

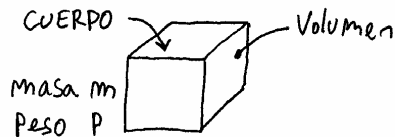
FLUÍDOS

HIDROSTÁTICA

HIDRO: agua. ESTÁTICO: quieto, que no se mueve. Acá en hidrostática el agua va a estar quieta. Después vamos a ver agua en movimiento en la parte de hidrodinámica. Hay algunos conceptos que tenés que saber antes de entrar directo en el tema de la hidrostática. Entonces:

DENSIDAD Y PESO ESPECÍFICO.

Suponete que tengo un cuerpo que tiene un volumen V , una masa m y un peso p :



Ellos definen densidad como la relación entre la masa que tiene el cuerpo y su volumen. A la densidad se la pone con la letra delta (d). Entonces: $d = \text{masa} / \text{volumen}$.

La fórmula $d = \frac{m}{V}$ está escrita dentro de un recuadro. Una flecha apunta a 'm' con la etiqueta 'masa'. Otra flecha apunta a 'V' con la etiqueta 'Volumen'. Una flecha apunta desde el recuadro hacia la izquierda con la etiqueta 'DENSIDAD DE UN CUERPO'.

En esta fórmula m es la masa del cuerpo. Va en Kg. V es el volumen del cuerpo, va en m^3 . A veces, para indicar volumen se puede usar cm^3 , dm^3 o incluso litro. Entonces vamos a usar varias unidades para la densidad que son estas:

$$[d] = \frac{Kg}{m^3} \text{ o } \frac{g}{cm^3} \text{ o } \frac{Kg}{l} \quad \leftarrow \text{UNIDADES DE LA DENSIDAD.}$$

Por favor: Los kilogramos que uso para calcular la densidad son Kilogramos **MASA**. No son kilogramos fuerza (Recordar).

¿Qué es entonces la densidad?

RTA: Es una relación que te dice que cantidad de materia entra en un determinado volumen. Más denso es el cuerpo, más cantidad de moléculas entran por cm^3 .

Por ejemplo, la densidad del agua es 1 g/cm^3 ($= 1 \text{ kg/dm}^3$). La densidad aproximada del cuerpo humano es $0,95 \text{ kg/dm}^3$. El cuerpo humano es un poco menos denso que el agua.

Por eso uno flota en el agua.

Otros ejemplos:

La densidad del mercurio es $13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

La densidad del hierro es $7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

La densidad de la sangre es $1,06 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Pregunta: ¿ Es la sangre mas pesada que el agua ?

Rta: Sí, ligeramente mas pesada. Un litro de agua pesa 1 kilo. Un litro de sangre pesa 1 kilo y 60 gr.

NOTA: A veces en la vida diaria la gente dice que algo es denso cuando es muy espeso. (Tipo una sopa o un puré). En física, a esa propiedad no se la llama densidad, se la llama viscosidad,

PESO ESPECÍFICO.

El peso específico es la relación entre el peso de un objeto y su volumen. Se designa con la letra griega Rho. (ρ). Es decir : $\rho = \text{Peso} / \text{volumen}$

$$\rho = \frac{P}{V}$$

← Peso
← PESO ESPECÍFICO
← VOLUMEN

Las unidades que se suelen usar para el peso específico son kgf/m^3 o kgf/cm^3 o kgf/dm^3 . Por favor: Ahora hablamos de peso, así que los kilogramos que estoy usando son kilogramos **Fuerza**. No son kilogramos masa.

El concepto de peso específico es parecido al concepto de densidad: el peso específico dice cuanto **pesa** un cm^3 de un objeto. (1 cm^3 o un litro o un m^3 , etc).

La diferencia entre peso específico y densidad es que la densidad es la misma en cualquier lugar del universo. La cantidad de moléculas por cm^3 es siempre la misma. En cambio el peso de un cuerpo depende del lugar donde lo pongas. Por ejemplo, en la Luna los objetos pesan menos y su peso específico es menor que en La Tierra. En el espacio exterior los objetos no pesan nada y su peso específico sería CERO. (CERO). Pero la densidad de un objeto es la misma en la Luna, en la Tierra o en donde sea.

