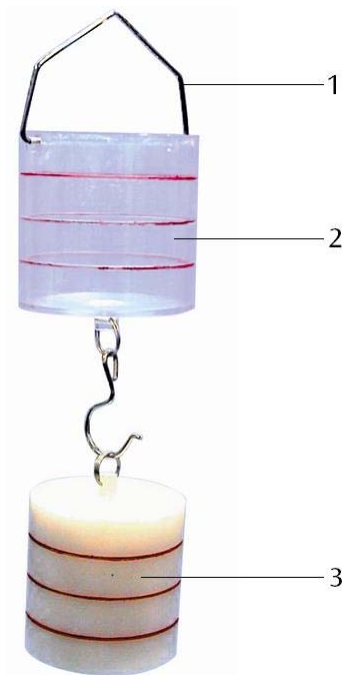


## Gerät zum Archimedischen Prinzip U40875

### Bedienungsanleitung

04/08 ALF



- 1 Bügel
- 2 Hohlzylinder
- 3 Vollzylinder

### 1. Beschreibung

Das Gerät zum Archimedischen Prinzip dient zum Nachweis des Archimedischen Prinzips des Auftriebs in Flüssigkeiten. Des Weiteren ermöglicht es die Bestimmung der Dichte einer unbekanntem Flüssigkeit.

Das Gerät besteht aus einem Hohlzylinder mit Bügel und Haken sowie exakt eingepasstem Vollzylinder mit Öse. Beide Zylinder sind mit Markierungen versehen, wobei eine Markierung einem Viertel des Gesamtvolumens entspricht.

### 2. Allgemeine Grundlagen

Das Archimedische Prinzip lautet:

Die Auftriebskraft  $F_A$  eines Körpers in einem Medium ist genau so groß wie die Gewichtskraft  $F_G$  des vom Körper verdrängten Mediums;  $F_A = F_G$ .

Das Archimedische Prinzip gilt in Flüssigkeiten und Gasen.

Da das Volumen  $V_F$  der durch einen Körper verdrängten Flüssigkeit gleich dem Volumen des Körpers  $V_K$  ist, gilt für die Masse  $m_F$  der Flüssigkeit mit der Dichte  $\rho$

$$m_F = \rho V_K \quad (1)$$

Das Gewicht  $F_G$  der verdrängten Flüssigkeit entspricht dem Produkt aus deren Masse  $m_F$  und der Fallbeschleunigung  $g$ .

$$F_G = g m_F \quad (2)$$

Für die Auftriebskraft  $F_A$  gilt deshalb

$$F_A = \rho g V_K \quad (3)$$

Die Dichte  $\rho$  einer unbekanntem Flüssigkeit ergibt sich dann aus

$$\rho = \frac{F_A}{V} \quad (4)$$

### 3. Technische Daten

Volumen Vollzylinder:	ca. 100 cm <sup>3</sup>
Masse Vollzylinder:	ca. 120 g
Volumen Hohlzylinder:	ca. 100 ml
Abmessungen:	ca. 55x55x55 mm <sup>3</sup>
Masse:	ca. 150 g

### 4. Bedienung

#### 4.1 Bestätigung des Archimedischen Prinzips

Zusätzlich benötigte Geräte:

1 Kraftmesser 250 g / 2,5 N	U40810
1 Überlaufgefäß	U8411310
1 Becherglas	aus U14210
1 Stativfuß	U8611160
1 Stativstange, 750 mm	U15003
1 Muffe mit Haken	U13252

##### 4.1.1 Experiment 1

- Stativ aufbauen und Kraftmesser an den Haken hängen.
- Vollzylinder in den Hohlzylinder stecken, um zu demonstrieren, dass sein Volumen gleich dem Volumen des Hohlraums im Hohlzylinder ist.
- Vollzylinder an den Hohlzylinder und beide an den Kraftmesser hängen.
- Gewicht ablesen und notieren.
- Becherglas mit Wasser füllen und unter die Zylinder stellen.
- Kraftmesser soweit absenken, dass der Vollzylinder bis zur ersten Markierung ins Wasser eintaucht.
- Neuen Wert am Kraftmesser ablesen.
- Hohlzylinder bis zur ersten Markierung mit Wasser befüllen.

Der Kraftmesser geht auf den ursprünglichen Wert zurück.

- In weiteren Schritten Vollzylinder bis zur zweiten Markierung, dann bis zur dritten und schließlich komplett eintauchen. Bei jedem Schritt die entsprechende Menge Wasser in den Hohlzylinder gießen.

Damit ist das Archimedische Prinzip bestätigt.

