

# Física 2 - 2024

Instituto de Física  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República

Marzo 2024

# Bienvenidos!

- Docente: Elisa Castro - [ecastro@fing.edu.uy](mailto:ecastro@fing.edu.uy)  
Lunes de 1800 a 2000 - Virtual  
Jueves de 1200 a 1400 - S. B21
- Docente: Facundo Gutiérrez - [fgutierrez@fing.edu.uy](mailto:fgutierrez@fing.edu.uy)  
Martes de 1200 a 1400 - S. 305
- Docente: Matías Osorio Mirambell - [mosorio@fing.edu.uy](mailto:mosorio@fing.edu.uy)  
Martes de 1200 a 1400 - S. 305  
Jueves de 1200 a 1400 - S. B21

# Cronograma del curso

## Cronograma Física 2 - semestre impar - 2024

Semana	Fechas	Teórico	Práctico
1	04/03/24 - 08/03/24	HIDROSTÁTICA	
2	11/03/24 - 15/03/24	HIDRODINÁMICA	1 HIDROSTÁTICA
3	18/03/24 - 22/03/24	HIDRODINÁMICA	2 HIDRODINÁMICA
4	25/03/24 - 29/03/24	Semana de turismo	
5	01/04/24 - 05/04/24	ONDAS MECÁNICAS	2 HIDRODINÁMICA
6	08/04/24 - 12/04/24	SONIDO	3 ONDAS MECÁNICAS
7	15/04/24 - 19/04/24	ONDAS Y SONIDO – Ejercicios	4 ONDAS DE SONIDO
8	22/04/24 - 26/04/24	TEMPERATURA – LEY CERO – DILATACIÓN TÉRMICA	ONDAS Y REPASO
9	29/04/24 - 08/05/24	Período de 1º parciales	

USTED ESTÁ AQUÍ

WINTER IS COMING

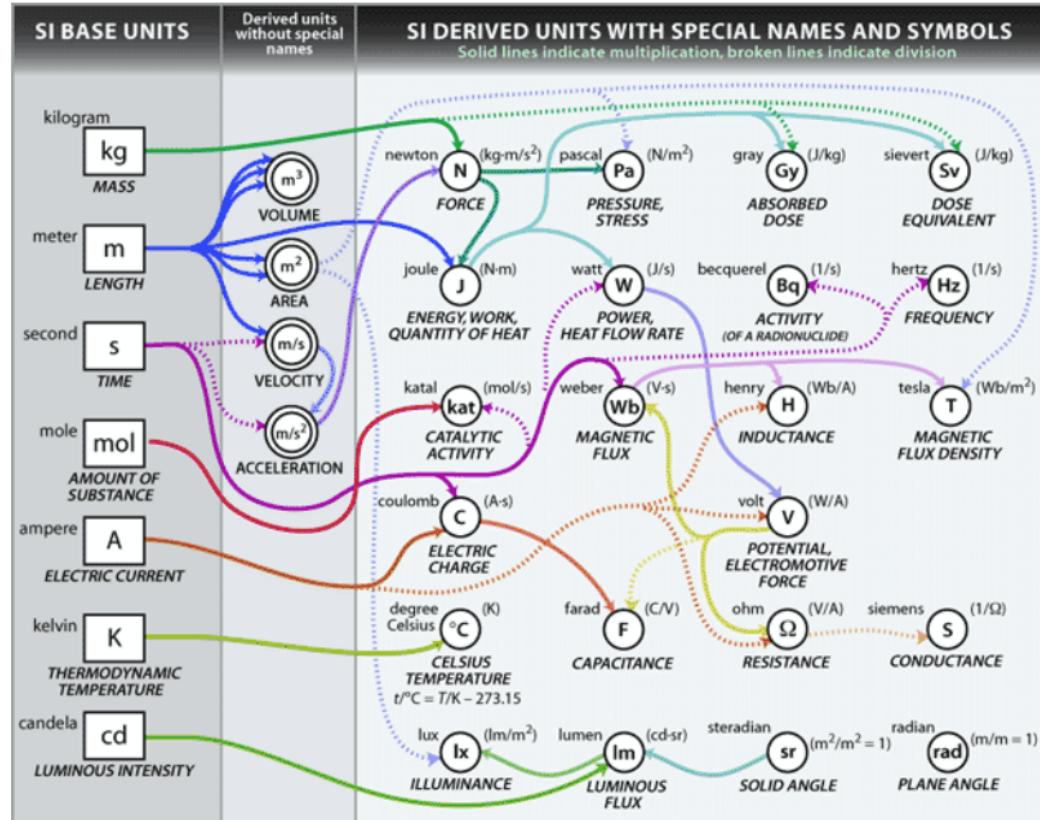
# Sistema Internacional de Unidades (SI)

