

Archimedisches Prinzip

BESTIMMUNG DER AUFTRIEBSKRAFT IN ABHÄNGIGKEIT DER EINTAUCHTIEFE

- Messung der Kraft auf einen in Wasser eingetauchten Körper.
- Bestimmung der Auftriebskraft und Bestätigung der Proportionalität zwischen Auftriebskraft und Eintauchtiefe.
- Bestimmung der Dichte des Wassers.

UE1020850

02/25 MEC/UD

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Auf einen in eine Flüssigkeit eingetauchten Körper wirkt nach dem Archimedisches Prinzip eine Auftriebskraft F_G . Ihre Größe entspricht dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit.

Für einen regelmäßigen Tauchkörper mit der Querschnittsfläche A und der Höhe H , der bis zur Tiefe h eintaucht, gilt

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot h, \text{ für } h < H \quad (1a)$$

und

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot H, \text{ für } h > H. \quad (1b)$$

Im Experiment wird ein Quader mit dem Gewicht F_0 eingesetzt. Er zieht mit der Kraft

$$F(h) = F_0 - F_G(h) \quad (2)$$

an einem Kraftmesser, während er bis zur Tiefe h in Wasser eintaucht.

GERÄTELISTE

1 Tauchkörper Al 100cm ³	1002953
1 Präzisionsdynamometer 5 N	1003106
1 Messschieber, 150mm	1002601
1 Becherglas 800 ml hohe Form	1025694
1 Laborboy III	1002942
1 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm	1002835
1 Stativstange, 750mm	1002935
1 Muffe mit Haken	1002828



Fig. 1: Bestimmung der Auftriebskraft auf einen Quader

AUFBAU UND DURCHFÜHRUNG

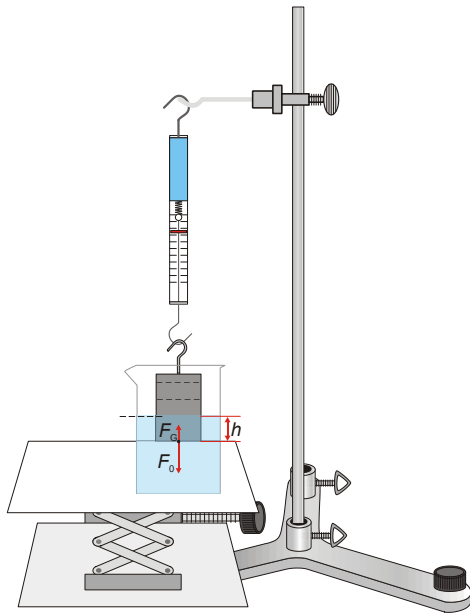


Fig. 2: Aufbau zur Bestimmung der Auftriebskraft

- Abmessungen des Tauchkörpers messen und notieren.
- Mit einem Stift 25%, 50% und 75% der Gesamthöhe auf dem Körper markieren.
- Präzisions-Kraftmesser senkrecht nach unten halten und Nullpunkt einstellen.
- Gewicht F_0 des Tauchkörpers mit dem Kraftmesser messen und notieren.
- Becherglas mit 400 ml Wasser füllen und Experiment gemäß Fig. 2 aufbauen.
- Mit dem Laborboy das Becherglas anheben, bis der Tauchkörper bis zur 25%-Markierung ins Wasser eintaucht.
- Kraft F messen und notieren.
- Becherglas weiter anheben und Messung für die übrigen Markierungen auf dem Tauchkörper wiederholen.

MESSBEISPIEL UND AUSWERTUNG

Tauchkörper:

Höhe: 62,5 mm, Breite: 40 mm, Gewicht: $F_0 = 2,7 \text{ N}$

Tab. 1: Kraft F auf den Tauchkörper und Auftriebskraft F_G in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe h

h / H	F / N	F_G / N
0%	2,70	0,00
25%	2,45	0,25
50%	2,20	0,50
75%	1,95	0,75
100%	1,70	1,00

- Aus der gemessenen Kraft F die Auftriebskraft F_G berechnen und die Werte in die Tabelle eintragen.
- Auftriebskraft F_G als Funktion der relativen Eintauchtiefe h / H in einem Diagramm darstellen und Ursprungsgerade anpassen.
- Aus der Geradensteigung die Dichte für Wasser berechnen und mit dem Literaturwert vergleichen.

