



# Zon en Sterren

Elektromagnetische straling en materie voor  
5 VWO

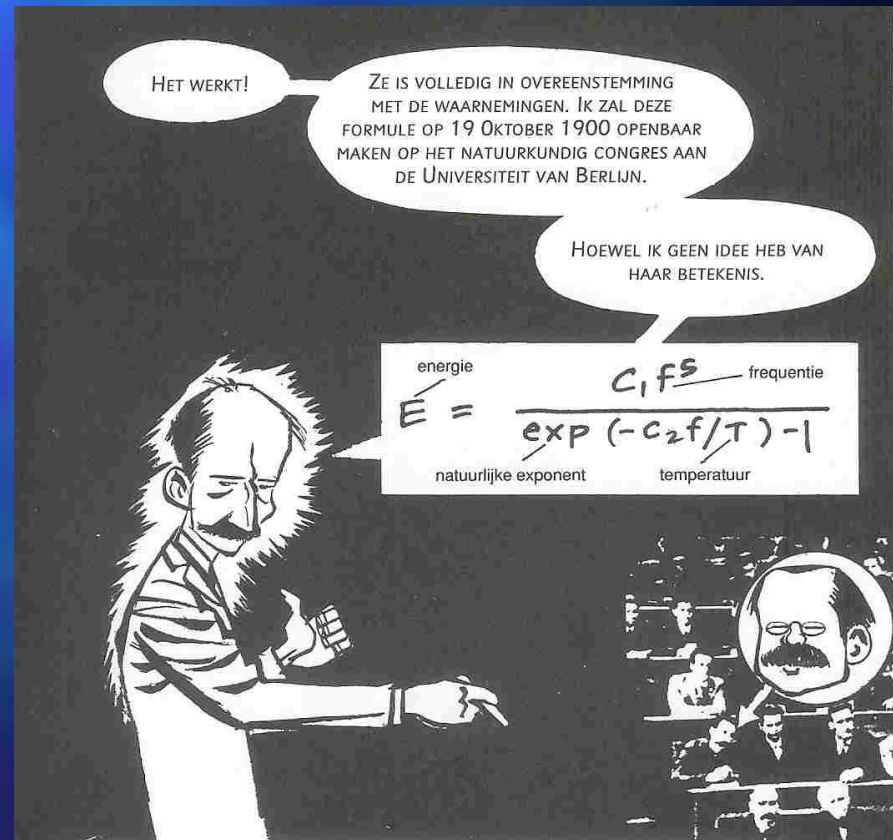


Paul Feldbrugge  
Kirsten Stadermann



# Context → Concept

- Voor hele goede leerlingen t/m minder goede leerlingen
- Moeilijk onderwerp: ligt ver uit belevingswereld - maar is ook mysterieus!
- Ontstaansgeschiedenis: ook fysici hadden problemen met de quantummechanica



# Inhouden

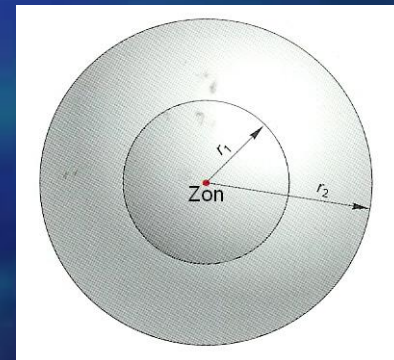
cf. document syllabuscommissie NiNa

## Leerdoelen hoofdstuk 1:

- Kwadratenwet:  $I = P/4\pi r^2$
- Planckkromme:
  - Verschuivingswet  
Wien:  $\lambda_{\max} * T = k_w$
  - Stefan-Boltzmann:  
 $L = \sigma T^4$
- Continue-, emissie- en absorptiespectra: herkenning elementen a.d.h.v. lijnenpatronen

## Benodigde concepten:

- Energie, vermogen
- Gravitatiekracht, -energie, middelpuntzoekende kracht
- Optica: prisma, lichtbronnen, lenzen



# Inhouden

cf. document syllabuscommissie NiNa

## Leerdoelen hoofdstuk 2:

- Kwalitatief begrip foto-elektrisch effect
- Foton:  $E_f = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$
- Golfkarakter van materie - de  
Bogliegolflengte:  $\lambda = h / mv$
- Het atoommodel van Bohr
- Energieniveaus binnen een atoom  $\propto 1/n^2$
- $E_f = |E_m - E_n|$

## Benodigde concepten:

- Kracht en beweging / energie-omzettingen
- Elektrostatische krachten
- Wisselwerkingen



# Inhouden

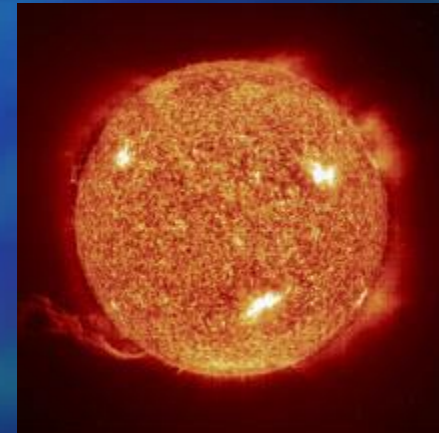
cf. document syllabuscommissie NiNa

## Leerdoelen hoofdstuk 3:

- Verband tussen lichtkracht van ster en massa /temperatuur
- Hertzsprung-Russelldiagram
- Eigenschappen van sterren afleiden: zoals temperatuur, lichtkracht, grootte, massa, afstand en samenstelling a.d.h.v. spectra, kwadratenwet, Planckkromme en lichtkracht
- Snelheid: doppershift  $v=c*\Delta\lambda/\lambda$
- Waarneemtechnieken over het hele e.m. spectrum

## Benodigde concepten:

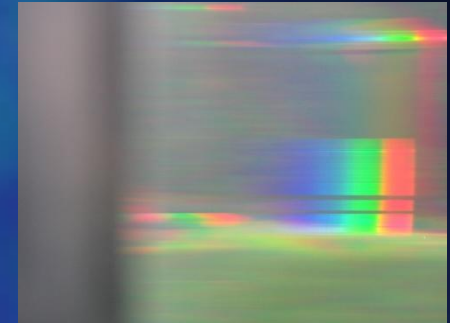
- Eigenschappen van stoffen en materialen: m.n. gassen



# Inhouden: elektromagnetische straling en materie

## Hoofdstuk 1: De Zon

- 1.1 Betekenis van de zon als bron van energie
- 1.2. Kleur en oppervlakte-temperatuur van de zon
- 1.3. Lichtkracht van de zon
- 1.4. Vingerafdruk van de zon
- 1.5. Extra: Planck-formule



## Hoofdstuk 2: Straling en materie

- 2.1. Wat hebben materie en straling met elkaar
- 2.2. Spectraallijnen van het waterstofatoom
- 2.3. Extra: Afleiding energieniveaus van het waterstofatoom

## Hoofdstuk 3: Onderzoek aan sterren

- 3.1. Temperatuur, helderheid en lichtkracht van sterren
- 3.2 Spectra van sterren
- 3.3. Waarneemtechnieken in het elektromagnetisch spectrum
- 3.4 Eigen onderzoek

# Opzet

- Leerlingentekst
- Docententekst
- Vraagstukken + antwoorden
- Software en beeldmateriaal op schijf
- Zelf te regelen: practica

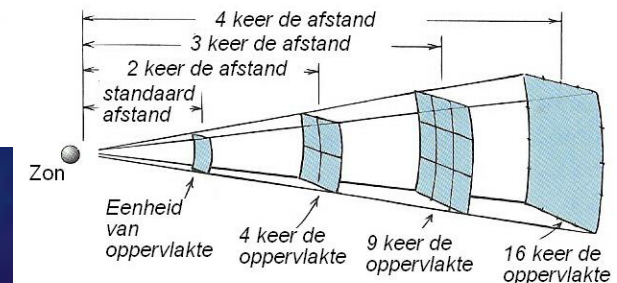
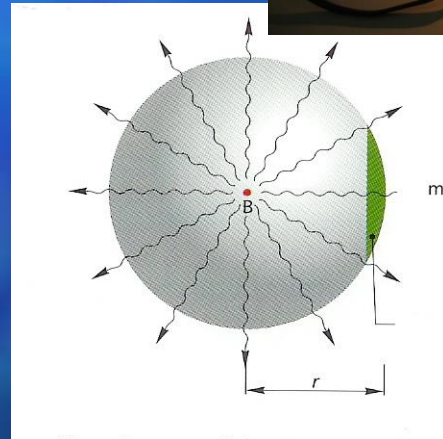


