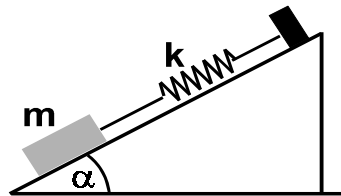


**Semestrale zur Vorlesung “Experimentalphysik I“**  
**WS 2002/03**  
**Prof. M. Stutzmann**

**Aufgabe 1** (8 Punkte)

Auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel  $\alpha = 20^\circ$ ) befindet sich ein Körper der Masse  $m = 1 \text{ kg}$ . An dem Körper ist ein masseloser starrer Draht befestigt, der den Körper mit einer Feder der Federkonstanten  $k$  verbindet, die ihrerseits am Boden befestigt ist (siehe Zeichnung).

- Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Systems auf. Vernachlässigen Sie hierbei die Reibung.
- Welche Federstärke  $k$  muß die Feder besitzen, damit die Masse mit einer Frequenz  $\nu = 10 \text{ Hz}$  schwingt?
- Welchen Einfluss hat der Neigungswinkel  $\alpha$  auf das System?



**Aufgabe 2** (5 Punkte)

Gegeben sind folgende Gleichungen:

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + l m g \sin \varphi = 0 \quad (1)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{I}{R} \frac{d\omega}{dt} + kx = 0 \quad (2)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{\xi^2}{m} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \xi \frac{dx}{dt} + mg = 0 \quad (3)$$

- Führen Sie eine schriftliche Analyse der Einheiten für jeden Term durch und beurteilen Sie, welche der Gleichungen mögliche Bewegungsgleichungen physikalischer Systeme sein können. Die Bezeichnungen sind hierbei wie folgt zu verstehen:

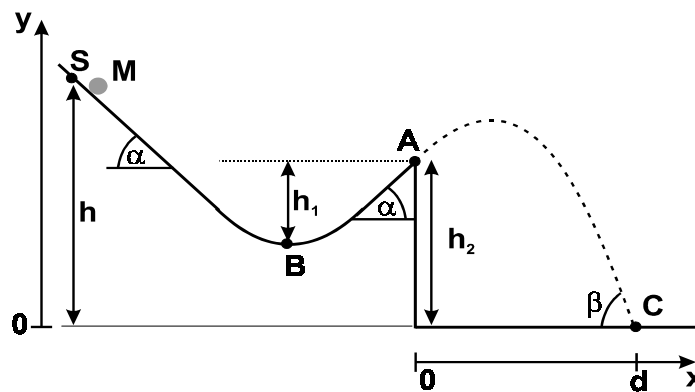
Symbol	Bedeutung	Symbol	Bedeutung
$m$	Masse	$x$	Ortskoordinate/Auslenkung
$\xi$	Reibungskoeffizient	$g$	Erdbeschleunigung
$I$	Trägheitsmoment	$\varphi$	Auslenkwinkel
$l$	Länge	$R$	Radius (z.B. einer Rolle)
$\omega$	Kreisfrequenz	$k$	Federkonstante

- Welche physikalischen Systeme werden durch die sinnvollen Bewegungsgleichungen beschrieben?

### Aufgabe 3 (11 Punkte)

Eine Masse  $M$  gleitet ohne zu rollen im Schwerfeld der Erde ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) aus der Ruhelage reibungsfrei eine schiefe Ebene mit dem Neigungswinkel  $\alpha = 30^\circ$  hinab, wird umgelenkt und springt zur Zeit  $t = 0$  unter dem Winkel  $\alpha$  von einer Sprungschanze. Sie landet schließlich bei  $d = 120 \text{ m}$  (Punkt C). Das Ende der Sprungschanze (Punkt A) befindet sich  $h_2 = 10 \text{ m}$  über dem Boden. Der "Tiefpunkt" B ist  $h_1 = 2 \text{ m}$  unterhalb des Endes der Schanze.

- Berechnen Sie die kinetische Energie der Masse am Punkt A in Abhängigkeit von der Höhe  $h$  des Startpunkts S.
- Beschreiben Sie die Bewegungen in x- und y-Richtung der Masse für  $x \geq 0$  als Funktion der Zeit  $t$ .
- Von welcher Höhe  $h$  muss die Masse  $M$  starten, damit sie bei  $d = 120 \text{ m}$  auftrifft?
- Unter welchem Winkel  $\beta$  trifft die Masse auf? Welche Absolutgeschwindigkeit besitzt sie dabei (Geschwindigkeit am Punkt C)?
- An welchem Punkt/welchen Punkten der gesamten Bahn ist die Geschwindigkeitskomponente in x-Richtung am größten? (keine Rechnung)



### Aufgabe 4 (8 Punkte)

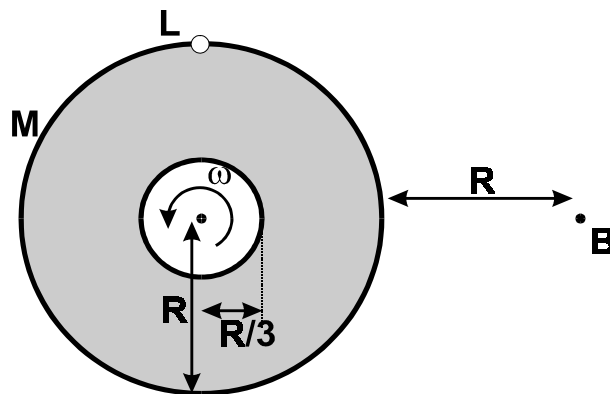
Ein Kleinwagen der Masse  $m = 800 \text{ kg}$  stößt frontal mit einer gepanzerten Luxuslimousine der Masse  $M = 3000 \text{ kg}$  zusammen. Die Geschwindigkeit des Kleinwagens beträgt vor dem Zusammenstoß  $v = 50 \text{ km/h}$ , die der Limousine  $V = 75 \text{ km/h}$ . Der Zusammenstoß ist vollkommen inelastisch.

