

TENTAMEN INLEIDING ASTROFYSICA

WOENSDAG 14 DECEMBER, 14.00- 17.00

LEES ONDERSTAANDE IN DETAIL:

- ▶ **DIT TENTAMEN OMVAT VIER OPGAVES**
 - OPGAVE 1: 2.5 PUNTEN**
 - OPGAVE 2: 2.5 PUNTEN**
 - OPGAVE 3: 2.5 PUNTEN**
 - OPGAVE 4: 2.5 PUNTEN**

- ▶ **EEN FORMULIER MET AANVULLENDE INFORMATIE (VOORNAMELIJK CONSTANTES) IS TOEGEVOEGD**

- ▶ **BELANGRIJK: MAAK IEDERE OPGAVE OP EEN SEPARAAT BLAD**

- ▶ **SCHRIJF OP IEDER BLAD JE NAAM**

- ▶ **SCHRIJF OP IEDER BLAD JE STUDENTENNUMMER**

- ▶ **SCHRIJF DUIDELIJK EN WERK OVERZICHTELIJK**

- ▶ **KLAD WORDT NIET NAGEKEKEN**

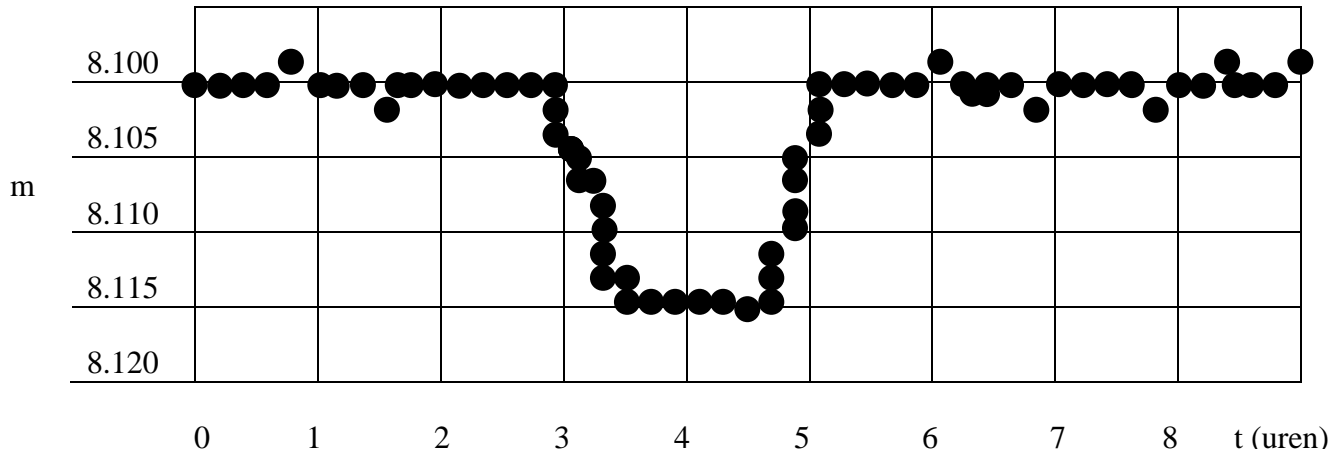
- ▶ **HET GEBRUIK VAN EEN REGULIERE REKENMACHINE IS TOEGESTAAN**

- ▶ **BIJ CONSTATERING VAN FRAUDE WORDT VERDERE PARTICIPATIE AAN HET TENTAMEN UITGESLOTEN**

- ▶ **HEEL VEEL SUCCES !**

OPGAVE 1

In de figuur staat de optische lichtcurve van een gele ster (~ 580 nm) met een parallax van $0.222''$. Op de verticale as staat de schijnbare magnitude, op de horizontale as de tijd in uren. Om de 15 dagen wordt er een identiek minimum gemeten.



Het is waarschijnlijk dat dit minimum door een exo-planeet wordt veroorzaakt.

