

|                |                                       |                  |
|----------------|---------------------------------------|------------------|
| Wintersemester | 2006/07                               | Blatt 1 (von 5)  |
| Studiengang:   | FA2 / FK2                             | Semester 2       |
| Prüfungsfach:  | Experimentelle Physik                 | Fachnummer: 2022 |
| Hilfsmittel:   | Manuskript, Literatur, Taschenrechner | Zeit: 90 Minuten |

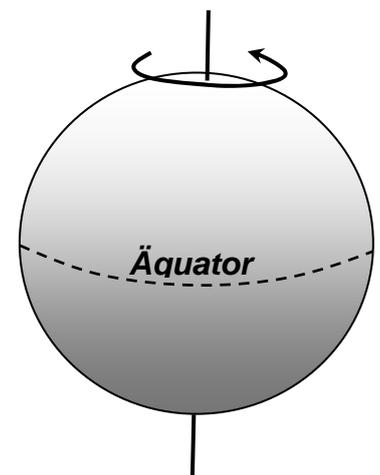
**Gesamtpunktzahl: 60**

**Aufgabe 1: Erdbeschleunigung**

**(4 Punkte)**

Um welchen Faktor und welchen Absolutwert unterscheidet sich der Betrag der Erdbeschleunigung  $g$  zwischen seinem Wert am Nordpol und einer Messung am Äquator unter folgenden Annahmen :

- Die Erde habe ideale Kugelform
- Der Erdradius betrage  $r_E = 6370 \text{ km}$
- Eine volle Erdrotation dauert 24 Stunden
- Am Nordpol beträgt  $g = 9.818 \text{ m/s}^2$

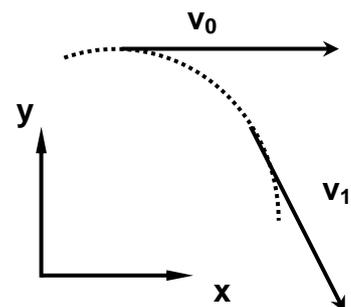


**Aufgabe 2: Bahnkurve**

**(7 Punkte)**

Ein Punkt der Masse  $m = 5 \text{ kg}$  bewegt sich entlang einer Bahnkurve in der  $(x,y)$  Ebene. Seine Geschwindigkeit zu den Zeitpunkten  $t_0 = 0 \text{ s}$  und  $t_1 = 2.5 \text{ s}$  wird durch die beiden Vektoren  $v_0$  und  $v_1$  gegeben :

$$\vec{v}_0 = \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{m}{s} \quad \text{und} \quad \vec{v}_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ -4 \end{pmatrix} \frac{m}{s}$$



- Welche mittlere Kraft wirkte während des Zeitintervalls  $[t_0, t_1]$  auf den Massepunkt ein ? Geben Sie Betrag und Richtung der Kraft an !
- Wirkte während des Zeitintervalls  $[t_0, t_1]$  eine Kraft in Bahnrichtung des Massepunkts ? (Antwort bitte mit Begründung !)

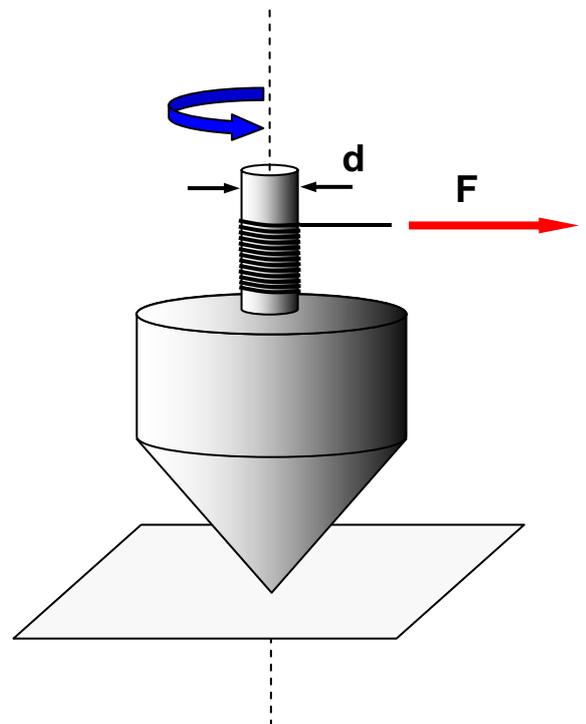
|                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| Wintersemester 2006/07              | Blatt 2 (von 5)  |
| Studiengang: FA2 / FK2              | Semester 2       |
| Prüfungsfach: Experimentelle Physik | Fachnummer: 2022 |

**Aufgabe 3 : Kinderkreisel**

(6 Punkte)

Die Achse eines Kinderkreisels sei raumfest und reibungsfrei gelagert und habe einen Durchmesser von 0.6 cm. Der Kreisel werde durch gleichmäßiges Ziehen mit der konstanten Kraft  $F = 3 \text{ N}$  an einem um die Achse gewickelten Faden aus der Ruhelage in Rotation versetzt. Das Abwickeln des Fadens dauere 0.5 s, der Kreisel drehe sich dabei insgesamt 20 mal um sich selbst.

