

# FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Wintersemester 2001/02	Zahl der Blätter: 6 Blatt 1
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043
Hilfsmittel: alle	Zeit: 120 min.

## 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.

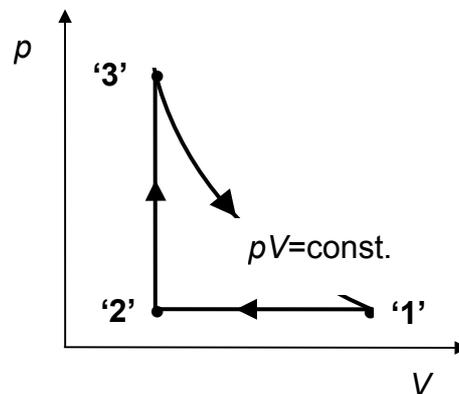
*Ihr Lösungsweg muss eindeutig erkennbar und nachvollziehbar sein; die Angabe eines Ergebnisses allein genügt nicht.*

Insgesamt können 100 Punkte erreicht werden.

### Aufgabe 1 (20 Punkte)

Der Zustand '1' der Stoffmenge  $n$  des idealen Gases Helium wird durch die Zustandsgrößen  $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ ,  $V_1 = 2,0 \text{ dm}^3$  und  $\vartheta_1 = 20^\circ \text{C}$  beschrieben.

- Bestimmen Sie die Stoffmenge  $n$  des Gases.
- Bestimmen Sie die mittlere kinetische Energie eines Helium-Atoms für die Temperatur  $\vartheta_1$ .



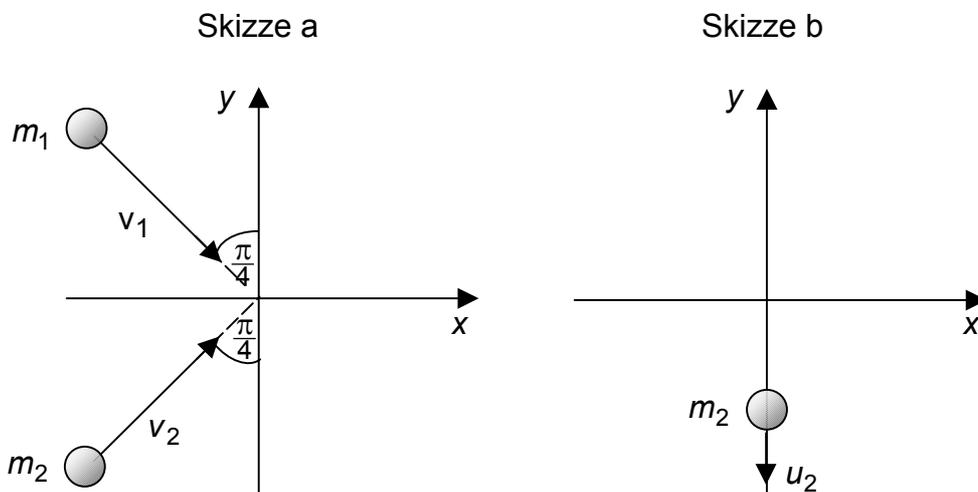
Das Gas wird anschließend dem skizzierten Kreisprozess '1' → '2' → '3' → '1' unterworfen. Das Volumen  $V_2$  im Zustand '2' ist ein Viertel des Anfangsvolumens  $V_1$ .

- Benennen Sie die drei Einzelprozesse des Kreisprozesses.
- Bestimmen Sie die Temperaturen  $T_2$  und  $T_3$  für die Zustände '2' und '3'.
- Berechnen Sie für die drei Einzelschritte des Kreisprozesses die jeweils umgesetzten Arbeiten  $W_{12}$ ,  $W_{23}$  und  $W_{31}$  und Wärmen  $Q_{12}$ ,  $Q_{23}$  und  $Q_{31}$ .

Wintersemester 2001/02	Blatt 2
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

### Aufgabe 2 (14 Punkte)

Zwei Körper '1' und '2' gleicher Masse, also  $m_1 = m_2 = m$ , stoßen in der gezeichneten Geometrie nach Skizze a zusammen. Vor dem Stoß sind die Beträge ihrer Geschwindigkeiten mit  $v_1 = v_2 = v = 10 \text{ ms}^{-1}$  ebenfalls gleich. Nach dem Stoßvorgang bewegt sich Körper '2' mit der Geschwindigkeit  $u_2 = 5 \text{ ms}^{-1}$  in der in Skizze b gezeichneten Richtung.



