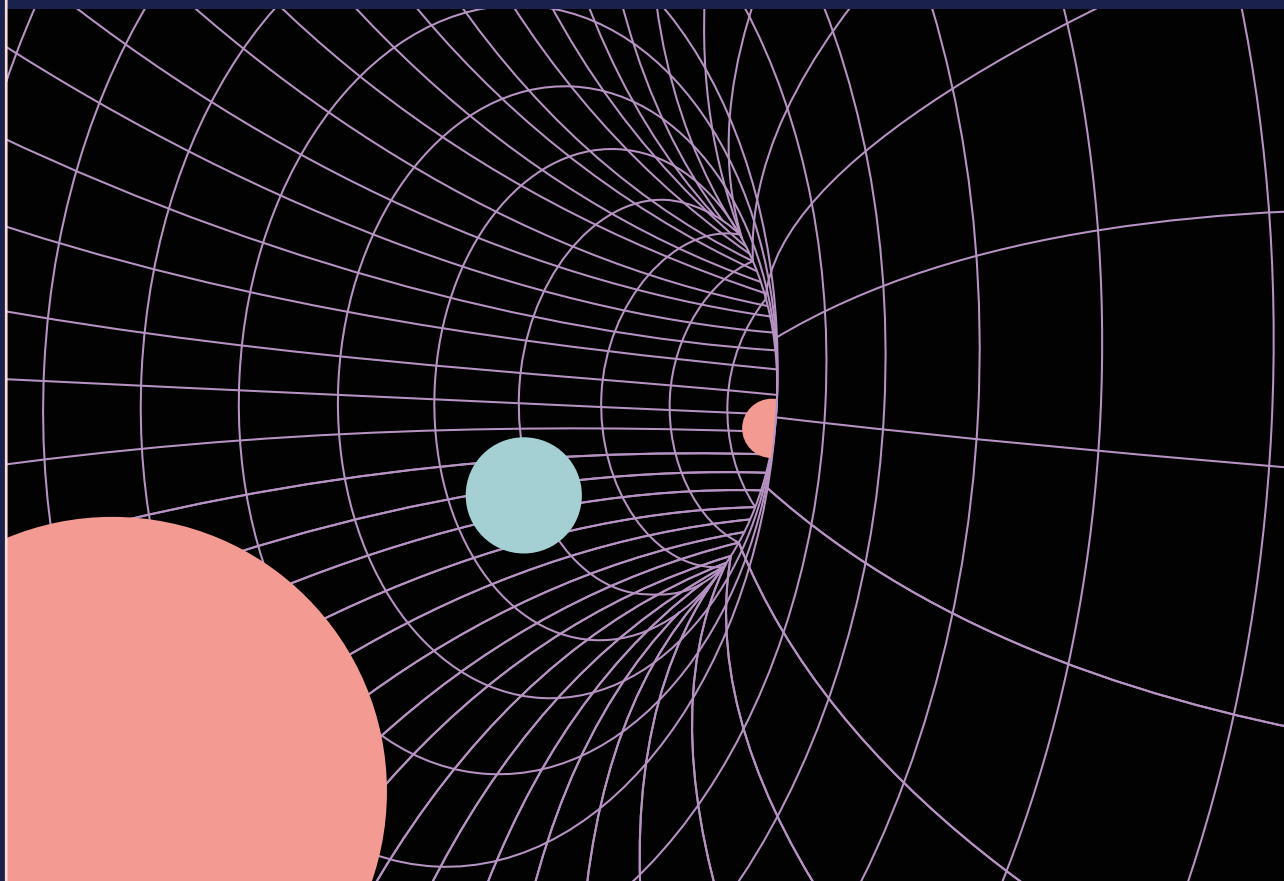


LEERKRACHTENHANDLEIDING

Reis naar een zwart gat

Leer over zwarte gaten en ontwerp voor de ruimtemissie.
Een lessenserie voor de bovenbouw van het primair onderwijs.



Ontwikkeld door:



Universiteit
Leiden
The Netherlands



UNIVERSITEIT
VAN AMSTERDAM

In samenwerking met:

echo

expertisecentrum diversiteitsbeleid

Nik|hef

VhT^o
LANDELIJK
EXPERTISEBUREAU
WETENSCAPEN EN
TECHNIEK

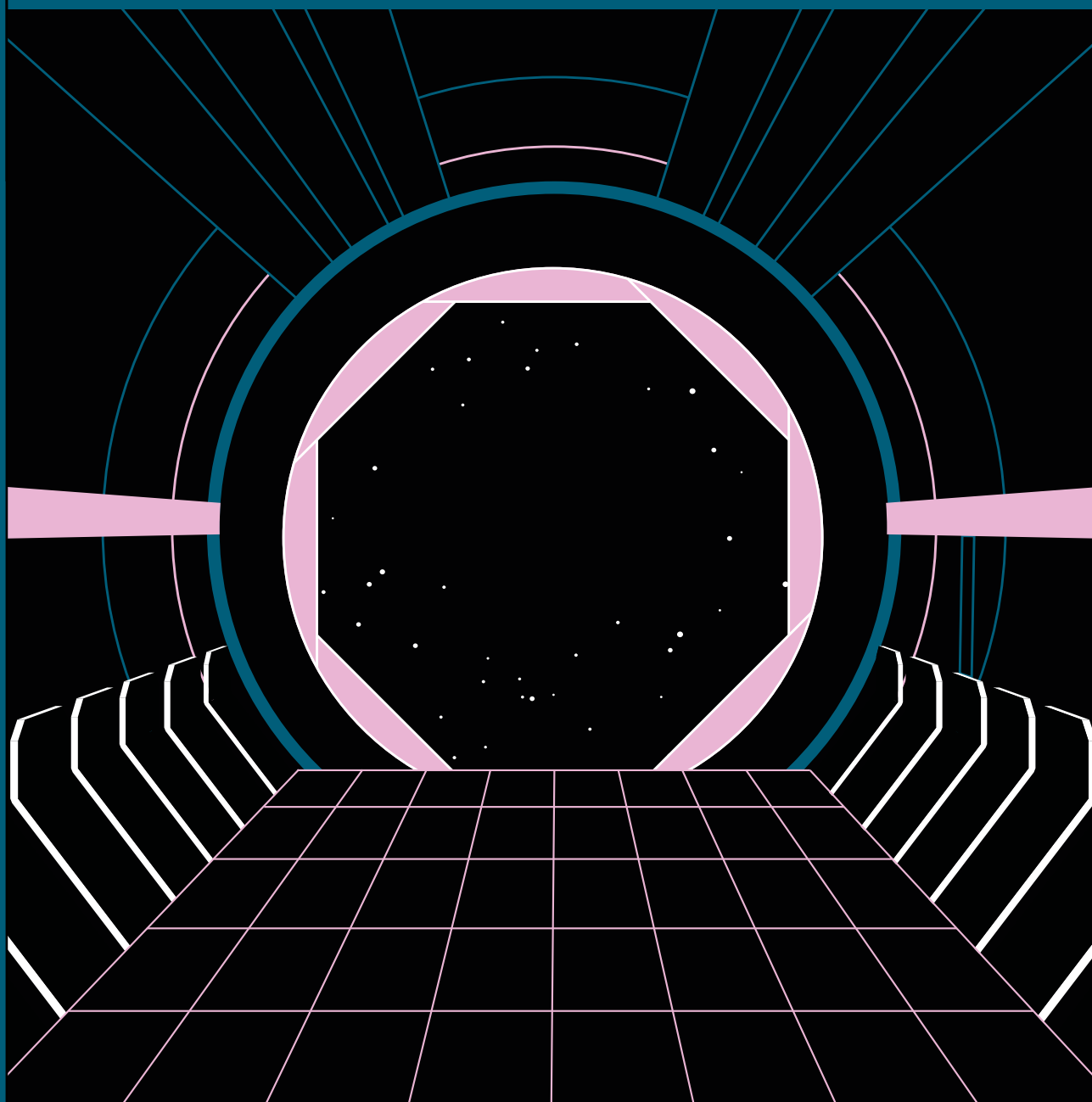


INHOUDSOPGAVE

Les 00:	Algemene introductie	04
Les 01:	Reis naar een zwart gat – wie helpt er mee?	19
Les 02:	Beroepen en talenten in de ruimtevaart	32
Les 03:	Experimenteren met zwarte gaten	44
Les 04:	Ontwerpen voor jullie missie	53
Les 05:	Eindproduct maken	68
Les 06:	Show & Tell Tentoonstelling	79
—	Werkbladen	85
—	Bijlagen	103

LES 00

Algemene introdunctie





Inleiding docentenhandleiding

In deze lessenserie maken de leerlingen op een activerende manier kennis met zwarte gaten. Ze gaan als ontwerpers aan de slag voor de ruimtemissie 'reis naar een zwart gat'. De lessenserie laat leerlingen ook nadenken over een mogelijke toekomst binnen de ruimtevaart. Het hoofddoel van deze lessenserie is namelijk om leerlingen het gevoel te geven dat ook zij in de bètatechniek zouden kunnen werken. Hierbij is er specifiek aandacht voor meisjes en leerlingen met een migratieachtergrond, omdat zij op dit moment aantoonbaar ondervertegenwoordigd zijn in bètastudies. De leerlingen ontwikkelen nieuwsgierigheid voor de ruimte en de ruimtevaart, en ze ontdekken dat er allerlei verschillende mannen en vrouwen in de ruimtevaart kunnen werken. Beroepsbeoefenaars in de ruimtevaart hebben verschillende nationaliteiten, culturen, talenten, en hobby's, net als de leerlingen zelf. De leerlingen ontdekken of een baan in de ruimtevaart ook bij hen past.

Hieronder vind u uitleg over het gebruik van het lesmateriaal. Ook leest u welke voorbereidingen nodig zijn voor de start van de eerste les. De rest van de handleiding bestaat uit een uitgebreide beschrijving per les, waarin de voorbereiding, de benodigdheden en de lesonderdelen stap voor stap worden beschreven.



De lessenserie

Deze lessenserie is geschikt voor de bovenbouw van de basisschool (groep 7/8) en bestaat uit 6 lessen van ongeveer 60-90 minuten. U kunt de lessen naar eigen inzicht indelen, van 1 les per week tot een intensieve projectweek. In het lesmateriaal zijn elementen van onderzoekend en ontwerpen leren verwerkt, die ervoor zorgen dat de leerlingen actief met de nieuwe kennis aan de slag gaan. Elke les wordt stap voor stap beschreven, maar er is ook ruimte voor de leerlingen om zelf op ontdekking uit te gaan. De leerlingen reflecteren meerdere keren in de lessenserie. Op de lesonderdelen, maar ook op de samenwerking, omdat de leerlingen veel gaan samenwerken in teams.

Inhoud van de lessen

In de eerste 3 lessen verkennen de leerlingen het fenomeen zwarte gaten en de bijbehorende belangrijkste kernbegrippen (zwaartekracht en massiviteit). Ze maken ze kennis met echte mensen die werken de ruimtevaart en ontdekken ze hun eigen talenten en die van hun klasgenoten. Daarna gaan de leerlingen aan de slag als echte ontwerpers voor de ruimtemissie *Reis naar een zwart gat*. In de 4^e en 5^e les doorlopen de leerlingen het gehele ontwerpproces. Ze gaan een probleem verkennen, brainstormen en een prototype bouwen. In de laatste les worden deze ontwerpen tentoongesteld tijdens een Show & Tell, waarbij ouders, buurtgenoten en andere klassen komen kijken. Voor de laatste les nodigt u ook een echte beroepsbeoefenaar uit die vertelt over zijn/haar beroep en vragen van leerlingen beantwoordt.

Gebruik van het lesmateriaal

De lessenserie was in eerste instantie ontwikkeld voor een normale klassensituatie. Helaas is het klassikaal lesgeven sinds de COVID-19 uitbraak niet meer geheel vanzelfsprekend. Daarom kunt u het lesmateriaal ook gebruiken in een situatie waarin (gedeeltelijke) thuisscholing nodig is. Hieronder geven we uitleg over het gebruik van het lesmateriaal in die verschillende situaties.

Lesmateriaal voor normale klassensituatie

Onderdelen:

- Handleiding voor de leerkracht: algemene introductie op de lessenserie & handleiding per les.
- PowerPoint presentatie gekoppeld aan de lessen.
- Bijlagen met extra informatie voor de leerkracht.
- Werkbladen voor de leerlingen.

In de klassensituatie begeleidt u als leerkracht alle klassikale lessen. Voor de start van de lessenserie zijn er enkele *algemene voorbereidingen*. Deze kunt u vinden in deze algemene introductie onder het kopje algemene voorbereiding. Per les is er een handleiding voor de leerkracht waarin alle lesactiviteiten met werkvormen, voorbereidingen en benodigdheden worden uitgelegd. Daarnaast is er een PowerPoint presentatie die u kunt gebruiken tijdens de lessen. In deze handleiding is elke lesactiviteit stap voor stap beschreven. U kunt deze stappen direct tijdens de les volgen, waardoor u geen extra voorbereiding nodig heeft. Er zijn aparte werkbladen voor de leerlingen. In de lessen staan ook lesonderdelen die als optioneel zijn gemarkeerd. Deze optionele activiteiten kunt u naar eigen inzicht inzetten, afhankelijk van de beschikbare tijd en interesse van de leerlingen.

Lesmateriaal voor (gedeeltelijke) thuisscholing

Onderdelen:

- Handleiding voor de leerkracht: algemene introductie op de lessenserie & handleiding per les.
- Werkboek voor de leerlingen: thuisscholing.

U kunt dit lesmateriaal ook gebruiken als gedeeltelijke of gehele thuisscholing nodig is. Leerlingen kunnen thuis zelfstandig met de lessen aan de slag met het aangepaste leerlingenwerkboek. In dit werkboek zijn de werkbladen verwerkt. U gebruikt dit werkboek alleen tijdens thuisscholing. Het leerlingenwerkboek is tijdens klassikale lessen niet nodig, u gebruikt dan alleen de aparte werkbladen.

Het werkboek lijkt zoveel mogelijk op de klassikale lessen, maar biedt helaas niet geheel dezelfde ervaring. Bij thuisscholing en gebruik van het werkboek is samenwerken in teams niet mogelijk. Ook is de opzet van de laatste les, waarin de kinderen hun ontwerpen tentoonstellen en er een beroepsbeoefenaar op bezoek komt, afhankelijk van de gezondheidssituatie op dat moment.

In deze leerkrachtenhandleiding staat per lesactiviteit welke opdrachten uit het werkboek de klassikale situatie vervangen. Op die manier kunt u ook kiezen voor een lesopzet waarin de lessen gedeeltelijk klassikaal en gedeeltelijk thuis gedaan worden. Het leerlingenwerkboek is zoveel mogelijk op papier, omdat het niet vanzelfsprekend is dat elke leerling toegang heeft tot een computer. Maar bij enkele opdrachten is het gebruik van een telefoon of laptop met internet en geluid wel nodig. Ook voor de start van de lessenserie in een (gedeeltelijk) thuisscholing situatie zijn er enkele algemene voorbereidingen. Deze kunt u vinden in deze algemene introductie onder het kopje algemene voorbereiding.

Globaal overzicht van de lessen

	Inhoud	Benodigdheden
LES 00	Algemene introductie U moet een aantal algemene voorbereidingen treffen voor de start van de lessenserie. Deze worden beschreven in handleiding van les 0.	<ul style="list-style-type: none">• Handleiding leerkracht, les 0 Algemene introductie• Opbergmappen

LES 01	<p>Reis naar een zwart gat – wie helpt er mee?</p> <p>In deze eerste les zullen leerlingen kennismaken met de concepten ‘zwarte gaten’ en ‘zwaartekracht’. Ook zullen ze aan de hand van een aantal oefeningen verschillende beroepen bedenken die te maken hebben met de ruimtevaart.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Handleiding leerkracht, les 1. • De PowerPoint. • Schoolbord/digibord met internetverbinding en geluid. • Werkblad persona’s (werkblad 1). • OF Werkboek leerlingen, les 1
LES 02	<p>Beroepen en talenten in de ruimtevaart.</p> <p>In deze les besteden we aandacht aan verschillende ruimtevaart beroepen en echte beroepsbeoefenaars. Daarnaast gaan de leerlingen zelf aan de slag met het ontdekken van hun eigen talenten en die van hun klasgenoten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Handleiding leerkracht, les 2. • De PowerPoint. • Schoolbord/digibord met internetverbinding en geluid. • Werkblad talentenkaarten (werkblad 2). • Werkblad talentenlijst (werkblad 3). • Telefoon of camera’ om te filmen. • OF Werkboek leerlingen, les 2
LES 03	<p>Experimenteren met zwarte gaten.</p> <p>In deze les zullen de leerlingen een aantal experimenten doen waarbij ze een zwart gat nabootsen. Dit is in zekere zin de meest theoretische les van de lessenserie, omdat we dieper ingaan op de werking van zwarte gaten. De leerlingen doen activerende experimenten en verklaren wat ze zien gebeuren en hebben geleerd.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Handleiding leerkracht, les 3. • De PowerPoint. • Schoolbord/digibord met internetverbinding en geluid. • Werkblad stappenplan experiment 1 (werkblad 4). • Werkblad stappenplan experiment 2 (werkblad 5). • Werkblad kenniskaart (werkblad 6). • Voor de twee experimenten: ronde afwasteil, rekbaar laken, groot (post)elastiek of touw, knikkers, een zwaardere bal, aluminiumfolie, ballonnen, speld, digitale keukenweegschaal. • OF Werkboek leerlingen, les 3
LES 04	<p>Ontwerpen voor jullie missie.</p> <p>In deze les gaan de leerlingen aan de slag met de ontwerpmissie Reis naar een zwart gat. Ze kiezen hiervoor uit één van de twee deelprojecten en doorlopen in de deze en de volgende les de eerste drie stappen van de ontwerpcyclus.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Handleiding leerkracht, les 4. • De PowerPoint. • Schoolbord/digibord met internetverbinding en geluid. • Bijlage keuzekruis (bijlage 1). • Bijlage stippenmethode (bijlage 2) • Werkblad deelprojecten (werkblad 7). • Werkblad idee uitwerken (werkblad 8). • Flip-over vellen of andere grote vellen papier. • Ronde stickers of gekleurde stiften. • Post-its of A4 papier in vieren gesneden. • Plakband of paperclips. • Tekenspullen. • OF Werkboek leerlingen, les 4

LES 05	<p>Eindproduct maken.</p> <p>In deze les maken de leerlingen het ontwerp voor hun deelproject af. Ze doorlopen stap 4 en 5 van de ontwerpcyclus, en bereiden hun presentatie voor. Aan het eind van de les is hun ontwerp af.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Handleiding leerkracht, les 5. • De PowerPoint. • Schoolbord/digibord met internetverbinding en geluid. • Werkblad vragen voor de beroepsbeoefenaar (werkblad 9). • Grote vellen stevig papier of karton in A1 of A0 formaat. • Schetspapier. • Tekenspullen. • Knutselspullen: Constructiematerialen (gekleurd papier, karton, wc-rolletjes, aluminiumfolie, stof, piepschuim bollen, wegwerpbakjes en - borden, satéprikkers, lege plastic flessen, drinkpakken, bubbelpastic, etc.) en verbindingsmaterialen (duct tape, schilderstape, touw, elastiek, ijzerdraad, lijm, etc.). • OF Werkboek leerlingen, les 4
LES 06	<p>Show & Tell Tentoonstelling.</p> <p>In deze les presenteren de leerlingen hun ontwerp aan een publiek door middel van een tentoonstelling. De tentoonstelling kan plaatsvinden in de aula van de school, maar ook op een locatie in de buurt van de school (denk aan een buurthuis of bibliotheek). Het is de bedoeling dat de familie (ouders/verzorgers) van de leerlingen in de klas uitgenodigd worden voor deze tentoonstelling.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Handleiding leerkracht, les 6. • Ruimte voor de Show & Tell. • Optioneel: digibord/beamer en geluid, hapjes en drankjes voor de borrel. • OF Afhankelijk van huidige gezondheidssituatie



Algemene voorbereiding

Hieronder staan de algemene voorbereidingen die u moet treffen voor u met de lessen start. Deze voorbereidingen bestaan uit 4 onderdelen: (1) keuze voor klassensituatie of (gedeeltelijke) thuisscholing (2) samenstellen van de teams, (3) Show & Tell tentoonstelling voorbereiden en (4) inlezen in de kernbegrippen. Per les is er ook een aparte voorbereiding, deze staat altijd gelijk onder de titel van elke les.

1. Keuze klassensituatie of (gedeeltelijke) thuisscholing

Deze lessenserie is in eerste instantie ontwikkeld voor een klassensituatie waarin de leerkracht de lessen 'live' begeleid. Daarom raden wij het aan om de lessenserie klassikaal te geven. Als dit niet mogelijk is (bijvoorbeeld vanwege gezondheidsrisico's), dan kunnen de leerlingen met het werkboek zelfstandig thuis werken aan de lessen. U kunt de leerlingen vertellen welke lesopdrachten gemaakt moeten worden uit het werkboek. Daarna kunt u de leerlingen bijvoorbeeld foto's laten maken van de werkboeken. Deze foto's kunnen de leerlingen naar u te e-mailen. Of u doet bijvoorbeeld korte besprekingen per leerling of een groepje leerlingen via een video call.

2. Samenstellen van de teams

Deze voorbereiding is alleen nodig in een klassensituatie

Tijdens de lessen is het de bedoeling dat de leerlingen samenwerken in een vast team. Het is belangrijk dat de leerlingen altijd als team deelnemen aan de les en bij elkaar zitten. Ook bij de lesonderdelen waarbij ze niet samenwerken. Maak voor de start van de lessenserie **teams van 3 a 4 leerlingen**. Zorg voor een mix van jongens en meisjes in elk team. Kijk daarnaast of het mogelijk is om verschillende typen leerlingen bij elkaar in een team te plaatsen. Om ruzie te voorkomen zet u bijvoorbeeld niet twee sterke 'leiders' samen in één groepje, maar verdeelt u ze over de teams.

Elk team krijgt ook een **teammap**. U kunt hiervoor bijvoorbeeld een kartonnen insteekmap gebruiken. In deze map bewaren de leerlingen wat ze elke les gemaakt hebben. Wij raden aan om de teamindeling voor de start van de lessenserie bekend te maken. Ook is het een goed idee om de leerlingen een teamnaam en een logo te laten verzinnen. Dit zorgt voor een positieve start van de samenwerking. De leerlingen kunnen de naam en het logo op hun teammap tekenen. Zo ontstaat een gevoel van samenhang binnen de teams en eigenaarschap over de teammap.

3. Show & Tell tentoonstelling voorbereiden

In de laatste les van de lessenserie zal een zogenaamde *Show & Tell* tentoonstelling plaatsvinden. Dit is een afsluitende les waarin de ontwerpen van de teams tentoongesteld worden voor de ouders/verzorgers en andere genodigden. Tijdens de tentoonstellingen kunnen de leerlingen hun ontwerpen uitleggen aan de langslappende bezoekers en vragen beantwoorden. Daarnaast is het de bedoeling dat u voor deze les een echte beroepsbeoefenaar uitnodigt, bijvoorbeeld een sterrenkundige van de Universiteit Leiden. Hij/zij vertelt over zijn/haar beroep en beantwoordt vragen van de leerlingen. Voor deze laatste les moet u dus enkele dingen voorbereiden:

1. Datum vastzetten en ruimte regelen

Voor de tentoonstelling moet een ruimte geregeld worden. Deze ruimte zou binnen de school kunnen zijn, zoals het klaslokaal of de aula. Een plek buiten de school is natuurlijk ook mogelijk, bijvoorbeeld een buurthuis of bibliotheek. Door de tentoonstelling in een buurthuis of een bibliotheek te houden, kunnen ook nog meer bezoekers aangetrokken worden.

2. Uitnodigen van ouders/verzorgers

Voor de start van de lessenserie kunt u een informatiebrief naar de ouders/verzorgers sturen met daarin een uitnodiging voor de Show & Tell tentoonstelling. U kunt broers en zussen, buurtgenoten en leerlingen van andere klassen ook uitnodigen als dat mogelijk is.

3. Uitnodigen van de beroepsbeoefenaar

U kunt een beroepsbeoefenaar uitnodigen met de hulp van de organisaties ECHO en VHTO. Deze organisaties hebben meegewerkt aan het ontwikkelen van dit lesmateriaal. Zij hebben een overzicht van echte beroepsbeoefenaars in de ruimtevaart/sterrenkunde die u kunt benaderen. U kunt de organisaties bereiken via:

- VHTO, Landelijk expertisebureau meisjes/vrouwen in en bèta/techniek: vhto@vhto.nl | 020 8884220
- ECHO, Expertise Centrum Diversiteitsbeleid: info@echo-net.nl | 070-2400877

In een situatie van (gedeeltelijke) thuischoling kunt u deze laatste les een andere vorm geven. Hieronder geven we enkele ideeën:

Show & Tell alternatieven:

- Leerlingen maken korte filmpjes met een telefoon waarin ze hun ontwerp presenteren. De leerkracht zou deze filmpjes kunnen monteren en zo weer delen met de hele klas.
- Videobellen met (delen van) de klas waarin de leerlingen één voor één, of in teams, hun ontwerp presenteren en vragen beantwoorden.

- Expositie in het schoolraam. De leerlingen stallen hun ontwerpen uit achter ramen van de school. Zo kunnen ze in hun eigen tijd vanaf het plein of de straat elkaars ontwerpen bewonderen.

Ontmoeting beroepsbeoefenaar alternatieven:

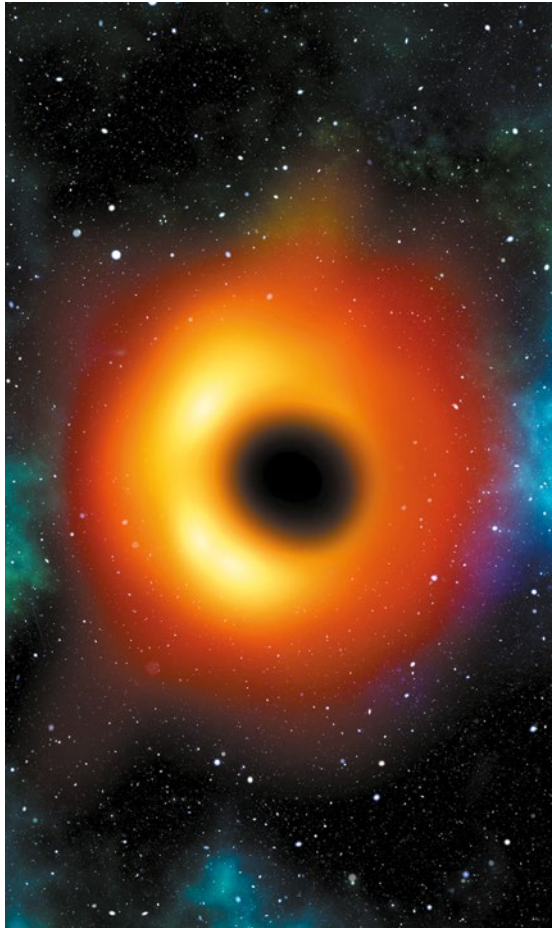
- Videobellen met de beroepsbeoefenaar.
- Beroepsbeoefenaar stuurt filmpje waarin hij/zij verteld over zijn/haar werk. Leerlingen kunnen vooraf vragen opsturen die de beroepsbeoefenaar beantwoordt.

4. De kernbegrippen

Hieronder worden de kernbegrippen die centraal staan in de lessenserie beschreven.

01 *Zwarte gaten*

Een zwart gat is een gebied in de ruimte met een hele sterke zwaartekracht. De aantrekkingskracht van de zwaartekracht in een zwart gat is zo sterk is dat niets eruit kan ontsnappen, zelfs geen licht. Daarom is een zwart gat onzichtbaar.



Zwarte gaten kunnen ontstaan als zeer grote sterren aan het einde van hun leven instorten. Deze sterren zijn wel meer dan 25 tot 100 keer zwaarder dan onze zon. Als zo'n ster instort, heet dan een supernova. Na zo'n supernova-explosie wordt alle overgebleven massa van de stersamengeperst in een zeer kleine ruimte. Hieruit ontstaat een zwart gat. Ter vergelijking: als we van de aarde een zwart gat zouden willen maken, zouden we al haar massa moeten proppen in een knikker van nog geen twee centimeter groot! Een zwart gat is dus heel erg zwaar en ook nog eens heel erg compact. Met andere woorden, een zwart gat heeft een hele grote dichtheid. Zwarte gaten kunnen blijven groeien doordat ze andere sterren, gas en andere zwarte gaten opzuigen.

Er zijn waarschijnlijk vele miljoenen zwarte gaten in onze Melkweg. Ongeveer eens in de 100 jaar vindt er een supernova-explosie plaats in onze Melkweg. Dan komt er dus weer een zwart gat bij. Maar we hoeven ons geen zorgen te maken dat zo'n zwart gat de Aarde of de zon opslokt: daarvoor staan ze veel te ver weg. Verder staat er in het midden van de Melkweg een ontzettend groot zwart gat. Sterker nog, bijna elk sterrenstelsel heeft een zogenaamd "superzwaar zwart gat" in het midden. Sterrenkundigen weten alleen nog niet of zulke supergrote zwarte gaten op dezelfde manier ontstaan als 'normale' zwarte gaten.

Elk zwart gat heeft een zogenaamde 'event horizon' (waarnemingshorizon). Binnen dit gebied rond het zwarte gat kan niets aan de zwaartekracht van het zwarte gat ontsnappen. Zelfs geen licht! Dit valt het beste te begrijpen aan de hand van het begrip ontsnappingsnelheid. Dit is de snelheid die een object nodig heeft om aan de zwaartekracht van een hemellichaam te "ontsnappen". Bijvoorbeeld: als je een raket vanaf de Aarde de ruimte in wilt schieten, dan moet deze een snelheid behalen van duizenden kilometers per uur om aan de zwaartekracht van de Aarde te ontkomen. Hoe groter de zwaartekracht van een hemellichaam, hoe groter de ontsnappingsnelheid. Om van de maan te ontsnappen heb je dus een lagere snelheid nodig; vanaf de zon juist een veel hogere. Een zwart gat heeft echter zo'n sterke zwaartekracht, dat de ontsnappingsnelheid hoger is dan de lichtsnelheid. De grens waarachter de ontsnappingsnelheid groter wordt dan de lichtsnelheid heet de waarnemingshorizon. Omdat niks sneller kan reizen dan het licht, kan een object nooit meer aan het zwarte gat ontsnappen als het eenmaal achter de waarnemingshorizon verdwijnt. Zelfs licht kan hier dus niet meer aan de zwaartekracht ontsnappen. Vandaar dat het zwart gat zwart is: er komt geen licht vandaan.

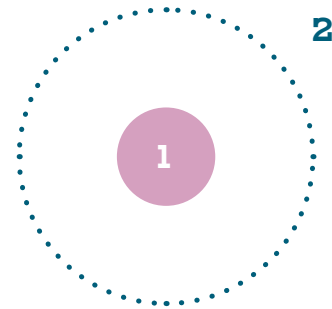
Buiten de event horizon voelen objecten nog steeds wel de zwaartekracht van het zwarte gat, maar ze worden er niet in meegezogen. Een zwart gat in 2 delen:

1. De kern van de ster, die is ingestort.

Dit heet: de singulariteit. Bijna alle massa van de ster bevindt zich hier in een klein volume. Je kunt het vergelijken door alle massa van de aarde in een kleine knikker samen te persen.

2. De Waarnemingshorizon.

Binnen dit gebied rond de kern kan niets, zelfs geen licht, ontsnappen. Buiten dit gebied voelen objecten nog steeds de zwaartekracht van het zwarte gat, maar ze worden nog niet meegezogen.



