

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2002	Blatt 1
Studiengang: EK; ET; FZ; MB; VU	Semester 2
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 min. (FZ, MB) 120 min. (VU/VT)

Aufgabe 1 (14 Punkte) für FZ, MB, VU/VT:

Ein Rad wird ausgehend von der Drehzahl $n=3000 \text{ min}^{-1}$ mit konstanter Winkelverzögerung $\alpha = -80 \pi \text{ rad s}^{-2}$ abgebremst.

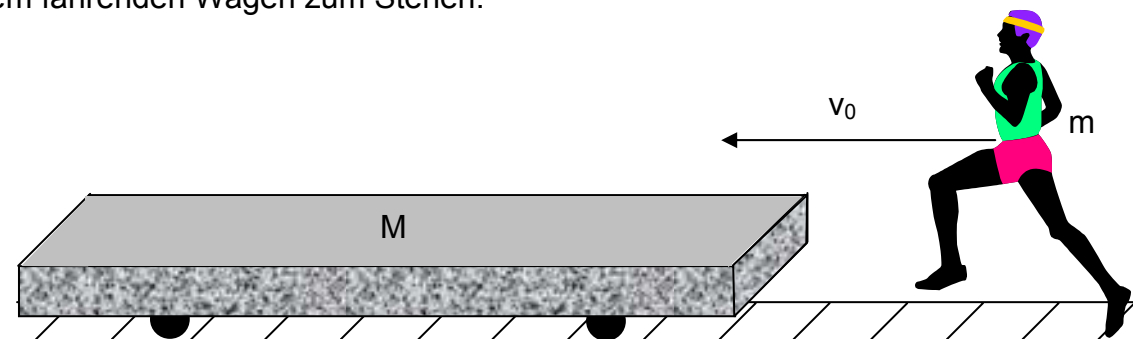
- Wie groß ist die Bremszeit bis zum Stillstand des Rades. Wie viele Umdrehungen führt das Rad in den ersten 0,5 Sekunden des Bremsvorganges aus?
- Nach welcher Zeit ist für jeden Punkt des Rades der Betrag der Zentripetalbeschleunigung gleich dem Betrag der Tangentialbeschleunigung?
- Berechnen sie das wirksame Bremsmoment M . Die mittlere Bremsleistung während des Bremsvorganges ist $P_m = 50 \text{ kW}$.
- Berechnen Sie den Drehimpuls L des Rades nach der halben Abbremszeit

Aufgabe 2 (14 Punkte) für FZ, MB, VU/VT:

Auf einem horizontalen, geraden Geleise steht ein kleiner Schienenwagen mit niedriger, ebener Wagenfläche. Die Masse des Wagens beträgt $M = 100 \text{ kg}$.

Die Rollreibung des Wagens soll vernachlässigt werden.

Nun springt ein Mann mit der Masse $m = 80 \text{ kg}$ und der Horizontalgeschwindigkeit $v_0 = 6 \text{ m/s}$ in Schienenrichtung auf den Wagen. Unmittelbar nach dem Aufspringen rutscht der Mann wegen der Gleitreibung zwischen seinen Schuhsohlen und der Wagenfläche ($\mu = 0,3$) und kommt dann nach Beendigung des Rutschvorgangs auf dem fahrenden Wagen zum Stehen.



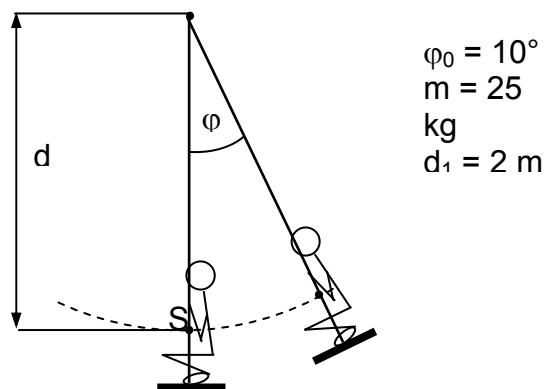
- Welche gemeinsame Endgeschwindigkeit v erhalten Mann und Wagen?
- Berechnen Sie die Beschleunigung a_W des Wagens und die Verzögerung a_M des Mannes während des Rutschvorgangs, jeweils bezogen auf das ruhende Koordinatensystem der Gleise.
- Welche Zeit t rutscht der Mann bis zum Stillstand auf der Wagenfläche?
- Welchen Weg S_W hat der Wagen nach Beendigung der Rutschbewegung auf den Gleisen zurückgelegt?
- Nach welcher Wagenseite und mit welcher Geschwindigkeit müsste der Mann nach Abschluss der Rutschbewegung relativ zum Gleise in Schienenrichtung wieder abspringen damit der Wagen zum Stehen kommt ?

