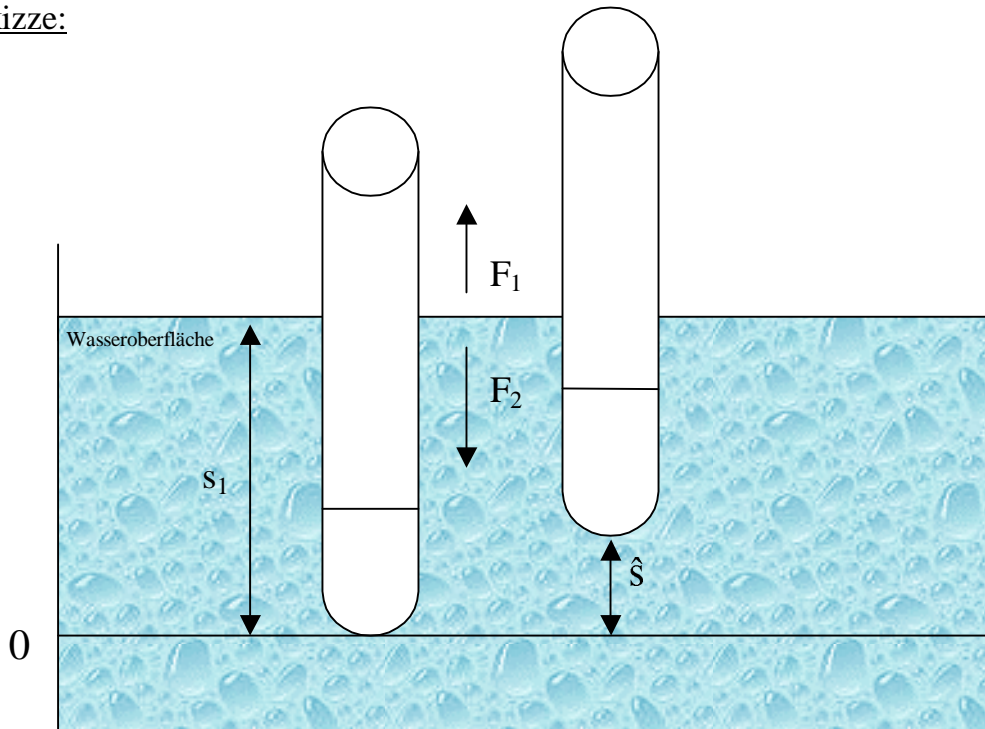


Thema: „Schwingendes Reagenzglas“

1.Theorie:

1.1 Skizze:



s_1 = Eintauchtiefe

m = Masse des Reagenzglases

m_W = Masse des verdrängten Wassers

ρ = Dichte des Wassers ($\rho = m/V$) bei Wasser: $1,0 \text{ kg/dm}^3$

A = Querschnittsfläche

\hat{s} = Auslenkung

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

1.2 Gleichgewichtslage:

- Es wirken:

Auftriebs- (F_1) und Gewichtskraft (F_2)

$$F_1 = G_{\text{Wasser}} = m_W \cdot g$$

$$F_2 = G_{\text{Reagenzglas}} = m \cdot g$$

In der GGL heben sich F_1 und F_2 auf.

$$m_W \cdot g = m \cdot g$$

$$\Rightarrow m_W = m$$

$$\Rightarrow m_W = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot s_1$$

(Masse des vom Reagenzglas verdrängten Wassers)

$$\Rightarrow s_1 = \frac{m}{A \cdot \rho}$$

1.3 Auslenkung um \hat{s}

Bei einer weiteren Auslenkung um \hat{s} erfährt das Reagenzglas eine beschleunigende Kraft:

$$F_{\text{Res}} = \Delta m_{\text{W}} \cdot g = \rho \cdot A \cdot \hat{s} \cdot g$$

Es gilt allgemein:

$$F = m \cdot a = m \cdot s''(t)$$

$$\Rightarrow m \cdot s''(t) = -\rho \cdot A \cdot g \cdot s(t)$$

$$\Rightarrow s'' = -\rho \cdot A \cdot g / m \cdot s(t)$$

$$F_{\text{Res}}(t) = \Delta m_{\text{W}} \cdot g = \rho \cdot A \cdot g \cdot s(t)$$

