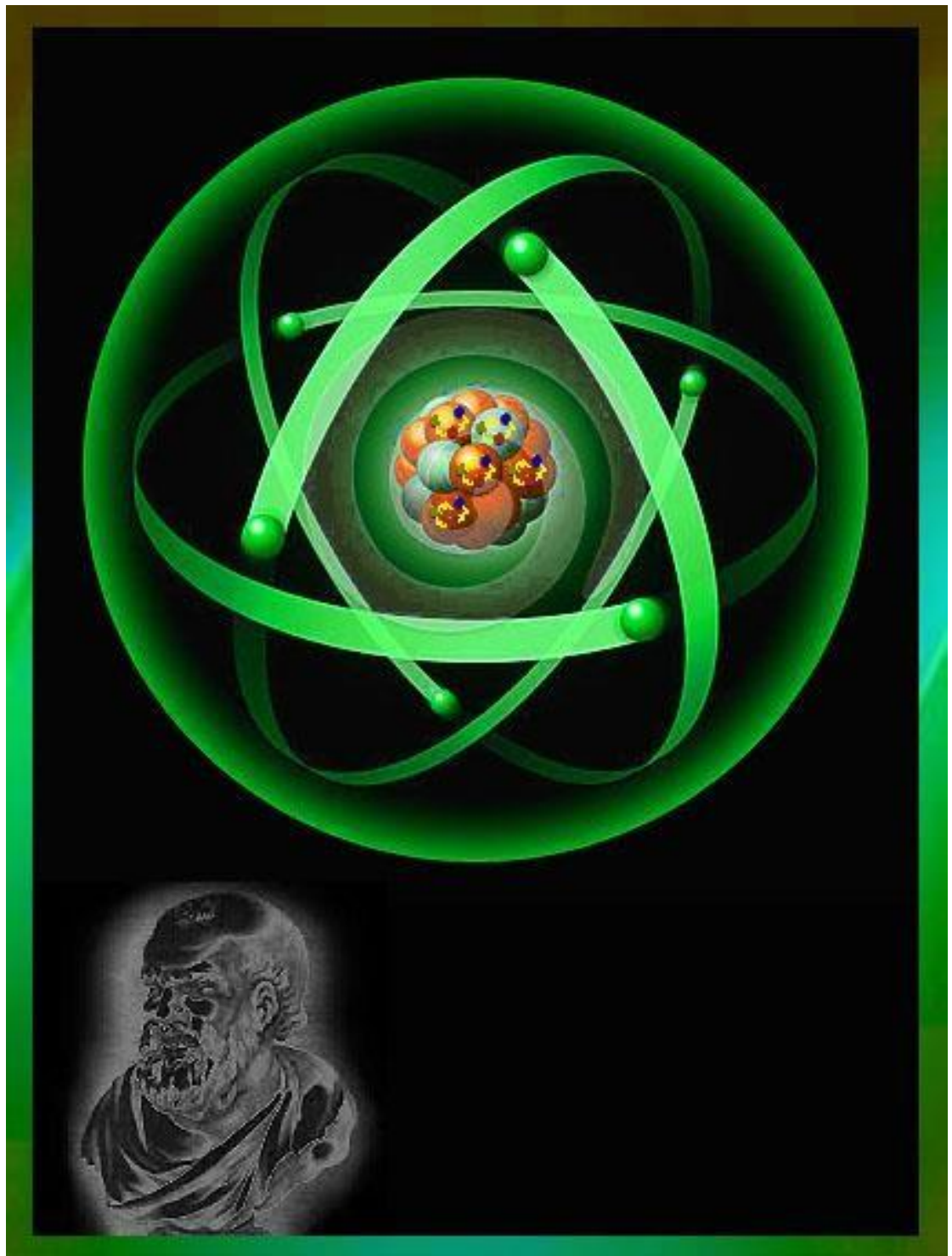
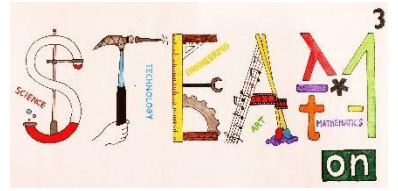




VAN HET ATOOM VAN DEMOCRITUS TOT QUARKS



PART 1

PART 1	
Thema's	"Aangenaam u te leren kennen, meneer Democritus", een praatje met een wetenschapper uit de Oudheid
Vakken	sociale wetenschappen, geschiedenis, wetenschappen
Niveau	★ ★ ★
Doelstellingen	begrijpen dat de atoomtheorie een hele evolutie doormaakte en onze samenleving heeft beïnvloed
Vaardigheden	nadenken over en conclusies trekken
Duur	10 minuten introductie – 90 minuten na alle lessen
Benodigdheden	webpagina's - lesgeren

INLEIDING

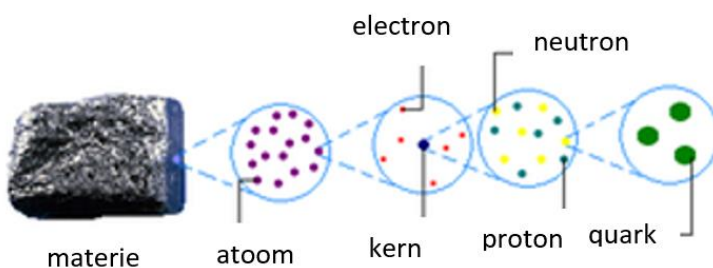
Wie was Democritus?



Democritus (460 v. Chr. - 370 v. Chr) was een Griekse filosoof, geboren in Abdera, die als eerste een universum van atomen suggereerde. He stond bekend als de “lachende filosoof” omwille van het belang dat hij hechtte aan 'opgewektheid'. Democritus was de eerste filosoof die opperde dat wat wij de Melkweg noemen, het licht van sterren is dat wij waarnemen en dat het universum eigenlijk een multiversum kan zijn met andere planeten waarop leven voorkomt.

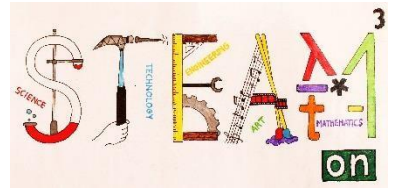
Hij argumenteerde dat de wereld, inclusief de mens, samengesteld is uit zeer kleine deeltjes die hij “atomos” noemde (“onverdeelbaren” in het Grieks) en dat alles wat we zien en zijn uit zulke atomen bestaat. Atomen verschillen in grootte, vorm, gewicht en temperatuur, zijn altijd in beweging, en zijn onzichtbaar. Hij geloofde dat er een oneindig aantal atomen bestond.

Nu weten we dat zijn theorie voorbijgestreefd is en dat atomen bestaan uit elektronen, protonen en neutronen. In 1964 voorspelde de fysicus Maaray Gell-Mann zelfs het bestaan van quarks. Protonen en neutronen bestaan uit 3 quarks.



Naast zijn atoomtheorie beoefende Democritus ook wiskunde, vooral meetkunde. Volgens Archimedes was hij de eerste die bedacht dat de inhoud van een kegel een derde was van de inhoud van een cilinder. Meer daarover later.

Een laatste eigenaardigheidje dat we je niet willen onthouden, is dat Democritus ook schreef over muziek. Niet zo vreemd, aangezien verschillende atomen ook leiden tot verschillen in geluid en toonhoogte.



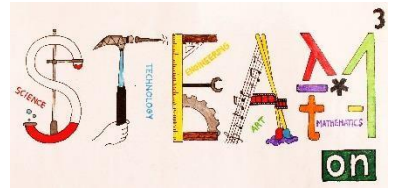
Activity 1

In de volgende lessen zul je een en ander leren over Democritus. Aan het einde van de activiteit zullen we je vragen om een rollenspel te spelen. Verdeel de klas in groepjes van 4 leerlingen.

Een van de leerlingen is Democritus. Hij vraagt zich af hoe de wereld veranderd is sinds zijn tijd. Gebaseerd op de lessen die jullie binnen dit thema krijgen, zal een van jullie hem vertellen hoe zijn theorie doorheen de tijd geëvolueerd is. Je kunt dit verhaal verduidelijken met een powerpointpresentatie over de lesinhoud.

Democritus is natuurlijk ook benieuwd naar de voor- en nadelen waartoe zijn ideeën hebben geleid. De twee overblijvende leerlingen zullen proberen om deze te illustreren met enkele historische voorbeelden. En misschien kan Democritus het gesprek afsluiten met een boodschap voor de wereld van vandaag en zijn bewoners.

Aan jullie om daarover te beslissen.

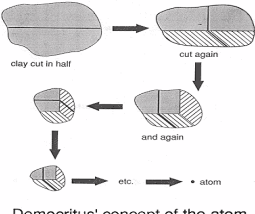


PART 2

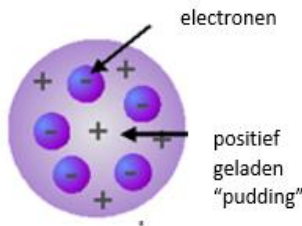
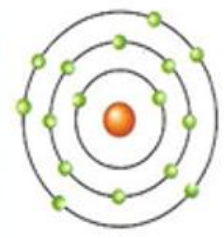
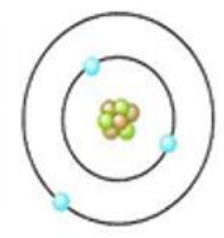
PART 2	
Thema's	CERN
Vakken	computing, engineering, chemie
Niveau	★
Doelstellingen	De leerlingen begrijpen de ontwikkeling van de atoomtheorie. De leerlingen worden overtuigd van het belang van CERN, zijn betekenis en zijn organisatie. De leerlingen begrijpen hoe de deeltjesversnellers werken.
Vaardigheden	Leerlingen zijn in staat om vragen over het onderwerp te beantwoorden. De leerlingen vervullen de activiteiten over dit thema.
Duur	100 minuten in de klas
Benodigdheden	• een computer • internet

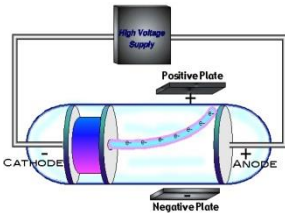
INLEIDING

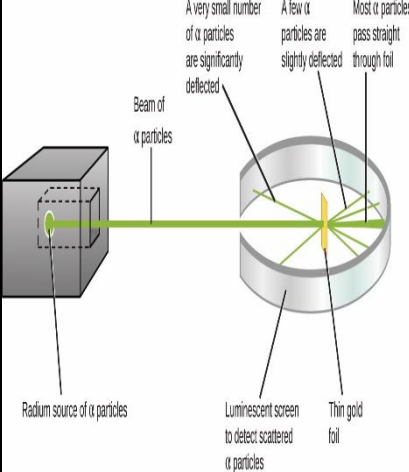
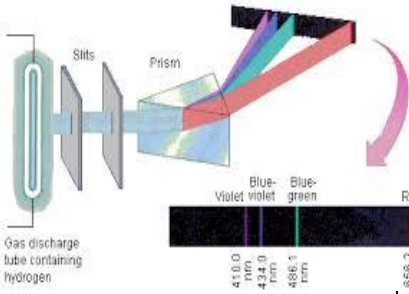
Democritus

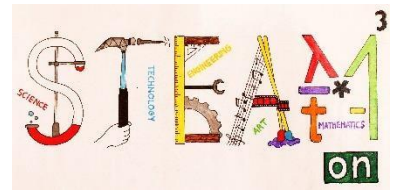
Wanneer	Wie	Technologie	Theorie
400 v.Chr.	Democritus 	Hij nam een schelp en brak die in tweeën. Vervolgens nam hij een helft en brak die opnieuw in tweeën. En zo ging hij verder tot hij uiteindelijk een fijn wit poeder over had. Vervolgens nam hij het kleinste stukje en probeerde het te versnijden, maar dat lukte niet.  Democritus' concept of the atom	• Atomen zijn kleine harde deeltjes. Ze verschillen in grootte, vorm en massa. • Ze zijn voortdurend in beweging. • Ze vormen verschillende materialen door zich te verbinden.

