

---

# Nachklausur zur Experimentalphysik 1

Prof. Dr. M. Rief  
Wintersemester 2010/2011  
20. April 2011

---

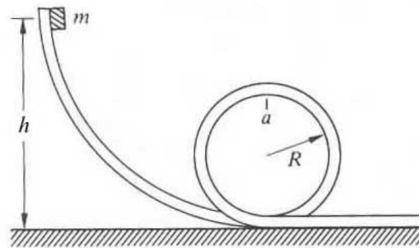
Zugelassene Hilfsmittel:

- 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.

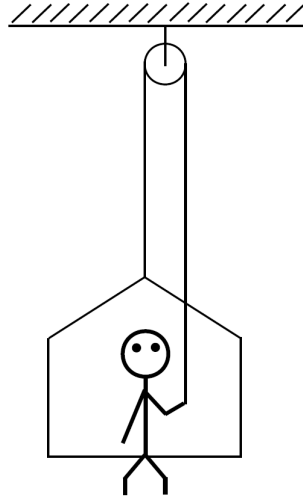
## Aufgabe 1 (6 Punkte)

Ein umweltfreundlicher Achterbahnwagen mit Masse  $m$  rutscht aus der Ruhe in Höhe  $h$  los und durch einen Looping mit Radius  $R$  (siehe Abbildung). Die Bahn ist dabei reibungslos. Als sich der Wagen bei Punkt  $a$  am Höhepunkt des Loopings befindet, drückt er mit seiner dreifachen Gewichtskraft gegen die Bahn. Von welcher Höhe  $h$  ist der Wagen gestartet?



## Aufgabe 2 (7 Punkte)

Ein Maler hat eine Fassade zu streichen und nutzt dabei u.a. eine mit Muskelkraft zu betreibende Arbeitsbühne. Die Massen des Malers und der Arbeitsbühne betragen 72 bzw. 12kg. Der Maler zieht so am Seil, dass er mit einer Kraft von 400N gegen die Arbeitsbühne drückt (siehe Skizze).



- a) Wie groß ist die Beschleunigung der Arbeitsbühne und des Malers?
- b) Welche Kraft wirkt insgesamt auf die Arbeitsbühne?

### Aufgabe 3 (6 Punkte)

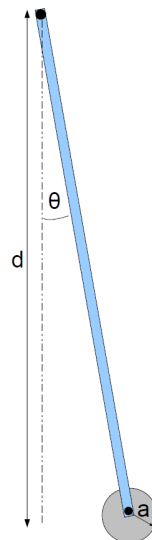
Ein großer Meteor (Masse  $m_1$ , Geschwindigkeit  $\vec{v}_1$ ) stoße zentral und völlig inelastisch mit einem Planeten (Masse  $m_2$ , Geschwindigkeit  $\vec{v}_2$ ) zusammen. Die Eigenrotation beider Himmelskörper ist vernachlässigbar klein.

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit  $v'$  des Planeten nach dem Stoß, wenn  $\vec{v}_1$  und  $\vec{v}_2$  parallel bzw. antiparallel gerichtet waren.
- Der Stoß erfolge nun nicht zentral, so dass der Planet nach dem Stoß rotiert, d.h. Drehimpuls  $\vec{L} \neq 0$ . Hatte das System bereits vor dem Zusammenstoß den Drehimpuls  $\vec{L}$ ? (Kurze Erklärung!)
- Ändert sich die Geschwindigkeit  $v'$  bei b) verglichen mit a) gesetzt den Fall, dass auch bei b) der Zusammenstoß vollkommen inelastisch sei? Begründen Sie Ihre Antwort.

### Aufgabe 4 (11 Punkte)

Ein physikalisches Pendel besteht aus zwei Teilen: Einem dünnem Stab mit Länge  $d$  und Masse  $M$ , der sich um die in der Abbildung gezeigte Achse dreht, und einer Scheibe mit Radius  $a$  und Masse  $m$ , die am anderen Ende fest mit dem Stab verbunden ist. Das Pendel wird zum Zeitpunkt  $t = 0$  um einen kleinen Winkel  $\theta_0$  ausgelenkt und dann losgelassen.

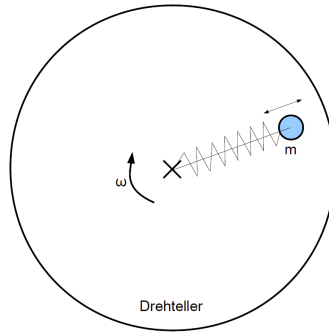
**Hinweis:** Es gilt die Kleinwinkelnäherung  $\sin(\theta) \approx \theta$ . Das Trägheitsmoment eines dünnen Stabes der um eine Querachse durch ein Ende rotiert, beträgt  $I = \frac{1}{3}ml^2$ , wobei  $m$  die Masse des Stabes und  $l$  seine Länge ist. Das Trägheitsmoment einer dünnen Scheibe mit Masse  $m$  und Radius  $r$  um seine Achse beträgt  $I = \frac{1}{2}mr^2$ .



- Zeichnen Sie die Kräfte ein, die auf das Pendel wirken, stellen Sie die Bewegungsgleichung auf und bestimmen Sie so die Periode  $T$  des Pendels.
- Nehmen Sie an, dass sich die Scheibe reibungslos in ihrer Befestigung am Stab drehen kann. Was ist jetzt die Periode des Pendels?