- Waarom kun je er vrij zeker van zijn dat je hier niet naar een dubbelster systeem kijkt?
- Bereken de gemeten flux op Aarde met en zonder bedekking.

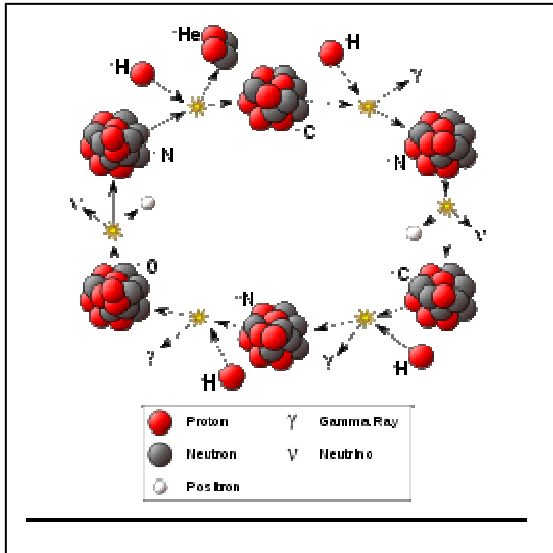
Neem aan dat de ster vergelijkbare eigenschappen heeft als de zon (dus massa $\sim 1 M_{\text{zon}}$, straal $\sim 1 R_{\text{zon}}$) en dat de exo-planeet precies voorlangs de ster beweegt.

- Bereken de straal van de exo-planeet.
- Bereken de afstand van de exo-planeet tot de ster.
- Wat is de waarschijnlijke temperatuur aan het oppervlak van de exo-planeet?

OPGAVE 2

- Wat is de Hubble-classificatie van het sterrenstelsel in de figuur rechts.
- Leg uit, waarom dit stelsel niet uit een ellipsvormig sterrenstelsel geëvolueerd kan zijn.
- Leg uit hoe je de 21 cm lijn kunt gebruiken om de lichtkracht van een sterrenstelsel te bepalen.

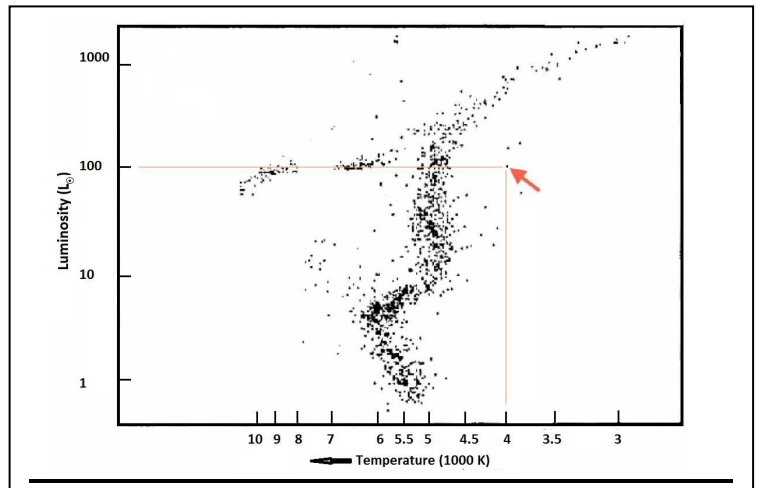
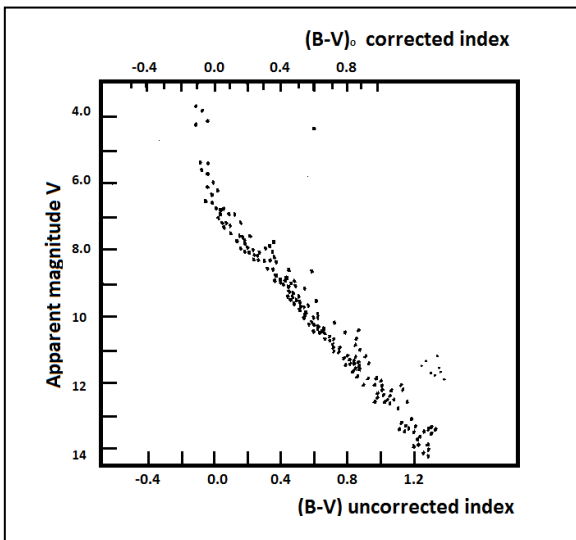




