

Física 2 - 2023

Instituto de Física
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

Marzo 2024

Bienvenidos!

- Docente: Elisa Castro - ecastro@fing.edu.uy
Lunes de 1800 a 2000 - Virtual
Jueves de 1200 a 1400 - S. B21
- Docente: Facundo Gutiérrez - fgutierrez@fing.edu.uy
Martes de 1200 a 1400 - S. 305
- Docente: Matías Osorio Mirambell - 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		USTED ESTÁ AQUÍ
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		WINTER IS COMING

Resumen

- A resolver: *¿Cómo describimos el estado de un fluido en reposo?* ✓ → mediante principios de Pascal, Arquímedes e hidroestática
- A resolver: *¿Cómo describimos el estado de un fluido en movimiento?*

Descripción de un fluido en movimiento

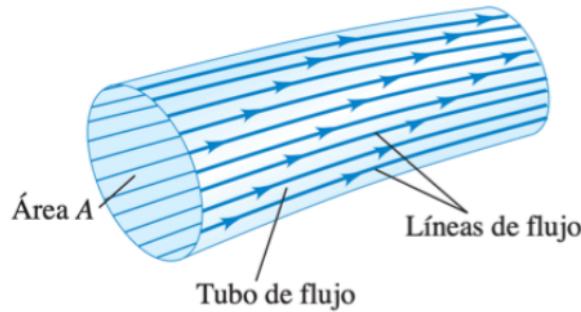
- Existen dos maneras de estudiar el movimiento de un fluido.
- 1) analizando la dinámica de cada partícula que compone el fluido y siguiendo su movimiento → descripción Lagrangiana → ¡muy complejo!
- 2) analizando la densidad y velocidad del fluido en cada punto del espacio y en cada instante de tiempo → descripción Euleriana → enfoque a considerar
- Vamos a estudiar el fluido describiendo cómo es la densidad $\rho(x, y, z, t)$, su velocidad $v(x, y, z, t)$ y su presión $P(x, y, z, t)$.

Definiciones básicas

- **Flujo estacionario:** un flujo es **estacionario** si las variables que describen al fluido en un punto del espacio, son constantes a lo largo del tiempo.
- **Importante:** no quiere decir que el fluido tenga en distintos puntos el mismo valor de $\rho/P/v$. Estas variables pueden cambiar de un punto a otro, pero en cada punto se mantienen constantes a lo largo de t .
- **Flujo incompresible:** $\rho = \text{cte}$
- **Viscosidad:** en un fluido, es el análogo a la fricción que estudiamos en un cuerpo rígido. Es la medida de la resistencia del fluido a su resistencia a la deformación cortante.
- **Flujo no viscoso:** no existen fuerzas viscosas actuando sobre el fluido.
- **Flujo no rotatorio:** Si un elemento del fluido no gira en torno a un eje que pase por el centro de masa del fluido, entonces el flujo es no rotatorio.
- **Modelo a utilizar:** las cuatro descripciones anteriores juntas.

Líneas de flujo

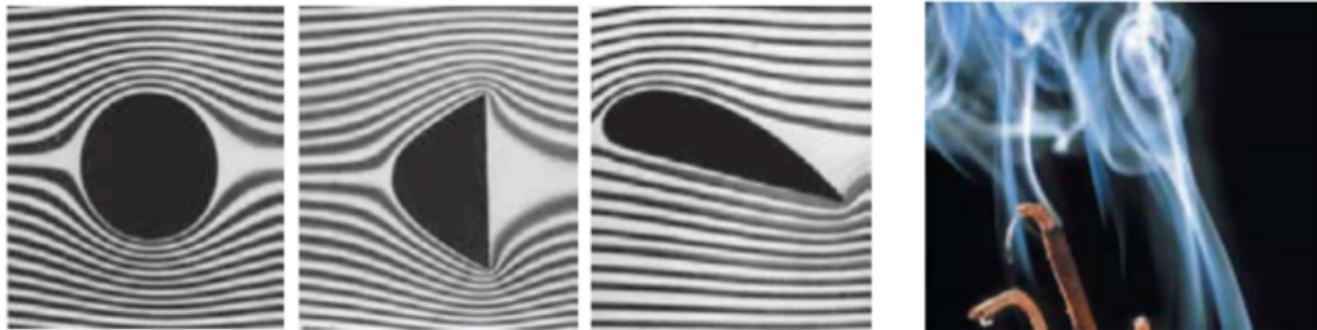
14.19 Tubo de flujo delimitado por líneas de flujo. En flujo estable, el fluido no puede cruzar las paredes de un tubo de flujo.



