
Klausur zur Experimentalphysik 1

Prof. Dr. M. Rief

Wintersemester 2010/2011

16. Februar 2011

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 beidseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

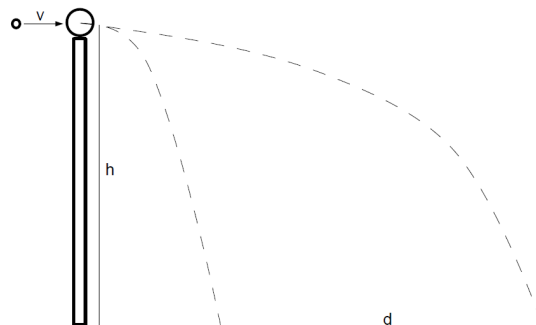
Aufgabe 1 (7 Punkte)

Ein Asteroid gerät ins Schwerfeld der Erde und bewegt sich direkt auf die Erde zu. (Gravitationskonstante $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$, Erdradius $R = 6360 \text{ km}$, Erdmasse $M = 5.977 \times 10^{24} \text{ kg}$).

- Welche Geschwindigkeit hat er in 200km Höhe über der Erdoberfläche, bevor er in die Atmosphäre eintaucht und verglüht? Nehmen Sie an, dass der Asteroid weit weg von der Erde eine vernachlässigbare Relativgeschwindigkeit zur Erde hatte und nur das Erdpotential spürt.
- Welche Geschwindigkeit müsste er haben, um in 200km Höhe in eine Kreisbahn um die Erde einschwenken zu können?

Aufgabe 2 (11 Punkte)

Auf einer Stange mit Höhe $h = 12 \text{ m}$ liegt ein Apfel der Masse M ($M = 0.5 \text{ kg}$). Er wird von einer Kugel der Masse m ($m = 5 \text{ g}$) durchschossen. Die Kugel fällt dreimal so weit von der Stange zur Erde wie der Apfel. Der Abstand zwischen den Auftreffpunkten ist $d = 16 \text{ m}$. Beide Körper sind als Massenpunkte anzusehen. Die Erdbeschleunigung beträgt $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.



- Was kann man beim inelastischen Stoß über den Gesamtimpuls und über die kinetische sowie die Gesamtenergie aussagen? Werden diese Größen erhalten?
- Wie groß war die ursprüngliche Geschwindigkeit der Kugel vor dem Stoß?
- Wieviel Wärme wurde beim Durchschuss erzeugt?

Aufgabe 3 (11 Punkte)

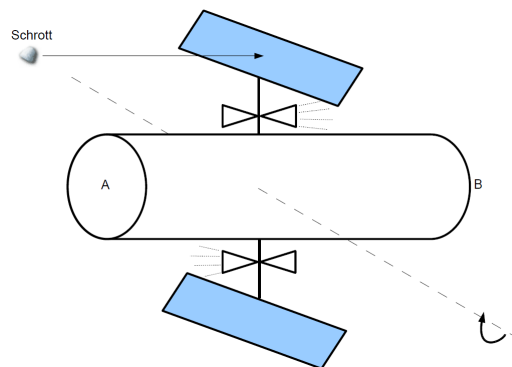
Ein Wagen (Leergewicht $M=500\text{g}$) bewegt sich reibungsfrei auf einer Ebene mit der Geschwindigkeit $v_0=10\text{m/s}$ in x-Richtung. Auf dem Wagen ist eine Wanne mit vernachlässigbarer Masse und der Grundfläche $A=6\text{m}^2$ mit der offenen Seite nach oben befestigt. Plötzlich zur Zeit $t=0$, setzt ein Platzregen mit 180 Litern pro Stunde und Quadratmeter ein. Die Regentropfen fallen senkrecht.

Hinweis: Sie mögen das Integral $\int \frac{1}{a+bx} dx = \frac{1}{b} \ln |a+bx| + C$ nützlich finden.

- Gilt hier der Impulserhaltungssatz? Gilt der Energieerhaltungssatz?
- Wie groß ist die Geschwindigkeit des Wagens als Funktion der Zeit?
- Kommt der Wagen innerhalb einer endlichen Strecke zum Stehen? Begründen Sie ihre Antwort durch Rechnung.
- Welche Kraft muss aufgebracht werden, um die Geschwindigkeit des Wagens konstant auf dem Wert v_0 zu halten?

Aufgabe 4 (8 Punkte)

Eine zylinderförmige Raumstation wird an einem ihrer Sonnensegel von einem Stück Weltraumschrott getroffen und gerät dadurch in Rotation um eine Achse mit Trägheitsmoment $I = 10^5 \text{kgm}^2$ (gestrichelt in der Zeichnung), und zwar mit einer Umlauffrequenz von $f = 3.18 \times 10^{-2} \text{Hz}$.

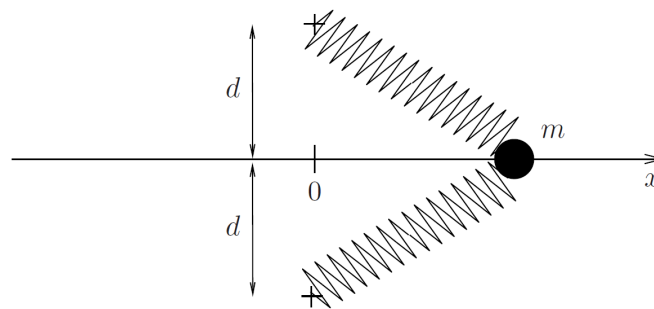


- Wie lange müssen zwei Trimmeraketen, die sich im Abstand 10m von dieser Drehachse befinden und je 100N Schub entwickeln, gezündet werden, um diese Drehbewegung zu stoppen?