02 Zwaartekracht

Zwaartekracht is een kracht die voorwerpen samenbrengt. Alles met massa maakt en voelt zwaartekracht. We ervaren de zwaartekracht zelf als we omhoog springen en naar de grond worden getrokken. Planeten, sterren, manen en andere objecten in het universum hebben ook zwaartekracht. Dat is waarom ze om elkaar heen cirkelen, zoals de aarde rond de zon draait, of de maan rond de aarde draait, in plaats van willekeurig de ruimte in te vliegen.



Hoe meer massa iets heeft, hoe sterker de zwaartekracht die het uitoefent op andere objecten. De zwaartekracht van de aarde is sterker dan die van de maan omdat de aarde zwaarder is. Daarom kunnen astronauten hoger en gemakkelijker op de maan springen dan op aarde. Ons lichaam oefent ook zwaartekracht uit op andere objecten, maar daar merken we niks van. Omdat onze eigen massa zo klein is, heeft de zwaartekracht van ons lichaam geen invloed op voorwerpen die we kunnen

zien. De zwaartekracht verandert ook met de afstand tot een voorwerp. Hoe verder weg je van het voorwerp bent, hoe zwakker de zwaartekracht die je ervan voelt. Bijvoorbeeld: de aantrekkingskracht tussen de aarde en de maan is sterker dan die tussen de aarde en Jupiter, ondanks dat Jupiter veel massiever is dan de maan. Dit komt omdat de aarde dichter bij de maan staat dan bij Jupiter.

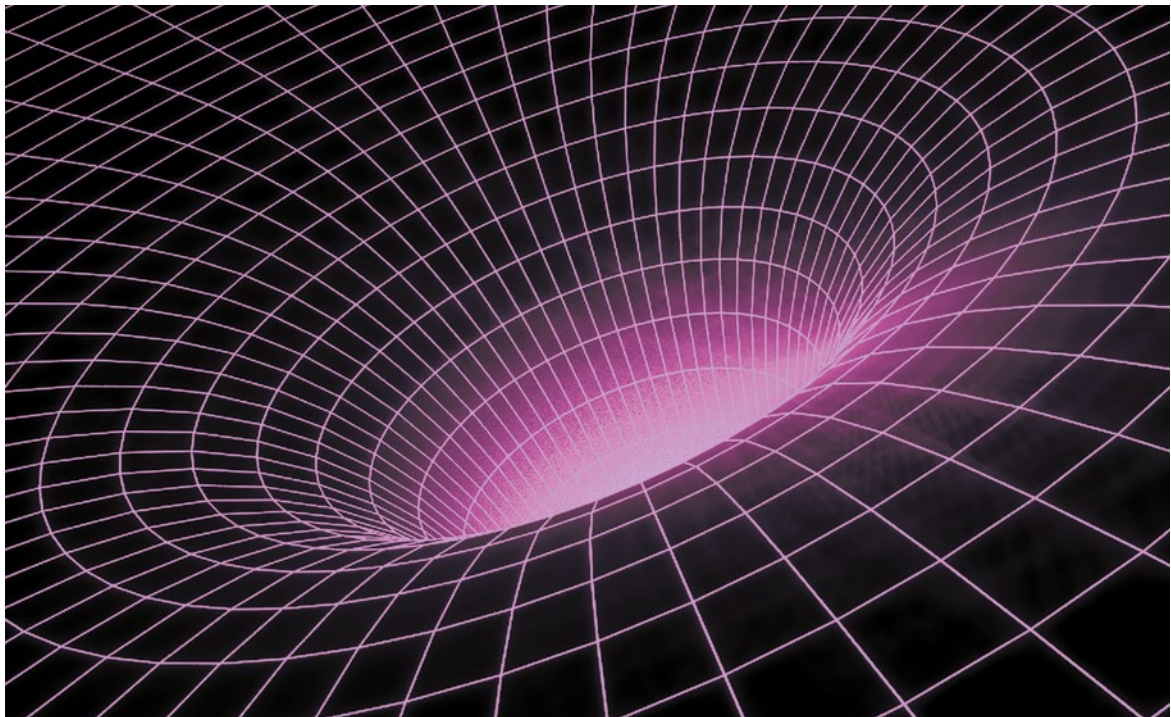
Hierboven is zwaartekracht uitgelegd als een kracht die ervoor zorgt dat objecten elkaar aantrekken. Dit noemen we ook wel de Newtoniaanse zwaartekracht, omdat hij door Isaac Newton werd opgesteld (met als klassiek voorbeeld de appel die op het hoofd van Newton valt, omdat de aarde de appel aantrekt). Begin vorige eeuw introduceerde Albert Einstein echter een nieuwe manier om zwaartekracht uit te leggen. Hij bedacht dat een voorwerp de ruimte (of eigenlijk: de ruimtetijd) kan vervormen.

Ruimte bestaat uit drie dimensies (omhoog-omlaag, links-rechts en vooruit-achteruit). 3D dus. Als je de vierde dimensie, tijd, toevoegt, heb je iets dat ruimtetijd wordt genoemd. Dit klinkt misschien vreemd, maar stel je voor dat je iemand ontmoet; je moet weten op welke plek je ze kunt ontmoeten, maar je moet ook weten op welk tijdstip!

Albert Einstein was de eerste die in zijn 'Algemene relativiteitstheorie' het idee van ruimtetijd voorstelde. Vóór Einsteins

theorieën geloofde men al dat zwaartekracht een bestaande kracht was, zoals uitgelegd door Isaac Newton. Einsteins algemene relativiteitstheorie voegt hieraan iets toe. Het verklaart zwaartekracht als de 'kromming van ruimtetijd'. Dit kun je je voorstellen door ruimtetijd als vel rekbare stof voor te stellen. Zware ballen die je op de stof legt veroorzaken een kuiltje (een kromming), net zoals voorwerpen de ruimtetijd buigen.

Wanneer je een knikker over de stof rolt, dan beweegt deze in een rechte lijn. Als je echter een zware bal in het midden van de stof legt, veroorzaakt deze kuiltje (een kromming). Wanneer je nu een knikker over de stof rolt, zal deze rond de zware bal gaan draaien en uiteindelijk in de kuil rollen. De beweging van de knikker wordt dus beïnvloed door de kromming veroorzaakt door de bal. Aangezien het laken twee dimensies heeft, en geen vier dimensies zoals de ruimtetijd, is dit een stuk beter voor te stellen. In feite gebeurt er echter hetzelfde. Een zwaar object, zoals de Zon, vervormt de ruimtetijd. Als de Zon er niet was geweest zou onze Aarde gewoon in een rechte lijn door de ruimte bewegen. Maar nu wordt de beweging van de Aarde beïnvloed door de kromming van de Zon. Net zoals de knikker rond de bal draaide, draait de Aarde rond de Zon. En aangezien de ruimte compleet leeg is, wordt de Aarde niet afgeremd. Daardoor blijft hij rond de Zon draaien, in tegenstelling tot de knikker, welke wordt afgeremd door de wrijving met de stof en daardoor tegen de bal valt.

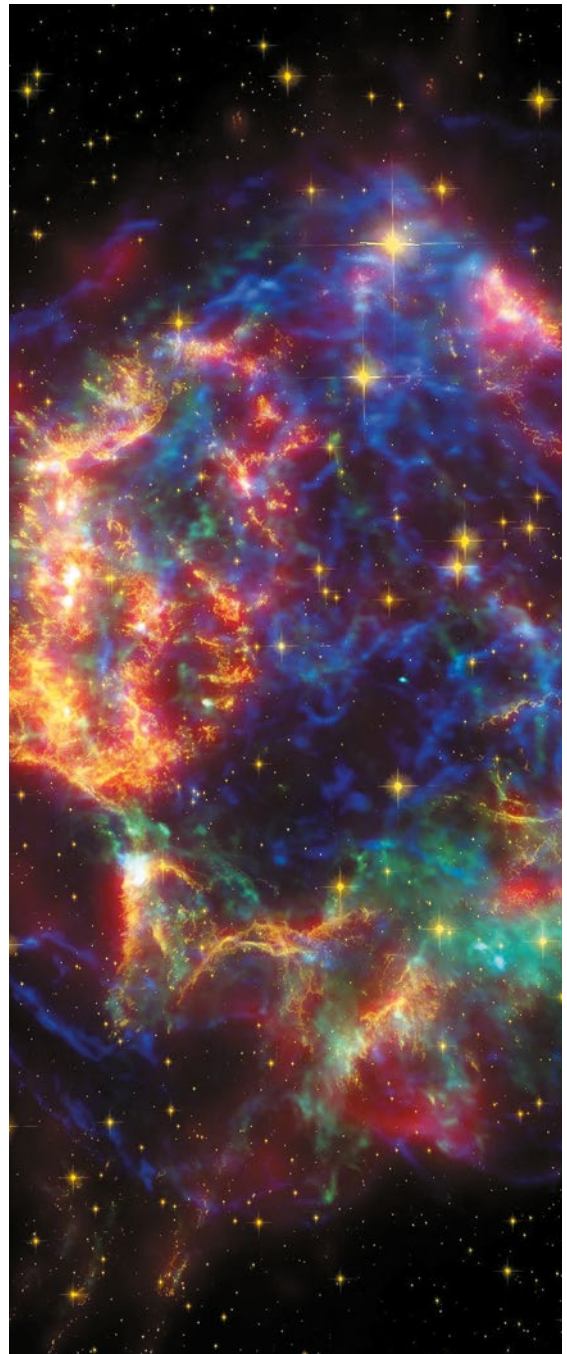


03 *Ster stort in*

Een ster bestaat uit vele lagen gas. In het midden van de ster bestaat een brandende kern, waar kernfusie optreedt: lichtere elementen worden samengevoegd om zo zwaardere elementen te vormen.

Dit proces veroorzaakt warmte waardoor er druk naar buiten ontstaat. Deze druk gaat de zwaartekracht tegen die het gas naar het midden van de ster trekt. Gedurende het leven van de ster zijn de druk en de zwaartekracht in balans, waardoor de ster zijn vorm en grootte behoudt. Dit is vergelijkbaar met een luchtballon die de vlam nodig heeft om de ballon opgeblazen en zwevend te houden. Als de vlam dooft, zal de ballon instorten en uit de lucht vallen, omdat er geen hete lucht meer is om de ballon opgeblazen te houden.

Wanneer zware sterren aan het eind van hun leven komen, vormt de kernfusie ijzer. Vanaf dat moment kost de kernfusie veel meer energie dan dat het energie kan opleveren. De ster produceert geen energie meer. Hierdoor wint de zwaartekracht van de ster het van de druk die eerst gemaakt werd door de kernfusie. De zware buitenste gaslagen van de ster worden nu niet meer overeind gehouden. De kern van de ster stort in elkaar en blaast de rest van de ster in een explosie uiteen. Zo'n grote explosie heet een supernova. Alle massieve sterren zullen aan het einde van hun leven op deze manier eindigen, maar alleen de meest massieve sterren zullen een zwart gat vormen. De kans dat je zo'n supernova ziet, is echter erg klein. Daarvoor moet de supernova namelijk op een voor ons gunstige positie in de Melkweg staan. Als de supernova dicht bij de Zon in de Melkweg staat, dan kun je hem vanaf Aarde zien als een heel helder lichtpunt die ongeveer even veel licht uitzendt als de Maan en die ongeveer een maand aan de hemel blijft staan. De laatste keer dat mensen overal ter wereld zo'n dichtbijge supernova zagen, was in het jaar 1054. Dit is dus erg zeldzaam. Maar misschien hebben we geluk: Betelgeuse, een ster die redelijk dicht bij ons staat en je 's nachts aan de hemel kunt zien in het sterrenbeeld Orion, zal ooit ontploffen als supernova. Er is een kleine kans dat dit binnen nu en 100 jaar gebeurt. Dat zou een enorm spectaculaire en zeldzame gebeurtenis zijn.

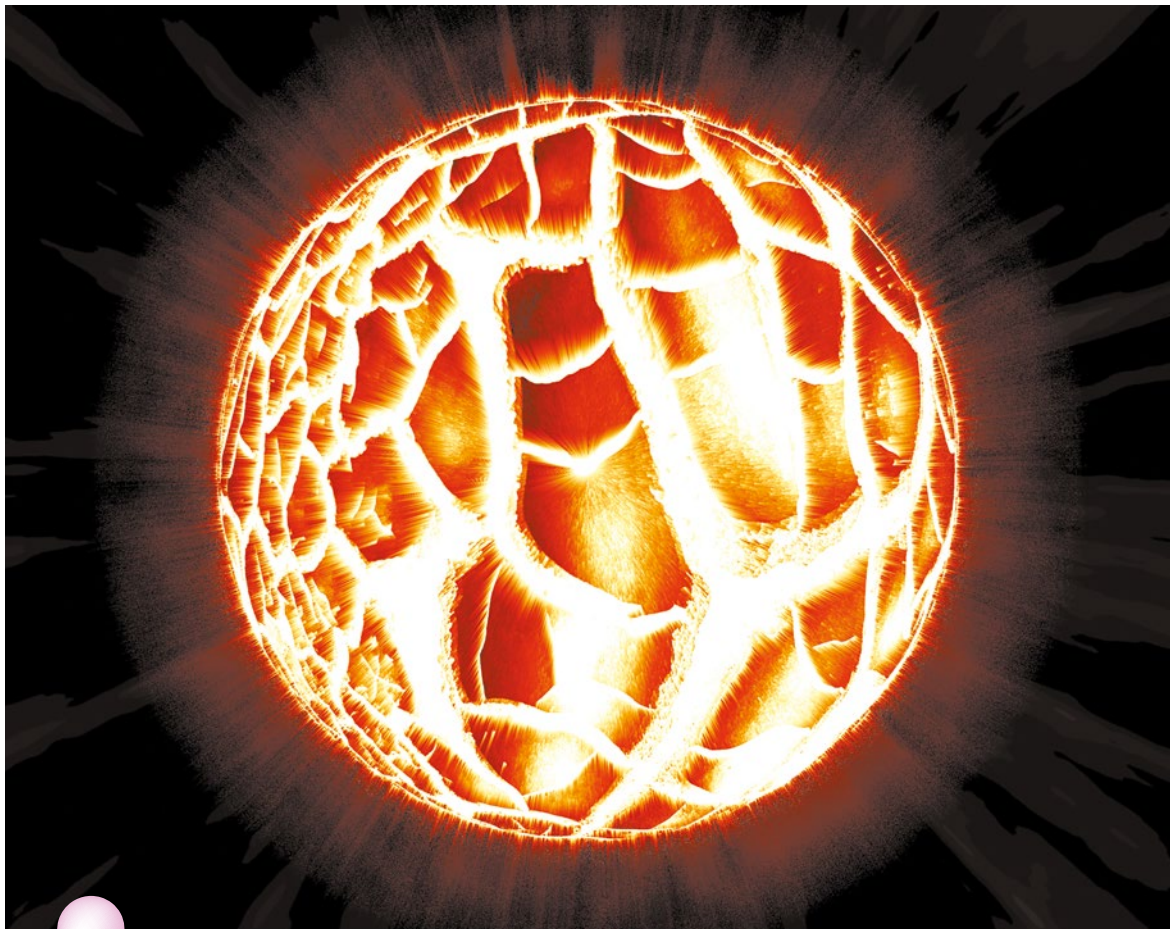


04 *Wat is massief?*

Een zwart gat is veel kleiner dan wat je zou verwachten van zo'n enorme massa. Je kunt het vergelijken met een kleine knikker die de massa heeft van de aarde! Een voorwerp met een grote massa op een heel klein oppervlak noemen we *massief*.

Wanneer zo'n enorme massa in een kleine ruimte wordt samengeperst, wordt de ruimte eromheen extreem gebogen (zoals een diepe put). Stel dat dezelfde massa als die van een zwart gat een grotere doorsnede heeft. Als de massa van zo'n voorwerp over een groter gebied wordt uitgesmeerd, dan is de zwaartekracht niet meer zo extreem. Het voorwerp is dan nog wel zwaar, maar minder massief. Als de massa zich over een groter gebied kan spreiden, zal de ruimte veel geleidelijker krommen (zoals een ondiepe

put) omdat de zwaartekracht minder extreem is. Omdat de enorme massa van zwart gat extreem geconcentreerd is in een klein volume, veroorzaakt het een extreme kromming in de ruimte. Die kromming zorgt ervoor dat niks kan ontsnappen aan de zwaartekracht als het eenmaal in die put is gevallen, zelfs geen licht. Zwarte gaten zijn niet per se zwaarder dan andere objecten in het heelal, maar hun massiviteit (de samenpersing van al zijn massa in een klein gebied) veroorzaakt hun extreme zwaartekracht.





Feitenbox

Hoe ver is het dichtstbijzijnde zwarte gat?

Het zwarte gat dat het dichtst bij de Aarde is ontdekt, staat op een afstand van ongeveer 1000 lichtjaar van ons vandaan. Een lichtjaar is een lengtemaat die sterrenkundigen vaak gebruiken om afstanden in de ruimte uit te drukken. Het staat voor de afstand die licht in één jaar aflegt: maar liefst 9,46 biljoen kilometer. De afstand van 1000 lichtjaar tot het dichtstbijzijnde zwarte gat is dus enorm groot! Dit zwarte gat staat ver buiten ons eigen Zonnestelsel, in de buurt van een andere ster. Als we met het snelste ruimteschip dat op dit moment bestaat naar dit zwarte gat zouden reizen, dan zou het tientallen miljoenen jaren duren om er te geraken. Het is dus onmogelijk om er een bezoek te brengen. Gezien deze enorme afstand vormt dit zwarte gat dus ook zeker geen gevaar voor ons leven op Aarde.

Hoe groot is het grootste zwarte gat? En hoe zwaar?

Er zijn verschillende soorten zwarte gaten. De allergrootste soort noemen we "superzware zwarte gaten". Zwarte gaten van deze soort zijn honderdduizenden tot miljarden keren zwaarder dan de Zon. Ter vergelijking: "normale" zwarte gaten, die bijvoorbeeld ontstaan na een supernova-explosie, zijn gewoonlijk maar een paar keer zwaarder dan de Zon. Superzware zwarte gaten bevinden zich in het midden van sterrenstelsels. Bijna elk sterrenstelsel in het Universum heeft wel een superzwaar zwart gat in zijn centrum staan. Ook in het centrum van ons eigen sterrenstelsel, de Melkweg, staat een superzwaar zwart gat, genaamd Sagittarius A*. Dit zwarte gat is meer dan 4 miljoen keer zwaarder dan de Zon.

Hoeveel zwarte gaten zijn er in ons melkwegstelsel? En in het hele universum?

Vrijwel elk sterrenstelsel in het universum, waaronder onze Melkweg, bevat een superzwaar zwart gat. Dit is een enorm groot zwart gat en staat in het centrum van het sterrenstelsel (zie de vraag 'Hoe groot is het grootste zwarte gat?'). Daarnaast bevatten sterrenstelsels veel meer kleinere en lichtere zwarte gaten. Dit zijn o.a. de 'normale' zwarte gaten die ontstaan bij een supernova-explosie (een stervende ster). Hoe veel er hiervan zijn, weten we niet precies: het is heel lastig om zulke zwarte gaten te vinden. In onze Melkweg zijn er pas enkele tientallen zwarte gaten ontdekt, maar in werkelijkheid zullen er veel meer voorkomen. Sterrenkundigen schatten dat er alleen al in de Melkweg tot wel honderden miljoenen zwarte gaten zijn. En waarschijnlijk bevat elk ander sterrenstelsel een vergelijkbare hoeveelheid zwarte gaten. Dat betekent dat er in het hele universum ontelbaar veel zwarte gaten voorkomen: het universum bevat honderden miljarden sterrenstelsels, met elk honderden miljoen zwarte gaten! (Overigens bevat een sterrenstelsel veel meer sterren en planeten dan zwarte gaten. Hiervan zijn er dus nog veel meer in het universum!)

Het zwarte gat zuigt licht op, maar wat is dan de rood-oranje gloed om het zwarte gat?

De gloed rond een zwart gat bestaat uit licht dat afkomstig is van een schijf van gas en stof rond een zwart gat. Zo'n schijf ziet er ongeveer hetzelfde uit als de ringen rond Saturnus. Het materiaal in de schijf draait rond het zwarte gat en als het te dichtbij komt, dan wordt het in het zwarte gat gezogen. Het gas in de schijf is zo heet dat het licht uitstraalt. Een gedeelte van dit licht zal in het zwarte gat verdwijnen. Maar de schijf staat ver genoeg van het zwarte gat, zodat een gedeelte van het licht nog aan het zwarte gat kan "ontsnappen". Met andere woorden: de schijf bevindt zich nog buiten de "horizon" van het zwarte gat, waardoor het licht ons nog kan bereiken. Dit is ook de manier waarop een zwart gat gefotografeerd kan worden: het zwarte gat zelf straalt geen licht uit, maar we zien wel de schijf die er omheen zit. We zien het zwarte gat zelf dus niet op de foto, maar de schijf verklaart zijn aanwezigheid.

Wat gebeurt er met je als je in een zwart gat gezogen wordt?

Ten eerste: deze vraag is puur hypothetisch. Zwarte gaten staan zo ver van de Aarde vandaan dat het onmogelijk is om ze te bezoeken met onze huidige ruimteschepen (zie het antwoord op de vraag *Hoe ver is het dichtstbijzijnde zwarte gat?*). Maar goed: stel je komt toch in de buurt van een zwart gat en je wordt erin gezogen. Dit is op z'n zachtst gezegd niet zo prettig. De zwaartekracht dicht bij een zwart gat is zo sterk, dat een mens de val in een zwart gat niet zal overleven. Voordat iemand binnenin het zwart gat terecht komt, zal deze namelijk "gespaghettificeerd" worden. Dit klinkt wellicht grappiger dan dat het in werkelijkheid is. Namelijk: hoe dichter je bij het zwarte gat komt, hoe sterker zijn zwaartekracht aan je zal trekken. Als je naar beneden valt, dan bevinden je voeten zich iets dichter bij het zwarte gat dan je hoofd. Aan je voeten wordt daardoor iets harder getrokken. Op een gegeven moment is het verschil in zwaartekracht tussen je hoofd en voeten zo sterk, dat je lichaam wordt "uitgerekt" tot een lange, dunne (spaghetti)slert. Overigens is er een uitzondering: waarschijnlijk gebeurt dit niet wanneer je in de allergrootste zwarte gaten (zie de vraag *Hoe groot is het grootste zwarte gat?*) wordt gezogen. Onderzoekers denken dat een mens de val in zo'n zwart gat misschien zou kunnen overleven.

Wat zit er in het midden van een zwart gat?

Kort gezegd: dat weet niemand. Zelfs voor wetenschappers is dit een groot mysterie. Onze huidige natuurwetten kunnen ons niet vertellen wat binnenin een zwart gat gebeurt. En waarschijnlijk zullen we er ook nooit precies achter komen. Namelijk: wat in een zwart gat verdwijnt, kan er nooit meer uit komen. Zelfs als het mogelijk zou zijn om iemand een kijkje te laten nemen binnenin een zwart gat, dan zouden we er nog niet achter komen hoe het eruit zag. Deze persoon kan er namelijk nooit meer uit komen om het ons te vertellen. Ook kan hij of zijn geen bericht sturen vanuit het zwarte gat, want ook (licht)signalen komen er niet uit en kunnen ons, de "achterblijvers", nooit bereiken.

Wordt alles uiteindelijk opgezogen door zwarte gaten?

Nee, daar hoeven we ons geen zorgen over te maken. Alleen dingen die (te) dicht bij het zwarte gat in de buurt komen, worden opgezogen door het zwarte gat. De meeste sterren en planeten in het universum staan ver genoeg weg van zwarte gaten, zodat ze niks van hun zwaartekracht merken. Ze worden dus niet aangetrokken door deze zwarte gaten, en kunnen daardoor dus ook niet opgezogen worden.

Kan je als kind de ruimte in?

In theorie zou dit kunnen, maar in de praktijk komt dit niet voor. Daar zijn meerdere redenen voor. Ruimtevaart kan erg gevaarlijk zijn. Je moet dus goed weten wat te doen in geval van nood. Vandaar dat astronauten doorgaans een jarenlange training ondergaan voordat ze de ruimte in mogen. Bovendien is het ontzettend duur om naar de ruimte te gaan. Toch is er misschien een klein lichtpuntje voor kinderen die ooit de ruimte in willen. Ruimtevaartuigen worden steeds veiliger en goedkoper. Er zijn zelfs al bedrijven die nadenken over ruimtetoerisme: mensen op “vakantie” laten gaan in de ruimte.

Is een vallende ster hetzelfde als een supernova (een stervende ster)?

Nee, dit zijn twee verschillende dingen. Anders dan de naam doet vermoeden, heeft een vallende ster niks met sterren te maken. Een vallende ster ontstaat wanneer een stuk steen uit de ruimte (ook wel meteor genoemd) op de Aarde valt. Door de hoge snelheid van de meteor ontstaat er wrijving met de lucht in de dampkring. Hierbij verbrandt de steen, waar licht bij vrij komt. Hierdoor zie je een streep van licht aan de hemel, alsof er een sterretje langs schiet. Een supernova daarentegen is compleet anders. Dit is geen klein steentje dat verbrandt in onze atmosfeer, maar een complete ster die ontploft heel ver weg in het heelal! In tegenstelling tot een vallende ster is het zeer zeldzaam om een supernova te kunnen zien. Het komt gemiddeld maar eens in de paar honderd jaar voor dat een supernova-explosie goed te zien is vanaf Aarde. De supernova vormt dan een heldere lichtbron die tot wel een maand te zien is aan de hemel. Dit is een zeer indrukwekkende gebeurtenis, dus als dit gebeurt, zal dit zeker in het nieuws komen!





Achtergrondinformatie lesmateriaal

Dit lesmateriaal is ontwikkeld door de Universiteit Leiden in samenwerking met de Universiteit van Amsterdam, Nikhef, VHTO, ECHO en verschillende onderwijsprofessionals binnen het onderzoeksproject *Expanding (Event) Horizons*. Dit onderzoek is gesubsidieerd onder de Nationale Wetenschapsagenda voor Onderzoek en Innovatie (2016), wat als doel heeft om de studentenpopulatie wat afstudeert binnen de bètatechniek net zo divers te maken als de Nederlandse populatie. De lessenserie is ontstaan door co-creatie sessies met experts op het gebied van educatie, wetenschapscommunicatie, diversiteit en inclusiviteit. Uit deze bijeenkomsten kwamen vijf principes die zijn verwerkt in de lessenserie:

- Gebruik van rolmodellen met verschillende achtergronden om diversiteit te benadrukken.
- Actief blootleggen van stereotypische ideeën over wetenschap en techniek. (voorbeeld van een stereotiep idee: “wetenschap wordt alleen gedaan door witte mannen.”)
- Benadrukken van competenties en vaardigheden van leerlingen.
- Betrekken van het gezin (ouders/verzorgers).
- Inzetten van onderzoekend en ontwerpend leren om actief leren te bevorderen.

Het lesmateriaal is eind 2019 getest in drie verschillende klassen. Hierna hebben wij het lesmateriaal verbeterd. Deze verbeterde versie ligt nu voor u. We hopen dat u en uw klas veel plezier hebben in het uitvoeren van de lessen. Voor vragen of opmerkingen over het lesmateriaal kunt u contact opnemen met Dr. Pedro Russo via russo@strw.leidenuniv.nl.



Colofon

Informatie:

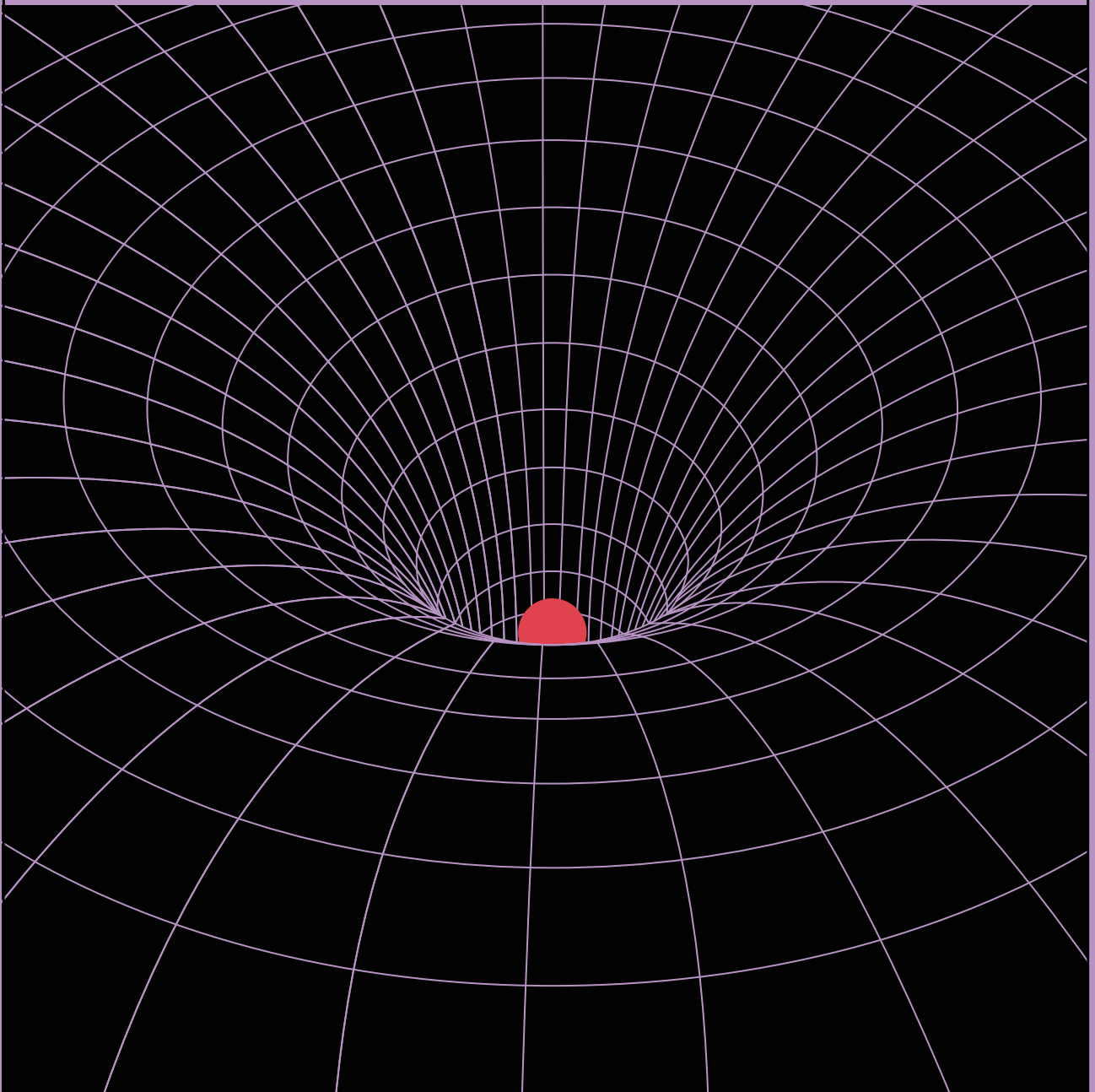
- <https://astroedu.iau.org/en/activities/1754/birth-of-a-black-hole/>
- <https://astroedu.iau.org/en/activities/1304/model-of-a-black-hole/>
- <https://www.quantumuniverse.nl/de-eerste-foto-van-een-zwart-gat>

Afbeeldingen:

- Zwaartekracht: skeeze via Pixabay
- Zwart gat: Gerd Altmann via Pixabay
- Supernova: Wikimages from Pixabay
- Massief: LoganArt from Pixabay
- Ruimte-tijd: Johnson Martin from Pixabay

LES 01

Reis naar een zwart gat — wie helpt er mee?





