

### Hinweise

- Nicht-programmierbare Taschenrechner, Geodreieck oder Lineal sind als Hilfsmittel erlaubt.
- Programmierbare Taschenrechner, Handy, Notebook, eigene Unterlagen, Bücher, Formelsammlungen und eigenes Papier sind als Hilfsmittel nicht erlaubt.
- Für jede Aufgabe das vorgesehene Blatt verwenden! Falls Sie weiteres Papier benötigen, so erhalten Sie welches von uns.
- Auf jedes Blatt Name und Matrikelnummer schreiben!
- Bitte legen Sie Ihren Personalausweis sichtbar auf den Tisch!

### Konstanten

Gravitationskonstante	$G$	$\approx 6.67 \cdot 10^{-11}$	$\text{m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$
Erdradius	$R_E$	$\approx 6.378 \cdot 10^6$	m
Erdmasse	$M_E$	$\approx 5.98 \cdot 10^{24}$	kg
Sonnenmasse	$M$	$\approx 2 \cdot 10^{30}$	kg
Erdbeschleunigung	$g$	$\approx 9.81$	$\text{m s}^{-2}$
Dichte von Wasser	$\rho_W$	$\approx 1000$	$\text{kg m}^{-3}$
Dichte von Luft	$\rho_L$	$\approx 1.3$	$\text{kg m}^{-3}$
Atmosphärendruck	$p_A$	$\approx 1.01 \cdot 10^5$	Pa
Boltzmann-Konstante	$k_B$	$\approx 1.38 \cdot 10^{-23}$	$\text{J K}^{-1}$
Gaskonstante	$R$	$\approx 8.315$	$\text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$
Avogadro-Konstante	$N_A$	$\approx 6.022 \cdot 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$

**K****Klausur zur Experimentalphysik 1 (SS 2003)**

Prof. Dr. Jodl, Prof. Dr. Beigang, Prof. Dr. Korsch

09.08.2003

**Aufgabe 1:****Name:**.....

Ein mit Gas gefüllter Wetterballon hat eine Masse von  $m_B=50$  kg und ein Volumen von  $V_B=110$  m<sup>3</sup>. Er ist mit einem Seil am Erdboden befestigt.

- a) Mit welcher Kraft zieht der Ballon am Seil, wenn das Seil senkrecht nach oben steht?

(4 Punkte)

- b) Bei Wind bildet das Seil einen Winkel von 30° mit der Senkrechten. Wie groß ist dann die Kraft?

(2 Punkte)

## Aufgabe 2:

Name: .....

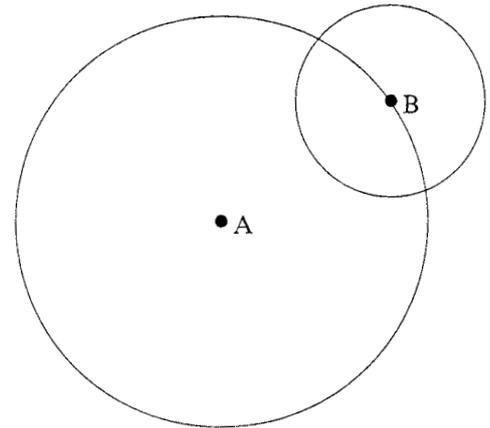
Auf dem Rand einer größeren Kreisscheibe (Masse  $M$ , Radius  $R$ ) die um die Achse A frei drehbar ist, ist eine Achse B montiert, um die eine kleinere Kreisscheibe (Masse  $m = M/4$ , Radius  $r = R/2$ ) frei drehbar ist. Zu Beginn rotiere die kleine Kreisscheibe mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_0$ , die große Scheibe sei in Ruhe. Zum Zeitpunkt  $t_0$  werde die Bewegung der kleinen Kreisscheibe durch eine interne Kopplung zwischen den Scheiben gestoppt. Hinweis: Das Trägheitsmoment einer Scheibe beträgt  $I_{\text{Scheibe}} = \frac{1}{2}Mr^2$ .

- a) Mit welcher Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  dreht sich das System danach um die Achse A?

(5 Punkte)

- b) Vergleichen Sie die Energie vor und nach dem Bremsvorgang. Wie erklären Sie die Energiedifferenz?

(4 Punkte)



**K****Klausur zur Experimentalphysik 1 (SS 2003)**

Prof. Dr. Jodl, Prof. Dr. Beigang, Prof. Dr. Korsch

09.08.2003

**Aufgabe 3:**

Name:.....

- a) Um wieviel müsste man das Volumen eines Mols eines einatomigen idealen Gases adiabatisch ändern, um die mittlere kinetische Energie der Atome zu vervierfachen?

(4 Punkte)

- b) Wie groß ist die dazu notwendige Arbeit, wenn das Gas anfänglich bei dem Druck  $p_1 = 6.66 \cdot 10^4$  Pa ein Volumen von  $V_1 = 1$  l einnahm?

(4 Punkte)

Hinweis: Für einatomige Gase ist  $\kappa = 5/3$  und  $C_V = \frac{3}{2}R$ .

## Aufgabe 4(T):

Name: .....

Ein Teilchen der Masse  $m$  bewegt sich in dem Radialfeld  $\vec{F}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}V$  mit  $V(\vec{r}) = V(r)$  gemäß der Bewegungsgleichung  $m\ddot{\vec{r}} = \vec{F}$ .

- a) Zeigen Sie: Die Energie  $E = \frac{m}{2} \dot{\vec{r}}^2 + V(\vec{r})$  und der Drehimpuls  $\vec{L} = m\vec{r} \times \dot{\vec{r}}$  sind zeitlich konstant.

