

Übungen zu Experimentalphysik I WS 2010/2011
Prof. Karl Jakobs, Dr. Kristin Lohwasser, Dr. Iacopo Vivarelli
Übungsblatt Nr. 9

Die Lösungen müssen bis 11 Uhr am Montag den 20.12.2010 in die Briefkästen im Erdgeschoss des Gustav-Mie-Hauses eingeworfen werden!

1. Käfer und Scheibe (2 Punkte, Nur Physik Bsc., Physik Lehramt)

Ein Käfer der Masse M befindet sich am Rande einer homogenen dünnen Scheibe mit Radius R und Masse $10 \cdot M$, die sich frei um eine Achse senkrecht durch ihren Mittelpunkt drehen kann.

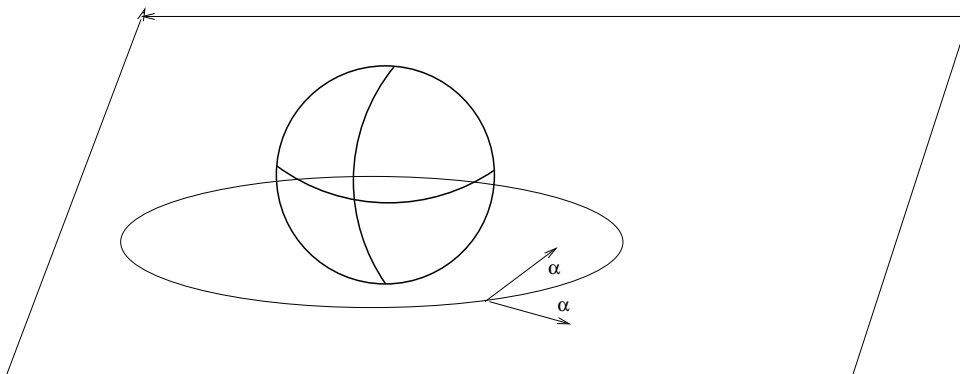
- (a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment der Scheibe (ohne Käfer!) bezüglich ihrer Mittelachse.
- (b) Die Scheibe und der Käfer rotieren anfangs mit ω_0 . Der Käfer krabbelt nun zum Zentrum der Scheibe und bleibt bei $r = R/2$ stehen. Wie ändert sich die Winkelgeschwindigkeit des Käfer-Scheiben-Systems?
- (c) Wie groß ist das Verhältnis der Rotationsenergien vorher und nachher? Was verursacht die Änderung der Rotationsenergie?

2. Satellit (3 Punkte)

Ein Satellit mit einer Masse von $m = 100$ kg befindet sich auf einem kreisförmigen Orbit in einem Abstand von $d = 6670$ km vom Erdmittelpunkt. Eines Tages explodiert der Satellit. Dabei entstehen genau zwei Fragmente mit den Massen $m_A = 3m/4$ und $m_B = m/4$. Die Geschwindigkeit der beiden Fragmente befinden sich direkt nach der Explosion in der gleichen Ebene wie die Bahnkurve des Satelliten, d.h. in derselben Kreisebene (siehe Abbildung). Die Winkel zwischen der Geschwindigkeiten der beiden Fragmente bezüglich der Ursprungsgeschwindigkeitsrichtung des Satelliten sind jeweils $\phi_A = \phi_B = \pi/3$ im Referenzsystem der Erde. Berechnen Sie:

- a) Die Absolutwerte der Geschwindigkeiten v_A und v_B der beiden Fragmente direkt nach der Explosion.
- b) Die Energie E , die in der Explosion freigesetzt wird.
- c) Der Typ des Orbits, in dem die beiden Fragmente nach der Explosion die Erde umkreisen.
- d) Den Minimalabstand vom Erdmittelpunkt, der vom Fragment A erreicht wird. Wird es auf die Erde fallen?

(Bitte benutzen Sie $m_E = 6 \cdot 10^{24}$ kg als Erdmasse, $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ in SI Einheiten für die Gravitationskonstante.)