##### 4.1.2 Experiment 2

- Stativ aufbauen und Kraftmesser an den Haken hängen.
- Vollzylinder an den Hohlzylinder und beide an den Kraftmesser hängen.
- Gewicht ablesen und notieren.

- Überlaufgefäß darunter stellen und so weit mit Wasser befüllen, dass gerade kein Wasser mehr überläuft.
- Becherglas neben das Überlaufgefäß platzieren, so dass das überlaufende Wasser aufgefangen werden kann.
- Kraftmesser soweit absenken, dass der Vollzylinder vollständig im Wasser eingetaucht ist. Dabei das überlaufende Wasser im Becherglas auffangen.
- Neuen Wert am Kraftmesser ablesen.

Die Differenz zwischen beiden Ablesungen entspricht der Auftriebskraft  $F_A$  auf den Vollzylinder.

- Das aufgefangene Wasser aus dem Becherglas in den Hohlzylinder gießen. Dabei sicherstellen, dass kein Wasser im Becherglas verbleibt.

Der Kraftmesser zeigt wieder den ursprünglichen Wert an. Das Archimedische Prinzip ist damit bestätigt.

#### 4.2 Bestimmung der Dichte einer unbekanntes Flüssigkeit

Zusätzlich benötigte Geräte:

1 Lineal

- Mit dem Lineal Durchmesser  $d$  und Höhe  $h$  des Vollzylinders messen und sein Volumen  $V$  berechnen ( $V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$ ).
- Auftriebskraft  $F_A$  bestimmen (siehe Punkt 4.1.2) mit der unbekanntes Flüssigkeit an Stelle des Wassers.
- Dichte  $\rho$  der unbekanntes Flüssigkeit mittels Formel 4 errechnen.

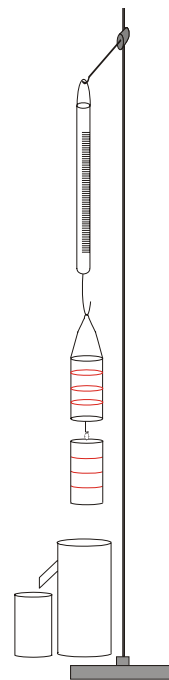
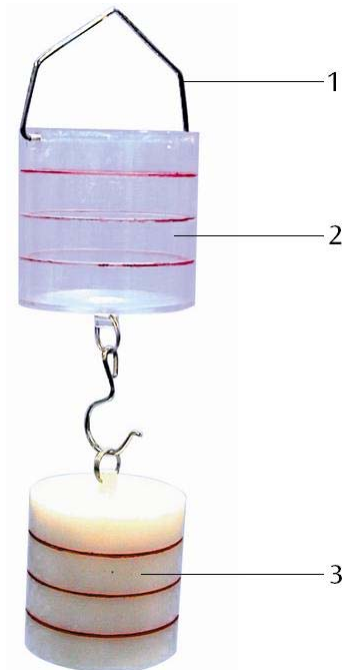


Fig. 1 Experimentieraufbau

## Device for Archimedes' Principle U40875

### Operating instructions

04/08 ALF



- 1 Handle
- 2 Bucket
- 3 Cylinder

### 1. Description

The device for Archimedes' Principle is used to demonstrate Archimedes' Principle of buoyancy in liquids. It can also be used to determine the density of an unknown fluid.

It consists of a bucket with a handle and a hook, as well as a precisely fitted solid cylinder with a ring. There are division marks on both the cylinder and the bucket which allow the user to perform experiments with different volumes. Each division mark represents one quarter of the total volume.

### 2. Basic principles

According to Archimedes' Principle, if an object is immersed in a fluid, the force  $F_B$  exerted on the object by the fluid is equal to the weight of the fluid  $F_w$  displaced by the object,  $F_B = F_w$ .

Archimedes' Principle is valid in fluids as well as in gases.

Since the volume of fluid  $V_F$  displaced by the object is just equal to the volume of the object  $V_k$  the mass of fluid  $m_F$  displaced is the volume of the object  $V_k$  multiplied by the density of the fluid  $\rho$ .

$$m_F = \rho V_k \quad (1)$$

The weight of the displaced fluid  $F_w$  is this mass  $m_F$  multiplied by the acceleration due to gravity  $g$ .

$$F_w = g \cdot m_F \quad (2)$$

Therefore the buoyant force  $F_B$  is given by the following formula

$$F_B = \rho g V_k \quad (3)$$

The density  $\rho$  of an unknown fluid can therefore be calculated by the formula:

$$\rho = \frac{F_B}{V} \quad (4)$$

### 3. Technical data

Volume of cylinder:	approx. 100 cm <sup>3</sup>
Mass of cylinder:	approx. 120 g
Volume of bucket:	approx. 100 ml
Dimensions:	approx. 55x55x 55 mm <sup>3</sup>
Net weight:	approx. 150 g

