

Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2016

31 januari 2016

Welkom bij de Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2016! Zoals uitgelegd op de website mag je deze Olympiade thuis oplossen, met al het onderzoekwerk dat je nodig acht. De beste vijf 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 2016. De winnaar mag gaan waarnemen met de Mercatortelecoop op La Palma (Canarische Eilanden), inclusief reis en verblijf.

Het is de bedoeling dat je de onderstaande vragen oplost en aan ons bezorgt, uiterlijk op **30 maart 2016**. Dit kan elektronisch via e-mail naar deelname@sterrenkundeolympiade.be of per post naar het adres:

Vlaamse Sterrenkunde Olympiade
Vereniging Voor Sterrenkunde
Oostmeers 122c
8000 Brugge

Let zeker op de volgende aandachtspunten:

- De wedstrijd staat open voor alle leerlingen aan een Vlaamse secundaire school.
- 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 (maar wordt eigenlijk afgeraden), 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 (maar het mag wel natuurlijk). 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! Er worden immers ook prijzen verloot onder de inzenders die niet tot de finale doorstoten.

- Denk er aan dat opgaven en antwoorden van vorige jaren terug te vinden zijn op onze website www.sterrenkundeolympiade.be (bij ‘voorbeelden’). Dit kan wellicht soms inspiratie opleveren.
- Vragen kunnen bij eerste lezing soms moeilijk of onbegrijpelijk overkomen. Lees in elk geval altijd eerst de volledige vraag, omdat verder in de vraag soms elementen kunnen aangereikt worden die zaken verklaren die eerst onduidelijk leken. Ook meerdere keer een vraag herlezen, kan je in vele gevallen helpen.
- Voor sommige opgaven zal je niet alle benodigde informatie voorhanden hebben. Het is dus goed mogelijk dat je een begrip (bijvoorbeeld supernova, dichtheidsprofiel, ...), getal (bijvoorbeeld de massa van de zon, de constante van Boltzmann, ...) of symbool (M_{\odot} , ...) op internet of in een boek wil opzoeken. Dit mag je dan ook doen waar je dat maar nuttig lijkt, maar je vermeldt best je bron hierbij. De bronvermelding speelt mee als criterium bij de beoordeling van je antwoorden.
- Voor de meerkeuzevragen is geen motivatie vereist. Daar volstaat het antwoord. Voor elke vraag is er één en slechts één van de geboden antwoordalternatieven correct (tenzij het uitdrukkelijk anders is vermeld); in geval van twijfel geef je het ‘beste’ alternatief. Ben je er vast overtuigd dat er toch meerdere goede alternatieven zijn, leg dan zeker uit waarom.
- Voor de open vragen wordt voor elk antwoord een motivatie verwacht. Een getal als uitkomst alleen verdient geen punten. Laat met een berekening zien hoe je aan een getal komt, en 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 het afsluiten van de eerste ronde zetten we de oplossingen en uitwerkingen op onze website, 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 2016: Jelle Dhaene (UGent), Ward Homan (KULeuven), Frank Tamsin (VVS), Sébastien Viaene (UGent) en Walter Van Rensbergen (VUB).

*<http://www.sterrenkundeolympiade.be>
info@sterrenkundeolympiade.be*



Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2016

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. Komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko beschrijft haar baan rond de Zon in 6,44 jaar. Wat is de lengte van de halve grote as van de baan van deze komeet (AE = astronomische eenheid)?

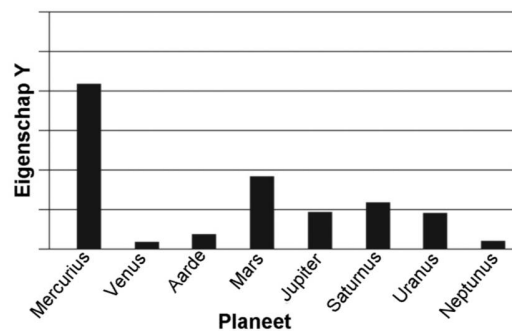
- a) 41,47 AE.
- b) 16,34 AE.
- c) 6,44 AE.
- d) 3,46 AE.
- e) 1,86 AE.

