

eigen frequentie

VWO
MODULES

Sterren en straling

Naam:








Samengewerkt met:



Hoe werkt eigenfrequentie?

Deze module gebruik je samen met een hoofdstuk uit je gebruikelijke lesmethode. Het bevat verbredende en verdiepende opdrachten. Vaak moet je puzzelen en ga je iets onderzoeken, maken of opzoeken.

In de module worden verschillende symbolen gebruikt:

-  Je moet overleggen met je docent
-  Je kunt een device gebruiken
-  Je hebt je lesboek nodig
-  Je hebt materialen nodig
-  Opdracht speciaal voor HAVO
-  Opdracht speciaal voor VWO
-  De docent legt iets klassikaal uit

Titel: BB-V-module S sterren en straling

Samenstelling: Simon de Groot

Datum: 11 december 2024

Deze module is mede mogelijk gemaakt door Peellandcollege Deurne, leraar ontwikkelfonds. De module is onderdeel van een serie lesmodules natuurkunde voor onderbouw en bovenbouw VMBO, HAVO en VWO. Voor het didactisch concept, andere versies van deze module, materialen, bronvermelding en andere modules uit dezelfde serie:



www.eigenfrequentie.nl



www.peelland-college.nl



Metten aan sterren



1. Van je docent krijgt je uitleg over

- Eenheden in de astrofysica, rekenen met verhoudingen, kwadratenwet en intensiteit*

Zie onderstaande schematische weergave van 3 sterren op verschillende afstand van de aarde. De afstanden zijn op schaal.



Het vermogen van deze sterren verhoudt zich als $P_A : P_B : P_C = 1 : 3 : 9$

2. Zet de sterren in volgorde van oplopende intensiteit. Geef een toelichting.

.....

.....

.....

.....

Op Wikipedia staat informatie over de ster VY Canis Majoris. Onder andere wordt de straal en massa gegeven. Deze zijn uitgedrukt in r_\odot en m_\odot .



3. Bereken met behulp van de straal en massa de dichtheid ρ van VY Canis Majoris ten opzichte van de zon en druk die uit in de eenheid ρ_\odot

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



4. Overleg met je docent over de antwoorden tot nu toe.

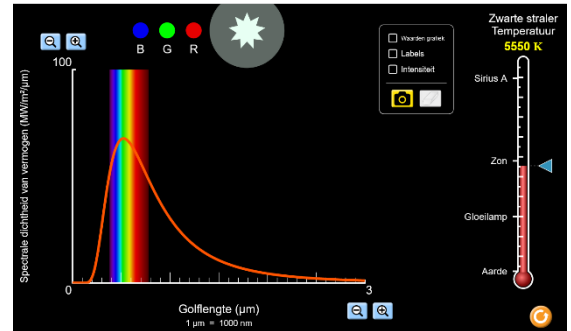
Wet van Wien



5. Van je docent krijgt je uitleg over

- Verschuivingswet van Wien*

Link naar de gebruikte applet: bit.ly/EFzwartestraler



De kooltjes in de barbecue op de voorpagina van dit boekje hebben een temperatuur van zo'n 500 graden Celsius.

6. Bereken bij welke golflengte de top van de Planck-kromme dan ligt.

.....

.....

.....

.....

7. Bepaal met behulp van BINAS welk soort elektromagnetische straling bij deze golflengte hoort.

.....

.....

.....

.....

8. Leg uit waarom de kooltjes "roodgloeiend" zijn.

.....

.....

.....

.....

9. Gebruik de applet om het antwoord op je vorige vraag te controleren.



10. Overleg met je docent over de antwoorden tot nu toe.

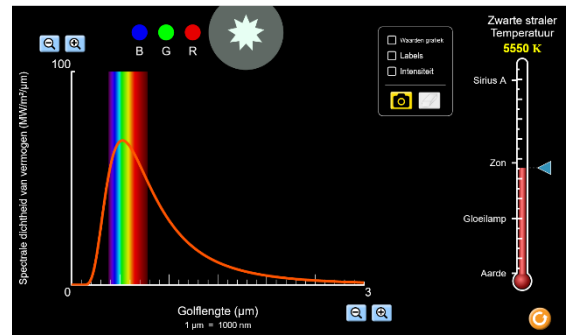
Wet van Stefan-Boltzmann



11. Van je docent krijgt je uitleg over

- Wet van Stefan-Boltzmann*

Link naar de gebruikte applet: bit.ly/EFzwartestraler



Je hebt nu de volgende formules leren gebruiken:

