

# LESVOORBEREIDINGSFORMULIER

ONDERWERP: PERIHELIIUM PRECESSIE TGV KROMMING

Docent: NAAM

Klas: KLASNAAM

Datum: dd/mm/jjjj

Lokaal: LOKAAL

## Voorkennis:

- De opbouw van het zonnestelsel.
- Aphelium en perihelium.
- Ellips(baan) en excentriciteit

## Aansluitend op:

- A7, A11 t/m A15, C1, C3 en H

## Leerlingdoelen:

- De leerling kan de perihelium van Mercurius bepalen met behulp van een numeriek model.
- De leerling kan verklaren waarom kromming van ruimtetijd leidt tot een extra bijdrage aan de precessiehoek.
- De leerling kan de extra precessiehoek verklaren met behulp van een papieren schaalmodel.
- De leerling kan uitleggen hoe de precessiehoek afhangt van de massa van de zon.
- De leerlingen kan de precessiehoek berekenen met een (nieuwe) formule.

## Docentdoelen:

Ik wil dat de leerlingen inzien dat de extra bijdrage aan de precessiehoek wordt veroorzaakt door de (lokale) kromming van de ruimtetijd. Met behulp van een papieren schaalmodel ontdekken de leerlingen dat de ellipsbaan van Mercurius elke omwenteling een beetje draait ten opzichte van de vorige ellipsbaan. Tevens wil ik dat de leerlingen inzien hoe deze precessiehoek afhankelijk is van de mate van kromming (en dus de massa). Tot slot wil ik dat leerlingen kunnen rekenen met de (nieuwe) formule voor de precessiehoek.

Deze activiteit bestaat uit 3 onderdelen waarbij het eerste onderdeel optioneel is. Dit eerste onderdeel sluit echter wel goed aan bij de CE-stof. Ik wil bij dit onderdeel dat leerlingen leren om een (tweedimensionaal) numeriek model te lezen en aan te vullen. Daarnaast wil ik dat leerlingen de resultaten van een numeriek model kunnen gebruiken om (bekende) grootheden zoals perihelium en baanstraal te bepalen.

Deze activiteit bestaat uit 3 onderdelen die goed op elkaar aansluiten. Het eerste onderdeel sluit goed aan bij de CE-stof. Ik wil bij dit onderdeel dat leerlingen leren om een (tweedimensionaal) numeriek model te lezen en aan te vullen. Daarnaast wil ik dat leerlingen de resultaten van een numeriek model kunnen gebruiken om (bekende) grootheden zoals perihelium en baanstraal te bepalen.

Onderdelen 2 en 3 sluiten mooi op elkaar aan en kunnen in willekeurige volgorde worden gedaan. Tot slot wordt expliciet gevraagd wat de oorzaak is van de extra bijdrage aan de perihelium precessie bij het papieren schaalmodel en volgens de algemene relativiteitstheorie.

## Les 1

Tijd (min)	Fase (DI)	Leerlingactiviteit	Docentactiviteit	Materiaal
5	1 en 2	Leerlingen komen het lokaal binnen en gaan zitten.	Docent legt uit wat de leerdoelen zijn en deelt het materiaal uit.	“Algemene Relativiteitstheorie - Activiteit – Perihelium Precessie van Mercurius.pdf”
5	4	Leerlingen luisteren naar de instructie.	Docent geeft een korte uitleg over het lesmateriaal.	Idem
20	5	Leerlingen gaan aan de slag met de eerste opdracht van het lesmateriaal.	Docent loopt rond en ondersteunt leerlingen indien nodig.	<b>Opdr 1. Numeriek model</b> Schrijfmateriaal en een laptop met Coach met het numeriek model: “Mercurius - Leerlingen - Versie 2.cmr7”
10	3	Leerlingen beantwoorden klassikaal vragen en luisteren actief naar elkaar.	Docent bespreekt de resultaten van de opdracht klassikaal en organiseert een constructief klassengesprek.	Resultaten van opdr. 1.
5	6	De leerlingen luisteren naar de docent, noteren het huiswerk en ruimen daarna hun spullen op. Leerlingen verlaten het lokaal.	Docent vat de leerdoelen van vandaag samen en checkt samen met de leerlingen of deze doelen behaald zijn. Docent geeft huiswerk op (maken en nakijken <b>opdr 3. Rekenopgave</b> ).	De activiteit en het correctiemodel worden beschikbaar gesteld aan de leerlingen.

Fasen DI (directie instructie, Ebbens): 1. aandacht richten, 2. informatie geven, 3. check begrip/vaardigheid, 4. instructie, 5. zelfstandig werken, 6. afsluiting

## Les 2

Tijd (min)	Fase (DI)	Leerlingactiviteit	Docentactiviteit	Materiaal
10	1 en 2	Leerlingen komen het lokaal binnen en gaan zitten. De leerlingen pakken de activiteit die de vorige les is uitgedeeld erbij.	Docent vraagt of er problemen waren met de huiswerkopgave ( <b>opdr 3</b> ). Indien nodig dan worden deze problemen besproken.	“Algemene Relativiteitstheorie - Activiteit – Perihelium Precessie van Mercurius.pdf”
5	4	Leerlingen maken tweetallen en luisteren naar de instructie.	Docent deelt het schaalmodel uit op transparanten papier. Docent geeft vervolgens een korte uitleg over <b>opdr 2. Schaalmodel</b> .	“Algemene Relativiteitstheorie - Activiteit – Perihelium Precessie van Mercurius - Knipblad.pdf”  Afdrukken op transparantenpapier (2 per tweetal).
20	5	Leerlingen gaan aan de slag met de tweede opdracht van het lesmateriaal.	Docent loopt rond en ondersteunt leerlingen indien nodig.	<b>Opdr 2. schaalmodel</b> Schrijfmateriaal, schaar en plakband.
10	3	Leerlingen beantwoorden klassikaal vragen en luisteren actief naar elkaar.	Docent bespreekt de resultaten van de opdracht klassikaal en organiseert een constructief klassengesprek.	Resultaten van opdr. 2.
5	6	De leerlingen luisteren naar de docent en ruimen daarna hun spullen op. Leerlingen verlaten het lokaal.	Docent vat de leerdoelen van vandaag samen en checkt samen met de leerlingen of deze doelen behaald zijn.	

Fasen DI (directie instructie, Ebbens): 1. aandacht richten, 2. informatie geven, 3. check begrip/vaardigheid, 4. instructie, 5. zelfstandig werken, 6. afsluiting