

Inleiding Astrofysica

Hertentamen 2008/2009

Dinsdag 24 februari 2009
13.45 - 16.45 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 of definitie van de volgende begrippen:
 - a. Nutatie
 - b. Kuipergordel
 - c. Schwarzschildstraal
 - d. Dynamische wrijving

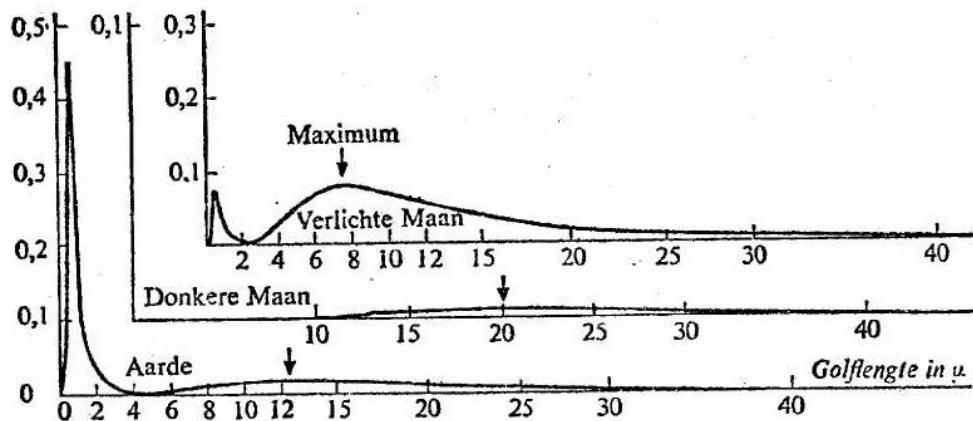
Geef de vergelijkingen behorende bij de volgende begrippen, en geef van iedere variabele de eenheid:

- e. Zwaartekrachtwet van Newton
- f. Scheidend vermogen
- g. Wet van Planck
- h. Dopplerverschuiving

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

- i. Afstand Aarde-Zon (in parsec)
 - j. Afstand Zon-Melkwegcentrum (in parsec)
 - k. Afstand Melkweg-naastbijzijnde melkwegstelsels in de Locale Groep (in parsec)
 - l. Afstand Locale Groep-naastbijzijnde clusters van melkwegstelsels (in parsec)
2. Wanneer men in het sterrenstelsel M87 (een reusachtig elliptisch stelsel in het Virgo cluster, op een afstand van ~ 18 Mpc) een rotatiekromme meet van het meest centrale deel van het stelsel, vindt men dat de gemeten radiële snelheden sterk pieken in de buurt van het centrum. De gemeten roodverschuivingen vertellen ons dat op een afstand van 8 parsec van het centrum de radiële snelheden ~ 400 km/s zijn. Wat is de minimale massa die zich in dit centrale deel moet bevinden? Geef de meest gangbare verklaring hiervoor.
 3.
 - a. Hoe groot is de ontsnappingsnelheid vanaf het aardoppervlak?
 - b. Laat zien hoe groot de snelheid is die we een ruimtesonde bij lancering vanaf het aardoppervlak moeten meegeven om hem in de Zon te doen belanden.

- c. Laat zien hoe groot de minimumsnelheid is die we een ruimtesonde bij lancering vanaf de aardoppervlak moeten meegeven om hem buiten het Zonnestelsel te brengen.
4. De ster Sirius in het sterrenbeeld de Grote Hond (Canis Major), is met een schijnbare magnitude van $m = -1,46$ de helderste ster aan de (nachtelijke) hemel. Dankzij metingen met de Hipparcos satelliet in de jaren '90 weten we nu dat Sirius een parallax heeft van $\pi = 379$ milliboogseconden, een eigenbeweging (proper motion) van $\mu = 1339$ milliboogseconden per jaar en een radiële snelheid van $-7,6$ km/s.
- Hoe groot is de afstand d tot Sirius?
 - Hoe groot is de absolute magnitude M ?
 - Hoe groot is de totale snelheid v_{tot} van Sirius t.o.v. de Zon?
5. 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 ($\Delta F/F = 0,02$). Neem aan dat XO-1b een perfecte zwarte straler is (en dat sterke winden de warmte gelijkmatig over het gehele oppervlak van de planeet verspreiden).
- 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?
 - Hoeveel vermogen straalt XO-1 uit?
 - Hoeveel energie per tijdseenheid absorbeert XO-1b? En hoe hoog is de temperatuur op de planeet?
 - Laat nu de aanname vallen dat de planeet een zwarte straler is, en neem aan dat deze een albedo heeft $a = 0.15$. Bereken de temperatuur op de planeet.
6. Teken een Hertzsprung-Russell diagram en geef hierin duidelijk aan:
- De hoofdreeks.
 - De Zon.
 - Witte dwergen.
 - Rode reuzen.
 - Sterren met lange levensduur en sterren met korte levensduur (langs de hoofdreeks).
 - Sterren met grote massa en sterren met kleine massa.
 - Sterren met grote straal en sterren met kleine straal.
 - De verschillende spectraalklassen.



7. In de bovenstaande figuur (uit "Hemel en Dampkring" van Minnaert en Houtgast, 1946) staan spectra van de (verlichte) Aarde en de Maan weergegeven. De golflengte is uitgedrukt in micron ($1 \mu = 10^{-6} \text{ m}$).
- Waarom hebben de spectra van de verlichte Maan en de (verlichte) Aarde twee maxima? Waar komen deze vandaan? Waarom heeft de donkere Maan slechts één maximum?
 - Gegeven dat de Aarde een effectieve (dag)temperatuur heeft van 10° C , schat de nacht- en de dagtemperatuur van de Maan.
 - Leg aan de hand van de bovenstaande figuur het verschil uit tussen de dagtemperatuur van de Maan en de dagtemperatuur op Aarde.

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

Effectieve temperatuur van de Zon: $T_{\odot} = 5800 \text{ K}$

Massa van de Zon: $M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

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

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