Inleiding

In deze eerste les zullen leerlingen kennismaken met de concepten 'zwarte gaten' en 'zwaartekracht'. Ook zullen ze aan de hand van een aantal oefeningen verschillende beroepen bedenken die te maken hebben met de ruimtevaart. Denk hierbij bijvoorbeeld aan astronaut, raketbouwer, ruimtepakontwerper, voedingsdeskundige, arts, onderzoeker, sterrenkundige en fotograaf.



Leerdoelen

- Leerlingen weten dat een zwart gat een plek is in het heelal met een grote zwaartekracht, dat voorwerpen en licht opzuigt.
- Leerlingen beroepen benoemen die te maken hebben met ruimtereizen.
- Leerlingen weten dat er allerlei verschillende typen mannen en vrouwen in de ruimtevaart kunnen werken.
- Leerlingen kunnen reflecteren op de les en dit koppelen aan een talent.








Vorbereiding en benodigdheden

- Lees de uitleg van de kernbegrippen in de algemene voorbereiding.
- Zorg dat de teams zijn ingedeeld en start elke les in die teams (zie algemene voorbereiding).
- Uitprinten werkblad persona's (werkblad 1), 1 per leerling of per tweetal.
- Schoolbord/digibord klaarzetten voor klassikaal schrijven.
- PowerPoint klaarzetten op slide 1, er is een internetverbinding en geluid nodig.
- Teammappen klaarleggen.



De les in 't kort

	Tijd	Activiteit	Werkvorm	Powerpoint slide
STEP 1	 10 min	Introductie: reis naar zwart gat. De leerlingen krijgen een introductie over de lessenserie <i>Reis naar een zwart gat</i> en (optioneel) maken een vragenmuur.	Klassikaal gesprek & (optioneel) vragenmuur maken	1, 2, 3

STEP 2	 10 min	Wat zijn zwarte gaten? De leerlingen maken kennis met zwarte gaten via een filmpje van het Jeugdjournaal, waarbij ze kijkvragen ('Wat is een zwart gat?' en 'Wat gebeurt er in en om een zwart gat?') en eventueel vragen van de vragenmuur meenemen.	Filmpje met kijkvragen	4
STEP 3	 30 min	OPTIONEEL! Energizer - Bewegen met rare zwaartekracht! De leerlingen bewegen alsof ze op de aarde, in het ruimteschip of bij het zwarte gat zijn.	Korte fysieke activiteit	5
STEP 4	 20 min	Kennismaking met beroepen uit de ruimtevaart. Eerst wordt de verbeelding van de leerlingen over ruimtevaart beroepen geprikkeld via een geleide fantasie. Daarna volgt een klassikale brainstorm over ruimtevaart beroepen.	Geleide fantasie, verhaal voorlezen & brainstormen	6, 7
STEP 5	 15 min	Persona maken. De leerlingen kiezen een ruimtevaart beroep uit de brainstorm en maken hierbij een persona. Het bespreken van de persona's kan klassikaal of in teams. Hierbij ligt de focus op de verschillen en overeenkomsten tussen de persona's.	Werkblad invullen & klassikaal gesprek OF in teams	8
STEP 6	 10 min	Reflectie. Reflecteer met de leerlingen over de les. Wat vonden ze leuk om te doen deze les? Welk talent/welke vaardigheid zorgde ervoor dat het zo leuk was?	Klassikaal gesprek	—



Uitgebreide beschrijving per lesonderdeel

1. Introductie: Reis naar een zwart gat

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 10 min)
Benodigdheden	–
PowerPoint slide	1, 2, 3
Link werkboek	Opdracht 1a

In dit eerste lesonderdeel krijgen de leerlingen een introductie in de lessenserie als geheel en in de eerste les. Daarna start een klassikaal gesprek om te ontdekken wat ze op dit moment weten over zwarte gaten en waar ze nieuwsgierig naar zijn.

TIP

Tijdens een klassikaal gesprek komt het vaak voor dat een aantal leerlingen meer op de voorgrond treden dan anderen. Om ervoor te zorgen dat alle leerlingen, jongens en meisjes, actief meedoen met een klassikaal gesprek geven we hier een twee alternatieven voor het opsteken van de vinger.

Neem het heft in handen en geef actief de beurt aan leerlingen. Wissel hierbij steeds tussen jongens en meisjes.

Schrijf de namen van alle leerlingen op een ijslolly stokje en plaats deze in een beker. Pak willekeurig een stokje uit de beker en geef die leerling een beurt. Doe altijd elk stokje weer terug in de beker, zo blijven ook de leerlingen die al een beurt hebben gehad actief meedoen.

Stap voor stap:

- Vertel aan de leerlingen dat ze tijdens dit project in 6 lessen een missie naar een zwart gat gaan voorbereiden. In de eerste 3 lessen leren ze over zwarte gaten, ruimtevaart beroepen en de talenten die nodig zijn bij een missie naar een zwart gat. In de 4e en 5e wordt er gewerkt aan het oplossen van een ontwerpprobleem voor de missie naar het zwarte gat. De uitkomsten van de ontwerpopdracht worden in de laatste les gepresenteerd aan de ouders en een echte beroepsbeoefenaar.
- Laat PowerPoint slide 2 zien met het overzicht van de les en vertel kort wat de leerlingen kunnen verwachten.
- Laat PowerPoint slide 3 zien met de vraag 'Wat is een zwart gat?'. Start een klassikaal gesprek (of eerst in tweetallen overleggen) om te ontdekken wat de leerlingen op dit moment weten over zwarte gaten en vraag wat ze graag te weten zouden willen komen.

- Vragen die aan de leerlingen gesteld kunnen worden zijn:
 - Wie heeft er wel eens gehoord van een zwart gat?
 - Wat denken jullie wat een zwart gat zou kunnen zijn? Waarom denk je dat?
 - Waar denken jullie dat een zwart gat te vinden is? Waarom denk je dat?
 - Wat zou er gebeuren in/bij een zwart gat? Waarom denk je dat?

OPTIONEEL!

Komen er veel vragen over zwarte gaten vanuit de leerlingen? Maak dan een vragenmuur in de klas waar deze verzameld kunnen worden. Leerlingen kunnen op die manier in hun eigen tijd zelfstandig op onderzoek uitgaan en de antwoorden delen met de hele klas.

2. Wat zijn zwarte gaten?

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 20 min)
Benodigdheden	—
PowerPoint slide	4
Link werkboek	Opdracht 1b & 1c

Via een filmpje van het Jeugdjournaal maken de leerlingen kennis met zwarte gaten. In het filmpje wordt uitgelegd hoe de eerste foto van een zwart gat is gemaakt en wat zwarte gaten eigenlijk zijn. Voordat de leerlingen de video gaan kijken krijgen ze een aantal kijkvragen.

Stap voor stap:

- Vertel de leerlingen dat ze een filmpje gaan kijken van het Jeugdjournaal over zwarte gaten. Tijdens het kijken moeten proberen het antwoord op hun kijkvraag te ontdekken.
- Verdeel de kijkvragen over de klas en zorg dat elke leerling zijn aandacht op één vraag richt. De kijkvragen:
 - Wat is een zwart gat?
 - Hoe werkt een zwart gat?
 - (Eventueel vragen vanuit de vragenmuur)
- Start het filmpje op PowerPoint slide 4.
- Bespreek de antwoorden op de kijkvragen.

OPTIONEEL!

Komen er extra vragen over zwarte gaten vanuit de leerlingen? Voeg deze dan weer toe aan de vragenmuur.



OPTIONEEL!

3. Energizer – Bewegen met rare zwaartekracht!

Werkvorm	Korte fysieke oefening
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 30 min)
Benodigdheden	—
PowerPoint slide	5
Link werkboek	Opdracht 2

Een energizer kan ingezet worden wanneer je merkt dat het energieniveau en de motivatie van de leerlingen wat is afgezwakt. Het zorgt ervoor dat de leerlingen weer fris en fruitig met het volgende lesonderdeel aan de slag gaan. Dit onderdeel is optioneel! Als de leerlingen nog actief meedoen is het niet direct nodig om een energizer in te zetten. Eventueel kan het ook op later moment in deze les of een van de volgende lessen ingezet worden.

Stap voor stap:

- Laat de PowerPoint slide 5 zien waarop de aarde (normale zwaartekracht), een ruimteschip (gewichtsleloosheid) en een zwart gat (extreem sterke zwaartekracht) zijn afgebeeld. Vertel dat er verschil is in zwaartekracht op deze verschillende plekken. Vraag aan de leerlingen of ze weten wat dit verschil is en wat er gebeurt als ze zelf op die plekken zouden zijn.
- Vraag alle leerlingen te gaan staan. Ze gaan nu op verschillende manieren bewegen alsof ze op één van de drie plekken zijn. Noem verschillende combinaties van een beweging en een plek. Laat de leerlingen elkaar nadoen als ze het lastig vinden.
- Mogelijke combinaties:
 - Pirouettes maken + aarde
 - Lopen + ruimteschip
 - Springen + zwart gat
 - Hinkelen + aarde
 - Uitstrekken + zwart gat
 - Dansen + ruimteschip

4. Kennismaking met ruimtevaart beroepen

Werkvorm	Geleide fantasie, verhaal voorlezen & brainstormen
Tijdsduur	min 20 (lestijd verstreken: 50 min)
Benodigdheden	Schoolbord/digibord voor klassikaal schrijven
PowerPoint slide	6, 7
Link werkboek	Opdracht 3

De leerlingen gaan nadenken over beroepen die met de ruimte/ruimtevaart te maken kunnen hebben. Wat moet er bijvoorbeeld allemaal gebeuren om bij een zwart gat te komen? Om de leerlingen te helpen met nadenken over de verschillende ruimtevaartberoepen wordt eerst hun fantasie geprikkeld via een geleide fantasie. Daarna volgt een klassikale brainstorm.

Geleide fantasie

Tijdens deze geleide fantasie worden de leerlingen meegenomen op reis door hun eigen verbeelding via een voorgelezen verhaal. Omdat de belevingswereld van elke leerling net anders is komen er allerlei verschillende vragen, ideeën en ervaringen naar boven.

Stap voor stap:

- Vertel de leerlingen dat ze gaan luisteren naar een verhaal over reizen naar een zwart gat. In het verhaal zitten verschillende opmerkingen en vragen die ideeën geven voor verschillende ruimteberoepen. Tijdens het luisteren mogen de leerlingen dus fantaseren over wat voor beroepen dat allemaal zouden kunnen zijn.
- Vraag de leerlingen om rustig te gaan zitten en hun ogen dicht te doen. Het is belangrijk om goed te luisteren en je te ontspannen.
- Start het filmpje op PowerPoint slide 6, dit filmpje heeft alleen geluid. Of lees het fantasieverhaal zelf voor.

HET FANTASIEVERHAAL

Stel je voor.. Je loopt op een mooie zomeravond op het strand. Misschien is het een strand waar je vaker komt. Ruik je de zeelucht? Wat hoor je? Voel het zand onder je voeten. Is het warm of koud? Misschien voelt het wel vochtig aan. Beweeg een moment met je tenen in het zand. Je loopt weer verder, een zacht briesje waait door je haar. Je voelt je de wind langs je huid en kleding gaan. Je kijkt omhoog en ziet de maan aan de hemel staan.

lets verder op het strand zie je plotseling een raket. Je loopt er naartoe. Je kijkt naar de raket. Hoe ziet de raket eruit? Hoe groot of klein is de raket? Welke kleuren heeft het en van welk materiaal? Hoe zou die gemaakt zijn? Je stapt in de raket en sluit de deur. Hoe ziet het er van binnen uit? Hoe kan de raket bestuurd worden? Je kruipt in een stoel. Je voelt het materiaal. Hoe zit de stoel? Is het zacht of hard? Voel je je veilig?

Opeens schiet de raket de lucht in. Je voelt de snelheid van de raket en kijkt uit het raampje. Wat zie je voorbij komen? Hoe voel je je? Je merkt dat je gewichtsloos bent. Je zweeft uit je stoel. Hoe voelt dat? Dan gaat er gaat een deur open en je ziet dat je niet alleen bent. Er zijn nog twee andere astronauten. Ze zijn blij dat je er bent. Hoe zien ze eruit? Wat hebben ze aan? Ze geven jou ook een pak. Hoe voelt het pak? Herken je het materiaal? Zit het lekker, of juist niet?

De astronauten vertellen dat jullie op reis zijn naar een zwart gat. Wat vind je daarvan? Hoe voel je je? Je krijgt een rondleiding door het ruimteschip. De astronauten leggen uit dat alles in het ruimteschip speciaal voor de ruimte is gemaakt. Welke ruimtes heb je allemaal? Je merkt dat alles heel anders is in het ruimteschip. Je ziet geen normale bedden. Waar ga je slapen? Kun je je ook wassen? Hoe kun je eten maken? Wat eet je eigenlijk? Je denkt aan je normale ontbijt. Zouden ze dat ook in het ruimteschip hebben?

De reis naar het zwarte gat duurt lang. Het is belangrijk dat iedereen gezond blijft, want je kunt niet zomaar naar de dokter. Dat betekent gezond eten en veel bewegen. Je denkt aan wat je normaal eet. Zou dat gezond genoeg zijn? Hoeveel sport je of beweeg je normaal? Wat doe je dan? Zou je dat ook in het ruimteschip kunnen doen? Je vraagt je af wat er bedacht is om in het ruimteschip te kunnen sporten en bewegen.

Je voelt dat de raket langzamer gaat. Je bent aangekomen bij het zwarte gat. Je zweeft naar de deur van het ruimteschip en ziet een apparaat. Het is een door jou bedacht apparaat waarmee je onderzoek kunt doen naar het zwarte gat. Welke ontdekking wil jij doen? Wat zie je het apparaat doen? Je kijkt weer naar het zwarte gat. Welke kleuren zie je? Hoor je ook iets? Is er ook een geur?

De raket versnelt weer. Terug naar de aarde. Je kijkt uit het raam en ziet een ruimtewezen. Hoe ziet het wezen eruit? Het wezen weet alles over de ruimte en zwarte gaten. Het nodigt je uit een om een vraag te stellen. Welke vraag, over wat wij nog niet weten, stel jij? Je hoort het antwoord en slaat het op.

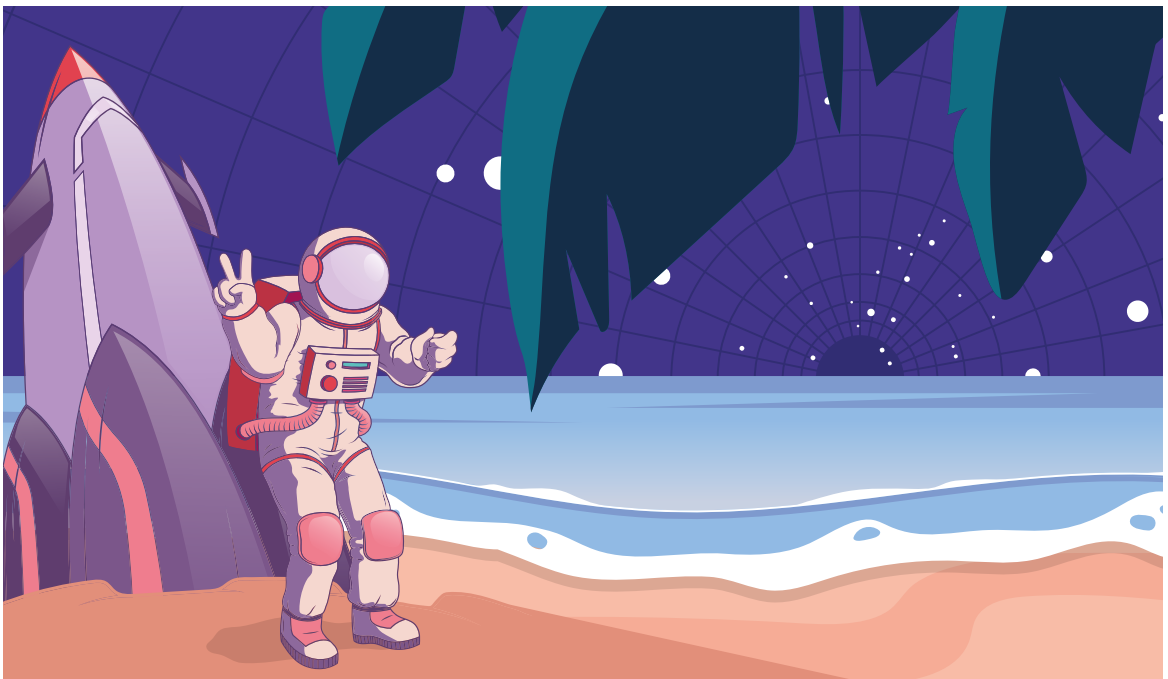
Je merkt dat je slaperig wordt en valt in slaap in de raket. Wat droom je? Wanneer je wakker wordt zie je de aarde. Het strand komt dichterbij. Je ziet het strand onder je en zachtjes landt de raket. Langzamerhand kom je weer terug naar het klaslokaal. Streck je zelf maar eens uit. Beweeg langzaam. En bij de vijfde tel open je je ogen. 1 2 3 4 5. Je bent weer terug in de klas.

Ruimteberoepen in het verhaal:

- Astronoot
- Raket bouwer
- Ontwerper
- Computerspecialist/programmeur
- Ruimtepak ontwerper
- Voedingsdeskundige
- Planner
- Bewegingsdeskundige
- Onderzoeker

Beroepen brainstorm

Na de geleide fantasie volgt een klassikale brainstorm om alle ideeën van de leerlingen over verschillende ruimtevaartberoepen te verzamelen.



Stap voor stap:

- Ga naar slide 7 van de PowerPoint of zorg voor een leeg schoolbord/digibord en zet 'ruimtevaart beroepen' in het midden van het bord.
- Vraag de leerlingen om hun ideeën over ruimtevaart beroepen te delen.
- Vragen die gesteld kunnen worden: Welke ruimtevaartberoepen kwamen er bij je naar boven tijdens het luisteren naar het verhaal? Wat moet er allemaal bedacht, onderzocht, gemaakt en gedaan worden om een reis naar een zwart gat mogelijk te maken? En wat als je onderweg bent? Of juist wanneer je bij het zwarte gat bent? Wie zijn er allemaal nodig om dat mogelijk te maken?
- Schrijf alle ideeën van de leerlingen op het bord.
- Geef zelf voorbeelden als het moeilijk blijkt voor de leerlingen om beroepen te bedenken. Kijk hiervoor bij de lijst onder het verhaal.

5. Persona maken

Werkvorm	Werkblad invullen & klassikaal gesprek of in teams
Tijdsduur	15 min (lestijd verstreken: 65 min)
Benodigheden	Uitgeprinte werkblad persona (werkblad 1), 1 per leerling of tweetal
PowerPoint slide	8
Link werkboek	Opricht 4

Het doel van deze opdracht is inzicht krijgen in hoe de leerlingen op dit moment denken over mensen die in verschillende ruimteberoepen werken. Lijken deze mensen op henzelf of zijn ze heel anders? Waarom denken de leerlingen dat? Door het maken van een persona komen deze verschillen en overeenkomsten naar boven. De leerlingen vullen individueel (of eventueel in tweetallen) het persona werkblad in.

WAT IS EEN PERSONA?

Het maken van een persona komt oorspronkelijk uit ontwerpwereld. Het wordt daar gebruikt om inzicht te krijgen in de verschillende gebruikers van een product of dienst. Een persona is een beschrijving van een bepaalde groep mensen en hun karakteristieke kenmerken. Deze beschrijving is gebaseerd op echte data van een groep gebruikers waaruit bepaalde patronen naar voren komen. Deze patronen worden omgezet in persona's. In dit onderdeel wordt het maken van een persona echter iets anders ingezet. De format van het persona werkblad wordt hier gebruikt om mogelijke stereotype gedachten van de leerlingen naar boven te halen, bijvoorbeeld: *'wetenschappers zijn blanke mannen die in een vila wonen'*. In dit geval is het persona dus gebaseerd op persoonlijke ideeën en vooroordelen, niet op echte data.

Voorbeeld van een persona uit de Your Turn methode van het Wetenschapsknooppunt TU Delft



Naam Groep

DINGEN DIE IK DOE:
in de pauze praat ik met mijn vriendinnen terwijl we aan de rekstok hangen.
Doodles tekenen.

IK VIND HET LEUK OM: te volleyballen met Lieke en Jan. Ik vind het heerlijk om heel hard te rennen en een mooie aanzet te geven.

IK HOOP DAT
Sporten gezellig is,
Winnen vind ik niet zo belangrijk.

GRAPPIG WEETJE OVER MIJ: Als we turnoefeningen doen, dan doen we wie het meest op een olifant lijkt. Ik ben er heel goed in en iedereen moet om mij lachen.

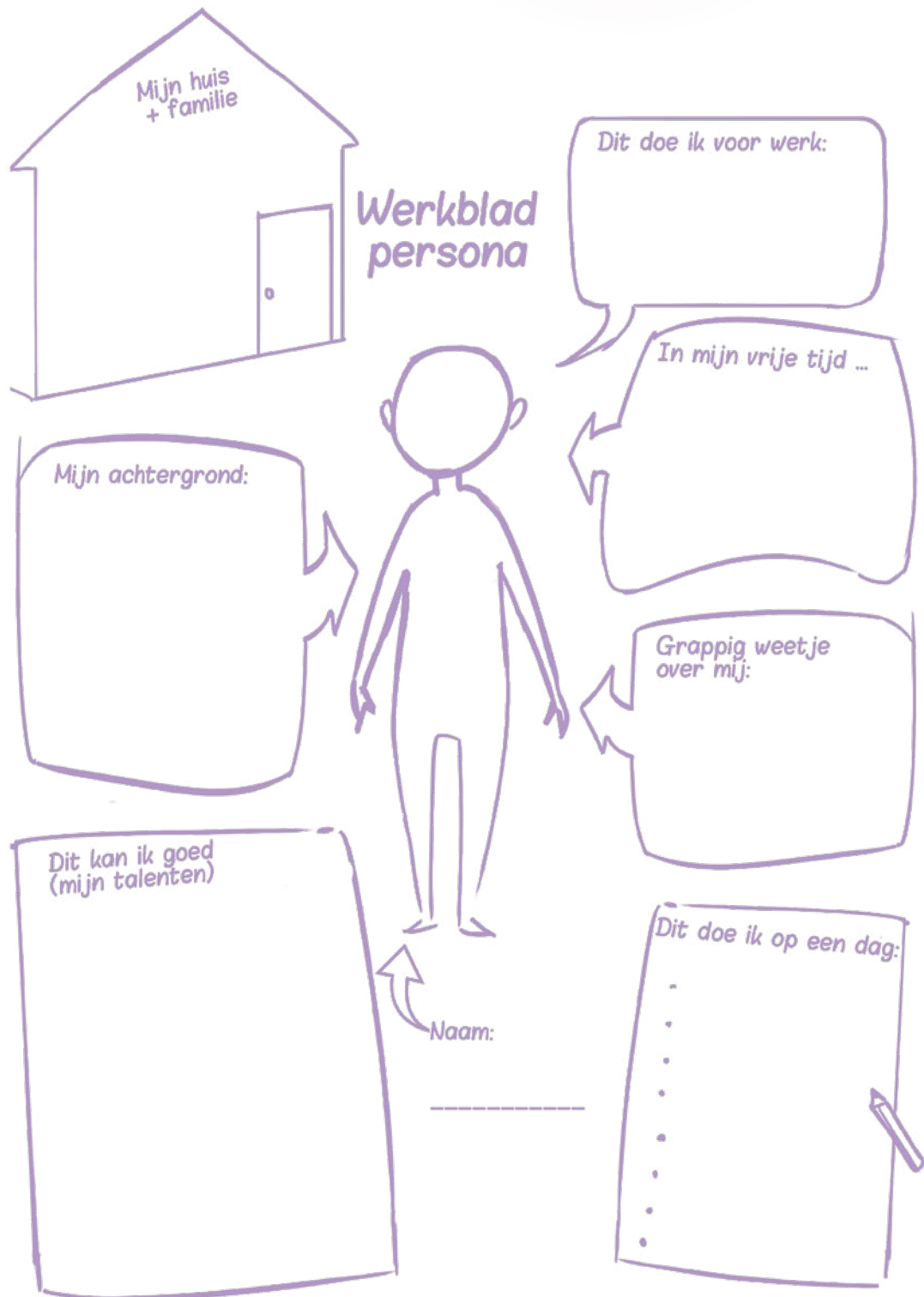


Josje, 11 jaar
gezelligheidsdier

HIER ZIT IK MEE
Ik ben pas op hockey gegaan, de kinderen daar zijn fanatiek. In de kantine gaat het alleen maar over de wedstrijd die ze volgende week in Den Haag moeten spelen. Ik weet niet of ik ermee door wil gaan.

DAGBOEK/AGENDA
- Lief dagboek, bewegen vind ik heerlijk.
- letter mijn entree
- eruit gooien en
- Samen lol maken
- Agenda:
- maandag: gym op school
- woensdag: skaten met lieke ☺
- zaterdag: hockey wedstrijd

Voorbeeld van een persona uit de Your Turn methode van het Wetenschapsknooppunt TU Delft



Voorbeeld van een persona uit de Your Turn methode van het Wetenschapsknooppunt TU Delft

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 8 zien met het voorbeeld van de persona uit een ander project en het lege persona werkblad. Leg uit dat de leerlingen een persona gaan maken over een ruimtevaartberoep. Ze beelden zich in wat een persoon met het gekozen ruimte beroep allemaal doet, wat voor vaardigheden en talenten hij/zij heeft, hoe hij/zij eruitziet. Ze verzinnen ook een naam en achtergrond voor hun persona, zodat deze echt voor hen gaat leven. Loop alle onderdelen van het persona langs.
- Laat de leerlingen een ruimtevaart beroep kiezen uit de brainstorm en deel ondertussen de persona werkbladen uit.
- Geef de leerlingen ongeveer 10min om te schrijven en tekenen.
- Bespreek kort de ingevulde persona's klassikaal of in teams. Focus hierbij op de verschillen en overeenkomsten tussen henzelf en de persona's en de persona's onderling.
- Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Hoe zien de persona's eruit? Waarom is het een man/vrouw? Zou jouw persona ook een ander uiterlijk kunnen hebben?
 - Welke talenten komen er veel voor in jullie persona's? En welke juist niet?
 - Wat voor hobby's heeft jouw persona buiten werk? Wat voor kind zou die persoon zijn geweest?
 - Zou iedereen dit kunnen zijn? Zou jijzelf of je buurman/vrouw dit kunnen zijn? Wat zou er hetzelfde zijn? Wat zou anders zijn?
- Laat de leerlingen de gemaakte persona's in hun eigen teammap bewaren of hang ze op in de klas.

6. Reflectie

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	min 10 (lestijd verstreken: 75 min)
Benodigheden	—
PowerPoint slide	—
Link werkboek	Opricht 5

Reflecteer met de leerlingen op de onderdelen van de les. Probeer de leerlingen tevens meer inzicht te laten krijgen in hun eigen talenten en te focussen op wat ze leuk vonden/wat er goed ging. In het begin kunnen leerlingen dit moeilijk vinden om te doen. Geef in dat geval een voorbeeld:

Gebeurtenis:	Eigenschap:
Ik vond het leuk dat ik deze les lekker mocht tekenen.	Ik kan goed tekenen. Ik ben een creatief persoon.
Ik vond het grappig om de persona zo gek mogelijk te maken.	Ik heb gevoel voor humor. Ik kan anderen aan het lachen maken.
Ik vond het leuk om met mijn buurvrouw samen te werken.	Ik kan goed samenwerken. Anderen kunnen goed met mij samenwerken.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek en reflecteer met de leerlingen op de verschillende onderdelen van de les. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wat vond jij leuk om te doen/goed gaan deze les? Welk talent/welke vaardigheid van jou zorgde daarvoor?
 - Wat vond je minder leuk om te doen/niet zo goed gaan deze les? Waardoor kwam dat? Wat de volgende keer anders kunnen?

Meenemen naar volgende les:

De teammappen met alle gemaakte materialen.



Ouderbetrokkenheid

Geef de leerlingen eventueel een extra uitdraai van het persona-werkblad mee voor thuis. Misschien vinden ze het leuk om er nog een te bedenken samen met hun ouders, vriendjes, burens, broers/zussen of andere familieleden.



Colofon

Filmpjes beroepsbeoefenaars:

Afbeelding:

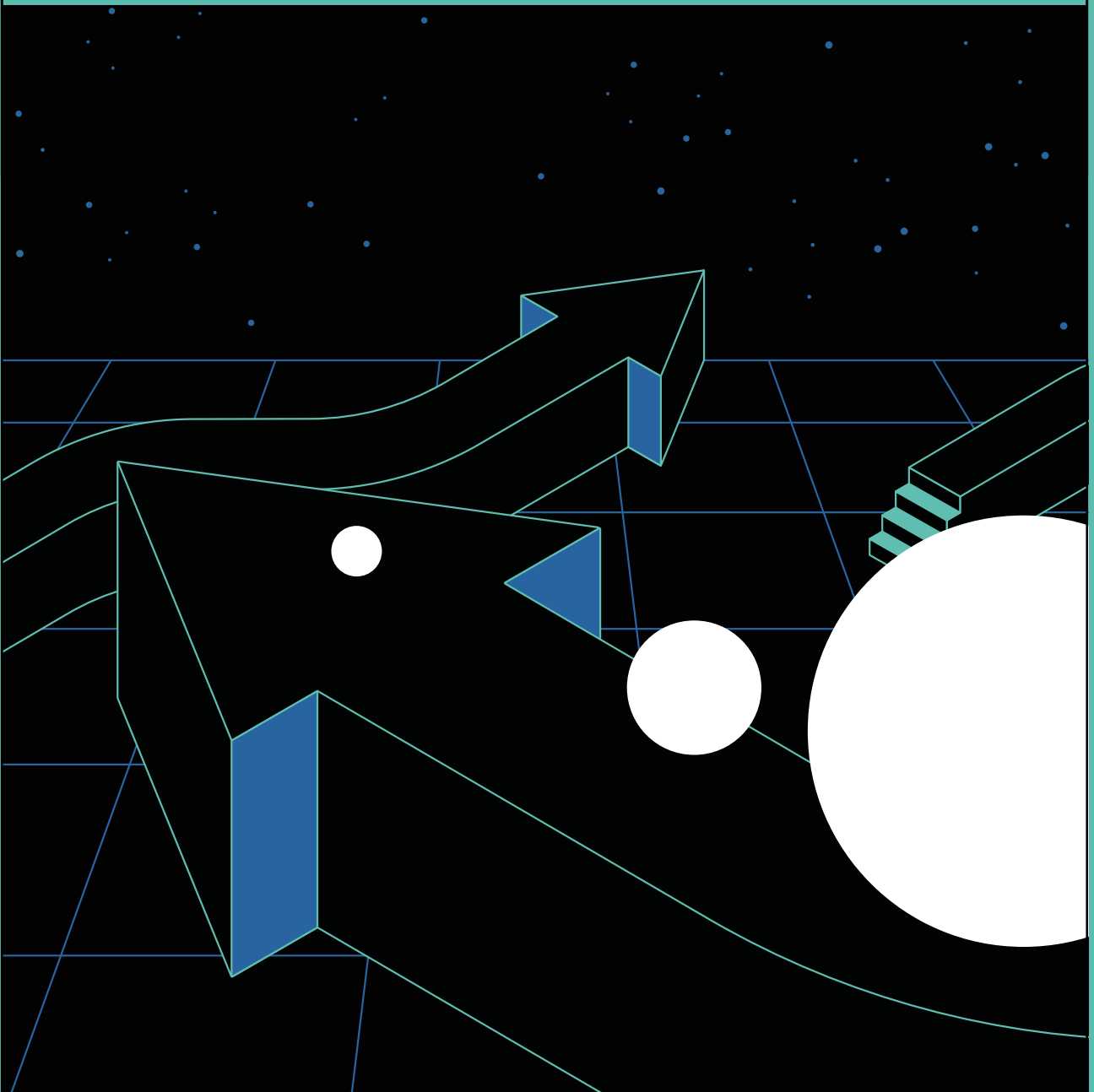
- Voorbeeld persona: Persona werkvorm uit Your Turn via Wetenschapsknooppunt TU Delft

Activiteit:

- Energizer – bewegen met rare zwaartekracht: Gebaseerd op Maandansen uit Ruimteproject via Wetenschapsknooppunt TU Delft.
- Geleide fantasie: Gebaseerd op Geleide fantasie uit Ruimteproject via Wetenschapsknooppunt TU Delft.

