



# Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2011

31 januari 2011

Welkom bij de Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2011! Zoals uitgelegd in het reglement op de website mag je deze Olympiade thuis oplossen, met al het onderzoekwerk dat je nodig acht. De vijf beste inzendingen worden uitgenodigd om deel te nemen aan de tweede ronde van de Vlaamse Sterrenkunde Olympiade en strijden voor de hoofdprijzen. De tweede ronde gaat door op zaterdag 7 mei 2011. De winnaar mag gaan waarnemen met de Mercatorttelescoop op La Palma (Canarische Eilanden), inclusief reis en verblijf.

Het is de bedoeling dat je de onderstaande vragen oplost en naar ons stuurt, uiterlijk op **31 maart 2011** op het adres:

Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2011  
Vereniging Voor Sterrenkunde  
Oostmeers 122c  
8000 Brugge

Elektronisch insturen kan ook, naar [deelname@sterrenkundeolympiade.be](mailto:deelname@sterrenkundeolympiade.be).

Let hierbij op de volgende aandachtspunten:

- Elke inzending moet vergezeld zijn van het standaard deelnameformulier. In principe is het de bedoeling dat de deelnemers de vragen individueel beantwoorden. Een samenwerkingsverband van meerdere deelnemers is mogelijk, op voorwaarde dat alle deelnemers vermeld worden. Er kan echter hoogstens één van de deelnemers van dergelijk samenwerkingsverband tot de finale toegelaten worden. Inzendingen van verschillende deelnemers die overduidelijke gelijkenissen met elkaar vertonen, zullen door de jury als één enkele inzending beschouwd worden.
- De opgaven mogen op gewoon papier geschreven worden. Het is dus niet nodig de antwoorden via tekstverwerker op te maken. Digitaal insturen kan door de antwoorden te scannen (bij voorkeur in PDF-formaat). Je mag tekst schrijven, berekeningen doen, diagrammen maken of wat je zelf ook maar nodig acht om de vragen goed te kunnen beantwoorden.
- Elke vragenreeks dient op een nieuw (afzonderlijk) blad gestart te worden.

- Niet alle vragen zijn even gemakkelijk. Raak hierdoor niet ontmoedigd! Deze olympiade is samengesteld om de beste inzenders te kunnen selecteren en wellicht is er geen enkele inzender die de olympiade perfect maakt. Kortom: ook als je maar een deel van de vragen hebt kunnen maken: stuur vooral je uitwerkingen in!
- Voor sommige opgaven zal je niet alle benodigde informatie voorhanden hebben. Het is dus goed mogelijk dat je een begrip (bijvoorbeeld 'supernova') of getal (bijvoorbeeld de massa van de zon) op internet of in een boek wilt opzoeken. Dit mag je dan ook doen waar je dat maar nuttig lijkt, maar je vermeldt best je bron hierbij. Mocht je bron foutief zijn, dan kunnen we kijken of je redenering eventueel toch correct is.
- Voor de meerkeuzevragen is geen motivatie vereist. Daar volstaat het antwoord.
- Voor de open vragen wordt voor elk antwoord een motivatie verwacht. Een getal als uitkomst alleen verdient geen punten, evenals een enkel begrip. Laat met een berekening zien hoe je aan een getal komt, of leg uit wat je doet om tot het antwoord te komen. Kan je een getal niet precies uitrekenen, maar weet je wel ongeveer wat je zou moeten doen, schrijf dit dan ook op!
- Bewaar een eigen kopietje van je antwoorden, want na de deadline zetten we de uitwerkingen op internet, zodat je zelf alvast kunt kijken hoe je het hebt gedaan.
- De olympiade wordt nagekeken door een daarvoor aangewezen commissie. Over de uitslag kan niet worden gediscussieerd.

Heel veel succes!

Het organiserend comité van de Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2011: Steven Bloemen (KULeuven), Annelies Cloet-Osselaer (UGent), Nicki Mennekens (VUB), Frank Tamsin (VVS) en Geertrui Vandist (JVS).