In Fig. 3 beträgt die Geradensteigung 1 N. Sie entspricht gemäß (1a) gerade dem Produkt $\rho \cdot g \cdot A \cdot H$. Daraus erhält man in Übereinstimmung mit dem Literaturwert für die Dichte von Wasser:

$$\rho = 1,0 \text{ g/mm}^3.$$

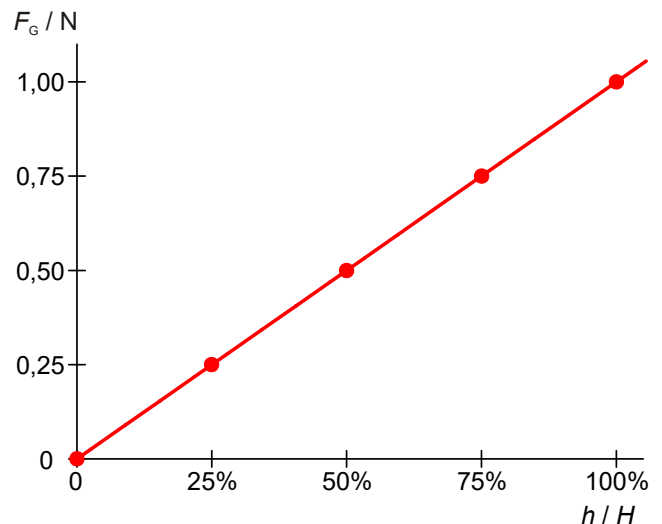


Fig. 3: Auftriebskraft F_G als Funktion der relativen Eintauchtiefe h / H

Archimedes' Principle

DETERMINING BUOYANT UPDRAUGHT AS A FUNCTION OF IMMERSION DEPTH

- Measure the force on a body immersed in water.
- Determine the updraught and confirm that it is proportional to the depth to which the body is immersed.
- Determine the density of water.

UE1020850

02/25 MEC

GENERAL PRINCIPLES

Archimedes' principle states that a body immersed in a fluid experiences an upward force (updraught or force of buoyancy) F_G . The magnitude of this force is equal to the weight of the displaced fluid.

For a regularly shaped immersed body with a surface area A and height H , immersed to a depth h , the following applies:

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot h, \text{ for } h < H \quad (1a)$$

and

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot H, \text{ for } h > H \quad (1b)$$

This experiment uses a block of weight F_0 . This weight acts on a dynamometer at the same time as the block is immersed in water to a depth h , so that the total force present is given by the following:

$$F(h) = F_0 - F_G(h) \quad (2)$$

LIST OF EQUIPMENT

1 Immersion Block Al 100cm ³	1002953
1 Precision Dynamometer 5 N	1003106
1 Callipers, 150 mm	1002601
1 Beaker 800 ml tall form	1025694
1 Laboratory Jack III	1002942
1 Tripod Stand 150 mm	1002835
1 Stainless Steel Rod 750 mm	1002935
1 Clamp with Hook	1002828



Fig. 1: Determining the updraught on a block

SET-UP AND PROCEDURE

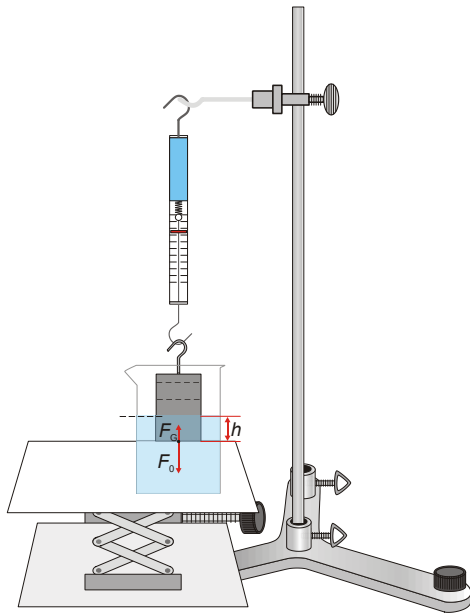


Fig. 2: Set-up for determining updraught

- Measure the dimensions of the block to be immersed and make a note of them.
- Mark the block with a pen at 25%, 50% and 75% of its full height.
- Hold the precision dynamometer facing vertically downwards and adjust its zero point.
- Measure the weight F_0 of the immersion block with the dynamometer and make a note of it.
- Fill the beaker with 400 ml of water and set up the experiment as shown in Fig. 2.
- Use the laboratory jack to lift up the beaker till the block is immersed in water up to the 25% mark.
- Measure the force F and write it down.
- Raise the beaker again till the other marks are reached and repeat the experiment for each of them.