Aufgabe 3 (17 Punkte) für FZ, MB, VU/VT:

Ein Kind der Masse m schaukelt in hockender Position beginnend mit dem Anfangswinkel φ_0 (s. erste Skizze). Im folgenden soll die Masse der Schaukel vernachlässigt und das Kind als Punktmasse betrachtet werden. Gehen Sie ebenfalls davon aus, dass die Bewegung näherungsweise durch die Gleichung

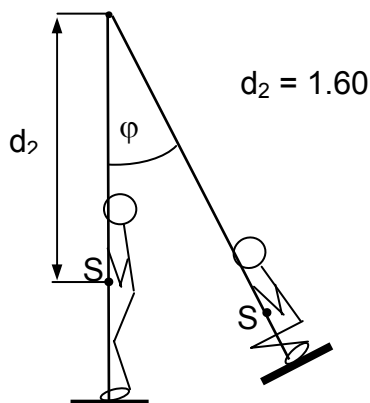
$$\varphi(t) = \varphi_m e^{-\delta t} \cos(\omega_d t + \phi)$$

beschrieben werden kann. Nun wird beobachtet, dass die Auslenkung nach 5 Schwingungsperioden auf die Hälfte abgenommen hat.



- Berechnen Sie Abklingkonstante δ und Dämpfungsgrad D unter der Annahme schwacher Dämpfung.
- Mit welcher mechanischen Gesamtenergie (Zahlenwert) beginnt die Schwingung zum Zeitpunkt $t = 0$. Wie groß ist der prozentuale Energieverlust am Ende der ersten Schwingungsperiode, also während des Zeitintervalls $0 \leq t \leq T_d$?

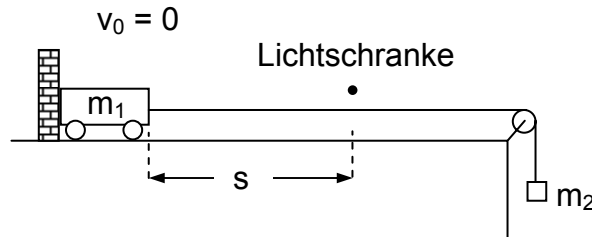
Untersuchen Sie nun für den Fall ohne Reibung was passiert, wenn das Kind im Tiefpunkt der Schwingung ruckartig aufsteht (s. zweite Skizze). Nehmen Sie an, dass die Zeit des Aufrichtens sehr viel kleiner ist als die Schwingungsdauer T .



- Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit unmittelbar nach dem Aufrichten und bis zu welchem Winkel φ_E steigt die Schaukel, wenn das Kind aufrecht stehen bleibt?

Aufgabe 4 (15 Punkte) nur für FZ:

Ein Körper der Masse m_2 hängt an einem Faden, der über eine Umlenkrolle an einem Wagen der Masse m_1 befestigt ist (s. Skizze). Sowohl Faden als auch Umlenkrolle können näherungsweise als masselos betrachtet werden.

Messwerte:

$$m_1 = (99.7 \pm 0.1) \text{ g}$$

$$m_2 = (2.8 \pm 0.1) \text{ g}$$

$$s = (69.4 \pm 0.1) \text{ cm}$$

t / s
2.350
2.338
2.316
2.343
2.331
2.321

Um die Gültigkeit des zweiten NEWTONschen Axioms zu verifizieren, wird folgendes Experiment durchgeführt. Zunächst soll die Beschleunigung des Wagens rein kinematisch aus der Gleichung

$$a = (2s)/t^2$$

bestimmt werden. Hierzu wurde die Beschleunigungszeit t für die Strecke s mehrmals mit Hilfe einer Lichtschranke gemessen (s. Messwerte links)

- Berechnen Sie Mittelwert \bar{t} , Standardabweichung s und mittleren Fehler $\Delta\bar{t}$ der Beschleunigungszeit t . Geben Sie das Endergebnis in der Form $t = (\bar{t} \pm \Delta\bar{t})$ an. (sinnvoll Runden!)
- Wie lautet ein sinnvolles Endergebnis $a_1 = (a \pm \Delta a)$ dieser Messung?

