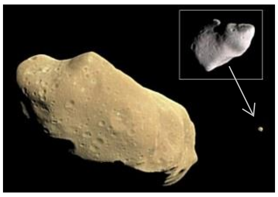
Q12 * Astrophysik ph 2 * 1. Klausur am 14.11.2017

$$\text{Daten: } G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2} \ ; \ 1AE = 150 \cdot 10^6 \text{ km} \ ;$$

1. Algol ist der zweithellste Stern im Sternbild Perseus und mit freiem Auge sehr gut beobachtbar. Für einen Beobachter in München ($48{,}1^o$ nördlich, $11{,}6^o$ östlich) wird er heute am 14.11. kurz vor Mitternacht fast im Zenit kulminieren und dabei die Kulminationshöhe von $82{,}9^o$ erreichen. Bestimmen Sie mit einer beschrifteten Zeichnung die Deklination von Algol.
   Prüfen Sie zudem, ob Algol für uns ein zirkumpolarer Stern ist.

2. Der Vollmond kulminiert während eines Jahres in unterschiedlicher Höhe.
   a) Bestimmen Sie für einen Beobachter in München ($48{,}1^o$ nördlich, $11{,}6^o$ östlich) die maximale und die minimale Kulminationshöhe des Vollmondes mit Hilfe einer beschrifteten Zeichnung. Beachten Sie dabei, dass die Mondbahn um $5{,}2^o$ gegen die Ekliptik geneigt ist, und die Schiefe der Ekliptik $23{,}5^o$ beträgt.
   b) In welcher Jahreszeit kann man die maximale Kulminationshöhe des Mondes erwarten?

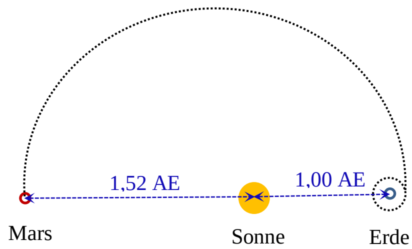
3. Ida ist ein Asteroid, der einen eigenen kleinen Mond mit Namen Dactyl besitzt.
   Dactyl bewegt sich auf einer elliptischen Bahn mit einer großen Halbachse von 108 km in 37 Stunden um Ida.



Asteroid Ida mit Mond Dactyl

   a) Bestimmen Sie die Masse des Asteroiden Ida.
   b) Ida hat einen mittleren Durchmesser von 31,4 km.
   Bestimmen Sie die mittlere Fallbeschleunigung auf Idas Oberfläche.
   Welche Gewichtskraft hätte damit eine Sonde der Masse 100kg auf Idas Oberfläche?

4. Eine Sonde soll von der Erde aus auf einer Hohmannbahn zum Mars fliegen (siehe Bild).
   (Erd- und Marsbahn um die Sonne dürfen als kreisförmig betrachtet werden.)
   Zunächst befinde sich die Sonde auf einer kreisförmigen, geostationären Umlaufbahn um die Erde.



(Abbildung nicht maßstabsgetreu!)

   a) Bestimmen Sie die große Halbachse der Hohmannbahn und geben Sie die zugehörige numerische Exzentrizität an.
   (Teilergebnis: $a = 1{,}89 \cdot 10^8$ km)
   b) Wie lange dauert der Flug der Sonde von der Erde zum Mars? Bestimmen Sie die Geschwindigkeit, mit der die Sonde beim Mars ankommt.
   c) Peter behauptet, dass die Ankunft der Sonde von der Erde aus gut beobachtet werden kann, da sich dann Mars nahezu in Opposition zur Sonne befindet.
   Prüfen Sie Peters Behauptung, indem Sie den Winkel „Erde – Sonne – Mars“ zum Zeitpunkt der Ankunft ermitteln. (Eine beschriftete Zeichnung ist hilfreich!)

$$\text{Daten: } M_{Sonne} = 1{,}99 \cdot 10^{30} \text{ kg} \ ; \ M_{Erde} = 5{,}98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \ ; \ M_{Mars} = 0{,}107 \cdot M_{Erde}$$

Aufgabe	1	2a	b	3a	b	4a	b	c	Summe
Punkte	6	5	2	4	5	3	6	3	34

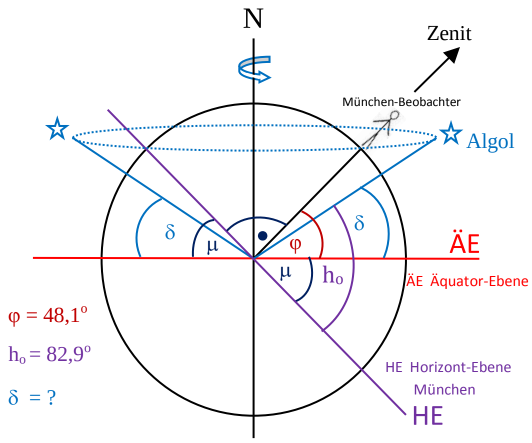
Gutes Gelingen! G.R.

