# Q12 * Astrophysik * Klausur aus der Physik * 11.01.2013

1. Astronomische Koordinatensysteme
   Regulus ist der Hauptstern im Sternbild Löwe mit den folgenden astronomischen Koordinaten: Deklination $12{,}0^o$ ; Rektaszension: 10,1 h
   a) Bestimmen Sie mit einer geeigneten Zeichnung die obere Kulminationshöhe von Regulus für einen Beobachter in München (geographische Breite $48^o$). Begründen Sie, dass Regulus für München nicht zirkumpolar ist.
   b) Welche geographische Breite müsste ein Ort auf der Nordhalbkugel der Erde haben, dass Regulus dort zirkumpolar erscheint?
   c) Kann man Regulus auch in Johannesburg ($26{,}2^o$ südlich, $28{,}1^o$ östlich) beobachten? Wenn ja, welche maximale Höhe über dem Horizont erreicht Regulus dort?

2. Planetensystem
   Juno ist ein Asteroid aus dem Asteroiden-Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter. Die Zeitspanne zwischen zwei Oppositionen beträgt 1a 109d und die Bahn von Juno weist eine Exzentrizität von 0,255 auf.
   a) Berechnen Sie die siderische Umlaufdauer Junos. Bestimmen Sie daraus die große Halbachse von Junos Ellipsenbahn! [Ergebnisse: $T_{sid} = 4{,}35$ a, $a_{Juno} = 2{,}66$ AE ]
   
   b) Berechnen Sie die Aphel- und Periheldistanz Junos.
   c) Um wie viel Prozent vergrößert sich die Geschwindigkeit Junos bei ihrem Weg vom Aphel zum Perihel?

3. Sonne
   a) Berechnen Sie die Masse der Sonne mit dem bekannten Wert von $1\text{ AE} = 1{,}496\cdot 10^{11}\,\text{m}$ und weiteren geeigneten Daten.
   b) Beobachtet man die Sonne durch ein feststehendes Fernrohr (mit Sonnenfilter!), so wandert diese in 2min 8s um genau einen Sonnendurchmesser weiter. Ermitteln Sie mit Hilfe dieser Beobachtung den Sonnenradius zu $6{,}96\cdot 10^{8}\,\text{m}$.
   c) Berechnen Sie die Fallbeschleunigung an der Sonnenoberfläche in Vielfachen der Erdbeschleunigung g .

Astronomische Daten:

$$G = 6{,}67\cdot 10^{-11}\,\frac{\text{m}^3}{\text{kg}\cdot\text{s}^2} \;;\quad M_\odot = 1{,}989\cdot 10^{30}\,\text{kg} \;;\quad 1\text{ AE} = 1{,}496\cdot 10^{11}\,\text{m}$$

| Aufgabe | 1a | b | c | 2a | b | c | 3a | b | c | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Punkte | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 36 |

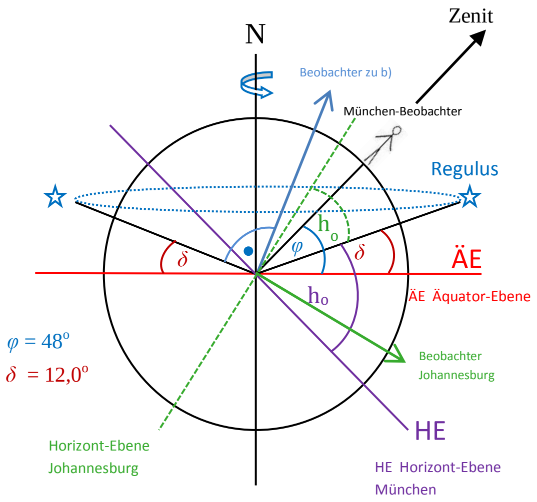
Gutes Gelingen! G.R.

**Q12 * Astrophysik * Klausur aus der Physik * 11.01.2013 * Musterlösung**

1. a) Für die obere Kulminationshöhe $h_o$ gilt

$$h_o = 90^o - \varphi + \delta = 90^o - 48^o + 12^o = 54^o$$

Regulus liegt bei der unteren Kulmination $h_u = 180^o - \varphi - 90^o - \delta = 30^o$ unterhalb des Horizonts.




b) Die untere Kulmination muss oberhalb des Horizonts verlaufen, d.h. im Grenzfall gilt

$$\varphi + 90^o + \delta = 180^o \Rightarrow \varphi = 90^o - 12^o = 78^o$$

Für eine geographische Breite $\varphi \geq 78^o$ ist Regulus zirkumpolar.

c) In Johannesburg kulminiert Regulus im Norden, und zwar in einer (maximalen) Höhe von $h_{o,Johannesburg} = 90^o - \varphi_{Joh} + \delta = 90^o - 26{,}2^o + 12{,}0^o = 51{,}8^o$.