# 1.1 Betekenis van de zon als bron van energie

## Aktiviteit:

Berekening van het vermogen van de zon met behulp van een gloeilamp van 100 Watt

$$I = P / 4\pi r^2$$



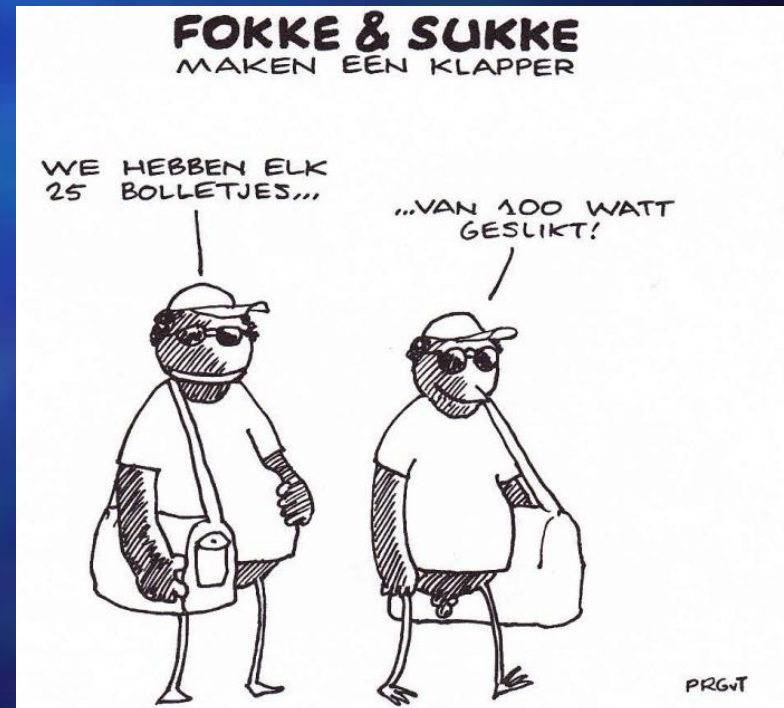


# De gloeilampen van 100 W zijn eruit!!!!!!

■ Maarrrrrrrrr.....

Ze zijn nog te bestellen:

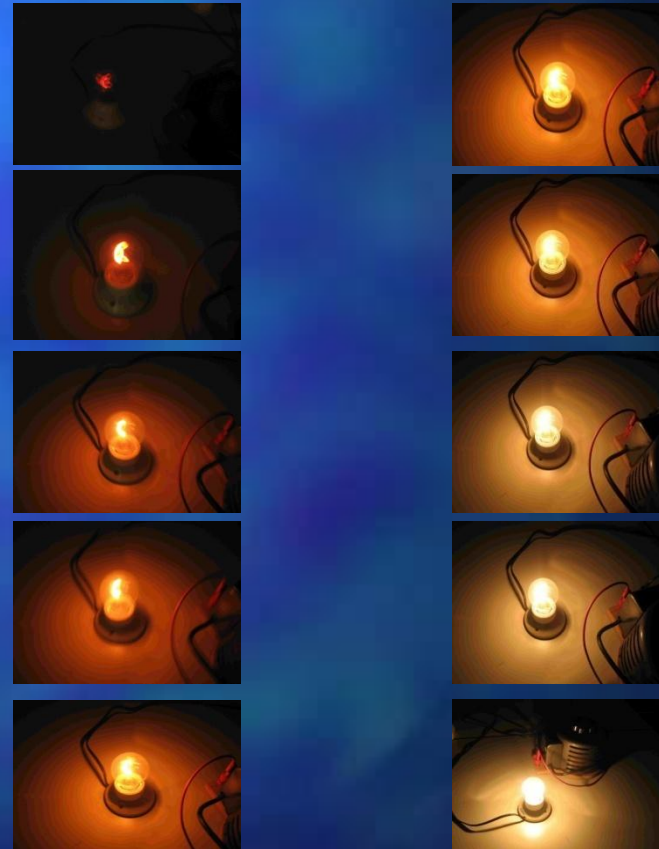
→ [p.t.m.feldbrugge@pl.hanze.nl](mailto:p.t.m.feldbrugge@pl.hanze.nl)



# 1.2 Kleur en oppervlaktetemperatuur van de zon

## Aktiviteit:

Waarneming van de kleur van een gloeiende draad van een lamp in samenhang met de temperatuur



# Verband tussen kleur en temperatuur: experiment

$$R_T - R_0 = \alpha R_0 (T - T_0)$$

Met:

$R_T$  weerstand bij temperatuur  $T$

$\alpha$  weerstandstemperatuurcoëfficiënt  
(=  $4,9 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$  voor wolfram)

$R_0$  weerstand bij kamertemperatuur (van te voren meten!)

$T_0$  kamertemperatuur

$$T = T_0 + (R_T - R_0) / (\alpha R_0)$$

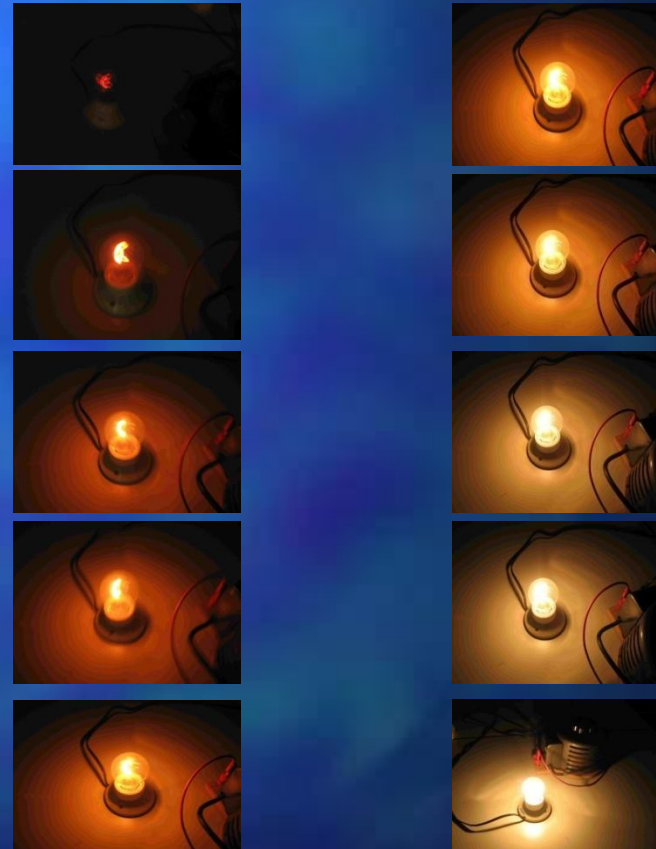
Bijv. bij gebruikmaking van:

$$P = U \cdot I = U^2 / R_T \quad \text{met } P = 100 \text{ W}$$

en  $R_0 = 38 \Omega$  (Kamertemperatuur:  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$$\rightarrow R_T = 1,25 \cdot 10^3 \Omega$$

$$\rightarrow T = 2,6 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

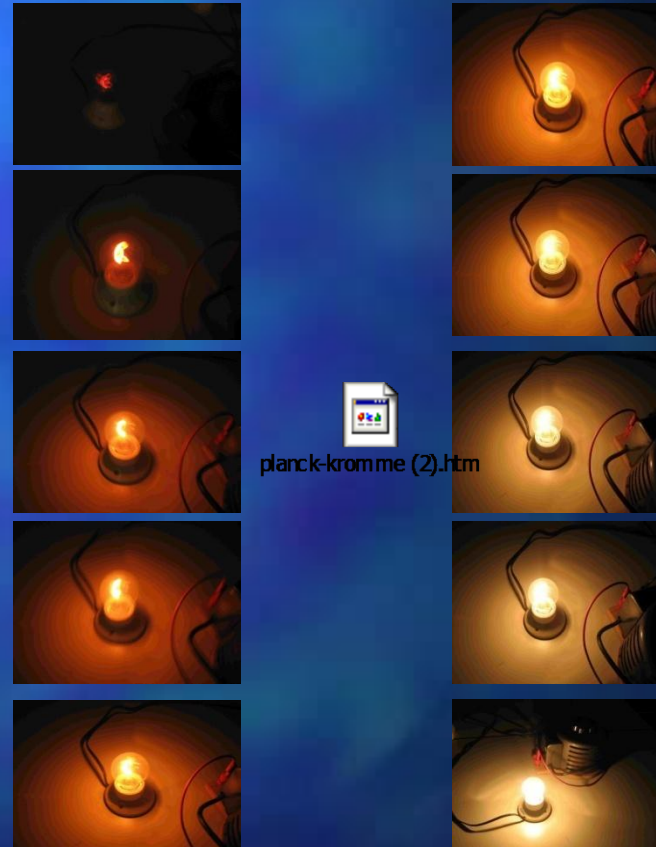


# Kleur en oppervlaktetemperatuur van de zon

Vergelijking met  
Planck-kromme:

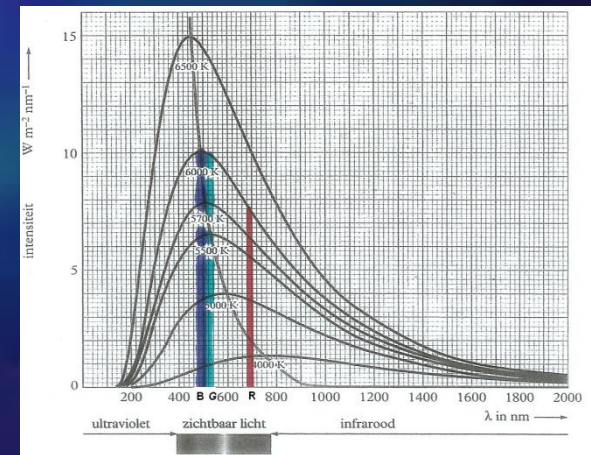
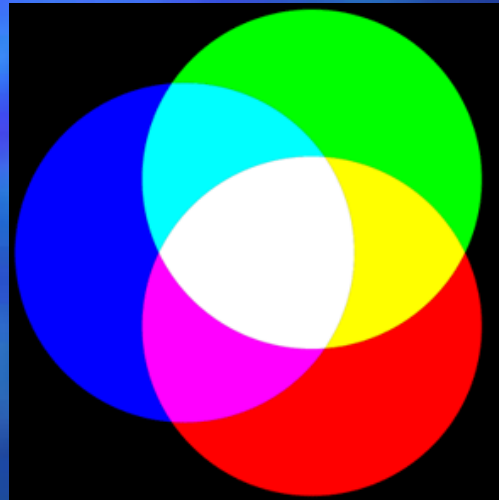
D:\Natuurkundesimulaties\QM-Planck-kromme (2)\planck-kromme (2).htm

$$\lambda_{\max} * T = k_w$$



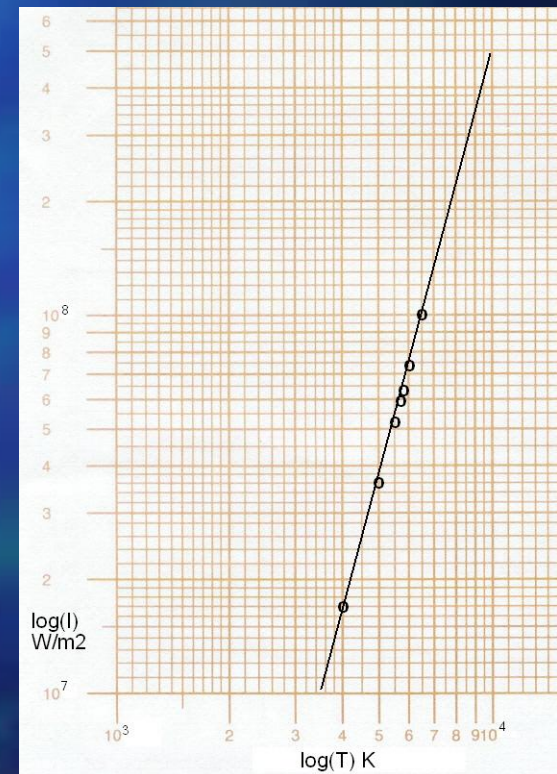
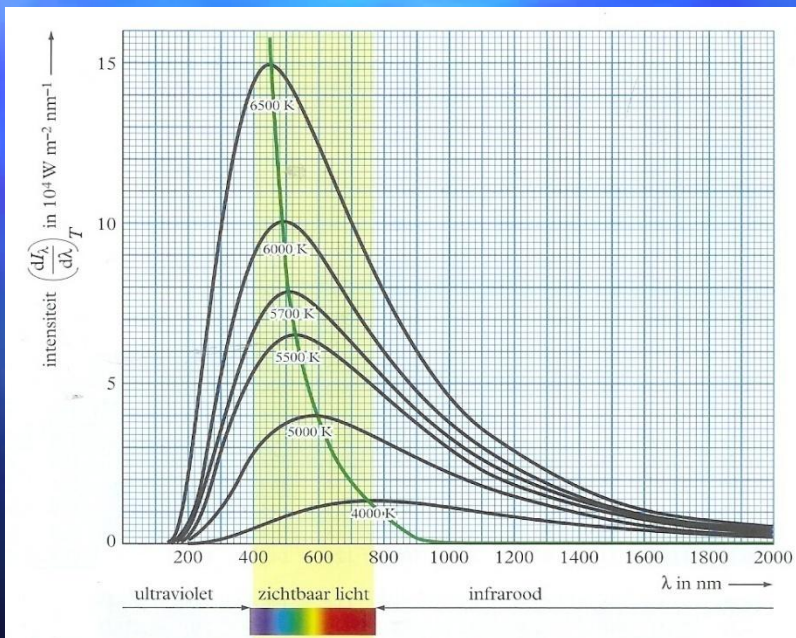
# Kleur en oppervlaktetemperatuur van de zon

- RGB-filters:  
<http://brucelindbloo.com/index.html?ColorDifferenceCalc.html>

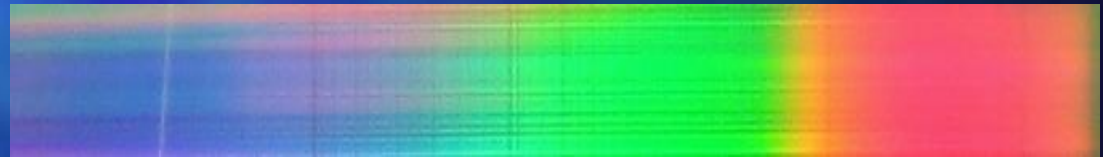
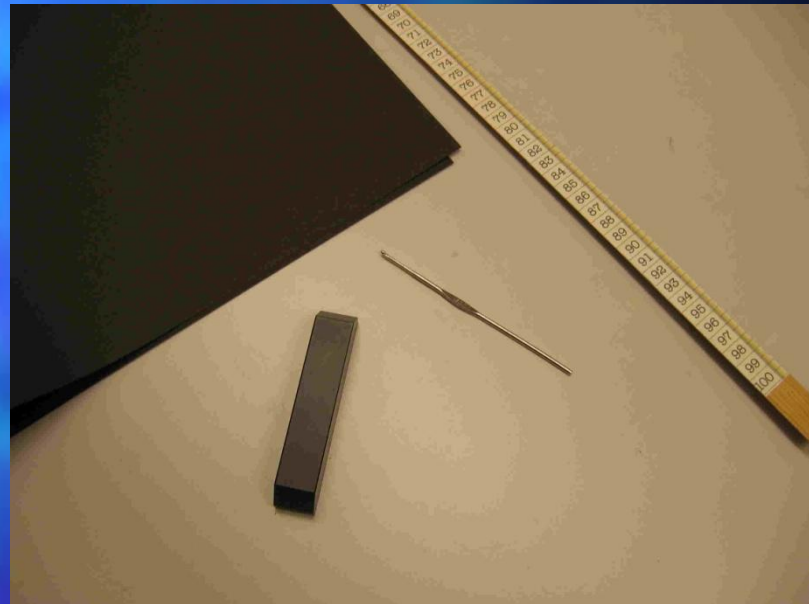
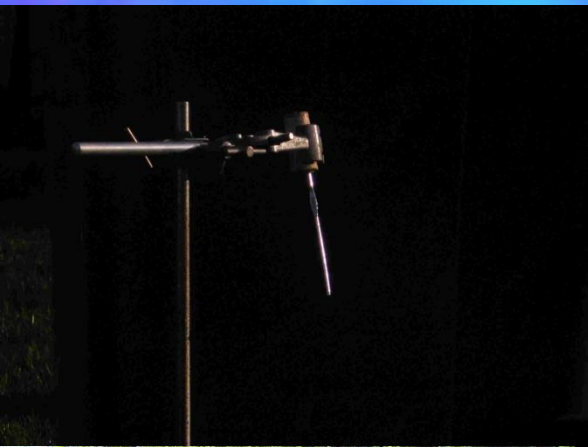
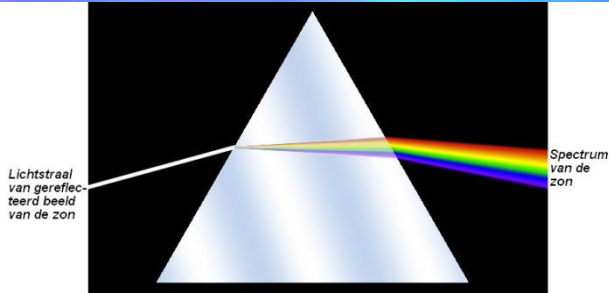