RELACIÓN ENTRE DENSIDAD Y PESO ESPECÍFICO.

El peso de un cuerpo se puede poner como $\text{Peso} = \text{masa} \times \text{gravedad}$. Entonces como la

densidad es $d = \text{masa} / \text{volumen}$ y $\rho = \text{Peso} / \text{volumen}$, me queda :

$$\rho = d \cdot g$$

← RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD Y EL PESO ESP.

Peso ESPECÍFICO DENSIDAD Gravedad

Atención: Yo llamé Rho al peso específico y delta a la densidad. Alguna gente los pone al revés. Parece que todavía no se pusieron de acuerdo.

¿Quién paga los platos rotos?

RTA: Vos que al final te andan confundiendo con tantas letras raras.

PRESIÓN. (Importante)

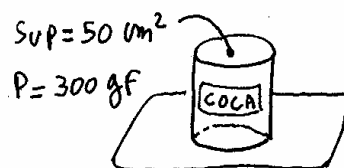
La presión es la fuerza que actúa por unidad de superficie. El sentido de la palabra presión en física significa mas o menos lo mismo que en la vida diaria. Presión vendría a ser " cuanto aprieta algo ". Ejemplo: Presión del zapato, presión en el abdomen, presión social, presiones políticas, etc. La presión se calcula así :

$$P = \frac{F}{S}$$

← PRESIÓN ← FUERZA ← LA PRESIÓN ES LA FUERZA DIVIDIDA LA SUPERFICIE

SUPERFICIE

Por ejemplo, supongamos una latita de coca. El volumen es de unos 300 cm^3 así que cuando está llena debe pesar unos 300 g. El diámetro de la base es de unos 8 cm, así que su superficie será : $\text{Sup} = \pi \times \text{radio}^2 = 3,14 \times (4 \text{ cm})^2 = 50 \text{ cm}^2$.



Si pongo la lata parada sobre una mesa, la presión que ejerce sobre la base es:

$$P = \frac{300 \text{ gf}}{50 \text{ cm}^2} = 6 \frac{\text{gf}}{\text{cm}^2}$$

← PRESION QUE EJERCE UNA LATITA.

El significado de esto es que cada centímetro cuadrado de la mesa está soportando un peso de 6 gramos fuerza.

UNIDADES DE PRESIÓN.

Hay un montón de unidades de presión. Se usan todas y todas son útiles. Por ejemplo, si mido la fuerza en Kgf y la superficie en cm^2 , tenemos Kgf/cm^2 . Si medimos la fuerza en Newton, tenemos N/m^2 . (Pascal). Si la medimos la presión en relación a la presión atmosférica, tenemos las atmósferas o mm de Hg. Voy a poner unas equivalencias que te van a servir:

EQUIVALENCIAS ÚTILES ENTRE UNIDADES DE PRESIÓN

1 libra fuerza (lbf) = 0,4536 Kgf

1 pulgada (1 inch) = 2,54 cm

1 atmósfera = $1,033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 760 \text{ mm de Hg (Torr) } = 14,7 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2} \text{ (PSI) } = 101.300 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ (Pascal)}$

Tenés que saber pasar de una unidad a la otra porque te lo van a pedir. Va acá una tabla de conversión de unidades de presión.

