

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

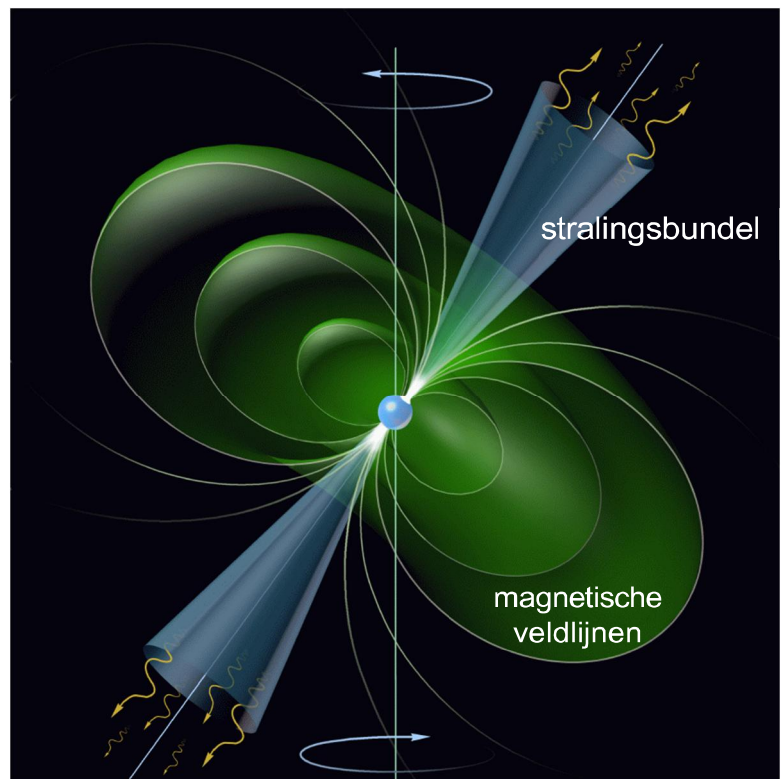
Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

Opgave 1

Een neutronenster met anderhalf keer de massa van onze zon en een straal van slechts 19 km heeft een enorme dichtheid.

a) **Bereken** de dichtheid van deze neutronenster.

Neutronensterren zijn in het algemeen zeer kleine, zeer snel roterende sterren. Sommige neutronensterren zijn vanwege hun sterke magneetveld enorm krachtige bronnen van radiostraling. De straling wordt uitgezonden in de vorm van twee jets van elektromagnetische- en deeltjesstraling die vrijkomen aan de magnetische polen van de ster. In nevenstaande afbeelding staat een zogenaamde "artist impression" van een neutronenster weergegeven. Op aarde worden deze jets waargenomen als pulserende radiobronnen aan de nachthemel.



b) **Leg uit** waarom wij deze jets als pulserende radiobronnen waarnemen.

Hint: Bedenk dat de magnetische Noord/Zuid-as niet samenvalt met de rotatie as.

De temperatuur van neutronensterren is zo hoog dat zij het meeste vermogen uitzenden in het gebied van de röntgen- en gammastraling.

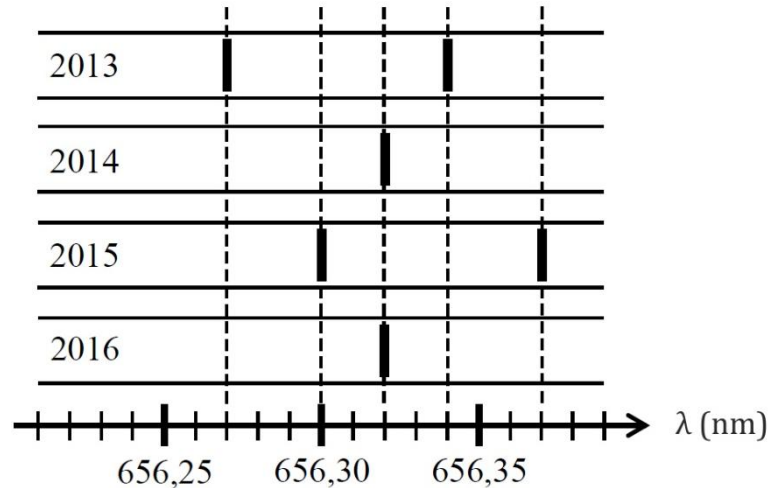
c) **Bereken** de orde van grootte die de temperatuur minimaal moet hebben om röntgen- en gammastraling te kunnen uitzenden.

De snelst draaiende neutronenster heeft een straal van 16 km en knippert met een frequentie van 716 Hz.

d) **Bereken** de snelheid van een punt op de evenaar van deze ster.

Opgave 2

In nevenstaande afbeelding is een deel van het spectrum van een dubbelster weergegeven. Voor beide sterren van het dubbelstersysteem is de H_{α} -lijn van beide sterren weergegeven. Voor een aantal jaren is voor elk van beide sterren deze lijn weergegeven. Neem aan dat beide sterren op een cirkelvormige baan rond hun gemeenschappelijke zwaartepunt bewegen. Neem tevens aan dat de aarde zich in het vlak van deze cirkelbanen bevindt.



- Leg uit** waarom in het jaar 2013 de H_{α} -lijn bij verschillende golflengten is waargenomen.
- Leg uit** dat de omlooptijd van het systeem 4 jaar bedraagt.
- Geef in bovenstaand diagram met een letter A, respectievelijk een letter B, aan welke lijn bij welke ster hoort.

Opgave 3

Over zo'n vijf miljard jaar zal de zon haar brandstof hebben verbruikt en opzwellen tot een rode reus. In deze fase van haar leven zal de zon een diameter hebben tot aan de huidige baan van Mars. De oppervlaktetemperatuur van de zon zal dalen tot $3,5 \cdot 10^3$ K.

- Bereken** het stralingsvermogen van de zon in deze fase.
- Bereken** de verhouding tussen het stralingsvermogen van de zon in die fase van haar leven en het huidige stralingsvermogen van de zon.

