

1. Definieer lokale ware zonnetijd, en beschrijf het instrument waarmee deze tijd wordt gemeten. Hoe wordt het opgesteld en geijkt? Maak een schets van een uitvoering op een muur die naar het oosten of het westen is gericht.
2. Sterstructuur
  - a. Leid kwalitatief de uitdrukking af voor gedegenererde elektronendruk. Gebruik daarbij de algemene formule  $P = nvp$ , met  $n$  een deeltjesdichtheid en  $v$  en  $z$  parallelle componenten van snelheid en moment.
  - b. Beschrijf de evolutie van een zonachtige ster, vanaf haar toestand op de hoofdreeks tot de heliumflits. Heb aandacht voor de onderliggende fysische principes, met bijzondere aandacht voor de gedegenererde elektronendruk.
  - c. Hoe bepaalden Kelvin en Helmholtz de leeftijd van de zon met de viriaalstelling?
3. Antwoord kort
  - a. Vermeld minstens 3 effecten waardoor de aardatmosfeer astronomische waarnemingen belemmert. Wat is adaptieve optica?
  - b. Verklaar waarom asteroiden in een gordel te vinden zijn, en kometen in de Kuiper gordel en de Oort wolk.
  - c. Welke processen verhitten en koelen het inwendige van de planeten? Waarom behouden grotere planeten hun interne warmte langer?
  - d. Beschrijf de globale windpatronen op aarde. Wat is het effect van de aardrotatie hierop?
  - e. Wat zijn zonnevlekken? Waarom zijn ze koeler dan hun omgeving?
  - f. Wat zijn neutronensterren? Hoe weten we dat pulsars eigenlijk neutronensterren zijn?

**Elke vraag op een apart dubbel blad, graag.**

**Vermeld op elk blad uw naam.**

# Oefeningenexamen Inleiding tot de Sterrenkunde

20 juni 2011

## Examen oefening 1

Dit jaar had nabij Japan een zware aardbeving plaats met een magnitude van 8.9 op de schaal van Richter. Het epicentrum met als coördinaten:  $\lambda_E = 142^\circ 22' 08''$  OL en  $\phi_E = 38^\circ 19' 19''$  NB was gelegen dichtbij de Japanse kust. De declinatie van de zon bedroeg op de dag van het onheil  $\delta_\odot = -3^\circ 54' 05''$ . Op het moment van de beving wijst een klok (waarvan we veronderstellen dat die perfect juist loopt) in Tokyo  $14^h 46^m 23^s$  aan (dit is zonetijd ZT, in Figuur 1 zijn de tijdzones voorgesteld).

Gevraagd:

1. De aardbeving heeft plaats in de oceaan ten oosten van Japan. Ten gevolge hiervan ontstaat een vernietigende tsunami. Je mag veronderstellen dat de tsunamigolf zich voortplant aan een snelheid van 850 km/h. Veronderstellend dat de golven zich voortbewegen langs grote cirkels op het aardoppervlak, hoeveel tijd zal er verstrijken vooraleer de vloedgolf Honolulu ( $\lambda_H = 157^\circ 49' 34''$  WL en  $\phi_H = 21^\circ 18' 32''$  NB) bereikt?
2. Hoe laat was het op het moment van de beving in Londen? Gegeven dat de zenitsafstand van de zon bij het epicentrum op het moment van de beving gelijk was aan  $60^\circ 03' 36''$ , bepaal de tijdsvereffening die op die dag geldig was.
3. Bepaal de LAST op het moment van de beving bij het epicentrum.
4. Op welke dag had de aardbeving plaats?

## Examen oefening 2

Op een afstand van 47.1 pc vinden we de ster HD 209458 terug. Deze ster heeft een dichtheid  $\rho_S = 0.763\rho_\odot$ . De schijnbare straal van deze ster bedraagt  $(1.125 \cdot 10^{-4})''$ .

Gevraagd:

1. Bepaal de massa van de ster uitgedrukt in zonsmassa's.
2. Empirisch heeft men vastgesteld dat de totale lichtkracht van een ster L ongeveer evenredig is met  $M^{3.8}$ , met M de massa van de ster. Maak hiervan gebruik om een schatting te maken van de absolute en schijnbare bolometrische magnitude van de ster ( $M_\odot^{bol} = 4.64$ ). Maak ook een schatting van de oppervlaktetemperatuur.

