

Wintersemester 2006/07	Blatt 1 (von 6)
Studiengang: VU	Semester 2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1,2	Fachnummer: 2020
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 120 Minuten

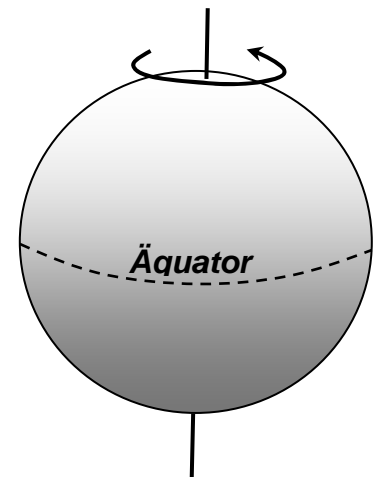
**Gesamtpunktzahl: 120**

**Aufgabe 1: Erdbeschleunigung**

**(5 Punkte)**

Um welchen Absolutwert unterscheidet sich der Betrag der Erdbeschleunigung  $g$  zwischen einer Messung am Nordpol und einer Messung am Äquator unter folgenden Annahmen :

- Die Erde habe ideale Kugelform
- Der Erdradius betrage  $r_E = 6370$  km
- Eine volle Erdrotation dauert 24 Stunden



**Aufgabe 2: Reichweite**

**(10 Punkte)**

Der Tank eines Autos der Masse 950 kg enthalte 40 kg Dieselmotorkraftstoff, die Speicherdichte des Tanksystems betrage 10 kWh/kg. Die Reibungskraft  $F_R$  zwischen Auto und Straße kann mit dem Reibungskoeffizienten  $\mu_R = 0,03$  beschrieben werden. Die Reibungskraft  $F_L$  zwischen Auto und umströmender Luft hängt von der Geschwindigkeit  $v$  des Autos ab:

$$F_L = v^2 \cdot 0,30 \text{ kg/m}$$

- Bei geringer Geschwindigkeit kann die Luftreibung in guter Näherung vernachlässigt werden. Wie weit fährt das Auto dann mit der Tankfüllung bei Vernachlässigung der Beschleunigungsarbeit, wenn der Wirkungsgrad  $\eta$  des Gesamtsystems bei der Umwandlung von Kraftstoff in mechanische Arbeit 0,45 beträgt ?
- Wie weit kommt es bei einer konstanten Geschwindigkeit von 160 km/h und bei Berücksichtigung der Luftreibung?

Hinweis: Der Gewichtsverlust durch den Kraftstoffverbrauch kann vernachlässigt werden.

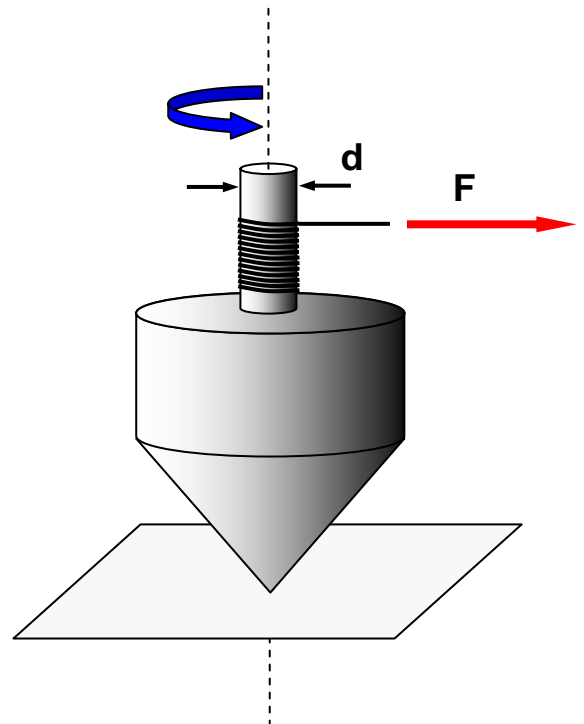
Wintersemester 2006/07	Blatt 2 (von 6)
Studiengang: VU	Semester 2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1,2	Fachnummer: 2020

