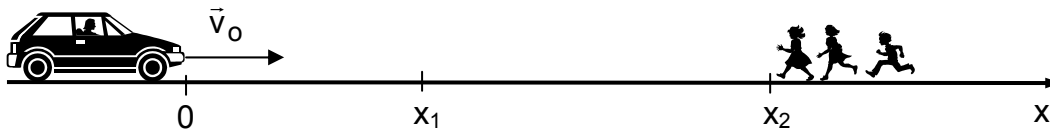


FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Wintersemester 2001/02	Zahl der Blätter:
Studiengänge: ET; FZ; MB; VU	Semester: 1/2
Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner	Zeit: 90/120 Minuten

Aufgabe 1:

Ein PKW ($m = 950 \text{ kg}$) bewegt sich mit $v_0 = 50 \text{ km/h}$. Plötzlich sieht der Autofahrer Kinder auf der Strasse (s. Skizze). Der Fahrer beginnt nach einer Reaktionszeit von $t = 1 \text{ s}$ (Schrecksekunde) zu bremsen. Der in dieser Zeit zurückgelegte Weg (Reaktionsweg) sei x_1 . Nehmen Sie nun an, dass danach die effektive Bremskraft F_0 des PKW's den konstanten Wert $F_0 = 3200 \text{ N}$ hat.

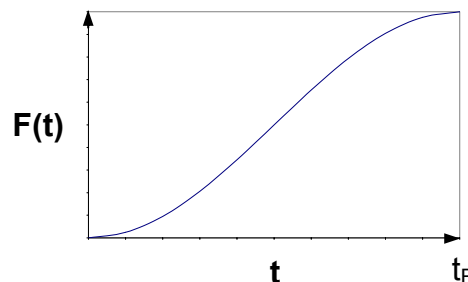


- Wie groß ist der Anhalteweg x_2 (Reaktions- plus Bremsweg), wenn das Auto unmittelbar vor den Kindern zum Stillstand kommen soll?
- Welche Geschwindigkeit v_2 (in km/h) hätte das Auto am Ort x_2 gehabt, wenn (bei gleicher Reaktionszeit und gleicher Bremskraft) die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 60 \text{ km/h}$ gewesen wäre? Wie groß ist Bremszeit t_B für den Weg x_1 nach x_2 ?

Nehmen Sie nun an, dass die Bremskraft nach der Schrecksekunde nicht konstant ist, sondern bedingt durch ein defektes Bremssystem mit der zeitabhängigen Funktion

$$F(t) = \frac{F_0}{2} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi t}{t_B}\right) \right]$$

beschrieben wird (s. Skizze).



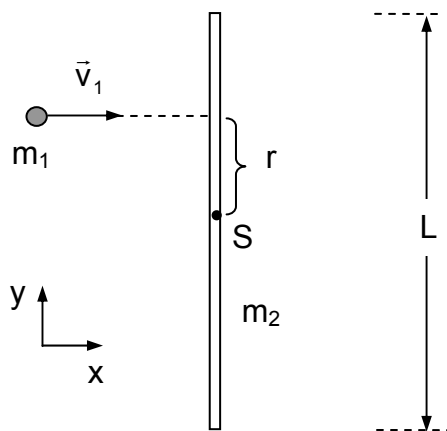
- Wie groß ist jetzt die Geschwindigkeit v nach der Bremszeit t_B mit den gleichen Werten für t_B , v_0 und F_0 wie in Teilaufgabe b)?

Wintersemester 2001/02	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VU	Semester: 1/2

Aufgabe 2:

Ein Ball (Masse $m_1 = 80 \text{ g}$) mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_1 = 30 \text{ m/s}$ stößt im Abstand $r = 10 \text{ cm}$ senkrecht auf einen ruhenden Stab (Masse $m_2 = 5 \text{ kg}$, Länge $L = 0.4 \text{ m}$), der sich reibungsfrei auf einer horizontalen Fläche (x,y-Ebene) bewegen kann. Während der Kontaktzeit $\Delta t = 1 \text{ ms}$ erfährt der Ball eine Durchschnittskraft von $\bar{F} = 4.67 \text{ kN}$.

