

**KU LEUVEN**

# Sterrenkunde als een 'gateway science' tot iSTEM



Mieke De Cock  
Hans Van Winckel

**S****T****M****E****KU LEUVEN**

# Inhoud van deze sessie

## 1. Toelichting

- iSTEM-onderwijs  
*Wat? Waarom?*
- STEM@school  
*een Vlaams iSTEM-(onderzoeks) project*
- STEM@school – Module Dubbelsterren

## 2. Zelf aan de slag

KU LEUVEN



iSTEM-onderwijs:  
*Wat? Waarom?*

KU LEUVEN

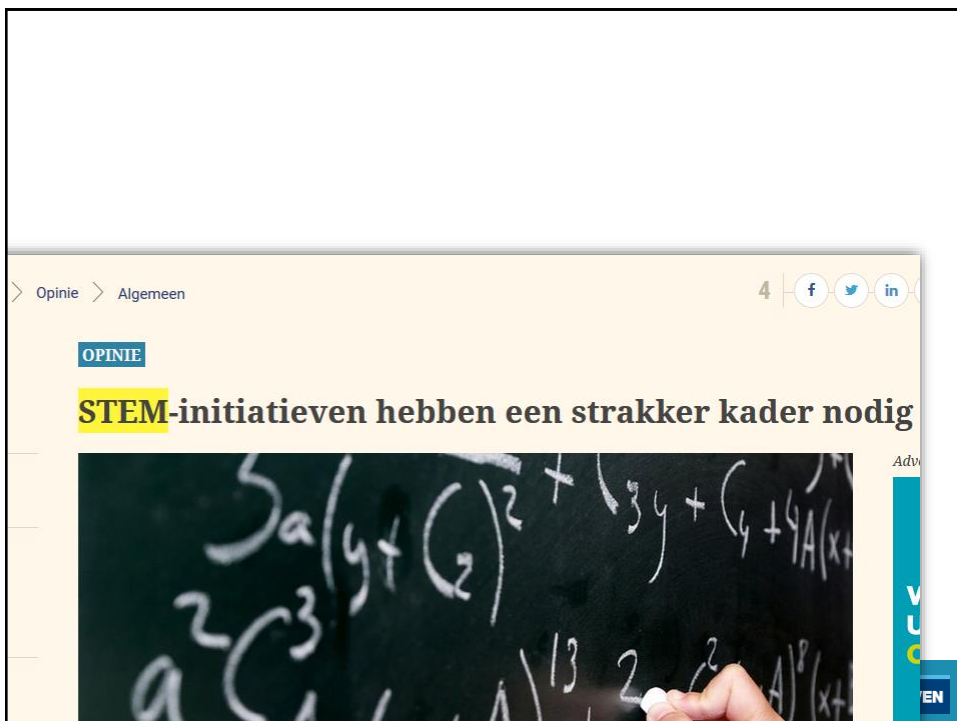
## iSTEM-onderwijs – Wat?

- STEM = Science-Technology-Engineering-Mathematics
- *i*STEM = **integrated** S-T-E-M
- *i*STEM-onderwijs = interdisciplinaire onderwijsaanpak  
*doel*: muren tussen S-T-E-M componenten verlagen

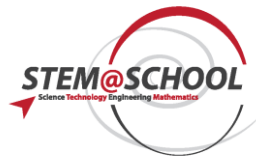


## iSTEM-onderwijs – Waarom?

- weinig interesse/motivatie voor STEM-studies/beroep
  - relevantie wisk / wetenschappen onduidelijk voor leerlingen
  - ‘real life STEM’ = *i*STEM
  - Vlaanderen: S & M – weinig T-E in secundair onderwijs
- **STEM in meer ‘connected / integrated way’ in onderwijs**  
 → **nood aan onderzoek naar *i*STEM-onderwijs**