Daraus erhält man die DGL:

$$s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

mit:

$$\omega = \sqrt{[(\rho \cdot A \cdot g) / m]} \quad \text{und} \quad T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{[m / (\rho \cdot A \cdot g)]}$$

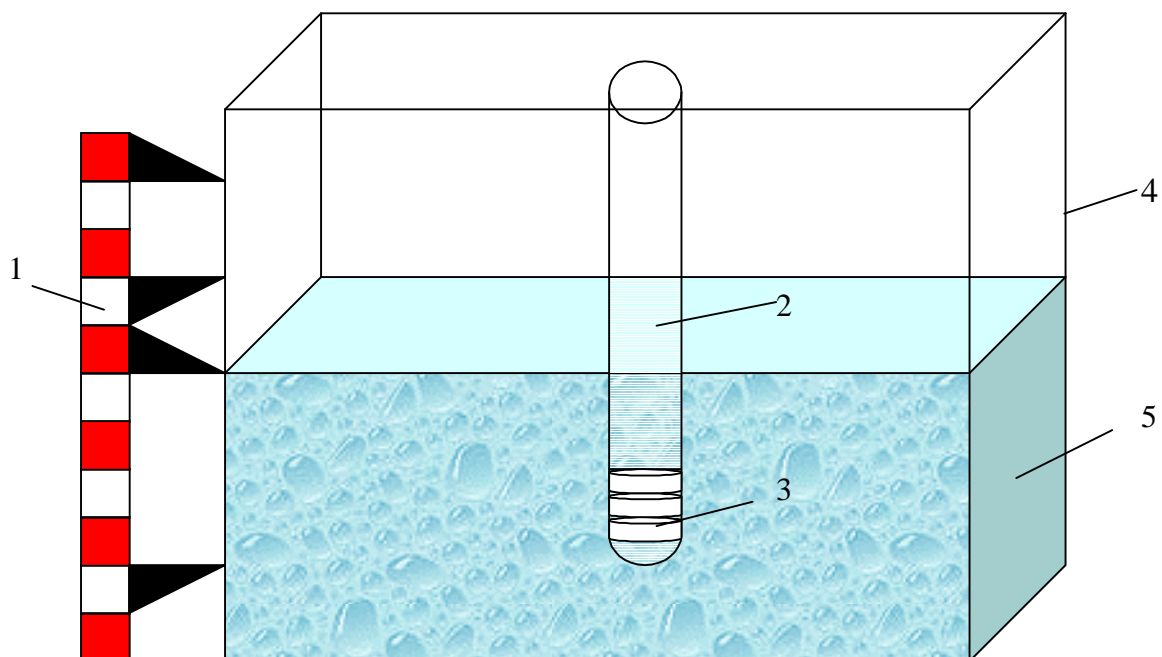
$$\Rightarrow \text{mit } m = \rho \cdot A \cdot s_1 \quad T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(s_1 / g)}$$

2. Durchführung

2.1 Materialliste:

- 2 verschieden große Reagenzgläser
- Cent-Münzen und Salz zum Beschweren
- Messleiste
- Schieblehre
- Stoppuhr
- Waage
- Behälter(durchsichtig) gefüllt mit Wasser

2.2 Versuchsaufbau:





- 1 Messleiste
- 2 Reagenzglas
- 3 Cent-Münzen (oder auch Salz)
- 4 Glasbehälter
- 5 Wasser

0,1,2,3,
stopp !!

