

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

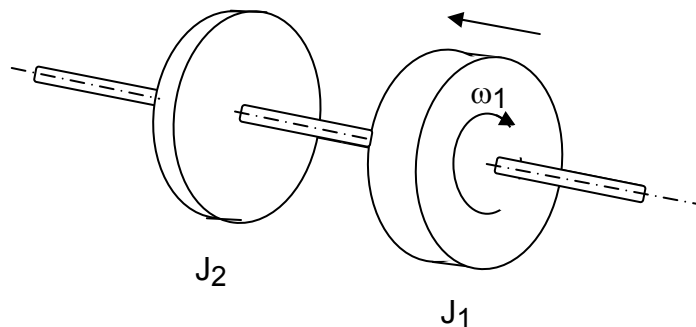
Sommersemester 2001	Zahl der Blätter:
Studiengänge: ET; FZ; MB; VT, MT	Semester: 1/2
Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner	Zeit: 90/120 Minuten

Aufgabe 1:

Eine zylindrische Scheibe 1 wird mit der zeitabhängigen Winkelbeschleunigung $\alpha(t) = k t$ ($k = 2,0 \text{ s}^{-3}$) auf eine Drehzahl $n_1 = 3000 \text{ min}^{-1}$ beschleunigt.

a) Wie lange dauert dieser Beschleunigungsvorgang?

Mit dieser Drehzahl wird Scheibe 1 konzentrisch auf eine anfangs nicht rotierende Scheibe 2 gedrückt (siehe Skizze).



Das Massenträgheitsmoment der Scheibe 2 (bezüglich der gemeinsamen Achse) ist 20% geringer als das von Scheibe 1.

Beim Kupplungsvorgang schleifen die beiden Scheiben aufeinander, bis sie schließlich eine gemeinsame Winkelgeschwindigkeit ω_2 erreicht haben.

Die Lagerreibung soll vernachlässigbar sein.

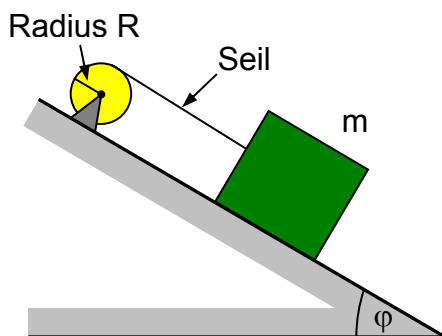
b) Mit welcher Winkelgeschwindigkeit ω_2 drehen die gekuppelten Scheiben?

c) Welcher Anteil p der ursprünglichen Rotationsenergie von Scheibe 1 geht beim Kupplungsprozess als Reibungsarbeit verloren?

Sommersemester 2001	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VT, MT	Semester: 1/2

Aufgabe 2:

Ein Block (Masse m) ist an einem Seil (vernachlässigbare Masse) befestigt, das am anderen Ende um eine Scheibe mit Radius R gewickelt ist. Der Block wird zunächst festgehalten. Nach Loslassen rutscht der Block die schiefe Ebene hinunter, die Scheibe wird in Rotation versetzt. Zu berücksichtigen ist die Gleitreibung zwischen Block und schiefer Ebene und ein zeitlich konstantes Bremsmoment auf die Scheibe.



Block:

Masse: $m = 4.5 \text{ kg}$
 Gleitreibungskoeffizient: $\mu = 0.3$
 Winkel: $\varphi = 41.8^\circ$

Scheibe:

Radius: $R = 8.5 \text{ cm}$
 Massenträgheitsmoment: $J_S = 0.016 \text{ kg m}^2$
 Konstantes Bremsmoment: $M_B = 1.3 \text{ N m}$

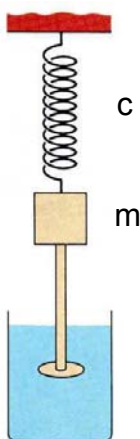
Bestimmen Sie

- den Betrag der Beschleunigung a des Blocks.
- den Betrag der Kraft F_S im Seil während des Beschleunigungsvorgangs.
- die Reibungsarbeit, die in den ersten 2 s in Form von Wärme verloren gegangen ist.

Aufgabe 3:

Ein Feder-Masse-System ($m = 0,95 \text{ kg}$, $c = 90 \text{ N/m}$) hat bei einer geschwindigkeitsproportionalen Dämpfung eine Schwingungsdauer von $T_d = 0,66 \text{ s}$.

- Welche Eigenkreisfrequenz ω_0 hat das ungedämpfte System? Welchen Dämpfungsgrad D hat das gedämpfte System?