**Aufgabe 3 : Kinderkreisel**

**(10 Punkte)**

Die Achse eines Kinderkreisels sei raumfest und reibungsfrei gelagert und habe einen Durchmesser von 0.6 cm. Der Kreisel werde durch gleichmäßiges Ziehen mit der konstanten Kraft  $F = 3 \text{ N}$  an einem um die Achse gewickelten Faden aus der Ruhelage in Rotation versetzt. Das Abwickeln des Fadens dauere 0.5 s, der Kreisel drehe sich dabei insgesamt 20 mal um sich selbst.

- a) Bestimmen Sie die während des Abwickelns als konstant angenommene Winkelbeschleunigung des Kreisels.
- b) Welche Winkelgeschwindigkeit wird erreicht ?
- c) Welches Drehmoment wirkt während des Abwickelvorgangs auf den Kreisel ?
- d) Welche Arbeit wird am Kreisel verrichtet ?
- e) Wie groß ist das Massenträgheitsmoment des Kreisels ?

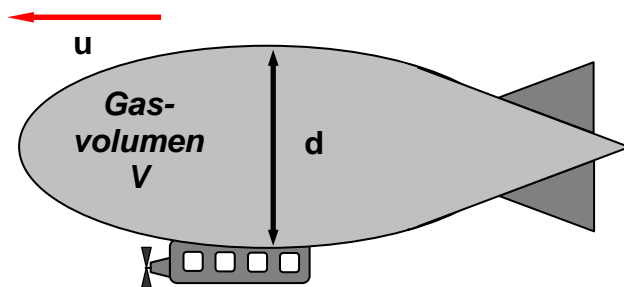


Wintersemester 2006/07	Blatt 3 (von 6)
Studiengang: VU	Semester 2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1,2	Fachnummer: 2020

**Aufgabe 4: Luftschiff**

**(15 Punkte)**

Ein Prallluftschiff besteht im wesentlichen aus einer mit Helium gefüllten, gasdichten und tropfenförmigen Hülle. Daran hängt die Passagiergondel mit Motor und Antriebspropeller. Der Druck des Heliums in der Hülle sei gleich dem umgebenden Luftdruck.



*Dichtewerte (für 20°C, 1 bar):*

$\rho_L = 1,19 \text{ kg / m}^3$  *Dichte von Luft*

$\rho_{\text{He}} = 0,15 \text{ kg / m}^3$  *Dichte von Helium*

*Luftschiff :*

$c_w = 0,11$  *Widerstandsbeiwert*

$d = 12 \text{ m}$  *Durchmesser (kreisförmig)*

$m = 3,1 \text{ t}$  *Gesamtmasse (Hülle mit Gondel)*

- a) Welches Volumen  $V$  an Helium muss die Hülle des Luftschiffs enthalten, damit es bei einem Luftdruck von 1,000 bar gerade schwebt (Lufttemperatur 20°C)?

Das Luftschiff bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $u = 10 \text{ m/s}$  relativ zur umgebenden Luft. Sein Querschnitt ist eine Kreisfläche, der Einfluss von Gondel und Ruder ist im angegebenen  $c_w$  - Wert bereits berücksichtigt.

