Lösungen

18 458 km = 458000 m = $4.58 \cdot 10^5$ m

$876 \cdot 10^5$ g = 87600 kg = $8.76 \cdot 10^4$ kg

345 mm = 0.345 m

34.1 µg = $34.1 \cdot 10^{-6}$ g = $34.1 \cdot 10^{-9}$ kg

$2 \cdot 10^5$ km = 200'000'000 m = $2 \cdot 10^8$ m

19 $7 \cdot 10^3$ mm² = 70 cm²

1.3 kg/m³ = 0.0013 g/cm³

51.3 µm = 0.0513 mm

10^4 mm³ = 10 cm³

7 g/cm³ = 7000 kg/m³

16 m² = 16 . 10^4 cm² = $1.6 \cdot 10^5$ cm²

0.002 m³ = $0.002 \cdot 10^6$ cm³ = $2 \cdot 10^3$ cm³

19 g cm^{-3} = 19 g/cm³ = 19'000 kg · m^{-3}

3 h 23 min = 12'180 s

30 km/h = 8.33 m/s

20 Körpervolumen V = 8 ml = 8 cm³
$m = \rho \cdot V$ = 90.72 g

21 V = 51.84 cm³
$$Kantenlänge = \sqrt[3]{V} = 3.73\,\text{cm}$$

22 ca. 113'000 Ballone

23

23	Eisen	7.87 g/cm³	200 cm³	1.57 kg
	Quecksilber	13.55	51.7	0.7
	Gold	19.29	200	3.86
	Wasser	1	700	0.7

24 In gleiche Einheiten verwandeln.
Mittelwert berechnen: 487 kg/m³
Fehler abschätzen: ± 28 kg/m³
Resultat nur mit aussagekräftigen Ziffern angeben:
Dichte von Tannenholz ≈ 490 kg/m³ ± 30 kg/m³

25 V = 3cm·2cm·2cm + 1cm·3cm·2cm = 18 cm³
$$\rho = \frac{0.189 \quad \text{kg}}{18 \quad \text{cm}^3} = 10.5\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10500\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$
→ Silber

26 10^{17} $2 \cdot 10^{19}$ 10^{-10}

34 a) Bern: F_{G1} = 60 kg · 9.806 N/kg = 588.36 N
b) Jungfraujoch: F_{G12} = 587.94 N
also 0.42 N weniger
c) Mond: F_{G13} = 97.32 N

35 F_G ≈ 3.5 N (aus Zeichnung); ρ = 8920 kg/m³
$m = F_G/g$ unten einsetzen:
$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{F_G}{\rho \cdot g} \approx 0.00004 \quad \text{m}^3 = 40 \quad \text{cm}^3$$

36
$$m = \frac{F_G}{g} = \frac{1 \quad \text{N}}{9.806 \quad \text{N/kg}} = 101.98 \quad g$$
V = 5.287 cm³
$$\text{Kantenlänge} = \sqrt[3]{V} = 1.742\,\text{cm}$$

47 Bei Kopf und Spitze wirkt je die gleiche Kraft aber sehr unterschiedlicher Druck:
Kopf: $p_1 \approx$ 100'000 Pa = 1 bar
Spitze: $p_2 \approx$ 10'000'000 Pa = 100 bar
Der Druck, den der Daumen beim Kopf ausübt, wird bei der Spitze 100-fach vergrössert.

48 Annahmen: Masse (inkl. Raumanzug): 120 kg
Fussfläche: 10 cm · 30 cm = 300 cm²
$$Druck = \frac{Gewicht}{Fussfläche} = \frac{120\,\text{kg} \cdot 1.622\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}}{300\,\text{cm}^2} = 6500\,\text{Pa}$$
= 0.065 bar

49 Annahmen: Kraft auf das Papier ≈ 1 N
Fläche der Schreibspitze ≈ 1 mm²
Druck ≈ 1'000'000 Pa = 10 bar

50 4500 Pa

58 a) Die dunkel gefärbte Flüssigkeit hat die grössere Dichte, denn eine geringere Füllhöhe reicht aus, um im Verbindungsrohr den gleichen Druck zu erzeugen wie die "helle Flüssigkeit".
b) Druck im Verbindungsrohr von links
$p_P = h_P \rho_P g$
Druck von rechts (Wasser) $p_W = h_W \rho_W g$
$h_P \rho_P g = h_W \rho_W g$; es folgt: $h_P \rho_P = h_W \rho_W$
und daraus:
$$h_p = h_w \frac{\rho_w}{\rho_p} = 58.8 \text{ cm}$$
c) Dichte der dunklen Flüss. ≈ 1375 kg/m³

59 Zusätzlicher Wasserdruck: 1 bar, 2 bar, 5 bar.

60 Wasserturm für Wasserversorgung, Schleuse, Siphon (Funktionsweise?), ...

71 Die Erhöhung des Luftdrucks über dem Wasser führt dazu, dass auch der Druck im Wasser an der Stelle des Tauchers grösser wird. Als Folge davon steigt der Wasserstand im Taucherinnern, der dadurch schwerer wird. Da sich an der Auftriebskraft nichts ändert, denn das Volumen des Tauchers ist stets dasselbe, sinkt der schwerer gewordene Taucher ab. Mit zunehmender Tiefe steigt der Wasserdruck und es wird noch mehr Wasser in den Taucher gedrückt. Der Taucher wird noch schwerer und sinkt deswegen noch schneller. Je tiefer der Taucher absinkt, um so grösser wird die Sinkgeschwindigkeit, bis er endlich am Boden ankommt.

