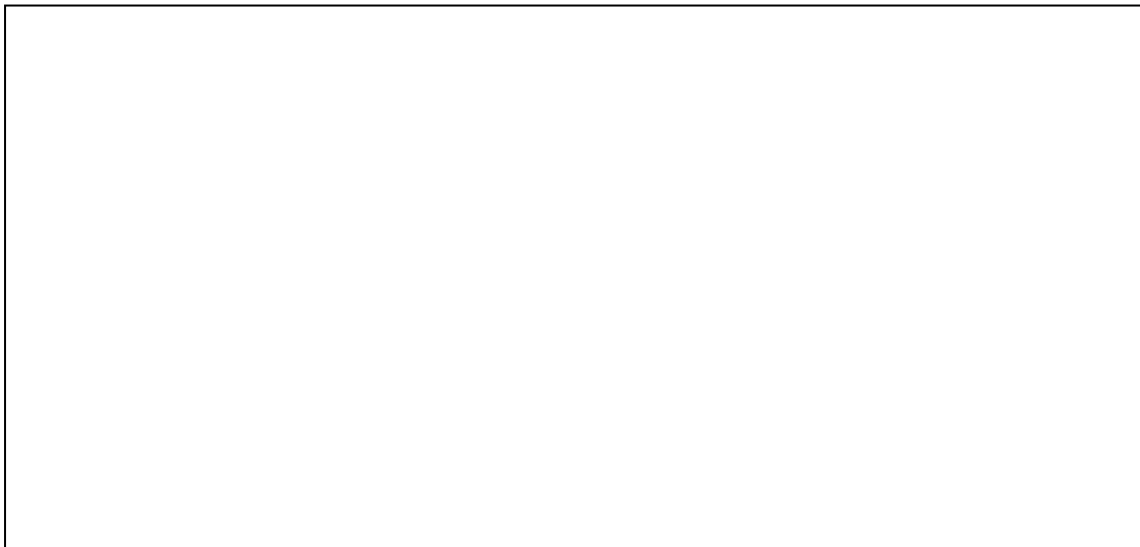
Stap 2: Waar leeft jouw dier? In de bodem, in zoet of zout water, in het oerwoud, op de savanne of nog ergens anders? Is hij vooral overdag of juist 's nachts actief?

Mijn dier leeft: _____

Stap 3: Je dier heeft voedsel nodig. Wat eet hij? Hoe vindt hij dit voedsel?

Mijn dier eet: _____

Stap 4: Teken je dier hieronder. Geef alle kenmerken die je genoemd hebt met een pijl aan.



Stap 5: Geef je dier een naam.

Exotische namen

De klasse *Mammalia* is die van de zoogdieren. Deze klasse bestaat uit een groot aantal orden, die elk weer een eigen naam hebben. De betekenis van die naam zegt al veel over hoe de dieren eruit zien of wat ze eten. Zoek met behulp van een encyclopedie of Wikipedia uit wat de naam van elke orde betekent en trek een pijl naar de juiste betekenis.

Een olifant of een tijger ken je natuurlijk wel, maar er zijn vast ook wel dieren met namen waar je nog nooit van gehoord hebt. Zoek de onderstaande dieren op en zet ze in de juiste orde.

Dieren: Capibara , Doejong, Maki , Mangoest, Mierenegel, Miereneter, Narwal, Okapi, Tenrek, Toepaja, Wombat.

Orde		betekenis	dier
Carnivora		insecteneters	
Rodentia		walvisachtige	
Cetacea		tandarmen	
Primates		vleeseter	
Monotrema		buideldieren	
Marsupialia		knaagdier	
Edentata		zeekoeien	
Insectivora		apen	
Scandentia		evenhoevigen	
Artiodactyla		cloacadieren	
Sirenia		boomspitsmuizen	

In de WNF dierenbibliotheek kun je alle groepen dieren vinden, met foto's, en materiaal aanvragen voor je spreekbeurt: [01-057]

De mierenegel is een zoogdier dat eieren legt! Op zijn Wikipedia-pagina staat een filmpje waarop je zijn grappige manier van wandelen kunt bekijken:[01-0511].

Extreme prestaties

Als insecten mee zouden doen aan de Olympische Spelen, dan zouden ze alle medailles winnen ! Ze zijn veel sterker en veel sneller dan wij mensen. Reken maar uit:

Gewichtheffen: Een mestkever kan een bal mest optillen die wel 850 keer zo zwaar is als hijzelf. Als jij een mestkever was, hoeveel kg zou je dan kunnen optillen? _____

Hardlopen: Een kakkerlak kan vreselijk hard lopen. Hoewel hij slechts 3 cm groot is, kan hij 5,4 km per uur halen. Hoeveel meter per seconde is dat? _____ Hoeveel keer zijn lengte is dat per seconde? _____ Als jij een mestkever was, hoe hard ging je dan? _____. Hoeveel kilometer per uur is dat?

Hoogspringen: Een vlo kan 165 keer zijn eigen lengte omhoog springen. Als jij een vlo was, hoe hoog zou je dan kunnen springen? _____

Verspringen: Een bepaalde springspin kan 40 keer zijn eigen lengte springen. Als jij een springspin was, hoe ver zou je dan kunnen springen? _____

Marathon: Een mier kan enorme afstanden afleggen op zoek naar eten. Ze lopen dan wel 3 km ver. Als jij een mier was, hoe ver zou je dan kunnen lopen? _____

Het snelste dier ter wereld is de slechtvalk. Deze vogel voert tijdens het jagen duikvluchten uit waarbij hij snelheden haalt van meer dan 200 km per uur.

Hier vind je nog meer dierenrecords:
[01-053]

Werktuigen

Jane Goodall was de eerste die ontdekte dat chimpansees ook gereedschappen kunnen gebruiken. Daarvoor dacht iedereen dat alleen mensen dat konden. Maar er blijken nog veel meer dieren te zijn die een of ander ding gebruiken als gereedschap.

Welk dier gebruikt wat? Vul in.

Kies uit: chimpansee (3x), kraai (2x), aasgier, dolfijn, gorilla, octopus, olifant, zeeotter.

1. De () gebruikt strootjes om termieten mee uit een termietenheuvel te vissen.
2. De () gebruikt een steen om schelpen op stuk te slaan.
3. De () laat stenen op struisvogeleieren vallen om ze open te krijgen
4. De () gebruikt stenen om noten mee te kraken.
5. De () laat noten voor de wielen van rijdende auto's vallen om ze te kraken. Vervolgens wacht hij tot het stoplicht op rood staat zodat hij ze veilig op kan eten.
6. De () gebruikt een stok om te testen hoe diep het water is voordat hij oversteekt.
7. De () gebruikt een spons om zijn snuit te beschermen als hij vissen uit de bodem opgraaft.
8. De () gebruikt een tak om zich de vliegen van het lijf te slaan.
9. De () maakt haakvormig gereedschap van takken om prooidieren uit holtes te peuteren.
10. De () gebruikt bladeren als een spons, om dingen mee af te vegen of water mee op te deppen.
11. De () sleept kokosnootschillen met zich mee zodat hij altijd een plekje heeft om onder te kunnen schuilen.

Zie de volgende link: [01-042]

Lees en bekijk bijvoorbeeld deze artikelen: 'Ook octopus gebruikt gereedschap', 'Dolfijnencultuur met sponzen' en 'Betty bezit een menselijke gave'.

Je kunt op YouTube een aantal filmpjes vinden die laten zien hoe slim kraaien zijn. Zoek op 'clever crow' Zie YouTube filmpjes: 'clever crows' en 'one clever crow' [01-0512] [01-0513]

2 Waarom onderzoeken we het dierenrijk?

Huisdieren/nuttige dieren

Er zijn veel soorten dieren die vroeger in het wild voorkwamen, maar nu ook door mensen gehouden worden om van of mee te leven. Geef in de onderstaande tabel aan welke dieren gebruikt worden voor de volgende functies of producten.

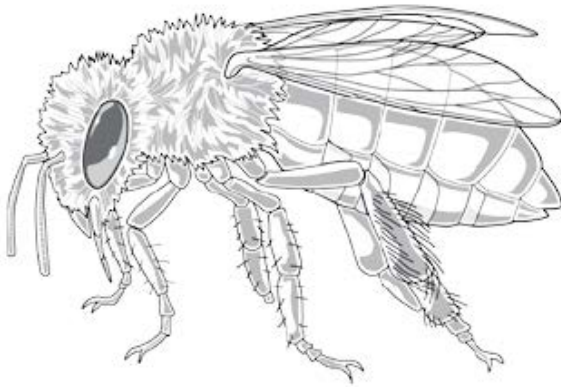
pak melk	
karbonade	
wol	
honing	
eieren	
zadel	
brief	
muizenval	
prikkeldraad of geschoten wild	

Honingbij

Bijen maken honing. Maar ze zijn ook verantwoordelijk voor veel soorten vruchten en groenten die je dagelijks eet. Bijna éénderde van je dieet is afkomstig van planten die door insecten bestoven moeten worden. Tachtig procent daarvan gebeurt door honingbijen. Dus bijen maken veel meer dan alleen maar honing!

Kijk naar onderstaande afbeelding van een honingbij. Geef met pijlen aan waar de **dikgedrukte** onderdelen zich bevinden.

Het lichaam van een honingbij bestaat uit drie delen: **hoofd**, **thorax** en **achterlijf**. Een honingbij heeft **gevorkte lichaamsharen** om stuifmeel mee op te pikken en ergens anders heen te brengen. Dat verzamelt hij in zijn **corbiculae**, ook wel stuifmeelkorfjes genoemd. Zijn **antennes** helpen hem om met andere bijen te communiceren. Honingbijen hebben ook U-vormige **antennereinigings**. Verder hebben ze een buisvormige tong, **proboscis** genaamd, waarmee ze nectar uit bloemen zuigen.



Schrijf de namen van je favoriete picknick-eten in de mand. Denk daarbij ook aan smaakmakers zoals ketchup en mosterd. Bedenk daarna welke voedingsmiddelen er niet zouden zijn als er geen bestuivende insecten zoals bijen bestonden. Zet hier een kruis doorheen.

Let op: alles met vanille, chocola of suiker moet ook doorgekruist worden, want die zijn afkomstig van bloeiende planten!

Voor meer informatie over bijen kun je terecht op de volgende site:
[01-058]



We lijken op elkaar

In 1973 toonde een Amerikaanse wetenschapster, Mary-Claire King, aan dat chimpansees en mensen 99% van hun genen, dus hun erfelijke eigenschappen, met elkaar gemeen hebben. Tegenwoordig schatten wetenschappers dat het ongeveer 95% is. Gorilla's en chimpansees zijn van alle dieren het meest verwant aan de mens.

Ons erfelijk materiaal mag dan bijna hetzelfde zijn, maar hoe zit het met ons uiterlijk en ons gedrag?

Gebruik de informatie uit het boek over Jane Goodall en wat je over mensen weet om de volgende vergelijkingstabel in te vullen.

	Chimpansees	Mensen
hoe en wat ze eten		
hoe ze op elkaar reageren		
gebruik van gereedschap		eerste werktuigen waren van steen, gebruiken ook metaal, bouwen simpele en ingewikkelde machines, gebruiken gereedschap om te eten, spelen en werken
waar en hoe ze wonen	oerwouden van west- en centraal Afrika, bouwen nesten in bomen om 's nachts in te slapen	
oorlogen tussen volken		volken vechten over gebied en godsdienst

Op welk gebied lijken chimpansees en mensen het meest op elkaar, vind jij? En op welk gebied verschillen ze het meest? _____

Als je gorilla's aan de tabel zou toevoegen, lijken ze dan meer op chimpansees of meer op mensen? _____

Verzin nog een categorie waarin je chimpansees met mensen kan vergelijken en zet die in de tabel.

In het boek heb je kunnen lezen over Koko de gorilla, die gebarentaal spreekt. Ze is ook dol op jonge katjes. Hier kun je haar bekijken:[01-0510]

Biodiversiteit en uitsterving

Het jaar 2010 is door de Verenigde Naties uitgeroepen tot het Internationale Jaar van de Biodiversiteit. [01-0514] Dit woord betekent de variatie van het leven.

Hoe meer soorten er bestaan, des te groter de biodiversiteit. Maar veel diersoorten zijn bedreigd met uitsterven of bestaan al niet meer. De mens speelt daarbij jammer genoeg een grote rol. Door dierenhandel, jacht en visserij, verdwijnen van leefgebieden, milieuvervuiling en klimaatverandering hebben dieren het steeds moeilijker om te overleven.

Zijn de volgende beweringen waar of niet? Kruis aan.

1. Er bestaat een lijst waar alle bedreigde diersoorten op staan, dit heet de Rode Lijst. Soorten die door wetenschappers op de Rode Lijst gezet worden, zijn daarmee **automatisch wettelijk beschermd**. WAAR/NIET WAAR
2. Op de laatste Rode Lijst, uit 2008, staan **meer dan 16.000 soorten die bedreigd zijn**. WAAR/NIET WAAR
3. Van alle soorten die onderzocht zijn, staat 40% op de Rode Lijst. Door alle maatregelen die genomen worden om de natuur te beschermen, **wordt het aantal bedreigde dieren wel steeds kleiner**. WAAR/NIET WAAR
4. Het Przewalskipaard was ooit uitgestorven in het wild, maar door gefokte dieren weer uit te zetten, **lopen er nu weer kuddes wilde Przewalski's rond in Mongolië**. WAAR/NIET WAAR
5. De Dodo was een vogel van een meter hoog die niet kon vliegen. Hij leefde in grote aantallen op het eiland Mauritius, maar **is door Nederlandse kolonisten rond 1690 uitgeroeid**. WAAR/NIET WAAR
6. De Quagga was een bruine zebrasoort die leefde in Zuid-Afrika. Hij werd bejaagd vanwege zijn vlees en zijn huid. Hij is nog niet zo lang geleden uitgestorven, **de laatste Quagga ter wereld stierf op 12 augustus 1883 in de dierentuin van Artis**. WAAR/NIET WAAR
7. Coelacanten waren enorme vissen die leefden in de diepten van de Indische Oceaan. **Ze zijn miljoenen jaren geleden uitgestorven** en er worden alleen nog maar fossielen van gevonden. WAAR/NIET WAAR
8. De gouden pad is een knaloranje kikkersoort die leeft rond één enkele berg in Costa Rica. In 1987 waren er meer dan 1500, een jaar later nog maar tien, en in 1989 werd het laatste mannetje gezien. **De soort is bijna zeker uitgestorven**. WAAR/NIET WAAR

Kijk voor de Internationale en Nederlandse Rode Lijst op: [01-056]
Voor informatie en spelletjes over biodiversiteit: [01-0515]

De Dodo is erg beroemd geworden. Toch weet niemand precies hoe hij eruit zag. Op elke tekening die is overgebleven uit die tijd ziet de Dodo er weer anders uit. De enige opgezette Dodo die in een museum stond, is verbrand.