Die Beschleunigung kann nun aber auch über die Gleichung

$$a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g,$$

berechnet werden (Messwerte von m_1 und m_2 siehe oben). Die Gravitationsbeschleunigung am Ort der Messung sei $g = 9.806 \text{ m/s}^2$.

- Wie lautet diesmal ein sinnvolles Endergebnis $a_2 = (a \pm \Delta a)$ dieser Methode?
- Vergleichen Sie die Ergebnisse aus b) und c) und entscheiden Sie, welches die bessere Messmethode ist. (Begründung!)

Sommersemester 2002	Blatt 5
Studiengang: EK; ET; FZ; MB; VU	Semester 2

Aufgabe 5 (15 Punkte) Wellenlehre:

Das menschliche Ohr kann Schallwellen in einer Spannweite der Intensität von $I_H=10^{-12} \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Hörschwelle) bis $I_S=1 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Schmerzgrenze) bei einer Frequenz von $f_1=1000 \text{ Hz}$ wahrnehmen.

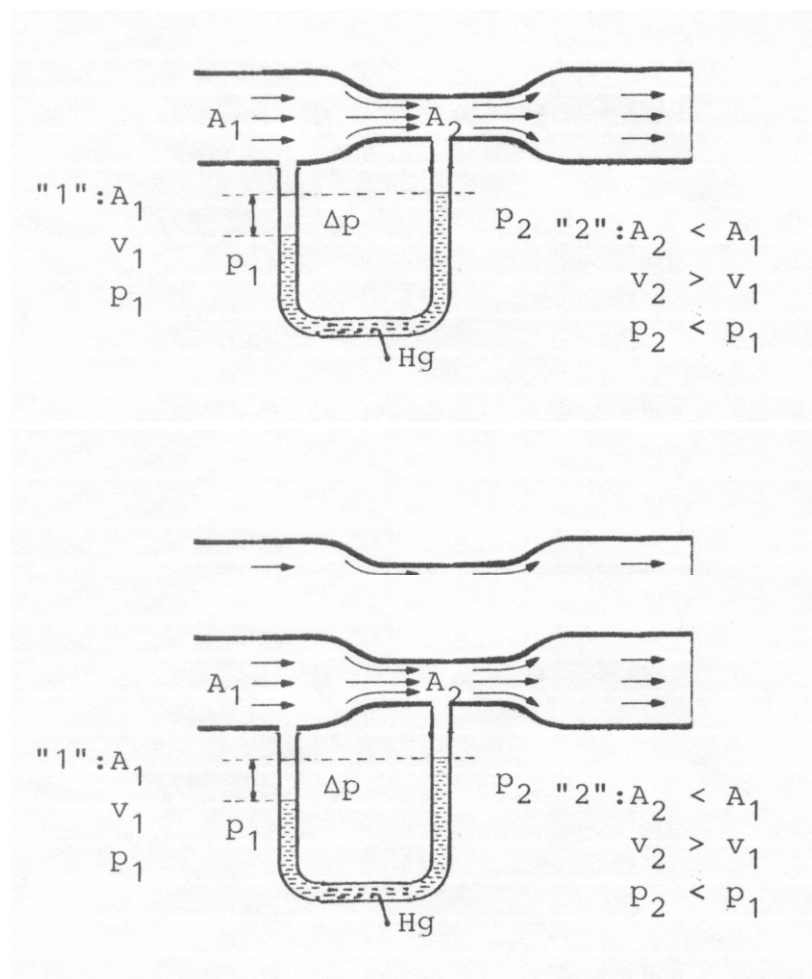
- Geben Sie die Funktion $y(x,t)$ für eine ebene, eindimensionale Schallwelle bei der Hörschwelle an. Die Welle soll sich in positiver x -Richtung ausbreiten. Die Dichte der Luft ist $\rho=1,293 \text{ kg m}^{-3}$ und die Schallgeschwindigkeit $c=330 \text{ m s}^{-1}$.
- In welchem Verhältnis stehen die Amplituden der Wellen bei der Hörschwelle und der Schmerzgrenze?

