

TENTAMEN INLEIDING ASTROFYSICA

WOENSDAG 12 DECEMBER 2012, 14.00- 17.00

LEES ONDERSTAANDE GOED DOOR:

- ▶ **DIT TENTAMEN OMVAT VIER OPGAVES**
 - OPGAVE 1: 3.0 PUNTEN**
 - OPGAVE 2: 2.5 PUNTEN**
 - OPGAVE 3: 2.0 PUNTEN**
 - OPGAVE 4: 2.5 PUNTEN**

- ▶ **EEN FORMULIER MET ANTWOORDBLAD HOREND BIJ OPGAVE 3 IS ONDERDEEL VAN DIT TENTAMEN EN MOET MEE WORDEN INGELEVERD.**

- ▶ **EEN FORMULIER MET AANVULLENDE INFORMATIE IS BIJGEVOEGD.**

- ▶ **BELANGRIJK:**
MAAK IEDERE OPGAVE OP EEN SEPARAAT BLAD, OMDAT DE OPGAVES AFZONDERLIJK WORDEN NAGEKEKEN.

- ▶ **SCHRIJF OP IEDER BLAD (INCL. ANTWOORDBLAD VAN OPGAVE3) JE NAAM EN STUDENTNUMMER**

- ▶ **SCHRIJF DUIDELIJK EN WERK OVERZICHTELIJK**

- ▶ **KLAD WORDT NIET NAGEKEKEN**

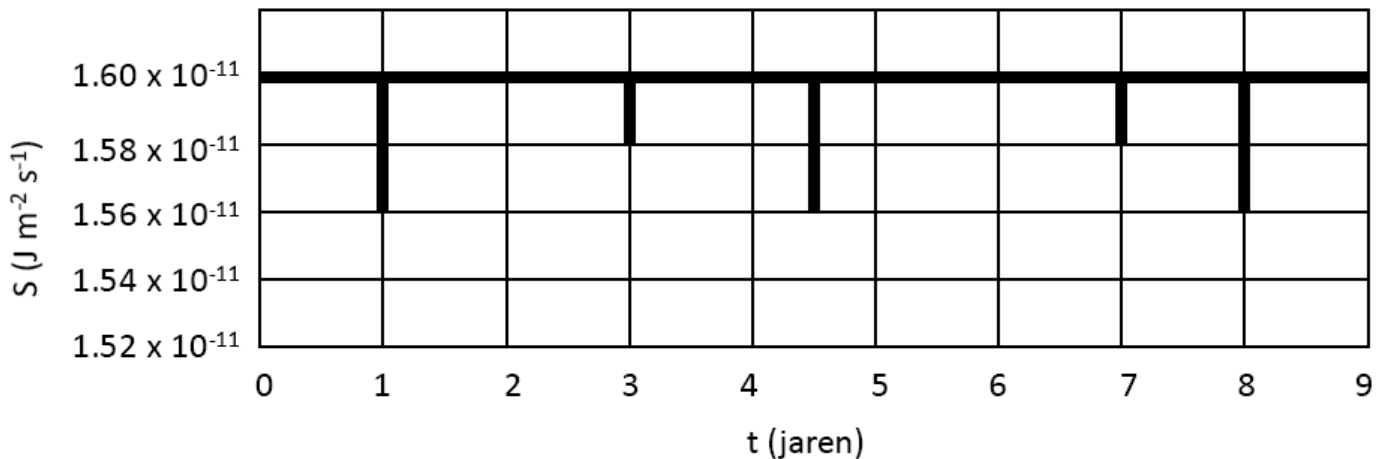
- ▶ **HET GEBRUIK VAN EEN REGULIERE REKENMACHINE IS TOEGESTAAN**

- ▶ **BIJ CONSTATERING VAN FRAUDE WORDT VERDERE PARTICIPATIE AAN HET TENTAMEN UITGESLOTEN**

- ▶ **HEEL VEEL SUCCES !**

OPGAVE 1

In de figuur staat de lichtcurve van een ster waar twee exo-planetten omheen draaien. Op de verticale as staat de flux, zoals die op Aarde wordt gemeten, op de horizontale as staat de tijd in jaren.



- Bereken de afstand van beide exo-planetten tot hun centrale ster.
- Is het toeval dat beide planeten in hetzelfde vlak blijken te bewegen ?

De ster heeft een parallax van $0.15''$. Neem aan dat de ster even zwaar is als de zon (dus massa $\sim 1 M_{\text{zon}}$) en dat $R^* = R_{\text{zon}}$. Neem verder aan dat beide planeten precies voorlangs hun ster bewegen.

