Q12 * Astrophysik * Klausur am 22.12.2010

1. Astronomische Koordinatensysteme
   Der Hauptstern Capella im Sternbild Fuhrmann kulminiert am 10. Dezember um Mitternacht.
   Für die Beobachtungsdaten von Capella findet man folgende Daten:
   Deklination: 46^o Rektaszension: 5h 17min
   Peter beobachtet diese Kulmination von München (geographische Breite: 48^o nördlich) aus.

a) Bestimmen Sie mit Hilfe einer Skizze die Kulminationshöhe (über dem Horizont), mit der für Peter der Stern Capella kulminiert.

b) Zeigen Sie mit Hilfe der Skizze, dass Capella für Beobachter in München ein zirkumpolarer Stern ist. Bestimmen Sie die minimale Höhe von Capella über dem Horizont für einen Beobachter in München.

2. Planetensystem
   In unserem Sonnensystem unterscheidet man zwischen erdähnlichen und jupiterähnlichen Planeten. Ordnen Sie die Planeten unseres Sonnensystems den beiden Gruppen zu und nennen Sie drei wesentliche Merkmale, in denen sich die Planeten der beiden Gruppen unterscheiden.

3. Kepler-Gesetze
   Der Komet Tempel 1 bewegt sich auf einer Ellipsenbahn um die Sonne. Seine siderische Umlaufdauer beträgt 5,52 Jahre und er nähert sich der Sonne bis auf 1,51 AE.
   a) Bestimmen Sie die große Halbachse a der Ellipsenbahn von Tempel 1 und den größten Abstand (Apheldistanz) des Kometen von der Sonne.
      [Teilergebnis: a = 3,12 AE]
   b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Kometen im Perihel in km/s.
      Um wie viel Prozent ist die Geschwindigkeit im Perihel größer als im Aphel?

4. Jupiter und sein Mond Kallisto
   Jupiter umrundet die Sonne auf einer nahezu kreisförmigen Bahn mit dem Radius 5,2 AE in 11,86 Jahren (siderische Umlaufdauer).
   Zum Zeitpunkt der Opposition erscheint der Durchmesser Jupiters von der Erde aus beobachtet unter einem Winkel von 46´´. (Hinweis: 1 Bogensekunde = $1'' = 1^o / 3600$)
   a) Bestimmen Sie aus den gegebenen Daten den Durchmesser Jupiters in km!
      [Ergebnis: $d_{Jup} = 2R_{Jup} = 1,4 \cdot 10^5$ km]

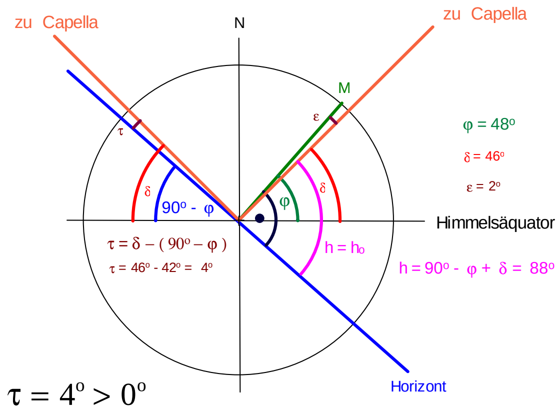
   Der Galileische Mond Kallisto umrundet den Planeten Jupiter in 16,7 Tagen auf einer Kreisbahn mit dem Radius $1,88 \cdot 10^6$ km.
   b) Bestimmen Sie aus diesen Daten die Masse des Planeten Jupiter!
      [Ergebnis: $1,9 \cdot 10^{27}$ kg]
   c) Bestimmen Sie nun die Fallbeschleunigung an der Oberfläche des Planeten Jupiter!

Angaben: $G = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$; $M_{Sonne} = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg ; $1 AE = 1,50 \cdot 10^{11}$ m

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

Gutes Gelingen! G.R.

Q12 * Astrophysik * Klausur am 22.12.2010 * Lösungen



1. a) Kulminationshöhe h von Capella:

   $h = 90^o - \varphi + \delta = 90^o - 48^o + 46^o = 88^o$

   Capella kulminiert also fast im Zenit.

   b) Die untere Kulmination von Capella liegt $\tau = 4^o$ über dem Horizont, also ist Capella damit zirkumpolar, d.h. Capella geht nie unter.

