

Lernziele zu SoL: Druck, Auftrieb

Theoriefragen: Diese Begriffe müssen Sie auswendig in ein bis zwei Sätzen erklären können.

- a) Teilchenmodell
- b) Wie erklärt man die Aggregatzustände im Teilchenmodell?
- c) Druck
- d) Wodurch entsteht der Kolbendruck?
- e) Prinzip von Pascal
- f) Wozu werden hydraulische Pressen verwendet?
- g) Wie funktioniert eine hydraulische Presse?
- h) Wodurch entsteht der Schweredruck?
- i) Wie lautet die «Taucherregel»?
- j) Inwiefern hängt der hydrostatische Druck von der Form des Gefässes ab?
- k) Was sind kommunizierende Gefässe?
- l) Wodurch ist der Druck in kommunizierenden Gefässen bestimmt?
- m) Nennen Sie zwei Beispiele für kommunizierende Gefässe aus dem Alltag.
- n) Welcher Zusammenhang besteht zwischen Luftdruck und Höhe?
- o) Vakuum
- p) Was misst man mit einem Barometer? Was misst man mit einem Manometer?
- q) Wie funktioniert ein Quecksilberbarometer? Wie funktioniert ein Dosenbarometer?
- r) Wie funktioniert ein U-Rohr-Manometer?
- s) Auftrieb
- t) Wann sinkt/schwebt/steigt ein Körper in einer Flüssigkeit oder einem Gas?
- u) Wann schwimmt ein Körper in einer Flüssigkeit?

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen müssen Sie kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Länge, Weg			Höhe		
Fläche			Volumen		
Kraft			Masse		
Gewichtskraft			Druck		
Dichte			Auftriebskraft		

Fähigkeiten: Diese Fähigkeiten müssen Sie beherrschen.

- ☛ Formeln umformen
- ☛ Gleichungen für physikalische Situationen aufstellen und lösen
- ☛ Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und richtig ausrechnen
- ☛ Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden
- ☛ Diagramme zeichnen und interpretieren
- ☛ Aufgaben mit vektoriellen Grössen zeichnerisch und rechnerisch lösen
- ☛ Die Einheit bar in Pascal umrechnen und umgekehrt

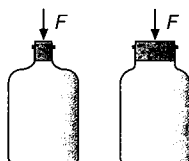
Formeln: An der Prüfung erhalten Sie ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt finden Sie alle Formeln, die Sie brauchen, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt können Sie auf ga.perihel.ch anschauen und herunterladen.

Übungsaufgaben: Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar ersichtlich sein (d.h. die Formel, mit der gerechnet wurde, gehört auch dazu).

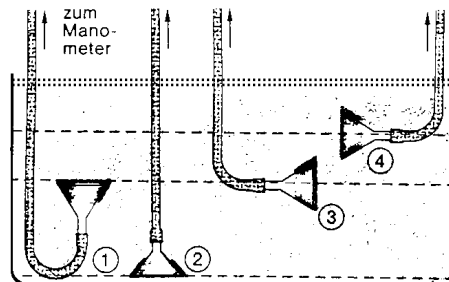
Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!).

Wichtig: Hier sind nur Zusatzaufgaben aufgeführt. Zuerst müssen die Aufgabenblätter A1 bis A5 gelöst werden! Ausführliche Lösungen finden Sie auf ga.perihel.ch, weitere Aufgaben und Hinweise auf be.perihel.ch.

1. a) Welche Flasche platzt zuerst, wenn die Kraft F immer grösser wird?

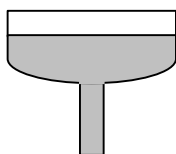


- b) Wo herrscht hier der grösste, wo der geringste Druck?