De evolutie van de atoomtheorie na Democritus

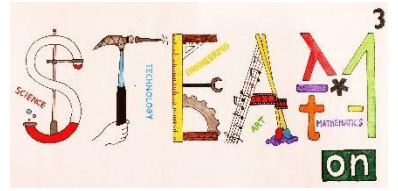
	 electronen positief geladen "pudding"			
 Dalton	 J. J. Thomson	 E. Rutherford	 N. Bohr	 J. Chadwick
1790	1897	1911	1913	1932

Wanneer	Wie	Technologie	Theorie
1790	John Dalton 	experimenten met gassen	• Elementen zijn samengesteld uit uiterst kleine deeltjes, atomen genoemd. • Atomen van één bepaald element zijn identiek in grootte, massa en andere eigenschappen. • Atomen kunnen niet onderverdeeld, gecreëerd of vernietigd worden. • In chemische reacties worden atomen gecombineerd, gedeeld of herschikt.
1897	John Thomson 	• een kathodestraalbuis met een positieve en een negatieve zijde • twee platen aan de buitenkant: positief en negatief • De kathodestraal werd afgebogen naar de positieve plaat. • Dit suggereert dat de straal negatief is. 	• Een atoom is een gelijkmatig gevulde bol met positieve lading, met negatief geladen elektronen er middenin. • De positieve en negatieve ladingen in een atoom zijn gelijk in sterkte, als gevolg waarvan een atoom elektrisch neutraal is.

Wanneer	Wie	Technologie	Theorie
1911	Ernest Rutherford 	Hij schoot α-deeltjes af op een goudfolie. 	- De volledige positieve lading zit vervat in een kleine kern, ook wel nucleus genoemd. - Het grootste deel van het volume van een atoom is lege ruimte. - De negatief geladen elektronen cirkelen rond de nucleus. - Een atoom is elektrisch neutraal.
	Niels Bohr 	Het atomair emissiespectrum van het waterstofatoom Wanneer wit licht met een prisma gebroken wordt, kunnen alle kleuren van het zichtbare spectrum waargenomen worden. Maar wanneer licht afgegeven door een waterstofatoom door een prisma passeert, kunnen maar bepaalde kleuren waargenomen worden. 	- Het elektron beweegt zich in cirkelvormige banen rond de kern. - Elke baan kan een bepaald aantal elektronen bevatten. - Elke baan heeft zijn eigen energieniveau. - Het atoom geeft energie af wanneer een elektron naar een baan springt die dichter bij de nucleus is.



Wanneer	Wie	Technologie	Theorie
1932	James Chadwick 	Hij bombardeerde beryllium-atomen met α -deeltjes.	De nucleus bestaat uit protonen en neutronen.
1968- ...	Diverse wetenschappers	Nieuwe elementen werden gecreëerd door de bestaande nucleï te bombarderen met diverse subatomische deeltjes.	- Protonen en neutronen bestaan uit kleinere deeltjes, quarks genoemd. - Quarks worden samengehouden door deeltjes die wetenschappers gluonen noemen. (naar het woordje "glue")

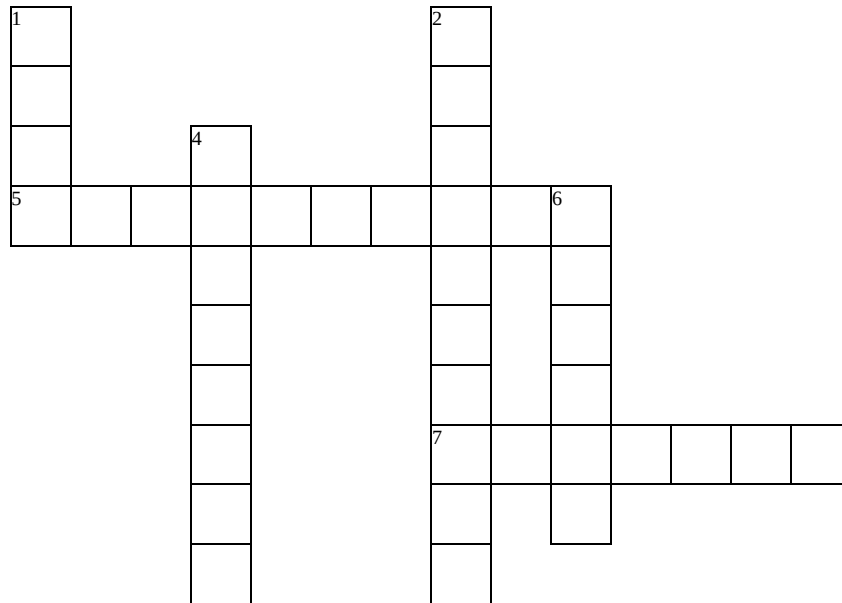


Activiteit 1

Zoek een partner en probeer om het onderstaande kruiswoordraadsel op te lossen zonder terug te kijken naar bovenstaande informatie.

Hoeveel kun je er invullen?

Nog niet allemaal? Om de oefening af te werken mag je nu even terugkijken naar de info hierboven.



Horizontaal

5. Hij schoot α -deeltjes op een goudfolie.
7. Met een kathodestraalbuis ontdekte hij het elektron.

Verticaal

1. waarnemingen van het atomaire emissiespectrum
2. Materie bestaat uit onzichtbare deeltjes, atomen genoemd.
4. Hij realiseerde zich dat de nucleus bestaat uit protonen en neutronen.
6. Hij experimenteerde met gassen.

Activiteit 2

Gebruik het internet.

1) Waar bevindt CERN zich?

2) Waarvoor staat CERN?

3) Wat is CERNs doel?



WAT IS CERN?



De naam CERN is een acroniem voor het Franse "Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire", of de Europese Raad voor Kernonderzoek.

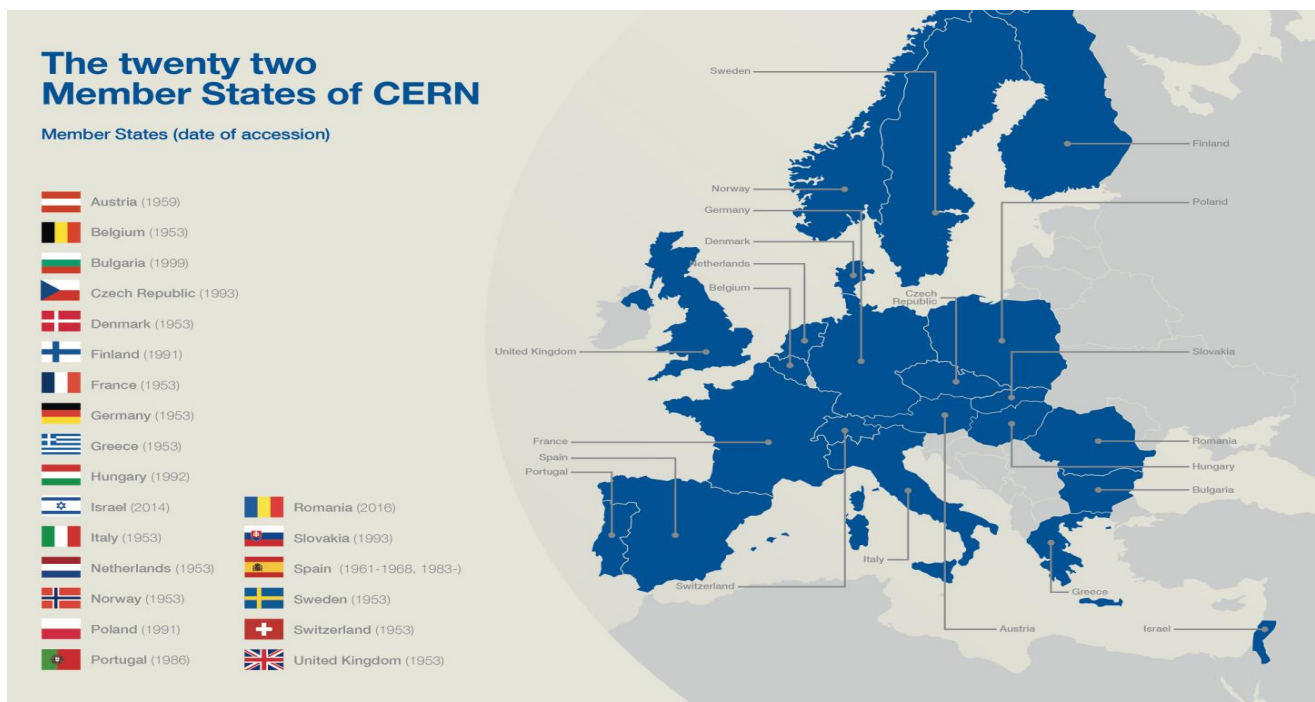
De organisatie bevindt zich in een noordwestelijke buitenwijk van Geneve, dichtbij de Frans-Zwitserse grens. ([46°14'3"N 6°3'19"E](#))

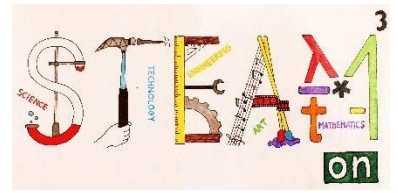
Cern werd opgericht in 1954. De 12 stichtende staten waren België, Denemarken, Frankrijk, de Bondsrepubliek Duitsland, Griekenland, Italië, Nederland, Noorwegen, Zweden, Zwitserland, het Verenigd Koninkrijk en Joegoslavië. Vandaag heeft CERN 22

lidstaten die bijdragen tot het kapitaal en de operationele kosten. Vele andere staten participeren als niet-leden of als waarnemers.

In CERN testen fysici en ingenieurs de fundamentele structuur van het universum. Ze gebruiken de grootste en meest complexe wetenschappelijke instrumenten ter wereld om de basisbestanddelen van materie te bestuderen, de zogenaamde elementaire deeltjes. Ze laten de deeltjes botsen aan snelheden die die van het licht benaderen. Het proces geeft fysici aanwijzingen over hoe deeltjes reageren en verschaft inzicht in de fundamentele wetten van de natuur.

Meer dan 600 instituten en universiteiten van over de hele wereld gebruiken de faciliteiten van CERN.





Soorten versnellers

Een versneller is een toestel dat geladen deeltjes versnelt tot zeer hoge snelheden door gebruik te maken van elektrische en/of magnetische velden.

Moderne versnellers zijn in twee categorieën onder te verdelen.

➤ Lineaire versnellers

In lineaire versnellers worden deeltjes in een rechte lijn versneld, vaak met als doel om een botsing te veroorzaken.



