

10. Übungsblatt

Gravitation – Deformation – Auftrieb in Flüssigkeiten

Es empfiehlt sich, zuerst allgemein zu rechnen und erst in die Endformeln Zahlenwerte einzusetzen. In den Übungen für (Chem.) Biologen werden vorwiegend mit „●“ markierte Aufgaben besprochen.

1. Gravitationsdrehwaage ●

- a) Berechnen Sie die Gravitationskraft zwischen einer punktförmigen Masse von 15 g und einer punktförmigen Masse von 1500 g im Abstand von 3 cm.
- b) Wie groß ist die Beschleunigung der kleinen Masse unter der Wirkung dieser Kraft?
- c) Welchen Weg hat die kleine Masse innerhalb von 1,00 Minuten zurückgelegt, wenn sie aus dem Zustand der Ruhe heraus beschleunigt wird?

Ergebnisse: a) $F_{\text{Grav}} = 1,67 \cdot 10^{-9} \text{ N}$; b) $a = 1,11 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}^2$; c) $s = 0,20 \text{ mm}$.

2. Zugfestigkeit von Stahl ●

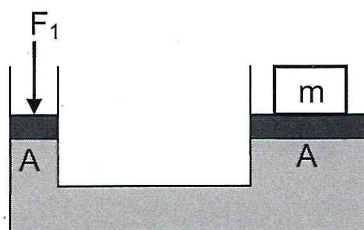
- a) Wie lang kann ein senkrecht hängendes Stahlseil maximal sein, bevor es unter seinem eigenem Gewicht zerreißt?
- b) Ein Stahlstab der Länge ℓ rotiert um eine vertikale Achse, die senkrecht zur Stabachse durch ein Stabende geht. Bei welcher Drehzahl reißt der Stab? Hinweis: Das Material reißt, wenn die Zugspannung die Zugfestigkeit überschreitet.

Zahlenwerte: Zugfestigkeit von Stahl: $\sigma_F = 700 \text{ N/mm}^2$; $\ell = 1,50 \text{ m}$;
 $\rho = 7,928 \text{ g/cm}^3$.

Ergebnisse: a) $L = 9 \text{ km}$; b) $f = 45 \text{ Hz}$ ($= 2700 \text{ U/min}$).

3. Mit Hilfe einer Hydraulikvorrichtung (Querschnittsflächen der Kolben $A_1 = 15 \text{ cm}^2$; $A_2 = 0,45 \text{ m}^2$) soll eine Masse $m = 1,3 \text{ t}$ geringfügig angehoben werden. Mit welcher Kraft F_1 ist dabei auf den kleinen Kolben zu drücken, wenn die Masse der Kolben vernachlässigbar ist?

Ergebnis: $F_1 = 42,5 \text{ N}$.



4. a) Auf einer austarierten Balkenwaage befindet sich auf beiden Seiten je ein mit Wasser gefülltes Becherglas. Jetzt wird in eines der Bechergläser ein Stab in die Flüssigkeit eingetaucht, ohne die Gefäßwände zu berühren und ohne dass Wasser überläuft. Was zeigt die Waage nun an (qualitativ)?
- b) Ein Gefäß, in dem sich einige Eiswürfel befinden, werde bis zu seinem äußersten Rand mit Wasser befüllt. Was passiert, wenn die Eiswürfel schmelzen? Die Temperatur des Wassers soll dabei näherungsweise unverändert bleiben.
5. Ein stabförmiges Gussstück aus Wismut (Bi) der Länge ℓ und vom Querschnitt A schwimmt in einem Behälter, der mit Quecksilber (Hg) gefüllt ist. Das Wismut-Stück taucht zu $2/3$ seines Volumens in das Quecksilber ein. •
- a) Welche mittlere Dichte lässt sich daraus für den Stab ermitteln?
- b) Wie groß ist das in dem Wismut-Stück enthaltene Hohlvolumen?
- c) Wie groß ist dabei die auf den Stab wirkende Auftriebskraft?
- d) Wie groß ist der herrschende Druck in 50 cm Tiefe bzw. in 100 cm Tiefe unter der Quecksilber-Oberfläche?
- e) Wie groß ist die auf das Wismut-Stück wirkende Auftriebskraft, wenn es vollständig im Quecksilber untergetaucht ist und sich in 50 cm Tiefe bzw. in 100 cm Tiefe unter der Quecksilber-Oberfläche befindet?

Zahlenbeispiel: $\ell = 0,12 \text{ m}$; $A = 1 \text{ cm}^2$; $\rho_{\text{Bi}} = 9,8 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$.

Ergebnisse: a) $\rho_{\text{Stab}} = 9,07 \text{ g/cm}^3$; b) $V_{\text{hohl}} = 0,90 \text{ cm}^3$; c) $F_A = 1,07 \text{ N}$;
d) $p_{50} = 66,7 \text{ kPa}$; $p_{100} = 133 \text{ kPa}$; e) $F_A = 1,60 \text{ N}$.