

---

# Klausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. R. Kienberger

Wintersemester 2017/18

12. Februar 2018

---

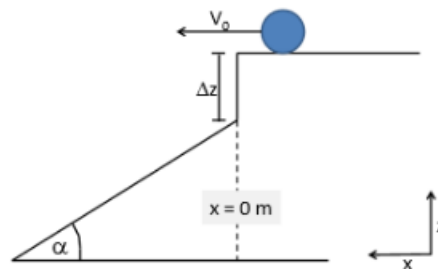
Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

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

## Aufgabe 1 (12 Punkte)

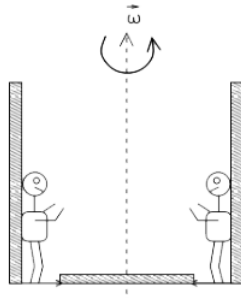
Eine Kugel ( $m = 7 \text{ kg}$ ) rollt mit einer Geschwindigkeit von  $v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  auf die Kante vor einem Abhang zu. Hinter der Kante fällt das Gelände zunächst senkrecht um  $\Delta z = 5 \text{ m}$  nach unten, ehe eine Hangschräge mit  $\alpha = 60^\circ$  beginnt, die im Rahmen der Aufgabe nicht endet. Vernachlässigen Sie den Durchmesser der Kugel.



- Um wie viele m in x-Richtung gegenüber der Hangkante verschoben trifft die Kugel auf dem Hang auf? (Wählen Sie ein geeignetes Koordinatensystem.)
- Wie lange braucht die Kugel von der Hangkante bis zum Aufprall?
- Wie groß ist die gesamte kinetische Energie der Kugel beim Aufprall?

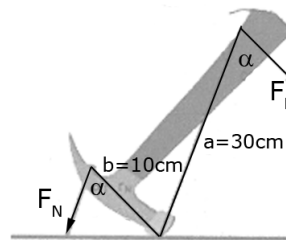
## Aufgabe 2 (6 Punkte)

Mit welcher Frequenz  $f$  muss sich ein zylinderförmiger Rotor von  $d = 4,5 \text{ m}$  Durchmesser mindestens drehen, damit Menschen an seiner Innenwand haften bleiben, wenn der Boden unter ihren Füßen weggezogen wird? Die Reibungszahl zwischen der Wand des Rotors und des Rücken eines Menschen betrage  $\mu = 0,1$  (siehe Abbildung). Skizzieren Sie alle wirkenden Kräfte in einem mitrotierenden Bezugssystem.



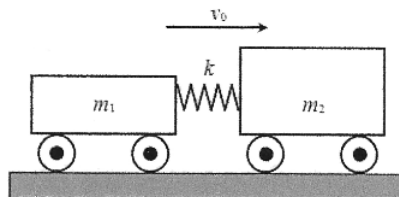
### Aufgabe 3 (4 Punkte)

Ermitteln Sie die Kraft, mit der ein Tischlerhammer den Nagel aus dem Holz zieht, wenn die Kraft der Hand 50 N beträgt. Entnehmen Sie die fehlenden Größen aus der Zeichnung.



### Aufgabe 4 (10 Punkte)

Zwei aneinander gekoppelte Fahrzeuge mit den Massen  $m_1$  und  $m_2$  bewegen sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v_0$  auf gerader Bahn. Zwischen beiden Fahrzeugen befindet sich eine (nicht befestigte) um die Länge  $x$  zusammengedrückte Feder der Federkonstanten  $k$ . Nach Lösen der Kopplung entspannt sich die Feder.



Dabei gilt  $v_0 = 1,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $k = 40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ .

- Welche Geschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$  besitzen die beiden Fahrzeuge danach im **Laborsystem**?
- Es sei jetzt  $m_1 = m_2 = 500 \text{ kg}$  sowie  $v_1 = 0$ . Wie groß ist dann  $v_2$ , und um welche Länge  $x$  war die Feder gespannt?

