

Tauchsport und Physik

1. Tauchen ohne Pressluftgerät

Ein Taucher schwimmt in einer Wassertiefe von nur 1 m und atmet durch einen bis über die Wasseroberfläche reichenden Schnorchel.

Der Luftdruck beträgt $p = 1 \text{ bar}$; rechne mit dem Ortsfaktor $g = 10 \text{ N/kg}$

- Welcher Luftdruck muss in der Lunge sein, damit frische Luft in seine Lunge strömt ?
- Wie groß ist der Druck, der gleichzeitig von außen auf seinen Körper wirkt ?
(Dieser Druck wird durch die Körperflüssigkeit weitergegeben und er wirkt daher auch von außen auf die Lungenbläschen).
- Berechne die Druckdifferenz, die in der Lunge dieses Tauchers auftritt !
Welche Folgen können eintreten, wenn diese Druckdifferenz größer wird ?
- Welche Kraft muss der Taucher aufwenden, um beim Einatmen das Volumen des Brustkorbes zu vergrößern ? ($A_{\text{Brust}} = 900 \text{ cm}^2$)
- Eine Druckdifferenz (in der Lunge) von 0,06 bar führt schon nach 5 Minuten zu bleibenden Gesundheitsschäden; auch schon eine Differenz von 0,04 bar kann auf Dauer schädlich sein (Blutplasma dringt in die Lunge ein ...).
Bei welchen Schnorchellängen werden diese Druckdifferenzen erreicht ?
- Begründe, warum die käuflichen Schnorchel nicht länger als 35 cm sind !
Warum ist es gefährlich, einen Schnorchel durch Aufstecken einer Röhre zu verlängern ?

2. Druck auf die Ohren des Tauchers

- Wie groß ist der Druck in einer Wassertiefe von 15 m ?
- Wie groß ist die Kraft, die dort von außen auf das etwa 1 cm^2 große Trommelfell eines Tauchers wirkt ?
- Wie kann der Taucher erreichen, dass dieser Druck zu keiner Schädigung am Trommelfell führt ? (Hinweis: geeigneten Gegendruck erzeugen)

3. Auftrieb durch Neoprene-Jacke

Das Material Neoprene besteht aus Kautschuk, in den kleine Luftbläschen eingeschäumt sind. Zur besseren Wärmeisolierung des Körpers benutzen Sporttaucher im allgemeinen Neoprene-Jacken bzw. -Anzüge.

Eine solche Neoprene-Jacke hat eine Masse von 1,2 kg und (in einer Wassertiefe von 5 m) eine Dichte von 200 kg/m^3 .

- Wie groß ist ihr Volumen ?
- Wieviel Auftrieb bewirkt sie bei einem Taucher (in 5 m Wassertiefe) ?
- Der Taucher will diesen Auftrieb durch ein geeignetes Stück Blei kompensieren.
Welche Masse muss dieses Bleistück haben ? ($\rho_{\text{Pb}} = 11,3 \text{ kg/dm}^3$)
- Wie verändert sich das Volumen der Neoprene-Jacke bei zunehmender Wassertiefe ?
- Braucht der Taucher ein größeres, gleiches oder kleineres Stück Blei, um in 10 m Wassertiefe den Auftrieb der Jacke zu kompensieren ?

Tauchsport und Physik

4. Tauchen mit Pressluftgerät

Beim Tieftauchen wird die Luft der Lunge zusammengepresst (z.B. in 30 m Tiefe auf ein Viertel des ursprünglichen Volumens). Da der Brustkorb nicht beliebig elastisch ist, muss bei Tauchgängen in größere Tiefen durch Einatmen von Pressluft ein genügend großer Gegendruck geschaffen werden. Zu diesem Zweck benützt der Taucher (neben einer Pressluftflasche) einen Lungenautomaten. Dieser setzt den Druck der Pressluft genauso weit herab, dass der Druck der einzuatmenden Luft gleich dem Wasserdruck ist, der auf den Taucher einwirkt.

Ein Taucher schafft es, bei ruhigem Schwimmen mit 20 Litern Luft eine Minute lang auszukommen (egal wie hoch der Luftdruck ist). Seine Pressluftflasche enthält 10 l Luft bei einem Druck von 200 bar.

- Wieviel Liter Luft von Normaldruck (1 bar) kann er entnehmen ? (Die Temperatur ist konstant.) Wie lange käme er mit dieser Luft an der Wasseroberfläche aus ?
- Wieviel Liter Luft kann er in einer Wassertiefe von 30 m entnehmen ? (Luftdruck ist gleich Wasserdruck) Für welche Zeit reicht hier der Pressluftvorrat ?
- Wie groß ist die Gewichtskraft der in der Pressluftflasche enthaltenen Luft ?
 $\rho_{\text{Luft}} = 0,0013 \text{ g/cm}^3$
- Wie verändert sich der Auftrieb bzw. die Schwebelage des Tauchers, wenn die gesamte Pressluft verbraucht wird ?

5. Verhalten in Notsituationen

Ein Taucher, der mit Pressluftgerät in eine Tiefe von 40 m abtauchte, gerät in eine Notsituation: Er muss das Pressluftgerät abwerfen und sofort aufsteigen (auftauchen).

Dazu folgende Fragen:

- Wie groß ist der Luftdruck in der Lunge des Tauchers in 40 m Wassertiefe ?
- Wie groß wäre die Druckdifferenz zwischen Außenluft und der Luft in der Lunge des Tauchers, wenn dieser mit geschlossenem Mund und Nase an die Oberfläche kommt ? (Lungenvolumen konstant)
 (Zum Vergleich: Die Druckdifferenz zwischen Innen- und Außenluft bei einem Pkw-Reifen beträgt etwa 1,5 bis 2,2 bar).

Medizinisches Ergebnis: Schon bei einem Überdruck, der einer 1,5 m hohen Wassersäule entspricht, reißen die Lungenbläschen; Luft tritt in das Bindegewebe zwischen den Lungenbläschen ein, ...

- Warum platzen Tiefseefische, wenn man sie schnell an die Oberfläche holt ?
- Warum besteht bei Tauchern ohne Pressluftgerät die hier angesprochene Gefahr nicht ?

Tauchsport und Physik

6. Gemischte Fragen

- a) Taucher mit Schnorchel müssen dicht unter der Wasseroberfläche bleiben, da der Schnorchel nur ca. 30 cm lang ist.
Warum ist es nicht möglich, mit einem 20 m langen Schlauch, dessen obere Öffnung über die Wasseroberfläche reicht, 20 m tief zu tauchen ?
- b) Ein Taucher, in dessen Taucheranzug von einem Boot aus beständig Luft gepumpt wird, taucht in 80 m Wassertiefe.
Wie kann der Taucher den Wasserdruck und gleichzeitig auch den Luftdruck im Taucheranzug aushalten, ohne zerquetscht zu werden ?
- c) Bei einem ungeübten Gelegenheitstaucher kann ein Wasserdruck von rund 180 000 Pa bereits zu Orientierungsstörungen führen.
Welcher Wassertiefe entspricht dieser Wasserdruck ?