- $\lambda_{max} = \frac{k_w}{T}$ (1)

- $P = \sigma AT^4$ (2)

- $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ (3)

Deze formules zijn geldig voor alles wat energie uitstraalt ten gevolge van de temperatuur. Dat geldt dus voor ver weggelegen sterren, maar ook voor de kooltjes in de barbecue en het menselijk lichaam.

12. Bereken het vermogen van de zon met behulp van formule (2).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

13. Bereken met behulp van je vorige antwoord de intensiteit van de zon op het aardoppervlak met formule (3)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14. Controleer de antwoorden op de vorige twee vragen m.b.v. BINAS.

Herzsprung-Russel diagram



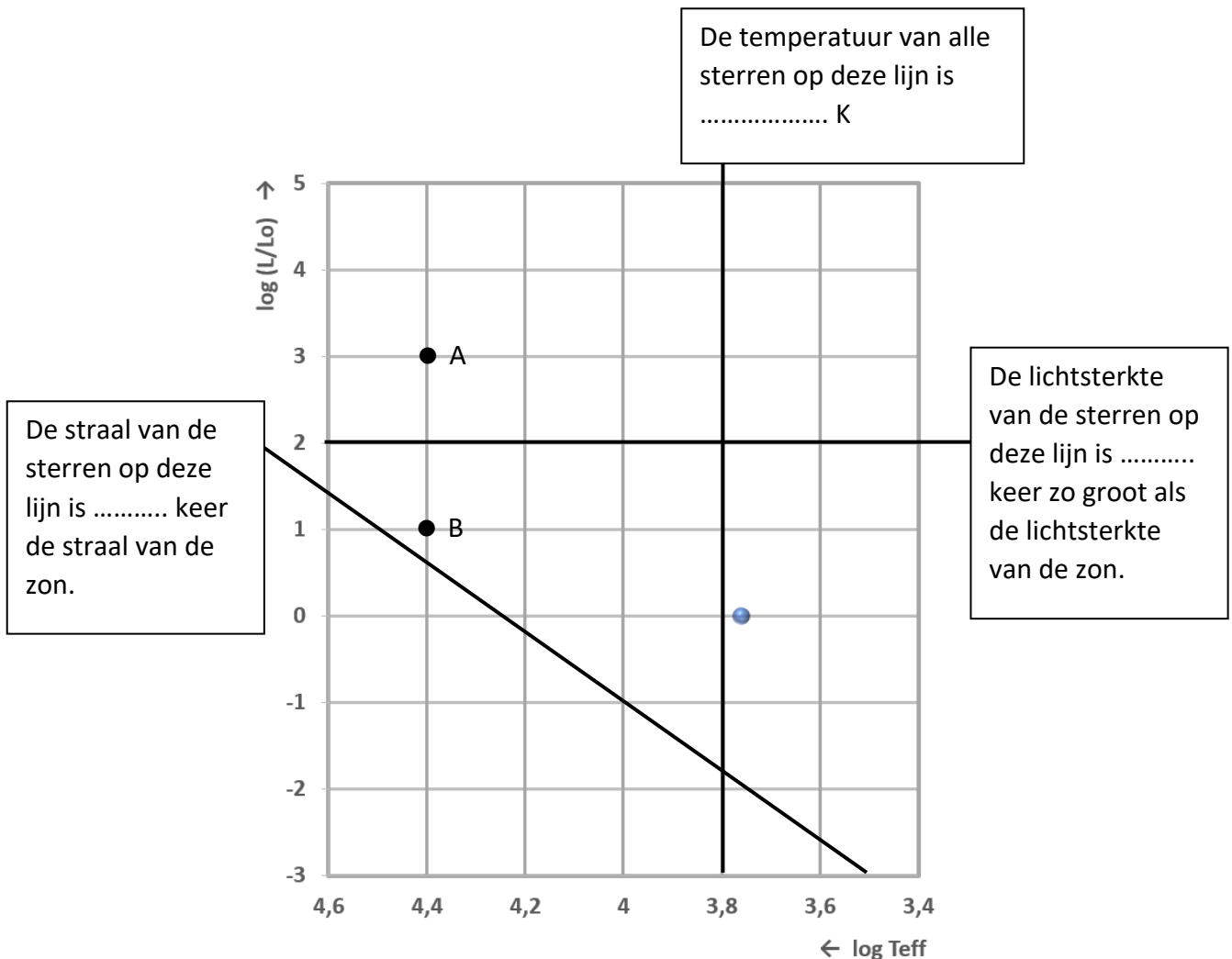
15. Van je docent krijgt je uitleg over

- Herzsprung-Russel diagram*



Link naar het gebruikte filmpje: bit.ly/EFhr-diagram

In BINAS tabel 33 zijn de sterren gerangschikt volgens dezelfde methode als in het filmpje. Op de x-as staat de temperatuur. Op de y-as staat de lichtsterkte L ten opzichte van de zon. Beide assen zijn logaritmisch. Lichtsterkte mag ook gelezen worden als vermogen.



Bovenstaand diagram is vergelijkbaar met BINAS tabel 33.

16. Vul hierboven op de stippellijnen de juiste getallen in.

