

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

Deformierbare Körper, Drehimpuls und Auftrieb

Abgabe am 9./10.1.2014 in den Übungen

Name(n): _____ Gruppe: _____ Punkte: ___/___/___/___

10.1 Pendelnder Weihnachtsbaum (25 Punkte)

Stellen Sie sich vor, der Weihnachtsbaum im KIP sei an dem Seil aufgehängt, das ihn tatsächlich nur stabilisiert. Das an seiner Spitze befestigte Seil ist 6 m lang und hat einen Durchmesser von 3 mm. Es kann als massiver Stahldraht genähert werden, dessen Masse vernachlässigbar ist. Der Baum kann durch einen Vollkegel mit homogener Dichte, einer Höhe von 5 m und einem Grundflächendurchmesser von 3.5 m genähert werden.

An den untersten Ästen sind ganz außen in identischen Abständen 6 massive Kugeln aus Uran gleichmäßig verteilt. Ebenso sind auf halber Höhe 8 Kugeln aus Schokolade und an der Spitze eine Kugel aus Gold angebracht. Alle Kugeln haben einen Durchmesser von 10 cm.

- Um welche Länge Δl wird das Stahlseil durch das Gewicht des Weihnachtsbaums gestreckt?
- Schätzen Sie die damit verbundene Abnahme Δd des Durchmessers ab.
- Mit welcher Frequenz ν würde der Baum in vertikaler Richtung schwingen, wenn Sie ihn kurz nach unten ziehen und dann loslassen (die Äste seien starr und die Kugeln fallen nicht herunter...)?
- Sie trauen sich nicht, unter den Urankugeln durchzukriechen, um den Baum anzuschubsen. Deshalb lenken Sie den Baum durch eine kleine Drehung um die Seilachse aus der Ruhelage aus. Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die Auslenkung des Baums auf.
- Welche Frequenz ν würden Sie für die anschließende Torsionsschwingung erwarten?

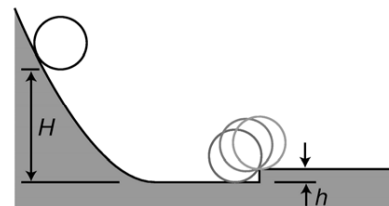
10.2 Der Weihnachtsmann macht Siesta (25 Punkte)

Der Weihnachtsmann muss aufgrund akuter Überarbeitung eine Pause einlegen und sucht sich dafür eine lauschige Eisscholle im Nordpolarmeer. Die Eisscholle hat eine Fläche von $A = 100 \text{ m}^2$. Der Weihnachtsmann hat inklusive Schlitten und Rentiere eine Masse von $m = 10000 \text{ kg}$. Nachdem er sein Gefährt geparkt hat, stellt er fest, dass die Eisscholle noch genau $s = 0,1 \text{ m}$ aus dem Wasser ragt.

- Wie gross ist die Dicke l der Eisscholle? Notwendige Materialkonstanten können Sie der Literatur entnehmen.
- Mit welcher Höhe s' ragte die Eisscholle aus dem Wasser, bevor der Weihnachtsmann dort halt machte?
- Welche Arbeit müssen die Rentiere verrichten, um mit dem Schlitten von der Eisscholle abzuheben? Stellen Sie sich vereinfacht vor, dass der Schlitten an einem Kran befestigt wird und dieser senkrecht nach oben zieht, bis der Schlitten keinen Kontakt mehr mit der Eisscholle hat.

10.3 Über einen Lebkuchen rollen (25 Punkte)

Eine anfangs ruhende dünnwandige Christbaumkugel mit Radius R und Trägheitsmoment $I = \frac{2}{3}mR^2$ rolle aus einer Höhe H die rechts dargestellte Kugelbahn herab, ohne dabei zu rutschen. Im horizontalen Abschnitt des Weges trifft sie auf einen trockenen und damit nicht deformierbaren Lebkuchen der Höhe h . Ist $h < R$ und die Starthöhe H groß genug, so kann die Kugel den Lebkuchen überwinden. Wir wollen im Folgenden etwas vereinfachend davon ausgehen, dass die Christbaumkugel den Lebkuchen rollend überwindet, d.h., dass die Lebkuchenkante, während die Kugel auf den Lebkuchen rollt, nur einen Punkt auf der Kugeloberfläche berührt und dies ständig, d.h. die Kugel hat permanent Kontakt mit der Unterlage/der Kante. Aus welcher Höhe H_{\min} muß die Kugel starten, um bei gegebenem h und R über den Lebkuchen rollen zu können? Geben Sie bei Ihrer Lösung an, welche Erhaltungssätze Sie verwenden und warum diese in den einzelnen Situationen gelten. Ein guter Startpunkt für die Lösung ist die Berechnung des Gesamt-Drehimpulses vor dem Stoß um einen Punkt auf der Lebkuchenkante.



10.4 Weihnachtsgeschenk (25 Punkte)

Um Ihnen die verbleibende Weihnachtszeit etwas zu versüßen, erhalten Sie die 25 Punkte für diese Aufgabe geschenkt – allerdings nicht ohne eine kleine Randbedingung: Als „Gegenleistung“ sind Sie alle recht herzlich eingeladen, das Weihnachtskolloquium am kommenden Freitag zu besuchen. Kommet also zu Hauf! :-)

Im Namen aller Tutoren wünschen wir Ihnen allen besinnliche Feiertage und einen guten Rutsch ins neue Jahr!