(Annahme: Die Kontaktzeit Δt ist so klein, dass sich der Stab während des Stosses nur unmerklich dreht).



Massenträgheitsmoment eines dünnen Stabes bezüglich einer Achse, die senkrecht zur Stabachse durch den Schwerpunkt geht:

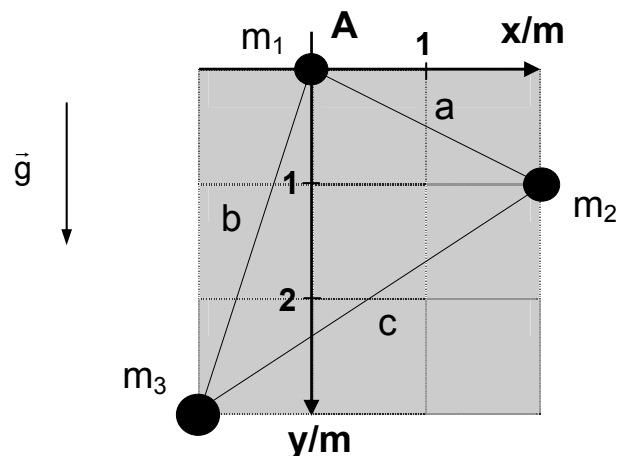
$$J_S = \frac{1}{12} m_2 L^2$$

- Bestimmen Sie die Endgeschwindigkeit v_1' des Balls nach dem Stoss mit Hilfe des 2. Newtonschen Axioms $\bar{F} = \Delta p / \Delta t$.
- Berechnen Sie mit Hilfe der Erhaltungssätze (Impuls und Drehimpuls) die Translationsgeschwindigkeit v_S des Stabschwerpunkts und die Winkelgeschwindigkeit ω des Stabs nach dem Stoss.
- Warum gelten für diesen Stoss sowohl Impuls- als auch Drehimpulserhaltung? (Begründung!)
- Bestimmen Sie v_S direkt über die mittlere Kraft \bar{F} und ω über das mittlere Drehmoment \bar{M} auf den Stab.

Wintersemester 2001/02	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VU	Semester: 1/2

Aufgabe 3:

Die drei Körper mit den Massen $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 5 \text{ kg}$ und $m_3 = 7 \text{ kg}$ sind durch masselose Stangen verbunden und um den Punkt A drehbar gelagert (s. Skizze). Die Ausdehnung der Körper soll vernachlässigbar klein sein. Die Abstände zwischen den Körpern betragen $a = 2,24 \text{ m}$, $b = 3,16 \text{ m}$ und $c = 3,61 \text{ m}$. Das Massensystem sei zunächst in der skizzierten Ausgangslage fixiert.



- Berechnen Sie die Koordinaten des Massenmittelpunktes (x_S , y_S).
- Wie gross ist das Massenträgheitsmoment J_A dieses Massensystems bezüglich der Drehachse senkrecht zur Zeichenebene in A?
- Das Massensystem wird nun im Schwerfeld der Erde losgelassen. Berechnen Sie die Kreisfrequenz ω_0 und die Schwingungsdauer T_0 der freien Schwingung um A für kleine Auslenkungen des Systems aus der Ruhelage.
- Angenommen, der Dämpfungsgrad D sei 0,15. Berechnen Sie die Schwingungsdauer der gedämpften Schwingung T_D . Um wieviel Prozent hat die maximale Winkelauslenkung φ_{\max} nach zwei Schwingungsperioden abgenommen?