2.3 Aufgabenstellung:

- Überprüfung von Formeln
 - T hängt nicht von der Auslenkung \hat{s} ab : $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{\rho \cdot A \cdot g}}$
 - Überprüfung von: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{s_1}{g}}$
 - Überprüfung der DGL
- Veränderungen von ω durch den Radius und das Gewicht des Reagenzglases, d.h.:
 - m nimmt zu - ω nimmt ab
 - r nimmt zu - ω nimmt zu

2.4 Versuchsbeschreibung:

- Wasser in einen Glasbehälter füllen
- Reagenzgläser befüllen und wiegen (mit Waage)
- Durchmesser der Rgl bestimmen (mit Schieblehre)
- Rgl in Wasser stellen und in Ruheposition bringen
- Eintauchtiefe bestimmen (vom Wasserrand bis zur Unterkante des Rgl)
- Auslenkung festlegen – Rgl in Position bringen
- Messung durchführen:
 - einer stoppt
 - einer zählt
 - einer lenkt aus
- Werte festhalten und Versuch mehrmals wiederholen (auch mit anderen Rgl)

2.5 Werte:

	Reagenzglas 1	Reagenzglas 2	Reagenzglas 3
Durchmesser \emptyset	2,92 cm = 0,0292 m	2,0 cm = 0,02 m	2,0 cm = 0,02 m
Eintauchtiefe s_1	18,2 cm = 0,182 m	13,4 cm = 0,134 m	16,1 cm = 0,161 m
Masse m	122g = 0,122 kg	40g = 0,04 kg	48g = 0,048 kg
Auslenkung \hat{s}	2,3 cm = 0,023 m	3,8 cm = 0,038 m	3,8 cm = 0,038 m

	Reagenzglas 1	Reagenzglas 2	Reagenzglas 3
3 Schwingungen	2,7s	2,25s	-
	2,81s	2,1s	-
	2,54s	2,3s	-
	\emptyset 2,68s	\emptyset 2,22s	-
T	0,89 s	0,74 s	-

4 Schwingungen	3,3s	3,1 s	3,07s
	3,45s	-	3,21s
	3,34s	-	3,3s
	Ø 3,37s	Ø 3,1s	Ø 3,19s
T	0,84 s	0,78 s	0,798 s
5 Schwingungen	-	-	4,0s
	-	-	3,87s
	-	-	Ø 3,94s
T	-	-	0,79 s

Fehlerrechnung :

Reagenzglas 1:

3 Schwingungen : - empirische Standardabweichung \approx **0,14s**
 - Schätzwert für Fehler des Mittelwertes \approx **0,08s**
 - 68% Vertrauensbereich für den Mittelwert \approx **2,68s \pm 0,08s**
 - Absoluter Fehler $\Delta t \approx$ **0,08s**
 - Relativer Fehler $\Delta t / t \approx$ **3 %**

4 Schwingungen : - empirische Standardabweichung \approx **0,08s**
 - Schätzwert für Fehler des Mittelwertes \approx **0,05s**
 - 68% Vertrauensbereich für den Mittelwert \approx **3,37s \pm 0,05s**
 - Absoluter Fehler $\Delta t \approx$ **0,05s**
 - Relativer Fehler $\Delta t / t \approx$ **1,5 %**

Reagenzglas 2 :

3 Schwingungen : - empirische Standardabweichung \approx **0,10s**
 - Schätzwert für Fehler des Mittelwertes \approx **0,06s**
 - 68% Vertrauensbereich für den Mittelwert \approx **2,22s \pm 0,06s**
 - Absoluter Fehler $\Delta t \approx$ **0,06s**
 - Relativer Fehler $\Delta t / t \approx$ **2,7 %**

4 Schwingungen : Keine Fehlerrechnung, da nur ein Wert !!!

Reagenzglas 3 :

4 Schwingungen : - empirische Standardabweichung \approx **0,12s**
 - Schätzwert für Fehler des Mittelwertes \approx **0,07s**
 - 68% Vertrauensbereich für den Mittelwert \approx **3,19s \pm 0,07s**
 - Absoluter Fehler $\Delta t \approx$ **0,07s**
 - Relativer Fehler $\Delta t / t \approx$ **2,2 %**

5 Schwingungen : - empirische Standardabweichung \approx **0,09s**
 - Schätzwert für Fehler des Mittelwertes \approx **0,06s**
 - 68% Vertrauensbereich für den Mittelwert \approx **3,94s \pm 0,06s**
 - Absoluter Fehler $\Delta t \approx$ **0,06s**
 - Relativer Fehler $\Delta t / t \approx$ **1,5 %**

