

Einführung zum Thema Druck

1. Druck in Flüssigkeiten und Gasen

1.1. Lernziele

Nachdem Sie dieses Kapitel bearbeitet haben können Sie:

- den Begriff Druck definieren
- angeben, weshalb der Druck eine zentrale physikalische Grösse im Zusammenhang mit Gasen und Flüssigkeiten ist
- den Druck in einfachen Situationen berechnen und in der richtigen Einheit angeben
- die Kraftverstärkung in hydraulischen und pneumatischen Maschinen berechnen

1.2. Stoffinhalt

Bearbeiten und studieren Sie das Kapitel 2.6.1, Seiten 131 – 133.

1.3. Aufgaben

Eine wichtige Anwendungsaufgabe zu hydraulischen Anlagen finden Sie auf Seite 138. Dies ist eine Standardaufgabe, die Sie lösen können müssen. Weitere Übungsaufgaben stehen Ihnen ausserdem zu jedem Thema inkl. Musterlösungen zur Verfügung. Diese Aufgaben sind integraler Bestandteil des SOL-Projektes. Sie sollen jede Aufgabe selbstständig lösen können.

Übungsaufgaben zum SOL-Projekt „Druck“

Kapitel 1

1. **Autoreifen** Auf ein quadratförmiges und 2.0 cm mal 2.0 cm grosses Stück der Innenwand eines Autoreifens wirkt die Kraft $F_1 = 88 \text{ N}$.

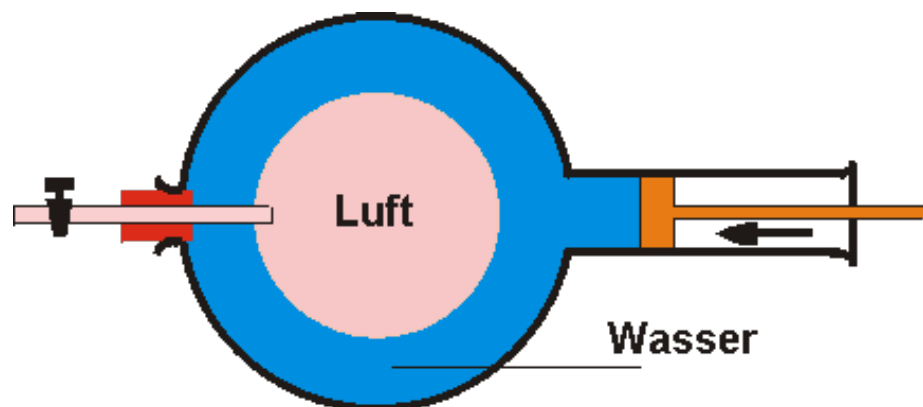
- Wie gross ist der Druck p_1 im Autoreifen in bar (offiziell nicht mehr gültig) und in hPa?
- Welche Kraft F_2 müsste auf diese Fläche wirken, damit der Druck $p_2 = 2.0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ beträgt?

2. **Gefahr durch Pressluft.** In den Pressluftflaschen von Tauchern herrscht ein hoher Druck (Dies unter anderem, deshalb, damit in wenig Raum viel Luft mitgeführt werden kann!).

- Der Inhalt der Flasche steht etwa unter einem Druck von 200 bar. Berechnen Sie die Kraft, die von Innen auf die 380 cm^2 große Bodenfläche wirkt.
- Wie gross ist die Kraft, die der Luftdruck von etwa 1,0 bar von außen auf den Boden ausübt?
- Welche Eigenschaften muss das Material der Pressluftflasche haben?
- Sehr gefährlich ist es, wenn durch einen Unfall das Ventil der Pressluftflasche abgeschlagen wird. Berechnen Sie, welche Kraft von Innen auf das Ventil mit der Fläche $4,5 \text{ cm}^2$ wirkt.
- Die Masse einer Tauchflasche liegt unter $m = 9 \text{ kg}$. Wie gross ist damit die anfängliche Beschleunigung auf die Tauchflasche in der Situation beschrieben unter Teilaufgabe d. Wie weit würde die Tauchflasche in der ersten Zehntelssekunde fliegen, resp. wie weit in der ersten Sekunde?
- Erklären Sie, warum auch Cola-Flaschen aus Glas gefährlich sein können, wenn sie geschüttelt werden oder lange in der Sonne stehen? Auch Pressluftflaschen, die lange an der Sonne stehen sind sehr gefährlich.



3. **„Druckkugel“** Ein mit Luft gefüllter Ballon ist durch einen Hahn dicht abgeschlossen. Der Ballon befindet sich in einem wassergefüllten Glaskolben. Der Stempel wird von rechts in das Wasser gedrückt (siehe Figur). Wie verändert sich die Form des Luftballons?



