

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Máter del Magisterio Nacional

FACULTAD DE CIENCIAS

Escuela Profesional de Ciencias Naturales



MONOGRAFÍA

Fluidos

- 1.- Fluidos, presión y densidad.**
- 2.- Estática de los fluidos. Propiedad de Pascal. Propiedad de Arquímedes. Ejemplos aplicativos**
- 3.- Experimento sobre el principio de Arquímedes (presentar su guía de laboratorio) Explique cómo flotan los icebergs (masas de hielo flotando)**
- 4.- Tensión superficial. Capilaridad.**
- 5.- Dinámica de los fluidos. Ecuación de Bernoulli. Movimiento de fluidos viscosos.**
- 6.- Movimiento de cuerpos en líquidos viscosos.**
- 7.- Flujo estable, irrotacional, incomprensible y no viscoso.**
- 8.- Experimento como es que se elevan los aviones**

Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 1067-2018-D-FAC

Presentada por:

Nuñez Saldaña, Dick Eddy

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación

Especialidad: A.P. Física – A.S. Matemática

Lima, Perú

2018

MONOGRAFÍA

Fluidos

- 1.-Fluidos, presión y densidad.
- 2.-Estática de los fluidos. Propiedad de Pascal. Propiedad de Arquímedes. Ejemplos aplicativos
- 3.-Experimento sobre el principio de Arquímedes (presentar su guía de laboratorio) Explique cómo flotan los icebergs (masas de hielo flotando)
- 4.-Tensión superficial. Capilaridad.
- 5.-Dinámica de los fluidos. Ecuación de Bernoulli. Movimiento de fluidos viscosos.
- 6.-Movimiento de cuerpos en líquidos viscosos.
- 7.-Flujo estable, irrotacional, incomprensible y no viscoso.
- 8.-Experimento como es que se elevan los aviones

Designación de Jurado Resolución N° 1067-2018-D-FAC



.....
Dr. Marzano Sosa, Roberto Fabián
Presidente



.....
Prof. Hernández Alcántara, Walter Alberto
Secretario



.....
Lic. Cuadros Cárdenas, Pablo Emilio
Vocal

Línea de investigación: Educación experimental en sistemas bióticos y abióticos

Dedicatoria

A Dios, a mi padre Roberto Núñez
Ramírez y a mi madre Laura Saldaña
Bautista, por su confianza y apoyo en
todo momento.

Índice de contenidos

Portada.....	i
Hoja de firmas de jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos	iv
Lista de tablas	vi
Lista de figuras	vii
Introducción.....	viii
Capítulo I. Contenidos.....	9
1.1 Fluidos.....	9
1.1.1 Presión.....	10
1.1.1.1 Presión atmosférica.....	10
1.1.1.2 Aparatos de medida de la presión atmosférica.....	11
1.1.1.2.1 Barómetro de mercurio.....	12
1.1.1.2.2 Barómetro aneroide.....	12
1.1.1.3 Unidades de presión y equivalencias.....	12
1.1.1.4 Variabilidad de la presión en un fluido en reposo.....	13
1.1.2 Densidad.....	16
1.2 Estática de fluidos	18
1.2.1 Principio de Pascal.....	18
1.2.1.1 Aplicación del principio de Pascal.....	19
1.2.2 Principio de Arquímedes.....	22
1.2.2.1 Empuje y densidad del líquido.....	23
1.2.3 Ejemplos aplicativos.....	24
1.3 Experimento sobre el principio de Arquímedes.....	27

1.3.1	Como flotan los icebergs.	30
1.4	Tensión superficial. Capilaridad	31
1.4.1	Tención superficial.	31
1.4.2	Capilaridad.	33
1.5	Dinámica de Fluidos	34
1.5.1	Ecuación de Bernoulli.	35
1.5.2	Movimiento de fluidos viscosos.	37
1.6	Movimiento de cuerpos en líquidos viscosos.....	38
1.6.1	Fuerzas de fricción en fluidos.....	38
1.7	Flujo estable, irrotacional, incomprensible y no viscosos.....	39
1.7.1	El flujo estable	40
1.7.2	El flujo es irrotacional	40
1.7.3	El fluido es incomprensible	40
1.7.4	El fluido es no viscoso.....	40
1.8	Experimento como es que se elevan los aviones	40
	Aplicación didáctica	44
	Síntesis.....	52
	Apreciación crítica y sugerencias	53
	Referencias	56
	Apéndices	57

Lista de tablas

Tabla 1 Densidades de algunos gases, líquidos y sólidos	17
Tabla 2 Densidad del instrumento usado.....	29
Tabla 3 Promedios de los pesos antes y después de sumergir al agua	29
Tabla 4 Propiedades de los líquidos a 20°C y presión atmosférica	32
Tabla 5 Tensión superficial del agua a diferentes temperaturas.....	32
Tabla 6 Tabla de coeficientes de viscosidad, en Poises	39

Lista de figuras

Figura 1. Presión atmosférica según la altura.....	11
Figura 2. Barómetro de Mercurio.....	11
Figura 3. Barómetro aneroide.....	12
Figura 4. Pequeño elemento de volumen en fluido.....	13
Figura 5. Envase con líquido abierta a la atmosfera.....	15
Figura 6. Embolo móvil.....	18
Figura 7. Dispositivo de equilibrio de fuerzas.....	20
Figura 8. Prensa hidráulica.....	21
Figura 9. Esquema de un freno hidráulico.....	21
Figura 10. Principio de Arquímedes.....	22
Figura 11. Prensa hidráulica.....	25
Figura 13. Capilar elevándose.....	33
Figura 14. Efecto de capilaridad.....	33
Figura 15. La atracción adherente hacia el vidrio.....	34
Figura 16. Tubo de flujo de un fluido.....	35
Figura 17. Partes del ala del avión.....	41
Figura 18. Perfil del ala.....	42
Figura 19. El ala de un móvil a través del aire.....	42
Figura 20. Ángulo geométrico de un perfil alar.....	43

Introducción

La exposición de este trabajo de investigación titulado: “FLUIDOS”, tiene por finalidad dar a conocer y describir los diferentes aspectos y fenómenos del tema en mención.

La exposición práctica - experimental, nos ayuda a ratificar las ideas teóricas plasmadas en clase y la conducta real de los fenómenos físicos, en consecuencia , podemos emplear con seguridad las ideas teorías en el estudio del empleo de fluidos en diferentes terrenos de la física.

Primero, consideraremos a la estática de fluidos, donde abarcaremos diferentes subtemas como:

- Propiedad de Pascal.
- Propiedad de Arquímedes.
- Principio de Arquímedes.
- Tensión Superficial.
- Capilaridad.

A continuación, trataremos la mecánica de fluidos en movimiento, esto es, dinámica de los fluidos, que nos llevará al estudio de:

- Ecuación de Bernoulli.
- Movimiento de fluidos viscosos.
- Movimiento de cuerpos en líquidos viscosos.
- Flujo estable, irrotacional, incomprensible y no viscoso.

Este trabajo realizado con esmero y paciencia va destinado a estudiantes egresados y maestros comprometidos con la educación de los alumnos, futuros ciudadanos, así también sirva de base a futuros trabajos relacionados con el tema.

Capítulo I

Contenidos

1.1 Fluidos

Serway y Jewett (2005) afirma “Un fluido es un cumulo de partículas que se encuentran esparcidas y están unidas por medio de fuerzas endebles, así también tenemos fuerzas que ejercen las paredes de un recipiente” (p. 453).

El fluido contiene a los líquidos y gases, se debe a que un cuerpo sólido posee tamaño y forma definida, la mecánica de los sólidos es la mecánica de un cuerpo rígido, convertida por las leyes de la elasticidad para aquellos cuerpos que no pueden considerarse perfectamente sólidos.