*<http://www.sterrenkundeolympiade.be>  
[info@sterrenkundeolympiade.be](mailto:info@sterrenkundeolympiade.be)*



# Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2011

## Deelnameformulier

Naam:	_____
Voornaam:	_____
Straat en nummer:	_____
Postcode en gemeente:	_____
Geboortedatum:	_____
E-mail:	_____
Telefoon:	_____
Naam van de school:	_____
Adres van de school:	_____
Leerjaar en studierichting:	_____
Leraar fysica	_____
Leraar aardrijkskunde:	_____
Leraar wiskunde:	_____
Hoe werd je op de hoogte gebracht van de Sterrenkundeolympiade:	_____ _____ _____

### Meerkeuze vragenreeks

1. Tijdens een totale maansverduistering op Aarde, zou een astronaut op de nabije zijde van de Maan:

- a) een totale zonsverduistering waarnemen.
- b) eveneens een totale maansverduistering waarnemen.
- c) een totale verduistering van de Aarde waarnemen.
- d) helemaal geen eclips waarnemen.
- e) een gedeeltelijke zonsverduistering waarnemen.

2. De derde wet van Kepler

- a) laat ons toe om de relatieve afstanden van de planeten tot de Zon te vinden.
- b) legt een verband tussen de gemiddelde afstand van een planeet tot de Zon en de synodische periode van de planeet.
- c) heeft Kepler in staat gesteld om de juiste afstanden (in kilometer) van de planeten tot de Zon te vinden.
- d) laat toe om te besluiten dat een planeet die vier keer verder van de Zon staan dan een andere, ook vier keer meer tijd nodig heeft voor een omloop rond de Zon.
- e) Zowel a als d zijn waar.

3. Stel dat er een object in het zonnestelsel zou gevonden worden dat een elliptische baan rond de Zon beschrijft met een periode van 8 jaar, en een periheliumafstand van 0,5 astronomische eenheden. Hoever van de Zon zou dit object dan staan in het aphelium van zijn baan?

- a) 4 astronomische eenheden.
- b) 7,5 astronomische eenheden.
- c) 4,5 astronomische eenheden.
- d) 8,5 astronomische eenheden.
- e) 8 astronomische eenheden.

4. Een astronaut bevindt zich in een ruimteschip dat zich bewegingsloos in de ruimte bevindt, ver weg van enig ander object. Hij ontsteekt de motoren van het ruimteschip en begint voorwaarts te bewegen. Dit is een illustratie van

- a) de eerste bewegingswet van Newton (de wet der traagheid).
- b) de eerste wet van Kepler.
- c) de derde bewegingswet van Newton (de wet van actie en reactie).
- d) de universele gravitatiewet van Newton.
- e) zowel a als c.

5. In vergelijking met röntgenstraling, hebben radiogolven een ..... frequentie en een ..... energie.
- a) hogere / hogere
  - b) lagere / lagere
  - c) hogere / lagere
  - d) lagere / hogere
  - e) Deze vraag is misleidend: alle delen van het elektromagnetisch spectrum hebben dezelfde energie en frequentie; alleen hun golflengte verschilt.
6. We nemen drie sterren X, Y en Z waar. De golflengte waarop ster X het meest energie uitzendt is 650 nm. De golflengte waarop ster Y het meest energie uitzendt is 400 nm. Ster Z heeft een oppervlaktetemperatuur van 5800 K. Rangschik de sterren volgens stijgende temperatuur.
- a) X – Y – Z
  - b) X – Z – Y
  - c) Y – X – Z
  - d) Y – Z – X
  - e) Z – X – Y
7. We nemen een ster waar met een oppervlaktetemperatuur van 10000 K. Tussen ons en de ster bevindt zich een wolk waterstof van 20000 K die zich van ons weg en naar de ster toe beweegt. Het waargenomen spectrum bevat:
- a) een continu spectrum en roodvershoven waterstof emissielijnen.
  - b) een continu spectrum en roodvershoven waterstof absorptielijnen.
  - c) een continu spectrum en blauwvershoven waterstof emissielijnen.
  - d) een continu spectrum en blauwvershoven waterstof absorptielijnen.
  - e) een continu spectrum met alle lijnen op de verwachte plaats zoals in een laboratorium.
8. Twee identieke radioschotels, elk met een diameter van 50 meter, bevinden zich 10 kilometer van elkaar. Ze zijn met elkaar verbonden en worden gebruikt als een interferometer. Welk van volgende uitspraken beschrijft de resulterende radiotelescoop het best?
- a) Het systeem heeft de resolutie van een 50 meter radiotelescoop en het lichtverzamelend vermogen van een 70 meter radiotelescoop.
  - b) Het systeem heeft de resolutie van een 50 meter radiotelescoop en het lichtverzamelend vermogen van een 50 meter radiotelescoop.
  - c) Het systeem heeft de resolutie van een 10 kilometer radiotelescoop en het lichtverzamelend vermogen van een 100 meter radiotelescoop.
  - d) Het systeem heeft de resolutie van een 10 kilometer radiotelescoop en het lichtverzamelend vermogen van een 50 meter radiotelescoop.
  - e) Het systeem heeft de resolutie van een 10 kilometer radiotelescoop en het lichtverzamelend vermogen van een 70 meter radiotelescoop.