- Bereken de absolute magnitude van de ster.
- Welke kleur heeft deze ster ?
- Bereken de straal van beide planeten.
- Stel dat op beide exo-planetten water voorkomt, bereken dan voor iedere planeet in welke toestand zich het water ter plekke bevindt.

OPGAVE 2

- De Isaac Newton Group of Telescopes op La Palma, bevinden zich op ongeveer 28° noorder-breedte. Welke declinaties kun je – in principe - met deze telescopen waarnemen ?
- Een dubbelster systeem bestaat uit sterren met schijnbare magnitudes van 7.8 en 9.2. Is de gemeenschappelijk schijnbare magnitude kleiner dan 7.8, of ligt deze tussen 7.8 en 9.2 of is deze groter dan 9.2 ? Licht kort toe.

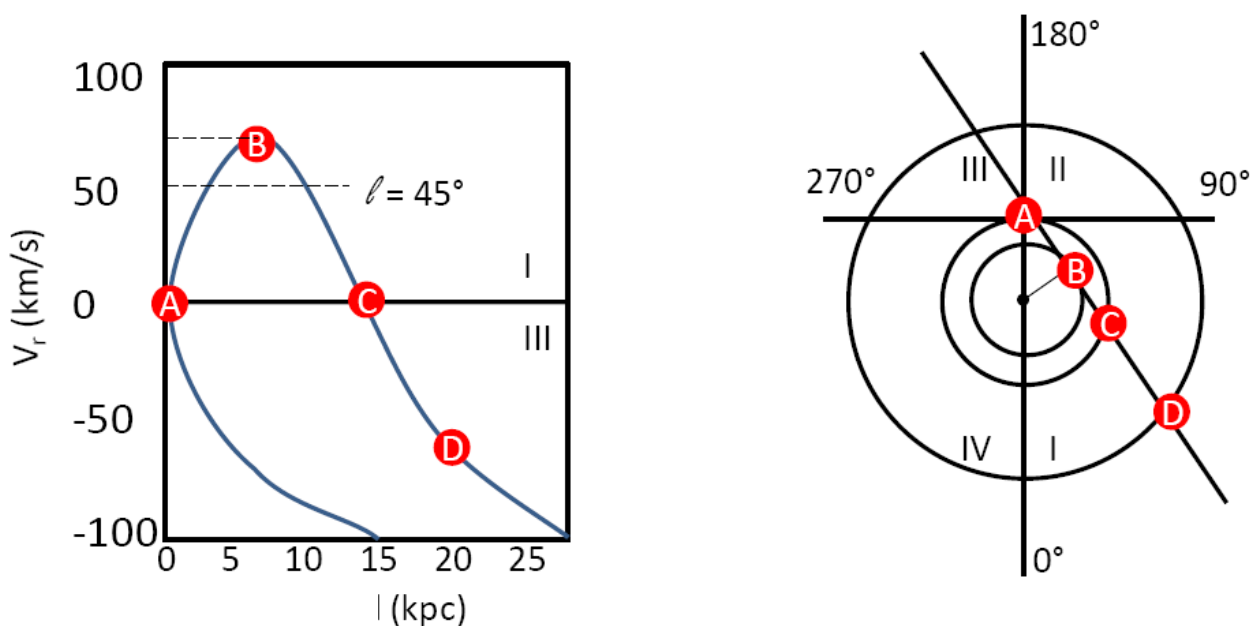
- c) De zon draait niet als een star lichaam. Wat heeft dit te maken met de zonnevlekken-cyclus ?
- d) Neem aan dat de Hubble constante een waarde heeft van $H_0 = 72 \text{ km/s / Mpc}$. Hoe oud is dan het heelal ?
- e) Een object heeft een roodverschuiving van $z = 2.4$. Op hoeveel parsec staat dit object ?

OPGAVE 3

- a) Teken grofweg de structuur van een Hertzsprung-Russel diagram op het bijgevoegde antwoordblad en benoem vier groepen sterren.
- b) Wat is de reden dat H-R diagrammen van verschillende sterclusters over het algemeen niet identiek zijn ?
- c) De ster * (zie antwoordblad) heeft een schijnbare magnitude $m = 6.6$. Bereken de parallax van deze ster.
- d) Hoe verschuift deze ster in het H-R diagram wanneer er zich een stofwolk tussen ster and ons bevindt ? Wat betekent dat voor de temperatuur van de ster ?

