

# Unidad 6: FLUIDOS

Programa desarrollado por la FCFM año 2019

CONTENIDOS	INDICADOR DE LOGRO
<p><b>6.1. Hidrostática.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Densidad.</li><li>• Presión hidrostática.</li><li>• Principio de Pascal.</li><li>• Medición de la presión.</li></ul> <p><b>6.2. Flotación.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Principio de Arquímedes.</li><li>• Peso aparente.</li></ul> <p><b>6.3. Hidrodinámica.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Caudal volumétrico y de masa.</li><li>• Ecuación de continuidad.</li><li>• Principio de Bernoulli para un fluido ideal.</li><li>• Efecto Venturi y sustentación.</li></ul> <p><b>6.4. Fluidos Viscosos</b></p>	<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Identifica la densidad, velocidad y aceleración de los fluidos como propiedades locales promedio.</li><li>2. Describe la presión hidrostática de un fluido en presencia de gravedad.</li><li>3. Incluye en las leyes de Newton la acción del empuje sobre un objeto sólido cuando está inmerso, total o parcialmente, en un fluido.</li><li>4. Utiliza las leyes de Newton para describir la forma de interfases debido a la acción de la tensión superficial y otras fuerzas.</li><li>5. Utiliza los principios de conservación para describir el comportamiento de fluidos ideales.</li><li>6. Explica cualitativamente el efecto de la viscosidad en el movimiento de fluidos en general.</li><li>7. Explica cuantitativamente el efecto de la viscosidad en el movimiento de fluidos en ciertos casos simples.</li><li>8. Realiza actividades de laboratorio guiadas relacionadas con la dinámica y estática de fluidos.</li><li>9. Redacta resúmenes sobre los resultados experimentales obtenidos en su trabajo de laboratorio.</li><li>10. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo.</li><li>11. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad.</li></ol>

# Unidad 6: FLUIDOS

## Clase 1 Unidad 6

### 1. Introducción

### 2. Hidrostática

#### 2.1. Densidad

#### 2.2. Presión

- Dependencia de  $P$  con la profundidad de un fluido

#### 2.3. Principio de Pascal

### 3. Flotación

#### 3.1. Principio de Arquímedes

#### 3.2. Peso Aparente

# Densidad

$$m = 11.3 \text{ g}$$



$$1 \text{ cm}^3$$

$$m = 0.81 \text{ g}$$



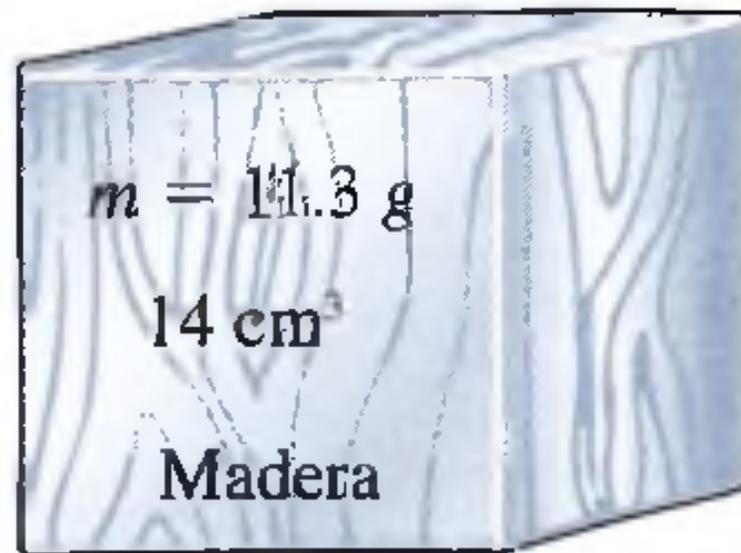
$$1 \text{ cm}^3$$

$$m = 11.3 \text{ g}$$



$$1 \text{ cm}^3$$

$$m = 11.3 \text{ g}$$

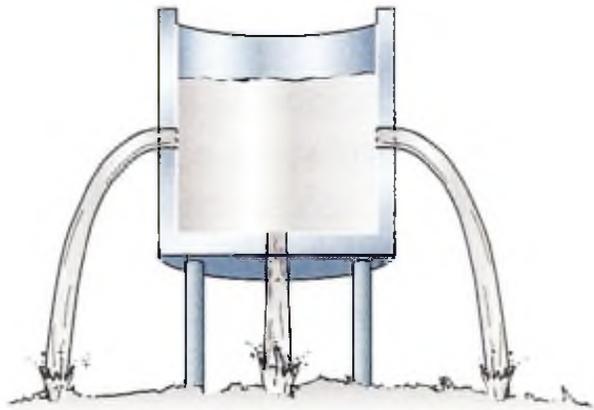


$$14 \text{ cm}^3$$

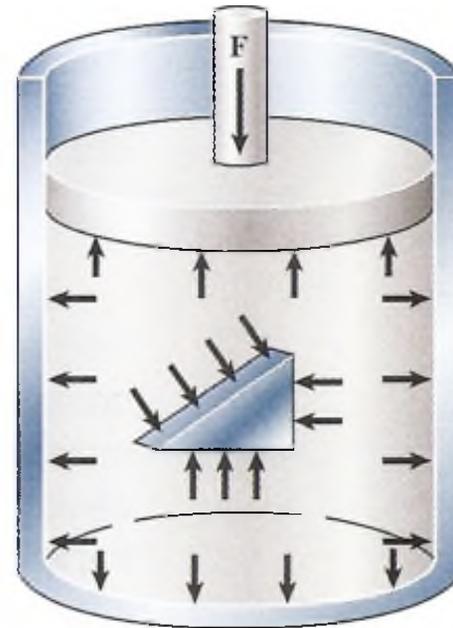
Madera

# Presión

En un líquido bajo presión las fuerzas actúan sobre la cara del émbolo, las paredes del recipiente y sobre las superficies del objeto suspendido