Unidades de presión -Tabla de conversión

Para convertir presión de una unidad a otra:

- 1 - Comenzar desde la columna cuyo encabezado tiene la unidad de partida.
- 2 - Bajar hasta la fila que tiene el número " 1 ".
- 3 - Moverse por la fila hasta llegar a la columna cuyo encabezado tiene la unidad que uno quiere.
- 4 - Multiplicar el número que tiene esa celda por el valor de partida y obtener el valor en la unidad requerida

psi	atms.	cm H ₂ O	Kgf/cm ²	mm Hg (Torr)	mbar	bar	Pa (N/m ²)	kPa	MPa
1	0.0681	70.38	0.0704	51.715	68.95	0.0689	6895	6.895	0.0069
14.7	1	1034.3	1.033	760	1013	1.013	101325	101.3	0.1013
0.0361	0.00246	2.54	0.00254	1.866	2.488	0.00249	248.8	0.249	0.00025
0.001421	0.000097	0.1	0.0001	0.0735	0.098	0.000098	9.8	0.0098	0.00001
0.01421	0.000967	1	0.001	0.735	0.98	0.00098	98	0.098	0.0001
0.0625	0.00425	4.40	0.0044	3.232	4.31	0.00431	431	0.431	0.00043
14.22	0.968	1001	1	735.6	980.7	0.981	98067	98.07	0.0981
0.4912	0.03342	34.57	0.0345	25.4	33.86	0.0339	3386	3.386	0.00339
0.01934	0.001316	1.361	0.00136	1	1.333	0.001333	133.3	0.1333	0.000133
0.1934	0.01316	13.61	0.0136	10	13.33	0.01333	1333	1.333	0.00133
0.0145	0.000987	1.021	0.00102	0.75	1	0.001	100	0.1	0.0001
14.504	0.987	1021	1.02	750	1000	1	100000	100	0.1
0.000145	0.00001	0.0102	0.00001	0.0075	0.01	0.00001	1	0.001	0.000001
0.14504	0.00987	10.207	0.0102	7.5	10	0.01	1000	1	0.001
145.04	9.869	10207	10.2	7500	10000	10	1000000	1000	1

Ejemplo: Pasar 382.000 Pascales a Kgf/cm^2 . Según la tabla hay que multiplicar 382.000 por 0,00001. Entonces 382.000 Pa equivalen a $3,82 \text{ Kgf/cm}^2$

ALGUNAS PRESIONES INTERESANTES:

PRESIÓN ATMOSFERICA

El aire parece no pesar nada, pero en realidad pesa. Un litro de aire pesa un poco mas de 1 gramo. El aire que está arriba de tu cabeza en este momento también pesa. Y pesa mucho porque son varios Km de altura de aire. Dicho de otra manera, en realidad es como si viviéramos sumergidos un el fondo de un mar de aire. El peso de todo ese aire distribuido sobre la superficie de la Tierra es lo que se llama PRESIÓN ATMOSFERICA. La presión atmosférica varía según el día y según la altura a la que estés. El valor al nivel del mar es de $1,033 \text{ Kgf/cm}^2$. Esto equivale a los conocidos 760 mm de mercurio.

PRESIÓN SANGUI NEA

El corazón ejerce presión para poder bombear la sangre. Las paredes se contraen y empujan la sangre. Esa presión es la que se mide en el brazo. La máxima es de alrededor de 12 cm de mercurio. (120 mm de Hg). La mínima es de alrededor de 8 cm de Hg. De ahí viene la famosa frase que dice que la presión normal es 12 - 8. Esto significa 12 cm de Hg de máxima y 8 cm de Hg de mínima.

PRESIÓN DE LAS RUEDAS

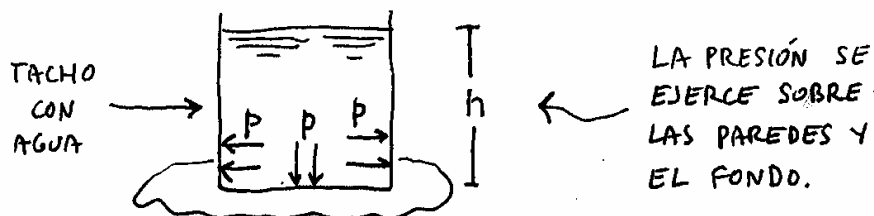
Cuando inflás las ruedas del auto y le decís "poneme 28 en todas", lo que querés decir es 28 libras fuerza por pulgada². (28 lbf/in^2). Esto equivale a unas 2 atmósferas. A la unidad "libras fuerza por pulgada cuadrada" se la llama PSI (Pound per square inch).

