

TEMA7 : Fluidos
Capitulo 1. Fluidos en equilibrio

TEMA7 : Fluidos

Capitulo 1. Fluidos en equilibrio

- Fluidos, líquidos y gases
- Presión, unidades de presión
- Ecuación fundamental de la hidrostática
- Variación de la presión con la altura
- Principios de Pascal y de Arquímedes
- Equilibrio de sólidos en fluidos

Fluidos

- ❑ Sistemas continuos
- ❑ Partículas libres (no ligadas)
- ❑ No presentan resistencia a la deformación (ideales)
 - Deformaciones sin trabajo
- ❑ No presentan forma determinada. Pueden **fluir**.

- ❑ Clasificación
 - Líquidos
 - Gases

LÍQUIDOS	GASES
Volumen fijo	Expanden indefinidamente
Densidad constante (Casi incompresibles)	Depende de P y T
Fluyen con poca resistencia	Fluyen sin apenas resistencia

Presión

- Se define la presión como la fuerza que ejercería el fluido sobre una superficie unidad y perpendicular

$$p = \frac{\vec{dF}}{\vec{dS}}$$

- En cualquier punto de un fluido, éste ejerce una fuerza perpendicular a la superficie de contacto, proporcional a dicha superficie

$$d\vec{F} = p \cdot d\vec{S}$$

- Tiene un valor en cada punto: es un campo **escalar**
- Unidad en el S.I.: **pascal** (Pa)

Unidades de presión

□ S.I.:

- pascal $Pa = N/m^2$

□ Otras unidades:

- metro de agua $1m_{H_2O} = 10^3 \cdot 9,8 \cdot 1 = 9,8 \cdot 10^3 Pa$
- mm mercurio $mmHg = 13,6 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 133,33 Pa$
- bar $bar = 10^5 Pa$
- mbar $mb = 10^{-3} bar = 10^2 Pa$
- atmósfera $atm = 1,013 \cdot 10^5 Pa = 1013 mb = 760 mmHg$
- atmósfera técnica $kg/cm^2 = 0,98 \cdot 10^5 Pa = 0,98 bar$

Una presión de **1 atm** es aproximadamente un **1.3%** más grande que la presión de **1 bar**.

Ecuación fundamental de la Hidrostática

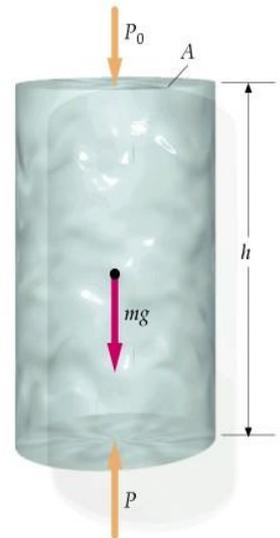
- ❑ Para un fluido en **equilibrio** en un elemento de volumen la **resultante de todas las fuerzas es nulo**
- ❑ La presión en el interior de un fluido es la misma en todas las direcciones
 - Si hubiese variación en sentido horizontal éste se movería
 - En sentido vertical

$$p_0 \cdot A + mg - p \cdot A = 0$$

$$\downarrow$$
$$m = A \cdot h \cdot \rho$$

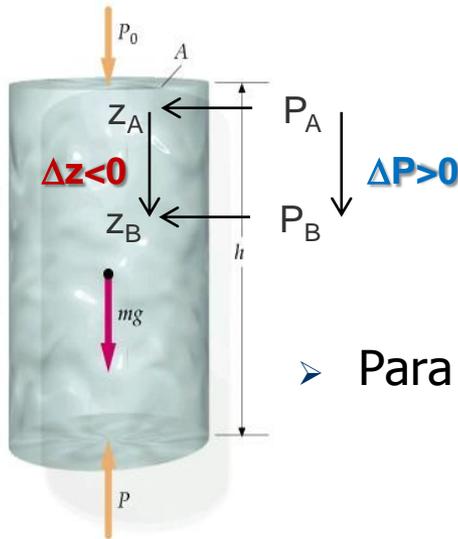
$$p_0 + \rho gh = p \quad \Rightarrow \quad dp = \rho \cdot g \cdot dz$$

El incremento de presión en la parte inferior de un elemento de volumen es igual al peso del volumen (de área unidad)



Variación de la presión con la altura

- La variación de presión entre dos puntos es el peso del fluido de una columna de área unidad



$$p_A - p_B = \int_{z_A}^{z_B} \rho g \cdot dz$$

- Para un líquido ($\rho = \text{cte}$) y poca variación de altura ($g = \text{cte}$)

$$p_A - p_B = \rho g (z_B - z_A)$$

$$\Delta p = -\rho g \Delta z$$

La presión aumenta al aumentar la profundidad y disminuye al aumentar la altura. Además la presión es la misma en todos los puntos que están a una misma profundidad.