- a) Bestimmen Sie die während des Abwickelns als konstant angenommene Winkelbeschleunigung des Kreisels
- b) Welche Winkelgeschwindigkeit wird erreicht ?
- c) Welches Drehmoment wirkt während des Abwickelvorgangs auf den Kreisel ?
- d) Welche Arbeit wird am Kreisel verrichtet ?
- e) Wie groß ist das Massenträgheitsmoment des Kreisels ?

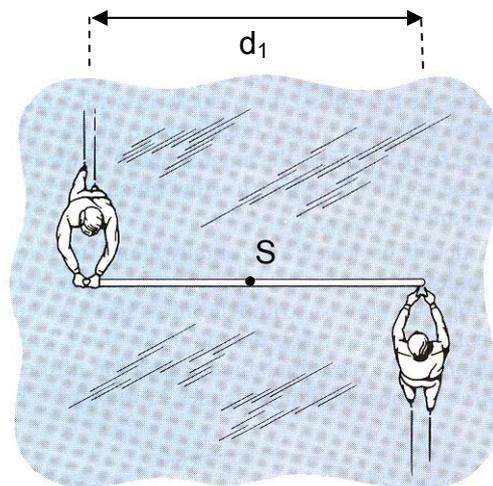


|                |                       |                  |
|----------------|-----------------------|------------------|
| Wintersemester | 2006/07               | Blatt 3 (von 5)  |
| Studiengang:   | FA2 / FK2             | Semester 2       |
| Prüfungsfach:  | Experimentelle Physik | Fachnummer: 2022 |

**Aufgabe 4 : Eisläufer**

**(13 Punkte)**

Zwei gleich schwere Eiskunstläufer ( $m = 55 \text{ kg}$ ) nähern sich reibungsfrei mit gleichem Geschwindigkeitsbetrag ( $v = 1.4 \text{ m/s}$ ) entlang zweier Parallelen im Abstand  $d_1 = 3 \text{ m}$  (Betrachten Sie die Personen als Massenpunkte). Einer der beiden hält einen langen Stab (mit vernachlässigbarer Masse) an einem Ende, während der Zweite das andere Ende erst im Vorbeifahren festhält (s. Skizze).



- Welchen Drehimpuls hat das System (bestehend aus zwei Massenpunkten) bezüglich des gemeinsamen Schwerpunkts  $S$  bevor der zweite Eiskunstläufer die Stange festhält?
- Mit welcher Winkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  drehen sich die beiden Personen, nachdem der zweite Eiskunstläufer die Stange festgehalten hat (Zustand 1)?

Jetzt ziehen sich die beiden Eiskunstläufer an der Stange nach innen, bis sie den Abstand  $d_2 = 1.2 \text{ m}$  haben (Zustand 2).

- Welche Winkelgeschwindigkeit  $\omega_2$  haben die beiden jetzt?
- Vergleichen Sie die kinetischen Rotationsenergien der beiden Zustände (1) und (2) und erklären Sie woher der Unterschied kommt.

|                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| Wintersemester 2006/07              | Blatt 4 (von 5)  |
| Studiengang: FA2 / FK2              | Semester 2       |
| Prüfungsfach: Experimentelle Physik | Fachnummer: 2022 |

**Aufgabe 5 : Bungee**

**(17 Punkte)**

Eine Person springt mit einem Bungeeseil von einer Plattform (s. Bild 1) und schwingt, nachdem das Seil sich maximal gespannt hat, vertikal mit einer Schwingungsdauer von  $T = 9.8 \text{ s}$ . Gehen Sie davon aus, dass das Seil durch eine ideale Feder ( $c = 37 \text{ N/m}$ ) approximiert werden kann und dass im untersten Punkt die maximale Schwingungsamplitude  $A = 32 \text{ m}$  beträgt (s. Bild 2).