# 1.3 Lichtkracht van de zon

■  $L = \sigma T^4$



# 1.4 Samenstelling van de zon

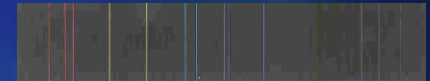


# Spectra

Hete stralingsbron met grote dichtheid



Hete stralingsbron met lage dichtheid



Hete stralingsbron met grote dichtheid

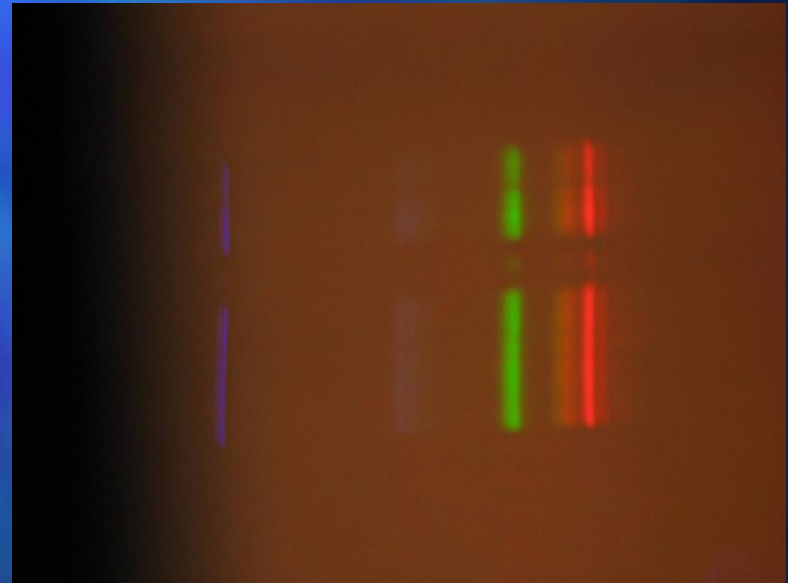


Gaswolk met lage dichtheid



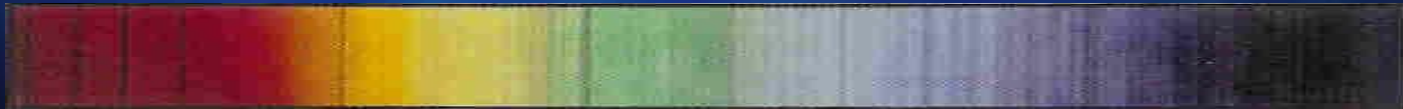
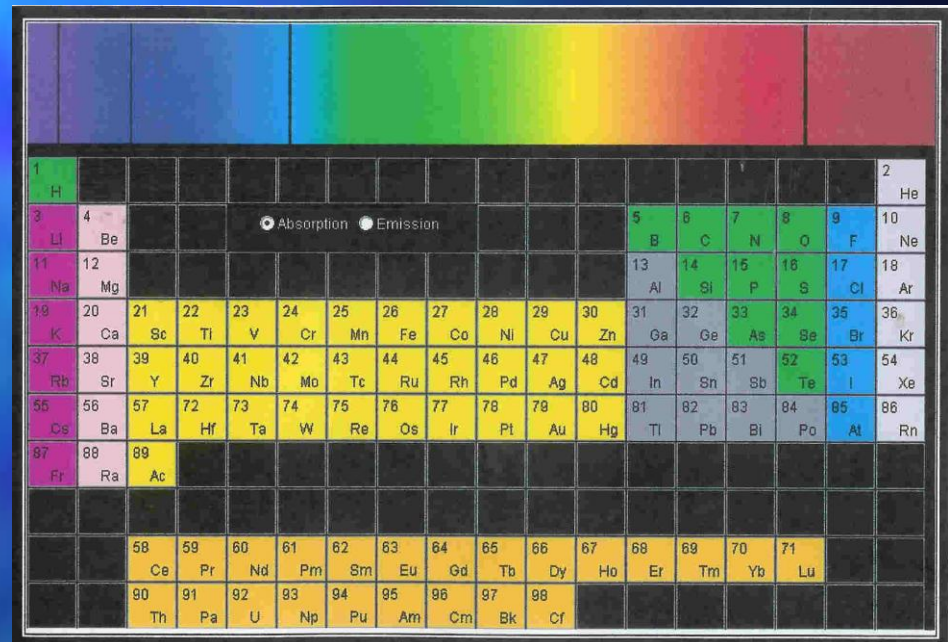


# Spectraallijnen als vingerafdruk of barcode van een element

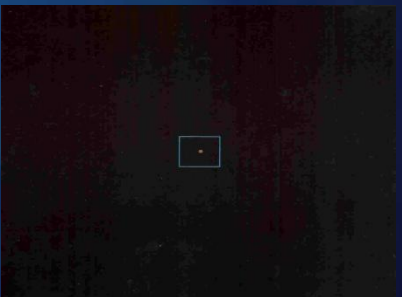
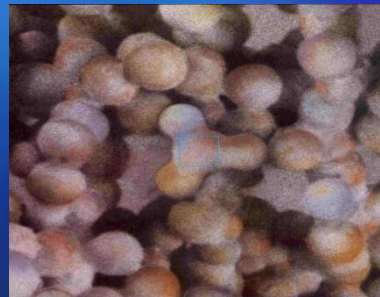
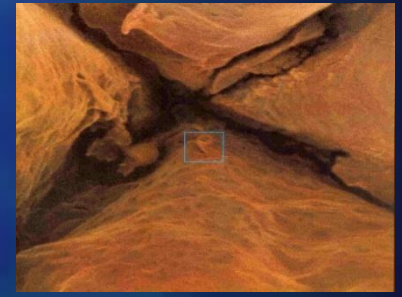
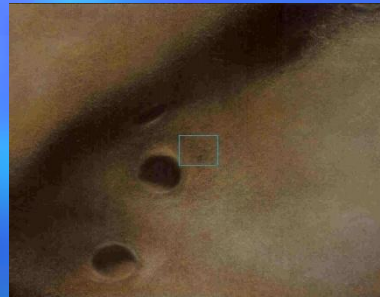