Ejercicio

- En el s. XVII, **Blaise Pascal** realizó un experimento consistente en llenar con agua un barril de vino al que se le conectó luego un tubo largo en la cara superior. Una vez lleno el barril se continuó añadiendo agua rellorando así el tubo superior, hasta que reventó el barril.
 - a) Si el radio de la tapa del barril era de 20cm y la altura del agua en el tubo era de 12m , calcular la **fuerza ejercida** sobre la tapa.



Solución

$$F = PA$$

$$P = \rho_{\text{water}} gh$$

$$\rho_{\text{water}} = 1 \frac{\text{kg}}{\ell} \times \frac{1\ell}{10^{-3} \text{ m}^3} = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$F = \rho_{\text{water}} gh \pi r^2$$

$$\begin{aligned} F &= (10^3 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2) \\ &\quad \times (12 \text{ m}) \pi (0.2 \text{ m})^2 \\ &= \boxed{14.8 \text{ kN}} \end{aligned}$$



Principio de Pascal

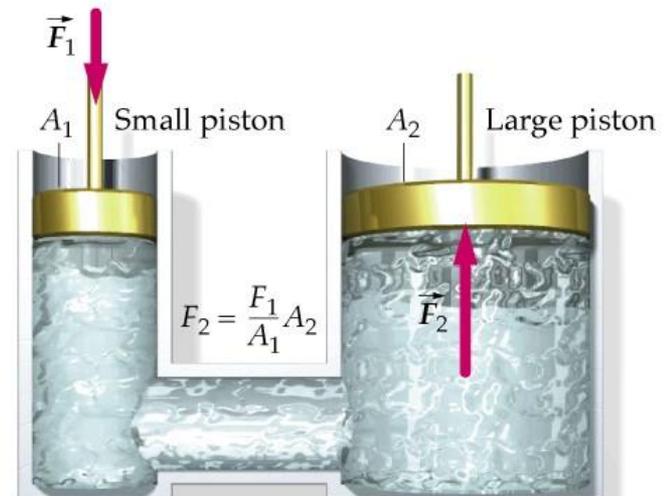
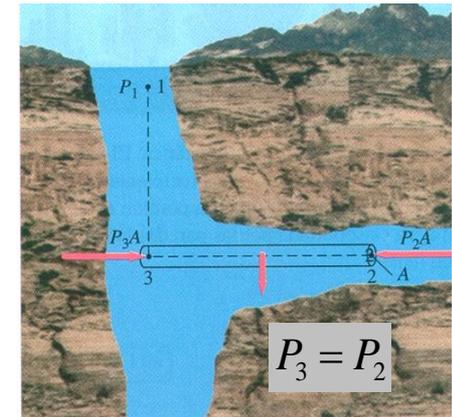
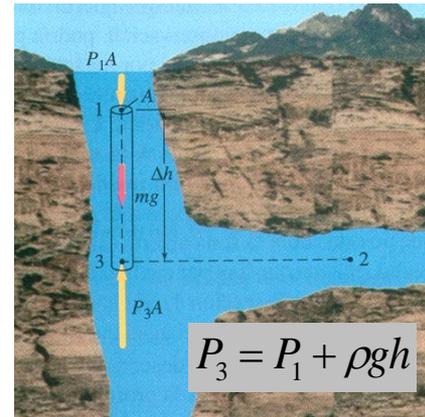
□ **Si en un fluido confinado se produce un aumento de presión, éste se transmite a todos los puntos del fluido**

□ Aplicación

- Prensa (o elevador) hidráulico
- Frenos hidráulicos

Como las presiones en los pistones grande y pequeño son iguales, las fuerzas correspondientes cumple la relación:

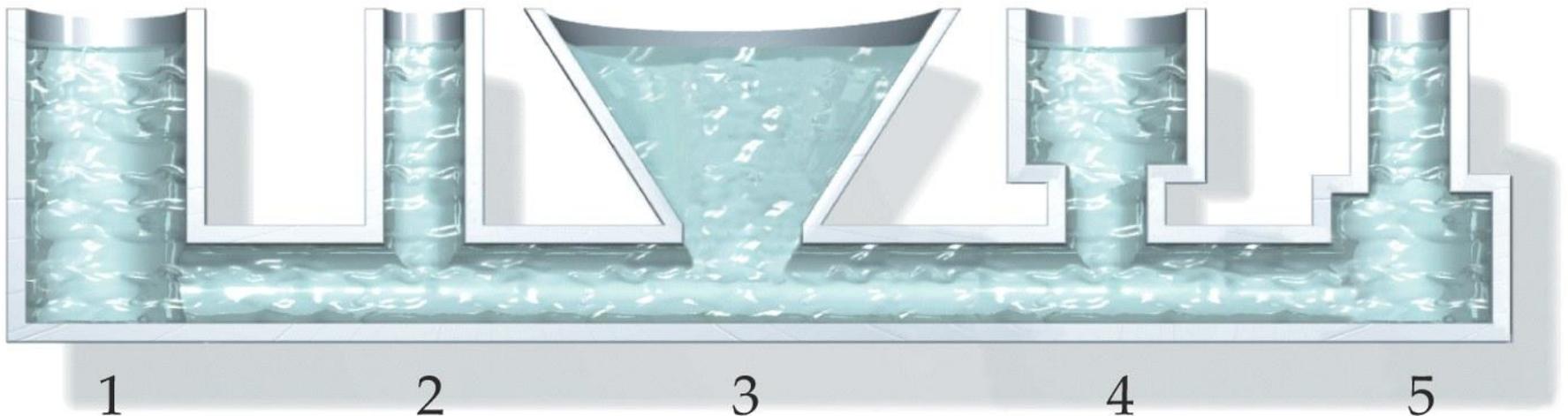
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$
$$F_2 = F_{apl} \frac{A_2}{A_{apl}}$$



Paradoja hidrostática

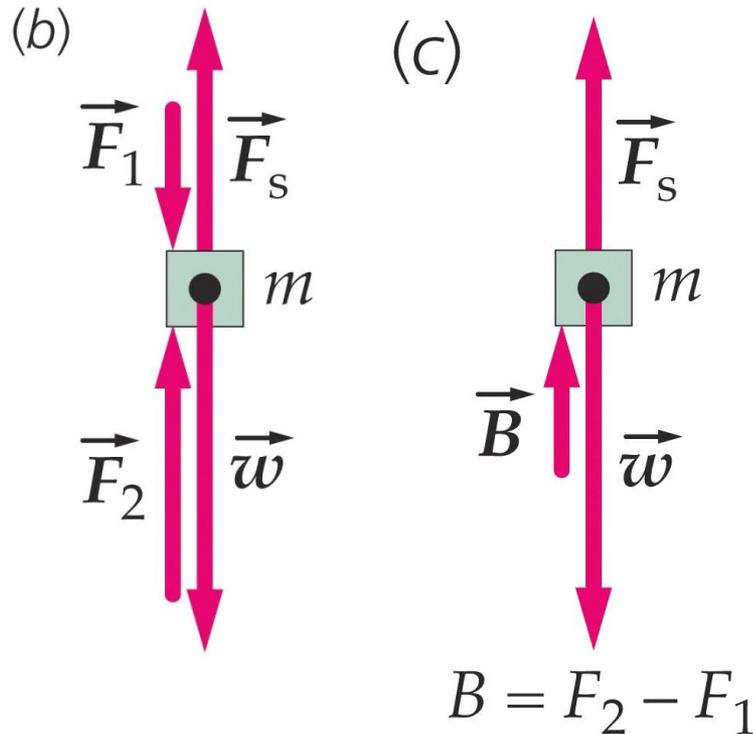
□ Vasos comunicantes

- La **presión** depende sólo de la **profundidad** no de la forma del recipiente



En una primera observación, podría parecer que la presión de la **sección 3** del recipiente sería la mayor y que el agua, por lo tanto, se vería forzada a subir a una mayor altura en las secciones más pequeñas del recipiente. Eso se conoce como la **paradoja hidrostática**.

Flotación y principio de Arquímedes (1/3)



□ La fuerza **ascensional , flotación o de empuje (B)** es la fuerza neta ejercida por el fluido sobre el objeto.

$$B = F_2 - F_1$$



Si el contraste de densidades entre el cuerpo y el líquido es cero, el peso aparente es nulo y por lo tanto no pesa. Astronautas que ejercitan gravedad cero en piscinas.

