

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2001	Zahl der Blätter: 5 Blatt 1
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: 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 6 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 (22 Punkte)

In einem durch einen Kolben abgeschlossenen Zylinder ist die Stoffmenge $n = 1 \text{ mol}$ eines idealen zweiatomiges Gas eingeschlossen. Die Zustandsgrößen im Anfangszustand '1' sind: Druck $p_1 = 1,0 \text{ bar}$; Volumen $V_1 = 25 \text{ dm}^3$; Temperatur T_1 .

(a) Wie groß ist die mittlere kinetische Energie $\bar{\epsilon}_{\text{kin}}$ der Translation eines Moleküls des Gases für den Anfangszustand '1'?

Anschließend wird das Gas in zwei aufeinanderfolgenden Prozessen erwärmt; dies geschieht unter den folgenden Versuchsbedingungen

- von Zustand '1' in Zustand '2' - bei festgehaltenem Kolben -
auf den Druck $p_2 = \frac{7}{5} p_1$.
- von Zustand '2' in einem Zustand '3' - bei konstantem Druck p_2 -
auf das Volumen $V_3 = \frac{3}{2} V_1$.

(b) Skizzieren Sie qualitativ diese beiden Prozesse in einem p, V -Diagramm.

(c) Bestimmen Sie die Temperaturen T_2 und T_3 .

(d) Berechnen Sie für den Prozess '1' \rightarrow '2' umgesetzte Wärme Q_{12} und Volumenänderungsarbeit W_{12} .

(e) Berechnen Sie für den Prozess '2' \rightarrow '3' umgesetzte Wärme Q_{23} und Volumenänderungsarbeit W_{23} .

Sommersemester 2001	Blatt 2
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: 2CI 2042 3CI 2043

Aufgabe 2 (20 Punkte)

Ein Eishockey-Puck 'B' liegt auf dem Eis. Er wird von einem zweiten Puck 'A' gleicher Bauart getroffen. Die Geschwindigkeit des Pucks 'A' vor dem Stoß war $v_A = 60 \text{ ms}^{-1}$. Durch den Stoß ändert sich die Bewegungsrichtung des Pucks 'A' um $\beta_A = 30^\circ$. Puck 'B' wird unter einem Winkel $\beta_B = 45^\circ$ gegen die ursprüngliche Bewegungsrichtung vom 'A' weggeschossen.

- Skizzieren Sie die Geometrie dieses Stoßes und bestimmen Sie die Beträge der Geschwindigkeiten u_A und u_B der beiden Pucks nach dem Stoß.
- Welcher Anteil p der ursprünglichen kinetischen Energie von Puck 'A' wird bei dem Stoßprozess in nicht-mechanische Energieformen umgesetzt?
- Beschreiben Sie (in Worten, einer Skizze, ...) kurz die erwarteten Bewegungsrichtungen der beiden Pucks nach dem Stoß, wenn dieser idealisierend 'vollständig elastisch' erfolgt wäre.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Mit dem POHLschen Drehpendel werden Drehschwingungen untersucht.

In einer ersten Messung wird für zehn Schwingungen des ungedämpften Systems eine Gesamtzeit $t = 22,5 \text{ s}$ gemessen.

Um das System viskos zu dämpfen, wird in einem zweiten Versuch eine Wirbelstrombremse eingeschaltet. Man beobachtet in zehn Schwingungsperioden einen Abnahme der Auslenkung (abgelesen auf einem Skalenring) von anfangs 50 Skalenteilen auf 10 Skalenteile.

Bei einer viskos gedämpften Schwingung nehmen die Auslenkungen exponentiell mit der Zeit ab, gemäß

$$\beta = \hat{\beta}_0 \cdot e^{-\delta \cdot t}$$

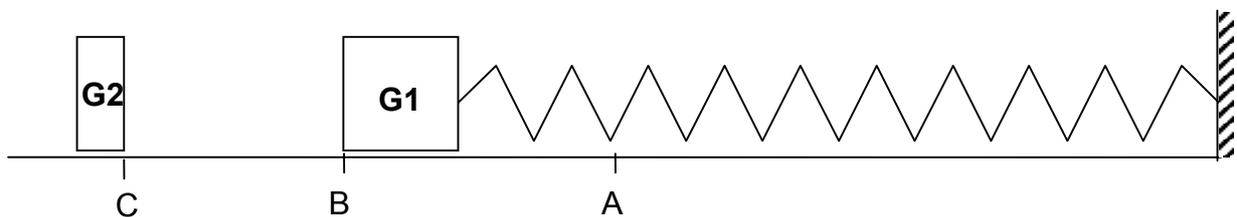
Bestimmen Sie aus diesen Angaben

- den Abklingkoeffizienten δ und
- den Dämpfungsgrad D des schwingenden Systems.

Sommersemester 2001	Blatt 3
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: 2CI 2042 3CI 2043

Aufgabe 4 (18 Punkte)

Auf einer horizontalen geraden Gleitkissenbahn kann sich ein Gleiter 'G1' (Masse $m_1 = \frac{25}{9}$ kg) reibungsfrei bewegen. Seine Bewegung wird bestimmt durch eine ideale Feder, die zwischen Gleiter 'G1' und einer festen Wand angebracht ist (vgl. Skizze).



