

# 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

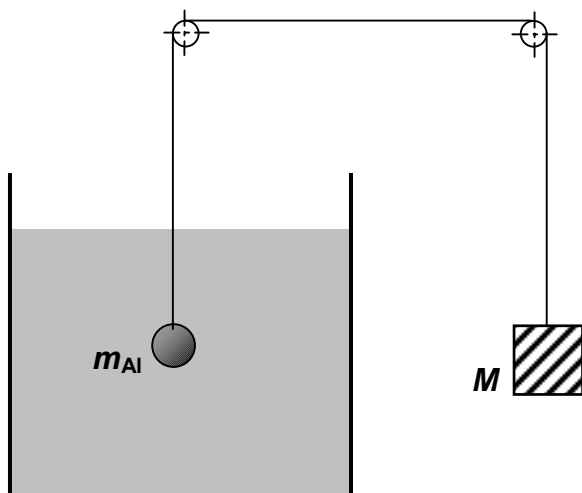
Tragen Sie Ihre Antworten bitte in die vorbereiteten **Lösungsblätter** ein; geg. falls Rückseiten benutzen.

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).

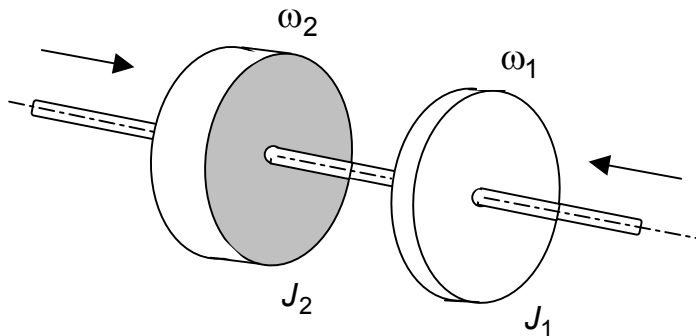
Wie groß muss die Masse  $M$  des Körpers gewählt werden, wenn die Kugel mit der Steiggeschwindigkeit  $v_{\text{steig}} = 10 \text{ cm s}^{-1}$  aufsteigen soll?

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  $\vartheta_0$ .

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  $\vartheta_1$  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  $\delta$  und Dämpfungsgrad  $D$  der gedämpften Schwingungen.
- Welche Länge  $L$  hat ein mathematisches Pendel, das die Schwingungsdauer des Federpendels hat?

**Aufgabe 5 (16 Punkte)**

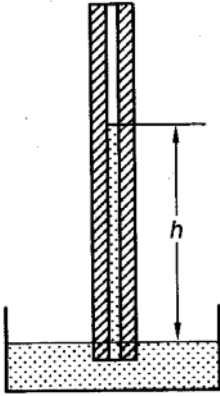
Es soll die Federkonstante  $c$  einer Schraubenfeder bestimmt werden. Dazu hängt man an die vertikal aufgehängte Feder Körper bekannter Masse  $M$  und misst die sich dadurch einstellende Verlängerung  $x$  aus der Ruhelage  $x = 0$ . Man erhielt folgende Versuchsergebnisse:

$\frac{M}{\text{g}}$	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  $\sigma$ . 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  $\sigma$  von Glycerin. Geben Sie Ihr Ergebnis in den SI-Einheiten ' $\text{Nm}^{-1}$ ' 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.