3 Dieren onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk? Kies uit de experimenten!

Experiment 1: bacteriegroei in speeksel

Wiens mond is schoner? Je kan het speeksel van een hond en van een mens onderzoeken om te zien waar meer bacteriën groeien. Naast de materialen heb je hiervoor ook een vriendelijke hond nodig! Was je handen tussen alle stappen en maak al het materiaal na afloop goed schoon of gooi het weg.

Materiaal:

- acht petrischalen met een steriele voedingsbodem (kan online besteld worden)
- stift en pen en papier om de resultaten op te schrijven
- wattenstaafjes
- digitale camera om foto's te nemen

Werkwijze:

1. Bekijk de petrischalen om te zien of ze schoon zijn. Markeer ze op het deksel met een stift. Schrijf de datum erop en nummer ze van 1 t/m 8. Nummer 1-4 HOND, nummer 5-8 MENS.
2. Voor het ontbijt verzamel je speekselmonsters van je hond en van je eigen mond. Gebruik een steriel wattenstaafje om speeksel uit de bek van de hond te nemen. Zorg ervoor dat het speeksel niet van buiten de bek van de hond komt. Als het speeksel erbuiten is geweest, zouden er bacteriën ergens anders vandaan kunnen komen, bijvoorbeeld van de hond's vacht of van de vloerbedekking.
3. Open schaal 1 HOND. Veeg voorzichtig met het wattenstaafje met speeksel over de voedingsbodem. Doe het gemerkte deksel weer op het schaalpje. Zet het op een veilige plek bij kamertemperatuur. Neem een foto van het schaalpje.
4. Neem een nieuw wattenstaafje. Neem speeksel uit je eigen mond. Breng die aan in het schaalpje 1 MENS. Gebruik dezelfde manier als hierboven.
5. Schrijf op wat je gedaan hebt.
6. Herhaal dit alles en neem nieuwe speekselmonsters, 's avonds, de volgende ochtend en de volgende avond. Gebruik elke keer een nieuw schaalpje en schrijf op wat je doet.
7. Begin een dag nadat je het eerste monster genomen hebt met het opschrijven van de veranderingen die je in elk schaalpje ziet. Deel de bacteriegroei in als: geen, een beetje of heel veel. Neem elke dag foto's.
8. Na vijf dagen elk schaalpje bekeken te hebben, kun je conclusies trekken. Nummer de foto's met het nummer van het schaalpje en de datum en tijd van de foto.
9. Vat je resultaten samen.

Experiment 2: uilenballen uitpluizen

Je hoeft een dier niet perse te zien om meer over hem te weten te komen. Je kunt ook veel leren van de sporen die hij achterlaat, zoals pootafdrukken en uitwerpselen. Vogels hebben geen tanden en kunnen dus niet kauwen. Daarom slikken sommige roofvogels hun prooi in zijn geheel in en spugen de onverteerde delen als braakballen weer uit. Die braakballen bestaan uit de haren en botjes van hun prooidieren. Als je zulke braakballen onderzoekt, kun je dus te weten komen wat zo'n vogel precies gegeten heeft.

Je kunt braakballen van uilen vinden op de plekken waar ze overdag rusten. Deze plekken kun je vaak goed herkennen aan de vogelpoep! Kijk bijvoorbeeld onder bomen in het bos of bij de muren van een oude schuur of kerk. De braakballen zien er meestal uit als grijze langwerpige 'drollen'.

Materialen:

- uilenbal
- schaalpje met water
- twee pincetten of satéprikkers

Stappen:

1. Leg de uilenbal een poosje in een schaalpje met water. Hierdoor wordt alles een beetje losgeweekt en kun je hem gemakkelijker uit elkaar pluizen.
2. Peuter met behulp van de pincetten of satéprikkers de botjes uit de bal.
3. Maak de botjes verder schoon en leg ze bij elkaar. Probeer te bedenken wat voor botjes het zijn. Kun je erachter komen wat de uil gegeten heeft? Vooral de kaakjes met tanden zijn erg herkenbaar en er zijn ook tabellen voor te vinden waarmee je ze kunt determineren.

[01-0516] is van de zoogdierenvereniging: [01-0517]

[01-0518]

[01-0519]

Een persoon die zich erg dom gedraagt, noemen we ook wel eens een uilskuiken. Uilenjongen zien er namelijk een beetje vreemd uit, en ze zitten vaak op een tak met grote ogen verbaasd om zich heen te kijken. Zoek maar eens een foto van een echt uilskuiken op.

Experiment 3: regenwormen of andere kleine dieren observeren

Kleine dieren zoals wormen of insecten zijn het gemakkelijkst te observeren als je ze vangt en ze een tijdje in je zelfgemaakte beestjeshotel laat logeren. Zorg wel goed voor je gasten zodat ze niet doodgaan! Laat ze aan het eind van je experiment weer los in de natuur.

Materialen:

- regenwormen
- grote glazen pot
- aarde
- wit of geel zand
- bladafval
- papier

Stappen:

1. Vang een aantal regenwormen. Dit kun je doen door in de tuin of een grasveld een schop in de grond te steken en die heen en weer te wiebelen. De wormen kruipen dan boven de grond.
2. Vul een grote glazen pot met afwisselende lagen aarde en wit zand. Leg bovenop een laagje bladeren of bladafval.
3. Doe de wormen in de pot. Bekleed de wanden van de pot met papier, zodat het er donker is.
4. Haal elke dag even het papier weg om naar je wormen te kijken. Zie je de gangen van de regenwormen? Wat gebeurt er met de lagen aarde en zand? Wat gebeurt er met de bladeren?

Op dezelfde manier kun je ook een hotel maken voor andere kleine dieren, zoals mieren, rupsen of slakken. Neem een grote glazen pot en doe daar een laag aarde in. Dek de pot af met een gaasje of een stuk plastic met luchtgaatjes, dat je met een elastiekje vastzet. Zorg dat je dieren genoeg voedsel hebben! Geef mieren wat stukjes fruit, geef rupsen en slakken elke dag verse groene blaadjes. Let op: rupsen eten niet alles, elke soort leeft alleen op een bepaalde plantensoort. Als je geluk en geduld hebt, zul je misschien zien dat je rups zich gaat verpoppen en uiteindelijk een vlinder wordt!

Een mierenquarium kun je ook in de winkel of online kopen.

Experiment 4: observeer een dier

Er zijn veel verschillende dieren die je zou kunnen observeren. Je huisdier bijvoorbeeld, als je er een hebt. Je ziet hem of haar elke dag. Wat voor grappige of lieve dingen doet jouw huisdier? En er zijn misschien wel manieren waarop hij of zij je iets duidelijk wil maken. Je hond die begint te janken en naar de deur te kijken als hij uitgelaten wil worden. Of je kat die om je heen loopt te miauwen als ze eten wil.

Volg je huisdier een paar dagen en kijk naar zijn gedrag. Schrijf zo nauwkeurig mogelijk op wat hij doet, wanneer en waarom. Hoeveel tijd brengt hij door met eten, spelen of slapen? Op wat voor manieren kan hij met jou of met je andere huisdieren 'praten'?

Je kan ook dieren in het wild observeren. Je kan de natuur in gaan, of in een park of tuin gaan kijken. Ook in de stad zijn er vast wel mussen of duiven te vinden om naar te kijken.

Het is erg leuk als je vogels kunt observeren die een nest aan het maken zijn. Kom niet te dichtbij zodat je het nest niet verstoort! Hopelijk kun je dan zien hoe de oudervogels de eieren uitbroeden en de jonge vogels voeren totdat ze uitvliegen.

Op de site van de Vogelbescherming [01-059] zijn elk jaar een aantal vogelnesten via een webcam te volgen (in 2010 van de steenuil, torenvalk, oehoe, koolmees, ooievaar, boerenzwaluw, kerkuil en boomklever). Zo kun je van heel dichtbij precies zien wat er in het nest gebeurt.

Als het voorjaar afgelopen is, kun je via dezelfde site kijken naar tuinvogels op een voedertafel. Verder hebben ze een aantal vogels (grutto's, purperreigers, ooievaars, roerdompen en grauwe kiekendieven) uitgerust met een zender, zodat je ze via internet precies kunt volgen op hun trektochten.

Als je verder zoekt, zul je op internet vast nog veel meer webcams over de hele wereld vinden waarmee je bepaalde dieren live kunt observeren. Bijvoorbeeld [01-043] of [01-049].

Toen Jane Goodall nog maar vijf jaar oud was, was ze eens in het kippenhok gekropen. Ze lag daar uren doodstil naar een kip te kijken, omdat ze wilde zien hoe de kip een ei legt. Haar ouders konden haar niet vinden en waren zo bezorgd dat ze bijna de politie belden. Dat was Jane's eerste observatie van het gedrag van dieren.

4 Wie zijn de onderzoekers?

Jane Goodall

Zoek op wanneer de volgende gebeurtenissen in het leven van Jane Goodall plaatsvonden. Sommige vind je in het boek over Jane Goodall, andere kun je bijvoorbeeld op Wikipedia vinden. Teken daarna een tijdbalk waarin je de gebeurtenissen op de juiste plek zet.

(_____) geboren in Engeland

(_____) trouwt met de natuurfotograaf en filmer Hugo van Lawick

(_____) behaalt de doctorsgraad aan de universiteit van Cambridge, Engeland

(_____) oprichting van RootsandShoots

(_____) oprichting van het Alligatorgenootschap

(_____) krijgt een zoon, Hugo, bijgenaamd Grub

(_____) krijgt de J. Paul Gettyprijs voor natuurbescherming

(_____) oprichting van het Jane Goodall Instituut

(_____) eerste bezoek aan Afrika, ontmoeting met Louis Leakey

(_____) begin van onderzoek aan chimpanzees in Gombe, Tanzania



Als je meer van Jane Goodall wilt weten, probeer dan eens in de winkel of in de bibliotheek één van haar boeken te pakken te krijgen. Ze heeft een groot aantal boeken geschreven over haar onderzoek naar het gedrag van de chimpansees in Gombe, voor volwassenen maar ook speciaal voor kinderen.

Kijk ook eens op [01-044], de Nederlandse afdeling van het Jane Goodall instituut.

Als je de chimpansees waar Jane Goodall over schrijft wilt zien, kijk dan naar de film *People of the Forest* van Hugo van Lawick. Andere films die hij gemaakt heeft, zijn: *The Leopard Son* (over een familie luipaarden) en *Serengeti Symphony*.

Onderzoekers

Jane Goodall is niet de eerste en ook niet de enige wetenschapper die het gedrag van dieren bestudeert.

Zoek uit en vul in. Kies uit:

Fossey - vonFrisch – Galdikas - Leakey - Linnaeus - Lorenz – Morris - Tinbergen

_____ uit Oostenrijk ontdekte dat jonge ganzen die net uit het ei gekropen zijn, het eerste wat op een bepaalde manier beweegt zien als hun moeder. Op deze manier liet hij een stel jonge ganzen denken dat hij hun moeder was. Ze liepen hem overal achterna!

_____ uit Oostenrijk ontdekte dat bijen een rondedans uitvoeren. Hiermee laten ze aan de anderen weten dat er op een bepaalde afstand voedsel te vinden is.

_____ uit Nederland deed vooral onderzoek naar meeuwen en ontdekte 'superprikkelers'. Als de meeuwen een reuzenei zien, willen ze daar liever op broeden dan op hun eigen, gewone eieren.

_____ was een Zweedse wetenschapper, en de eerste die alle dieren in groepen onderverdeelde. Zijn manier van naamgeving uit 1758 wordt nog steeds gebruikt.

_____ uit Engeland bestudeerde de afstamming van de mensen en ontdekte veel oude skeletten. Hij was degene die Jane Goodall aanzette tot haar onderzoek van chimpansees.

_____ uit Amerika bestudeerde jarenlang het gedrag van gorilla's. Er is een film gemaakt over haar leven.

_____ uit Canada doet onderzoek naar orangoetans en beschermt ze.

_____ uit Engeland doet onderzoek naar het gedrag van mensen, en beschrijft dat net zoals andere biologen dat voor andere diersoorten doen. Eén van zijn boeken heet bijvoorbeeld: de naakte aap.

Louis Leakey heeft een hele belangrijke rol gespeeld in het onderzoek naar het gedrag van mensapen. Eerst heeft hij Jane Goodall haar onderzoek helpen opstarten, daarna DianFossey, en als laatste BirutéGaldikas. Deze drie vrouwelijke onderzoekers worden daarom ook wel 'Leakey's Angels' genoemd, naar de TV-serie 'Charlie's Angels' die vroeger heel populair was.

Wie onderzoekt wat?