Bekijk sterren A en B in het diagram.

17. Laat zien dat uit het diagram blijkt dat de straal van ster A 10 keer zo groot is als de straal van ster B.

.....

.....

.....

18. Laat zien dat uit de formule van Stefan-Boltzmann volgt dat het uitgestraald vermogen van ster A dan 100x zo groot is als het vermogen van ster B.

.....

.....

.....

19. Leg uit dat ook uit de grafiek blijkt dat het vermogen 100x zo groot is.

.....

.....

Op de volgende pagina staat het diagram verkleind weergegeven.

20. Teken jezelf op de juiste plaats in het HR diagram op de volgende pagina. Noteer hieronder welke aannames je maakt.

Toelichting

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

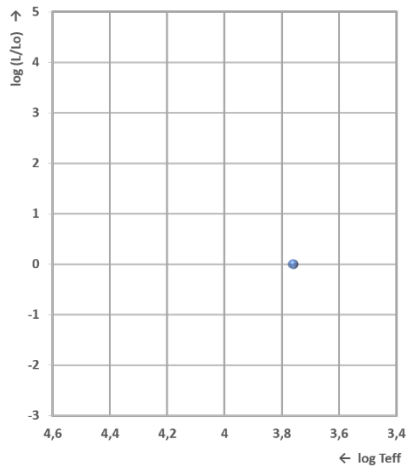
.....



21. Controleer het antwoord op de vorige vraag met: xkcd.com/2009/



22. Overleg met je docent over de antwoorden tot nu toe.

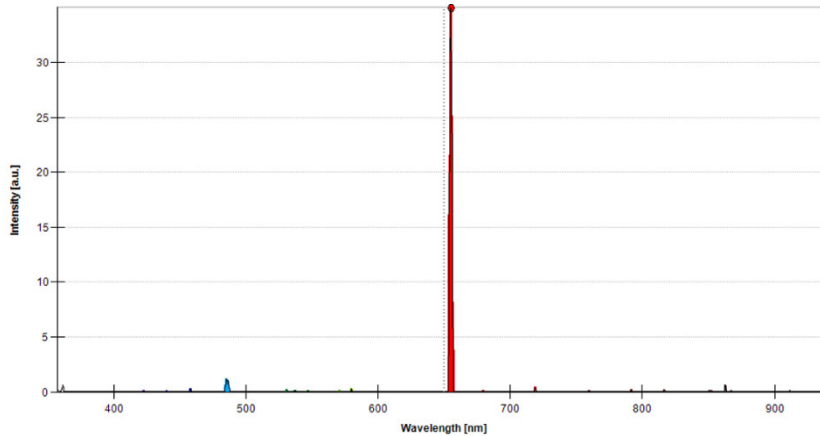


Frequentie, golflengte en energie van fotonen



23. Van je docent krijgt je uitleg over *frequentie, golflengte en energie van fotonen*

Tijdens de uitleg zag je het spectrum van een met waterstof gevulde buis. Er werd een hoge spanning aangelegd. Je ziet dan dat het gas oplicht. Hieronder staat het spectrum van deze waterstoflamp.



