

FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA
PHYSIKALISCH-ASTRONOMISCHE-FAKULTÄT



**FRIEDRICH-SCHILLER-
UNIVERSITÄT
JENA**

WINTERSEMESTER 2023/2024

Experimentalphysik 1

ALLE TUTORIUMSAUFGABEN

Dieses Dokument enthält alle Übungsaufgaben des Experimentalphysik I Tutoriums in kompakter Form nach den Kapiteln sortiert. Die Lösungen sind in den entsprechenden Abschnitten in den Tutoriumsaufzeichnungen dargestellt.

LaTeX-Satz und Design von Martin Beyer

1 Mechanik der Massepunkte

Fadenpendel

Ein Pendel besteht aus einem Pendelkörper der Masse m , der an einer masselosen Schnur der Länge $l = 1\text{ m}$ befestigt ist. Der ruhend an der senkrechten Schnur hängende Pendelkörper wird kurzzeitig so angestoßen, dass er eine horizontale Geschwindigkeit von $v_0 = \pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$ erhält. Wie groß ist zu diesem Zeitpunkt die wirkende Seilkraft? Bei welchem Winkel φ zur Vertikalen erreicht der Pendelkörper seinen höchsten Punkt? Wie groß ist dann die Zugkraft im Seil?

Schiefer elastischer Stoß

Ein Proton (Masse m_p) bewegt sich mit der Geschwindigkeit v und stößt völlig elastisch mit einem ruhenden Deuteron (Masse m_d) zusammen. Nach dem Stoß fliegt das Deuteron in eine Richtung, die einen Winkel $\varphi_d = 45^\circ$ gegen die Richtung von v hat.

- Bestimmen Sie den Ablenkwinkel φ_p des Protons.
- Bestimmen sie die Endgeschwindigkeiten u_p und u_d von Proton und Deuteron!

Ballistisches Pendel

Bis zu welcher Höhe schlägt ein ballistisches Pendel der Masse $M = 10\text{ kg}$ aus, wenn es von einem Geschoss der Masse $m = 0,1\text{ kg}$ und der Geschwindigkeit $v = 220 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ getroffen wird? Dabei bleibt das Geschoss in der Pendelmasse stecken.

Eisenbahnwagen

Ein oben offener leerer Eisenbahnwagen der Masse $m_0 = 12\text{ t}$ bewege sich reibungsfrei mit $v_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Während der Bewegung fällt aus einem ruhenden Greifbagger senkrecht von oben Sand mit der Masse $m_1 = 1\text{ t}$ in den Wagen. Wie groß ist die Geschwindigkeit des beladenen Wagens? Um welchen Betrag ändert sich die kinetische Energie des Wagens?

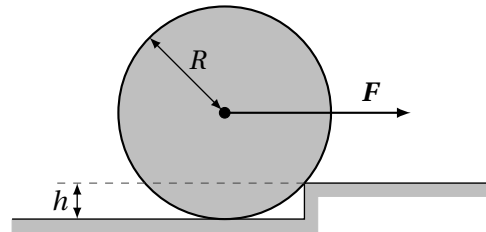
Schiefe Ebene mit Reibung

Auf einer um $\alpha = 30^\circ$ gegen die Horizontale geneigten Ebene bewegt sich eine Masse m aufwärts. Ihre Anfangsgeschwindigkeit sei v_0 und die Gleitreibungszahl $\mu_G = 0.2$. Welche Geschwindigkeit v hat sie, wenn sie zum Ausgangspunkt zurückkehrt?

2 Bewegung starrer Körper

Drehbewegung eines Rades

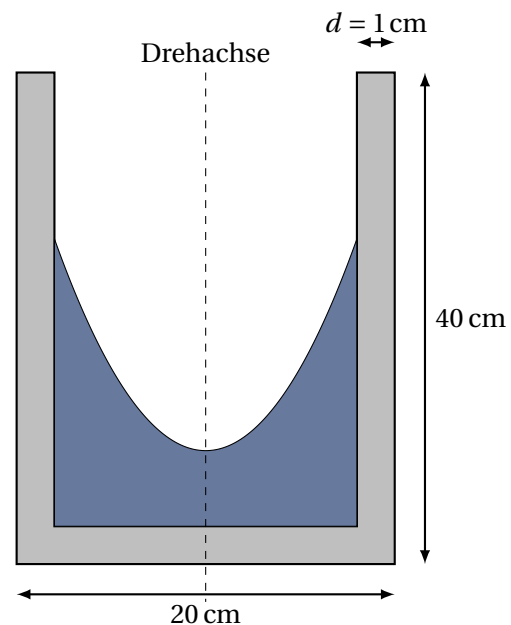
Ein Rad der Masse m habe den Radius R . Es stehe senkrecht auf dem Fußboden. Wir möchten an seiner Achse eine horizontale Kraft F ausüben, damit es eine Stufe, an der es ruht, hinaufrollt (s. Abbildung). Die Stufe hat die Höhe h und $h < R$. Wie groß ist die erforderliche minimale Kraft F ?