3. Met nauwkeurige Dopplermetingen van het spectrum heeft men voor de radiale snelheid van de ster het verloop voorgesteld in Figuur 2 teruggevonden. Op deze figuur komt 1 periode overeen met 3.524 dagen. Dit verloop heeft de ster te danken aan de aanwezigheid van een exoplaneet. Bereken de afstand van de exoplaneet tot HD 209458 en druk deze uit in astronomische eenheden. Je mag (voor dit vraagje) veronderstellen dat de massa van de planeet verwaarloosbaar is t.o.v. de massa van de ster en dat de beschreven baan cirkelvormig is.
4. Wat zou de diameter van een telescoop moeten zijn om de exoplaneet en de ster in het visuele domein (neem bv. 500 nm) van elkaar te onderscheiden bij maximale separatie?
5. Het baanvlak van de beweging van de exoplaneet t.o.v. de ster vertoont een inclinatie van  $87^\circ$ . Tracht met dit gegeven een schatting te maken van de massa van de exoplaneet en vergelijk deze met de massa van Jupiter.
6. In Figuur 3 wordt de lichtcurve getoond van de ster tijdens de eclips met de exoplaneet. Bereken hieruit de straal van de planeet en vergelijk dit met de straal van Jupiter. Je mag veronderstellen dat we van de exoplaneet geen flux waarnemen. Zullen we bij deze lichtcurve een halve periode later ook een dip in de ontvangen flux waarnemen?

## Nuttige constanten

hoek tussen eclipticavlak en equator:  $\epsilon = 23^\circ 26' 28''$

straal aarde:  $R_{aarde} = 6370 \text{ km}$

straal zon:  $R_{\odot} = 696.0 \cdot 10^3 \text{ km}$

massa zon:  $M_{\odot} = 1.989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

1 AU =  $149.6 \cdot 10^6 \text{ km}$

1 pc =  $\frac{648000}{\pi}$  AU

lichtsnelheid:  $c = 300.0 \cdot 10^3 \text{ km/s}$

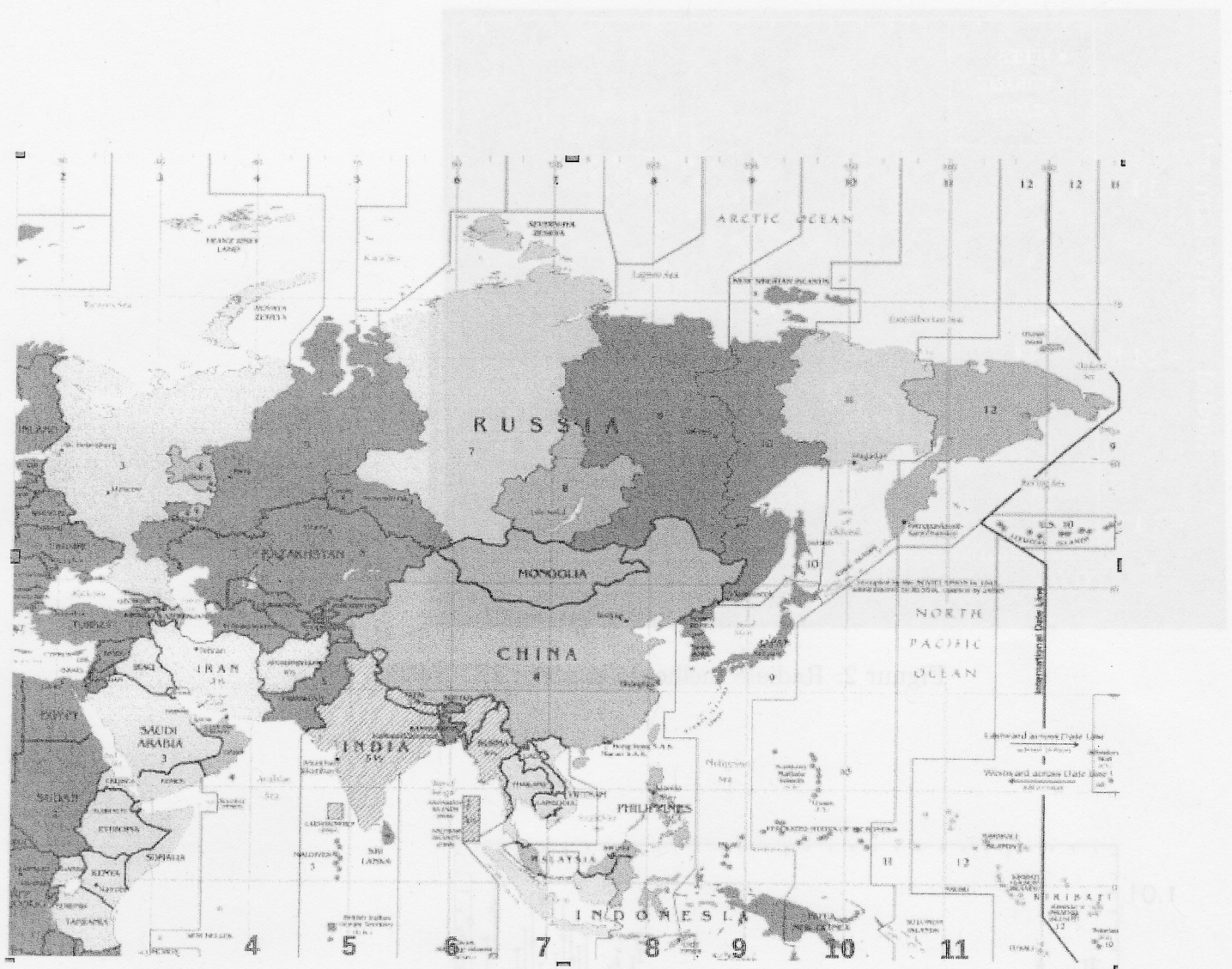
gravitatie constante:  $G = 6.673 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$