Ahora bien, como los fluidos cambian su forma fácilmente y su comportamiento mecánico no se puede describir de esta manera. Por supuesto, hay diferencias notables entre los gases y los líquidos; por ejemplo, los gases se comprimen sencillamente mientras que los líquidos son casi incomprensibles; un líquido posee un volumen determinado mientras que un gas se extiende y llena cualquier depósito sellado que lo contenga. No obstante, al estudiar el comportamiento mecánico de los fluidos, sólo usaremos las propiedades de los líquidos que están vinculados con su facultad de fluir (Resnick y Halliday, 1965, p.479).

1.1.1 Presión.

Los fluidos no mantienen esfuerzos definitivos, por ello solo el esfuerzo que logra ser realizado sobre un objeto introducido en un fluido sin movimiento tiende a prensar el objeto desde todos sus puntos, la fuerza aplicada por un fluido sin movimiento sobre un objeto es constantemente perpendicular a la superficie del objeto.

“Si F es la dimensión de la fuerza ejercida encima del émbolo y A es el área superficial del émbolo, por lo tanto la presión P del fluido se concreta como la razón entre la fuerza / área” (Resnick y Halliday, 1965, p.120).

$$P = F/A$$

La presión es la cantidad escalar, correspondiente a la magnitud de la fuerza que se encuentra encima del émbolo. Si la presión se altera sobre un área, podemos estimar la fuerza infinitesimal dF sobre cualquier parte superficial de área dA .

$$df = P.dA$$

1.1.1.1 Presión atmosférica.

La fórmula de la presión atmosférica es la presión que induce el aire sobre cierta área y se representa de la siguiente manera:

$$\text{Presión Atmosférica} = \text{Peso de la columna de aire} / \text{Unidad de superficie}$$

Todo objeto que se encuentre dentro de la superficie de la tierra estará sujeto a la presión del aire, como también cualquier objeto que se encuentre dentro de un fluido.

A más altura, la presión atmosférica es menor y al descender más al nivel del mar, la presión es mayor.



Figura 1. Presión atmosférica según la altura. Fuente: Recuperado de <https://sailandtrip.com/presión-atmosférica>.

1.1.1.2 Aparatos de medida de la presión atmosférica.

Para calcular usamos el barómetro, inventado por Evangelista Torricelli, quien fue un físico-matemático.

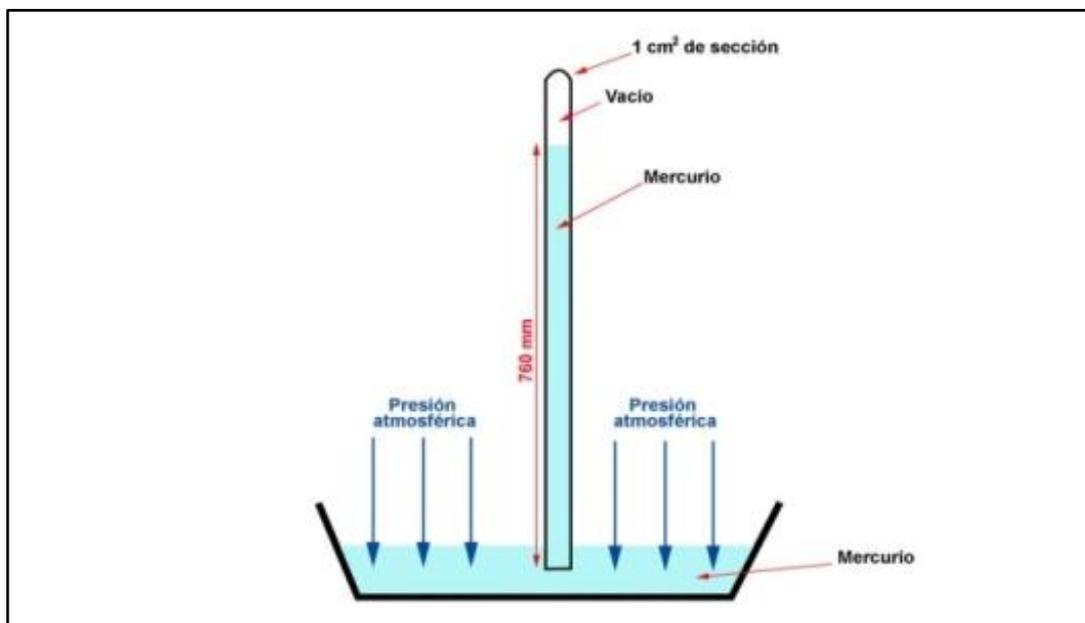


Figura 2. Barómetro de Mercurio. Fuente: Recuperado de <https://sailandtrip.com/presión-atmosférica>.

1.1.1.2.1 Barómetro de mercurio.

Está conformado por un tubo de vidrio de 850 mm de altura, con tapa en la cara superior y descubierto en la cara inferior. El tubo contiene mercurio y se encuentra alojado sobre un envase descubierto igualmente ocupado de mercurio. En el nivel del mar, la elevación de mercurio desciende a una altura de unos 760 mm (González, 2013, p.79).

1.1.1.2.2 Barómetro aneroides.

Usado en la navegación. Es una caja metálica, en la que se ha hecho parcialmente el vacío. Si aumenta o disminuye la presión la caja se contrae, transfiriendo su actividad a una aguja que nos muestra el resultado de la presión atmosférica.



Figura 3. Barómetro aneroides. Fuente: Recuperado de <https://sai.landtrip.com/presión-atmosférica>.

1.1.1.3 Unidades de presión y equivalencias.

Contamos con cuatro unidades de presión de mucha importancia para el estudio, así tenemos al baria que es la presión realizada por la fuerza de un dina/cm², el bar que corresponde a un millón barias, el milibar que vale mil barias y por último el hectopascal que es similar al milibar.

1.1.1.4 Variabilidad de la presión en un fluido en reposo.

Cuando el fluido se encuentra en reposo, el conjunto de sus partes están en equilibrio.

La masa de este componente es $\rho A dy$ y su peso es $\rho \cdot g \cdot A \cdot dy$. Las fuerzas ejercidas en el elemento por el fluido circundante son perpendiculares a su plano en cada punto, como podemos observar en la siguiente figura.

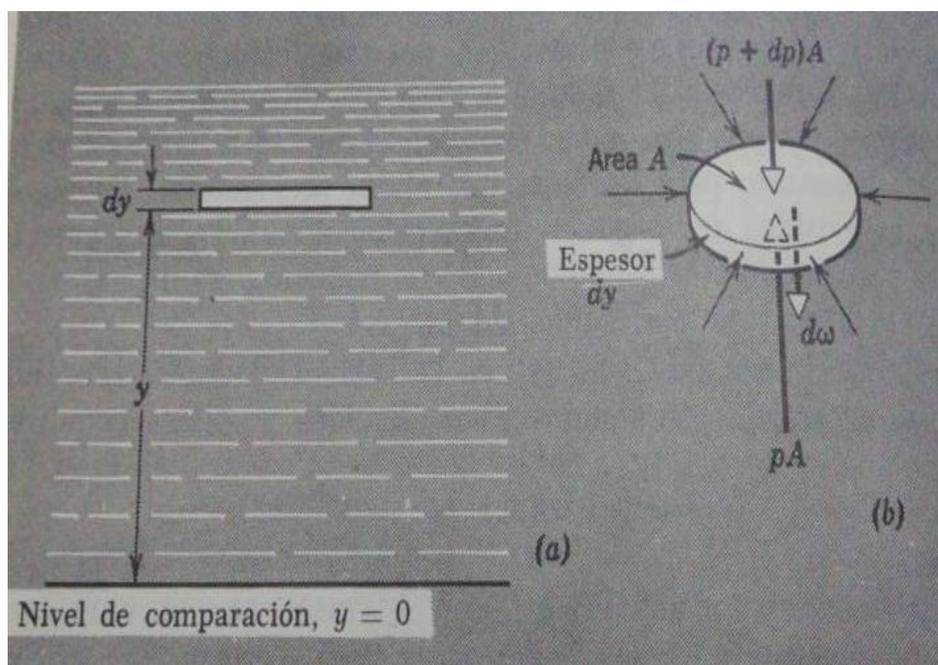


Figura 4. Pequeño elemento de volumen en fluido. Fuente: Resnick y Halliday, 1965.

