Prof. D. Stoffer D-MAVT ETHZ, Winter 2009

Orbital Dynamics - Prüfung

Bitte ausfüllen!

Name:	
Vorname:	
Legi-Nummer:	

Bitte nicht ausfüllen!

Aufgabe	Punkte	Kontrolle
1		
2		
3		
4		
5		
Total		

Vollständigkeit	

Hinweise zur Prüfung

Prüfungsdauer: 90 Minuten.

Hilfsmittel: Taschenrechner, an der Prüfung verteilte Formelsammlung.

Alle Aufgaben haben dasselbe Notengewicht.

Bitte beachten Sie folgende Punkte:

- Tragen Sie **jetzt** Ihren Namen und Legi-Nummer im Deckblatt ein.
- Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt, und geben Sie auf jedem Blatt Ihren Namen an.
- Begründen Sie Ihre Lösungen. Wenn Sie Formeln aus der Formelsammlung benutzen, dann geben Sie die Formelnummer an.
- Schreiben Sie nicht mit Bleistift, rotem oder grünem Kugelschreiber.

Viel Erfolg!

Aufgabe 1

Ein Satellit A befindet sich auf einer Keplerbahn mit Perigäumsdistanz $r_p = 6900\,\mathrm{km}$ und Exzentrizität $e = 0.25$. Berechnen Sie

(a) die Apogäumsdistanz.

(b) die Umlaufzeit.

(c) den Radius der Kreisbahn eines Satelliten B mit der gleichen Umlaufzeit.

Aufgabe 2

Zur Zeit $t = 0$ befindet sich ein Satellit A im Perigäum einer Ellipsenbahn mit grosser Halbachse a und Exzentrizität e. Ein Satellit B bewegt sich in der gleichen Ebene auf einer Kreisbahn mit gleichem Umlaufsinn und gleicher Umlaufzeit. Zur Zeit $t = 0$ befinden sich beide Satelliten auf der positiven x-Achse (d.h. $\vartheta = 0$).

(a) Bestimmen Sie für den Satelliten A die Geschwindigkeitskomponente $v_\perp$ in Abhängigkeit von a, e und ϑ.

(b) Bestimmen Sie $\vartheta = \vartheta_0$ für welches die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\vartheta} = \frac{v_\perp}{r}$ des Satelliten A gleich der Winkelgeschwindigkeit des Satelliten B ist.

(c) Setzen Sie $a = 10000\,\mathrm{km}$, $e = 0.30$. Bestimmen Sie ϑ_0. Bestimmen Sie die Zeiten t_A, t_B für welche die Satelliten A und B die wahre Anomalie ϑ_0 haben.

Bitte wenden!

Aufgabe 3

Ein Bastler konstruiert aus einer 2 l Petflasche eine Luftdruck-Wasser-Rakete, welche senkrecht vom Erdboden aufsteigen soll. Da nur $\frac{1}{4}l$ Wasser in die Flasche gefüllt wird, nehmen wir der Einfachheit halber an, dass der Luftdruck und damit die Austrittsgeschwindigkeit ($c = 40 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$) des Wassers konstant sind. Die leere Rakete hat eine Masse von 150 Gramm. Die Antriebsphase der Rakete dauert $T = 1.6\,\mathrm{s}$ bis zur vollständigen Entleerung. Berechnen Sie unter Vernachlässigung des Luftwiderstandes

(a) die Geschwindigkeit $v(t)$ der Rakete für $t = \frac{T}{2}$ und $t = T$.

(b) eine Approximation der erreichten Höhe $h(T)$ (am Ende der Antriebsphase) mit Hilfe der Keplerschen Fassregel

$$h(T) \approx T \frac{v(0) + 4v(\frac{T}{2}) + v(T)}{6}$$

Aufgabe 4

Eine Sonde befindet sich auf einer Keplerellipse mit grosser Halbachse a und Exzentrizität $e = 0.4$. Ein Bahnmanöver mit zwei Geschwindigkeitsimpulsen, welches im Apozentrum beginnt, soll die Sonde in eine Umlaufbahn mit gleicher Umlaufzeit und Exzentrizität $e = 0.2$ bringen.

(a) Bestimmen Sie den Antriebsbedarf für das Bahnmanöver.

(b) Wie lange dauert das Manöver, wenn die Umlaufzeit der Sonde 4 Stunden beträgt?

Aufgabe 5

Untersuchen Sie einen Mars-Erde Hohmannübergang mit der Methode der zusammengesetzten Kegelschnitte (Planeten auf koplanaren Kreisbahnen).

(a) Bestimmen Sie den Antriebsbedarf des ersten Impulses, wenn sich zu Beginn die Raumfähre auf einer Kreisbahn mit Höhe 350 km befindet.

(b) Bestimmen Sie den Startpunkt des Manövers auf der Marsumlaufbahn (d.h. den Winkel $\frac{\delta}{2}$). Machen Sie eine Zeichnung dazu.