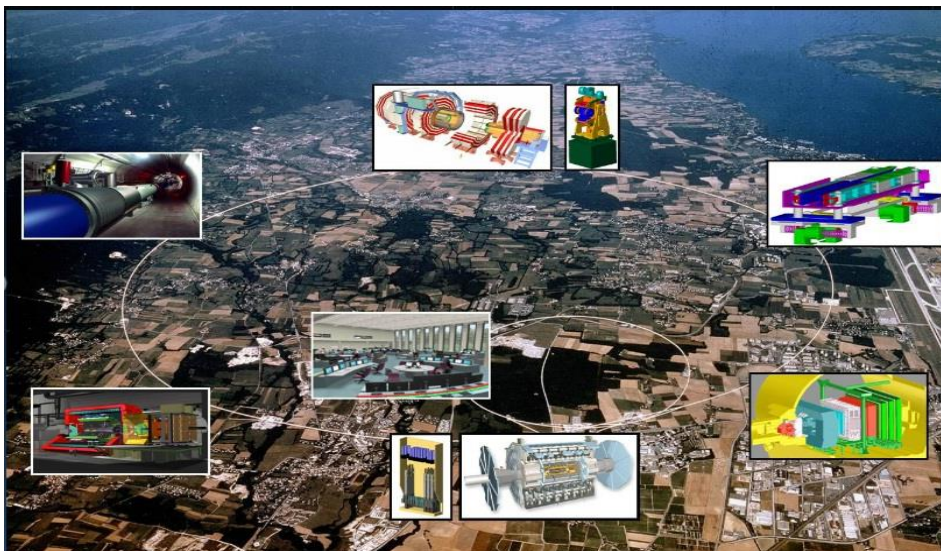
➤ Cirkelvormige versnellers

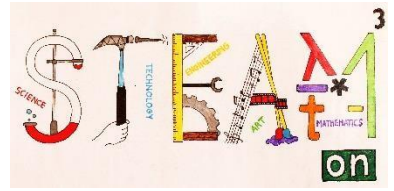
Cirkelvormige versnellers stuwden deeltjes met elektromagneten voort in een cirkelvormige baan tot ze de gewenste snelheden/energie bereiken.

Deeltjes worden in één richting rond de versneller gestuurd, terwijl antideeltjes in de tegenovergestelde richting worden versneld.



CERNs huidige en toekomstige versnellers





Versneller	Functie
Linear accelerator 2	is het startpunt voor de protonen.
Linear accelerator 3	is het startpunt voor de ionen die in CERN in fysica-experimenten worden gebruikt.
Linear accelerator 4	brenkt negatieve waterstofionen tot hoge energieniveaus. Dit wordt de grondstof voor de protonstralen in de Large Hadron Collider in 2020.
De Antiproton Decelerator (antiproton vertrager)	Niet alle “versnellers” verhogen de snelheid van een deeltje. De AD vertraagt antiprotonen zodat ze kunnen gebruikt worden bij het bestuderen van antimaterie.
De Large Hadron Collider	De 27 kilometer lange LHC is ‘s werelds grootste deeltjesversneller. Hij laat protonen of loodionen botsen aan energieniveaus die de snelheid van het licht benaderen.
De Low Energy Ion Ring	LEIR neemt lange pulsen van loodionen uit Linac 3 en transformeert die in korte, dichte bundels geschikt voor injectie in de Large Hadron Collider.
De Proton Synchrotron	Als een werkpaard van het CERN-complex heeft de Proton Synchrotron vele soorten deeltjes verwerkt sinds hij voor het eerst werd aangezet in 1959.
De Proton Synchrotron Booster	Vier boven elkaar geplaatste synchrotronringen ontvangen protonen uit de lineaire versneller, drijven die op tot 800 MeV en injecteren die in de Proton Synchrotron.
De Super Proton Synchrotron	Deze op één na grootste machine van het CERN-complex biedt een opstapje tussen de Proton Synchrotron en de LHC.

De Large Hadron Collider (LHC)



De Large Hadron Collider (LHC) is ‘s werelds grootste en krachtigste deeltjesversneller.

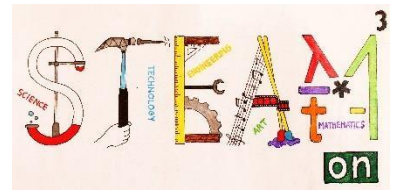
Hij werd opgestart op 10 september 2008. Hij bestaat uit een 27 kilometer lange ring van supergeleidende magneten met een aantal versnelstructuren om de energie van de deeltjes gaandeweg op te drijven.

Binnenin de versneller bewegen twee stralen van hoge-energiedeeltjes zich voort aan snelheden die

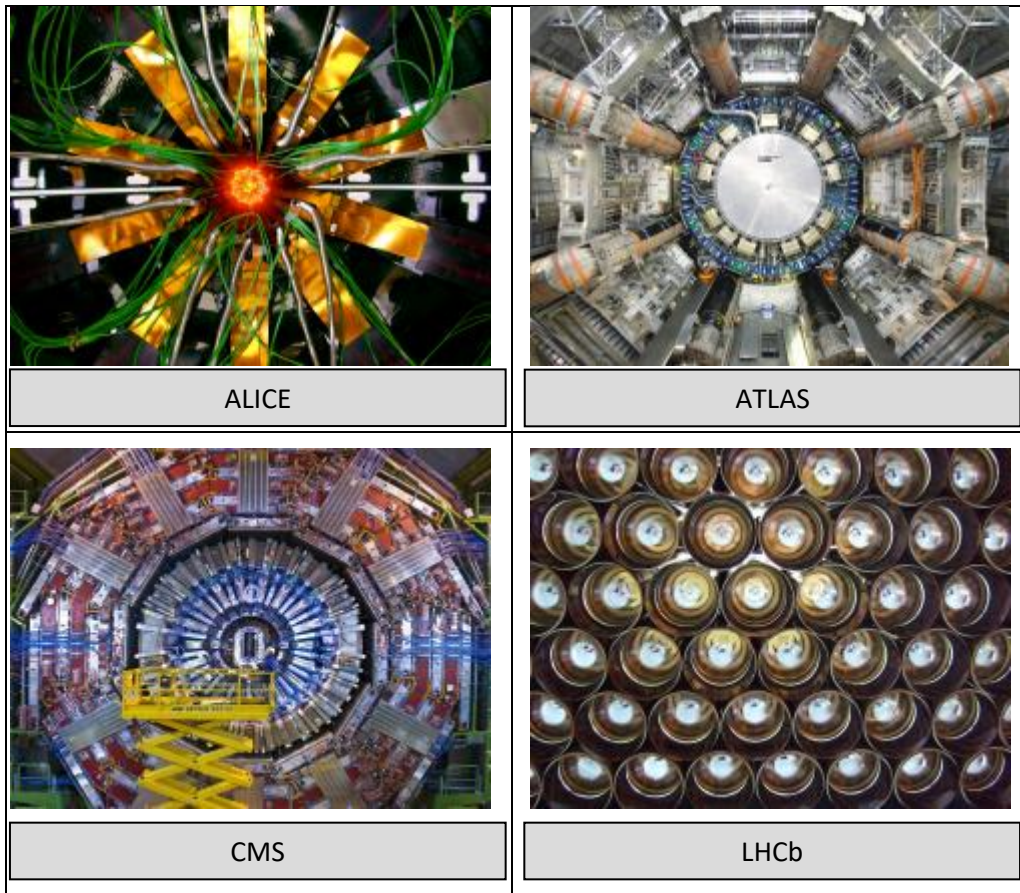
die van het licht benaderen tot wanneer ze die laten botsen. De stralen bewegen zich voort in tegenovergestelde richting en in aparte straalbuizen, twee buizen die in Ultra Hoog Vacuüm worden gehouden. Ze worden rond de versnellerring geleid door sterke magnetische velden opgewekt door supergeleidende elektromagneten.

De LHC helpt fysici om:

- nieuwe deeltjes te creëren en hun onderdelen te identificeren
- de aard van de interactie tussen deeltjes bloot te leggen
- een omgeving te creëren die lijkt op die bij het ontstaan van ons universum: de Big Bang



De LHC omvat 4 experimenten, met detectoren “zo groot als kathedralen”: ALICE, ATLAS, CMS en LHCb .



Binnen deze detectoren botsen deeltjes aan hoge energie en creëren zo nieuwe deeltjes die in complexe manieren vervallen terwijl ze door lagen van subdetectoren passeren.

De subdetectoren registreren de doortocht van elk deeltje en microprocessoren zetten de baan en de energie van deze deeltjes om in elektrische signalen. Zo combineren ze de informatie om een digitale samenvatting te maken van een botsing.

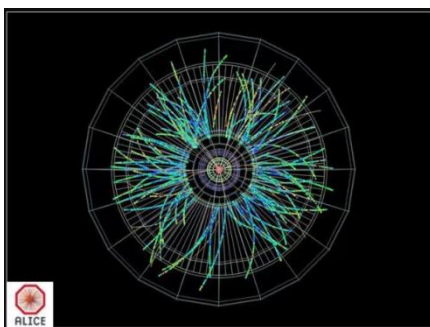
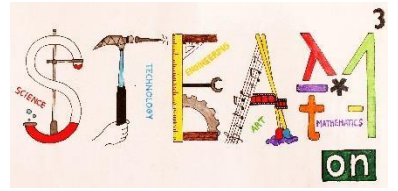


Fig : Cascade van deeltjes na de botsing van een loodion en een proton

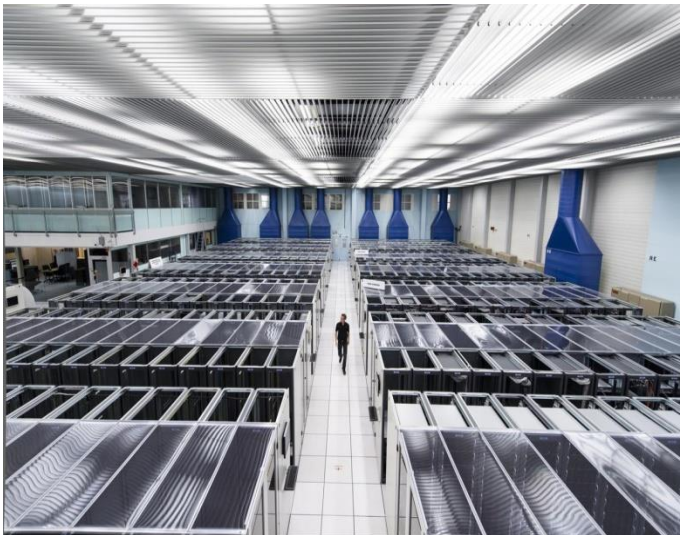


Enkele ongelooflijke feiten over de LHC

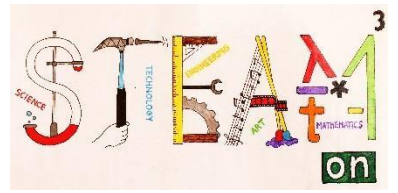
- het grootste, uiterst complexe elektronische instrument op onze planeet
- één van de koudste plaatsen in ons sterrenstelsel: -271°C (Zuidpool: -80°C , de ruimte: -270°C)
- één van de warmste plaatsen in het universum: 10 miljard $^{\circ}\text{C}$ (Zon: 20 miljoen $^{\circ}\text{C}$)
- leger dan de ruimte
- Ligt 100 m diep in een 27 kilometer lange cirkelvormige tunnel.
- $9\,000$ magneten leiden twee protonstralen in een cirkelvormige baan.
- De versnelde protonen bereiken 99.9% van de snelheid van het licht. ($300\,000$ km/s).
- Elke seconde botsen 2 miljard protonen met elkaar binnenin de LHC.
- Ze hebben 120 MW nodig om de LHC te laten werken. (= de energie verbruikt door $120\,000$ huizen per maand)

Computing

De experimenten in CERN genereren kolossale hoeveelheden data. Het Data Centre slaat deze op, en stuurt ze de wereld rond voor analyse.