- d) Wat hebben de large redshift surveys en de metingen met de Cosmic Background Explorer gemeen ?
- e) Wat staat uitgebeeld in het diagram links (leg kort uit).
- f) Vinden in Witte Dwergen nog kernfusie reacties plaats ? (Leg uit).

OPGAVE 3

- a. In onderstaande figuur zie je (links) het H-R diagram van een open stercluster en (rechts) het H-R diagram van een bolvormig stercluster. Je kunt aan de hand van de populatie van sterren in een stercluster bepalen wat de leeftijd van het cluster is. Welk van deze twee clusters is volgens jou het oudst en waarom?
- b. In de linker figuur staat een gecorrigeerde (B-V) index. Voor wat wordt hier gecorrigeerd ?
- b. Bereken van de aangegeven ster in het rechter diagram de straal.
- c. Bereken voor dezelfde ster de absolute magnitude.
- d. Waarom zijn sterclusters geschikt om stermodellen te testen ?



OPGAVE 4

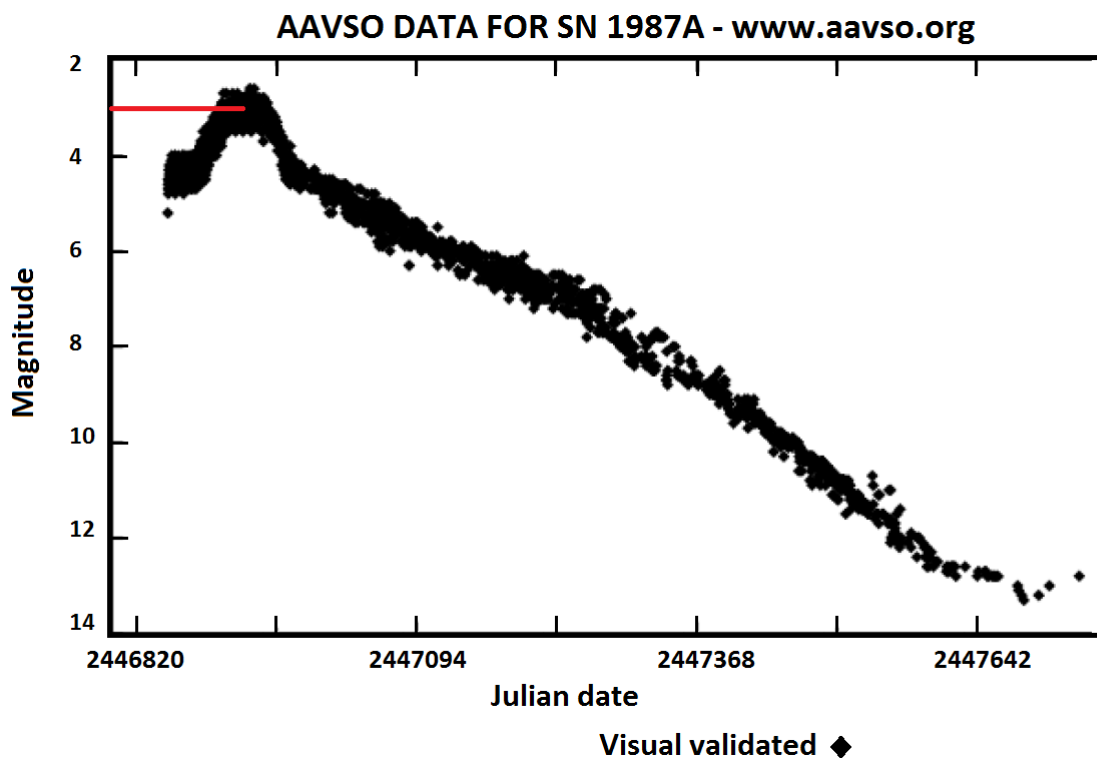
Aan het eind van de evolutie van een ster kan deze exploderen als een supernova. Vlak voor de explosie plaatsvindt, worden er veel neutrino's geproduceerd.

