

## Klausur aus der Astrophysik

15. April 2013

**Der Planet Fomalhaut b und sein Stern Fomalhaut**

Der 7,7pc von uns entfernte Stern Fomalhaut besitzt eine 17,3 mal so große Leuchtkraft wie die Sonne. Wertet man sein Spektrum aus, so ergibt sich bei der Wellenlänge  $\lambda = 341 \text{ nm}$  ein Intensitätsmaximum. Fomalhaut bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von  $6,6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  von uns weg.

- Berechnen Sie die jährliche trigonometrische Parallaxe von Fomalhaut! (4 BE)
- Fertigen Sie ein Hertzsprung-Russell-Diagramm an. Kennzeichnen und beschriften Sie die wesentlichen Gebiete. Zeichnen Sie auch die Sonne ein! (5 BE)  
(zur Erinnerung  $M = 4,8$ ).
- Zeichnen Sie den Stern Fomalhaut in das Hertzsprung-Russell-Diagramm ein, nachdem Sie die notwendigen Daten errechnet haben. (6 BE)
- Ist Fomalhaut in einer klaren Nacht mit dem bloßen Auge von der Erde aus **gut** zu sehen? (4 BE)
- Bestimmen Sie den Radius von Fomalhaut als Vielfaches des Sonnenradius! Sie dürfen dabei annehmen, dass seine relative Oberflächentemperatur  $T^* = 1,5$  beträgt. (4 BE)

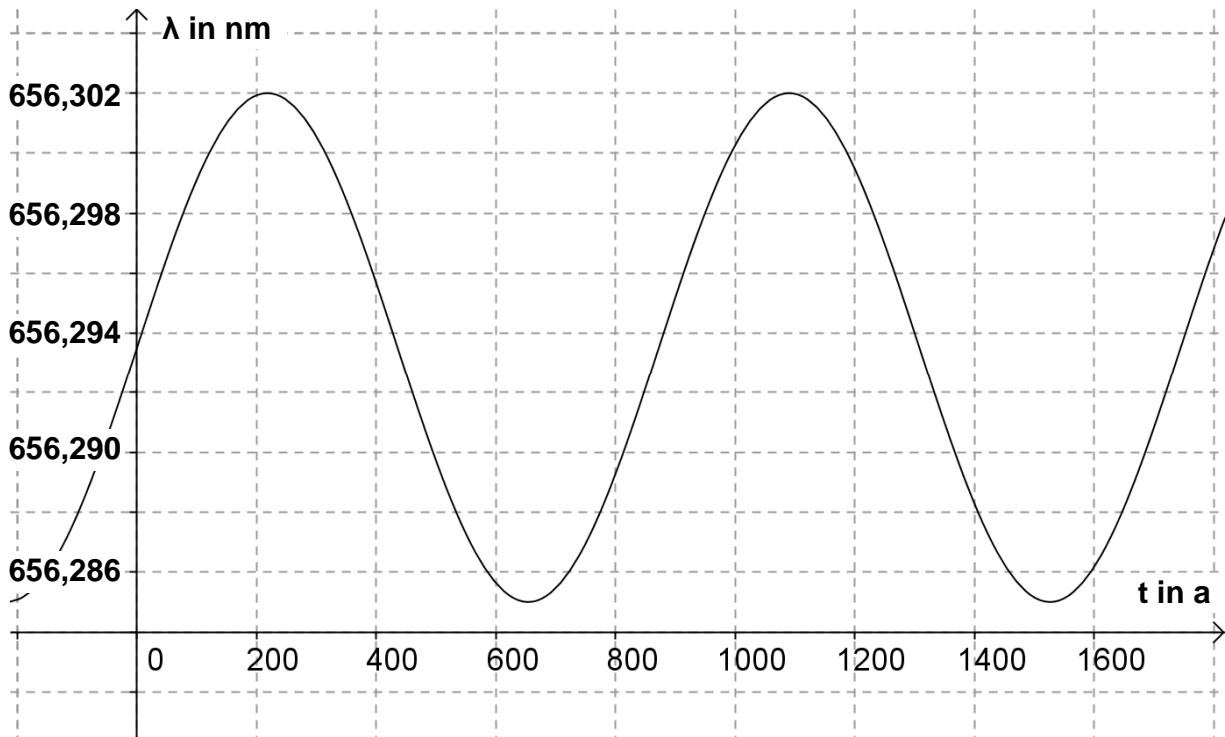
Fomalhaut b ist der erste optische nachgewiesene Planet. Er umkreist den Stern Fomalhaut mit einer Umlaufzeit von 872 Jahren. Zur Berechnung seiner Oberflächentemperatur waren verschiedene Überlegungen notwendig, die in den folgenden Aufgaben nachvollzogen werden sollen.

Zur Vereinfachung der Berechnung werden folgende Annahmen gemacht:

- Da die Bewegung der Erde um die Sonne diese Kurve überlagern würde, wurde sie herausgerechnet. Die entsprechenden Wellenlängen gelten aus der Sicht der Sonne.
- Wir nehmen an, dass die Sonne in der Bahnebene des Planeten Fomalhaut b liegt.

Betrachtet man die  $H_\alpha$  – Linie, die im Absorptionsspektrum von Fomalhaut b vorkommt, so fällt eine zeitliche Schwankung auf:

Wellenlänge der  $H_\alpha$  – Linie in Abhängigkeit von der Zeit



- f) Erklären Sie die zeitliche Schwankung der  $H_\alpha$  – Linie! (4 BE)
- g) Berechnen Sie die maximale und die minimale Geschwindigkeit, mit der sich der Planet Fomalhaut b von der Sonne weg bewegt!  
 [Ersatzergebnis:  $10,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  und  $2,7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ] (5 BE)
- h) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit, mit der sich Fomalhaut b um seinen Stern Fomalhaut bewegt!  
 [Ersatzergebnis:  $7,8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ] (3 BE)
- i) Nun lässt sich daraus der Abstand des Planeten von seinem Stern ermitteln. Tun Sie dies!  
 [Ersatzergebnis:  $3,4 \cdot 10^{13} \text{ m}$ ] (4 BE)
- j) Entsprechend der Solarkonstanten lässt sich die von Fomalhaut auf dem Planeten Fomalhaut b zu erwartende Bestrahlungsstärke ermitteln. Berechnen Sie diese Bestrahlungsstärke!  
 [Ersatzergebnis:  $3,6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ ] (4 BE)
- k) Schätzen Sie die Oberflächentemperatur von Fomalhaut b ab! (4 BE)

*Gut zu wissen:* Leuchtkraft der Sonne:  $L_{\text{Sonne}} = 3,82 \cdot 10^{26} \text{ W}$   
 Laborwellenlänge der  $H_\alpha$  – Linie:  $\lambda = 656,279 \text{ nm}$