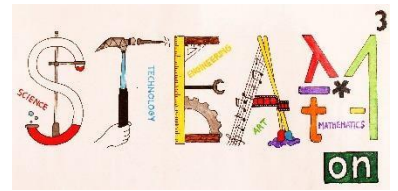
De LHC produceert 600 miljoen “gebeurtenissen” per seconde. Deze gebeurtenissen worden gefilterd en herleid tot $100\,000$ per seconde en opgestuurd voor digitale reconstructie. Gespecialiseerde algoritmes verwerken de data nog verder tot er slechts 100 of 200 interessante gebeurtenissen per seconde overblijven. Deze ruwe data worden opgeslagen op de servers van het CERN Data Center met een snelheid van ongeveer $1,5$ CD per seconde (1 GB per seconde).



Interessante feiten over het Data Centre



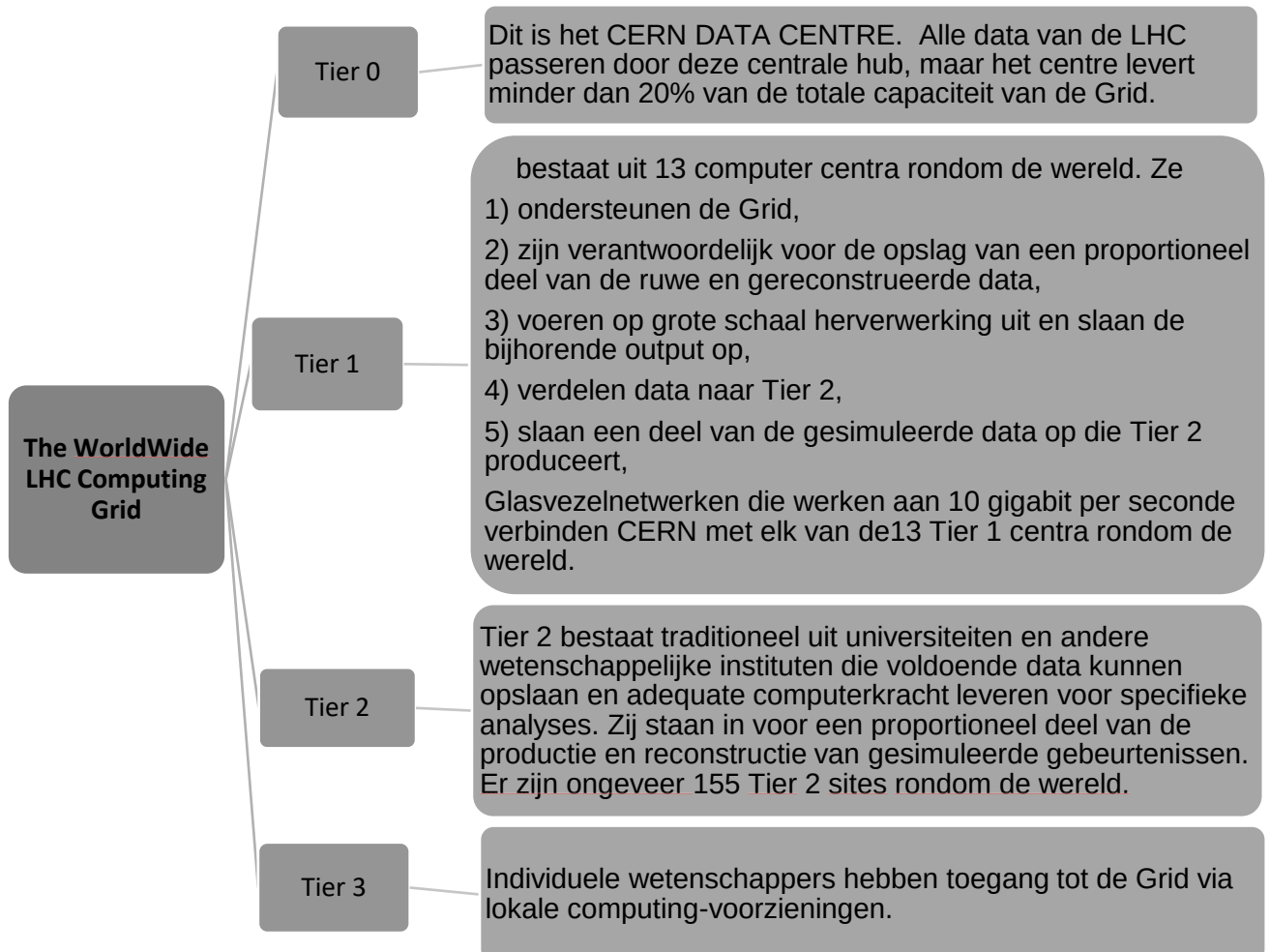
- Het Data Centre verwerkt ongeveer één petabyte data per dag - het equivalent van ongeveer 210 000 DVDs.
- Elke seconde worden 6 000 wijzigingen in de database verwerkt.
- Het Centre huisvest 11 000 servers met 100 000 processorkernen.
- Schijven worden gebruikt voor het opslaan op korte termijn. Magnetische banden, beheerd door robots, worden gebruikt voor langetermijnopslag.
- Gekoelde lucht wordt verspreid om de servers af te koelen.
- De energiecapaciteit bedraagt 3.5 MW.
- Batterijen beschermen de apparatuur tegen korte stroompannes en dieselgeneratoren zijn er als bescherming tegen stroompannes van langere duur.
- 18 kV hoogspanning wordt omgezet in 220 V.
- 35 000 km glasvezel transporteren de data van en naar het Data Centre.

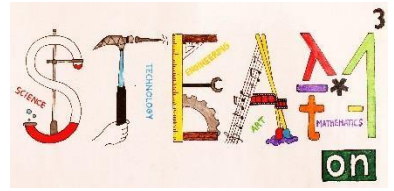


WLHC Computing Grid



De WLHC Computing Grid werd opgestart in 2002 als een toevlucht voor het opslaan, verdelen en analyseren van de 15 petabyte (15 miljoen gigabyte) data die elk jaar gegenereerd worden. Het is een wereldwijde samenwerking van computer centra. Het is samengesteld uit 4 niveaus of “Tiers”, genoemd 0, 1, 2 en 3. Elke “Tier” bestaat uit diverse computer centra en stelt een specifieke set van diensten ter beschikking.





Het verschil tussen het World Wide Web en de Computing Grid

De Grid bouwt verder op de technologie van het World Wide Web dat uitgevonden werd in CERN in 1989 door Tim Berners Lee.

Het World Wide Web was in origine ontworpen en ontwikkeld om tegemoet te komen aan de vraag naar automatische informatiedeling tussen wetenschappers in universiteiten en instellingen rondom de wereld. Op 30 april 1993 bracht CERN de World Wide Web software in het publieke domein. CERN stelde de volgende versie beschikbaar met een open licentie, wat meer zekerheid bood op het maximaliseren van de verspreiding. Door deze acties – een software maken die nodig was om een vrij toegankelijke web server te laten werken, een basis browser en een codebibliotheek voorzien – kon het web bloeien.

Het Web biedt een naadloze **toegang tot informatie** die op miljoenen geografische locaties opgeslagen is.

Grid computing biedt naadloze **toegang tot computerkracht en dataopslagcapaciteit** verdeeld over de aardbol.

Activiteit 3

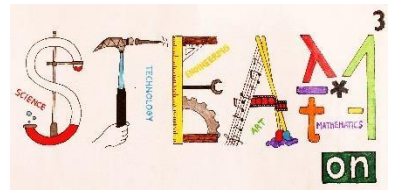
Zoek een partner en probeer om het onderstaande kruiswoordraadsels op te lossen zonder terug te kijken naar bovenstaande informatie.

De LHC omvat 4 experimenten met detectoren. Vind de vier detectoren.

X	D	L	I	K	T	Y
W	A	T	L	A	S	N
E	L	Z	T	M	K	B
A	I	W	Q	R	T	E
O	C	P	J	C	M	S
D	E	F	X	L	I	A
P	Y	R	T	D	N	O
K	O	L	H	C	B	E

Heb je ze allemaal gevonden?

Nog niet allemaal? Om de oefening af te werken mag je nu even terugkijken naar de info hierboven.



