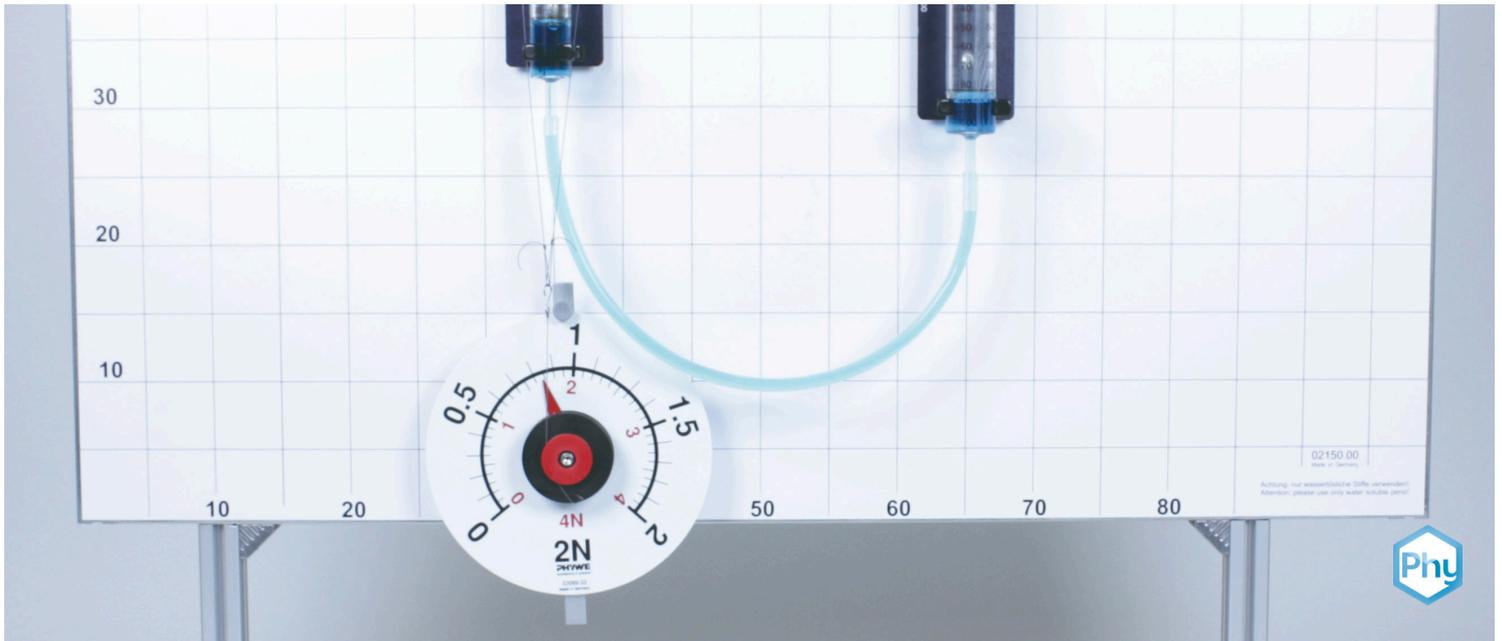


Hydraulische Presse



P1297000

Physik

Mechanik

Mechanik der Flüssigkeiten & Gase



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:


<http://localhost:1337/c/641d929dd017e9000263705e>

PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE

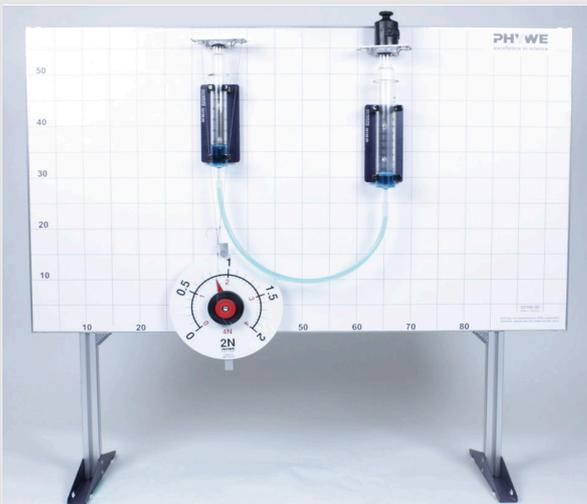


Abb. 1: Versuchsaufbau

Eine hydraulische Presse ist eine kraftgebundene Pressmaschine, die nach dem hydrostatischen Prinzip arbeitet. Hydraulische Anlagen sind kraftumformende Einrichtungen, bei denen die gleichmäßige und allseitige Ausbreitung des Druckes in Flüssigkeiten genutzt wird. Dabei werden durch Kolbendruck Kräfte übertragen, sowie deren Betrag oder deren Richtung geändert.

