

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2000	Zahl der Blätter: 4; Blatt 1
Fachbereich: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummern: 2CI 2042 3CI 2043
Hilfsmittel: alle	Zeit: 120 Minuten.

Aufgabenblätter

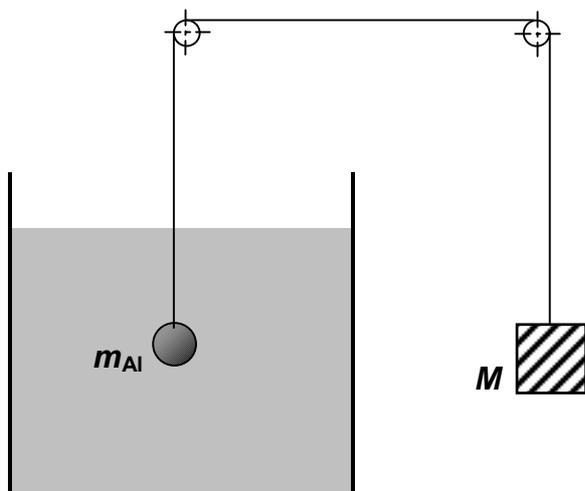
Tragen Sie Ihre Antworten bitte in die vorbereiteten **Lösungsblätter** ein; geg. falls Rückseiten benutzen.

Bitte tragen Sie in das Diagramm zu Aufgabe 5 ebenfalls Ihren Namen ein.

Ihr Lösungsweg muss eindeutig erkennbar und nachvollziehbar sein; die Angabe eines Ergebnisses allein genügt nicht.

Insgesamt können 100 Punkte erreicht werden.

Aufgabe 1 (16 Punkte)



In einem großen, mit Öl gefüllten Gefäß kann sich eine Kugel aus Aluminium (Masse m_{Al}) vertikal bewegen. Über einen dünnen, nicht dehnbaren, Faden ist die Kugel über Umlenkrollen mit einem Körper (Masse M) verbunden (vgl. Skizze).

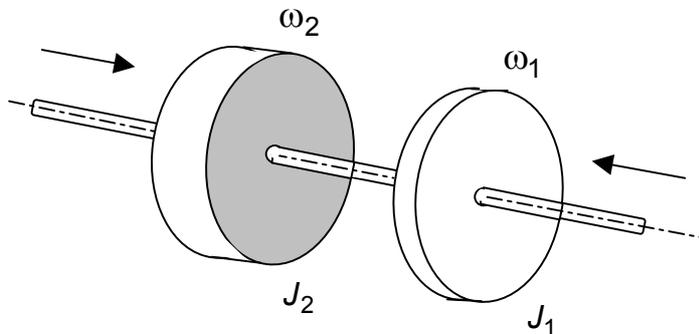
Wie groß muss die Masse M des Körpers gewählt werden, wenn die Kugel mit der Steiggeschwindigkeit $v_{\text{steig}} = 10 \text{ cm s}^{-1}$ aufsteigen soll?

Bei dieser Aufwärtsbewegung werden keine Wirbel beobachtet.

Daten für die Kugel: Radius $R_K = 1,0 \text{ cm}$; Dichte $\rho_{Al} = 2,70 \text{ g cm}^{-3}$.

Für das Öl gilt bei der Versuchstemperatur:

Dynamische Viskosität $\eta_{\text{Öl}} = 1,2 \text{ Pa} \cdot \text{s}$; Dichte $\rho_{\text{Öl}} = 0,90 \text{ g cm}^{-3}$.

Aufgabe 2 (18 Punkte)

Auf einer gemeinsamen Achse drehen sich gegenseitig zwei Scheiben '1' (Massenträgheitsmoment J_1) und '2' (Massenträgheitsmoment $J_2 = 3J_1$).

Die Beträge ihrer Winkelgeschwindigkeiten sind $|\vec{\omega}_1|$ und $|\vec{\omega}_2| = \frac{1}{2}|\vec{\omega}_1|$.

Die beiden Scheiben werden durch eine innere Kopplung zusammengeschoben; danach reiben die Scheiben aufeinander, bis sie schließlich mit einer einheitlichen Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}_E$ rotieren.

- Bestimmen Sie diese Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}_E$ (Drehsinn und Betrag $|\vec{\omega}_E|$).
- Welcher Anteil p der kinetischen Energie vor der Kopplung ist bei dem Reibungsvorgang in nicht-mechanische Energieformen umgesetzt worden?

Aufgabe 3 (22 Punkte)

Für das Volumen V_0 der Teilchenmenge $n = 0,75$ mol des (idealen) Gases Stickstoff misst man die Zustandsgrößen Temperatur $\vartheta_0 = 0$ °C und Druck $p_0 = 1,0$ bar.

Beginnend von diesem Anfangszustand wird das Gas drei aufeinanderfolgenden Zustandsänderungen unterworfen:

Prozess '0' \rightarrow '1': Kompression bei vollständiger Wärmeisolation auf $V_1 = \frac{1}{5}V_0$.