- Veel initiatieven, heel divers !
- Nood aan visie op en didactiek voor geïntegreerd STEM-onderwijs
- Nood aan onderzoek rond geïntegreerd STEM-onderwijs



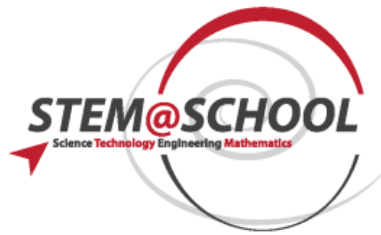
KU LEUVEN



STEM@school

*een Vlaams iSTEM-(onderzoeks) project*

KU LEUVEN



Onderzoeksproject (2014 – 2018)

- verschillende universiteiten  
wetenschappers, ingenieurs, onderwijskundigen
- koepels
- secundaire scholen / leraren

KU LEUVEN



Partners:

KU Leuven

UAntwerpen

Katholiek Onderwijs Vlaanderen

GO!

→ Focus op abstracte STEM

KU LEUVEN



### Doel:

Ontwerp, implementatie en validatie van iSTEM curriculum

- leerdoelen iSTEM-onderwijs formuleren
- leermaterialen ontwikkelen **Sterrenkunde**
- iSTEM-didactiek ontwikkelen
- onderzoek naar impact
  - leereffecten
  - attitudes

KU LEUVEN

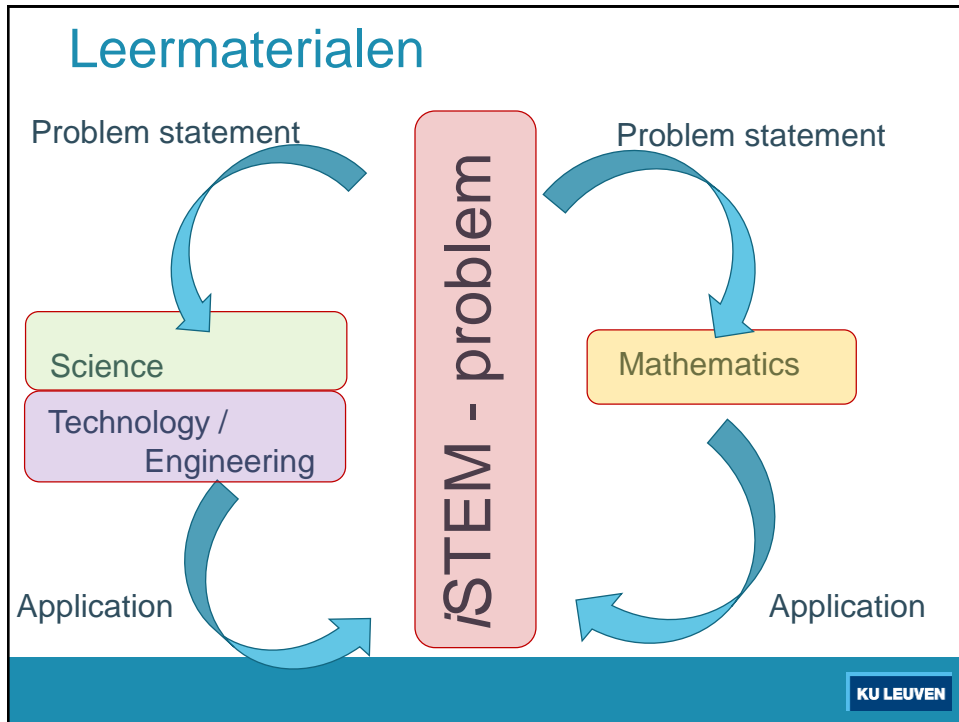


## STEM@school: pijlers

1. Integratie van STEM inhoud,
  - met respect voor eigenheid van disciplines!*
2. Probleem gecentreerd leren → authentieke problemen
3. Onderzoeks- en ontwerpgebaseerd leren
4. Samenwerkend leren
5. Vakdidactische onderzoeksresultaten meenemen

