# Diplomvorprüfung zu Experimentalphysik I

6. September 2002 Prüfungszeit: 15.00-16.30

**Bearbeitungszeit:** 90 Minuten **Umfang der Aufgaben:** 3 Seiten, 5 Aufgaben
**Gesamtpunktzahl:** 50
Erlaubte Hilfsmittel: Bücher, Skripten, Mitschriften, Musterlösungen, Formelsammlungen, netzunabhängige Rechner

**Wichtig: Auf jedes Blatt Name und Matrikelnummer schreiben !**

---

**Aufgabe 1 (9 Punkte)**

Im zähfließenden Verkehr prallt ein PKW ($m_1 = 1200$ kg) mit überhöhter Geschwindigkeit ($v_1 = 80$ km/h) auf einen vorausfahrenden PKW ($m_2 = 900$ kg), der vor dem Aufprall mit $v_2 = 20$ km/h unterwegs war. Während des Aufprallvorgangs werden beide Fahrzeuge mit einer konstanten Kraft $F = 50$ kN verformt. Durch den Aufprall wird der auffahrende PKW auf die Hälfte seiner Anfangsgeschwindigkeit abgebremst.

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit $v_2$‘ des vorausfahrenden Fahrzeugs nach dem Aufprall?

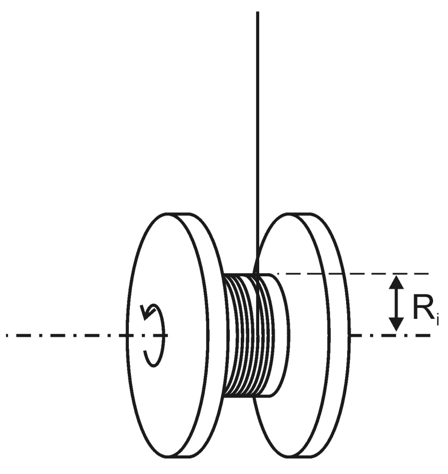
b) Wieviel Energie wurde in Verformungsarbeit umgewandelt? Wie groß ist ihr Anteil an der anfänglichen Gesamtenergie?

c) Welche Beschleunigung erfährt der Fahrer im vorausfahrenden Wagen während des Aufprallvorgangs?

d) Wie weit wurde das vorausfahrende Fahrzeug gestaucht, wenn der auffahrende PKW um 40 cm eingedrückt wurde?

**Aufgabe 2 (12 Punkte)**

Eine Garnrolle (Trägheitsmoment für eine Drehung um die Symmetrieachse: $I_G = 3\cdot10^{-5}$ kgm$^2$, innerer Radius: $R_i = 15$ mm, Masse: $M_G = 100$ g) ist mit einem Faden umwickelt. Die Masse des Fadens kann stets vernachlässigt werden.
Zunächst soll das freie Fadenende festgehalten und die Garnrolle losgelassen werden (Skizze).



Skizze zu Aufgabe 2 a) und b)

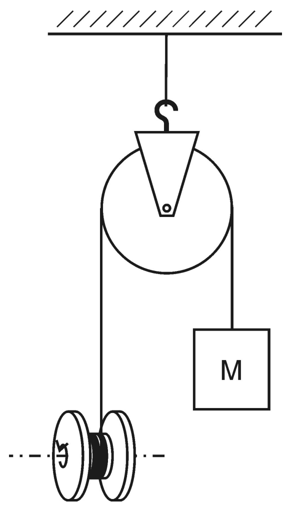
a) Wie groß sind die Winkelbeschleunigung und die Schwerpunktbeschleunigung der Garnrolle?

b) Wie groß sind die kinetische Energie der Translation und der Rotation nach 5s.

Nun soll der Faden über eine fest aufgehängte Umlenkrolle geführt werden (Skizze). (Masse und Trägheitsmoment der Rolle sollen vernachlässigt werden)

c) Welche Masse M muß man an das freie Fadenende hängen, damit der Schwerpunkt der Garnrolle in Ruhe bleibt.