2. Welk van volgende uitspraken over de zonneconstante is waar?

- a) De waarde van de zonneconstante is omgekeerd evenredig met de vierde macht van de afstand van een object tot de Zon.
- b) De waarde van de zonneconstante is groter op Aarde dan op Mars.
- c) De waarde van de zonneconstante is overal in het zonnestelsel gelijk.
- d) De waarde van de zonneconstante staat los van de wet van Stefan-Boltzmann.
- e) Geen van bovenstaande uitspraken is correct.

3. Welke eigenschap van de planeten in ons zonnestelsel wordt op de grafiek rechts voorgesteld door eigenschap Y, aannemende dat de schaal op de as arbitrair (maar wel lineair) is?

- a) massa van de planeet;
- b) dichtheid van de planeet;
- c) excentriciteit van de baan;
- d) rotatieperiode van de planeet;
- e) geen van bovenstaande.



4. De terrestrische planeten zijn rotsachtig. Hoe is dit te verklaren?

- a) De Zon heeft alle waterstof en helium in het binnenste deel van het zonnestelsel omgezet in ijzer en nikkel.
- b) Door de gravitatie van de Zon zijn voornamelijk zware elementen naar het binnenste deel van het zonnestelsel toe getrokken.
- c) Eenmaal planetesimalen gevormd waren, zijn de rotsachtige binnenwaarts afgedreven, terwijl de ijsachtige zich meer naar de buitengebieden van het zonnestelsel bewogen hebben.
- d) Alleen rotsachtig materiaal was in staat om te condenseren in de hete binnendelen van het vroege zonnestelsel.
- e) De terrestrische planeten zijn oorspronkelijk ver weg van de Zon gevormd (waar zich veel rotsachtig materiaal bevond) en zijn pas later naar de binnendelen van het zonnestelsel gemigreerd.

5. De getijdenwerking tussen de Aarde en de Maan veroorzaakt
- dat de aardrotatie vertraagt en dat de Maan langzaam naar de Aarde toe beweegt.
 - dat de aardrotatie vertraagt en dat de Maan langzaam van de Aarde weg beweegt.
 - dat de aardrotatie versnelt en dat de Maan langzaam naar de Aarde toe beweegt.
 - dat de aardrotatie versnelt en dat de Maan langzaam van de Aarde weg beweegt.
 - geen meetbare effecten.
6. Welk van volgende hemellichamen heeft geen zichtbare kraters.
- Mercurius.
 - De Maan.
 - De Aarde.
 - Mars.
 - Uranus.
7. De dikke atmosfeer van Venus leidt tot een hoge temperatuur aan het oppervlak van de planeet. Wat is hiervan de oorzaak?
- De atmosfeer reflecteert het meeste zonlicht terug in de ruimte.
 - Hoge winden in de dikke atmosfeer genereren warmte door wrijving.
 - De atmosfeer belet dat infrarode straling van Venus kan ontsnappen.
 - In de atmosfeer doen zich chemische reacties voor die warmte produceren.
 - Geen van bovenstaande.
8. Welk van volgende uitspraken over zonnevlekken is waar?
- Zonnevlekken hebben een hogere temperatuur dan het omringende zonsoppervlak.
 - Zonnevlekken zijn hetzelfde als spicules in de chromosfeer.
 - Zonnevlekken zijn gebieden met sterke magnetische velden.
 - Zonnevlekken zijn het gevolg van schokgolven in de corona van de Zon.
 - Zowel a als c zijn waar.
9. Een ruimteschip bevindt zich als een satelliet in een baan om de aarde op 100 km boven het oppervlak van de Aarde. Hoe groot is de nettokracht op een astronoute in rust binnenin het ruimtestation.
- Gelijk aan haar gewicht op Aarde.
 - Een beetje minder dan haar gewicht op Aarde.
 - Minder dan de helft van haar gewicht op Aarde.
 - Nul (want ze is gewichtloos).
 - Een beetje meer dan haar gewicht op Aarde.
10. Waarom waren de Oude Grieken niet in staat om stellaire parallaxen te meten?
- De sterren zijn te zwak.
 - De sterren bevinden zich te ver weg.
 - De sterren zijn te rood.
 - De Maan is te helder.
 - Ze beschikten niet over spectrografen om sterspectra te bekomen.

11. De Amerikaanse stad Los Angeles bevindt zich op $34,05^\circ$ noorderbreedte en $118,25^\circ$ westerlengte. Welk van volgende sterren zal nooit boven de horizon van Los Angeles komen?