9. Welke van volgende paren planeten verschillen het meest in dichtheid?

- a) De Aarde en Neptunus.
- b) Venus en Mercurius.
- c) Jupiter en Uranus.
- d) Venus en de Aarde.
- e) Saturnus en Uranus.

10. Rond een zonachtige ster bevindt zich een hypothetisch planetenstelsel met twee planeten die sterk op onze Aarde gelijken en verder identiek lijken. Planeet X beweegt in een baan op een afstand van 1 astronomische eenheid van de ster en planeet Y beweegt in een baan op een afstand van 2 astronomische eenheden van de ster. Naarmate de tijd vordert zal het volgende gebeuren:

- a) Planeet X zal meer van zijn atmosfeer verliezen dan planeet Y, omdat de moleculen in de atmosfeer een gravitationele kracht van de ster ervaren die 4 keer sterker is.
- b) Planeet X zal meer van zijn atmosfeer verliezen dan planeet Y, omdat de kinetische energie van de moleculen in de atmosfeer groter is.
- c) Planeet X zal meer van zijn atmosfeer verliezen dan planeet Y, omdat de ontsnappingsnelheid er lager is.
- d) Zowel a als c zijn waar.
- e) De atmosferen van de beide planeten zullen op dezelfde wijze evolueren.

11. De temperatuur aan het oppervlak van Venus is erg hoog. De hoofdoorzaak hiervan is:

- a) dat er veel actieve vulkanen zijn op Venus.
- b) dat Venus zich dicht bij de Zon bevindt.
- c) dat de gassen in de atmosfeer van Venus beletten dat de planeet zou afkoelen.
- d) het radioactieve verval in de kern van Venus.
- e) Geen enkele van bovenstaande.

12. Saturnus zendt meer energie uit dan de planeet van de Zon ontvangt. Dit energie-overschot:

- a) is te wijten aan energie die overgebleven is van de vorming van de planeet (net zoals bij Jupiter).
- b) is het resultaat van het samentrekken van de planeet ten gevolge van de gravitatie.
- c) is te wijten aan radioactiviteit in de kern van Saturnus.
- d) is te wijten aan heliumcondensatie.
- e) Deze uitspraak is misleidend: Saturnus zendt niet meer energie uit dan de planeet van de Zon ontvangt.

13. De rand van de Zon lijkt donkerder dan het centrum van de zonneschijf omdat:

- a) licht van het centrum van de zonneschijf ontstaat in diepere lagen in de zonne-atmosfeer dan licht van de rand van de Zon.
- b) de fotosfeer koeler is dan de chromosfeer.
- c) de zichtbare randen van de Zon zich verder van de Aarde bevinden dan het centrum van de zonneschijf.
- d) zowel a, b als c waar zijn.
- e) Geen van bovenstaande is correct.