El fluido no tiene aceleración en trayectoria vertical, así que la fuerza vertical que resulta sobre él corresponde un valor de cero. Las fuerzas verticales no solo se deben a la influencia de la presión del fluido sobre sus caras, se debe solamente al peso del componente. Si nombramos p a la presión en la cara inferior y $p + dp$ a la presión en su cara superior, la fuerza para arriba es pA (ejercida sobre la cara inferior) y la fuerza hacia abajo es $(p + dp) A$ (ejercida sobre la cara superior) más el peso del elemento $d\omega$. Por consiguiente, el equilibrio vertical (Resnick y Halliday, 1965, p.482).

$$pA = (p + dp)A + dw$$

$$pA = (p + dp)A + \rho g A dy$$

$$dp/dy = -\rho \cdot g$$

La ecuación nos muestra la manera que cambia la presión según la altura sobre algún nivel de referencia en un fluido que se encuentra estable. Si la elevación aumenta (dy positivo) la presión decrece (dp negativo).

Como consecuencia de este cambio la presión por unidad de área de la parte transversal de las capas del fluido se encuentra entre los puntos, y esa divergencia de presiones es medible.

Resnick y Halliday (1965) afirma “La cantidad ρg se llama normalmente densidad de peso del fluido (peso específico); peso por unidad de volumen” (p.481). Y ello de mucha utilidad en nuestro campo de estudio.

Como ejemplo tenemos al peso específico del agua es 1000 Kg/m^3 . Si p_1 es la presión a la altura y_1 y y_2 la presión a la altura y_2 de algún nivel de comparación, integramos la ecuación.

$$\int_{p_1}^{p_2} dp = \left[- \int_{y_1}^{y_2} \rho g dy \right]$$

$$p_2 - p_1 = \left[- \int_{y_1}^{y_2} \rho g dy \right]$$

Resnick y Halliday (1965) afirma “En líquidos de ρ es prácticamente constante porque los líquidos son casi incomprensibles; es raro que las diferencias sean tan grandes para poder considerar algún cambio en g ” (p.482).

Por consiguiente, considerando a ρ y g como constantes, así podemos alcanzar lo siguiente: $P_2 - P_1 = - \rho \cdot g (y_2 - y_1)$, en un líquido uniforme.

Si el fluido consta de una superficie libre, se encuentra en un nivel real y podemos medir las alturas. Si queremos variar el nivel de referencia a la superficie libre, cogemos y_2 cómo el aumento del plano, punto por el cual la presión p_2 interviene sobre el fluido que está influenciada por la atmósfera de la Tierra p_0 . Denominamos y_1 la elevación a una altura cualquiera y simbolizamos con p la presión en ese lugar.

Entonces: $p_0 - p = - \rho g (y_2 - y_1)$

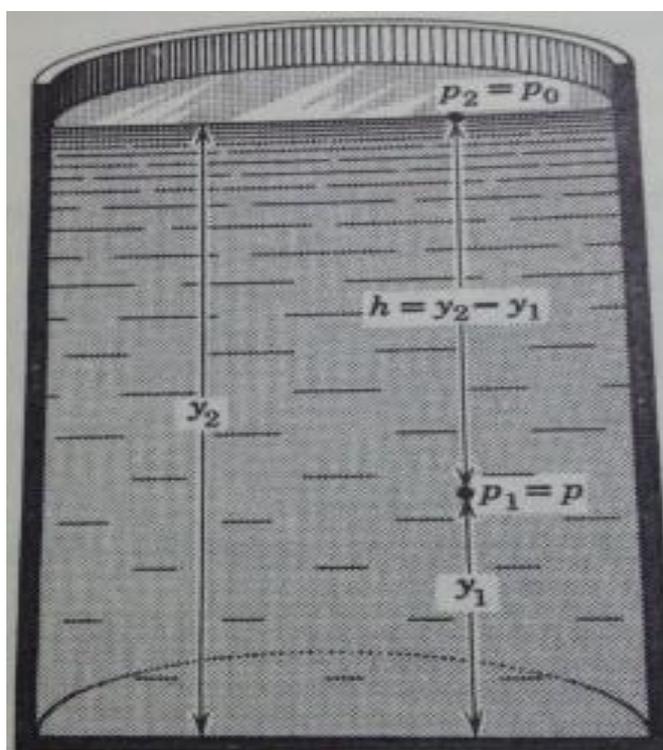


Figura 5. Envase con líquido abierta a la atmósfera. Fuente: Resnick y Halliday, 1965.

No obstante $(y_2 - y_1)$ es la profundidad “ h ”, siendo p la presión, de modo que obtenemos $P = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$

Esto nos quiere decir explícitamente que la presión es igual en todos los puntos que se encuentra con igual profundidad.

En el caso de los gases, ρ es parcialmente minúscula y la diferencia de presión entre uno y otro punto es normalmente insignificante. Si tenemos, en una vasija que contiene un gas, la presión se toma al coger de igual modo en todos los lugares. Aun así, no podemos considerar así, sí $(y_2 - y_1)$ es considerable. La presión del aire se modifica precisamente en el momento que escalamos a alturas considerables en la atmósfera o bajamos a grandes profundidades. En esos casos la ρ se altera con la altitud; y antes de poder integrar la ecuación debemos conocer ρ en función de y (Resnick y Halliday, 1965, p.482).

1.1.2 Densidad.

La densidad ρ de un fluido homogéneo puede depender de muchos factores, tales como su temperatura y la presión a que estén sometidos.

Para los líquidos la densidad se modifica mínimamente dentro de extensos límites de presión y temperatura, y podemos con certeza tratarla como si fuera una constante para los fines que deseamos. Por otra parte, la densidad de un gas es muy susceptible al cambio de la variación de temperatura y de presión (Resnick y Halliday, 1965, p. 481).

La densidad es una propiedad básica de cualquier líquido, y se define como la masa por unidad de volumen.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dónde:

ρ = densidad

m = masa

v = volumen

Tabla 1
Densidades de algunos gases, líquidos y sólidos

	Kg / m ³		Kg / m ³
Gases		Sólidos	
Aire	1,293	Aluminio	2,70 x 10 ³
Bióxido de carbono (CO ₂)	1,977	Bronce	8,5 x 10 ³
Helio (He)	0,1785	Cobre	8,9 x 10 ³
Hidrogeno (H ₂)	0,0899	Corcho	0,24 x 10 ³
Oxígeno (O ₂)	1,429	Oro	19,3 x 10 ³
Nitrógeno (N ₂)	1,251	Hielo	0,92 x 10 ³
Líquidos		Hierro	7,3 x 10 ³
Éter	0,73 x 10 ³	Plomo	11,3 x 10 ³
Alcohol etílico	0,81 x 10 ³	Platino	21,473 x 10 ³
Mercurio	13,6 x 10 ³	Plata	10,5 x 10 ³
Agua de mar	1,03 x 10 ³	Madera, piano blanco	0,42 x 10 ³
Agua	1,00 x 10 ³	Zinc	7,1 x 10 ³

Nota: Aquí tenemos las densidades de sólidos, líquidos a densidades a 0°C y 1 Atmosfera de Presión.
Fuente: Resnick y Halliday, 1965.

Un cuerpo m cuyo volumen es v . La densidad está representada por ρ (ro) y se detalla así:

La densidad de un cuerpo está en relación entre su masa y su volumen, así tenemos que: $P = m/ v$

Por ejemplo, un cubo de aluminio (Al) cuyo volumen es $V = 10 \text{ cm}^3$. De masa $m = 27\text{g}$. ¿Cuál será la densidad del aluminio?

$$\rho = \frac{m}{v} = 27 \text{ g}/10\text{cm}^3$$

$$\rho = 2.7 \text{ g}/\text{cm}^3$$

“Esto nos quiere decir que cada cm^3 de aluminio tenemos una masa de 2.7 gramos. Así que, la densidad de un cuerpo pertenece a la masa cabida en la unidad de volumen del cuerpo, por ello su nombre masa específica” (Ribeiro y Alvarenga, 2013, p.300).

