

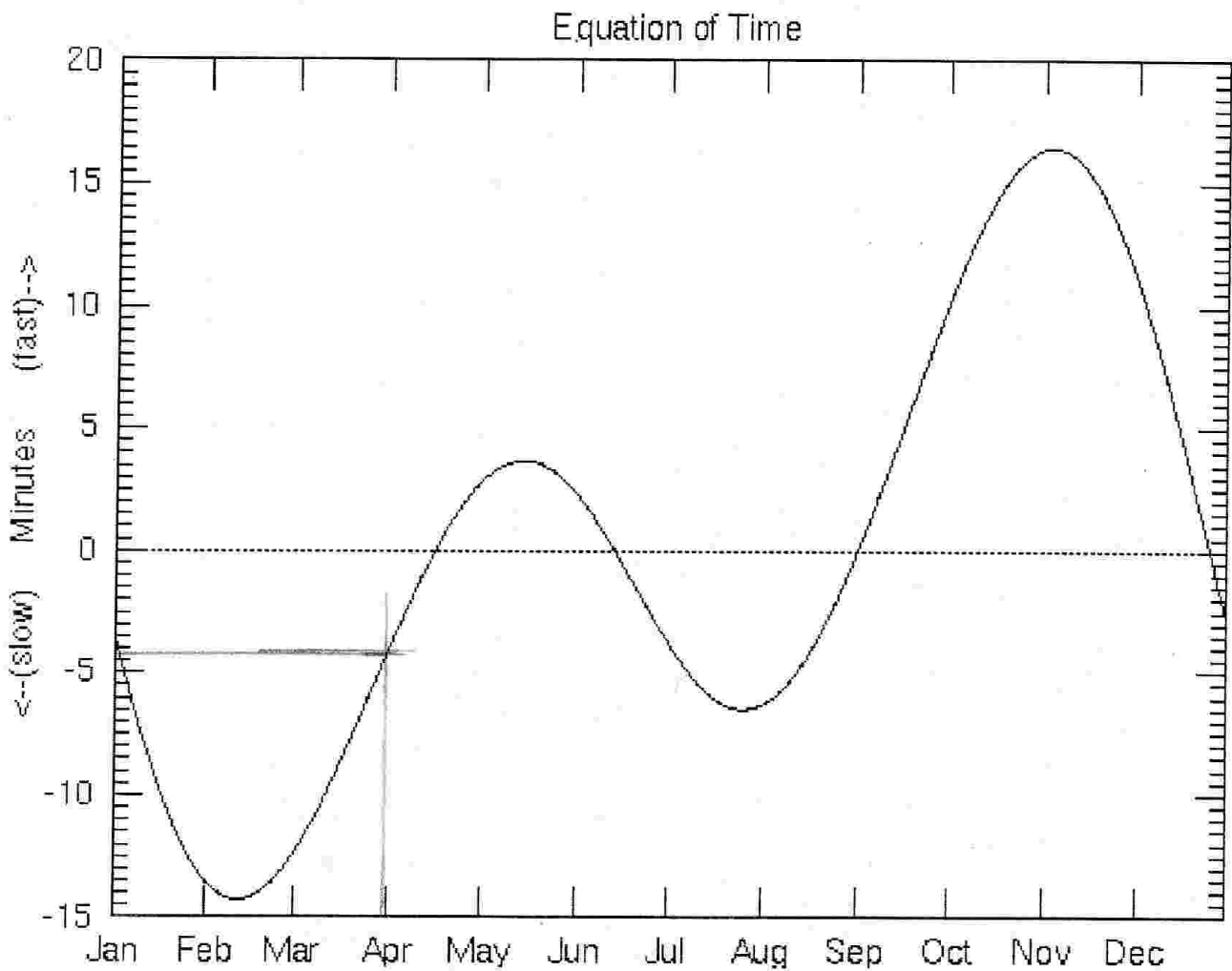
## Examen oefening 2

In 2009 startte een NASA project genoemd naar Kepler dat tot doel had meer inzicht te krijgen in exoplaneten. Een telescoop met een zeer breed gezichtsveld werd de ruimte ingestuurd vanwaar deze gedurende enkele jaren de helderheid van meer dan 100 000 sterren zou opvolgen. Bedoeling was om na analyse van deze vele duizenden lichtcurves een classificatie op te maken van gevonden exoplaneten en op zoek te gaan naar exemplaren waar de omstandigheden eventueel leven toelaten.