14. In volgorde van stijgende temperatuur, welke volgorde is dan correct:
- a) basis van de chromosfeer – fotosfeer – bovenste chromosfeer – kern – corona
  - b) basis van de chromosfeer – fotosfeer – bovenste chromosfeer – corona – kern
  - c) fotosfeer – basis van de chromosfeer – bovenste chromosfeer – kern – corona
  - d) fotosfeer – basis van de chromosfeer – bovenste chromosfeer – corona – kern
  - e) fotosfeer – bovenste chromosfeer – basis van de chromosfeer – kern – corona
15. De hoofdreden waarom we denken dat Pluto geen ontsnapte Neptunusmaan is, is dat:
- a) de massa van Pluto te klein is.
  - b) Pluto satellieten heeft.
  - c) de baan van Pluto te veel geheld is ten opzichte van de ecliptica.
  - d) de excentriciteit van de baan van Pluto te groot is.
  - e) De uitspraak is misleidend: we denken wel degelijk dat Pluto een ontsnapte Neptunusmaan is.
16. Uit waarnemingen van een komeet in 2003 is afgeleid dat de erg langgerekte baan van deze komeet rond de Zon zich tot op 30 astronomische eenheden uitstrekt. We zullen de komeet wellicht terug kunnen waarnemen in het jaar
- a) 2033.
  - b) 2045.
  - c) 2061.
  - d) 2082.
  - e) 2063.
17. Ster X heeft een straal die dubbel zo groot is als ster Y, en ook de temperatuur van ster X is twee keer zo groot als de temperatuur van ster Y. Hieruit kunnen we afleiden dat de lichtkracht van ster X
- a) 4 keer groter is dan de lichtkracht van ster Y.
  - b) 8 keer groter is dan de lichtkracht van ster Y.
  - c) 16 keer groter is dan de lichtkracht van ster Y.
  - d) 64 keer groter is dan de lichtkracht van ster Y.
  - e) 128 keer groter is dan de lichtkracht van ster Y.
18. Op een Hertzsprung-Russell diagram lezen we af dat een bepaalde ster een temperatuur heeft die groter is dan die van de Zon en een lichtkracht die kleiner is dan die van de Zon. Hieruit kunnen we besluiten:
- a) dat deze ster een koele reus is.
  - b) dat deze ster een hete superreus is.
  - c) dat deze ster onder en rechts van de Zon gelegen is in het Hertzsprung-Russell diagram.
  - d) dat deze ster boven en links van de Zon gelegen is in het Hertzsprung-Russell diagram.
  - e) dat deze ster een witte dwerg is.

19. We nemen een dubbelstersysteem waar waarvan het baanvlak loodrecht op onze gezichtslijn staat. Dit systeem kan niet als spectroscopische dubbelster waargenomen worden omdat:

- a) het een eclipserend dubbelstersysteem is.
- b) het dopplereffect te groot zal zijn.
- c) er geen dopplereffect kan waargenomen worden.
- d) zo'n systeem zich te ver weg van ons bevindt.
- e) Geen van bovenstaande redenen.

20. Welk van volgende reeksen bevat een volledige lijst van parameters die voldoende is om de afstand van een ster te vinden:

- a) temperatuur van de ster – schijnbare magnitude – lichtkrachtklasse
- b) temperatuur van de ster – schijnbare magnitude – spectraaltype
- c) straal van de ster – schijnbare magnitude – massa van de ster
- d) lichtkracht van de ster – spectraaltype
- e) lichtkrachtklasse – massa van de ster

21. De lichtkracht van een protoster van één zonsmassa is veel groter dan de lichtkracht van de Zon.

- a) Deze energie ontstaat door de gravitationele samentrekking van de protoster.
- b) Deze energie is het gevolg van kernreacties in de kern van de protoster.
- c) Deze energie is afkomstig van een nabije ster, waarvan de explosie aanleiding is geweest voor het samentrekken van de wolk waaruit de protoster is ontstaan.
- d) Deze energie is afkomstig van de emissie van licht van de geïoniseerde gaswolk waaruit de protoster is gevormd.
- e) Geen van bovenstaande uitspraken is correct.

22. Een emissienevel verraadt de aanwezigheid van:

- a) interstellair gas en een koele ster.
- b) interstellair gas en een hete ster.
- c) interstellair gas en interstellair stof.
- d) interstellair stof en een koele ster.
- e) interstellair stof en een hete ster.