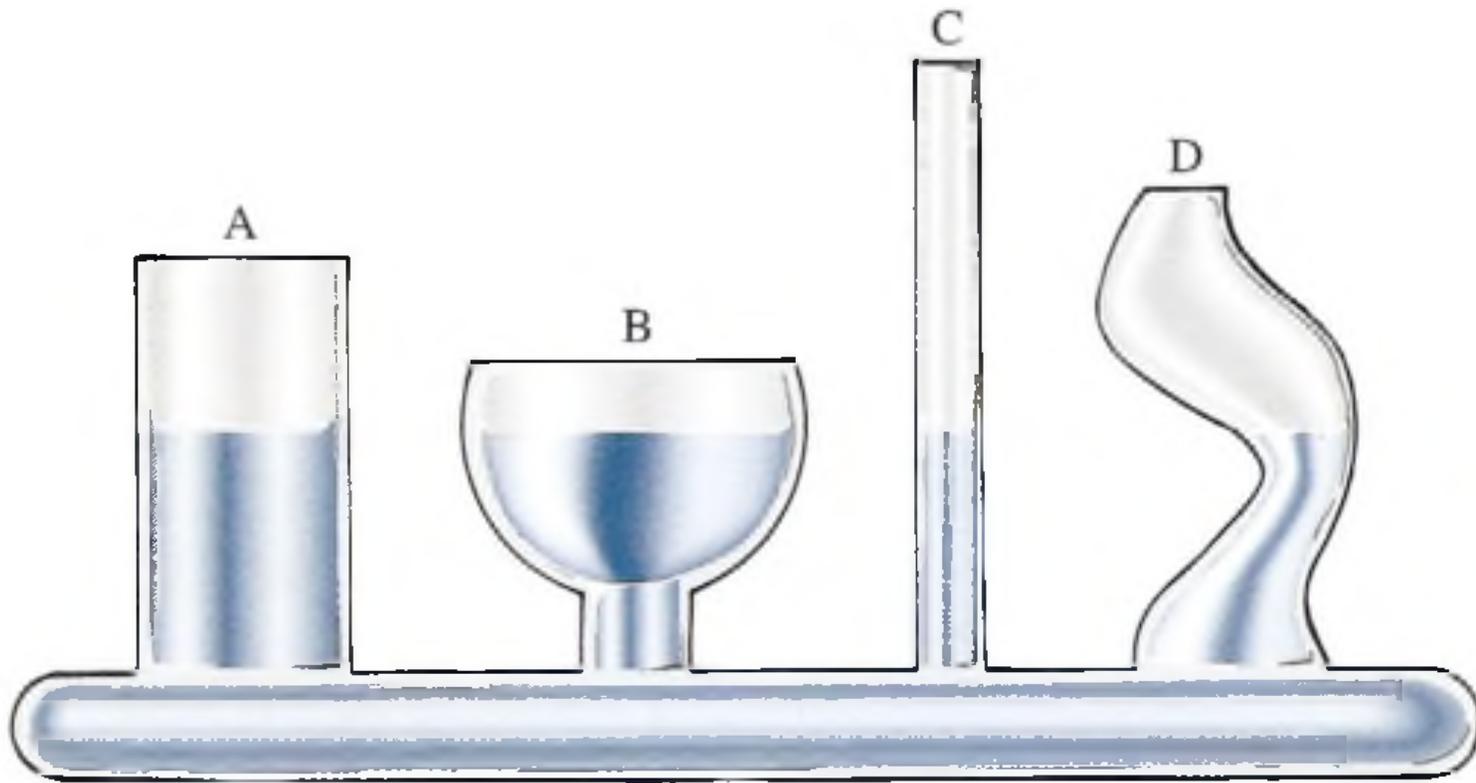


Las fuerzas ejercidas por un fluido sobre las paredes del recipiente que lo contiene son perpendiculares en todos los puntos.



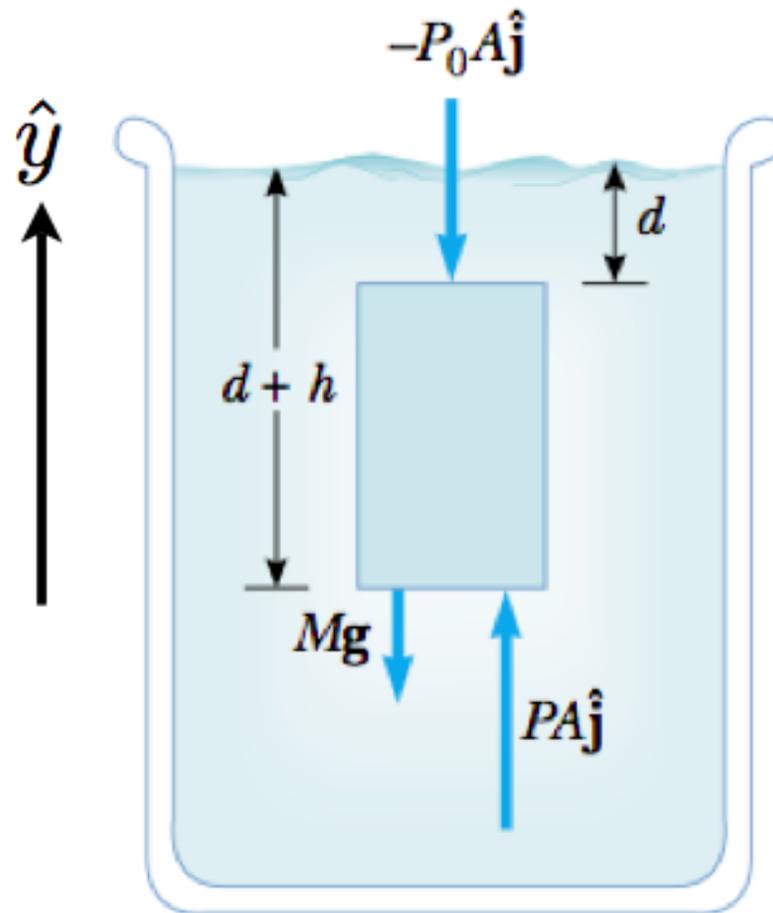
Los fluidos ejercen presión en todas direcciones.