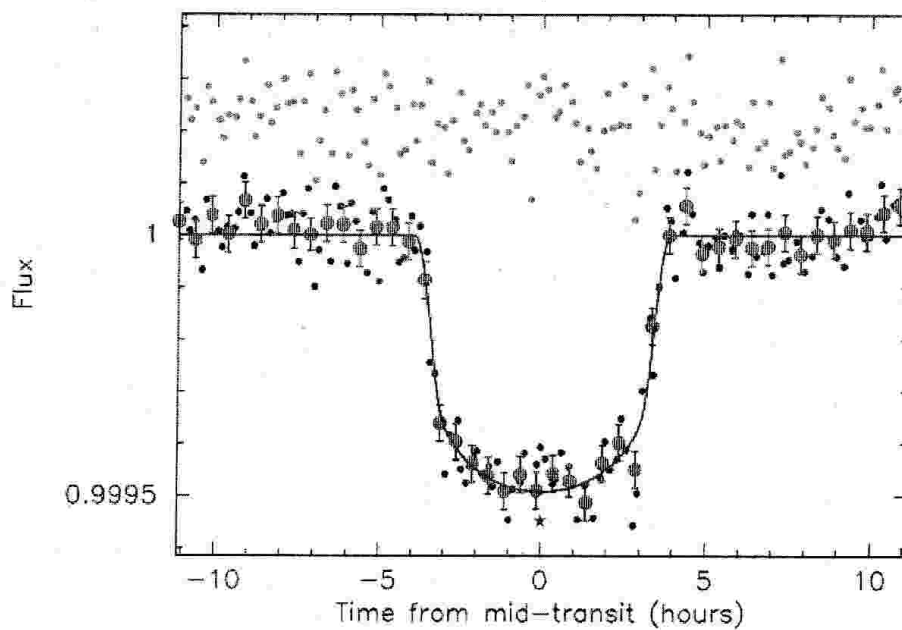
Enkele weken geleden haalde dit Kepler-project de media, er was een interessante planeet gevonden omheen Kepler 22, een ster op een afstand van 190 pc met eigenschappen gelijkend op die van de zon... Enkele belangrijke waarden van deze ster: massa  $M = 0.97M_{\odot}$  en straal  $R = 0.979R_{\odot}$ .

Gevraagd:

1. Gegeven dat Kepler 22 een totale luminantie heeft gelijk aan  $0.79L_{\odot}$ , wat is dan haar schijnbare, bolometrische magnitude?
2. In Fig.2 vind je een dipje in de lichtcurve van Kepler 22 terug. Dit is een gevolg van de aanwezigheid van een exoplaneet. De verstoring keert terug met een periode van 290 dagen. Je mag uitgaan van een inclinatie van  $90^{\circ}$  voor de baan van de planeet omheen Kepler 22. Veronderstellen we dat de ster en planeet op cirkelvormige banen bewegen, bepaal dan de afstand van de planeet tot de ster (in AU) en de straal van de planeet (in  $R_{\oplus}$ ).
3. Het blijkt niet eenvoudig om de cirkelsnelheid van de ster te bepalen. Bepaalde metingen suggereren dat de cirkelsnelheid een sinusoidaal profiel beschrijft met een amplitude van 2.2 m/s. Maak voor deze waarde een schatting van de massa van de exoplaneet (in  $M_{\oplus}$ ).
4. Gegeven zijn een Bond albedo van 0.29 (gelijk aan dat van de aarde) en een effectieve temperatuur  $T_e$  van de ster gelijk aan 5518 K. Maak een schatting van de oppervlaktetemperatuur van de exoplaneet, uitgaande van een radiatief evenwicht tussen de straling invallend op de planeet en de straling uitgezonden door de planeet. Veronderstel dat de geabsorbeerde energie over de volledige planeet weer wordt uitgestraald.
5. Maak een berekende schatting van de tijdsduur nodig om bij een transit van de exoplaneet van de maximaal ontvangen flux naar het minimum te gaan (of omgekeerd).
6. De eerste maanden van het project werden enkel zogeheten *hot Jupiters* (planeten met een hoge temperatuur en een grote straal) gevonden. Waarom is dit logisch? Enig idee waarom de exoplaneet van dit vraagstuk het nieuws haalde?



Figuur 1: Tijdsvereffening doorheen het jaar



Figuur 2: Lichtcurve op het moment van de transit van de exoplaneet voor Kepler 22. De lijn is een gefitte benadering op basis van de data verzameld tijdens 3 opeenvolgende doorgangen van de exoplaneet voor de ster. [Kepler-22 b; Borucki et al.]