# Spectra van elementen

- <http://jersey.uoregon.edu/elements/Elements.html>



# Hoofdstuk 2: straling en materie



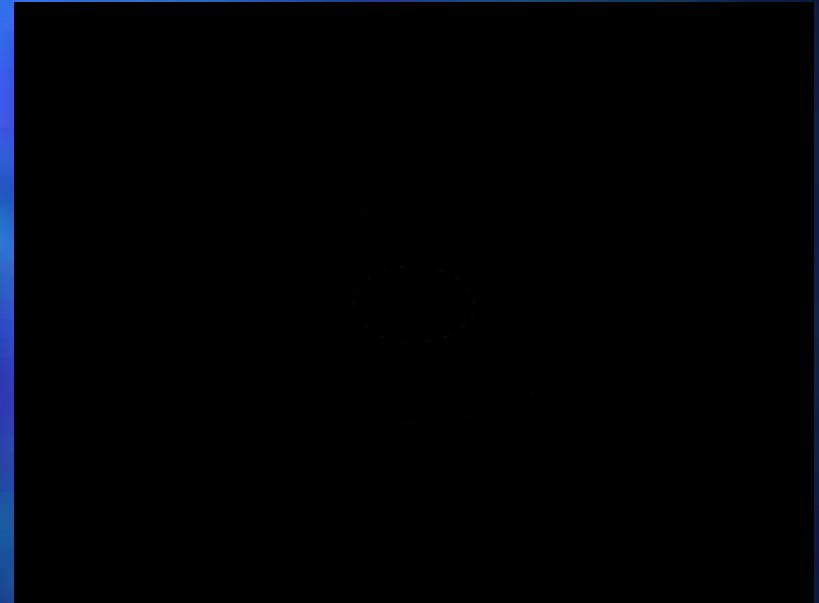
# Wat hebben materie en straling met elkaar?

*Klassieke*

natuurwetten +

*moderne*

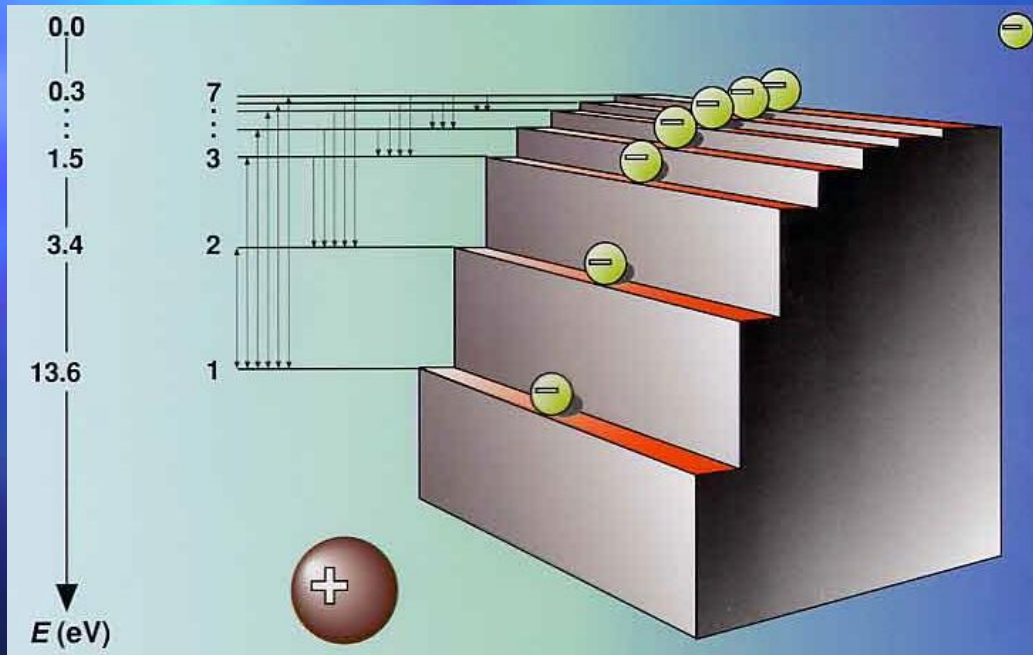
natuurkunde vinden  
synthese in  
atoommodel voor  
waterstof (oa.  
Bohr)



[http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20100721\\_kwantum01](http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20100721_kwantum01)

# Experiment: Bepaling $h$ m.b.v. LED's

- Bepaling grootte  
constante van  
Planck.ppt



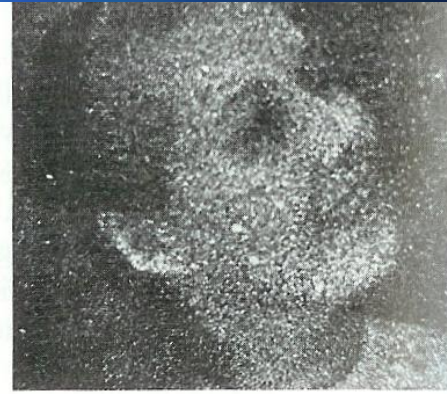
# Foto: Hagel van fotonen



a



b



c



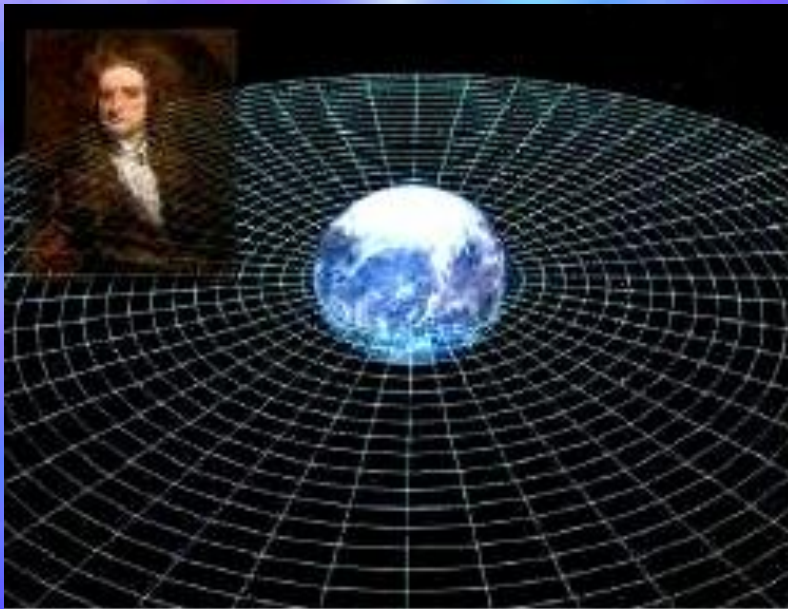
d



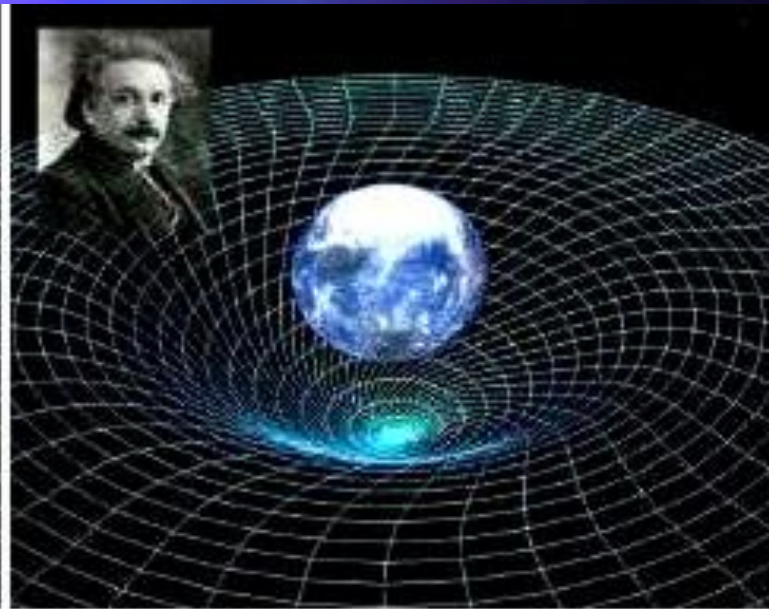
e



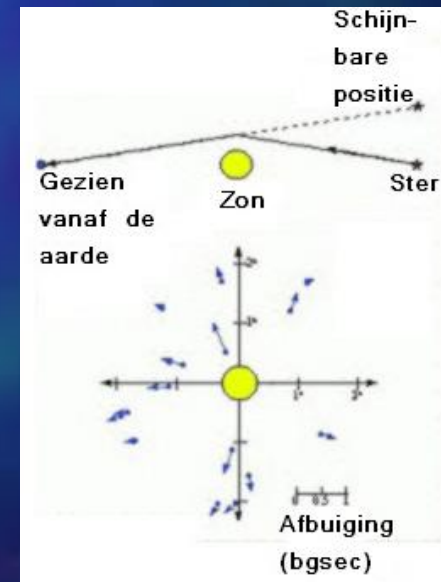
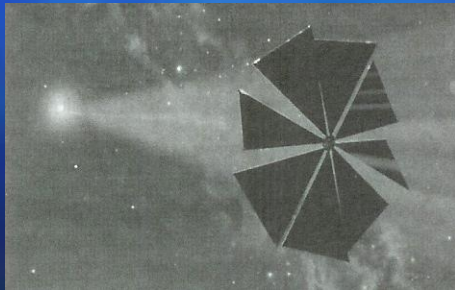
f