(Merrill, 2002; Merrill, 2007; Sanders, 2009; Wang et al., 2011; De Groof et al., 2012; Kolodner et al., 1

KU LEUVEN



STEM@school

*Module Dubbelsterren*





## STEM@school module over sterrenkunde

### *Sterrenkunde als een 'gateway' tot STEM*



- 'fun' voor leerlingen
- samenspel wisk – fys & chem –  
informatica – technologie
- 'technology driven'



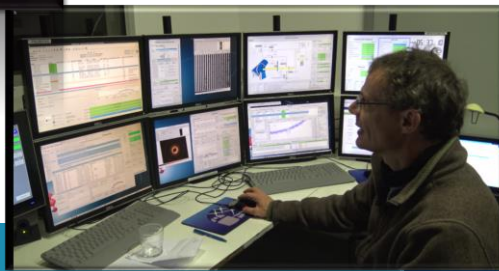
## Sterrenkunde



STEM@SCHOOL

2 LEW@SCHOOL

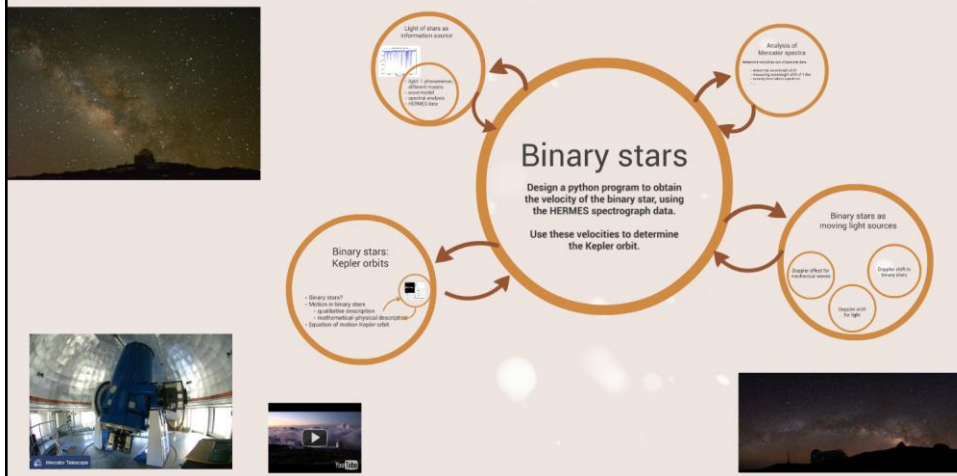
maar ook



## Opbouw en inhoud

Doelgroep:

leerlingen 5-6 sterk wetensch-wisk



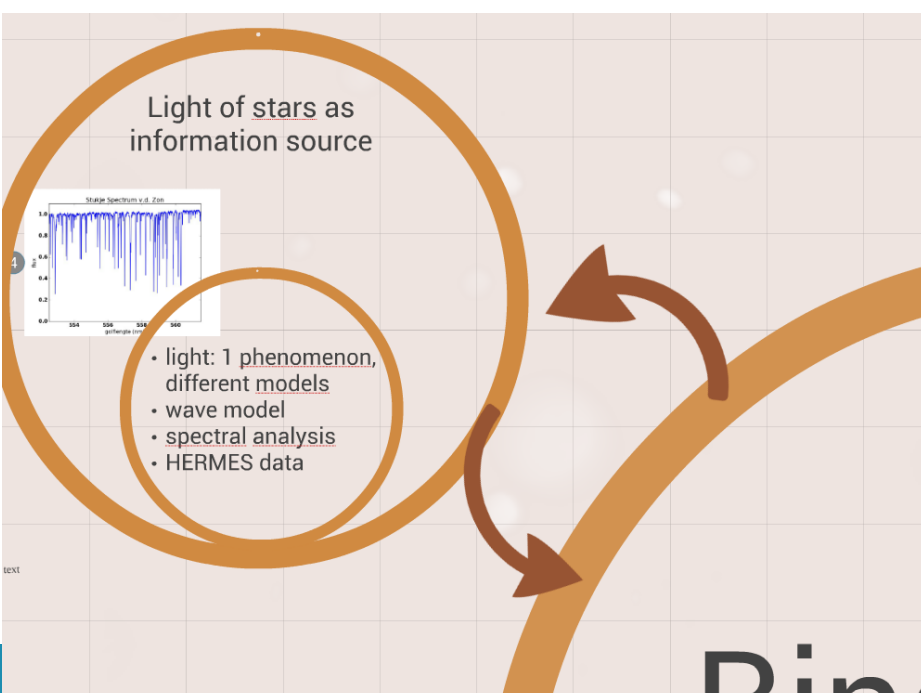


HERMES@Mercator

KU LEUVEN



Light of stars as information source

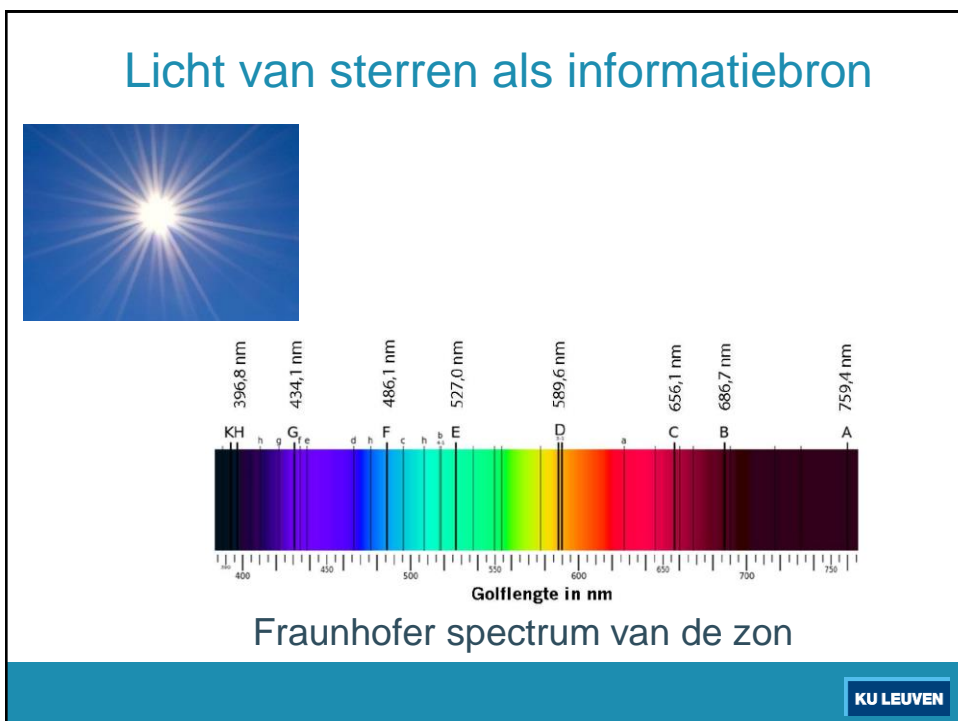


Starlight Spectrum v.d. Zon

- light: 1 phenomenon, different models
- wave model
- spectral analysis
- HERMES data

