***Wat zijn de oorzaken van lichtvervuiling en welke gevolgen heeft dit voor de zichtbaarheid van de sterrenhemel?***

**Bouwsteen 1**: **Wat zijn de ooorzaken van lichtvervuiling?**

|  |
| --- |
| **Deze fase in een notendop:**  De leerkracht gaat op zoek naar de oorzaken voor lichtvervuiling. Hiervoor worden verwonderingsvragen opgeroepen. Aan het begin van de les zullen lichtbronnen en donkere lichamen besproken worden aan de hand van voorbeelden uit het dagelijks leven. Daarna volgen enkele experimenten waar duidelijk wordt hoe lichtstralen zich voortplanten. Door middel van een experiment met wierook en lichtbronnen wordt lichtverstrooiing nagebootst. Dit is noodzakelijk om de oorzaak van lichtvervuiling aan te kaarten. Twee vormen van lichtverstrooiing worden geanalyseerd aan de hand van verwonderingsvragen: wat gebeurt er met het zonlicht alvorens het de aarde binnenkomt? Waarom zien wij overdag een blauwe hemel? Waarom kleurt bij zonsondergang de hemel rood?  Tot slot wordt er een link gelegd naar lichtvervuiling en lichtverstrooiing en worden de verwonderingsvragen aan het begin van de les beantwoord door de leerlingen. |
| **Tijd**: 50 minuten – 1 lesuur |
| **Leerdoelen**: de leerlingen kunnen:   * voorbeelden geven van lichtbronnen en donkere lichamen. * de voortplanting van lichtstralen beschrijven. * twee vormen van lichtverstrooiing analyseren. * Voorbeelden van lichtverstrooiing verklaren. * De oorzaken van lichtvervuiling verklaren.   **STEM-doelen:**   * LPD 1: De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken |
| **Leerinhouden:**   * Lichtbronnen en donkere lichamen. * Voorplanting van lichtstralen. * Atmosfeer * zichtbaar licht: ROGGBIV * Verschillende golflengten van het zichtbaar licht * Lichtverstrooiing. |
| **Randvoorwaarden**:  **Materiaal voor klasgebruik:**   |  |  | | --- | --- | | Experiment 1:   * Twee stukjes karton * Mes/schaar * Theelichtje * Lucifer * Twee kartonnen rietjes | Proefopstelling:  Geen beschrijving beschikbaar. |  |  |  | | --- | --- | | Experiment 2:   * Doorzichtig afgesloten box * Wierookstokjes * Lucifer * Zaklamp * Laser | Proefopstelling:  Geen beschrijving beschikbaar.  Proefopstelling met zaklamp:  Geen beschrijving beschikbaar.  Proefopstelling met lazer:  Geen beschrijving beschikbaar. |   **Voorkennis leerlingen**:  De leerlingen weten dat lichtbundels bestaan uit lichtstralen.  De leerlingen kennen het verschil tussen lichtbronnen en donkere lichamen.  **Externen:** / |
| Afbeelding met Graphics, Kleurrijkheid, schermopname, lijn  Automatisch gegenereerde beschrijving**Beschrijving leeractiviteiten**:  **Deel conceptenmap dat bij deze leeractiviteit hoort:**  Afbeelding met tekst, Lettertype, schermopname, wit  Automatisch gegenereerde beschrijving  **Overzicht leeractiviteit: timing + hoe te organiseren + hulpmiddelen**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | **Beschrijving leeractiviteit** | **Duur** | **Hoe organiseren?** | **Hulpmiddelen** | | 1. | Set the scene: inleiding | 5’ | * OLG * De leerlingen verwonderen * Verwonderingsvragen oproepen/ stellen | Afbeeldingen | | 2. | Voorkennis activeren | 5’ | * Aanbreng van lichtbronnen en donkere lichamen d.m.v. afbeeldingen. | Afbeeldingen + bundel | | 3. | Experiment 1 | 10’ | * Voortplanting van licht achterhalen d.m.v. een proefje * Leerling komt vooraan in de klas en beschrijft door welk rietje hij het brandend theelichtje kan zien. * De leerlingen vormen een conclusie. | Rietjes (gebogen en niet gebogen) + theelichtje + lucifer + karton + bundel | | 4. | Experiment 2 | 15’ | * Lichtverstrooiing nabootsen. * Een leerling laten assisteren bij het uitvoeren van de proef. De leerling laten schijnen met de zaklamp en de lazer doorheen de wierook in de afgesloten box. * De leerlingen vormen een conclusie. | Afgesloten box + wierook + lucifer + lazer + zaklamp + bundel | | 5. | Toepassingen lichtverstrooiing + beantwoorden verwonderingsvragen | 15’ | * Verklaren van een zichtbaar blauwe hemel overdag en een rode hemel bij zonsondergang. * Voorkennis activeren i.v.m. het zichtbaar licht: ROGGBIV | Afbeeldingen + bundel |   **Extra uitgebreide info bij leeractiviteit:**   1. **Set the scene: inleiding van de les.**   Om het ijs te doen breken wordt er een OLG (= onderwijsleergesprek) gehanteerd over de oorzaken van lichtvervuiling voor de fysica. Hiervoor wordt een terugverwijzing gedaan naar de artikels van vorige les. Hierin werd er verwezen naar een belangrijke oorzaak, namelijk lichtverstrooiing. Er wordt naar de afbeelding in de werkbundel gekeken en worden enkele verwonderingsvragen gesteld, zoals: schijnt er geen zonlicht in de ruimte? Kan er ook lichtvervuiling ontstaan op de maan? Hoe kan je de belichting van de aarde door het zonlicht verklaren?   1. **Voorkennis activeren.**   In de werkbundel worden afbeeldingen gebruikt om de voorkennis over lichtbronnen en donkere lichamen te activeren. De leerlingen onderzoeken wat deze afbeeldingen gemeenschappelijk hebben. De afbeeldingen zenden licht uit, maar niet elke afbeelding produceert het uitgezonden licht zelf. Hieruit worden de afbeeldingen opnieuw onderzocht. Welke zijn lichtbronnen en welke zijn donkere lichamen. De leerlingen besluiten deze voorkennis in hun werkbundel.   1. **Experiment 1.**   Op welke manier kan licht zich voortplanten? Met deze verwonderingsvraag in het achterhoofd proberen we aan de hand van een experiment een antwoord te vinden. Het doel van het experiment is om te besluiten dat licht zich rechtlijnig voortplant. De leerling laat een theelichtje branden. Hierna neemt hij/zij een gebogen rietje en probeert het brandend theelichtje waar te nemen. De leerling probeert het met een niet gebogen rietje. De leerling verklaart waarom hij niet met beide rietjes het brandend theelichtje kan waarnemen. Hierna vormt de leerkracht een conclusie op de verwonderingsvraag.   1. **Experiment 2.**   Aan de hand van het tweede experiment wordt lichtverstrooiing nagebootst. De leerkracht gebruikt hiervoor een afgesloten box met daarin enkele wierookstokjes. Deze worden aangestoken met lucifers en nadien uitgeblazen. De box wordt gesloten zodat de rook zich hierin kan verspreiden. Het is enkele minuten wachten tot de box gevuld is met rook. De leerkracht vult de tijd met het bespreken van lichtverstrooiing. Wat is dat? Wat gebeurt er met de lichtstralen? De leerkracht laat de leerlingen een hypothese vormen. Hierna komt een leerling naar voor en schijnt met de lazer en zaklamp doorheen de box. Wat gebeurt er met de lichtstralen? Wat kunnen jullie waarnemen? De leerlingen vullen het besluit in de werkbundel verder aan.   1. **Toepassingen lichtverstrooiing + beantwoorden verwonderingsvragen.**   Wat gebeurt er met het zonlicht voordat het de aarde binnenkomt? Er worden toepassingen in verband met lichtverstrooiing aangebracht. Twee toepassingen uit de leefwereld van de leerlingen. Waarom kleurt de heldere hemelblauw en bij zonsondergang rood? Op deze manier worden twee vormen van lichtverstrooiing aangebracht. Tot slot wordt er de link gelegd tussen lichtverstrooiing en lichtvervuiling. Aan het einde van de les worden de verwonderingsvragen die aan het begin van de les gesteld werden beantwoord door de leerlingen.  <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=2.16&lat=41.9298&lon=-2.3070&state=eyJiYXNlbWFwIjoiTGF5ZXJCaW5nUm9hZCIsIm92ZXJsYXkiOiJ3YV8yMDE1Iiwib3ZlcmxheWNvbG9yIjpmYWxzZSwib3ZlcmxheW9wYWNpdHkiOjYwLCJmZWF0dXJlc29wYWNpdHkiOjg1fQ==> |