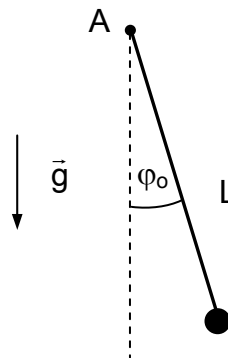
Wintersemester 2001/02	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VU	Semester: 1/2

Aufgabe 4:

Der g-Wert in Esslingen soll über die Messung der Schwingungsdauer T und der Pendellänge L eines mathematischen Pendels bestimmt werden. Die Messung der Pendellänge ergibt $L = (79.9 \pm 0.1)$ cm. Die Schwingungsdauer des Pendels für kleine Anfangsauslenkungen φ_0 wurde 6 mal gemessen.

Messwerte:

T / s
1.787
1.770
1.785
1.793
1.773
1.775



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

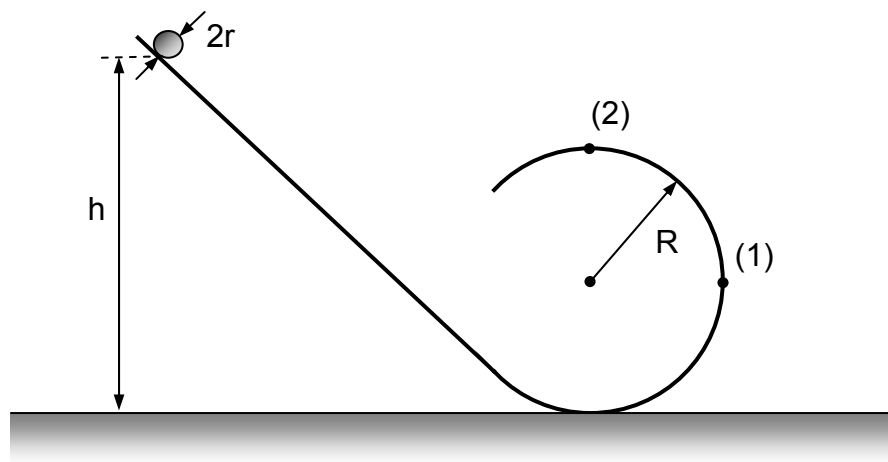
- Berechnen Sie Mittelwert \bar{T} , Standardabweichung s und mittleren Fehler $\Delta\bar{T}$ der Schwingungsdauer. Geben Sie die Endergebnisse in der Form $T = (\bar{T} \pm \Delta\bar{T})$ an. (sinnvoll Runden!)
- Welcher g-Wert ergibt sich aus dieser Messung?.
- Führen Sie eine sinnvolle Fehlerabschätzung der in b) berechneten Grösse durch. Wie lautet das Endergebnis $g = (g \pm \Delta g)$?
- In einem anderen Versuch des Physiklabors an der FHTE wurde der g-Wert zu $g = (9.804 \pm 0.007) \text{ m/s}^2$ bestimmt. Wie interpretieren Sie dazu Ihr Ergebnis aus Teilaufgabe c)? (Begründung!)

Wintersemester 2001/02	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VU	Semester: 1/2

Aufgabe 5:

Eine kleine Kugel (Masse $m = 31,1 \text{ g}$ und Radius $r = 1,1 \text{ cm}$) rollt reibungsfrei und ohne zu rutschen eine Loopingbahn (Radius $R = 12,5 \text{ cm}$) herunter (s. Skizze).

Massenträgheitsmoment einer Kugel $J_S = \frac{2}{5} m r^2$.

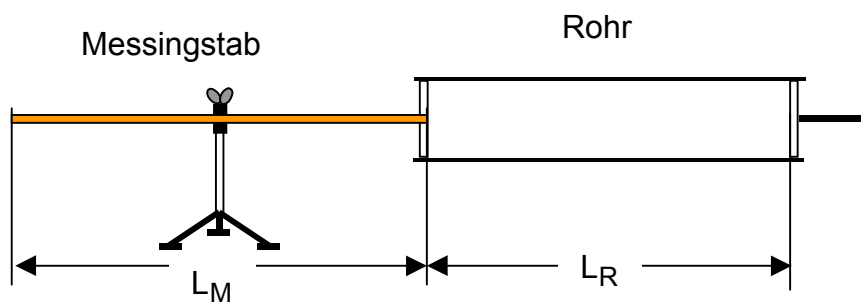


- Aus welcher senkrechten Höhe h muss die Kugel mindestens starten, damit sie in Punkt (2) auf der Bahn bleibt? (Annahme: $R \gg r$)
- Wie gross ist im Punkt (1) die Kraft der Bahn auf die Kugel (Betrag und Richtung)?

