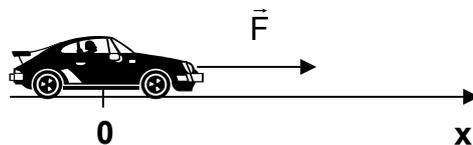


FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Wintersemester 1999/2000	Zahl der Blätter:
Studiengänge: ET; FZ – FA&FK; MB - EK&PO ; VT	Semester: 2
Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner	Zeit: 90/120 Minuten

Aufgabe 1: (11 Punkte)

Ein Auto der Masse $m = 2000 \text{ kg}$ wird zum Zeitpunkt $t = 0$ aus der Ruhe am Ort $x_0 = 0$ beschleunigt (siehe Skizze).



Szenario 1

Die Kraft F_1 ist konstant. Sie beträgt $F_1 = 10 \text{ kN}$.

Szenario 2

Die Kraft F_2 ist zeitabhängig und berechnet sich nach der Formel

$$F_2(t) = F_0 e^{-t/T},$$

wobei $F_0 = 20 \text{ kN}$ und $T = 5 \text{ s}$ ist.

- Skizzieren Sie die Kräfte F_1 und F_2 in einem $F(t)$ -Diagramm für $0 \leq t \leq T$.
- Berechnen Sie Geschwindigkeit und Ort zum Zeitpunkt $t = 5 \text{ s}$ für **Szenario 1**.
- Bestimmen Sie $v(t)$ und $x(t)$ für **Szenario 2**. Berechnen Sie jetzt Geschwindigkeit und Ort zum Zeitpunkt $t = 5 \text{ s}$.

Wintersemester	1999/2000	
Studiengänge	ET; FZ – FA&FK; MB – EK&PO; VT	Semester: 2

Aufgabe 2: (12 Punkte)

Eine Analysenwaage (Abb. 1) soll durch ein leichter zu berechnendes Modell (Abb. 2) simuliert werden. Der Waagebalken mit Schalen und Gewichten wird ersetzt durch eine lange dünne Stange der Länge L_{St} und Masse m_{St} (Der Radius der Stange ist wesentlich kleiner als die Länge). Der Zeiger wird ebenfalls simuliert durch eine sehr dünne Stange der Länge L_Z und der Masse m_Z .

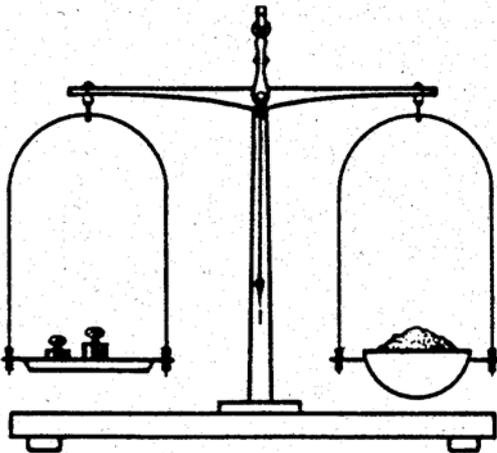


Abb. 1

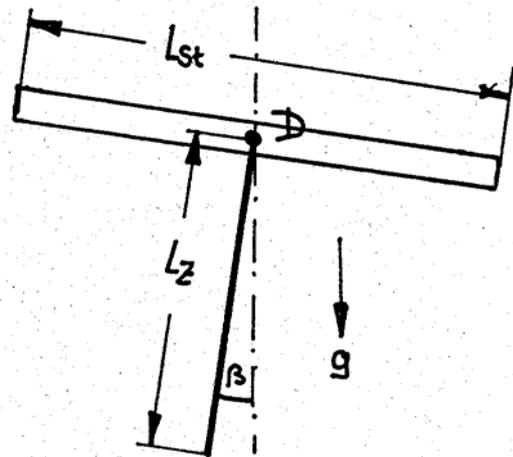


Abb. 2

Waagebalken: Masse $m_{St} = 120 \text{ g}$, Länge $L_{St} = 30 \text{ cm}$,
 Zeiger: Masse $m_Z = 25 \text{ g}$, Länge $L_Z = 20 \text{ cm}$.