Er zijn een heleboel soorten wetenschappers die van alles en nog wat onderzoeken. En ze heten allemaal anders. In het boek ben je een aantal van deze –logen al tegengekomen. Gebruik een woordenboek om de andere wetenschappers op te zoeken. Wie bestudeert wat? Trek pijlen van de wetenschapper naar zijn of haar onderwerp.

antropoloog		levende wezens
bioloog		gedrag (van dieren en mensen)
ecoloog		fossielen van dieren en planten
entomoloog		reptielen
etholoog		mensen
herpetoloog		insecten
ornitholoog		levensgemeenschappen van planten en dieren
paleontoloog		aapachtigen
primatoloog		dieren
zoöloog		vogels

Wil jij ook bioloog worden?

In de boekjes *Het dierenrijk* en *Jane Goodall* kom je een aantal zoölogen tegen. Dat zijn wetenschappers die dieren bestuderen. Misschien is dat ook wel iets voor jou!

Kijk voor meer informatie bijvoorbeeld hier, bij het onderwerp 'Hoe word je bioloog'.

[01-051]

- Wat voor eigenschappen zou je nodig hebben om bioloog te worden? _____

- Waar kan je in Nederland en België biologie studeren? _____

- Hoe lang duurt dat? _____

- Wat doen biologen zoal? Waar werken ze? _____

- En als je dit allemaal weet, zou je dan zelf bioloog willen worden? Waarom wel of waarom niet?

WEL

NIET

5 Afsluitende presentatie

Maak een presentatie over één van onderstaande onderwerpen. Je mag natuurlijk ook zelf iets bedenken, zolang het maar met dieren te maken heeft.

- Kies je favoriete dier uit en zoek daar informatie over. Hoe ziet hij eruit? Zoek een aantal afbeeldingen van hem op. Waar leeft hij? Wat gebruikt hij als voedsel? Wanneer is hij ontdekt? Is hij nuttig voor ons mensen of juist schadelijk?
- Als je een bedreigde diersoort uitkiest, beantwoord dan ook de volgende vragen. Hoe ernstig wordt het dier bedreigd? Hoe komt dat? Wat voor maatregelen worden er genomen om het dier te beschermen of te redden?
- Kies een grotere groep dieren uit, bijvoorbeeld de klasse zoogdieren, of een andere klasse of orde dieren uit het boek. Wat zijn dit voor dieren? Wat hebben ze allemaal gemeenschappelijk? Waar leven ze? Bespreek een aantal voorbeelden van dieren die bij deze groep dieren horen.
- Kies een huisdier of vee-soort uit van blz. 39 ('Nuttige dieren'). Waarvoor gebruiken wij mensen dit dier? Wanneer is dit voor het eerst gedaan of ontdekt? Als het gaat over een product dat de dieren maken of dat wij ergens voor gebruiken, hoe werkt dat dan precies?
- Eén van de wetenschappers van blz. 50 ('Onderzoekers'). Beschrijf het leven van deze wetenschapper, en hoe hij of zij tot zijn ontdekkingen over dieren gekomen is. Je kunt hierbij het boek over Jane Goodall als voorbeeld gebruiken.
- Beschrijf een van de experimenten uit dit werkboekje die je gedaan hebt. Wat voor dieren heb je geobserveerd? Wat deden ze en wanneer? Presenteer je resultaten en laat eventueel foto's van je experiment zien. Welke conclusies kon je uit het experiment trekken?
- Kies een natuurbeschermingsorganisatie of natuurbeschermingsproject uit. Sinds wanneer bestaat het project en waarom? Welke diersoorten worden er beschermd? Welke maatregelen worden genomen om die dieren te beschermen? Helpt dat?

Links met meer informatie over dieren en dierenbescherming:

Via [01-0520] kun je zoeken naar plaatjes en informatie over honderden diersoorten.

[01-0521] : Het plein waar alle dieren van het internet bij elkaar komen.

[01-0522] [01-048] [01-047]

[01-0523]: SchoolTV Nieuws uit de Natuur

ONDERZOEK NAAR ... MICROBEN

Beste leerling,

Dit is pittig lesmateriaal, bij de leesserie **Sterren!**. Bij 'Onderzoek naar ... microben' horen de leesboeken *Louis Pasteur* en *Onderzoek naar micro-organismen*.

Lees eerst de leesboeken aandachtig door. Gebruik ook de weblinks in de leesboeken om het onderwerp beter te begrijpen.

Dit lesmateriaal gebruikt de informatie uit de leesboeken actief en daagt je uit je verder te verdiepen in het onderwerp door **weblinks**. De weblinks bieden interessante animaties, informatie en *applets* die de moeilijke materie uitleggen. Ze hebben een[nummer]. Hoe activeer je zo'n weblink?

Via mijn.schoolsupport.nl of via www.schoolsupport.nl/weblinks is elke weblink te vinden en te gebruiken. Het verwerkingsmateriaal bevat ook experimenten. Kies hieruit want experimenteren hoort bij ontdekken en onderzoeken!

Zet hem op en veel succes!

1 Wat zijn micro-organismen?

Spontaan ontstaan?

Vroeger, tot aan de middeleeuwen, dacht men dat sommige levende wezens zomaar vanzelf uit levenloze dingen konden ontstaan. Als je vlees ergens te lang laat liggen, komen er namelijk maden in. En in een hoop graan of oude kleren verschijnen altijd muizen. Dit noemde men 'spontane generatie'. Zo dacht men vroeger ook dat microben spontaan uit lucht ontstaan om voedsel te bederven.

Louis Pasteur deed zijn experimenten om aan te tonen dat dit niet waar is. Hij wilde bewijzen dat levende wezens niet uit lucht, maar alleen uit andere levende wezens kunnen ontstaan. Hij gebruikte hiervoor glazen kolven met bouillon.

- In welk experiment zijn er microben in de bouillon gegroeid? Lees de tekst in het boek over Louis Pasteur en vul in.

nr.	Kolf	Experiment	Groei? ja/nee
1	rechte, korte hals	niet verhit en open gelaten	
2	rechte, korte hals	verhit en open gelaten	
3	rechte, korte hals	niet verhit en daarna dichtgesmolten	
4	rechte, korte hals	verhit en daarna dichtgesmolten	
5	zwanehals	niet verhit en open gelaten	
6	zwanehals	verhit en open gelaten	
7	zwanehals	niet verhit en daarna dichtgesmolten	
8	zwanehals	verhit en daarna dichtgesmolten	

- Vergelijk nummer 3 en 4 en nummer 7 en 8. Wat wordt hiermee aangetoond? _____
- Wat tonen nummer 4 en nummer 8 aan? _____
- Vergelijk nummer 2 met nummer 6. Wat wordt hiermee aangetoond? _____

Men beweerde vroeger zelfs dat een bepaalde soort gans ontstond uit de zogenaamde eendenmossel. Hierdoor vond men dat deze gans eigenlijk een soort schelpdier was. Op dagen dat men van de kerk geen vlees mocht eten, was het dus toch toegestaan een ganzenboutje te eten...

Klein, kleiner, kleinst

Micro-organismen heten zo omdat ze microscopisch klein zijn. Maar hoe klein is dat eigenlijk? En kun je ze alleen maar met een microscoop bekijken of zijn sommige ook met het blote oog te zien?

Bacteriën zijn het kleinst. De meeste zijn maar enkele micrometers (μm) groot. Een micrometer is een duizendste van een millimeter.

- Hoeveel bacteriën van $1\ \mu\text{m}$ passen er naast elkaar in een haar als die eentiende millimeter dik is? _____

De grootste bacterie heet *Thiomargaritanamibiensis* en is in 1997 ontdekt voor de kust van Namibië. Hij is extreem groot voor een bacterie, zelfs groot genoeg om met het blote oog te zien, namelijk tot wel $750\ \mu\text{m}$. Dat is zo groot als de punt aan het einde van deze zin. Hij is zo groot door een enorme vacuole, hij leeft van zwavel en hij glanst. Zijn naam betekent 'zwavelparel van Namibië'.

- Stel dat een normale bacterie een muis van 4 cm lang is. Hoe groot is dan in verhouding de 'walvis' *Thiomargarita*? _____

Protisten zijn groter dan bacteriën. De meeste protisten zijn 10 tot $200\ \mu\text{m}$ lang, en sommige kan je dus net met het blote oog zien, zoals pantoffeldiertjes.

- Hoeveel haardiktes lang zijn protisten? _____

De grootste protist is in 2000 ontdekt en heet *Gromiasphaerica*, met als bijnaam wandelende druif. Hij is ongeveer 3 cm groot en schijnt over de zeebodem te lopen met zijn schijnvoeten, waarbij hij lange sporen in het zand achterlaat.

Schimmels variëren erg in grootte. Gistcellen zijn ongeveer $10\ \mu\text{m}$ en ook de hyfen van schimmels zijn zo dik. Toch kun je schimmels vaak gemakkelijk zien.

- Hoe kan dat? _____

Hier vind je uitleg over bacteriën:

[01-074]

Vermenigvuldiging

De meeste micro-organismen vermenigvuldigen zich door zich in tweeën te delen. Vooral bij bacteriën kan dat heel snel gaan. De snelstgroeiende bacteriën kunnen zich elke 20 minuten delen.

- Stel dat je met 1 bacterie begint en dat die zich elk half uur deelt. Vul het onderstaande schema in en maak hiervan een grafiek.

tijd (uur)	aantal
0	1
0,5	
1	
1,5	
2	
2,5	
3	
3,5	
4	
4,5	
5	

- Hoeveel bacteriën heb je dan na tien uur? Hoe lang duurt het voordat je er meer hebt dan de hele wereldbevolking aan mensen (namelijk 6 miljard, 6.000.000.000)? _____

- Hoe komt het dan dat de hele wereld niet gesmoord wordt in een metersdikke laag bacteriën? _____

Op de site van het Voedingscentrum [01-062] zie je hoe snel micro-organismen zich in voedsel kunnen vermenigvuldigen (klik op 'micro-organismen'). Je kunt er ook een spel spelen waarin je dit kan voorkomen door je boodschappen zo snel mogelijk naar de koelkast te brengen.

Micro-organismen in alle soorten en maten

Micro-organismen hebben met elkaar gemeen dat ze heel klein zijn. Maar verder kunnen ze enorm van elkaar verschillen. Er zijn verschillende manieren om micro-organismen onder te verdelen.

Vul de juiste antwoorden in en ontdek het verborgen woord.

Kies uit: protozoën – ciliaten – protisten – diatomeeën – prokaryoten - amoebes - gisten – eukaryoten - schimmels – flagellaten – bacteriën

1. Eukaryote organismen die van vorm kunnen veranderen. Neem de eerste letter: (_____).
2. Een rijk van prokaryote organismen, staaf-, bol- of spiraalvormig. Neem de negende letter: (_____).
3. Een rijk van eukaryote organismen. Neem de vijfde letter: (_____).
4. Een soort protisten met een schaal van silicium. Neem de zesde letter: (_____).
5. Micro-organismen zonder kern. Neem de vijfde letter: (_____).
6. Zweepdiertjes. Neem de tweede letter: (_____).
7. Trilhaardiertjes. Neem de eerste letter: (_____).
8. Organismen met een celkern. Neem de tweede letter: (_____).
9. Eukaryote organismen die draadvormige strengen vormen. Neem de achtste letter: (_____).
10. Eencellige diertjes. Neem de achtste letter: (_____).
11. Eencellige schimmels. Neem de derde letter: (_____).

Het verborgen woord is: _____

Onderdelen van micro-organismen

Klein als ze zijn, micro-organismen bestaan toch uit een aantal verschillende onderdelen. Niet elk organisme heeft ze allemaal, dat hangt er bijvoorbeeld van af of het een prokaryoot of een eukaryoot is.

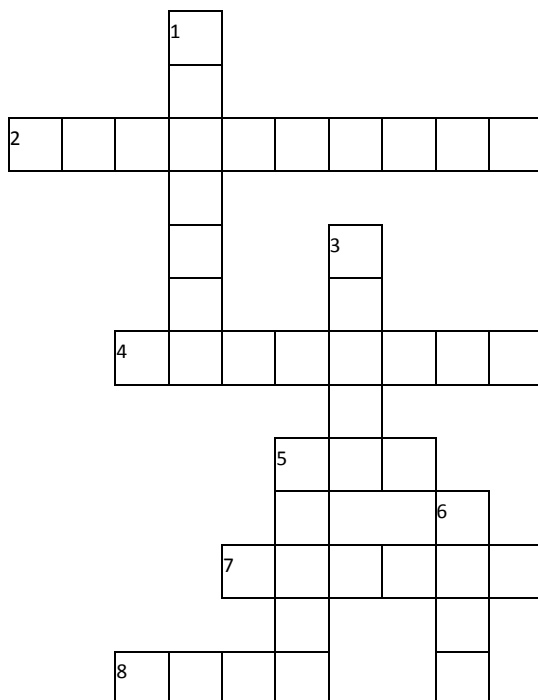
Vul in. Kies uit: cel – cilie – flagel – hyfe – kern – membraan – porie – trichocyst – vacuole.