Prozess '1' \rightarrow '2': Abkühlen bei konstant gehaltenem Volumen auf die Anfangstemperatur ϑ_0 .

Prozess '2' \rightarrow '3': Entspannung bei Wärmeisolation auf den Anfangsdruck p_0 .

- Skizzieren Sie den Verlauf dieser Zustandsänderungen qualitativ in das vorbereitete p, V -Diagramm.
- Bestimmen Sie Temperatur ϑ_1 und Druck p_1 am Ende des Prozesses '0' \rightarrow '1'.
- Welche Arbeit W_{01} wurde beim Prozess '0' \rightarrow '1' umgesetzt?
- Welcher Druck p_2 stellt sich am Ende des Prozesses '1' \rightarrow '2' ein?

Aufgabe 4 (16 Punkte)

Eine Schraubenfeder hat die Federkonstante $c = 37,5 \text{ Nm}^{-1}$. An die Feder wird ein Körper (Masse $M = 1,25 \text{ kg}$) gehängt. Nach einer Auslenkung von $y = 15 \text{ cm}$ aus der Ruhelage, wird der Körper ohne Anfangsgeschwindigkeit losgelassen.

- Bestimmen Sie die Eigenkreisfrequenz, die Frequenz und die Schwingungsdauer für ungedämpfte Schwingungen dieses Systems.
- Geben Sie das Weg, Zeit-Gesetz für diese Schwingungen an.
- Die Schwingung ist allerdings schwach gedämpft. Man beobachtet, dass nach jeweils drei Schwingungsperioden die Auslenkungen um jeweils 20 % abnehmen. Bestimmen Sie Abklingkonstante δ und Dämpfungsgrad D der gedämpften Schwingungen.
- Welche Länge L hat ein mathematisches Pendel, das die Schwingungsdauer des Federpendels hat?

Aufgabe 5 (16 Punkte)

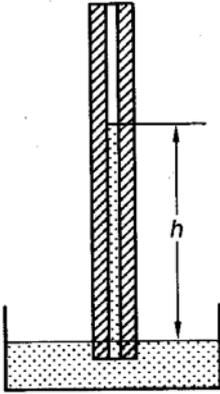
Es soll die Federkonstante c einer Schraubenfeder bestimmt werden. Dazu hängt man an die vertikal aufgehängte Feder Körper bekannter Masse M und misst die sich dadurch einstellende Verlängerung x aus der Ruhelage $x = 0$. Man erhielt folgende Versuchsergebnisse:

$\frac{M}{\text{g}}$	200	400	600	800	1000	1200	1400
$\frac{x}{\text{mm}}$	65	135	190	250	325	380	450

Man erwartet nach dem HOOKESchen Gesetz einen linearen Zusammenhang zwischen wirkender Kraft $F_{\text{äuß}}$ und Auslenkung x der Feder gemäß

$$F_{\text{äuß}} = c x$$

- Stellen Sie die Versuchsergebnisse in geeigneter Weise grafisch dar.
- Bestimmen Sie aus der erwarteten linearen Abhängigkeit die Federkonstante c .

Aufgabe 6 (12 Punkte)

Benetzende Flüssigkeiten steigen in engen Röhren – gegen die Gravitationskraft – nach oben. Verantwortlich für diese Kapillarwirkung ist die Oberflächenspannung σ . Experimentell kann die Oberflächenspannung aus der kapillaren Steighöhe; dem Radius der Kapillare, der Dichte der Flüssigkeit und der Fallbeschleunigung bestimmt werden. Es gilt die Beziehung

$$\sigma = \frac{1}{2} r h \rho g$$

Es wurden für Glycerin bei Raumtemperatur folgende Daten gemessen und ihre jeweiligen Fehler abgeschätzt.

Steighöhe	$h = 71,5 \text{ mm}$	$\pm 0,5 \text{ mm}$
Durchmesser	$D = 0,300 \text{ mm}$	$\pm 0,002 \text{ mm}$

Aus Tabellenwerken wurde entnommen

Dichte	$\rho = 1,260 \text{ gcm}^{-3}$	$\pm 0,005 \text{ gcm}^{-3}$ (geschätzt aus Temperaturfehler)
Fallbeschleunigung	$g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$	(fehlerfrei angenommen)

- Berechnen Sie aus diesen Messergebnissen die Oberflächenspannung σ von Glycerin. Geben Sie Ihr Ergebnis in den SI-Einheiten ' Nm^{-1} ' an.
- Berechnen Sie aus den abgeschätzten Fehlern den relativen und den absoluten Größtfehler des Ergebnisses aus Teilaufgabe (a).
- Fassen Sie die Resultate aus (a) und (b) zu zwei Endergebnissen mit relativer und absoluter Fehlerangabe zusammen.