# Presión



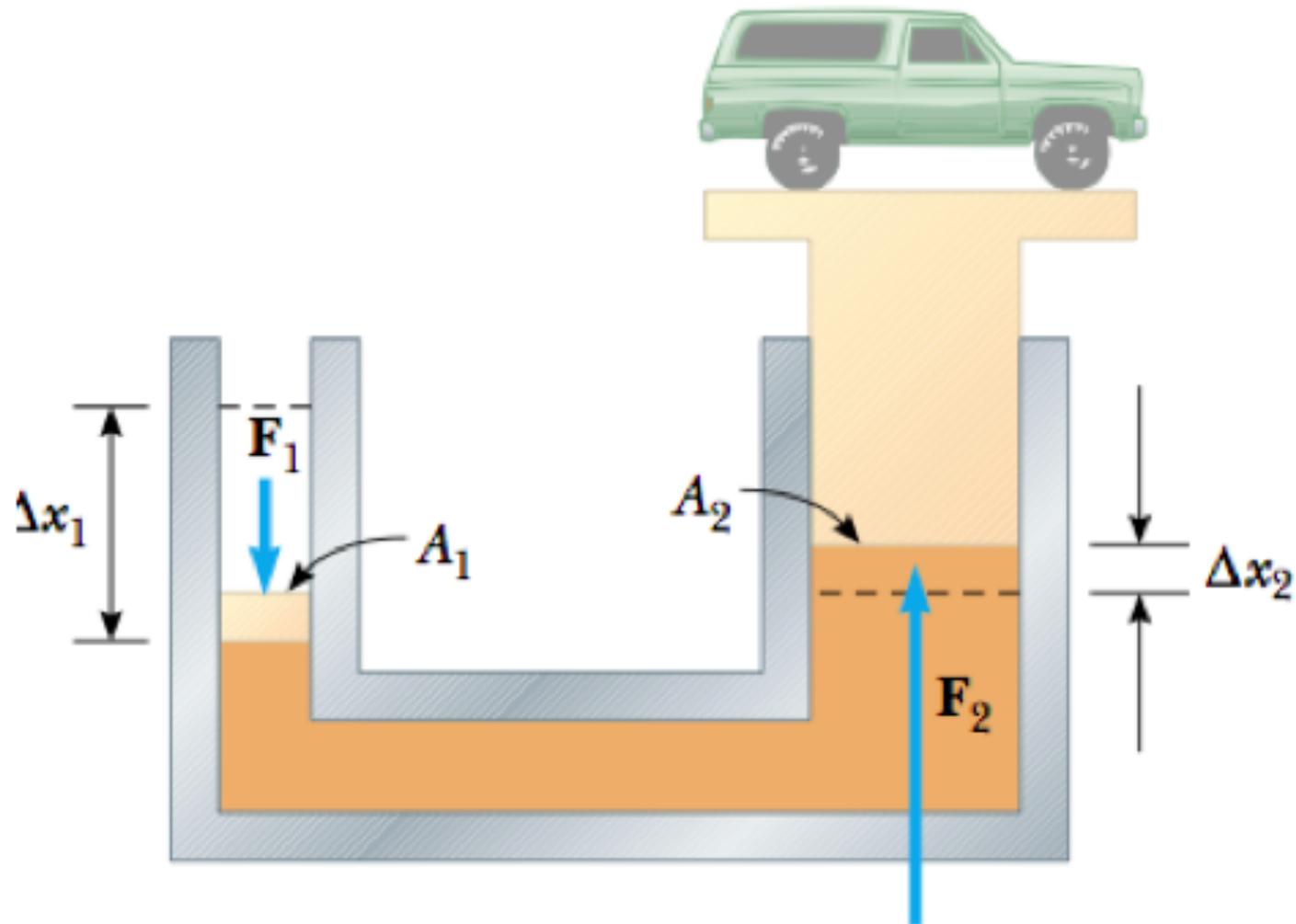
El agua siempre busca su propio nivel, lo que indica que la presión es independiente del área o forma del recipiente.

# Dependencia de P con la profundidad



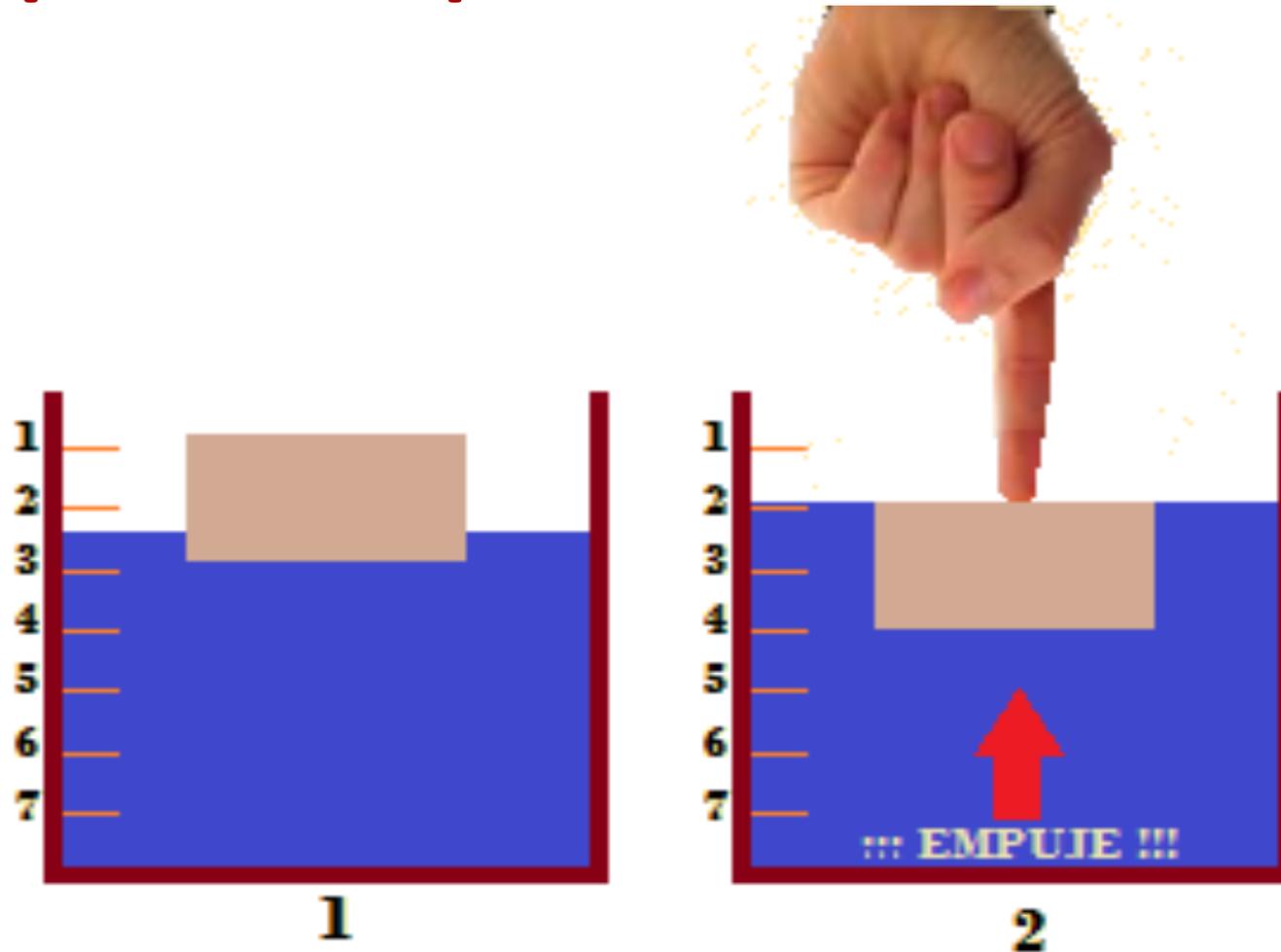
Volumen de fluido de altura  $h$  y área  $A$ , ubicado a una profundidad  $d$

# Ley de Pascal



Gata hidráulica

# Principio de Arquímedes

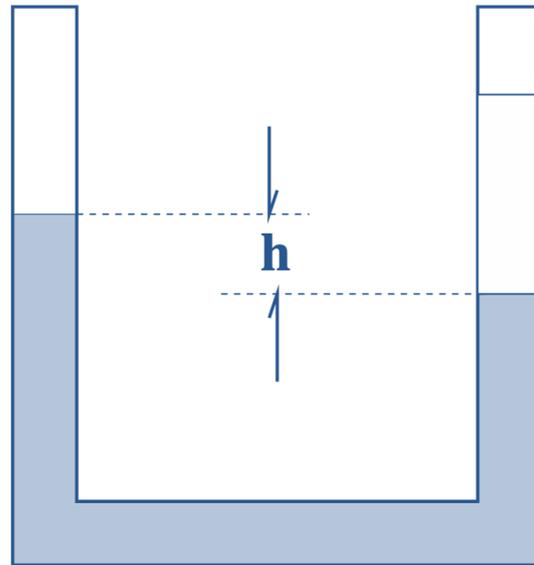


La magnitud de la fuerza de *Empuje* es igual al peso del fluido desplazado por el objeto.

