

Physik 1: Mechanik und Thermodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Wintersemester 2014/15,
Dr. M. zur Nedden / Prof. Dr. S. Kowarik (VL),
Dr. A. Nikiforov, A. Stasik, L. Pithan, M. Kerber und G. Hoffmann (UE)

Übungsblatt 5

Ausgabe: Do, 13. November 2014 in der Vorlesung oder online

Rückgabe: Do, 20. November 2014 vor Beginn der Vorlesung, 11.15 h

Aufgabe 1: Drehimpuls zweier Massenpunkte (35 %)

Betrachten Sie das System von zwei Massenpunkten m_1 und m_2 mit den Koordinaten \vec{r}_1 und \vec{r}_2 wie in der Vorlesung besprochen.

1. Skizzieren Sie das System und führen Sie den Schwerpunktsvektor \vec{R} sowie die Relativkoordinate \vec{r} ein.
2. Zeigen Sie, dass der Drehimpuls des Systems in die Komponenten des Schwerpunktes \vec{L}_S sowie der Relativkoordinate \vec{L}_r ($\vec{L} = \vec{L}_S + \vec{L}_r$) zerfällt. Drücken Sie \vec{L}_S und \vec{L}_r durch die Gesamtmasse M sowie durch die reduzierte Masse μ aus.

Aufgabe 2: Ballistisches Pendel (35 %)

In der Vorlesung wurde das Experiment des ballistischen Pendels gezeigt: mit einem Luftgewehr wurde auf ein ballistisches Pendel geschossen. Damit kann man die Geschwindigkeit des Geschosses ermitteln. Betrachten Sie ein Pendel der Länge $L = 6.1$ m und einer Masse von $M = 295$ g. Das Projektil habe eine Masse von $m = 0.52$ g. Sie messen eine Auslenkung von $d = 25$ cm.

1. Ermitteln Sie die Geschwindigkeit des Projektils.
2. Das Experiment habe eine Messunsicherheit der Auslenkung von $\Delta d = \pm 1$ cm. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Projektils für die Extremwerte $d = 24$ cm/26 cm.
3. In der Vorlesung wurde die Annahme gemacht, dass $L \gg d$ sei. Wie sehr ändert sich Ihr Resultat, wenn Sie diese Annahme nicht machen?
4. Berechnen Sie, wie viel Energie im Pendel in Wärme umgewandelt wird. Berechnen Sie dies über die Energieerhaltung.
5. Um ein Kilogramm Wasser um ein Grad zu erwärmen, braucht man 4.18 kJ. Berechnen Sie, um wieviel sich das Pendel erwärmte, wäre es aus Wasser.

Aufgabe 3: Loopingbahn (30 %)

In der Vorlesung wurde das Experiment des Pendels gezeigt, das sich um einen Nagel wickelt, sofern es genügend kinetische Energie besitzt (Galilei-Pendel mit Nagel).

Betrachten Sie ein Experiment, bei dem eine Masse m an einer Schnur der Länge L befestigt sei. Diese Masse werde bei gespannter Schnur in horizontaler Lage zum Aufhängepunkt losgelassen (Zeitpunkt $t_0 = 0$ und $v(t_0) = v_0 = 0$). Vertikal unter dem Aufhängepunkt befinde sich ein Nagel im Abstand d .

1. Skizzieren Sie das Experiment und zeichnen Sie alle Kräfte ein (a) für die Ausgangslage, (b) für den tiefsten Punkt der Bewegung sowie (c) wenn sich die Masse auf dem höchsten Punkt bei der Drehung um den Nagel befindet.
2. Wie groß muss d in Abhängigkeit von L sein, damit die Masse mindestens einmal mit gespanntem Seil um den Nagel herumschwingt?
3. Bonus von 10 %: Bauen Sie das Experiment nach und überprüfen Sie das Resultat!