- Sistema que contiene siete unidades básicas, correspondientes a magnitudes físicas fundamentales
- A partir de ellas, se pueden derivar las demás
- Las definiciones se basan en distintos fenómenos físicos:

## The International System of Units (SI)

base unit	symbol	defining constants	symbol	Value
kilogram	kg	Planck constant	$h$	$6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}\ \text{J}\ \text{s}$
metre	m	speed of light in a vacuum	$c$	$299\ 792\ 458\ \text{m/s}$
second	s	hyperfine transition frequency of caesium atom	$\Delta\nu_{\text{Cs}}$	$9\ 192\ 631\ 770\ \text{Hz}$
ampere	A	elementary charge	$e$	$1.602\ 176\ 634 \times 10^{-19}\ \text{C}$
kelvin	K	Boltzmann constant	$k$	$1.380\ 649 \times 10^{-23}\ \text{J/K}$
mole	mol	Avogadro constant	$N_A$	$6.022\ 140\ 76 \times 10^{23} / \text{mol}$
candela	cd	luminous efficacy of monochromatic radiation of frequency 540 THz	$K_{\text{cd}}$	$683\ \text{lm/W}$

## Sistema Internacional de Unidades (SI) - Unidades derivadas



# Sistema Internacional de Unidades (SI) - Prefijos

Prefiks	Symbol	Multiplying factor
yotta	Y	$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{24}$
zetta	Z	$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{21}$
exa	E	$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{18}$
peta	P	$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{15}$
tera	T	$1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$
giga	G	$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$
mega	M	$1\ 000\ 000 = 10^6$
kilo	k	$1\ 000 = 10^3$
hecto	h	$100 = 10^2$
deka	da	$10 = 10^1$
deci	d	$0,1 = 10^{-1}$
centi	c	$0,01 = 10^{-2}$
milli	m	$0,001 = 10^{-3}$
mikro	μ	$0,000\ 001 = 10^{-6}$
nano	n	$0,000\ 000\ 001 = 10^{-9}$
piko	p	$0,000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-12}$
femto	f	$0,000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-15}$
atto	a	$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-18}$
zepto	z	$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-21}$
yocto	y	$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-24}$

# ¿Qué sucede si no hablamos el mismo idioma?

- 1998, NASA, Mars Climate Orbiter
- Misión para estudiar el clima y atmósfera de Marte
- Tiempo de desarrollo: 4 años
- Costo: U\$S 327.6 millones ( $\approx$  U\$S 540 millones, 2023)
- Tiempo en la atmósfera de Marte: “0 días”



# ¿Qué sucede si no hablamos el mismo idioma?

- 1998, NASA, Mars Climate Orbiter
- Problema: mala **comunicación** - dos equipos (A y B) de la misión:  
**A**: unidades del SI (m, kg, s) ⇔ **B**: unidades inglesas (pie, libras, s)
- Resultado: la nave calcula mal su trayectoria, entrando a Marte con un ángulo muy chico, haciendo que se incinere en el ingreso al planeta.



¿Qué sucede si no hablamos el mismo idioma?



