

Musterprüfung

Themen: ✦ Druck, Schweredruck
 ✦ Auftrieb

Für die Fallbeschleunigung soll stets gelten $g = 10 \text{ m/s}^2$ und die Dichte von Wasser sei 1000 kg/m^3 .

1. Ich drücke mit einer Kraft F auf eine kreisförmige Scheibe mit einem Durchmesser von 15 mm. Wie gross muss F sein, damit unter der Scheibe ein Druck von 1 bar herrscht?
2. Bei einer hydraulischen Presse soll mit einem Pumpkolben mit einem Durchmesser von 8 mm im Hydrauliköl ein Druck von 20 bar erzeugt werden.
 - a) Mit welcher Kraft muss der Pumpkolben ins Öl gepresst werden?
 - b) Mit welcher Kraft wird ein Arbeitskolben aus dem Öl gepresst, wenn sein Durchmesser drei Mal so gross ist wie derjenige des Pumpkolbens?
3. Welchen Auftrieb (in Newton) erfährt ein Körper, der vier Liter Wasser verdrängt, wenn er vollständig ins Wasser eingetaucht wird?
4. Wie viele Liter Wasser verdrängt ein Boot mit einer Gewichtskraft von 1450 N, wenn es auf dem Wasser schwimmt?
5. Wie tief unter der Wasseroberfläche befindet sich die Unterseite eines quaderförmigen Boots mit einer Gewichtskraft von 18 kN und einer Grundfläche von 6 m^2 ?
6. Ein entlaufener Sklave schwimmt im Mississippi. Er steigt auf das quaderförmige Floss von Huckleberry Finn mit einer Grundfläche von 8 m^2 . Dadurch wird das Floss um 7.5 mm tiefer ins Wasser gedrückt. Wie viele Kilogramm wiegt der Sklave?
7. Ein quaderförmiges Floss mit einer Grundfläche von 9 m^2 schwimmt im Wasser. Seine Unterseite liegt 25 cm unterhalb der Wasseroberfläche und das Deck liegt 10 cm über der Wasseroberfläche.
 - a) Wie gross ist der Druck des Wassers gegen die Unterseite des Flosses?
 - b) Wie gross ist die Gewichtskraft des Flosses?
 - c) Welche Nutzlast kann das Floss höchstens tragen, ohne dass es „absäuft“?
8. Ich drücke einen 500 g schweren Ball mit einem Durchmesser von 250 mm mit meiner rechten Hand vollständig unter Wasser.
 - a) Wie gross ist die Gewichtskraft des Balls?
 - b) Wie viele Liter Wasser verdrängt der Ball, wenn er vollständig in Wasser eingetaucht ist?
 - c) Wie gross ist der Auftrieb des Balls, wenn er vollständig in Wasser eingetaucht ist?

- d) Welche Kraft muss ich aufwenden, um den Ball unter Wasser zu halten?
9. Ein Heliumballon ist mit 40 m^3 Helium mit einer Dichte von 0.17 kg/m^3 gefüllt. Er schwebt in Luft mit einer Dichte von 1.25 kg/m^3 .
- a) Welchen Auftrieb erfährt der Ballon?
- b) Wie gross ist die Gewichtskraft des Heliums?
- c) Wie viele Kilogramm wiegen Ballonhülle und Nutzlast, wenn der Ballon in der Luft schwebt?
10. Ein Heissluftballon mit 850 m^3 Fassungsvermögen schwebt in Luft mit einer Dichte von 1.25 kg/m^3 . Wie hoch darf die Dichte der eingeschlossenen Warmluft höchstens sein, wenn Hülle und Nutzlast mit einer Kraft von 2 kN nach unten ziehen?
11. Ein Holzbrett mit einer Fläche von 125 cm^2 schwimmt im Wasser. Seine Unterseite befindet sich 23 mm unterhalb der Wasseroberfläche. Um wie viele Millimeter sinkt das Brett tiefer ins Wasser, wenn ich einen 12 g schweren Kugelschreiber darauf lege?
12. Eine Hohlkugel aus Aluminium schwimmt so im Wasser, dass eine Hälfte ins Wasser eingetaucht ist und die andere Hälfte aus dem Wasser ragt. Die Dichte von Aluminium sei 2700 kg/m^3 . Der Aussenradius der Hohlkugel sei R und der Innenradius sei r . Berechne das Verhältnis $r : R$.