1.2 Estática de fluidos

La estática de fluidos analiza la simetría de los gases y líquidos. Desde la definición de la densidad y de presión obtenemos la ecuación principal de la hidrostática, del cual se puede considerar como consecuencias el principio de Pascal y el de Arquímedes.

1.2.1 Principio de Pascal.

Si un fluido está sin movimiento, la oposición de presión entre un punto y otro depende solamente de la divergencia de nivel y de la densidad. En consecuencia, si sube la proporción en algún punto, surgirá una alteración de la presión igual en todos los puntos, siempre y cuando la densidad no cambie. Además de la presión producida por su peso, un fluido confinado puede estar sujeto a una presión adicional si se le aplica una fuerza externa (Resnick y Halliday, 1965, 488).

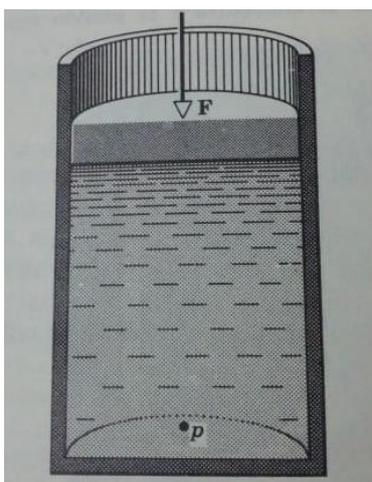


Figura 6. Embolo móvil.
Fuente: Resnick y Halliday, 1965.

Cuando aumenta la presión atmosférica que interviene en la espacio libre de un líquido, la presión en distinta profundidad debe subir otro tanto. El mismo resultado es válido si tapamos la superficie superior con un émbolo y aplicamos una fuerza sobre él.

Este resultado fue enunciado por Blaise Pascal, y se denomina principio de Pascal. Ordinariamente se enuncia cómo sigue: La presión empleada en un fluido, se emite con igual valor a todos los puntos del fluido y a los lados del depósito que lo contiene.

Si un fluido es incomprensible, una variación de presión en dicho punto del fluido se propaga inmediatamente en todo lugar. En un fluido comprensible el cambio de presión en un punto se irradia por todo el fluido con extraordinaria velocidad en ese fluido. Cuando se acaba el disturbio y regresa el equilibrio, encontramos que el principio de Pascal igualmente es admitido en un fluido comprensible. En un fluido compresible los cambios de presión van acompañados de cambios de temperatura (Resnick y Halliday, 1965, p.489).

1.2.1.1 Aplicación del principio de Pascal.

Las máquinas hidráulicas aptos para acrecentar fuerzas son muy transcendentales, para estudiar lo expresado consideramos la máquina mostrada en la figura 7, conformado de dos recipientes cilíndricos unidos que abarca un líquido, donde área de la sección transversal de uno de ellos es más grande que el otro.

Si aplicamos una fuerza f en el pistón del cilindro que es más pequeño, se origina un incremento en la presión del líquido bajo el pistón. Siendo a el valor del área de este pistón, este incremento en la presión estará dado por $\Delta p_1 = f/a$. En consecuencia, el acrecentamiento de la presión se ampliará en todos los puntos del líquido, originando una fuerza F en el pistón cuya área es mayor. Cómo A es el

área de este émbolo, el incremento de presión sobre él, será $\Delta p_2 = F/A$, como $\Delta p_2 = \Delta p_1$ (Alvarenga y Ribeiro, 2005, p.312).

Vemos que:

$F/A = f/a$ donde:

$F = (A/a) \cdot f$

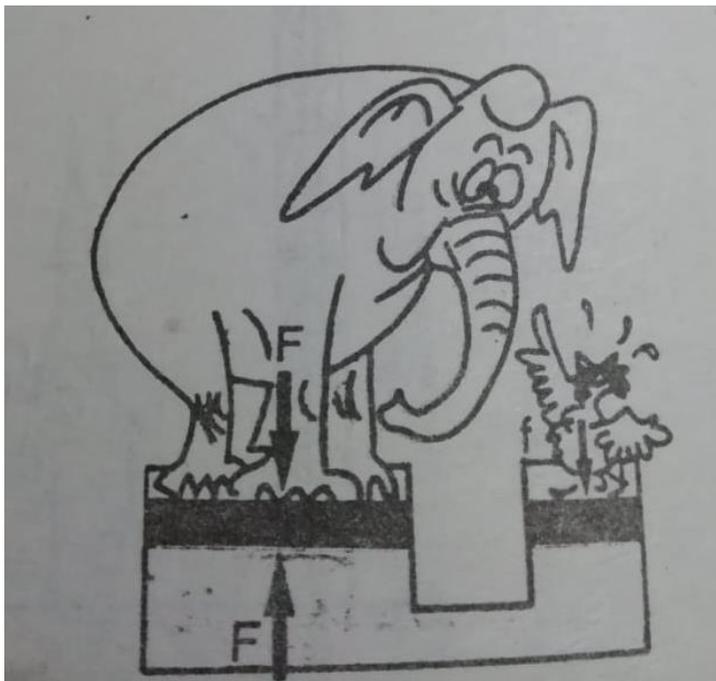


Figura 7. Dispositivo de equilibrio de fuerzas. Fuente: Alvarenga y Ribeiro ,2005.

Por consiguiente, si el área A es muy grande que a , la fuerza F será mucho mayor que f . Por ejemplo, si $a = 2.0 \text{ cm}^2$, $A = 200 \text{ cm}^2$ y $f = 10 \text{ kgf}$, obtenemos $F = 1000 \text{ kgf}$, es decir que una fuerza de solo 10 kgf puede nivelar el peso de un cuerpo de 1 tonelada. Así, esta máquina hidráulica trabaja como un mecanismo “multiplicador de fuerza”. Si esta máquina se fabricara de modo que se pueda prensar un objeto, como muestra la figura 8, la denominaríamos prensa hidráulica.

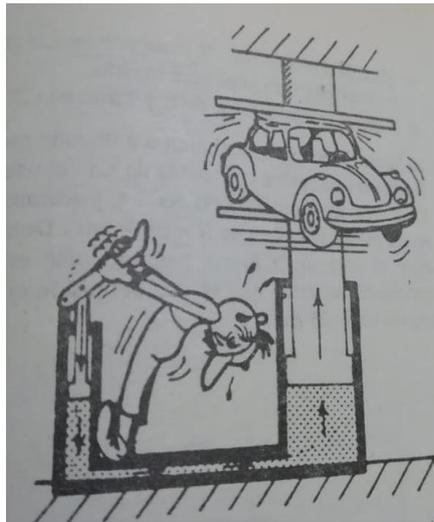


Figura 8. Prensa hidráulica. Fuente: Alvarenga y Ribeiro, 2005.

El principio de esta máquina igualmente se aplicaría en los montacargas, en los sillones de dentistas y barberos, los frenos hidráulicos de los automóviles. Alvarenga y Ribeiro (2005) afirma “el freno hidráulico lo podemos observar en la figura, el valor de la fuerza que aplicamos en el pedal de los frenos se multiplica varias veces para aplicar fuertemente las zapatas contra el tambor de la rueda” (p.313).

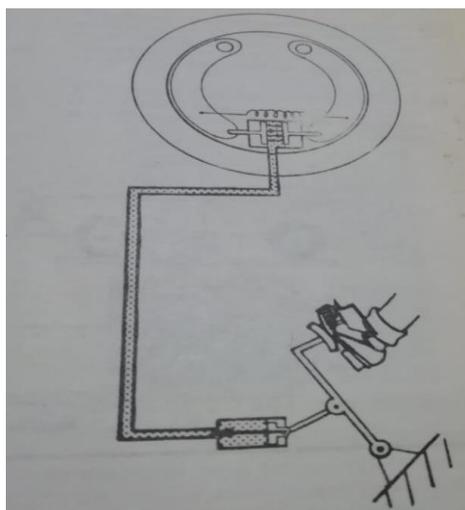


Figura 9. Esquema de un freno hidráulico. Fuente: Alvarenga y Ribeiro, 2005.