### 4. Operation

#### 4.1 Verification of Archimedes' Principle

Additionally required:

1 Dynamometer 250 g / 2,5 N	U40810
1 Vessel with overflow	U8411310
1 Beaker	from U14210
1 Stand base	U8611160
1 Steel rod, 750 mm	U15003
1 Clamp with hook	U13252

##### 4.1.1 Experiment 1

- Set up the stand and suspend the dynamometer from the hook.
- Insert the cylinder in the bucket to verify that the volume of the cylinder is equal to the volume of the cylindrical cavity of the bucket.
- Attach the cylinder to the bucket and suspend both from the dynamometer.
- Read and write down the weight.
- Fill the beaker with water and place it under the cylinder.
- Lower the dynamometer until the cylinder is immersed in the water up to the first division mark.
- Read the new value for the weight.
- Fill the bucket with water to the first division mark.

The dynamometer shows the initial value.

- In further steps lower the cylinder up to the second division mark, then third and finally until it is completely immersed in the water. With each step pour the corresponding amount of water into the bucket

Thus Archimedes' Principle is confirmed.

##### 4.1.2 Experiment 2

- Set up the stand and suspend the dynamometer from the hook.
- Attach the cylinder to the bucket and suspend both from the dynamometer.
- Read and write down the weight.
- Fill the vessel with overflow to such an extent with water that it just stops to overflow.

- Place the beaker next to the vessel with overflow so that the overflowing water can be collected.
- Lower the dynamometer until the cylinder is completely immersed in the water. Collect the overflowing water in the beaker.

- Read the new value on the dynamometer.

The difference between the two readings is the buoyant force  $F_b$  on the cylinder.

- Carefully pour the water from the beaker into the bucket. Make sure no water is left in the beaker.

The dynamometer displays the initial value. Thus Archimedes' Principle is confirmed.

#### 4.2 Determination of the density of an unknown fluid

Additionally required:

- 1 Ruler

- Use the ruler to measure the diameter  $d$  and height  $h$  of the cylinder and calculate its volume ( $V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$ ).
- Determine the buoyant force  $F_A$  (ref. to point 4.1.2) with the unknown fluid in place of water.
- Use formula 4 to determine the density of the unknown fluid.

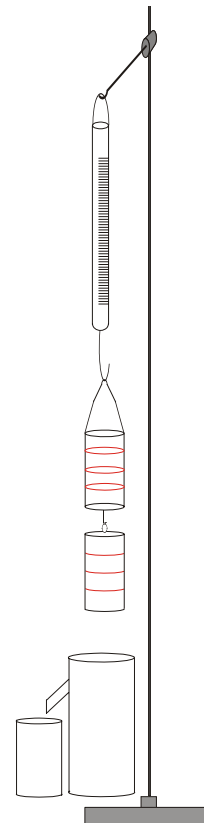
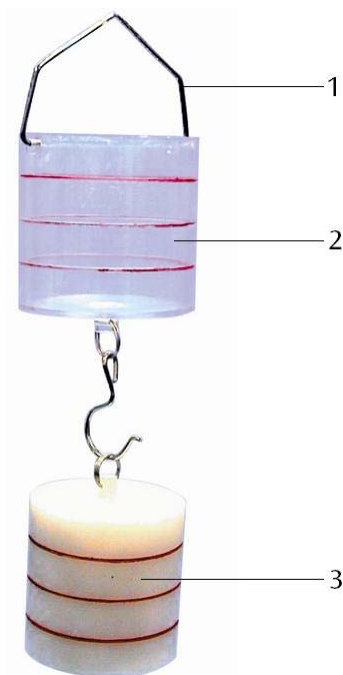


Fig. 1 Experimental set-up

## Principe d'Archimède U40875

### Instructions d'utilisation

04/08 ALF



- 1 Arceau
- 2 Cylindre creux
- 3 Cylindre plein

### 1. Description

L'appareil permet de démontrer le principe de la poussée d'Archimède dans les liquides. De plus, il permet de déterminer la densité d'un liquide inconnu.

L'appareil est constitué d'un cylindre creux avec arceau et crochet, ainsi qu'un cylindre plein à anneau parfaitement adapté au cylindre creux. Les deux cylindres portent des repères, un trait représentant un quart du volume total.

### 2. Notions de base générales

Que dit le principe d'Archimède ?