# Ejemplo

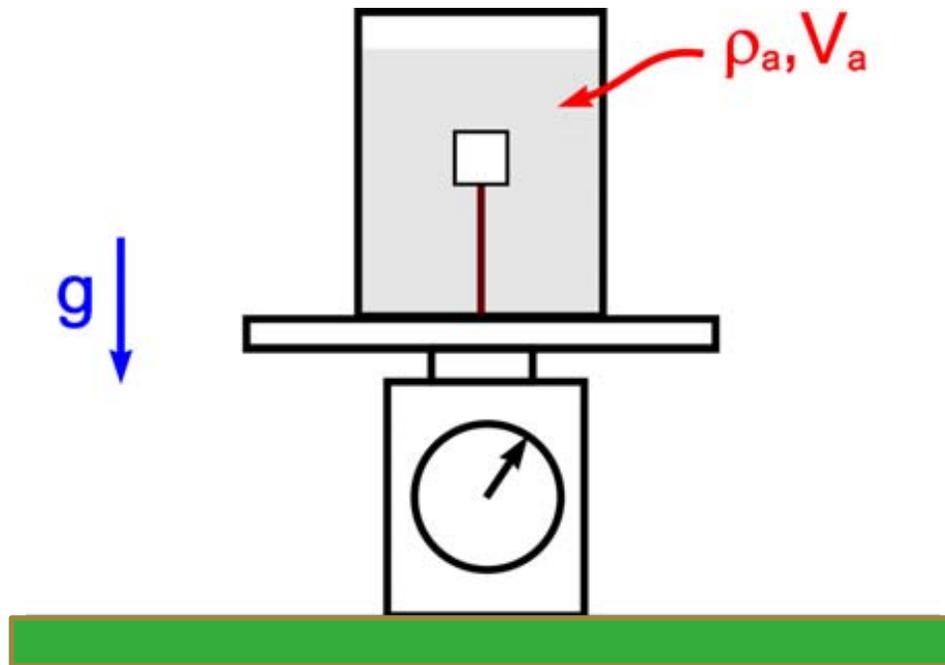
Un tubo en 'U' (abierto en ambos extremos) de sección transversal uniforme  $S$  contiene un volumen  $V$  de mercurio. En una rama de la 'U' se agrega un volumen  $V_0$  de un líquido inmiscible cuya densidad es desconocida, y se produce una diferencia de nivel  $h$  entre las dos superficies de mercurio.

- Calcular la densidad del líquido.



# Ejemplo

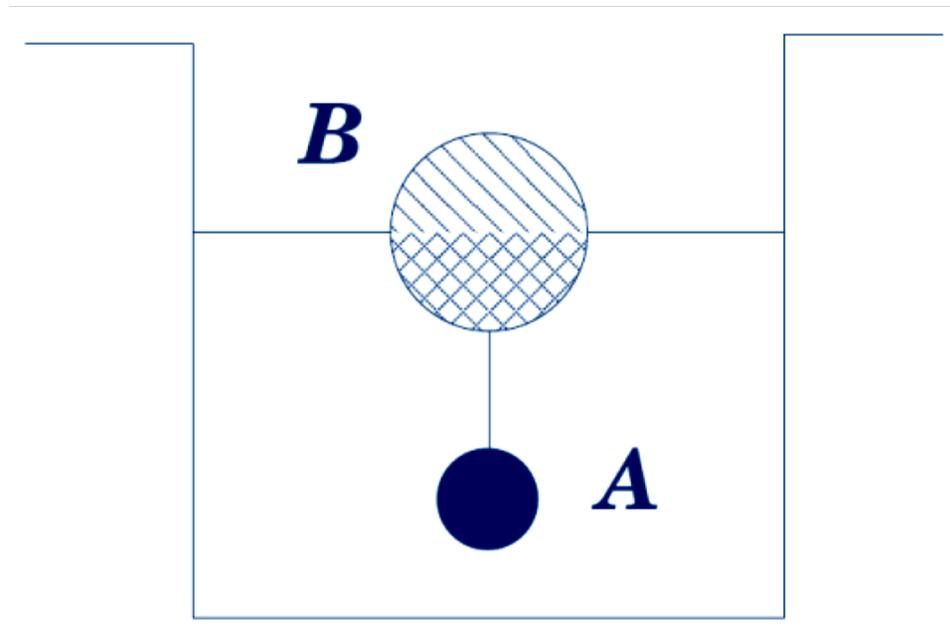
Dentro de un vaso de masa despreciable se vierte un volumen  $V_a$  de agua de densidad  $\rho_a$ . Un cubo de hielo (densidad  $\rho_h < \rho_a$ ) permanece atado al fondo del vaso, mediante una cuerda ideal, completamente cubierto por el agua. Al poner el vaso sobre una balanza, ésta registra un peso  $P$ . Calcule la tensión de la cuerda.



# Ejemplo (Propuesto)

En la figura se ilustran dos esferas macizas unidas mediante un cordel de masa y grosor ínfimos. La esfera A está completamente sumergida en agua ( $\rho_w = 1000\text{kg}/\text{m}^3$ ) y la B se mantiene sumergida hasta la mitad. La esfera sumergida es de aluminio ( $\rho_a = 2700\text{kg}/\text{m}^3$ ), con un radio  $r$  de  $10\text{cm}$ .

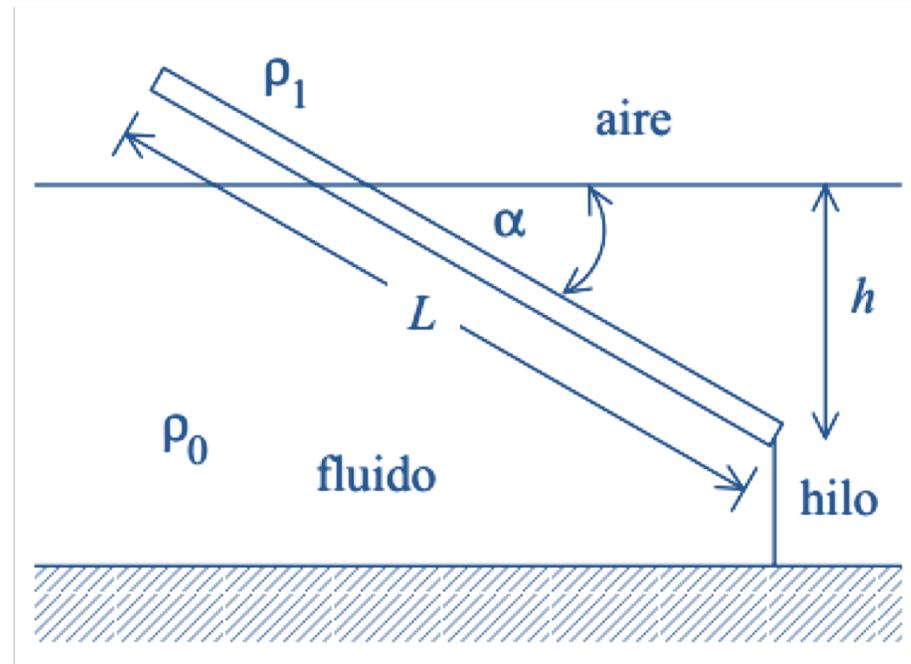
1. Determine la tensión  $T$  de la cuerda
2. Determine el radio de B si su densidad  $\rho_b$  es igual a  $300\text{kg}/\text{m}^3$



