

Densidad

Esta es necesaria introducirla como necesidad de relacionar la masa de un cuerpo y el volumen que esta ocupa.

Las observaciones más ordinarias nos llevan a atribuir a la materia la propiedad general de extensión, es decir, de ocupar un volumen de forma que:

- Cuanto mayor es la cantidad de materia de una cierta sustancia, mayor parece el volumen que ocupa.
- Esta proporcionalidad es característica, específica, de cada sustancia, de manera que volúmenes iguales de diferentes sustancias tienen distinta masa.

La experiencia nos indica una proporcionalidad entre la masa de un cuerpo y el volumen que este ocupa, relación que matemáticamente queda expresada por:

$$d = \frac{m}{V}$$

Se define, pues, la densidad como "la masa que corresponde a la unidad de volumen". En el S.I. la unidad de densidad será la densidad de una sustancia que tiene una masa de 1 kg contenida en un volumen de 1 m³: kg/m³.

¿De qué otras magnitudes físicas depende la densidad? ¿Cuáles son sus propiedades características? Las propiedades de la densidad son:

- La densidad no depende ni de la masa ni del volumen de la sustancia considerada, pues su valor será el mismo, tomemos 1g para su determinación o 1 tonelada.
- La densidad dependerá de la naturaleza del cuerpo: la densidad del cobre no será la misma que la del agua (por ejemplo).
- Dependerá del estado físico de la sustancia: el agua y el hielo poseen la misma composición química, pero presentan distintas densidades.
- También influyen la temperatura y la presión a que se determine la densidad de un cuerpo.

A continuación aparece una tabla con la densidad de distintas sustancias en distintos estados:

Densidades (kg/m³)

Sólidos		Líquidos		Gases	
Hielo	0,917*10 ³	Agua	1000	Aire	1,29
Aluminio	2,700*10 ³	Agua de mar	1025	Hidrógeno	8,99*10 ⁻²
Oro	19,30*10 ³	Benceno	899	Oxígeno	1,43
Platino	21,40*10 ³	Aceite de oliva	918		

Presión. Ecuación Fundamental de la hidrostática

La experiencia nos dice que un muelle se deforma al ser sometido a la acción de una fuerza. De hecho, todas las sustancias (sólidas, líquidas o gaseosas) se deforman por la acción de una fuerza. La deformación producida depende del cuerpo sobre el que se aplica la fuerza. Pero si nos ayudamos de otro cuerpo para producir la deformación en el primero, también esta (la deformación) dependerá de la naturaleza de este otro cuerpo.

Estos hechos crean la necesidad de introducir otra nueva magnitud física, la Presión.

Se define la presión media como la fuerza ejercida sobre la unidad de superficie:

$$P = \frac{F}{S}$$

La unidad de presión en el S.I. es el Pascal ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$). Otras unidades de presión son:

$$1 \text{ atmósfera (atm)} = 760 \text{ mmHg} = 101300 \text{ Pa.}$$

La presión es una magnitud escalar, pero la fuerza que la crea es una magnitud vectorial, cuya dirección es perpendicular a la superficie sobre la que actúa, y su sentido es hacia el interior del cuerpo al que pertenece la superficie.

Se denominan FLUIDOS a aquellas sustancias que no tienen forma propia, adaptando la forma del recipiente que los contienen, es el caso de los gases y líquidos. En ellos, la presión toma la forma:

$$P_a - P_b = d \cdot g \cdot (h_a - h_b)$$

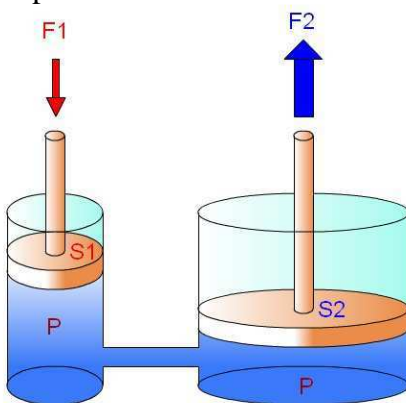
Esta es la llamada Ecuación Fundamental de la Hidrostática: "la diferencia de presión entre dos puntos de un fluido, separados una distancia ($h_a - h_b$), es igual al peso de una columna del mismo, de base unidad y altura la que separa ambos puntos ($h_a - h_b$)."

$$\Delta P = d \cdot g \cdot \Delta h$$

"La presión en un punto de un líquido es igual al peso de una columna de líquido de base unidad y de altura la distancia del punto a la superficie."