- a) Een ster met declinatie $+60^\circ$.
- b) Een ster met declinatie $+45^\circ$.
- c) Een ster met declinatie 0° .
- d) Een ster met declinatie -45° .
- e) Een ster met declinatie -60° .

12. Waarnemingen van sterbedekkingen door een planeet laten ons toe om volgende informatie te achterhalen:

- a) de diameter van de planeet;
- b) het feit of de planeet ringen heeft;
- c) de chemische samenstelling van de planeet;
- d) zowel a als b;
- e) zowel b als c.

13. Wat is op dit ogenblik de grootte-orde van het aantal bevestigde exoplaneten?

- a) Geen enkele is echt bevestigd.
- b) Er zijn er ongeveer een tiental bevestigd.
- c) Er zijn er ongeveer een honderdtal bevestigd.
- d) Er zijn er reeds meer dan duizend bevestigd.
- e) Er zijn er reeds miljoenen bevestigd.

14. In een ver verwijderd planetenstelsel beschrijven twee planeten A en B een baan rond een centrale hoofdreeksster (zoals onze Zon). Een dag op planeet A duurt 20 aardse uren en er zijn 240 dergelijke dagen in een jaar op planeet A. Een dag op planeet B duurt 38 aardse uren en er zijn 220 dergelijke dagen in een jaar op planeet B. Hoe lang duurt de synodische periode van deze twee planeten, uitgedrukt in aardse jaren?

- a) 1,1 jaar.
- b) 1,2 jaar.
- c) 1,3 jaar.
- d) 1,4 jaar.
- e) 1,5 jaar.

15. Een ster heeft een absorptiespectrum met talrijke siliciumlijnen. Vooraleer het sterlicht de waarnemer bereikt, passeert het doorheen een koude gaswolk die een grote hoeveelheid silicium bevat. Wat zal de waarnemer dan detecteren?

- a) Een absorptiespectrum met veel siliciumlijnen.
- b) Een absorptie- en emissiespectrum met lijnen die corresponderen met silicium.
- c) Een emissiespectrum met veel siliciumlijnen.
- d) Een continu spectrum.
- e) Geen van de voorgaande.

16. We beschouwen het spectrum van een sterrenstelsel met roodverschuiving $z = 1$. Op welke golflengte bevindt zich dan de $H\alpha$ -lijn (die normaal golflengte 656 nm heeft)?

- a) 32,6 nm.
- b) 326 nm.
- c) 656 nm.
- d) 1312 nm.
- e) 6563 nm.

17. Welk soort ster is een ster met een massa die 70 keer groter is dan die van de Zon en met een straal die 20 keer groter is dan die van de Zon?

- a) Een hoofdreeksster.
- b) Een reuzenster.
- c) Een dwergster.
- d) Een neutronenster.
- e) Een superreus.

18. De straling van een bepaalde ster piekt bij de golflengte 644 nm. Deze ster heeft een absolute magnitude van $-0,17$. Hoe groot is de straal van deze ster?

- a) 13,4 keer de straal van de Zon.
- b) 16,5 keer de straal van de Zon.
- c) 17,8 keer de straal van de Zon.
- d) 19,8 keer de straal van de Zon.
- e) 20,5 keer de straal van de Zon.

19. De straal van ster A is dubbel zo groot als die van ster B en de oppervlaktetemperatuur van ster A is twee keer kleiner dan de oppervlaktetemperatuur van ster B. Welke uitspraak is dan correct?

- a) Ster A heeft 4 keer meer lichtkracht dan ster B.
- b) Ster A heeft 16 keer minder lichtkracht dan ster B.
- c) Ster A heeft 16 keer meer lichtkracht dan ster B.
- d) Ster A en ster B hebben dezelfde lichtkracht.
- e) Ster A heeft 4 keer minder lichtkracht dan ster B.

20. Wat is de Chandrasekhar limiet?

- a) De minimale massa die een ster moet hebben opdat er nog kernfusiereacties (waarbij waterstof wordt omgezet in helium) zouden kunnen plaatsvinden.
- b) De waarnemingshorizon van een zwart gat.
- c) Het gebied in een sterrenstelsel waar de grens ligt tussen populatie I en populatie II sterren.
- d) De maximaal mogelijke massa van een witte dwerg.
- e) Het gebied in het zonnestelsel waar de kracht van de zonnewind zo sterk is afgenomen dat ze wordt opgeheven door de stroom van deeltjes die uit het interstellair medium afkomstig zijn.

