



The principle of Archimedes says that: **"Every body submerged in a liquid experiences a vertical thrust and upward equal to the weight of the liquid dislodged"**.

With this equipment is intended to study and calculate the metacentric height of a floating body, which pretends to be a boat.

It is called **metacenter** to the point of intersection of the vertical axis of the boat or floating object, with the vertical drawn from the center of hull.

The **metacentric height** is the distance between the metacenter and the center of gravity of the floating body.

In the study of the equilibrium of a floating object, such as a boat, we can distinguish three cases, are the following:

- **Stable equilibrium:** If the metacenter is above the center of gravity of the body, it will remain in balance.
- **Unstable equilibrium:** If the metacenter is under the center of gravity of the body, the deviation of the line of force from the weight of the floating object with respect to the thrust of the fluid in which it floats form a torque, and therefore the deviation tends to increase further.
- **Neutral equilibrium:** If the metacenter coincides with the center of gravity of the body, the metacentric height will be equal to zero.

With this equipment, calculations can be studied and performed in different situations, so that both Archimedes` principle and the stability of a floating object will be clearly understood.

The equipment is prepared to be able to change the position of the center of gravity of the floating object, having calibrated rules to control the position of the weights, as well as the angle of inclination of the barge directly.

FL-13.1-CALIBRACIÓN-DE-MANÓMETROS

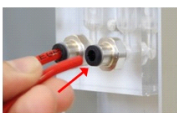
4.-MÉTODO-GENERAL

4.1.-PASOS-PREVIOS.-INSTRUCCIONES-DE-USO

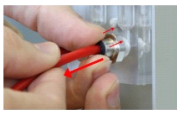
4.1.1.-CONEXIÓN,DESCONEXIÓN-DE-LOS-RACORES-INSTANTANEOS

Para conectar los tubos a las tomas manométricas, simplemente empujar los tubos dentro de las mismas hasta que hagan tope.
Para su desconexión, utilizar ambas manos. Con una presionar hacia adentro la anilla negra de la toma manométrica que rodea el tubo de conexión, y con la otra tirar de éste último.

CONECTAR



DESCONECTAR




79

FL-13.1-CALIBRACIÓN-DE-MANÓMETROS

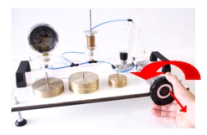
4.2.-PROCEDIMIENTO-GENERAL

Con el husillo (8) metido y la válvula (3) abierta, llenamos de agua el depósito de metacrilato (4).



Accionamos el volante (7) en sentido antihorario sacando el husillo (8).

Nota: Esta operación la realizaremos siempre con la válvula abierta, ya que de lo contrario podemos crear una depresión y romper el manómetro objeto de ensayo.



Cerramos la válvula (3) y comenzamos a efectuar las lecturas.
Tras la realización de cada práctica, retirar el pistón (2) de su ubicación y secarlo correctamente para su correcta conservación.

89

FL-13.1-CALIBRACIÓN-DE-MANÓMETROS

5.-PRÁCTICAS-REALIZABLES

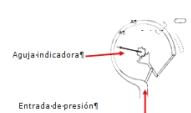
5.1.-EXPLICACIÓN-DEL-FUNCIONAMIENTO-DE-UN-MANÓMETRO

Puesta en marcha del equipo.

Colocamos el equipo sobre una superficie plana nivelándolo a continuación. Para ello giramos las patas de apoyo hasta que alcancemos nuestro objetivo.

Funcionamiento de un manómetro tipo Bourdon.

En la figura que se muestra a continuación se explica de forma esquemática el funcionamiento de un de estos manómetros.



Como se observa en la figura a medida que aumenta la presión en el interior del tubo, éste se deforma abriéndose más según incrementamos la presión. Este desplazamiento del tubo actúa sobre la aguja indicadora marcando la presión.

99

The user manual clearly shows and with a large number of images, the entire process to be followed to operate the equipment.

FL-10.2-ALTURA-METACÉNTRICA


→ Llenamos en depósito volumétrico del banco hidráulico, y colocamos la barcaza en el agua, de forma que no toque con ninguna de las paredes.

→ En caso de que dispongamos de una bandeja con dimensiones suficientes, podremos también realizar la práctica en ella. En este caso procederemos del siguiente modo:

→ Colocamos la barcaza dentro de la bandeja sin agua.

→ Vertemos agua en la bandeja hasta que la barcaza flote, con una distancia al fondo suficiente como para que la barcaza pueda inclinarse sin tocar el fondo.

→ Desplazamos el índice del contrapeso hasta ajustarlo a cero con la escala horizontal.



109

FL-10.2-ALTURA-METACÉNTRICA

5.-PRÁCTICAS-REALIZABLES

5.1.-PRINCIPIO-DE-ARQUÍMEDES

5.1.1.-FUNDAMENTO-TEÓRICO

"Todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del líquido desalojado"

Por lo tanto para que un cuerpo flote, su peso debe de ser contrarrestado por el empuje:

$$W = E \quad (1)$$

$$E = V \gamma = l b h \gamma \quad (2)$$

De (1) y (2) tenemos que:

$$h = \frac{W}{l b \gamma}$$

5.1.2.-MÉTODO

→ Colocamos la barcaza sobre un líquido cualquiera.

