

Übungsblatt 4

(Ausgabe 20.11.2014, Abgabe 1.12.2014)

1. Aufgabe Planeten-Opposition (1 Punkt)

Der Zeitraum zwischen zwei Oppositionen eines Planeten beträgt 398.9 d. Berechnen Sie die siderische Umlaufzeit des Planeten. Um welchen Planeten handelt es sich?

2. Aufgabe Mission zum Mars (7 Punkte)

Es soll ein bemannte/befraute Mission zum Mars projiziert werden. Dafür muss eine Rakete von der Erde zum Mars fliegen und dort ein Shuttle aussetzen, welches auf dem Mars landet und von dort auch wieder startet.

- (a) Welche Geschwindigkeit muss das Mars-Shuttle erreichen, um von der Marsoberfläche in eine Umlaufbahn um den Mars zu kommen? (1 Punkt)
- (b) Der Geschwindigkeitszuwachs von v_0 auf v_e einer Rakete durch Massenausstoß ($m_0 - m_e$) mit einer Ausströmgeschwindigkeit c wird durch die Raketengleichung (Ziolkovski 1903) beschrieben:

$$v_e = v_0 + c \ln \frac{m_0}{m_e} \quad (1)$$

Leiten Sie die Gleichung aus dem Impulserhaltungssatz her. (2 Punkte)

- (c) Die Ausströmgeschwindigkeit c einer chemischen Rakete ist durch die Schmelztemperatur des Materials der Brennkammer (ca. 4500 K) und das Molekulargewicht des ausströmenden Materials (z.B. Knallgas: $m_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ u}$) limitiert. Wie groß ist c in diesem Fall? (1 Punkt)
- (d) Für einen realen Raketenstart müssen Sie Gl. (1) noch um die Gravitationsanziehung korrigieren. Überlegen Sie desweiteren, warum sich Weltraumbahnhöfe in der Nähe des Äquators befinden und berechnen und berücksichtigen Sie in Gl. (1) den entsprechenden Effekt. (2 Punkte)
- (e) Berechnen Sie mithilfe von Gl. (1) die Startmasse m_0 des Mars-Shuttles - welche also folglich zum Mars gebracht werden müsste - unter der Annahme, dass die Leermasse m_e des Shuttles nach Erreichen eines Marsorbits etwa $5 t$ beträgt. (1 Punkt)

3. Aufgabe Kometenlandung (5 Punkte)

Am 12. November 2014 landete zum ersten Mal eine von Menschen gebaute Sonde (Philae) auf einem Kometen (67P/Churyumov-Gerasimenko). Unter der Annahme, dass der Komet in grober Näherung eine Kugel mit Radius 2 km ist und die mittlere Dichte von 0.4 g/cm^3 hat, berechnen Sie:

- (a) Wie groß ist die Schwerebeschleunigung an der Oberfläche? Wieviel wiegt also dort der Lander Philae ($m_{\text{philae}} = 100 \text{ kg}$) d.h. welcher Masse entspricht dies auf der Erde? (1 Punkt)
- (b) Wie groß ist die Entweichgeschwindigkeit von der Oberfläche? Angenommen, Sie könnten dort als Astronaut so schnell rennen wie auf der Erde: Was würde geschehen? (2 Punkt)

- (c) Wie lange dauert eine Umkreisung des Kometen auf einer engen Umlaufbahn gemäß dem dritten keplerschen Gesetz? Drücken Sie die Umlaufzeit in einer niedrigen Umlaufbahn durch seine mittlere Dichte aus! (2 Punkt)
Hinweis: Erinnern Sie sich an Aufgabe 3 von Übungsblatt 3!