Eine hydraulische Presse wird auch als Karosserieteil für PKWs genutzt, z.B. beim Pumpkolben. Mit dem Pumpkolben wird in der Flüssigkeit ein Druck hervorgerufen, der auch auf den Arbeitskolben (Presskolben) wirkt. Da die Fläche des Presskolbens wesentlich größer ist als die Fläche des Pumpkolbens, ist nach dem Gesetz für hydraulische Anlagen auch die Kraft am Presskolben wesentlich größer als die am Pumpkolben.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler benötigen Vorkenntnisse über hydraulische Pressen. Es ist auch wichtig, das "Pascalsche Prinzip" zu kennen.

Prinzip



An einem Modell einer hydraulischen Presse soll die prinzipielle Wirkungsweise hydraulischer Anlagen erarbeitet werden.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen bei diesem Experiment exemplarisch die Grundlagen der hydraulischen Presse verstehen.

Aufgaben



Die Aufgabe dieses Versuchs besteht darin, die prinzipielle Wirkungsweise hydraulischer Anlagen zu verstehen. Die Schüler sollen die Beziehungen zwischen A , F und p entdecken.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

Theorie

PHYWE

Eine hydraulische Presse basiert auf dem Pascalschen Prinzip: Druck, der auf ein eingeschlossenes Fluid ausgeübt wird, verteilt sich unverändert auf jeden Teil des Fluids weiter.

Nach dem Pascal'schen Prinzip ist der Druck in einer Flüssigkeit konstant. Dabei erzeugt eine Kraft F_1 , welche auf die Fläche A_1 des kleinen Kolbens wirkt, eine Veränderung im hydrostatischen Druck, welcher auf die Fläche A_2 des großen Kolbens übertragen wird. Es resultiert dadurch eine Kraft F_2 auf den großen Kolben. Da nach dem Pascal'schen Gesetz der Druck gleichmäßig im gesamten Fluid verteilt wird, gilt

$$p_{\text{klein}} = p_{\text{groß}} \text{ oder } F_1/A_1 = F_2/A_2$$

Anhand der Gleichung ist die Fläche A_2 des großen Kolbens viel größer als die Fläche A_1 des kleinen Kolbens, und die auf den großen Kolben wirkende Kraft F_2 ist ebenfalls viel größer als F_1 . Dadurch kann eine kleine Kraft zu einer großen Kraft verstärkt werden.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Torsionskraftmesser, 2 N/4 N	03069-03	1
3	Schlitzgewicht, silberbronziert, 50 g	02206-03	2
4	Schlitzgewicht, silberbronziert, 50 g	02206-03	2
5	Angelschnur, auf Röllchen, d = 0,5 mm, 100 m	02090-00	1
6	Halter für Gasspritzen auf Haftmagnet	02156-00	2
7	Gasspritze, 100 ml, für Glasmantelsystem	02614-00	2
8	Kolbenplatte für Gasspritzen	02618-00	2
9	Silikonschlauch, Innen-d = 7 mm, lfd. m	39296-00	1
10	Prüfgewicht, 500 g zur Kontrolle und Justierung von Waagen & Messgeräten	44096-50	1
11	Prüfgewicht, 200 g zur Kontrolle und Justierung von Waagen & Messgeräten	44096-20	1
12	Labor-Marker, abwaschbar, schwarz	46402-01	1
13	Schraubzwinde	02014-01	2

PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau (1/2)

PHYWE

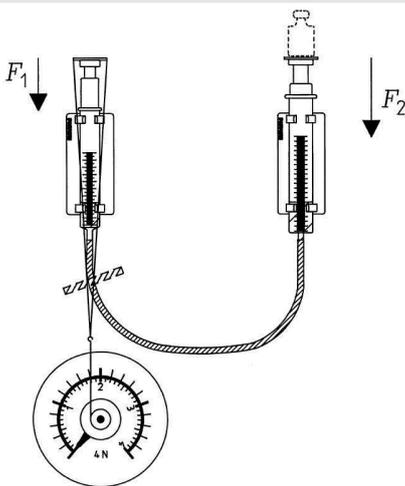


Abb. 2

- Ermittle die Gewichtskräfte F_{K1} und F_{K2} vor dem Unterricht mit dem Kraftmesser für die Kolben mit Kolbenplatten.
- Setze das Modell einer hydraulischen Presse auf der Demo-Tafel zusammen und platziere es dabei so, dass sich die Kolbenplatten in Höhe des oberen Tafelrandes befinden (Abb. 2).
- Setze den Torsionskraftmesser am unteren Tafelrand unterhalb der 50-ml-Gasspritze auf.