La force verticale  $F_A$  d'un corps dans un fluide correspond à la force  $F_G$  du poids de fluide déplacé par le corps ;  $F_A = F_G$ .

Le principe d'Archimède s'applique aux liquides et aux gaz.

Comme le volume  $V_f$  du liquide déplacé par un corps est égal à celui du corps  $V_k$ , l'équation suivante s'applique à la masse  $m_f$  du liquide de densité  $\rho$  :

$$m_f = \rho V_k \quad (1)$$

Le poids  $F_G$  du liquide déplacé correspond au produit de sa masse  $m_f$  et de l'accélération de la pesanteur  $g$ .

$$F_G = g m_f \quad (2)$$

Ainsi, pour la force verticale  $F_A$  :

$$F_A = \rho g V_k \quad (3)$$

La densité  $\rho$  d'un liquide inconnu résulte alors de l'équation suivante :

$$\rho = \frac{F_A}{V} \quad (4)$$

### 3. Caractéristiques techniques

Volume du cylindre plein :	env. 100 cm <sup>3</sup>
Masse du cylindre plein :	env. 120 g
Volume du cylindre creux :	env. 100 ml
Dimensions :	env. 55 x 55 x 55 mm <sup>3</sup>
Masse :	env. 150 g

### 4. Manipulation

#### 4.1 Confirmation du principe d'Archimède

Matériel supplémentaire requis :

1 dynamomètre 250 g / 2,5 N	U40810
1 vase de trop-plein	U8411310
1 coupe en verre	de U14210
1 tige statif	U8611160
1 tige statif, 750 mm	U15003
1 noix de serrage avec crochet	U13252

##### 4.1.1 Expérience 1

- Montez la tige statif et suspendez le dynamomètre au crochet.
- Insérez le cylindre plein dans le cylindre creux pour démontrer que son volume est le même que celui de l'espace dans le cylindre creux.
- Suspendez le cylindre plein au cylindre creux, puis les deux au dynamomètre.
- Lisez et notez le poids.
- Remplissez la coupe avec de l'eau et placez-la sous les cylindres.
- Abaissez le dynamomètre de manière à ce que le cylindre plein plonge dans l'eau jusqu'au premier repère.
- Lisez la nouvelle valeur sur le dynamomètre.
- Remplissez le cylindre creux avec de l'eau jusqu'au premier repère.

Le dynamomètre reprend sa valeur d'origine.

- Au cours des étapes suivantes, plongez le cylindre plein jusqu'au deuxième repère, puis jusqu'au troisième et, enfin, complètement. À chaque étape, versez la quantité d'eau correspondante dans le cylindre creux.

Le principe d'Archimède est confirmé.

##### 4.1.2 Expérience 2

- Montez la tige statif et suspendez le dynamomètre au crochet.
- Suspendez le cylindre plein au cylindre creux, puis les deux au dynamomètre.
- Lisez et notez le poids.

- Placez le vase de trop-plein par-dessous et remplissez-le d'eau, jusqu'à ce que l'eau ne déborde plus.
- Placez la coupe à côté du vase de trop-plein, de sorte que l'eau en trop puisse être récupérée.
- Abaissez le dynamomètre de manière à ce que le cylindre plein plonge entièrement dans l'eau. Récupérez dans la coupe l'eau qui déborde.

- Lisez la nouvelle valeur sur le dynamomètre.

La différence entre les deux valeurs correspond à la poussée verticale  $F_A$  exercée sur le cylindre plein.

- Versez dans le cylindre creux l'eau qui a été récupérée dans la coupe. Veillez à ne pas laisser d'eau dans la coupe.

Le dynamomètre reprend sa valeur d'origine. Le principe d'Archimède est confirmé.

#### 4.2 Déterminer la densité d'un liquide inconnu

Matériel supplémentaire requis :

1 règle

- Avec la règle, mesurez le diamètre  $d$  et la hauteur  $h$  du cylindre plein et calculez son volume  $V$  ( $V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$ ).
- Déterminez la poussée verticale  $F_A$  (voir au point 4.1.2) en remplaçant l'eau par le liquide inconnu.
- Avec la formule 4, calculez la densité  $\rho$  du liquide inconnu.