24. Noteer welke golflengte hoort bij de helderste emissielijn van het waterstofgas.

.....

.....

25. Vergelijk het gemeten spectrum met BINAS tabel 20 en leg uit of dit overeenkomt.

.....

.....

26. Ga na bij welke overgang deze heldere waterstoflijn ontstaat. Geef de 2 niveaus aan met een nummer waarbij 1 het laagste mogelijke niveau in tabel 21A is.

.....

.....

Licht is voor te stellen als een stroom van fotonen. Hierbij is de energie van een foton gelijk aan

$$E_f = hf$$

Hierin is h de constante van Planck (zie tabel 7) en f de frequentie van het licht van het betreffende foton. E_f is dan de fotonenergie in Joule.

27. Bereken welke fotonenergie hoort bij fotonen die worden uitgezonden door de helderste emissielijn van waterstofgas. Geef je antwoord in Joule. Noteer de formules die je gebruikt.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

28. Laat zien dat je berekening klopt met de energieniveaus die in tabel 21A zijn weergegeven.

.....

.....

.....

.....

.....

In plaats van het gebruik van tabel 21 kunnen de energieniveaus van een waterstofatoom ook berekend worden met de formule:

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2}$$

Hierin is n een heel getal wat het energieniveau aangeeft. Het niveau $n = 1$ komt overeen met de grondtoestand. E_n is de energie in eV.

29. Leg uit hoe je met deze formule de golflengte berekent die wordt uitgezonden bij de overgang van niveau 3 naar niveau 2. Je hoeft de stappen niet uit te voeren.


.....

.....

.....

.....

Atoommodel van Bohr

-  30. Van je docent krijgt je uitleg over *atoommodel van Bohr en energieniveau's*

Spectraalanalyse



31. Van je docent krijgt je uitleg over

- Absorptiespectrum*

32. Bepaal met tabel 21A hoeveel energie nodig is om een waterstofatoom te ioniseren.

.....

33. Laat zien welke vorm van elektromagnetische straling gebruikt kan worden om een waterstofatoom vanuit de grondtoestand te ioniseren.

.....

.....

Fotonen met lagere energie kunnen ook geabsorbeerd worden. Maar alleen als ze precies passen bij een van de overgangen die in tabel 21A weergegeven zijn.

34. Leg uit wat er met een waterstofatoom gebeurt als het wordt bestraald met een foton met een golflengte van 121,6 nm. En wat gebeurt er met dit foton?

.....

.....

.....

35. Leg uit wat er met een waterstofatoom gebeurt als het wordt bestraald met een foton met een golflengte van 150,2 nm. En wat gebeurt er met dit foton?

.....

.....

.....

36. Leg uit wat er gebeurt met wit licht dat alle golflengtes bevat tussen 400 en 700 nm als dit door waterstofgas wordt geleid.

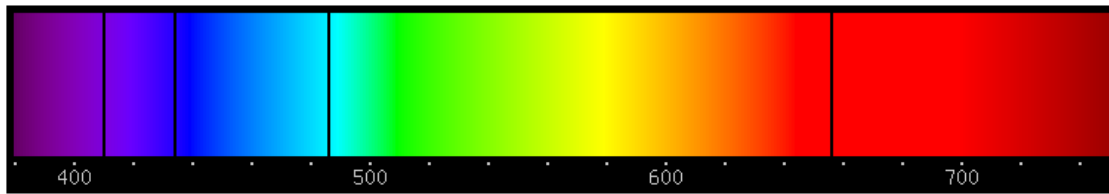
.....

.....

.....