- Las líneas de flujo son las trayectorias de una partícula individual en un fluido en movimiento.
- Si el patrón global de flujo no cambia con el tiempo, entonces tenemos un **flujo estable**. En un flujo estable, cada elemento que pasa por un punto dado sigue la misma línea de flujo.
- Una línea de corriente es una curva cuya tangente en cualquier punto tiene la dirección de la velocidad del fluido en ese punto.

Flujo laminar y turbulento

- En el flujo laminar, el fluido se mueve “en capas” y es un movimiento estable.
- En un flujo turbulento, predomina un patrón de inestabilidad y cambio constante.
- Idea fundamental en aerodinámica.



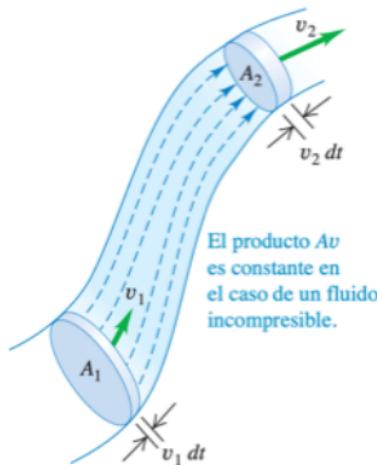
- LINK: FLUJO ALREDEDOR DE UN ALA

Ecuación de continuidad

- Sea un tubo de flujo. Si en el mismo no existen fuentes o sumideros de masa de fluido, entonces la masa que ingresa al tubo debe ser igual a la que sale.
- Ec. de continuidad:

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \rightarrow \text{fl. incom.} \rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2$$

- El producto Av se denomina flujo volumétrico (R)