**Newton's fixed space**



**Einstein's flexible space-time**

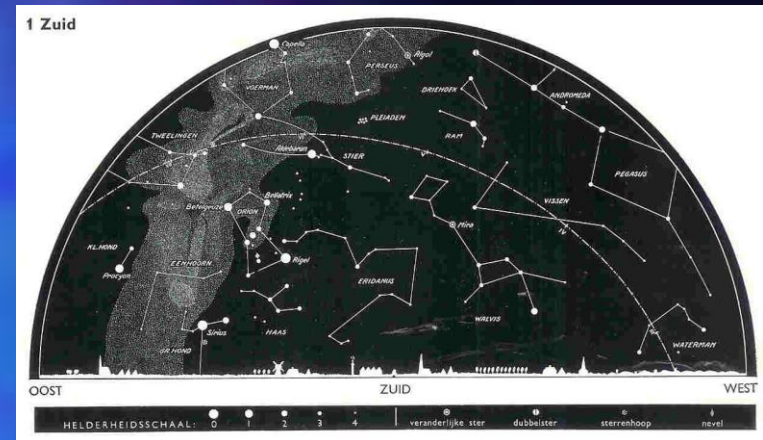


# Hoofdstuk 3: Onderzoek aan sterren

*3.1 Temperatuur,  
helderheid en  
lichtkracht van  
sterren*

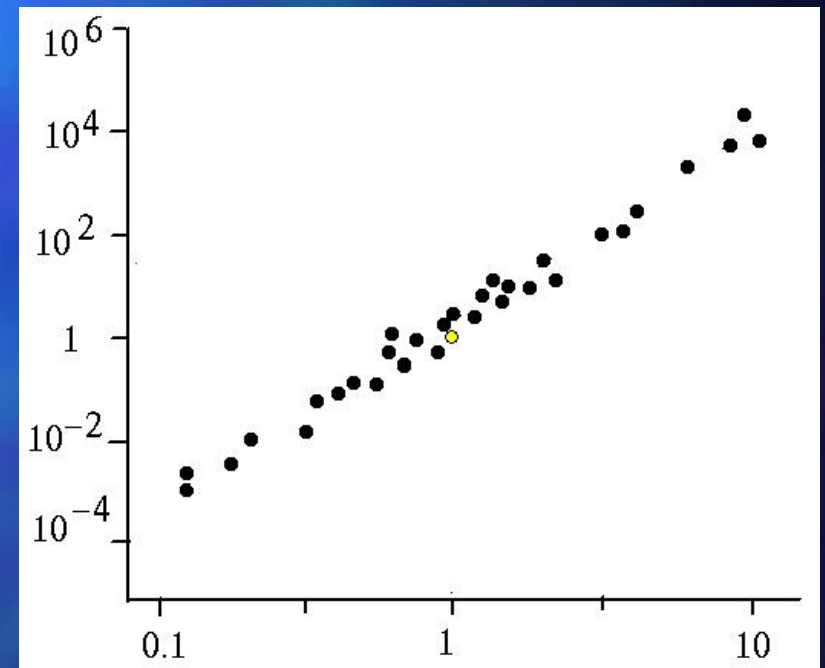
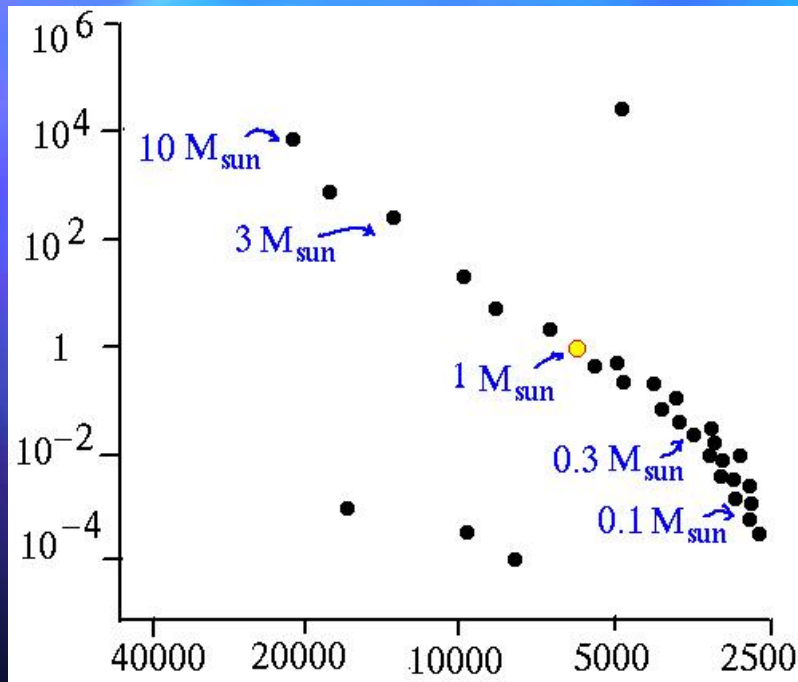
*3.2 Analyse van  
sterspectra (o.a.  
dopplerverschuiving)*

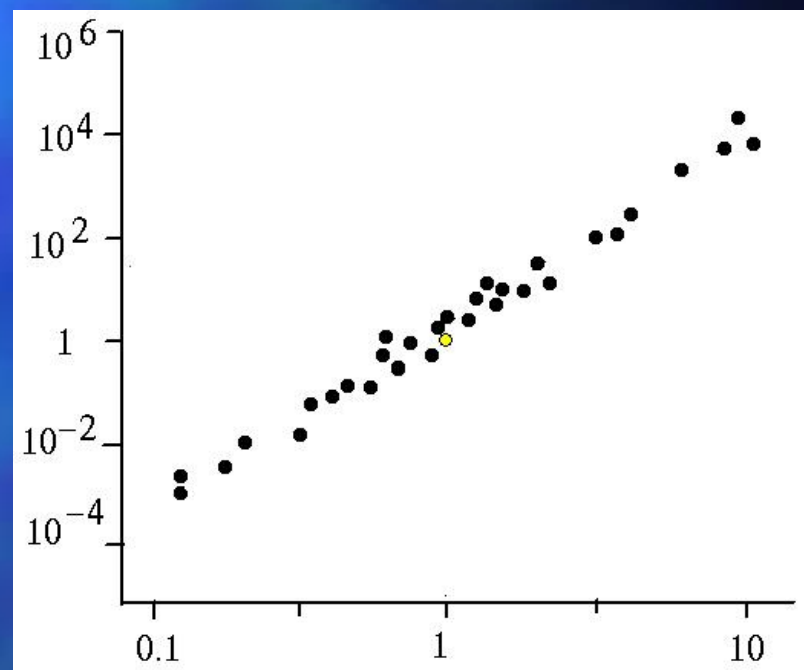
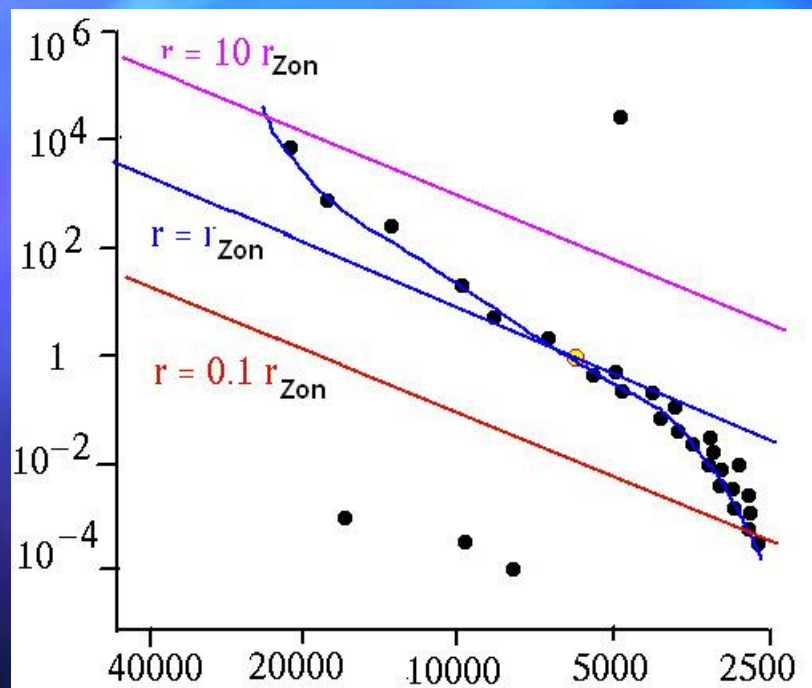
*3.3 Waarneemtechnieken  
in het e.m. spectrum*