SAMPLE MEASUREMENT AND EVALUATION

Immersion block:

Height: 62.5 mm, width: 40 mm, weight: $F_0 = 2.7 \text{ N}$

Table 1: Force F on immersion block as well as the updraught F_G as a function of the immersion depth h

h / H	F / N	F_G / N
0%	2.70	0.00
25%	2.45	0.25
50%	2.20	0.50
75%	1.95	0.75
100%	1.70	1.00

- Use the force measured F to determine the updraught F_G and enter the values into the table.
- Plot the updraught F_G as a function of the relative immersion depth h/H in a graph and draw a straight line through the points starting from the origin.
- Calculate the density of water from the slope of the graph and compare it with values quoted in literature.

In Fig. 3 the slope of the graph corresponds to 1 N. As seen in equation (1a), this corresponds to the product $\rho \cdot g \cdot A \cdot H$. The density of water so determined is comparable with the quoted value:

$$\rho = 1.0 \text{ g/mm}^3.$$

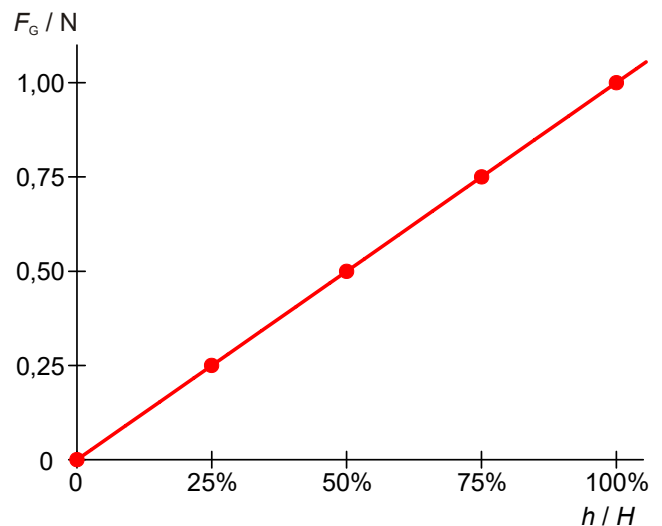


Fig. 3: Updraught F_G as a function of relative immersion depth h / H

Principio de Arquímedes

DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE EMPUJE EN DEPENDENCIA CON LA PROFUNDIDAD DE INMERSIÓN

- Medición de la fuerza ascensional sobre un cuerpo sumergido en agua.
- Determinación del empuje ascensional y comprobación de la proporcionalidad entre el empuje ascensional y la profundidad de inmersión.
- Determinación de la densidad del agua.

UE1020850

02/25 MEC/UD

FUNDAMENTOS GENERALES

De acuerdo con el principio de Arquímedes, sobre un cuerpo sumergido en un líquido actúa una fuerza ascensional F_G . Su magnitud corresponde al peso del líquido desplazado.

Para un cuerpo de inmersión regular con una superficie de sección A y de altura total H , sumergido hasta la profundidad h , vale:

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot h, \text{ für } h < H \quad (1a)$$

y

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot H, \text{ für } h > H \quad (1b)$$

En el experimento se utiliza un paralelepípedo con peso F_0 . Éste tira del dinamómetro con la fuerza

$$F(h) = F_0 - F_G(h) \quad (2)$$

cuando está inmerso en el agua hasta una profundidad h .