Horizontaal:

2. Staafvormig onderdeel waarmee een pantoffeldiertje zijn voedsel kan vastpakken. (_____)
4. Flexibele laag die onderdelen van elkaar gescheiden houdt. (_____)
5. Kleinste levende onderdeel van een organisme. (_____)
7. Lange zweepachtige haar waarmee een micro-organisme kan voortbewegen. (_____)
8. Draadvormige streng van schimmelcellen. (_____)

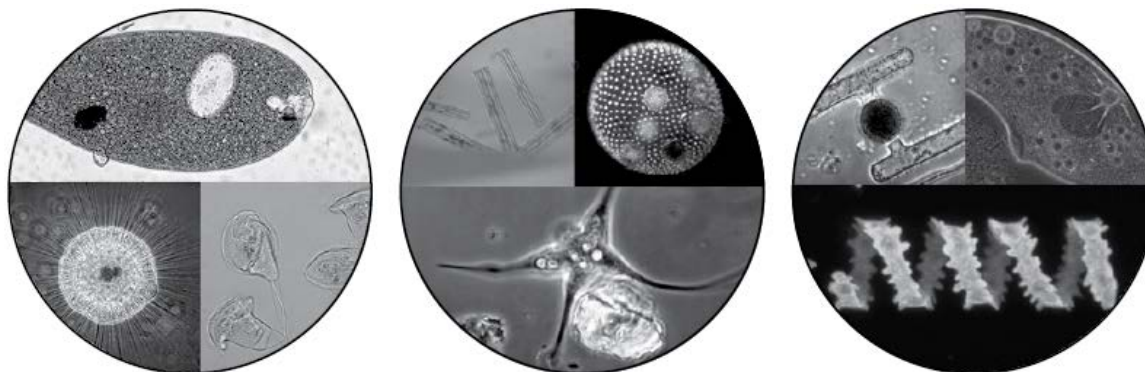
Verticaal:

1. Holte waar een pantoffeldiertje water en afval kan opslaan. (_____)
3. Opening waardoor voedsel een cel binnen kan. (_____)
5. Kort haartje op het oppervlak waarmee een micro-organisme kan voortbewegen. (_____)
6. Controlecentrum van een micro-organisme. (_____)



Wat leeft er in een vijver?

In het water van een simpele vijver leven honderden verschillende soorten micro-organismen. Hieronder zie je een aantal voorbeelden.



Gebruik de omschrijvingen hieronder en plaatjes op internet (gebruik [01-0710] en zoek op afbeeldingen) om uit te vinden welk organisme op welke dia te zien is. Zet een kruisje in het juiste vakje.

Organisme	Omschrijving	dia 1	dia 2	dia 3
Amoebe	Vlekvormig, verandert van vorm als hij beweegt.			
Diatomee	Fijne schalen die twee helften vormen die op elkaar passen als een pillendoosje.			
Spirogyra	Lintvormige algen, cellen liggen in een spiraal.			
Vorticella 'beldiertje'	Belvormig organisme met een steel die kronkelt als een veer.			
Euglena	Lang en dun, beweegt met een flagel door het water. Rode oogvlek.			
Actinophrys 'zondiertje'	Rond met haarachtige structuren die als zonnestralen naar buiten wijzen.			
Desmide	Symmetrische vorm, langwerpig.			
Pantoffeldiertje	Ziet eruit als een pantoffel.			
Volvox	Bal van groene algen, elk met twee zweepharen.			

Sommige van deze organismen kun je ook terugvinden in de virtuele vijver op deze website (in het Engels): [01-072]

Op de volgende site vind je allerlei informatie over verschillende soorten ciliaten, zoals pantoffeldiertjes. Met animaties! [01-077]

Extreme omstandigheden

Wij mensen hebben het al snel te warm of te koud. En bij extreme temperaturen kunnen we niet overleven. Bacteriën wel. In de meest extreme omgevingen op aarde worden nog bacteriën gevonden, die zich daar helemaal thuis voelen.

Wat is waar? Kruis aan.

1. In hete bronnen, zoals bijvoorbeeld op IJsland of in het Yellowstone park in de Verenigde Staten, leven bacteriën bij 85 °C. WAAR/NIET WAAR
2. Op de bodem van de oceaan, bij vulkanische spleten, leven zelfs bacteriën bij temperaturen van meer dan 100 °C. WAAR/NIET WAAR
3. Bacteriën hebben licht nodig, dus op plekken waar het helemaal donker is, zoals onder het aardoppervlak, kunnen ze niet overleven. WAAR/NIET WAAR
4. De Dode Zee is meer dan vijf keer zo zout als gewone zeeën. Hier kunnen bacteriën niet tegen. WAAR/NIET WAAR
5. Er bestaat een rode, ronde bacterie die meer dan 2000x zoveel straling kan verdragen als een mens. Zijn naam, *Deinococcus radiodurans* betekent 'een verschrikkelijke bes die tegen straling kan'. WAAR/NIET WAAR
6. Ook zure omstandigheden zijn geen probleem voor bacteriën. Er zijn zelfs bacteriën die leven in ons maagzuur. WAAR/NIET WAAR
7. In ijszeeën op Antarctica leven bacteriën die temperaturen van -40 °C kunnen verdragen. WAAR/NIET WAAR
8. Bacteriën kunnen niet zonder zuurstof leven. WAAR/NIET WAAR

Omdat bacteriën onder de meest extreme omstandigheden kunnen leven, zijn ze misschien ook wel op andere planeten te vinden. Wetenschappers zijn nu hard op zoek naar bewijs dat er ooit leven op Mars geweest is, in de vorm van bacteriën. Men denkt dat bacteriën ook een reis door de ruimte zouden kunnen overleven. Er zijn zelfs theorieën die zeggen dat het eerste leven op aarde miljarden jaren geleden met meteorieten en kometen vanuit de ruimte gekomen is.

[01-0711]

[01-0712]

Mijn microbe

Er zijn miljoenen verschillende soorten micro-organismen op de wereld. Het zijn er zo veel, dat wetenschappers nog niet eens de helft ervan ontdekt hebben. Probeer eens je eigen, nog onontdekte microbe te verzinnen. Wie weet wordt jouw microbe binnenkort ontdekt!

Stap 1: Is het een bacterie, een protist (een alg of protozo) of een schimmel? Lees dat gedeelte van het boek nog een keer door en schrijf op welke kenmerken je microbe dan moet hebben. Noem er tenminste vier.

Mijn microbe is een: _____

Hij heeft de volgende kenmerken: _____

Stap 2: Je microbe heeft energie en voedingsstoffen nodig. Kan hij zonlicht in energie omzetten? Moet hij een ander soort voedsel eten?

Mijn microbe haalt zijn energie uit:

Stap 3: Waar leeft je microbe? In de grond, in zoet of zout water, op het menselijk lichaam of nog ergens anders?

Mijn microbe leeft:

Stap 4: Teken je microbe hieronder. Geef alle kenmerken die je in stap 1 genoemd hebt met een pijl aan.



Stap 5: Geef je microbe een naam.

2 Waarom onderzoeken we micro-organismen?

Toepassingen

Sommige micro-organismen zijn schadelijk, ze bederven ons voedsel of maken ons ziek. Daarom is het belangrijk meer van ze te weten, zodat we dat kunnen voorkomen. Maar micro-organismen hebben ook allerlei nuttige toepassingen. Lees het onderstaande lijstje met producten en schrijf op welke toepassing erbij hoort en wat voor micro-organismen daarvoor verantwoordelijk zijn.

	Toepassing
Tandpasta	
Wijn	
Brood	
Schimmelkaas	
Zuurstof, O ²	
Darmen	
Champignons	
Yoghurt	
Penicilline	

Kijk bijvoorbeeld op sciencespace.nl bij 'Leven en natuur' in het artikel 'Het nut van bacteriën'[01-076]

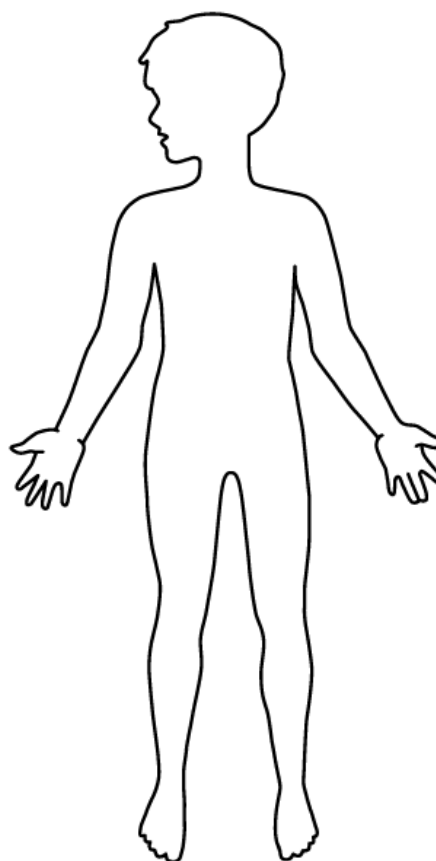
De ontdekking van penicilline gebeurde eigenlijk per ongeluk! Alexander Fleming had zijn voedingsbodems met bacteriën tijdens zijn vakantie in het laboratorium laten staan. Toen hij terugkwam, was één van die platen besmet geraakt met een schimmel. Fleming ontdekte dat waar de schimmel groeide, de bacteriën doodgegaan waren. De schimmel maakte dus blijkbaar een stofje waar bacteriën niet tegen kunnen.

Microben zijn met meer

Micro-organismen horen bij ons. Je zou zelfs kunnen zeggen dat ze deel van ons uitmaken. In een menselijk lichaam bevinden zich tien keer zoveel micro-organismen als menselijke cellen! De meeste daarvan zijn vaste bewoners die geen kwaad doen en zelfs ziekteverwekkers tegen kunnen houden.

Geef in de tekening aan waar microben op ons lichaam leven. Gebruik een blauw potlood voor de goede bacteriën en een rood potlood voor de slechte.

- Keel – beschermen tegen schadelijke microben die je inademt
- Tandplak – zorgen voor gaatjes en slechte adem
- Neus – kunnen verkoudheid veroorzaken
- Darmen – helpen voedsel te verteren
- Keel – veroorzaken keelpijn (streptothroat)
- Wond – veroorzaken infecties
- Huid – bieden bescherming



- Denk je dat er meer schadelijke of meer goede bacteriën in je lichaam zitten? Leg uit.

Onze poep bestaat voor ongeveer 30% uit bacteriën. De bacteriën in onze darmen helpen niet alleen bij het verteren van voedsel, maar maken ook de onmisbare vitamine K voor ons.

Antibacteriële zeep of niet?

Louis Pasteur was erg bang voor bacteriën. Hij wilde niemands hand schudden, zelfs niet die van de koning. Misschien was dat anders geweest als er in zijn tijd al antibacteriële zeep te koop was geweest.

Gewone zeep wast bacteriën weg, maar laat veel vaste bewoners van de huid zitten. Antibacteriële zeep doodt alle bacteriën, zowel de schadelijke als de onschadelijke. Hierdoor is het lichaam minder goed beschermd tegen ziekteverwekkers. Daarom raden wetenschappers voor normaal gebruik gewone zeep aan. Mensen die in de gezondheidszorg werken (dokters bijvoorbeeld) zouden wel antibacteriële zeep moeten gebruiken, net als mensen die in contact komen met zieken.

- Kunnen mensen ziek worden van microben via hun handen? Geef een voorbeeld. _____

- Wanneer is grondig handen wassen om ziekte te voorkomen dus vooral belangrijk? _____

- Welke andere manieren zijn er om te voorkomen dat je ziek wordt? _____

- Geef een aantal argumenten voor en tegen het gebruik van antibacteriële zeep. Wat vind jij?

VOOR

TEGEN

Vaccins

Louis Pasteur heeft vaccins uitgevonden tegen anthrax en hondsdolheid. Wetenschappers zijn steeds bezig om nieuwe vaccins te maken om ons tegen gevaarlijke ziekten te beschermen. Hoe meer mensen tegen een bepaalde ziekte ingeënt worden, des te minder kan de ziekte zich verspreiden. Door heel veel mensen te vaccineren, konden wetenschappers in 1980 opgelucht melden dat de pokken, een ziekte waar ooit miljoenen mensen aan overleden, nu overal op de wereld uitgeroeid is.

Zoek met behulp van bijvoorbeeld de site van het rijksvaccinatieprogramma [01-0713] of Wikipedia uit welke vaccinaties een kind in Nederland allemaal krijgt. Vul dat hieronder in.

Leeftijd	prik 1	prik 2	beschermt tegen
2 maanden			
3 maanden			
4 maanden			
11 maanden			
14 maanden			
4 jaar			
9 jaar			
12 jaar			

- Welke van deze ziekten wordt veroorzaakt door een bacterie? Welke door een virus?

- Welke van deze prikken heb jij allemaal al gehad? Als je dat niet zeker weet, vraag het dan eens aan je ouders. Welke inentingen krijg je nog? _____

- Tegen welke gevaarlijke ziekten bestaan er (nog) geen vaccins? _____

Er is ook een site met informatie voor kinderen, [01-064] waar je meer kunt lezen over virussen en bacteriën, plaatjes kunt downloaden voor je werkstuk of spreekbeurt en een spelletje kunt spelen.

Wetenschappers zijn steeds op hun hoede voor nieuwe besmettelijke ziekten. Deze kunnen een wereldwijde epidemie veroorzaken met veel slachtoffers. Zoiets is in 1918 bijvoorbeeld gebeurd met de Spaanse griep, waar 50 miljoen mensen aan stierven. In 2009 verscheen ineens de zogenaamde Mexicaanse griep, maar deze viel uiteindelijk gelukkig mee.

Op deze site vind je een spel (in het Engels) waarbij zo'n dodelijke griep epidemie nagebootst wordt. Kan jij het virus stoppen? [01-063]

3 Micro-organismen onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk?

Microscopen

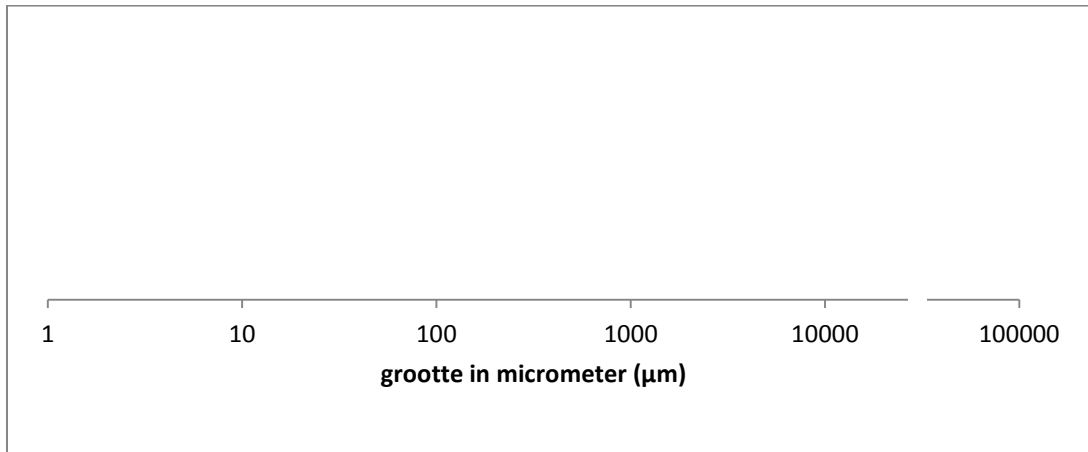
Je kunt de meeste micro-organismen alleen maar met behulp van een microscoop zien. Ze zijn dus ook pas ontdekt toen de microscopen goed genoeg werden om ze te zien.