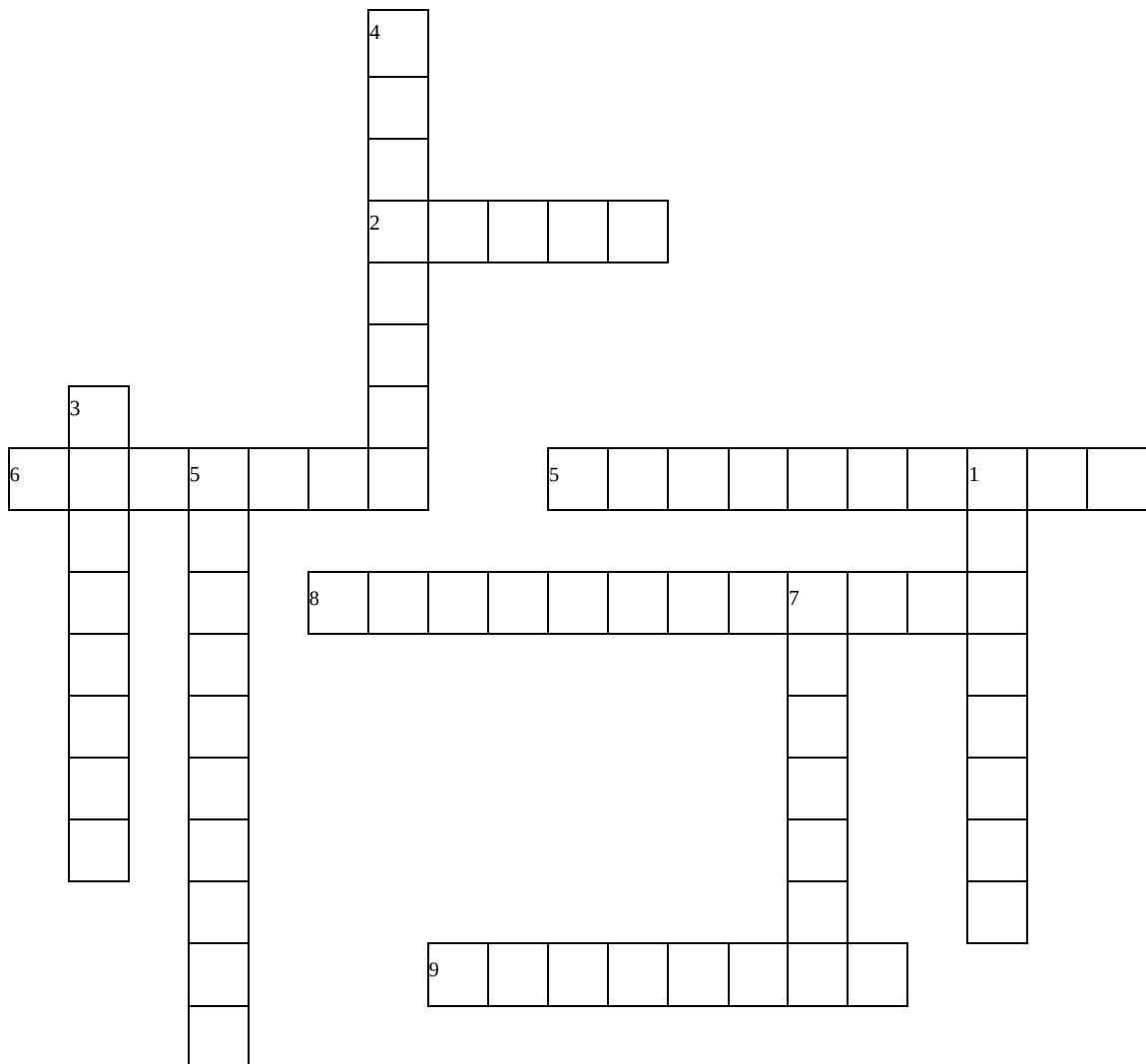
Cern

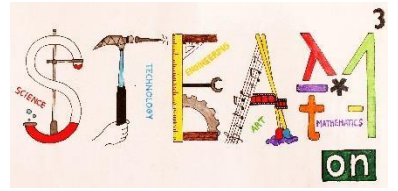
Zoek een partner en probeer om het onderstaande kruiswoordraadsel op te lossen zonder terug te kijken naar bovenstaande informatie.

Hoeveel heb je er gevonden?

Nog niet allemaal? Om de oefening af te werken mag je nu even terugkijken naar de info hierboven.

Kruiswoordraadsel





Horizontaal

2. De LHC is _____ dan de ruimte.
5. Gespecialiseerde _____ verwerken de data, slechts 100 of 200 interessante gebeurtenissen per seconde overlatend.
6. CERNs Data center huisvest 11 000 _____.
8. Het Worldwide LHC computer grid is een wereldwijd(e) _____ van computer centra.
9. De versnelde _____ bereiken 99.9% van de lichtsnelheid.

Verticaal

1. 9 000 ____ leiden twee protonstralen in een cirkelvormige baan om een botsing te veroorzaken.
3. Het Data Centre verwerkt ongeveer een _____ data per dag.
4. CERNs doel is puur basisonderzoek in _____ fysica.
5. om het even welk toestel dat geladen deeltjes versnelt tot zeer hoge snelheden met behulp van elektrische en/of magnetische velden
7. De LHC is een van de _____ plaatsen in ons sterrenstelsel. (-271°C)

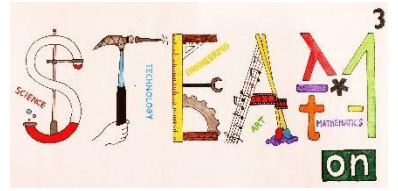
Activiteit 4

En nu moet je alleen aan de slag. Klik op deze link en beantwoord de (Engelse) vragen.

<https://learningapps.org/3762837>

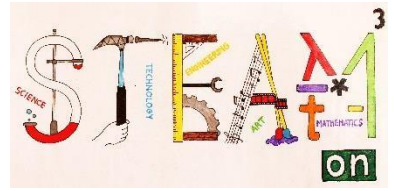
Hoe lang deed je erover om het hoogste "level" te bereiken?

Tijd :



PART 3

Thema's	Experimenteren met de verhouding tussen het volume van een cilinder, een kegel en een bol en daaruit de formules afleiden
Vakken	wiskunde – geschiedenis
Niveau	★ ★ ★
Doelstellingen	- de leerlingen kennis laten maken met de vroege dagen van de wiskunde, toen het begrip “pi” en ons metrisch stelsel nog onbekend waren - leerlingen bekwamen in het gebruik van breuken en de grootste gemene deler
Vaardigheden	- de verhouding van het volume van geometrische vormen kunnen berekenen - de formules voor de inhoud van een kegel en bol bepalen uit de formule van de cilinder
Duur	50 min
Benodigdheden	rekenmachine, meetlat. computer of laptop



INLEIDING

Democritus ontwikkelde een atoomtheorie die erop gebaseerd was om materie in steeds kleinere deeltjes op te splitsen.

We zeiden al dat hij ook schreef over wiskunde, vooral meetkunde. En dat hij volgens Archimedes de eerste was die het idee had dat het volume van een kegel een derde was van het volume van een cilinder. Maar hij kon dit inzicht niet wiskundig bewijzen.

In Democritus' tijd was het getal "pi" nog niet bekend. Het komt voor de eerste keer voor in 17^e eeuwse geschriften. Ook het getal "0" werd in Democritus' tijd nog niet gebruikt. Pas in de 5^e eeuw n. Chr. dook het getal "0" op in Indië, en het duurde tot de 12^e eeuw voor het Europa bereikte.

Aangezien Democritus materie onderverdeelde in steeds kleinere deeltjes, veronderstellen we dat hij begrip had van werken met breuken. Dit leidde hem tot de conclusie dat de inhoud van een kegel een derde is van de inhoud van een cilinder met dezelfde hoogte en straal.

Activiteit 1

Wat denk je? Had Democritus het bij het rechte eind?

Neem een cilinder en een kegel met zelfde diameter en hoogte en ga dit na.

<https://www.youtube.com/watch?v=0ZACAU4SGyM>

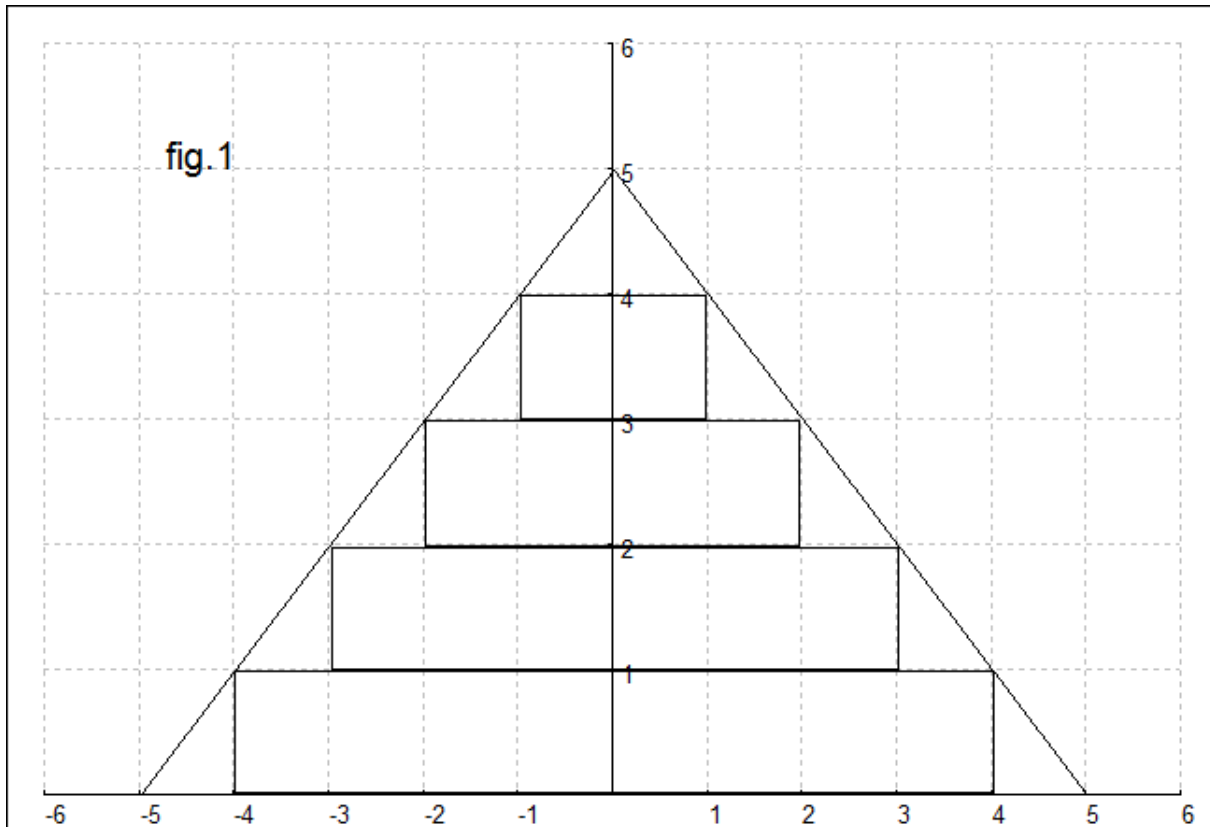
Aangezien ze ons metrisch stelsel in Democritus' tijd niet kenden zullen we "l.u." (length unit) kiezen als lengte-eenheid en "v.u." (volume unit) als volume-eenheid.

We beschouwen een cilinder met diameter 10 l.u. en een hoogte van 5 l.u.

Aangezien de oude Grieken "pi" niet kenden; gebruiken we het getal "k" voor de verhouding tussen de omtrek van een cirkel en zijn diameter.

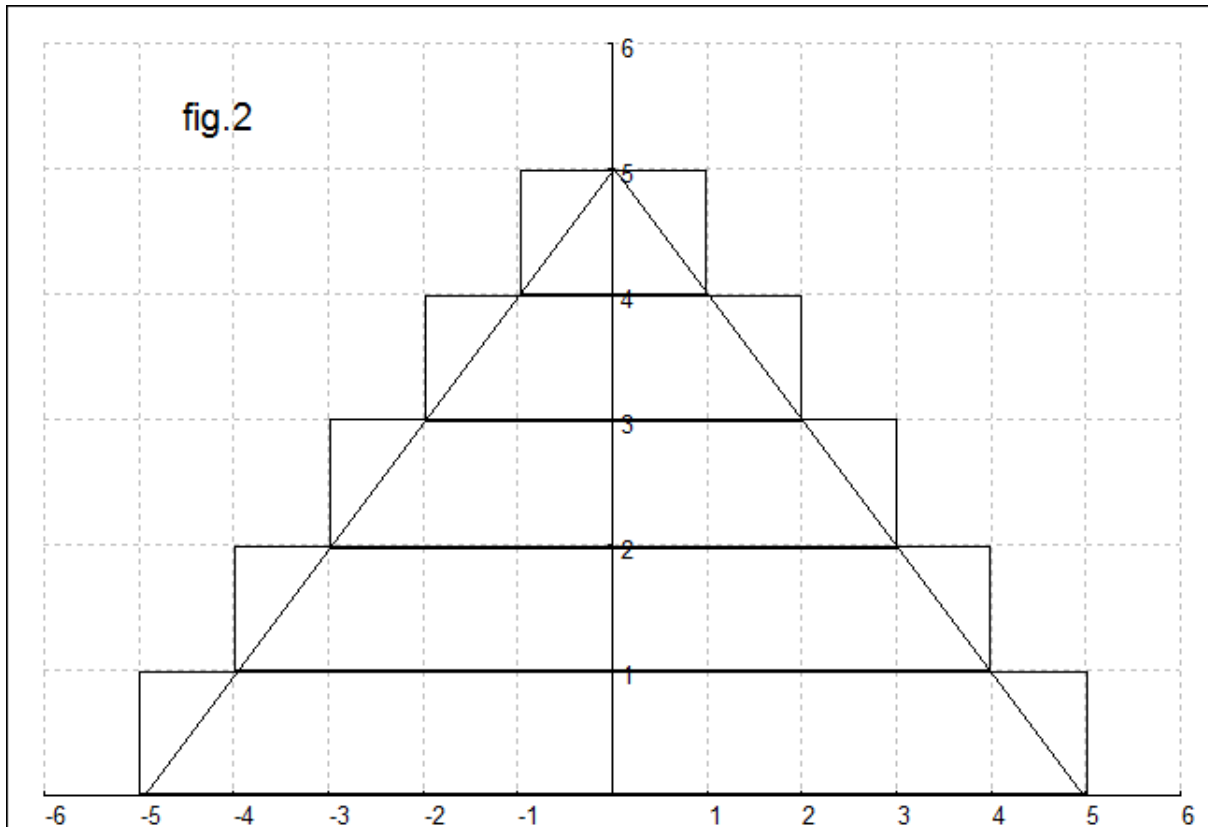
Bepaal het volume van de cilinder :