- a. Leg uit waar deze neutrino's vandaan komen.

- b. Wetenschappers in CERN publiceerden in september 2011 dat neutrino's sneller konden reizen dan het licht. Zij hadden gevonden dat neutrino's een afstand van 730 km in 60 nanoseconden minder tijd afleggen dan het licht. Een van de argumenten dat dit het resultaat is van een meetfout, is dat we de neutrino's die vrijkomen bij een supernova dan veel eerder zouden moeten waarnemen dan we nu doen. Supernova SN1987A werd voor het eerst waargenomen op 24 februari 1987. SN1987A bevindt zich in de Grote Magellaanse wolk, op een afstand van 51.4 kpc. Ongeveer 3 uur voordat het licht van de supernova werd waargenomen, kwamen er neutrino's op aarde aan.

Stel dat het onderzoeksresultaat van de wetenschappers van CERN niet op een meetfout berust. Wanneer zouden we de neutrino's, die vrijkwamen bij de explosie, dan voor het eerst hebben moeten waarnemen?

- c. In onderstaande figuur zie je de lichtcurve van SN1987A, met op de y-as de schijnbare magnitude. Bereken hoe helder (in absolute magnitude) de supernova maximaal was. Vergelijk dit met de absolute magnitude van het Andromedastelsel (778 kpc, $m=3.44$, met m de schijnbare magnitude) en met de absolute magnitude die de ster had voor de explosie ($m = 12$).



- d. Je kunt de Supernova in het optische golflengtegebied waarnemen. Stel je wilt dit doen met een telescoop met een spiegel met een diameter van 2.7 meter. Geef een schatting van de diffractielimiet van de telescoop.

OVERZICHT VAN (AFGERONDE) CONSTANTES IN SI EENHEDEN
 ZOALS DIE VOOR HET TENTAMEN GEBRUIKT MOGEN WORDEN

Constanten

zwaartekrachtsconstante	G	$= 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
lichtsnelheid in vacuüm	c	$= 3.00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
constante van Stefan-Boltzmann	σ	$= 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
constante van Planck	h	$= 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
constante van Boltzmann	k	$= 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
atomaire massa-eenheid	m_0	$= 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
massa van het proton	m_p	$= 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
straal van het proton	R_p	$= 2.3 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
massa van het elektron	m_e	$= 9.31 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
lading van het elektron	e	$= 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$
dielektrische constante	ϵ_0	$= 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ kg}^{-1} \text{ s}^2 \text{ Coulomb}^2$
gaskonstante	R	$= 8.314 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1} \text{ kmol}^{-1}$
getal van Avogadro	N_A	$= 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

(1 mol = $6.022 \cdot 10^{23}$ moleculen)

Enige andere veel gebruikte getallen

parsec	pc	$= 3.0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$
astronomische eenheid	AE	$= 1.496 \cdot 10^{11} \text{ m}$
lichtkracht van de zon	L_{\odot}	$= 3.83 \cdot 10^{26} \text{ W}$
massa van de zon	M_{\odot}	$= 1.99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
straal van de zon	R_{\odot}	$= 6.96 \cdot 10^8 \text{ m}$
abs. bolometrische magn. v.d. zon	M_{bol}	$= 4.72$
zonneconstante		$= 1.36 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Schijnbare magnitude v.d. zon	m	$= -26.75$