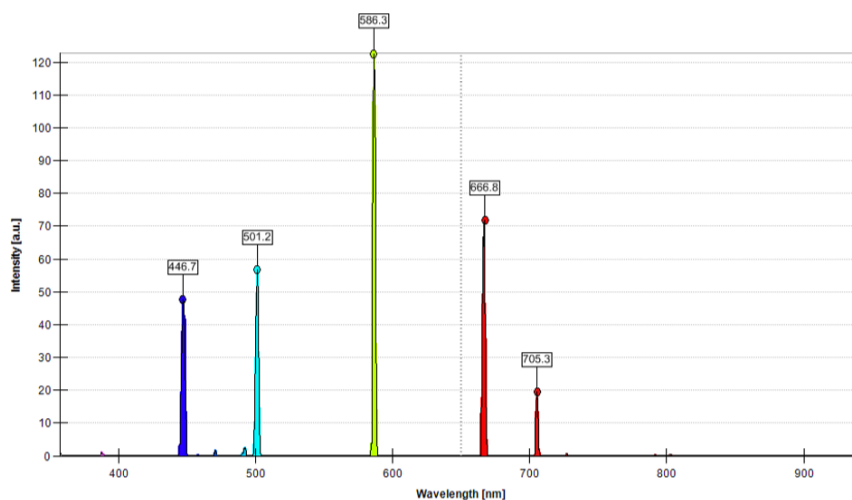
.....

Het hierboven beschreven experiment levert een absorptiespectrum op. Dit absorptiespectrum is complementair aan het emissiespectrum. Dat wil zeggen dat de lijnen die in het emissiespectrum zitten juist ontbreken in het absorptiespectrum.

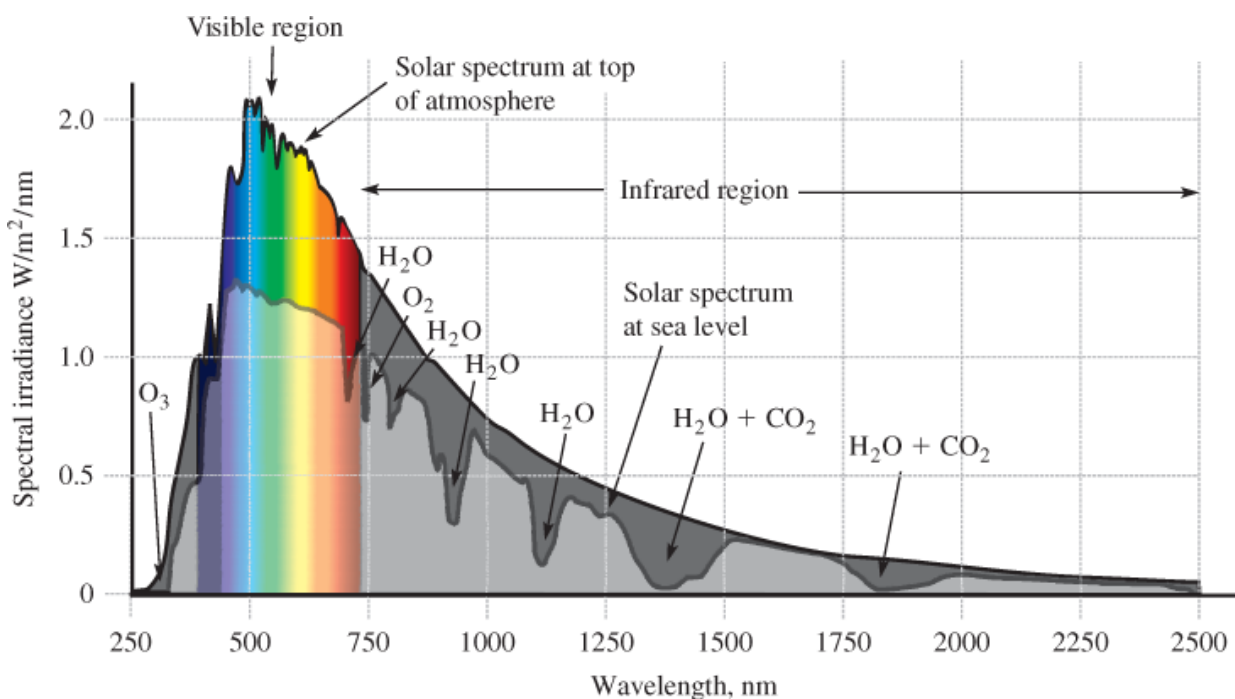


37. Leg uit hoe dit licht er voor het blote oog uit ziet.

Tijdens de demonstratie heb je ook het spectrum van een heliumlamp gezien. Het spectrum van de heliumlamp is hieronder afgebeeld.