PRESIÓN ABAJO DEL AGUA

Cuando nadás abajo del agua sentís presión sobre los oídos. Esa presión es el peso del agua que está arriba tuyo que te está comprimiendo. Al nadar a 10 m de profundidad tenés sobre tu cuerpo una presión aproximada de 1 atmósfera. (= 1 Kgf/cm^2). Es decir, la presión sobre tu cuerpo es de una atmósfera POR ENCIMA de la presión atmosférica. Este último caso quiero que veas ahora en detalle porque es el más importante.

PRESIÓN A UNA PROFUNDIDAD h. ? VER

Cuando vos tenés un tacho con agua, el líquido ejerce presión sobre las paredes y sobre el fondo.



Lo que tenés que saber es que a mayor profundidad, mayor presión. Esto es razonable porque a mayor presión hay más líquido por encima.

La presión en el fondo va a depender la densidad del líquido. Si lleno el recipiente con mercurio, la presión va a ser mayor que si lo lleno con agua. La fórmula que relaciona todo esto es la siguiente:

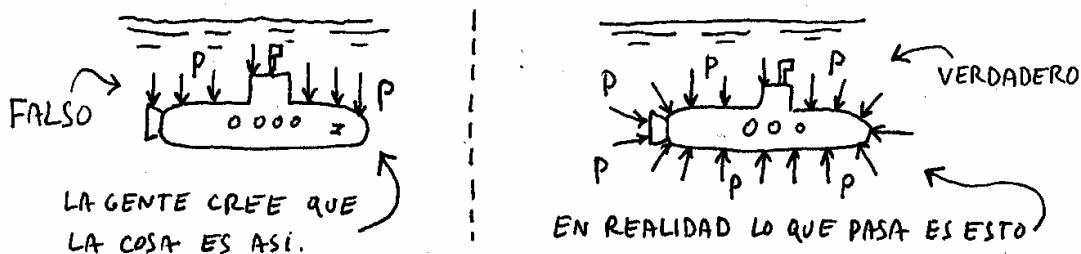
$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

PRESIÓN DENSIDAD GRAVEDAD PROFUNDIDAD

← PRESIÓN A UNA PROFUNDIDAD h.

A esta fórmula se la suele llamar TEOREMA GENERAL DE LA HIDROSTÁTICA. Tenés que conocer bien como se usa la ecuación $P = d.g.h$. Aparece bastante en los problemas.

ATENCIÓN. Mucha gente cree que la presión del agua sólo empuja hacia abajo. Esto es FALSO. La presión se ejerce EN TODAS DIRECCIONES. Es decir, si vos tenés un submarino sumergido ...



Ejemplo: Calcular que presión soporta un objeto sumergido a de 10 m bajo el agua. Dato: $d_{H_2O} = 1 \text{ Kg/litro}$.

Voy a calcular la presión con la fórmula $P = d.g.h$. Como $d.g$ es el peso específico ρ , en este caso me conviene poner la fórmula como $\text{Presión} = \rho.h$. El peso específico del agua es de 1 Kgf/l . Entonces:

$$P = \rho \cdot h = \frac{1 \text{ KgF}}{\text{l}} \cdot 10 \text{ m} \Rightarrow$$

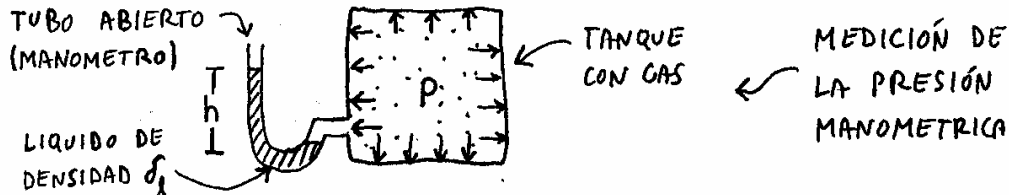
$$P = \frac{1 \text{ KgF}}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 1000 \text{ g}$$

$$\Rightarrow \boxed{P = 1 \frac{\text{KgF}}{\text{cm}^2}} \quad \leftarrow \text{PRESIÓN A 10m DE PROFUNDIDAD.}$$

Este resultado significa que la presión que soporta es de 1 Kgf/cm^2 POR SOBRE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

PRESIÓN MANOMÉTRICA Y PRESIÓN ABSOLUTA.