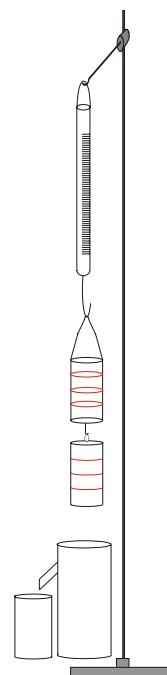
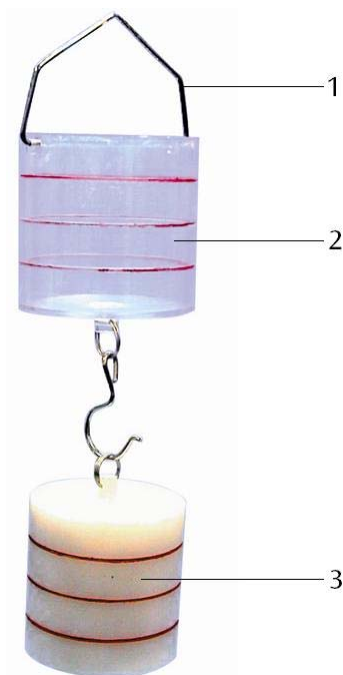


Fig. 1 Montage de l'expérience

## Apparecchio per il principio di Archimede U40875

### Istruzioni per l'uso

04/08 ALF



- 1 Staffa
- 2 Cilindro cavo
- 3 Cilindro pieno

### 1. Descrizione

L'apparecchio serve per dimostrare il principio di Archimede della spinta idrostatica e consente anche di determinare la densità di un liquido sconosciuto.

L'apparecchio è costituito da un cilindro cavo con staffa e gancio e da un cilindro pieno perfettamente calibrato con occhiello. Entrambe i cilindri sono provvisti di contrassegni, ognuno dei quali corrisponde ad un quarto del volume totale.

### 2. Basi generali

Il principio di Archimede dice:

La spinta idrostatica  $F_A$  di un corpo in un liquido è pari alla forza peso  $F_G$  del liquido spostato dal corpo;  $F_A = F_G$ .

Il principio di Archimede vale per i liquidi ed anche per i gas.

Essendo il volume  $V_F$  del liquido spostato da un corpo uguale al volume del corpo  $V_K$ , la massa  $m_F$  del liquido con densità  $\rho$  sarà

$$m_F = \rho V_K \quad (1)$$

Il peso  $F_G$  del liquido spostato corrisponde al prodotto della sua massa  $m_F$  per l'accelerazione di gravità  $g$ .

$$F_G = g m_F \quad (2)$$

Per la spinta idrostatica  $F_A$  vale quindi

$$F_A = \rho g V_K \quad (3)$$

La densità  $\rho$  di un liquido sconosciuto è data da

$$\rho = \frac{F_A}{g V} \quad (4)$$

### 3. Dati tecnici

Volume cilindro pieno:	ca. 100 cm <sup>3</sup>
Massa cilindro pieno:	ca. 120 g
Volume cilindro cavo:	ca. 100 ml
Dimensioni:	ca. 55x55x55 mm <sup>3</sup>
Peso:	ca. 150 g

### 4. Utilizzo

#### 4.1 Conferma del principio di Archimede

Apparecchi ulteriormente necessari:

1 Dinamometro 250 g / 2,5 N	U40810
1 Recipiente di troppo pieno	U8411310
1 Bicchiere di vetro	U14210
1 Base di supporto	U8611160
1 Asta di supporto, 750 mm	U15003
1 Manicotto con gancio	U13252

##### 4.1.1 Esperimento 1

- Montare lo stativo e appendere il dinamometro al gancio.
- Infilare il cilindro pieno nel cilindro cavo, per dimostrare che il suo volume è pari al volume del vuoto nel cilindro cavo.
- Agganciare il cilindro pieno al cilindro cavo ed appendere entrambi al dinamometro.
- Leggere ed annotare il peso.
- Riempire il bicchiere di vetro con acqua e riporlo sotto il cilindro.
- Abbassare il dinamometro fino ad immergere nell'acqua il cilindro pieno in corrispondenza del primo contrassegno.
- Leggere il nuovo valore sul dinamometro.
- Riempire il cilindro cavo con acqua fino al primo contrassegno.

Il dinamometro torna al valore originale.

- Nella seconda fase immergere il cilindro pieno fino al secondo contrassegno, poi fino al terzo ed infine completamente. In ogni fase versare nel cilindro cavo la quantità d'acqua corrispondente.

In questo modo il principio di Archimede è confermato.

##### 4.1.1 Esperimento 2

- Montare lo stativo e appendere il dinamometro al gancio.
- Agganciare il cilindro pieno al cilindro cavo ed appendere entrambi al dinamometro.
- Leggere ed annotare il peso.

- Riporre al di sotto il recipiente di troppopieno e riempirlo con acqua fino a quando non fuoriuscirà più acqua.
- Mettere il bicchiere di vetro accanto al recipiente del troppopieno in modo da poter raccogliere l'acqua che fuoriesce.
- Abbassare il dinamometro fino a immergere completamente il cilindro pieno in acqua. Raccogliere l'acqua fuoriuscita nel bicchiere di vetro.