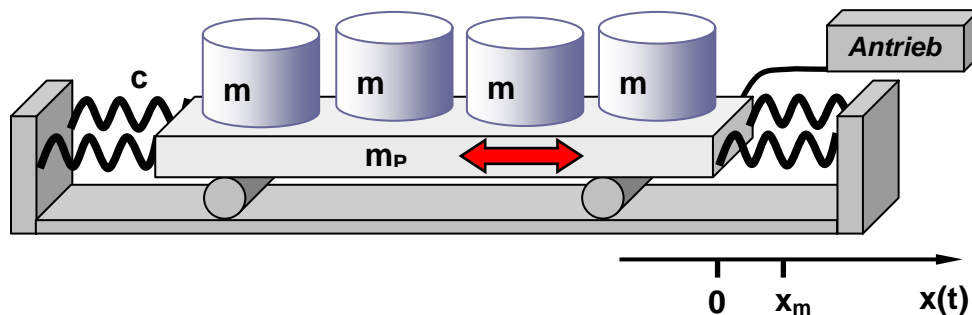
- b) Wie groß ist die Luftwiderstandskraft aufgrund der turbulenten Umströmung? Welche mechanische Leistung ist zur Aufrechterhaltung der Bewegung notwendig?

Wintersemester 2006/07	Blatt 4 (von 6)
Studiengang: VU	Semester 2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1,2	Fachnummer: 2020

**Aufgabe 5: Rüttler**

**(25 Punkte)**

Ein Schüttelgerät zur stetigen Durchmischung des Inhalts von Laborgefäßen besteht aus einer horizontalen, reibungsfrei gelagerten Platte. Sie wird von vier gleichen Federn in einem Rahmen gehalten. Ein Antrieb dient zur periodischen Anregung.



Zuerst wird bei abgekoppeltem Antrieb die frei schwingende Anordnung untersucht.

Wenn vier Gefäße der Einzelmasse  $m = 500 \text{ g}$  auf der Platte der Masse  $m_P$  stehen, beträgt die Schwingungsfrequenz  $f_1 = 2 \text{ Hz}$ . Ohne Gefäße erhöht sie sich auf  $f_2 = 5 \text{ Hz}$ .

- Berechnen Sie die Masse  $m_P$  der Platte
- Berechnen Sie die Federkonstante  $c$  der Einzelfedern

Die vier Gefäße stehen auf der Platte. Die Anordnung wird mit der Anfangsauslenkung  $x_0$  aus der Ruhe losgelassen und schwingt danach frei. Die Schwingungsamplitude  $x_m$  verringert sich innerhalb von 5 Perioden exponentiell auf  $\frac{1}{4}$  des Anfangswertes  $x_0$ .

- Berechnen Sie Abklingkonstante  $\delta$  und Dämpfungsgrad  $D$  der Anordnung unter der Annahme, dass eine schwache Dämpfung vorliegt

Der Antrieb wird nun zugeschaltet und die Anordnung mit den darauf stehenden vier Gefäßen periodisch angeregt.

- Welche Anregungsfrequenz des Antriebs ergibt die maximale Schwingungsamplitude ?

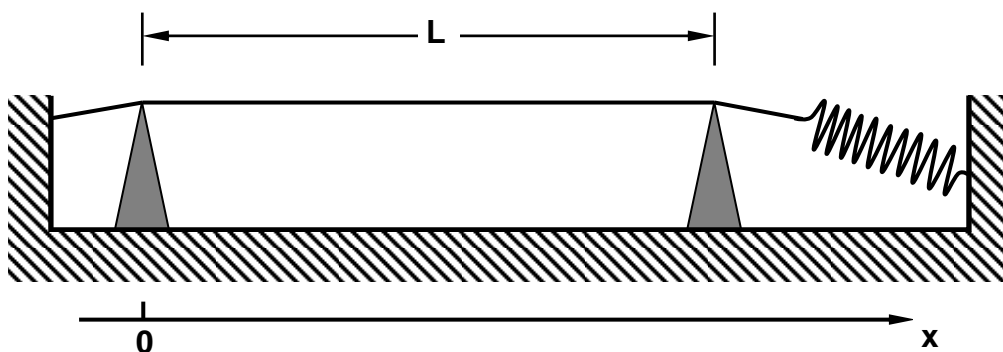
Hinweise : Die Federn und die Lagerung der Platte seien masselos.  
Die Teile c) und d) können unabhängig von a) und b) gelöst werden

Wintersemester 2006	Blatt 5 (von 6)
Studiengang: VU	Semester 2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1,2	Fachnummer: 2020

**Aufgabe 6: Querwelle**

**(25 Punkte)**

Eine Stahlsaite wird zu transversalen Schwingungen angeregt. Sie hat den Durchmesser  $d = 0,5 \text{ mm}$ , die Dichte  $\rho = 7,7 \text{ g/cm}^3$  und wird von einer Feder mit der Kraft  $F = 40 \text{ N}$  gespannt. Der Abstand der beiden Auflagepunkte beträgt  $L = 80 \text{ cm}$ .