21. Licht van ver verwijderde sterrenstelsels blijkt:

- a) verschoven te zijn naar langere golflengten.
- b) verschoven te zijn naar kortere golflengten.
- c) toegenomen te zijn in energie.
- d) toegenomen te zijn in intensiteit.
- e) volledig gepolariseerd te zijn.

22. Voor welk van volgende Messier objecten is het verband met het type en/of het sterrenbeeld niet correct?

- a) M4 – bolvormige sterrenhoop – Scorpilus (Schorpioen).
- b) M27 – spiraalstelsel – Sagittarius (Boogschutter).
- c) M42 – emissievel – Orion.
- d) M57 – planetaire nevel – Lyra (Lier).
- e) M87 – elliptische galaxie – Virgo (Maagd).

23. We beschouwen twee sterren, waarvan de ene een oppervlaktetemperatuur heeft van 50000 K en de andere van 5000 K. Wat is de verhouding van de energie die per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid wordt uitgestraald door de koelste ster, ten opzichte van de heetste ster?

- a) 0,01.
- b) 10^{-4} .
- c) 10.
- d) 1000.
- e) 1/10.

24. Bij een bepaald dubbelstersysteem nemen astronomen röntgenstraling waar. Visueel is evenwel maar één enkele component waarneembaar. Hoe kan men achterhalen of de onzichtbare component een zwart gat is of een neutronenster?

- a) Met de huidige technologische middelen is het hoe dan ook niet mogelijk te achterhalen of de onzichtbare component een zwart gat is of een neutronenster.
- b) Een zwart gat zou zich aftekenen als een zwarte stip, terwijl een neutronenster zich steeds als pulsar manifesteert.
- c) Als een component in een dubbelster niet zichtbaar is, gaat het automatisch om een zwart gat.
- d) Enkel neutronensterren kunnen röntgenstraling uitzenden, terwijl zwarte gaten helemaal geen straling uitzenden.
- e) Als de massa van de onzichtbare component groter is dan ongeveer drie zonsmassa's moet het om een zwart gat gaan, en anders om een neutronenster.

25. We beschouwen een hoofdreeksster van spectraaltipe M op een afstand van 2 parsec. We nemen een tweede hoofdreeksster waar, eveneens van spectraaltipe M, maar die 4 keer zwakker lijkt. De afstand van die tweede ster bedraagt dan:

- a) 4 parsec.
- b) 6 parsec.
- c) 8 parsec.
- d) 16 parsec.
- e) 32 parsec.

26. Volgens de huidige kosmologische inzichten zou het heelal ongeveer 13,7 miljard jaar geleden ontstaan zijn na de 'big bang'. Deze theorie wordt ondersteund door:

- a) de uniforme verdeling van lichte elementen (vooral waterstof en helium) in het heelal.
- b) de kosmische achtergrondstraling.
- c) de leeftijd en evolutie van sterren en sterrenstelsels.
- d) de expansie van het heelal.
- e) elk van bovenstaande argumenten.

27. Spiraalstelsels bevatten vele stofwolken die het licht van sterren verduisteren. Afhankelijk van de gezichtslijn zorgt dit stof voor meer of minder verduistering. De optische diepte langsheen een gezichtslijn drukt de exponentiële afname van de lichtintensiteit uit. Een typisch spiraalstelsel heeft in de V-band een optische diepte van 1,0 wanneer het in zijaanzicht wordt bekeken, en een optische diepte van 0,1 wanneer het in vooraanzicht wordt bekeken. Wat is de verhouding van waargenomen intensiteit, zijnde $I_{\text{zijaanzicht}} / I_{\text{vooraanzicht}}$?

- a) 0,10
- b) 0,36
- c) 0,41
- d) 0,73
- e) 0,90

28. Voor welk van volgende zaken is het dopplereffect niet van nut?

- a) Het bepalen van de snelheid waarmee een ster zich naar ons toe beweegt.
- b) Het bepalen van de snelheid waarmee een sterrenstelsel zich van ons af beweegt.
- c) Het bepalen van de interne eigenschappen van de Zon aan de hand van helioseismologie.
- d) Het bepalen hoe snel een ster zich langs de hemel beweegt.
- e) Het begrijpen van de verbreding van een spectrale lijn.