| **Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten**:  *Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.*   * Werkbundel * Verbetersleutel |
| **Reader**:  Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)   * Lichtverstrooiing: * <https://www.natuurkunde.nl/artikelen/3780/vergrijzing-in-de-natuurkunde> * <https://askanydifference.com/nl/difference-between-rayleigh-scattering-and-mie-scattering-with-table/> * <https://www.kimbols.be/hulp/info-hulp/lichthinder-verstrooiing-en-schittering-bij-slechtziende-personen.html> * <http://chemieleerkracht.blackbox.website/wp-content/uploads/2014/11/experimenten_16%20Biochemie%20en%20voeding_16.1.%20Proeven_Voeding1_dranken_melk_Lichtverstrooiing%20en%20lichtgeleiding%20in%20melk.pdf> |
| **Eindtermen:**  **Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Basisoptie Moderne talen en wetenschappen: Wetenschappen A-stroom:**  **STEM-doelen:**  LPD 1 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken. |
| Studieaanbod CLW – SpectrumcollegeAfbeelding met tekst, Graphics, Lettertype, logo  Automatisch gegenereerde beschrijving  **Ontwikkeld in samenwerking met:** Beringen middelschool Spectrumcollege |

**Bouwsteen 2**: **Welke invloed heeft lichtvervuiling op de zichtbaarheid van de sterrenhemel?**

|  |
| --- |
| **Deze fase in een notendop:**  De leerkracht gaat op zoek naar de gevolgen van lichtvervuiling. Naar aanleiding van de eerste les weten de leerlingen dat de onzichtbaarheid van de sterrenhemel een belangrijk gevolg hiervan is. De magnitude en de kwaliteit van de sterrenhemel wordt verder besproken tijdens de les. Om te beginnen wordt de voorkennis van de leerlingen geactiveerd door enkele hemellichamen en sterrenbeelden te benoemen. Door middel van het platform stellarium.web kunnen de hemellichamen gevonden worden. De huistaak om zelf naar de sterren te kijken wordt beknopt besproken.  Aan de hand van didactisch materiaal wordt de zichtbare magnitude en de bortle schaal aangebracht en verder besproken. Daarna wordt de relatie tussen de zichtbare magnitude en de bortle schaal aangehaald.  Tot slot vormt de leerkracht met de leerlingen een besluit over de invloed van lichtvervuiling op de bortle schaal en de sterrenhemel. |
| **Tijd**: 50 minuten – 1 lesuur |
| **Leerdoelen**: De leerlingen kunnen:   * Hemellichamen identificeren aan de hand van stellarium.web * Hemellichamen classificeren aan de hand van hun helderheid. * De kwaliteit van de nachtelijke sterrenhemel omschrijven aan de hand van de Bortle schaal. * De invloed van lichtvervuiling op de Bortle schaal verklaren.   **STEM-doelen:**   * LPD 3 De leerlingen gebruiken vakterminologie op een correcte manier. |
| **Leerinhouden:**   * Sterrenbeelden/ hemellichamen analyseren. * Zichtbare magnitude van hemellichamen. * Kwaliteit van de nachtelijke hemel bepalen aan de hand van de Bortle schaal. |
