

4.2 Domeinspecifieke leerstofopbouw

4.2.8 Astrofysica

Lesmateriaal

Rollenspel: Zonnestelsel

Ed van den Berg

Inleiding

Rollenspelen werken goed in het inzichtelijk maken van de onderlinge beweging van Aarde, Maan, Zon, planeten, kometen en sterren. Je kunt ze klassikaal uitvoeren met enkele leerlingen voor de klas. Dan denk je als leraar dat alles glashelder wordt. Je kunt ook een klassikale demonstratie voortzetten met enkele deelopdrachten in kleine groepjes. Dan zal blijken dat toch nog niet alles begrepen was.

Heeft dit nog voordelen in een tijd van computersimulaties? Jazeker, het heen-en-weer denken tussen verschillende representaties helpt bij begripsvorming, en elke representatie heeft zijn eigen sterke en zwakke punten en spreekt een deel van de leerlingenpopulatie aan. Het zelf moeten beslissen over hoe de beweging verder moet gaan is krachtiger dan het passief kijken naar een simulatie.

De hieronder beschreven rollenspelopdrachten zijn bruikbaar in de onder- en bovenbouw vmbo, havo en vwo voor het visualiseren van begrippen als omlooptijd, rotatie, revolutie, banen en posities van Aarde, Maan en planeten – en eventueel ook krachten en wetten van Kepler.

Uitvoering

De leraar doet enkele van de volgende opdrachten klassikaal aan het begin van de les. Vraag steeds leerlingen in de klas om de acteurs te instrueren over hun beweging.

Vervolgens oefenen leerlingen met dezelfde of andere opdrachten van het werkblad. Daarbij kunnen verschillende groepjes verschillende opdrachten toegewezen worden. Ten slotte laat elk groepje een van de opdrachten klassikaal zien.

Klassikale opdrachten

Baan en rotatie van de Aarde – Een lamp op de tafel of de leraar wordt de Zon, een leerling is de Aarde. Al roterend loopt de leerling in een baan om de leraar. Laat de leerling niet 365 x roteren...

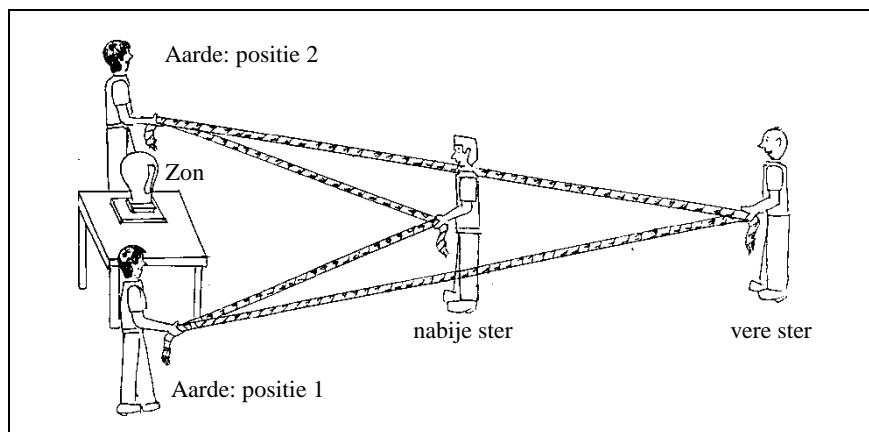
Rotatie van de Zon – Terwijl de Aarde om de Zon gaat, roteert de leraar (Zon) ook. We weten dit van de ‘beweging’ van zonnevlekken. Alleen is deze rotatie sneller bij de evenaar (periode 24,5 dag) dan bij de polen (periode 38 dagen), dus moeilijk voor een persoon om uit te beelden.

Beweging van de Maan – Nu kun je een leerling toevoegen (Maan), die tijdens de omloop om de Zon rond de Aarde blijft gaan. Terwijl een leerling (Aarde) om de leraar (Zon) heen loopt, gaat de andere leerling (Maan) om de Aarde heen, zo’n 13 x.

Rotatie van de Maan – De leraar fungeert als Aarde. Een leerling (Maan) beweegt er omheen, altijd met het gezicht (zelfde kant van de Maan) naar Aarde gericht. Tijdens één rondgang om de Aarde draait de Maan dus 1 x om zijn as. Je moet dit zien om te snappen wat dat betekent. Laat leerlingen kijken naar een zin in het leerboek over maanrotatie en dit dan vertalen in een bewegingsvoorschrift voor het rollenspel. Wat moet de Maan doen?

Parallax als afstandmeting – Dezelfde opstelling als bij de baan van de Aarde rond de Zon. Kies een leerling op de voorste rij als nabije ster. Kies een leerling op de achterste rij als een verre ster. Kies nu twee posities van de Aarde 6

maanden van elkaar en vergelijk de hoek tussen de richtingen waarin je de ster vanuit de twee posities ziet. Hoe verder weg de ster, hoe kleiner de hoek (zie figuur 1).



Figuur 1 – Parallax.

Schijnbare beweging van sterren – Dezelfde opstelling. Terwijl de Aarde haar baan om de Zon aflegt, varieert het zicht op de verre sterrenhemel een beetje. Dichtbij staande sterren lijken in de loop van het jaar iets te bewegen tegen de achtergrond van verre sterren.