29. Hoeveel keer trager gaat de tijd voor een persoon A die aan een 99% van de lichtsnelheid wegbeweegt van een persoon B?

- a) gaat niet trager, dus er is geen verschil;
- b) ongeveer 3 keer trager;
- c) ongeveer 5 keer trager;
- d) ongeveer 7 keer trager;
- e) ongeveer 9 keer trager.

30. Welke van de onderstaande fenomenen heeft niets te maken met het uitsluitingsprincipe van Pauli?

- a) witte dwergen;
- b) de elektronenstructuur van atomen;
- c) elektrische geleiding in metalen;
- d) het feit dat je niet door de stoel zakt als je erop gaat zitten;
- e) het feit dat de thermische druk in de kernen van sterren niet groot genoeg is om fusie te veroorzaken.



1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	

21.	
22.	
23.	
24.	
25.	
26.	
27.	
28.	
29.	
30.	

Open vragenreeks I: waarnemen en hemelmechanica

Vraag 1.

- a) Hoeveel keer per jaar staat de volle maan in conjunctie met Mercurius?
 - b) Hoeveel keer per jaar staat de volle maan in conjunctie met Neptunus?
 - c) Kan de Maan in laatste kwartier in conjunctie met Venus staan?
 - d) Kan de Maan in laatste kwartier in conjunctie met Uranus staan?
- Leg telkens het antwoord uit op basis van een redenering (dus niet louter door opzoeken).

Vraag 2.

- a) In de nacht van 23 op 24 december 2015 was er een bedekking van een heldere ster door de Maan waarneembaar van Groot-Brittannië tot Japan. Gegeven dat het volle maan was op 25 december 2015, welke ster werd dan bedekt door de Maan?
 - i) Aldebaran (rechte klimming $4^{\text{h}}37^{\text{m}}$; declinatie $+16^{\circ}31'$).
 - ii) Pollux (rechte klimming $7^{\text{h}}45^{\text{m}}$; declinatie $+28^{\circ}02'$).
 - iii) Regulus (rechte klimming $10^{\text{h}}08^{\text{m}}$; declinatie $+11^{\circ}58'$).
 - iv) Spica (rechte klimming $13^{\text{h}}25^{\text{m}}$; declinatie $-11^{\circ}14'$).
 - v) Antares (rechte klimming $16^{\text{h}}29^{\text{m}}$; declinatie $-26^{\circ}26'$).

Leg het antwoord uit op basis van een redenering (dus niet louter door opzoeken).

- b) Op de evenaar passeert een ster door het zenit op de lokale middag van de zomerzonnewardende. Wat zijn de rechte klimming en de declinatie van deze ster?

- i) Rechte klimming 0^{h} en declinatie 0° .
- ii) Rechte klimming 0^{h} en declinatie 90° .
- iii) Rechte klimming 6^{h} en declinatie 0° .
- iv) Rechte klimming 12^{h} en declinatie 0° .
- v) Rechte klimming 12^{h} en declinatie 9° .

Leg het antwoord uit op basis van een redenering (dus niet louter door opzoeken).

Vraag 3.

a) Welke van volgende planeten kunnen zich om middernacht nooit op de meridiaan bevinden (meerdere antwoorden zijn eventueel mogelijk):

- i) Jupiter.
- ii) Mercurius.
- iii) Saturnus
- iv) Mars

Leg het antwoord uit op basis van een redenering (dus niet louter door opzoeken).

b) Wanneer Venus haar maximale oostelijke elongatie bereikt, wat kan dan gezegd worden over de zichtbaarheid van de planeet aan de hemel?

- i) Venus is zichtbaar aan de hemel in oppositie met de Zon.
- ii) Venus is zichtbaar aan de hemel als 'avondster'.
- iii) Venus is zichtbaar aan de hemel als 'morgenster'.
- iv) Venus is zichtbaar aan de hemel in conjunctie met de Zon.
- v) Venus is niet zichtbaar aan de hemel.

Leg ook hier weer het antwoord uit op basis van een redenering (dus niet louter door opzoeken).