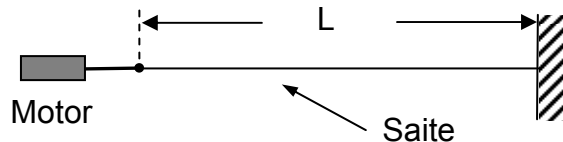
- Wie groß ist die Auslenkung $y(t)$ des Körpers nach zwei Schwingungsperioden, wenn die Anfangsauslenkung $y_0 = 8 \text{ cm}$ und die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0 \text{ m/s}$ war?
- Welcher Anteil der Schwingungsenergie wurde während dieser zwei Schwingungsperioden in Wärme umgewandelt?
- Welchen Wert muss die Dämpfungskonstante b im Reibungsgesetz $F_R = -b \cdot v$ haben, damit sich der aperiodische Grenzfall einstellt?
- Welche Werte nehmen in der Bewegungsgleichung $y(t) = (y_1 + c_2 t) e^{-\delta t}$ des aperiodischen Grenzfalls die Konstanten y_1 und c_2 an, wenn der Körper zur Zeit $t = 0$ keine Geschwindigkeit besitzt?

Sommersemester 2001	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VT, MT	Semester: 1/2

Aufgabe 4:

Eine an beiden Enden eingespannte Saite (Länge $L = 75 \text{ cm}$) wird zu transversalen Schwingungen angeregt (siehe Skizze).

- a) Wie lautet die allgemeine Beziehung zwischen L und λ der sich einstellenden stehenden Welle?



Bei Anregung mit Frequenzen im Intervall $300 \text{ Hz} \leq f \leq 450 \text{ Hz}$ beobachtet man genau zwei Resonanzen bei $f_1 = 315 \text{ Hz}$ und bei $f_2 = 420 \text{ Hz}$.

- b) Skizzieren Sie die Schwingungsformen der beiden Eigenschwingungen bei f_1 und bei f_2 . Um welche Oberschwingungen handelt es sich?
- c) Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit c auf der Saite?
- d) Wie groß ist die Grundfrequenz f_0 der Saite?
- e) Die Spannkraft der Saite im beschriebenen Versuch ist $F = 38,2 \text{ N}$. Wie groß müsste die Spannkraft F' sein, um die Eigenfrequenz bei $f_2 = 420 \text{ Hz}$ auf die Frequenz $f_2' = 440 \text{ Hz}$ zu erhöhen?

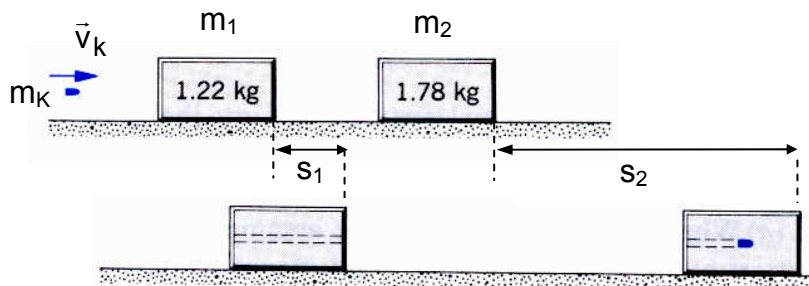
Sommersemester 2001	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VT, MT	Semester: 1/2

Aufgabe 5: (nur MT1 und VT2)

Eine Kugel ($m_K = 3.54 \text{ g}$) fliegt horizontal mit der Geschwindigkeit v_K in Richtung zweier Klötze, die auf einer Tischoberfläche ruhen (siehe Skizze). Die Kugel durchdringt den ersten Klotz ($m_1 = 1.22 \text{ kg}$) zentral und bleibt dann im Zweiten ($m_2 = 1.78 \text{ kg}$) stecken. Die beiden Blöcke rutschen nach dem Stoss noch die Strecken $s_1 = 10 \text{ cm}$ und $s_2 = 56 \text{ cm}$ bis zum Stillstand. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen den Klötzen und der Unterlage sei $\mu_G = 0.2$.

Annahmen:

- I. Der Massenverlust beim Durchdringen des ersten Klotzes ist vernachlässigbar.
- II. Reibungskräfte zwischen Block und Tisch sind während des Stosses zu vernachlässigen.

