

# MECÁNICA DE FLUIDOS: HIDROSTÁTICA 2

Fís. Carlos Adrián Jiménez Carballo  
Escuela de Física  
Instituto Tecnológico de Costa Rica

## Objetivos

Al finalizar esta sección el estudiante deberá ser capaz de

- Calcular la fuerza hidrostática y el torque debido a uno o más fluidos sobre una superficie.
- Interpretar los conceptos de fuerza boyante y peso aparente
- Aplicar el principio de Arquímedes.
- Interpretar los conceptos de tensión superficial y capilaridad.

## Conocimientos previos

Para esta sección los estudiantes deben tener conocimientos previos en

- Matemática básica.
- Cálculo diferencial, principalmente los conceptos de derivada e integral
- Física general, principalmente los conceptos de mecánica clásica, como por ejemplo las leyes de newton, los conceptos de posición, distancia, velocidad y aceleración, las definiciones de energía cinética, energía potencial y energía mecánica.

# Contenido

Fuerza hidrostática

Problemas: Fuerza hidrostática

Principio de Arquímedes

Tensión superficial y capilaridad

# Contenido

Fuerza hidrostática

Problemas: Fuerza hidrostática

Principio de Arquímedes

Tensión superficial y capilaridad

## Fuerza hidrostática

La presión de un fluido ejerce una fuerza sobre cualquier superficie que se encuentre en contacto con él. En el caso en que el fluido se encuentre en reposo dicha fuerza se conoce como **fuerza hidrostática**. Usando la definición de presión se puede determinar dicha fuerza

$$F = \int_A p \, dA,$$

donde  $p$  es la presión manométrica sobre algún punto de la superficie que se desea analizar y por lo general es una función de la profundidad. La presión atmosférica no se toma en cuenta debido a que actúa a ambos lados de la superficie. Por otro lado el  $dA$  es un pequeño elemento del área que sobre la cual actúa la fuerza.

## Torque debido a la fuerza hidrostática

El torque producido por una fuerza constante  $\vec{F}$  se define como

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

donde  $\vec{r}$  es el vector que va desde donde gira el objeto hasta donde se aplica la fuerza  $\vec{F}$ .

La magnitud del torque se determina

$$\tau = rF \sin \alpha,$$

donde  $r$  es la distancia que hay desde el punto de giro hasta donde se aplica la fuerza,  $F$  es la magnitud de la fuerza y  $\alpha$  es el ángulo entre  $\vec{r}$  y  $\vec{F}$ .

Para el caso del torque generado por una fuerza hidrostática se tiene que  $r$  es una distancia variable por lo tanto el torque se puede determinar

$$\tau = \int_A r p dA.$$

# Contenido

Fuerza hidrostática

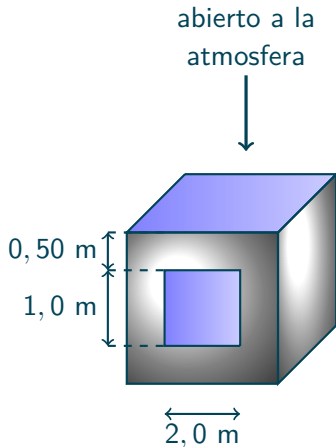
**Problemas: Fuerza hidrostática**

Principio de Arquímedes

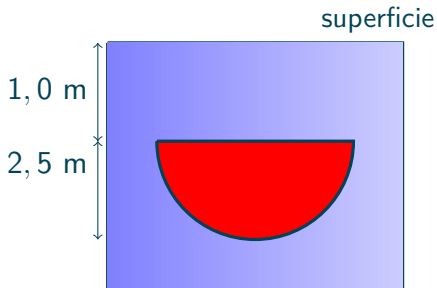
Tensión superficial y capilaridad



1. Considere una ventana rectangular de 2,00 m de ancho y de 1,00 m alto la cual tiene dos de sus lados paralelos alineados con la horizontal. Dicha ventana está a 0,500 m bajo la superficie en una cara lateral de un depósito cúbico colocado sobre una superficie horizontal. El depósito cúbico está lleno de agua  $\rho_A = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Determine la fuerza hidrostática sobre la ventana



2. Un depósito de agua tiene, en uno de sus extremos, una compuerta de forma semicircular, tal como se indica en la figura. Calcule la fuerza que ejerce la presión hidrostática, debida al agua, sobre la compuerta.