LISTA DE APARATOS

1 Cuerpo de inmersión Al 100 cm ³	1002953
1 Dinamómetro de precisión, 5 N	1003106
1 Pie rey, 150mm	1002601
1 Vaso de precipitados de forma elevada 800 ml	1025694
1 Laborboy III	1002942
1 Pie soporte, 3 patas, 150mm	1002835
1 Varilla soporte, 750mm	1002935
1 Nuez con gancho	1002828



Fig. 1: Determinación del empuje ascensional sobre un paralelepípedo

MONTAJE Y REALIZACIÓN

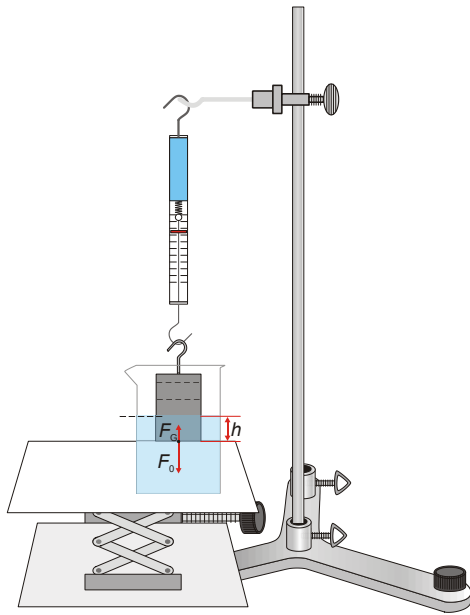


Fig. 2: Montaje para determinar el empuje ascensional

- Se miden y se anotan las dimensiones del cuerpo de inmersión.
- Con un lápiz o un marcador se marcan sobre el cuerpo, 25%, 50% y 75% de la altura total del cuerpo, desde abajo.
- Se mantiene el dinamómetro de precisión perpendicularmente hacia abajo y se ajusta el punto cero.
- Se mide con el dinamómetro y se anota el peso F_0 del cuerpo de inmersión.
- Se llenan 400 ml de agua en el vaso de precipitado y se monta el experimento de acuerdo con la Fig. 2.
- Usando la plataforma Laborboy se alza el vaso de precipitado hasta que el cuerpo de inmersión quede isumergido en el agua hasta la marca de 25%.
- Se mide y se anota la fuerza F .
- El vaso de precipitado se sigue alzando con la plataforma y se repite la medición para las siguientes marcas.

EJEMPLO DE MEDICIÓN Y EVALUACION

Cuerpo de inmersión:

Altura: 62,5 mm, Ancho: 40 mm, Peso: $F_0 = 2,7 \text{ N}$

Tab. 1: Fuerza F sobre el cuerpo de inmersión y empuje ascensional F_G en dependencia con la profundidad de inmersión h .

h / H	F / N	F_G / N
0%	2,70	0,00
25%	2,45	0,25
50%	2,20	0,50
75%	1,95	0,75
100%	1,70	1,00

- A partir de la fuerza F medida, se calcula el empuje ascensional F_G y los valores se anotan en la tabla.
- Se representa en una gráfica el empuje ascensional F_G en función de la profundidad de inmersión relativa h / H y se adapta a una recta que pase por el origen.
- A partir de la pendiente de la recta se determina la densidad del agua y se compara con el valor bibliográfico.

En la Fig. 3 el valor de la pendiente de la recta es de 1 N. De acuerdo con la ecuación (1a) corresponde exactamente al producto $\rho \cdot g \cdot A \cdot H$. A partir de allí se obtiene, en concordancia con el valor bibliográfico, para densidad del agua:

$$\rho = 1,0 \text{ g/mm}^3.$$

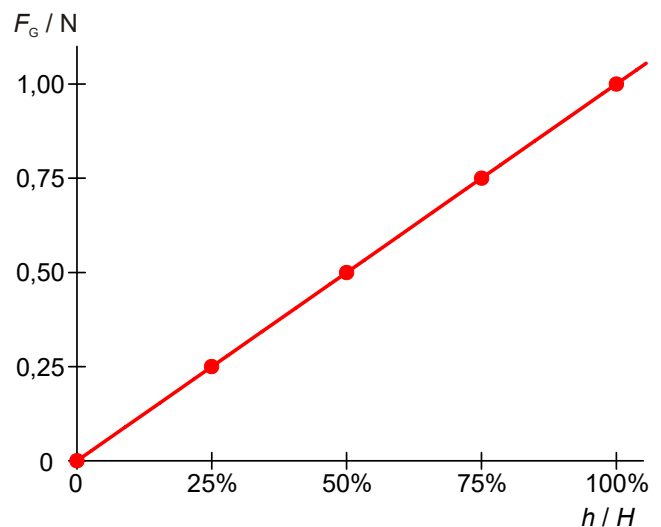


Fig. 3: Empuje ascensional F_G en función de la profundidad de inmersión relativa h/H

Poussée d'Archimède

DEFINITION DE LA POUSSÉE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR D'IMMERSION

- Mesure de la force exercée sur un corps immergé dans l'eau.
- Détermination de la poussée et validation de la proportionnalité entre la poussée et la profondeur d'immersion.
- Calcul de la densité de l'eau.