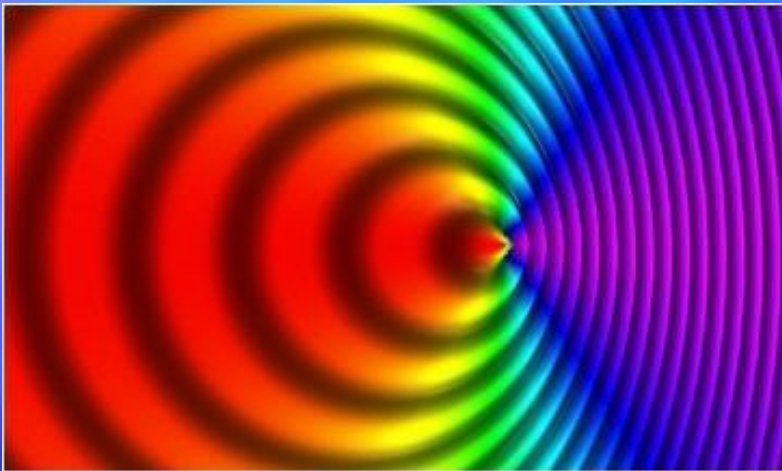


# 3.1 Tempertuur, helderheid en lichtkracht van sterren

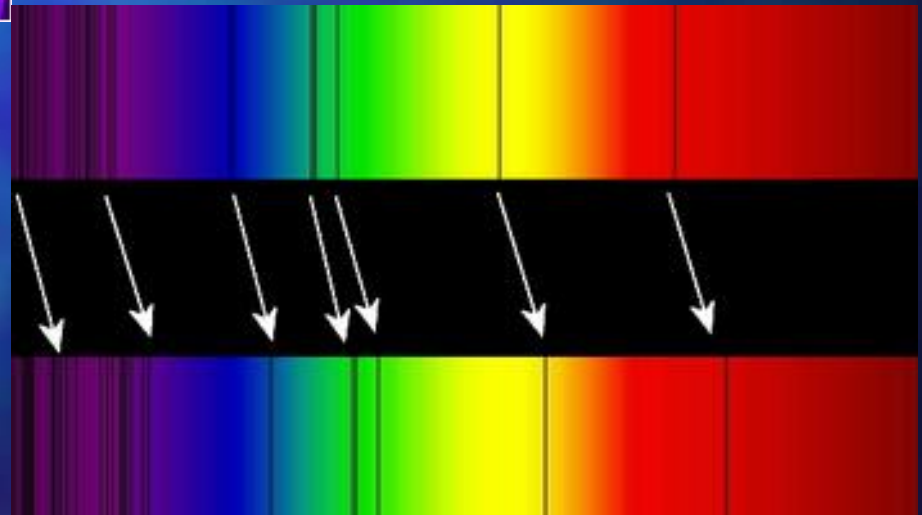




# 3.2 Spectraallijnen en roodverschuiving

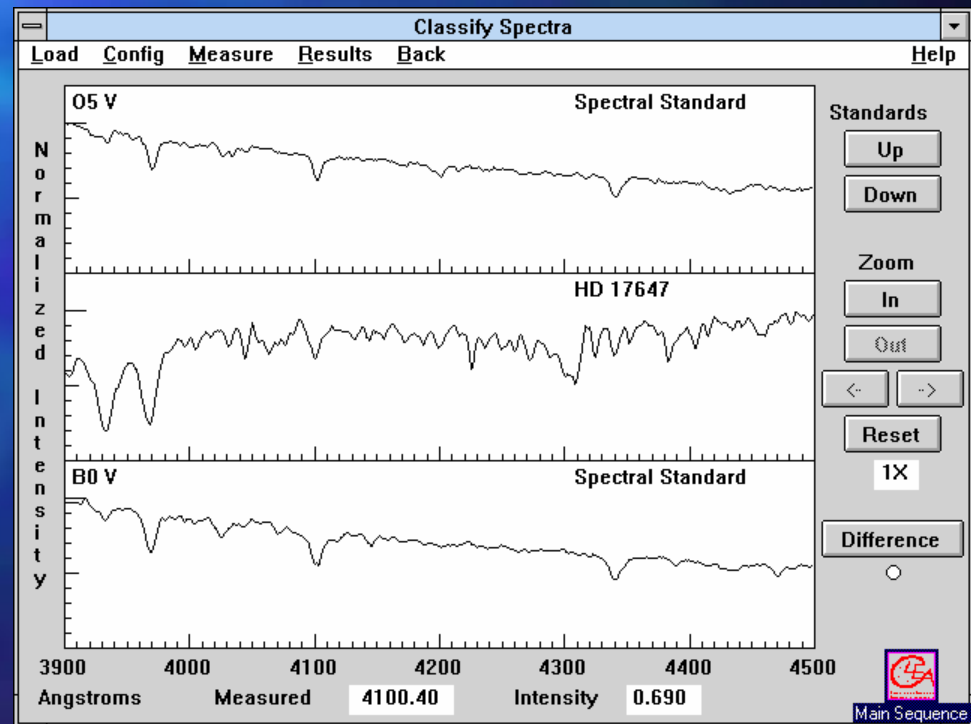


- [..\Tr-glv - dopeff - br bew.mpg](#)
- [..\Tr-glv - dopeff - ontv bew.mpg](#)



# Classificatie van sterspectra:

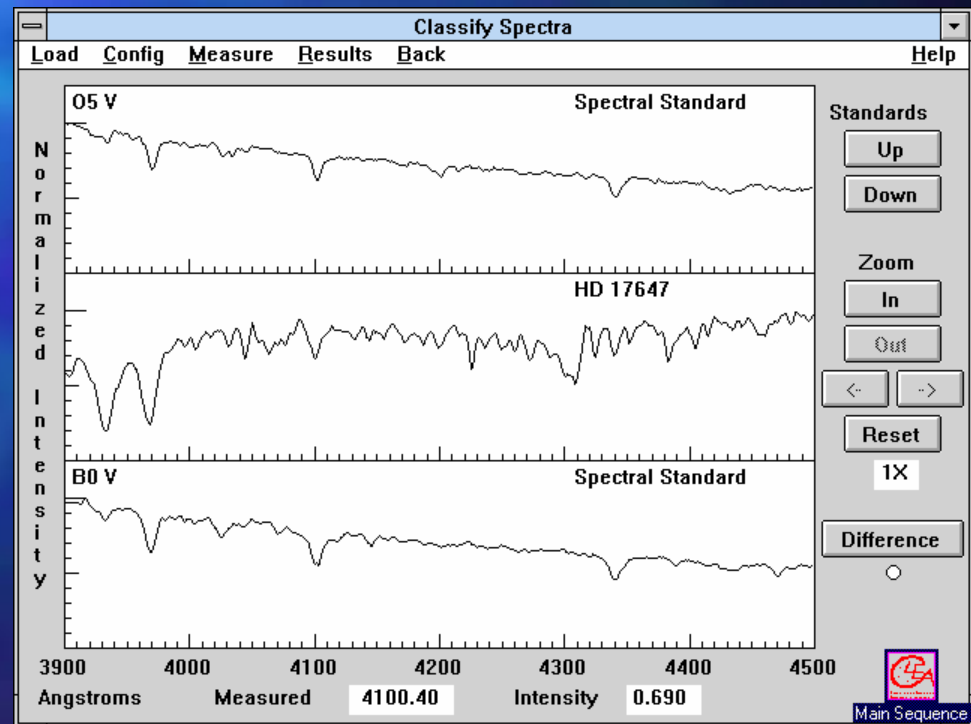
- Voor  
spectraalopnamen  
en analyse ervan