TEXT

Din



## Licht - golfmodel

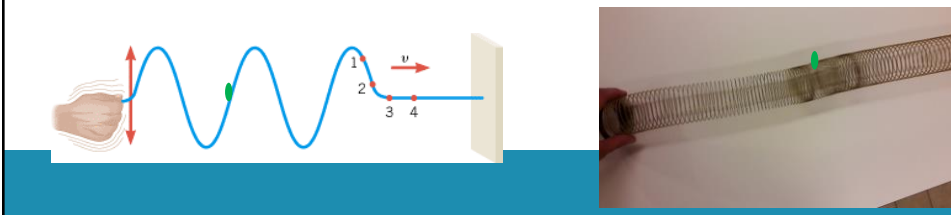


**Modellen voor licht:** stralenmodel – golfmodel – foton model

**golffnenomenen**

- vertrekpunt: mechanische golven

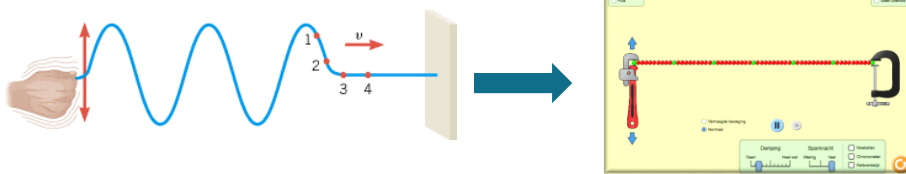
experimenten



## Licht - golfmodel



→ Kwalitatief onderzoek met Phet-applets



→ Wiskundige beschrijving – *goniometrische functies*

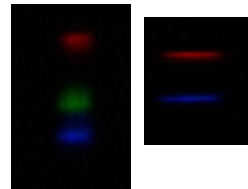
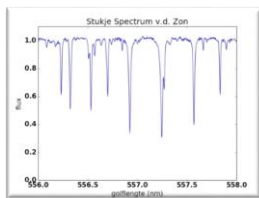
$$D(x, t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$

## Licht – foton model



Spectroscopisch onderzoek van sterren

- Discreet - continu
- Bohr model → *chemie*
- Absorptie - emissie
- Grafieken van spectra



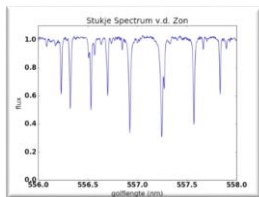
KU LEUVEN

## Licht – foton model



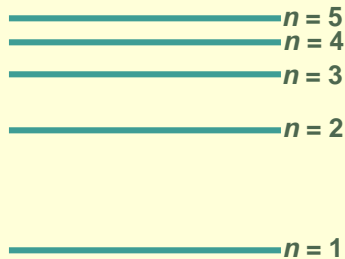
Activiteiten:

- experimenten – data analyse python
- kleine oefeningen
- conceptvragen



## ConcepTest

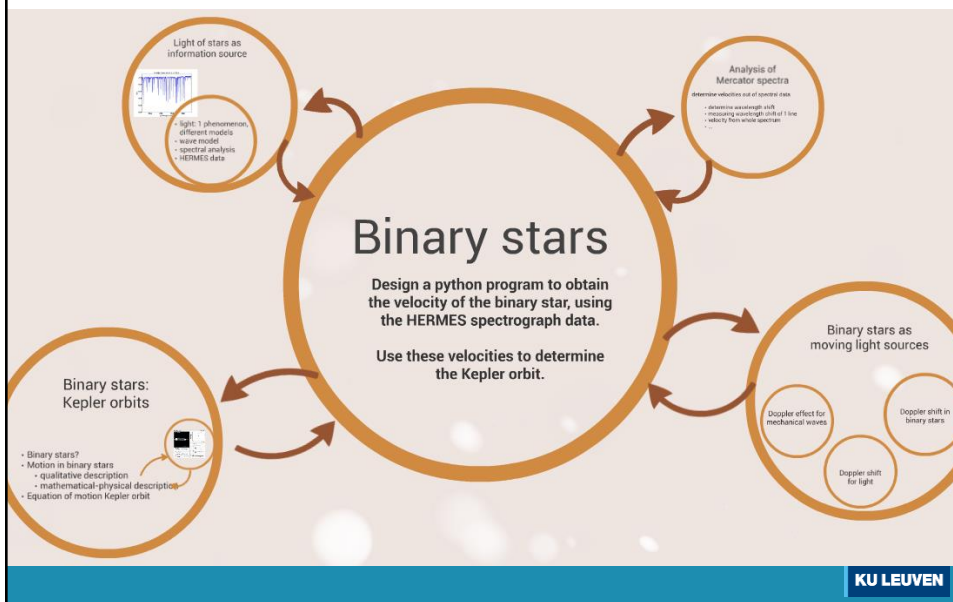
Suppose there is an atom that contains exactly **five** energy levels. How many different transitions are possible? (Count only one direction!)