UE1020850

02/25 MEC/UD

NOTIONS DE BASE GENERALES

Selon le principe d'Archimède, un corps immergé dans un liquide subit une poussée F_G dont la grandeur correspond au poids du liquide déplacé.

Pour un corps de forme régulière avec une section transversale A et une hauteur H , plongé dans un liquide à une profondeur h , on a

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot h, \text{ pour } h < H \quad (1a)$$

et

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot H, \text{ pour } h > H \quad (1b)$$

Dans l'expérience, on utilise un parallélépipède de poids F_0 . Il tire avec la force

$$F(h) = F_0 - F_G(h) \quad (2)$$

sur un dynamomètre pendant qu'il est immergé dans l'eau jusqu'à la profondeur h .

LISTE DES APPAREILS

1 Corps submersible Al 100 cm ³	1002953
1 Dynamomètre de précision, 5 N	1003106
1 Pied à coulisse, 150 mm	1002601
1 Bécher forme haute 800 ml	1025694
1 Laborboy III	1002942
1 Socle pour statif, trépied, 150 mm	1002835
1 Tige statif, 750 mm	1002935
1 Noix de serrage avec crochet	1002828



Fig. 1 : Calcul de la poussée sur un parallélépipède

MONTAGE ET REALISATION

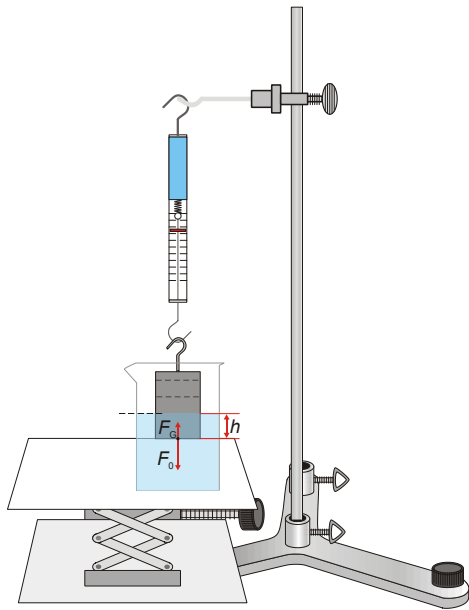


Fig. 2 : Montage expérimental en vue du calcul de la poussée

- Prendre les dimensions du corps submersible et les noter.
- A l'aide d'un crayon, marquer 25%, 50% et 75% de la hauteur totale sur le corps.
- Tenir le dynamomètre de précision à la verticale vers le bas et régler le point zéro.
- Mesurer et noter le poids F_0 du corps submersible à l'aide du dynamomètre.
- Remplir le bécber avec 400 ml d'eau et réaliser le montage de l'expérience conformément à la fig. 2.
- Soulever le bécber à l'aide du support élévateur à croisillons « Laborboy », jusqu'à ce que le corps soit immergé à hauteur du repère de 25% dans l'eau.
- Mesure et noter la force F .
- Soulever encore le bécber et renouveler la mesure pour les autres repères sur le corps immergé.

EXEMPLE DE MESURE ET EVALUATION

Corps submersible :

Hauteur : 62,5 mm, largeur : 40 mm, poids : $F_0 = 2,7$ N

Tab. 1 : force F exercée sur le corps immergé et poussée F_G en fonction de la profondeur d'immersion h

h / H	F / N	F_G / N
0%	2,70	0,00
25%	2,45	0,25
50%	2,20	0,50
75%	1,95	0,75
100%	1,70	1,00

- Calculer la poussée F_G à partir de la force mesurée F et inscrire les valeurs dans le tableau.
- Représenter la poussée F_G en tant que fonction de la profondeur d'immersion relative h / H dans un diagramme et ajuster la droite à partir de l'origine.
- Calculer la densité de l'eau à partir de la pente de la droite et effectuer une comparaison avec la valeur théorique fournie dans la littérature.