In de zon ontstaat licht van alle golflengtes. Het ziet er in eerste instantie uit als een continu spectrum, maar als van zonlicht het spectrum nader wordt onderzocht blijken ook daar donkere lijnen in te zitten.



Het spectrum lijkt op een planck-kromme waar hapjes uit genomen zijn.

De verklaring voor de *hapjes* die uit het zonnenspectrum genomen zijn staat al in de grafiek gegeven. Met name H₂O en CO₂ in de aardatmosfeer zijn verantwoordelijk voor het absorberen van zonlicht van bepaalde golflengte.

Uit de grafiek *solar spectrum at top of atmosphere* lijken ook hapjes genomen. Die kunnen niet verklaard worden met gassen die op aarde een rol spelen.

38. Leg uit waarom gassen in de aardatmosfeer deze hapjes niet kunnen verklaren.

.....

.....

De *hapjes* worden absorptielijnen of Fraunhofer lijnen genoemd. Er is een heel duidelijke fraunhoferlijn te zien in het groene zichtbare gebied.

39. Leg uit dat de aanwezigheid van Helium aan de buitenrand van de zon een goede verklaring kan zijn voor deze Fraunhofer lijn.

.....

.....

.....



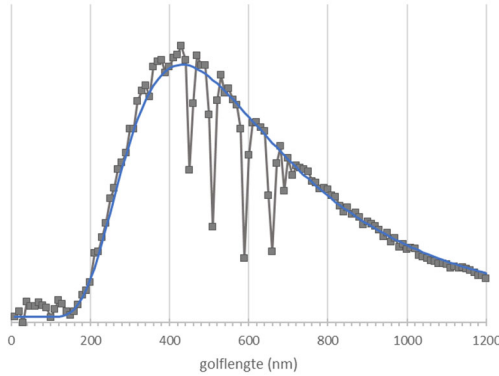
40. Overleg met je docent over de antwoorden tot nu toe.

Bewegende sterren

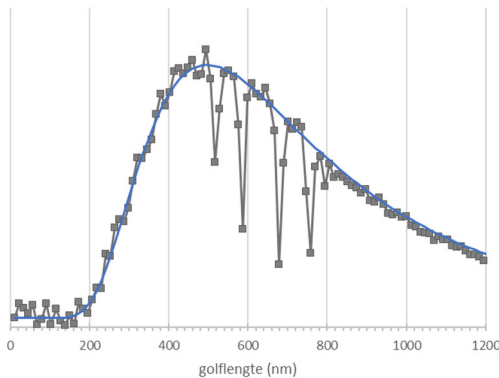
41. Van je docent krijgt je uitleg over *dopplereffect*, *rood- en blauwverschuiving*.

Hieronder zijn de spectra van 3 sterren weergegeven. Ster A staat stil ten opzichte van de aarde. De top van de Planck-kromme van ster B en C is verschoven ten opzichte van ster A.

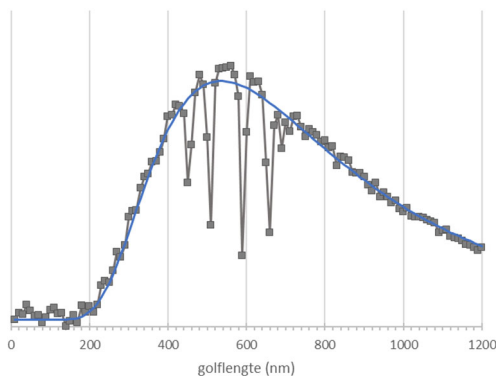
42. Geef bij de spectra van B en C aan wat de oorzaak van de verschuiving van de top is.



Ster A:



Ster B:



Ster C: