

HIDRODINAMICA

Los chicos suelen decir que esta es la parte más difícil de toda esta unidad. Creo que es cierto. Ecuaciones feas, formulas difíciles de usar, cuentas largas, trucos, conceptos anti-intuitivos y demás. Así que atento. Empiezo.

CAUDAL (Q)

Para la física la palabra caudal (Q) significa la cantidad de líquido que pasa en un cierto tiempo. Concretamente, el caudal sería el volumen de líquido que circula dividido el tiempo.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}} \quad \leftarrow \text{CAUDAL}$$

El caudal se mide unidades de volumen dividido unidades de tiempo. Generalmente se usan m^3/seg o litro/seg . A veces también se usa kg/seg . Estas no son las únicas unidades que se usan. Que no te extrañe si en un problema te aparece un caudal en cm^3/seg , dm^3/seg o en $\text{litros}/\text{hora}$.

$$\frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{l}}{\text{seg}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Kg}}{\text{seg}} \quad \leftarrow \text{UNIDADES DEL CAUDAL}$$

Nota: La unidad kilogramos/hora o kg/seg es lo que se llama "caudal másico". Vendría a ser la cantidad de masa que pasa en un cierto tiempo. A veces te pueden dar como dato el caudal másico. (O te pueden pedir que lo calcules). Sabiendo el caudal másico puedo sacar al caudal en m^3 por segundo dividiendo la masa por la densidad del líquido .

¿ Cómo se mide un caudal en la práctica ?

Rta: Muy simple. Mirá el dibujito. Si vos querés saber que cantidad de agua sale por la canilla de tu casa, ponés un balde abajo y te fijás cuanto tarda en llenarse.



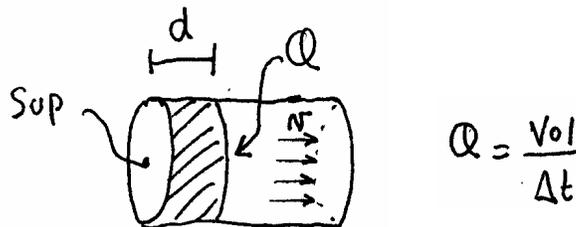
Tomás el tiempo, te fijás cuantos litros cargó el balde y después hacés la cuenta volumen dividido tiempo. Una canilla común tira entre 5 y 10 litros por minuto.

A veces podés tener situaciones más complicadas y no podés medir el caudal de esta manera. Entonces se usan otros métodos más raros. Por ejemplo, para saber que caudal bombea el corazón. (El corazón bombea alrededor de 5 litros por minuto).

El significado de la palabra caudal es parecido al que vos conocés de la vida diaria. Por ejemplo, se habla de un río caudaloso. (= un río que lleva mucha agua). Se habla de caudal de autos en una autopista, caudal de información o de un gran caudal de turistas que llegan al país.

OTRA FORMULA PARA EL CAUDAL ($Q = V \times S$)

Fijate lo siguiente: El caudal es el volumen que circula dividido el tiempo que pasa.



Entonces mirando el dibujito puedo hacer esta deducción. El líquido al moverse dentro del caño recorre una cierta distancia d. Entonces al volumen que circula lo puedo poner como Volumen = Superficie del caño x distancia.

$$Q = \frac{Sup \times d}{\Delta t} \quad \leftarrow N \text{ velocidad}$$

$$\Rightarrow Q = S \times N$$

CAUDAL SUP. del TUBO VELOCIDAD DEL LIQUIDO

OTRA MANERA DE CALCULAR EL CAUDAL

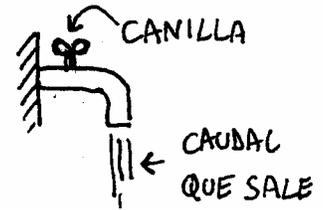
Vamos a un ejemplo:

UNA CANILLA LLENA UN BALDE DE AGUA DE 10 LITROS EN 2 MINUTOS.

- a) - CALCULAR EL CAUDAL QUE SALE POR LA CANILLA.
- b) - SABIENDO QUE LA SECCION DE LA CANILLA ES DE 1 cm^2 , CALCULAR CON QUÉ VELOCIDAD ESTA SALIENDO EL AGUA.

a) Veamos. Tengo la canilla por la que sale el agua. Me dicen que salen 10 litros en 2 minutos. Entonces el caudal va a ser :

$$Q = \frac{\text{Vol}}{\Delta t} = \frac{10 \text{ litros}}{2 \text{ min}}$$



$$\Rightarrow \boxed{Q = 5 \frac{\text{l}}{\text{min}}} \leftarrow \text{CAUDAL QUE SALE}$$

b) Para calcular la velocidad con que sale el agua planteo que el caudal es la velocidad por la sección. La superficie de la canilla es 1 cm^2 . Entonces :

$$Q = v \times S \Rightarrow$$

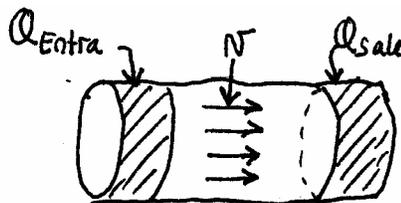
$$5 \frac{\text{l}}{\text{min}} = v \times 1 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \frac{5000 \text{ cm}^3}{60 \text{ seg}} = v \times 1 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \boxed{v = 83,3 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}} \leftarrow \text{VELOCIDAD DEL AGUA A LA SALIDA}$$

ECUACION DE CONTINUIDAD (IMPORTANTE)

Fijate esto: Imaginate un caño que tiene un diámetro de 10 cm. Supongamos que por el caño están entrando 5 litros por minuto. Pregunta: ¿ qué cantidad de líquido está saliendo por la otra punta del caño ?



Rta: Esto no hay que pensarlo mucho. Es lo que te imaginás. Todo lo que entra , tiene que salir. Si entran 5 litros por minuto, tiene que estar saliendo 5 litros por minuto.

Dicho de otra manera, el caudal que entra es igual al caudal que sale. Si entran 5, salen 5. Si entran 10, salen 10. Conclusión:

$$Q_{\text{entra}} = Q_{\text{sale}}$$

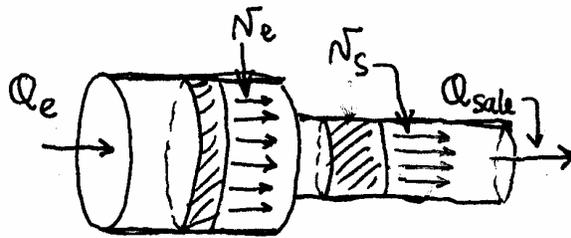
Como al caudal lo puedo poner como Velocidad x Superficie, la fórmula que me queda es :

$$N_e \cdot S_e = N_s \cdot S_s \quad \leftarrow \text{ECUACION DE CONTINUIDAD}$$

En esta fórmula V_e es la velocidad del líquido a la entrada y S_e es la sección (= superficie) del caño a la entrada. Lo mismo con V_s y S_s para la salida.

A esta fórmula ellos la llaman " ecuación de continuidad ". El nombre " continuidad " significa algo así como que el caudal siempre es continuo, no se interrumpe.

Algo importante. Fijate que pasa lo mismo si el tubo tiene un angostamiento o un ensanche. Aunque el caño cambie su sección, siempre se cumple que todo lo que entra tiene salir.



LA ECUACION DE CONTINUIDAD TAMBIEN SE USA SI EL TUBO CAMBIA SU DIÁMETRO.

Así que esta ecuación de $V_e \times S_e = V_s \times S_s$ se usa siempre para todo tipo de tubo, sea ancho constante o no. Esta fórmula no se podría usar únicamente si el caño tuviera una pérdida en el medio o si el líquido pudiera comprimirse. (como si fuera un gas). No problem. No te va a aparecer ninguno de esos casos.

ECUACION DE BERNOULLI (ATENCION)

Te diría que la ecuación de Bernoulli es la fórmula más importante de toda esta parte de hidrodinámica. Es la que más se usa y es la que trae más problemas. Te doy la fórmula sin demostración. Esta ecuación es:

$$P_e + \frac{1}{2} \rho N_e^2 + \rho g h_e = P_s + \frac{1}{2} \rho N_s^2 + \rho g h_s \quad \leftarrow \text{ECUACION DE BERNOULLI}$$

De este choclazo tenés que saber varias cosas:

1 - Esta fórmula es la ecuación de la conservación de la energía para el líquido que va dentro del tubo. Al plantear este choclazo, lo que uno plantea es la conservación de la energía. Conclusión: Bernoulli no se puede plantear si el líquido tiene viscosidad. En los líquidos, al rozamiento se lo llama viscosidad.

2- Es muy común hacerse líos con las unidades en la ec. de Bernoulli. Es lógico porque hay muchas letras raras. Te aclaro lo que significa cada cosa. Fijate:

P_{ent} = Presión en la entrada. Va en Pascales = Newton /m²

P_{sal} = Presión en la salida. Va en Pascales = Newton /m²

Delta: (ρ) Es la densidad del líquido. Va en Kg/m³

V_{ent} = Velocidad del líquido en la entrada. Va en m/s

V_{sal} = Velocidad del líquido en la salida. Va en m/s

g : Aceleración de la gravedad (= 10 m/s²)

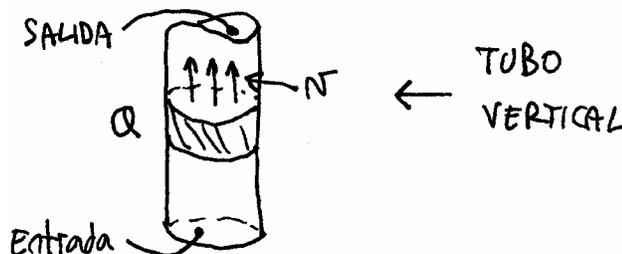
h_{ent} = Altura del líquido en la entrada. Va en m.

h_{sal} = Altura del líquido en la salida. Va en m.



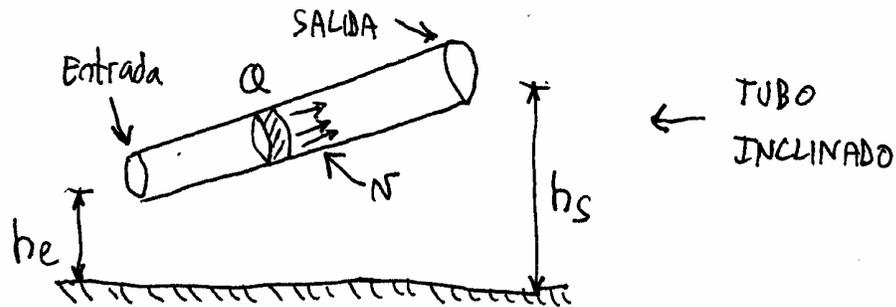
SIGNIFICADO DE
CADA TÉRMINO EN
LA ECUACIÓN DE
BERNOULLI

3 - Esta ecuación así como está vale en todos los casos y se puede usar siempre. Sirve si el tubo es vertical, es horizontal o si está inclinado. Tubo inclinado o tubo vertical es lo más difícil que te pueden llegar a tomar. Mirá bien estas 2 situaciones para que puedas reconocerlas si llega a aparecer un problema de este tipo. Un tubo vertical es lo siguiente:



El líquido puede estar subiendo o bajando. En este dibujo el líquido sube. El líquido también puede estar bajando. En ese caso cambian la entrada y la salida.

La otra situación complicada que puede aparecer es tubo inclinado. Sería este caso:



A su vez los tubos verticales o inclinados pueden cambiar de sección en el medio. O sea pueden cambiar de diámetro y hacerse más angostos o más anchos.

ECUACION DE BERNOULLI PARA TUBOS HORIZONTALES

Hay algo que puede llegar a salvarte si te toman un problema de Bernoulli. Es el caso de que el tubo esté horizontal. Si el tubo está horizontal la ecuación se reduce un poco.

Concretamente, los términos de la ecuación que tenían h se simplifican. Esto pasa porque al ser el tubo horizontal, la altura en la entrada es igual a la altura en la salida. Entonces, para tubos horizontales la ecuación queda así :

$$P_e + \frac{1}{2} \delta N_e^2 = P_s + \frac{1}{2} \delta N_s^2$$

← ECUACION DE BERNOULLI PARA TUBOS HORIZONTALES

Van las mismas aclaraciones que te dije para la ecuación de Bernoulli completa:

P_{ent} = Presión en la entrada. Va en Pascales = Newton /m²

P_{sal} = Presión en la salida. Va en Pascales = Newton /m²

Delta: (δ) Es la densidad del líquido. Va en Kg/m³

V_{ent} = Velocidad del líquido en la entrada. Va en m/s

V_{sal} = Velocidad del líquido en la salida. Va en m/s

g : Aceleración de la gravedad = 10 m/s²

TUBOS HORIZONTALES

SIGNIFICADO DE

← CADA TERMINO EN LA ECUACION DE BERNOULLI

ANALISIS DE LAS ECUACIONES DE CONTINUIDAD Y DE BERNOULLI

Puesto que veo que ya estás un poco mareado con tanto lío de fórmulas, te hago un pequeño resumen. Después del resumen te pongo unas conclusiones muy importantes de la hidrodinámica. (Atención)

En hidrodinámica tenemos 2 (dos) ecuaciones que se usan para resolver los problemas. Estas ecuaciones son las de continuidad y la de Bernoulli. Acá van:

$$\boxed{N \cdot S = \text{CONSTANTE}} \quad \leftarrow \text{ECUACION DE CONTINUIDAD}$$

$$\boxed{P + \frac{1}{2} \rho N^2 + \rho g h = \text{constante}} \quad \leftarrow \text{ECUACION DE BERNOULLI.}$$

La ecuación de continuidad me dice que todo el caudal (l/seg) que entra por un lado de un tubo, tiene que salir por el otro lado del tubo. Esto vale tanto si el tubo tiene diámetro constante como si el diámetro cambia. (angostamiento o ensanche).

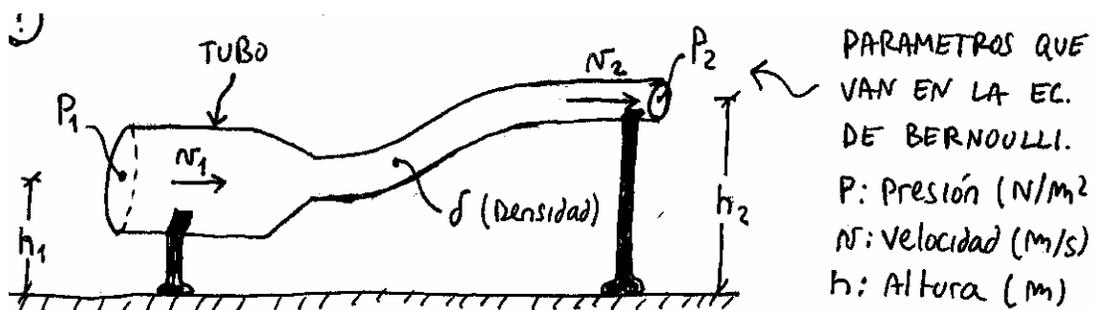
En la ecuación de continuidad v es la velocidad del líquido y va en m/s. S es la superficie del tubo. Va en m^2 . Acordate por favor que la superficie de un círculo es: $Sup = p \cdot r^2$. Si pensás un poco, vas a ver que el término $V \times S$ da en m^3/seg . Esto es lógico porque el término $V \times S$ es el caudal que circula.

Acordate también que cuando yo digo "caudal que entra", puedo estar hablando de litros/seg, m^3/seg o Kg/seg . Tenés que saber pasar de una unidad a otra.

Vamos ahora a la ecuación de Bernoulli. En la ecuación de Bernoulli, P_e es la presión a la entrada del tubo y P_s es la presión a la salida del tubo. Van en la fórmula en Pascales. ($Pa = \text{Newton}/m^2$). ρ (delta) es la densidad del líquido que circula. Va en Kg/m^3 .

V_e y V_s son las velocidades a la entrada y a la salida del tubo. Van en la fórmula en m/seg. g es la aceleración de la gravedad. Es siempre positiva y vale 10 m/seg^2 .

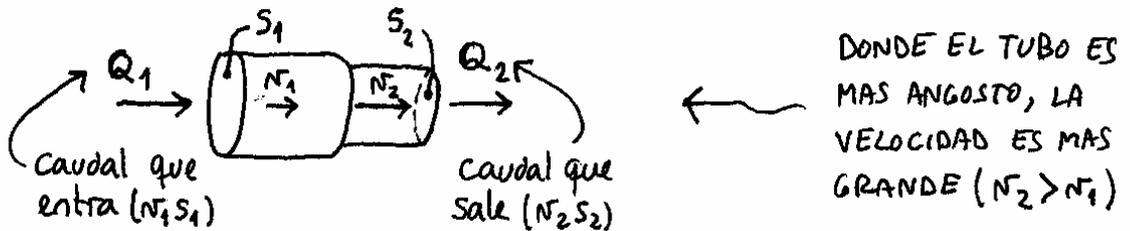
h (hache) es la altura del tubo al suelo. Si el tubo es horizontal $h_1 = 0$ y $h_2 = 0$. (No hay altura). h_1 y h_2 van en la ecuación en m.



De las ecuaciones de continuidad y Bernoulli sacamos varias ideas importantes. Fijate :

CONCEPTO UNO: A MAYOR SECCIÓN, MENOR VELOCIDAD

De la ecuación de continuidad hago una deducción importante: si el valor $V \times S$ siempre se tiene que mantener constante, entonces donde el tubo sea más angosto LA VELOCIDAD SERÁ MAYOR. (Atento).



Esto pasa porque el caudal que circula es constante. Entonces si el tubo se hace más angosto, para que pueda circular el mismo caudal, la velocidad de líquido tiene que aumentar. Exactamente lo contrario pasa si el caño se hace mas ancho. La velocidad del líquido tiene que disminuir para que pueda seguir pasando el mismo caudal.

Vamos ahora a la 2da deducción importante que podemos hacer en hidrodinámica.

CONCEPTO DOS: A MAYOR VELOCIDAD, MENOR PRESIÓN

Algo importante que se puede deducir de la ecuación de Bernoulli es que en el lugar donde la velocidad del líquido que circula sea mayor, la presión será menor. Aclaración importante: Esto pasa solo si el tubo es horizontal. (Ojo). Recordá la fórmula para tubos horizontales:

$$P_e + \frac{1}{2} \rho v_e^2 = P_s + \frac{1}{2} \rho v_s^2$$

← ECUACION DE BERNOULLI PARA TUBOS HORIZONTALES

Es un poquito complicado explicar como se deduce que a mayor velocidad del líquido, menor presión. A ver si me seguís: Fijate que la ecuación tiene 2 términos del lado izquierdo y 2 términos del lado derecho.

En realidad el término $P_e + \frac{1}{2} \rho v_e^2$ vale lo mismo que el término $P_s + \frac{1}{2} \rho v_s^2$. Quiero decir, si el lado izquierdo de la ecuación vale 5, el lado derecho también tiene que valer 5.

Entonces, fijate esto. Supongamos que vos estás regando con una manguera y apretás la punta. El diámetro de la manguera se achica y ahora el agua sale con mayor velocidad.

Lo que hago es aumentar la velocidad de salida. Al aumentar la velocidad de salida, la Presión de salida tendrá que disminuir. ¿ Por qué ?

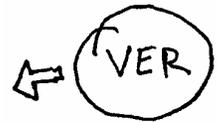
Rta: Bueno, v aumenta, pero el término $P_s + \frac{1}{2} \rho V_s^2$ tiene que seguir valiendo lo mismo que antes. Entonces P_s tiene que hacerse más chica para que se siga cumpliendo la igualdad.

Es decir que si la velocidad a la salida **aumenta**, la presión a la salida va a **disminuir**. Este concepto de que " a mayor velocidad, menor presión " es bastante anti-intuitivo. Lo que termina pasando es al revés de lo que uno diría que tiene que pasar. Lo razonable sería decir que " a mayor velocidad, mayor presión ". Pero no es así. Lo que ocurre en la realidad es lo contrario. Es decir, repito, a **mayor** velocidad, **menor** presión.

El concepto de " mayor velocidad, menor presión " tenés que saberlo porque se usa un montón en los problemas. También es común que tomen preguntas teóricas que finalmente se terminan resolviendo aplicando la idea de que " a mayor velocidad, menor presión ".

CONCLUSIÓN:

RECORDAR ✍ **MAYOR VELOCIDAD ✍ MENOR PRESIÓN**



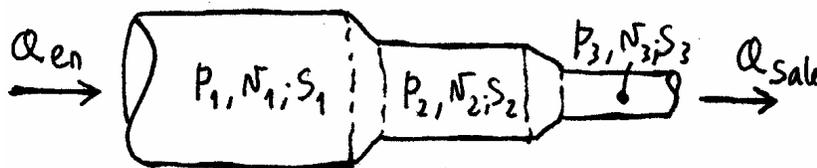
CONCEPTO TRES: A MAYOR SECCION, MAYOR PRESION

Hasta ahora relacioné el concepto de sección con el de velocidad y el concepto de velocidad con el de presión. Ahora voy a relacionar el concepto de sección con el de presión. Fijate:

Por un lado te dije que a menor sección, mayor velocidad. (Continuidad). Por otro lado te dije que a mayor velocidad, menor presión. (Bernoulli en tubos horizontales). Uniendo estas 2 ideas en una sola, puedo decir que a menor sección, menor presión. O lo que es lo mismo, **a mayor sección, mayor presión**.

Esta conclusión significa que donde mayor sea el diámetro del tubo, mayor va a ser la presión en el líquido que circula. (Esto vale sólo para tubos horizontales). Si pensás un poco te vas a dar cuenta que esta conclusión también es bastante anti-intuitiva. Pero bueno, Así son las cosas. (Bienvenido a la hidrodinámica).

Hagamos un esquema y resumamos las 3 frases célebres de la hidrodinámica :



Mayor sección, menor velocidad \Rightarrow $V_1 < V_2 < V_3$

Mayor velocidad, menor presión \Rightarrow $P_3 < P_2 < P_1$

Mayor sección, mayor presión $\Rightarrow S_1 > S_2 > S_3 \Rightarrow P_1 > P_2 > P_3$

UNA ULTIMA COSA: A veces en los problemas piden calcular la DI FERENCIA A DE PRESIÓN. Diferencia significa resta. Esto quiere decir que te están pidiendo que hagas la cuenta $P_{salida} - P_{entrada}$. Entonces:

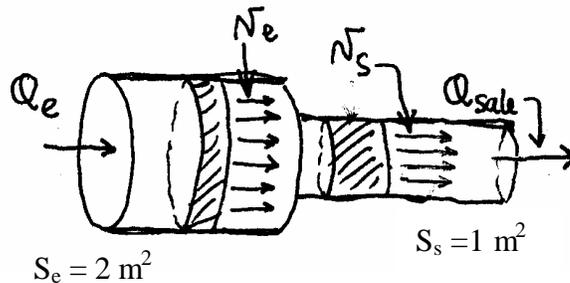
$$? P = P_s - P_e \quad ? \quad \text{DIFERENCIA DE PRESIÓN}$$

Ejemplo de cómo se usan las ecuaciones de Bernoulli y de continuidad.

POR UN CAÑO HORIZONTAL CIRCULA UN CAUDAL DE $10 \text{ m}^3/\text{seg}$ DE AGUA.

- CALCULAR LA VELOCIDAD DEL AGUA EN UNA PARTE DONDE AL CAÑO TIENE UNA SECCION DE 2 m^2 Y EN OTRA PARTE DONDE EL CAÑO TIENE UNA SECCION DE 1 m^2
- CALCULAR LA DIFERENCIA DE PRESIÓN QUE EXISTE ENTRE ESTAS 2 SECCIONES
- DONDE ES MAYOR LA PRESION, ¿ EN LA SECCION DE 2 m^2 o EN LA DE 1 m^2 ?

Hago un dibujito del lo que plantea el problema. Tengo un caño horizontal por donde circula un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{seg}$ de agua.



a) - Para calcular las velocidades a la entrada y a la salida planteo continuidad: $Q = V \times S$
El caudal me lo dan y es de $10 \text{ m}^3/\text{seg}$. Entonces calculo las velocidades:

$$Q = V \times S$$

$$v_e \times 2 \text{ m}^2 = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \Rightarrow v_e = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \leftarrow \text{VELOCIDAD A LA ENTRADA}$$

$$v_s \times 1 \text{ m}^2 = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \Rightarrow v_s = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \leftarrow \text{VELOCIDAD A LA SALIDA.}$$

b) - Para calcular la diferencia de presión planteo Bernoulli para tubos horizontales:

$$P_e + \frac{1}{2} \rho N_e^2 = P_s + \frac{1}{2} \rho N_s^2$$

Como me piden la diferencia de presión, voy a pasar las 2 presiones para el mismo lado. Me queda:

$$P_e - P_s = \frac{1}{2} \rho (N_s^2 - N_e^2)$$

Conviene recordar la expresión de Bernoulli escrita así. A alguna gente le resulta mas fácil trabajar con la ecuación puesta en función de la diferencia de presiones. Reemplazando por los datos me queda el siguiente choclazo:

$$\Rightarrow \Delta P = \frac{1}{2} 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \left[\left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \right]$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta P = 37.500 \text{ Pa}} \leftarrow \text{DIFERENCIA DE PRESIÓN}$$

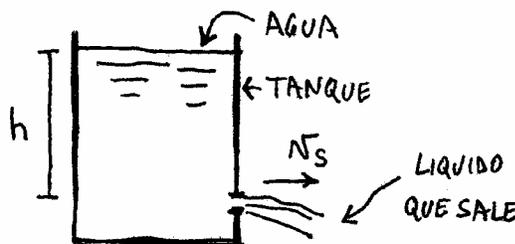
c) - La presión a la entrada es mayor que a la salida. Me doy cuenta de eso porque a la entrada la velocidad es menor (La sección a la entrada es mas grande). Y como la velocidad es menor, la presión será mayor. Para deducir esto apliqué el principio de mayor velocidad, menor presión.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL TEOREMA DE BERNOULLI (I M P O R T A N T E)

Hay algunas situaciones que suelen tomar en los parciales. Pueden ser preguntas teóricas o pueden ser problemas en donde haya que aplicar Bernoulli. Fijate:

1 - TEOREMA DE TORRICELLI

Imaginate un tanque con agua. Le hacés un agujero a una profundidad h por debajo de la superficie. El agua va a empezar a salir con cierta velocidad.



El teorema de Torricelli te da la manera de calcular la velocidad con la que sale el agua por el agujero. La fórmula de Torricelli es :

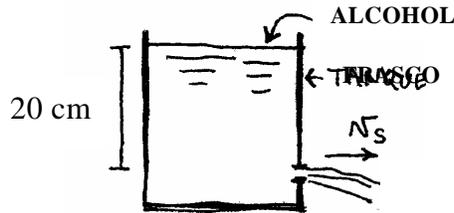
$$v_s = \sqrt{2gh}$$

← TEOREMA DE TORRICELLI

En esta fórmula g es la aceleración de la gravedad. v_s es la velocidad con la que sale el agua en m/s. h es la profundidad del agujero. Va en metros y se mide desde la superficie del agua. Atención: El agujero puede estar en las paredes o en el fondo del tanque.

Ejemplo:

UN FRASQUITO CONTIENE ALCOHOL DE DENSIDAD $0,8 \text{ g/cm}^3$. SE LE HACE UN AGUJERITO DE 1 mm DE RADIO EN EL COSTADO A UNA DISTANCIA DE 20 cm POR DEBAJO DE LAS SUPERFICIE DEL LIQUIDO. CALCULAR CON QUÉ VELOCIDAD SALE EL ALCOHOL POR EL AGUJERITO.



Solución: Aplico el teorema de Torricelli. La velocidad de salida es raíz de $2g$ por h . Entonces:

$$v_s = \sqrt{2gh} \Rightarrow v_s ? \sqrt{2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}$$

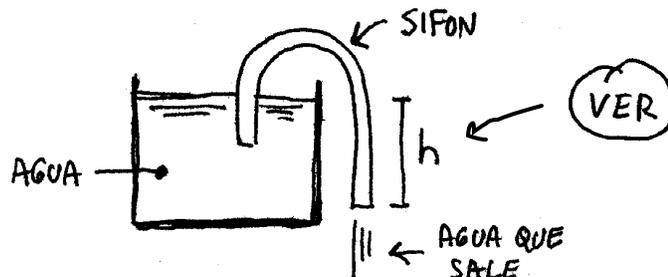
$$v_s = 2 \text{ m/s}$$

← VELOCIDAD DE SALIDA

NOTA: La velocidad con la que sale el agua no depende de la densidad del líquido ni del tamaño del agujerito.

2 - SIFON

Para la física, un sifón es un cañito que se usa para pasar líquidos de un lado a otro. Vendría a ser una cosa así:



Lo que uno puede calcular aplicando Bernoulli es la velocidad con que va a salir el agua. Al igual que pasa en el teorema de Torricelli, acá también la velocidad de salida es raíz de 2 g hache:

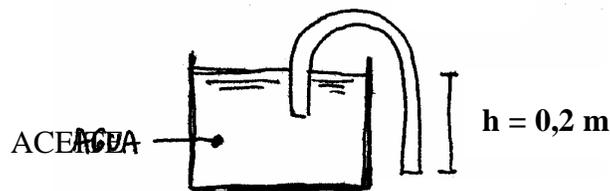
$$V_s = \sqrt{2gh}$$

← SIFON

Atención: Acá h es la distancia que va desde la parte de abajo del tubo hasta la superficie del agua. (Ver dibujo)

EJEMPLO:

CALCULAR CON QUE VELOCIDAD SALE ACEITE DE DENSIDAD $0,8 \text{ g/cm}^3$ POR UN SIFON DE RADIO 1 cm .



Solución: Aplico la fórmula para el sifón. La velocidad de salida es raíz de 2 g hache. Entonces:

$$V_s = \sqrt{2gh}$$

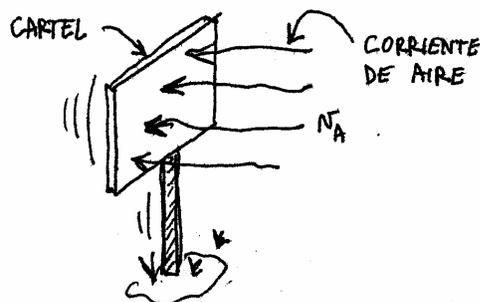
$$V_s ? \sqrt{2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}$$

$$V_s = 2 \text{ m/s} \quad \leftarrow \text{VELOCIDAD DE SALIDA}$$

NOTA: La velocidad de salida no depende de la densidad del líquido ni del tamaño o forma del tubo.

3- VIENTO SOBRE UN CARTEL

Imaginate que tenés un cartel o alguna superficie plana en donde pega el viento.



El viento ejerce una fuerza al pegar sobre el cartel. Esa fuerza se puede calcular por Bernoulli. La fórmula es :

$$F = \frac{1}{2} \rho_{\text{AIRE}} V_A^2 \cdot S_{\text{Sup}_{\text{cartel}}}$$

← FUERZA QUE EJERCE EL VIENTO SOBRE EL CARTEL

En esta ecuación ρ_{AIRE} es la densidad del aire ($= 1,3 \text{ kg/m}^3$). V_A es la velocidad del aire en m/seg. S_{Sup_c} es la superficie del cartel en m^2 .

EJEMPLO

CALCULAR QUE FUERZA EJERCE UN VIENTO DE 36 Km/h SOBRE UN CARTEL DE 1 m^2 DE SUPERFICIE

Solución: La fuerza del aire sobre el cartel es: $F = \frac{1}{2} \rho_{\text{AIRE}} V_A^2 \cdot S_{\text{Sup}_{\text{cartel}}}$

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{AIRE}} \cdot (V_{\text{Aire}})^2 \cdot S_{\text{Sup}}$$

$$F = 0,5 \times 1,3 \text{ kg/m}^3 \times (10 \text{ m/seg})^2 \times 1 \text{ m}^2$$

$$F = 65 \text{ N} = 6,5 \text{ Kgf}$$

← FUERZA QUE EJERCE EL VIENTO SOBRE EL CARTEL

4 - ARTERIA O VENA CON UNA OBSTRUCCION (VER)

Parece que en la medicina es bastante común que las arterias o las venas se taponen con cosas tipo colesterol y demás. Concretamente la situación es esta:



Si se le pregunta a una persona que cree que va a ocurrir con la arteria cuando se obstruye, la respuesta más común es esta: Y bueno, al chocar con la obstrucción, la sangre se va a frenar y va a empezar a presionar hacia fuera porque quiere pasar. Por lo tanto la arteria se va a dilatar y se va a formar como un globo.

Este razonamiento es muy lindo y muy intuitivo pero está **MAL**. Lo que pasa es **justo al revés**. Fijate. El caudal que manda el corazón es constante. Este caudal no se frena por ningún motivo.

Para poder pasar por la obstrucción lo que hace la sangre es aumentar su velocidad.
 (La velocidad aumenta porque el diámetro de la arteria disminuye).
 Entonces,...¿ qué es lo que pasa ?

Y bueno, razonemos con la frase salvadora de la hidrodinámica. Esta frase es:

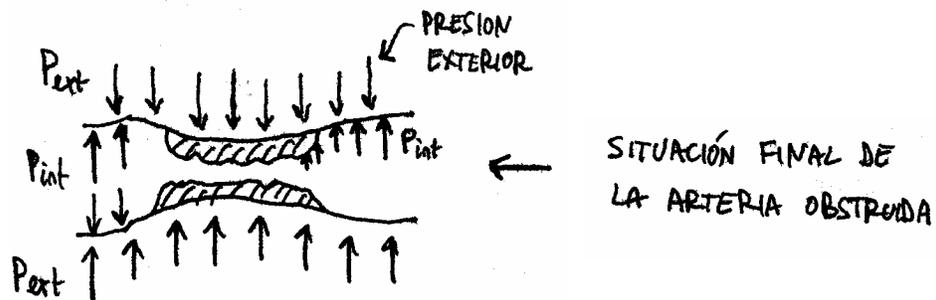
MAYOR VELOCIDAD,
MENOR PRESION

Conclusión: al aumentar la velocidad dentro de la arteria, la presión adentro tiene que disminuir. Pero afuera de la arteria la presión sigue siendo la misma. Entonces la presión de afuera le gana a la presión de adentro y la arteria se comprime.

¿ Y qué pasa al comprimirse la arteria ?

Rta: La obstrucción se cierra más. Esto provoca un aumento de la velocidad dentro de la obstrucción, lo que a su vez obliga a la arteria a cerrarse más todavía.

De esta manera, la arteria se va cerrando más y más hasta que sobreviene el **COLAPSO**. Esto significa que la arteria tiende a cerrarse del todo e impide el pasaje de sangre.



Esto es lo que ocurre cuando una persona tiene un ataque cardíaco. Creo que también pasa en el cerebro y en otros lados. Me parece que a este asunto los médicos lo llaman trombosis o algo así. Esta es una de las pocas aplicaciones verdaderas - verdaderas que tiene la biofísica a la medicina. (No me digas que no está bueno !)