# Ejemplo (Propuesto)

Una varilla de largo  $L$  y densidad  $\rho_1$  flota en un líquido de densidad  $\rho_0$  ( $\rho_0 > \rho_1$ ). Un extremo de la varilla se amarra a un hilo a una profundidad  $h$ , tal como se indica en la figura.

1. Encuentre el ángulo  $\alpha$
2. ¿Cuál es el mínimo valor de  $h$  para el cual la varilla se mantiene en posición vertical?
3. Si  $A$  es la sección transversal de la varilla, encuentre la tensión del hilo.





# Unidad 6: FLUIDOS

Programa desarrollado por la FCFM año 2019

CONTENIDOS	INDICADOR DE LOGRO
<p><b>6.1. Hidrostática.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Densidad.</li><li>• Presión hidrostática.</li><li>• Principio de Pascal.</li><li>• Medición de la presión.</li></ul> <p><b>6.2. Flotación.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Principio de Arquímedes.</li><li>• Peso aparente.</li></ul> <p><b>6.3. Hidrodinámica.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Caudal volumétrico y de masa.</li><li>• Ecuación de continuidad.</li><li>• Principio de Bernoulli para un fluido ideal.</li><li>• Efecto Venturi y sustentación.</li></ul> <p><b>6.4. Fluidos Viscosos</b></p>	<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Identifica la densidad, velocidad y aceleración de los fluidos como propiedades locales promedio.</li><li>2. Describe la presión hidrostática de un fluido en presencia de gravedad.</li><li>3. Incluye en las leyes de Newton la acción del empuje sobre un objeto sólido cuando está inmerso, total o parcialmente, en un fluido.</li><li>4. Utiliza las leyes de Newton para describir la forma de interfases debido a la acción de la tensión superficial y otras fuerzas.</li><li>5. Utiliza los principios de conservación para describir el comportamiento de fluidos ideales.</li><li>6. Explica cualitativamente el efecto de la viscosidad en el movimiento de fluidos en general.</li><li>7. Explica cuantitativamente el efecto de la viscosidad en el movimiento de fluidos en ciertos casos simples.</li><li>8. Realiza actividades de laboratorio guiadas relacionadas con la dinámica y estática de fluidos.</li><li>9. Redacta resúmenes sobre los resultados experimentales obtenidos en su trabajo de laboratorio.</li><li>10. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo.</li><li>11. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad.</li></ol>

# Unidad 6: FLUIDOS

## Programa desarrollado por la FCFM año 2019

CONTENIDOS	INDICADOR DE LOGRO
<p><b>6.3. Hidrodinámica.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Caudal volumétrico y de masa.</li><li>• Ecuación de continuidad.</li><li>• Principio de Bernoulli para un fluido ideal.</li><li>• Efecto Venturi y sustentación.</li></ul> <p><b>6.4. Fluidos Viscosos</b></p>	<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.Utiliza los principios de conservación para describir el comportamiento de fluidos ideales. (6.3)</li><li>2.Explica cualitativamente el efecto de la viscosidad en el movimiento de fluidos en general. (6.3)</li><li>3.Explica cuantitativamente el efecto de la viscosidad en el movimiento de fluidos en ciertos casos simples. (6.4)</li><li>4.Realiza actividades de laboratorio guiadas relacionadas con la dinámica y estática de fluidos.</li><li>5.Redacta resúmenes sobre los resultados experimentales obtenidos en su trabajo de laboratorio.</li><li>6.Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo.</li><li>7.Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad.</li></ol>

# Unidad 6: FLUIDOS

## Clase 2 Unidad 6

1. **Conexión con clase anterior.**
2. **Hidrodinámica.**
  - 2.1. Caudal volumétrico y de masa.
  - 2.2. Ecuación de continuidad.
  - 2.3. Principio de Bernoulli para un fluido ideal.
  - 2.4. Efecto Venturi y sustentación.
3. **Ejemplos**

# Unidad 6: FLUIDOS

## Clase Pasada

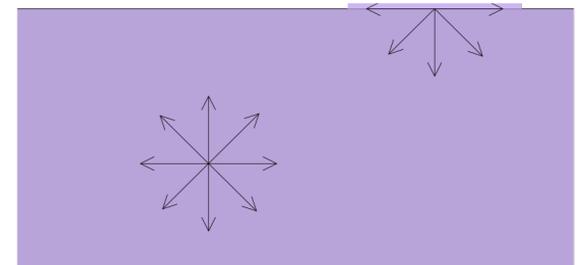
- 1. Introducción: Concepto de Fluidos**
- 2. Hidrostática**
  - 2.1. Densidad**
  - 2.2. Presión**
    - Dependencia de  $P$  con la profundidad de un fluido
  - 2.3. Principio de Pascal**
- 3. Flotación**
  - 3.1. Principio de Arquímedes**
  - 3.2. Peso Aprente**

# Tensión Superficial

Moléculas de un fluido  $\rightarrow \exists$  Fuerzas cohesivas, o de Van der Waals (origen eléctrico)

Moléculas no se traslapan  $\Rightarrow$  Fuerza atractiva.

Efecto neto sobre una molécula interior es nulo, pero no para una molécula superficial



Ubicar una molécula en la superficie requiere un trabajo.

$\Rightarrow$  Una superficie en un fluido tiene asociada una energía potencial, la cual es proporcional a la superficie y se tiene que:

$$dW = \sigma dA$$

Donde

$\sigma$  : Tensión superficial;  $dA$ : Elemento de superficie.

## Tensión Superficial: Ejemplos

Substancia	En contacto con	Temp. °C	$\sigma$ [N/m]
Agua	aire	0	0.0756
Agua	aire	20	0.07275
Agua	aire	80	0.0626
Hg	vacío	20	0.475
Hg	aire	20	0.436
Alcohol metílico	aire	20	0.0227
Glicerol $C_3H_8O_3$	aire	20	0.0634
Solución jabonosa	aire	20	$\simeq 0.025$

La tensión superficial depende de las dos sustancias en contacto

# Hidrodinámica o Dinámica de Fluidos

## Introducción

Estática => Reposo

Dinámica => Movimiento

Fluidos:

Hidrostática (Clase pasada)

=> Fluidos en reposo

Hidrodinámica (Clase de hoy)

=> Fluidos en movimiento.

