

Q12 * Astrophysik ph₂ * 1. Klausur am 2.12.2013

- Aldebaran ist der hellste Stern im Sternbild Stier mit den folgenden astronomischen Koordinaten: Rektaszension: 4h 36min ; Deklination $\delta = 16,5^\circ$.
 - Für einen Beobachter in München ($48,1^\circ$ nördlich, $11,6^\circ$ östlich) kulminiert Aldebaran am 2. Dezember kurz vor Mitternacht. Bestimmen Sie mit Hilfe einer beschrifteten Zeichnung die Kulminationshöhe Aldebarans.
 - Begründen Sie mit Ihrer Zeichnung aus 1a), dass Aldebaran für München kein zirkumpolarer Stern ist. Welche geographischen Koordinaten muss ein Beobachtungsort besitzen, damit Aldebaran zirkumpolarer wird?
 - Rio de Janeiro hat die geographischen Koordinaten $22,5^\circ$ südlich und $42,7^\circ$ westlich. In welcher Höhe kulminiert Aldebaran am 2. Dezember in Rio. (Neue Zeichnung ist sinnvoll!) Kann man angeben, zu welcher Uhrzeit etwa Aldebaran am 2. Dezember in Rio kulminiert?

- Der Ringplanet Saturn kam am 6. November 2013 in Konjunktion zur Sonne.

Folgende Daten Saturns sind bekannt:

siderische Umlaufzeit: 29,5 Jahre
große Halbachse: 9,54 AE



- Zeigen Sie, dass sich Saturn im Jahr 2014 einmal in Opposition zur Sonne befinden wird und bestimmen Sie das zugehörige Datum.

Für einen Beobachter auf Saturn ist die Erde ein innerer Planet.

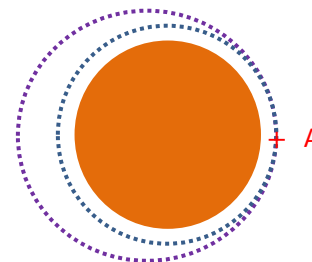
- Berechnen Sie die maximale Elongation der Erde für einen Beobachter auf dem Saturn. (Saturn- und Erdbahn dürfen als kreisförmig angenommen werden.)
- Wie lange dauert für einen Beobachter auf Saturn ein synodischer Umlauf der Erde?

- Eine Marssonde bewegt sich zunächst auf der dargestellten elliptischen Bahn um den Mars.

Der minimale bzw. maximale Abstand der Sonde von der Marsoberfläche beträgt dabei 550km bzw. 2250km.

Folgende Daten des Mars dürfen verwendet werden:

Marsmasse $6,42 \cdot 10^{23}$ kg, Marsradius $R = 3390$ km



- Bestimmen Sie die große Halbachse und die numerische Exzentrizität der Ellipsenbahn. (Teilergebnis: $a = 4790$ km)
- Die Sonde soll auf eine Kreisbahn mit der konstanten Höhe von 550km über der Marsoberfläche einschwenken. Das kann man erreichen, indem man die Sonde im Punkte A der Ellipsenbahn abbremst. Um wie viel muss man die Geschwindigkeit im Punkt A reduzieren?
- Wie lange braucht die Sonde nun für eine Umrundung des Planeten Mars?

Aufgabe	1a	b	c	2a	b	c	3a	b	c	Summe
Punkte	4	4	4	4	4	2	4	8	4	38



Gutes Gelingen! G.R.

Q12 * Astrophysik ph₂ * 1. Klausur am 2.12.2013 * Lösung

1. a) Für die Kulminationshöhe h_o gilt:

$$h_o - \delta + \varphi = 90^\circ \Rightarrow h_o = 90^\circ - \varphi + \delta$$

$$h_o = 90^\circ - 48,1^\circ + 16,5^\circ = 58,4^\circ$$

b) Aldebaran liegt bei der unteren Kulmination im Norden um ε unterhalb des Horizonts. Es gilt:

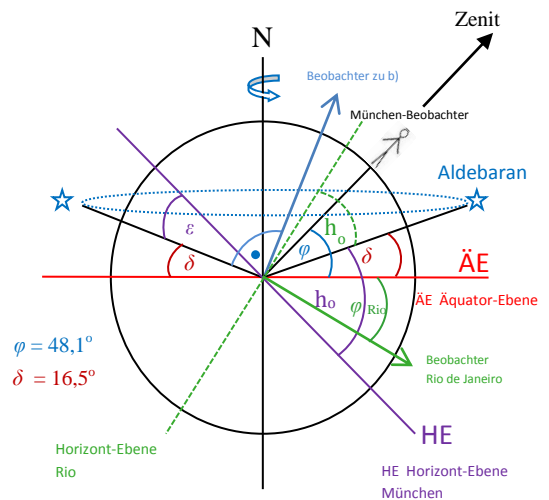
$$\delta + \varepsilon + 90^\circ + \varphi = 180^\circ \Rightarrow$$

$$\varepsilon = 90^\circ - \varphi - \delta = 90^\circ - 48,1^\circ - 16,5^\circ = 25,4^\circ$$