23. We beschouwen een ster die twee keer de massa heeft van de Zon en honderd keer lichtkrachtiger is. De tijd die dergelijke ster op de hoofdreeks van het Hertzsprung-Russell diagram doorbrengt:

- a) is twee keer langer dan bij de Zon.
- b) is half zo lang als bij de Zon.
- c) is honderd keer langer dan bij de Zon.
- d) is een vijfde zo lang als bij de Zon.
- e) kan niet uit bovenstaande gegevens afgeleid worden.



24. In een verafgelegen sterrenstelsel nemen we een ster waar. De ster beweegt op een baan met een periode van 100 miljoen jaar op een afstand van 50 kiloparsec rond het centrum van het sterrenstelsel. Hieruit kunnen we besluiten dat de massa van het sterrenstelsel:

- a) minstens  $10^{13}$  zonsmassa's bedraagt.
- b) minstens  $10^{14}$  zonsmassa's bedraagt.
- c) minstens  $10^{11}$  zonsmassa's bedraagt.
- d) minstens  $10^{10}$  zonsmassa's bedraagt.
- e) We beschikken niet over voldoende gegevens om iets te kunnen zeggen over de massa van dit sterrenstelsel.

25. De positie van het centrum van ons Melkwegstelsel kan niet afgeleid worden uit stertellingen in de schijf van het Melkwegstelsel:

- a) omdat de sterren in het Melkwegstelsel niet tot de schijf behoren.
- b) omdat de verdeling van de sterren in de schijf van het Melkwegstelsel niet uniform is.
- c) omdat we sterren in de schijf van ons Melkwegstelsel niet kunnen waarnemen (behalve in onze eigen buurt) ten gevolge van de effecten van interstellair stof op sterlicht.
- d) omdat het aantal sterren in ons Melkwegstelsel veel te groot is.
- e) omdat er geen sterren zijn die zich dicht genoeg bij het centrum van ons Melkwegstelsel bevinden.

26. De onzichtbare component in een binair systeem kan ofwel een neutronenster ofwel een zwart gat zijn. Welke methode laat ons toe om hierover uitsluitel te verkrijgen?

- a) De aanwezigheid van röntgenstraling: neutronensterren zenden röntgenstraling uit, terwijl er niets is dat een zwart gat kan verlaten.
- b) Het bepalen van de massa aan de hand van de derde wet van Kepler, om na te gaan of de massa van de onzichtbare begeleider groter is dan ongeveer 3 zonsmassa's.
- c) Als de onzichtbare component een zwart gat zou zijn, dan zou het licht van de begeleidende ster afbuigen wanneer het het zwart gat bereikt.
- d) De onzichtbare component moet zeker een zwart gat zijn, omdat een neutronenster zou kunnen waargenomen worden dankzij de stralingsbundels die worden uitgezonden langs de magnetische as.
- e) We zijn momenteel niet in staat om hierover uitsluitel te verkrijgen.

27. Een elliptisch sterrenstelsel

- a) ziet er roodachtig uit in de kern en blauwachtig in de rest van het stelsel (in het bijzonder langs de armen waar nieuwe sterren gevormd worden).
- b) ziet er roodachtig uit omdat de meeste sterren erin zich bevinden in het rode reus stadium.
- c) ziet er roodachtig uit omdat de stervorming er lang geleden heeft plaatsgevonden.
- d) ziet er blauwachtig uit ten gevolge van de actieve stervorming.
- e) Geen van bovenstaande uitspraken is correct.

28. Welk van volgende uitspraken is geldig voor de wet van Hubble?

- a) De verwijderingssnelheid van een sterrenstelsel is omgekeerd evenredig met de afstand van het stelsel.
- b) Het bepalen van de afstand van een nabijgelegen sterrenstelsel met de wet van Hubble kan compleet onbetrouwbare resultaten opleveren.
- c) De verwijderingssnelheid van een sterrenstelsel op een afstand van 100 miljoen lichtjaar bedraagt ongeveer 1000 km/s.
- d) De verhouding tussen de verwijderingssnelheid en de afstand van sterrenstelsel is een natuurconstante, niet zoals de universele gravitatieconstante.
- e) De wet van Hubble kan enkel toegepast worden voor sterrenstelsels die ver van ons verwijderd zijn.