In figuur 1 zijn binnen de vorm van de kegel 4 cilinders met een hoogte van 1 l.u. getekend.
Het volume van de kegel is groter dan de som van het volume van de vier cilinders uit fig. 1.



Bereken de som S_1 van de volumes van deze vier cilinders.

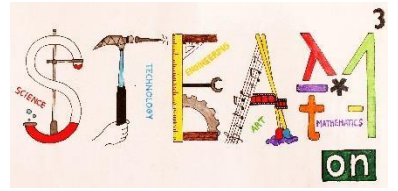
In figuur 2 zijn buiten de vorm van de kegel 5 cilinders met een hoogte van 1 l.u. getekend.
Het volume van de kegel is kleiner dan de som van het volume van de 5 cilinders uit fig. 2.



Bereken de som S_2 van de volumes van deze vijf cilinders.

Bekijk de figuren aandachtig.

Kun je een idee krijgen van de inhoud van de kegel met behulp van S_1 en S_2 ?



Bereken tenslotte de verhouding tussen het volume van de kegel en het volume van de cilinder.

$$\frac{\text{volume kegel}}{\text{volume cilinder}} = \frac{\quad}{\quad} =$$

Activiteit 3

We beschouwen een cilinder en een kegel met een diameter van 12 l.u. en een hoogte van 6 l.u.
Bepaal het volume van de cilinder:

Teken 5 cilinders met een hoogte van 1 l.u. binnen de vorm van de kegel, zoals in fig 1.

Teken 6 cilinders met een hoogte van 1 l.u. buiten de kegel, zoals in fig 2.

Bereken opnieuw de verhouding tussen het volume van de kegel en het volume van de cilinder.

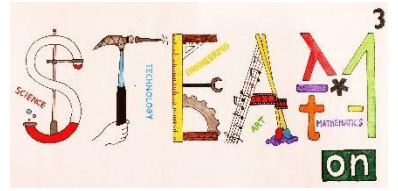
Bereken de som S_1 en S_2 van de volumes van deze cilinders.

$S_1 =$

$S_2 =$

Volume kegel =

$$\frac{\text{volume kegel}}{\text{volume cilinder}} = \frac{\quad}{\quad} =$$



Activiteit 4

Vorm groepjes van twee. Afhankelijk van de klasgrootte voeren enkele groepjes de onderstaande berekeningen uit.

We beschouwen een cilinder en een kegel met een diameter van 14 l.u. en een hoogte van 7 l.u.
Bepaal het volume van de cilinder:

Teken 6 cilinders met een hoogte van 1 l.u. binnen de vorm van de kegel, zoals in fig 1.

Teken 7 cilinders met een hoogte van 1 l.u. buiten de kegel, zoals in fig 2.

Bereken opnieuw de verhouding tussen het volume van de kegel en het volume van de cilinder.

Enkele andere groepjes doen de berekeningen voor een cilinder en een kegel met een diameter van 16 l.u. en een hoogte van 8 l.u.

De overblijvende groepjes doen hetzelfde voor een cilinder en een kegel met een diameter van 18 l.u. en een hoogte van 9 l.u.

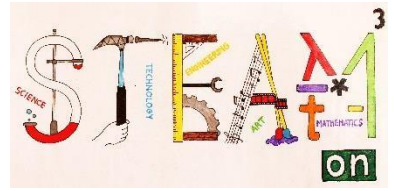
Bereken de som S_1 en S_2 van de volumes van deze cilinders.

$S_1 =$

$S_2 =$

Volume kegel =

$$\frac{\text{volume kegel}}{\text{volume cilinder}} = \frac{\quad}{\quad} =$$



Wat stel je vast wanneer je de resultaten vergelijkt?

eerste verhouding :

tweede verhouding :

derde verhouding :

Wanneer je deze methode blijft herhalen kom je tot de verhouding

De inhoud van een kegel is dus van de inhoud van een cilinder met dezelfde hoogte en dezelfde diameter.

Ken je de formule voor de inhoud van een cilinder met straal "r" en hoogte "h"?

Inhoud cilinder =

Bijgevolg :

Inhoud kegel =

Activiteit 5

Laat ons nu nog een stapje verder gaan.

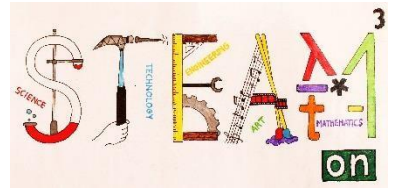
Wat is de inhoud van de onderstaande bol?



Denk na over de afmetingen van een kegel en een bol. Leid uit een filmpje de formule af voor het berekenen van de inhoud van een bol.

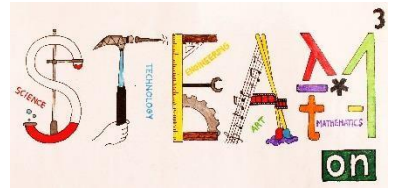
volume bol =

Bekijk dit filmpje: https://www.youtube.com/watch?v=PaA-g_z_E2E



PART 4

PART 4	
Thema's	Onderzoek van de beweeglijkheid van de atomen in een materiaal: ontwerp en constructie van een xylofoon
Vakken	wiskunde, engineering, ICT, muziek
Niveau	Activiteit 1-2-3 : ★ ★ ★ Activiteit 4-5 : ★ ★ ★
Doelstellingen	- Leerlingen onderzoeken het verband tussen toonhoogte en materiaal. - Leerlingen ontwerpen en bouwen een xylofoon. - Leerlingen spelen muziek.
Vaardigheden	- activiteit 1-2-3 : met ICT geluid bestuderen - activiteit 4-5 : technologie, engineering en wiskunde gebruiken om een muziekinstrument te bouwen
Duur	- activiteit 1-2-3 : 50 minuten - activiteit 4-5 : 2 x 50 minuten (met 4 leerlingen per groep)
Benodigdheden	rekenmachine, computer met internetverbinding, verschillende soorten materiaal



INLEIDING

Wie was Democritus?

Samen met zijn leermeester Leucippus was Democritus de grondlegger van het atomisme. In die dagen omschreef men atomen als de deeltjes waaruit materie is opgebouwd. Maar zoals al gezegd schreef Democritus over veel verschillende onderwerpen, ook over muziek.

In deze engineeringles zullen we daarom het verband bestuderen tussen soorten materiaal en hun klank. Klank wordt bepaald door de trilling van atomen of moleculen in het medium waarin het geluid zich voortplant. Wij zullen ons beperken tot slaginstrumenten. In deze instrumenten worden de trillingen doorheen het materiaal voortgeplant en het materiaal zelf produceert het geluid.

Activiteit1

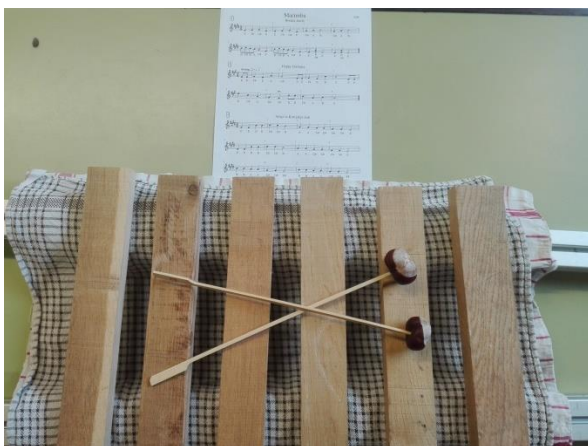
Neem twee kleine houten balkjes en plaats die evenwijdig naast elkaar.

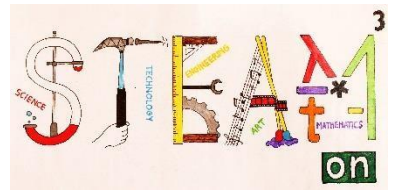
Bedek ze met een stuk stof om te vermijden dat het “geluidsmateriaal” het hout raakt.

Maak of neem een houten balkje van ongeveer 35 op 5 op 2 cm en plaats het dwars op het onderliggende frame dat je hebt gemaakt.

Kies een harde houtsoort, zoals eik, om dit balkje te maken.

Gebruik een stokje om op het balkje te slaan en geluid te produceren. Een kastanje op een stokje zal prima werken. Met een kurk lukt het ook, maar het geluid zal zwakker zijn.





Gebruik de app “Soundcorset” om de toonhoogte van het geluid te bepalen.

Wat is de toonhoogte van jouw geluid?

De A-toon is een belangrijke toon omdat het de zogenaamde stemtoon is. In 1885 is vastgelegd dat de toon A een frequentie van 440 Hz hoort te hebben bij een temperatuur van 20°C.



Maak het balkje korter of neem een korter balkje. Is de toonhoogte hoger of lager?

Activity 2

Maak gebruik van verschillende houtsoorten (eik, berk, spar, douglas,...) om een staaf te maken om geluid te produceren.

Welke toon produceert een balkje van 35 x 5 x 2 cm?

Houtsoort	Toonhoogte (Hz)

Welke conclusie kun je hieruit trekken?

Activiteit 3

Ontwerp je eigen muziekinstrument gebaseerd op het principe van de xylofoon. Kies je materiaal en gebruik de app om de correcte lengte van de staven of buizen of de correcte inhoud van de flessen te bepalen.



Wat is de toonhoogte van de noot "re" die volgt op de laatste "do"?

	do	re	mi	fa	sol	la	si	do
toonhoogte(Hz)								
lengte (m) / inhoud (l)								

In de gelijkzwevende stemming (een stemsysteem) heeft het frequentie-interval tussen elk paar aanpalende noten dezelfde verhouding. Deze verhouding is gelijk aan de twaalfde-machtswortel van 2.

Wat is de toonhoogte van de noot "re" die volgt op de laatste "do"?