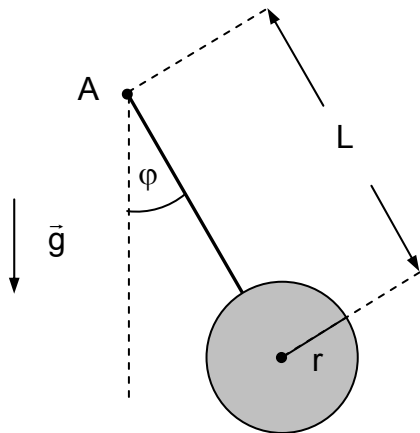


- a) Wie gross sind die Geschwindigkeiten v_1' und v_2' der beiden Blöcke unmittelbar nach dem Stoss?
- b) Mit welcher Geschwindigkeit trifft die Kugel auf den zweiten Block?
- c) Berechnen Sie die Anfangsgeschwindigkeit v_K der Kugel.
- d) Schätzen Sie ab, wie gross die Durchschnittskraft \bar{F} auf die Kugel beim Durchgang durch den ersten Klotz ist. Ist Annahme II. gerechtfertigt? Reibungskräfte zwischen Block und Tisch sind während des Stosses zu vernachlässigen.

Sommersemester 2001	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VT, MT	Semester: 1/2

Aufgabe 6: (nur MT1)

Eine massive Vollkugel ($J_S = \frac{2}{5} m r^2$) hängt an einem dünnen Draht und kann Pendelschwingungen um den Aufhängepunkt A ausführen (siehe Skizze 1).

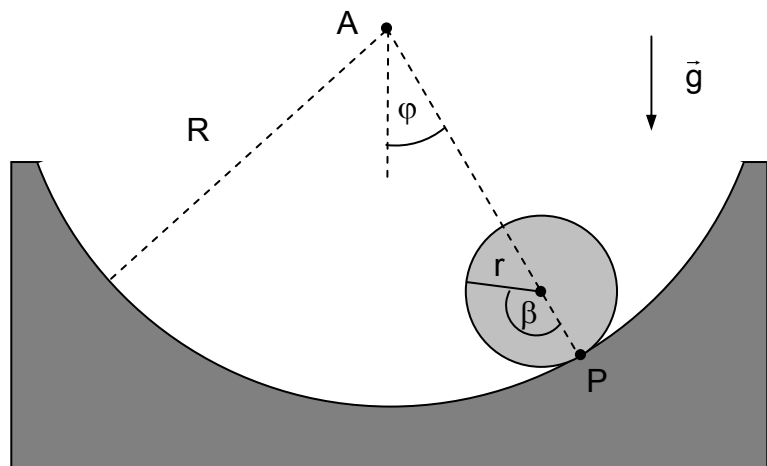


- a) Berechnen Sie die Schwingungsdauer T_0 für eine ungedämpfte Pendelbewegung bei kleinen Amplituden.

Angaben: $r = 5 \text{ cm}$, $L = 15 \text{ cm}$

- b) In einer zylindrischen Schale soll nun dieselbe Kugel wie in a) eine Rollbewegung mit geringer Amplitude um die Ruhelage ausführen (siehe Skizze 2). Der Radius R der Schale sei so gewählt, dass sich der Schwerpunkt der Kugel auf der gleichen Kreisbahn wie in a) bewegt, also $R = L + r = 20 \text{ cm}$ ist.

- b1) Wird die Schwingungsdauer im Vergleich zu a) grösser, kleiner oder bleibt sie gleich? (qualitative Begründung!)
- b2) Bestimmen Sie das Drehmoment M der Gewichtskraft bezüglich des momentanen Drehpunkts P als Funktion des Winkels φ .



- b3) Wie lautet die Differentialgleichung der Schwingung um A für kleine Auslenkwinkel φ aus der Ruhelage?

Hinweis: Beim Abrollen der Kugel gilt zwischen den Winkeln φ und β der Zusammenhang $\beta = -\frac{R-r}{r} \varphi$.

Berechnen Sie die Schwingungsdauer T

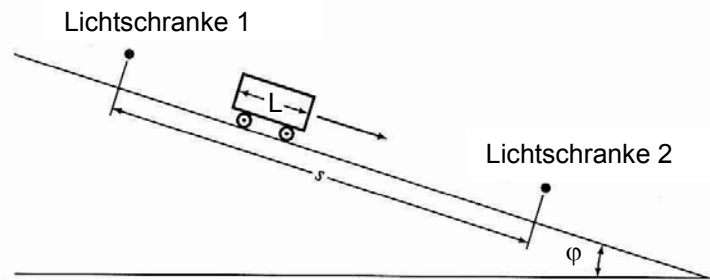
Sommersemester 2001	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VT, MT	Semester: 1/2

Aufgabe 7: (nur VT1)

Ein Wagen rollt reibungsfrei eine schiefe Ebene hinunter (s. Skizze). Zwei Lichtschranken messen die Durchgangszeiten t_1 und t_2 des Wagens der Länge L , woraus sich die Durchschnittsgeschwindigkeiten $\bar{v}_1 = L/t_1$ und $\bar{v}_2 = L/t_2$ an den Positionen der jeweiligen Lichtschranke berechnen lassen.