→ Conocemos los siguientes datos:

W = 2280 gr.
L = 330 mm.
b = 136 mm.

→ Calculamos h, profundidad a la que se hunde la barcaza, comprobando que el resultado coincide con la realidad.

→ Añadimos pesos conocidos calculando en cada caso la nueva profundidad a la que se va a hundir la barcaza.

11

FL-10.2-ALTURA-METACÉNTRICA

5.1.3.-LECTURAS-Y-RESULTADOS

Peso total W _c	Altura calculada h _c	Altura medida h _m	Diferencia
2,28x	32,9x	33x	0% x
2,384x	34,4x	35x	-2% x
2,485x	35,9x	37x	-3% x

129

Together with the user manual, a completely resolved manual is given with the data to be obtained during the practice with the equipment. In this way, the teacher can easily check if the students are doing the job correctly.

FL-10.2-ALTURA-METACÉNTRICA

5.2-ESTABILIDAD-Y-CÁLCULO-DE-LA-ALTURA-METACÉNTRICA

5.2.1-FUNDAMENTO-TEÓRICO

En las siguientes figuras se muestra un cuerpo flotando en equilibrio. El peso W actúa a través del Centro de gravedad G y el empuje E a través del centro de empuje C , el cual es el centro de gravedad del fluido desplazado, actuando ambos E y W en la misma línea vertical.

Cuando el cuerpo es desplazado de la posición de equilibrio, continúa actuando en G . El volumen de líquido desplazado no varía ya que $E = W$, pero la forma de este volumen cambiará y la posición de su centro de gravedad y el centro de empuje C se moverán respecto al cuerpo.

FL-10.2-ALTURA-METACÉNTRICA

Mientras que en la primera figura la sección del fluido desplazado es rectangular, en la segunda la sección es triangular desplazándose el centro de empuje a C_1 y W sigue siendo iguales y de signo contrario pero ya no están en la misma línea vertical por lo tanto se genera un par de giro M , este puede ser un par restaurador o un par de vuelco.

Se denomina **metacentro** M al punto de intersección del eje vertical del barco con la vertical trazada desde el centro de carena.

La **altura metacéntrica** es la distancia existente entre el metacentro M y el centro de gravedad del cuerpo G .

Distinguimos tres casos:

- **Equilibrio estable:** Si el metacentro está por encima del centro de gravedad del cuerpo, al producirse una desviación las fuerzas W y E forman un par restaurador, es decir que tiende a restablecer el equilibrio. Altura metacéntrica GM positiva.
- **Equilibrio inestable:** Si el metacentro está por debajo del centro de gravedad del cuerpo, al producirse una desviación las fuerzas W y E forman un par de vuelco, es decir que tiende a aumentar más la desviación. Altura metacéntrica GM negativa.
- **Equilibrio neutro:** Si el metacentro coincide con el centro de gravedad del cuerpo, la altura metacéntrica GM igual a cero.

$$GM = CM - CG \quad CM = \frac{I_{desplaza}}{V_{desplaza}} \quad CG = G - \frac{h}{2}$$

$$GM = \frac{I_{desplaza}}{V_{desplaza}} - G = \frac{h}{2} (3)$$

Donde:

- $I_{desplaza}$ Momento de inercia del área del plano de la superficie libre.
- En nuestro caso particular:

$$I_{desplaza} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

- b Volumen de agua desplazada.
- G Centro de gravedad.
- h Profundidad a la que se hunde la barcaza.

Salto de página

FL-10.2-ALTURA-METACÉNTRICA

De la figura que se muestra a continuación deducimos:

$E = W_{desplaza}$

Momento respecto a G :

$$M_G = W_{desplaza} GM \sin \theta = mx \cos \theta$$

Cuando la barcaza alcanza el equilibrio, el momento respecto a G es cero, con lo que tenemos que:

$$GM = \frac{mx}{W_{desplaza} \cos \theta} \quad (4)$$

Salto de página

The practical manual shows and explains all the theoretical foundations, as well as the mathematical formulas used for the realization of all the experimentation.



Optional Accessory: FL 10.3 - ADDITIONAL BODIES FOR STUDY OF METACENTRIC HEIGHT
2 Floating bodies with weights and scales for metacentric height calculation. Forms V and U.

LEARNING OBJECTIVES

- Study and calculation of the methacentric height of a floating object.
- Study of the Principle of Archimedes.

TECHNICAL DATA**Barge:**

- Outdoors dimensions 350 x 200 x 100 mm.
- Walls thickness 6 mm.

Weights:

- Horizontally movable counterweight 500 gr.
- Vertically movable weight by the mast 200 gr.
* The weight of the weights is calibrated for each supplied equipment .

Other data:

- Maximum angular deviation 33°.
- Counterweight lineal deviation ± 90 mm.
- Barge total approximate weight 2.300 gr.
- Mast height 400 mm.