- Skizzieren Sie die Lage der Schwingungsbäuche und –knoten für die niedrigsten drei Eigenfrequenzen  $f_0$ ,  $f_1$  und  $f_2$ .
- Berechnen Sie diese niedrigsten drei Eigenfrequenzen.  
*Hinweis : für die Phasengeschwindigkeit  $c$  der Welle auf einer Saite der Querschnittsfläche  $A$  gilt* 
$$c = \sqrt{\frac{F}{A \rho}}$$
- Wo ist anzulegen, um das Entstehen der ersten Oberschwingung zu begünstigen ?

Die Saite schwingt mit ihrer Grundschwingungsfrequenz  $f_0$  und der Amplitude  $3 \text{ mm}$ .

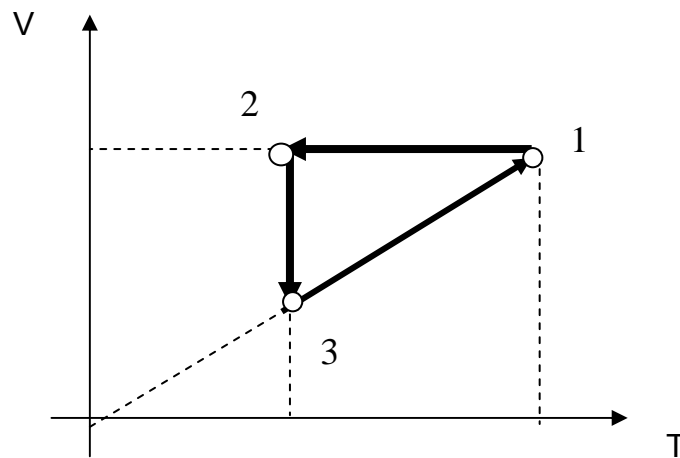
- Welche Werte haben Schwingungsdauer  $T_0$ , Kreisfrequenz  $\omega_0$  und Wellenzahl  $k_0$  ?
- Geben Sie für diesen Fall eine Wellenfunktion als Funktion von Ort  $x$  und Zeit  $t$  an !

Wintersemester 2006/07	Blatt 6 (von 6)
Studiengang: VU	Semester 2
Prüfungsfach: Experimentalphysik 1,2	Fachnummer: 2020

**Aufgabe 7: Zustandänderungen**

**(30 Punkte)**

Ein ideales zweiatomiges Gas (Modell starre Hantel) durchläuft folgenden Kreisprozess im **V-T- Diagramm**:



Für die Temperaturen in den Zuständen (1), (2) und (3) gilt:

$$T_3 = T_2 = \frac{1}{2} T_1 .$$

- Bei welcher der drei Zustandsänderungen bleibt der Druck  $p$  konstant?
- Stellen Sie den Kreisprozess in einem  $p$ - $V$ -Diagramm dar.
- Handelt es sich bei dem Prozess um eine Wärmekraft- oder Kältemaschine?
- Bei welchem Schritt wird Wärme zugeführt?  
Geben Sie dazu die Formel zur Berechnung von  $Q_{zu}$  an.
- Wie groß ist die Netto-Arbeit  $W_n$  pro Umlauf (Formelangabe)?
- Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad der Maschine.

*Hinweis zu d) und e): geben Sie  $Q_{zu}$  und  $W_n$  in Abhängigkeit von  $T_1$  an*