| **Randvoorwaarden**:  **Materiaal voor klasgebruik:**   |  |  | | --- | --- | | * Computer voor elke leerling | Computer Basiskennis: Aan de slag gaan met uw eerste computer | | * Didactisch materiaal: * Schaalverdeling op A3 * Postits * Plakband |  |   **Voorkennis leerlingen**:   * De leerlingen kunnen verschillende hemellichamen opsommen. * De leerlingen kunnen verschillende sterrenbeelden opsommen. * De leerlingen hebben al eens naar de sterrenhemel gekeken. ` * De leerlingen kunnen de melkweg herkennen. * De leerlingen kunnen verklaren waarom de zichtbaarheid van de sterrenhemel verminderd.   **Externen:** / |
| Afbeelding met Graphics, Kleurrijkheid, schermopname, lijn  Automatisch gegenereerde beschrijving**Beschrijving leeractiviteiten**:  **Deel conceptenmap dat bij deze leeractiviteit hoort:**  Lichtvervuiling  Gevolgen  Onzichtbare sterrenhemel      Zichtbare magnitude Bortle schaal  **Overzicht leeractiviteit: timing + hoe te organiseren + hulpmiddelen**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | **Beschrijving leeractiviteit** | **Duur** | **Hoe organiseren?** | **Hulpmiddelen** | | 1. | Set the scene: voorkennis activeren van vorige lessen. | 5’ | * OLG * Wat is een gevolg van lichtvervuiling? | / | | 2. | Voorkennis hemellichamen/ sterrenbeeelden. | 10’ | * Met behulp van stellarium.web kunnen de leerlingen hemellichamen en sterrenbeelden achterhalen. * OLG in functie van de huistaak. Wat hebben de leerlingen waargenomen? | Stellarium.web | | 3. | Zichtbare magnitude introduceren | 10’ | * De leerlingen zoeken de zichtbare magnitude op van de gevraagde hemellichaam en plaatsen deze op de A3-schaalverdeling. * De relatie tussen de helderheid en de magnitude van het hemellichaam wordt verklaard aan de hand van deze oefening. | Stellarium.web  A3-schaal  Postits | | 4. | De bortle schaal introduceren | 10’ | * De leerlingen onderzoeken de relatie tussen de zichtbare hemellichamen en de kwaliteit van de nachtelijke hemel. * Twee situaties: een locatie met veel zichtbare sterren en een goede kwaliteit van sterrenhemel. Een locatie met weinig sterren en een slechte kwaliteit van sterrenhemel. * Oefening in werkbundel: plaats bij elke omschrijving de juiste schaal. | Stellarium.web  A3-schaal  Postits | | 5. | Invloed van lichtvervuiling op de bortle schaal + Hoe bepaal je de bortle schaal? | 15’ | * Aan de hand van een Europese kaart waarin de maat van lichtvervuiling wordt weergegeven in kleuren. * Grensmagnitude introduceren * De leerlingen een gezegde laten herformuleren in de juiste vakterminologie. * De leerlingen een nachtelijke hemel laten verklaren aan de hand van de juiste Bortle schaal. | Europese kaart van lichtvervuiling,  Bundel,  Afbeelding |   **Extra uitgebreide info bij leeractiviteit:**   * + - 1. **Set the scene: voorkennis activeren:**   De voorkennis vanuit de eerste les wordt terug geactiveerd. Wat waren de gevolgen van lichtvervuiling? De leerlingen gaan zich enkele vragen stellen waar ze doorheen de les een antwoord op zullen vinden. In welke gebieden zouden de sterren wel beter zichtbaar zijn. Welke sterren zijn beter zichtbaar? Hangt de zichtbaarheid af van de lichtintentiteit van de ster of van de kwaliteit van de sterrenhemel?   * + - 1. **Voorkennis hemellichamen/ sterrenbeelden:**   Om de leerlingen hun interesse te activeren worden ze gedropt in een sterrenhemel. Met behulp van stellarium.web kunnen de leerlingen de hemellichamen ontdekken die te vinden zijn aan de nachtelijke hemel.  De vooropdracht wordt ook besproken. De leerlingen hebben thuis naar de nachtelijke sterrenhemel gekeken. Welke sterren heb je kunnen identificeren? Waren de sterren duidelijk zichtbaar? Wie zag geen enkel hemellichaam?   * + - 1. **Zichtbare magnitude introduceren:**   De hemellichamen classificeren aan de hand van hun helderheid. De leerlingen classeren acht hemellichamen volgens hun zichtbare helderheid op een schaalverdeling. Acht leerlingen plakken elk een hemellichaam op de schaalverdeling volgens hun zichtbare magnitude. De leerlingen vormen een conclusie over de helderheid van de ster en zijn waarde voor de zichtbare magnitude.   * + - 1. **Bortle schaal introduceren:**   Welke invloed heeft de kwaliteit van de nachtelijke hemel op de zichtbare magnitude van de hemellichamen? Aan de hand van een oefening in het boek wordt deze verwonderingsvraag beantwoord. Men kijkt vanop twee verschillende locaties naar de nachtelijke sterrenhemel. De waargenomen sterren zijn gegeven. Met behulp van stellarium.web wordt de zichtbare magnitude van de ster opgezocht. Hierna wordt er een conclusie genomen op welke locatie de meest kwaliteitsvolle sterrenhemel bevindt. De kwaliteit van de nachtelijke sterrenhemel kan bepaald worden door de Bortle schaal. De 9 niveaus worden verduidelijkt en versterkt met een omschrijving.   * + - 1. **Invloed van lichtvervuiling op de Bortle schaal + Hoe bepaal je de kwaliteiit van een sterrenhemel?**   Met behulp van een Europese kaart wordt de hoeveelheid lichtvervuiling weergegeven in kleuren. Elke kleur geeft aan in welke vorm lichtvervuiling aanwezig is. De leerlingen herformuleren in eigen woorden de relatie tussen de grensmagnitude en de Bortle schaal.  Tot slot koppelen de leerlingen een afgebeelde sterrenhemel aan het juiste niveau van de Bortle schaal. |
| **Ondersteunend materiaal voor leerlingen en leerkrachten**:  *Dit zijn verdere verwijzingen naar concreet lesmateriaal voor leerlingen, zoals werkblaadjes, en voor leerkrachten, zoals PowerPoint presentaties. Mogelijks zal hier al naar verwezen worden in de beschrijving leeractiviteiten. Bedoeling is dat je hier een link maakt naar de respectievelijke werkblaadjes, presentaties, etc.*  Didactisch materiaal:   * A3 schaalverdeling * Postits met verschillende hemellichamen * Computer: <https://stellarium-web.org/>   Werkbundel  Verbetersleutel |
| **Reader**:  Dit zijn verwijzingen naar voor de leerkracht interessante bronnen over deze bouwsteen met extra achtergrondinformatie (filmpjes, boeken, artikels, websites, etc.)   * Zichtbare magnitude en Bortle schaal: * <https://skyandtelescope.org/astronomy-resources/light-pollution-and-astronomy-the-bortle-dark-sky-scale/> * <https://en.wikipedia.org/wiki/Bortle_scale> * <https://skyandtelescope.org/observing/take-the-gegenschein-challenge101420151410/> * <http://www.ster.be/urania/magnitude.html> * <https://globeatnight.org/magnitude-charts/> * <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=6.35&lat=51.5118&lon=7.9635&state=eyJiYXNlbWFwIjoiTGF5ZXJCaW5nUm9hZCIsIm92ZXJsYXkiOiJ3YV8yMDE1Iiwib3ZlcmxheWNvbG9yIjpmYWxzZSwib3ZlcmxheW9wYWNpdHkiOjYwLCJmZWF0dXJlc29wYWNpdHkiOjg1fQ==> * <https://www.spacepage.be/artikelen/sterrenkunde/theoretische-en-toegepaste-sterrenkunde/wat-is-magnitude>   **ICT-tools:**  <https://stellarium-web.org/> |
| **Eindtermen:**  **Leerplandoelstellingen Katholiek Onderwijs, Basisoptie Moderne talen en wetenschappen: Wetenschappen A-stroom:**  **STEM-doelen:**  LPD 1 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken. |
| Studieaanbod CLW – SpectrumcollegeAfbeelding met tekst, Graphics, Lettertype, logo  Automatisch gegenereerde beschrijving  **Ontwikkeld in samenwerking met:** Beringen middelschool Spectrumcollege |