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit und die Richtung des Schrotthaufens nach dem Zusammenstoß.
- Stellen Sie die Energiebilanz (kinetische Energie vor und nach dem Stoß) auf. Wo ist die fehlende kinetische Energie geblieben?
- Bei dem Unfall wird der Kleinwagen um  $80 \text{ cm}$  verkürzt, die Limousine verliert  $1 \text{ m}$  an Länge. Berechnen Sie die Aufprallzeit (Dauer der Deformation) der beiden Fahrzeuge, indem Sie annehmen, dass die Deformation mit einer mittleren Geschwindigkeit  $\bar{v} = 1/2 \cdot (\Delta v_{\text{vorher}} - \Delta v_{\text{nachher}})$  geschieht.
- Welcher mittleren Beschleunigung entspricht dies für die beiden Autos?

**Aufgabe 5** (8 Punkte)

Eine homogene Scheibe mit Radius  $R = 10\text{ m}$  (Masse  $M = 100\text{ kg}$ ) hat in der Mitte ein kreisförmiges Loch mit dem Radius  $R/3$ . Die Rotationsenergie der Scheibe mit Loch beträgt  $E_{rot} = 100\text{ kJ}$ .

- Berechnen Sie das Trägheitsmoment der Scheibe.
- Welche Kreisfrequenz besitzt das System?
- Am Punkt  $B$  befindet sich ein Beobachter (Abstand  $2R$  von Symmetriezentrum der Scheibe). Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich ein am Rande der Scheibe montierter masseloser Lautsprecher  $L$  maximal vom Beobachter weg bzw. auf ihn zu? Welcher Abstand herrscht zu diesem Zeitpunkt zwischen Lautsprecher und Beobachter?
- Der Lautsprecher sendet eine Schallwelle der Wellenlänge  $\lambda = 75\text{ cm}$  aus. Welches Frequenzspektrum, d.h. minimale und maximale Frequenz, nimmt der Beobachter wahr? (Schallgeschwindigkeit in Luft  $c = 330\text{ m/s}$ )

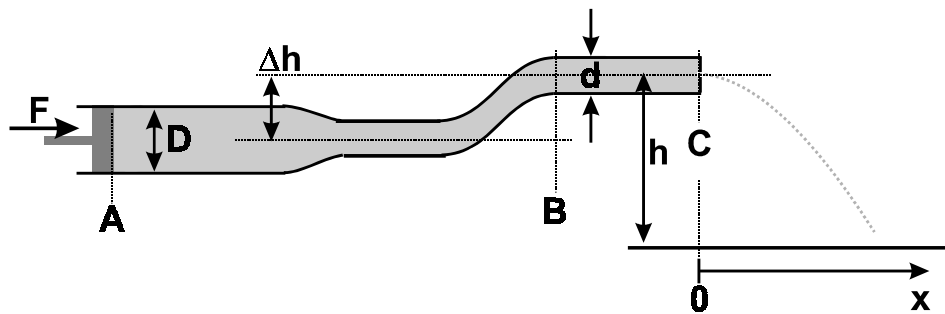
**Aufgabe 6** (5 Punkte)

Die Rotationsenergie  $E_{rot}$  der Scheibe in Aufgabe 5 wird durch einen Stoß mit einer Rakete der Masse  $m = 10\text{ kg}$  eingebracht, bei dem 80% der kinetischen Energie als Rotationsenergie an die Scheibe übertragen wird. Die Rakete hatte vor dem Start Treibstoff der Masse  $m_P$  an Bord, der vor dem Stoß komplett verbraucht wurde (Austrittsgeschwindigkeit  $v_P = 200\text{ m/s}$ ). Berechnen Sie  $m_P$ .

### Aufgabe 7 (6 Punkte)

Ein wassergefülltes zylindrisches Rohr mit dem Innendurchmesser  $D$  verengt sich in ein kleineres Rohr mit dem Durchmesser  $d$ . Von außen wirkt eine Kraft  $F$  auf das reibungsfrei fließende Wasser ein. Das Wasser soll hierbei als inkompressibel angenommen werden. Das kleine Rohr besitzt einen Verschuß, in dessen Mitte ein kleines Loch gebohrt ist. Dieses Loch befindet sich in einer Höhe  $h$  über dem Boden, der Höhenunterschied zwischen den beiden Rohrmitte ist  $\Delta h$ . (siehe Abbildung unten)

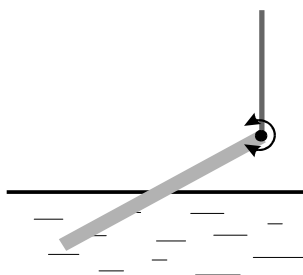
- Welcher Druck herrscht, nachdem sich das Rohr angehoben hat (Punkt B)?
- Wie weit spritzt der Wasserstrahl?
- Nun wird das Loch verschlossen. Welche Kraft wirkt auf die Wand am Ende der dünnen Röhre?



### Aufgabe 8 (9 Punkte)

Ein an ein Seil angebundener langer, homogener Holzbalken wird teilweise in Wasser gesenkt. Sobald das System zur Ruhe gekommen ist, kann man beobachten, dass der Balken genau zur Hälfte eintaucht (siehe Zeichnung).

- Stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen für den starren Körper auf.
- Wie groß ist die Dichte des Holzes im Vergleich zum Wasser?
- Wie groß ist die Kraft, die am Seil angreift im Verhältnis zur Gewichtskraft des Balkens?



Gesamtpunktzahl: 60 Punkte

Prüfungsdauer: 90 Minuten