

FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

Sommersemester 2002	Zahl der Blätter: 5 Blatt 1
Studiengang: Chemieingenieurwesen / Farbe-Lack-Umwelt	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 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 (5 Punkte)

Die spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m_{0e}}$ kann experimentell mit einem

Fadenstrahlrohr in einer Anordnung mit HELMHOLTZ-Spulenpaar bestimmt werden.
Man erhält die gesuchte Größe aus der Beziehung

$$\frac{e}{m_{0e}} = \frac{2 \cdot U_A}{(B \cdot r)^2} \quad \text{mit}$$

e	(negative) Elementarladung
m_{0e}	Ruhemasse des Elektrons
U_A	(beschleunigende) Anodenspannung
r	Bahnradius der Elektronen im Magnetfeld
B	magnetischen Flussdichte (Betrag)

Das benötigte Magnetfeld wird durch ein HELMHOLTZ-Spulenpaar erzeugt.

Der Betrag B der magnetischen Flussdichte \vec{B} ergibt sich dabei gemäß

$$B = 0,715 \cdot \mu_0 \cdot n \cdot \frac{I_{\text{Spule}}}{R} \quad \text{mit} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \quad \text{magnetische Feldkonstante}$$

I_{Spule}	Stromstärke des Spulenstroms
R	Radius der Spulen (= Abstand der Spulen)
n	Anzahl der Windungen einer HELMHOLTZ-Spule

Zeigen Sie, dass sich aus den angegebenen Beziehungen die spezifische Ladung
des Elektrons in der abgeleiteten Einheit $\frac{\text{C}}{\text{kg}}$ ergibt.

Sommersemester 2002	Blatt 2
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 2 (5 Punkte)

Die SI-Basiseinheit für die Masse ist das Kilogramm. Sie wird über einen Prototyp festgelegt. Der Prototyp ist ein Metallzylinder (Durchmesser $D = 39,00 \text{ mm}$ und Höhe $h = 39,00 \text{ mm}$) aus einer Platin-Iridium-Legierung. Die Masse dieses "Urkilogramms" beträgt per Definition exakt ein Kilogramm. Berechnen Sie die Dichte der Legierung.

Aufgabe 3 (12 Punkte)

Zwei Körper A und B (Massen $m_A = 1 \text{ kg}$ und $m_B = 2 \text{ kg}$) sind durch eine ideale Feder aneinander gekoppelt. Reibung zwischen den Körpern und der ebenen Unterlage soll vernachlässigt werden können.



Die beiden Körper sind anfangs – bei entspannter Feder – in Ruhe. Zur Zeit $t = 0$ wird auf den Körper A ein kurzzeitiger Stoß ausgeübt. Unmittelbar danach bewegt er sich mit der Geschwindigkeit $v_0 = 2 \text{ ms}^{-1}$ nach rechts.

Welches sind die Geschwindigkeiten v_B des Körpers B zu den Zeitpunkten, an denen der Körper A

- sich mit der Geschwindigkeit $v_{A1} = 1 \text{ ms}^{-1}$ nach rechts bewegt,
- in Ruhe ist.

Aufgabe 4 (18 Punkte)

Ein Feder-Masse-System (Masse $m = 400 \text{ g}$, Federkonstante $c = 5,0 \text{ Nm}^{-1}$) führt gedämpfte Schwingungen aus. Die Dämpfungskraft ist proportional zur Geschwindigkeit des schwingenden Körpers; bei einer Geschwindigkeit des Körpers von $|\vec{v}| = 0,50 \text{ ms}^{-1}$ ist der Betrag der Reibungskraft $|\vec{F}| = 0,25 \text{ N}$.

- Welche Schwingungsdauer gehört zu diesem gedämpften System?
- Bestimmen Sie den Abklingkoeffizienten und den Dämpfungsgrad des Systems.
- Um welchen Bruchteil nehmen die Auslenkungen in jeweils einer Schwingungsperiode ab?
- Welcher Dämpfungskoeffizient b_{aperiod} muss für den aperiodischen Grenzfall eingestellt werden?

Sommersemester 2002	Blatt 4
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 5 (23 Punkte)

Ein mit einem unbekanntem, zweiatomigen Gas gefülltes Glasgefäß ist mit einem offenen U-Rohr-Manometer verbunden, das mit einer Flüssigkeit der Dichte $\rho = 1,60 \text{ g cm}^{-3}$ gefüllt ist (vgl. Skizze).

Der Innendurchmesser der Röhren ist $D = 1,00 \text{ cm}$. Anfangs stehen die beiden Flüssigkeitsspiegel auf gleicher Höhe ($x = 0 \text{ cm}$); dabei hat das Gas insgesamt das Volumen $V_1 = 0,500 \text{ dm}^3$. Der äußere Luftdruck ist $p_L = 980 \text{ hPa}$.

Die Temperatur der gesamten Anordnung ist anfangs $\vartheta_A = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

(a) Berechnen Sie die Stoffmenge n und die Anzahl N der Moleküle des Gases im Gefäß.