Musterlösungen:

(Druck, Schweredruck, Auftrieb)

$$1.) F = p \cdot A = p \cdot \pi d^2 / 4 = (10^5 \cdot \pi \cdot 0.015^2 / 4) N = \underline{18 N}$$

$$2.a) F = p \cdot A = p \cdot \pi d^2 / 4 = (20 \cdot 10^5 \cdot \pi \cdot 0.008^2 / 4) N = \underline{101 N}$$

$$b) F' = p \cdot \pi (3d)^2 / 4 = 9 \cdot [p \pi d^2 / 4] = 9F = \underline{905 N}$$

$$3.) F_A = V_w \rho_w g = 0.004 \cdot 1000 \cdot 10 N = \underline{40 N}$$

$$4.) F_G = 1450 N = F_A = V_w \rho_w g \rightarrow V_w = F_A / (\rho_w g) = [1450 / (1000 \cdot 10)] m^3 = \underline{145 dm^3}$$

$$5.) p = F_G / A = (18'000 / 6) Pa = 3 kPa = \rho_w g h \rightarrow h = p / (\rho_w g) = [3000 / (1000 \cdot 10)] m = \underline{30 cm}$$

$$6.) m g = V_w \rho_w g = A \cdot h \cdot \rho_w \cdot g \rightarrow m = A \cdot h \cdot \rho_w = 8 \cdot 0.0075 \cdot 1000 kg = \underline{60 kg}$$

$$7.a) p_s = \rho_w g h = 1000 \cdot 10 \cdot 0.25 Pa = \underline{2.5 kPa}$$

$$b) F_G = p_s \cdot A = 2500 \cdot 9 N = \underline{22.5 kN}$$

$$c) F_{G, \text{Nutz}} = p_s' \cdot A = \rho_w g h' \cdot A = m_{\text{Nutz}} \cdot g \rightarrow m_{\text{Nutz}} = \rho_w A \cdot h' = 1000 \cdot 9 \cdot 0.1 kg = \underline{900 kg}$$

$$8.a) F_G = m g = 0.5 \cdot 10 N = \underline{5 N}$$

$$b) V = \pi \cdot d^3 / 6 = (\pi \cdot 2.5^3 / 6) dm^3 = \underline{8.2 dm^3}$$

$$c) F_A = V \rho_w g = 8.2 dm^3 \cdot (1 kg / dm^3) \cdot 10 m/s^2 = \underline{82 N}$$

$$d) F = F_A - F_G = (82 - 5) N = \underline{77 N}$$

$$9.a) F_A = V \rho_l g = 40 \cdot 1.25 \cdot 10 N = \underline{0.50 kN}$$

$$b) F_{G, He} = V \rho_{He} \cdot g = 40 \cdot 0.17 \cdot 10 N = \underline{68 N}$$

$$c) m g = F_A - F_{G, He} \rightarrow m = (F_A - F_{G, He}) / g = [(500 - 68) / 10] kg = \underline{43 kg}$$

$$10.) F_G = V(\rho_L - \rho_{\text{Heiss}}) \cdot g \rightarrow \rho_L - \rho_{\text{Heiss}} = F_G / (Vg)$$

$$\rightarrow \rho_{\text{Heiss}} = \rho_L - F_G / (Vg) = (1.25 - 2000 / (850 \cdot 10)) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rightarrow \rho_{\text{Heiss}} = \underline{\underline{1.01 \text{ kg/m}^3}}$$

$$11.) \Delta p = mg/A = \Delta h \cdot \rho_w \cdot g \rightarrow \Delta h = m / (\rho_w \cdot A)$$

$$= [0.012 / (1000 \cdot 125 \cdot 0.01^2)] \text{m} = \underline{\underline{0.96 \text{ mm}}}$$

$$12.) V \cdot \rho g = V_w \rho_w g \rightarrow (2V_w - V_{\text{hohl}}) \rho = V_w \rho_w \quad | : V_w$$

$$2 - V_{\text{hohl}} / V_w = \rho_w / \rho$$

$$V_w = \pi R^3 / 12$$

$$V_{\text{hohl}} = \pi r^3 / 6$$

$$V_{\text{hohl}} / V_w = 2(r/R)^3$$

$$1 - (r/R)^3 = \rho_w / (2\rho) \rightarrow (r/R)^3 = 1 - \frac{\rho_w}{2\rho}$$

$$\frac{r}{R} = \sqrt[3]{1 - \frac{\rho_w}{2\rho}} = \sqrt[3]{1 - \frac{1000}{2 \cdot 2700}} = 0.934$$

$$\rightarrow \underline{\underline{r : R = 0.934 : 1}}$$