Aufbau (2/2)

PHYWE

- Lege eine Angelschnur von 50 - 60 cm Länge über die Kolbenplatte der 50-ml-Gasspritze und führe sie so, dass die aus der Schnur gebildete Schlaufe nach Einhängen des Kraftmessers keine weiteren Teile der Anordnung berührt.
- Drücke ggf. den Schlauch mit einem Klebestreifen an die Tafel (Abb. 2).
- Stelle den Kraftmesser auf Null.
- Stelle F_1 und F_2 mit Folienstift an der Demo-Tafel symbolisch dar.

Durchführung (1/2)

PHYWE

1. Notiere die Kräfte F_{K1} und F_{K2} und mache dir bewusst, dass das System im Gleichgewicht ist und dass zunächst $F_1 = F_{K1}$ und $F_2 = F_{K2}$ ist.
2. Trage die Werte für die druckerzeugenden Kräfte F_1 und F_2 in Tabelle 1 ein.
3. Belaste den Arbeitskolben (Kolben der 100-ml-Spritze) mit $m_B = 100g (= F_B)$ und lese am Kraftmesser die Zugkraft F_z ab, die zusammen mit F_{K1} für das Gleichgewicht des Systems erforderlich ist.
4. Trage m_B und der Messwert für F_z in Tabelle 1 ein. (Hinweise: Falls die Reibung zwischen dem Kolben und den Zylinderwänden relativ groß ist, empfiehlt sich folgende Verfahrensweise: Man drückt per Hand zunächst auf einen der Kolben und misst die Kraft F_z , die sich nach dem loslassen einstellt. Mit dem zweiten Kolben verfährt man danach in gleicher Weise, bildet den Mittelwert für F_z und notiert diesen. Wegen der relativ großen Toleranz für die Werte von F_z ist es sinnvoll, die Zahlenwerte auf zwei Ziffern zu runden. Dann müssen auch die Zahlenwerte für F_B , F_{K1} und F_{K2} entsprechend gerundet werden (vgl. Ergebnis).)

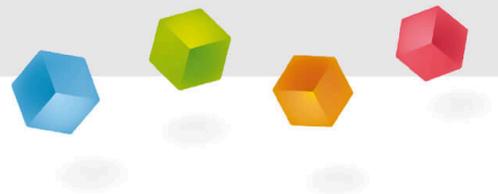
Durchführung (2/2)

PHYWE

5. Variiere die Kraft F_B durch Belasten des Arbeitskolbens mit Wägestücken unterschiedlicher Masse m_B und damit F_2 .
6. Messe und notiere die jeweils erforderliche Kraft F_z .

PHYWE

Auswertung



Beobachtung

m_B/g	F_Z/N	F_B/N	F_2/N	F_1/N	F_1/F_2
0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,67
100	10,6	1,0	2,5	1,6	0,64
200	1,2	1,9	3,4	2,2	0,65
300	1,9	2,9	4,4	2,9	0,66
400	2,5	3,9	5,4	3,5	0,65
500	3,2	4,9	6,4	4,2	0,66
600	3,8	5,9	7,4	4,8	0,65

Tab. 1

Presskolben:

$$A_1 = 4,91\text{cm}^2 \approx 4,9\text{cm}^2$$

$$F_{K1} = 1,03\text{N} \approx 1,0\text{N}$$

Arbeitskolben:

$$A_2 = 7,54\text{cm}^2 \approx 7,5\text{cm}^2$$

$$F_{K2} = 1,46\text{N} \approx 1,5\text{N}$$

Auswertung (1/2)

Zunächst werden die Werte für die Kraft $F_B = m_B g$ berechnet und in die Spalte 3 der Tabelle 1 eingetragen. Anschließend werden die Kräfte $F_2 = F_{K2} + F_B$ sowie $F_1 = F_{K1} + F_Z$ berechnet und in den Spalten 4 und 5 notiert.