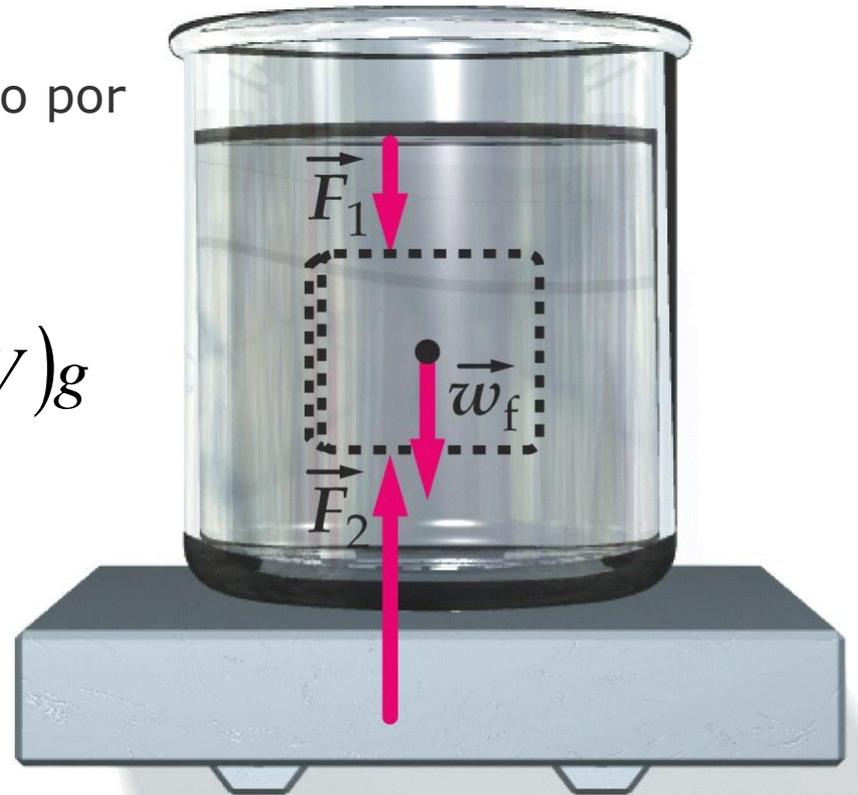
Flotación y principio de Arquímedes (2/3)

- Ahora el objeto ha sido sustituido por un volumen igual de fluido.

$$B = (F_2 - F_1) = w_f = mg = (\rho_f V)g$$

“Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido desalojado”

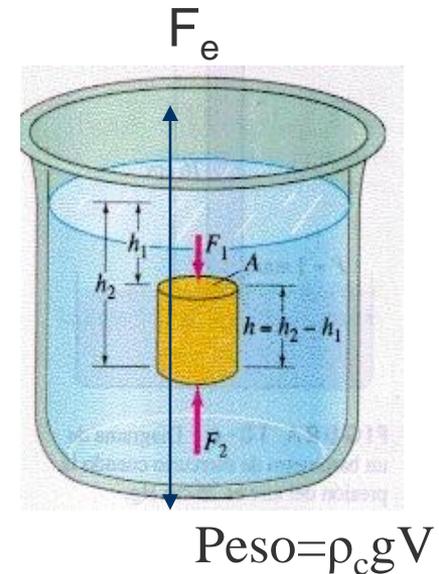
PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES



Flotación y principio de Arquímedes (3/2)

- **“Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del fluido desalojado”**
 - Variación de la presión con la profundidad

$$F_e = F_2 - F_1 = \rho_f g \cdot A \cdot (h_2 - h_1) = \rho_f \cdot g \cdot V$$



- Si $\rho_c = \rho_f$, fuerza de empuje igual al peso ($w = mg = \rho_f Vg$)
- Si $\rho_c > \rho_f$, fuerza de empuje < peso, descende (ej: **metal**)
- Si $\rho_c < \rho_f$, fuerza de empuje > peso, asciende (ej: **corcho**)

- Peso aparente

$$P_a = mg - F_e = (\rho_c - \rho_f) \cdot V \cdot g$$

Ejercicio

Cuando se ata una piedra de 60 N a un dinamómetro y se sumerge en el agua, el índice de la escala marca 40 N. Calcular la densidad de la piedra sabiendo que la densidad del agua vale 10^3 kg/m^3 .