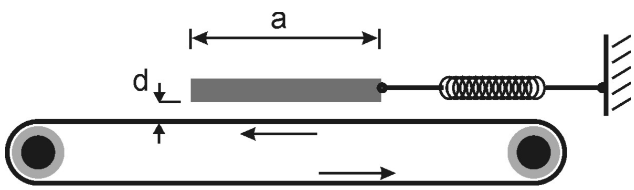
d) Welche Kraft wirkt dabei auf die Befestigung der Umlenkrolle?




Skizze zu Aufgabe 2 c) und d)

**Aufgabe 3 (11 Punkte)**

Zur Messung der Viskosität eines Öls ist eine quadratische Platte (mit Seitenlänge $a = 15$ cm) horizontal, reibungsfrei gleitend im Abstand $d = 3$ mm über einem Laufband montiert. Die Platte ist über eine Feder gegen horizontale Auslenkung befestigt (Skizze; die Platte sei stets vollständig über dem Laufband).




a) Läßt man zunächst die Platte (Masse $m = 300$g) frei (ungedämpft), horizontal um ihre Ruhelage schwingen, so mißt man eine Schwingungsdauer $T_0 = 1{,}0$s. Wie groß ist die Federkonstante?

b) Nun füllt man den Zwischenraum zwischen Platte und Laufband mit Öl und läßt das Band mit $v_0 = 0{,}2$m/s laufen. Dabei beobachtet man im Gleichgewicht an der Platte eine konstante Auslenkung von 25mm.
Wie groß ist die Viskosität des Öls?
Welche Leistung muß der Motor zur Überwindung dieser Reibung aufbringen?

c) Wird der Motor plötzlich abgeschaltet, so führt die Platte eine gedämpfte Schwingung aus. Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf und bestimmen Sie die darin auftretende Dämpfungskonstante. Um wieviel Prozent nimmt die Amplitude pro Schwingung ab?

d) Nun soll das Laufband durch eine oszillierende Bewegung $x_L = x_{L,0} \cdot \sin \omega t$ die Platte zu einer erzwungenen Schwingung anregen. Stellen Sie die Bewegungsgleichung für diese Schwingung auf.

**Aufgabe 4 (8 Punkte)**

Eine homogene Schraubenfeder der Länge $l = 0{,}6$ m, der Gesamtmasse $m_0 = 150$ g und der Federkonstante $D = 12$ N/m ist am oberen Ende aufgehängt und schwingt frei.

a) Welche Randbedingungen (Schwingungsknoten oder Schwingungsbauch) gelten an den Federenden bei den longitudinalen Eigenschwingungen der Feder?
Skizzieren Sie die Moden der Grundschwingung sowie der ersten zwei Oberschwingungen.

b) Als Schwingungsgleichung ergibt sich für eine solche Feder:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{m_0}{D \cdot l^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit $c$ für Longitudinalwellen in der Feder?

c) Berechnen Sie für die Grundschwingung die Eigenfrequenz $f_0$ der Feder.

d) Welche Effektivmasse $m_{eff}$ kann man der Feder zuschreiben? Dabei soll ein Körper der Masse $m_{eff}$ am unteren Ende der als masselos gedachten Feder hängen und mit der Frequenz $f_0$ schwingen.

**Aufgabe 5 (10 Punkte)**

Ein Mol eines idealen, einatomigen Gases soll adiabatisch vom Volumen $V_1 = 3.00 \cdot 10^{-3}\, m^3$ auf das Volumen $V_2 = 5.25 \cdot 10^{-3}\, m^3$ ausgedehnt werden. Der Anfangsdruck sei $p_1 = 1.00 \cdot 10^6\, Nm^{-2}$.

a) Wie groß ist der Enddruck $p_2$?

b) Berechnen Sie die vom Gas bei dem Prozess verrichtete Arbeit $W$.

c) Bestimmen Sie die Temperaturänderung, die das Gas bei der Expansion erfährt, über die Änderung seiner inneren Energie.

d) Kontrollieren Sie das Ergebnis aus c) mit Hilfe der idealen Gasgleichung.

Viel Erfolg