# ¿Qué sucede si no hablamos el mismo idioma?

- 1983, Air Canada, Boeing 767
- El avión se queda sin combustible prácticamente a mitad de camino
- Logra aterrizar de emergencia mediante planeo
- Problema: llevaban la mitad de combustible dado que utilizaron la libra en vez del kilogramo → ¿falta de comunicación? ¿falta de seguridad?
- $1 \text{ lb} = 0.45 \text{ kg}$



# Práctico 1 - repaso

- **Densidad:**  $\rho = m/V$  (suponiendo cuerpo homogéneo),  $[\rho] = \text{kg m}^{-3}$ ,  $\text{g L}^{-1}$
- Es importante conocer  $\rho$  dado que nos da información valiosa (¿un fluido flota en otro?) → ciencia de materiales.
- **Presión:**  $P = F_{\perp}/A$  (en reposo, contamos la fuerza normal a A)  
 $[P] = \text{Pa} = \text{N m}^{-2}$ ,  $\text{mmHg}$
- Fuerza ejercida por el fluido:  $\rightarrow F = PA$
- Presión atmosférica:  $P_o = 101\,325 \text{ Pa} = 101,325 \text{ kPa} \approx 100 \text{ kPa}$
- Sustancias incompresibles:  $\rho \approx \text{cte}$  para un amplio rango de  $P$ . Ej.: sólidos y líquidos → ¡MODELO!

# Práctico 1 - repaso

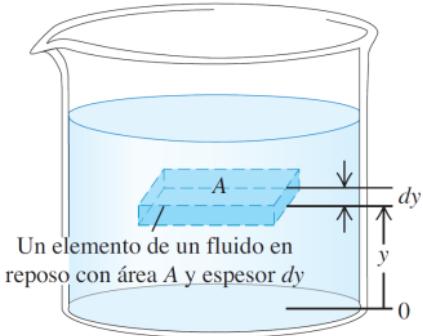
- Existen otros sistemas de unidades. Ej. Anglosajón
- Farenheit:  $T[\text{F}] = 9T[\text{°C}]/5 + 32\text{F}$
- psi = “pound per square inch” = “libra por pulgada cuadrada”,  
 $100\text{kPa} \approx 14,5\text{psi}$

$$P[\text{psi}] = P[\text{Pa}] \frac{(0,0254 \text{ m/in})^2}{(0,45359237 \text{ kg} \times 9,80665 \text{ m/s}^2)/\text{lbf}}$$

- inch = pulgada, 1 m = 39,3701 inch

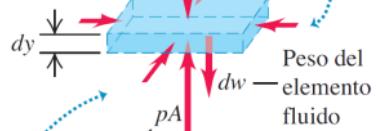


# Práctico 1 - Variación de presión en un fluido en reposo



b)

Fuerza debida a la presión  $p + dp$  sobre la superficie superior:  $(p + dp)A$



Fuerzas debidas a la presión  $p$  sobre la superficie inferior

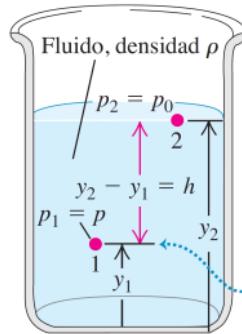
Las fuerzas sobre los cuatro lados del elemento se anulan.

Peso del elemento fluido

Como el fluido está en equilibrio, la suma vectorial de las fuerzas verticales sobre el elemento fluido debe ser cero:  
 $pA - (p + dp)A - dw = 0$ .