80 Die Auftriebskraft des Balles beträgt 0.22 N. Die Waage zeigt also 0.022 kg zu wenig an. Die wahre Masse des Balles beträgt 3.432 kg. Der Messfehler beträgt 0.64 %.

81 Vom dritten zum vierten Bild: Die Kraft auf den Boden des Gefässes nimmt um 5 N zu; die Druckzunahme Δp kann daraus berechnet werden, da die Grundfläche bekannt ist: $\Delta p = 250$ Pa. Mit der Zunahme des Bodendruckes hat auch die Höhe des Wasserstandes zugenommen. Es gilt: $\Delta p = \rho\, g\, \Delta h$. Wobei Δh die Höhenzunahme bedeutet. Nach geeigneter Umformung haben wir:

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho\, g} = 2.55 \text{ cm}$$
.

82 Grenzfall: Die Eisscholle ist ganz eingetaucht und "trägt" sich selbst und das zusätzliche Gewicht, d.h. die Auftriebskraft des Eises ist so gross wie die Gewichtskraft des Eises und des zusätzlichen Gewichtes zusammen.

$F_A = F_{GEis} + F_{GLast}$

$\rho_{Wasser}\, g\, A\, d = \rho_{Eis}\, g\, A\, d + m\, g \qquad \mid : g$

$\rho_{Wasser}\, A\, d = \rho_{Eis}\, A\, d + m$

A = 7.03 $m^3 \approx 7\ m^3$.

96 Auf die Dose im Innern des Gehäuses muss der gleiche Luftdruck herrschen wie ausserhalb des Gehäuses.

97 Damit man im Flugzeug normal atmen kann, wird künstlich ein Luftdruck von ca. 1 bar erzeugt. Auf der Höhe, wo das Flugzeug fliegt (z.B. 10'000 m) ist der Luftdruck aber viel kleiner als 1 bar. Beim Öffnen einer Luke würde deshalb sofort Luft nach aussen entweichen ...

98 Der Deckel sitzt so fest, weil innen ein Unterdruck herrscht, d.h. innen ist der Druck kleiner als aussen. Ein Loch im Deckel bewirkt nun, dass innen der gleiche Druck entsteht wie aussen und somit der Deckel nicht auch noch durch den Luftdruck zusätzlich auf das Glas gedrückt wird.

107 Die Funktionsweise erfahren Sie bestimmt in einem geeigneten Lexikon oder indem Sie eine Pumpe auseinander nehmen.

Annahmen: Kolbendurchmesser 2 cm, Kraft ungefähr 50 N. Daraus berechnet sich der Druck auf etwa ~ 160'000 Pa = 1.6 bar.

116 Durch das Ausströmen verteilt sich das Gas auf ein grösseres Volumen V_2. Aus Boyle-Mariotte kann man herleiten, dass

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{p_1}{p_2} = 0.368\,\text{m}^2$$

Es strömen also 0.268 m^2 Sauerstoff-Gas aus, diese haben eine Masse von 0.384 kg.

117 a) Auf Meereshöhe herrsche der Druck 1 bar und die Dichte der Luft betrage 1.293 kg/m^3. Wäre die Dichte auf den untersten 200 m der Atmosphäre unverändert, so berechnete man den die Druckabnahme wie folgt:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h = 2530\,\text{Pa}$$

b) Aus dem Gesetz von Bolye-Mariotte folgte bekanntlich (siehe 116, resp. neu 117), dass

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}.$$

Nach a) weiss man, dass auf 200 m.ü.M. der Luftdruck etwa p_2 = 97470 Pa beträgt. Für die Dichte erhält man aus der genannten Formel:

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 1.26\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

142 $2 \cdot 10^6$

$2 \cdot 10^{-5}$

$1 \cdot 10^{-1} = 0.1$

$1.8607 \cdot 10^5$

$1 \cdot 10^5 = 10^5$

$1.08 \cdot 10^{-1} = 0.108$

$6.580042 \cdot 10^1 = 65.80042$

143 10^{17}

$2 \cdot 10^{19}$

10^{-10}

9.0

144 $4.58 \cdot 10^5$ m

$8.76 \cdot 10^4$ kg

$3.45 \cdot 10^{-7}$ m

12180 s = $1.218 \cdot 10^4$ s

$4.57 \cdot 10^7$ m

$3.41 \cdot 10^{-5}$ g = $3.41 \cdot 10^{-8}$ kg

$2 \cdot 10^8$ m

143 0.453 Gm = 453 Mm

45.673 m

0.56 km = 560 m

720 m

1 µm

144

144	70 cm^2	1.5 . 10^{11} m
	0.0013 g/cm^3	0.045 km/s
	0.0513 mm	1.6 . 10^5 cm^2
	10 cm^3	2000 cm^3
	7'000 kg/m^3	