Sur la figure 3, la pente de la droite est de 1 N. Conformément à (1a), elle correspond quasiment au produit $\rho \cdot g \cdot A \cdot H$. En accord avec la valeur théorique fournie par la littérature, on obtient pour la densité de l'eau :

$$\rho = 1,0 \text{ g/mm}^3.$$

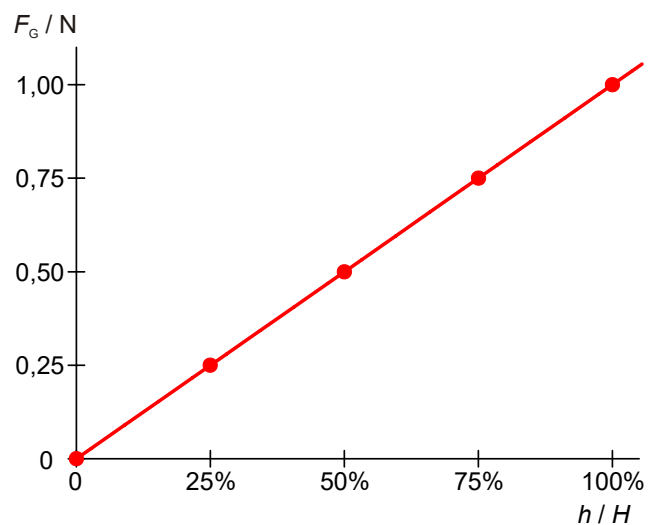


Fig. 3 : Poussée F_G en tant que fonction de la profondeur d'immersion relative h / H

Principio di Archimede

DETERMINAZIONE DELLA SPINTA STATICA IN FUNZIONE DELLA PROFONDITÀ DI IMMERSIONE

- Misurazione della forza in un corpo immerso in acqua.
- Determinazione della spinta statica e conferma della proporzionalità tra spinta statica e profondità di immersione.
- Determinazione della densità dell'acqua.

UE1020850

02/25 MEC/UD

BASI GENERALI

Secondo il principio di Archimede, un corpo immerso in un liquido è soggetto a una spinta statica F_G la cui intensità corrisponde al peso del liquido spostato.

Per un corpo da immersione regolare con sezione trasversale A e altezza H , immerso fino alla profondità h , si ha

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot h, \text{ per } h < H \quad (1a)$$

e

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot H, \text{ per } h > H \quad (1b)$$

Nell'esperimento si usa un parallelepipedo con peso F_0 che tira con una forza

$$F(h) = F_0 - F_G(h) \quad (2)$$

su un dinamometro, mentre è immerso in acqua fino alla profondità h .

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1 Corpo da immersione Al 100cm ³	1002953
1 Dinamometro di precisione 5 N	1003106
1 Calibro a corsoio, 150mm	1002601
1 Becher forma alta 800 ml	1025694
1 Laborboy III	1002942
1 Base di supporto, 3 gambe, 150mm	1002835
1 Asta di supporto, 750mm	1002935
1 Manicotto con gancio	1002828