29. Een roodverschuiving  $z = 5$  correspondeert met een verwijderingssnelheid:

- a) van  $5/6$  van de snelheid van het licht.
- b) van 84,6 % van de snelheid van het licht.
- c) van 5 keer de snelheid van het licht.
- d) van  $1/5$  van de snelheid van het licht.
- e) van  $35/37$  van de snelheid van het licht.

30. De temperatuur van de kosmische achtergrondstraling:

- a) was ongeveer 3 K wanneer die ontstaan is en bedraagt nu ongeveer 3000 K.
- b) was ongeveer 3000 K wanneer die ontstaan is en bedraagt nu ongeveer 3 K.
- c) was ongeveer 3000 K wanneer die ontstaan is en bedraagt nu ongeveer 3000 K.
- d) was ongeveer 3 K wanneer die ontstaan is en bedraagt nu ongeveer 3 K.
- e) was ongeveer 1 miljoen K wanneer die ontstaan is en bedraagt nu ongeveer 3000 K.

Open vragenreeks I: de zonneconstante

Vraag 1.

Het zonlicht valt in op Aarde met een tempo van  $1370 \text{ W m}^{-2}$  (wanneer de Zon zich in het zenit bevindt). Men noemt dit de zonneconstante en het is dus de fluxdichtheid van de zonnestraling.

- a) Zoek de fluxdichtheid op het oppervlak van de Zon, ervan uit gaande dat de schijnbare diameter van de Zon aan de hemel  $32'$  bedraagt, en de afstand van de Aarde tot de Zon 150 miljoen kilometer bedraagt.
- b) Hoeveel vierkante meter zonoppervlak is er nodig om 1000 megawatt te produceren?

Vraag 2.

Sommige theorieën stellen dat de effectieve temperatuur van de Zon 4,5 miljard jaar geleden slechts 5000 K was en dat de straal van de Zon toen 1,02 keer de huidige straal was. Wat zou dan op dat ogenblik de waarde van de zonneconstante geweest zijn? Hierbij mag verondersteld worden dat de baan van de Aarde niet is gewijzigd.

Vraag 3.

De Aarde ontvangt van de ster Arcturus per minuut en per vierkante meter een hoeveelheid energie van  $2,68 \cdot 10^{-6}$  joule. De parallax van Arcturus is  $0,090''$ , en de hoekdiameter bedraagt  $0,020''$ .

- a) Bereken de straal van Arcturus.
- b) Bereken de effectieve temperatuur van Arcturus (als zwart lichaam beschouwd).

Open vragenreeks II: sterrenkundige waarnemingen

Vraag 1.

Bespreek de volgende astronomische waarnemingen:

- a) “Het is vandaag 25 december. Het is koud, hier op Spitsbergen. Gelukkig zijn er geen wolken: ik heb de zonsverduistering kunnen observeren.”
- b) “Twee weken geleden werd Aldebaran door de Maan bedekt. Sindsdien heeft de Maan een halve omloop rond de Aarde volbracht en zij is nu in de Schorpioen aangekomen. Vandaag heeft er een bedekking van Antares plaats.”

Vraag 2.

De afstand tussen 2 sterren van een binair systeem bedraagt 200 miljoen kilometer. Het systeem bevindt zich op 20 lichtjaar van ons. Kunnen we de sterren individueel onderscheiden met de Hubble Space Telescope die een resolutie heeft van 0.05 boogseconden?

Vraag 3.

Bepaal voor elk van de volgende problemen welk type observatie nodig is (imaging, spectroscopie, timing). Leg duidelijk uit.

- a) Het bestuderen van hoe de bovenatmosfeer van een ster verandert in de tijd.
- b) Het bestuderen van de samenstelling van een verafgelegen ster.
- c) Het bepalen hoe snel een verafgelegen sterrenstelsel van de Aarde weg beweegt.

Open vragenreeks III: exoplaneten

Vraag 1.

Stel, er wordt een nieuwe planeet ontdekt die rond een ster draait die dezelfde massa heeft als onze Zon. De planeet draait rond de ster in 3 maanden. Wat is de gemiddelde afstand van die nieuwe planeet tot haar centrale ster?

Vraag 2.