Supongamos que tengo un tanque lleno de gas. Una garrafa, por ejemplo. Quiero saber que presión hay adentro de la garrafa. Para averiguar esto lo que se hace a veces es colocar un tubo de la siguiente manera:



El gas de adentro empuja la columna de líquido y la hace subir una altura h . Más presión tiene la garrafa, mayor será la altura que va a subir el líquido.

Si conozco la altura que subió el líquido puedo calcular la presión dentro del recipiente. Lo hago con la fórmula: $\text{Presión} = \rho_{\text{liq.}} \cdot g \cdot h$. Supongamos que el líquido del manómetro es mercurio y sube hasta una altura de 76 cm. Esto querrá decir que la presión dentro del tanque es de 760 mm de Hg, es decir, una atmósfera.

Pero ojo, esta presión que acabo de medir es de una atmósfera POR ENCIMA DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA. Se la llama PRESIÓN MANOMÉTRICA.

Ahora, si alrededor del tanque hay vacío, la altura de la columna se duplicaría. Sería de $2 \times 76 \text{ cm} = 152 \text{ cm}$ de Hg, es decir, 2 atmósferas. Esta presión se llama presión ABSOLUTA. (Está referida al vacío).

CONCLUSIÓN:

PRESIÓN MANOMÉTRICA: Está referida a la presión atmosférica.
 PRESIÓN ABSOLUTA: Está referida al vacío total.

Si a vos te dan la presión manométrica y querés la absoluta, lo que tenés que hacer es sumar una atmósfera. Es decir, que la fórmula que relaciona la presión manométrica con la presión absoluta es:

$$P_{\text{absoluta}} = P_{\text{manom.}} + 1 \text{ atm.}$$

← RELACION ENTRE LA P. ABSOLUTA Y LA MANOMÉTRICA

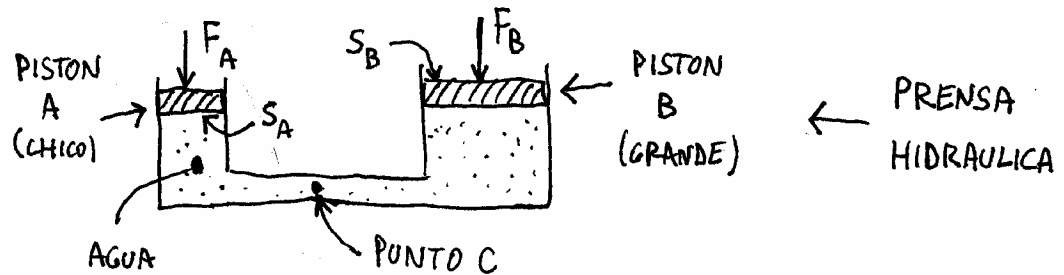
Por ejemplo, cuando te tomás la presión y decís: "tengo 11 de presión", lo que estás midiendo es la presión manométrica. Son 11 cm de Hg por arriba de la presión

atmosférica. La presión absoluta sería de 870 mm de mercurio. (110 mm + 760 mm).

Dato importante: A grandes rasgos, el cuerpo humano se comporta como si fuera un tacho lleno de agua a presión. La presión en el interior de ese tacho sería de unos 12 cm de mercurio. (Presión manométrica).