   Minimale Höhe von Capella über dem Horizont: $\tau = 4^o > 0^o$

2. Erdähnliche Planeten:
   Merkur, Venus, Erde, Mars

   feste Oberfläche; bestehen aus Gestein, Eisen; relativ kleine Durchmesser; höchstens 2 Monde; Sonnenabstand $\leq$ 1 AE

   Jupiterähnliche Planeten:
   Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun

   ohne feste Oberfläche; Gasplaneten; relativ große Durchmesser; viele Monde; Sonnenabstand $\geq$ 5 AE

3. a) $$\frac{T_T^{\,2}}{a_T^{\,3}} = \frac{T_{Erde}^{\,2}}{a_{Erde}^{\,3}} \quad\Rightarrow\quad a_T = a_{Erde}\cdot\sqrt[3]{\frac{T_T^{\,2}}{T_E^{\,2}}} = 1\,AE\cdot\sqrt[3]{\frac{(5{,}52)^2}{(1a)^2}} = 3{,}12\,AE$$

   $$r_{Perihel} = a - e \quad\Rightarrow\quad e = a - r_{Perihel} = (3{,}12 - 1{,}51)\,AE = 1{,}61\,AE$$

   $$r_{Aphel} = a + e = (3{,}12 + 1{,}61)\,AE = 4{,}73\,AE$$

   b) $$v(r_{Perihel}) = \sqrt{M\cdot G\cdot\left(\frac{2}{r_{Perihel}} - \frac{1}{a}\right)} =$$

   $$\sqrt{1{,}99\cdot10^{30}\,kg\cdot 6{,}673\cdot10^{-11}\,\frac{m^3}{kg\cdot s^2}\cdot\left(\frac{2}{1{,}51} - \frac{1}{3{,}12}\right)\cdot\frac{1}{1{,}50\cdot10^{11}\,m}} = 29{,}8\,\frac{km}{s}$$

   $$\frac{v_{Perihel}}{v_{Aphel}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{2}{1{,}51} - \frac{1}{3{,}12}\right)}{\left(\frac{2}{4{,}73} - \frac{1}{3{,}12}\right)}} = 3{,}13$$

   Im Perihel ist die Geschwindigkeit um 213% größer.

4. a) Abstand Erde-Jupiter zum Zeitpunkt der Opposition: $x = 5{,}2AE - 1AE = 4{,}2AE$

   $$\tan\left(\frac{1}{2}\cdot\varphi\right) = \frac{R_{Jup}}{x} \quad\Rightarrow\quad d_{Jup} = 2\cdot R_{Jup} = 2x\cdot\tan\left(\frac{1}{2}\cdot\varphi\right) =$$

   $$2\cdot 4{,}2\cdot 1{,}50\cdot10^{11}\,m\cdot\tan\left(\frac{46^o}{2\cdot3600}\right) = 1{,}4\cdot10^{8}\,m = 1{,}4\cdot10^{5}\,km$$

   b) $$F_Z = F_G \quad\Rightarrow\quad \frac{m_K\cdot(2\pi)^2\cdot r_K}{T_K^{\,2}} = G\cdot\frac{m_K\cdot M_{Jup}}{r_K^{\,2}} \quad\Rightarrow\quad M_{Jup} = \frac{(2\pi)^2\cdot r_K^{\,3}}{G\cdot T_K^{\,2}} =$$

   $$\frac{4\cdot\pi^2\cdot\left(1{,}88\cdot10^{9}\,m\right)^3}{6{,}673\cdot10^{-11}\,\frac{m^3}{kg\cdot s^2}\cdot(16{,}7\cdot24\cdot3600s)^2} = 1{,}9\cdot10^{27}\,kg$$

   c) $$m\cdot g_{Jupiter} = G\cdot\frac{m\cdot M_J}{R_J^{\,2}} \quad\Rightarrow\quad g_J = \frac{G\cdot M_J}{R_J^{\,2}} = \frac{6{,}673\cdot10^{-11}\cdot1{,}9\cdot10^{27}}{(0{,}70\cdot10^{8})^2}\,\frac{m}{s^2} = 26\,\frac{m}{s^2}$$