Bild 1

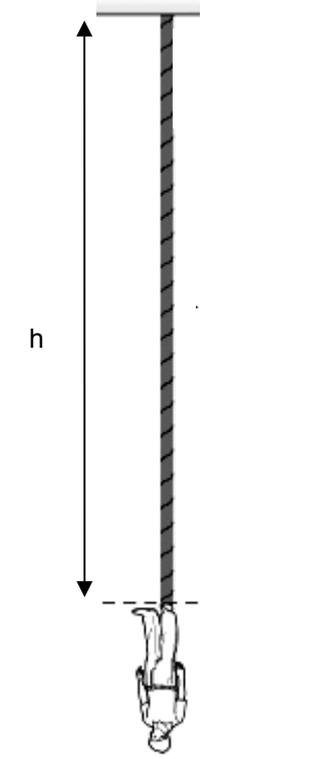


Bild 2

Gehen Sie zunächst davon aus, die Schwingung sei **ungedämpft**.

- Welche Masse  $m$  hat die Person?
- Welche Maximalgeschwindigkeit  $v_{\max}$  erreicht der Bungeespringer und um welche Strecke  $\Delta y$  ist das Seil zu diesem Zeitpunkt gedehnt?
- Aus welcher Höhe  $h$  muss der Bungeespringer mindestens starten, um nicht den Boden zu berühren? Welche Länge  $L_0$  hat somit das Seil im ungedehnten Zustand?

In Wirklichkeit ist die Schwingung **schwach gedämpft**.

- Die Dämpfung kann näherungsweise mit einem geschwindigkeitsproportionalen Reibungsgesetz ( $F_R = -b v$ ) beschreiben werden, wobei  $b = 10.8 \text{ kg/s}$  ist. Wie viele Schwingungen führt die Person aus bevor die Schwingungsamplitude auf  $2 \text{ m}$  abgenommen hat?

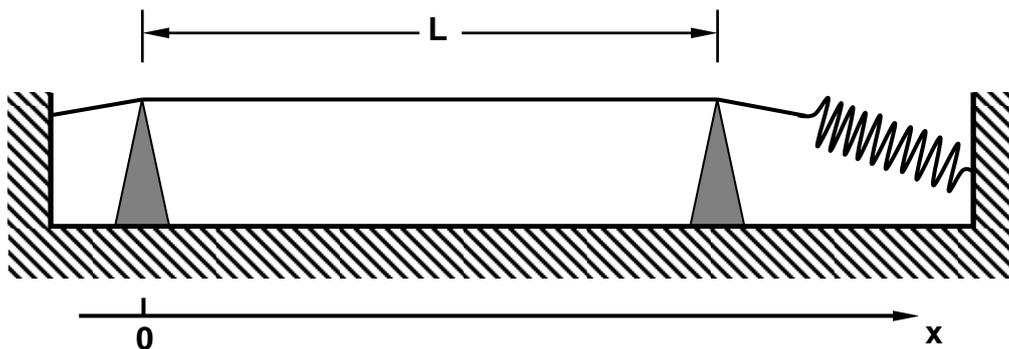
Hinweis : Die Teilaufgabe d) kann unabhängig von b) und c) gelöst werden

|                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| Wintersemester 2006/07              | Blatt 5 (von 5)  |
| Studiengang: FA2 / FK2              | Semester 2       |
| Prüfungsfach: Experimentelle Physik | Fachnummer: 2022 |

**Aufgabe 6 : Stehende Welle**

**(13 Punkte)**

Eine Stahlsaite wird zu transversalen Schwingungen angeregt. Sie hat den Durchmesser  $d = 0,5 \text{ mm}$ , die Dichte  $\rho = 7,7 \text{ g/cm}^3$  und wird von einer Feder mit der Kraft  $F = 40 \text{ N}$  gespannt. Der Abstand der beiden Auflagepunkte beträgt  $L = 80 \text{ cm}$ .



- Skizzieren Sie die Lage der Schwingungsbäuche und –knoten für die niedrigsten drei Eigenfrequenzen  $f_0$ ,  $f_1$  und  $f_2$ .
- Berechnen Sie diese niedrigsten drei Eigenfrequenzen.

*Hinweis : für die Phasengeschwindigkeit  $c$  der Welle auf einer Saite der Querschnittsfläche  $A$  gilt*

$$c = \sqrt{\frac{F}{A \rho}}$$

Die Saite schwinde mit ihrer Grundschwingungsfrequenz  $f_0$ , die Amplitude betrage  $3 \text{ mm}$ .

- Welche Werte haben Schwingungsdauer  $T_0$ , Kreisfrequenz  $\omega_0$  und Wellenzahl  $k_0$  ?
- Geben Sie für diesen Fall eine Wellenfunktion als Funktion von Ort  $x$  und Zeit  $t$  an.
- Welcher maximale Betrag ergibt sich für Geschwindigkeit eines Massepunktes in der Mitte der Saite am Ort  $x = L/2$  ?