Q12 * Astrophysik ph 2 * 1. Klausur am 14.11.2017 * Lösung

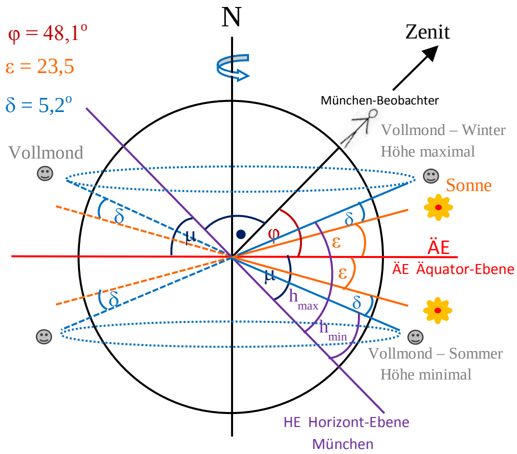
1. Für die Kulminationshöhe h_o gilt:

$$h_o = \delta + \mu = \delta + 90^\circ - \varphi \;\Rightarrow$$
$$\delta = h_o - 90^\circ + \varphi = 82,9^\circ - 90^\circ + 48,1^\circ = 41,0^\circ$$
$$\mu = 90^\circ - \varphi = 90^\circ + 48,1^\circ = 41,9^\circ > 41,0^\circ = \delta$$

also $\mu > \delta$ und damit ist Algol für München nicht zirkumpolar.



2.



a) $h_{max} = \mu + \varepsilon + \delta = (90^\circ - \varphi) + \varepsilon + \delta =$
$(90^\circ - 48,1^\circ) + 23,5^\circ + 5,2^\circ = 70,6^\circ$

$h_{min} = \mu - \varepsilon - \delta = (90^\circ - \varphi) - \varepsilon - \delta =$
$(90^\circ - 48,1^\circ) - 23,5^\circ - 5,2^\circ = 13,2^\circ$

b) Die maximale Kulminationshöhe des Mondes hat kann man nur im Winter erwarten.

3.a) $m_{Dactyl}\cdot\omega^2\cdot a = G\cdot\frac{m_{Dactyl}\cdot M_{Ida}}{a^2}$ und $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $\Rightarrow$

$$M_{Ida} = \frac{4\pi^2}{G}\cdot\frac{a^3}{T^2} = \frac{4\pi^2}{6,67\cdot10^{-11}\,\frac{m^3}{kg\cdot s^2}}\cdot\frac{(108\,000\,m)^3}{(37\cdot3600\,s)^2} = 4,2\cdot10^{16}\,kg$$

b) $m\cdot g_{Ida} = G\cdot\frac{m\cdot M_{Ida}}{R_{Ida}^2} \Rightarrow g_{Ida} = G\cdot\frac{M_{Ida}}{R_{Ida}^2} = 6,67\cdot10^{-11}\,\frac{m^3}{kg\cdot s^2}\cdot\frac{4,2\cdot10^{16}\,kg}{(31400m:2)^2} = 0,011\,\frac{m}{s^2}$

$m_{Sonde} = 100\,kg \Rightarrow F_{G,Sonde} = 100\,kg\cdot0,011\,\frac{m}{s^2} = 1,1\,N$

4. a) $a = (1,52\,AE + 1,00\,AE) : 2 = 1,26\,AE = 1,26\cdot150\cdot10^9\,m = 1,89\cdot10^{11}\,m$

$a + e = 1,52\,AE \Rightarrow e = 1,52\,AE - 1,26\,AE = 0,26\,AE$ und $\varepsilon = \frac{e}{a} = \frac{0,26}{1,26} = 0,21$

b) $T_{Flug} = \frac{1}{2}\cdot T_{Hohmann}$ und $\frac{T_H^{\,2}}{a_H^{\,3}} = \frac{T_{Erde}^{\,2}}{a_{Erde}^{\,3}} \Rightarrow T_{Flug} = \frac{1}{2}\cdot T_E\cdot\sqrt{(\frac{a_H}{a_E})^3} = \frac{1}{2}\cdot 1a\cdot\sqrt{1,26^3} = 0,71a$

$$v_{Ankunft} = \sqrt{G\cdot M_{Sonne}\cdot(\frac{2}{r_{Ankunft}} - \frac{1}{a_H})} = \sqrt{G\cdot M_{Sonne}\cdot(\frac{2}{1,52\,AE} - \frac{1}{1,26\,AE})} =$$

$$\sqrt{6,67\cdot10^{-11}\,\frac{m^3}{kg\cdot s^2}\cdot2,0\cdot10^{30}\,kg\cdot(\frac{2}{1,52} - \frac{1}{1,26})\cdot\frac{1}{150\cdot10^9\,m}} = 21,5\cdot10^3\,\frac{m}{s}$$

4. b) Da die Sonde 0,71 Jahre unterwegs ist, legt die Erde in dieser Zeit 71% ihrer Kreisbahn um die Sonne zurück.

$\varphi = 0,71 \cdot 360^{\circ} \approx 256^{\circ}$

Peters Behauptung stimmt nur annähernd, denn die Oppositionsstellung liegt bereits einige Zeit zurück.

Für den Winkel λ „Erde – Sonne – Mars“ gilt

$\lambda = \varphi - 180^{\circ} = 256^{\circ} - 180^{\circ} = 76^{\circ}$