- 1) 4
- 2) 5
- 3) 10
- 4) 20
- 5) many more than 20

KU LEUVEN

## Opbouw en inhoud



## Binary stars: Kepler orbits

- Binary stars?
- Motion in binary stars
  - qualitative description
  - mathematical-physical description
- Equation of motion Kepler orbit

**KU LEUVEN**

# Dubbelsterren: Keplerbanen



- Dubbelsterren
- Beweging in dubbelsterren: cirkelbeweging
  - 'guided inquiry': kwalitatief - applet
  - kwantitatieve beschrijving
- Keplerbaan

### 3.3 De bewegingsvergelijking: De Kepleraanse banen

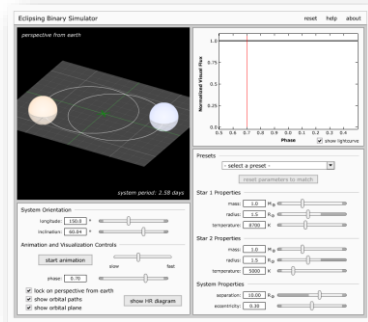
Om de cirkelvormige beweging van dubbelsterren wiskundig te beschrijven, passen we de gravitatiewet van Newton toe. De twee sterren bewegen rond het massacentrum. De sterren hebben massa  $m_1$  en  $m_2$  en hun afstand tot het massacentrum noteren we met  $r_1$  en  $r_2$  (zie Figuur 3.5). Welke ster staat het dichtste bij het massacentrum, die met de grootste of kleinste massa? Uit de opdrachten van vorige paragraaf weten we dat de twee sterren rond het massacentrum roteren met dezelfde orbitale periode  $P$ . Uit de eigenschap van het massacentrum haken we:

$$m_1 r_1 = m_2 r_2 \tag{3.5}$$

De snelheid van elke ster ( $v_1, v_2$ ) kan je bepalen door de totale afgelegde weg van één cirkelbeweging te delen door de orbitale periode  $P$ . Kan je dat opschrijven? Beweegt de meest massieve ster het snelst of het traagst? Alleen als de massa's gelijk zijn, zullen de snelheden dezelfde zijn. Kan je nu volgende gelijkheden aantonen?

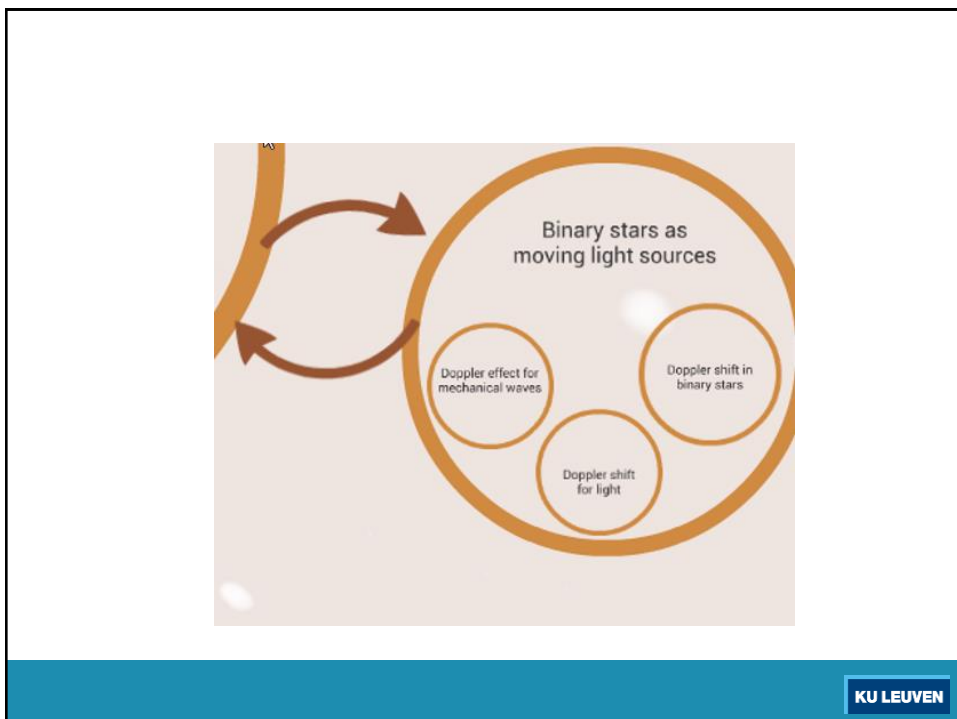
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{m_2}{m_1} \tag{3.6}$$