- Fluido en reposo + DCL:

$$\frac{dP(h)}{dy} = -\rho g \rightarrow P(y_2) - P(y_1) = -\rho g(y_2 - y_1)$$



Fluido, densidad  $\rho$   
 $p_2 = p_0$   
 $y_2 - y_1 = h$   
 $p_1 = p$   
 $y_1$   
 $y_2$

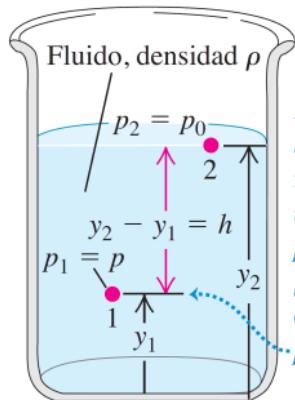
A una profundidad  $h$ , la presión  $p$  es igual a la presión sobre la superficie  $p_0$  más la presión  $\rho gh$  debida al fluido que hay encima:  
$$p = p_0 + \rho gh$$
.

La diferencia de presión entre los niveles 1 y 2:

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1)$$

La presión es mayor en un nivel más bajo.

# Práctico 1 - Variación de presión en un fluido en reposo



La diferencia de presión entre los niveles 1 y 2:

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1)$$

La presión es mayor en un nivel más bajo.

- Fluido en reposo + DCL:

$$\frac{dP(h)}{dy} = -\rho g \rightarrow P(y_2) - P(y_1) = -\rho g(y_2 - y_1)$$

- Si el punto 2 está en la superficie:  $P(y_2) = P_o$
- Si el fluido está en reposo, a una profundidad  $h$ :

$$P(h) = P_o + \rho gh$$

- **Todo punto del fluido que esté a una profundidad  $h$  tiene la misma presión.**

# Práctico 1 - Variación de presión en un fluido en reposo

- Si el fluido está en reposo, a una profundidad  $h$ :

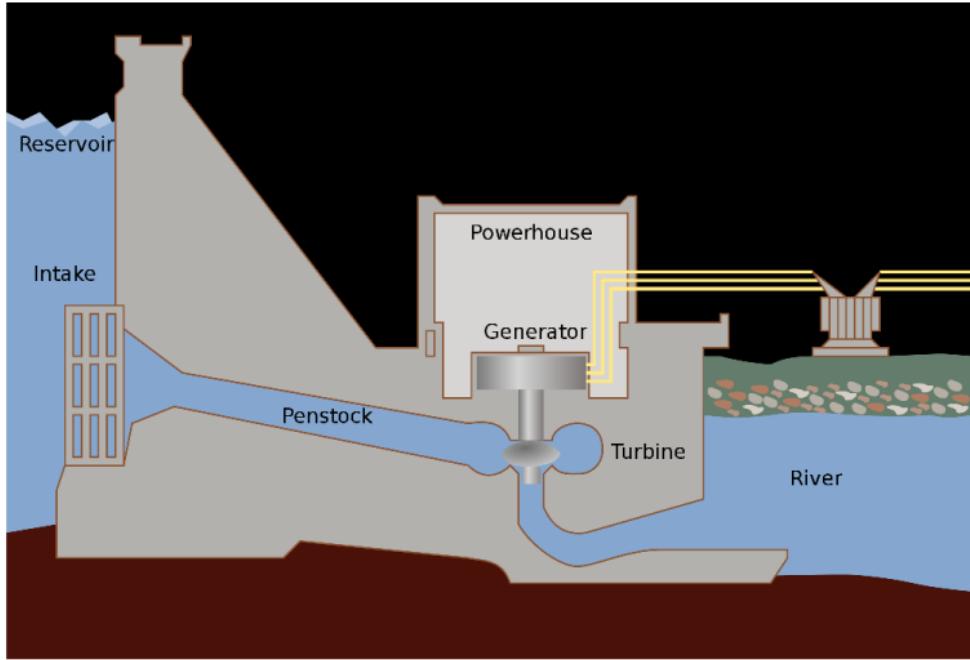
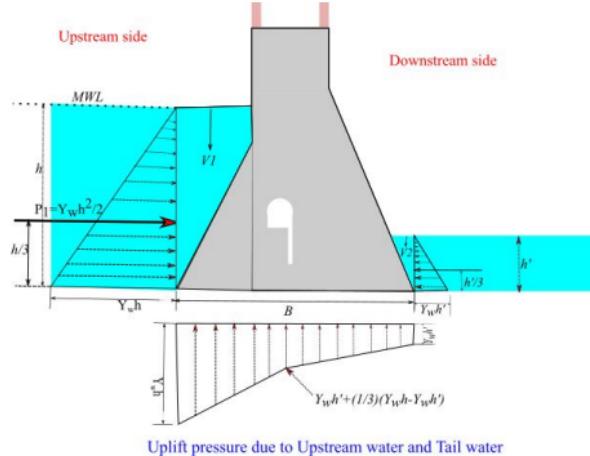
$$P(h) = P_o + \rho gh$$