Dopplermetingen tonen aan dat de planeet die rond de ster 51 Pegasi draait een rotatieperiode heeft van 4,23 dagen en dat de massa van 51 Pegasi 1,06 keer de massa van de Zon bedraagt.

- a) Hoe ver draait de planeet van zijn ster?
- b) Maak een schatting van de massa van de planeet die rond 51 Pegasi draait.

Vraag 3.

De ster HD209458 heeft een straal die 1,15 keer de straal van de Zon bedraagt en de planeet blokkeert 1,7 % van het sterlicht tijdens de transit. Wat is de straal van de planeet die rond de ster HD209458 draait?

### Open vragenreeks IV: dubbelsterren

#### Vraag 1.

Stel je voor dat je naar een dubbelster kijkt met een absolute magnitude  $M_V = 0,6$  en een schijnbare magnitude van  $m_V = 0,0$ . De dubbelster bestaat uit een jonge hoofdreeksster van spectraal type A0 V, en een witte dwerg. De inclinatie van het systeem is 90 graden, de Aarde ligt met andere woorden in het vlak waarin de twee sterren om elkaar heen draaien. Een direct gevolg hiervan is dat de dubbelster een eclipserende dubbelster is. De witte dwerg heeft een massa van 0,2 zonsmassa's en een straal van 25000 km. Het typevoorbeeld van een A0 V ster is Wega, je kan voor de hoofdreeksster dus de massa, straal, effectieve temperatuur, ... van Wega gebruiken als je deze nodig zou hebben.

- Als je weet dat de snelheid van de hoofdreeksster in haar (cirkelvormige) baan 15 km/s is, en dat de sterren 15 zonsstralen uit elkaar staan, hoe lang is dan de tijd tussen twee opeenvolgende eclipsen van de witte dwerg?
- Schat hoeveel donkerder (percentage) de hoofdreeksster vanop Aarde te zien is, wanneer deze geëclipseerd wordt door de witte dwerg.

#### Vraag 2.

Doe dezelfde oefening met, in plaats van de witte dwerg, een planeet zoals Neptunus in een cirkelvormige baan met straal 65 astronomische eenheden rond de ster.

#### Vraag 3.

Een studente sterrenkunde bepaalt de rotatiesnelheid van de hoofdreeksster en vindt dat deze 300 km/s bedraagt. Haar professor zegt dat dit niet kan, want dat de ster bij een dergelijke snelheid uit elkaar zou vliegen. Wie heeft gelijk?

#### Vraag 4.

Het licht dat je ziet van de dubbelster, is hoofdzakelijk afkomstig van de hoofdreeksster. Neem, om het gemakkelijker te maken, even aan dat de witte dwerg helemaal niet straalt.

- Hoeveel kleiner of groter zou de energie die de ster uitstraalt moeten zijn opdat de schijnbare magnitude niet  $m_V = 0,0$  maar  $m_V = 2,0$  zou zijn?
- Bereken de afstand (in lichtjaar) waarop de ster staat als ze een schijnbare magnitude van 0,0 en een absolute magnitude van 0,6 heeft. Hoeveel dichter bij of verder van de Aarde zou diezelfde ster moeten staan om (met dezelfde uitgestraalde energie) een schijnbare magnitude van 2,0 te hebben?

Open vragenreeks V: sterrenstelsels

Vraag 1.

Neem aan dat een nova een grootste helderheid bereikt gelijk aan 25000 maal deze van de Zon (op dezelfde afstand bekeken uiteraard). In het Andromedastelsel M31 bereikt een nova bij maximum een schijnbare magnitude van  $+18,1$ . Gegeven is verder de schijnbare magnitude van de Zon ( $-26,86$ ) en de parallax van de Zon ( $206265''$ ). Gevraagd wordt de afstand te bepalen van M31.

Vraag 2.

Het sterrenstelsel NGC772 is een Sb spiraalstelsel, dat goed vergelijkbaar is met het Andromedastelsel M31. De hoekdiameter van NGC772 bedraagt  $7'$  en de schijnbare magnitude van het stelsel is 12. Voor M31 bedraagt de hoekdiameter  $3^\circ$  en is de schijnbare magnitude 5. Bereken de afstand van het sterrenstelsel NGC772:

- a) in de veronderstelling dat NGC772 en M31 in werkelijkheid even groot zijn.
- b) in de veronderstelling dat NGC772 en M31 in werkelijkheid dezelfde lichtkracht hebben.