# Contenido

Fuerza hidrostática

Problemas: Fuerza hidrostática

Principio de Arquímedes

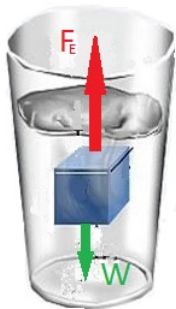
Tensión superficial y capilaridad

## Principio de Arquímedes

El **principio de Arquímedes** establece que si un cuerpo se encuentra parcial o totalmente sumergido en un fluido, éste ejerce una fuerza hacia ascendente sobre el cuerpo la cual es igual al **peso del fluido** desplazado por el cuerpo.

$$F_E = m_f g = \rho_f g V_s,$$

donde  $\rho_f$  es la densidad del fluido y  $V_s$  es el volumen del objeto sumergido

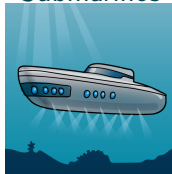


# Aplicaciones del principio de Arquímedes

Aviones



Submarinos



Barcos



Globos



## Contenido

Fuerza hidrostática

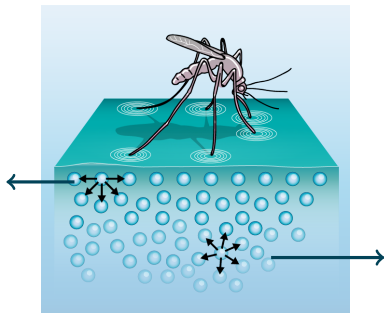
Problemas: Fuerza hidrostática

Principio de Arquímedes

Tensión superficial y capilaridad

## ¿Porqué un mosquitos o un clip pueden descansar sobre la superficie de un fluido?

las moléculas que están en la superficie del líquido no existe fuerza de atracción que actúe desde arriba sobre ellas, lo que tiene como resultado es que sobre dichas moléculas actúa una fuerza neta



la molécula está rodeada totalmente por otras moléculas por lo que la fuerza neta que actúa sobre ella es nula

## Tensión superficial

Por lo general las superficies de los fluidos se comportan como una membrana en tensión, razón por la cual los mosquitos se pueden parar sobre el agua o un clip puede descansar sobre la superficie del agua. Dicho fenómeno se debe a que las moléculas de un líquido se atraen mutuamente, donde se tiene que dentro de un líquido cualquier molécula está rodeada totalmente por otras moléculas por lo que la fuerza neta que actúa sobre ella es nula. Sin embargo, en el caso de las moléculas que están en la superficie del líquido no existe fuerza de atracción que actúe desde arriba sobre ellas, lo que tiene como resultado es que sobre dichas moléculas actúa una fuerza neta, la cual se debe a la atracción de moléculas vecinas que están justo abajo de la superficie. Esta atracción hacia adentro sobre las moléculas superficiales hace que la superficie del líquido se contraiga y se resista a estirarse o romperse. Esta propiedad se conoce como **tensión superficial**.



## Capilaridad

La **capilaridad** es una propiedad en virtud de la cual la superficie libre de un líquido sube o desciende en un tubo capilar (o en situaciones físicas semejantes, como en medios porosos), dicha propiedad depende de la cohesión entre las moléculas del líquido (tensión superficial) y la adherencia de éstas a las moléculas del medio que las contiene. Los líquidos ascienden cuando la adhesión es mayor a la cohesión y descienden cuando la cohesión es mayor que la adhesión. La capilaridad tiene importancia en tubos de diámetros aproximadamente menores a 10 mm.

Como ejemplos se tienen

- Elevación del agua desde las raíces de las plantas a las hojas, la cual no solo se debe a la capilaridad sino también a la presión osmótica producida en las raíces.
- En los animales superiores, como los seres humanos, la sangre es bombeada a través de las arterias y venas, pero la capilaridad es más importante en los vasos sanguíneos más pequeños, los cuales se denominan *capilares*.

## Fórmulas hidrostática segundo examen parcial

$p_2 = p_1 + \rho gh$	$F = \int_A p dA$	$P_m = P - P_0$
$p_2 - p_1 = -\rho g (y_2 - y_1)$	$\rho = m/V$	$F = \rho Vg$
$1 \text{ L} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	$\rho_{\text{agua}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$	$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

**Todas las fórmulas que no aparecen aquí deben ser demostradas en el examen**

## Bibliografía

- Sears, F.W., Zemansky, M.W., Young, H.D., Freedman, R.A. (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. Décimo tercera edición. México: Pearson Education.
- Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (2013). *Física*. Volumen I. 5ta. Edición. México: Grupo Editorial Patria.
- Potter, M. C., & Wiggert, D. C. (2007). *Mecánica de fluidos*, 3ra. Edición, Thomson Learning, México.
- Wilson, J.D., Buffa, A.J. y Lou, B. (2007). *Física*. 6ta Edición. México: Pearson educación.
- SCHAUM, R. V. G., Evett, J. B., & Liu, C. (2005). *Mecánica de los fluidos e Hidráulica*. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España, Madrid.

## Créditos

- Vicerrectoría de Docencia
- CEDA - TEC Digital
- Proyecto de Virtualización 2016-2017
- Física General III
- Fís. Carlos Adrián Jiménez Carballo (profesor)
- Ing. Paula Morales Rodríguez (coordinadora de diseño)
- Andrés Salazar Trejos (Asistente)