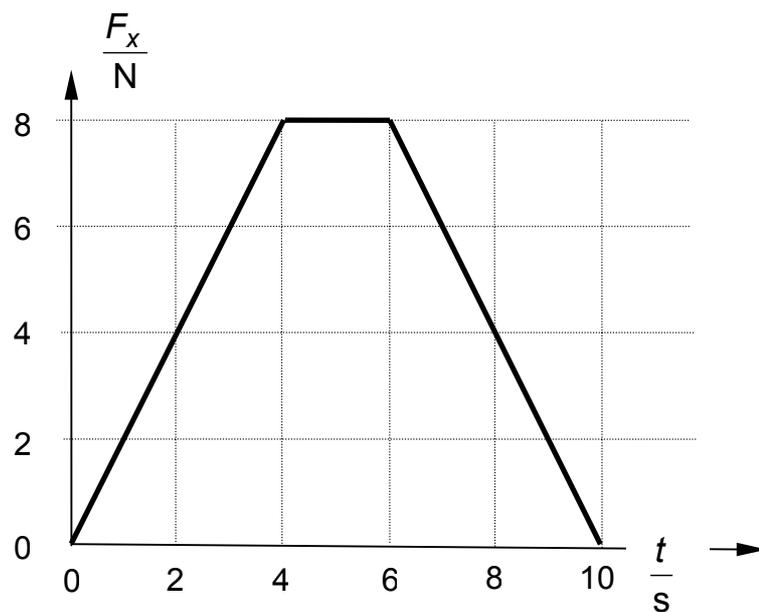
- (a) Wie groß ist die Geschwindigkeit  $u_1$  des Körpers '1' – Betrag und Richtung – nach dem Stoß?
- (b) Wie ist der Stoßvorgang zu klassifizieren?  
Bestimmen Sie dazu die kinetischen Energien vor und nach dem Stoß. Wurden kinetische Energien in nicht-mechanische Energieformen umgesetzt oder wurde bei diesem Stoßprozess Energie zugeführt?

Wintersemester 2001/02	Blatt 3
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

### Aufgabe 3 (10 Punkte)

Auf einen Körper (Masse  $m = 3,0 \text{ kg}$ ) wirkt in positive  $x$ -Koordinatenrichtung eine zeitabhängige Kraft  $F_x(t)$ . Ihr Verlauf ist unten für das Zeitintervall  $0 \text{ s} \leq t \leq 10 \text{ s}$  skizziert.

- Bestimmen Sie den Kraftstoß für das Zeitintervall  $0 \text{ s} \leq t \leq 10 \text{ s}$ .
- Welche Endgeschwindigkeit  $v_E$  erreicht der Körper, wenn er sich zu Beginn der Krafteinwirkung mit der Anfangs-Geschwindigkeit  $v_A = 2,0 \text{ ms}^{-1}$  in negative  $x$ -Richtung bewegte?
- Welche Arbeit  $W_{AE}$  wurde im Zeitintervall  $0 \text{ s} \leq t \leq 10 \text{ s}$  an dem Körper verrichtet?



Wintersemester 2001/02	Blatt 4
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

#### **Aufgabe 4 (16 Punkte)**

Ein Körper (Masse  $m = 50 \text{ g}$ ) ist an einer idealen Feder befestigt. Der Körper schwingt ungedämpft und harmonisch. Die Amplitude der Schwingungen ist  $\hat{y} = 18 \text{ cm}$  und die Schwingungsdauer ist  $T_0 = 4 \text{ s}$ .

Der Körper wird um  $y(0) = 18 \text{ cm}$  aus seiner Ruhelage ausgelenkt und dann ohne Anfangsgeschwindigkeit losgelassen.