Vraag 4.

De stad Brussel is gelegen op $50^{\circ}51'$ NB (noorderbreedte) en $4^{\circ}21'$ OL (oosterlengte). De Marokkaanse stad Rabat is gelegen op $34^{\circ}01'$ NB, $6^{\circ}50'$ WL (westerlengte).

a) Hoe hoog kan de volle maan in Brussel maximaal aan de hemel komen? Voor de berekening mogen effecten zoals geocentrische parallax en refractie verwaarloosd worden.

b) Op een bepaald moment culmineert de ster Wega in Rabat. Wat is op dat ogenblik de uurhoek van de ster Wega in Brussel?

Open vragenreeks II: planeten en dwergplaneten

Vraag 1.

In 2005 werd de dwergplaneet Makemake ontdekt, die zich op dat moment bevond op ongeveer 52 AE (AE = astronomische eenheid) van de Zon. Het perihelium bevindt zich op 38,5 AE van de Zon en de excentriciteit van de baan van Makemake bedraagt $e = 0,159$.

- Bereken de lengte a (in AE) van de halve lange as van Makemake.
- Bereken de omlooptijd (in jaren) van Makemake rond de Zon.
- De gemiddelde evenwichtstemperatuur T_{ev} van een object met albedo A op een afstand d van de Zon is gegeven door

$$T_{ev} = (1 - A)^{1/4} \frac{T_{\odot}}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{R_{\odot}}{d}}$$

waarbij T_{\odot} en R_{\odot} respectievelijk de oppervlaktetemperatuur en de straal van de Zon voorstellen. De albedo van Makemake is bepaald op $A \approx 0,81$. Wat was de evenwichtstemperatuur van Makemake bij de ontdekking?

- Tussen welke grenzen varieert de evenwichtstemperatuur van Makemake?
- Hoe wordt het gebied van het zonnestelsel genoemd waarvan Makemake deel uitmaakt?
- Bereken de verhouding van de baansnelheden van Makemake in het perihelium en het aphelium van zijn baan.

Vraag 2.

In 2006 stelde de Internationale Astronomische Unie een definitie op van het begrip 'planeet'. De aanleiding was het besef dat er voorbij de baan van Neptunus een populatie objecten te vergelijken met Pluto rondzweeft, een populatie waarvan er nog enkele meer ontdekt werden.

- Wat is de definitie van een planeet?
- Waarin verschilt een planeet met een dwergplaneet?
- Welke zijn de thans gekende planeten?
- Welke zijn de thans gekende dwergplaneten?
- De definitie die de IAU in 2006 heeft opgesteld heeft weliswaar zijn verdiensten, maar schiet op sommige vlakken toch ook te kort. Geef een overzicht van mogelijke punten van kritiek op de huidige planeetdefinitie van de IAU.

Vraag 3.

De Hillstraal R_H van een object met massa m dat een cirkelvormige baan met straal a beschrijft rond een object met massa M (waarbij $M \gg m$) kan berekend worden als

$$R_H = a \left(\frac{m}{3M} \right)^{1/3}$$

- a) Wat is de (fysische) betekenis van de Hillstraal?
 b) De minimummassa M_{min} die een planeet moet hebben om een zone bepaald door de Hillstraal op te ruimen binnen een tijdspanne kleiner dan de hoofdreeksleeftijd van de centrale ster, blijkt neer te komen op

$$M_{min} = 0,001 \cdot M^{5/2} \cdot a^{9/8}$$

waarbij in dit geval M_{min} uitgedrukt is in aardmassa's, M (de massa van de centrale ster) uitgedrukt is in zonsmassa's en a (de straal van de planeetbaan) uitgedrukt is in AE.

Voor een object met massa m (uitgedrukt in aardmassa's) in een baan rond een centrale ster beschouwen we nu de verhouding

$$\Pi = \frac{m}{M_{min}}$$

Bereken deze verhouding Π voor de planeten en de dwergplaneten in ons zonnestelsel.

- c) Geef op basis van voorgaande aan hoe de bestaande definities voor planeten en dwergplaneten kwantitatief zou kunnen verbeterd worden.
 d) In welke mate zou dit ook bruikbaar zijn voor exoplaneten (dit zijn planeten bij andere sterren dan onze Zon)?

Vraag 4.