De microscoop werd waarschijnlijk uitgevonden door de Nederlandse brillenslijper Zacharias Janssen, rond het jaar 1600. Microscopen bestonden toen uit twee of meer lenzen die achter elkaar gezet werden. Het was in die tijd erg moeilijk om zuiver glas te krijgen en goede lenzen te maken, daarom kon je er nog niet zoveel mee zien. Van Leeuwenhoek maakte enkelvoudige lenzen tussen twee koperen plaatjes geklemd. Het voorwerp dat hij wilde bekijken, zat op een pin vlak achter de lens. Zijn lenzen waren uitzonderlijk goed, maar hoe hij ze maakte hield hij zijn hele leven geheim.

Met je blote oog kun je voorwerpen van elkaar onderscheiden die een kwart millimeter van elkaar af liggen, dus 0.25 mm. Op bladzijde x van dit werkboekje heb je kunnen lezen hoe groot verschillende micro-organismen zijn. Vul die getallen in in de tabel en teken ze op onderstaande balk. Reken uit hoe groot de dingen zijn die je met een bepaalde microscoop nog net zou kunnen zien en geef ook dat aan in het schema en de tabel.

Organisme	grootte	grootte (in mm)
bacterie	1 μm	
gist	10 μm	
protist	100 μm	
grootste bacterie	750 μm	
grootste protist	3 cm	

Microscoop	Vergroting	Wat kun je hier nog net mee zien? (in μm)
Blote oog	0x	
Loep	10x	
Oudste microscopen	25x	
Van Leeuwenhoek's microscoop	250x	
Moderne lichtmicroscoop	1000x	
Elektronenmicroscoop	10.000x – 1.000.000x	



In Museum Boerhaave zijn veel historische microscopen te zien, ook van Van Leeuwenhoek. Via de site kun je alle microscopen bekijken: [01-0714]

Er is het volgende filmpje over gemaakt: [01-061]

Experiment: De verspreiding van een infectie voorkomen

In dit experiment ga je onderzoeken hoe effectief het wassen van je handen is in het voorkomen van de verspreiding van ziektekiemen.

Materialen:

- grafiekpapier
- markeerstiften
- schort of labjas
- afwasbare verf
- wekker of horloge
- wasbak
- blinddoek
- handdoeken
- zeep

Stappen:

1. Maak een vergelijkingskaart. Neem een vel papier en verdeel dat in vieren met een markeerstift. Teken in elk deel de omtrek van een hand. Kleur deze handen zodat er eentje helemaal vies is, eentje heel erg vies, eentje vies en eentje een beetje vies. Schrijf dit erbij. Maak ook twee scorekaarten, de ene voor water en de andere voor water en zeep.
2. Kies iemand uit die de handenwasser wordt. De ander is de tijdopnemer.
3. Laat de handenwasser zijn of haar handen bedekken met afwasbare verf. Laat de verf helemaal opdrogen.
4. Ga naar de wasbak. Blinddoek de handenwasser. Laat de handenwasser zijn of haar handen 1 seconde onder water houden. Laat de tijdopnemer de handen van de handenwasser drogen door ze met de handdoek licht aan te raken (wrijf de verf er niet af). Vergelijk de handen van de handenwasser met die op de kaart en schrijf op hoe schoon ze zijn.
5. Laat de handenwasser zijn of haar handen nog 4 seconden wassen met water. Dep de handen weer lichtjes droog. Schrijf op hoe schoon de handen zijn.
6. Laat de handenwasser nog 15 seconden zijn of haar handen wassen. Dep droog en schrijf op hoe schoon ze zijn.
7. Doe de blinddoek af. Laat de handenwasser zijn of haar handen helemaal schoonwassen. Doe de blinddoek weer op. Herhaal stap 2 tot en met 6, maar laat de handenwasser nu elke keer zeep gebruiken.
8. Draai de rollen om. Herhaal dit tot iedereen een keer de handenwasser geweest is. Laat steeds dezelfde persoon de tijd opnemen.
9. Werk je resultaten uit. Maak twee grafieken waarin je de gemiddelde viesheid op elk tijdstip laat zien, een met water en een met water en zeep.

Experiment: Schimmels kweken**Materialen:**

- drie oude boterhammen
- doorzichtige plastic boterhamzakjes
- koelkast
- magnetron

Stappen:

1. Neem drie oude boterhammen en maak ze een beetje vochtig onder de kraan.
2. Doe ze elk in een boterhamzakje en sluit het zakje met een knoop of sluiters.
3. Leg boterham 1 op een warm plekje.
4. Leg boterham 2 in de koelkast.
5. Laat het zakje met boterham 3 nog even open en leg het in de magnetron. Zet de magnetron 30 seconden aan op de hoogste stand. De boterham moet warm worden, maar het plastic zakje mag niet smelten. Haal het zakje met de boterham eruit (kijk uit, hij is warm !) en sluit het snel af. Leg deze nu naast boterham 1.
6. Kijk elke dag hoe de boterhammen eruit zien. Na ongeveer vijf dagen zullen de schimmels zichtbaar worden. Hoeveel schimmels groeien er? Wat is de doorsnede? Welke kleur hebben ze? Schrijf dat op in de tabel hieronder.
7. Maak ook elke dag een foto van de boterhammen.

Dag	Boterham 1	Boterham 2	Boterham 3
5			
6			
7			
8			
9			
10			
...			

8. Vergelijk de resultaten met elkaar. Wat zijn je conclusies?

Experiment: Yoghurt maken

Micro-organismen kunnen schadelijk voor ons zijn. Maar er bestaan ook veel micro-organismen met nuttige toepassingen. Gisten worden bijvoorbeeld gebruikt om bier of wijn mee te maken. En bepaalde bacteriën worden veel gebruikt voor zuivelproducten. Zogenaamde melkzuurbacteriën maken melk zuur, maar ze maken ook karnemelk, yoghurt en kaas. In dit experiment gebruik je ze om zelf yoghurt te maken.

Yoghurt word over de hele wereld gemaakt en gegeten, al heet het overal weer anders. Al duizenden jaren geleden ontdekte men dat als men melk lang bewaarde, er soms een dikke zure pap ontstond die best lekker smaakte. Maar men wist niet precies wat er gebeurde. Tegenwoordig weten we dat melkzuurbacteriën yoghurt maken. In yoghurt zitten twee verschillende soorten bacteriën. Het zijn *Lactobacillusbulgaricus* (lacto = melk, bacillus = een staafvormige bacterie, bulgaricus = uit Bulgarije) en *Streptococcus thermophilus* (strepto = in een streng, coccus = bolvormige bacterie, thermophilus = warmtelievend).

Materialen:

- volle melk en yoghurt
- pan en fornuis
- schone kom
- pot of fles
- handdoek

Stappen:

1. Neem een halve liter volle melk en doe die in een pan.
2. Verwarm op het fornuis tot er een vel op de melk ontstaat.
3. Laat de melk weer afkoelen tot hij lauw-warm is, dat is ongeveer 45 °C.
4. Doe er 3 eetlepels yoghurt bij. Dit moet ongepasteuriseerde yoghurt zijn!
5. Giet alles in een schone kom of pot.
6. Wikkel de pot in een handdoek, zodat het mengsel zo lang mogelijk warm blijft.
7. Laat de pot rustig staan op een warme plek, bijvoorbeeld vlakbij de verwarming. De beste temperatuur voor de bacteriën is ongeveer 40 °C.
8. De yoghurt is klaar als het dik geworden is. Hoe lang dat duurt hangt af van de temperatuur. Eet smakelijk!
9. Slotvragen:
 - Waarom moet de melk in stap 2 verhit worden? Hoe heet dit proces? (Pasteuriseren, om besmetting met andere micro-organismen te voorkomen)
 - Waarom moet de yoghurt uit stap 4 ongepasteuriseerd zijn? (Je moet levende bacteriën toevoegen)

Hier zie je hoe yoghurt in de fabriek gemaakt wordt:
[01-0715]

Experiment: Zuurkool maken

Stamppot met zuurkool, lekker! Maar hoe wordt zuurkool eigenlijk gemaakt? Dat doen melkzuurbacteriën. Dat zijn dezelfde bacteriën die ook gebruikt worden om bijvoorbeeld yoghurt mee te maken. Ze zetten de suikers in de kool om in zuren en maken de kool zachter en lichter verteerbaar. Zuurkool maken is heel gemakkelijk, alles wat je nodig hebt is kool, zout en een beetje geduld.

Materialen:

- witte kool
- grote glazen pot met deksel
- zout
- water

Stappen:

1. Was de witte kool en snij hem in kleine stukje of reepjes. Proef een stukje en schrijf in de tabel hoe het smaakt.
2. Vul de pot laag voor laag met de witte kool en strooi zout over elke laag. Gebruik ongeveer 10 gram zout per kilo kool, of meet de hoeveelheid kool af in een kopje en neem een halve theelepel zout per kopje kool.
3. Stamp de kool goed aan met een lepel.
4. Voeg nu langzaam water toe tot de hele pot tot aan de rand gevuld is.
5. Stamp de kool weer aan en schud voorzichtig om zoveel mogelijk luchtballen te verwijderen. Proef een beetje van het water en schrijf op hoe het smaakt.
6. Doe het deksel losjes op de pot en zet hem bij kamertemperatuur.
7. Laat de pot twee weken bij kamertemperatuur staan. Kijk elke dag hoe het eruitziet. Stamp de kool aan en vul zo nodig aan met water.
8. Na twee weken kun je je zelfgemaakte zuurkool proeven. Schrijf op hoe het smaakt en vergelijk dat met de kool en het water uit stap 1 en stap 5. Je kunt de smaak ook vergelijken met die van zuurkool uit de winkel. Welke is lekkerder?

	Smaak
Stap 1	
Stap 5	
Stap 8	
Zuurkool uit de winkel	

Kijk op de site van het Klokhuis, klik op tv-uitzendingen en zoek op 'zuurkool', de aflevering van 24 december 2004: [01-0716]

Ook de afleveringen van 07-04-2009 en 08-08-2006 gaan over bacteriën.

Extra experimenten met voedingsbodems en de microscoop

In een laboratorium waar microbiologen werken, worden bacteriën gekweekt op speciale voedingsbodems. Deze bestaan uit een soort gelei en zitten in een plat schaaltje van plastic, een zogenaamde petrischaal. Misschien kan je via je school een aantal van deze voedingsbodems te pakken krijgen, zodat je bacteriën kan kweken. Maar je kan ze ook zelf maken:

Materialen:

- 6 petrischalen met deksel of plastic bekertjes met huishoudfolie erover
- blokje vleesbouillon
- 3 blaadjes gelatine (12 blaadjes zijn genoeg voor 1 liter)
- 250 ml water

Kook het water en roer het bouillonblokje erdoor. Doe er 3 blaadjes gelatine in en roer tot alles is opgelost. Kook het heel zachtjes dertig minuten. Laat het geheel wat afkoelen en giet daarna in elk schaaltje of plastic bekertje een laagje van het mengsel. Doe het deksel op de schaaltjes of dek de plastic bekertjes af met huishoudfolie. Laat de gelei stollen. Nu kun je er afdrukken op maken en de schaaltjes op een warme plek zetten. Na een paar dagen zie je dan kolonies van bacteriën als stipjes op het oppervlak.

Wat kun je met deze voedingsbodems zoal onderzoeken?

- Waar in je huis komen bacteriën voor? Denk aan een vaatwasdoekje, de WC-bril, een afvoerputje, de vensterbank, een deurklink.
- Zitten er bacteriën op je vingers? Maak een afdruk van je vinger voor en na het wassen van je handen met zeep. Was je handen met antibacteriële zeep en bekijk het verschil. Doodt deze zeep echt alle bacteriën?

Onderzoek met de microscoop

Als je op school de beschikking hebt over een microscoop, dan kun je de micro-organismen uit je experimenten zelf bekijken:

- Volg je zuurkool-experiment in de tijd. Komen er steeds meer bacteriën? Komen er ook nog andere micro-organismen voor?
- Bekijk een druppel slootwater onder de microscoop. Misschien kun je een aantal soorten van blz. x (Wat leeft er in een vijver) terugvinden.
- Smeer een beetje yoghurt op een glasplaatje en bekijk het onder de microscoop. Kun je de twee verschillende soorten bacteriën herkennen?

In deze video wordt uitgelegd wat bacteriën precies zijn en wordt er onderzocht hoeveel bacteriën er op je vingers zitten.
[01-065]

4 Wie zijn de onderzoekers?

Louis Pasteur (1822 -1895)

Louis Pasteur werd geboren in 1822 en stierf in 1895, 73 jaar oud. Hij heeft erg veel ontdekkingen gedaan en daarmee de basis gelegd voor de microbiologie.

Zet met behulp van het boek de onderstaande ontdekkingen van Pasteur in de juiste volgorde.