Fig. 1: Determinazione della spinta statica su un parallelepipedo

MONTAGGIO ED ESECUZIONE

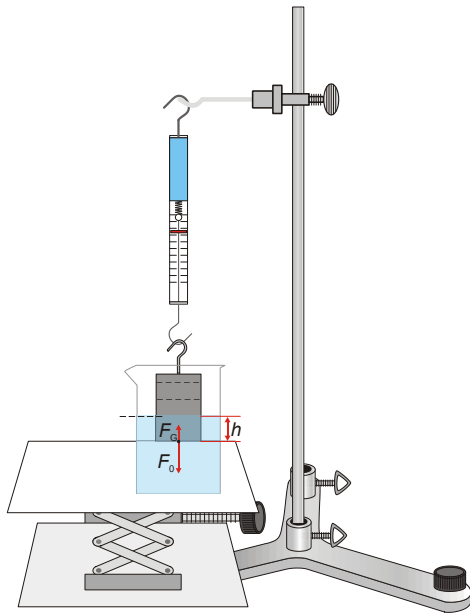


Fig. 2: Struttura per la determinazione della spinta statica

- Misurare e annotare le dimensioni del corpo da immersione.
- Contrassegnare con una matita il 25%, il 50% e il 75% dell'altezza totale sul corpo stesso.
- Disporre il dinamometro di precisione orientandolo verticalmente verso il basso e regolare lo zero.
- Misurare con il dinamometro e annotare il peso F_0 del corpo da immersione.
- Riempire il becher con 400 ml di acqua e preparare l'esperimento come da Fig. 2.
- Con l'ausilio del Laborboy sollevare il becher fino ad immergere il corpo nell'acqua fino alla tacca indicante il 25%.
- Misurare e annotare la forza F .
- Sollevare ulteriormente il becher e ripetere la misurazione sul corpo immerso fino alle tacche successive.

ESEMPIO DI MISURAZIONE E ANALISI

Corpi da immersione:

Altezza: 62,5 mm, larghezza: 40 mm, peso: $F_0 = 2,7\text{ N}$

Tab. 1: Forza F sul corpo immerso e spinta statica F_G in funzione della profondità di immersione h

h / H	F / N	F_G / N
0%	2,70	0,00
25%	2,45	0,25
50%	2,20	0,50
75%	1,95	0,75
100%	1,70	1,00

- Partendo dalla forza F misurata, calcolare la spinta statica F_G e registrare i valori nella tabella.
- Rappresentare in un diagramma la spinta statica F_G come funzione della profondità di immersione relativa h / H e adattare la retta di origine.
- In base all'incremento lineare calcolare la densità dell'acqua e confrontarla con il valore di letteratura.

Nella Fig. 3 l'incremento lineare è pari a 1 N. Secondo (1a) corrisponde esattamente al prodotto $\rho \cdot g \cdot A \cdot H$. In accordo con il valore di letteratura, si ottiene pertanto una densità dell'acqua:

$$\rho = 1,0\text{ g/mm}^3.$$

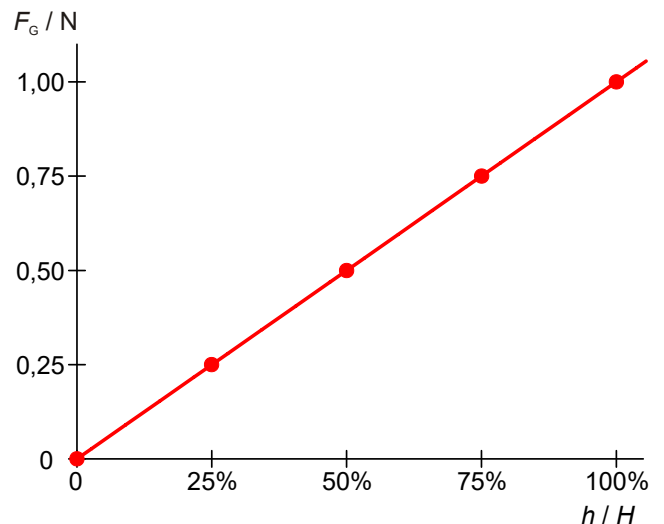


Fig. 3: Spinta statica F_G come funzione della profondità di immersione relativa h / H

Princípio de Arquimedes

DETERMINAÇÃO DA FORÇA ASCENSIONAL CONFORME A PROFUNDIDADE DE IMERSÃO

- Medição da força sobre um corpo imerso em água.
- Determinação da força ascensional para confirmação da proporcionalidade entre força ascensional e profundidade de imersão.
- Determinação da densidade da água.

UE1020850

02/25 MEC/UD

FUNDAMENTOS GERAIS

Sobre um corpo imerso em líquido, de acordo com o Princípio de Arquimedes, age uma força ascensional F_G . Seu valor corresponde ao peso do líquido deslocado.

Para um corpo imerso regular com área de perfil A e altura H , imerso até a profundidade h , vale

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot h \text{ para } h < H \quad (1a)$$

e

$$F_G = \rho \cdot g \cdot A \cdot H, \text{ para } h > H \quad (1b)$$

Na experiência, é empregado um sólido com o peso F_0 . Ele puxa com a força

$$F(h) = F_0 - F_G(h) \quad (2)$$

no dinamômetro, enquanto imerge até a profundidade h em água.