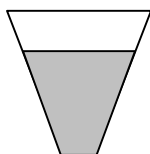
2. Alle diese Gefässe sind mit einer Flüssigkeit gefüllt und oben offen. Bei welchem herrscht am Boden der grösste, bei welchem der zweitgrösste, etc. bei welchem der geringste Druck? Ordnen und begründen Sie.

a)



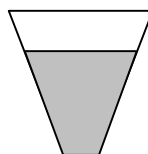
Wasser

b)



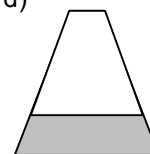
Alkohol

c)



Wasser

d)



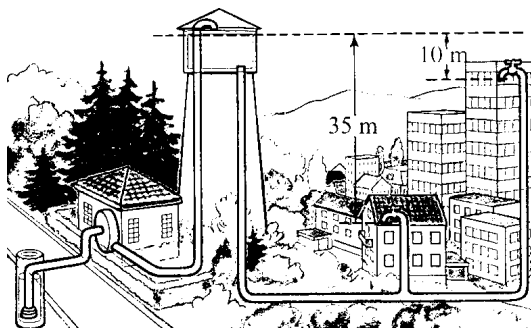
Alkohol

3. Mit einer hydraulischen Presse soll ein Körper der Gewichtskraft $F_2 = 60 \text{ kN}$ um $s_2 = 2.0 \text{ m}$ angehoben werden. Die Fläche des kleinen Kolbens für die Pumpe beträgt $A_1 = 5.0 \text{ cm}^2$, die des grossen Kolbens für die Hebebühne $A_2 = 400 \text{ cm}^2$.

- Wie gross ist der Druck in der Flüssigkeit in bar?
- Berechnen Sie die notwendige Kraft am Pumpenkolben.
- Um welche Wegstrecke muss der Pumpenkolben bewegt werden?

4. Rechnen Sie mit der «Taucherregel»: In welcher Tiefe ist der Gesamtdruck dreimal so gross wie an der Wasseroberfläche?

5.



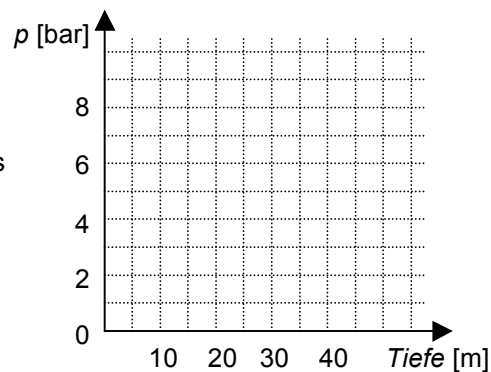
- Wie gross ist der Wasserdruck im Hahn des kleinen Hauses und des Hochhauses?
- Wie weit unter dem Wasserspiegel im Wasserturm befindet sich der Wasserhahn eines Hauses, in dem der hydrostatische Druck 4.5 bar beträgt?

6. In einer futuristischen Siedlung auf dem Mars liegt das Wasserreservoir 270 m über der Marsoberfläche.

- Wie gross ist der Druck in einem Haus, das sich 180 m über der Marsoberfläche befindet?
- Auf welcher Höhe über dem Haus beträgt der Wasserdruck in der Leitung 1.5 bar?

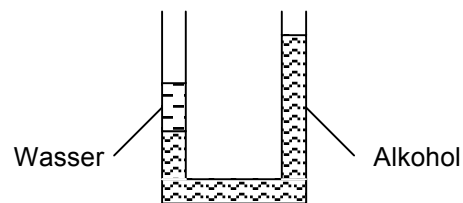
7. Ein Behälter ist 80 cm hoch mit Alkohol gefüllt. Der Luftdruck beträgt 987 mbar. Wie gross ist der Gesamtdruck am Boden des Gefässes?

8. Stellen Sie den Zusammenhang zwischen Tauchtiefe und Druck im nebenstehenden Diagramm dar. (Sie dürfen die «Taucherregel» anwenden.)
- nur Wasserdruck (*ohne* Berücksichtigung des Luftdrucks)
 - Gesamtdruck (*mit* Berücksichtigung des Luftdrucks)
 - In welcher Tiefe ist der Gesamtdruck viermal so gross wie 20 m unter Wasser? (*mit* Berücksichtigung des Luftdrucks)

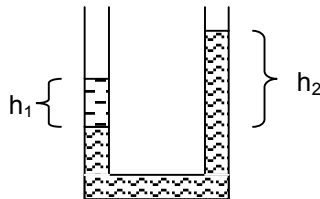


9. Die Scheibe eines Zoo-Aquariums ist 5 m lang und 1.6 m hoch. Der Wasserspiegel liegt 20 cm über dem oberen Fensterrand.
- Muss der Luftdruck bei der Berechnung der Fensterbeanspruchung berücksichtigt werden? Begründen Sie Ihre Antwort.
 - Wie gross ist die gesamte Kraft, die das Wasser auf die Scheibe ausübt?