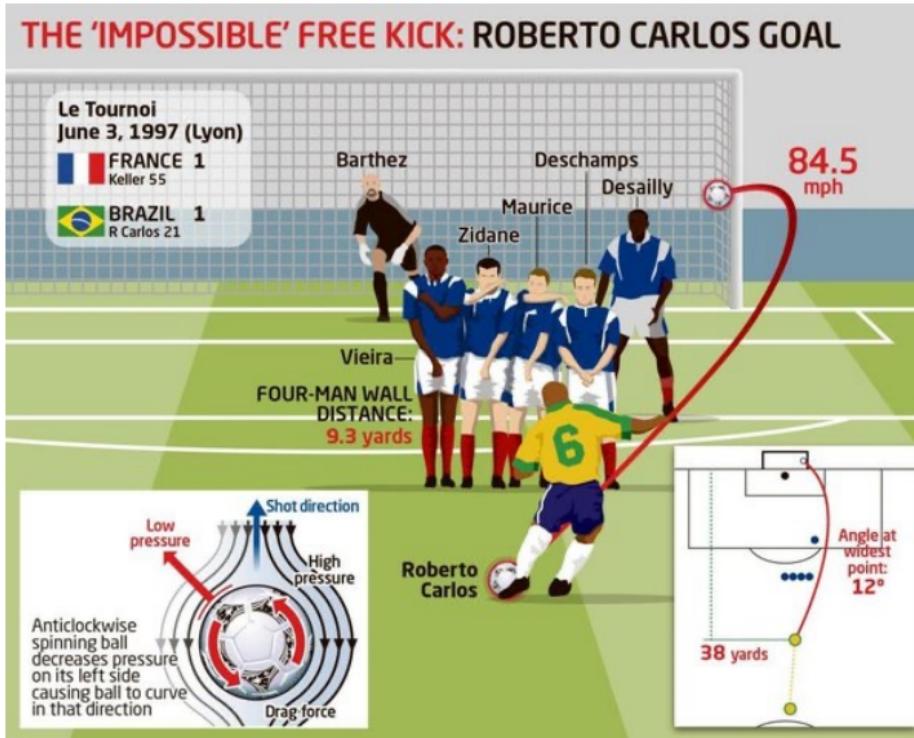


Ecuación de Bernoulli

- Se deduce a partir de un balance energético al fluido estacionario, irrotacional, no viscoso e incompresible.
- Calculamos ΔK y ΔU_g para dos puntos del espacio.
- ¿Por qué varían dichas energías? → trabajo de flujo (W) que sufre el fluido
→ $\Delta K + \Delta U_g = W$
- Ecuación de Bernoulli: a lo largo de una línea de corriente

$$P + \rho g z + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{cte}$$

Ecuación de Bernoulli - Efecto Magnus



- LINK: TIRO LIBRE DE ROBERTO CARLOS.

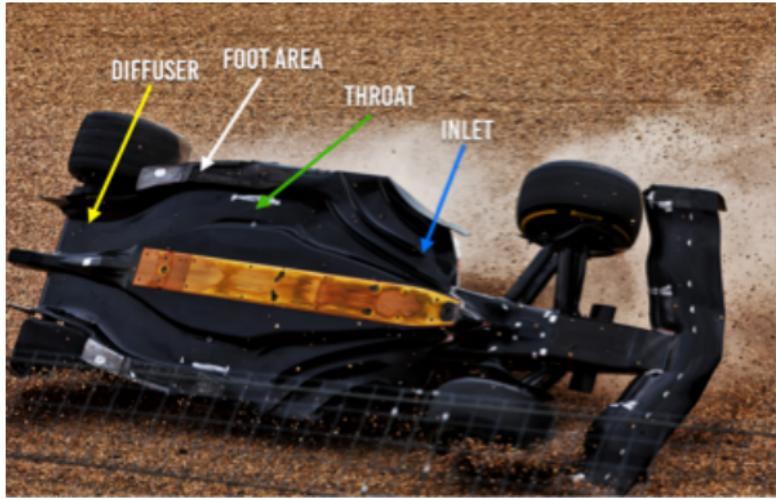
Ecuación de Bernoulli - “Porpoising effect” - F1

- Efecto debido a la aerodinámica del vehículo
- Carga aerodinámica: “qué tan pegado al piso va el auto” → permite tomar curvas a alta velocidad
- Se diseña de manera que los flujos de aire generen una diferencia de presión hacia abajo (carga aerodinámica) → Túnel de Venturi → acelera del flujo de aire por debajo del auto
- En determinado momento el amortiguador hace que el auto vaya hacia arriba y el ciclo vuelve a comenzar
- ¡Problema: muy incómodo para pilotar!
- Imagen: F1 - Twitter

Ecuación de Bernoulli - Suelo de un auto de F1



Ecuación de Bernoulli - Suelo de un auto de F1



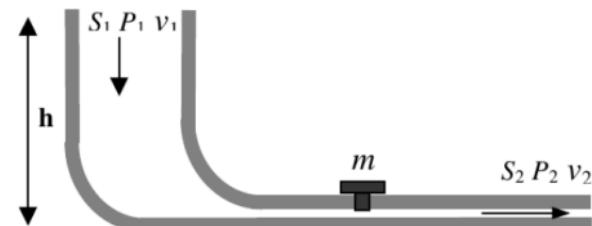
Ejercicio 1

2.5. Tubería con tapón

Un caño que cambia de sección puede transportar agua (ver figura). A la entrada del caño, una bomba ejerce una presión $P_1 = 2P_0$, siendo P_0 la presión atmosférica. La parte del caño que está horizontal tiene un orificio de sección inferior cuadrada de lado L , cerrado por un tapón de masa m . Suponga que el tapón no tiene fricción con las paredes del recipiente.

