

5. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 13/14)

Kepler, Stokes und Impulse

Abgabe am 21./22.11.2013 in den Übungen

Name(n): _____

Gruppe: _____

Punkte: ___/___/___/___

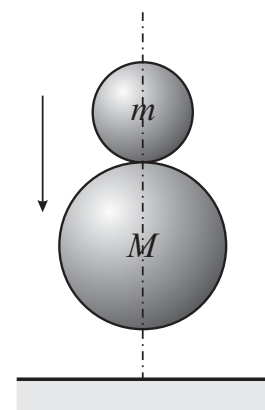
5.1 Auf dem Floß (25 Punkte)

Ein Hund mit der Masse m steht auf einem Floß der Masse M , das in Ufernähe auf einem Teich ruht. Nun laufe der Hund mit einer Geschwindigkeit v_H (relativ zum Ufer) auf das Ufer zu, lege dabei eine Strecke d relativ zum Floß zurück und bleibe anschließend wieder stehen. Reibung sei für die gesamte Aufgabe vernachlässigbar. Fertigen Sie die für die Lösung der Aufgabe relevanten Skizzen an.

- Welche Geschwindigkeiten relativ zum Ufer besitzen Hund und Floß während der Hund läuft und nachdem er stehen bleibt?
- Um welche Strecke x_H nähert sich der Hund dem Ufer?
- Berechnen Sie x_H für $m = 11 \text{ kg}$, $d = 3.3 \text{ m}$ und $M = 111 \text{ kg}$.
- Wie weit nähert sich der Hund dem Ufer, wenn er die Strecke d nicht läuft, sondern in einem Satz springt?
- Welche Geschwindigkeiten haben Floß und Hund relativ zum Ufer, wenn der Hund in Richtung Ufer ins Wasser springt, wobei der Sprung mit einer nahezu horizontalen Geschwindigkeit von 30 km/h relativ zum Floß beginnt?

5.2 Elastischer Stoß (25 Punkte)

(*) In der Vorlesung wurde der elastische Stoß anhand zweier Bälle mit Massen m und M demonstriert. Die Bälle wurden mit ihren Schwerpunkten übereinander angeordnet, wie rechts abgebildet und dann aus einer Höhe h gleichzeitig fallen gelassen. Der Effekt war sicherlich verblüffend... Um das Experiment zu verstehen, müssen Sie den Vorgang in zwei unabhängige Stoßprozesse zerlegen.



- Beschreiben Sie die beiden Stöße und geben Sie allgemein die Geschwindigkeit des gemeinsamen Schwerpunkts beider Bälle direkt vor und nach dem vollständigen Vorgang an.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeiten der Bälle nach dem Stoß für ein beliebiges Massenverhältnis.
- Wie groß sind die Geschwindigkeiten bei einem Massenverhältnis $\frac{m}{M} = \frac{1}{3}$?
- Wie hoch fliegt der leichtere Ball für $\frac{m}{M} = \frac{1}{3}$ im Vergleich zur ursprünglichen Höhe h unter Vernachlässigung jeglicher Reibung?

5.3 Masse des Jupiters (25 Punkte)

Vernachlässigen Sie in den folgenden Aufgaben die Exzentrizität der betreffenden Umlaufbahnen.

- a) (5 Punkte) Das Jupiterjahr beträgt $a_J = 11.8$ a (Erdjahre). Berechnen Sie den Radius der Umlaufbahn des Jupiters um die Sonne, indem Sie den Abstand zwischen Erde und Sonne ($1 \text{ au} = 1.496 \cdot 10^8 \text{ km}$) zur Hilfe nehmen.
- b) (10 Punkte) Der Durchmesser der Umlaufbahn des Jupitermondes Io um Jupiter wird von der Erde aus unter einem Winkel von $\alpha_{\text{Io}} = 4,60'$ (Winkelminuten) gesehen, wenn Jupiter in Opposition steht, d.h. Sonne, Erde und Jupiter (in dieser Reihenfolge) auf einer Linie stehen. Die Umlaufzeit von Io um Jupiter beträgt $T_{\text{Io}} = 1.77$ d (Tage). Wie groß ist Jupiters Masse in Einheiten der Erdmasse M_E ?
- c) (*) (10 Punkte) Der Durchmesser der Umlaufbahn von Io ist 6.0 mal größer als der Durchmesser von Jupiter. Berechnen Sie aus dieser Beobachtung und den vorhergehenden Angaben das Verhältnis ρ_J/ρ_E der mittleren Dichten $\rho = M/V$ von Jupiter und Erde ($\rho_E = 5.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$).

5.4 Das KIP-Pendel (25 Punkte)

Für die Reibungskraft einer Kugel in einer viskosen Flüssigkeit (oder auch Gas) hat Stokes folgenden Ausdruck angegeben:

$$F_r = -6\pi\eta r v$$

Mit der Geschwindigkeit v und dem Radius r der Kugel sowie der Viskosität η . Die Formel gilt nur bei laminaren Strömungen, also nicht bei Turbulenzen.

Damit lässt sich nun die Dämpfung des Foucault-Pendels im KIP abschätzen. Die erforderlichen Parameter werden Sie sicherlich irgendwo finden...

- a) Fertigen Sie eine Skizze des schwingenden Pendels bei etwa mittlerer Auslenkung inklusive aller wirkenden Kräfte an.
- b) Geben Sie die exakte Bewegungsgleichung des Pendels an. Tipp: Verwenden Sie die Tangentialbeschleunigung/-geschwindigkeit (eindimensionales System).
- c) Welche Näherung müssen Sie machen, damit diese Gleichung elementar lösbar wird? Geben Sie die entsprechende Bewegungsgleichung und deren Lösung an. Sie können, mit kurzer Argumentation, das Ergebnis aus der Vorlesung verwenden.
- d) Berechnen Sie zunächst die Maximalgeschwindigkeit der Kugel des KIP-Pendels. Wie groß ist die Reibungskraft in diesem Moment?
- e) Sagen Sie voraus, wie lange es dauert, bis die Amplitude des Pendels um 10% abgenommen hat.
- f) Sie haben die offizielle Erlaubnis des Dozenten, den Antrieb des Pendels zu unterbrechen, indem Sie ein Blatt Papier auf die Leuchtdioden legen, die den Antriebsmagneten ansteuern. Wie lange dauert es, bis das Pendel (etwa) 10% seiner Amplitude verloren hat? Machen Sie das Experiment nach Möglichkeit in größeren Gruppen und nutzen Sie das Resultat gemeinsam – diesen Teil dürfen Sie auch gern auf Moodle posten, um den Andrang vor dem Pendel zu reduzieren.
- g) Was sagen Sie nun?
- h) Nehmen Sie bitte das Papier nach der Messung wieder weg.