

ÜBUNGEN ZUR
PHYSIK A/B 1 (BACHELOR ELEKTROTECHNIK & INFORMATIONSTECHNIK)
SOMMERSEMESTER 2016

– BLATT 4 –

Ausgabe am 05.05.2016

Abgabe am 12.05.2016 um 12:00 (Kästen 209, 210, 214 im Foyer des Physik-Gebäudes)

Lösungen bitte handschriftlich und dokumentenecht (Kuli o.ä.) in Papierform. Maximal vier Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einreichen. Bitte heften Sie alle Blätter zusammen, geben Sie auf der ersten Seite alle Namen und die Übungsgruppe an sowie auf den folgenden Seiten mindestens einen Namen. Der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1: Little Green Men (5 Punkte)

Der Krebsnebel im Sternbild Stier ist der Überrest einer Supernovaexplosion, die (nach der Expansion des Nebels zu urteilen) vor ca. 900 Jahren stattgefunden haben muss. Tatsächlich berichten Quellen aus China, Arabien und Europa von der Beobachtung eines „sehr hellen Sterns“ im Jahr 1054. Im Zentrum des Nebels wurde 1969 ein Pulsar entdeckt, der regelmäßig mit einer Periode von $T = 0,0331$ s Radiopulse emittiert. Derart regelmäßige Radioquellen schrieb man anfangs fremden Zivilisationen zu und katalogisierte sie mit dem Kürzel LGM („Little Green Men“, da Außerirdische bekanntlich klein und grün sind). Inzwischen glaubt man eher, dass es sich um schnell rotierende Himmelskörper handelt.

- a) Wie groß kann der Radius des Himmelskörpers sein, ohne dass die Umfangsgeschwindigkeit bei der angegebenen Periode die Lichtgeschwindigkeit erreicht?
- b) Wie groß kann der Radius des Himmelskörpers sein, ohne dass sich Teile von seiner Oberfläche ablösen (vermutete Masse = 1,4 Sonnenmassen; Sonnenmasse = $2,0 \cdot 10^{30}$ kg)?
- c) Da nach der Explosion des Himmelskörpers keine Kernprozesse mehr stattfinden, wird seine Rotation als Energiequelle für die Abstrahlung der Radiopulse und das Leuchten des Nebels vermutet. Es wird beobachtet, dass T pro Jahr um $11 \mu\text{s}$ zunimmt. Schreiben Sie die Rotationsenergie als Funktion von $T(t)$. Durch Ableiten nach t (Kettenregel beachten!) erhalten Sie die Energieänderung als Funktion der Änderung dT/dt der Periode. Die Strahlungsleistung des Nebels lässt sich zu $5 \cdot 10^{31}$ W abschätzen. Betrachten Sie den Himmelskörper als homogene Kugel mit der oben angegebenen Masse und berechnen Sie seinen Radius (Zur Kontrolle: 10,8 km).
- d) Ist es vorstellbar, dass ein Himmelskörper so schnell rotiert? Immerhin braucht die Sonne 25,4 Tage für eine Umdrehung (an ihrem Äquator; in höheren Breiten rotiert sie noch langsamer). Wie schnell würde sie rotieren, wenn sie von ihrer jetzigen Größe (Radius $7 \cdot 10^8$ m) auf den in c) berechneten Radius schrumpfen würde?
- e) Vergleichen Sie die Dichte, die sich aus der Masse aus b) und dem Radius aus c) ergibt, mit der typischen Dichte von Kernmaterie (ein Neutron hat eine Ausdehnung von etwa $1 \text{ fm} = 10^{-15}$ m und eine Masse von $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg). Was kann man daraus schließen?

(bitte wenden)

Aufgabe 2: Pinguin (3 Punkte)

Angenommen, ein Pinguin rutscht mit Anfangsgeschwindigkeit null von der Spitze eines halbkugelförmigen Iglu* mit Radius 3 m herunter. Vernachlässigen Sie die Reibung sowie die Tatsache, dass es Iglus eher in der Arktis und Pinguine nur in der Antarktis gibt.

- a) Stellen Sie eine Beziehung zwischen der Geschwindigkeit des Pinguins und seiner Höhe über dem Boden auf.
- b) In welcher Höhe über dem Boden hebt der Pinguin ab?

*Wikipedia: Unter Iglu versteht man üblicherweise ein kuppelförmiges Schneehaus.

Aufgabe 3: Wilberforce-Pendel (2 Punkte)

Das Wilberforce-Pendel besteht aus einem Zylinder, der an einer Schraubenfeder hängt. Es ist einerseits ein Fedelpendel und andererseits ein Torsionspendel. Um die Schwebung zwischen beiden Schwingungsformen zu demonstrieren, sollen deren Frequenzen etwa gleich sein.

- a) In der Vorlesung wurde ein Eisenzylinder der Masse 498 g verwendet. Die Federkonstante betrug 2,85 N/m. Wie groß war die Periode der senkrechten Schwingung?
- b) Der Durchmesser des Zylinders betrug 35 mm. Wie groß wäre das Drehmoment für eine volle Umdrehung, wenn der Pendelkörper nur aus dem Zylinder bestünde?

(In der Vorlesung waren am Zylinder noch Metallscheiben an Gewindestiften angebracht, um das Trägheitsmoment einzustellen.)