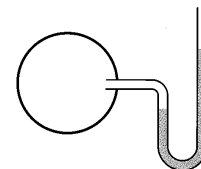
10. Hier stehen die Flüssigkeitssäulen nicht gleich hoch.
- Warum?
 - Wie gross ist der Höhenunterschied zwischen den Flüssigkeitsoberflächen? (Die Wassersäule ist 8.0 cm hoch.)



11. Im rechten Teil dieses Rohrs befindet sich Alkohol, und im linken Teil eine unbekannte Flüssigkeit ($h_1 = 4$ cm, $h_2 = 6.3$ cm). Welches ist die unbekannte Flüssigkeit?

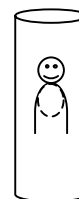


12. Der Überdruck in einer Erdgasleitung wird in einem offenen U-Rohr-Manometer durch eine Wassersäule von 220 mm Höhe angezeigt. Der Luftdruck beträgt 966 mbar. Wie gross ist der Druck in der Gasleitung?



13. Welche(r) dieser Sätze ist richtig, welche(r) falsch? Begründen und korrigieren Sie.
- Je tiefer man einen festen Körper in eine Flüssigkeit eintaucht, desto grösser wird die Auftriebskraft.
 - Wenn man ein Aluminium- und ein Bleiklötzchen (die beide das gleiche Volumen haben) in eine Flüssigkeit eintaucht, erfährt das Aluminiumklötzchen den grösseren Auftrieb.
 - Wenn man ein Aluminium- und ein Kupferklötzchen (die beide die gleiche Masse haben) in eine Flüssigkeit eintaucht, erfährt das Aluminiumklötzchen den grösseren Auftrieb.

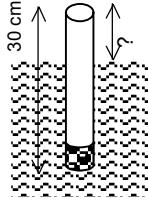
14. Beim Spielzeug „Cartesischer Taucher“ ist ein Zylinder mit Wasser gefüllt und oben mit einer Gummimembran verschlossen. Darin befindet sich eine Figur mit einer Luftblase im Bauch. Die Figur ist unten offen, so dass Wasser eindringen und die Luftblase zusammendrücken kann (siehe Abbildung). Wenn man mit dem Finger auf die Gummimembran drückt, sinkt der Taucher nach unten. Erklären Sie, wie der Cartesische Taucher funktioniert.



15. An einer kleinen Balkenwaage hängt am einen Ende eine Glaskugel ($V = 100 \text{ cm}^3$) und am anderen Ende ein Metallklötzchen ($V = 2.00 \text{ cm}^3$). Die Waage ist bei normalem Luftdruck im Gleichgewicht. Jetzt reduziert man den Druck (und somit die Dichte der Luft) unter einer Vakuumpumpe auf einen Viertel.

- Um welchen Betrag ändern sich die Auftriebe der beiden Körper?
- Auf welche Seite neigt sich die Waage?

16.



Ein Aluminiumrohr ($m = 120 \text{ g}$, $A = 12 \text{ cm}^2$, $h = 30 \text{ cm}$, siehe Abbildung) ist mit 150 g Bleischrot gefüllt und schwimmt in Alkohol.

- Wie weit ragt es aus der Flüssigkeit heraus?
- Wieviel g Bleischrot muss man hinzufügen, damit es um 1.0 cm tiefer einsinkt?

Lösungen

1. a) die linke b) 2 grösster, 1 und 3 gleich gross, 4 kleinster

2. a) $> c) > b) > d)$

3. a) $p = \frac{F_2}{A_2} = \frac{60'000 \text{ N}}{0.04 \text{ m}^2} = \underline{15 \text{ bar}}$ b) $F_1 = p \cdot A_1 = \underline{750 \text{ N}}$ c) 160 m

4. 20 m

5. a) $p = \rho \cdot g \cdot h = 1'000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 10 \text{ m} = \underline{0.98 \text{ bar}}$ (Hochhaus)
bzw. $\underline{3.4 \text{ bar}}$ (kleines Haus)

b) $h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{450'000 \text{ Pa}}{1'000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = \underline{45.9 \text{ m}}$