LES 02

Beroepen en talenten in de ruimtevaart





Inleiding

In deze les besteden we aandacht aan verschillende ruimtevaart beroepen en beroepsbeoefenaars. De leerlingen krijgen een aantal filmpjes te zien waarin mensen die in de ruimtevaart werken kort uitleggen wie ze zijn, wat ze doen, welke vaardigheden ze gebruiken in hun werk en wat hun persoonlijke achtergrond is (thuisituatie, opleiding, hobby's). Daarnaast gaan de leerlingen zelf aan de slag met het ontdekken van hun eigen talenten en die van hun klasgenoten.

01 Talent

Met talent bedoelen we een (deels) tot ontwikkeling gebrachte begaafdheid of aanleg. Talent gebruiken we in deze lessenserie niet in relatie tot anderen, maar in relatie tot jezelf.



Je hebt dus niet alleen talent als je tot de top in een bepaald gebied behoort, zoals iemand die in het nationale elftal speelt talent heeft voor voetballen. Je hebt talent in iets als je er beter in bent dan in iets anders. Bijvoorbeeld: je hebt talent voor regelen, want dit kun je beter dan bijvoorbeeld luisteren of nauwkeurig werken.

Een talent is dus iets waar je op dit moment, ten opzichte van andere vaardigheden goed in bent. Het kan best zijn dat u of de leerlingen zelf over een aantal jaren andere talenten benoemen. Kinderen zijn immers nog volop in ontwikkeling. Bovendien stimuleert de omgeving ze om bepaalde begaafdheden tot ontwikkeling te brengen en andere niet of minder.



Leerdoelen

- Leerlingen leren dat iemand meer is dan zijn/haar beroep, en dat de beroepsbeoefenaars ook andere hobby's hebben en verschillende achtergronden.
- Leerlingen kunnen benoemen dat 'talent' iets waar je op dit moment, ten opzichte van andere vaardigheden goed in bent. Ze leren dat je niet per se beter in iets moet zijn dan andere kinderen om er talent in te hebben.
- Leerlingen kunnen verschillende talenten van zichzelf benoemen en voorbeelden geven van situaties waarin ze die talenten gebruiken.
- Leerlingen kunnen een talent van een ander benoemen en voorbeelden geven van situaties waarin diegene dat talent gebruikt.
- Leerlingen kunnen beredeneren waarom een van hun talenten goed van pas zou komen bij het maken van een reis naar een zwart gat.






Vorbereiding en benodigdheden

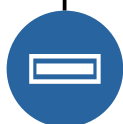
- Uitprinten van het werkblad talentenkaarten (werkblad 2), 2 vellen per leerling. 1 vel voor tijdens de les en 1 vel voor de huiswerkopdracht bij activiteit 3.
- Uitprinten van het werkblad talentenlijst (werkblad 3), 1 vel per leerling voor de huiswerkopdracht bij activiteit 3.
- Vul alvast een talentenkaart in voor elke leerling in uw klas. Deze kunt u tijdens de les uitdelen als voorbeeld. Het is misschien even wat werk, maar het is heel belangrijk dat u dit wel doet! Als u de talenten van leerlingen benoemt, geeft u elke leerling erkenning voor zijn of haar kunnen. Dit is belangrijk als u wilt dat leerlingen zichzelf gaan zien als wetenschappers en ontwerpers.
- Telefoon of camera' waarmee de leerlingen een kort filmpje kunnen opnemen.
- Schoolbord/digibord klaarzetten voor klassikaal schrijven.
- PowerPoint klaarzetten op slide 9, er is een internetverbinding en geluid nodig.
- Teammappen klaarleggen.



De les in 't kort

	Tijd	Activiteit	Werkvorm	Powerpoint slide
STEP 1	 10 min	Terugblik op de vorige les. Blik met de leerlingen terug op de vorige les. Wat hebben ze geleerd en gedaan? Wat is een zwart gat nog maar? En welke ruimtevaart beroepen hadden ze bedacht? OPTIONEEL! Misschien zijn er ook leerlingen die aan de slag zijn gegaan met vragen van de vragenmuur.	Klassikaal gesprek	9, 10
STEP 2	 20 min	Echte mensen uit de ruimtevaart. De leerlingen maken kennis met echte mensen die werken in de ruimtevaart via een aantal video's. Klopt dit met het beeld wat de leerlingen hadden van mannen en vrouwen die in de ruimtevaart werken? Deze vraag wordt besproken via verschillende kijkvragen en het maken van een vergelijking met de persona's die de leerlingen in de vorige les gemaakt hebben.	Filmpjes met kijkvragen & Klassikaal gesprek	11, 12

STEP 3	 20 min	Talenten ontdekken. Leerlingen gaan actief bezig met het herkennen van talenten in hun teamgenoten en zichzelf. Ze vullen hiervoor voor iedereen in hun team een talentenkaart in en uiteindelijk ook voor zichzelf. Ook is er een huiswerkopdracht om de ouders/verzorgers, broers/zussen van de leerlingen te betrekken bij het project.	Werkblad invullen & Klassikaal gesprek	13, 14
STEP 4	 10 min. uitleg + 10 min. per team	OPTIONEEL! Talentenvideo maken. De leerlingen kiezen één talent van zichzelf en bedenken hoe die van pas zou komen bij het maken van een reis naar een zwart gat. Dit mogen ze kort (max. 30 seconden) vertellen op een filmpje dat elk teams samen opneemt. U monteert achteraf de filmpjes achter elkaar zodat het gedeeld kan worden met de leerlingen en de ouders tijdens de laatste les als onderdeel van de tentoonstelling.	Filmpjes maken	—
STEP 5	 10 min	Reflectie. Reflecteer met de leerlingen over de les. Wat vonden ze leuk om te doen deze les? Welk talent/welke vaardigheid zorgde ervoor dat het zo leuk was? Besteed hierbij ook aandacht aan de samenwerking.	Klassikaal gesprek	—



Uitgebreide beschrijving per onderdeel

1. Terugblik op de vorige les

Werkvorm

Klassikaal gesprek

Tijdsduur

10 min (lestijd verstreken: 10 min)

Benodigdheden	—
PowerPoint slide	9, 10
Link werkboek	—

Blik met de leerlingen terug op de vorige les en vertel wat ze deze les kunnen verwachten.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek om met de leerlingen terug te blikken op de vorige les. Vragen die aan de leerlingen gesteld kunnen worden zijn:
 - Wat hebben we de vorige les geleerd en gedaan?
 - Wat is een zwart gat nog maar?
 - Welke ruimtevaart beroepen hadden we bedacht?
- Laat PowerPoint slide 10 zien met het overzicht van de les en vertel kort wat de leerlingen kunnen verwachten.

OPTIONEEL!

Is er een vragenmuur in de klas gemaakt? Misschien zijn er leerlingen die aan de slag zijn gegaan het uitzoeken van vragen of zijn er nieuwe vragen toegevoegd. Doe hier en korte rondvraag naar.

2. Echte mensen uit de ruimtevaart

Werkvorm	Filmpjes met kijkvragen & klassikaal gesprek
Tijdsduur	20 min (lestijd verstreken: 30 min)
Benodigdheden	—
PowerPoint slide	11, 12
Link werkboek	Opricht 1

In de vorige les hebben de leerlingen nagedacht over ruimtevaart beroepen en zijn er persona's gemaakt. In dit onderdeel maken ze kennis met echte mensen die werken in de ruimtevaart via twee filmpjes. Klopt dit met het beeld wat de leerlingen hadden van mannen en vrouwen die in de ruimtevaart werken? Bij elke video horen een aantal kijkvragen en een nabespreking. Daarnaast worden er vergelijkingen gemaakt met de gemaakt persona's. Pak deze er dus bij.

Stap voor stap:

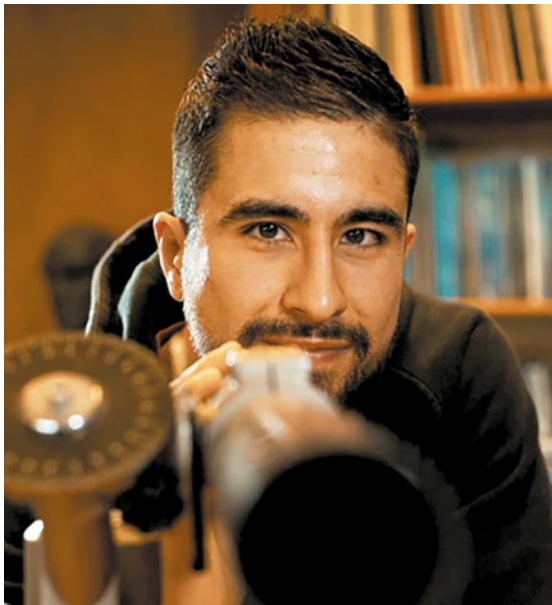
Filmpje 1: Hossein

- Vertel de leerlingen dat ze een filmpje gaan kijken waarin ze kennismaken met Hossein. Ze krijgen kijkvragen mee voor tijdens het kijken.

- De kijkvragen:
 - Wat voor werk heeft Hossein?
 - Wat vond je opvallend aan wat Hossein vertelde? (qua werk, achtergrond, hobbies, etc) Waarom vond je dat opvallend?
- Ga naar PowerPoint slide 11 en laat het filmpje zien over Hossein.
- Bespreek de kijkvragen klassikaal. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wat zijn overeenkomsten en verschillen tussen Hossein en jezelf?
 - Wat zijn overeenkomsten en verschillen tussen Hossein en het persona wat je de vorige les hebt gemaakt? Hoe komt dat?

Filmpje 2: Marcella

- Vertel de leerlingen dat ze nog een filmpje gaan kijken waarin ze kennismaken met Marcella. Ze krijgen kijkvragen mee voor tijdens het kijken.
- De kijkvragen:
 - Wat voor werk heeft Marcella?
 - Wat vond je opvallend aan wat Marcella vertelde? (qua werk, achtergrond, hobbies, etc) Waarom vond je dat opvallend?
 - Welke talenten en vaardigheden heeft Marcella nodig voor haa
- Ga naar PowerPoint slide 12 en laat het filmpje zien over Marcella.
- Bespreek de kijkvragen klassikaal. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wat zijn overeenkomsten en verschillen tussen Marcella en jezelf?
 - Wat zijn overeenkomsten en verschillen tussen Marcella en het persona wat je de vorige les hebt gemaakt? Hoe komt dat?



— Hossein



— Marcella

OPTIONEEL!

Willen de leerlingen nog meer echte mensen ontmoeten die werken in de ruimtevaart? Er zijn nog twee extra video's bijgevoegd in het lespakket, namelijk video 3: Sera en video 4: Vinita.

3. Talenten ontdekken

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	20 min (lestijd verstreken: 50 min)
Benodigheden	Uitgeprinte talentenkaarten (werkblad 2), 2 vellen per leerling. 1 vel voor tijdens de les en 1 vel voor de huiswerkopdracht; uitgeprinte talentenlijst (werkblad 3), 1 vel per leerling voor de huiswerkopdracht. Een door u ingevulde talentenkaart voor elke leerling.
PowerPoint slide	13, 14
Link werkboek	Opdracht 2

De leerlingen gaan in dit lesonderdeel actief bezig met het herkennen van talenten in hun teamgenoten en zichzelf. Ze vullen hiervoor voor iedereen in hun team een talentenkaart in en uiteindelijk ook voor zichzelf. Er is een lijst met 18 talenten waaruit gekozen kan worden. Ook is er een kleine huiswerkopdracht.

TALENTENLIJST



DOORZETTEN

Als iets niet makkelijk gaat, toch doorgaan.



ONTWERPEN

Een nieuw voorwerp, apparaat of gebouw bedenken.



HELPEN

Graag iets doen voor andere mensen.



NAUWKEURIG WERKEN

Netjes en precies werken, niets over het hoofd zien.



SPREKEN

Als je makkelijk voor een groep mensen durft te praten.



VRAGEN STELLEN

Je bent goed in vragen stellen om iets te weten te komen.



UITLEGGEN

Iets snel en makkelijk kunnen uitleggen.



IMPROVISEREN

Snel met een nieuw plan komen, als een eerder plan niet lukt.



SCHRIJVEN

Van een verhaal, gedicht of verslag.



REKENEN

Goed kunnen werken met sommen, grafieken, figuren en raadsels.



EXPERIMENTEREN

Graag dingen proberen.



ONDERZOEKEN

Nieuwsgierig zijn naar hoe iets kan ontstaan of gebeuren.



SAMENWERKEN

Makkelijk met andere mensen bezig zijn met een opdracht, zonder veel ruzie.



GOED MET COMPUTERS

Dat je handig bent met computers en bijvoorbeeld kunt programmeren.



MOTIVEREN

Door jouw woorden iemand enthousiast maken om iets te gaan doen.

TALENTENKAARTEN

TALENTKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:

TALENTKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:



TALENTKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:

TALENTKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:

— Gebaseerd op Talentenkaarten, uit het VHTO-project Talentenkijker

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 13 zien. In de video's benoemden Hossein en Marcella verschillende talenten die ze nodig hebben om te kunnen werken in de ruimtevaart. Bespreek met de leerlingen wat talenten zijn. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wie weet wat talenten zijn?
 - Wanneer heeft iemand ergens talent voor? Hoe merk je dat?
- Laat de PowerPoint slide 14 zien waarop de talentenkaart en de lijst met 18 talenten staat afgebeeld. Vertel dat de leerlingen straks talentenkaarten gaan invullen. Loop eerst de talenten langs om te kijken of iedereen ze begrijpt. Geef daarna een concreet voorbeeld voor het invullen van een talentenkaart met een talent uit de lijst. Kies hiervoor een leerling uit de klas als voorbeeld. Wat doet deze leerling zodat u dit talent bij haar/hem ziet? Geef ook de ruimte: 'Iedereen heeft vele talenten, ik heb er nu slechts één gekozen en het kan best zijn dat je dit talent (nog) niet bij jezelf herkent.'
- Leg aan de leerlingen uit dat ze voor iedereen in hun team een talentenkaart invullen, uitknippen, overhandigen en uitleggen. Vraag de leerlingen erop te letten dat iedereen in het groepje uiteindelijk verschillende talenten heeft gekregen. We kunnen immers allemaal veel meer dan één ding goed. Als laatste vullen leerlingen nog een talentenkaart voor zichzelf in.
- Deel de geprinte talentenkaarten (1 vel per leerling) uit en laat ze deze invullen. Geef hier ongeveer 10 a 15 minuten de tijd voor.
- Geef als leerkracht gedurende de les ook aan alle leerlingen een door u ingevulde talentenkaart.
- Bespreek de talentenkaarten wanneer de leerlingen klaar zijn met invullen. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Welk van de talenten die je gekregen hebt, vind je het leukst of verrassend? En waarom?
 - Welk van de talenten zou van pas komen bij het meewerken aan een missie naar een zwart gat?
- Wanneer activiteit 4 niet gedaan wordt, vraag dan de leerlingen de ingevulde talentenkaarten te bewaren in hun teammap.

Huiswerk

Geef een talentenkaart en de lijst met 18 talenten mee naar huis zodat de ouders/verzorgers, broers/zussen van de leerlingen ook een talentenkaart kunnen invullen.

OPTIONEEL!

4. Talentenvideo maken

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min uitleg + 10 min per team (lestijd verstreken na uitleg: 60 min)
Benodigheden	Telefoon of camera
PowerPoint slide	—
Link werkboek	Opdracht 3

Deze activiteit is optioneel en kan naar eigen inzicht wel of niet gedaan worden. De leerlingen kiezen één talent van zichzelf en bedenken hoe die van pas zou komen bij het maken van een reis naar een zwart gat. Dit mogen ze vertellen in een filmpje dat ze als teams opnemen. U monteert achteraf de filmpjes aan elkaar (bijvoorbeeld in Windows Movie Maker) zodat het gedeeld kan worden met de leerlingen en de ouders tijdens de laatste les als onderdeel van de tentoonstelling. Omdat de teams zullen rouleren tijdens het filmen kan dit lesonderdeel ook op een ander moment gedaan worden.

Stap voor stap:

- Maak ter voorbereiding een kleine filmopstelling in de klas, de gang of een andere plek in de school. Voor het filmen kan bijvoorbeeld een telefoon gebruikt worden.
- Leg uit wat de bedoeling is en geef een concreet voorbeeld: 'één van mijn talenten is improviseren, dat is handig tijdens een missie naar een zwart gat omdat er in de ruimte vaak onverwachte dingen gebeuren'.
- Laat de teams hun filmpje opnemen. Geef aan dat de elk team maximaal 10min de tijd heeft om hun filmpje van 30 seconden te maken. Maak eventueel een schema met een tijdsindeling en volgorde van de teams.
- Zorg dat alle filmpjes goed bewaard blijven.

5. Reflectie

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 70 min)
Benodigdheden	—
PowerPoint slide	—
Link werkboek	Opdracht 4

Reflecteer met de leerlingen op de onderdelen van les. Schenk daarnaast ook aandacht aan het samenwerken.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek en reflecteer met de leerlingen op de verschillende onderdelen van de les. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wat vond jij leuk om te doen/goed gaan deze les? Welk talent/welke vaardigheid van jou zorgde daarvoor?
 - Wat vond je minder leuk om te doen/niet zo goed gaan deze les? Waardoor kwam dat? Wat de volgende keer anders kunnen?
 - Hoe ging het samenwerken in je team? Wat voor cijfer zou je de samenwerking geven? Wat zou jij kunnen doen om de samenwerking de volgende keer nog beter te laten gaan?

Meenemen naar volgende les:

De teammappen met alle gemaakte materialen.



Ouderbetrokkenheid

Laat de leerlingen thuis ook aan hun ouders/verzorgers vragen een talentkaart voor hen in te vullen. Geef ze de vraag mee: zie je andere talenten bij mij dan die ik al gekregen heb?



Colofon

Informatie:

- Talenten: afkomstig uit het VHTO-project Talentenkijker

Filmpjes beroepsbeoefenaars:

- Interviews met: Hossein Hashemi, Student sterrenkunde en data science bij de Universiteit Leiden. Marcella Wijngaarden, Onderzoeker sterrenkunde bij de Universiteit van Southampton. Sera Markoff, Professor sterrenkunde bij de Universiteit van Amsterdam Vinita Marwaha Madill, Ontwerper binnen de ruimtevaart en oprichter van platform Rocketwomen
- Videograaf: Hans Schepp, www.hansschepp.com
- Grafisch ontwerp: Aneta Margraf-Druc, Universiteit Leiden en Science Now

Afbeelding:

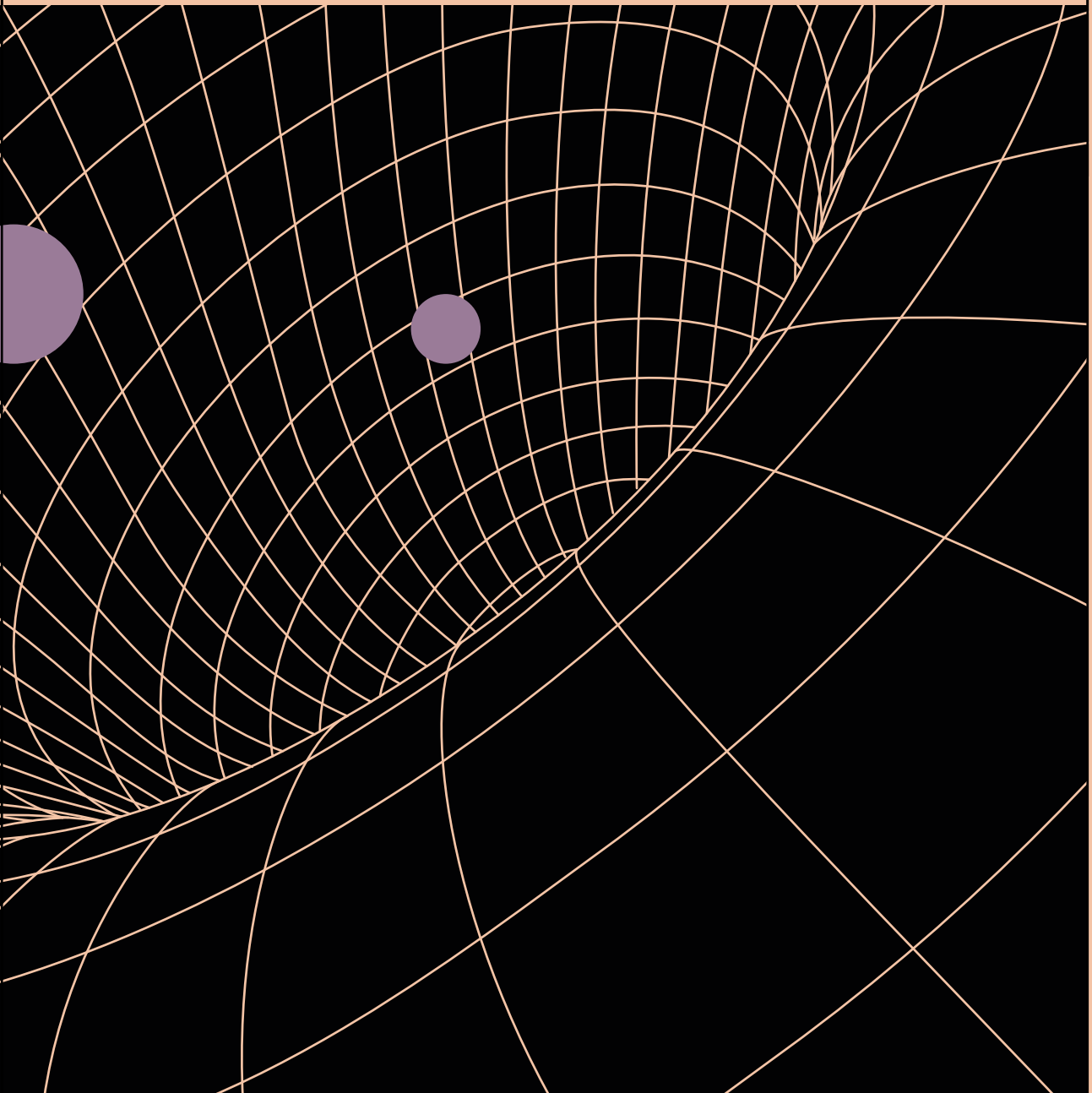
- Talent: Michal Jarmoluk via Pixabay

Werkblad:

- Talentenkaarten: Gebaseerd op Talentenkaarten, uit het VHTO-project Talentenkijker
- Talentenlijst: Gebaseerd op de Talentenlijst, uit het VHTO-project Talentenkijker

LES 03

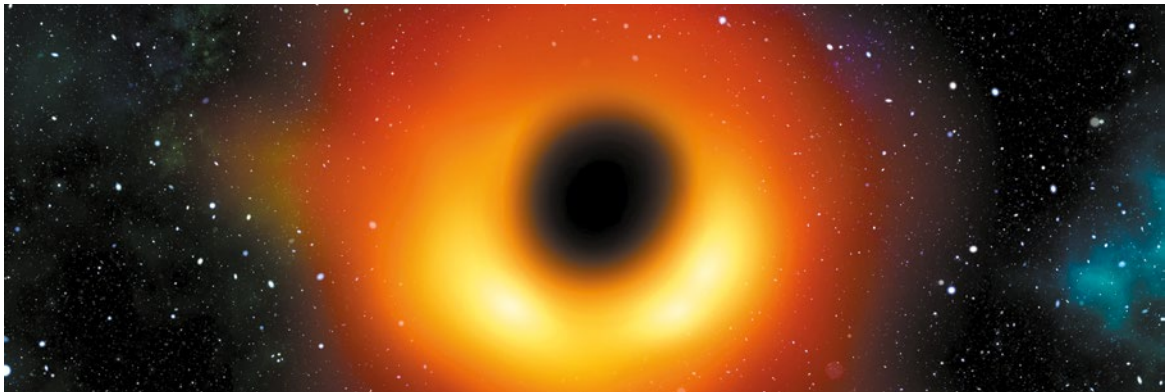
Experimenteren met zwarte gaten





Inleiding

In deze les zullen de leerlingen een aantal experimenten doen waarbij ze een zwart gat nabootsen. Dit is in zekere zin de meest theoretische les van de lessenserie, omdat we dieper ingaan op de werking van zwarte gaten. De leerlingen doen actieve experimenten en verklaren wat ze zien gebeuren en hebben geleerd. Daarnaast maken de leerlingen een zogenaamde 'kenniskaart'. Op deze kaart schrijven de leerlingen op welke kennis zij hebben verzameld. Hieraan kunt u zien of de leerlingen de kernbegrippen hebben begrepen. Belangrijke begrippen die aan bod komen zijn zwarte gaten, het instorten van een ster, zwaartekracht en massiviteit.



Zwart gat



Leerdoelen

- Leerlingen doen interactieve, hands-on experimenten om kennis te maken met de concepten zwarte gaten, zwaartekracht en massief.
- Leerlingen bouwen een model van de ruimtekromming rond een massief object met veel zwaartekracht, zoals een zwart gat (Experiment 1).
- Leerlingen leren over het ontstaan van een zwart gat door het sterven van een ster na te bootsen (Experiment 2).
- Leerlingen kunnen de ervaring en kennis vanuit de experimenten omzetten in een concept map waarin de begrippen zwart gat, zwaartekracht en massiviteit uitgelegd worden.



Vorbereiding en benodigdheden

- Lees de uitleg van de kernbegrippen in de algemene voorbereiding.
- Lees de uitleg van de experimenten uit activiteit 2 en oefen deze zo nodig.
- Benodigdheden voor de twee experimenten uit activiteit 2 verzamelen en klaarzetten (zie hieronder).
- Uitprinten werkblad stappenplan experiment 1 (werkblad 4), 1 per team.
- Uitprinten werkblad stappenplan experiment 2 (werkblad 5), 1 per team.
- Uitprinten werkblad kenniskaart op A3-formaat (werkblad 6), 1 per tweetal of team.
- PowerPoint klaarzetten op slide 15, er is een internetverbinding en geluid nodig.
- Teammappen klaarleggen.

BENODIGDHEDEN VOOR DE EXPERIMENTEN UIT ACTIVITEIT 2:

Let op! Mogelijk is er een dubbele hoeveelheid van het materiaal voor de experimenten nodig wanneer dit bijvoorbeeld in teams wordt uitgevoerd.

Experiment 1: een model van een zwart gat


- Een ronde afwasteil of pan (diameter minimaal 30 cm)
- Een rekbaar laken (bijvoorbeeld: een hoeslaken)
- Groot elastiek (om het laken om de ronde afwasteil of pan vast te maken)
- Een aantal kleine knikkers
- Twee of meer zwaardere ballen met ongeveer hetzelfde gewicht, maar verschillende grootte (bijvoorbeeld: een grote zware knikker, een jeu-de-boulesbal, tennisbal, een kleine (voet)bal of een dikke prop aluminiumfolie,)




Experiment 2: van ster naar zwart gat

- Rol aluminiumfolie
- Ballon
- Speld of veiligheidsspeld
- Digitale keukenweegschaal



De les in 't kort

	Tijd	Activiteit	Werkvorm	Powerpoint slide
STEP 1	 10 min	Terugblik op de vorige les. Blik met de leerlingen terug op de vorige les. Wat hebben ze geleerd en gedaan? Wie hebben ze ontmoet in de video's? Wie weet zijn/haar talenten nog? En zijn er nog talentenkaarten vanuit huis meegenomen? Blik ook nog kort terug op de samenwerking in de vorige les. Wie weet wat hij/zij kan doen om de samenwerking deze les nog beter te laten gaan? OPTIONEEL! Misschien zijn er ook leerlingen die aan de slag zijn gegaan met vragen van de vragenmuur.	Klassikaal gesprek	15, 16

STEP 2	 30 min	Experimenten over zwarte gaten. Leerlingen doen twee experimenten over zwarte gaten om zo nog beter te begrijpen hoe (1) zwarte gaten ontstaan en (2) hoe ze precies werken.	Experimenten uitvoeren	17, 18
STEP 3	 20 min	Kenniskaart maken. In tweetallen of teams maken de leerlingen een concept map waarin ze uitwerken wat ze tot nu toe hebben geleerd over zwarte gaten, zwaartekracht en massiviteit.	Werkblad invullen	19, 20
STEP 4	 10 min	Reflectie. Reflecteer met de leerlingen over de les. Wat vonden ze leuk om te doen deze les? Welk talent/welke vaardigheid zorgde ervoor dat het zo leuk was? Besteed hierbij ook aandacht aan de samenwerking.	Klassikaal gesprek	—



Uitgebreide beschrijving per lesonderdeel

1. Terugblik op de vorige les

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 10 min)
Benodigheden	—
PowerPoint slide	15, 16
Link werkboek	—

Blik met de leerlingen terug op de vorige les en vertel wat ze deze les kunnen verwachten.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek om met de leerlingen terug te kijken op de vorige les qua inhoud en samenwerking. Vragen die aan de leerlingen gesteld kunnen worden zijn:
 - Wat hebben we de vorige les geleerd en gedaan?
 - Wie hebben we ontmoet in de filmpjes?
 - Wie weet zijn talenten nog? En zijn er nog talentenkaarten vanuit huis meegenomen?
 - Wie weet nog wat hij/zij kan doen om de samenwerking deze les nog beter te laten gaan?
- Laat PowerPoint slide 16 zien met het overzicht van de les en vertel kort wat de leerlingen kunnen verwachten.

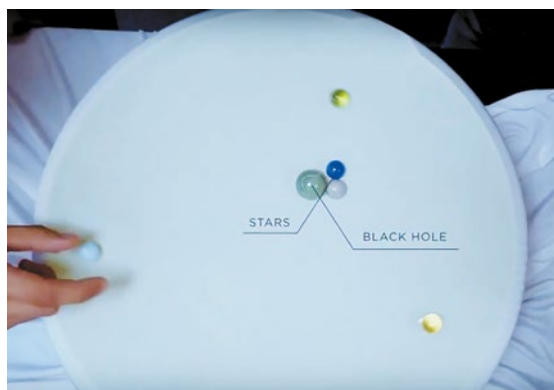
OPTIONEEL!

Is er een vragenmuur in de klas gemaakt? Misschien zijn er leerlingen die aan de slag zijn gegaan het uitzoeken van vragen of zijn er nieuwe vragen toegevoegd. Doe hier en korte rondvraag naar.

