Diplomvorprüfung in Experimentalphysik 1

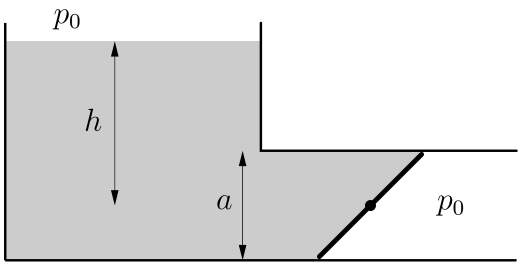
11. September 2008

Aufgabe 1 (5 Punkte) Eine masselose Leiter der Länge l lehne gegen eine Wand. Der Winkel zwischen Leiter und Erdboden sei α. Der Haftreibungskoeffizient zwischen Erdboden und Leiter sei μ. An der Wand herrsche keine Reibung. Nun steigt ein argloser Student die Leiter hoch. Berechnen Sie die maximale vertikale Höhe über dem Boden die der Student erreicht, bevor die Leiter ins Rutschen kommt.

Aufgabe 2 (6 Punkte) Der in der Abbildung dargestellte rechtwinklige Ablauf der Höhe $a = 12$ m ist mit einer rechteckigen (Breite $b = 10$ m) um 45° geneigten drehbaren Klappe verschlossen. Die Achse, in der die Klappe gelagert ist, befindet sich $h = 18$ m unterhalb der Wasseroberfläche und in der Mitte des Ablaufs. p_0 ist der Druck der umgebenden Luft.

(a) Warum öffnet sich die Klappe nicht von selbst?

(b) Berechnen Sie das Drehmoment, das nötig ist, um die Klappe zu öffnen.



Aufgabe 3 (6 Punkte) Ein homogener Vollzylinder mit Masse M ist mit zwei identischen Federn der Federkonstanten D an seiner Achse aufgehängt und liegt auf einer schiefen Ebene. Der Zylinder kann reibungsfrei auf der schiefen Ebene auf- und abrollen, wobei die Federn entlang der schiefen Ebene gerichtet sind. Einmal in Bewegung versetzt, vollführt der Zylinder kleine Schwingungen um seine Ruhelage ohne zu rutschen. Die Masse der Federn sowie Reibungseffekte werden vernachlässigt. Zeigen Sie rechnerisch, dass die Schwingungsdauer nicht vom Neigungswinkel oder den Abmessungen des Zylinders abhängt. (Hinweis: Das Trägheitsmoment eines homogenen Vollzylinders der Masse M mit Radius R ist $\Theta = \frac{1}{2}MR^2$.)

Aufgabe 4 (8 Punkte) Zwei Kugeln werden gleichzeitig mit einem sehr kleinen vertikalen Abstand aus der Höhe h über der Erde fallen gelassen. Die obere Kugel habe die Masse m und die untere die Masse M mit $m < M$. Die Radien der Kugeln seien klein im Vergleich zu h und können vernachlässigt werden. Der Geschwindigkeitsbetrag der unteren Kugel unmittelbar bevor sie den Boden erreicht sei u. Nehmen Sie an alle Stöße seien elastisch und vernachlässigen Sie in den Rechnungen den vertikalen Abstand der Kugeln.

(a) Skizzieren Sie die Situation, wie sie im Laborsystem gesehen unmittelbar nach dem Auftreffen der unteren Kugel auf dem Boden, aber vor dem Zusammenstoß der unteren mit der oberen Kugel gesehen wird.

(b) Skizzieren Sie die gleiche Situation im Schwerpunktsystem.

(c) Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit der oberen Kugel im Laborsystem unmittelbar nach dem Zusammenstoß der beiden Kugeln gegeben ist durch

$$v = \frac{3M - m}{M + m} u$$

(d) Bestimmen Sie die maximale Höhe, die die obere Kugel erreicht.

Aufgabe 5 (5 Punkte) Die Wellengleichung für kleine transversale Verschiebungen y einer gespannten Saite der Längenmassendichte μ und der Spannung T lautet

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

wobei $c = \sqrt{T/\mu}$ ist. Leiten Sie die Wellengleichung her.

Aufgabe 6 (6 Punkte) Ein Raum des Volumens $40\,\mathrm{m}^3$ enthalte ein Gas mit dem Druck $p = 1.0 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$.

(a) Berechnen Sie die gesamte translatorische kinetische Energie aller Gasmoleküle, die sich in diesem Raum befinden.

(b) Nehmen Sie an, das Gas in diesem Raum sei bei einer hohen Temperatur und bestehe vollständig aus zweiatomigen Molekülen für die alle Freiheitsgrade angeregt sind. Berechnen Sie die zusätzliche Rotations- und Vibrationsenergie des Gases.

Aufgabe 7 (6 Punkte) Nehmen Sie an, dass die Geschwindigkeit der Erde durch den Äther ihrer Bahngeschwindigkeit entspricht, d.h. $v = 10^{-4}c$. Betrachten Sie ein Michelson-Morley Experiment bei dem die Arme des Interferometers eine Länge von $10\,\mathrm{m}$ besitzen. Einer der Arme sei in Bewegungsrichtung und der andere senkrecht dazu ausgerichtet. Berechnen Sie den zu erwartenden Zeitunterschied für zwei Lichtwellen die sich entlang eines jeden Arms ausbreiten. ($c = 3 \cdot 10^8\,\mathrm{m/s}$)