1.2.2 Principio de Arquímedes.

Como efecto inevitable de las leyes de los fluidos sin movimiento tenemos al principio de Pascal.

Si un cuerpo se encuentra en su totalidad o en parte dentro de un fluido sin movimiento, el fluido realiza una presión en todas las fracciones de la superficie del cuerpo que se encuentran en fricción con el fluido. Hay mayor presión en las partes que se encuentran en la profundidad.

Resnick y Halliday (1965) afirma “la presión que obra en la parte de la superficie del cuerpo evidentemente no necesita del material del que está formado el cuerpo. Si el cuerpo se encuentra dentro del fluido, se substituye por fluido del que lo envuelve” (p.489).

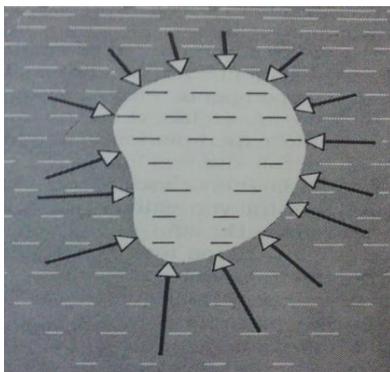


Figura 10. Principio de Arquímedes.
Fuente: Resnick y Halliday, 1965.

Si la fuerza ascendente resuelta sobre él, será semejante a su peso y ejercerá verticalmente hacia arriba por medio de su centro de gravedad, de aquí se deriva el principio de Arquímedes: Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta un empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo.

“La fuerza obra verticalmente hacia arriba cruzando por el centro de gravedad del fluido antes de ser desalojado. El punto relativo del cuerpo sumergido se llama centro de flotación” (Resnick y Halliday, 1965).

1.2.2.1 Empuje y densidad del líquido.

Por el principio de Arquímedes comprendemos que: “Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje vertical hacia arriba, igual al peso del líquido desplazado por el cuerpo” (Máximo y Alvarenga, 2013, p.315).

$$E = m_d \cdot g$$

Dónde:

m_d = Masa del líquido desplazado.

ρ_L = Densidad del líquido.

v_d = Volumen del líquido desalojado,

$$m_d = \rho_L v_d \quad \text{donde} \quad E = \rho_L \cdot v_d \cdot g$$

Por ende tenemos, que el valor del empuje será alto cuanto mayor sea el volumen del líquido desplazado, y si es más abundante la densidad de dicha sustancia. En contraste, el peso p del cuerpo sumergido en el líquido se puede formular en función de su densidad, ρ_c , y su volumen, v_c , como:

$$p = mg \quad \text{y como} \quad m = \rho_c v_c \quad \text{resultado:}$$

$$p = \rho_c v_c g$$

Cuando el cuerpo está íntegramente dentro del líquido estará desalojando un volumen del mismo, v_d igual a su propio volumen v_c , es decir, $v_d = v_c$. En consecuencia, cuando un cuerpo está íntegramente introducido en el líquido tenemos que:

$$E = \rho_L v_c g \quad \text{y} \quad P = \rho_c v_c g$$

Contrastando ambas expresiones se observamos que sólo difieren en relación con los valores de ρ_L (densidad del líquido) y ρ_c (densidad del cuerpo), por consiguiente:

Si $\rho_L < \rho_c$, tendremos que $E < P$, y en este caso, el cuerpo se hundirá en el líquido. Esto sucede cuando, por ejemplo, si soltamos una piedra dentro del agua. Si $\rho_L = \rho_c$, tendremos que $E = P$. en este contexto, la piedra quedará estática cuando esté plenamente inmerso en el líquido.

Esto ocurre en un submarino bajo el agua, inmóvil y a cierta profundidad. “Si $\rho_L > \rho_c$, tendremos que $E > P$ en este momento el cuerpo sube en el líquido y flota en la superficie hasta alcanzar un estado de equilibrio, parcialmente sumergido, en la cual $E = P$ ” (Máximo y Alvarenga, 2013, p.316).

Con este estudio podemos decir cuando emergerá, o cuando se sumergirá un cuerpo en cierto líquido, sabiendo sencillamente sus densidades.

1.2.3 Ejemplos aplicativos.

- Al introducir un cubo de acero de $0,005 \text{ m}^3$ en agua ¿Cuál será el empuje? (densidad del agua 1000 kg/m^3)

$$E = \rho \cdot g \cdot v$$

$$E = (1000 \text{ kg/m}^3) (9,81 \text{ m/s}^2) (0,005 \text{ m}^3)$$

$$E = 49,05 \text{ N}$$

- Introducimos un cubo de acero de $0,0030 \text{ m}^3$ en agua, ¿Cuál será el empuje? (densidad del agua 999 kg/m^3)

$$E = \rho \cdot g \cdot v$$

$$E = (999 \text{ kg/m}^3) (9,81 \text{ m/s}^2) (0,030 \text{ m}^3)$$

$$E = 294,0057 \text{ N}$$

- Un cuerpo pesa 500 N y 475 N se sumerge en alcohol. Calcular su empuje y volumen del cuerpo. Si la densidad del alcohol es 790 Kg/m^3

Para empezar la resolución primero restamos el peso con el empuje, obteniendo lo siguiente.

$$E = 500 - 475 = 25 \text{ N}$$

El empuje y el peso del alcohol expulsado tienen similar valor, en consecuencia, la masa de alcohol desplazado será: $m \text{ alcohol} = 25/9,8 = 2,55 \text{ kg}$

Reemplazando los valores, el volumen obtenido será el siguiente:

$$V = \text{peso} / \text{densidad} = 2,55 \text{ Kg} / 0,79 \text{ Kg/dm}^3 = 3,23 \text{ dm}^3$$

El principio de Pascal se utiliza esencialmente para elevar pesos grandes con escasa fuerza, como es en las prensas hidráulicas, elevadores, frenos...etc. En la maquinaria industrial el principio de Pascal se usa considerablemente. En la prensa hidráulica la presión será igual a:

$$P = F / A$$

Por ejemplo. Si queremos usar la prensa hidráulica para subir cómodamente un auto de 1000 kilogramos, ¿Cómo empleamos el principio de Pascal?

Veamos la siguiente prensa hidráulica:

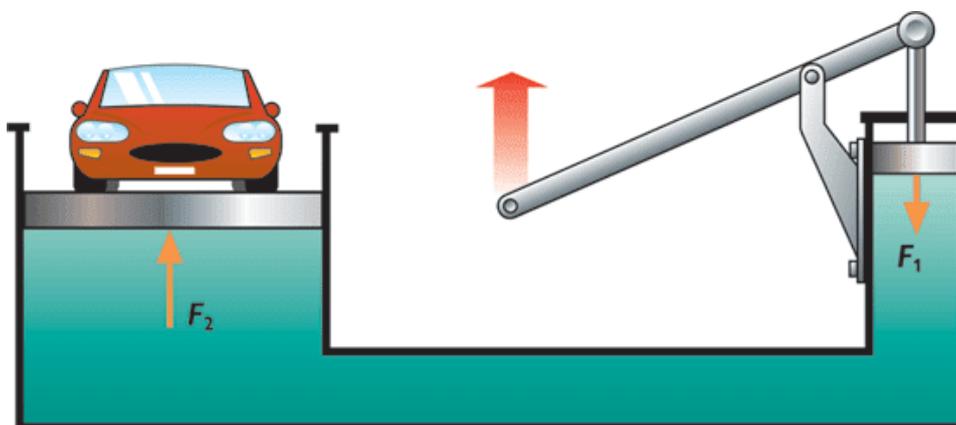


Figura 11. Prensa hidráulica. Fuente: Rescatado de <http://angelopezblog.blogspot.com/2013/07/elevador-hidraulico.html>

Para el auto de 1000 kg apoyado en un disco con un radio de 2 metros y por otro lado un disco de 0.5 de radio en una prensa hidráulica como se vemos en la figura 11.