Wintersemester 2001/02	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VU	Semester: 1/2

Aufgabe 6:

In einem Experiment mit dem Kundtschen Rohr wird durch Reiben in einem Messingstab der Länge $L_M = 50$ cm eine stehende Schallwelle erzeugt. In dem Stab, der in der Mitte fest eingespannt ist, wird die Grundschiwingung mit der Frequenz f_0 angeregt. Eine Membran am Ende der Stange (siehe Skizze) überträgt die Schwingungen auf die Luftsäule im geschlossenen Plexiglasrohr (Kundtsches Rohr). Dort bildet sich bei passender Länge L_R der Luftsäule ebenfalls eine stehende Schallwelle aus. Die Schallwelle wird durch feines Korkmehl, das sich bei den einzelnen Schwingungsknoten im Rohr ansammelt, sichtbar gemacht.

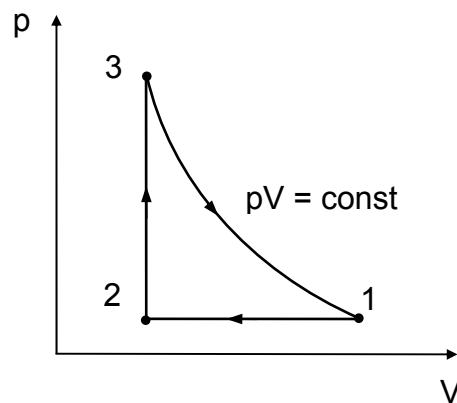


- Im dem Experiment entstehen bei einer Länge der Luftsäule $L_R = 19,3$ cm drei Knoten zusätzlich zu den beiden Knoten an den festen Rohrenden (siehe Skizze). Um welche Oberschwingung handelt es sich? Skizzieren Sie den dazugehörigen Verlauf der Schwingungsbäuche und -knoten im Rohr und in der Messingstange.
- Berechnen Sie die Schwingungsfrequenz dieser Oberschwingung in der Luftsäule, die ja gleichzeitig die Grundfrequenz des Messingstabes ist (Schallgeschwindigkeit in Luft $c = 340$ m/s).
- Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit für die Longitudinalwelle im Messingstab.
- Berechnen Sie aus den Messergebnissen den Elastizitätsmodul E für Messing. Die Dichte für Messing ist $\rho = 8300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- Geben Sie eine allgemeine Formel für die Frequenzen f_n der möglichen Obertöne der in ihrer Mitte eingespannten Messingstange an.

Wintersemester 2001/02	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VU	Semester: 1/2

Aufgabe 7: (nur VU und ET)

Das ideale Gas Helium wird dem skizzierten Kreisprozess $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ unterworfen. Der Zustand (1) wird durch die Zustandsgrößen $p_1 = 1.0 \text{ bar}$, $V_1 = 2.0 \text{ dm}^3$ und $\vartheta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ beschrieben und das Volumen im Zustand (2) ist ein Viertel des Anfangsvolumens V_1 .



- Bestimmen Sie die Stoffmenge n des Gases.
- Bestimmen Sie die mittlere kinetische Energie eines Helium-Atoms im Zustand (1) und daraus die innere Energie U_1 .
- Klassifizieren/Benennen Sie die drei Einzelprozesse des Kreisprozesses.
- Bestimmen Sie die Temperaturen T_2 und T_3 für die Zustände (2) und (3).
- Vergleichen Sie den thermodynamischen Wirkungsgrad dieses Kreisprozesses mit dem eines Carnot-Prozesses, der zwischen T_2 und T_3 arbeitet.