In maart 2008 ontdekte het ruimtetuig Cassini dat Rhea – de grootste van de binnenste manen van Saturnus – zelf ook een ring heeft, waarvan de buitenrand begrensd werd door de Hillstraal.

Bereken de verhouding tussen de straal van deze ring en van Rhea zelf. Hierbij is gegeven dat Saturnus een straal heeft van 60268 km en een dichtheid van 687 kg/m^3 , terwijl voor Rhea de waarden van deze grootheden respectievelijk 765 km en 1400 kg/m^3 bedragen. De straal van de baan van Rhea rond Saturnus is $r = 527000 \text{ km}$.

Open vragenreeks III: helderheid en afstand

Vraag 1.

Een ster heeft een effectieve temperatuur $T_{eff} = 8700$ K, absolute magnitude $M = 1,6$ en schijnbare magnitude $m = 7,2$.

- Bereken de afstand van deze ster.
- Bereken de lichtkracht van deze ster.
- Bereken de straal van deze ster.

Vraag 2.

Een ster heeft een effectieve temperatuur $T_{eff} = 4000$ K, schijnbare visuele magnitude $m = 12,2$ en parallax $p = 0,001''$. Voor deze ster is de bolometrische correctie $BC = -0,6$.

- Wat is de lichtkracht van deze ster (uitgedrukt in zonslichtkracht)?
- Welk soort ster is dit (en waarom)?
 - rode reus
 - blauwe reus
 - rode dwerg

Vraag 3.

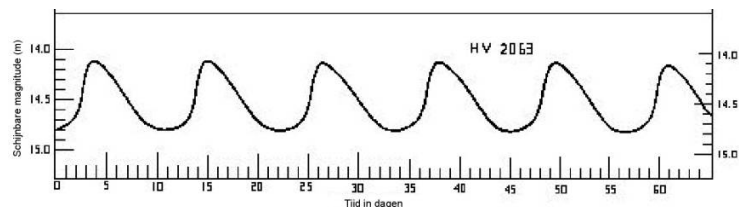
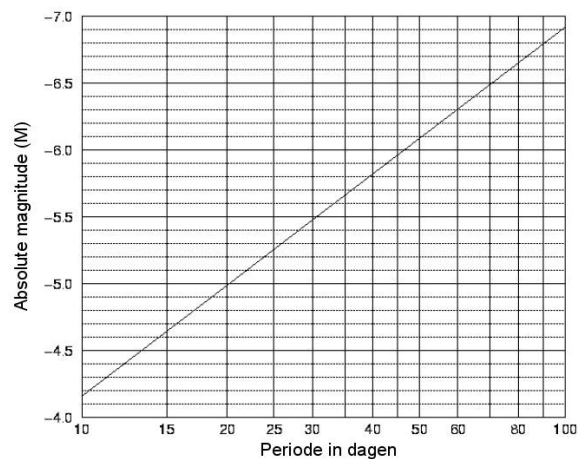
De figuur rechts toont de zogenaamde periode-lichtkrachtrelatie voor klassieke Cepheïden. Deze relatie geeft het verband weer tussen de absolute magnitude en de periode voor dit type sterren.

De ster HV2063 is een klassieke Cepheïde in een sterrenstelsel in de Lokale Groep. De figuur hieronder toont de lichtkromme van de ster HV2063; dit is een grafiek van de schijnbare magnitude ten opzichte van de tijd.

a) Leg uit hoe het mogelijk is om op basis van de twee grafieken de afstand te bepalen tot de ster HV2063.

b) Gebruik deze methode om de afstand tot deze Cepheïde ook zelf te berekenen.

c) De interstellare extinctie voor de beschouwde ster wordt geschat op $A = 0,25$ magnitude. Hoe groot is de invloed hiervan op de schatting van de afstand van de ster?



Vraag 4.