Rotierender Zylinder

Ein oben offener zylindrischer Behälter aus Plexiglas ($\rho = 1,19 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) sei um seine Mittelachse drehbar gelagert (siehe Skizze). Die Wandstärke des Behälters betrage $d = 1 \text{ cm}$.

- Berechne das Trägheitsmoment des Behälters.
- In den Behälter werden nun 2 l Wasser gegeben. Leite einen Ausdruck für die Höhe der Wassersäule in Abhängigkeit vom Abstand zur Drehachse im rotierenden Behälter her. Berechne die maximale Winkelgeschwindigkeit, bei welcher der gesamte Boden noch benetzt ist.
- Berechne nun das Trägheitsmoment des Wassers Funktion der Winkelgeschwindigkeit und betrachte den Grenzfalle $\omega \rightarrow 0$.



3 Gravitation und Planetenbahnen

Neutronensterne

Zwei Neutronensterne in einem Doppelsternsystem haben zusammen die Masse M . Wie muss das Massenverhältnis der beiden Sterne aussehen, damit die resultierende Gravitationskraft (bei gegebenem Abstand r) zwischen beiden Sternen maximal ist?

Geostationärer Satellit

Ein Satellit der Masse $m = 1000 \text{ kg}$ soll in eine geostationäre Umlaufbahn über dem Äquator betrachtet werden. In welcher Höhe über dem Äquator befindet sich der Satellit in diesem Fall? Welche Energie wird benötigt, um den Satelliten von seinem Startplatz nahe des Äquators in eine stabile Umlaufbahn zu bringen?

4 Bezugssysteme und Trägheitskräfte

Scharfschütze

Ein Scharfschütze in Jena visiert sein 1 km entferntes Ziel in südlicher Richtung an. Um welche Länge und in welche Himmelsrichtung muss er den Zielpunkt seitlich korrigieren, um die Corioliskraft auszugleichen. Dabei soll Reibung und Erdanziehung vernachlässigt werden. Das Geschoss wiege $m = 10 \text{ g}$ und fliege mit $v = 700 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Hinweis: Jena liegt auf dem 51. Breitengrad.

5 Schwingungen und Wellen

Mechanische Uhr

Für eine mechanische Uhr wird als Schwinger ein Unruh verwendet. Dabei wird die Schwingung getrieben durch ein rückstellendes Drehmoment, welches proportional zum Drehwinkel ist ($M = -k\varphi$). Als schwingende Masse dient eine zentral, drehbar gelagerte Zylinderscheibe (Radius $R = 5 \text{ cm}$, Masse $m = 50 \text{ g}$).

- a) Wie lautet die Differentialgleichung der Schwingung?
- b) Wie groß muss k sein, damit die Periodendauer der Schwingung $T = 0,5 \text{ s}$ beträgt?

Schwebung

Durch Überlagerung von zwei harmonischen Einzelschwingungen soll eine Schwingung mit einer Frequenz von $f = 500 \text{ Hz}$ mit einer Schwebung erzeugt werden. Welche Frequenzen müssen die beiden Einzelschwingungen haben, damit die Schwebungsperiodendauer $T_S = 5 \text{ s}$ beträgt.

Polizeiwagen

Die Grundfrequenz des Martinshorns eines Polizeiwagens sei 360 Hz. Wie groß muss die Geschwindigkeit des Polizeiwagens sein, damit der Signalton von einem Passanten um eine Quarte erhöht wahrgenommen wird (Frequenzverhältnis 4/3)? Wie schnell müsste sich der Passant dem Polizeiwagen nähern, um den gleichen Ton wahrzunehmen?

6 Hydrostatik

Eiswürfel im Glas

Ein Eiswürfel (Kantenlänge a) wird in ein zylindrische, mit Wasser gefülltes Glas (Radius r) gegeben. Der Wasserspiegel habe nun die Höhe h .

- a) Wie viel Prozent des Eiswürfels befinden sich unter Wasser, wenn wir davon ausgehen, dass die Dichte des Eises $\rho_{\text{Eis}} = 0.9\rho_{\text{W}}$ ist?
- b) Wie ändert sich der Füllstand h des Glases, wenn der Eiwürfel vollständig geschmolzen ist?