1. de ontwikkeling van een vaccin dat schapen beschermt tegen de ziekte anthrax en een vaccin dat kippen beschermt tegen cholera
2. de theorie dat ook ziekten van mensen door micro-organismen worden veroorzaakt
3. het bewijs dat micro-organismen niet uit niet-levende dingen kunnen ontstaan, en de ontdekking dat ze gedood kunnen worden door voedsel te verhitten
4. de ontdekking dat kristallen van wijnsteenzuur in twee verschillende vormen voorkomen
5. de ontdekking dat ziektes van zijderupsen door micro-organismen worden veroorzaakt
6. de ontwikkeling van een vaccin dat mensen beschermt tegen hondsdolheid
7. de ontdekking dat micro-organismen voor fermentatie zorgen, bijvoorbeeld van suiker naar alcohol of azijn

Juiste volgorde: ____ - ____ - ____ - ____ - ____ - ____ - ____

Anthrax is een bijzonder gevaarlijke ziekte, en sporen van de bacterië kunnen wel meer dan 80 jaar overleven. Daarom kunnen ze als een biologisch wapen gebruikt worden. In 2001 werden in de Verenigde Staten een aantal poederbrieven met anthraxsporen verstuurd. Hierbij kwamen vijf mensen om het leven. Sindsdien is er af en toe paniek over zo'n poederbrief, ook in Nederland, maar die bleken tot nu toe alleen maar talkpoeder of waspoeder te bevatten.

Onderzoekers

Behalve Louis Pasteur zijn er nog veel andere onderzoekers geweest die ontdekkingen gedaan hebben op het gebied van microbiologie. Dankzij hen weten we nu een stuk meer over hoe micro-organismen ziektes veroorzaken en hoe we dat kunnen voorkomen.

Wie heeft wat ontdekt? Zoek dit uit met behulp van een encyclopedie of Wikipedia en trek een pijl van de onderzoeker naar zijn ontdekking.

Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723)		Ontdekt dat het immuunsysteem bacteriën onschadelijk kan maken. Bedacht de theorie dat 'goede bacteriën' in de darmen voor een langer en gezonder leven kunnen zorgen.
Edward Jenner (1749-1823)		Bewijst dat elke ziekte door één bepaald soort micro-organisme wordt veroorzaakt.
Louis Pasteur (1822-1895)		Ontdekt het eerste antibioticum, (een stof uit schimmels, penicilline) dat gebruikt kan worden om bacteriën te doden.
Joseph Lister (1827-1912)		Ontwikkelt een vaccin tegen difterie.
Alexander Fleming (1881-1955)		Bewijst dat micro-organismen uit de lucht voedsel laten bederven en gedood worden door verhitting.
Ilya Mechnikov (1845-1916)		De eerste die micro-organismen te zien krijgt met zijn microscoop.
Paul Ehrlich (1854-1915)		Ontdekt dat het schoonmaken van handen en instrumenten voor een operatie infecties helpt voorkomen.
Émile Roux (1853-1933)		Bedacht dat sommige chemische stoffen selectief een ziekteverwekker kunnen doden, de zogenaamde 'magische kogel'.
Robert Koch (1834 – 1910)		Ontdekt het eerste vaccin, mensen ingeënt met koeienpokken kunnen de veel ernstigere menselijke variant niet meer krijgen.

Antonie van Leeuwenhoek was een lakenkoopman uit Delft. Hij had niet gestudeerd, maar hij leerde zichzelf om uitzonderlijk goede microscopen te maken. Alles wat hij zag tekende hij nauwkeurig na. Over zijn ontdekkingen schreef hij vele brieven aan de Britse Academie van Wetenschappen. In het Nederlands, want hij kende geen vreemde talen. Daarom werd hij lange tijd niet serieus genomen, totdat andere wetenschappers bij hem op bezoek kwamen om die diertjes met eigen ogen te bekijken.

Wil jij ook microbioloog worden?

In de boekjes *Micro-organismen onderzoeken* en *Louis Pasteur* kom je een aantal microbiologen tegen. Dat zijn wetenschappers die micro-organismen bestuderen. Misschien is dat ook wel iets voor jou!

Kijk bijvoorbeeld eens op [01-071] om te zien waar microbiologen zich zoal mee bezig houden.

- Wat voor eigenschappen zou je nodig hebben om microbioloog te worden? _____

- Waar kan je in Nederland en België biologie of medische microbiologie studeren? _____

- Hoe lang duurt dat? _____

- Wat doen microbiologen zoal? Waar werken ze? _____

- En als je dit allemaal weet, zou je dan zelf microbioloog willen worden? Waarom wel of waarom niet?

WEL

NIET

5 Afsluitende presentatie

Maak een presentatie over één van onderstaande onderwerpen. Je mag natuurlijk ook zelf iets bedenken, zolang het maar met micro-organismen te maken heeft.

- Kies een micro-organisme uit en zoek daar informatie over. Hoe ziet hij eruit? Zoek een aantal afbeeldingen van hem op. Waar leeft hij? Wat gebruikt hij als voedsel? Wanneer is hij ontdekt en door wie? Is hij nuttig voor ons mensen of juist schadelijk?
- Kies een bepaalde toepassing van micro-organismen uit van blz. 63 ('Toepassingen'). Welk micro-organisme wordt hiervoor gebruikt? Hoe werkt het precies? Welke wetenschapper heeft het proces ontdekt of bedacht?
- Veel epidemieën van dodelijke ziekten worden veroorzaakt door een bepaalde bacterie. Kies er een uit. Hoe ziet de ziekteverwekker eruit? Hoe verloopt de ziekte? Wanneer zijn er in het verleden grote uitbraken van deze ziekte geweest en hoe verliepen die? Hoe kan de ziekte bestreden worden? Is er een vaccin tegen en zo ja, wie heeft dat ontdekt?
- Eén van de wetenschappers uit het schema op blz. 75 ('Onderzoekers'). Beschrijf het leven van deze wetenschapper, en hoe hij tot zijn ontdekkingen over micro-organismen gekomen is. Je kunt hierbij het boek over Louis Pasteur als voorbeeld gebruiken.
- Beschrijf een van de experimenten uit dit werkboekje die je gedaan hebt. Wat voor micro-organismen werden hierbij gebruikt? Wat gebeurde er precies? Presenteer je resultaten en laat bijvoorbeeld foto's van je experiment zien. Welke conclusies kon je uit het experiment trekken?
- Microscopen. Leg de werking ervan uit. Beschrijf hoe microscopen in de loop der eeuwen steeds beter zijn geworden. Laat afbeeldingen zien die gemaakt zijn met verschillende soorten microscopen, zoals een lichtmicroscop en een elektronenmicroscop.

Hier vind je veel links naar websites met informatie over micro-organismen:

[01-079]

ONDERZOEK NAAR ... STORMEN

Beste leerling,

Dit is pittig lesmateriaal, bij de leesserie ***Sterren!***. Bij 'Onderzoek naar ... stormen' horen de leesboeken *Weer en meteorologen* en *Onderzoek naar Stormen*.

Lees eerst de leesboeken aandachtig door. Gebruik ook de weblinks in de leesboeken om het onderwerp beter te begrijpen.

Dit lesmateriaal gebruikt de informatie uit de leesboeken actief en daagt je uit je verder te verdiepen in het onderwerp door **weblinks**. De weblinks bieden interessante animaties, informatie en *applets* die de moeilijke materie uitleggen. Ze hebben een[nummer]. Hoe activeer je zo'n weblink?

Via mijn.schoolsupport.nl of via www.schoolsupport.nl/weblinks is elke weblink te vinden en te gebruiken. Het verwerkingsmateriaal bevat ook experimenten. Kies hieruit want experimenteren hoort bij ontdekken en onderzoeken!

Zet hem op en veel succes!

1 Wat zijn stormen?

Wat valt er uit de lucht?

Bij het woord neerslag denk je waarschijnlijk meteen aan regen. Maar onder neerslag worden alle vormen van water en ijs verstaan die vanuit de lucht op de grond terechtkomen. Er zijn vast meer soorten neerslag dan je denkt!

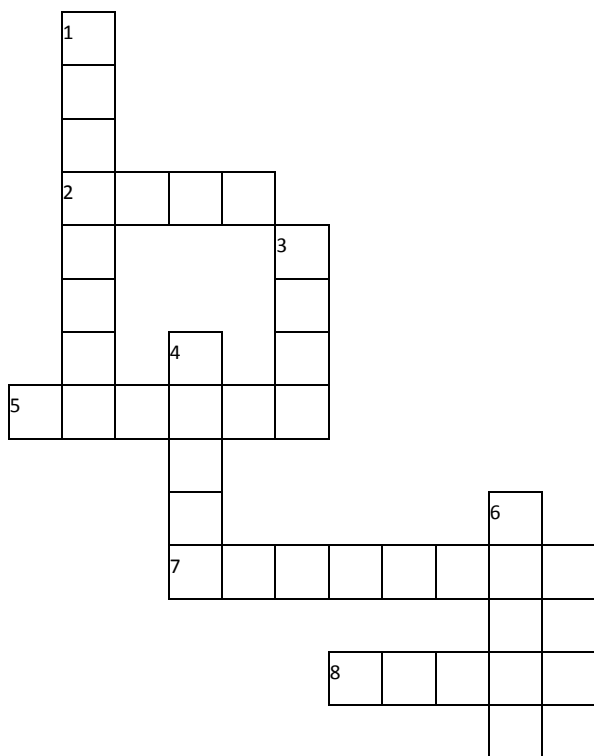
Vul in.

Horizontaal:

2. Waterdamp die in een laagje op oppervlakken bevriest. (_____)
5. Bestaat uit vlokken van ijskristallen. (_____)
7. Alle soorten water die vanuit de hemel op de grond terechtkomen. (_____)
8. Regen die onderkoeld is, waardoor het direct bevriest als het op de grond terechtkomt. (_____)

Verticaal:

1. Regen die bestaat uit piepkleine waterdruppels. (_____)
3. Als het 's nachts erg afkoelt, dan vind je de volgende morgen deze waterdruppeltjes in het gras. (_____)
4. De meest voorkomende vorm van neerslag. (_____)
6. Korrels van ijs. (_____)



Als het heel hard regent, zeggen we: 'Het regent pijpenstelen.' Vroeger maakte men van kalk witte pijpen om tabak in te roken. Deze pijpen hadden hele lange dunne stelen. Harde regen die in lange stralen naar beneden valt, lijkt hier wel een beetje op.

In het Engels zegt men: 'It's raining cats and dogs.' Katten en honden dus. Maar regendruppels lijken toch niet op katten en honden? Waar deze uitdrukking precies vandaan komt, weet eigenlijk niemand.

Weerrecords

Het weer kan heel extreem zijn. In Nederland hebben we daar gelukkig niet zo veel last van, maar in andere landen kan het flink tekeer gaan. Waar ter wereld is het ooit het warmst, het koudst of het natst geweest? Zoek de antwoorden op in een encyclopedie of op internet.

Kies uit:

Al Aziziya (Libië), Atacama (Chili), Browning (Verenigde Staten), Gopalganj (Bangladesh), La Réunion (Indische Oceaan), Mawsynram (India), Tamarack (Verenigde Staten), Thule (Groenland), 'Tornado Alley' (Verenigde Staten), Wostok (Antartica).

meeste regen per jaar: 11.874 millimeter. (_____)

minste regen per jaar: 0,08 millimeter. (_____)

grootste hoeveelheid regen op één dag: 1.870 mm. (_____)

hoogste temperatuur: 57,8 °C. (_____)

laagste temperatuur: -89,2 °C. (_____)

hoogste windsnelheid: 333 km/uur. (_____)

dikste pak sneeuw: 11,5 meter. (_____)

grootste temperatuurverandering op één dag: van + 7 °C naar -49 °C.
(_____)

zwaarste hagelsteen: 1 kilogram. (_____)

grootste aantal tornado's: 148 in één dag. (_____)

Heb je wel eens van de zonkracht gehoord? Dat is een maat voor de hoeveelheid ultraviolette straling van de zon die de aarde bereikt. Deze straling zorgt ervoor dat je verbrandt als je te lang in de zon zit. En hoe meer UV-straling je opvangt, des te meer risico dat je later huidkanker krijgt. Johnny Shadow legt het allemaal uit: [01-0910]

Een grote verzameling links over alles wat met het weer te maken heeft:
[01-0911] (met veel links naar filmpjes)
[01-0912]

Stormen in alle soorten en maten

Als het heel hard waait, dan noem je dat een storm. Maar stormen kunnen heel verschillend zijn. Sommige stormen zijn heel plaatselijk en andere juist niet. Er bestaan stormen waarbij het heel koud wordt, of juist heel warm. Stormen die waaien rond de evenaar of stormen in Nederland. Meteorologen hebben al die verschillende soorten stormen een naam gegeven. Weet jij welke?

Vul de juiste antwoorden in, hussel de letters door elkaar en ontdek het verborgen woord.

De namen van deze stormen kun je allemaal terugvinden in het boekje 'onderzoek naar stormen'.

1. Zeer grote tropische storm waarbij een stormvloed kan ontstaan. Heeft altijd een oog.

Neem de laatste letter. (_____)

2. Snel ronddraaiende draaikolk van wind.

Neem de derde letter. (_____)

3. Aziatische naam voor een orkaan.

Neem de eerste letter. (_____)

4. Engelse naam voor een heftige tornado.

Neem de vierde letter. (_____)

5. Een orkaan die midden op de Indische Oceaan woedt.

Neem de vijfde letter. (_____)

6. Kleine draaikolk die water opzuigt.

Neem de eerste letter. (_____)

7. Zwakke tornado die af en toe ook in Nederland en België voorkomt.

Neem de vierde letter. (_____)

8. Sterke wind die zand en stof met zich meeneemt.

Neem de laatste letter. (_____)

9. Ernstige sneeuwstorm.

Neem de derde letter. (_____)

Het verborgen woord is: _____

Ontdek de wereld van het weer:

[01-083]

Hoe geef je een storm een naam?

De meeste tropische stormen ontstaan in de maanden augustus, september en oktober. Dat wordt daarom ook wel het orkaanseizoen genoemd. In deze maanden hoor je in het nieuws af en toe iets over een orkaan met een bepaalde jongens- of meisjesnaam. Hoe krijgt een orkaan een naam?