Für einen Beobachter, der Aldebaran zirkumpolar sieht, muss gelten

$$\delta + 90^\circ + \varphi_b = 180^\circ \Rightarrow \varphi_b = 90^\circ - 16,5^\circ = 73,5^\circ$$

Der Beobachter benötigt eine geographische Breite $\varphi_b \geq 73,5^\circ$ nördlich.



c) Für die in Richtung Norden zu beobachtende Kulmination ergibt sich eine Höhe h_o mit

$$h_o + \delta + \varphi_{Rio} = 90^\circ \Rightarrow h_o = 90^\circ - \varphi_{Rio} - \delta = 90^\circ - 22,5^\circ - 16,5^\circ = 51^\circ$$

In Rio kulminiert Aldebaran ebenfalls etwa um Mitternacht. (Die Sonne steht auch in Rio dem Stern Aldebaran gegenüber.)

2. a)
$$\frac{1}{T_{syn}} = \frac{1}{T_E} - \frac{1}{T_{sid}} = \frac{1}{1,00a} - \frac{1}{29,5a} \Rightarrow T_{syn} = 1,035... a \text{ und } \frac{1}{2} \cdot T_{syn} = 189d$$

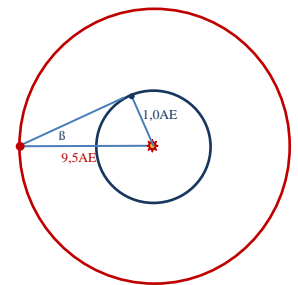
In $24d + 31d + 31d + 28d + 31d + 30d + 14d = 189d$ befindet sich Saturn in Opposition.

Also kann man etwa am 14. Mai Saturn in Opposition beobachten.

b) Für die maximale Elongation β gilt:

$$\sin(\beta) = \frac{1,0AE}{9,54AE} \Rightarrow \beta = 6,0^\circ$$

Die maximale Elongation der Erde beträgt also etwa 6 Grad.



c) Die synodische Umlaufdauer der Erde von Saturn aus betrachtet entspricht genau der synodischen Umlaufdauer des Saturn von der Erde aus betrachtet.

$$\text{Also } T_{syn,Erde} = T_{syn,Saturn} = 1,035... a = 378d.$$

3. a) $2250\text{ km} + 2 \cdot 3390\text{ km} + 550\text{ km} = 2a \Rightarrow a = 9580\text{ km} : 2 = 4790\text{ km}$
 $a = e + R_{\text{Mars}} + 550\text{ km} \Rightarrow e = 4790\text{ km} - 3390\text{ km} - 550\text{ km} = 850\text{ km}$

Numerische Exzentrizität $\varepsilon = \frac{e}{a} = \frac{850\text{ km}}{4790\text{ km}} = 0,177\dots \approx 0,18$

b) Die Geschwindigkeit auf der Ellipsenbahn im Punkt A bestimmt man mit

$$v_{\text{Ellipse}} = \sqrt{G^* M_{\text{Mars}} \cdot \left(\frac{2}{r_A} - \frac{1}{a} \right)} =$$

$$\sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot \left(\frac{2}{(3390+550) \cdot 10^3 \text{ m}} - \frac{1}{4790 \cdot 10^3 \text{ m}} \right)} = 3,58 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Die Geschwindigkeit für die Kreisbahn an der Stelle A folgt aus dem Kraftansatz

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = G^* \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{G^* \cdot M_{\text{Mars}} \cdot \frac{1}{r}} =$$

$$\sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot \frac{1}{(3390+550) \cdot 10^3 \text{ m}}} = 3,30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Die Geschwindigkeit muss also um $(3,58 - 3,30) \frac{\text{km}}{\text{s}} = 0,28 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ reduziert werden.

c) $m \cdot \omega^2 \cdot r = G^* \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Mars}}}{r^2}$ und $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G^* \cdot M_{\text{Mars}}}} =$

$$2\pi \cdot \sqrt{\frac{((3390+550) \cdot 10^3 \text{ m})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}}} = 7509, \dots \text{ s} = 125 \text{ min}$$