- ¿Qué sucede a una profundidad  $h$  si varía la presión externa?:

$$\Delta P(h) = \Delta P_o + \Delta(\rho gh) \rightarrow \Delta P_o = \Delta P(h) \rightarrow \text{Principio de Pascal}$$

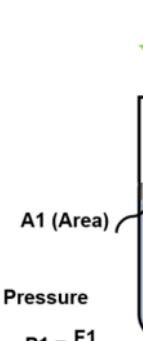
- Ingeniería: método para transmitir una fuerza a través de un fluido.
- Ingeniería: modelo de primer orden para estructuras sumergidas en un fluido.

# Práctico 1 - Variación de presión en un fluido en reposo



# Práctico 1 - Principio de Pascal

Original Force  $F_1 = P_1 \times A_1$

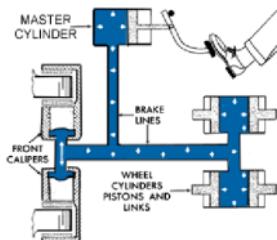


Output Force  $F_2 = P_2 \times A_2$   
10 x greater than original force



$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

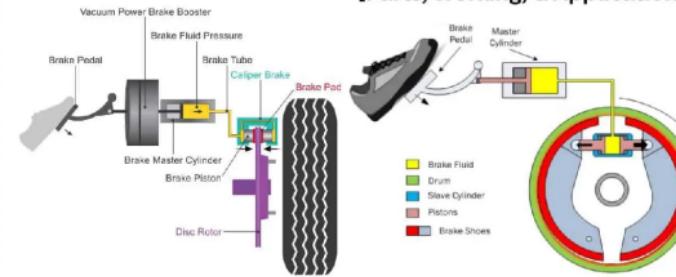
Pressure equal throughout. Therefore  $P_1 = P_2$



What is

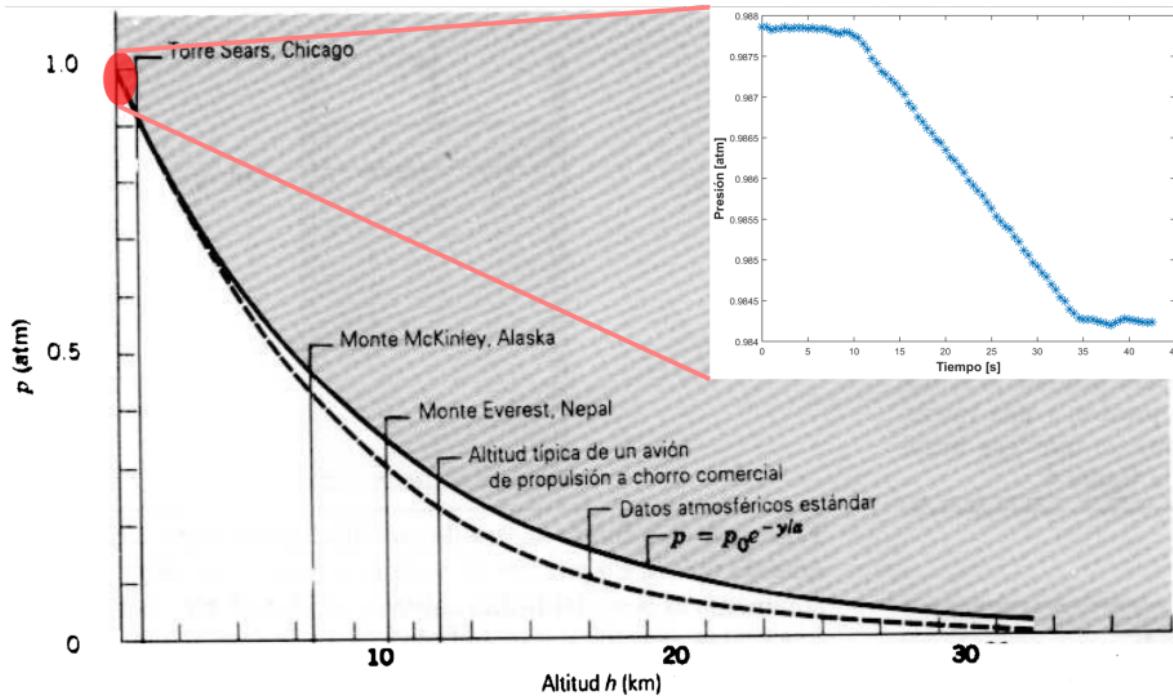
## Hydraulic Braking System?