¿Cuál será la presión ejercida en el disco pequeño? , si es vital para poder elevar el auto de 1000 kg. Aplicando el principio de Pascal obtenemos la siguiente relación tenemos:

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$$

- Primero hallamos las dos área:

$$A1 = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0,52 = 0,79 \text{ m}^2$$

$$A2 = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 2^2 = 12,6 \text{ m}^2$$

- Cambiamos 1000 kilos de masa en (F)

$$F2 = m \cdot g = 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m /sg}^2 = 9800 \text{ N}$$

- Reemplazamos en la fórmula de Pascal:

$$F2 / 0,79 = 9800 / 0,79 = 12,57$$

$$F2 = 12,57$$

- Para obtener F1 realizamos lo siguiente:

$$F1 = \left(\frac{F2}{A2}\right) A1, \quad \text{sustituyendo los datos anteriores tenemos como resultado}$$

$$F1 = 612 \text{ N}$$

La fuerza aplicada de 612 N nos indica que con el disco 1 logramos elevar un auto de 9800 N.

- Para cambiar los N en kilogramos.

$$F1 = m_1 \cdot g \quad \text{despejando } m_1 = 612 / 9,8 = 62,4 \text{ kg}$$

$$F2 = m_2 \cdot g \quad \text{despejando } m_2 = 9.800 / 9,8 = 1000 \text{ kg}$$

Si tenemos un poquito más de 62 kilogramos lograremos elevar un auto de 1000 kilos usando la prensa hidráulica y el principio de Pascal.

1.3 Experimento sobre el principio de Arquímedes.

Los objetivos para el experimento sobre el principio de Arquímedes son los siguientes:

- Analizar y hallar el empuje.
- Corroborar el principio de Arquímedes.
- Medir el volumen de un sólido.

Introducción: El principio de Arquímedes nos dice que, el empuje es el peso del fluido desalojado y se representa mediante la siguiente formula.

$$E = \rho \cdot v_d \cdot g$$

Dónde:

- V_d : Volumen del fluido desalojado.
- ρ : Densidad.
- g : Aceleración de la gravedad.

Al examinar las fuerzas que ejercen en cierta masa sólida al momento que se colgar de un hilo y se introduce en agua obtenemos.

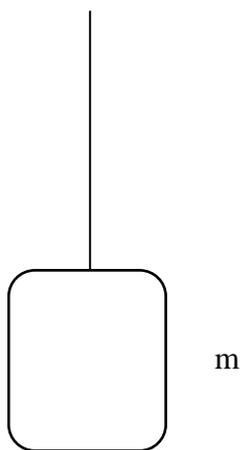


Figura 12. Peso del sólido
Fuente: Autoría propia

$$W = T + E$$

$$W = \text{Peso del sólido.}$$

$E =$ Empuje que el agua realiza sobre el cuerpo.

$T =$ Tensión que ejerce el hilo sobre el cuerpo.

Equipo y materiales:

- Base soporte.
- Boque de metal.
- Dinamómetro 3N.
- Nuez doble.
- Probeta.
- Varilla larga
- H_2O
- Hoja y lapicero
- Calculadora

Proceso:

- Suspender con el dinamómetro el bloque de metal, Encontrar su peso w_0 y expresarlo en Newton.
- Alojarse el agua en la probeta hasta un determinado volumen, anotar el v_0
- Encajar el bloque colgado con el dinamómetro en la probeta con agua, escribir cuanto lee el dinamómetro (w_1)
- Registrar el volumen desalojado.
- Encontrar el empuje de Arquímedes $E = w_0 - w_1$.
- Determinar el peso del agua desplazada y hallar el volumen del bloque.

Resultados:

Si queremos calcular el empuje es primordial encontrar primero la densidad sin usar el agua y luego podremos introducir el agua para calcular, y así podemos relacionar a ambas.

Tabla 2
Densidad del instrumento usado

Antes	En el agua
597,9585 kg m ³	480,8932 kg m ³

Nota: La densidad del instrumento es superior cuando no se usa el agua que cuando se llena de agua.
Fuente: López, 2002.

Para hallar el empuje se usó la siguiente ecuación:

$$E = w_0 - w_1,$$

Donde w_0 es el peso original y w_1 el peso del bloque usando el agua y su promedio es el siguiente:

$$w_0 = m \cdot g$$

$$w_0 = (0,125) (9,8) = 1,225 \text{ N}$$

$$w_1 = (0,1085) (9,8) = 1,0633 \text{ N}$$

$$E = w_0 - w_1$$

$$E = 1,225 - 1,0633 = 0,1617 \text{ N}$$

Si queremos encontrar el peso del agua desplazada, tenemos que hallar el peso con y sin agua, de esta manera podemos contrastar los dos resultados, para ello usamos la siguiente fórmula:

$$w = m \cdot g = \rho_{\text{(agua)}} \cdot V \cdot g$$

Tabla 3
Promedios de los pesos antes y después de sumergir al agua

Antes.	Después.
1,2249 N \cong 1,225 N	1,0585 N \cong 1,06 N

Nota: El peso es mucho menos cuando no hay agua, coincidiendo con el principio de Arquímedes.
Fuente: López, 2002.

Hallando el volumen del bloque:

Para encontrar el volumen usamos la siguiente formula: $V = w / \rho$, obteniendo los siguientes resultados:

Sin introducir al agua

$$V = 1,2249 \text{ N} / (597,9585 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 2,0902 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Introduciendo al agua

$$V = 1,0585 \text{ N} / (480,8932 \text{ kg/m}^3) (9,8 \text{ m/s}^2) = 2,2460 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Se observa que el volumen es superior si el bloque se encuentra en el líquido.

1.3.1 Como flotan los icebergs.

Calcula el porcentaje de volumen de un iceberg que está bajo el agua. Si tenemos que la densidad del hielo: $0,92 \text{ g/cm}^3$ y la densidad del agua del mar: $1,03 \text{ g/cm}^3$, respectivamente.

Ordenando los datos empezamos con la resolución del problema, teniendo lo siguiente:

$$d_h = 0,92 \text{ g/cm}^3 \quad d_a = 1,03 \text{ g/cm}^3$$

En el cuerpo actúan dos fuerza el empuje y el peso. Como el iceberg se encuentra en equilibrio, se verificará lo siguiente:

$$E = P$$

Sabemos que el empuje y del peso son iguales. Tenemos las siguientes expresiones que son sus equivalencias.

$$E = V_s \cdot d_a \cdot g$$

$$P = m \cdot g$$

En esta instancia procedemos a igualar las expresiones, y despejando “m” obtenemos el siguiente resultado.

$$V_s \cdot d_a \cdot g = m \cdot g \rightarrow V_s \cdot d_a = m$$

Ahora usamos la densidad para saber cuánto vale la masa del iceberg. Hacemos los cálculos siguientes obtenemos:

$$d_h = m/v \rightarrow m = d_h \cdot V$$

$$V_s \cdot d_a = d_h \cdot V$$

$$V_s/V = d_h/d_a = 0,92\text{g/cm}^3/1,03\text{g/cm}^3 = 0,893$$

$$V_s = 89,3\%$$

El volumen del iceberg sumergido es un 89,3% de su volumen total. El peso específico del agua de mar es 10.250 N/m^3 , que es más que el peso específico del hielo (9.170 N/m^3) por esto, al desplazar agua del mar, el hielo termina sintiendo una fuerza hidrostática positiva y el iceberg flota.

1.4 Tensión superficial. Capilaridad

1.4.1 Tención superficial.

Si experimentamos con la tensión superficial del agua y tratamos que un cuerpo se sostenga sin que se hunda. Si colocamos una aguja diminuta encima de una superficie de agua estática, así la tensión superficial la va a soportar. Si introducimos una aguja se sumergiría de manera vertiginosa hasta el fondo (Mott 2013, p.23).