- Leggere il nuovo valore sul dinamometro.

La differenza tra le due letture corrisponde alla spinta idrostatica  $F_A$  sul cilindro pieno.

- Versare l'acqua raccolta dal bicchiere di vetro nel cilindro cavo. Accertarsi che nel bicchiere di vetro non rimanga acqua.

Il dinamometro indica di nuovo il valore originario. Il principio di Archimede è quindi confermato.

#### 4.2 Determinazione della densità di un liquido sconosciuto

Apparecchi ulteriormente necessari:

##### 1 Righello

- Con un righello misurare diametro  $d$  e altezza  $h$  del cilindro pieno e calcolare il volume  $V$  ( $V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$ ).
- Definire la spinta idrostatica  $F_A$  (ved. punto 4.1.2) con il liquido sconosciuto al posto dell'acqua.
- Calcolare la densità  $\rho$  del liquido sconosciuto mediante la formula 4.

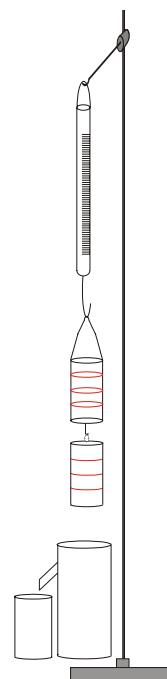


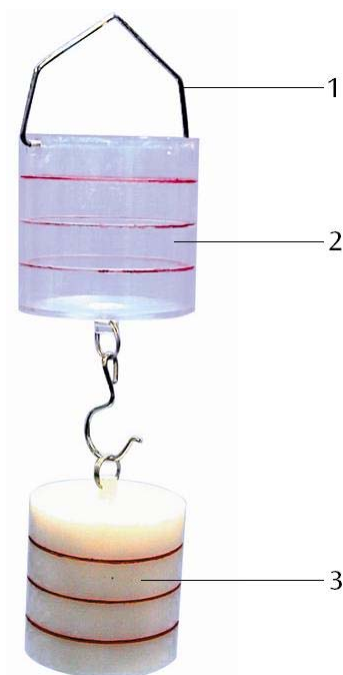
Fig. 1 Struttura sperimentale



## Aparato para el principio de Arquímedes U40875

### Instrucciones de uso

04/08 ALF



- 1 Arco
- 2 Cilindro hueco
- 3 Cilindro macizo

### 1. Descripción

El aparato sirve para la comprobación del principio de Arquímedes sobre empuje ascensional en líquidos o en fluidos en general. Además hace posible la determinación de la densidad de un líquido desconocido.

El aparato se compone de un cilindro hueco dotado con arco y gancho y de un cilindro macizo con de un gancho de ojete ajustado exactamente al espacio vacío del cilindro hueco. Ambos cilindros están provistos de marcas, cada una de las cuales corresponde a un cuarto del volumen total.

### 2. Fundamentos generales

El principio de Arquímedes dice::

La fuerza de empuje ascensional  $F_A$  que experimenta un cuerpo sumergido en un fluido es

exactamente igual al peso del volumen  $F_G$  desplazado por el cuerpo;  $F_A = F_G$ .

El principio de Arquímedes se cumple tanto en líquidos como en gases.

Como el volumen desplazado por el cuerpo  $V_F$  es igual al volumen del cuerpo  $V_k$ , se tiene para la masa del fluido  $m_f$  con la densidad  $\rho$

$$m_f = \rho V_k \quad (1)$$

El peso  $F_G$  del fluido desplazado corresponde al producto de su masa  $m_f$  por la aceleración de caída libre  $g$ .

$$F_G = g m_f \quad (2)$$

Para la fuerza de empuje ascensional  $F_A$  se tiene:

$$F_A = \rho g V_k \quad (3)$$

La densidad  $\rho$  de un fluido desconocido se obtiene de:

$$\rho = \frac{F_A}{V} \quad (4)$$

### 3. Datos técnicos

Volumen del cilindro macizo:	aprox. 100 cm <sup>3</sup>
Masa del volumen macizo:	aprox. 120 g
Volumen del cilindro hueco:	aprox. 100 ml
Dimensiones:	aprox. 55x55x55 mm <sup>3</sup>
Masa:	aprox. 150 g

### 4. Manejo

#### 4.1 Comprobación del principio de Arquímedes

Aparatos necesarios adicionalmente:

1 Dinamómetro 250 g / 2,5 N	U40810
1 Recipiente de rebose	U8411310
1 Vaso de precipitados	de U14210
1 Pie soporte	U8611160
1 Varilla soporte, 750 mm	U15003
1 Nuez con gancho	U13252

##### 4.1.1 Experimento 1

- Se monta la estructura soporte y se cuelga el dinamómetro en el gancho.
- Se inserta el cilindro macizo en el hueco para demostrar que su volumen es igual al espacio vacío en el cilindro hueco.
- Se cuelga el cilindro macizo del cilindro hueco y ambos en el dinamómetro.
- Se lee y se anota el peso.
- Se llena de agua el vaso de precipitados y se coloca por debajo de los cilindros.
- Se desciende el dinamómetro hasta que el cilindro macizo esté sumergido en el agua hasta la primera marca.
- Se lee el nuevo valor en el dinamómetro.
- Se llena de agua el cilindro hueco hasta la primera marca.

El dinamómetro retorna a su valor original.

- En los siguientes pasos se deja sumergir hasta la segunda y luego la tercera marca y hasta que esté completamente sumergido. En cada paso se llena en el cilindro hueco la correspondiente cantidad de agua.

Así se comprueba el principio de Arquímedes.

##### 4.1.2 Experimento 2

- Se monta la estructura soporte y se cuelga el dinamómetro en el gancho
- Se cuelga el cilindro macizo del cilindro hueco y ambos en el dinamómetro..
- Se lee y se anota el peso

- El recipiente de rebose se coloca por debajo y se llena de agua exactamente hasta que no rebose más agua.
- El vaso de precipitados se coloca al lado del recipiente de rebose de tal forma que se pueda recoger el agua que rebose.
- Se desciende el dinamómetro hasta que el cilindro macizo esté totalmente sumergido en el agua. Se recoge en el vaso de precipitados el agua que rebose.
- Se lee el nuevo valor en el dinamómetro.

La diferencia entre las dos lecturas corresponde a la fuerza de empuje ascensional  $F_A$  sobre el cilindro macizo.

- El agua recogida se vierte del vaso de precipitados hacia el cilindro hueco. Es necesario tener cuidado de que no quede nada de agua en el vaso de precipitados.

El dinamómetro vuelve a mostrar el valor original. Así queda comprobado el principio de Arquímedes.

#### 4.2 Determinación de la densidad de un líquido desconocido

Aparatos necesarios adicionalmente:

1 Regla

- Con la regla se miden el diámetro  $d$  y la altura  $h$  del cilindro macizo y se calcula su volumen  $V$  ( $V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$ ).
- Se determina la fuerza de empuje ascensional  $F_A$  (ver Punto 4.1.2) utilizando un líquido desconocido en lugar el agua.
- Se calcula la densidad  $\rho$  del líquido desconocido por medio de la fórmula 4.

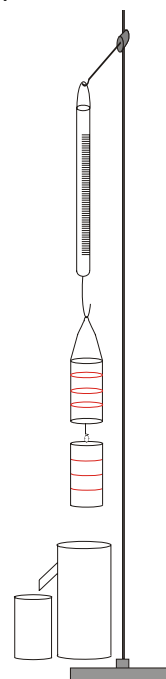
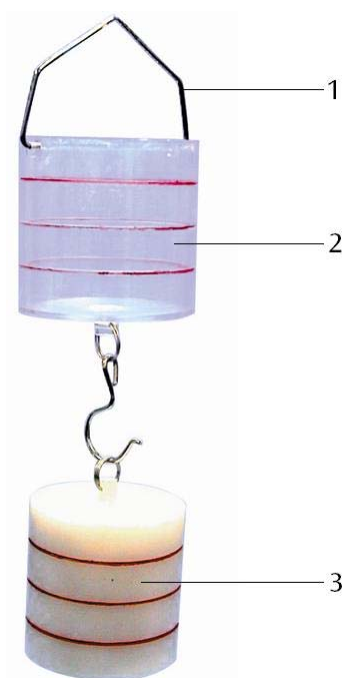


Fig. 1 Montaje experimental

## Aparelho para o princípio de Arquimedes U40875

### Instrução de operação

04/08 ALF



- 1 Alça
- 2 Cilindro vazio
- 3 Cilindro maciço

### 1. Descrição

O aparelho serve para a comprovação do princípio de Arquimedes, força ascensional em líquidos. De resto permite a determinação da densidade de um líquido desconhecido.

O aparelho é constituído de um cilindro vazio com alça e gancho bem como um cilindro maciço ajustado exatamente com ilhós. Ambos os cilindros são providos de marcas, sendo que uma marca representa um quarto do volume total.

