

Pumpen und Heber



Physik

Mechanik

Mechanik der Flüssigkeiten & Gase



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f1febf2a680cb0003fd1cf9>



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau zur
Untersuchung der
Wirkweise von Pumpen

Pumpen werden zumeist dazu verwendet, die Leistung einer rotierenden Antriebsmaschine in Hubarbeit zu wandeln. Zu diesem Zweck wird mit Hilfe der verwendeten Pumpe ein Druck erzeugt.

Man spricht nur dann von einer Pumpe, wenn mit dieser inkompressible Fluide gefördert werden. Demnach ist die Bezeichnung "Luftpumpe" insofern nicht korrekt, da mit Hilfe dieser die kompressible Luft in ein begrenztes Volumen gepumpt und verdichtet wird (Kompressor).

Laut Hydrostatik ergibt sich der resultierende Druck einer Flüssigkeitssäule zu:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Damit eine Pumpe eine Flüssigkeit auf eine bestimmte Höhe fördern kann, muss dieser Druck erreicht bzw. überschritten werden.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits grundlegende Kenntnisse zu den Themen Druck und Volumen erlernt haben.

Prinzip



Das Prinzip der Pumpenwirkung beruht auf der Annahme, dass ausschließlich inkompressible Fluide mit Hilfe einer Pumpe gefördert werden können.

Anmerkung:

Die Einheit des Druckes ist Pa oder N/m^2 .

Gemäß dem SI-System gilt: $1 Pa = 1 N/m^2$.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen die Arbeitsweise einer einfachen Förderpumpe studieren und verstehen.

Aufgaben



Die Schüler sollen eine einfache Pumpe bauen und anhand dieser ihre Arbeitsweise untersuchen.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Gartenpumpe zur Förderung von Wasser aus einem Brunnen

Um Flüssigkeiten von einem Ort zu einem anderen zu fördern verwendet man im Allgemeinen Pumpen.

Pumpen arbeiten nach dem Prinzip der Erzeugung eines Druckes, welcher eine Flüssigkeit durch eine Leitung oder ein Rohr bewegt.

Ein klassisches Beispiel einer Pumpe, welches du evtl. auch schon einmal bedient hast ist die in der Abbildung dargestellte Gartenpumpe. Hierbei erzeugt man in einem Zylinder durch die axiale Verschiebung des Kolbens einen Unterdruck, welcher die Flüssigkeit (in diesem Fall Wasser) ansaugt und aus dem Boden an die Oberfläche befördert.

Aufgaben

PHYWE



In diesem Versuch wirst du dich mit der Funktionsweise einer einfachen Pumpe vertraut machen.

Zu diesem Zweck wirst du eine Pumpe aufbauen und deren Arbeitsweise studieren. Baue anschließend einen sogenannten Heber und ergründe seine Wirkungsweise.

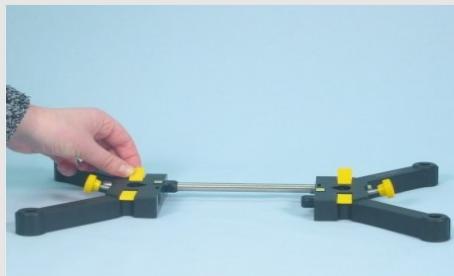
Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm, zweiseitig, verschraubar	02035-00	2
3	Stativstange, Edelstahl, $l = 250$ mm, $d = 10$ mm	02031-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Platte mit Skale	03962-00	1
6	Laborbecher, Kunststoff (PP), 100 ml	36011-01	1
7	Laborbecher, Kunststoff (PP), 250 ml	36013-01	1
8	Glasrohrhalter mit Maßbandklemme	05961-00	1
9	Spritze, 20 ml, LUER, 100 Stück	02591-10	1
10	Schlauch-Verbinder, T-f, $di = 8-9$ mm	47519-03	1
11	Gummistopfen 26/32, Bohrung 7 mm	39258-01	2
12	Gummistopfen 5/9, ohne Bohrung	39250-00	1
13	Glasglocke mit Rohr, SB 29	03917-00	2
14	Glasröhrchen, hakenförmig, 160 x 30, 10 Stück	36701-54	1
15	Glasröhrchen, $d = 8$ mm, $l = 80$ mm, 10 Stück	36701-65	1
16	Gummikugel, $d = 15$ mm	03921-00	2
17	Gummischlauch, Innen- $d = 3$ mm, lfd. m	39279-00	1
18	PVC-Schlauch, Innen- $d = 7$ mm, lfd. m	03985-00	1

Aufbau (1/6)

PHYWE

Verbinde die beiden Stativfußhälften mit der 250 mm langen Stativstange und stelle sie mit den Verschlusshebeln fest. Schraube die geteilten 600 mm Stativstangen zusammen. Stelle die beiden 600 mm langen Stativstangen in die Stativfußhälften und befestige sie mit den Verschlusschrauben.