Stefan-Boltzmann constante:  $\sigma = 5.6705 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$

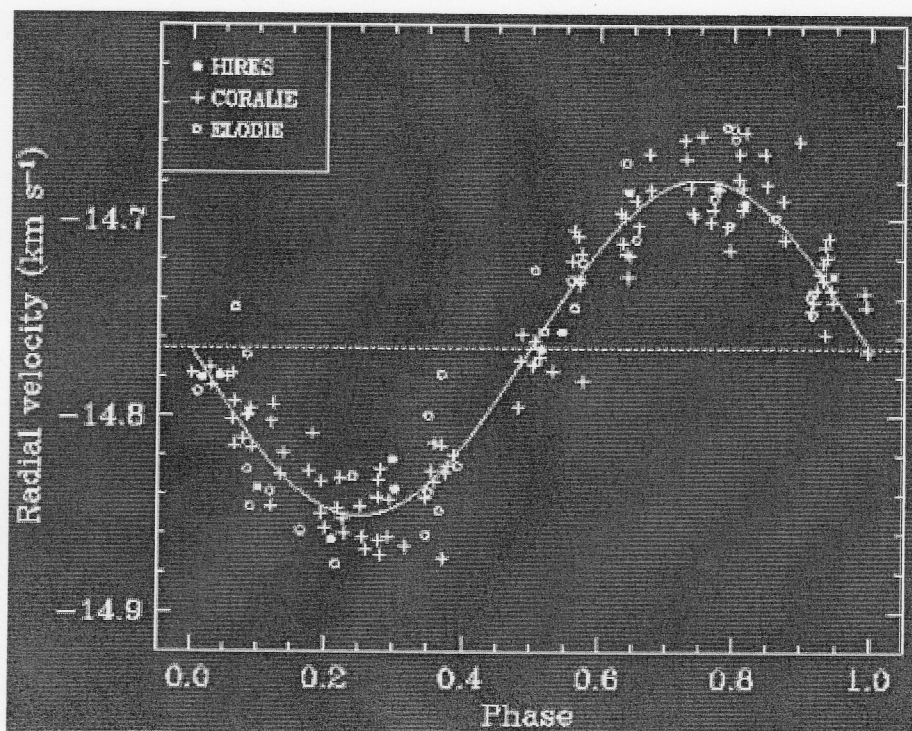
totale lichtkracht zon:  $L_{\odot} = 3.9 \cdot 10^{26} \text{ W}$

massa Jupiter:  $M_{jup} = 1.90 \cdot 10^{27} \text{ kg}$

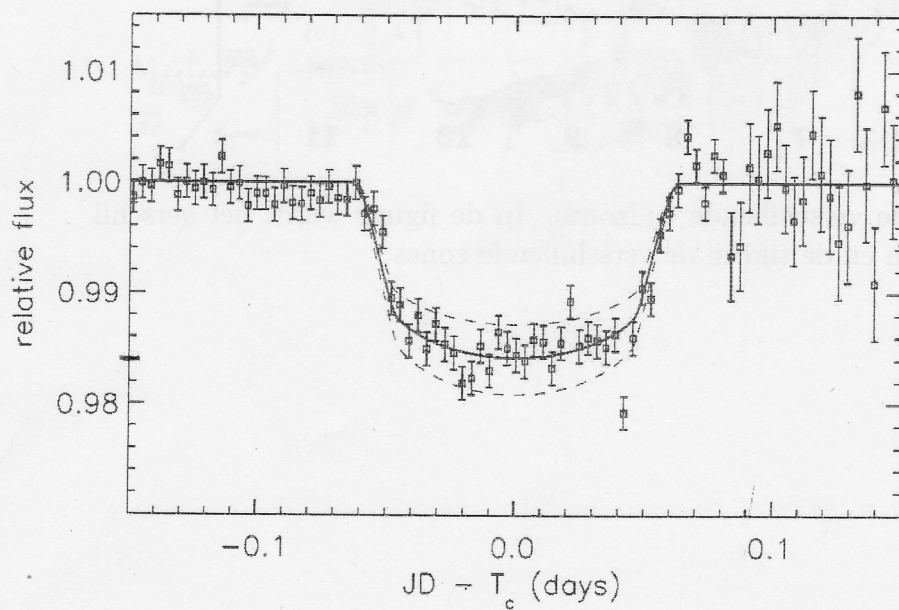
straal Jupiter:  $R_{jup} = 71492 \text{ km}$



Figuur 1: Gedeeltelijk overzicht van de verschillende tijdzones. In de figuur wordt het verschil voorgesteld tussen de tijd in Greenwich en de tijd in de verschillende zones.



Figuur 2: Radiale snelheid van ster HD 209458.



Figuur 3: Lichtcurve van de ster HD 209458 in het tijdsinterval rond de eclips met haar exoplaneet.