- a) Een dubbelstersysteem bestaat uit twee componenten A en B waarvan de verhouding der helderheden 2 bedraagt. Vanop Aarde kan het dubbelstersysteem niet in afzonderlijke componenten opgelost worden en nemen we het systeem waar als een ster van schijnbare magnitude 5. Bepaal de schijnbare magnituden van de twee sterren (A en B) afzonderlijk.
- b) Sirius A is met een visuele magnitude $m = -1,47$ de helderste ster aan de nachthemel. Deze ster heeft een straal $R_A = 1,7 R_{\odot}$ en is de primaire ster van een dubbelstersysteem. Het bestaan van de begeleider, Sirius B, werd door middel van astrometrie in 1844 afgeleid door de bekende wiskundige en astronoom Friedrich Wilhelm Bessel (dus een hele tijd vooraleer Sirius B rechtstreeks is waargenomen). We veronderstellen dat Sirius A en Sirius B hetzelfde spectraaltype hebben. Sirius B is evenwel 10 magnituden zwakker dan Sirius A. Bereken de straal R_B van Sirius B.

Open vragenreeks IV: zwaartekracht

Vraag 1 (International Space Station).

- a) Maak een schets van de beweging van het ISS rondom de Aarde op een hoogte van 410 km boven het aardoppervlak. Duid aan welke krachten er inwerken op het ISS.
- b) Gebruik de schets met de krachten om een verklaring te geven waarom het ISS een cirkelvormige baan rondom de Aarde beschrijft.
- c) Bepaal de snelheid van het ISS op deze cirkelvormige baan.

Vraag 2 (Onstsnappingsnelheid).

- a) Met welke snelheid dient een satelliet afgeschoten te worden zodat deze volledig aan het zwaartekrachtveld van de Aarde zou kunnen ontsnappen.
- b) Met welke snelheid dient een satelliet afgeschoten te worden zodat deze volledig aan het zwaartekrachtveld van de Zon zou kunnen ontsnappen.

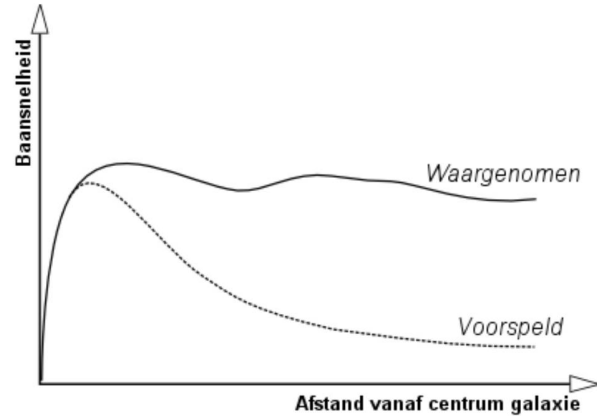
Vraag 3 (Lagrangepunten).

- a) Leg uit wat Lagrangepunten zijn. Hoeveel van deze punten bevinden er zich in het systeem Zon-Aarde.
- b) Stel een vergelijking op voor het Lagrangepunt dat zich tussen de Zon en de Aarde bevindt. Gebruik R als de afstand van de Zon tot de Aarde en r als de afstand tussen de Zon en het Lagrangepunt.
- c) Doe nu hetzelfde voor de twee andere Lagrangepunten die zich op de lijn Zon-Aarde bevinden.
- d) Er zijn ook Lagrangepunten die niet op de lijn Zon-Aarde liggen. Hoe uiten deze punten zich in ons zonnestelsel?
- e) De Algol paradox is een paradoxale situatie in de evolutie van dubbelstersystemen. Een fundamentele eigenschap in sterevolutie is dat hoe meer massa een ster heeft, hoe sneller deze zal evolueren. In het geval van Algol en andere binaire systemen kan iets totaal anders geobserveerd worden. De minder massieve ster is al een rode reus geworden terwijl de massiefste ster zich nog op de hoofdreeks bevindt. Geef een duidelijke verklaring voor deze waarnemingen (tip: Lagrangepunten zullen een rol spelen).

Vraag 4 (Sterrenstelsels).

Observaties van snelheidsprofielen van sterren in sterrenstelsels leveren een typisch profiel op dat weergegeven wordt in de figuur hiernaast rechts.

- Hoe wordt zo'n curve waargenomen?
- Verklaar de vorm van de voorspelde curve.
- Leg de twee meest gangbare theorieën uit die voorspellen waarom de geobserveerde curve afwijkt van de voorspelde. Welke is volgens jou de meest voor de hand liggende theorie en waarom?



Dit is het einde van de eerste ronde van
de Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2016.
Kijk na bij uw inzending of u alle gevonden oplossingen heeft ingezonden.

Heel veel succes!