(5 Punkte)

- b) Speziell für das Coulomb- bzw. Gravitationsfeld  $V(r) = \frac{\gamma}{r}$  zeige man, dass  $\vec{A}(\vec{r}) = \dot{\vec{r}} \times \vec{L} + \gamma \frac{\vec{r}}{r}$  (der Lenz-Runge-Vektor) zeitlich konstant ist.

(4 Punkte)

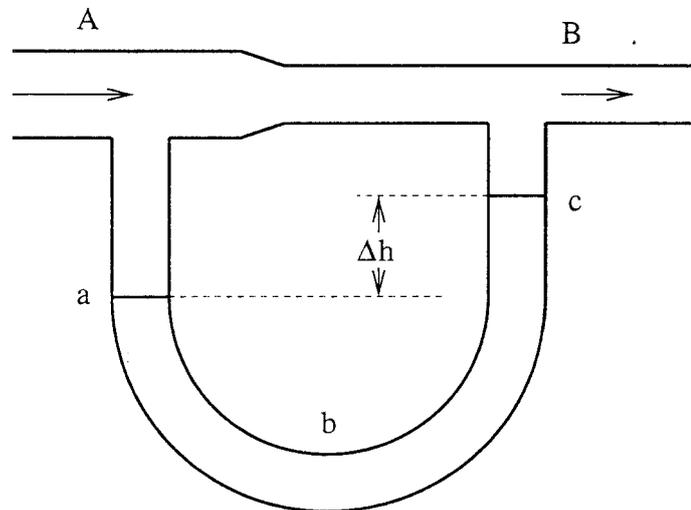
Hinweise:

- Es gilt  $\vec{r} \cdot \dot{\vec{r}} = r\dot{r}$ .
- $\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$ .

## Aufgabe 5:

Name: .....

Durch das Rohr AB wird Luft geblasen. In jeder Minute strömen  $1.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ . Die Querschnittsfläche des weiten Teils A beträgt  $2 \text{ cm}^2$ , die des engen Teils B und des Rohres abc  $0.5 \text{ cm}^2$ . Gesucht ist der Höhenunterschied  $\Delta h$  der Wasserstände im Rohr abc.



(7 Punkte)

**Aufgabe 6(T):**

Name: .....

Gegeben sei die Matrix

$$D = \begin{pmatrix} +d & 0 & +d \\ 0 & 1 & 0 \\ -d & 0 & +d \end{pmatrix}$$

mit  $d = 1/\sqrt{2}$ .

- Zeigen Sie:  $D$  ist eine Drehmatrix.
- Bestimmen Sie die Drehachse und den Drehwinkel.
- Berechnen Sie die Vektoren  $\vec{x} = (0, 1, 2)^t$  und  $\vec{y} = (1, 2, 1)^t$  nach der Drehung. Berechnen Sie das Skalarprodukt der Vektoren vor und nach der Drehung.

(10 Punkte)

## Aufgabe 7(T):

Name: .....

Betrachten Sie die gedämpfte harmonische Schwingung

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad \text{für den speziellen Fall } \omega_0 = \gamma .$$

- Berechnen Sie mit dem Ansatz  $x(t) = t^n e^{-\delta t}$  zwei unterschiedliche Lösungen der Schwingungsgleichung für geeignete Werte der Parameter  $n$  und  $\delta$ .
- Berechnen Sie die Wronski-Determinante  $W = x_1 \dot{x}_2 - \dot{x}_1 x_2$  dieser beiden Lösungen. Sind die Lösungen linear unabhängig?
- Wie lautet die allgemeine Lösung dieser Schwingungsgleichung?  
Konstruieren Sie eine spezielle Lösung für die Anfangsbedingungen  $x(0) = 0$ ,  $\dot{x}(0) = v_0$ .  
Skizzieren Sie diese Lösung und bestimmen Sie den maximalen Wert der Amplitude  $x$ .

(11 Punkte)

**Aufgabe 8:****Name:**.....

- a) Welche ist die minimale Höhe  $H$ , von der ein Vollzylinder mit Radius  $r=10$  cm und Masse  $M=1$  kg herunterrollen muss, damit er sich auf einer Loopingbahn vom Radius  $R=50$  cm bewegen kann, ohne sich im obersten Punkt der Schleife von der Bahn zu lösen?

(9 Punkte)

- b) Wie groß ist der relative Einfluss der Rotationsenergie auf das Endergebnis?

(1 Punkte)

Hinweise: Die Reibung werde vernachlässigt. Die Bewegung verlaufe ohne Schlupf. Das Trägheitsmoment des Vollzylinders beträgt  $I = \frac{1}{2}Mr^2$ .

## Aufgabe 9:

Name: .....

Marsbewohner nähern sich in einer fliegenden Untertasse Fort Knox und wollen die genaue Position der US-Goldreserve ( $M=10000$  t) dadurch bestimmen, dass sie die Änderung der Erdbeschleunigung  $g$  in der Umgebung messen. Sie bleiben in 1000 m Höhe über ausgewählten Punkten stehen und beobachten die statische Auslenkung einer Probemasse, die an einer Feder mit vernachlässigbarer Masse hängt.

- a) Welche ist die kleinste feststellbare Änderung in  $g$ , wenn das Federpendel eine Eigenfrequenz von  $\nu_0=0.5$  s<sup>-1</sup> hat und die kleinste beobachtbare Änderung der Auslenkung  $dx=10^{-6}$  m beträgt?

(6 Punkte)

- b) Hat das Unternehmen Erfolgchancen?

(4 Punkte)