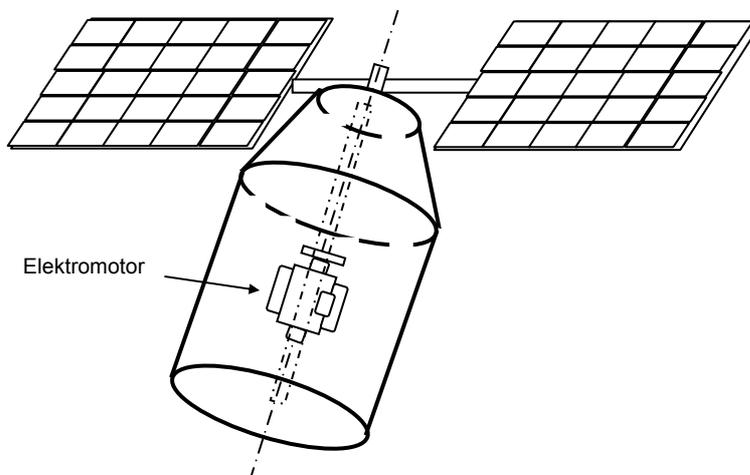
- Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment J_D des starren Systems Waagebalken mit Zeiger bezüglich der Drehachse durch D senkrecht zur Zeichenebene. Das Massenträgheitsmoment einer langen dünnen Stange für eine Achse durch den Schwerpunkt (senkrecht zur Zeichenebene) ist

$$J_S = \frac{1}{12} m \cdot L^2.$$
- Stellen Sie die Differentialgleichung für ungedämpfte Drehschwingungen sehr kleiner Amplitude auf. Berechnen Sie die Eigenkreisfrequenz ω_0 und die Schwingungsdauer T_0 des Systems.
- Wegen der Reibung sind die Schwingungen der Waage schwach gedämpft. Die Amplitude nimmt nach sieben Schwingungen auf ein Fünftel ab. Wie groß ist der Dämpfungsgrad D und die Abklingkonstante δ ? Um wieviel Prozent ist die Schwingungsdauer T_d der gedämpften Schwingung größer als T_0 ?

Wintersemester	1999/2000	
Studiengänge	ET; FZ – FA&FK; MB – EK&PO; VT	Semester: 2

Aufgabe 3: (12 Punkte)

Die Sonnensegel einer Raumkapsel sollen ausgerichtet werden. Dazu muß die zunächst nicht rotierende Raumkapsel um den Winkel $\varphi = 180^\circ$ um ihre Längsachse gedreht werden. Dazu wird ein Elektromotor – dessen Drehachse parallel zur Längsachse des Raumschiffs ausgerichtet ist – eingeschaltet. Der Rotor des Motors hat ein Massenträgheitsmoment $J_M = 0.2 \text{ kg m}^2$. Das Massenträgheitsmoment der Raumkapsel bezüglich der Längsachse ist $J_R = 3 \cdot 10^3 \text{ kg m}^2$.



- Welche Winkelgeschwindigkeit ω_R der Raumkapsel stellt sich ein, wenn der Motor mit der Drehzahl $n = 3000 \text{ min}^{-1}$ rotiert?
- Wie lange dauert das Drehmanöver? (Es sollen die Zeitintervalle für Anlauf und Bremsen vernachlässigt werden).
- Welche Beschleunigungsarbeit W ist für dieses Drehmanöver (mindestens) aufzubringen?

Wintersemester	1999/2000	
Studiengänge	ET; MB – EK&PO; VT	Semester: 2

Aufgabe 4: (11 Punkte)

Ein Streifenwagen fährt mit genau 50 km h^{-1} durch den Ort. Ein offensichtlich zu schnelles und außerdem sehr lautes Motorrad kommt ihm entgegen. Beim Vorbeifahren hört der musikalisch gebildete Polizist eine relative Tonhöhenänderung von einer Terz.

Wie schnell ist das Motorrad gefahren ?