[Parts, Working, & Applications]



# Práctico 1 - Variación de presión en un fluido en reposo

- ¿Qué sucede en la atmósfera? → variación exponencial por cómo varía la densidad del aire con la altura. Localmente: ¡variación lineal!



# Práctico 1 - Principio de Arquímedes

- *Todo cuerpo parcial o totalmente sumergido en un fluido sufre un empuje de abajo hacia arriba por una fuerza de magnitud igual al del peso del fluido desplazado.*
- Fuerza de empuje:

$$E = m_{\text{fl.d}}g = \rho_{\text{fl}}V_{\text{fl.d}}g$$

- Densidad:  $\rho = m/V$
- Fuerza peso:  $mg = \rho_{\text{hielo}}V_{\text{iceberg}}g$
- Empuje:  $E = \rho_{\text{agua}}V_{\text{sumergido}}g$
- Iceberg en reposo:  $mg = E$ :

$$\rho_{\text{hielo}}V_{\text{iceberg}} = \rho_{\text{agua}}V_{\text{sumergido}} \rightarrow \frac{\rho_{\text{hielo}}}{\rho_{\text{agua}}} = \frac{V_{\text{sumergido}}}{V_{\text{iceberg}}} = \frac{0,92 \text{ g cm}^{-3}}{1,00 \text{ g cm}^{-3}}$$

$$V_{\text{sumergido}} = (92\%)V_{\text{iceberg}}$$

# Práctico 1 - Principio de Arquímedes

- Extra: Observar que la densidad del agua disminuye al pasar de sólido a líquido.

$$\frac{\rho_{\text{hielo}}}{\rho_{\text{agua}}} = \frac{0,92 \text{ g cm}^{-3}}{1,00 \text{ g cm}^{-3}}$$

- ¿Consecuencia?

# Práctico 1 - Principio de Arquímedes

- Extra: Observar que la densidad del agua disminuye al pasar de sólido a líquido.

$$\frac{\rho_{\text{hielo}}}{\rho_{\text{agua}}} = \frac{0,92 \text{ g cm}^{-3}}{1,00 \text{ g cm}^{-3}}$$

- ¿Consecuencia?



# Ejercicio 1

## 1.5. Esfera hueca

Una esfera hueca de hierro flota apenas sumergida en agua, como se muestra en la figura. El diámetro exterior es de 58,3 cm y la densidad del hierro es de  $7,87 \text{ g/cm}^3$ . Desprecie el peso del aire contenido en el interior de la esfera. Halle el diámetro interior de la esfera.