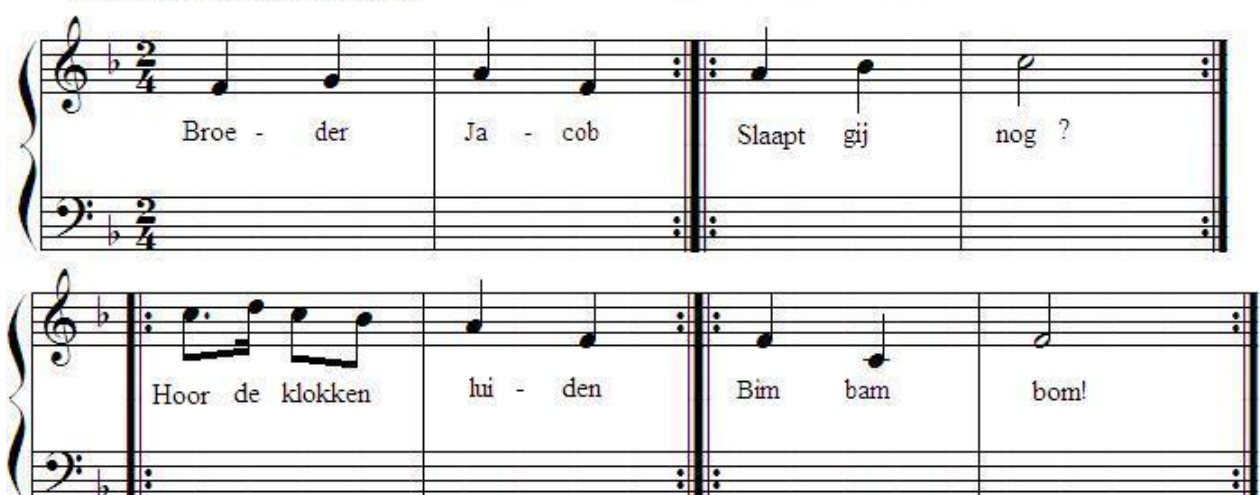
	do	re
toonhoogte(Hz)		
lengte (m) / inhoud (l)		

Activiteit 4

Gebruik je muziekinstrument om dit liedje te spelen.

WWW.MAMALISA.COM
WWW.MAMALISA.COM/FR/

BROEDER JACOB



Broe - der Ja - cob Slaapt gij nog ?

Hoor de klokken lui - den Bim bam bom!

WWW.MAMALISA.COM
WWW.MAMALISA.COM/FR/

Vind je ook niet dat een bepaalde noot niet goed klinkt?

Welke noot?

Dit komt omdat er vooraan op de notenbalk een b staat. Dit wil zeggen dat deze noot eigenlijk een halve toon lager moet klinken.

Wat moet er dus gebeuren met dit balkje / buisje / flesje? Verlengen of verkorten? Opvullen of leeggieten?

Deze noot moet een toonhoogte hebben van 415,3 Hz. Maak een passende staaf/buis/fles.

Klinkt het liedje nu beter?

Activiteit 5

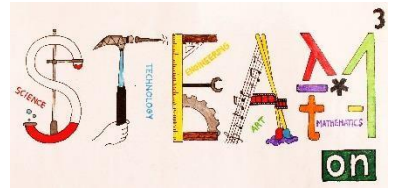
Maak gebruik van andere materiaalsoorten (aluminium, PVC, kartonnen buizen, flessen gevuld met water) om opnieuw een “object” te maken dat een toon produceert. Indien je gebruik maakt van flessen hang je ze best op aan een draadje. Anders is het moeilijk om ze te stemmen.



Welke toon produceert jouw object?

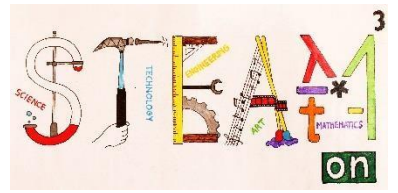
Materiaalsoort	Toonhoogte (Hz)

Welke conclusie kun je hieruit trekken?



PART 5

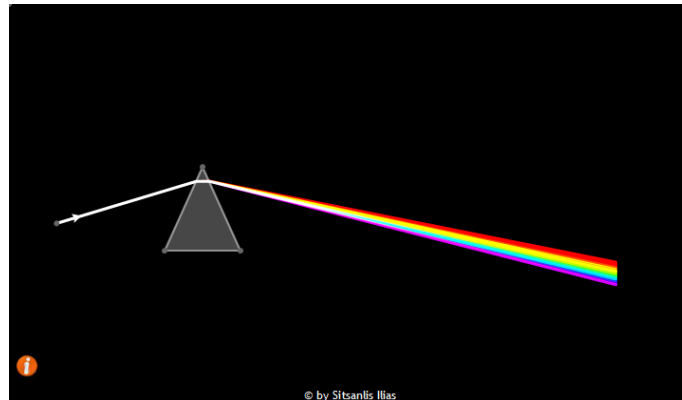
Thema's	Het spectrum
Vakken	fysica
Niveau	★ ★ ★
Doelstellingen	• door experimenteren bevestigen dat het spectrum van licht continu is • Het absorptiegebied van filters meten • de kleur van de zon 's middags en bij zonsondergang verklaren • door experimenten bevestigen dat een gasemissiespectrum lineair is • de golflengte van de lijnen in het emissiespectrum meten
Vaardigheden	• observatie en gegevensverzameling van natuurlijke fenomenen • samenwerken met andere leerlingen
Duur	120 minuten klassikaal werk (zonder het maken van een spectrometer)
Benodigdheden	• spectrometer • filters • verschillende lichtbronnen • verschillende gassen • computer



INLEIDING

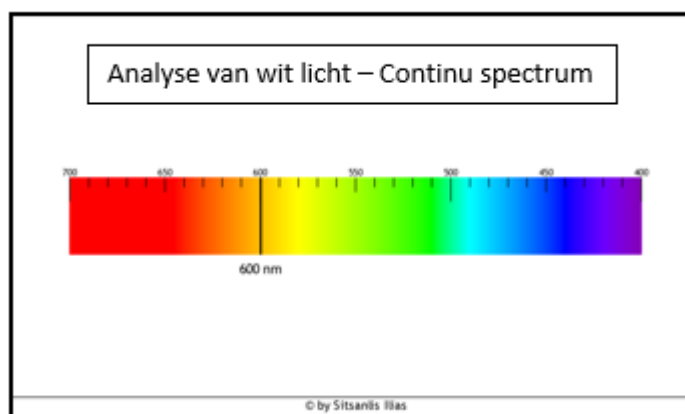
Met welke kleur zou je de Zon schilderen?

Zonlicht is wit. Wit is niet zomaar een effen kleur (zoals andere kleuren). Het bestaat uit een verscheidenheid aan kleuren. Wanneer deze kleuren tegelijkertijd ons oog bereiken, nemen we die waar als wit. Newton was de eerste om licht te analyseren.



Lichtspectrum

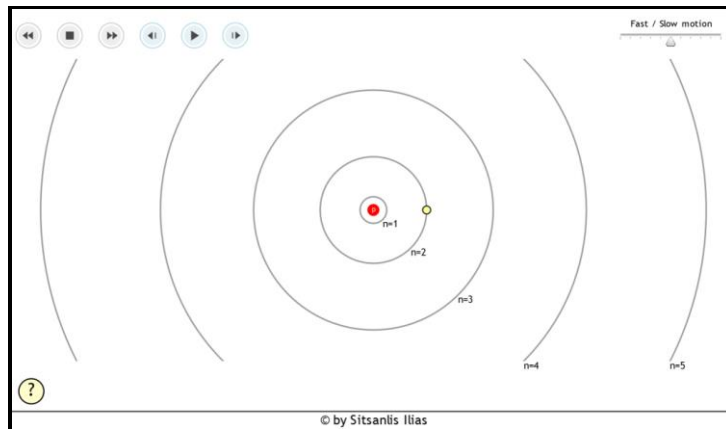
Het hele bereik aan kleuren waarin licht geanalyseerd wordt, wordt het spectrum genoemd. Dit spectrum is continu. Het bevat met andere woorden elke kleur, van rood tot violet. Elke kleur wordt gekarakteriseerd door een nummer. Dit nummer wordt de golflengte genoemd. De golflengte van rood is $\lambda = 700 \text{ nm}$ terwijl violet als golflengte $\lambda = 400 \text{ nm}$ heeft.



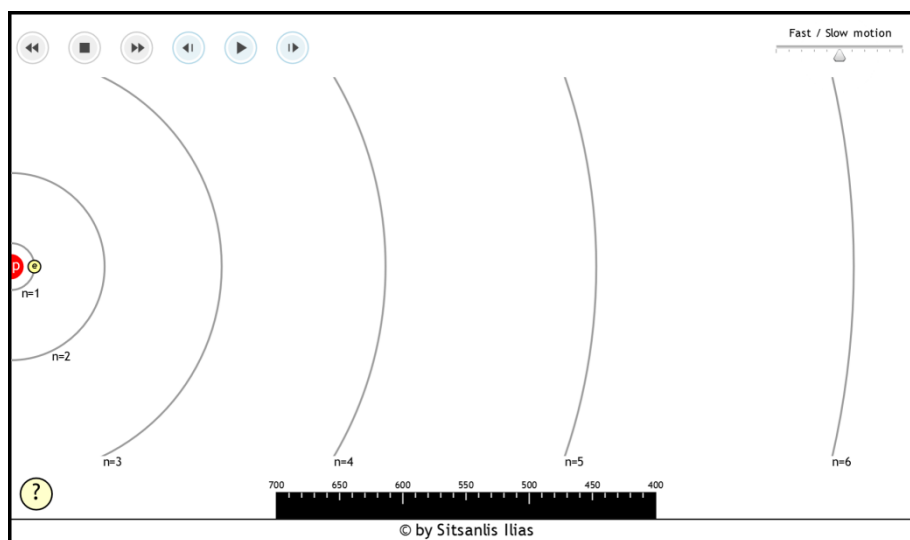
Er lijkt geen verband te bestaan tussen wat hierboven staat en atomen. Toch is er wel degelijk een verband. Het licht wordt namelijk gecreëerd binnenin atomen. Deze kleine, onzichtbare structuren zijn verantwoordelijk voor alles wat we zien.

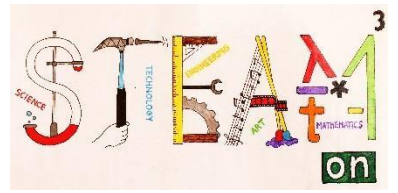
Het model van Bohr

Een model van het waterstofatoom (het eenvoudigste) dat kan verklaren hoe licht wordt gecreëerd, is het model van Bohr. Het waterstofatoom bestaat uit een proton en een elektron. Het elektron cirkelt rond in welbepaalde stabiele banen, schillen genoemd. Elke schil heeft een nummer (n). De eerste schil heeft $n = 1$, de tweede $n = 2$ enz. Elektronen bewegen altijd in specifieke banen.



