

Physik für Studierende der Biologie, Chemie, Biochemie, Geowissenschaften und anderer Fächer im Wintersemester 2016/2017

Übungsblatt 2

Rückgabe: Di 14.11. / Do 16.11. / Fr 17.11. in der jeweiligen Übungsgruppe

AUFGABE 1



Eine Firma hat die Stabilität eines Rotors einer Zentrifuge getestet (Bild links). Wir nehmen im Folgenden an, dass der Rotor sich als ein homogener Zylinder mit einer Masse von 272 kg und einem Radius von 38 cm gut beschreiben lässt. Als der Rotor 14000 Umdrehungen/min erreichte, hat das Material des Rotors versagt. Die Bestandteile des Rotors haben schwere Schäden verursacht (Bild rechts).

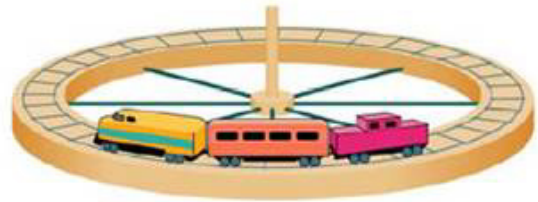
Welche Energie wurde bei der „Explosion“ des Rotors freigesetzt (= kinetische Energie der Rotationsbewegung)? Geben Sie diese Energie in Joule und kWh an.

Angenommen die gesamte kinetische Energie des Rotors würde in die kinetische Energie einer Translationsbewegung umgesetzt. Wie hoch wäre die Geschwindigkeit dieser Translationsbewegung (in km/h)?

2 Punkte

AUFGABE 2

Die Schienen einer elektrischen Modell-eisenbahn werden auf ein Rad (Masse M , Radius R) montiert, das sich reibungsfrei um eine senkrechte Achse drehen kann. Während das Rad still steht, wird auf die Schiene ein Zug mit der Masse m gesetzt. Nach dem Einschalten erreicht der Zug eine konstante Geschwindigkeit v bezüglich der Schienen.



Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit des Rads? (Die Masse M des Rads sei auf den Reifen konzentriert, vernachlässigen Sie die Massen der Speichen und der Nabe)

2 Punkte

AUFGABE 3

Anfang des 17. Jahrhunderts studierte Kepler die Planetenbahnen und formulierte auf der Basis der Messergebnisse (empirisch) die Keplerschen Gesetze. Keplers Ergebnisse motivierten Newton theoretische Arbeiten zur Mechanik und den Planetenbewegungen (Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 1687). Newton konnte die Keplerschen Gesetze unter der Annahme herleiten, dass zwischen zwei Massen (z.B. Erde und Sonne) die folgende Gravitationskraft wirkt:

$$F_G = G m_1 m_2 / r_{12}^2 \quad (\text{Glg. 1})$$

mit r_{12} = Distanz zwischen den Massen m_1 und m_2
und G = Gravitationskonstante = $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg s}^2)$.

Das sogenannte dritte Keplersche Gesetz besagt: „Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Kuben (dritten Potenzen) der großen Bahnhalbachsen.“

Als Gleichung ausgedrückt bedeutet das für eine reine Kreisbahn:

$$R_{SP}^3 / t_{SE}^2 = \text{const.} \text{ oder } \omega_{SE}^2 R_{SE}^3 = \text{const.} \quad (\text{Glg. 2})$$

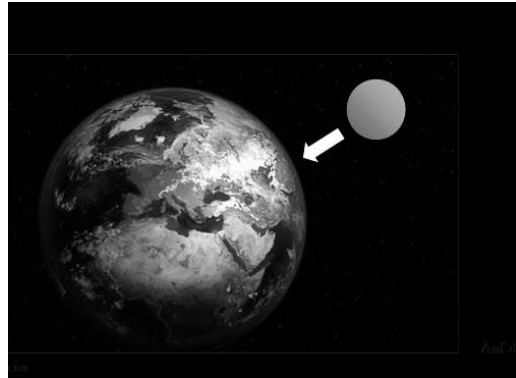
Hierbei ist R_{SP} der Abstand zwischen der Sonne und einem beliebigen Planeten (z.B. der Erde) und t_{SE} ist die Umlaufzeit (also z.B. die Dauer eines Jahres der Erde).

Leiten Sie nun Newton nachahmend aus Glg. 1 das dritte Keplersche Gesetz her. Hierbei dürfen Sie die vereinfachende Annahme nutzen, dass die tatsächlich ellipsenförmigen Planetenbahnen exakte Kreisbahnen sind.

2 Punkte

AUFGABE 4

Ein Asteroid kollidiert mit der Erde und versinkt im Ozean. Die Masse des Asteroiden beträgt ein 1% der Masse der Erde; folglich nimmt die Masse der Erde um 1% zu. Die Folgen wären vielfältig und sicher katastrophal, insbesondere eine gigantische Flutwelle. Wir wollen jedoch die Flutwelle hier außer Acht lassen und einige physikalisch einfach greifbare Folgen untersuchen.



Hierbei nehmen wir an, dass der Linearimpuls der Erde tangential zur Bahnkurve der Erde vor und nach der Kollision derselbe sei, also: $R_{SE}' \omega_{SE}' m' = R_{SE} \omega_{SE} m$ (R_{SE} , Abstand Sonne-Erde; ω_{SE} , Winkelgeschwindigkeit der Erde = eine Umdrehung je Jahr; m Masse der Erde). Es gelte also der Impulserhaltungssatz, aber nicht unbedingt die Drehimpulserhaltung. Insbesondere kann sich durch die Zunahme der Erdmasse ein neuer Abstand zwischen Sonne und Erde einstellen. Bei der Lösung können Sie das dritte Keplersche Gesetz verwenden, also Glg. 2. Beantworten Sie die folgenden Fragen (jeweils mit mathematischer Herleitung der Antwort):

- Wie verändert sich der Abstand von Sonne und Erde? Um wieviel Prozent?
- Um wieviel stärker/schwächer wird die Sonneneinstrahlung?
- Wird das Jahr länger oder kürzer? Um wie viele Tage?

4 Punkte