Ist s der Abstand der beiden Lichtschranken, so ergibt sich mit $a = (\bar{v}_2^2 - \bar{v}_1^2)/(2s)$ die Gleichung

$$a = \frac{L^2}{2s} \left(\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right).$$



Die Beschleunigung a kann nun aus den Messwerten L , s , t_1 und t_2 bestimmt werden.

Messwerte:

$$L = 5.00 \text{ cm} \pm 0.05 \text{ cm}$$

$$s = 100.0 \text{ cm} \pm 0.2 \text{ cm}$$

t_1 / s	t_2 / s
0.055	0.027
0.060	0.031
0.054	0.035
0.053	0.029
0.054	0.031
0.049	0.035

a) Berechnen Sie Mittelwert \bar{t} , Standardabweichung s und mittleren Fehler $\Delta\bar{t}$ der Messgrößen t_1 und t_2 . Geben Sie die Endergebnisse in der Form $t = (\bar{t} \pm \Delta\bar{t})$ an.

b) Bestimmen Sie die Beschleunigung a .

Führen Sie eine sinnvolle Fehlerabschätzung der in b) berechneten Grösse durch.

Wie lautet das Endergebnis $a = (a \pm \Delta a)$?

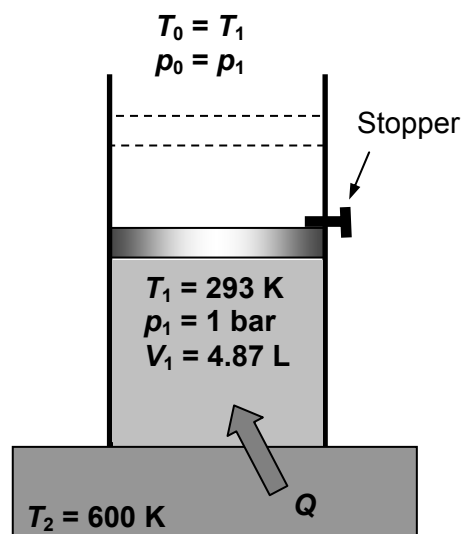
Hinweis: Berechnen Sie zunächst den Fehler der Grösse $\left(\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right)$.

Sommersemester 2001	
Studiengänge: ET; FZ; MB; VT, MT	Semester: 1/2

Aufgabe 8: (nur MT1 und VT2)

Ein einatomiges, ideales Gas habe im Anfangszustand 1 die gleiche Temperatur und den gleichen Druck wie die Umgebung (siehe Skizze). Das Gewicht des Kolbens soll vernachlässigbar klein sein.

In einem Kreisprozess durchläuft das Gas nun folgende 3 Zustandsänderungen:



Wärmereservoir

- 1 → 2 Über ein Wärmereservoir wird dem Gas so lange Wärme zugeführt, bis die Temperatur $T_2 = 600 \text{ K}$ erreicht ist. Der Stopper verhindert eine Verschiebung des Kolbens.
- 2 → 3 Das Wärmereservoir wird entfernt und der Stopper so weit herausgezogen, dass sich das Gas abrupt ausdehnen kann, bis der Außendruck wieder erreicht ist. (Annahme: Kein Wärmeaustausch mit der Umgebung)
- 3 → 1 Nun wartet man so lange, bis die Temperatur des Gases (aufgrund des Wärmeaustausches mit der Umgebung) wieder auf T_1 abgesunken ist.

- a) Skizzieren Sie den Kreisprozess in einem p, V -Diagramm.
- b) Berechnen Sie die zugeführte Wärme Q_{12} und den maximalen Druck p_2 .
- c) Wie groß ist das Volumen V_3 nach der Expansion?
- d) Welcher Prozentsatz der zugeführten Wärme Q_{12} wird in Nutzarbeit umgewandelt?
- e) Handelt es sich bei diesem Kreisprozess eher um ein gute oder um eine schlechte Wärmekraftmaschine? (Begründung!)