Übungsblatt für Physik II **18.01.2010**
zur Vorlesung Prof. Dr. U. J. Schrewe **WS0910**

1. Bei einer hydrostatischen Wägung vergleicht man (ähnlich wie Archimedes einst bei der Prüfung des Goldgehaltes der Königskrone) die Anzeige einer Waage in Luft mit der Anzeige der Waage, die sich ergibt, wenn der Prüfkörper vollständig in eine Flüssigkeit eintaucht.

a. Die Anzeige der Waage in Luft beträgt 2,27 kg, die Anzeige in Wasser beträgt 1,77 kg. Welches Volumen hat der Prüfkörper? (Dichte Wasser: $\rho_W = 1,00\, g\, cm^{-3}$).

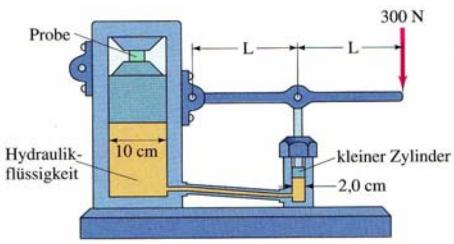
b. Welche Dichte hat der Körper? (Zusatzfrage: Aus welchem Material könnte er sein?)

c. Welche Anzeigen ergeben sich bei Vergleichwägungen in Benzin und Wasser? (Dichte Benzin: $\rho_B = 0,75\, g\, cm^{-3}$

1a. $V \cong 500\, cm^3$; **1b.** Dichte: $\rho_K = 4,54 \dfrac{g}{cm^3}$, es handelt sich um Titan.

1c. Anzeige in Wasser: $A_W = 1,77\, kg$; Anzeige in Benzin: $A_B = 1,895\ kg$

2. Betrachten Sie die in der Abb. Rechts dargestellte Hydraulikpresse zum Pressen von Pulverproben (Durchmesser des großen Zylinders: 10 cm, Durchmesser des kleinen Zylinders: 2 cm). Die Probe habe eine Fläche von 4 cm². Wie groß ist der Druck und wie groß die Kraft auf die Probe, wenn eine Kraft von 300 N, wie gezeigt, auf den Hebel ausgeübt wird?

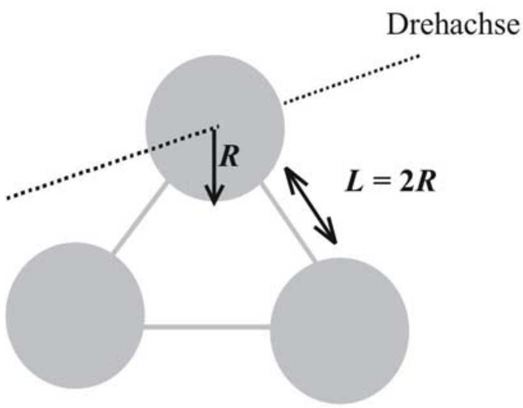


2. Kraft auf die Probe $F_g = 15000\, N$; Druck auf die Probe $p = 3,75 \cdot 10^7\, Pa$

3. Betrachten Sie ein Pendel, dass aus drei Kugeln mit gleicher Masse m_K und gleichem Radius $R = 5\, cm$ und Verbindungsstangen der Länge $L = 2\, R$ gebildet wird, die als masselos betrachtet werden sollen. Die Drehachse verlaufe durch den Mittelpunkt der oberen Kugel. Berechnen Sie:

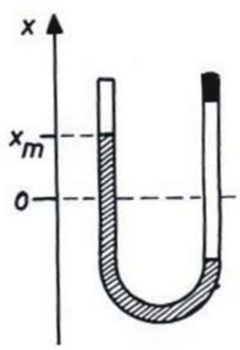
a. die Eigen(kreis)frequenz ω_0 und die Schwingungsdauer T_0 für eine ungedämpfte Schwingung,

b. die Länge l_M, die ein mathematisches Pendel mit gleicher Schwingungsdauer hätte.