2. a) $$\frac{1}{T_{sid}} = \frac{1}{T_{Erde}} - \frac{1}{T_{syn}} = \frac{1}{365{,}25\,d} - \frac{1}{474{,}25\,d} \Rightarrow T_{sid} = 1589\,d = 4{,}35\,a$$

$$\left(\frac{a_{Juno}}{1AE}\right)^3 = \left(\frac{T_{sid,Juno}}{1{,}00\,a}\right)^2 \Rightarrow a_{Juno} = 1AE \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{4{,}35\,a}{1{,}00\,a}\right)^2} = 2{,}66\,AE$$

b) $r_{Aphel} = (1+\varepsilon) \cdot a_{Juno} = 1{,}255 \cdot 2{,}66\,AE = 3{,}34\,AE$ und

$r_{Perihel} = (1-\varepsilon) \cdot a_{Juno} = 0{,}745 \cdot 2{,}66\,AE = 1{,}98\,AE$

c) $$v_{Aphel} = \sqrt{G \cdot M \cdot \left(\frac{2}{r_{Aphel}} - \frac{1}{a_{Juno}}\right)} =$$

$$\sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{m^3}{kg \cdot s^2} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30}\,kg \cdot \left(\frac{2}{3{,}34} - \frac{1}{2{,}66}\right) \cdot \frac{1}{1{,}496 \cdot 10^{11}m}} = 14{,}1\frac{km}{s}$$

$$v_{Perihel} = \sqrt{G \cdot M \cdot \left(\frac{2}{r_{Perihel}} - \frac{1}{a_{Juno}}\right)} =$$

$$\sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11}\frac{m^3}{kg \cdot s^2} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30}\,kg \cdot \left(\frac{2}{1{,}98} - \frac{1}{2{,}66}\right) \cdot \frac{1}{1{,}496 \cdot 10^{11}m}} = 23{,}7\frac{km}{s}$$

$\frac{v_{Perihel}}{v_{Aphel}} = \frac{23{,}7}{14{,}1} = 1{,}68$ , d.h. die Geschwindigkeit erhöht sich um 68%.

Einfacher: $$\frac{v_{Perihel}}{v_{Aphel}} = \frac{\sqrt{G \cdot M \cdot \left(\frac{2}{r_{Perhel}} - \frac{1}{a_{Juno}}\right)}}{\sqrt{G \cdot M \cdot \left(\frac{2}{r_{Aphel}} - \frac{1}{a_{Juno}}\right)}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{2}{1{,}98} - \frac{1}{2{,}66}\right)}{\left(\frac{2}{3{,}34} - \frac{1}{2{,}66}\right)}} = 1{,}686... \approx 1{,}69$$

3. a) Aus dem Kraftansatz für die Bewegung der Erde um die Sonne folgt:

$$F_{\text{Zentripetal}} = F_{\text{Gravitation}} \;\Rightarrow\; m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{G \cdot m \cdot M_\odot}{r^2} \;\Rightarrow$$

$$M_\odot = \frac{\omega^2 \cdot r^3}{G} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot G} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (1{,}496 \cdot 10^{11}\,\text{m})^3}{(365{,}25 \cdot 24 \cdot 3600\,\text{s})^2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}} = 1{,}99 \cdot 10^{30}\,\text{kg}$$

b) Der „Winkeldurchmesser" der Sonne beträgt nach der Angabe

$$\varphi = \frac{360^\circ \cdot 128\,\text{s}}{24 \cdot 3600\,\text{s}} = 0{,}5333^\circ \quad \text{und} \quad \frac{r_\odot}{1\,\text{AE}} = \tan\frac{\varphi}{2} \;\Rightarrow$$

$$r_\odot = 1{,}496 \cdot 10^{11}\,\text{m} \cdot \tan\frac{0{,}5333^\circ}{2} = 6{,}96 \cdot 10^{8}\,\text{m}$$

c) An der Sonnenoberfläche gilt für eine Masse m:

$$F_{\text{Gewicht}} = F_{\text{Gravitation}} \;\Rightarrow\; m \cdot g_\odot = \frac{G \cdot m \cdot M_\odot}{{r_\odot}^2} \;\Rightarrow$$

$$g_\odot = \frac{G \cdot M_\odot}{{r_\odot}^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30}\,\text{kg}}{(6{,}96 \cdot 10^{8}\,\text{m})^2} = 273{,}8 \ldots \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{2{,}73{,}8}{9{,}81}\,g = 27{,}9\,g$$