

Cartesischer Taucher



Schwierigkeitsgrad: *

Thema: Mechanik, Thermodynamik

Kosten: ca. 3 €

Bauzeit: ca. 10 Minuten

Cartesischer Taucher

Ein Cartesischer Taucher ist ein kleiner, luftgefüllter Behälter, den man in einer mit Wasser gefüllten Kunststoffflasche wie ein U-Boot auf und ab schweben lassen kann. In diesem Projekt wird der Bau eines solchen Mini-U-Boots gezeigt.

Bauanleitung:

Die Bauanleitung für den Cartesischen Taucher besteht aus folgenden Teilen:

1. Die Bauanleitung.
2. Die zu der Bauanleitung gehörenden Bilder.

Versuche:

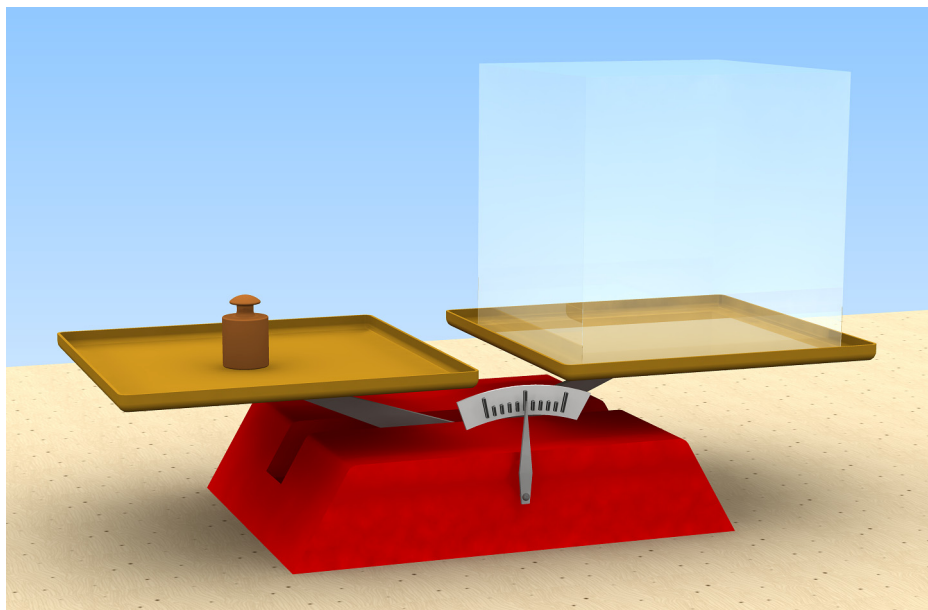
1. Beobachte genau die Luftblase im Inneren der Patrone. Wie verändert sie sich, wenn die Patrone nach unten sinkt? Was passiert, wenn sie wieder aufsteigt?
2. Benutze eine neue Tintenpatrone. Bohre mit der Pinnwandnadel ebenfalls ein Loch hinein und drücke nur ein wenig Tinte heraus. Befestige die Pinnwandnadel an der Unterseite der Patrone und versuche sie schweben zu lassen. Anhand der ausströmenden Tinte lässt sich sichtbar machen, wie das Wasser durch die Öffnung ein- und ausströmt.
3. Versuche, den Taucher in der Mitte der Flasche in der Schwebe zu halten. Versuche dies auch im oberen und im unteren Bereich der Flasche. Wo ist es schwieriger?

Erklärung:

Ein Cartesischer Taucher ist ein kleiner, mit einer Luftblase gefüllter Behälter in einer Wasserflasche. Der Behälter ist unten offen, sodass das Wasser aus- und eintreten kann. Durch den auf die Flasche ausgeübten Druck verändert sich die Dichte der Luftblase und er sinkt nach unten. Wird der Druck verringert, steigt der Taucher wieder nach oben.

Der Name des Tauchers geht auf den Philosophen, Mathematiker und Naturwissenschaftler René Descartes zurück, der im 17. Jahrhundert in Frankreich lebte.