2. Experimenten over zwarte gaten

Werkvorm	Experimenten uitvoeren
Tijdsduur	30 min (lestijd verstreken: 40 min)
Benodigheden	Materialen voor het uitvoeren van de experimenten; Uitgeprinte werkblad stappenplan experiment 1 (werkblad 4), 1 per team; Uitgeprinte werkblad stappenplan experiment 2 (werkblad 5), 1 per team.
PowerPoint slide	17, 18
Link werkboek	Opdracht 1 & 2

In de vorige twee lessen hebben de leerlingen al een introductie gehad op zwarte gaten. In dit onderdeel gaan de leerlingen dieper in op de werking (experiment 1) van zwarte gaten en op het ontstaan (experiment 2). Naar eigen inzicht kunnen de experimenten klassikaal, in twee groepen of in de teams uitgevoerd worden. Maak afhankelijk van deze indeling meerdere 'stations' in het lokaal waar de experimenten uitgevoerd kunnen worden en zorg dat hier ook de stappenplannen voor beide experimenten klaarliggen.



Experiment 1



Experiment 2

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 17 zien en vertel dat er zo experimenten worden gedaan over zwarte gaten. Inventariseer wat de leerlingen nog weten over zwarte gaten. Vragen die gesteld kunnen worden zijn:
 - Wie weet nog wat een zwart gat is?
 - Waar zijn zwarte gaten?
 - Wat doet een zwart gat? / Hoe werkt het?
- Vul de missende informatie aan of laat zo nodig nogmaals het filmpje van het Jeugdjournaal uit de eerste les zien (PowerPoint slide 4).
- Vertel dat de leerlingen nu (klassikaal, in twee groepen of in hun teams) twee experimenten gaan uitvoeren aan de hand van de uitgeprinte stappenplannen (werkblad 4 en 5). In experiment 1 'Een model van een zwart gat' onderzoeken de leerlingen de extreme zwaartekracht van een zwart gat. In experiment 2 'Van ster naar zwart gat' onderzoeken de leerlingen het ontstaan van een zwart gat. De kernbegrippen die in de experimenten centraal staan zijn: zwaartekracht en massiviteit.
- Verdeel de leerlingen over de stations waar de experimenten uitgevoerd kunnen worden.
- Loop tijdens het uitvoeren rond om de leerlingen te helpen met het geven van de correcte uitleg van hun waarnemingen tijdens de experimenten. Het uitvoeren van de experimenten zou de leerlingen moeten helpen met het begrijpen van de kernbegrippen.
- Lukt het uitvoeren niet? Laat dan het filmpje van AUI astroEDU zien op PowerPoint slide 18. Hierin worden de twee experimenten gedemonstreerd en uitgelegd. Deze is echter wel Engelstalig.
- Wanneer de leerlingen klaar zijn met het uitvoeren van de experimenten kan een korte klassikale bespreking gehouden worden over de verschillende ervaringen.
- Ruim gezamenlijk alle materialen van de experimenten op.

3. Kenniskaart maken

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	20 min (lestijd verstreken: 60 min)
Benodigheden	Uitgeprinte werkblad kenniskaart op A3-formaat (werkblad 6), 1 per tweetal of team.
PowerPoint slide	19, 20
Link werkboek	Opdracht 3

Na het uitvoeren van de experimenten maken de leerlingen een zogenaamde 'kenniskaart' waarin duidelijk wordt of ze goed begrijpen hoe alle verzamelde kennis over zwarte gaten in elkaar zit. De kenniskaarten (werkblad 6) kunnen in tweetallen of in de teams gemaakt worden.

TEAM:

ZWAARTEKRACHT

Dit weten we over de zwaartekracht
(hoe het werkt, hoe het voelt,
waarom het niet overal hetzelfde is):

Dit weten we over de zwaartekracht
bij een zwart gat:

ZWART GAT

Dit weten we over zwarte gaten
(hoe ze ont-staan, waar ze zijn,
wat ze doen, wat er bijzonder aan is):



Dit weten we over de zwaartekracht
bij massieve objecten:

MASSIEF

Dit weten we over massief
(het verschil tussen massa en massief,
een voorbeeld van iets wat heel massief is):

Dit weten we over de massiviteit
(= hoe massief iets is) van een
zwart gat:



Voorbeeld van een uitgewerkte kenniskaart

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 19 zien waarop een kenniskaart afgebeeld staan. Leg uit dat de leerlingen alles wat ze nu weten over zwarte gaten, inclusief de kernbegrippen zwaartekracht en massief, gaan uitwerken in een kenniskaart door dit te tekenen en te schrijven. Geef aan dat het belangrijk is dat de ze goed samenwerken en duidelijk met elkaar overleggen over alles wat ze weten. Er kan bijvoorbeeld onderling een taakverdeling gemaakt worden.
- Deel de uitgeprinte kenniskaarten uit. Geef ongeveer 10 a 15 minuten de tijd om kenniskaarten in te vullen.
- Wanneer alle leerlingen klaar zijn kunnen de kenniskaarten besproken worden. Op PowerPoint slide 20 staat een voorbeeld van een uitgewerkte kenniskaart. Het bespreken van de kenniskaarten kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld:
 - Een klassikaal gesprek waarbij het voorbeeld van de uitgewerkte kenniskaart als leidraad kan dienen.
 - Korte presentaties van de kenniskaarten waarin de leerlingen elkaar tips en tops geven.
 - Ophangen van alle kenniskaarten zodat de leerlingen er post-its op kunnen plakken met tips en tops.
- Geef na de bespreking de leerlingen de tijd om hun kenniskaarten aan te passen. Daarna kunnen ze deze in hun teammap doen.

4. Reflectie

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 70 min)
Benodigdheden	—
PowerPoint slide	—
Link werkboek	Opdracht 4

Reflecteer met de leerlingen op de onderdelen van les. Schenk daarnaast ook aandacht aan het samenwerken.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek en reflecteer met de leerlingen op de verschillende onderdelen van de les. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wat vond jij leuk om te doen/goed gaan deze les? Welk talent/welke vaardigheid van jou zorgde daarvoor?
 - Wat vond je minder leuk om te doen/niet zo goed gaan deze les? Waardoor kwam dat? Wat de volgende keer anders kunnen?
 - Hoe ging het samenwerken in je team? Wat voor cijfer zou je de samenwerking geven? Wat zou jij kunnen doen om de samenwerking de volgende keer nog beter te laten gaan?

Meenemen naar volgende les:

De teammappen met alle gemaakte materialen.



Ouderbetrokkenheid

U kunt eventueel foto's maken terwijl de leerlingen met hun experimenten bezig zijn en deze als een soort 'nieuwsbrief' naar de ouders toe mailen. Als kinderen niet op de foto mogen, fotografeer hen dan van achteren met de focus op hun handen en het experiment waar ze mee bezig zijn.



Colofon

Afbeeldingen:

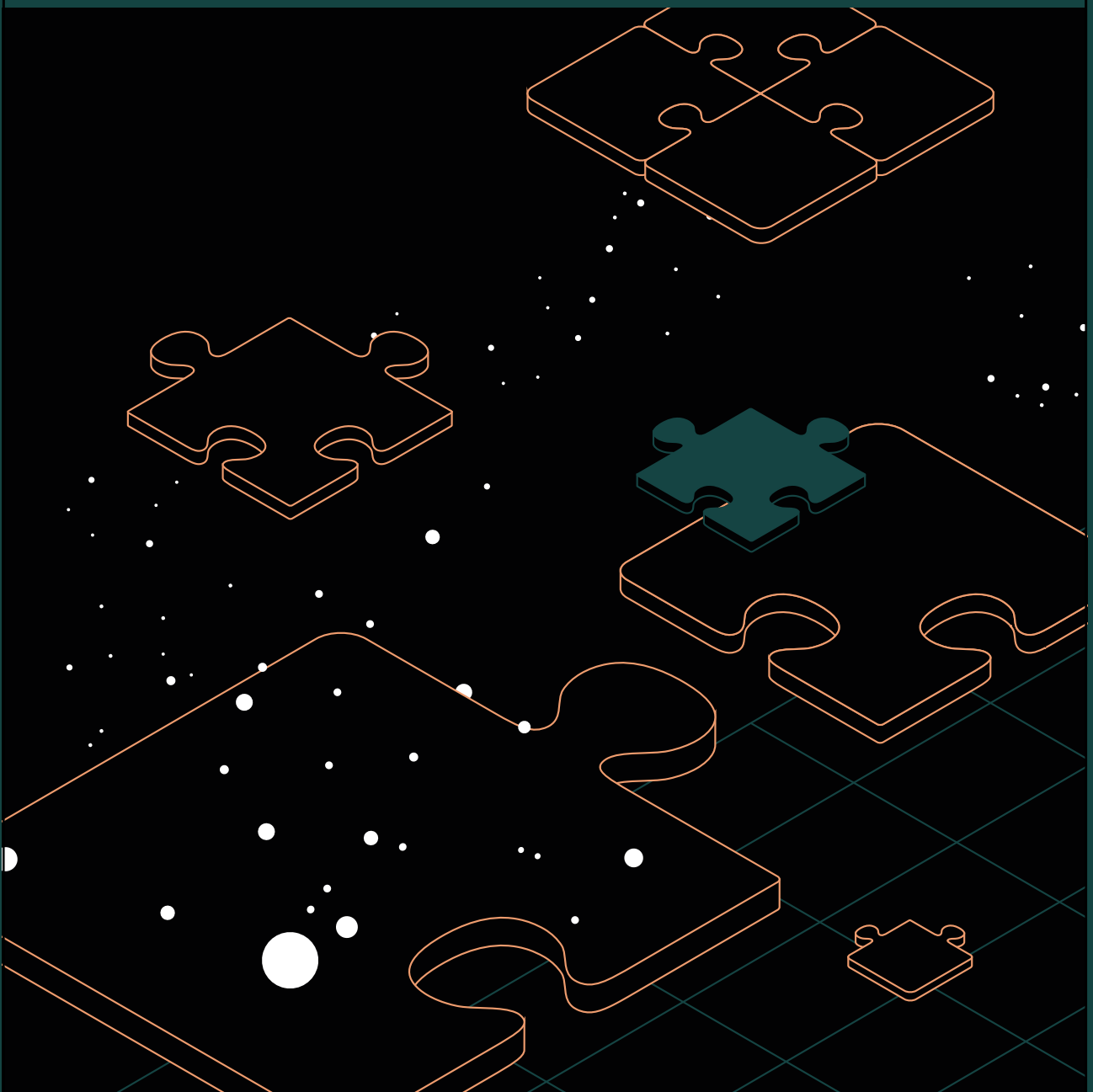
- Zwart gat: Gerd Altmann via Pixabay
- Experiment 1: video still van AUI astroEDU: Birth of a black hole via Youtube
- Experiment 2: video still van AUI astroEDU: Birth of a black hole via Youtube

Activiteit:

- Experiment 1: Gebaseerd op Model of a black hole van AstoEdu via www.astroedu.iau.org
- Experiment 2: Gebaseerd op Birth of a black hole van AstroEdu via www.astroedu.iau.org

LES 04

Ontwerpen voor de ruimtemissie





Inleiding

In deze les gaan de leerlingen aan de slag met de ontwerpmissie Reis naar een zwart gat. Ze kiezen hiervoor uit één van de twee deelprojecten en doorlopen in de deze en de volgende les de eerste drie stappen van de ontwerpcirkel. De ontwerpcirkel bestaat uit de volgende fasen:



In deze les kiezen de leerlingen in hun teams het probleem waarvoor ze iets gaan ontwerpen. Na een korte verkenningsfase gaan ze een heleboel ideeën verzinnen. Dit doen ze door middel van een brainstorm methode. De leerlingen kiezen de meest veelbelovende ideeën uit, en maken een eerste schets of prototype van deze ideeën. De stappen van de ontwerpcyclus geven de suggestie van een bepaalde volgorde, maar dit hoeft niet altijd zo te zijn! Sommige leerlingen hebben moeite met het ontwerp voor zich te zien en te tekenen. Voor hen is het vaak makkelijker om eerst een aantal prototypes te maken, en daarna te kijken wat daar eventueel beter aan kan. Andere leerlingen verliezen zichzelf misschien juist weer in het maken van vele schetsplannen: zij moeten juist aangespoord worden om op tijd te gaan bouwen. Laat leerlingen kiezen wat hun favoriete manier van werken is, zolang ze de keuzes die ze maken voor hun prototype wel kunnen verantwoorden.

Aanvullende informatie over ontwerpend leren:

Is dit uw eerste ontwerpproject? Of wilt u graag extra informatie ontwerpend leren? Dan raden wij u graag de volgende bronnen aan (klik voor de opening van de link):

- De leidraad onderzoekend en ontwerpend leren vanuit het Wetenschapsknooppunt Zuid-Holland.
- Filmpjes met uitleg over de ontwerpcyclus vanuit het Wetenschapsknooppunt TU Delft, deel 1 en deel 2.
- Uitgewerkte ontwerpprojecten of werkvormen uit de Your Turn methode van het Wetenschapsknooppunt TU Delft. Bij een aantal van deze werkvormen zijn ook instructiefilmpjes beschikbaar.





Leerdoelen

- Leerlingen begrijpen wat een ontwerper doet en wat een ontwerpproces is.
- Leerlingen kunnen verschillende ideeën verzinnen door middel van een brainstorm methode.
- Leerlingen kunnen ideeën selecteren op basis van argumenten om verder uit te werken in het ontwerpproces.
- Leerlingen kunnen het geselecteerde idee verder uitwerken en kiezen hiervoor een ontwerpaanpak.




Vorbereiding en benodigdheden

- Lees de uitleg over de selectietechnieken in activiteit 5 en bepaal welke selectiemethode het beste bij uw klas past. Zie ook bijlage 1 (keuzekruis) en bijlage 2 (stippenmethode) voor meer informatie.
- Voor keuzekruis: flip-over vellen of andere grote vellen papier, 1 per team.
- Voor stippenmethode: Ronde stickers, 6 per leerling of gekleurde stiften.
- Post-its of A4 papier in vieren gesneden, een stapel per team.
- Plakband, 1 rol per team of paperclips, maximaal 10 per team.
- Tekenspullen.
- Uitprinten werkblad deelprojecten (werkblad 7), 1 per team.
- Uitprinten werkblad idee uitwerken (werkblad 8), enkelzijdige print, 1 per team.
- PowerPoint klaarzetten op slide 21, er is een internetverbinding en geluid nodig.
- Teammappen klaarleggen.



De les in 't kort

	Tijd	Activiteit	Werkvorm	Powerpoint slide
STEP 1	 10 min	<p>Terugblik op de vorige les.</p> <p>Blik met de leerlingen terug op de vorige les. Wat hebben ze geleerd en gedaan? Wie kan zicht de experimenten nog herinneren? Wie weet nog hoe een zwart gat ontstaat? En hoe een zwart gat werkt? (Herhaling kernbegrippen). Blik ook nog kort terug op de samenwerking in de vorige les. Wie weet wat hij/zij kan doen om de samenwerking deze les nog beter te laten gaan?</p> <p>OPTIONEEL!</p> <p>Misschien zijn er ook leerlingen die aan de slag zijn gegaan met vragen van de vragenmuur.</p>	Klassikaal gesprek	21, 22

STEP 2	 10 min	Wat is ontwerpen? In deze les gaan de leerlingen aan de slag als ontwerpers voor de missie: Reis naar een zwart gat. Eerst krijgen ze een introductie over ontwerpen en de stappen van het ontwerpproces.	Klassikaal gesprek	23
STEP 3	 15 min	Probleem verkennen & formuleren De teams gaan nu aan de slag met de eerste stap van de ontwerpcirkel, het probleem verkennen & formuleren. Er zijn twee deelprojecten waaruit de teams kunnen kiezen. Voordat de keuze gemaakt kan worden volgt eerst een algemene introductie van de context van de problemen uit beide deelprojecten.	Filmpje & werkblad invullen	24, 25
STEP 4	 20 min	Ideeën verzinnen. Om de heel veel ideeën te kunnen verzinnen gebruiken ontwerpers vaak een brainstorm methode. In dit onderdeel maken de teams kennis met de post-it brainstorm en passen deze toe om zo ideeën te verzinnen.	Brainstormen	26, 27
STEP 5	 20 min	Idee selecteren. Ontwerpers gebruiken verschillende technieken om het beste idee (of combinatie van ideeën) te kiezen vanuit een grote verzameling met verzonden ideeën. In dit onderdeel maken de teams gebruik van het keuzekruis of de stippenmethode om hun beste idee(en) te selecteren.	Selecteren (overleggen)	28, 29, 30
STEP 6	 15 min	Concept uitwerken. Hoewel het selecteerde idee al heel goed kan zijn, is het nog maar een begin. Het is belangrijk om dit idee tijdens het ontwerpproces zo goed mogelijk uit te werken. De teams krijgen de mogelijkheid om hun concept uit te werken door het invullen van een werkblad.	Werkblad invullen	31, 32

STEP 7

10 min

Reflectie.

Reflecteer met de leerlingen over de les. Wat vonden ze leuk om te doen deze les? Welk talent/welke vaardigheid zorgde ervoor dat het zo leuk was? Besteed hierbij ook aandacht aan de samenwerking.

Klassikaal gesprek

—



Uitgebreide beschrijving per lesonderdeel

1. Terugblik op de vorige les

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 10 min)
Benodigheden	—
PowerPoint slide	21, 22
Link werkboek	—

Blik met de leerlingen terug op de vorige les en vertel wat ze deze les kunnen verwachten.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek om met de leerlingen terug te kijken op de vorige les qua inhoud en samenwerking. Vragen die aan de leerlingen gesteld kunnen worden zijn:
 - Wat hebben we de vorige les geleerd en gedaan?
 - Wie kan zich de experimenten nog herinneren?
 - Wie weet nog hoe een zwart gat ontstaat? En hoe een zwart gat werkt? (herhaling kernbegrippen)
 - Wie weet nog wat hij/zij kan doen om de samenwerking deze les nog beter te laten gaan?
- Laat PowerPoint slide 22 zien met het overzicht van de les en vertel kort wat de leerlingen kunnen verwachten.

OPTIONEEL!

Is er een vragenmuur in de klas gemaakt? Misschien zijn er leerlingen die aan de slag zijn gegaan het uitzoeken van vragen of zijn er nieuwe vragen toegevoegd. Doe hier en korte rondvraag naar.

2. Wat is ontwerpen?

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 20 min)
Benodigheden	—
PowerPoint slide	23
Link werkboek	Opdracht 1

In deze les gaan de leerlingen aan de slag als ontwerpers voor de missie: Reis naar een zwart gat. Eerst krijgen ze een introductie over ontwerpen en de stappen van het ontwerpproces. De tekst hieronder geeft uitleg over wat een ontwerper doet en kan gebruikt worden als naslagwerk.

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 23 zien en vertel de leerlingen dat ze deze les in hun teams aan de slag gaan als echte ontwerpers voor de missie *Reis naar een zwart gat*.
- Start daarna een open klassikaal gesprek over ontwerpen om te kijken wat de leerlingen weten over ontwerpen. Vragen die gesteld kunnen worden zijn:
 - Wat doet een ontwerper volgens jullie?
 - Waar werken ontwerpers?
 - Hoe gaat een ontwerper te werk?
 - Wie kent de ontwerpcirkel? Wat is het? Hoe kun je het gebruiken?
 - (Loop de stappen van de ontwerpcirkel langs)

Wat doet een ontwerper?

Bijna alles om ons heen ooit een keer ontwerpen. Niet alleen de tastbare dingen, maar ook diensten en ervaringen. Een ontwerper bedenkt en maakt oplossingen voor problemen en verlangens. De problemen en verlangens waaraan ze werken kunnen heel erg verschillend zijn. Van heel technisch (ontwerp een raket waarmee we naar Mars kunnen) tot heel sociaal (ontwerp iets wat eenzame ouderen helpt om nieuwe mensen te ontmoeten). Soms is het probleem of verlangen heel belangrijk en urgent (ontwerp iets wat zwerfend plastic uit de rivieren te halen) en soms wat minder (ontwerp iets waardoor je goed richten met en voetbal). Als gevolg daarvan zijn de oplossingen die ontwerpers bedenken en maken ook heel verschillend.

Hoe komt een ontwerper tot zijn ontwerp?

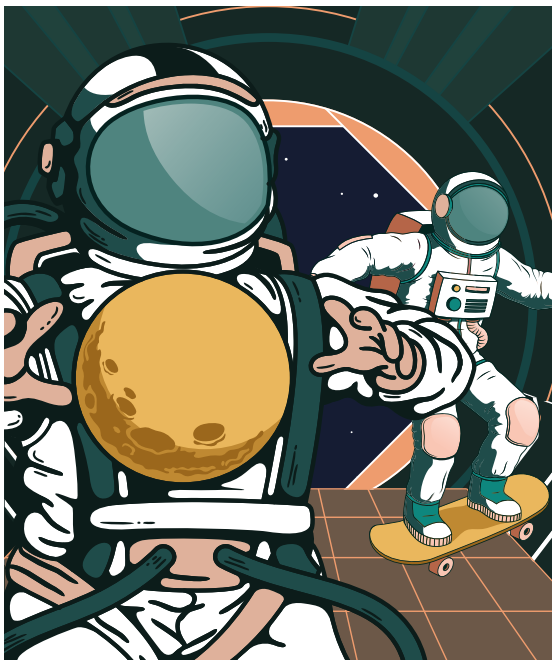
Ontwerpen is een heel creatief proces. Tijdens het creatieve ontwerpproces maakt en bedenkt een ontwerper iets bijzonders wat nog niet bestaat en wat ook nog een probleem oplost of een verlangen vervult. Echte goede en creatieve ontwerpen zijn dus nieuw, bijzonder en nuttig.

Om tot zo'n creatief ontwerp te komen doorlopen ontwerpers vaak een aantal stappen, die samen het ontwerpproces vormen. Om deze stappen zichtbaar te maken voor iemand die wil leren ontwerpen is de ontwerpcyclus gemaakt. Hoewel een ontwerpproces vaak globaal de stappen van de ontwerpcirkel volgt, in de praktijk zeker niet altijd het geval. Een ontwerper begint soms juist eerst met het maken van een prototype om zijn eerste ideeën alvast snel te testen en gaat daarna terug naar het verkennen van het probleem. Als je net begint met ontwerpen is het goed om wel precies de stappen van de ontwerpcirkel te volgen. Dat gaan we dan ook doen in dit ontwerpproject: Reis naar een zwart gat.

3. Probleem verkennen & formuleren

Werkvorm	Filmpje & werkblad invullen
Tijdsduur	15 min (lestijd verstreken: 35 min)
Benodigheden	Uitgeprinte werkblad deelprojecten (werkblad 7), 1 per team.
PowerPoint slide	24, 25
Link werkboek	Opdracht 2

De teams gaan nu aan de slag met de eerste stap van de ontwerpcirkel, het probleem verkennen & formuleren. Er zijn twee deelprojecten waaruit de teams kunnen kiezen. Voordat de keuze gemaakt kan worden volgt eerst een algemene introductie van de context van de problemen uit beide deelprojecten.



Deelproject 1: Bewegen in het ruimteschip



Deelproject 2: Vreemden worden vrienden

Stap voor stap:

Introductie

- Vertel de leerlingen het volgende: *“Jullie gaan straks als ontwerpers aan de slag om problemen op te lossen voor de toekomstige missie: reis naar een zwart gat. Tijdens de missie gaan een groep astronauten in een ruimteschip een reis maken naar een zwart gat, om daar allerlei onderzoeken en experimenten te doen. Dat is een hele spannende en vooral heel erg lange reis. Als we met het snelste ruimteschip dat nu bestaat naar het dichtstbijzijnde zwarte gat zouden reizen, dan zouden we daar meer dan 1 miljoen jaar over doen. Dat is natuurlijk onmogelijk. In de toekomst kan het wel mogelijk zijn, als er nieuwe soorten zeer snelle ruimteschepen ontwikkeld worden. In dit deze toekomstige missie, waarvoor jullie gaan ontwerpen, wordt zo'n supersnel ruimteschip gebruikt. Tijdens de reis zitten de astronauten samen onder hele rare omstandigheden in het best wel kleine ruimteschip. In een ruimteschip ben je 'gewichteloos': je merkt er niks van de zwaartekracht. Dat betekent dat alles (echt alles!) zomaar rondzweeft en er geen verschil meer tussen onder of boven. Je kan dus 'op de kop' of 'staand' slapen!”*
- Laat dan het filmpje op PowerPoint slide 24 zien aan de leerlingen. In deze video demonstreert astronaut Andere Kuipers hoe gek het leven in een ruimteschip kan zijn. Let op, het klopt dat de video geen geluid heeft.
- Laat de leerlingen kort hun ideeën delen over het verblijven in een ruimteschip en wakker hun nieuwsgierigheid aan.

Kiezen voor een deelproject

- Laat PowerPoint slide 25 zien en vertel de leerlingen dat de missie reis naar een zwart gat uit twee verschillende deelprojecten bestaat. Elk teams kiest samen een deelproject uit om mee aan de slag te gaan.
- Deel uitgeprinte werkbladen deelprojecten (werkblad 7) uit en laat de teams deze rustig doorlezen en invullen.
- Check of alle teams de projecten goed begrijpen en het eens zijn met hun keuze voor een deelproject.

4. Ideeën verzinnen

Werkvorm	Brainstormen
Tijdsduur	20 min (lestijd verstreken: 55 min)
Benodigdheden	Post-its of A4 papier in vieren gesneden, een stapel per team.
PowerPoint slide	26, 27
Link werkboek	Opdracht 3

Nadat de teams een deelproject hebben gekozen gaan ze door met de volgende stap van het ontwerpproces: ideeën verzinnen & selecteren. Om heel veel ideeën te kunnen verzinnen gebruiken ontwerpers vaak een brainstorm methode. In dit onderdeel maken de leerlingen kennis met de post-it brainstorm en passen deze toe om zo ideeën te verzinnen.

OPTIONEEL!

Is er een vragenmuur in de klas gemaakt? Misschien zijn er leerlingen die aan de slag zijn gegaan het uitzoeken van vragen of zijn er nieuwe vragen toegevoegd. Doe hier en korte rondvraag naar.

COMMANDO...

Tijdens de energizer 'Commando...' noemt u als leerkracht verschillende handelingen. Echter moeten de leerlingen deze handelingen alleen uitvoeren als er 'commando' voor gezegd wordt. De leerlingen die dit fout doen zijn af. Voorbeelden van handelingen: lopen (op de plaats), balanceren op één been, hurken, oprollen als een bal, uitstrekken tot de hemel, handen op de grond, zitten op de grond, springen, ronddraaien, etc.

- Leg de regels uit en laat alle leerlingen naast hun tafel staan.
- Noem verschillende handeling met of zonder 'commando' ervoor. Begin langzaam en ga steeds sneller met het noemen van de handelingen.
- Ga door tot (bijna) alle leerlingen af zijn.

Brainstormen is een techniek die wordt gebruikt door ontwerpers om in een korte tijd veel ideeën te bedenken. Je schrijft of tekent elk idee dat in je opkomt zonder te oordelen of het een goed of slecht idee is. Door het bedenken van heel veel ideeën is er meer kans dat er een aantal creatieve ideeën tussen zitten, dat zijn ideeën die nieuw, bijzonder en nuttig zijn. Creatieve ideeën vormen de basis voor een goed ontwerp. Om te helpen met het verzinnen van creatieve ideeën tijdens het brainstormen zijn er een aantal brainstorm regels:

- Denk alle kanten op = verzin hele verschillende type ideeën.
- Durf fouten te maken = oordeel nog niet over de ideeën, alles is goed.
- Gebruik elkaars ideeën = ideeën 'stelen' en veranderen mag, het is juist goed.



Stap voor stap:

Introductie

- Laat PowerPoint slide 26 zien en vertel dat de leerlingen nu in de 2e stap van de ontwerpcirkel zitten: ideeën verzinnen & selecteren. Om (creatieve) ideeën te kunnen verzinnen gaan ze net als echte ontwerpers brainstormen met behulp van de post-it brainstorm. Inventariseer wat de leerlingen al weten over brainstormen en vul zo nodig aan. Benadruk dat het doel is om heel veel creatieve ideeën te verzinnen.
- Laat Powerpoint slide 27 zien met de brainstormregels en leg deze uit aan de leerlingen.
- Zorg dat elk team zijn tafels helemaal leeg maakt en leg bij elk team een stapel post-its of in vieren gesneden A4 tjes neer.

Brainstormen

- Leg uit dat het brainstormen in twee rondes gaat. Elke brainstorm ronde duurt 4 minuten. Tussen de twee brainstorm rondes is een reflectie moment. Ieder team gaat brainstormen voor zijn eigen gekozen ontwerp vraag. Vraag elk team hun ontwerp vraag te herhalen.
- Geef de leerlingen de volgende instructies voor het brainstormen:
 - Schrijf of teken ieder idee op een nieuwe post-it of papiertje.
 - Leg het idee in het midden van de tafel, zodat iedereen uit het team het kan zien en gebruiken.
 - Er mag met fluisterstem overlegd worden.
- Start brainstorm ronde 1 en zet een timer op 4 minuten.
- Na de eerste brainstorm ronde is het tijd voor een reflectiemoment. Vragen die gesteld kunnen worden zijn:
 - Hoe ging het brainstormen? Hoe komt dat?
 - Lukte het om de brainstormregels toe te passen? Zou je een voorbeeld kunnen geven waarbij het goed lukte? Wat zou je kunnen doen om ze straks wel toe te passen?
 - Hebben jullie de ontwerp vraag goed in dachten gehouden? Zou je een voorbeeld kunnen geven waarbij het goed lukte? Wat zou je kunnen doen om ze straks wel toe te passen?
- Na het reflectiemoment is het tijd voor de tweede brainstorm ronde. Herhaal zo nodig de instructies voor het brainstormen en zet opnieuw de timer op 4 minuten.
- Na de tweede brainstormronde kan weer een reflectiemoment gehouden worden. Als er nog niet zo veel ideeën zijn bedacht (minder dan 20 per team) kan het goed zijn om nog een derde brainstormronde te doen.

5. Idee selecteren

Werkvorm	Selecteren (overleggen)
Tijdsduur	20 min (lestijd verstreken: 75 min)
Benodigheden	Plakband, 1 rol per team of paperclips, maximaal 10 per team; Voor keuzekruis: flip-over vellen of andere grote vellen papier, 1 per team; Voor stippenmethode: Ronde stickers, 6 per leerling of gekleurde stiften.
PowerPoint slide	28, 29, 30
Link werkboek	Opdracht 4

De teams hebben nu een heleboel ideeën bedacht. De volgende stap is het selecteren van een idee. Ontwerpers gebruiken verschillende technieken om het beste idee (of combinatie van ideeën) te kiezen vanuit een grote verzameling met verzonnen ideeën. In dit onderdeel maken de leerlingen gebruik van zo'n selectietechniek. De teams kunnen aan de slag met twee verschillende selectietechnieken om hun beste idee(en) te selecteren: het keuzekruis of de stippenmethode. Lees de uitgebreide uitleg van beide selectietechnieken door in bijlage 1 en 2, plus de instructies hieronder. Bepaal welke selectietechniek u in wilt zetten in uw klas en leg de benodigde materialen klaar. Wij raden aan om zo mogelijk het keuzekruis te kiezen. Deze selectietechniek heeft in het iets meer uitleg en voorbereiding nodig, maar zorgt ervoor dat de leerlingen zelfstandig tot een beargumenteerde selectie kunnen komen. De stippenmethode is iets laagdrempeliger. Echter moet u bij deze methode oppassen dat 'stem op mijn idee' of 'de meeste stemmen gelden' niet de overhand krijgt. Dit kan er namelijk voor zorgen dat de leerlingen hun keuze niet meer goed beargumenteren.