De twee sterren zijn onderhevig aan de gravitatiekracht en voor beide sterren is de grootte ervan:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{(r_1 + r_2)^2} \tag{3.7}$$


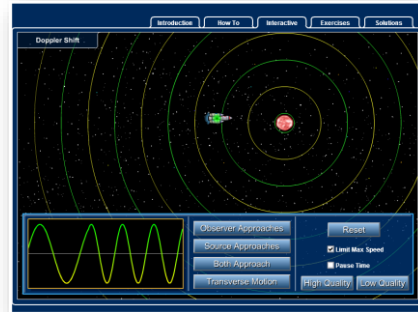
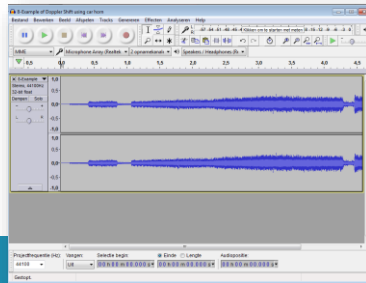


# Opbouw en inhoud



## Bewegende lichtbronnen

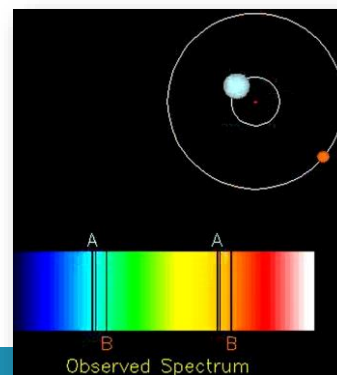
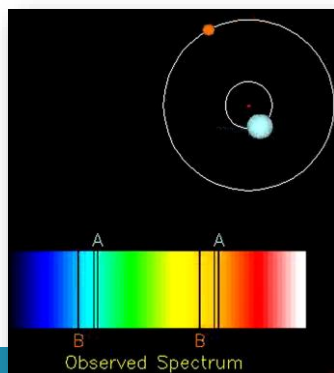
- Doppler effect bij geluid
  - Verkenning met applet
  - Wiskundige beschrijving
  - Experiment Audacity



KU LEUVEN

## Bewegende lichtbronnen

- Doppler effect bij licht
- Doppler effect bij dubbelsterren



KU LEUVEN

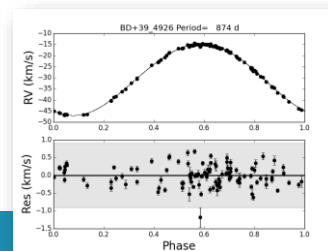
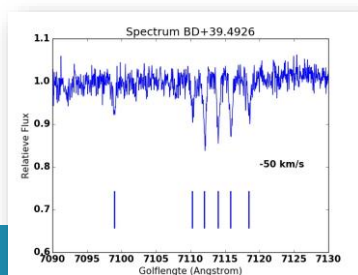
# Opbouw en inhoud