3. Gravitation (3 Punkte)

Ein Kugelsternhaufen enthält rund 10^4 Sterne mit einer Masse von jeweils $1.8 \cdot 10^{30}$ kg. Sein Radius R_0 sei $5 \cdot 10^{17}$ m (rund 50 Lichtjahre).

(a) Wie groß muss die Fluchtgeschwindigkeit eines Raumschiffes sein, das sich bei R_0 befindet, um dem Gravitationsfeld des Sternhaufens zu 'entringen'?

(b) Wie verhält sich das Gravitationspotential des Kugelhaufens als Funktion von $r < R_0$ unter der Annahme, dass alle Sterne gleichmässig verteilt sind, d.h. die Dichte konstant ist?

(c) Welche Bewegung führt ein Raumschiff in diesem Gravitationspotential aus, das sich mit $v = 0$ bei $r = R_0$ befindet und aufgrund der Gravitation zum Zentrum hingezogen wird? Wie groß ist die Zeit, die es benötigt, um zum gegenüberliegenden Rand des Kugelhaufens zu gelangen?

4. Argonauten (2 Punkte)

Die Argonauten kamen mit ihrem Segelboot aus Kolchis so voll mit Gold beladen, daß das Wasser (Schwarzes Meer) bis zum Bordrand stand. Bei der Einfahrt in den Mäotis (Asowsches Meer) mussten sie Gold über Bord werfen. Warum und wieviel? Wie änderte sich ihre Verkehrssicherheit durch den Hellespont (Dardanellen)? Einige Zahlen zum Salzgehalt und die Wasserdichten: Mittelmeer: 38 g/l und 1.028 g/cm^3 , Schwarzes Meer: 16 g/l und 1.014 g/cm^3 und Asowsches Meer 3 g/l und 1.003 g/cm^3 .

5. Eisberg (3 Punkte)

In der folgenden Aufgabe sei die Dichte eines Eisberges mit $\rho_E = 917 \text{ kg/m}^3$ und die Dichte von Meerwasser mit $\rho_{MW} = 1024 \text{ kg/m}^3$ angenommen.

(a) Wieviel Prozent des Volumens eines in Meerwasser schwimmenden Eisberges ragt über der Wasseroberfläche empor?

(b) Wie ändert sich der Meeresspiegel, wenn der schwimmende Eisberg schmilzt? Begründung!

(c) Ein Eisberg reißt ein 1 m^2 großes Loch in eine Schiffswand. Das Loch befindet sich 5 m unterhalb der Wasseroberfläche. Mit welcher Rate ergießt sich das Meerwasser in den Schiffsbauch?

(d) Welches Mindestvolumen muss ein Eisbergstück haben, um einen Schiffbrüchigen mit $m=80 \text{ kg}$ über Wasser zu halten?

6. Unfall auf dem Jahrmarkt (2 Punkte, Nur MST/ESE et al.)

Auf dem Jahrmarkt "Freiburger Mess" hat in diesem Jahr das Fahrgeschäft "Wilde Krake" Station gemacht. Die "Wilde Krake" ist ein Karusell mit einer kreisförmigen Grundfläche von Radius $r = 5 \text{ m}$ und einem Trägheitsmoment von 5000 kg m^2 , auf dem fünf Wagen befestigt sind. Gegen Ende der Fahrt wird bei der Höchstgeschwindigkeit von 20 Umdrehungen pro Minute der Motorantrieb abgestellt und alle fünf Wagen werden gleichzeitig über hydraulische Arme vom äusseren Rand der Kreisfläche in das Zentrum gezogen ($r_2 = 0.5m$). Betrachten Sie den Fall, dass einer der hydraulischen Arme versagt und einer der Wagen *nicht* ins Zentrum der Kreisfläche gezogen wird. Mit welcher Kraft muss der hydraulische Arm den 200 kg schweren Wagen halten, damit dieser *nicht* vom Karusell fliegt und in der Zuschauermenge landet?