Die graphische Darstellung von F_1 als Funktion von F_2 ergibt eine Gerade durch den Koordinatenursprung (Abb. 2). Das bedeutet: $F_1 \sim F_2$ oder $F_1/F_2 = \text{konstant}$

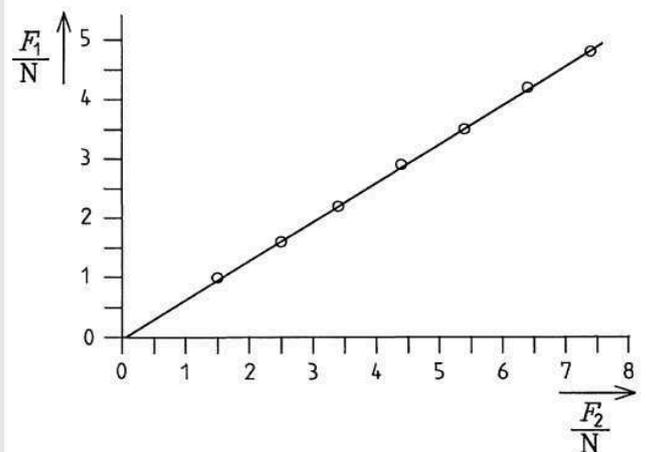


Abb. 3

Auswertung (2/2)

PHYWE

Diese Erkenntnis bestätigt sich im Rahmen der Messgenauigkeit nach der Berechnung der Quotienten F_1 / F_2 (vgl. Tabelle 1, Spalte 6), deren Mittelwert etwa 0,65 beträgt. Diesen Wert hat der Quotient A_1 / A_2 , denn $A_1 / A_2 = 4,9 \text{ cm}^2 / 7,5 \text{ cm}^2 = 0,65$

Bei der hydraulischen Presse verhalten sich somit die Kräfte wie die Querschnittsflächen, auf die sie wirken:
 $F_1 / F_2 = A_1 / A_2$

Daraus folgt: $F_1 / A_1 = F_2 / A_2$ oder $p_1 = p_2$

Der durch F_1 hervorgerufene Druck wirkt in der inkompressiblen Flüssigkeit überall gleich stark und somit auch auf die Fläche A_2 .

Anmerkungen (1/2)

PHYWE

Aus Zeitgründen sollte das Modell der hydraulischen Presse vor dem Unterricht zusammengestellt werden. Um Luftblasen in den Zylindern oder im Verbindungsschlauch möglichst zu vermeiden, empfiehlt es sich, wie folgt vorzugehen: Kolben der 50-ml-Gasspritze bis zum Boden des Zylinders eindrücken - Stutzen der Spritze in Wasser halten und Zylinder 2 bis 3 cm hoch durch Herausziehen des Kolbens füllen - Spritze umdrehen, Kolben bis zum Anschlag in den Zylinder schieben, Halter auf die Demo-Tafel setzen und Spritze einklemmen; Siliconschlauch von etwa 50 cm Länge auf den Stutzen der 100-ml-Spritze schieben - mit dem Kolben Wasser ansaugen, bis der Schlauch und zwei Drittel des Zylinders gefüllt sind - Spritze umdrehen, Schlauch nach oben halten und Kolben so weit eindrücken, bis die Luftblasen entwichen sind und der Schlauch so gefüllt ist, daß Wasser auszulaufen beginnt - freies Schlauchende auf den Stutzen der 50-ml-Spritze schieben und 100-ml-Spritze mit dem zweiten Halter auf die Tafel setzen.

Anmerkungen (2/2)

PHYWE

Bei diesem Versuch muss man relativ große Messfehler in Kauf nehmen, weil die Reibungskräfte relativ groß sein können. Fehler treten ferner durch die Toleranz der am Kraftmesser abgelesenen Messwerte auf. Die hydraulische Presse wie auch andere hydraulische Anlagen (Hebebühnen, Autobremsten usw.) beruhen auf dem Wirkprinzip, daß man mit einer geringen Kraft F_1 auf einen Presskolben mit geringer Querschnittsfläche A_1 einen Druck erzeugen kann, der auf einen Arbeitskolben eine sehr große Druckkraft F_2 ausübt, falls dessen Querschnittsfläche A_2 hinreichend groß gewählt wird.