3. Auswertung:

- $$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{\rho \cdot A \cdot g}}$$

Mit Werten von Tabelle 1:

	Rgl 1:	Rgl 2:	Rgl 3:
Theorie (Praxis)	T = 0,86s (0,865s)	T = 0,72s (0,76s)	T = 0,78s (0,79s)

(Aufgabenstellung Nr. 1 konnte nicht überprüft werden, da keine Ergebnisse für Rgl 1 (Rgl 2 od. Rgl 3) mit unterschiedlichen Auslenkungen vorliegt! dafür: Vergleich mit Theorie und Praxis!)

- $$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{s_1}{g}}$$

Mit Werten von Tabelle 1:

	Rgl 1:	Rgl 2:	Rgl 3:
Theorie (Praxis)	T = 0,86s (0,865s)	T = 0,73s (0,76s)	T = 0,81s (0,79s)

Überprüfung erfolgreich! Die theoretischen Werte stimmen unter Rücksichtnahme der unten aufgelisteten Fehlerquellen überein!

- $$s(t) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

mit $\varphi = \frac{\pi}{2}$, da gilt $s_0 = \hat{s} \cdot \sin(\varphi)$

$$s(0,865s) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot 0,865s + \frac{\pi}{2})$$

$$s(0,76s) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot 0,76s + \frac{\pi}{2})$$

$$s(0,79s) = \hat{s} \cdot \sin(\omega \cdot 0,79s + \frac{\pi}{2})$$

	Rgl 1:	Rgl 2:	Rgl 3:
Theorie (Praxis)	$s(0,865s) = 0,023m$ (0,023m)	$s(0,76s) = 0,035m$ (0,038m)	$s(0,79s) = 0,38m$ (0,38m)

Überprüfung erfolgreich! Die theoretischen Werte stimmen unter Rücksichtnahme der unten aufgelisteten Fehlerquellen überein!

- $$\omega = \sqrt{[(\rho \cdot A \cdot g)/m]}$$

m nimmt zu (Rgl 1 – Rgl 2)

$$\omega_1 = 8,77 \text{ 1/s}$$

$$\omega_2 = 8,01 \text{ 1/s} \quad \omega \text{ nimmt ab!}$$

Überprüfung erfolgreich! Die theoretischen Werte stimmen unter Rücksichtnahme der unten aufgelisteten Fehlerquellen überein!

Überprüfung von r - ω nicht möglich, da zweites Reagenzglas zu viel gewogen hat und es keine Möglichkeit gab das kleinere Reagenzglas auf dieselbe Masse zu bringen (Untergang).

Ergebnis:

Trotz unten aufgeführter Fehlerquellen sind alle Messergebnisse mit der Theorie vereinbar. Vor allem beim zweiten Reagenzglas kam es zu den größten Abweichungen von der Theorie.

3.1 Interessante Beobachtung:

Bei der Durchführung des Versuches mit einem Rgl, das mit Wasser gefüllt ist, kam es zu starken Schwankungen des Rgl, das auf die Schwankungen des Wassers zurückzuführen ist, welches sich während der Schwingung bewegte. Daher griffen wir auf andere Materialien (Cent-Münzen, Salz) zur Beschwerung zurück, die sich nicht so stark im Rgl mitbewegten! So wurde am besten gewährleistet, dass sich das Gewicht am besten verteilt,

3.2 Fehlerquellen:

nicht beachtet:

- leichtes Schwanken des Wassers und somit des Rgls
- Reaktionszeit der Person, die stoppt
- Beschleunigung einer ungenauen Wassermenge im Behälter während der Durchführung
- Dichteveränderung des Wassers durch die Temperatur
- Reibung
- Messungenauigkeiten bei Messungen mit der Messleiste und der Waage
- Leichtes Schwanken der Gewichte im Rgl

Teilnehmer des Praktikums:

Nicole Bölle, Thomas Schulze, Manuel Denz

© j.rudolf@web.de / www.rudolf-web.de / Dezember 2002