Stap voor stap:

Introductie

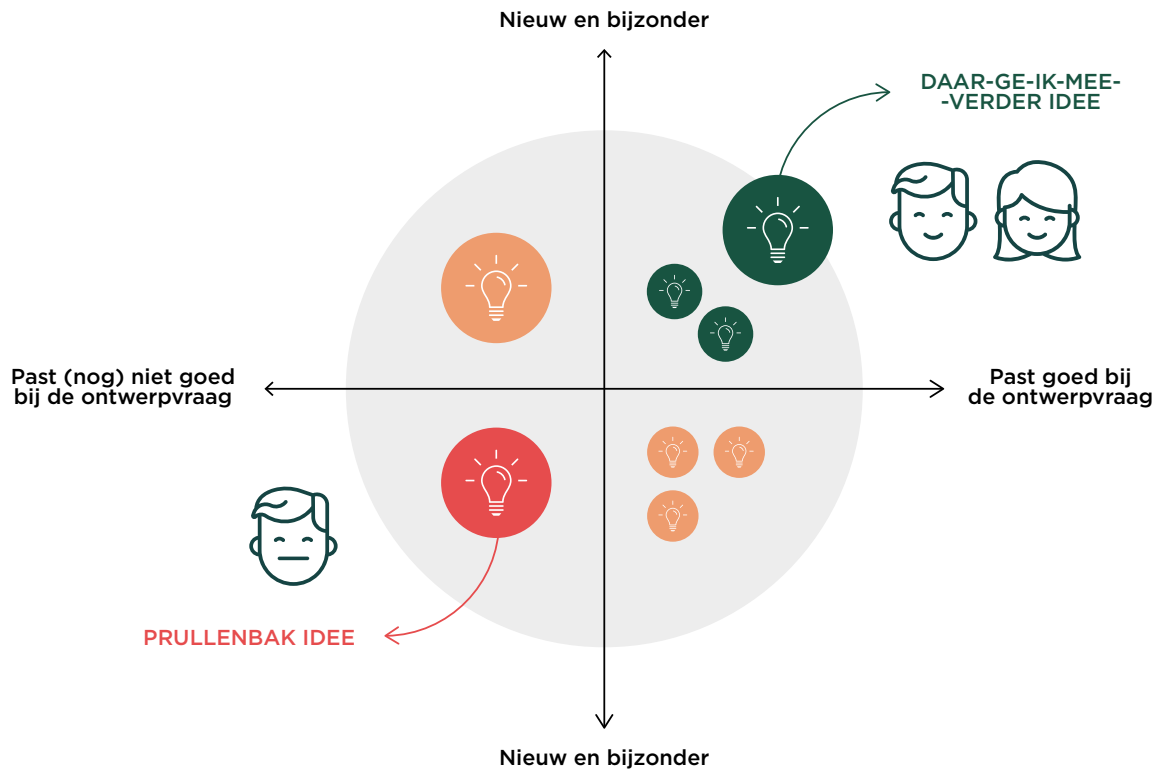
- Laat PowerPoint slide 28 zien en vertel dat de leerlingen nog steeds in de 2e stap van de ontwerpcirkel zitten en dat ze nu hun beste idee (of combinatie van ideeën) gaan selecteren. Net als echte ontwerpers maken ze gebruik van een selectietechniek: keuzekruis of stippenmethode.

Dubbele ideeën

- Leg uit dat voordat de teams aan de slag kunnen gaan met een selectietechniek, het belangrijk is dat alle teamleden de verzonnen ideeën goed begrijpen en dat alle dubbele ideeën bij elkaar liggen. Geef de leerlingen de volgende instructies:
 - Leg alle verzonnen ideeën naast elkaar op de tafels, zodat iedereen uit het team het goed kan lezen.
 - Loop de ideeën samen langs en maak de ideeën die hetzelfde zijn (of heel erg op elkaar lijken) aan elkaar vast met een stukje plakband of een paperclip.
- Afhankelijk van de selectietechniek leggen de leerlingen alle ideeën op een stapel (keuzekruis) of laten de ideeën uitgespreid liggen (stippenmethode).
- Ga verder met de gewenste selectietechniek

Keuzekruis

- Laat PowerPoint slide 29 zien aan de leerlingen en leg uit dat het kruis een hulpmiddel is om inzicht te krijgen in waarde van de bedachte ideeën. Doe voor hoe een idee in de verschillen vakken van het keuzekruis gelegd kan worden.
- Geef de volgende instructies aan de leerlingen:
 - Elk team krijgt een groot vel waarop het keuzekruis getekend staat (of waar ze het keuzekruis op moeten tekenen). Zorg dat iedereen uit het team het kruis goed kan zien.
 - Pak jullie stapel ideeën. Leg nu een voor een samen de ideeën (of stapeltje dubbele ideeën) in het kruis neer. Iedereen moet het eens zijn met de plek waar elk idee neergelegd wordt. Beargumenteer dus goed waarom je vindt dat een idee op een bepaalde plek moet liggen.
 - Wanneer alle ideeën in het kruis liggen ga je kijken met welke idee of combinatie van ideeën je verder wil. Kijk hiervoor in het vak rechtsboven, dat zijn de 'daar-ga-ik verder-mee ideeën'. Iedereen uit het team moet het eens zijn met het gekozen idee.
- Wanneer de teams klaar zijn met kiezen kunnen de keuzekruizen opgeruimd worden. Alle ideeën die niet gekozen zijn mogen weg of kunnen in de teammap.
- Er kan nu een korte klassikale rondvraag gedaan worden naar de gekozen ideeën. Vragen die gesteld kunnen worden zijn:
 - Hoe ging het kiezen?
 - Welk idee hebben jullie gekozen? Waarom juist dat idee?



Keuzekruis

Stippenmethode

- Laat PowerPoint slide 30 zien aan de leerlingen en leg uit dat de stippenmethode een hulpmiddel is om inzicht te krijgen welke bedachte ideeën jullie als team goed vinden. De leerlingen kiezen hun drie beste ideeën op basis van hun eigen gevoel of op basis van een afgesproken criterium. We raden aan om de volgende twee criteria af te spreken met de leerlingen: 'lost het de ontwerp vraag op?' en 'voldoet het aan de eisen en wensen?'.
- Geef de volgende instructies aan de leerlingen:
 - Iedere leerling krijgt 6 stippen stickers of een gekleurde stift.
 - Alle ideeën liggen uitgespreid. Zorg dat iedereen uit het team elk idee goed kan zien.
 - Plak nu stickers **of** teken stippen bij de drie ideeën die jij het beste bij de twee criteria vindt passen. Het beste idee krijgt 3 stippen, het een na beste idee krijgt 2 stippen en het laatste idee krijgt 1 stip. Je doet dit individueel en je mag niet je eigen idee kiezen. Wanneer je een idee niet snapt kun je uitleg vragen, maar er wordt niet gediscussieerd.
 - Bekijk nu als team hoe de stippen verdeeld zijn over de ideeën. Leg de ideeën zonder stip aan de kant. Iedereen mag nu zijn of haar favoriete idee toelichten. De andere teamleden mogen reageren.
 - Bepaal daarna samen met welk idee je verder zou willen. Combineren van ideeën mag. Iedereen moet het eens zijn met de keuze.
- Wanneer de teams klaar zijn met kiezen kunnen de ideeën die niet gekozen zijn verzameld worden. Deze mogen weg of kunnen in de teammap.
- Er kan nu een korte klassikale rondvraag gedaan worden naar de gekozen ideeën. Vragen die gesteld kunnen worden zijn:
 - Hoe ging het kiezen?
 - Welk idee hebben jullie gekozen? Waarom juist dat idee?



— Stippenmethode

6. Concept uitwerken

Werkvorm	Werkblad invullen
Tijdsduur	15 min (lestijd verstreken: 90 min)
Benodigheden	Uitgeprinte werkblad idee uitwerken (werkblad 8), enkelzijdige print, 1 per team; Tekenspullen.
PowerPoint slide	31, 32
Link werkboek	Opdracht 5

We zijn nu beland bij de volgende stap van het ontwerpproces: concept uitwerken. Hoewel het selecteerde idee al heel goed kan zijn, is het nog maar een begin. Het is belangrijk om dit idee tijdens het ontwerpproces zo goed mogelijk uit te werken. Tijdens het uitwerken van het idee zorg je ervoor dat tekortkomingen opgelost worden, daardoor wordt het idee steeds beter.

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 31 zien en vertel dat de leerlingen dat ze nu in de 3e stap van de ontwerpcirkel zitten: concepten uitwerken. Het uitwerken van het gekozen idee zorgt ervoor dat het idee steeds beter wordt. Het wordt dan nog nieuwer, bijzonderder en nuttiger. Zo komt er uiteindelijk een echt creatief ontwerp uit.
- Laat PowerPoint slide 32 met het werkblad idee uitwerken zien aan de leerlingen. Leg uit dat elk team zijn gekozen idee gaat uitwerken door samen dit werkblad in te vullen. Loop de onderdelen van de werkbladen langs.

- Deel de werkbladen uit en geef de volgende instructies:
 - In elk team wordt in tweetallen aan de werkbladen gewerkt. Bepaal samen welk tweetal aan welk blad werkt.
 - Overleg de hele tijd goed met elkaar als team, zodat de informatie op beide bladen goed bij elkaar past.
- Wanneer de teams klaar zijn met het invullen kunnen de werkbladen en de gekozen ideeën in hun teammap gedaan worden.

7. Reflectie

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 100 min)
Benodigheden	—
PowerPoint slide	—
Link werkboek	Opdracht 6

Reflecteer met de leerlingen op de onderdelen van les. Schenk daarnaast ook aandacht aan het samenwerken. Geef aan dat de teams de volgende les aan de slag gaan met het maken van een prototype. Ook gaan ze de eindprestatie voorbereiden.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek en reflecteer met de leerlingen op de verschillende onderdelen van de les. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wat vond jij leuk om te doen/goed gaan deze les? Welk talent/welke vaardigheid van jou zorgde daarvoor?
 - Wat vond je minder leuk om te doen/niet zo goed gaan deze les? Waardoor kwam dat? Wat de volgende keer anders kunnen?
 - Hoe ging het samenwerken in je team? Wat voor cijfer zou je de samenwerking geven? Wat zou jij kunnen doen om de samenwerking de volgende keer nog beter te laten gaan?

Meenemen naar volgende les:

De teammappen met alle gemaakte materialen.



Ouderbetrokkenheid

In de volgende les gaan de leerlingen hun prototypes afmaken. Het is misschien fijn als een paar handige of creatieve ouders/verzorgers/opa's/oma's/buren de leerlingen kunnen helpen om hun project af te maken. Informeer bij de ouders/verzorgers of er de volgende les iemand wil meehelpen.



Colofon

Afbeeldingen:

- Ontwerpcyclus: Gebaseerd op Ontwerpcyclus van Wetenschapsknooppunt TU Delft
- Keuzekruis: Gebaseerd op Keuzekruis uit Your Turn van Wetenschapsknooppunt TU Delft
- Stippenmethode: Gebaseerd op Stippenmethode uit Your Turn van Wetenschapsknooppunt TU Delft

Activiteit:

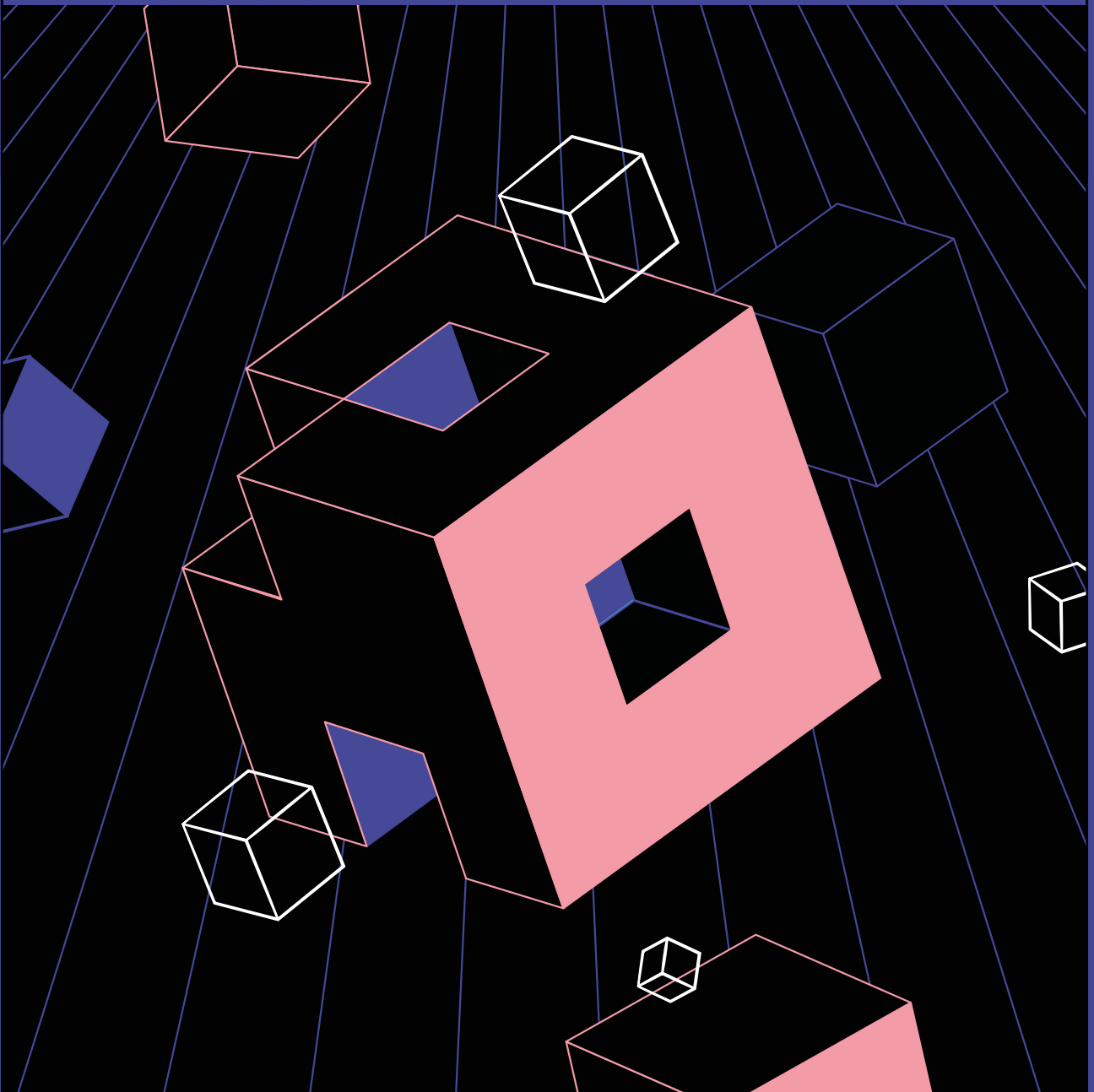
- Keuzekruis: Gebaseerd op Keuzekruis werkvorm uit Your Turn van Wetenschapsknooppunt TU Delft
- Stippenmethode: Gebaseerd op Stippenmethode werkvorm uit Your Turn van Wetenschapsknooppunt TU Delft

Werkblad:

- Idee uitwerken: Gebaseerd op Werkblad idee uitwerken uit Your Turn van Wetenschapsknooppunt TU Delft

LES 05

Eindproduct maken





Inleiding

In deze les maken de leerlingen het ontwerp voor hun deelproject af. In de vorige les hebben ze ideeën verzonnen, geselecteerd en uitgewerkt. In deze les doorlopen de leerlingen stap 4 en 5 van de ontwerpcyclus, en bereiden hun presentatie voor. Het prototype hoeft echter niet helemaal af of werkend te zijn. Alles wat niet af komt, of niet echt werkt, kan ook duidelijk worden gemaakt met een schets of door het te vertellen. Herinner de leerlingen tijdens de les af en toe aan de ontwerp vraag en de bijbehorende eisen en wensen. Aan welke eisen en wensen voldoet hun oplossing? En kunnen ze nog dingen toevoegen aan hun prototype om zo beter aan alle eisen en wensen te voldoen? De leerlingen maken ook een drieluik of poster waarop ze kunnen laten zien hoe ze tot hun ontwerp zijn gekomen en wat ze hebben geleerd. Aan het eind van de les bereiden de leerlingen zich voor op het bezoek van de beroepsbeoefenaar.



Leerdoelen

- Leerlingen maken een prototype als oplossing voor hun ontwerpprobleem terwijl ze letten op de eisen en wensen.
- Leerlingen maken een drieluik of poster waarop ze laten zien hoe ze tot hun ontwerp zijn gekomen en wat ze hebben geleerd.
- Leerlingen bedenken vragen die ze kunnen stellen aan een echte beroepsbeoefenaar die tijdens de tentoonstelling komt kijken.
- Leerlingen kunnen een talent van zichzelf en een talent van een ander benoemen die hebben bijgedragen aan deze les.



Vorbereiding en benodigdheden

- Knutselspullen verzamelen en klaarleggen. Denk hierbij aan een combinatie van constructiematerialen (gekleurd papier, karton, wc-rolletjes, aluminiumfolie, stof, piepschuim bollen, wegwerpbakjes en -borden, satéprikkers, lege plastic flessen, drinkpakken, bubbelpastic,

etc.) en verbindingmaterialen (duct tape, schilderstape, touw, elastiek, ijzerdraad, lijm, etc.).
Maak zo mogelijk 1 tas met spullen per team.

- Grote vellen stevig papier of karton voor de drieluiken of posters, A1 of A0 formaat, 1 per team.
- Schetspapier, aantal vellen per team.
- Tekenspullen.
- Uitprinten van de werkbladen vragen voor de beroepsbeoefenaar (werkblad 9), 1 per team.
- PowerPoint klaarzetten op slide 33, er is een internetverbinding en geluid nodig.
- Teammappen klaarleggen.

EXTRA!

U kunt ouders/verzorgers/buren/familieleden uitnodigen om de kinderen te helpen met het afbouwen van hun prototypes.



De les in 't kort

	Tijd	Activiteit	Werkvorm	Powerpoint slide
STEP 1	 10 min	<p>Terugblik op de vorige les.</p> <p>Blik met de leerlingen terug op de vorige les. Wat hebben ze geleerd en gedaan? Wie weet zijn ontwerp vraag nog? En de eisen en wensen? Wie weet het geselecteerde idee nog? Blik ook nog kort terug op de samenwerking in de vorige les. Wie weet wat hij/zij kan doen om de samenwerking deze les nog beter te laten gaan?</p> <p>OPTIONEEL! Misschien zijn er ook leerlingen die aan de slag zijn gegaan met vragen van de vragenmuur.</p>	Klassikaal gesprek	33, 34
STEP 2	 40 min	<p>Prototype maken, testen en optimaliseren.</p> <p>De teams maken een prototype en optimaliseren deze tot een eindontwerp dat ze kunnen laten zien bij de tentoonstelling. Spoor hen aan om nog terug te kijken naar hun ontwerp vraag en de eisen en wensen. Lost het ontwerp de ontwerp vraag op? Voldoet het ontwerp aan de eisen en wensen?</p>	Prototype maken	35

STEP 3	 15 min	Presentatie voorbereiden. De teams plakken de schetsen en materialen uit eerdere lessen (persona's, kenniskaart, geselecteerde idee) op het drieluik of poster.	Drieluik of poster maken	36, 37
STEP 4	 15 min	Vragen voor de beroepsbeoefenaar. Laat de leerlingen zelf vragen bedenken voor de beroepsbeoefenaar die de volgende les langskomt.	Werkblad invullen	37
STEP 5	 10 min	Reflectie. Wat vond jij leuk om te doen deze les? Welk talent/welke vaardigheid van jou zorgde ervoor dat het zo leuk was? Hoe ging het samenwerken met mijn team? Wat zou ik kunnen doen om de samenwerking de volgende keer nog beter te laten gaan?	Klassikaal gesprek	—



Uitgebreide beschrijving per lesonderdeel

1. Terugblik op de vorige les

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 10 min)
Benodigdheden	—
PowerPoint slide	33, 34
Link werkboek	—

Blik met de leerlingen terug op de vorige les en vertel wat ze deze les kunnen verwachten.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek om met de leerlingen terug te blikken op de vorige les qua inhoud en samenwerking. Vragen die aan de leerlingen gesteld kunnen worden zijn:
 - Wat hebben we de vorige les geleerd en gedaan?
 - Wie weet zijn ontwerpvraag nog? En de eisen en wensen?
 - Wie weet het geselecteerde idee nog?
- Laat PowerPoint slide 33 zien met het overzicht van de les en vertel kort wat de leerlingen kunnen verwachten.

OPTIONEEL!

Is er een vragenmuur in de klas gemaakt? Misschien zijn er leerlingen die aan de slag zijn gegaan het uitzoeken van vragen of zijn er nieuwe vragen toegevoegd. Doe hier en korte rondvraag naar.

2. Prototype maken, testen en optimaliseren

Werkvorm	Prototype maken
Tijdsduur	40 min (lestijd verstreken: 50 min)
Benodigheden	Schetspapier, aantal vellen per team; Tekenspullen; Knutselsspullen, maak zo mogelijk 1 tas met spullen per team.
PowerPoint slide	35
Link werkboek	Opdracht 1

In dit onderdeel gaan de leerlingen aan de slag met het maken (en eventueel testen en optimaliseren) van een prototype. Ze zitten nu in de 4e stap van de ontwerpcirkel: prototype maken. Afhankelijk van je soort prototype en de beschikbare tijd gaan de teams ook aan de slag met stap 5, prototype testen en optimaliseren. De prototypes worden samen met een drieluik of poster in de volgende les tentoongesteld voor de ouders en de beroepsbeoefenaars. Zorg dat alle materialen voor het schetsen en bouwen van de prototypes klaar staan en dat de tafels verder helemaal leeg zijn.

Wat is een prototype?

Een prototype is een (vaak handgemaakte) testversie van een ontwerp, een soort proefontwerp. Ontwerpers maken vaak heel veel verschillende prototypes. Bij elk prototype wordt goed gekeken wat er verbeterd zou kunnen worden. Het allereerste prototype is meestal heel simpel, bijvoorbeeld van papier, tape en stiften. Hoe meer prototypes er worden gemaakt, hoe 'echter' de prototypes worden. Uiteindelijk ontstaat zo het eindproduct.

Een prototype kan verschillende functies hebben en wordt dus voor verschillende doelen gemaakt. Een prototype kan bijvoorbeeld een schaalmodel zijn om overzicht te krijgen over het hele ontwerp en te kijken of de verhoudingen wel kloppen. Maar een prototype kan ook gemaakt worden om een bepaald deel van een ontwerp in het echt te kunnen testen. In dat geval wordt vaak maar een klein deel van een ontwerp

gemaakt. Het testen gebeurt vaak met een echte gebruiker. Zo kan een ontwerper goed zien of er positief wordt gereageerd op het ontwerp en of het wordt gebruikt zoals bedoeld. Daarnaast kan een prototype ook gemaakt worden om goed te kunnen communiceren over het ontwerp met een opdrachtgever. Het is dus goed om samen met de leerlingen na te denken over het doel van hun prototype en hoe ze het daaruit volgende maakproces het beste kunnen aanpakken.



Voorbeeld prototype

Stap voor stap:

Introductie

- Laat PowerPoint slide 35 zien en vertel dat de leerlingen in de 4e stap van de ontwerpcirkel zitten en dat ze een prototype gaan maken. Inventariseer wat de leerlingen weten over prototypes maken en vul zo nodig aan. Gebruik hiervoor de informatie in het kader 'Wat is een prototype?'. Benadruk dat Het doel van deze activiteit is om snel een prototype te bouwen, het hoeft dus nog niet perfect. Aan het eind van de les hebben alle groepjes minstens één prototype gemaakt, gebaseerd op hun gekozen idee.
- Sommige leerlingen hebben moeite om het ontwerp gelijk voor zich te zien en te tekenen. Voor hen is het vaak makkelijker om gelijk aan de slag te gaan met het maken van een (aantal) prototype(s). Andere leerlingen verliezen zichzelf misschien juist weer in het maken van vele schetsplannen, zij moeten juist aangespoord worden om op tijd te gaan bouwen. Leg uit dat er keuze uit twee manieren van werken: (1) eerst schetsen maken en op basis daarvan bouwen of (2) eerst bouwen en dan schetsen maken waarin nieuwe verbeteringen opgenomen worden. Ze gaan straks als team bepalen op welke manier ze het prototype gaan maken.

Schetsen & bouwen

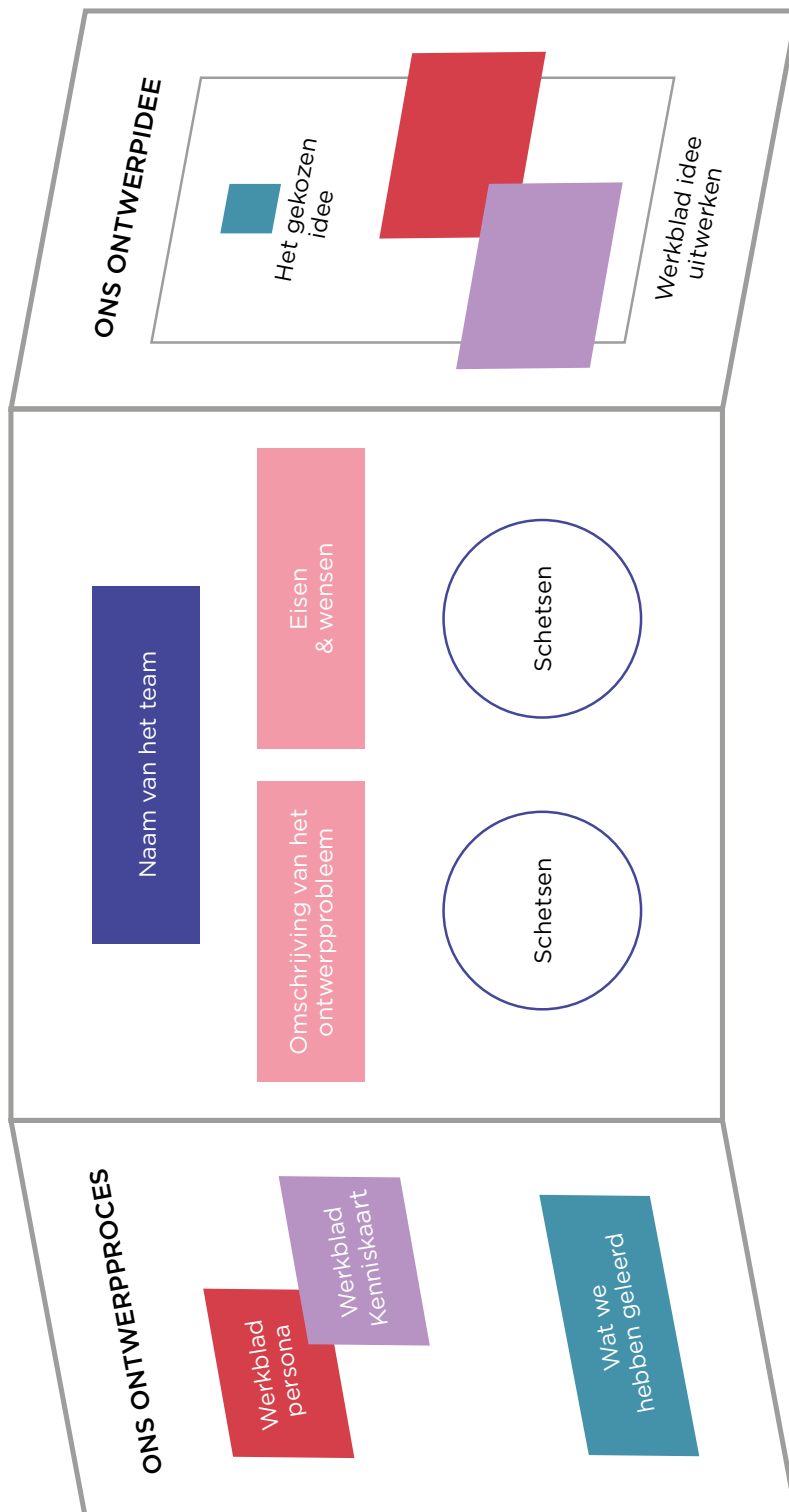
- Leg uit dat het maken van de prototypes, net zoals het brainstormen, in twee rondes gaat. Elke ronde duurt ongeveer 15 minuten. Tussen de twee rondes is ook weer een reflectiemoment.
- Deel het schetspapier en de tekenspullen uit.
- Deel de tassen met materialen langs of loop de beschikbare materialen langs en leg de gebruiksregels uit.
- Geeft de teams de volgende instructies voor het maken van een prototype:
 - Jullie gaan straks beginnen met het maken van een prototype. Bespreek als team welk doel het prototype heeft en/of welk onderdeel van jullie ontwerp echt gebouwd gaat worden.
 - Overleg als team of je eerst gaat schetsen, of eerst gaat bouwen.
 - Voordat je gaat bouwen bekijk je eert rustig alle materialen. Bespreek wat je er mee zou kunnen doen en maak een taakverdeling.
 - Pak alleen de materialen die je nodig hebt en begin met bouwen.
- Start ronde 1 van het maken en zet een timer op 15 minuten.
- Na eerste ronde is het tijd voor een reflectiemoment. Vragen die gesteld kunnen worden zijn:
 - Hoe ging het maken? Heeft iedereen geschetst en gebouwd?
 - Hebben jullie de ontwerpvrage goed in gedachten gehouden? Lost het ontwerp de ontwerpvrage op? Hoe zou je het ontwerp zo aan kunnen passen dat het wel de ontwerpvrage oplost?
 - Hebben jullie de eisen en wensen goed in gedachten gehouden? Hoe zou je het ontwerp zo kunnen aanpassen dat het wel voldoet aan de eisen en wensen?
- Na het reflectiemoment is het tijd voor de tweede ronde. Herhaal zo nodig de instructies en zet opnieuw een timer op 15 minuten. Geef aan dat het niet erg is als het bouwen van het prototype niet helemaal afkomt. Tijdens de tentoonstelling kan alles wat niet helemaal af is ook verteld worden.
- Na de tweede ronde kunnen alle spullen opgeruimd worden, behalve lijm, tape en scharen en de tekenspullen. De zijn nodig in de volgende activiteit.

3. Presentatie voorbereiden

Werkvorm	Drieluik of poster maken
Tijdsduur	15 min (lestijd verstreken: 65 min)
Benodigheden	Grote vellen stevig papier of karton voor de drieluiken of posters, A1 of A0 formaat, 1 per team; Tekenspullen; Lijm en tape.
PowerPoint slide	35, 36
Link werkboek	Opdracht 2

In dit onderdeel bereiden de teams de presentatie van hun ontwerp voor. Dit doen ze door middel van het maken van een drieluik of poster. Deze wordt tentoongesteld tijdens de Show & Tell in de volgende les.

FORMAT VOOR DRIELUIK



— Voorbeeld poster

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 35 zien en vertel dat de leerlingen dat ze de 6e stap van de ontwerpcirkel gaan voorbereiden: Presenteren. Tijdens de Show & Tell gaan de teams aan alle bezoekers uitleggen hoe hun ontwerp tot stand is gekomen, welke ontwerpkeuzes ze hebben gemaakt en hoe het eindontwerp werkt. Ze hoeven niet één voor één een te presentatie geven, maar staan bij een tafel waar alle gemaakte producten uitgesteld staan en waar de bezoekers langslopen. Zo kunnen ze op een laagdrempelige manier laten zien en vertellen over wat ze tijdens het project gedaan hebben. Hiervoor maken ze een drieluik of poster waarop duidelijk wordt wat ze tijdens het project allemaal hebben gedaan.
- Laat PowerPoint slide 36 zien waarom op format van het drieluik of poster staat. Loop alle onderdelen langs en geef aan dat de leerlingen hiervoor de materialen uit hun teammap kunnen gebruiken. Op het drieluik of poster moeten in ieder geval de volgende onderdelen komen:
 - Teamnaam
 - Het ontwerpprobleem
 - Eisen en wensen
 - Het ontwerpproces (persona, kenniskaart, etc)
 - Het ontwerp (geselecteerde idee, werkblad idee uitwerken, schetsen, uitleg, etc)
- Deel de grote vellen stevig papier of karton uit aan de teams.
- De teams hebben nu ongeveer 10 minuten om hun drieluik of poster te maken. Ze mogen tekenen, schrijven en de materialen uit hun teammap knippen en opplakken.
- Wanneer alle teams klaar zijn met hun poster kunnen alle spullen opgeruimd worden, zodat de tafels weer leeg zijn.

