

Übungen zur Experimentalphysik I — Blatt 8

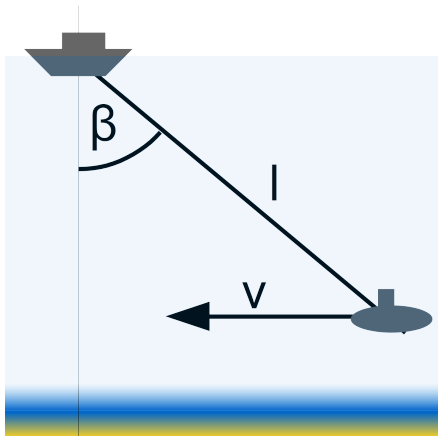
Aufgabe 1: *Beugung am Spalt*

4 Punkte

Leiten Sie den Ausdruck für die Intensitätsverteilung bei der Beugung am Spalt für kleine Winkel θ her (siehe Skript Teil 6, Abschnitt „Beugung am Einzelspalt der Breite a “).

Aufgabe 2: *Sonarortung*

3 Punkte (1 + 2)



Ein Schiff steht still auf der Meeresoberfläche. Sein Sonarsystem sendet Ultraschallwellenzüge mit der Frequenz $f_0 = 45 \text{ kHz}$ unter dem Winkel $\beta = 30^\circ$ zur Senkrechten in Richtung eines U-Boots. (Schallgeschwindigkeit in Wasser: ca. 1500 m/s)

- Der am U-Boot reflektierte Wellenzug trifft nach $5,1 \text{ s}$ wieder beim Schiff ein. Wie weit ist das U-Boot vom Schiff entfernt?
- Mit welcher Horizontalgeschwindigkeit bewegt sich das U-Boot auf das Schiff zu, wenn das Schiff vom U-Boot reflektierte Wellenzüge registriert, deren Frequenz um 250 Hz höher als f_0 liegt?

Aufgabe 3: *Drehimpulserhaltung*

4 Punkte (1 + 1 + 2)

Ein Ball der Masse $0,5 \text{ kg}$ wird an einer Schnur befestigt und auf einer Kreisbahn mit dem Radius 1 m und einer Umlaufgeschwindigkeit von 500 cm/s herumgeschwungen.

- Berechnen Sie den Drehimpuls des Balls bezogen auf die Drehachse.
- Während der Ball kreist, wird die Verbindungsschnur auf $0,6 \text{ m}$ verkürzt. Wie ändern sich Bahngeschwindigkeit und Umlaufdauer?
- Jetzt wird der Ball losgelassen. Berechnen Sie explizit den Drehimpuls bezogen auf die Drehachse 3 s nach Loslassen des Balles.

Aufgabe 4: *Geostationäre Umlaufbahn*

4 Punkte (2 + 2)

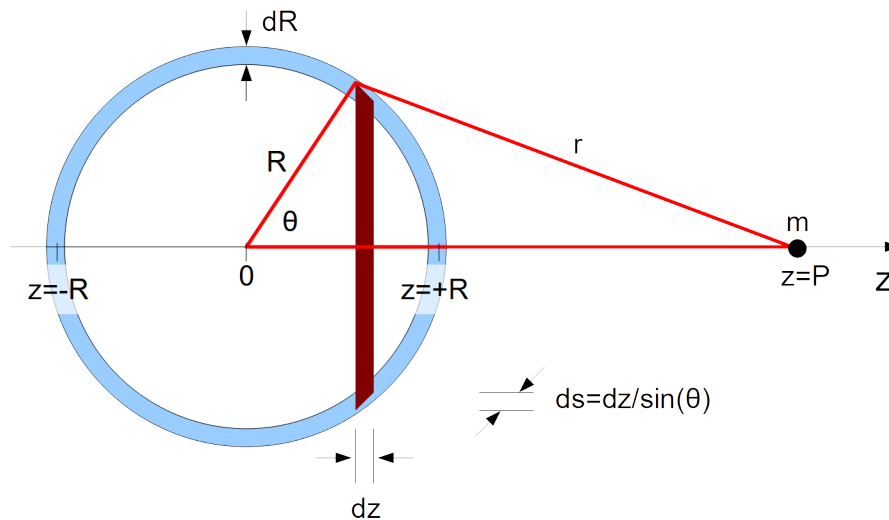
Fernseh- und Nachrichten-Satelliten befinden sich auf einer geostationären Kreisbahn, in der sie über dem Äquator stillzustehen scheinen.

- Berechnen Sie den Abstand dieser Bahn von der Erdoberfläche und die Bahngeschwindigkeit.
- Eine Fernsehanstalt bringt die Steuerung des Satelliten ihres wichtigsten Konkurrenten unter ihre Kontrolle. Durch das Einschalten von Steuerraketen wird der Abstand des Satelliten von der Erde um $3,5 \text{ km}$ verringert, unter Beibehaltung der Bahnform. Wie ändern sich Umlaufzeit und Bahngeschwindigkeit? In welcher Zeit wandert nun am Erdboden die Position seines Zenits (der Ort, über dem der Satellit gerade senkrecht steht) um 10 km weiter?

Aufgabe 5: Gravitationsfeld einer Hohlkugel

10 Punkte (5 + 5)

Gegeben sei eine Hohlkugel der Masse M , mit Radius R und Wanddicke dR .



- a) Berechnen Sie explizit analytisch das Gravitationsfeld innerhalb und außerhalb dieser Hohlkugel. Skizzieren Sie das Potential in Abhängigkeit vom Abstand P zum Mittelpunkt der Hohlkugel. Wie groß ist die Gravitationskraft im Inneren?
Hinweis: Zerlegen Sie hierzu entlang der z -Achse die Hohlkugel in dünne Kreisringe und zeigen Sie, daß deren Beitrag zur potentiellen Energie $dE_{pot} = -G \cdot m/r \, dM$ ist. Hierbei ist m eine Testmasse am Ort P .
- b) Führen Sie dieselbe Berechnung nun numerisch aus, mit Hilfe des RWTH JupyterHubs und des Beispiel-Notebooks. Summieren Sie dazu jeweils die Beiträge aller Kreisringe für einen (variablen) Ort P der Testmasse m . Zeichnen Sie den Verlauf der potentiellen Energie E_{pot} und der Kraft F auf die Testmasse für $0 \text{ m} < P < 10 \cdot R$. Sie müssen hierfür im Beispiel-Notebook alle Ausdrücke "[ihr Wert]" bzw. "[ihre Formel/Berechnung]" mit sinnvollem Inhalt füllen.

Allgemeiner Hinweis: Bitte rechnen Sie grundsätzlich so lange wie möglich mit den Variablen, d.h. setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte erst ganz am Schluss ein.