# Analyse van spectra



- Bepaal radiale snelheden uit spectra
- Bepaal dan Keplerbaan en massafunctie
- *Optioneel: uitbreiding methode voor exoplaneet detectie*

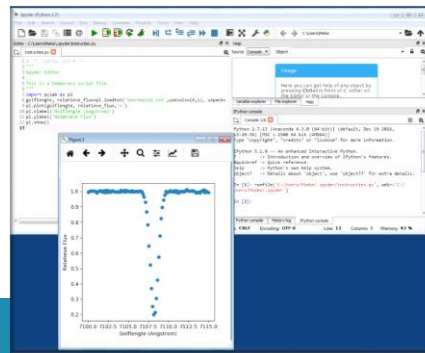


# Python programmeren

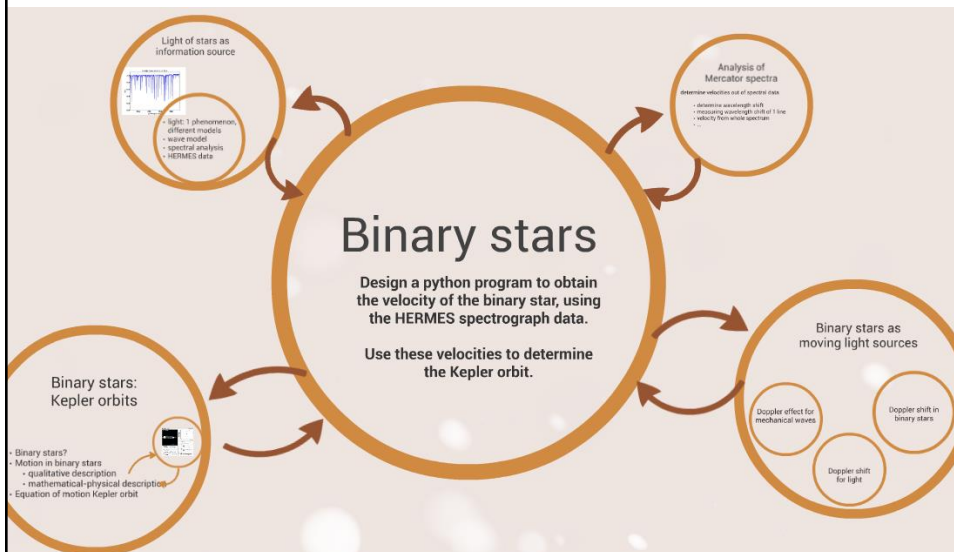


→ ICT voor data analyse:

- Python programmeren
  - tijdreeksen
  - Fitting en  $\chi^2$ -optimalisatie
  - Data visualisatie



## Opbouw en inhoud





## STEM@school: pijlers

1. Integratie van STEM inhoud,
  - met respect voor eigenheid van disciplines!*
  - fys/chem-wisk-programmeren
2. Probleem gecentreerd leren → authentieke problemen
  - echte Mercator/HERMES data
3. Onderzoeks- en ontwerpgebaseerd leren
  - experimenten / ontwerp programma
4. Samenwerkend leren
  - groepswerk
5. Vakdidactische onderzoeksresultaten meenemen
  - inzetten op misconcepties

(Merrill, 2002; Merrill, 2007; Sanders, 2009; Wang et al., 2011; De Groof et al., 2012; Kolodner et al., 1

KU LEUVEN

## Implementatie

- Vorig jaar: piloottest met 4 leerlingen
- Dit jaar: implementatie in test scholen

KU LEUVEN

## Zelf aan de slag

1. Opdrachten i.v.m. Doppler effect in spectra
2. Bepalen lichtsnelheid in water
3. Kwalitatief onderzoek van beweging in dubbelsterren
4. Opdrachten i.v.m. discrete sterspectra