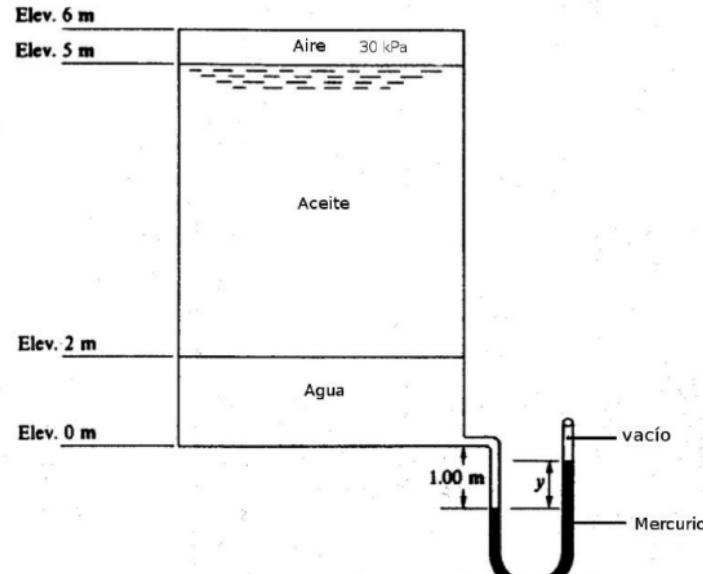
# Ejercicio 2

Física 2 - Primer semestre  
Primer Parcial, 10 de mayo de 2013

## Problema 1 -Estática de fluidos (7 puntos)

Un manómetro que contiene mercurio (densidad  $13600 \text{ kg/m}^3$ ) se conecta por uno de sus extremos a un tanque que contiene tres fluidos diferentes: aire que se encuentra a  $30 \text{ kPa}$ , aceite de densidad  $820 \text{ kg/m}^3$  y agua (densidad  $1000 \text{ kg/m}^3$ ), con las alturas indicadas en la figura. El otro extremo del tubo en U se encuentra cerrado y por encima de la columna de mercurio hay vacío.

Halle la diferencia de elevación  $y$  de la columna de mercurio en el manómetro. Utilice el valor de  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .



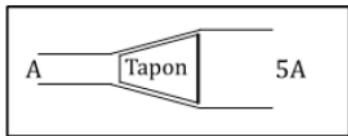
# Ejercicio 3

## 1er Parcial de Física 2 29 de abril de 2016

### Problema 1

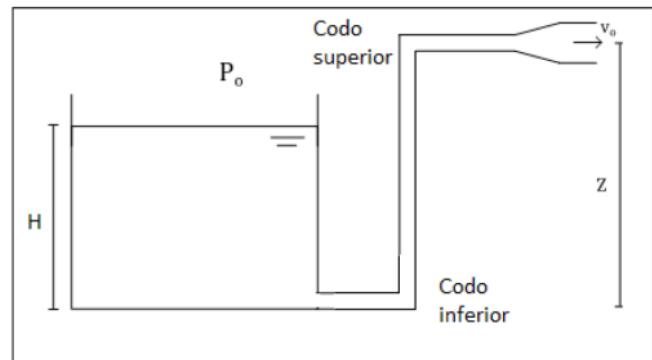
La figura 1 muestra que se toma agua desde el fondo de una represa a través de una cañería de sección A. Antes de descargar hacia la atmósfera, la cañería se ensancha a una sección 5A. Se supondrá que la represa mantiene la altura H del agua constante mientras la instalación descarga con velocidad  $V_0$  a una altura Z, como se muestra en la figura.

Parte A) Determine los valores de Z para que el proceso sea posible.



Parte B) Para parar el proceso, se coloca un tapón en la salida del sistema, como se muestra en la figura 2.

Determine la fuerza horizontal que el caño ejerce sobre el tapón en función de la altura Z y otros parámetros del problema.



# Próxima clase...

- Dudas: recuerden el uso del foro
- Ideal: terminar práctico 1
- La semana que viene vamos a trabajar en el Práctico 2