- Cuando el fluido está en reposo, ¿qué condición deberá cumplir la altura h para que el tapón no 'salte' y la fuerza normal entre el caño y el tapón sea nula?
- Considere el valor límite de h calculado anteriormente y suponga que el fluido se mueve con una velocidad de entrada v_1 conocida. ¿Cuál es la fuerza normal que la parte exterior del caño ejerce sobre la base de la cabeza del tapón?

Importante: Entre la base de la cabeza del tapón y la superficie exterior del caño siempre existe una cantidad no despreciable de aire a presión P_0 . Para que dicha presión desaparezca, se debería succionar el aire de la zona mediante una bomba de vacío.



Ejercicio 2

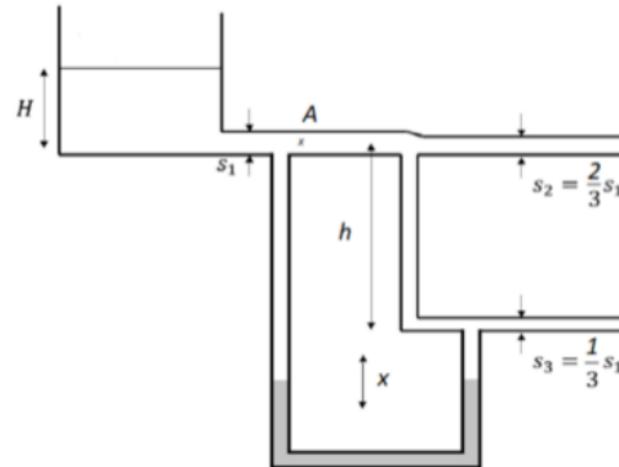
Fisica 2 – Primer Parcial
1ro de Octubre de 2021

Ejercicio 1 [20 pts.]

La figura muestra un sistema compuesto por un gran tanque abierto a la atmósfera y dos caños de descarga también abiertos a la atmósfera. El nivel de agua en el tanque es H conocido y se supone constante. La diferencia de altura entre los caños es $h = \frac{5}{4}H$. El caño de sección S_1 y el caño de sección S_3 están conectados por un tubo con una cierta cantidad de mercurio, como muestra la figura.

- Halle la velocidad del flujo v_A en el punto A.
- Halle la diferencia de altura x , medida entre el nivel del mercurio de un lado y el otro, e indique en qué dirección se inclina el mercurio.

Nota: Exprese los resultados en términos de H , la gravedad g y las densidades de los fluidos involucrados.



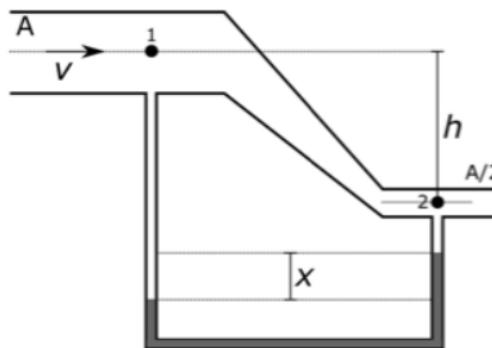
Ejercicio 3

Física 2 – Primer parcial

30 de abril de 2018

Ejercicio 1 (20 puntos)

Por un tubo de sección A fluye agua a velocidad v , como indica la figura. El tubo presenta un desnivel gradual, bajando una distancia h y reduciendo su sección a $A/2$. La distancia h es medida entre los ejes del tubo antes y después del desnivel, y es mucho mayor que los respectivos radios. Entre el punto 1 (antes del desnivel) y el punto 2 (después del desnivel), se conecta un tubo fino que contiene mercurio en una parte, y el resto del mismo está lleno de agua.



