

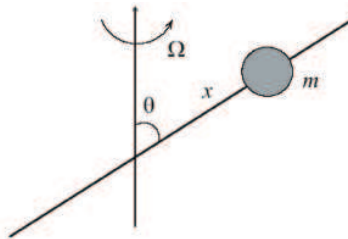
Semestralklausur zur Experimentalphysik 1

2. Februar 2008

Aufgabe 1 (6 Punkte) Die Bewohner einer Polarstation am Nordpol haben ein Loch durch den Mittelpunkt der Erde bis zum Südpol gebohrt, um ihren Müll zu entsorgen. Sie lassen ihren Müll in Form eines 50 kg schweren Müllsacks aus der Ruhe hineinfallen. Die Bewohner der Polarstation stellen jedoch zu ihrem Schrecken fest, dass der Müllsack wieder zurückkommt. Die Erde sei eine homogene Kugel der Masse $M_E = 6,0 \times 10^{24}$ kg und dem Radius $R_E = 6378$ km. Luftwiderstand und technische Probleme der Bohrmannschaft sind zu vernachlässigen.

- (a) Leiten Sie das Kraftgesetz für die Bewegung des Müllsacks aus dem Newtonschen Gravitationsgesetz her und stellen Sie dann die Bewegungsgleichung auf. Um was für eine Bewegung handelt es sich?
- (b) Vergleichen Sie die Zeit bis der Müllsack zum ersten mal wieder an der Polarstation ankommt mit der Umlaufdauer eines fiktiven Satelliten ($m = 50$ kg), der direkt über der Erdoberfläche die Erde umläuft.

Aufgabe 2 (5 Punkte) Eine Erbse der Masse m sei durch ein Loch in ihrer Mitte auf einen geraden Stab gesteckt, auf dem sie reibungsfrei rutschen kann. Der Stab rotiere nun in der unten gezeigten Weise um eine vertikale Achse, wobei der Winkel θ und die Winkelgeschwindigkeit Ω konstant gehalten werden. Die Schwerkraft wirke in vertikaler Richtung. Stellen Sie die Bewegungsgleichung für \ddot{x} auf.

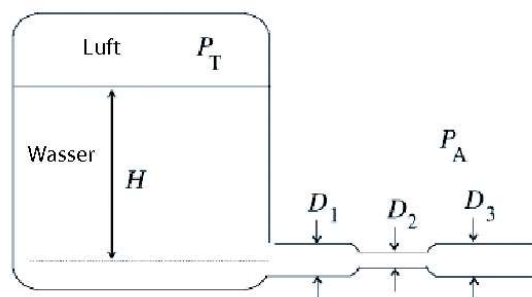


Aufgabe 3 (6 Punkte) Zwei gleichschwere Körper der Masse m seien durch eine Feder mit Federkonstante k verbunden. Die Anordnung ruhe auf einem ebenen Untergrund auf dem sie sich reibungsfrei bewegen kann. Ein Kraftstoss wirke nun entlang der Richtung der Feder auf eine der Massen.

- Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die durch den Kraftstoss erzeugte Bewegung der zwei Massen auf und lösen Sie diese.
- Stellen Sie die resultierende Bewegung beider Massen qualitativ in einem gemeinsamen x - t -Diagramm und in einem gemeinsamen v - t -Diagramm dar.

Aufgabe 4 (6 Punkte) In der gezeigten Anordnung herrscht der konstante Druck p_T im geschlossenen Teil des Gefäßes über der Flüssigkeit. Das Gefäß wird von Luft bei Normaldruck p_A umgeben. Die Schwerkraft wirke in vertikaler Richtung. Das Strömungsverhalten sei charakteristisch für eine ideale Flüssigkeit.

- Wie groß muss der Druck p_T mindestens sein, damit die Flüssigkeit ausläuft? (Gehen Sie von der einfachst möglichen Annahme über das Verhalten der Flüssigkeit am Ausfluss aus.)
- Wenn der Druck in einer strömenden Flüssigkeit unter den Dampfdruck p_D fällt, kommt es zur Bildung von Blasen. Diskutieren Sie unter Angabe der relevanten Gleichungen, wo und für welche Werte von $p_T > p_D$ es im gezeigten System beim Auslaufen zuerst zu einer Blasenbildung kommt. (Die Geschwindigkeit des Wassers im Behälter selbst sei vernachlässigbar.)



Aufgabe 5 (5 Punkte) Eine Seifenblase zerplatze in Tröpfchen. Um die Geschwindigkeit der Tröpfchen grob abzuschätzen, nehme man an, dass Tröpfchen mit gleicher Geschwindigkeit entstehen. Wie groß ist die Geschwindigkeit der Tröpfchen, wenn die Seifenblase einen Radius von 6 cm und eine Masse von 0,1 g hat? Der Vorgang des Zerplatzens gehe ohne Verluste durch Reibung vonstatten und die Oberflächenspannung der entstehenden Tröpfchen selbst kann vernachlässigt werden. Die Seifenlösung habe die Oberflächenspannung $\sigma = 2,0 \times 10^{-2} \text{ N/m}$.

Aufgabe 6 (6 Punkte) Zwei Raumschiffe A und B starten zur gleichen Zeit auf der Erde und fliegen in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit v zu Punkten in der gleichen Entfernung L . Sobald die Raumschiffe ihre jeweiligen Zielpunkte erreicht haben, senden sie ein Funksignal zu Erde, das dort zur Zeit T nach dem Start der Raumschiffe empfangen wird.

(a) Zeigen Sie, dass folgender Zusammenhang gilt

$$\frac{v}{c} = \left(\frac{cT}{L} - 1 \right)^{-1}$$

(b) Berechnen Sie für $L = 1$ Lichttag und $T = 8/3$ Tage mit Hilfe der Lorentz-Transformation die Ankunftszeiten der beiden Raumschiffe an ihren Zielpunkten betrachtet vom Inertialsystem von A.

Vernachlässigen Sie die Effekte der Beschleunigung der Raumschiffe.

Aufgabe 7 (6 Punkte) Ein homogener Zylinder mit Masse m und Radius r rolle ohne zu rutschen mit der Geschwindigkeit v_0 auf einer ebenen Unterlage. Er stoße gegen einen zweiten identischen ruhenden Zylinder. Die Achsen der Zylinder seien parallel. Die Reibung zwischen den Zylindern während des Stoßes sei vernachlässigbar. Das Trägheitsmoment eines Zylinders bezüglich seiner Achse ist $\Theta = \frac{1}{2}mr^2$.

- Welche Werte haben die Geschwindigkeiten und Rotationswinkelgeschwindigkeiten der beiden Zylinder *unmittelbar nach* dem Stoß? (Die Rollbedingung ist unmittelbar nach dem Stoß für beide Zylinder *nicht* erfüllt!)
- Bestimmen Sie nun allgemein das Verhältnis von Rotationsbeschleunigung zu Translationsbeschleunigung eines Zylinders, wenn eine beliebige Kraft $F(t)$ tangential am Mantel des Zylinders angreift.
- Ab einer gewissen Zeit nach dem Stoß rollen dann wegen der Wechselwirkung mit der Unterlage beide Zylinder ohne zu rutschen, d.h. die Rollbedingung ist dann wieder erfüllt. Bestimmen Sie mit dem Ergebnis aus Teil (b) die Endgeschwindigkeiten der beiden Zylinder.