Open vragenreeks VI: initial mass function

Vraag 1.

- Zoek op en leg uit wat het begrip “initial mass function” (IMF) betekent.
- Beredeneer waardoor de onder- en bovengrens van een IMF logischerwijs bepaald worden. Geef de fysische betekenis en oorzaak van de waarden die men hiervoor meestal neemt.

Vraag 2.

Aangezien de IMF een empirisch bepaald gegeven is, ligt deze niet met zekerheid vast. Ze kan zelfs van plaats tot plaats in een sterrenstelsel verschillen. De meest gebruikte IMF's zijn die van Salpeter, Scalo en Kroupa, die respectievelijk als volgt gedefinieerd zijn (waarin  $\sim$  het evenredigheidsteken is en de massa  $M$  uitgedrukt is in zonsmassa's  $M_{\odot}$ ):

$$\xi_{Salpeter}(M) \sim M^{-2,35}$$

$$\xi_{Scalo}(M) \sim \begin{cases} M^{-1,4} & (M < 1,0) \\ M^{-2,5} & (1,0 \leq M) \end{cases}$$

$$\xi_{Kroupa}(M) \sim \begin{cases} M^{-1,3} & (M < 0,5) \\ M^{-2,2} & (0,5 \leq M < 1,0) \\ M^{-2,7} & (1,0 \leq M) \end{cases}$$

Voor elk van deze drie IMF's:

- Maak met behulp van een spreadsheet-programma een grafiek van de evolutie van de IMF in het massabereik van 1 tot  $10 M_{\odot}$ .
- Bepaal hoeveel procent van de sterren in dit massabereik zwaarder zijn dan  $5 M_{\odot}$ .
- Bereken hoeveel sterren er zijn met een massa van  $8 M_{\odot}$  per ster van  $1 M_{\odot}$ .

Vraag 3.

Om bovenstaande definities te kunnen gebruiken als een gelijkheid in plaats van een evenredigheid, moet men een proces toepassen dat normalisatie genoemd wordt. Hierbij vertrekt men van het feit dat 100 % van alle sterren moet geboren worden met een massa tussen de onder- en bovengrens beredeneerd in vraag 1. Met andere woorden, wanneer de IMF geïntegreerd wordt van deze onder- tot deze bovengrens, moet het numerieke resultaat van de integratie 1 zijn. Bovendien veronderstelt men meestal dat de IMF een continue functie moet zijn. Bepaal op die manier de evenredigheidsfactoren in de Kroupa IMF, dit wil zeggen bepaal de parameters  $a$ ,  $b$  en  $c$  in volgend stelsel:

$$\xi_{Kroupa}(M) \sim \begin{cases} aM^{-1,3} & (M < 0,5) \\ bM^{-2,2} & (0,5 \leq M < 1,0) \\ cM^{-2,7} & (1,0 \leq M) \end{cases}$$



Vraag 4. In een dubbelster met twee componenten worden niet één maar twee sterren met een bepaalde massa gevormd. De meest eenvoudige veronderstellingen die je hier kan maken zijn:

- de massa van beide componenten wordt elk afzonderlijk bepaald door de IMF, onafhankelijk van elkaar.
- de totale massa van beide sterren samen wordt bepaald door de IMF. Hoe deze onderling verdeeld wordt is random (wel rekening houdend met de fysische beperking uit vraag 1 b).

Bereken of beredeneer (het meest exact kan dit door het gemiddelde te berekenen in integraalvorm, maar het mag ook eenvoudiger) welke van de beide methoden voor volgende grootheden de hoogste waarde geeft in het massabereik 1 tot  $10 M_{\odot}$ :

- a) de gemiddelde totale systeemmassa;
- b) de gemiddelde massaverhouding (dit is de massa van de lichtste ster gedeeld door de massa van de zwaarste ster van een dubbelstersysteem).

Dit is het einde van de Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2011.  
Kijk na bij uw inzending of u alle gevonden oplossingen heeft ingezonden.

Heel veel succes!