PRENSA HIDRAULICA

La prensa hidráulica es un mecanismo que se usa para levantar cosas pesadas. Por ejemplo, autos. Algunos criques funcionan con este principio. (Gatos hidráulicos). Una prensa hidráulica consiste en 2 cilindros con 2 émbolos de distinto diámetro. Mirá el dibujito :



Mirá el punto C que marqué. En ese punto existe una cierta presión. La presión en ese punto tiene que ser la misma si vengo desde la izquierda o si vengo desde la derecha. Si yo empujo el pistón A ejerciendo una fuerza F_A , la presión en C debida a esa fuerza es $P_A = F_A / \text{Sup}_A$. De la misma manera, si vengo desde la derecha, la presión que ejerce el cilindro B tiene que ser $P_B = F_B / \text{Sup}_B$. Entonces, si igualo las presiones

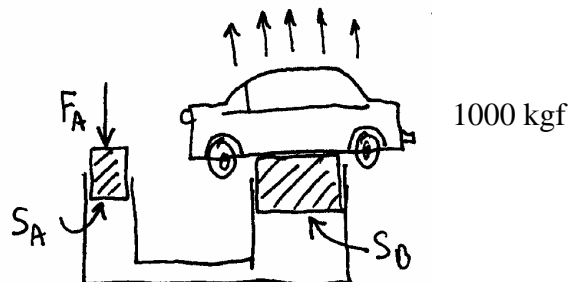
Presión en A = Presión en B

$$\Rightarrow \boxed{\frac{F_A}{\text{Sup}_A} = \frac{F_B}{\text{Sup}_B}}$$

← FORMULA PARA LAS PRENSAS HIDRAULICAS.

Ejemplo: Calcular que fuerza hay que hacer para levantar un auto de 1000 kilos con una prensa hidráulica que tiene pistones de diámetros 2 cm y 50 cm.

Hago un dibujito :



Bueno, acá lo que hago es presionar sobre el pistón chico para levantar el peso que está en el pistón grande. Planteo que las presiones producidas en los 2 cilindros son iguales. Entonces :

$$\text{Presión en A} = \text{Presión en B}$$

$$\Rightarrow \frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

$$F_A = \frac{F_B \cdot S_A}{S_B} \Rightarrow F_A = \frac{F_B \cdot R_A^2}{R_B^2}$$

Tengo P_i arriba y P_i abajo. Simplifico y me queda:

$$F_A = F_B \cdot \frac{R_A^2}{R_B^2}$$

← FORMULA PARA LAS PRENSAS HIDRAULICAS.

Conviene poner esta última ecuación en el resumen de fórmulas como " ecuación para las prensas hidráulicas de pistones de radios R_A y R_B " .

Los diámetros eran 2 cm y 100 cm. Pero en la fórmula van los radios, que son el diámetro dividido 2. Reemplazando por estos valores

$$F_A = 1000 \text{kgf} \cdot \frac{(1 \text{cm})^2}{(25 \text{cm})^2}$$

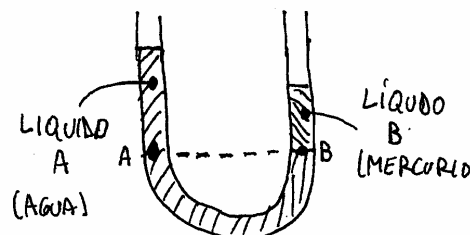
$$F_A = 1,6 \text{ kgf}$$

← FUERZA QUE HAY QUE APLICAR

Lo que uno logra con una prensa hidráulica es poder levantar un peso grande haciendo una fuerza chica. La desventaja es que para levantar al peso a una cierta altura, uno tendrá que empujar el pistón chico una distancia mucho mayor a esa altura. Por ejemplo, en este caso si yo quiero levantar al auto una distancia de 10 cm, voy a tener que empujar el pistón chico una distancia de mas de 60 m.