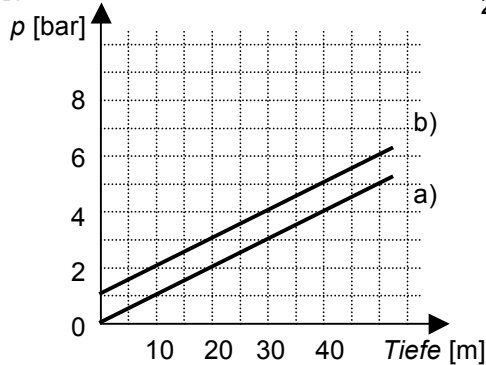
6. a) $p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3.7 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 90 \text{ m} = \underline{3.33 \text{ bar}}$

b) $h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{150'000 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3.7 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 40.54 \text{ m}$ unter dem Reservoir,

d.h. 49.5 m über dem Haus.

7. $p = p_{\text{Luft}} + \rho_{\text{Alkohol}} \cdot g \cdot h = \underline{1.05 \text{ bar}}$

8. \hat{p} 20 m unter Wasser hat es 3 bar
110 m unter Wasser hat es 12 bar



9. Nein, er wirkt auf beiden Seiten der Scheibe

b) Schweredruck des Wassers in der Mitte der Scheibe: $p = \rho \cdot g \cdot h = 9810 \text{ Pa}$

$F = p \cdot A = \underline{78.5 \text{ kN}}$

10. a) Auf der Höhe der Grenzfläche zwischen Wasser und Alkohol ist der Druck auf beiden Seiten gleich gross. Um denselben Druck wie Wasser zu erzeugen, braucht es bei Alkohol eine höhere Flüssigkeitssäule.

b) $p_{\text{links}} = p_{\text{rechts}} \quad p_{\text{links}} = \rho_{\text{Wasser}} \cdot g \cdot h_{\text{links}} \quad p_{\text{rechts}} = \rho_{\text{Alkohol}} \cdot g \cdot h_{\text{rechts}}$

$\rho_{\text{Wasser}} \cdot g \cdot h_{\text{links}} = \rho_{\text{Alkohol}} \cdot g \cdot h_{\text{rechts}}$

$h_{\text{rechts}} = \frac{\rho_{\text{Wasser}} \cdot h_{\text{links}}}{\rho_{\text{Alkohol}}} = \frac{998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.080 \text{ m}}{789 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.10 \text{ m} = 10 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm} - 8.0 \text{ cm} = \underline{2.0 \text{ cm}}$

11. Glycerin

12. $p_{\text{Wasser}} = 2160 \text{ Pa}$, $p_{\text{gesamt}} = 988 \text{ mbar}$

13. a) Falsch: Die Auftriebskraft ist unabhängig von der Eintauchtiefe.

b) Falsch: Beide erfahren den gleichen Auftrieb, da sie das gleiche Volumen haben.

c) Richtig: Das Aluminiumklötzchen hat eine kleinere Dichte und deshalb bei gleicher Masse ein grösseres Volumen.

14. Wenn man auf die Gummimembran drückt, erhöht sich der Druck im Wasser. Dadurch wird die Luftblase verkleinert und somit das Volumen des Tauchers \Rightarrow kleineres Volumen \Rightarrow kleinerer Auftrieb bei gleicher Gewichtskraft \Rightarrow Taucher sinkt

15. a) Glaskugel: 951 μN weniger Metallklötzchen: 25.6 μN weniger

b) auf die Seite der Glaskugel

16. a) $F_G = m \cdot g = F_A = \rho \cdot g \cdot V$

$V = \frac{m \cdot g}{\rho \cdot g} = \frac{0.27 \text{ kg}}{800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 337.5 \text{ cm}^3 \quad h = \frac{V}{A} = \frac{337.5 \text{ cm}^3}{12 \text{ cm}^2} = 28.13 \text{ cm}$

ragt 1.88 cm heraus.

b) 1.0 cm tiefer: $V = 27.13 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm}^2 = 325.5 \text{ cm}^3$

Die Masse muss $m = \rho \cdot V = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 325.5 \text{ cm}^3 = 325.5 \text{ g}$ sein (gleich gross wie die Masse der verdrängten Flüssigkeit) \Rightarrow 55.5 g einfüllen.