Zusammenbau des Stativfußes



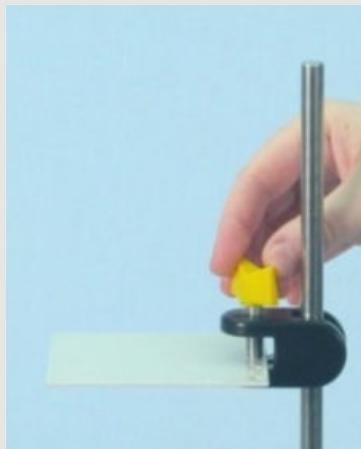
Verschrauben der Stativstangen



Lange Stativstangen in den Fuß stellen

Aufbau (2/6)

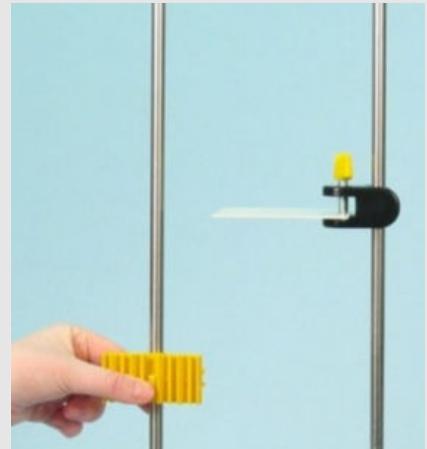
PHYWE



Skalen-Platte an Doppelmuffe befestigen

Befestige die Platte mit Skale mit Hilfe der Doppelmuffe an einer der beiden Stativstangen.

Befestige den Glasrohrhalter an der anderen Stativstange.



Glasrohrhalter befestigen

Aufbau (3/6)

PHYWE



Glasröhrrchen in den Stopfen stecken

Stecke das hakenförmige Glasröhrrchen in den Gummistopfen.

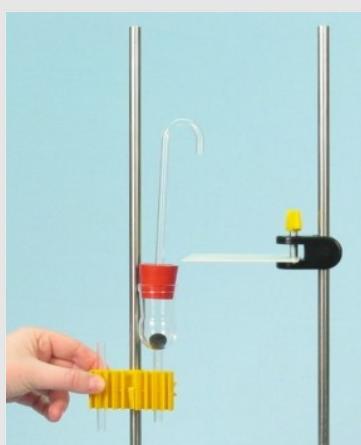
Lege eine Gummikugel in eine der Glasglocken und verschließe diese mit den Gummistopfen.



Verschließen der Glasglocke

Aufbau (4/6)

PHYWE



Glasglocke am Glasrohrhalter befestigen

Befestige die Glasglocke mit dem hakenförmigen Glasröhrrchen und ein weiteres Glasröhrrchen am Glasrohrhalter.

Stecke dann den T-förmigen Schlauchverbinde in das Loch des anderen Gummistopfens und bringe jeweils ein kurzes Stück Silikonschlauch an die beiden anderen Enden des Verbindungsstückes an.



Silikonschlauch an die Enden des T-Stückes stecken

Aufbau (5/6)

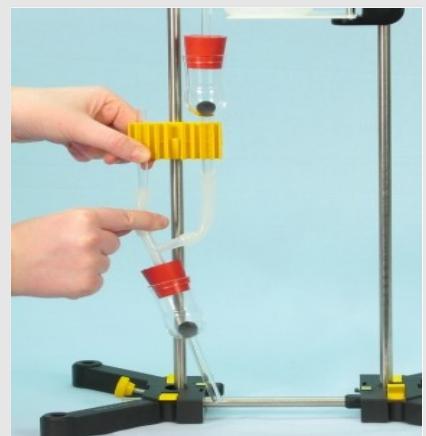
PHYWE



Glasglocke samt Gummikugel mit Hilfe des Stopfens verschließen

Lege eine Gummikugel in die andere Glasglocke und verschließe diese mit dem Gummistopfen mit Verbindungsstück.

Verbinde das T-förmige Verbindungsstück mit dem zusätzlichen Glasröhrchen und der anderen Glasglocke.



T-Stück mit der anderen Glasglocke verbinden

Aufbau (6/6)

PHYWE



Gummischlauch über die Spritze ziehen

Schiebe auf die Öffnung der Spritze ein Stück Gummischlauch (etwa 8 mm lang).

Stecke diesen in das 80 mm lange zusätzliche Glasröhrchen.

