

Inleiding Astrofysica

Tentamen 2008/2009

Maandag 26 januari 2009
10.00 - 13.00 uur

Aanwijzingen voor dit tentamen:

- *Schrijf op ieder vel papier dat je inlevert je naam en studentnummer.*
- *Schrijf met een duidelijk handschrift.*
- *Onderbouw je antwoorden met relevante formules, plotjes en schetsen, maar houd het kort.*
- *Lees voordat je begint alle vragen zorgvuldig door.*
- *Gebruik de constanten die gegeven zijn.*
- *Controleer of je alle vragen beantwoord hebt.*

1. Geef een korte omschrijving van de volgende begrippen:
 - a. Albedo
 - b. Periastron
 - c. Lentepunt
 - d. Schwarzschild straal

Geef de vergelijkingen behorende bij de volgende begrippen, en geef van iedere variabele de eenheid:

- e. Wet van Stefan-Boltzmann
- f. Wet van Hubble
- g. Afstandsmodulus
- h. Verschuivingswet van Wien

Geef de volgende getallen. (Als je het niet precies weet, doe dan een realistische schatting):

- i. Lichtsnelheid
- j. Afstand Aarde-Maan
- k. Leeftijd van het heelal
- l. Afstand Zon-Melkwegcentrum

2. We nemen twee dubbelstersystemen, resp. A en B, waar:
 - De werkelijke afstand tussen de dubbelsterren in systeem A is 4,8 maal groter dan de afstand tussen de sterren in systeem B.
 - Systeem A staat op een 2,1 maal grotere afstand tot ons dan systeem B.
 - Systeem A nemen we waar op een golflengte van 5100\AA met een telescoop van 6 m apertuur. Systeem B nemen we waar op een golflengte van $4,8\mu\text{m}$ met een telescoop van 15 m apertuur.
 - Bij de waarneming van systeem A is de resolutie *juist* genoeg om de twee sterren afzonderlijk waar te nemen.

- Hoe heten de golflengtegebieden waarin de waarnemingen worden gedaan?
- Kunnen we in de waarneming systeem B de beide sterren onderscheiden, of zien we een puntbron? Licht je antwoord toe.
- Beschrijf kort 3 manieren waarop dubbelsterren als zodanig herkend kunnen worden.

Systeem B bestaat uit sterren B1 en B2. Ster B1 is 1,6 maal heter dan ster B2 en heeft een 2 maal zo groot oppervlak. De schijnbare magnitude van B2 is 14,1.

- Wat is de schijnbare magnitude van B1?
 - Wat is de schijnbare magnitude van het gehele dubbelstersysteem B?
- Een object met massa m en diameter D dat onderhevig is aan de gravitatiekracht van een object met massa M op afstand r , voelt een getijdenkracht.
 - Geef een korte omschrijving van het begrip getijdenkracht.
 - Geef de gravitatiewet van Newton.
 - Laat zien dat de getijdenkracht gelijk is aan $F_t = 2 \frac{GMm}{r^3} D$ (Hint: Je kunt de gravitatiewet van Newton ontwikkelen in een Taylorreeks)

Je schoonmoeder van 1m60 valt in een zwart gat van $M = 10M_\odot$ en wordt in hoog tempo tot spaghetti gereduceerd.

- Leg dat uit.
 - Het menselijk lichaam kan een kracht (in de verticale richting) tot ongeveer 10 g weerstaan, daarna gaat het fout. Op welke afstand van het zwarte gat komt je schoonmoeder serieus in de problemen?
 - Is het mogelijk om haar noodlot van buitenaf waar te nemen? Waarom wel/niet?
- De ster XO-1 in het sterrenbeeld Corona Borealis is een ster van het zelfde type en met de zelfde massa als onze Zon. In een cirkelbaan om deze ster bevindt zich een planeet (XO-1b) die eens in de 3,9 dagen voor de ster langs beweegt, en deze gedeeltelijk verduistert. Tijdens deze planeetovergang ('transit') is de flux van de ster 2% lager dan normaal ($\Delta F/F = 0,02$). De snelheid van de ster ten gevolge van gravitatie van de planeet, is doormiddel van Doppler verschuiving vastgesteld op 115 m/s.
 - Hoe groot (in AE) is de afstand D_p van de planeet tot de ster?
 - Hoe groot (in eenheden R_\odot) is de straal R_p van de planeet? Hoeveel maal de straal van de Aarde is dit?
 - Hoelang duurt de transit? (Neem aan dat de inclinatie van de planeetbaan precies 90° is)
 - Hoe groot is de baansnelheid v_p van de planeet?
 - Leid hieruit af hoe groot de massa (in eenheden van M_\odot) van de planeet is. Hoeveel maal de massa van Jupiter is dit? En hoeveel maal de massa van de Aarde?

- Beschrijf in het kort de levensloop van de Zon.

Constanten:

Astronomische eenheid: $1 \text{ AE} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Constante van Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$

Gravitatieconstante: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

Massa van de Aarde: $M_\oplus = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Straal van de Aarde: $R_\oplus = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$