Zoek dat op met behulp van Wikipedia en beantwoord de volgende vragen. Kies steeds het juiste antwoord.

1) Vroeger hadden tropische stormen alleen maar meisjesnamen. Tegenwoordig krijgen orkanen om en om een jongens- of een meisjesnaam. Waarom?

- A) Vrouwen vonden het niet eerlijk dat verwoestende stormen alleen naar hen genoemd werden.
- B) Mannen werden jaloers en wilden dat er ook stormen naar hen genoemd werden.

2) Hoeveel namenlijsten worden er gebruikt?

- A) Er is één lijst met namen die elk jaar gebruikt wordt.
- B) Er bestaan zes namenlijsten, voor elk jaar één, dus na zes jaar begint alles weer overnieuw.

3) Hoe werkt deze namenlijst?

- A) Men gaat elk jaar verder waar men het vorige seizoen gebleven is. Als de laatste storm van vorig jaar een naam had die begon met een R, dan heeft de eerste storm van dit seizoen een naam met een S.
- B) De eerste storm van het seizoen krijgt een naam die begint met een A, de tweede een naam met een B, enzovoort.

4) Waarom worden sommige letters niet gebruikt?

- A) Men wil alleen maar medeklinkers gebruiken.
- B) Er zijn te weinig namen die met deze letters beginnen.

5) Wanneer wordt een naam van de lijst gehaald en niet meer gebruikt?

- A) Als een storm bijzonder verwoestend was, zoals bijvoorbeeld de orkaan Katrina die in 2005 de Amerikaanse stad New Orleans verwoestte.
- B) Als de naam niet meer in de mode is.

Alle tropische stormen die op dit moment over de wereld razen kun je volgen op:

[01-087]

Hier staat de lijst met namen van orkanen voor dit jaar: [01-088]

Probeer eens de voortgang van elke storm bij te houden. Misschien staat jouw naam wel in de lijst! Dan kun je je eigen storm volgen.

Hallo, een halo!

Wat een regenboog is, weet je natuurlijk wel. Deze prachtig gekleurde boog ontstaat als het zonlicht door regendruppels weerkaatst wordt. Maar als je goed oplet, zijn er soms ook andere kringen aan de hemel te zien.

Kruis aan: WAAR of NIET WAAR

1. Van binnen naar buiten bestaat een regenboog uit de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo en violet. WAAR/NIET WAAR
2. Hoe lager de zon staat, des te hoger staat de regenboog. WAAR/NIET WAAR
3. Soms is er aan de buitenkant van een regenboog een tweede regenboog te zien. De kleuren van deze regenboog zijn omgedraaid. WAAR/NIET WAAR
4. Ook maanlicht kan een regenboog laten ontstaan. WAAR/NIET WAAR
5. Als zonlicht op mistdruppeltjes valt, kan een mistboog ontstaan. Deze is wit. WAAR/NIET WAAR
6. Een kring om de zon of de maan heet een halo. Deze ontstaat als er hoog in de lucht ijskristallen zijn. WAAR/NIET WAAR
7. Naast de zon zijn soms zogenaamde 'bijzonnen' te zien. WAAR/NIET WAAR
8. Als er halo's of bijzonnen te zien zijn, wordt het mooi weer. WAAR/NIET WAAR

'Kring om de maan, kondigt regen aan.' 'Kring om de zon, regen in de ton.' Deze twee spreekwoorden zijn meestal waar. Zulke kringen ontstaan namelijk in hoge egale wolkenluien, in wolken die cirrostratus heten. Deze wolken zijn een voorbode van een warmtefront, een scheiding tussen warme en koude lucht. Als zo'n front overtrekt, worden de wolken steeds dikker en uiteindelijk gaat het regenen.

Hier staan heel veel foto's van allerlei wolkenvormen, onweer en optische verschijnselen zoals regenbogen en kringen om de zon:

[01-0913]

[01-0914]

[01-0915]

In oude volksverhalen en sprookjes wordt gezegd dat er aan het einde van de regenboog een pot met goud te vinden is. Wie weet...

Wolken kijken

Wolken zijn er in allerlei soorten en maten. Je hebt vast wel eens geprobeerd bepaalde vormen in de wolken te ontdekken. Soms zie je een wolk die lijkt op een gezicht, een hond of een bloemkool. Maar wist je dat de vormen van wolken ook wetenschappelijke namen hebben? Die namen zijn in 1802 bedacht door een Britse apotheker, Luke Howard.

Als je weet wat de volgende Latijnse woorden betekenen, dan kun je ook bedenken hoe sommige wolken heten. Kijk anders op de twee websites onderaan de pagina.

altus: _____

cirrus: _____

cumulus: _____

nimbus: _____

stratus: _____

Trek een pijl van de wolk naar zijn wetenschappelijke naam:

stapelwolken		altocumulus
onweerswolken		cirrus
schapenwolkjes		stratus
mist		cumulus
windveren		cumulonimbus

De wetenschappelijke naamgeving van wolken lijkt wel een beetje op de wetenschappelijke namen van dier- en plantensoorten. Elke wolk heeft een dubbele naam die bestaat uit het geslacht en de soort van de wolk. Er bestaan wel 10 wolkengeslachten en 14 wolkensoorten!

Op deze twee sites vind je alles over de naamgeving van wolken:
 [01-0916] (met filmpjes)
 [01-0917]

El Niño of La Niña?

In het boek 'onderzoek naar stormen' heb je kunnen lezen over oceaanstromingen. Ze voeren warm of koud water van het ene werelddeel naar het andere. Deze stromingen hebben een grote invloed op het klimaat. Als er geen warme golfstroom langs Europa zou lopen, zou het in Nederland bijvoorbeeld een stuk kouder zijn.

Soms (één keer in de drie tot zeven jaar) wordt de oceaanstroming in de Grote Oceaan verstoord en dat heeft gevolgen voor het weer over de hele wereld. Dit verschijnsel heet El Niño. Die naam is bedacht door vissers uit Peru, en betekent 'de kleine jongen'. Daarmee wordt het kerstkindje bedoeld, want een El Niño begint meestal rond kerst. In tussenliggende jaren gebeurt soms precies het tegenovergestelde van een El Niño. Dit verschijnsel wordt La Niña genoemd, dat betekent 'het meisje'.

Wat hoort bij El Niño en wat hoort bij La Niña? Zoek op in een boek over het weer, een encyclopedie of Wikipedia.

El Niño

La Niña

- Warm water wordt naar het oosten van de Grote Oceaan gevoerd, tot aan de kust van Zuid-Amerika. _____
- Warm water wordt van de Zuid-Amerikaanse kust weggevoerd richting Australië en Indonesië en er komt koud water voor in de plaats. _____
- Het koude water zorgt voor veel vis langs de kusten van Peru en Chili. _____
- Het warme water bevat minder vis en vissers in Zuid-Amerika kunnen dus veel minder vangen dan normaal. _____
- Omdat het water warmer is, verdampt het sneller en ontstaan er meer wolken. Er ontstaan in Zuid-Amerika dus veel meer zware regenbuien. Die kunnen leiden tot aardverschuivingen en modderstromen. _____
- Het water is kouder en verdampt minder snel. Er ontstaat droogte in Zuid-Amerika. _____
- Aan de andere kant van de Grote Oceaan, bij Australië en Indonesië is het juist veel droger dan normaal. Hier mislukken oogsten en ontstaan er veel bosbranden. _____
- In Australië en Indonesië valt meer regen dan normaal. _____

El Niño verstoort het weer over de hele aarde, maar in Europa is het effect klein vergeleken met de rest van de wereld. In Nederland valt er dan meer regen dan normaal. Of er op dit moment een El Niño of La Niña is kun je opzoeken op: [01-0918]

Hoe warm is het eigenlijk?

Als je naar een Amerikaanse film kijkt, en de mensen hebben het over de temperatuur, dan kun je je oren soms niet geloven. Ze zeggen bijvoorbeeld: 'het is vandaag een beetje fris, het is maar 50 graden.' Hoezo fris, 50 graden is toch heel erg heet? Dat komt omdat ze in Amerika een andere temperatuurschaal gebruiken dan wij, namelijk die van Fahrenheit.

Fahrenheit nam de temperatuur waarbij zout water bevroert en noemde dat 0 graden. De temperatuur waarbij zoet water bevroert noemde hij 32 graden. Wij gebruiken de temperatuurschaal van Celsius, waarbij de schaal in honderd gelijke graden verdeeld is. Het smeltpunt van water is 0 graden en het kookpunt van water is 100 graden Celsius.

Er bestaat nog een derde temperatuurschaal, bedacht door de Britse lord Kelvin. Deze schaal begint bij het absolute nulpunt en dat is -273,15 graden Celsius. Bij deze temperatuur staat alles stil. Kouder kan het nergens in het heelal zijn! Deze schaal wordt vaak gebruikt door wetenschappers.

Met de volgende formules kun je de verschillende temperaturen omrekenen:

van graden Celsius (T_C) naar graden Fahrenheit (T_F): $(T_C \times 1,8) + 32 = T_F$

van graden Celsius (T_C) naar graden Kelvin (T_K): $T_C + 273,15 = T_K$

Reken uit en vul de tabel verder in.

	graden Fahrenheit	graden Celsius	graden Kelvin
de laagste temperatuur die er bestaat: het absolute nulpunt			0
de temperatuur waarbij zout water bevroert	0		
de temperatuur waarbij zoet water bevroert	32	0	
kamertemperatuur		20	
lichaamstemperatuur	96, zie onder	37	
de temperatuur waarbij water kookt		100	

Fahrenheit noemde zijn eigen lichaamstemperatuur 96 graden, omdat hij dan makkelijk een schaalverdeling kon maken door de afstand steeds door 2 te delen. Maar we zijn zo gewend aan honderdtallen dat er meestal gezegd wordt dat 37°C overeenkomt met 100°F. Zo staat het ook in het leesboek. En als je het met de formule uitrekent, kom je uit op 98,6 °F.

Eigenlijk werkte de temperatuurschaal van Celsius eerst andersom. Hij noemde het kookpunt van water 0 graden en het vriespunt van water 100 graden. Andere wetenschappers vonden dat nogal onhandig en hebben de getallen dus maar omgedraaid.

2 Waarom onderzoeken we het weer?

Het weer voorspellen

Wat voor weer wordt het morgen? Om het weer goed te kunnen voorspellen, hebben weerkundigen heel veel gegevens nodig. Die krijgen ze met behulp van allerlei meetinstrumenten.

Welk instrument meet wat? De meeste instrumenten kun je vinden in de woordenlijsten van de leesboekjes, maar niet allemaal. De andere kun je vinden met behulp van een woordenboek of encyclopedie.

Dit instrument meet de temperatuur. _____

Dit instrument meet de luchtdruk. _____

Dit instrument meet de luchtvochtigheid. _____

Dit instrument meet de hoeveelheid neerslag. _____

Dit instrument meet de windsnelheid. _____

Dit instrument meet vanaf grote hoogte allerlei gegevens over het weer op aarde. _____

Dit instrument meet hoe wolken en neerslag zich verplaatsen. _____

Dit instrument berekent de weersverwachting. _____

Zo wordt een weersvoorspelling gemaakt: [01-089]

Gaat het vanmiddag regenen? Wat voor weer wordt het morgen? Kijk op:

[01-0919]

[01-0920]

[01-084]

Voor actuele satellietbeelden van over de hele wereld:

[01-086]

Weerspreuken

Vroeger waren er nog geen meteorologen die met hun meetinstrumenten en computers elke dag een nieuwe weersverwachting konden maken. Toch probeerden de mensen ook toen het weer zo goed mogelijk te voorspellen. Dat was bijvoorbeeld heel belangrijk voor de oogst van boeren, of de veiligheid van zeelui. Ze keken naar het gedrag van dieren of naar natuurverschijnselen en bedachten daar weerspreuken over. Sommige spreuken komen bijna altijd uit, maar andere niet.

Vul in. Kies uit:

februari, maart, april, mei, zomer, winter, zonneschijn, regen, water, sneeuw.

Morgenrood brengt _____ in de sloot. Avondrood, mooi weer aan boord.

_____ doet wat hij wil.

Als de kat in januari in de zon ligt, ligt ze _____ achter de kachel.

Als in september de donder knalt, met kerst _____ met hopen valt.

Draagt januari een sneeuw wit kleed, wordt de _____ zeker heet.

Na regen komt _____.

Is _____ nat, een droge juni volgt zijn pad.

Scheert de zwaluw over water en wegen, dan komt of blijft er wind en _____.

Als de dagen lengen, begint de _____ te strengen.

_____ roert zijn staart.

Deze weerspreuken kloppen altijd:

Als het regent in mei... is april voorbij.

Als het regent in november, valt Kerstmis in december.

Hoe dichtbij is het onweer ?

Als het onweert, zie je eerst de flits en daarna hoor je pas de donder. Dat komt omdat het licht van de flits sneller gaat en dus eerder bij je is dan het geluid van de donder. Wist je dat je hiermee kunt uitrekenen hoe ver een onweersbui bij je vandaan is?

Zoek maar eens op in een encyclopedie wat de snelheid is van licht en van geluid.

Licht: ongeveer _____ meter per seconde

Geluid: ongeveer _____ meter per seconde

Hoeveel keer sneller gaat het licht dus in vergelijking met het geluid?

_____ keer.

Omdat licht zo ontzettend snel gaat, kunnen we dus wel zeggen dat het licht van een bliksemflits direct bij je is. Maar het geluid is dan nog een tijdje onderweg. Hoeveel seconden heeft het geluid nodig om 1 kilometer af te leggen?