# Hidrodinámica o Dinámica de Fluidos

## Caudal

Cantidad de fluido que circula a través de una sección de ducto por unidad de tiempo.



**Volumétrico:** volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

**Másico:** masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

# Fluido ideal

Movimiento de un fluido real: Complejo.

Simplificamos descripción considerando un fluido ideal:

- 1.-Fluido no viscoso
- 2.-Flujo estable o estacionario
- 3.-Fluido incompresible
- 4.-Flujo irrotacional

# Fluido ideal

## Viscosidad:

Entre las distintas moléculas de un fluido actúan fuerzas de adhesión.

Movimiento con velocidades relativas => fuerzas de roce interno, llamadas viscosidad.

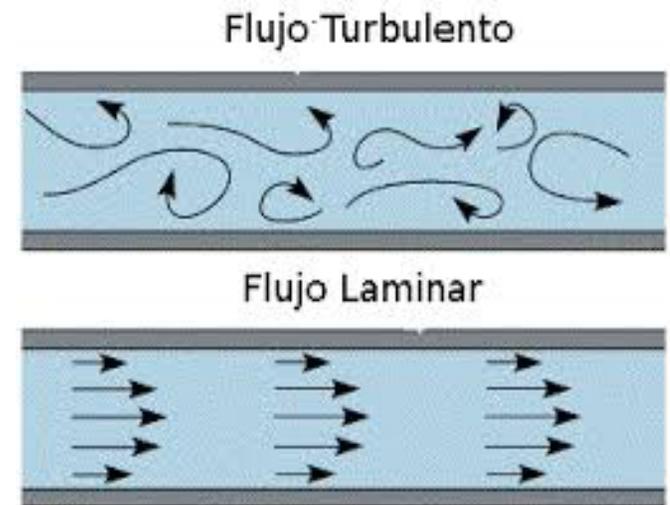
Consideramos que el ***fluido es no viscoso*** cuando podemos despreciar la fricción interna entre las distintas partes del fluido

# Fluido ideal

Fluido en movimiento => Flujo

Tipos de flujo

- Flujo Turbulento
- Estable o laminar



Un **flujo es estable o estacionario** si la velocidad del fluido en un punto es constante con el tiempo

# Fluido ideal



Flujo laminar alrededor de un automóvil en un túnel de viento

# Fluido ideal

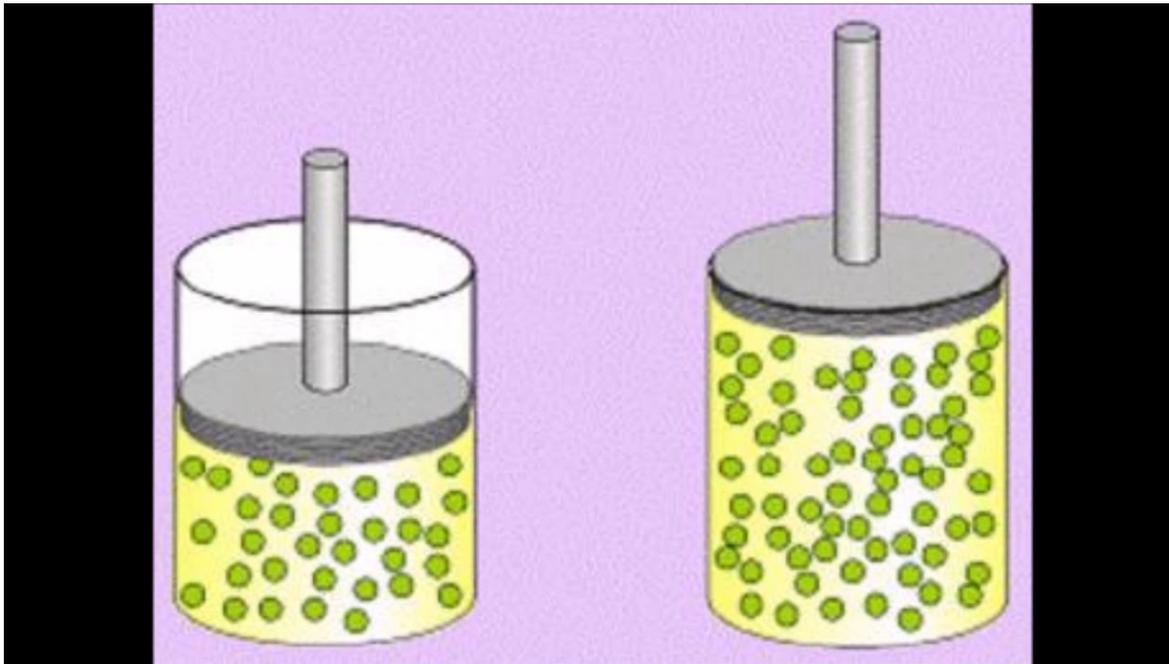


Los gases calientes de un cigarrillo se hacen visibles mediante partículas de humo.

Primero el humo se mueve en flujo laminar en la parte baja y luego en flujo turbulento arriba.

# Fluido ideal

Compresibilidad de un flujo Depende de la variación de densidad del fluido durante ese flujo.



Decimos que un **fluido es incompresible** si la densidad del fluido permanece constante con el tiempo .