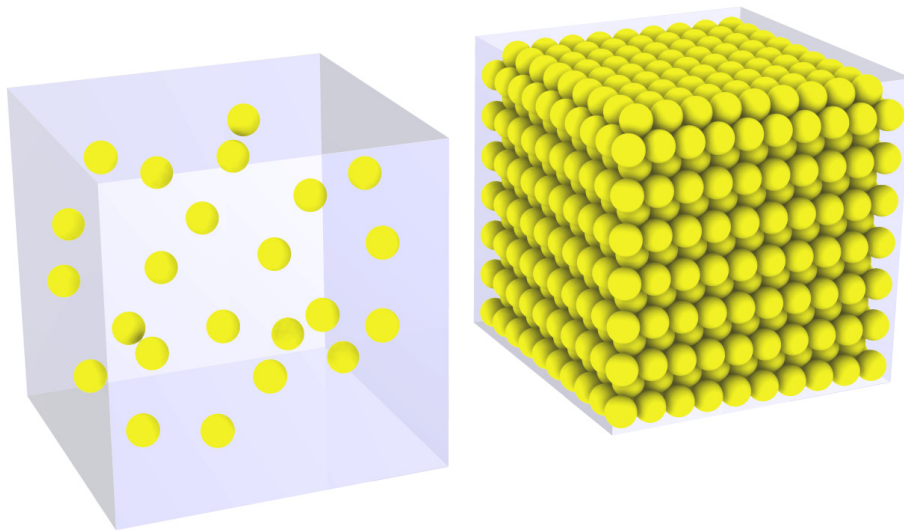
Die Dichte eines Körpers ist seine Masse geteilt durch das Volumen. Man kann sich dies veranschaulichen, indem man sich 1 kg Blei und 1 kg Federn vorstellt. Diese sind zwar gleich schwer, füllen aber unterschiedliche Volumina aus.



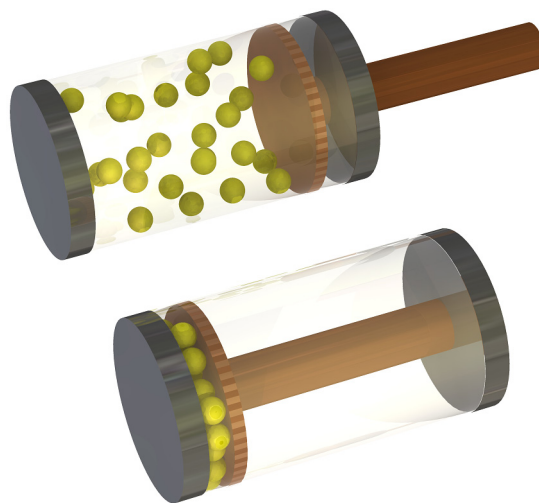
Im Bild sind ein Gewichtstück und ein mit Luft gefüllter Behälter auf einer Waage gezeigt. Beide wiegen gleich viel, aber das Volumen, das sie jeweils einnehmen, ist unterschiedlich groß. Dies bedeutet, dass ihre Dichte ebenfalls unterschiedlich groß ist.

Bei Zimmertemperatur ist Wasser flüssig. Eine Flüssigkeit besitzt gegenüber einem Gas eine ungefähr 1000fach größere Dichte. Deshalb wiegt ein Kubikzentimeter Wasserdampf nur ca. 0,0006 Gramm, im Gegensatz zu dem Gewicht von 1 Gramm eines Kubikzentimeters flüssigen Wassers.

Im flüssigen oder festen Zustand sind die Moleküle eines Stoffes viel dichter gepackt als in einem Gas. Da die Moleküle im Gaszustand eine höhere Temperatur und damit eine größere Energie als im festen Zustand besitzen, stoßen sie bei einem Aufprall stärker voneinander ab. Dadurch entstehen größere Zwischenräume zwischen den Molekülen, so dass pro Volumeneinheit weniger Moleküle als im festen Zustand vorhanden sind. Daher ist eine Flüssigkeit oder ein Festkörper fast immer dichter und kälter als der gasförmige Stoff. Auf der linken Seite der nächsten Abbildung ist das Modell eines Gases, im rechten das eines Festkörpers abgebildet.