### Aufgabe 5 (8 Punkte)

Auf einem Drehteller sei im Zentrum das eine Ende einer Zugfeder (Federkonstante  $k_f$ ) montiert. Die Feder hat die Ruhelänge  $L_0$  und kann sich in radialer Richtung frei dehnen. Am anderen Federende ist eine punktförmige Masse  $m$  befestigt. Die Feder selbst sei masselos. Das Gesamtsystem drehe sich nun mit der Kreisfrequenz  $\omega$ , d.h. alle Komponenten drehen sich mit gleicher Frequenz um die Mittelachse des Tellers.



- Welche zwei Kräfte wirken auf die Masse  $m$  in radialer Richtung?
- Berechnen Sie die neue Ruhelage der Masse (Abstand  $L$  von der Drehachse) als Funktion von  $\omega$ .
- Welche Bedingung muss gelten, damit es überhaupt diese neue Ruhelage gibt?
- Fertigen Sie eine Skizze an, aus der der Verlauf beider Kräfte als Funktion des Abstands von der Drehachse und die neue Ruhelage sichtbar werden.

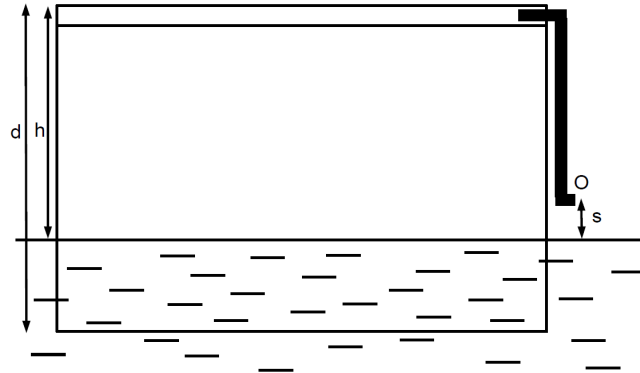
### Aufgabe 6 (6 Punkte)

Eine Astronomin beobachtet, dass ein Protonenstrom (Teil des Sonnenwinds) die Erde zum Zeitpunkt  $t_1$  passiert. Später entdeckt sie, dass Jupiter zum Zeitpunkt  $t_2 = t_1 + \Delta t$  ( $\Delta t = 900\text{s}$ ) einen Ausbruch hochfrequenten Rauschens emittiert. Eine zweite Astronomin  $S'$  reist in einem Raumschiff von der Erde zum Jupiter. Das Raumschiff hat die Geschwindigkeit  $V = 0.5c$ . Diese Astronomin beobachtet dieselben zwei Ereignisse. Nehmen Sie an, dass sich die Erde direkt zwischen der Sonne und Jupiter befindet und dass die Entfernung zwischen der Erde und dem Jupiter  $6.3 \times 10^8\text{km}$  beträgt.

- Berechnen Sie das von Beobachterin  $S'$  im Raumschiff gemessene Zeitintervall  $\Delta t'$  zwischen den zwei Ereignissen. Wäre es möglich, dass der Protonenstrom das Rauschen des Jupiters verursacht hat?
- Mit welcher Geschwindigkeit (und in welche Richtung) müsste ein Raumschiff fliegen, damit die zwei Ereignisse für ein Besatzungsmitglied zeitgleich erschienen?
- Angenommen, dass das Rauschen wirklich von dem Protonenstrom verursacht wird. Berechnen Sie die Begrenzung, die sich aus dieser Bedingung für  $\Delta t$  ergibt.

## Aufgabe 7 (12 Punkte)

Im Südpazifik treibt ein Riesen-Eisberg mit einer Länge  $L = 240\text{km}$  und einer Breite  $b = 40\text{km}$ .



- a) Angenommen, der Eisberg hat die Form eines Quaders und ragt  $h = 60\text{m}$  aus dem Wasser. Wie groß ist die Gesamtdicke  $d$  des Eisbergs (siehe Skizze)? Die Dichte von Eis beträgt  $\rho_E = 920\text{kg/m}^3$ , die Dichte von Meerwasser  $\rho_{MW} = 1020\text{kg/m}^3$ .

Da der Berg die Schifffahrt verhindert, wird vorgeschlagen, das Schmelzwasser, das sich durch Sonneneinstrahlung an der Oberfläche bildet, zur Fortbewegung des Eisbergs zu nutzen. Dazu wird das Schmelzwasser gesammelt und an der Schmalseite des Eisbergs über ein vertikales Rohr ins Meer abgeleitet (siehe Skizze). Das Rohr liegt am unteren Ende horizontal und habe eine Öffnung  $O$  (Querschnitt  $q = 100\text{m}^2$ ), die sich  $s = 5\text{m}$  über dem Meer befindet.

- b) Berechnen Sie den Schweredruck  $p_S$  an der Rohröffnung  $O$  und die Auslaufgeschwindigkeit des Schmelzwassers  $v_{SW}$ . Die Dichte des Schmelzwassers beträgt  $\rho_{SW} = 1000\text{kg/m}^3$ . Reibungseinflüsse sollen vernachlässigt werden.
- c) Welche Wassermasse  $I_{SW}$  (in  $\text{kg/s}$ ) strömt pro Sekunde aus der Öffnung?
- d) Wie groß ist die Rückstosskraft  $F_R$ , die das waagrecht ausströmende Wasser auf den Eisberg ausübt?
- e) Welche Geschwindigkeit  $v_E$  erreicht der Eisberg aufgrund des Rückstoßes nach 10 Tagen? (Das Abtauen und die Reibung des Eisbergs im Wasser sollen dabei vernachlässigt werden.)