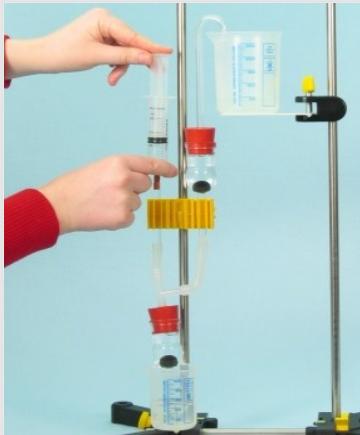
Stelle den Plastikmessbecher als Sammelgefäß auf die Platte.



Gummischlauch in das Glasrohr stecken

Durchführung (1/3)

PHYWE



Auf- und Abbewegen des Kolbens

- Tauche den unteren Teil der Pumpe, also die Spitze der Glasglocke, in das gefüllte Becherglas (100 ml).
- Bewege den Kolben der Spritze auf und ab, bis Wasser aus der Öffnung des gebogenen Glasröhrechens ausfließt.
- Beobachte das Verhalten der beiden Gummikugeln beim Pumpen.



Versuchsaufbau

Durchführung (2/3)

PHYWE



Befüllen des Becherglases

- Fülle das 600 ml Becherglas mit 400 ml Wasser. Wickle einen 60 cm langen Silikonschlauch spiralförmig in das große Becherglas mit Wasser und achte darauf, dass sich der Schlauch vollständig mit Wasser füllt!
- Drücke den Gummistopfen auf das obere Ende des Schlauches.



Gummistopfen in den Schlauch drücken

Durchführung (3/3)

PHYWE



Schlauch in das andere Becherglas ziehen

- Ziehe das Ende des Schlauches nun in das andere Becherglas und hebe den restlichen Schlauch soweit aus dem großen Becherglas, dass der Schlauch in einem großen Bogen von dem einen zum anderen Becherglas läuft.
- Entferne den Stopfen und beobachte den Vorgang.



Entfernen des Stopfens

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE



Versuch 1: Pumpen: Ziehe die Wörter an die richtige Stelle!

Wenn am Kolben der Gasspritze gezogen wird, schließt die Kugel das jeweilige Ventil.

Wenn am Kolben der Gasspritze gedrückt wird, schließt die Kugel das jeweilige Ventil.

obere untere

Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE



Beschreibe, weshalb die eine Kugel das Ventil beim Drücken schließen und die andere Kugel das Ventil öffnen muss.

- Dies geschieht aufgrund des erzeugten Druckes innerhalb des T-förmigen Verbindungsstückes, welches sich zwischen den beiden Glasmänteln befindet.
- Hierfür lässt sich kein Zusammenhang ableiten.

Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE



Muss das Öffnen des einen und das Schließen des anderen Ventil gleichzeitig geschehen? Wenn ja, weshalb wohl?

- Nein, es muss nicht zeitgleich geschehen, denn der benötigte Druck wird auch so erzeugt, wenn die Schlauche lang genug sind.
- Ja, es muss gleichzeitig geschehen, denn sonst könnte der benötigte Druck nicht erzeugt werden und die Pumpe wäre sehr ineffizient.

Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE



Versuchsteil Heber:
Was kannst du beobachten?

- Es passiert nichts.
- Das Wasser fließt ständig vom einen in den anderen Behälter.
- Das Wasser steht im Schlauch.
- Das Wasser fließt in den anderen Behälter.

Überprüfen

Aufgabe 5

PHYWE



Wann kommt der Vorgang zum Stillstand?

- Sobald die Hälfte des Wassers umgefüllt wurde.
- Sobald das Wasser das im Schlauch befindliche Wasser hinausgelaufen ist.
- Sobald das anfangs volle Gefäß fast leer ist.

Überprüfen

Aufgabe 6

PHYWE

Wie hoch kann man Wasser mit einer Saug- und Druckpumpe heben? Berechne die Wassersäule h_w aus der Beziehung $p_0 = \rho_w \cdot h_w \cdot g$ mit $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ und $p_0 = 1013 \text{ hPa}$:

$h_w = 10,33 \text{ m}$

$h_w = 14,66 \text{ m}$

$h_w = 16,88 \text{ m}$

$h_w = 8,11 \text{ m}$

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 20: Versuchsteil Pumpen: Beobachtung	0/2
Folie 21: Versuchsteil Pumpen: Pumpenwirkung	0/1
Folie 22: Versuchsteil Pumpen: Voraussetzung	0/1
Folie 23: Versuchsteil Heber: Beobachtung	0/1
Folie 24: Versuchsteil Heber: Ende des Vorgangs	0/1
Folie 25: Maximale Pumphöhe	0/1

Gesamtsumme

 0/7 Lösungen Wiederholen

15/15