- a) Si la velocidad con que llega el fluido al punto 1 es v , como muestra la figura, determinar la diferencia de nivel x entre los lados derecho e izquierdo del tubo fino.

Próxima clase...

- Dudas: recuerden el uso del foro
- Ideal: continuar con el práctico 2
- La semana que viene vamos a continuar con el Práctico 2

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	

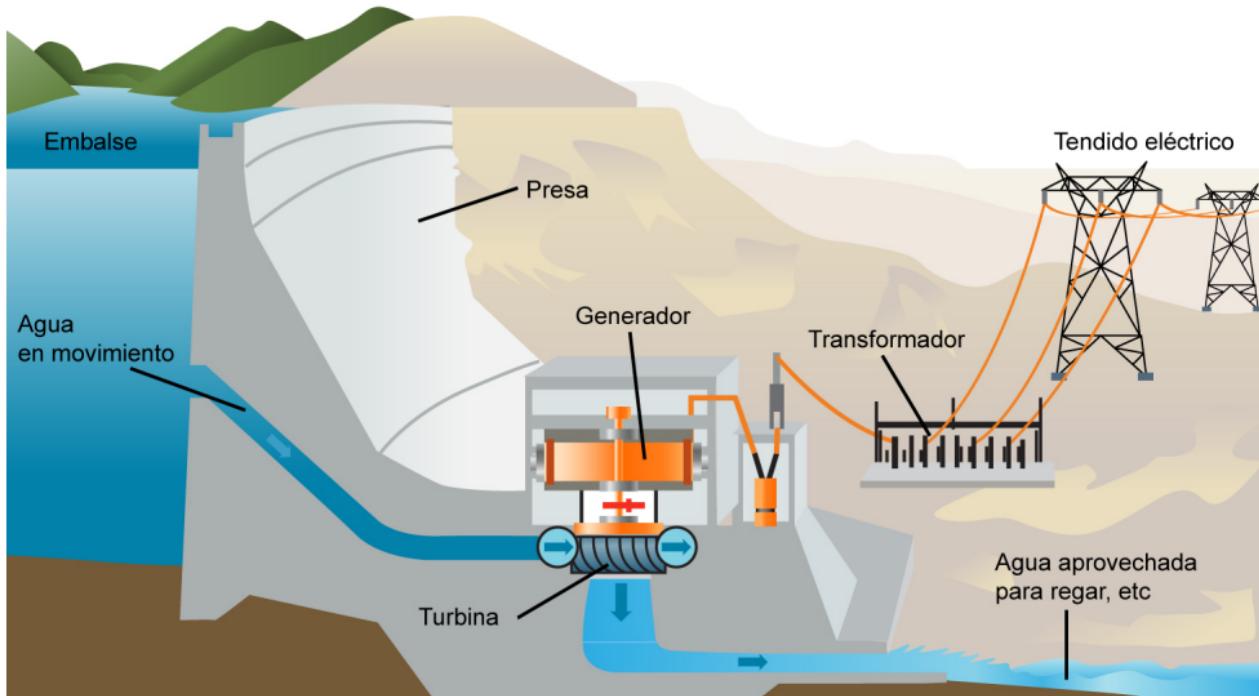
usted está aquí

winter is coming

Resumen

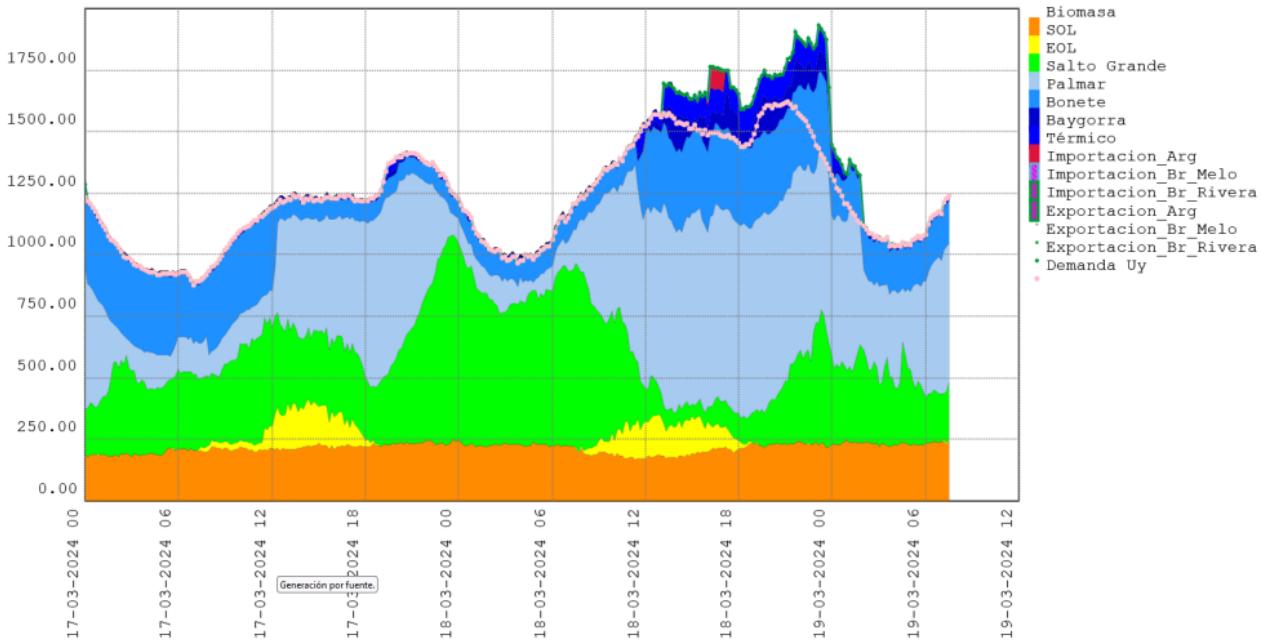
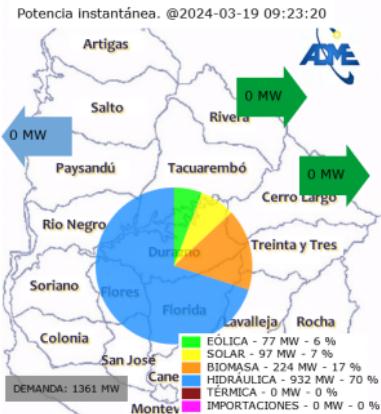
- A resolver: *¿Cómo describimos el estado de un fluido en reposo?* ✓ → mediante principios de Pascal, Arquímedes e hidroestática
- A resolver: *¿Cómo describimos el estado de un fluido en movimiento?* ✓ → mediante la Ec. de continuidad y Bernoulli, bajo ciertas hipótesis

Generación de energía hidroeléctrica



- Potencia máxima teórica: $\dot{W} = Qgh$ ($[Q] = \text{kg s}^{-1}$) → ¡no necesariamente toda el agua se puede captar en la turbina!

Generación de energía hidroeléctrica - Uruguay



Generación de energía hidroeléctrica - Salto Grande



Generación de energía hidroeléctrica - Salto Grande



Otras maneras de generar energía con el agua

- Existen otras maneras de aprovechar la energía guardada en el agua para transformarla eléctrica.
- Por ejemplo: boyas que oscilan y el movimiento genera energía eléctrica.
- LINK: CorPower Ocean Wave Energy Converters