Bei entspannter Feder befindet sich der Gleiter 'G1' am Ort 'B' (sämtliche Ortskoordinaten werden jeweils von der gleichen Kante des Gleiters aus gemessen). Eine äußere Kraft ($F_{\text{ext}} = 20$ N) verschiebt den Gleiter 'G1' um die Strecke $\overline{BA} = y_1 = 20$ cm und drückt dabei die Feder zusammen; der Gleiter 'G1' befindet sich danach am Ort 'A'. Er wird anschließend am Ort 'A' ohne Anfangsgeschwindigkeit losgelassen.

- (a) Mit welcher Frequenz f_{01} schwingt der Gleiter 'G1' nach Loslassen?
(b) Welche Geschwindigkeit v_C hat der Gleiter 'G1' am Ort 'C'?

Der Abstand vom Punkt 'B' ist $\overline{BC} = y_2 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cdot y_1$.

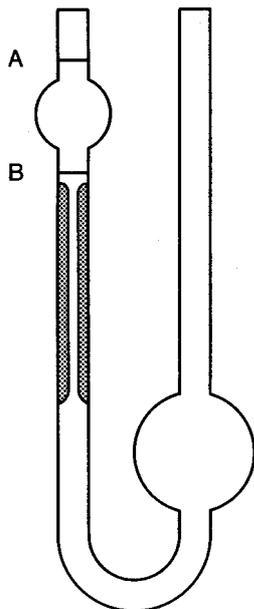
Am Ort 'C' steht ein zweiter Gleiter 'G2' (Masse $m_2 = \frac{1}{4}m_1$).

Bei seiner Schwingungsbewegung stößt Gleiter 'G1' auf Gleiter 'G2'. Nach dem Stoß haften die beiden Gleiter durch einen Klettenverschluss aneinander. Der in die Zeitspanne des Zusammenstoßes zurückgelegte Weg soll vernachlässigt werden können.

- (c) Welche gemeinsame Geschwindigkeit u_{ges} haben die beiden gekoppelten Gleiter unmittelbar nach dem Zusammenstoß?
(d) Welche Eigenkreisfrequenz ω_{02} und welche Schwingungsdauer T_{02} gehören zu der Schwingung des gekoppelten System nach dem Stoß?

Sommersemester 2001	Blatt 4
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: 2CI 2042 3CI 2043

Aufgabe 5 (16 Punkte)



Die dynamische Viskosität von Flüssigkeiten kann mit dem OSTWALDSchen Viskosimeter bestimmt werden (vgl. Skizze). Ein definiertes Volumen – begrenzt durch die Markierungen 'A' und 'B' – fließt unter dem Einfluss der Schwerkraft durch eine Kapillare aus. Die Viskosität berechnet sich aus der Geometrie der Kapillare und dem Messvolumen, der Dichte der Flüssigkeit und ihrer Ausflusszeit. Es gilt folgende Beziehung

$$\eta = K \cdot \rho \cdot t$$

K Apparatekonstante
 ρ Dichte
 t Ausflusszeit

Die Apparatekonstante wird vom Hersteller mit $K = (4,585 \pm 0,015) \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ angegeben.

Bei der Bestimmung der dynamischen Viskosität η von Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) bei $\vartheta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ wurden in zehn Einzelversuchen folgende Ausflusszeiten t_i gemessen

$\frac{t_i}{\text{s}}$	327,2	331,2	333,6	330,2	331,7	328,5	332,0	333,3	329,7	327,6

Die Dichte von Ethanol ist $\rho(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 0,7895 \text{ gcm}^{-3}$; aus einem möglichen Fehler in der Temperaturmessung schätzt man den Fehler in der Dichte zu $\Delta\rho = \pm 0,0010 \text{ gcm}^{-3}$ ab.

Nutzen Sie zur Auswertung der Versuchsergebnisse die Statistik-Funktionen Ihres Taschenrechners.

- Bestimmen Sie die dynamische Viskosität η von Ethanol.
- Berechnen Sie den relativen und den absoluten Größtfehler Ihres Ergebnisses.
- Fassen Sie die Resultate aus (a) und (b) zu zwei Endergebnissen mit relativer und absoluter Fehlerangabe zusammen.

Sommersemester 2001	Blatt 5
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: 2CI 2042 3CI 2043

Aufgabe 6 (14 Punkte) [bitte Namen auf dem Blatt 'Millimeterpapier' eintragen].

Mit einem Aräometer (Senkwaage) wurde für Ethanol (C_2H_5OH) die Dichte ρ bei Normdruck $p_n=1013$ hPa im Temperaturbereich $0\text{ }^\circ\text{C} \leq \vartheta \leq 78,5\text{ }^\circ\text{C}$ (Siedepunkt) gemessen. Die Ergebnisse einer Versuchsreihe sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

$\frac{\vartheta}{^\circ\text{C}}$	$\frac{\rho}{\text{g cm}^{-3}}$		$\frac{\vartheta}{^\circ\text{C}}$	$\frac{\rho}{\text{g cm}^{-3}}$		$\frac{\vartheta}{^\circ\text{C}}$	$\frac{\rho}{\text{g cm}^{-3}}$
0	0,8065		30	0,7810		60	0,7550
10	0,7995		40	0,7715		70	0,7455
20	0,7895		50	0,7625		78.5	0,7375

Man erwartet in diesem Temperaturbereich eine lineare Abhängigkeit der Dichte ρ von der CELSIUS-Temperatur ϑ .

- (a) Tragen Sie auf Millimeterpapier in passendem Maßstab die Dichte ρ gegen die CELSIUS-Temperatur ϑ auf.
- (b) Bestimmen Sie aus der Steigung der sich ergebenden Geraden den Temperaturkoeffizienten $\frac{\Delta\rho}{\Delta\vartheta}$ der Dichte ρ .