Principio de Pascal

"La presión aplicada en un punto cualquiera de un fluido incompresible se transmite, sin variación, a todos los puntos del mismo."



A partir de este teorema se obtiene como aplicación práctica, la prensa hidráulica (dada en la figura).

Se da en los frenos hidráulicos, elevadores de automóviles, gatos hidráulicos.

Si ejercemos una fuerza sobre la superficie S_1 se genera una presión sobre ella, transmitiéndose por igual a todos los puntos del líquido, de tal forma que las presiones en las superficies S_1 y S_2 son iguales:

$$P_1 = P_2.$$

$$\frac{F_a}{S_a} = \frac{F_b}{S_b}$$

Principio de Arquímedes

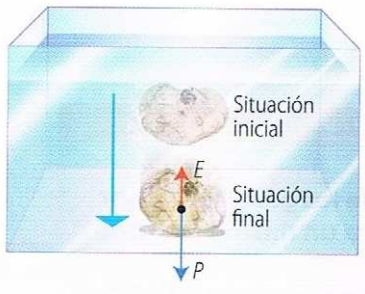
A la fuerza que ejercen los fluidos sobre cualquier cuerpo sumergido en su interior se le denomina **empuje**, y siempre se dirige hacia arriba.

Arquímedes comprobó: “cuando se sumerge un cuerpo dentro de un líquido experimenta un empuje vertical y hacia arriba exactamente igual al peso del líquido desalojado” (**principio de Arquímedes**).

Este principio es propio de cualquier fluido, se da por tanto también en los gases: elevación de un globo.

Al sumergir un sólido en un fluido pueden ocurrir tres situaciones distintas:

1) El sólido se hunda.

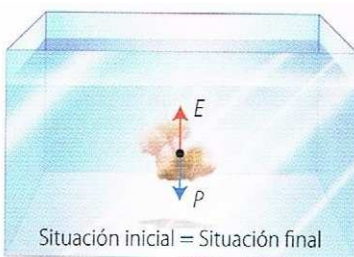


En este caso el peso (P) del sólido es mayor al empuje (E), por lo que se hundirá.

$$\left. \begin{aligned} P &= m_s \cdot g = d_s \cdot V_s \cdot g \\ E &= m_l \cdot g = d_l \cdot V_l \cdot g \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_{Neta} &= P - E = m_s \cdot g \\ F_{Neta} &= d_s \cdot V_s \cdot g - d_l \cdot V_l \cdot g \end{aligned}$$

Cuando el cuerpo está totalmente hundido, el volumen de fluido desalojado coincidirá con el volumen del cuerpo: $V_{cuerpo} = V_{fluidodesalojado}$

2) El sólido permanece en equilibrio en el interior del fluido.

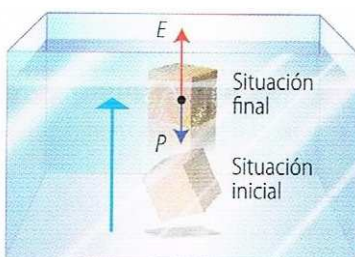


El peso y el empuje son iguales en este caso:

$$E = P$$

Esto sólo ocurre si las densidades del fluido y del sólido son muy parecidas.

3) El sólido flota.