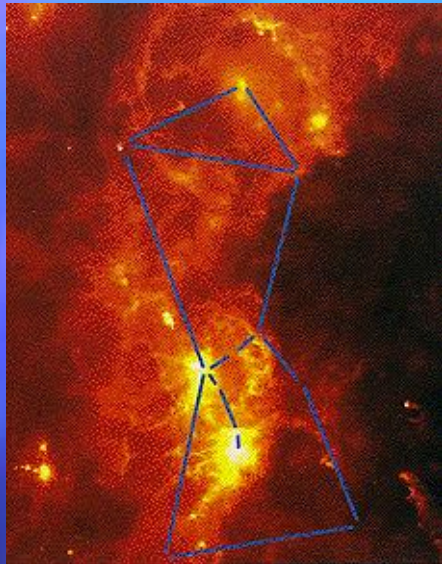
# Onderzoek aan sterren: Identificatie van elementen

■ Spectraaltypen van de ster onthult zijn:

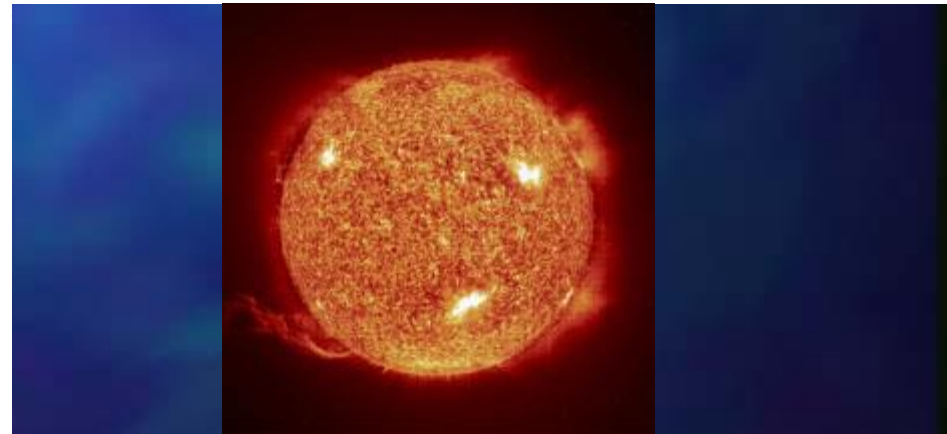
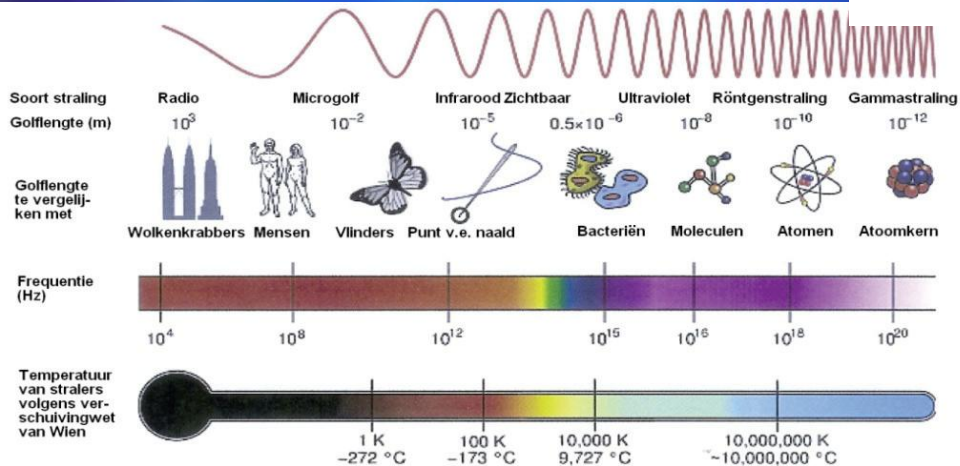
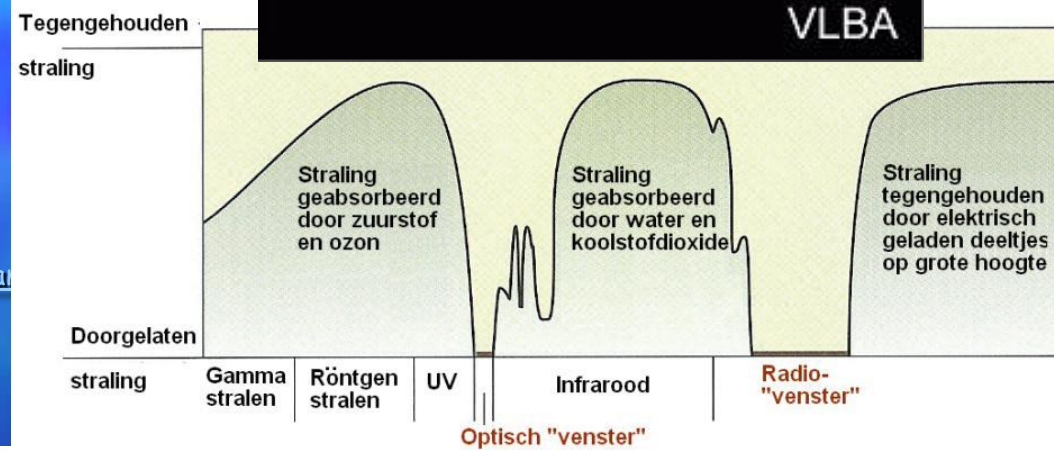
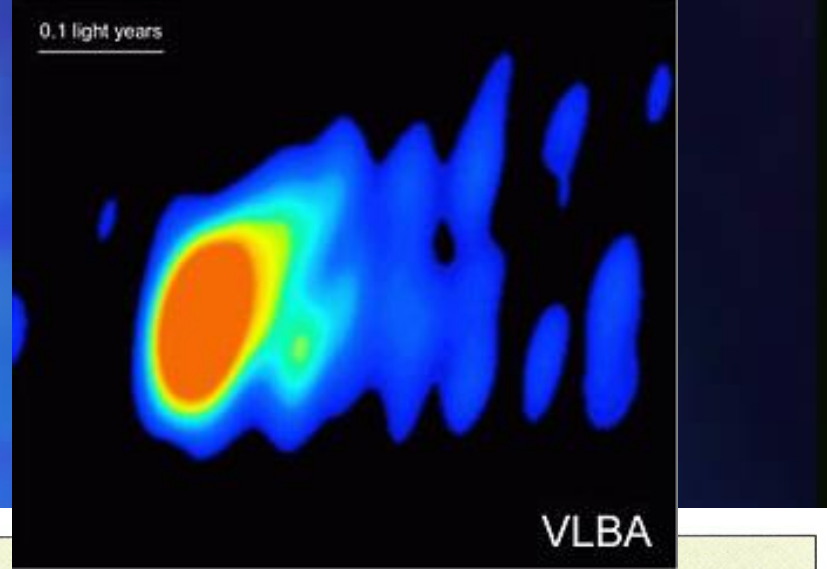
- Temperatuur
- Afstand
- Lichtkracht
- Chemische samenstelling



# 3.3 Het E.M. Spectrum



10\10-03-01-  
 stuk 3 - Onderzoek aan  
 straling.wmv



# Eigen onderzoek

- 10-12-09-Eigen onderzoekopdrachten .docx
- Zie ook: [www.galaxyzoo.org](http://www.galaxyzoo.org)

