

# TENTAMEN INLEIDING ASTROFYSICA

## DINSDAG 6 MAART, 14.00- 17.00

LEES ONDERSTAANDE IN DETAIL:

- ▶ **DIT TENTAMEN OMVAT VIER OPGAVES**
  - OPGAVE 1: **3 PUNTEN**
  - OPGAVE 2: **2 PUNTEN**
  - OPGAVE 3: **3 PUNTEN**
  - OPGAVE 4: **2 PUNTEN**
  
- ▶ **EEN FORMULIER MET AANVULLENDE INFORMATIE (VOORNAMELIJK CONSTANTES) IS TOEGEVOEGD**
  
- ▶ **BELANGRIJK: MAAK IEDERE OPGAVE OP EEN SEPARAAT BLAD**
  
- ▶ **SCHRIJF OP IEDER BLAD JE NAAM**
  
- ▶ **SCHRIJF OP IEDER BLAD JE STUDENTENUMMER**
  
- ▶ **SCHRIJF DUIDELIJK EN WERK OVERZICHTELIJK**
  
- ▶ **KLAD WORDT NIET NAGEKEKEN**
  
- ▶ **HET GEBRUIK VAN EEN REGULIERE REKENMACHINE IS TOEGESTAAN**
  
- ▶ **BIJ CONSTATERING VAN FRAUDE WORDT VERDERE PARTICIPATIE AAN HET TENTAMEN UITGESLOTEN**
  
- ▶ **HEEL VEEL SUCCES !**

## OPGAVE 1

Voor een zevental hoofdreeks sterren is de spectrale klasse, absolute magnitude (M) en effectieve temperatuur ( $T_{\text{eff}}$ ) uit een HR diagram bepaald. Verder is uit een parallax meting de afstand (d) tot deze sterren bepaald (in pc). In de tabel staan deze gegevens samengevat.

#	Spectrale klasse	M	T [K]	D [pc]	$m^*$	$L^*$ [SI]	$R^*$ [ $R_{\text{zon}}$ ]
1	B0	-6.8	28000	25.8			
2	A0	+0.1	9900	12.4			
3	F0	+2.6	7400	9.4			
4	G0	+4.3	6030	7.6			
5	K0	+5.8	4900	9.8			
6	K5	+6.7	4130	22.2			
7	M0	+7.8	3480	11.4			

- Wat is de parallax van ster #4?
- Welke van deze sterren is vanaf de Aarde gezien het helderst, en welke ster schittert het zwakst?
- Bereken voor alle sterren de lichtkracht.
- Bereken voor sterren #2 en #6 de flux  $S^*$  op Aarde.
- Wat is de straal van alle sterren  $R^*$  uitgedrukt in  $R_{\text{zon}}$  ?
- Welk van deze hoofdreeks sterren zal zich het langst op de hoofdreeks bevinden ?

## OPGAVE 2

- Beschrijf kort drie methodes waarmee je exo-planetten kunt waarnemen.
- Hoe groot is het verschil tussen een siderische en synodische dag op Aarde ?
- De stralingswet van Planck wordt gegeven door:  $I(\nu) = \frac{2h\nu^3}{c^2} [\exp[h\nu/kT] - 1]^{-1}$ . Voor lange golflengtes (bv. in het microgolf gebied) kan deze formule vereenvoudigd worden. Leid deze zg. Rayleigh-Jeans limiet af.
- Wat beschrijft de Jeans massa ?

## OPGAVE 3

In de tabel staat informatie samengevat over de vier grootste (bekend als de Galileïsche) manen van Jupiter. De maan Europa is omhuld door een dikke laag ijs.

- Verwacht je dat Europa een hoge of lage albedo zal hebben?

Maan	Afstand tot Jupiter [km]	Omlooptijd tov Jupiter [dagen]	Massa [kg]
Io	422000	1.77	
Europa	671000		$4.8 \cdot 10^{22}$
Ganymedes	1070000		
Callisto	1883000		

- b) Bereken voor Europa, Ganymedes en Callisto de omlooptijd (onder verwaarlozing van hun eigen massa).
- c) De massa van Jupiter is  $1.8986 \cdot 10^{27}$  kg. De massa van de manen kan weer worden verwaarloosd. Gebruik nu de afgeleide gegevens van de manen om de waarde van de gravitatieconstante  $G$  te berekenen. Doe dit voor alle vier de manen. Vergelijk deze met de waarde die in het appendix is gegeven.
- d) Bereken m.b.v. de derde Wet van Kepler de massa's van Io, Ganymedes en Callisto.
- e) Teken een fase diagram voor een periode van 10 dagen.

#### **OPGAVE 4**

- a) De rotatiekromme van een sterrenstelsel heeft een amplitude van 200 km/s. Bij een ander sterrenstelsel wordt een waarde van 160 km/s gevonden. Wat is de verhouding in absolute helderheid tussen deze beide sterrenstelsels?
- b) Leg het verschil uit tussen een proto-planetaire schijf en een planetaire nevel.
- c) Sirius B is een witte dwerg met een lichtkracht van  $0.003 L_{\text{zon}}$  die diep in het UV, rond 140 nm zijn maximale intensiteit heeft. Bereken de straal van de ster.
- d) Hoe werkt een gravitationele lens?
- e) Waarom is in het 'subcentral point' de Doppler verschuiving maximaal ?

OVERZICHT VAN (AFGERONDE) CONSTANTES IN SI EENHEDEN  
 ZOALS DIE VOOR HET TENTAMEN GEBRUIKT MOGEN WORDEN

Constanten

zwaartekrachtsconstante	$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
lichtsnelheid in vacuüm	$c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
constante van Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
constante van Planck	$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
constante van Boltzmann	$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
atomaire massa-eenheid	$m_0 = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
massa van het proton	$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
straal van het proton	$R_p = 2.3 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
massa van het elektron	$m_e = 9.31 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
lading van het elektron	$e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$
dielektrische constante	$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^2 \text{ Coulomb}^2$
gaskonstante	$R = 8.314 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1} \text{ kmol}^{-1}$
getal van Avogadro	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

(1 mol =  $6.022 \cdot 10^{23}$  moleculen)

Enige andere veel gebruikte getallen

parsec	$\text{pc} = 3.0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$
astronomische eenheid	$\text{AE} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ m}$
lichtkracht van de zon	$L_{\odot} = 3.83 \cdot 10^{26} \text{ W}$
massa van de zon	$M_{\odot} = 1.99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
straal van de zon	$R_{\odot} = 6.96 \cdot 10^8 \text{ m}$
abs. bolometrische magn. v.d. zon	$M_{\text{bol}} = 4.72$
zonneconstante	$= 1.36 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Schijnbare magnitude v.d. zon	$m = -26.75$