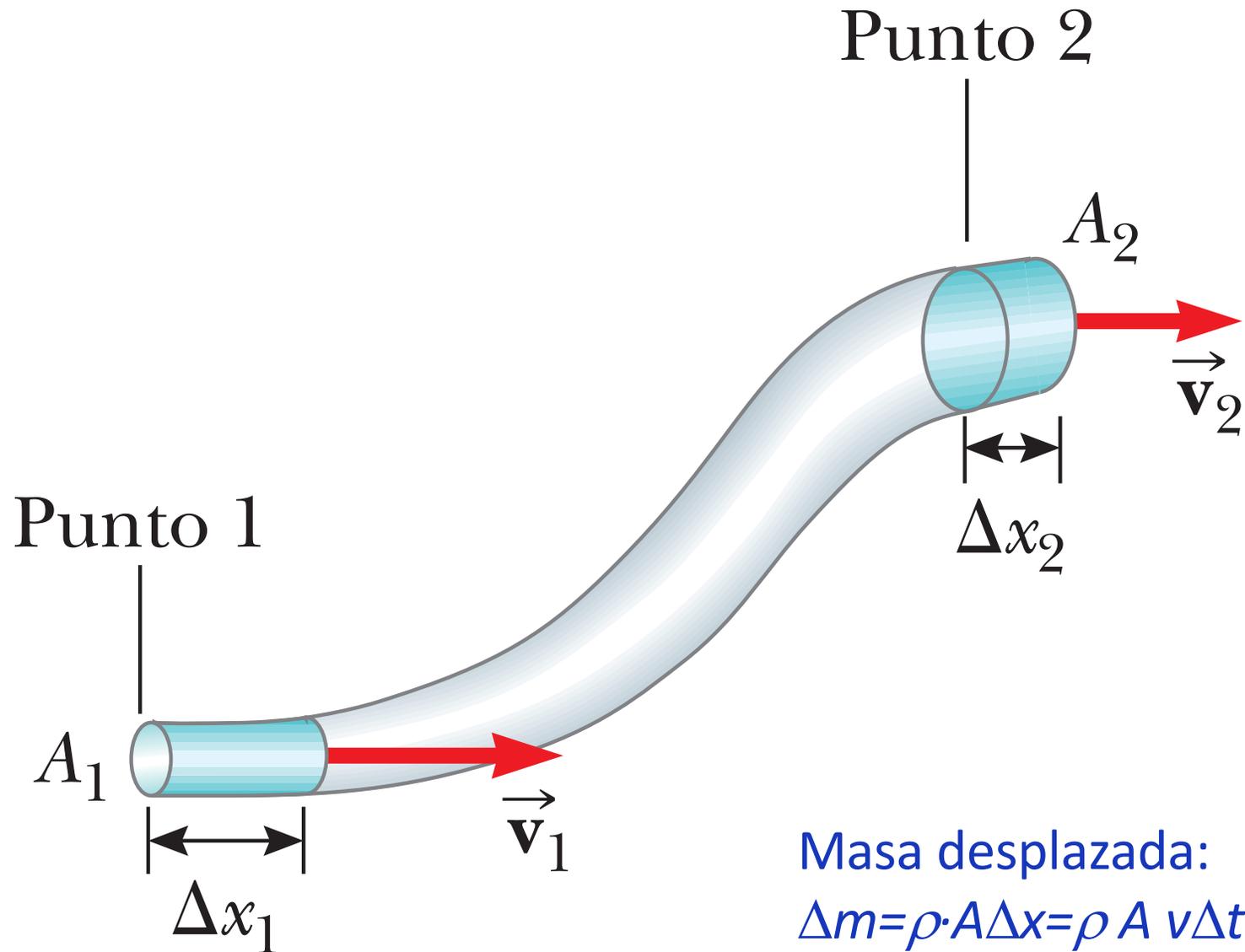
# Fluido ideal

Consideramos que *un flujo es irrotacional* si no presenta torbellinos, es decir, no hay momento angular del fluido respecto de cualquier punto.



Imagen de un flujo Rotacional

# Ecuación de Continuidad

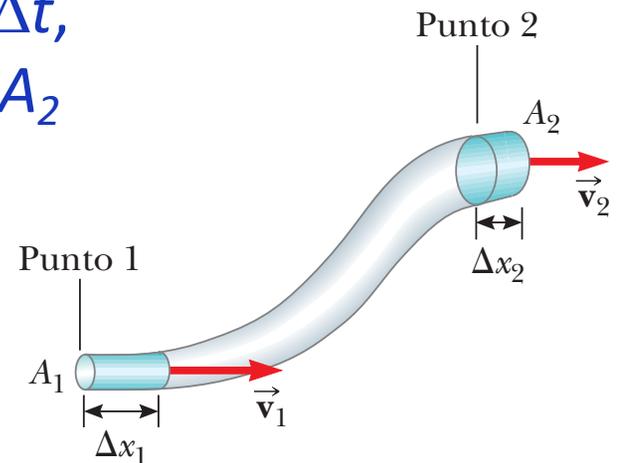


El flujo es incompresible y estable

=> la masa que atraviesa la sección  $A_1$  en  $\Delta t$ , es igual a la masa que atraviesa la sección  $A_2$  en el mismo  $\Delta t$ .

Luego:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$



Esta relación se denomina Ecuación de Continuidad.

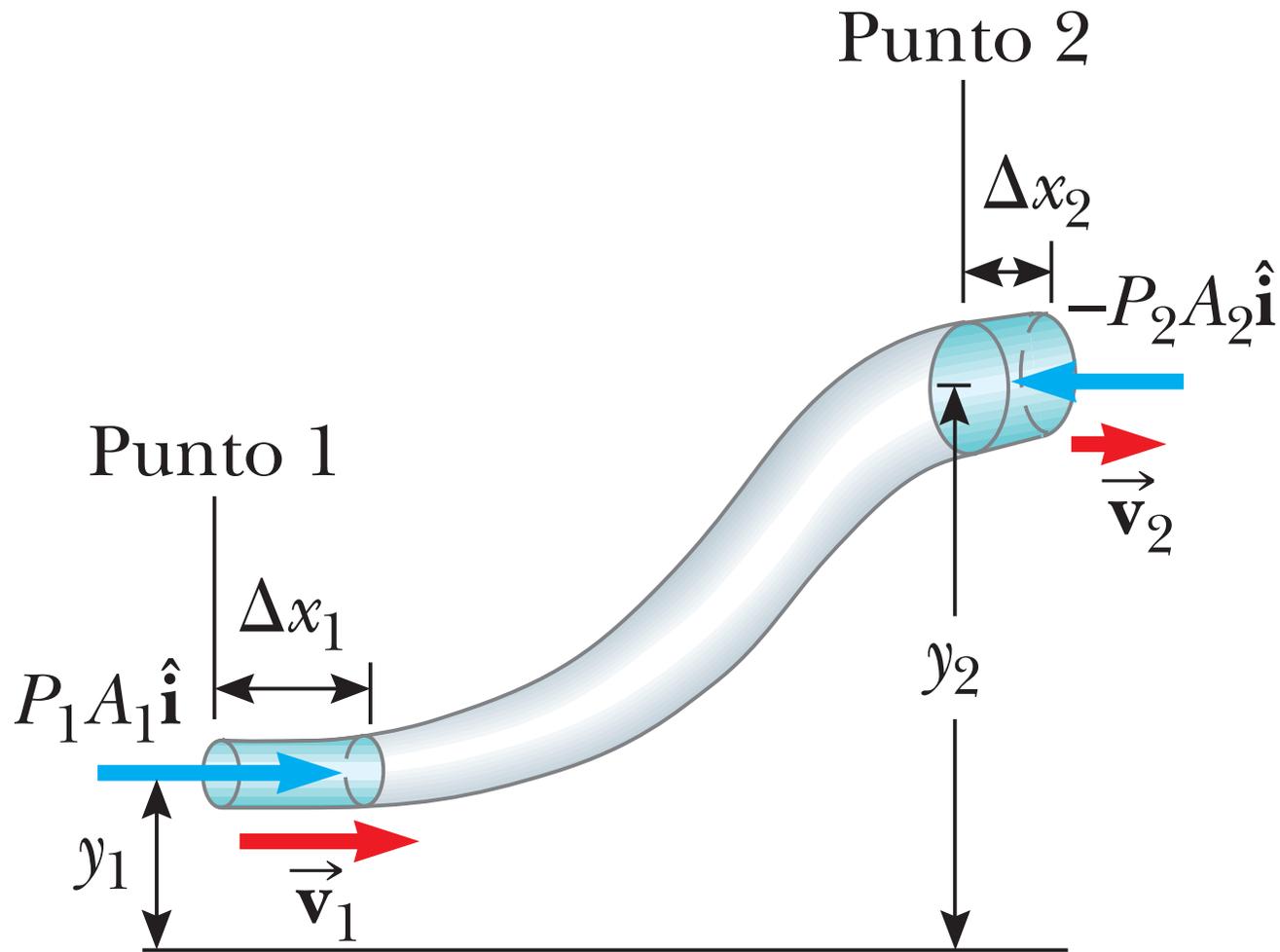
En la figura, el radio del primer tramo de la tubería es menor que el del segundo tramo, entonces la velocidad del fluido en el primer tramo es mayor que en el segundo.