Si colocamos en el agua detergente para lavar platos en una cantidad pequeña mientras el agua esté sostenida, se hundirá rápido hasta el fondo.

La tensión superficial se calcula como el trabajo por unidad de área que se necesita para transportar las partículas de la parte baja hasta la superficie del líquido. “La tensión superficial es la razón de qué las gotas de agua tomen una apariencia casi esférica. Conjuntamente, la capilaridad se somete a la tensión superficial” (Mott, 2013, p.19).

Tabla 4
Propiedades de los líquidos a 20°C y presión atmosférica

Líquido	Tensión superficial N/m
Alcohol etílico	0,0223
Benceno	0,0289
Tetracloruro de C	0,0267
Querosene	0,023- 0.032
Mercurio	0,51
Petróleo	0,023 - 0.038
Lubricante	0,023 - 0.038
Agua	0,074

Nota: En la tabla encontramos la tensión superficial de algunos líquidos importantes.
 Fuente: Resnick y Halliday 1965.

Tabla 5
Tensión superficial del agua a diferentes temperaturas

Temperatura °C	Tensión superficial 10^{-2} N/m
0	7,62
5	7,54
10	7,48
15	7,41
20	7,36
25	7,26
30	7,18
35	7,10
70	6,50
80	6,40
85	6,30
90	6,12
95	6,02
100	5,94

Nota: Tensión superficial del agua a diferentes temperaturas.
 Fuente: Serway Physics for Scientists and Engineers, 1999.

1.4.2 Capilaridad.

“La capilaridad siendo una propiedad de los líquidos es dependiente de su tensión superficial que depende de la fuerza intermolecular, gracias a ello tiene la facultad de ascender o descender por un tubo capilar” (Mott, 2013, p.22).

Observemos la siguiente experiencia:

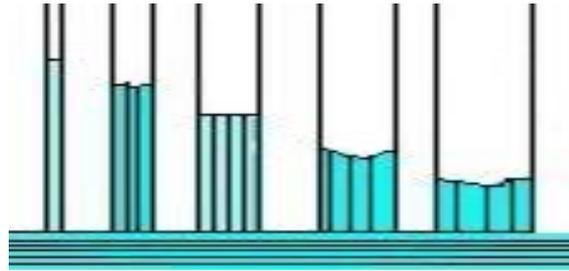


Figura 13. Capilar elevándose. Fuente: Rescatado de <https://www.profesorenlinea.cl/fisica/Capilaridad.html>

Si introducimos agua en un tubo de cristal alargado con un diámetro considerable, el agua que escalará por él obtendrá una menor altura, sin embargo el peso del líquido que se encuentra en el interior del tubo además es equivalente a la tensión superficial del líquido.

“Teniendo un tubo muy delgado, el agua escalaría más alto, sin embargo el peso del líquido que queda internamente en el tubo todavía es similar a la tensión superficial del líquido en mención. Este hecho es conocido como capilaridad líquida” (Mott, 2013, p.32).

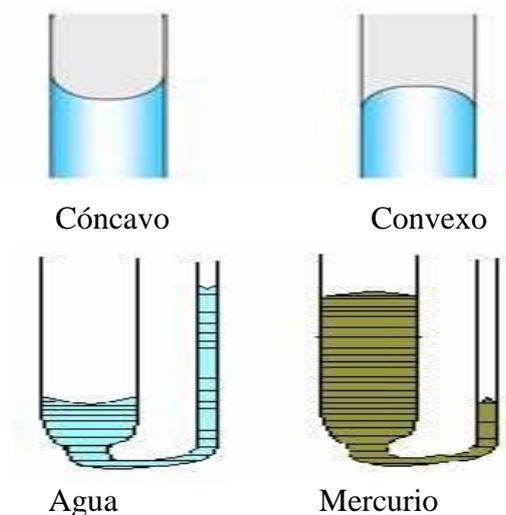


Figura 14. Efecto de capilaridad. Fuente: Rescatado de <https://www.profesor en línea.cl/fisica/capilaridad>.

Si cogemos un tubo de cristal grueso unido con uno delgado e introducimos agua, notaremos que en el tubo grueso el agua logra escalar baja altura que en el delgado, si realizamos el mismo ensayo con mercurio en vez de agua, implicará que en el tubo grueso el mercurio lograra mucho más altitud que en el delgado.

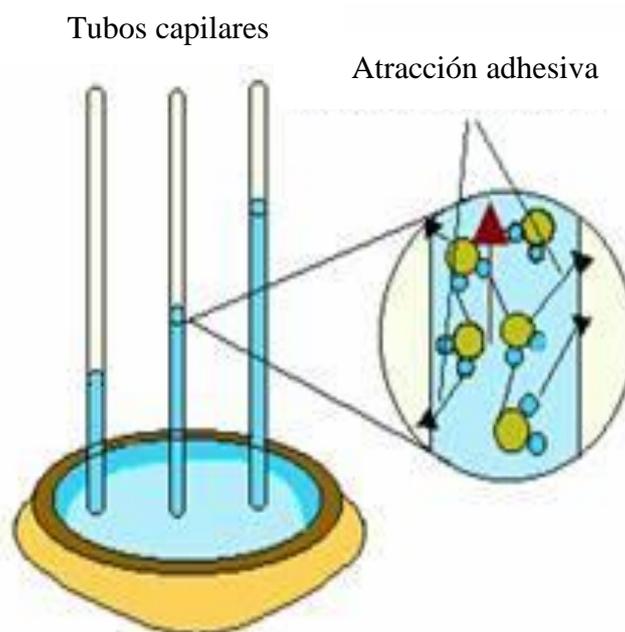


Figura 15. La atracción adherente hacia el vidrio. Fuente: Rescatado de <https://www.profesor en línea.cl/física/capilaridad>.

1.5 Dinámica de Fluidos

El fluido no está estático. Podemos decir que el flujo es estable o laminar. En un flujo estable, las partículas del fluido que tienen cierta velocidad van por distintos puntos y sigue invariable con el tiempo. En la parte de arriba el paso de fluidos es alborotador; el paso alborotado del fluido es un flujo irregular y donde tiene pequeñas partes en forma de remolinos. (Mott, 2013, p.28).

1.5.1 Ecuación de Bernoulli.

La ecuación de Bernoulli es una ecuación fundamental de la dinámica de los fluidos; “En esencia es un expuesto del teorema del trabajo y la energía para el flujo de los fluidos considerando el flujo no viscoso, de régimen estable, incomprensible de un fluido que pasa por la tubería” (Resnick y Halliday, 1965).