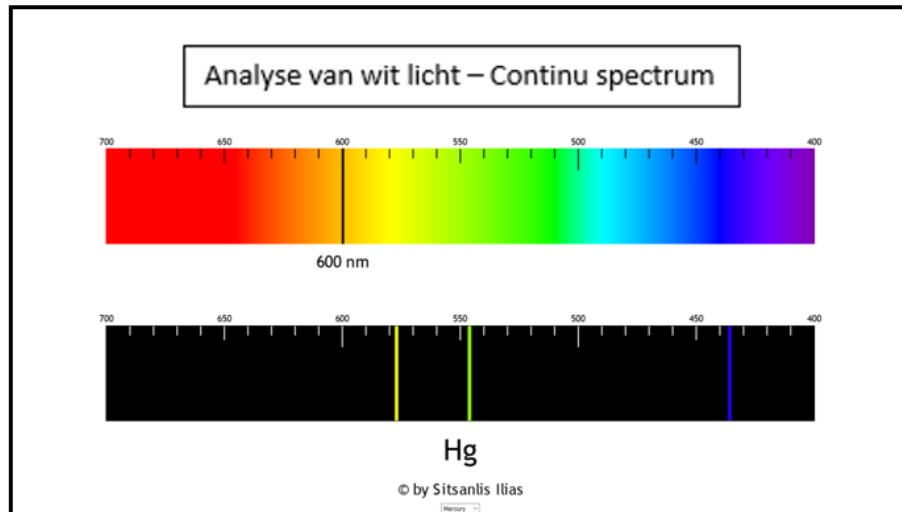
Het elektron belandt op de eerste baan $n = 1$, de baan met het minste energie (grondtoestand). Het elektron kan op diverse manieren energie opslorpen, bvb door botsing. Wanneer dit gebeurt kan het aangeslagen of geëxiteerd worden en naar een hogere schil springen. Het elektron blijft niet lang in deze aangeslagen toestand en valt terug naar de laagste energietoestand, daarbij licht uitzendend door een deeltje – photon genoemd – los te laten. De kleur van het uitgezonden licht hangt af van de initiële en uiteindelijke baan en is slechts zichtbaar wanneer het elektron naar de baan $n = 2$ valt. In elk ander geval is het licht niet zichtbaar. Je kunt je afvragen hoe er licht kan zijn als wij het niet kunnen zien. In fysica kan licht voorkomen als stralen die ons verwarmen of onder de vorm van radio- of tv-signalen.





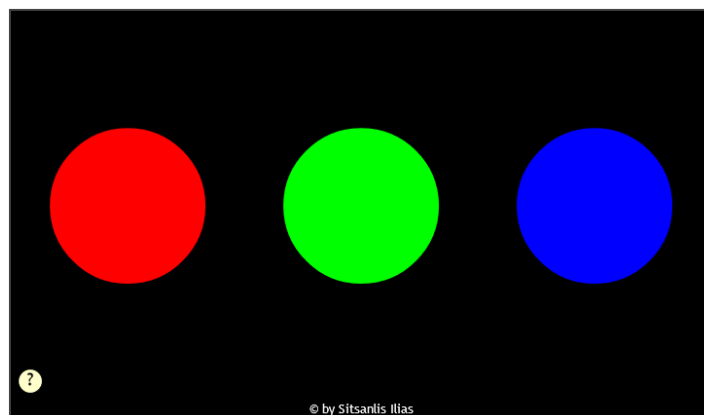
Lineaire spectra van gasemissie

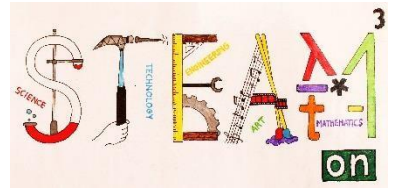
Het spectrum uitgezonden door waterstof bestaat uit lijnen en verschilt van een vast lichaam aan hoge temperatuur (lamp) of de Zon. Wanneer atomen dicht bij elkaar liggen, zoals in vaste lichamen, liggen de lijnen ook dicht bij elkaar en wordt het spectrum continu. Elk gas heeft een unieke set van uitgezonden lijnen. Deze set identificeert het gas.



Een woordje uitleg over filters

Filters bestaan uit substanties die een specifiek deel van het spectrum kunnen opslorpen. Het licht dat ons oog dan bereikt wordt het complementaire genoemd van het licht dat werd opgeslorpt. Bijvoorbeeld: de gele filter absorbeert het blauwe licht want wanneer blauw uit wit licht weggehaald wordt, lijkt het overblijvende licht voor ons geel te zijn. Wanneer je een gele kleur ziet op je computerscherm, betekent dit dat twee pixels, een groene en een rode, licht sturen en zo geel creëren.





Activiteit 1

Zoek een partner en probeer om de vragen te beantwoorden zonder terug te kijken naar bovenstaande informatie.

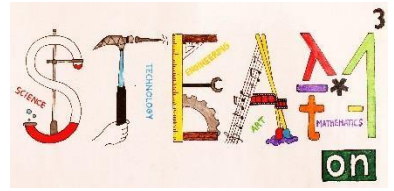
1. De eerste die het zonlicht analyseerde was: (Newton, Democritus)
2. Zonlicht bestaat uit: (één kleur, veel kleuren)
3. De golflengte van rood is: (groter, kleiner) dan de golflengte van blauw.
4. Het hierna volgende spectrum  is
(lineair, continu)
5. Het spectrum van zonlicht is (lineair, continu)
6. Gassen zenden een (lineair, continu) spectrum uit.
7. Het licht dat waterstof uitzendt, is slechts zichtbaar wanneer de elektronen terugvallen in de schil ($n = 1$, $n = 2$)
8. De uitzendingsspectra van waterstof en kwik zijn (gelijk, verschillend)
9. Licht wordt onderverdeeld in 3 grote gebieden: rood, groen en blauw. Als we blauw verwijderen uit wit licht, dan is de kleur die we zullen zien: (rood, geel)
10. De complementaire kleur van blauw is (rood, geel)
11. De complementaire kleur van groen is (cyaan, magenta)
12. Licht wordt gecreëerd binnenin atomen. (juist, fout)

Hoeveel kon je er invullen?

Om de oefening af te werken mag je nu even terugkijken naar de info hierboven.



<http://www.seilias.gr/erasmus/spectrum/en>



Activiteit 2

Wit licht is samengesteld uit alle andere kleuren. Wanneer deze ons oog tegelijkertijd bereiken, lijkt het voor ons wit. Het witte licht kan geanalyseerd worden in de kleuren waaruit het bestaat wanneer het door een prisma passeert. Elke kleur is gekarakteriseerd door een nummer, golflengte geheten en voorgesteld door λ . Rood heeft golflengte $\lambda = 700 \text{ nm}$ en blauw heeft $\lambda = 400 \text{ nm}$, terwijl alle andere hier tussenin zitten.

Op het internet kun je diverse manieren vinden om zelf een goedkope spectrometer te maken, of je kunt ervoor kiezen om een goedkoop model te kopen.

Wanneer je leerkracht je voldoende tijd geeft, kun je die dus zelf maken.

<https://youtu.be/IA5BTD-aelo>

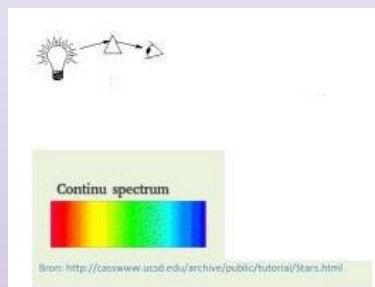
<https://www.youtube.com/watch?v=FJ1xOWI5Axk>

<https://www.youtube.com/watch?v=aTAFBd1EQcE>

Is er onvoldoende tijd, dan kun je er een kopen.

<https://www.astromarket.org/spectrografie-5/educational-5/>

Observeer het licht van een gloeilamp door je spectrometer.



- Wanneer je de lamp met het blote oog observeert, zie je dat er wit licht uitgezonden wordt.. Wat zie je wanneer je de lamp door de spectrometer bekijkt?

.....

.....

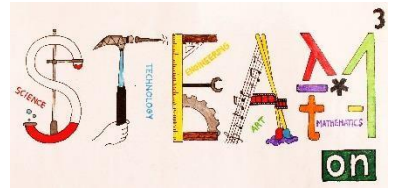
- In welke volgorde verschijnen de kleuren?

.....

.....

- Wanneer je spectrometer gekalibreerd is, kun je de onderstaande vraag beantwoorden. Welke is de minimale en de maximale golflengte van het spectrum?

$$\lambda_{\min} = \dots\dots \quad \lambda_{\max} = \dots\dots$$



Doe observaties met andere lichtbronnen zoals fluorescerend licht, een computerscherm, kaarslicht, LED-licht,

Zie je verschillen? Kun je deze verschillen beschrijven?

Observeer deze lichtbronnen door een kleurenfilter.

- Plaats een gele filter voor de lamp. Welke kleur van licht kun je dan zien

Observeer de lamp nu door de spectrometer. Welk gebied is donker (werd geabsorbeerd)? Welke is de minimale en maximale geabsorbeerde golflengte?

$$\lambda_{\min} = \dots\dots \quad \lambda_{\max} = \dots\dots$$

- Plaats een magenta filter samen met de gele filter. Welke kleur van licht kun je dan zien

Observeer het lamplicht nu door de spectrometer. Welke kleuren ontbreken? Welke is de geabsorbeerde golflengte?

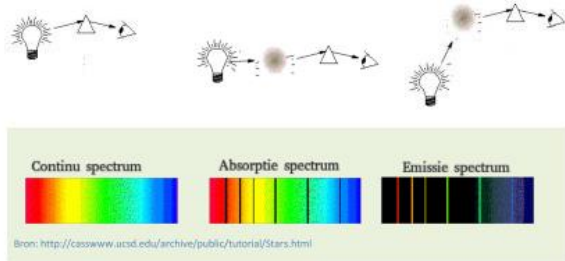
$$\lambda_{\min} = \dots\dots \quad \lambda_{\max} = \dots\dots$$

- Waarom ziet de Zon er 's middags geel uit? Welke kleuren werden door de atmosfeer geabsorbeerd?

Waarom ziet de zon er bij zonsondergang rood uit?

Let op: kijk nooit recht naar de Zon met je spectrometer.

Activiteit 3



In deze activiteit gebruiken we een spectrometer om naar een gas te kijken.

We kunnen dit op twee manieren doen.

Als we naar een lamp kijken doorheen een gas, zullen we een absorptiespectrum bekomen (zie hierboven). Het gas absorbeert het licht van de lamp en dit creëert zwarte lijnen in het spectrum.

Als we recht naar het gas kijken, die zijdelings beschienen wordt door een lamp, dan krijgen we een emissiespectrum.

Elk gas heeft een unieke set van uitgezonden lijnen die karakteristiek zijn voor elk gas. In dit labo-experiment zullen we de emissiespectra van H_2 , He, Ne en de damp van Hg zien.

Observeer het emissiespectrum van de gascapsule met behulp van een spectroscop.

1. Bepaal de golflengtes van de spectraallijnen en vul in.

Capsule Hg	Spectraallijnen					
golflengte spectraallijn (λ)						
spectrale kleur						

2. Herhaal dit voor de H_2 -capsule.

Capsule H_2	Spectraallijnen					
golflengte spectraallijn						
spectrale kleur						

3. Herhaal dit voor de Ne-capsule.

Capsule Ne	Spectraallijnen					
golflengte spectraallijn						
spectrale kleur						

4. Herhaal dit voor de He-capsule.

Capsule He	Spectraallijnen					
golflengte spectraallijn						
spectrale kleur						