Universität des Saarlandes
Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät II
Physik und Mechatronik

Fachrichtung 7.1–Theoretische Physik
Dr. Harald O. Jeschke
Gebäude E 2 6, Zi. 4.21
Tel. (0681) 302 57409

Saarbrücken, 15.11.2007

Übungen zur Theoretischen Physik I, WS 2007/08

4.Übung

(Abgabe Donnerstag, 22.11.2007 in der Vorlesung)

Aufgabe 12 (15 Punkte)
Raumflug
Vom Mars (Masse $M_M \approx 6,4 \cdot 10^{23}$kg, Radius $R_M \approx 3400$ km) wird ein Raumfahrzeug mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 unter einem Winkel β zur Vertikalen gestartet.

a) Bestimmen Sie die Fluchtgeschwindigkeit v_F von der Marsoberfläche.

b) Auf welchen Radius müsste man die Marsmasse komprimieren, damit $v_F = c$ wird? (c: Lichtgeschwindigkeit)

c) Welche Startgeschwindigkeit $v_0 < v_F$ ist notwendig, damit das Raumfahrzeug den maximalen Abstand r_1 zum Planetenzentrum erreicht? Welche Form hat die Bahnkurve? Fertigen Sie eine qualitative Skizze an.

d) Welche Geschwindigkeit v_1 hat das Fahrzeug am höchsten Punkt der Flugbahn?

e) Unter welchem Winkel β' kehrt es ohne weiteren Antrieb auf die Planetenoberfläche zurück?

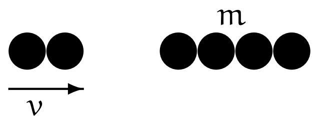
f) Um das Raumschiff in einen Orbit zu bringen, werden die Triebwerke am höchsten Punkt $r = r_1$ der Bahn kurz gezündet. Dadurch erhält es eine zusätzliche tangentiale Geschwindigkeit Δv_1. Auf welchen Wert muss die Gesamtenergie E anwachsen, damit der minimale Bahnradius r_1 und der maximale r_2 beträgt?

g) Geben Sie für diesen Orbit den Betrag der Bahngeschwindigkeit als Funktion vom Radius r an.

h) Wie groß ist also Δv_1?

i) Um den Rückflug einzuleiten, werden am Punkt $r = r_2$ die Bremstriebwerke kurz gezündet, so dass die Bahngeschwindigkeit instantan (d.h. in vernachlässigbar kurzer Zeit) um Δv abnimmt. Wie muss man Δv wählen, damit das Raumfahrzeug wieder sanft (d.h. ohne vertikale Bewegungskomponente) auf der Oberfläche aufsetzt?

Aufgabe 13 (10 Punkte)
elastischer Stoß
n gleiche Massen m liegen auf einer Linie nebeneinander.

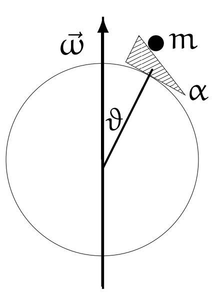


a) Von links stoßen zwei gleiche Massen m mit der Geschwindigkeit v gegen die Kette. Nehmen Sie einen vollkommen elastischen Stoß an und zeigen Sie, dass Energie- und Impulssatz nicht beide zu erfüllen sind, wenn rechts nur eine Masse oder zwei Massen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten wegfliegen

b) Nehmen Sie nun an, dass die letzte Masse (rechts) der Kette $m_1 < m$ betrage und von links eine Masse m mit der Geschwindigkeit v' elastisch gegen die Kette stoße. Zeigen Sie, dass es nicht möglich ist, dass rechts nur m_1 alleine wegfliegt. Angenommen, es fliegen rechts genau zwei Massen m_1, m weg. Welches sind dann ihre Geschwindigkeiten?

c) Was passiert, wenn die letzte Masse der Kette $m_2 > m$ ist und von links eine Masse m mit der Geschwindigkeit v' an die Kette stößt? Mit welcher Geschwindigkeit fliegt m_2 weg? Was passiert, wenn m_2 sehr groß wird?

Aufgabe 14 (10 Punkte)



Eine schiefe Ebene vom Neigungswinkel α wird an einem Punkt der Oberfläche der Nordhalbkugel mit der geographischen Breite $90° - \vartheta$ mit Gefälle in Richtung Süden aufgestellt. Ein Massenpunkt m starte aus der Ruhe heraus in einem Abstand L vom unteren Ende und gleite reibungsfrei herab. Zeigen Sie, dass er das untere Ende nach der Zeit

$$T = \sqrt{\frac{2L}{g \sin\alpha}}$$

mit der Geschwindigkeit $v = \sqrt{2Lg\sin\alpha}$ erreicht und dass er dann eine Westabweichung von

$$\Delta x = \frac{2}{3}\, L\, T \cos(\alpha + \vartheta)$$

besitzt. Wie groß ist der Effekt in Saarbrücken ($\approx 49°$N) bei einem Brett der Länge $L = 1$m und der Neigung $\alpha = 45°$?

Hinweis: Betrachten Sie ω als kleine Größe und vernachlässigen Sie Terme $O(\omega^2)$. Die Begriffe Nord- und Südpol sind bezüglich der Drehachse zu verstehen.