Lösungen

1. a) $p = F/A$, also:

$$p_1 = 88 \text{ N} / 4.0 \text{ cm}^2 = 22 \text{ N/cm}^2 = 22 \text{ N}/(10^{-4} \text{ m}^2) = 2.2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Dies entspricht einem Druck von 2.2 bar (Beachten Sie, dass die Einheit bar gesetzlich zwar nicht mehr zugelassen ist, aber dennoch noch im Alltag gegenwärtig bleibt.)

b) $F = p \cdot A$, also:

$$F_2 = 2.0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 8.0 \cdot 10^1 \text{ N} = 80 \text{ N}.$$

2. a) **Geg.:** $p_1 = 200 \text{ bar}$; $A_1 = 380 \text{ cm}^2$.

Ges.: F_1

Beachten Sie, dass die Einheit bar gesetzlich zwar nicht mehr zugelassen ist, aber dennoch noch im Alltag gegenwärtig bleibt. $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$. Zudem: $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$.

$$F_1 = p_1 \cdot A_1 = 200 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 380 \text{ cm}^2 = 2.0 \cdot 10^7 \text{ Pa} \cdot 380 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 760 \text{ kN}$$

b) Wie Aufgabe a):

$$F_2 = p_2 \cdot A_1 = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 380 \text{ cm}^2 = 1.0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 380 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3.8 \text{ kN}$$

c) Offensichtlich muss das Material sehr robust sein (z.B. Stahl). Das daraus resultierende hohe Gewicht an Land interessiert unter Wasser wenig (cf. Aufgaben zum Thema Auftrieb).

d) Wie Aufgabe a), aber mit $A_2 = 4.5 \text{ cm}^2$:

$$F_3 = p_1 \cdot A_2 = 2.0 \cdot 10^7 \text{ Pa} \cdot 4.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 9.0 \text{ kN}$$

Die beschleunigende Kraft entspricht (am Anfang) etwa der Gewichtskraft eines PKW! Diese grosse Kraft wirkt auf eine Flasche mit einem typischen Gewicht von unter $m = 9 \text{ kg}$.

e) Damit beträgt die Beschleunigung am Anfang

$$a_0 = F_3/m \approx 1000 \text{ m/s}^2.$$

Mit $s = \frac{1}{2} \cdot a_0 \cdot t^2$ fliegt die Flasche in der ersten Zehntelssekunde:

$$s(\frac{1}{10} \text{ s}) = 5 \text{ m} !$$

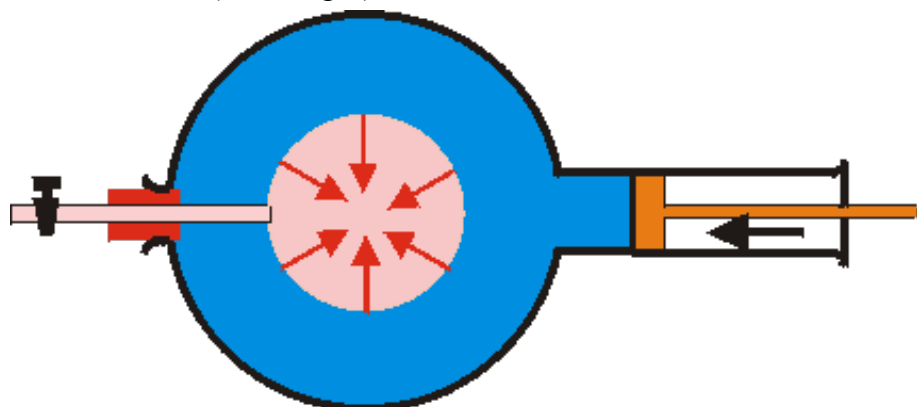
In der ersten Sekunde dagegen bereits:

$$s(1 \text{ s}) = 500 \text{ m} !$$

Dies ist offensichtlich ein sehr gefährliches Geschoss!

f) Beim Schütteln oder durch den Wärmeeinfluss steigt der Druck des Gases im Inneren der Cola-Flasche. Hat das Glas einen feinen Riss, so kann die nach aussen drückende Kraft die Flasche wie eine Splitterbombe zerplatzen lassen.

3. Durch das Hineinschieben des Stempels kommt die Flüssigkeit in einen Zustand stärkeren "Gepresstseins", d.h., der Druck in der Flüssigkeit steigt an. Die Druckerhöhung äussert sich in grösseren Kräften an der Begrenzungsfläche "Luftballon", dadurch wird der Luftballon kleiner. Da das Wasser in allen Richtungen gleich stark auf den Luftballon drückt, bleibt die Kugelgestalt des Luftballons erhalten (siehe Figur).



Quellenangaben zu den Aufgaben

Die Aufgaben stammen aus den folgenden Quellen. Sie sind zum Teil überarbeitet und ergänzt.

www.leifiphysik.de

Physik anwenden und verstehen, B. Cappelli et al., Orell Füssli Verlag AG, 2. Auflage (2006)