
Probeklausur zur Experimentalphysik 1

Prof. Dr. M. Rief

Wintersemester 2009/10

12.1.2010

Aufgabe 1: (6 Punkte)

- (a) Berechnen Sie die Masse der Erde aus dem bekannten Wert g der Gravitationsbeschleunigung an der Erdoberfläche.
- (b) Berechnen Sie die Masse der Sonne aus dem Abstand $150 \cdot 10^6$ km zwischen Sonne und Erde sowie der Umlaufzeit der Erde um die Sonne.
- (c) Berechnen Sie den Abstand zwischen Sonne und Jupiter aus der Länge eines Jupiterjahres, nämlich 11.86 Erdjahre.

Hinweise: Die Newtonsche Gravitationskonstante hat den Wert $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$. Der Erdradius ist 6370 km. Nehmen Sie alle Planetenbahnen als kreisförmig an.

Aufgabe 2: (6 Punkte)

Eine Punktmasse m befindet sich am Ende eines masselosen Seils und kreist mit der Geschwindigkeit v_1 um den Ursprung, wo das Seil befestigt ist. Nun wird durch Anziehen des Seils (z.B. mittels einer Winde im Ursprung) der Radius der Kreisbahn im Zeitraum $t = 0$ bis T linear von r_1 auf r_2 verkleinert.

- (a) Bestimmen Sie die Bahnkurve der Masse in Polarkoordinaten für $0 < t < T$ und $\varphi(0) = 0$.
- (b) Wie groß ist die Seilkraft in diesem Zeitintervall?

Hinweis: In Polarkoordinaten gilt $\mathbf{a} = (\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2)\mathbf{e}_r + (r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi})\mathbf{e}_\varphi$.

Aufgabe 3: (6 Punkte)

In einem Eisenbahnwagen, der sich auf einer geraden Strecke mit 5 m/s bewegt, findet ein Frontalzusammenstoß zwischen einer 100-g-Masse (Geschwindigkeit 1 m/s in Zugrichtung) und einer 50-g-Masse (Geschwindigkeit 5 m/s entgegen der Zugrichtung) statt. Beide Geschwindigkeiten sind relativ zum Zug gemessen. Nach dem Stoß ruht die 50-g-Masse im Bezugssystem des Zuges.

- (a) Welche Geschwindigkeit hat die 100-g-Masse nach dem Stoß bezüglich des Zugsystems?
- (b) Wieviel kinetische Energie wurde in Wärme umgewandelt?

Betrachten Sie den Zusammenstoß nun vom Standpunkt eines Beobachters, der neben den Schienen steht.

- (c) Prüfen Sie, ob der Impuls vom Bezugssystem dieses Beobachters aus gesehen erhalten ist.
- (d) Berechnen Sie, wieviel kinetische Energie vom Bezugssystem dieses Beobachters aus gesehen verlorengeht.

Aufgabe 4: (3 Punkte)

Ein Professor und ein Student stehen sich im Hörsaal auf Wagen der Massen M_P und M_S gegenüber. Ihr Abstand ist zunächst d_0 . Der Student hält ein Ende eines Seils fest, der Professor zieht am anderen Ende kräftig an. Die Wagen prallen im Abstand d vom Startpunkt des Professors aufeinander. Berechnen Sie die Masse m_P des Professors, wenn die Masse des Studenten $m_S = 75 \text{ kg}$, der Anfangsabstand $d_0 = 30 \text{ m}$, $d = 10 \text{ m}$, $M_P = 100 \text{ kg}$ und $M_S = 25 \text{ kg}$ beträgt. Vernachlässigen Sie die Ausdehnung der Wagen und die Reibung.

Aufgabe 5: (6 Punkte)

Die innere potentielle Energie eines 2atomigen Moleküls wird durch das Morse-Potential

$$V(r) = E_0 \left((1 - e^{-a(r-r_0)})^2 - 1 \right)$$

näherungsweise beschrieben, wobei r den Abstand der beiden Atome bezeichnet.

- (a) Skizzieren Sie den Verlauf von $V(r)$. Welche Bedeutung hat r_0 für das Potential $V(r)$?
- (b) Entwickeln Sie $V(r)$ um r_0 bis zur quadratischen Ordnung in $r - r_0 =: \rho$ und verwenden Sie das Resultat, um die Frequenz kleiner Schwingungen der Atome um ihren Gleichgewichtsabstand r_0 zu bestimmen.

Hinweis: Die beiden Atome sollen dieselbe Masse m haben. In diesem Fall ist die Bewegungsgleichung für ρ gegeben durch die Bewegung der *halben* Masse $\frac{m}{2}$ im quadratisch genäherten Potential. Dadurch wird effektiv berücksichtigt, dass sich *beide* Atome bewegen.

Aufgabe 6: (8 Punkte)

Der Astronaut A startet zur Erdzeit $t = 0$ zu einer Reise zum nächstgelegenen Stern Alpha Centauri (Entfernung 4.3 Lichtjahre) mit der Geschwindigkeit $0.5c$. Ein Jahr später startet Astronaut B mit der Geschwindigkeit $0.6c$ zum gleichen Ziel.

- (a) Zeichnen Sie ein (sauberes!) Minkowski-Diagramm, das die Situation im gemeinsamen Ruhesystem von Erde und Alpha Centauri darstellt.
- (b) Wo und wann erreicht B seinen Kollegen, betrachtet vom Bezugssystem der Erde aus?
- (c) Berechnen Sie mit Hilfe der Lorentz-Transformation, welche Zeit inzwischen auf der Uhr von A verstrichen ist.
- (d) Welche Zeit vergeht für B zwischen seinem Abflug und seiner Ankunft bei Alpha Centauri?

Aufgabe 7: (5 Punkte)

Ein Zylinder mit dem Radius R , der Masse M und dem Trägheitsmoment $I = \frac{1}{2}MR^2$ ist raumfest so gelagert, dass er um seine horizontal liegende Symmetrieachse rotieren und sich ansonsten nicht bewegen kann. Eine Schnur wird um den Zylinder gewickelt und die Masse m angehängt. Bestimmen Sie die lineare Beschleunigung der angehängten Masse, die Winkelbeschleunigung des Zylinders, die Spannung in der Schnur sowie die vertikale Kraft, die den Zylinder trägt.