- (a) Bestimmen Sie die Eigenfrequenz und die Eigenkreisfrequenz der Schwingung.
- (b) Bestimmen Sie die Federkonstante der Feder.
- (c) Stellen Sie das Weg,Zeit-Gesetz für diese Schwingung auf.
- (d) Welche Auslenkung aus der Ruhelage und welche Geschwindigkeit hat der Körper zum Zeitpunkt  $t = 0,5 \text{ s}$ ?
- (e) Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit des Körpers?
- (f) Welches ist die Gesamtenergie des Systems?

Wintersemester 2001/02	Blatt 5
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

### Aufgabe 5 (20 Punkte)

Die Dampfdruckkurve beschreibt das Gleichgewicht zwischen flüssiger und gasförmiger Phase als Funktion des Sättigungsdampfdrucks  $p_s$  von der Temperatur  $T$ . Für die Substanz Argon (Ar) gilt im Intervall  $80 \text{ K} \leq T \leq 150 \text{ K}$ :

$\frac{T}{\text{K}}$	80	90	100	110	120	130	140	150
$\frac{p_s}{\text{kPa}}$	40.7	134	324	666	1214	2027	3170	4736

Nach der Theorie erwartet man für den Sättigungsdampfdruck  $p_s$  eine exponentielle Abhängigkeit von der absoluten Temperatur  $T$  gemäß

$$p_s \sim e^{-\frac{\Delta E}{k \cdot T}}$$

- Zeigen Sie, dass man bei logarithmischer Auftragung des Sättigungsdampfdrucks gegen die reziproke absolute Temperatur eine Gerade erwartet.
- Tragen Sie entsprechend die Messwerte grafisch auf.
- Legen Sie eine 'beste' Gerade durch die Messpunkte.
- Bestimmen Sie aus der Steigung dieser Geraden die Aktivierungsenergie  $\Delta E$ .

Wintersemester 2001/02	Blatt 6
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

### Aufgabe 6 (20 Punkte)

Die dynamische Viskosität von Flüssigkeiten kann mit dem HÖPPLERSchen Kugelfall-Viskosimeter bestimmt werden. Das Meßsystem besteht aus einem schräggestellten Fallrohr, das mit der durchsichtigen Messflüssigkeit gefüllt ist. Im Fallrohr sinkt eine Kugel mit konstanter Geschwindigkeit nach unten. Messgröße ist die Laufzeit der Kugel zwischen den beiden ins Rohr eingravierten Ringmarken.

Die Viskosität bestimmt sich gemäß

$$\eta = K \cdot (\rho_k - \rho_{fl}) \cdot t$$

Dabei ist

$K$  Apparatekonstante

$\rho_k$  Dichte der Kugel

$\rho_{fl}$  Dichte der Flüssigkeit

$t$  Fallzeit der Kugel zwischen den beiden Ringmarken

Die Gerätekonstante  $K$  soll durch eine Kalibrier-Messung mit der Substanz Glycerin bei  $\vartheta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  bestimmt werden. Für Glycerin ist

- die Dichte  $\rho(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,261 \text{ g cm}^{-3}$  (als fehlerfrei anzunehmen)
- die dynamische Viskosität  $\eta(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 1480 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ; mit  $\Delta\eta = \pm 10 \text{ mPa} \cdot \text{s}$  (geschätzt aus Temperaturfehler)

In einem Vorversuch wird für die im Versuch verwendete Ni-Eisen Kugel die Masse zu  $m_k = 15.123 \text{ g}$  und der Durchmesser zu  $D = 15.260 \text{ mm}$  bestimmt.

(a) Bestimmen Sie die Dichte der Kugel. Diese soll für die weiteren Betrachtungen vereinfachend als fehlerfrei angenommen werden.

Danach werden in insgesamt 10 Einzelversuchen die Laufzeiten der Kugel zwischen den Ringmarken gemessen. Die Ergebnisse sind

$\frac{t_i}{\text{min}}$	6:31	6:37	6:38	6:40	6:42	6:34	6:37	6:39	6:43	6:39
--------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

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

- (b) Bestimmen Sie die Apparatekonstante  $K$ . Geben Sie die Apparatekonstante in Grundeinheiten des SI-System an.
- (c) Bestimmen Sie den relativen und den absoluten Größtfehler der Apparatekonstante  $K$ .
- (d) Geben Sie das Endergebnis mit Fehlergrenzen an.