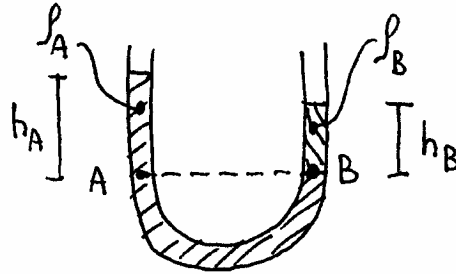
TUBOS EN U

Un tubo en U es una manguera doblada con líquido adentro. Sería una cosa así:



← TUBO EN U

Adentro del tubo se ponen 2 líquidos distintos. Tienen que ser líquidos que no se mezclen. Por ejemplo, agua y aceite, agua y mercurio o algo por el estilo. Si pongo un solo líquido, las ramas llegan al mismo nivel. Si pongo 2 líquidos de densidades diferentes, las ramas quedan desiguales. Del lado del líquido de mayor densidad, voy a tener una altura menor. Lo que uno marca en el dibujo son las alturas de las ramas h_A y h_B .



La idea es calcular la relación entre las alturas h_A y h_B en función de los pesos específicos ρ_A y ρ_B . Para hacer esto planteo lo siguiente. Mirá el punto B. Ahí hay cierta presión que es el peso de la columna de líquido B. Es decir, $P_B = \rho_B \cdot h_B$. De la misma manera si miro el punto A llego a la conclusión de que la presión en A vale $P_A = \rho_A \cdot h_A$. Y ahora, si lo pienso un poco más veo que como los puntos A y B están a la misma altura, las presiones P_A y P_B tiene que ser iguales. Es decir:

$$\text{Presión en A} = \text{Presión en B}$$

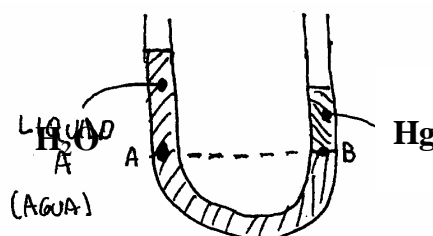
Entonces igualo las presiones y me queda la fórmula para tubos en U:

$$\rho_A \cdot h_A = \rho_B \cdot h_B$$

← FORMULA PARA
LOS TUBOS EN U.

NOTA: En esta fórmula la igualdad de las presiones se plantea en el lugar donde está la separación entre ambos líquidos. No se puede plantear la igualdad de presiones en cualquier lado.

Ejemplo: EN UN TUBO EN U SE COLOCAN AGUA Y MERCURIO. SABIENDO QUE LA ALTURA DEL MERCURIO EN LA RAMA DERECHA ES DE 10 cm CALCULAR LA ALTURA DEL AGUA EN LA RAMA IZQUIERDA. DATOS: DENSIDAD DEL AGUA = 1 g/cm^3 . DENSIDAD DEL MERCURIO = $13,6 \text{ g/cm}^3$



Solución: Planteo la fórmula para tubos en U y despejo h_A : $\rho_A \cdot h_A = \rho_B \cdot h_B$

$$h_A = \frac{\rho_B \cdot h_B}{\rho_A}$$

$$\Rightarrow h_A = \frac{13,6 \text{ g/cm}^3 \cdot 10 \text{ cm}}{1 \text{ g/cm}^3}$$

$$\Rightarrow \boxed{h_A = 1,36 \text{ m}} \quad \leftarrow \text{ALTURA DE LA COLUMNA DE AGUA.}$$

Todo esto que expliqué en esta teoría de hidrostática se puede aplicar bastante bien al cuerpo humano o a los animales suponiendo que son tachos llenos de agua a presión.

Por ejemplo, usando sólo la física traté de deducir las respuestas a estas preguntas:

¿ Por que la gente se apuna en la Puna ?

¿ Por qué la bolsa con suero tiene que estar por arriba de donde está acostado el paciente?

¿ Por qué conviene acostar a una persona que se desmayó o que se está por desmayar?

¿ Por qué cuando uno se corta, la sangre tiende a salir? ¿ Por qué no se queda ahí quieta donde está?

¿ Por qué la presión se toma en el brazo ? ¿ No se puede tomar en la pierna ?

Una enfermera no tendría porqué saber la respuesta a estas preguntas.

Se supone que un médico sí. (Essssaaa !)

Fin teoría de hidrostática