3a. Schwingungsdauer $T_0 = 0,973\, s$; **3b.** Länge des Mathem. Pendels: $l_M = 24\, cm$

4. In einem U-Rohr befindet sich Glycerin mit einer Säulenlänge von $l = 40\, cm$. Eine Seite des Rohres ist offen, die andere verschlossen. Durch Überdruck in dem verschlossenen Teil wird die Flüssigkeitssäulen um $x_m = 8\, cm$ aus der Ruhelage bei $x_0 = 0$ ausgelenkt.



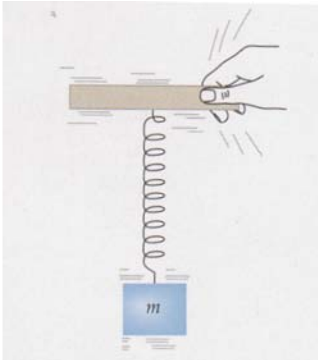
Zum Zeitpunkt $t=0$ wird der Verschluss des U-Rohres geöffnet und die Flüssigkeitssäule beginnt zu schwingen.
Die Beobachtung zeigt, dass die Amplitude nach 5 Schwingungsperioden auf 5% der Ausgangsamplitude x_m abgeklungen ist.

a. Stellen Sie die Bewegungsgleichung der ungedämpften Schwingung auf und leiten Sie die Formel für die Eigenkreisfrequenz der ungedämpften Schwingung ω_0 ab.

b. Wie lautet die Funktion für die Amplitude der gedämpften Schwingung? Wie groß sind die Abklingkonstante β und die Eigenkreisfrequenz ω_e der gedämpften Schwingung ω_e?

4a. Kreisfrequenz $\omega_0 = \sqrt{\frac{2g}{l}} = 7{,}071\, s^{-1}$ und Schwingungsdauer $T_0 = 0{,}8886\, s$ der ungedämpften Schwingung.
4b. Abklingkonstante $\beta = 0{,}094927 \cdot \omega_0 = 0{,}67123\, s^{-1}$ Kreisfrequenz $\omega_e = 0{,}995484 \cdot \omega_0$ der gedämpften Schwingung.

5. Hängt man eine Masse von 300 g an eine Feder, so verlängert sie sich um 6 cm.



a. Wie groß ist die Eigenkreisfrequenz ω_0 und die Schwingungsdauer T_0 der ungedämpften Schwingung, wenn man ein Federpendel mit einer (anderen) Masse von 150 g zusammen mit der oben beschriebenen Feder verwendet? (Hinweis: Verwenden Sie $g = 9{,}81\, m\, s^{-2}$ und geben Sie das Ergebnis mit mindestens vier Stellen an)

b. Die Schwingung ist gedämpft. Eine sehr genaue Messung der Schwingungsdauer ergibt den Wert von $T_e = 0{,}3500\, s$. Wie groß ist die Abklingkonstante β?

c. Mit welcher Frequenz ω_R muss die Aufhängung periodisch bewegt werden, um das Resonanzmaximum zu erhalten?

d. Wie groß muss das Schwingungsmaximum der periodisch erregenden Kraftschwingung sein, die bei der Resonanzfrequenz ω_R eine Resonanzamplitude von 25 cm erzeugt??

e. Wie muss eine homogene dünne Stange der Länge $L = 5{,}2\, cm$ aufgehängt werden, damit sie als Schwerependel die gleiche Schwingungsdauer wie das Federpendel hat?

5a. Eigen(kreis)frequenz der ungedämpften Schwingung $\omega_0 = 18{,}0831\, s^{-1}$; Schwingungsdauer der ungedämpften Schwingung $T_0 = 0{,}347461\, s$; **5b.** Abklingkonstante $\beta = 2{,}1735\, s^{-1}$
5c. Resonanzfrequenz $\omega_R = 17{,}8199\, s^{-1}$; **5d.** Amplitudenwert der Kraft $F_{Err}^{\max} = 2{,}93\, N$

6. Beschreiben Sie erzwungene Schwingungen für unterschiedliche Dämpfungen:

a. Skizzieren Sie Resonanzkurven und die Funktionen der Phasenverschiebung jeweils als Funktion von ω_a / ω_0 für vier Abklingkonstanten β mit $0 \le \beta \le \left(1/\sqrt{2}\right)\omega_0$

b. Was passiert, wenn die Abklingkonstante $\beta = \left(1/\sqrt{2}\right)\omega_0$ ist? Begründung!