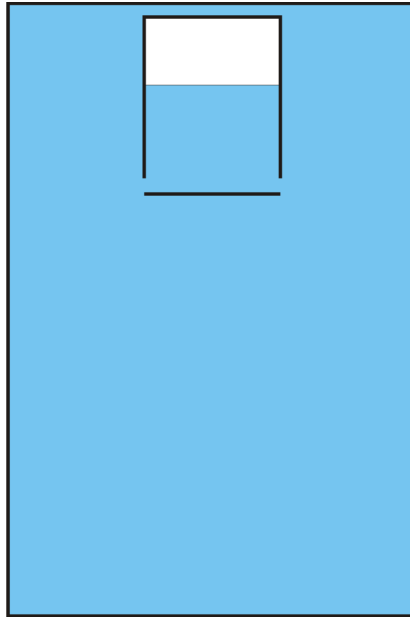


Da sich zwischen den Gasmolekülen viel mehr Freiräume befinden als zwischen den Molekülen einer Flüssigkeit, lässt sich ein Gasvolumen um einiges einfacher zusammendrücken (**komprimieren**) als ein gleich großes Flüssigkeitsvolumen.



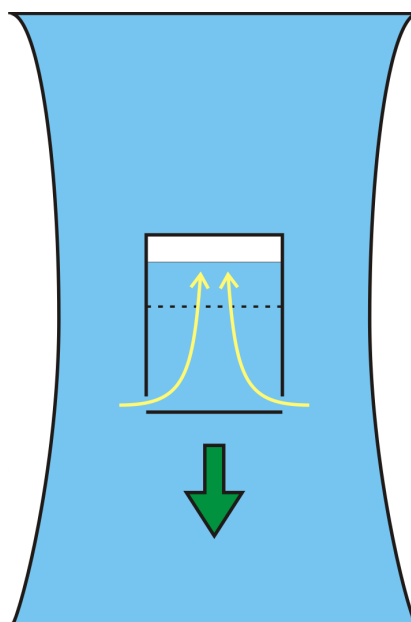
Eine Luftpumpe kann man mit dem Daumen verschließen und die Luft mit wenig Kraftaufwand zusammendrücken. Versucht man dagegen, eine mit Wasser gefüllte Plastikflasche zusammenzudrücken, gelingt dies nicht. Im Bild oben sieht man modellhaft Gasmoleküle in einem Kolben. Darunter derselbe Kolben nach dem Komprimieren – die Gasmoleküle haben nun weniger Platz.

Damit ein Körper im Wasser auftauchen kann muss seine Dichte geringer als die Dichte von Wasser sein. Der mit Luft gefüllte Cartesische Taucher erfährt im Wasser eine Auftriebskraft, da aufgrund der Luftblase seine Gesamtdichte geringer als die Wasserdichte von 1 Gramm pro Kubikzentimeter ist.



Im Bild ist der Taucher zu sehen, der sich in der geschlossenen und mit Wasser gefüllten Flasche befindet. Die Öffnungen an der Unterseite des Tauchers erlauben einen Austausch zwischen dem Wasser im Taucher und dem Wasser der Flasche. Die Luftblase ist so groß, dass die Dichte des Tauchers niedriger als die des umgebenden Wassers ist und er oben schwimmt.

Drückt man nun auf die Flasche, wird der Druck auf das Wasser in der Flasche erhöht. Da das Wasser sich aber nicht weiter komprimieren lässt, gibt es den Druck an die Luftblase im Taucher weiter. Die Luftblase hingegen lässt sich durch den Druck bereitwillig komprimieren und verkleinert sich. Indem sich die Blase verkleinert, kann mehr Wasser in den Taucher nachströmen. Die Dichte des Tauchers nimmt auf diese Weise zu, bis der Punkt erreicht ist, an dem die Gesamtdichte des Tauchers größer als die Wasserdichte ist. Jetzt beginnt er, herabzusinken.



Lässt man die Flasche wieder los, lastet weniger Druck auf der Blase und sie kann sich wieder ausdehnen. Die Dichte des Tauchers wird geringer und er taucht wieder auf.

U-Boote funktionieren nach demselben Prinzip. Die Ballasttanks an der Seite des Bootes werden geflutet, wenn das Schiff sinken soll. Um wieder aufzutauchen, wird das Wasser in den Tanks mit Pressluft „ausgeblasen“. Die Dichte wird geringer und das Boot taucht auf.

Links:

Schöne Cartesische Taucher aus Glas gibt es hier zu kaufen:

<http://www.flaschentaucher.de>

<http://www.ebay.de>

Aufbau eines Atom U-Boots:

<http://z.about.com/d/inventors/1/0/f/3/1/submarinebig.jpg>

Interaktives Applet eines Cartesischen Tauchers:

<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/f/f.htm>