### Aufgabe 5 (7 Punkte)

Ein Hohlzylinder und ein Vollzylinder mit jeweils gleicher Masse  $m$  und gleichem Radius  $R = 0,1$  m rollen mit gleicher Anfangsgeschwindigkeit  $\omega_0 = 15 \frac{1}{s}$  auf einer horizontalen Ebene und danach eine schiefe Ebene hinauf. Die Wandstärke des Hohlzylinders sei vernachlässigbar gegenüber des Radius.

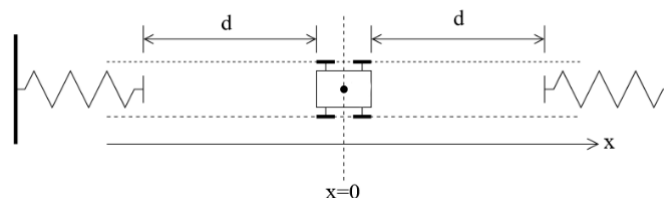
- (a) Berechnen Sie die Formel für das Trägheitsmoment des Hohlzylinders ( $mR^2$ ) und des Vollzylinders ( $\frac{1}{2}mR^2$ ).
- (b) Bei welchen Höhen kehren die Zylinder jeweils um (auch Zahlenwerte berechnen)? Reibungsverluste werden vernachlässigt.

### Aufgabe 6 (4 Punkte)

Ein Wasserläufer frisst zu viel. Bei welcher Masse (in  $g$ ) zerreißt aufgrund seines Übergewichts die Wasseroberfläche, sodass er untergeht? Die Oberflächenspannung von Wasser beträgt  $0,073 \frac{N}{m}$ . Zur Vereinfachung soll angenommen werden, dass die vier Füße des Wasserläufers flache, kreisförmige Scheiben mit einem Durchmesser von  $d = 4$  mm sind. Achten Sie auf die Einheiten.

### Aufgabe 7 (10 Punkte)

Ein Wagen bewege sich reibungsfrei auf Gleisen zwischen zwei Pufferfedern hin und her. Beide Federn haben die Federkonstante  $D = 72 \frac{N}{m}$ . Zum Zeitpunkt  $t = 0$  s durchlaufe der Schwerpunkt des Wagens die Position  $x = 0$  m nach rechts mit der Geschwindigkeit  $v_0 = 0,36 \frac{m}{s}$  und treffe nach der Strecke  $d = 18$  cm auf die rechte Feder. Die Masse  $m$  des Wagens betrage 2 kg.



- (a) Wie lange berührt der Wagen die rechte Feder?
- (b) Um welche Strecke  $\Delta s$  wird die Feder zusammengedrückt?
- (c) An welchen Stellen  $x$  hat die Beschleunigung den größten Betrag? Geben Sie den Betrag der maximalen Beschleunigung an.

### Aufgabe 8 (5 Punkte)

Ein Containerschiff werde durch einen Quader der Länge  $L = 300$  m, der Breite  $B = 40$  m und der Höhe  $H = 35$  adäquat beschrieben. Das Schiff besitzt ohne Container eine Masse von  $m = 20000$  t und kann mit Containern der Masse  $M = 100000$  t beladen werden. Wie tief ( $\Delta z$ ) sinkt der Schiffsrumpf im leeren und im beladenen Zustand jeweils im Wasser (Dichte  $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$ ) ein?

### Mathematische Ergänzungen (8 Punkte)

- (a) Berechnen Sie durch explizite Integration das Trägheitsmoment eines homogenen Kreiszylinders der Höhe  $h$  mit Radius  $R$  bei der Rotation um eine Achse durch den Schwerpunkt parallel zur Grundfläche.
- (b) Das Trägheitsmoment bei Rotation um die Symmetrieachse des Zylinders ist  $I_{33} = \frac{1}{2}MR^2$ . Welche Maße hat ein Zylinder, dessen Trägheitstensor dem einer Kugel entspricht?