LISTA DE APARELHOS

1 Corpo de imersão Al 100cm ³	1002953
1 Dinamômetro de precisão 5 N	1003106
1 Paquímetro, 150mm	1002601
1 Copo forma alta 800 ml	1025694
1 Laborboy III	1002942
1 Tripé 150mm	1002835
1 Vara de apoio, 750 mm	1002935
1 Manga com gancho	1002828



Fig. 1: Determinação da força ascensional sobre um sólido

MONTAGEM E REALIZAÇÃO

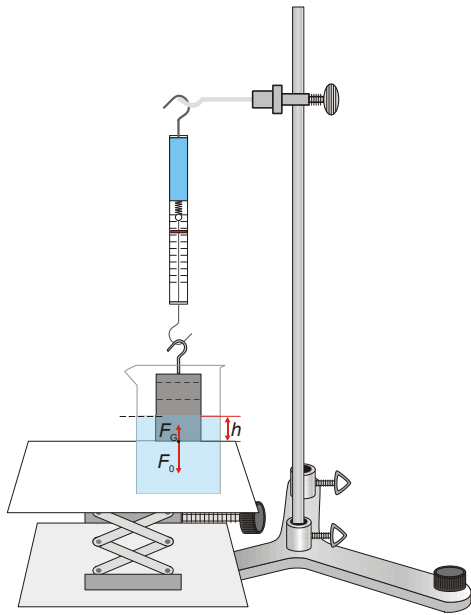


Fig. 2: Montagem para determinação da força ascensional

- Medir as dimensões do corpo de imersão e anotá-las.
- Com uma caneta, marcar 25%, 50% e 75% da altura total no corpo.
- Segurar o dinamômetro de precisão perpendicularmente para baixo e ajustar o ponto zero.
- Medir o peso F_0 do corpo de imersão com o dinamômetro e anotar o resultado.
- Encher o copo com 400 ml de água e montar a experiência segundo a fig. 2.
- Elevar o copo com o Laborboy até que o corpo de imersão esteja imerso na água até a marcação de 25%.
- Medir e anotar a força F .
- Elevar mais o copo e repetir a medição para as marcações restantes do corpo de imersão.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO

Corpo de imersão:

Altura: 62,5 mm, largura: 40 mm, peso: $F_0 = 2,7 \text{ N}$

Tab. 1: Força F sobre o corpo de imersão e força ascensional F_G conforme a profundidade de imersão h

h / H	F / N	F_G / N
0%	2,70	0,00
25%	2,45	0,25
50%	2,20	0,50
75%	1,95	0,75
100%	1,70	1,00

- Da força F medida, calcular a força ascensional F_G e registrar os valores na tabela.
- Demonstrar a força ascensional F_G em função da profundidade relativa de imersão h / H em um diagrama e adaptar a reta de origem.
- Calcular, a partir da inclinação da reta, a densidade da água e comparar com o valor de literatura.

Na fig. 3, a inclinação da reta é de 1 N. Ela corresponde, conforme (1a), exatamente ao produto $\rho \cdot g \cdot A \cdot H$. Disto, obtém-se para a densidade da água, em conformidade com o valor de literatura:

$$\rho = 1,0 \text{ g/mm}^3.$$

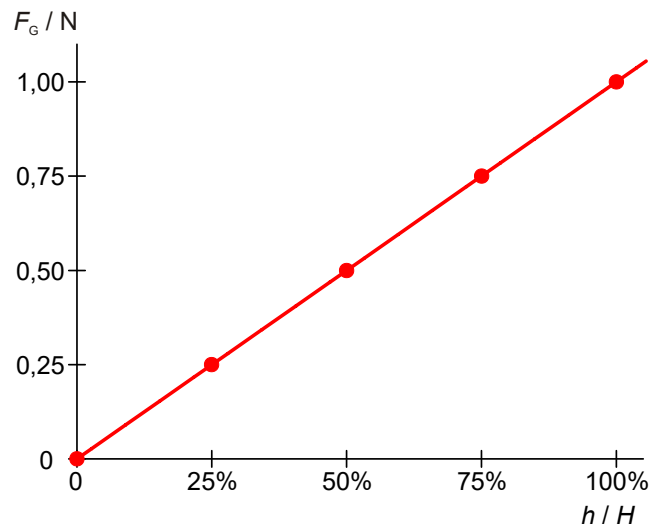


Fig. 3: Força ascensional F_G em função da profundidade relativa de imersão h / H