El sólido asciende dentro de un fluido cuando su peso es menor que el empuje del fluido. Por tanto, el empuje lo impulsa hacia arriba:

$$F_{Neta} = E - P$$

A medida que el cuerpo va emergiendo, el volumen de fluido que desaloja se va haciendo menor, disminuyendo también el empuje. El cuerpo emerge hasta que ambas fuerzas se igualen, pues entonces la resultante vale cero y el cuerpo se mantiene en equilibrio, flotando con una parte por debajo del nivel del fluido.

En ese momento se cumple que $E = P \implies d_s \cdot V_s \cdot g = d_l \cdot V_{parte\ sumergida} \cdot g$

$$\frac{V_s}{V_{parte\ sumergida}} = \frac{d_l}{d_s}$$

BIOGRAFÍA DE ARQUÍMEDES

Arquímedes fue uno de los sabios griegos más importantes de la Antigüedad. Nació en Siracusa (Sicilia) en el año 287 a.C., aunque su fecha exacta de nacimiento es aún dudosa. En esa época, Sicilia era territorio griego, y su padre era astrónomo y pariente de Hieron II, rey de Siracusa.

Arquímedes estudió Ciencias en Alejandría (Egipto), centro intelectual muy importante en aquella época, donde recibió enseñanzas, entre otros, de Euclides. Posteriormente volvió a su patria consagrándose exclusivamente a los estudios científicos (Matemáticas, Física y Astronomía).

De él cabe decir que fue el único hombre de la Historia que luchó solo contra todo un ejército. Los historiadores antiguos nos dicen que el hombre era un anciano, pues pasaba ya de los 70 años, y el ejército, el más potente del mundo, el ejército romano.

En cierta ocasión, cuenta la leyenda que, habiendo montado un sistema de espejos curvos en la muralla de Siracusa, incendió, con la ayuda del sol, las naves romanas que asediaban la ciudad. Cuenta también la leyenda que en cierto momento se proyectaron sobre las naves romanas unas gigantescas garras suspendidas de una viga, levantándolas en vilo y volcándolas posteriormente.

Lo más importante de la vida de Arquímedes era que éste aplicaba la Ciencia a los problemas de la vida diaria con una increíble imaginación; por poner un ejemplo, para calcular el área encerrada por ciertas curvas modificó los métodos de cálculo usuales y obtuvo un sistema parecido al cálculo integral, dos mil años antes de que Newton inventara el moderno cálculo diferencial. Seguramente, si Arquímedes hubiera conocido los números arábigos, más fáciles de utilizar que los griegos, quizá, habría superado los descubrimientos de Newton dos mil años antes.

Arquímedes inventó la palanca y a él se le atribuye la frase: «Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo». El rey Hieron, creyendo que aquello era un farol, le pidió que moviera algún objeto pesado; Arquímedes, tras construir un ingenioso sistema de poleas (que hizo las veces de una palanca gigante), movió un barco con una sola mano.

El anciano Arquímedes mantuvo a raya al ejército romano durante tres años, pero un solo hombre no podía hacer más y, finalmente, la ciudad cayó en el año 211 a.C. Cuando los soldados entraron en la ciudad, estaba resolviendo un problema con la ayuda de un diagrama. Uno de ellos le ordenó que se rindiera, a lo cual Arquímedes no hizo ni caso: el problema era más importante para él que la orden del soldado. «No me estropeéis mis círculos», se limitó a decir. El soldado lo mató.

Sus aportaciones más importantes a la Ciencia fueron: inventó un método para obtener el número π , perfeccionó el sistema numérico griego, encontró las fórmulas de adición y sustracción de arcos y calculó el área de un segmento de parábola, la de la esfera, la del cilindro, etc. Inventó el tornillo sinfín, la polea y las ruedas dentadas, estableció la Ley de la palanca, fue el fundador de la estática de cuerpos sólidos con su teoría del centro de la gravedad y estableció las leyes fundamentales de la Hidrostática en su tratado de los cuerpos flotantes.



Arquímedes.

Fig. 4.28