OPGAVE 4

In de onderstaande figuur is links de snelheid van sterren in de schijf van de Melkweg weergegeven als functie van hun afstand tot de zon (punt A). Rechts staat een overzicht van de Melkweg van bovenaf gezien, met de gezichtslijn vanaf de zon en de vier kwadranten van galactische lengte l (in graden).



- a) Leg uit waarom de rode punten A, B, C en D in de linker figuur corresponderen met de punten zolas aangegeven in de rechter figuur.

De zon draait om het centrum van de Melkweg op een afstand van $R_{\text{zon}} = 8.5$ kpc en met een snelheid van $v_{\text{zon}} = 220$ km/s.

- b) Hoeveel massa bevindt zich binnen de (cirkelvormige) baan van de zon?
- c) Is het voor deze berekening van belang hoe de massa binnen deze baan verdeeld is? Licht kort toe.

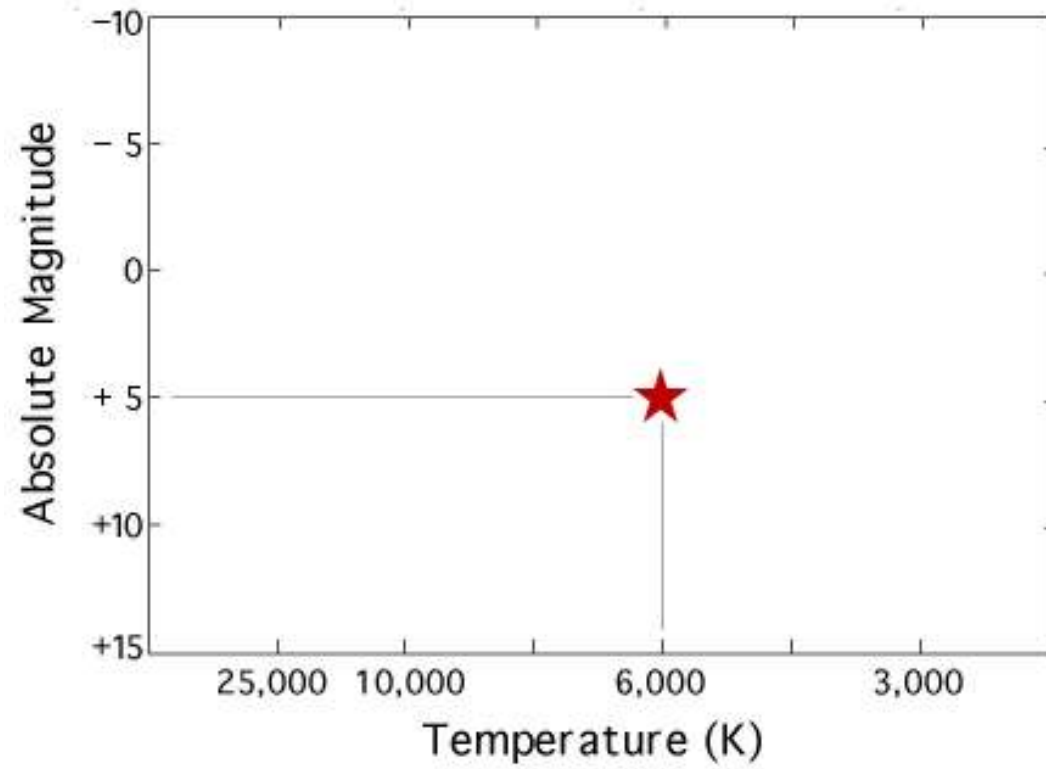
De gezichtslijn voor een galactische lengte van $\ell = 45^\circ$ heeft een maximale snelheid van $v = 50$ km/s ten opzichte van de zon.

- d) Wat is de werkelijke snelheid om het Melkwegcentrum van een ster op $\ell = 45^\circ$ met snelheid $v = 50$ km/s ten opzichte van de zon?
- e) Hoeveel massa bevindt zich binnen de baan die door punt B gaat, als gegeven is dat de getekende gezichtslijn een galactische lengte heeft van $\ell = 38^\circ$ heeft?

ANTWOORDBLAD BEHOREND BIJ OPGAVE 3

NAAM:

STUDENTNUMMER:



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	σ	$=$	$5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
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	ϵ_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	pc	$=$	$3.0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$
astronomische eenheid	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_{bol}	$=$	4.72
zonneconstante		$=$	$1.36 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Schijnbare magnitude v.d. zon	m	$=$	-26.75