Ejercicio 4

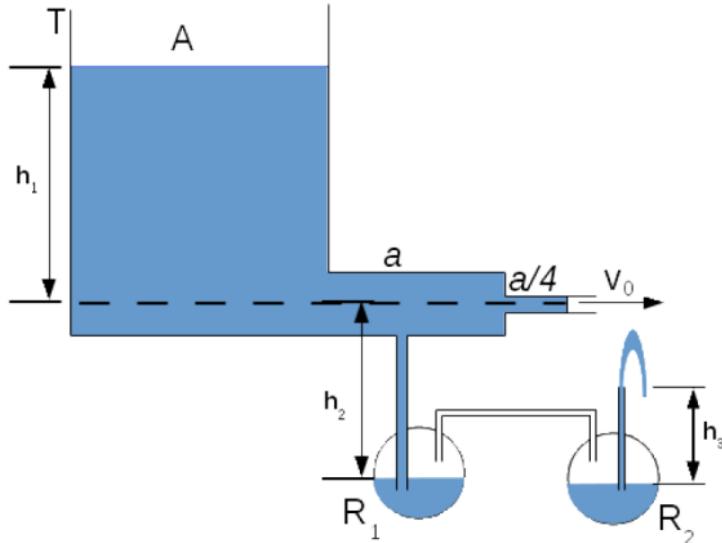
Física 2 - Primer semestre

Primer Parcial, 16 de mayo de 2014

Problema 1 -Fluidos (20 puntos)

Un tanque T de área A contiene un líquido de densidad ρ y se encuentra abierto a la atmósfera. El nivel de dicho tanque respecto a la línea de descarga es h_1 . La línea de descarga se divide en dos zonas, una donde la sección de la tubería es a ($a \ll A$) y otra, más angosta, de área $a/4$, desde donde el fluido es descargado a la atmósfera a una velocidad v_0 , como se muestra en la figura. En la zona de sección a se conecta un tubo recto vertical de altura h_2 cuyo otro extremo se sumerge en un recipiente hermético R1. Éste se conecta a un segundo recipiente hermético R2 que contiene el mismo líquido que el tanque T. Las partes superiores de R1 y R2 y el caño que los une contienen aire. Un caño de altura h_3 se sumerge en el líquido de R2, lo que provoca la salida de un chorro hacia la atmósfera. Suponga que los niveles de líquido en R1 y R2 se mantienen constantes.
(Nota: Los radios de los tubos son despreciables en comparación a las alturas indicadas).

- Calcular la velocidad v_0 en función de h_1 .
- Calcular la presión del aire en el recipiente R1 en función de las alturas h_1 y h_2 .
- Calcular la velocidad de salida del chorro del recipiente R2 en función de h_1 , h_2 y h_3 .
- Determinar el valor máximo de h_3 que permite que el líquido sea expulsado desde R2.



Ejercicio 5

Parcial Física 2 1º de octubre de 2014

Problema 1

La figura muestra un tanque de diámetro $D = 50 \text{ cm}$ que tiene un caño de salida de diámetro $d_1 = 4,0 \text{ cm}$, el cual se continúa una altura $L = 1,0 \text{ m}$ más abajo en un caño de diámetro $d_2 = 5,0 \text{ cm}$. La parte superior del tanque está abierta a la atmósfera ($P_0 = 101,325 \text{ kPa}$) y el tanque puede ser alimentado con agua ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) proveniente de una canilla.

Un tubo en U que contiene mercurio ($\rho' = 13600 \text{ kg/m}^3$) puede medir la diferencia de presiones entre los caños mencionados. Inicialmente, el tanque contiene 2,0 m de agua.

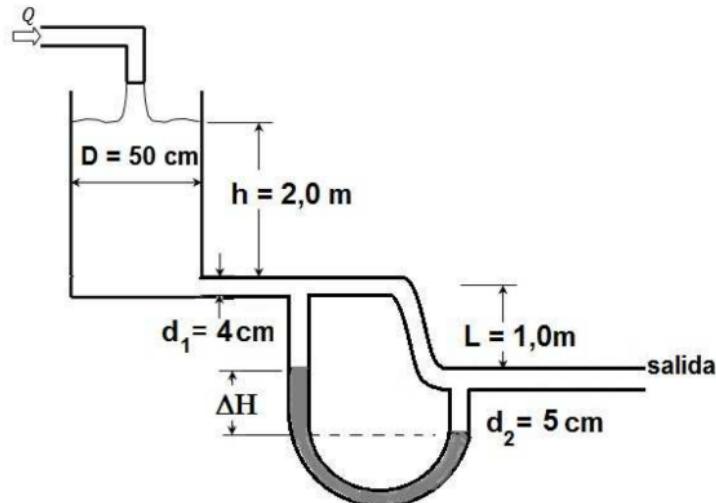
Parte A:

Si la canilla está cerrada y el caño de salida está tapado, demuestre (para todo h , L , p , p') que la diferencia entre los niveles de mercurio en los brazos del tubo es nula $\Delta H = 0$.

