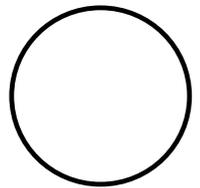


Vor- und Nachname Tutor/in:

Vor- und Nachnamen
der Gruppenmitglieder:



Buchstabe des Tutoriums

Klassische Experimentalphysik I

Übungsblatt 10

WS 2017/2018

Heften Sie die Blätter zur Abgabe zusammen und tragen Sie auf jedem Blatt den Nachnamen Ihres Tutors und Ihre Namen ein. Auf das erste Blatt schreiben Sie bitte die kompletten Namen und den Buchstaben Ihres Tutoriums groß in einen Kreis. Rechnen Sie die Aufgaben maximal zu dritt. Geben Sie für alle Größen eine sinnvolle Anzahl signifikanter Stellen und die richtigen physikalischen Einheiten an.

Abgabe bis Mo, 22. Januar, 11:15 Uhr im Erdgeschoss von Geb. 30.23 (Physikhochhaus)
Besprechung Mi, 24. Januar im Tutorium
Beratungstutorium: Teilnahme bitte bis Donnerstag 12:00 anmelden unter sabine.engelhardt@kit.edu
(Wenn mindestens einer schreibt, findet es statt. Das steht dann im Ilias-Forum.)

1. *Kreisel* (4 Punkte)

Ein Speichenrad mit Radius $r = 30$ cm dreht sich mit 15 Umdrehungen pro Sekunde und steckt auf einer $d = 0,5$ m langen Achse. Die zunächst horizontale Achse ist an einem beweglichem Gelenk befestigt. Das Rad habe die Masse 6 kg und die lokale Gravitationsbeschleunigung sei $g = 9,81$ m/s².

- (a) Welchen Drehimpuls L_r hat das Rad, wenn wir es näherungsweise als dünnen Ring betrachten?
- (b) Welche Periodendauer T_p hat die Präzessionsbewegung?
- (c) Welchen Drehimpuls L_p hat das Rad aufgrund der Bewegung seines Schwerpunktes durch die Präzession?

2. *Corioliskraft* (5 Punkte)

In Karlsruhe ($\alpha = 49^\circ$ nördlicher Breite) finde ein Schützenfest statt. Die verwendete Munition habe ein Gewicht von $m = 10$ g und fliege horizontal mit einer konstanten Geschwindigkeit von $v = 400$ m/s unter Vernachlässigung jeglicher Reibung und unter Vernachlässigung der Fallbeschleunigung. In jeweils $l = 300$ m Entfernung vom Schützen stehe eine Zielscheibe im Norden und eine im Osten. Der Schütze ziele jeweils genau auf den Mittelpunkt der Zielscheiben. Wo relativ zum Mittelpunkt (Entfernung und Richtung) trifft die Kugel in beiden Fällen die Zielscheiben?

- a) Beim Schuss nach Norden.
- b) Beim Schuss nach Osten.

3. *Gravitation* (4 Punkte)

Stellen Sie sich eine massive, homogene Vollkugel mit Radius und Masse der Erde vor. Ein glatter Tunnel führe einmal durch die Kugel durch deren Mittelpunkt hindurch (der Tunnel ist also ein Loch, das senkrecht von der Oberfläche einmal durch die Kugel führt).

Konstanten: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ m³/(kg s²); $g = 9,81$ m/s²; $R_E = 6370$ km; $M_E = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg

- a) Welche Arbeit W wäre notwendig, um einen im Mittelpunkt ruhenden Gegenstand der Masse $m = 7$ kg an die Oberfläche zu befördern?
- b) Welche maximale Geschwindigkeit v_m erreicht dieser Gegenstand, wenn man ihn aus der Ruhe von der Oberfläche in das Loch fallen lässt?

4. Keplersche Gesetze

(6 Punkte)

Ein Satellit mit vernachlässigbarer kleiner Masse bewege sich auf einer Kreisbahn in einer Höhe $h = 7000$ km über der Erdoberfläche ($R_E = 6370$ km) mit der Geschwindigkeit v_1 um die Erde. Er soll in eine tiefer liegende Kreisbahn überführt werden. Dazu werden zunächst im Punkt A die Bremsdüsen gezündet und der Satellit auf eine Geschwindigkeit von $v_a = 0,9 \cdot v_1$ abgebremst (Dauer und Strecke des Bremsprozesses seien vernachlässigbar). Danach beschreibt er eine Keplerellipse deren Apogäum (erdfernster Punkt) mit Abstand r_A zum Mittelpunkt der Erde der Punkt A ist. Nach einer halben Ellipse erreicht der Satellit das Perigäum P (erdnächster Punkt) mit Abstand r_p zum Erdmittelpunkt. Im Perigäum wird erneut ein Bremsvorgang ausgeführt und die Geschwindigkeit von v_p auf v_2 reduziert, so dass der Satellit wieder eine Kreisbahn um die Erde mit Geschwindigkeit v_2 und Radius r_p beschreibt.

Konstanten: siehe Aufgabe 3.

- a) Zeigen Sie, dass das zweite Keplersche Gesetz im Perigäum und im Apogäum die spezielle Form $r_a v_a = r_p v_p$ annimmt.
- b) Bestimmen Sie r_a und v_a .
- c) Bestimmen Sie r_p und v_p mit Hilfe des zweiten Keplerschen Gesetzes (vgl. Teil a) und Energieerhaltung.
- d) Auf welche Geschwindigkeit v_2 muss der Satellit in P abgebremst werden, damit er wieder eine Kreisbahn hat?
- e) Welche Zeit t muss zwischen den beiden Bremsvorgängen liegen?