Gehen Sie im folgenden von einer annähernd punktförmigen Schallquelle aus. Sie soll sich vom ruhenden Empfänger mit der Geschwindigkeit $v_s=20 \text{ m s}^{-1}$ entfernen.

- Welche Frequenz f_2 wird vom Empfänger registriert ?
- Bei einem Abstand $d_1=2 \text{ m}$ von der Schallquelle mißt der Empfänger einen Schallintensitätspegel von $L_1=120 \text{ dB}$. Von welchem Abstand d_2 an unterschreitet der vom Empfänger registrierte Schallpegel den Wert $L_2=50 \text{ dB}$?

Aufgabe 6 (16 Punkte) nur für VU/VT, CI:

In einer horizontal verlegten Rohrleitung strömt in Leitungsnetz '1' (Durchmesser $D_1 = 40 \text{ cm}$) Wasser – idealisierend - reibungsfrei. Beim Übergang in ein zweites Leitungsnetz '2' wird der Rohrdurchmesser auf die Hälfte reduziert. Als Differenz der statischen Drucke in den beiden Leitungen wird $\Delta p = 1.3 \text{ bar}$ gemessen.



Leitungsnetz '1' und die

Querschnittsabschnitten A und B?

Welcher ist der statische Druck

Sommersemester 2002	Blatt 7
Studiengang: EK; ET; FZ; MB; VU	Semester 2

Aufgabe 7 (19 Punkte) nur für VU/VT, CI:

Ein mit einem unbekanntem, zweiatomigen Gas gefülltes Glasgefäß ist mit einem offenen U-Rohr-Manometer verbunden, das mit einer Flüssigkeit der Dichte $\rho = 1.60 \text{ gcm}^{-3}$ gefüllt ist (vgl. Skizze).

Der Innendurchmesser der Röhrrchen ist $D = 1.00 \text{ cm}$. Anfangs stehen die beiden Flüssigkeitsspiegel auf gleicher Höhe ($x = 0 \text{ cm}$); dabei hat das Gas insgesamt das Volumen $V_1 = 0.500 \text{ dm}^3$. Der konstante äußere Luftdruck ist $p_L = 980 \text{ hPa}$.

Die Temperatur der gesamten Anordnung ist anfangs $\vartheta_A = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$.

(a) Berechnen Sie die Stoffmenge n und die Anzahl N der Moleküle des Gases im Gefäß.

Mit Hilfe eines kurzen Stromstoßes durch eine Heizwicklung im Gefäß (vgl. Skizze) wird dem Gas Wärme zugeführt. Die Flüssigkeitsspiegel im Manometer verschieben sich in den beiden Schenkeln jeweils um $x = 15.0 \text{ cm}$ und bleiben dort einige Zeit stehen.

(b) Berechnen Sie den Druck p_E , das Volumen V_E und die Temperatur ϑ_E , des Gases nach dem Stromstoß.

(c) Berechnen Sie die mittlere Bewegungsenergie der Moleküle nach dem Stromstoß.

(c) Skizzieren Sie diesen Prozess einem p, V -Diagramm; tragen Sie qualitativ den Anfangszustand $A(p_A, V_A)$ und den Endzustand $E(p_E, V_E)$ ein und verbinden Sie diese beiden Zustände vereinfachend durch eine Gerade.

(d) Wie groß ist die umgesetzte Arbeit W_{AE} bei diesem Prozess?
Wurde sie dem Gas zugeführt oder vom Gas abgegeben?

In der Heizwicklung wurde durch den Stromstoß die JOULESche Wärme $Q = 12 \text{ J}$ erzeugt.

(e) Berechnen Sie die vom Gas aufgenommene Wärme $Q_{\text{zu}}^{\text{Gas}}$ und die während der Ausdehnung über die Gefäßwände nach außen abgegebene Wärmeverluste $Q_{\text{ab}}^{\text{verlust}}$.