Komeet – De Zon is een lamp op tafel of een persoon in het midden van de klas. Er komt een komeet aan uit een willekeurige richting. Wat gebeurt er met de snelheid en richting van de komeet in de buurt van de Zon? Laat andere leerlingen instructies geven aan de komeet over hoe die moet versnellen/vertragen en/of van richting veranderen. Laat leerlingen een voorspelling schetsen.

Werkbladopdrachten

Na enkele klassikale voorbeelden oefenen leerlingen in groepjes van vijf met de opdrachten van het in figuur 2 weergegeven werkblad. De leraar kan de groepen dezelfde opdrachten geven, maar kan de opdrachten ook over de groepen verdelen en elke groep na voorbereiding hun taak klassikaal aan de andere leerlingen laten demonstreren. Daarbij moet elke leerling van het groepje toelichting kunnen geven. Sommige opdrachten zijn een herhaling van eerdere klassikale opdrachten, andere zijn nieuw.

Rollenspelopdrachten

- 1 Twee leerlingen spelen de rol van Zon en Aarde.
 - Laat zien hoe de Aarde beweegt om de Zon.
 - Laat zien hoe ver de Aarde beweegt in 3, 4 en 6 maanden.
 - Laat het verschil zien tussen revolutie en rotatie van de Aarde.
- 2 Vier leerlingen spelen de rol van Zon, Venus, Aarde en Mars, en de vijfde leerling dirigeert. Venus is dicht bij de Zon: de afstand tot de Zon is driekwart van de afstand Aarde-Zon. Waarom kunnen we Venus zien net voordat de Zon opkomt of net nadat de Zon ondergaat, en niet om middernacht? Laat dit zien in een rollenspel. Vergeet niet dat de Aarde moet roteren voor dag en nacht. Laat het verschil zien tussen de zichtbaarheid van Venus net voor zonsopkomst en net na zonsondergang. Vergelijk dit met Mars, die we soms wel om middernacht kunnen zien. Wat zijn zaken die niet kloppen in je rollenspel?
- 3 Drie leerlingen spelen de rol van Zon, Pluto en Neptunus. De gemiddelde afstand van de Zon tot Neptunus is 30 x de afstand Aarde-Zon. De gemiddelde afstand Zon-Pluto is 40 x de afstand Aarde-Zon, maar de baan van

Pluto is sterk elliptisch: soms is Pluto dichterbij de Zon dan Neptunus. De omlooptijd is 84 jaar voor Neptunus en 250 jaar voor Pluto. Hoe kun je dit laten zien in een rollenspel? Wat klopt er niet?

- 4 Twee leerlingen spelen de rol van Zon en een komeet, en de anderen spelen andere planeten naar keuze. Hoe gaat een komeet om de Zon, vergeleken met de planeten? Is het mogelijk dat uit te beelden in een rollenspel? Gaat de komeet achter langs de Zon of zou het buigpunt in de baan ook voor de Zon kunnen liggen? Waarom wel of niet? Wat klopt er niet in het rollenspel, vergeleken met een echte komeetbaan?
- 5 (Bovenbouw) Twee leerlingen spelen de rol van Zon en een komeet. Laat zien hoe de snelheid varieert langs de baan van de komeet. Waar is de snelheid het grootst? Waar het kleinst? Gaat de komeet – gezien vanuit de baan van de komeet – voor of achter langs de Zon? Waarom? Wat klopt er wel en wat niet in deze simulatie?
- 6 Twee leerlingen spelen de rol van Aarde en Maan. De Maan heeft altijd dezelfde kant naar Aarde gekeerd. Laat in een rollenspel zien dat dit betekent dat de rotatietijd en de omlooptijd van de Maan precies gelijk zijn.
- 7 Een leerling speelt de Zon (of gebruik daarvoor een lamp). Een andere leerling draagt een globe of een opgeblazen ballon waarop de evenaar en de Noord- en Zuidpool zijn aangegeven met een viltstift.
 - Laat de omloop van de Aarde om de Zon zien, en zomer en winter op de polen.
 - Laat de positie zien waarin het zomer is op het noordelijk halfrond en winter op het zuidelijk halfrond.
 - Laat de positie zien waarin de duur van daglicht hetzelfde is in het noorden en het zuiden. Welke datums zijn dat?
 - De zonne-energie die een bepaalde plaats op Aarde per dag ontvangt, hangt af van de hoek van de zonnestralen met het oppervlak en van de lengte van de dag. Laat zien hoe deze twee variëren tijdens de omloop van de Aarde rond de Zon.
- 8 Laat zien hoe men de afstand tot sterren kan meten uit het verschil van richting vanaf twee punten op de aardbaan. Het kan handig zijn om een touw of waslijn te gebruiken (zie figuur 1). De hoek bij de ster is de parallax. Wat klopt er wel en wat niet in deze simulatie van parallax? Kun je dit ook gebruiken om afstanden op Aarde te meten?

Figuur 2 – Werkblad.

Tips

Houd een strakke regie, er moet doelgericht gewerkt worden. Bij het oefenen in groepjes moet elk groepslid in staat zijn uitleg te geven bij de klassikale presentatie. Desnoods bepaalt de leraar met een dobbelsteen wie de klassikale uitleg doet.

Verrijk het geheel door eventueel ook computersimulaties te laten zien. Laat daarbij een zijaanzicht en een bovenaanzicht zien, zodat leerlingen doorkrijgen dat vrijwel circulaire banen er van opzij elliptisch uitzien.

Literatuur

Van den Berg, E. (2000). Role-playing in Astronomy. *School Science Review* 81(296), 125-129.