

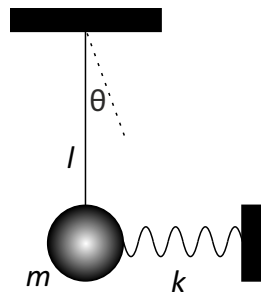
Rechenübungen zur Experimentalphysik I

Aufgabenblatt 11 (Besprechung: ab 2022-01-26)

Aufgabe 1: Faden- & Federpendel

Ein gekoppeltes Faden- und Federpendel bestehe aus einem Pendelkörper der Masse m , der an einem Faden der Länge l aufgehängt ist. Der Pendelkörper ist zusätzlich an einer horizontalen Feder mit der Federkonstante k befestigt. Die Aufhängungen von Faden und Feder sind fest. Wenn der Pendelkörper direkt unter der Aufhängung des Fadens ist, befindet sich die Feder in ihrer Gleichgewichtslage.

- Leiten Sie einen Ausdruck für die Schwingungsdauer dieses Systems bei kleinen Auslenkungen her. Für kleine Winkel gilt $\tan(\theta) \approx \theta$.
- Die Masse des Pendelkörpers sei $m = 1 \text{ kg}$ und l so gewählt, dass die Schwingungsdauer ohne die Feder 2 s beträgt. Wie groß ist die Federkonstante k , wenn die Schwingungsdauer 1 s beträgt?



Aufgabe 2: Akustischer und optischer Doppler-Effekt

In Deutschland sind Krankenwagen mit einem akustischen Folgetonhorn ausgestattet, das zwei Töne im Abstand einer Quarte aussendet. Typische Töne sind a' ($f = 440 \text{ Hz}$) und d'' ($f = 587 \text{ Hz}$).

Ein Krankenwagen, der sich auf einer Einsatzfahrt befindet (Folgetonhorn in Betrieb), bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h relativ zur ruhenden Luft auf einen ruhenden Beobachter zu.

- Geben Sie die Frequenzen an, die der Beobachter hört.
- Bestimmen Sie die Wellenlängen der beiden Töne im Bereich zwischen Quelle und Beobachter.

Als Christian Doppler von der Polizei wegen Überfahren einer roten Verkehrsampel ($\lambda = 650 \text{ nm}$) angehalten wird behauptet er, nicht bei Rot gefahren zu sein. Vielmehr sei die Ampel für ihn aufgrund des Doppler-Effekts grün ($\lambda = 550 \text{ nm}$) gewesen.

- c) Wie schnell müsste er auf die Verkehrsampel zufahren, damit sie für ihn grün erscheint?

Vernachlässigen Sie, dass bisher für Licht kein mechanisches Ausbreitungsmedium nachgewiesen werden konnte und rechnen Sie mit den Gleichungen des nichtrelativistischen Doppler-Effekts.

Aufgabe 3: Machscher Kegel

Moderne Düsenjäger sind meistens überschallschnell und erreichen Geschwindigkeiten von Mach 2. Sie verfolgen den Flug eines solchen Düsenjägers, der mit Mach 2 in einer Höhe von 5 km über Sie hinwegfliegt.

- a) Welchen Winkel bildet die Stoßwelle mit der Flugbahn des Düsenjägers?
b) In welcher horizontalen Entfernung von Ihnen befindet sich der Düsenjäger zu dem Zeitpunkt, in dem Sie die Stoßwelle hören?

Nehmen Sie an, dass der Düsenjäger Richtung und Höhe über dem Boden nicht ändert.

Der Neutrinodetektor Super-Kamiokande in Japan besteht aus einem Wassertank, der etwa so groß wie ein 14-stöckiges Gebäude ist. Wenn ein Neutrino mit einem Elektron der Wassermoleküle zusammenstößt, überträgt es den größten Teil seiner Energie auf das Elektron, das dann mit einer Geschwindigkeit durch das Wasser wegfliegt, die nur wenig unterhalb der Vakuumlichtgeschwindigkeit c , aber oberhalb der Lichtgeschwindigkeit in Wasser liegt. Dabei entsteht eine Stoßwelle, die von der Cerenkov-Strahlung herrührt und durch die das Neutrino indirekt nachgewiesen wird.

- c) Wie groß ist die Lichtgeschwindigkeit in Wasser, wenn der maximale Winkel des Cerenkov-Stoßwellenkegels $48,75^\circ$ beträgt?