### 2. Princípios gerais

O princípio de Arquimedes diz:

A força ascensional  $F_A$  de um corpo num meio é exatamente tão grande quanto a força do peso  $F_G$  do meio deslocado pelo corpo;  $F_A = F_G$ .

O princípio de Arquimedes vale tanto em líquidos como gases.

Sendo que o volume  $V_f$  de um líquido deslocado por um corpo é igual o volume do corpo  $V_k$ , vale a massa  $m_f$  do líquido com a densidade  $\rho$

$$m_f = \rho V_k \quad (1)$$

O peso  $F_G$  do líquido deslocado corresponde ao produto da sua massa  $m_f$  e da aceleração da gravidade  $g$ .

$$F_G = g m_f \quad (2)$$

Para a força ascensional  $F_A$  vale por isto

$$F_A = \rho g V_k \quad (3)$$

A densidade  $\rho$  de um líquido desconhecido resultará então de

$$\rho = \frac{F_A}{V} \quad (4)$$

### 3. Dados técnicos

Volume cilindro maciço:	aprox. 100 cm <sup>3</sup>
Massa cilindro maciço:	aprox. 120 g
Volume cilindro vazio:	aprox. 100 ml
Dimensões:	aprox. 55x55x55 mm <sup>3</sup>
Massa:	aprox. 150 g

### 4. Operação

#### 4.1 Confirmação do princípio de Arquimedes

Equipamentos suplementares necessários:

1 Dinamômetro 250 g / 2,5 N	U40810
1 Recipiente de transbordamento	U8411310
1 Copo Becher de	U14210
1 Base de suporte	U8611160
1 Barra de suporte, 750 mm	U15003
1 Luva (bucha) com ganchos	U13252

##### 4.1.1 Experiência 1

- Montar o suporte e pendurar o Dinamômetro no gancho.
- Colocar cilindro maciço no cilindro vazio, para demonstrar que seu volume é igual ao volume do espaço vazio do cilindro vazio.
- Pendurar o cilindro maciço no cilindro vazio e pendurar ambos no Dinamômetro.
- Fazer leitura e anotação do peso.
- Encher o vidro Becher com água e colocar sob o cilindro.
- Abaixar o Dinamômetro até que o cilindro maciço afunde na água até a primeira marcação na água.
- Ler novo valor no Dinamômetro.
- Encher o cilindro vazio com água até a primeira marcação.

O Dinamômetro volta ao valor original.

- Nos passos seguintes mergulhar o cilindro maciço até a segunda, depois até a terceira marca e finalmente completamente. A cada passo despejar a quantidade de água correspondente no cilindro vazio.

Assim fica confirmado o princípio de Arquimedes.

##### 4.1.2 Experiência 2

- Montar o suporte e pendurar o Dinamômetro no gancho.
- Pendurar o cilindro maciço no cilindro vazio e pendurar ambos no dinamômetro.
- Fazer leitura e anotação do peso.

- Colocar embaixo um recipiente de transbordamento e encher com água até o ponto exato em que não mais transborde água.
- Colocar um copo Becher ao lado do recipiente de transbordamento, de modo que a água que transborda ainda possa ser recolhida.
- Abaixar o Dinamômetro até que o cilindro maciço esteja completamente mergulhado na água. Nisto recolher a água transbordante com o vidro Becher.
- Ler o novo valor no Dinamômetro.

A diferença entre as duas leituras corresponde a força ascensional  $F_A$  no cilindro maciço.

- Despejar a água captada com o vidro Becher no cilindro vazio. Assegurar-se de que não fique água remanescente no vidro Becher.

O Dinamômetro indica novamente o valor original. Assim é confirmado o princípio de Arquimedes.

#### 4.2 Determinação da densidade de um líquido desconhecido

Aparelhos suplementares necessários:

1 Régua

- Com a régua medir diâmetro  $d$  e altura  $h$  do cilindro e calcular o seu volume  $V$  ( $V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$ ).
- Determinar a força ascensional  $F_A$  (veja ponto 4.1.2) com o líquido desconhecido em lugar da água.
- Calcular a densidade  $\rho$  do líquido desconhecido por meio da fórmula 4.

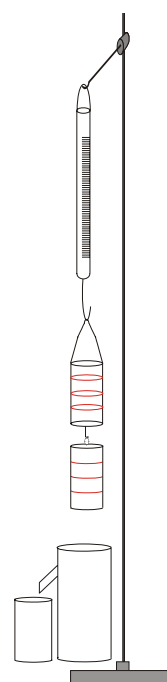


Fig. 1 Montagem da experiência