## Ejemplo:



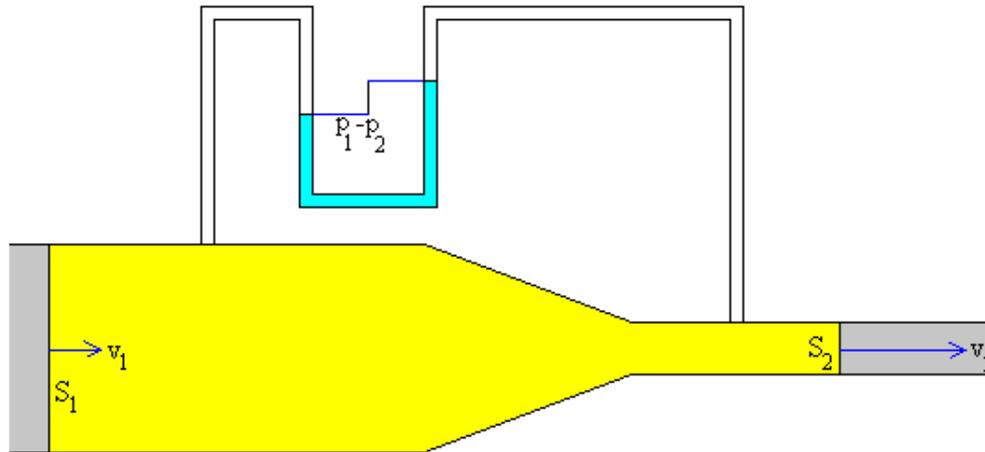
Aumentamos la rapidez del agua que sale de una manguera si disminuimos con el pulgar el tamaño de la abertura.

# Ecuación de Bernoulli



$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

## Ejemplo: El Tubo Venturi

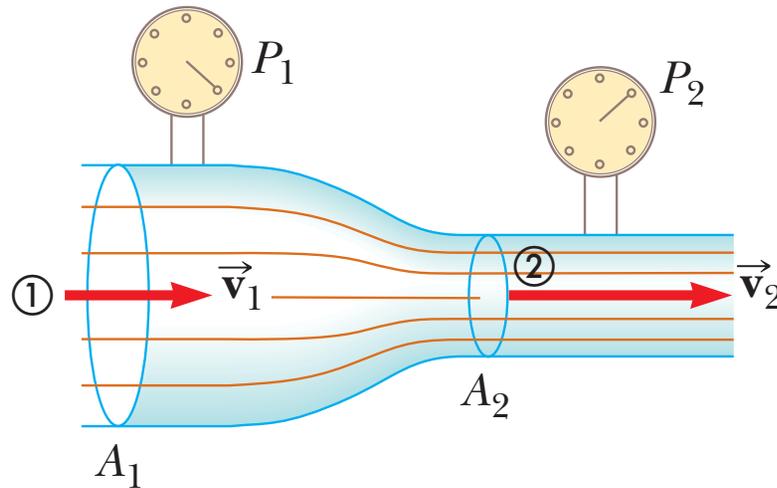


Tubería horizontal => tubo de Venturi, cuya ***aplicación práctica es la medida de la velocidad del fluido en una tubería***. El manómetro mide la diferencia de presión entre las dos ramas de la tubería

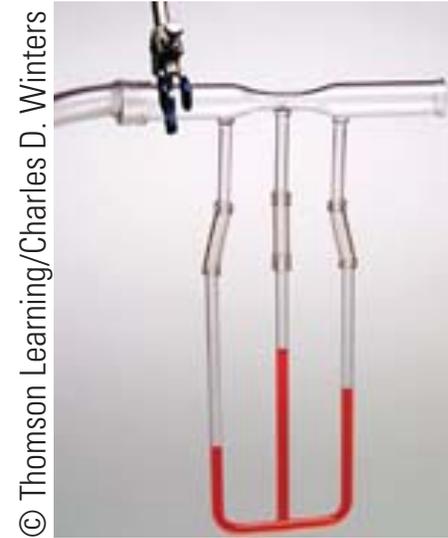
Ecuación de Bernoulli con  $y_1=y_2$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

# Aplicación: Tubo Venturi



a)



b)

a)  $P_1 > P_2$  porque  $v_1 < v_2$ .

Este dispositivo se usa para medir la rapidez del flujo de fluido.

b) Un tubo Venturi: La altura de la columna del medio muestra que  $P$  en la parte estrecha del Venturi es menor.

# Resumen de Principios y Conceptos de la Unidad 6

La **presión**  $P$  en un fluido es la fuerza por unidad de área que ejerce el fluido sobre una superficie:

$$P \equiv \frac{F}{A}$$

En el sistema SI, la presión tiene unidades de newtons por metro cuadrado ( $\text{N/m}^2$ ) y  $1 \text{ N/m}^2 = 1$  **pascal** (Pa).

## Principio de Pascal

La presión en un fluido en reposo varía con la profundidad  $h$  en el fluido de acuerdo con la expresión

$$P = P_0 + \rho gh \quad (14.4)$$

donde  $P_0$  es la presión en  $h = 0$  y  $\rho$  es la densidad del fluido, que se supone uniforme.

La **ley de Pascal** afirma que, cuando se aplica presión a un fluido encerrado, la presión se transmite sin disminución a cualquier punto en el fluido y a todos los puntos en las paredes del contenedor.

## Principio de Arquímedes

Cuando un objeto está parcial o completamente sumergido en un fluido, el fluido ejerce sobre el objeto una fuerza hacia arriba llamada **fuerza de flotación (boyante)**. De acuerdo con el **principio de Arquímedes**, la magnitud de la fuerza de flotación es igual al peso del fluido desplazado por el objeto:

$$B = \rho_{\text{fluido}} g V \quad (14.5)$$

## Ecuación de Continuidad

La relación de flujo (flujo volumétrico) a través de una tubería que varía en el área de sección transversal es constante; esto es equivalente a afirmar que el producto del área transversal  $A$  y la rapidez  $v$  en cualquier punto es una constante. Este resultado se expresa en la **ecuación de continuidad para fluidos**:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = \text{constante} \quad (14.7)$$

## Ecuación de Bernoulli

La suma de la presión, energía cinética por unidad de volumen y energía potencial gravitacional por unidad de volumen, tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de una línea de corriente para un fluido ideal. Este resultado se resume en la **ecuación de Bernoulli**:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gy = \text{constante} \quad (14.9)$$