Mit Hilfe eines kurzen Stromstoßes durch eine Heizwicklung im Gefäß (vgl. Skizze) wird dem Gas Wärme zugeführt. Die Flüssigkeitsspiegel im Manometer verschieben sich in den beiden Schenkeln jeweils um $x = 15,0 \text{ cm}$ und bleiben dort einige Zeit stehen.

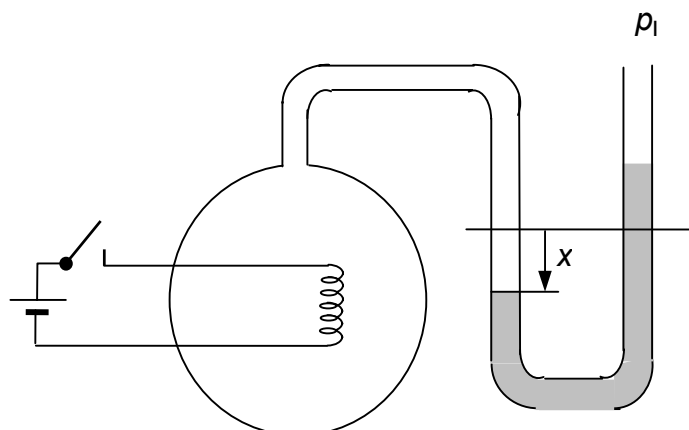
(b) Berechnen Sie die den Druck p_E , das Volumen V_E und die Temperatur ϑ_E des Gases nach dem Stromstoß.

(c) Skizzieren Sie diesen Prozess einem p, V -Diagramm; tragen Sie qualitativ den Anfangszustand $A(p_A, V_A)$ und den Endzustand $E(p_E, V_E)$ ein und verbinden Sie diese beiden Zustände vereinfachend durch eine Gerade.

(d) Wie groß ist die umgesetzte Arbeit W_{AE} bei diesem Prozess? Wurde sie dem Gas zugeführt oder vom Gas abgegeben?

In der Heizwicklung wurde durch den Stromstoß die JOULESche Wärme $Q = 12 \text{ J}$ erzeugt.

(e) Berechnen Sie die vom Gas aufgenommene Wärme $Q_{\text{zu}}^{\text{Gas}}$ und die während der Ausdehnung über die Gefäßwände nach außen abgegebene Wärmeverluste $Q_{\text{ab}}^{\text{Verlust}}$.



Sommersemester 2002	Blatt 4
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 6 (17 Punkte)

Werte für den Brechungsindex n von Flußspat (CaF_2) sind im Wellenlängenbereich $190 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$ in der folgenden Tabelle dargestellt.

$\frac{\lambda}{\text{nm}}$	190	200	220	240	260	280
n	1,5050	1,4953	1,4812	1,4713	1,4640	1,4584

$\frac{\lambda}{\text{nm}}$	300	350	400	500	600	700
n	1,4540	1,4466	1,4419	1,4365	1,4340	1,4318

- (a) Tragen Sie in passendem Maßstab den Brechungsindex n gegen die Lichtwellenlänge λ auf.
- (b) Lesen Sie aus Ihrem Diagramm den Brechungsindex n_{325} für die Wellenlänge $\lambda = 325 \text{ nm}$ ab.
- (c) Bestimmen Sie aus Ihrem Diagramm grafisch den Koeffizienten $\frac{dn}{d\lambda}$ für die Wellenlänge $\lambda = 325 \text{ nm}$.

Sommersemester 2002	Blatt 5
Studiengang: Chemieingenieurwesen	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: CI 2043

Aufgabe 7 (20 Punkte)

Massenträgheitsmomente sind ein Maß für die Massenverteilung eines Körpers, sie bestimmen das Verhalten von Körpern bei Rotationsbewegungen.

Massenträgheitsmomente können experimentell aus der Schwingungsdauer T_0 ungedämpfter Drehschwingungen bestimmt werden.

Die Schwingungsdauer eines Drehpendels (vgl. POHLscher Apparat) ist dabei gegeben durch

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J}{c^*}}$$

Dabei ist c^* die Drehfederkonstante der Schneckenfeder.

J das Massenträgheitsmoment des untersuchten Körpers.

Zur Bestimmung des Massenträgheitsmoments eines Körpers wurden experimentell jeweils die Gesamtzeiten t_i für $n = 10$ Drehschwingungen gemessen.

Die Ergebnisse aus insgesamt 10 durchgeführten Versuchen sind

$\frac{t_i}{s}$	15,46	15,09	15,19	15,15	15,38	15,34	15,39	15,28	15,41	15,40
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Die Drehfederkonstante c^* wurde in einem Vorversuch bestimmt und ihr Größtfehler abgeschätzt. Man erhielt

$$c^* = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ Nm} \quad \text{und} \quad \Delta c^* = \pm 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ Nm}.$$

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

- Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment J des Körpers. Geben Sie die Einheiten in Grundgrößen des SI-Systems an.
- Berechnen Sie den relativen und den absoluten Größtfehler des Ergebnisses.
- Geben Sie ein Endergebnis an.