_____ seconden

Als je dit getal weet, dan kun je de afstand tussen jou en de onweersbui uitrekenen. Als je een bliksemflits ziet, begin je te tellen. Totdat je de donder hoort. Daarna deel je het aantal seconden door het getal dat je bij de vorige vraag hebt gevonden. Dan weet je hoeveel kilometer het onweer nog bij je vandaan is. Als dat minder dan een kilometer is, wordt het de hoogste tijd om te schuilen!

Aantal seconden tot de donder	Aantal kilometer
3	
5	
10	
20	

Als je buiten speelt, heb je natuurlijk geen rekenmachine bij je om dit precies uit te rekenen. Daarom wordt er meestal gezegd dat je het aantal seconden tot de donder klinkt door drie moet delen. Dat is veel makkelijker, en dan heb je toch een goed idee of je al dekking moet zoeken!

[01-0921]

[01-0922]

Klimaatverandering, is dat erg of niet?

De meeste wetenschappers zijn het er tegenwoordig wel over eens dat de aarde opwarmt. En dat het heel waarschijnlijk is dat de mens daar zijn steentje aan bijdraagt. Door olie en gas te gebruiken, komt er steeds meer koolstofdioxide (CO₂) in de atmosfeer. Dit is een broeikasgas: het werkt als een warme deken die ervoor zorgt dat de aarde warmte vasthoudt. Maar dat is niet alleen maar slecht, want als er helemaal geen CO₂ in de atmosfeer zat, zou de gemiddelde temperatuur op aarde -18 °C zijn, in plaats van +15°C.

Maar nu warmt de aarde verder op. Nou en, zul je denken. Dan wordt het hier in Nederland tenminste lekker warm. Maar de rest van de wereld dan? Zoek maar eens uit wat de effecten van opwarming van de aarde zouden kunnen zijn:

- op het ijs op de Noordpool en de Zuidpool (Antartica)
- op gletsjers
- op de hoeveelheid regen in woestijngebieden (Sahara)
- op dieren en plantensoorten
- op het weer (bijvoorbeeld het aantal orkanen)
- op de zeespiegel

Zoek in een atlas een hoogtekartaat van Nederland op. Trek deze kaart over of kopieer hem. Kleur het deel van Nederland dat onder de zeespiegel ligt. Dat zou dus allemaal onder water lopen als we geen dijken zouden hebben! Wat zou er gebeuren als de zeespiegel 5 meter zou stijgen? Kleur ook dit gedeelte in. Waar woon jij? Zou je daar nog droge voeten houden? _____

Wat vind jij? Moeten we iets doen om de opwarming van de aarde te verminderen? Waarom wel of waarom niet? _____

Wat zou je zelf kunnen doen om minder CO₂ te produceren? _____

[01-0923]

[01-0924]

‘An Inconvenient Truth’ (een ongemakkelijke waarheid) is de titel van een film uit 2006 over klimaatverandering. Deze film is heel belangrijk geweest, omdat miljoenen mensen zich erdoor bewust werden van de opwarming van de aarde. De film werd gemaakt door de Amerikaanse politicus Al Gore, die hiervoor een jaar later de Nobelprijs voor de Vrede kreeg.

3 Het weer onderzoeken, hoe doe je dat eigenlijk?

Experiment: hoe worden regendruppels gevormd?
proefje uit het boek

Experiment: maak je eigen regenmeter

Materialen:

- plastic fles van doorzichtig plastic
- mesje (kijk uit!)
- strook papier
- lineaal
- plakband
- knikkers

Stappen:

- 1) Neem de plastic fles en snij de bovenkant van de fles op het punt waar de hals net zo dik wordt als de rest van de fles.
- 2) Maak op de strook papier een schaalverdeling: begin onderaan bij nul en zet elke centimeter een streepje. Zet het aantal centimeters naast de streep. Je kunt natuurlijk ook nog streepjes zetten bij elke halve centimeter of zelfs bij elke millimeter. Het is helemaal handig als je een papieren lineaal kunt vinden (in sommige meubelzaken of bouwmarkten kun je ze gratis meenemen).
- 3) Plak je schaalverdeling op de fles, een paar centimeter van de bodem. Zorg dat het papier helemaal met plakband bedekt wordt, zodat de regen je letters niet wegwist.
- 4) Doe de knikkers op de bodem van de fles. Hierdoor wordt hij wat zwaarder en waait hij niet zo snel om.
- 5) Vul de fles met water tot aan de nulstreep van je schaalverdeling.
- 6) Zet de regenmeter buiten. Zorg dat hij niet onder bomen of een afdakje staat, maar dat de regen er ongehinderd in kan vallen.
- 7) Lees elke dag je regenmeter af en schrijf op hoeveel neerslag er gevallen is. Daarna moet je zorgen dat het water weer precies tot aan de nulstreep staat.

Hier zie je hoe het moet:

[01-0925]

[01-0926]

Op deze website wordt van alles over het weer uitgelegd. Onder 'Maak het zelf' vind je nog meer meetinstrumenten die je zelf kunt maken: [01-081]

Experiment: Maak je eigen barometer

Materialen:

- jampotje
- ballon
- stevig elastiek
- rietje
- plakband
- plankje
- stuk karton

Stappen:

- 1) Knip het tuitje van een ballon en trek de ballon strak over de opening van het jampotje. Zet het vast met het elastiek.
- 2) Plak het rietje met plakband vast aan de ballon. Zorg dat het uiteinde van het rietje ongeveer in het midden van de opening van het jampotje terecht komt.
- 3) Zet het jampotje op het plankje. Plak het stuk karton op het plankje, zodat het rechtop staat achter het rietje.
- 4) Op dit karton kun je nu een schaalverdeling maken. Je kunt bijvoorbeeld elke dag een gekleurde stip zetten, zodat je kunt zien of de luchtdruk stijgt (het rietje gaat omhoog) of daalt (het rietje gaat omlaag). Als je een echte barometer thuis hebt, kun je zelfs de echte luchtdruk erbij schrijven.

Experiment: Maak je eigen hygrometer

Materialen:

- een lange mensenhaar
- groot stuk karton
- punaise of speld
- papier

Stappen:

- 1) Neem een lange mensenhaar (een paardenhaar mag ook, hoe langer de haar, des te beter). Plak het ene uiteinde ervan vast op een groot stuk karton.
- 2) Knip een pijl uit een stuk papier. Plak het andere uiteinde van de haar aan deze pijl, niet aan de kant van de punt, maar aan de andere kant.
- 3) Prik de pijl met een punaise of een speld vast aan het karton. Zorg dat de pijl makkelijk kan draaien en dat de haar strak staat. Doe dit zo, dat de pijl ongeveer horizontaal ligt, en zet hier een nul op het karton.
- 4) Breng je hygrometer in een vochtige of juist een droge omgeving en maak een schaalverdeling op het karton. Je kunt bijvoorbeeld elke dag een gekleurde stip zetten, zodat je kunt zien of de luchtvochtigheid stijgt (de pijl gaat omlaag) of daalt (de pijl gaat omhoog). Als je thuis een echte hygrometer hebt, kun je zelfs de echte luchtvochtigheid erbij schrijven.

Experiment: Maak je eigen windmeter

Materialen:

- een pak water
- een passer
- een stuk stevig karton
- een rietje
- een satéprikker

Stappen:

- 1) Teken met de passer een kwart cirkel op het stuk karton, door de punt van de passer in een hoek te zetten en een lijn van de ene naar de andere kant te tekenen. Je kunt hiervoor ook een lineaal gebruiken. Het ene uiteinde zet je dan in de hoek van het karton, het andere uiteinde laat je in een boog over het papier gaan. Maak een schaalverdeling op deze boog en knip hem uit.
- 2) Knip een strook van het overgebleven karton. Plak deze aan het uiteinde van de satéprikker vast.
- 3) Plak een rietje horizontaal aan de bovenkant van het pak water vast. Steek de satéprikker met het stuk karton erin, zodat het karton naar beneden hangt.
- 4) Plak de boog met schaalverdeling op het pak water. Zet de nulstreep op de plek waar de strook karton nu recht naar beneden hangt. Des te harder het waait, des te hoger komt de strook karton op de schaalverdeling.

De weervrouw Marjon de Hond heeft een mooie website, met foto's en proefjes over het weer: [01-082]

4 Wie zijn de onderzoekers?

Meteorologen

In het boekje 'het weer en de meteorologen' staan heel veel wetenschappers die belangrijke ontdekkingen en uitvindingen hebben gedaan over het weer.

Wie heeft wat ontdekt? Zoek dit uit met behulp van de leesboekjes of gebruik een encyclopedie of Wikipedia. Trek een pijl van de onderzoeker naar zijn ontdekking.

Galileo Galilei (1564-1642), Italiaan		Ontdekte de Golfstroom en dat bliksem een vorm van elektriciteit is. Uitvinder van de bliksemafleider.
Evangelista Toricelli (1608-1647), Italiaan		Ontwierp één van de eerste temperatuurschalen, maakte een kwikthermometer.
Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736), Duitser		Maakte een schaal waarmee de windkracht gemeten wordt.
Anders Celsius (1701-1744), Zweed		Ontdekte dat geluids- en radargolven in toonhoogte toe- of afnemen bij nadering of verwijdering van de bron.
Benjamin Franklin (1706-1790), Amerikaan		Ontwikkelde een schaal waarmee de kracht van tornado's gemeten wordt.
Francis Beaufort (1774-1857), Engelsman		Ontwierp één van de eerste thermometers.
Gaspart-Gustave de Coriolis (1792-1843), Fransman		Eerste directeur van het KNMI en grondlegger van de meteorologie in Nederland. Ontdekte een verband tussen de windrichting en hoge- en lagedrukgebieden.
Christian Doppler (1803-1853), Oostenrijker		Ontdekte dat luchtstromingen vanwege de draaiing van de aarde afbuigen.
Christophorus Buys Ballot (1817-1890), Nederlander		Ontwierp de eerste barometer.
Robert Alexander Watson-Watt (1892-1973), Schot		Toonde als eerste aan dat de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer toeneemt.
Tetsuya Theodore Fujita (1920-1998), Japanner		Ontwikkelde de eerste vorm van radar.
Charles Keeling (1928-2005), Amerikaan		Maakte een verbeterde temperatuurschaal, met een schaal in centigraden.

Galileo Galilei is vooral beroemd geworden vanwege zijn ontdekking dat de aarde niet het middelpunt van het heelal is, maar net als andere planeten om de zon draait. Dat ging in die dagen dwars tegen de leer van de Kerk in. Hij werd daarom als ketter beschouwd, mocht zijn boeken niet publiceren en kreeg levenslang huisarrest.

Wist je dat Fahrenheit in Den Haag heeft gewoond? Hij ligt daar begraven in de Kloosterkerk.

Wil jij ook meteoroloog worden?

In de boekjes 'Onderzoek naar stormen' en 'Het weer en de meteorologen' kom je een aantal meteorologen tegen. Dat zijn wetenschappers die het weer onderzoeken en zo goed mogelijk proberen te voorspellen. Misschien is dat ook wel iets voor jou!

Kijk bijvoorbeeld eens op [01-0810] en [01-0811]
om te zien waar meteorologen zich zoal mee bezig houden.

- Wat voor eigenschappen zou je nodig hebben om meteoroloog te worden? _____

- Waar kan je in Nederland en België meteorologie studeren? _____

- Hoe lang duurt dat? _____
- Wat doen meteorologen zoal? Waar werken ze? _____

- En als je dit allemaal weet, zou je dan zelf meteoroloog willen worden?
Waarom wel of waarom niet?

WEL	NIET
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Hier vind je van alles over spannende beroepen die te maken hebben met wetenschap. Je kunt hier ook meer informatie vinden over stormen en weersvoorspellingen. Kijk dan bij 'Weer en Klimaat': [01-091]

5 Afsluitende presentatie

Maak een presentatie over één van onderstaande onderwerpen. Je mag natuurlijk ook zelf iets bedenken, zolang het maar met het weer te maken heeft.

- Is er een storm in het nieuws? Of een andere natuurramp die iets met het weer te maken heeft? Probeer hierover zo veel mogelijk gegevens te verzamelen. Hoe ontstaat zo'n storm? Wat is er precies gebeurd? Hoeveel schade is er aangericht en hoeveel slachtoffers zijn er gevallen? Wat zijn de gevolgen?
- Kies één van de weerverschijnselen die in de boekjes beschreven wordt. Leg uit hoe het verschijnsel ontstaat. Zoek er foto's en informatie bij.
- Houd een paar weken zo nauwkeurig mogelijk bij wat voor weer het is. Knip hiervoor de weerkaartjes uit de krant of haal de gegevens van internet. Schrijf voor elke dag op wat de temperatuur, luchtdruk, windsnelheid en windrichting is en hoeveel neerslag er viel. Kun je hier conclusies uit trekken, bijvoorbeeld over hoge luchtdruk en lage luchtdruk? Was het extreem warm of koud voor de tijd van het jaar? Klopte de weersvoorspelling?
- Houd op een buige dag de buienradar in de gaten. Wanneer zal het bij jou gaan regenen volgens deze buienradar? Klopt dat? En klopt de zwaarte van de regenbui? Zoek op hoe buienradar werkt en leg dit uit.
- Beschrijf één van de experimenten uit dit werkboekje die je gedaan hebt. Welk meetinstrument heb je gemaakt? Hoe werkt het precies? Wat heb je ermee gemeten en wanneer? Presenteer je resultaten en laat eventueel foto's van je experiment zien. Vergelijk je meetwaarden met die van het dichtsbijzijnde weerstation (kun je vinden in de krant of op internet). Kwamen je meetwaarden overeen?
- Probeer zo veel mogelijk verschillende soorten wolken op de foto te zetten. Zoek de wetenschappelijke namen van deze wolken op (zie blz. 84: 'Wolken kijken'). Wat voor weer is het is als deze wolken aan de hemel staan?
- Kies één van de wetenschappers van blz. 96 ('Meteorologen'). Beschrijf het leven van deze wetenschapper. Wat heeft hij of zij ontdekt en hoe?