- b) Die Crew feiert eine Party und möchte währenddessen in der Mitte der beiden Endflächen A und B der Raumstation Erdbeschleunigung erzeugen, und zwar unter Verwendung derselben Trimmeraketen. Welche Umlauffrequenz f um die gestrichelte Achse ist hierfür nötig, wenn die Gesamtlänge der Station $L = 40\text{m}$ beträgt?
- c) Wie lange müssen hierfür die Trimmeraketen (Schub wie oben) gezündet werden?

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Betrachten Sie das in der folgenden Abbildung dargestellte System aus zwei identischen Federn der Härte k und einer Masse m . Die Bewegung der Masse ist auf die x -Achse eingeschränkt, die beiden Federn sind bei $x = 0$ in der Entfernung d von der x -Achse befestigt. Die Federn sollen um ihre Aufhängepunkte frei beweglich und die Ausdehnung der Masse vernachlässigbar sein.



- a) Gehen Sie zunächst davon aus, dass die beiden Federn entspannt sind, wenn sie die Länge null haben. Geben Sie die potentielle Energie des Systems und die Gesamtkraft der Masse als Funktionen der Auslenkung x an. Stellen Sie die Bewegungsgleichung der Masse auf und bestimmen Sie die Schwingungsfrequenz.
- b) Nun sollen die Federn im entspannten Zustand die Länge $s_0 > d$ haben. Skizzieren Sie die potentielle Energie V des Systems als Funktion von x und stellen Sie die Bewegungsgleichung der Masse auf. Warum wäre diese schwierig zu lösen?

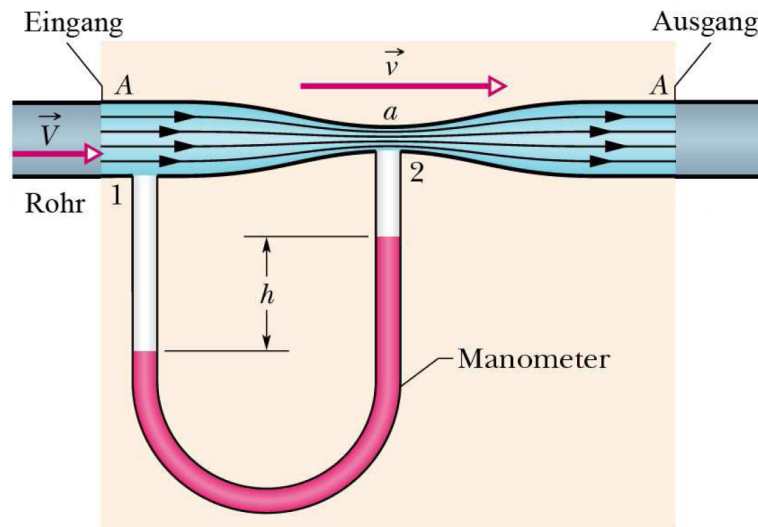
Aufgabe 6 (9 Punkte)

Zum Zeitpunkt $t = 0$ befinden sich die Drillinge Andrea, Barbara und Christina am Koordinatenursprung. Während Andrea dort verbleibt, fliegt Drilling Barbara zu einem zehn Lichtjahre entfernten Stern, hat dort einen Aufenthalt von einem halben Jahr und kehrt dann zurück zum Ursprung. Ihr Raumschiff fliegt mit einer Geschwindigkeit von $\beta = \frac{2}{3}$. Drilling Christina fliegt mit $\beta = \frac{1}{2}$ zu einem fünf Lichtjahre entfernten Stern, bleibt dort zwei Jahre lang und kehrt dann wieder zurück. Die Beschleunigungszeiten sind vernachlässigbar.

- a) Welcher Drilling ist am ältesten, wenn sie sich alle im Bezugssystem von Andrea wieder treffen? Wie groß sind die Altersunterschiede?
- b) Zeichnen Sie die Weltlinien von Andrea, Barbara und Christina in ein Minkowski-Diagramm ein.

Aufgabe 7 (6 Punkte)

Die Venturi-Düse wird oft zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Fluiden in einem Rohr verwendet (siehe Abbildung). Das Rohr habe am Eingang und Ausgang den Querschnitt A . Am Eingang und Ausgang fließt das Fluid mit derselben Geschwindigkeit V wie im Rohr. Dazwischen strömt es mit der Geschwindigkeit v durch eine Verengung mit der Querschnittsfläche a . Das Manometer verbindet den breiteren Teil der Düse mit dem engeren Teil.



- Was bewirkt die Änderung des Fluiddrucks Δp ?
- Betrachten Sie die Druckdifferenz Δp zwischen Punkt 1 und Punkt 2 und zeigen Sie, dass für die Geschwindigkeit V gilt:

$$V = \sqrt{\frac{2a^2\Delta p}{\rho(a^2 - A^2)}} \quad (1)$$

wobei ρ die Fluidichte ist.

- Nehmen Sie nun an, bei dem Fluid handle es sich um Wasser mit der Dichte $\rho_W = 1\text{g/cm}^3$. Die Querschnittsflächen seien 5 cm^2 im Rohr und 4cm^2 in der Düsenverengung. Der Druck im Rohr sei 5.3 kPa und der Druck in der Verengung 3.3 kPa . Welche Wassermasse wird pro Sekunde durch den Rohreingang transportiert?