TIP

Mocht voor sommige leerlingen het prototype niet gelukt zijn, of hebben ze om een andere reden niets om te laten zien? Pak dan de materialen van een experiment in les 3 erbij en laat ze deze tentoonstellen of demonstreren tijdens de Show & Tell in les 6.

4. Vragen voor de beroepsbeoefenaar

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	15 min (lestijd verstreken: 80 min)
Benodigdheden	Uitgeprinte werkbladen vragen voor de beroepsbeoefenaar (werkblad 9), 1 per team.
PowerPoint slide	37
Link werkboek	Opdracht 3

Tijdens de laatste les is niet alleen de Show & Tell, maar is er ook het bezoek van de beroepsbeoefenaar. In dit onderdeel bereiden de leerlingen zich voor op dit bezoek.



— Vragen voor de beroepsbeoefenaar

Stap voor stap:

- Laat PowerPoint slide 37 zien en vertel dat de leerlingen dat ze nu het gesprek met de beroepsbeoefenaar gaan voorbereiden. Deel de beschrijving van het beroep van de beroepsbeoefenaar.
- Loop de onderdelen van het werkblad langs.
- Deel de werkbladen uit aan de teams en geef aan dat ze deze samen moeten invullen. Ze hebben hier ongeveer 10 minuten de tijd voor.
- Wanneer de teams klaar zijn neemt u de werkbladen in. Bewaar deze voor tijdens het bezoek van de beroepsbeoefenaar.

Als er weinig tijd is, kunt u zelf voorbeeldvragen bedenken en de leerlingen hieruit laten kiezen. Bijvoorbeeld:

- Hoe ziet voor u een werkdag eruit?
- Welke activiteiten doet u op een dag?
- Met wie werkt u samen?
- Welke talenten gebruikt u tijdens uw werk, en waarvoor precies?
- Aan wat voor producten werkt u? Voor wie zijn die bedoeld?
- Wat zijn uw hobby's buiten uw werk?
- Wat wilde u worden toen u zelf in groep 7 zat?
- Hoe komt het dat u dit werk bent gaan doen?
- Wat vindt u het leukst aan uw werk? En wat vindt u het stomst?
- Wat zijn de beroepsperspectieven in uw werkveld? (Zijn er bijvoorbeeld veel banen? Kan je veel verdienen?)

5. Reflectie

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 90 min)
Benodigheden	—
PowerPoint slide	—
Link werkboek	Opdracht 2

Reflecteer met de leerlingen op de onderdelen van les. Schenk daarnaast ook aandacht aan het samenwerken. Geef aan dat de volgende les de Show & Tell tentoonstelling is.

Stap voor stap:

- Start een klassikaal gesprek en reflecteer met de leerlingen op de verschillende onderdelen van de les. Vragen die gesteld kunnen worden:
 - Wat vond jij leuk om te doen/goed gaan deze les? Welk talent/welke vaardigheid van jou zorgde daarvoor?
 - Wat vond je minder leuk om te doen/niet zo goed gaan deze les? Waardoor kwam dat? Wat de volgende keer anders kunnen?
 - Hoe ging het samenwerken in je team? Wat voor cijfer zou je de samenwerking geven? Wat zou jij kunnen doen om de samenwerking de volgende keer nog beter te laten gaan?

Meenemen naar volgende les:

- De prototypes.
- De drieluiken/posters voor de tentoonstelling.
- Lijst met vragen van leerlingen aan de beroepsbeoefenaar.



Ouderbetrokkenheid

Voor de volgende les worden ouders/verzorgers/buren/familieleden uitgenodigd om te komen kijken bij de Show & Tell tentoonstelling met het bezoek van een beroepsbeoefenaar.



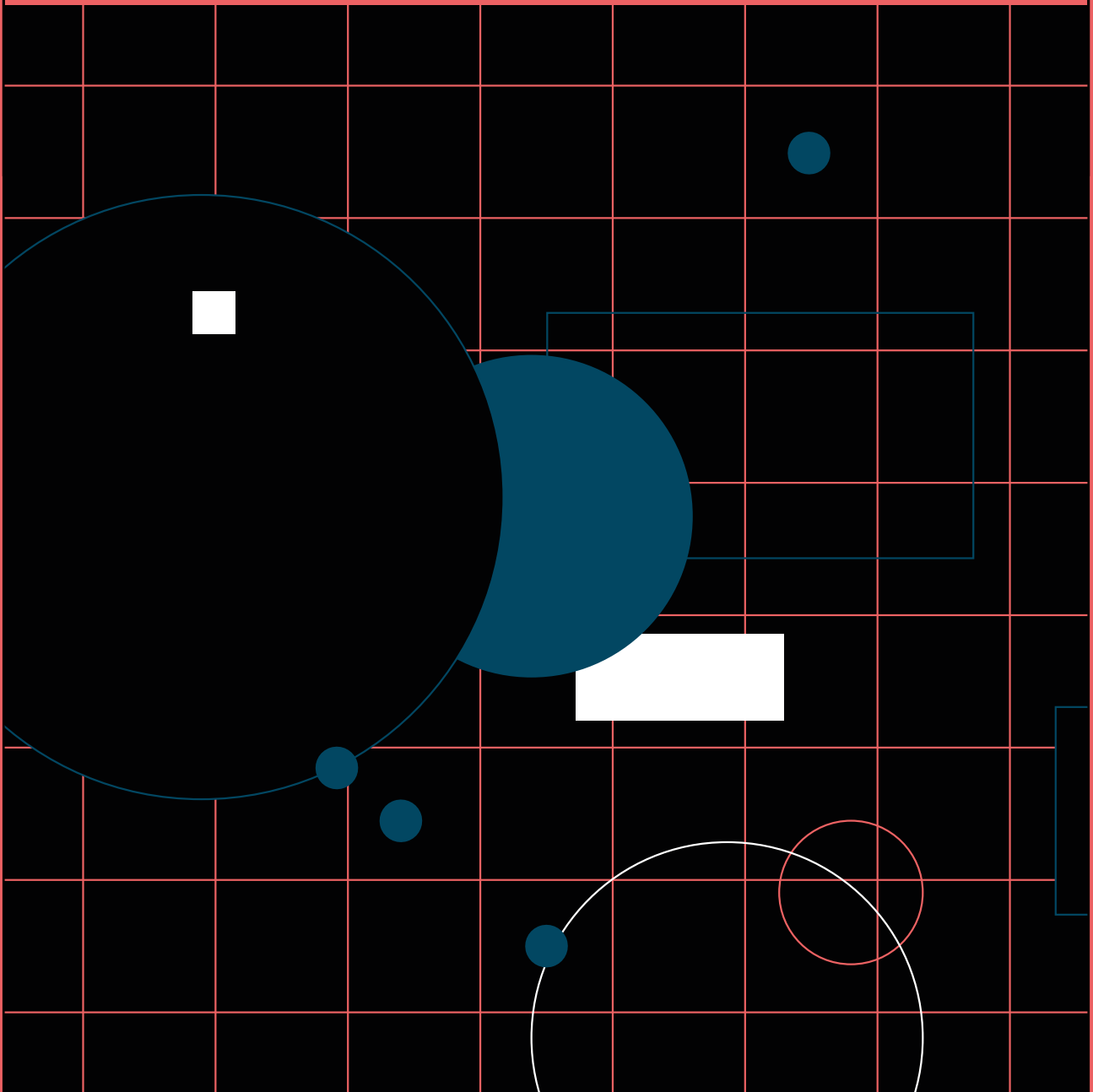
Colofon

Afbeeldingen:

- Ontwerpcyclus: Gebaseerd op Ontwerpcyclus van Wetenschapsknooppunt TU Delft
- Voorbeeld prototype: Pilot van de lessenserie, fotograaf Simone Both
- Vragen voor de beroepsbeoefenaar: Pilot van de lessenserie, fotograaf Simone Both

LES 06

Show & Tell tentoonstelling





Inleiding

In deze les presenteren de leerlingen hun ontwerp aan een publiek door middel van een tentoonstelling. Het is niet de bedoeling dat de teams één voor één een presentatie geven, maar dat zij bij tafels staan waarop hun producten zijn uitgesteld waar bezoekers langs kunnen lopen. Zo hoeven ze niet voor een groot publiek te presenteren, maar kunnen ze op een laagdrempelige manier laten zien en vertellen over wat ze tijdens het project gedaan hebben. Vandaar de naam show (laten zien) & tell (erover vertellen) tentoonstelling.

De tentoonstelling kan plaatsvinden in de aula van de school, maar ook op een locatie in de buurt van de school (denk aan een buurthuis of bibliotheek). Buiten de school kunnen reguliere bezoekers van bijvoorbeeld de bibliotheek de tentoonstelling dan ook bekijken! Het is de bedoeling dat de familie (ouders/verzorgers) van de leerlingen in de klas uitgenodigd worden voor deze tentoonstelling. Afhankelijk van de grootte van de ruimte kunnen ook broertjes en zusjes, kennissen of burens komen. U kunt zelfs een andere groep van de school uitnodigen om te komen kijken, als u dat wilt.



Leerdoelen

- Leerlingen kunnen vertellen over wat ze tijdens de lessenserie hebben geleerd en laten zien wat ze hebben gemaakt.
- Leerlingen maken kennis met echte beroepsbeoefenaar en stellen vragen.



Vorbereiding en benodigdheden

- Ruimte voor de Show & Tell voorbereiden, tafels met drieluiken of posters en prototypes klaarzetten voor de teams.
- Zorg dat de beroepsbeoefenaar goed ontvangen wordt. Laat weten waar hij/zij precies moet zijn en hoe laat. Is er iemand die hem/haar opvangt of moet hij/zij zelf de ruimte vinden? Bespreek ook van tevoren of hij/zij bepaalde technische wensen heeft.
- Verzamelen van de ingevulde werkbladen vragen voor de beroepsbeoefenaar uit les 5.
- **OPTIONEEL!** Digibord/beamer en geluid voor het bekijken van de gemonteerde talentenvideos uit les 2.
- **OPTIONEEL!** Hapjes en drankjes voor de borrel.





De les in 't kort

	Tijd	Activiteit	Werkvorm	Powerpoint slide
STEP 1	 50 min	Show & Tell tentoonstelling. Alle genodigden kunnen bij de ontwerpen langslopen om deze te bekijken. De teams staan bij hun ontwerp om uitleg te geven en vragen te beantwoorden.	Show & Tell	—
STEP 2	 30 min	Ontmoeting met een beroepsbeoefenaar. Kennismaking met de beroepsbeoefenaar waarin hij/zij verteld over zichzelf en zijn/haar beroep. De leerlingen kunnen daarna vragen stellen.	Klassikaal gesprek	—
STEP 3	 10 min	Afsluiting project.	Klassikaal gesprek	—
STEP 4	OPTIONEEL	Napraten en een borrel.	—	—





Uitgebreide beschrijving per lesonderdeel

1. Show & Tell Tentoonstelling

Werkvorm	Show & Tell
Tijdsduur	50 min (lestijd verstreken: 50 min)
Benodigheden	Ruimte voor de Show & Tell voorbereiden, tafels met de uitgestalde drieluiken of posters en prototypes van de teams.
PowerPoint slide	—
Link werkboek	—

Tijdens de Show & Tell hebben de teams de mogelijkheid om hun ontwerp te presenteren aan klasgenoten, leerlingen van andere klassen, familie, buurtgenoten en de beroepsbeoefenaar. Het is een feestelijke gebeurtenis, waarbij de leerlingen centraal staan.



— Show & Tell

Stap voor stap:

- Elk team krijgt een eigen plekje met een tafel waar ze hun drieluik of poster en het prototype kunnen uitstallen.
- De uitgenodigde ouders/verzorgers, buurtgenoten, beroepsbeoefenaar, en leerlingen van andere klassen kunnen langslopen en luisteren naar de uitleg en vragen stellen. Spreek met de teams af dat er altijd twee leerlingen van het elk team bij hun ontwerp staan om uitleg te geven en vragen te beantwoorden. Op die manier kunnen de leerlingen onderling afwisselen en ook kijken bij de andere teams.

OPTIONEEL!

Wanneer er in les 2 talentenvideos zijn gemaakt door de leerlingen kunnen deze ook tijdens de tentoonstelling afgespeeld worden.

2. Ontmoeting met een beroepsbeoefenaar

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	30 min (lestijd verstreken: 80 min)
Benodigheden	Ingevulde werkbladen vragen voor de beroepsbeoefenaar uit les 5.
PowerPoint slide	—
Link werkboek	—

De leerlingen maken op een leuke manier kennis met een echte beroepsbeoefenaar. Ze luisteren naar zijn/haar verhaal en mogen natuurlijk vragen stellen.



— Beroepsbeoefenaar in de klas

Stap voor stap:

- De beroepsbeoefenaar vertelt wat hij/zij voor werk doet, wat zijn/haar achtergrond is en welke talenten en hobbies hij/zij heeft. Neem hier ongeveer 10 minuten de tijd voor.
- Daarna hebben de leerlingen de gelegenheid om vragen te stellen. Deel hiervoor de ingevulde werkbladen met vragen voor de beroepsbeoefenaar uit. Zorg dat u als leerkracht deze vragenronde begeleidt: help bijvoorbeeld bij het aanwijzen van kinderen die een vraag mogen stellen en verzoek om stilte als het te rumoerig wordt.
- Aan het eind mogen ook ouders/verzorgers een beurt krijgen voor vragen.

3. Afsluiting van het project

Werkvorm	Klassikaal gesprek
Tijdsduur	10 min (lestijd verstreken: 90 min)
Benodigheden	—
PowerPoint slide	—
Link werkboek	—

Stap voor stap:

- Neem kort de tijd voor een gezamenlijke afsluiting van het project. Blik hierbij met de leerlingen terug op de lessen en vraag naar hun ervaringen. Vragen die gesteld kunnen worden zijn:
 - Welke les vond je het leukst/interessants/verrassends? Waarom?
 - Wat heb je geleerd tijdens het project?
 - Wat was een bijzonder moment? Waarom?

Meenemen naar volgende les:

In een volgende les zou u de tentoonstelling en het gesprek met de beroepsbeoefenaar nog kort kunnen nabespreken.



Colofon

Afbeeldingen:

- Show & Tell 1: Pilot van de lessenserie, fotograaf Simone Both
- Show & Tell 2: Pilot van de lessenserie, fotograaf Simone Both
- Beroepsbeoefenaar in de klas: Pilot van de lessenserie, fotograaf Simone Both

NAMEN:

JUF / MEESTER:

Mijn huis + familie

Werkblad persona

Dit doe ik voor werk:

In mijn vrije tijd ...

Mijn achtergrond:

Grappig weet je over mij:

Dit kan ik goed (mijn talenten)

Naam: _____

Dit doe ik op een dag:

-
-
-
-
-
-
-
-

TALENTENKAARTEN

TALENTENKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:

TALENTENKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:

TALENTENKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:

TALENTENKAART

Voor:

Gekregen van:

Jouw talent is:

Dat vind ik, omdat:

TALENTENLIJST

**DOORZETTEN**

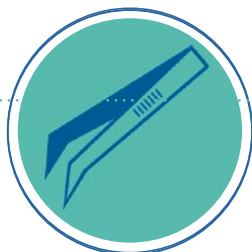
Als iets niet makkelijk gaat, toch doorgaan.

**ONTWERPEN**

Een nieuw voorwerp, apparaat of gebouw bedenken.

**HELPEN**

Graag iets doen voor andere mensen.

**NAUWKEURIG WERKEN**

Netjes en precies werken, niets over het hoofd zien.

**SPREKEN**

Als je makkelijk voor een groep mensen durft te praten.

**VRAGEN STELLEN**

Je bent goed in vragen stellen om iets te weten te komen.

**LUISTEREN**

Goed luisteren naar iemand zonder erdoorheen te praten.

**EVALUEREN**

Na een tijdje terugkijken hoe iets is gegaan.

**UITVINDEN**

Iets willen ontdekken wat nog niet eerder verzonnen is.



UITLEGGEN

Iets snel en makkelijk kunnen uitleggen.



IMPROVISEREN

Snel met een nieuw plan komen, als een eerder plan niet lukt.



SCHRIJVEN

Van een verhaal, gedicht of verslag.



REKENEN

Goed kunnen werken met sommen, grafieken, figuren en raadsels.



EXPERIMENTEREN

Graag dingen proberen.



ONDERZOEKEN

Nieuwsgierig zijn naar hoe iets kan ontstaan of gebeuren.



SAMENWERKEN

Makkelijk met andere mensen bezig zijn met een opdracht, zonder veel ruzie.



GOED MET COMPUTERS

Dat je handig bent met computers en bijvoorbeeld kunt programmeren.



MOTIVEREN

Door jouw woorden iemand enthousiast maken om iets te gaan doen.

EXPERIMENT 1

Een model van een zwart gat



Wat heb je nodig?

- Een ronde afwasteil of pan (diameter minimaal 30 cm)
- Een rekbaar laken (bijvoorbeeld: een hoelaken)
- Groot elastiek (om het laken om de ronde afwasteil of pan vast te maken)
- Een aantal kleine knikkers
- Twee of meer zwaardere ballen met ongeveer hetzelfde gewicht, maar verschillende grootte (bijvoorbeeld: een grote zware knikker, een jeu-de-boulesbal, tennisbal, een kleine (voet)bal of een dikke prop aluminiumfolie)



Stap voor stap:

- 1. DOEN:** Pak het rekbare laken en span dit over de afwasteil met het elastiek.

UITLEG:

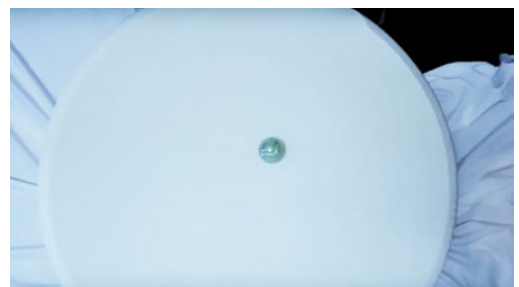
Het laken stelt de ruimte voor. In werkelijkheid is de ruimte natuurlijk niet plat. De ruimte omringt ons namelijk van alle kanten. Voor dit experiment is het genoeg om een platte ruimte na te bootsen.



- 2. DOEN:** Pak een kleine knikker en rol deze recht door over het laken.

UITLEG:

De knikker maakt een rechte lijn over de stof. Dit is de manier waarop licht en objecten, zoals planeten, sterren en manen, zich in de ruimte bewegen wanneer er niks in hun buurt is.



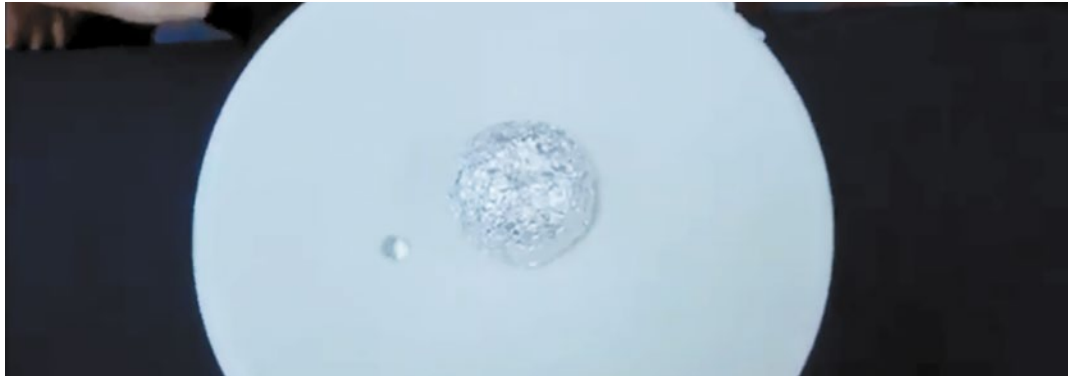
3.

DOEN:

Pak nu een zware bal, bijvoorbeeld een dikke prop aluminiumfolie. Leg de zware bal in het midden van de stof. Je kunt zien dat er een kromming, of kuiltje, ontstaat rond de bal. Nu rol je een kleine lichte knikker langs de zware bal over de stof. De knikker rolt nu niet meer rechtdoor. Je zult zien dat de knikker naar de bal toe beweegt en eromheen cirkelt.

UITLEG:

De zware bal stelt een zwaar object in de ruimte voor, bijvoorbeeld een hele grote ster. Alle objecten met massa, dus gewicht, maken een kromming in de ruimte. De zware bal kromt de stof voor de lichte knikker. Door die kromming beweegt de lichte knikker naar de zware bal toe. Zo werkt de zwaartekracht: een 'kromming' van de ruimte.

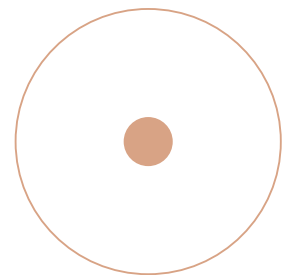


Dit is ook hoe bijvoorbeeld de aarde om de zon draait en de maan weer om de aarde. Onze zon is ook een ster. De zon is zwaarder dan de aarde. Met andere woorden, de zon heeft meer massa dan de aarde. Daardoor maakt de zon diepere kuil en kromming in de ruimte. De aarde draait rond in die kuil. Door de snelheid waarmee de aarde beweegt 'valt' deze niet in de kuil, maar blijft op dezelfde plek rondraaien. Hetzelfde gebeurt er met de aarde en de maan. Alleen is in dat geval de aarde zwaarder dan de maan. De maan wordt dus naar de aarde toe getrokken.

4.

DOEN:

Pak nu verschillende knikkers die je op verschillende snelheden langs de zware bal over de stof rolt. Teken en leg uit wat je ziet gebeuren:



5.

DOEN:

Pak nu een andere zware bal die kleiner is dan de zware bal die je net hebt gebruikt. Dit kan bijvoorbeeld een grotere zware knikker zijn met hetzelfde gewicht als de dikke prop aluminiumfolie. Leg de zware bal in het midden. Kijk wat er gebeurt met de kromming van de stof.

UITLEG:

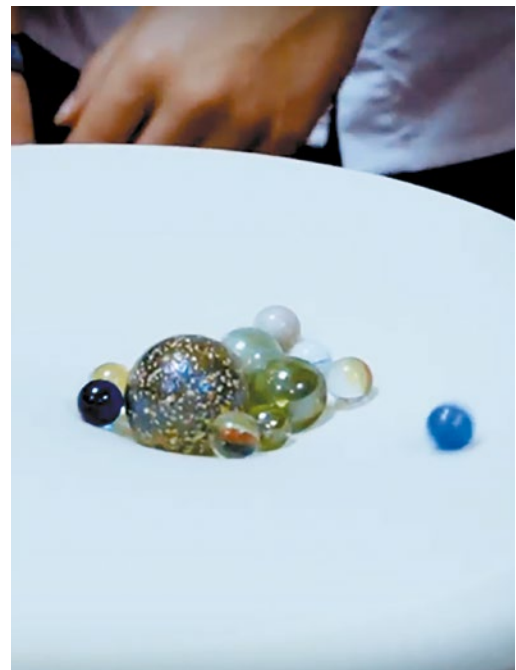
Je kunt nu zien dat de kleine zware bal een diepere kuil maakt in de stof. Hoe kleiner de zware bal, hoe dieper de kuil. Een kleine zware bal is massief. Dit betekent dat de bal veel massa (= veel gewicht) heeft en ook heel compact (=klein) is. Een zwart gat is heel erg massief en maakt dus een hele diepe kuil en kromming in de ruimte. Daardoor kan niks gaan de zwaartekracht van het zwarte gat ontsnappen.

**6.****DOEN:**

De zware bal stelt een zwart gat voor. Rol weer lichte kleine knikkers over het doek en kijk wat er gebeurt.

UITLEG:

De knikkers rollen op een andere manier om de kleine zware bal heen dan om de grotere net zo zwarte bal die we eerder gebruikten. Dit komt door de diepere kuil die de kleine zware bal maakt. De diepere kuil zorgt ervoor dat de lichte knikkers sterker worden aangetrokken tot de kleinere zware bal. Als de knikkers langs de kleine zware bal rollen, beginnen ze rond het 'zwarte gat' te draaien en vallen ze uiteindelijk erin. Je kunt nu zien hoe dingen gemakkelijk in een zwart gat kunnen vallen, maar er niet meer uit kunnen komen. Dit is wat er gebeurt bij zwarte gaten: hun zwaartekracht vervormt de ruimte zodat licht of andere objecten erin vallen en niet kunnen ontsnappen.

**Verschil tussen 'massa' en 'massief'**

De massa van het object is simpel gezegd de hoeveelheid materiaal of het gewicht. Als je een grote knikker op een weegschaal legt, weegt hij bijvoorbeeld 100 gram. Als een object, zoals deze knikker, zwaar is én weinig ruimte inneemt, noemen we hem massief. De knikker heeft een doorsnee van 1 cm en is 100 gram. De dichtheid van de knikker is in dit geval groot. Een prop aluminiumfolie kan ook 100 gram wegen, en heeft dus evenveel massa als de knikker. Maar omdat de prop groter is dan de knikker (4 cm doorsnee) is hij minder massief. Hij heeft een kleinere dichtheid. Daardoor buigt de stof dieper rond de knikker en minder diep rond de bal folie. Dit is in de ruimte ook zo. Massieve objecten (objecten met een kleine doorsnede die wel erg zwaar zijn), zoals zwarte gaten, vervormen de ruimte meer dan objecten die niet zo massief zijn.



EXPERIMENT 2

Van ster naar zwart gat

In experiment 1 zagen we dat hoe compacter een object is, hoe dieper de kuil, dus hoe sterker de zwaartekracht. Een zwart gat is een voorbeeld van een heel compact en heel zwaar object. Een zwart gat is heel erg massief. Maar hoe komt het dat een zwart gat zo massief is? Daar komen we achter in dit experiment.



Wat heb je nodig?

- Rol aluminiumfolie
- Ballon
- Speld of veiligheidsspeld
- Digitale keukenweegschaal

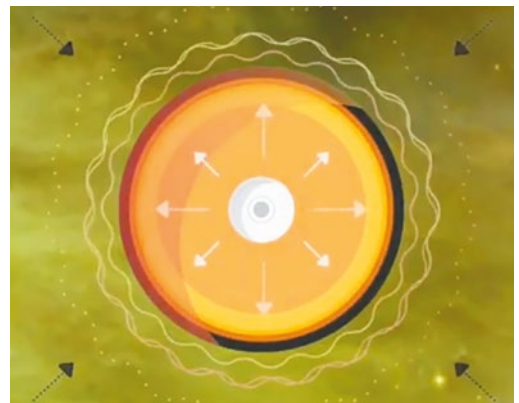


Stap voor stap:

- DOEN:** Blaas een ballon op en leg er een knoop in. De ballon stelt de brandende kern van een ster voor. Duw voorzichtig op de ballon. Merk je hoe de lucht in de ballon tegen je spierkracht werkt?

UITLEG:

De lucht in de ballon zorgt ervoor dat de ballon zijn ronde vorm behoudt. Ook als er kracht op komt, zoals bijvoorbeeld jouw spierkracht wanneer je op de ballon duwt. Net zoals de lucht in de ballon zorgt de brandende kern van een ster ervoor dat de ster zijn vorm behoudt en niet in elkaar stort. De kracht die op de brandende ster duwt is namelijk de zwaartekracht. In een ster is er dus een balans tussen de kracht van de brandende ster die naar buiten duwt en de kracht van de zwaartekracht die naar binnen duwt. Er is een balans tussen de krachten.



2.

DOEN:

Pak de rol aluminiumfolie en wikkel ongeveer 5 lagen aluminiumfolie om de ballon heen. Druk de aluminiumfolie voorzichtig tegen de ballon aan. Je hebt nu een model van een ster gemaakt.

UITLEG:

De ballon en de binnenste lagen aluminiumfolie zijn samen de kern van de ster. De buitenste laag aluminiumfolie is een laag gas. De lucht in de ballon is de kracht en druk van de brandende kern.

Lucht in de ballon	=	druk van de brandende kern
Ballon + binnenste lagen aluminiumfolie	=	kern van de ster
Buitenste laag aluminiumfolie	=	gaslaag rond de ster

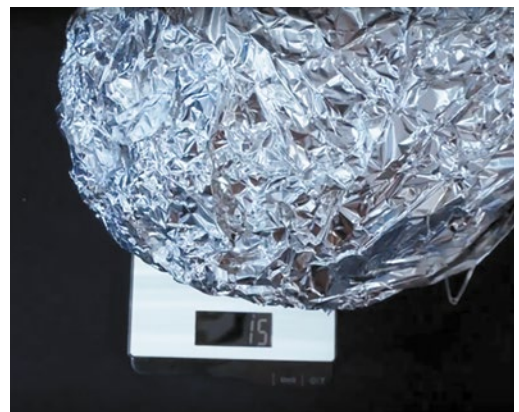


3.

DOEN:

Weeg je model van een ster (de met aluminium bedekte ballon) op een keukenweegschaal. Hoe zwaar is de ster?

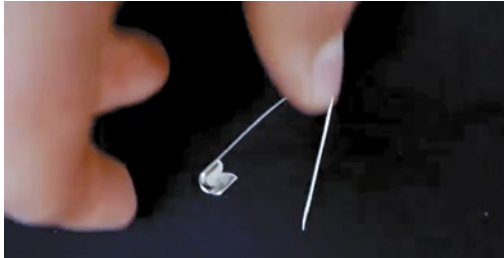
gram



- 4. DOEN:** Nu ga je het sterven van een ster nabootsen. Prik de ballon voorzichtig door met een speld. Zorg dat de aluminiumfolie in de vorm van de ballon blijft.

UITLEG:

Het lekprikken van de ballon stelt een stervende ster voor. Als een ster sterft, heeft hij geen brandstof meer over in zijn kern en stop hij met branden. Dit is hetzelfde als de lucht die uit de ballon gaat.



- 5. DOEN:** Zonder tegendruk van de lucht in de ballon kun je de folie gemakkelijk indrukken. De balans tussen de krachten is weg en je spierkracht wint. Gebruik je handen om de lagen aluminiumfolie en de doorgeprikte ballon tot een kleine prop vormen. Het model van je ster stort in. Dit is een supernova! De compacte prop aluminiumfolie stelt nu een zwart gat voor.

UITLEG:

De lek geprikte ballon is de ster die sterft en zijn brandende kracht verliest. Met je spierkracht en je handen boots je de zwaartekracht na die op de stervende ster duwt. Net zoals je met je spierkracht de aluminiumfolie en de lek geprikte ballon tot een kleine prop maakt, zo duwt de zwaartekracht een stervende ster in elkaar. De ster stort in en wordt een zwart gat! Het instorten van een ster is een supernova!

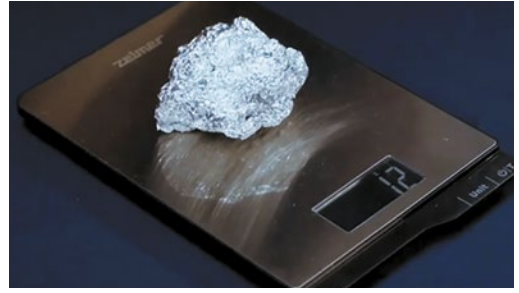


Niet alle sterren worden zwarte gaten!