Parte B:

Se destapa el caño de salida y se abre la canilla, de forma tal que existe un flujo estable.

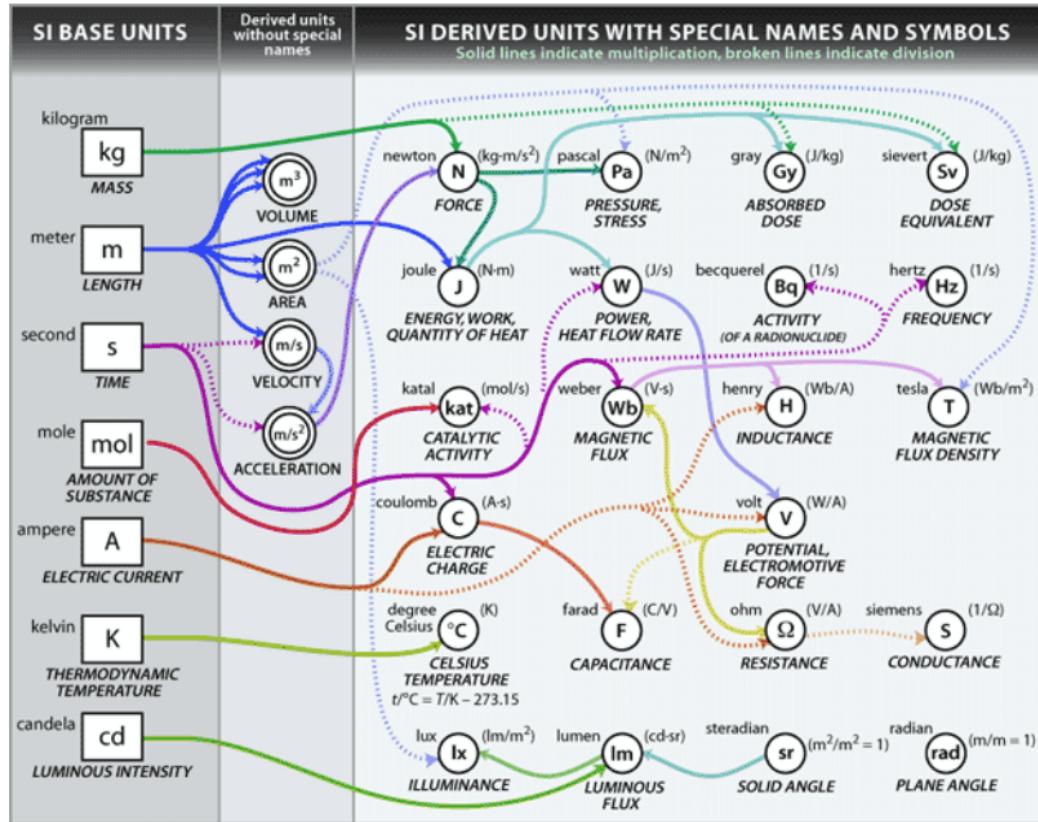
- ¿Cuánto vale la velocidad de salida del tubo?
- ¿Cuál es, ahora, la diferencia de alturas ΔH entre los niveles de mercurio en los brazos del tubo?



Próxima clase...

- Dudas: recuerden el uso del foro
- Ideal: finalizar con el práctico 2
- La semana que viene vamos a comenzar con el Práctico 3

Anexo: SI - Unidades derivadas



Anexo: 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	$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-24}$