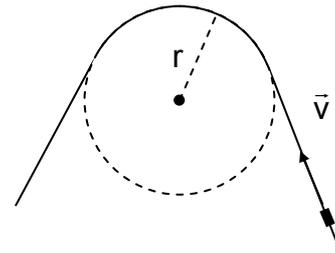
(Schallgeschwindigkeit: $c = 340 \text{ m s}^{-1}$, das Frequenzverhältnis einer Terz ist $5 : 4$).

Wintersemester	1999/2000	
Studiengänge	FZ – FA&FK	Semester: 2

Aufgabe 5: (11 Punkte)

Ein Auto fährt mit konstanter Geschwindigkeit v auf eine Kurve zu (Krümmungsradius r , siehe Skizze). Der Haftreibungskoeffizient zwischen Fahrbahn und Reifen beträgt $\mu = 0.65$.

Um die Zentripetalbeschleunigung $a_z = v^2/r$ auf der Kreisbahn zu bestimmen, werden Geschwindigkeit und Radius zu $v = 25 \text{ km/h}$ und $r = 8 \text{ m}$ abgeschätzt. (Die Anzahl der gültigen Stellen entspricht der realistischen Abschätzung).



- Berechnen Sie a_z einschließlich eines vernünftigen Toleranzintervalls.
- Können Sie aufgrund der Abschätzung aus (a) sicher sein, dass der Wagen auf der Kreisbahn bleibt?

Um die obige Situation genauer zu analysieren, werden vor Eintritt in die Kreisbahn wiederholte Messungen der Geschwindigkeit durchgeführt.

Messung	1	2	3	4	5	6
v_i [km/h]	25.4	24.8	25.1	25.2	24.7	24.9

- Berechnen Sie aus diesen Angaben den Mittelwert \bar{v} der Geschwindigkeit und den mittleren Fehler des Mittelwerts $\Delta\bar{v}$ mit Hilfe eines Taschenrechners.

Der Fehler bei der Bestimmung des Radius $r = 8 \text{ m}$ wird zu $\Delta r = 10 \text{ cm}$ abgeschätzt.

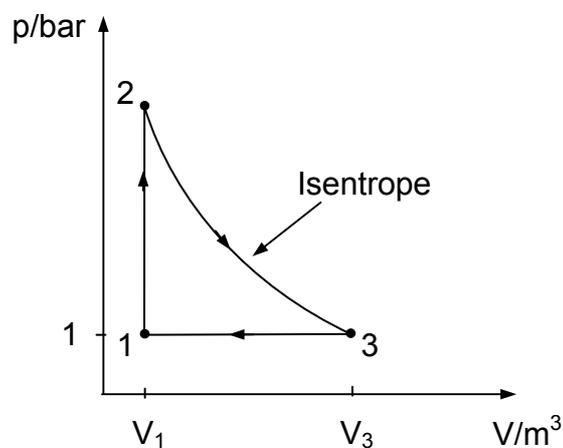
- Berechnen Sie nochmals a_z einschließlich Größtfehler Δa_{\max} .
Geben Sie das Endergebnis in der Form $(a_z \pm \Delta a_{\max})$ an (**Richtig Runden!**).

Bestätigt das Ergebnis Ihre Antwort aus Teilaufgabe (b)?

Wintersemester	1999/2000	
Studiengänge	ET & VT	Semester: 2

Aufgabe 6: (15 Punkte)

Der unten skizzierten Kreisprozeß werde mit $n = 1$ mol eines zweiatomigen idealen Gases durchgeführt (Isentropenexponent $\kappa = 1.4$). Das Gas wird am Anfang bei konstantem Volumen von $\vartheta_1 = 0$ °C auf $\vartheta_2 = 150$ °C aufgeheizt und anschließend isentrop expandiert. Danach wird es bei konstantem Druck ($p = 1$ bar) wieder auf das Anfangsvolumen komprimiert.



Bestimmen Sie

- den Druck p_2 nach der isochoren Erwärmung und die Temperatur T_3 nach der isentropen Expansion.
- die vom Gas bei jedem Teilprozess abgegebene oder aufgenommene Wärme Q .
- den thermodynamischen Wirkungsgrad η dieses Kreisprozesses.
- den thermodynamischen Wirkungsgrad η_C eines Carnotschen-Kreisprozesses zwischen der niedrigsten und der höchsten auftretenden Temperatur.