Alle grote zware sterren eindigen in een supernova, maar alleen de extreem zware grote sterren worden zwarte gaten. Dat zijn sterren die ongeveer 15 keer zwaarder zijn dan de zon. Onze zon is natuurlijk ook een ster. Gelukkig kan nooit een zwart gat worden. Daarvoor is de zon niet zwaar genoeg. Het is mogelijk om een supernova te zien als die dichtbij genoeg is. Wat je dan ziet is een heel helder lichtpunt aan de hemel. Dit lichtpunt is ongeveer even licht als de maan en blijft wel een maand aan de hemel staan. De laatste keer dat er een supernova dichtbij genoeg was dat mensen het konden zien was in het jaar 1054. Maar misschien hebben wij ook geluk! Er is een zware ster die redelijk dicht bij ons staat. Het is de ster *Betelgeuse*. Er is een kans dat deze ster binnen nu en 100 jaar gaat ontploffen als supernova. Dat zou heel bijzonder zijn!

- 6. DOEN:** Weeg je model van een zwart gat (de prop aluminiumfolie) op een keukenweegschaal. Hoe zwaar is het zwarte gat?

gram



- 7. DOEN:** Vergelijk de meting van het model van het zwarte gat (stap 6) met de meting van het model van de ster (stap 3). Hoeveel verschil in gewicht is er? Wat valt je op?

gram

UITLEG:

De prop aluminiumfolie, het model van het zwarte gat, is maar iets lichter dan het model van de ster uit stap 3. Maar de prop is wel 5 kleiner dan de ballon! De prop is heel compact, met bijna hetzelfde gewicht (= massa) als de ballon met de lagen aluminiumfolie. De prop is dus massiever dan de ballon met lagen aluminiumfolie! Dus, een zwart gat is veel massiever dan een ster.

Een zwart gat (de prop aluminiumfolie) is veel kleiner dan de ster die hij eerst was (de ballon met lagen aluminiumfolie). Toch heeft een zwart gat bijna dezelfde massa (=gewicht). Een zwart gat is dus veel massiever dan de oorspronkelijke ster. Al het gewicht van de ster is door de zwaartekracht samengedruwd in een heel klein gebied: een zwart gat. Een zwart gat is dus heel massief. Doordat een zwart gat zo massief is, veroorzaakt het een extreme zwaartekracht. Alles wat te dichtbij komt wordt aangetrokken en kan nooit meer ontsnappen.

Verschil tussen 'massa' en 'massief'

De massa van het object is simpel gezegd de hoeveelheid materiaal of het gewicht. Als je een grote knikker op een weegschaal legt, weegt hij bijvoorbeeld 100 gram. Als een object, zoals deze knikker, zwaar is én weinig ruimte inneemt, noemen we hem massief. De knikker heeft een doorsnee van 1 cm en is 100 gram. De dichtheid van de knikker is in dit geval groot. Een prop aluminiumfolie kan ook 100 gram wegen, en heeft dus evenveel massa als de knikker. Maar omdat de prop groter is dan de knikker (4 cm doorsnee) is hij minder massief. Hij heeft een kleinere dichtheid. Daardoor buigt de stof dieper rond de knikker en minder diep rond de bal folie. Dit is in de ruimte ook zo. Massieve objecten (objecten met een kleine doorsnede die wel erg zwaar zijn), zoals zwarte gaten, vervormen de ruimte meer dan objecten die niet zo massief zijn.

TEAM:



KENNISKAART

ZWAARTEKRACHT

Dit weten we over de zwaartekracht
(hoe het werkt, hoe het voelt,
waarom het niet overal hetzelfde is):

Dit weten we over de zwaartekracht
bij een zwart gat:

ZWART GAT

Dit weten we over zwarte gaten
(hoe ze ont-staan, waar ze zijn,
wat ze doen, wat er bijzonder aan is):



Dit weten we over de zwaartekracht
bij massieve objecten:

MASSIEF

Dit weten we over massief
(het verschil tussen massa en massief,
een voorbeeld van iets wat heel massief is):

Dit weten we over de massiviteit
(= hoe massief iets is) van een
zwart gat:

Voorbeeld van een uitgewerkte kenniskaart

REIS NAAR EEN ZWART GAT

Ontwerpen voor de ruimtemissie

Aan de slag als ontwerpers!

Jullie gaan meehelpen met een reis naar een zwart gat! Zoals je in de vorige lessen hebt kunnen zien, komt er veel bij kijken om een ruimtemissie te organiseren. Jullie gaan nu als team aan de slag als ontwerpers met één van de deelprojecten die hieronder beschreven staan. Lees de tekst hieronder en kies een deelproject uit waar je als team mee aan de slag wil. Het is belangrijk dat iedereen het eens is met de keuze. In het vak kun je het nummer van het gekozen deelproject invullen en de ontwerpvraag opschrijven.

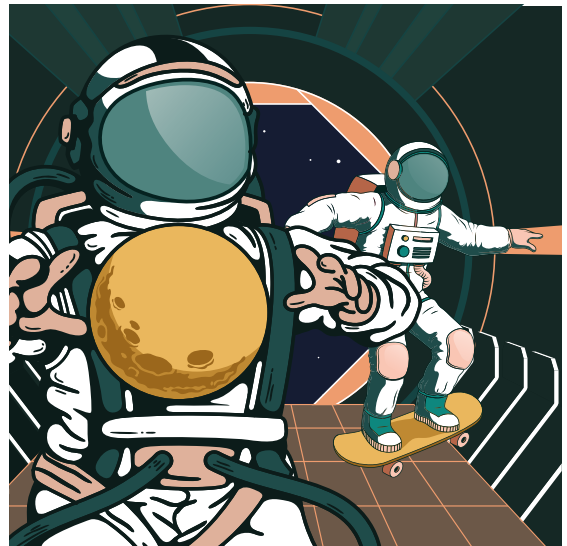


Probleem:

Sera werkt in de ruimtevaart en ze helpt mee aan de toekomstige missie naar een zwart gat. Ze weet veel over de problemen en gevaren die tijdens de reis zouden kunnen voorkomen. De ruimtereis zal heel ontzettend lang duren en dat is niet makkelijk voor de astronauten. Sera maakt zich zorgen over de astronauten en wil graag jullie hulp met ontwerpen van een oplossing voor één van de twee deelprojecten waar ze aan werkt.

Deelproject 1: Bewegen in het ruimteschip

Ruimtereizen doet heel veel met je lichaam. Zodra een raket ver genoeg van de aarde is, treedt er gewichtsloosheid op. Door die gewichtsloosheid kun je heel makkelijk en anders bewegen dan op aarde, maar het zorgt er ook voor dat je heel snel al je spiermassa en spierkracht verliest. Voor je het weet ben je heel slap! Ook zetten je rugwervels uit. Au! Dit is niet goed voor de gezondheid van de astronauten. Als de astronauten aankomen bij het zwarte gat, wordt de zwaartekracht juist weer erg sterk! Het is daarom heel belangrijk dat de astronauten elke dag hun spieren trainen. Het probleem is alleen dat de astronauten niet graag sporten met apparaten in het ruimteschip, dat vindt ze saai. Sera maakt zich zorgen dat de astronauten niet genoeg zullen bewegen. Ze wil daarom iets ontwerpen waardoor de astronauten heel graag samen willen bewegen in het kleine ruimteschip. Ze denkt bijvoorbeeld aan een nieuw spel of sporttoestel. Kunnen jullie haar hierbij helpen? Hoe bewegen jullie bijvoorbeeld graag? Hoe zou dat eruitzien als je gewichtsloos zou zijn? Wat voor nieuw sporttoestel zou daarbij kunnen helpen?



De ontwerpvraag:

Ontwerp een spel of sporttoestel wat ervoor zorgt dat de astronauten het leuk vinden om samen veel te bewegen in het kleine ruimteschip.

Deelproject 2: Vreemden worden vrienden

Ruimtereizen is niet alleen zwaar voor je lichaam. Het kan mentaal ook heel moeilijk zijn. De reis naar het zwart gat ontzettend lang. Al die tijd zitten de astronauten met elkaar in het best wel kleine ruimteschip. Vaak kennen ze elkaar nog niet zo goed aan het begin van de ruimtereis, maar toch moeten gelijk heel veel samenwerken om te zorgen dat alle onderzoeken en experimenten goed gaan. Het is dus heel belangrijk dat de astronauten goed met elkaar overweg kunnen gaan en ruzies snel oplossen. Sera maakt zich hier best veel zorgen over. Ze weet dat het niet altijd makkelijk is om vrienden te maken en ook het oplossen van ruzies gaat niet zomaar goed. Daarom wil ze iets ontwerpen wat de astronauten helpt om snel vrienden te worden en ruzies makkelijker op te lossen. Ze denkt bijvoorbeeld aan een nieuw spel of een product. Kunnen jullie haar hierbij helpen? Hoe maken jullie bijvoorbeeld nieuwe vrienden? Waar was je toen je nieuwe vrienden maakte? En wat was je toen aan het doen? En hoe lossen jullie ruzies op school op? Hoe zou een spel daarbij kunnen helpen? Wat voor nieuw product zou je daarvoor kunnen ontwerpen?



De ontwerpvraag:

Ontwerp een spel of product wat de astronauten helpt om snel vrienden te worden en ruzies makkelijk op te lossen.



Nu kiezen jullie een deelproject om aan te werken. Overleg goed als team. Iedereen moet het eens zijn met de keuze. Vul hieronder het nummer van het deelproject in en schrijf de ontwerpvraag over.

Wij kiezen voor deelproject:

De ontwerpvraag waar we aan gaan werken is:

.....

Ontwerp een:

.....

.....

.....

De eisen & wensen:

- Jullie maken het ontwerp voor in het ruimteschip. Hou er dus rekening mee dat er weinig ruimte is (niet groter dan een schoollokaal) en dat alles gewichtloos is (alles zweeft dus rond).
- Het is belangrijk dat de astronauten het ontwerp veel gaan gebruiken. Zorg er dus voor dat het ontwerp heel leuk en verslavend is.

ONZE ONTWERPVRAAG: N.A.A.M.: GROEP:

TITEL IDEE:

Wat is het idee? Hoe ziet het eruit? Teken en beschrijf het!

Hoe werkt het idee? Wat gebeurt er?

Leg het idee uit.

Uit welke onderdelen bestaat het idee?

EISEN & WENSEN

Aan welke voldoet het idee al?



Aan welke nog niet helemaal?



WAAR

wordt het idee gebruikt?

WIE

kan het idee gebruiken?

WAT

maakt dit idee anders dan alles wat al bestaat?

WANNEER

wordt het idee gebruikt?

TEAMNAAM:

Vragen voor de beroepsbeoefenaar

Tijdens de show & tell tentoonstelling de volgende les komt er een beroepsbeoefenaar op bezoek. Dit is iemand die echt werkt of studeert in de ruimtevaart of sterrenkunde.

Vul de volgende onderdelen in.

Welke 3 talenten heeft de beroepsbeoefenaar volgens jou nodig tijdens het werk?

1.
2.
3.

Vragen die je de beroepsbeoefenaar wilt stellen

Tip | Stel vragen over:

- Werkzaamheden op een dag
- Benodigde talenten
- Product waar de beroepsbeoefenaar aan werkt
- Leukste en stomste dingen aan uw werk
- De achtergrond van de beroepsbeoefenaar
- Hobby's buiten werk

Vraag 01:

<p>Antwoord:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Vraag 02:

Antwoord:

.....

.....

.....

.....

Vraag 03:

Antwoord:

.....

.....

.....

.....

Vraag 04:

Antwoord:

.....

.....

.....

.....

Vraag 05:

Antwoord:

.....

.....

.....

.....

KEUZEKRUIS

Een visueel hulpmiddel om samen een bewuste selectie te maken van ideeën



Deelnemers
Groep



Ontwerpvaardigheid
Bepaal je richting



Ontwerpervaring
Gemiddeld



Duur
30 minuten



Ontwerpstap
Ideeën selecteren



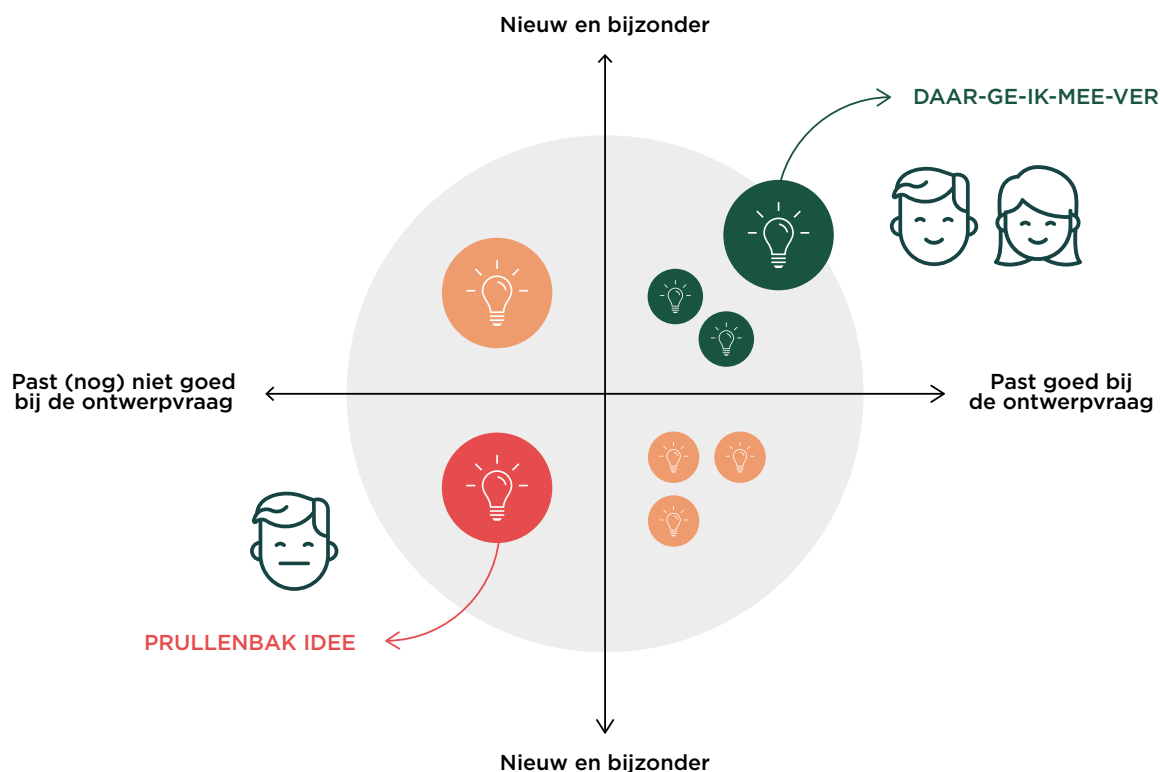
Beschrijving

Als leerlingen heel veel ideeën hebben bedacht, heeft langer brainstormen geen zin meer. Het Keuzekruis helpt hen ideeën te vergelijken en selecteren.

Het Keuzekruis is opgebouwd uit een horizontale en een verticale lijn met pijlen. Elke lijn staat voor een criterium. De horizontale lijn geeft aan in welke mate een idee bij de ontwerp vraag past. De verticale lijn geeft aan hoe nieuw en bijzonder een idee is. In het Keuzekruis zijn vier gebieden:

- passend bij de ontwerp vraag - nieuw en bijzonder: daar-ga-ik-mee verder ideeën
- NIET passend bij de ontwerp vraag - nieuw en bijzonder: niet-voor-nu ideeën
- passend bij de ontwerp vraag - NIET nieuw en NIET bijzonder: kunnen-nu-direct ideeën
- NIET passend bij de ontwerp vraag - NIET nieuw en NIET bijzonder: prullenbak ideeën

De leerlingen plaatsen hun ideeën in het gebied waarin ze volgens hen horen. Als alle ideeën zijn geplaatst, zien de leerlingen in één oogopslag welke ideeën geschikt zijn om mee verder te gaan. Dat zijn natuurlijk de ideeën in het vak rechtsboven. Uit deze groep ideeën kiezen de leerlingen een idee om uit te werken!

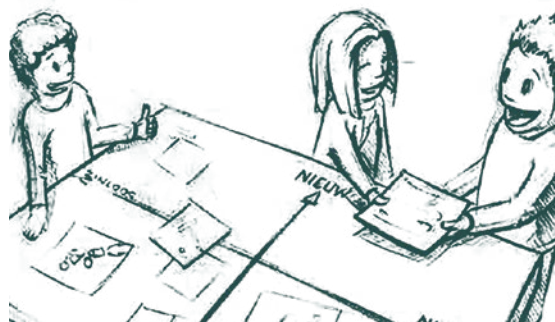


Effect

Door het werken met het Keuzekruis staan leerlingen bewust stil bij de kracht van elk idee. Ze krijgen op een effectieve en snelle manier inzicht in de waarde van hun ideeën.



Zonder Keuzekruis



Met Keuzekruis

Voorbeeld

In het project 'Gymen in de toekomst' hebben de leerlingen van groep 7 allerlei ideeën bedacht die de gymles leuk kunnen maken voor alle typen leerlingen. De directeur van de HALO (Haagse Academie voor Lichamelijke Opvoeding) wil namelijk weten hoe hij dit kan aanpakken. Hij ontvangt graag een lijst met de meest kansrijke ideeën. Maar hoe bepaal je wat de beste ideeën zijn? Met behulp van het Keuzekruis lukte het de verschillende groepjes in de klas van juf Inge. In het begin wisten de leerlingen niet zo goed wanneer een idee wel of niet geschikt was. Zij vroegen het steeds aan juf Inge. Maar met het Keuzekruis kwamen er veel minder vragen. De groepjes dachten zelf na over de ideeën die zij bedacht hadden.

Stap voor stap

- Zorg ervoor dat de leerlingen veel verschillende ideeën hebben op losse kaartjes.
- Laat het Keuzekruis zien en leg het uit. Bespreek de twee criteria (de lijnen met pijlen) en de gebieden die zo ontstaan.
- Vertel dat het kruis een hulpmiddel is om inzicht te krijgen in de waarde van bedachte ideeën. Doe voor hoe een idee in een gebied gelegd kan worden.
- Geef elk ontwerpteam een groot vel met een kruis erop. Leg het vel neer, bijvoorbeeld op de grond zodat elk groepslid het vel goed kan zien en er bij kan.
- Laat het team hun ideeën over het vel verdelen. Vertel dat ze goed moeten overleggen waar een idee neergelegd wordt.
- Vraag in welk gebied de ideeën liggen die geschikt zijn om mee verder te gaan. Laat de leerlingen de daar-ga-ik-mee-verder ideeën in het vak rechtsboven, nog eens goed bekijken.
- Laat elk ontwerpteam één idee of enkele ideeën kiezen om mee verder te gaan. Iedereen uit het groepje moet het gekozen idee goed vinden.

Tips

- Leerlingen kunnen hun eigen ideeën ook individueel neerleggen. Daarna bespreken ze elk idee gezamenlijk. Eventueel verleggen ze een idee nog.
- Geef een globale tijverdeling aan voor het plaatsen van ideeën, het bekijken van de **daar-ga-ik-mee-verder** ideeën en de keuze van een idee. Help de leerlingen bij het bedenken en onder woorden brengen van argumenten.



Materialen

- Alle ideeën van leerlingen op losse kaartjes
- Groot vel met Keuzekruis per ontwerpteam (A0-formaat)

Referenties:

- Het Keuzekruis is een variatie op de C-box die bedacht is door Marc Raison

STIPPENMETHODE

Een selectie maken van ideeën om mee verder te gaan



Deelnemers
Groep



Ontwerpvaardigheid
Bepaal een richting



Ontwerpervaring
Geen



Duur
10 - 15 minuten



Ontwerpstap
Ideeën selecteren



Beschrijving

Elke leerling krijgt zes stippen (stickers) en verdeelt ze over de drie ideeën die hij of zij het beste vindt. Bij één idee plakt hij drie stickers, bij een ander idee twee en bij een derde idee één sticker. Leerlingen kiezen hun drie beste ideeën individueel op basis van hun eigen gevoel of op basis van een afgesproken criterium.

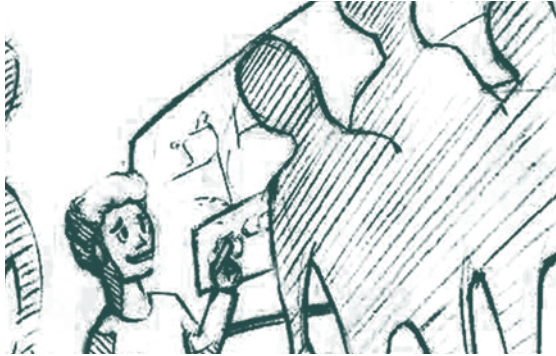
Na het plakken is meteen duidelijk dat het gros van de ideeën niet interessant is. Die vallen af. De leerlingen zien ook in één oogopslag welke ideeën in hun groepje geliefd zijn. De ideeën waar individuele leerlingen hun drie stickers bij geplakt hebben, zijn ook interessant.

Over die ideeën gaan de leerlingen in gesprek. Om de beurt vertelt elke leerling in het groepje waarom hij een idee goed vindt. De andere leerlingen mogen reageren. Zo kunnen ze allemaal enthousiast raken over een idee, of juist door tegenargumenten wat minpunten aan het idee ontdekken.

Daarna maken de leerlingen een definitieve keuze. Iedereen moet het gekozen idee geschikt en origineel vinden. Leerlingen mogen ideeën ook combineren tot een nieuw idee.

Effect

Leerlingen maken op een snelle en praktische manier een selectie van de vele en verschillende ideeën en denken gezamenlijk over hun 'beste' ideeën na. Bij het stippen plakken worden de leerlingen niet gehinderd door groepsdruk bij het maken van een keuze.



Zonder Stippenmethode



Met Stippenmethode

Voorbeeld

Een directeur van een groot bedrijf aan de kust heeft tijdens het broedseizoen veel overlast van meeuwen. Leerlingen van groep 5 bedachten in groepjes veel verschillende oplossingen voor dit ontwerprobleem. Om te bepalen welk idee ze verder zouden gaan uitwerken, gebruikten de leerlingen de stippenmethode. Lars zette drie stippen bij het idee van een rondvliegende vogelverschikker. Als alle stippen gezet zijn, blijken de meeste stippen te staan bij een groot net over de hele fabriek. Maar de kinderen vragen ook wie voor de vogelverschikker gestemd heeft. Lars legt uit dat een drone in de vorm van een roofvogel steeds op de plek kan verschijnen waar de meeuwen een nest bouwen. De kinderen besluiten dat ook dit idee kansrijk is, en origineler. Dit idee gaan ze uitwerken.

Stap voor stap

- Zorg dat er voldoende ideeën zijn; één idee per blaadje.
- Bedenk of je gaat werken met gekleurde stippenstickers of dat je stippen laat zetten met gekleurde stiften.
- Geef de randvoorwaarden aan: wel/niet de eigen ideeën kiezen, hoeveel stippen mogen er per idee geplakt worden (6: 3-2-1), hoeveel tijd hebben de leerlingen voor het plakken, enz.
- Laat alle ideeën zichtbaar neerleggen of op een flap plakken. Dubbele ideeën komen op een stapeltje met paperclip eromheen. Iedereen in het groepje moet ze goed kunnen zien en erbij kunnen. Vragen en uitleggen wat er bedoeld wordt, mag. Discussie is verboden.
- Laat de leerlingen de stippen plakken. Benadruk dat de leerlingen op basis van hun eigen voorkeur kiezen, zonder overleg!
- Laat de leerlingen samen bekijken hoe de stippen verdeeld zijn en welke gedachten daarachter zitten. Elke leerling mag zijn of haar favoriete idee toelichten. Andere leerlingen mogen reageren.
- Daarna bepalen de leerlingen welk idee ze als concept gaan uitwerken. Combineren mag!



Tips

- Zorg dat de leerlingen bij het stickers plakken niet stiekem overleggen of elkaar beïnvloeden.
- Om de kans op originele en vernieuwende ideeën te vergroten, kun je selectiecriteria met de leerlingen afspreken zoals origineel, kansrijk of gewoon leuk.
- Let op! Het is niet nodig dat het idee met de meeste stippen gekozen wordt. Komen de leerlingen er niet uit, bied dan hulp bij dit proces.

Materialen

- Ideeën op losse kaartjes
- Stippenstickers of stiften



COLOFON

Ontwikkeld door:



Universiteit
Leiden
The Netherlands



UNIVERSITEIT
VAN AMSTERDAM

In samenwerking met:



expertisecentrum diversiteitsbeleid

Nik|hef



LANDELIJK
EXPERTISEBUREAU
MEISJES/VROUWEN
EN BETA/TECHNIEK

Gefinancierd door:



www.nwa-bouwstenen.nl

Dit lesmateriaal is onderdeel van het Expanding (Event) Horizons project van de Nationale Wetenschapsagenda



Naamsvermelding 3.0 Nederland (CC BY 3.0 NL)

Project wetenschappers:

- Tessa Vossen (*Universiteit Leiden*)
- Alice Schut (*Universiteit Leiden*)

Projectteam:

- Pedro Russo (*Universiteit Leiden*)
- Anne Land (*Universiteit Leiden*)
- Ivo van Vulpen (*Nikhef*)
- Anna Watts (*Universiteit van Amsterdam*)
- Mary Tupan-Wenno (*ECHO*)
- Cocky Booij (*VHTO*)

In co-creatie met:

- | | | | |
|--------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|
| – Demet Yazilintas | – Daphina Misiedjan | – Jeroen Jaspers | – Paul Logman |
| – Wouter Schrier | – Dennis Vaendel | – Khaled Tamimy | – Pedro de Bruyckere |
| – Marieke Hohnen | – Emine Acikgoz | – Lela Roos | – Rajae Atahiri |
| – Sarah Edrisy | – Ergun Celik | – Mahbobah Ahmadi | – Sanne van Gammeren |
| – Anne van de Ven | – Esther Bügel | – Martine Rijfkogel | – Shyro van Nieuwenhuijsen |
| – Annette ter Haar | – Eveline Holla | – Maryam Lyousofi | – Tamara van Heel |
| – Anouck Vrouwe | – Fadie Hanna | – Michelle Willebrands | – Wendy van den Putte |
| – Bart Clauwens | – Godelieve Bun | – Michiel Thijssen | – Yingying Luo |
| – Bart Groeneveld | – Hanny Gijsman | – Mike van den Kerkhof | |
| – Daniel White | – Hüsiyen Sen | – Panagiota Skintzou | |

Deelnemers pilot ronde:

- Groep 7 van Christelijke Basisschool De Horizon in Delft, onder leiding van leerkracht Fleur Raaijmakers
- Groep 7a van Islamitische Basisschool Al Ikhlâas, onder leiding van leerkrachten Samet Cil en Najim Idrissi
- Groep 7b van Islamitische Basisschool Al Ikhlâas in Haarlem, onder leiding van leerkrachten Francis Veldhoen en Youssra Ben Haddi

Nieuwsbericht over de pilot is te vinden via:

- <https://www.universiteitleiden.nl/nieuws/2020/01/succesvolle-pilot-inclusieve-lessenserie-over-zwarte-gaten>

Betrokken beroepsbeoefenaars:

- Hossein Hashemi, *Student sterrenkunde en data science bij de Universiteit Leiden*
- Marcella Wijngaarden, *Onderzoeker sterrenkunde bij de Universiteit van Southampton*
- Sera Markoff, *Professor sterrenkunde bij de Universiteit van Amsterdam*
- Vinita Marwaha Madill, *Ontwerper binnen de ruimtevaart en oprichter van platform Rocketwomen*

Grafisch ontwerp:

- Aneta Margraf-Druc (*Universiteit Leiden/Science Now*)

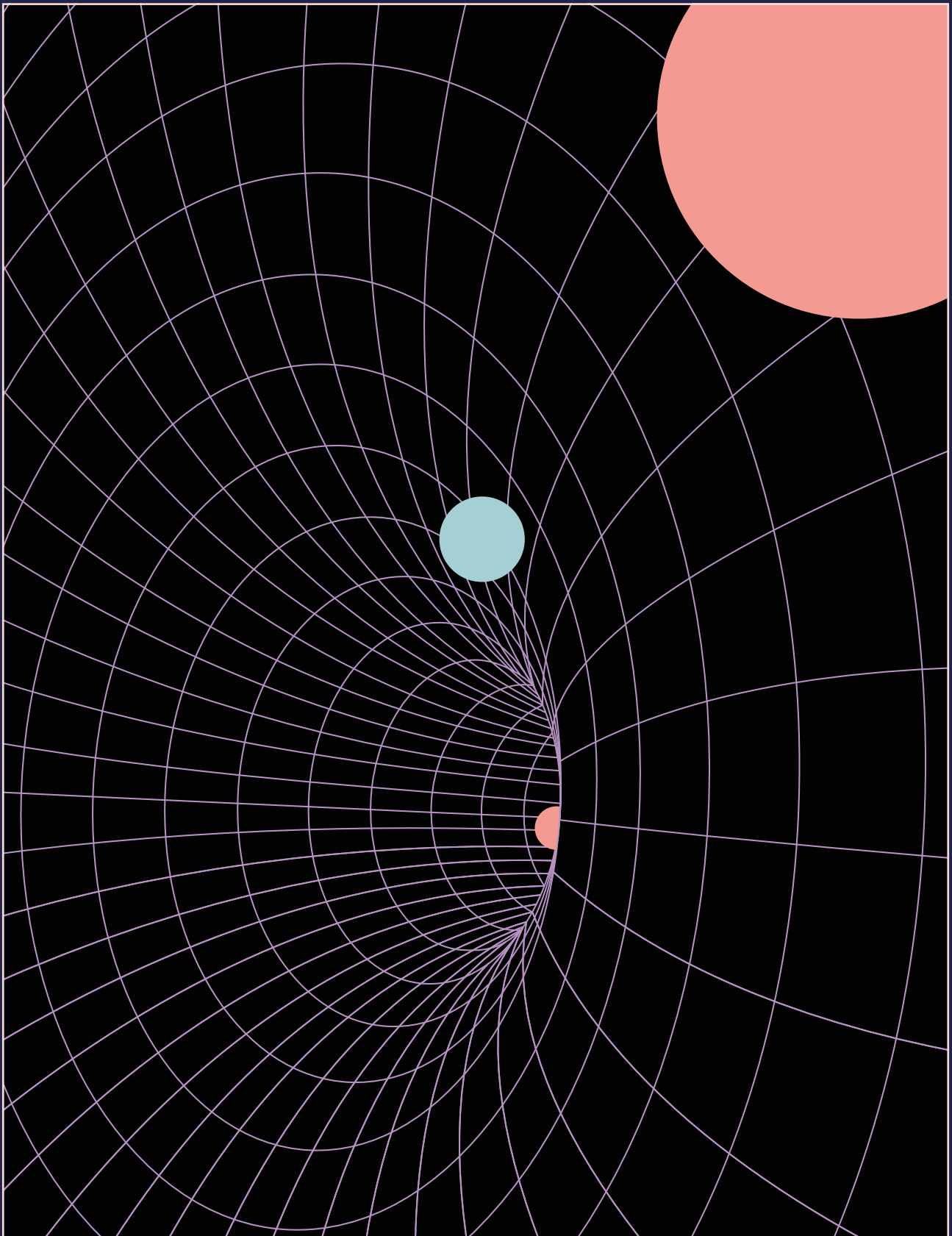
Videograaf:

- Hans Schepp (www.hansschepp.com)

Fotograaf:

- Simone Both





Ontwikkeld door:



Universiteit
Leiden
The Netherlands



UNIVERSITEIT
VAN AMSTERDAM

In samenwerking met:



expertisecentrum diversiteitsbeleid

Nik|hef



LANDELIJKE
EXPERTISEBUREAU
WETJUS/OPROEVEN
EN ESTAFETCHNISCH