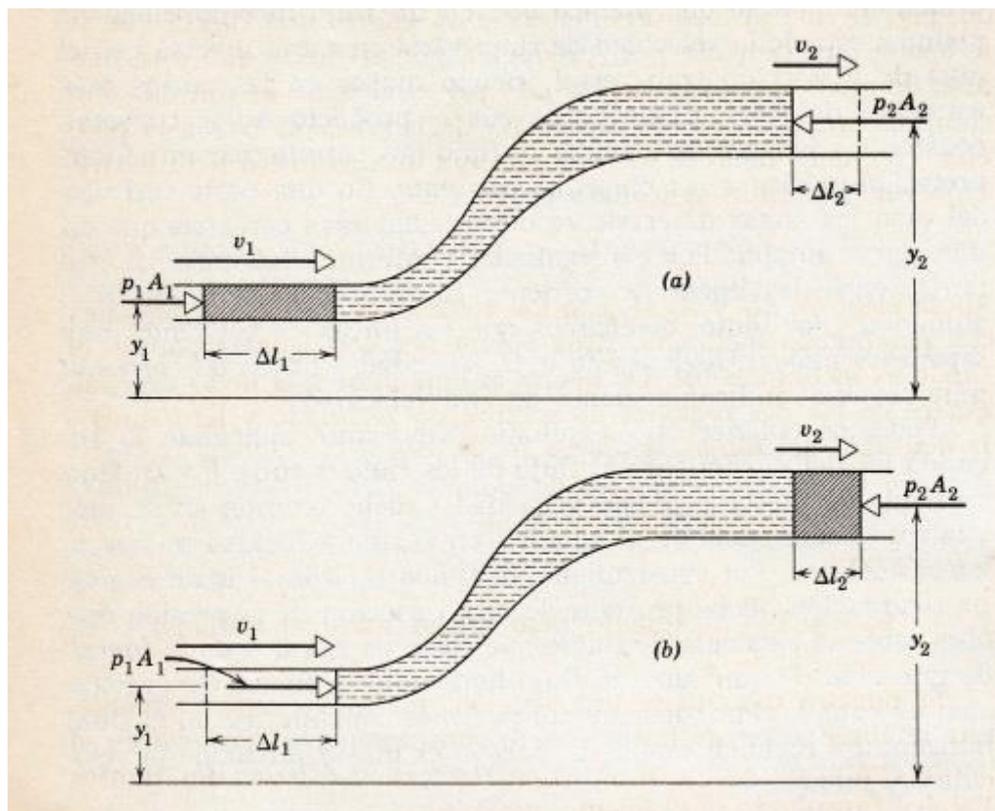


Figura 16. Tubo de flujo de un fluido. Fuente: Resnick y Halliday, 1965.

La parte de tubo como observamos en la figura 15, consta de una sección transversal similar A_1 en el lado izquierdo. En aquel lugar es horizontal y está a una elevación y_1 en algún nivel de referencia. Paulatinamente se amplía y se eleva y después en el lado derecho consta de una sección transversal uniforme A_2 . En aquel lugar es horizontal a una altura y_2 . Concentremos nuestra atención en la fracción de fluido constituida tanto por el sombreado inclinado como por el horizontal y llamemos a este fluido el sistema. Tendremos en cuenta entonces el movimiento del sistema de la posición mostrada en (a) a

la mostrada en (b). En parte delgada del tubo en cualquier punto, la presión es p_1 y la velocidad v_1 . En la parte amplia en cualquier punto, la presión es p_2 y la velocidad v_2 .

La porción izquierda del sistema avanza una distancia Δl_1 paralela a una fuerza externa $p_1 A_1$ proporcionada por el fluido que está a su izquierda, de modo que el trabajo hecho sobre sistema es $p_1 A_1 \Delta l_1$. En la fracción que se encuentra a la derecha. A cierta longitud Δl_2 en oposición a una fuerza que se le pone directamente $p_2 A_2$ producida por el flujo que está más allá, de modo que el trabajo hecho por el sistema es $p_2 A_2 \Delta l_2$ (Resnick y Halliday, 1965, p.509).

Por consiguiente, para mover el sistema de la posición (a) a la posición (b), debe hacerse sobre el sistema una cantidad neta de trabajo por la presión aplicada a él, igual a

$$p_1 A_1 \Delta l_1 - p_2 A_2 \Delta l_2$$

Ahora bien, $A_1 \Delta l_1$ y $A_2 \Delta l_2$ son volúmenes de las dos regiones con sombreado inclinado. Esos volúmenes son iguales porque el fluido es incomprensible. De hecho, si llamamos a la masa de cualquiera de las dos regiones de sombreado en finado y llamamos ρ la densidad de fluido, entonces:

$$A_1 \Delta l_1 = A_2 \Delta l_2 = m/\rho$$

$$(p_1 - p_2) m/\rho = \text{Trabajo neto sobre el sistema.}$$

Si nuestro tubo tiene una sección que varía continuamente, este análisis se puede hacer exacto considerando el proceso en el límite conforme Δl_1 , y Δl_2 y Δt se reducen a cero en los puntos 1 y 2 punto el resultado es el mismo que antes.

Si el flujo no es viscoso, el trabajo neto hecho sobre sistema por la presión debe ser equivalente al logro neto de energía mecánica. La porción de fluido de sombreado horizontal no cambia para nada ni en energía cinética y energía potencial durante el flujo de (a) a (b). Solamente en las porciones de sombreado inclinado contribuyen a cambios en la energía mecánica.

De hecho, $\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$ es igual al cambio neto de energía cinética y $mgy_2 - mgy_1$ es igual al cambio neto la energía potencial gravitacional.

Siendo m la masa en cualquiera de las regiones de las áreas sombreadas. Por consiguiente tenemos la siguiente expresión,

$$(p_1 - p_2) m/\rho = (\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2) + (m.g.y_2 - mg.y_1)$$

Seguidamente ordenamos la expresión anterior, obteniendo los siguientes términos, en la siguiente ecuación.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

Ya que los sub índices 1 y 2 se refieren a dos sitios cualesquiera en la tubería, conseguiremos anular los sub índices y:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho.v_1^2 + \rho.g.y = \text{constante}$$

A la ecuación se llama la ecuación de Bernoulli para el flujo a régimen estable no viscoso, incomprensible. Propuesta por primera vez por Daniel Bernoulli en el siglo XVIII. La ecuación de Bernoulli se adapta solamente en el flujo de régimen estable, las partes que en ella intervienen deben tomarse en la misma línea de corriente; por consiguiente, la constante en la ecuación. No es igual para todas las líneas de corriente (Resnick y Halliday, 1965, p.510).

En la figura16, la línea de corriente que se usó es la que va siguiendo el límite inferior del tubo de flujo o tubería.

1.5.2 Movimiento de fluidos viscosos.

En el caso que un fluido se encuentra en actividad, el flujo se determinar de dos maneras. Puede ser estable o laminar, cuando la partícula del fluido tiene un trayecto liso, de tal manera que las líneas de diferentes partículas en absoluto puedan cruzarse.

Empleamos la viscosidad frecuentemente en la explicación del flujo de fluidos para representar cierto grado de roce interno en un fluido. Este roce interno, se encuentra relacionada con la firmeza que dos capas adyacentes de fluido tienden a agilizarse una con respecto de otra. Cierta parte de la energía cinética de un fluido se resbala en una superficie horizontal rugosa y pierde energía cinética por la viscosidad (Serway y Jewett, 2005, p.431).

1.6 Movimiento de cuerpos en líquidos viscosos

1.6.1 Fuerzas de fricción en fluidos.

En el momento que cierto cuerpo se encuentra moviéndose con poca velocidad en el caso de un gas o un líquido, la fuerza de fricción se obtiene más o menos sabiendo que es correspondiente a la velocidad. Por lo tanto tenemos , $F_f = \text{fricción del fluido} = - K \cdot \eta \cdot v$

El coeficiente de fricción K es dependiente de la estructura del cuerpo, como una esfera de radio R , nos resulta, $K = 6 \pi \cdot R$.

Ley de Stokes. Donde η depende de la fricción interna del fluido que toma el nombre de coeficiente de viscosidad. Al aplicar una fuerza a un cuerpo dentro de un fluido viscoso, la fuerza resultante es $F - K \cdot \eta \cdot v$ resultando la ecuación del movimiento que es el siguiente: $m \cdot a = F - K \cdot \eta$

Si imaginamos que una fuerza es constante, la velocidad aumentará debido a la aceleración como también la fuerza de fricción, de modo que en instantes la parte de la derecha llega a cero. En ese período la aceleración llega a cero y no tenemos velocidad, y concluimos que la fuerza de fricción está estabilizada por la fuerza empleada (Alonso y Finn, 1970, p.173).

Tabla 6
 Tabla de coeficientes de viscosidad, en Poises

Líquidos	$\eta \times 10^6$	Gases	$\eta \times 10^6$
Agua (0° C)	1,792	Aire (0° C)	1,71
Agua	1,005	Aire	1,81
Agua (40° C)	0,656	Aire (40° C)	1,90
Glicerina	833	Hidrogeno	0,93
Alcohol	0,367	Bióxido de carbono	1,46

Nota: A 20° C, sin considerar el agua a 40 grados. Fuente: Marcano, 2013.

La partícula velocidad constante y misma dirección que la fuerza, se denominara velocidad límite, la cual es:

$$v_L = F/K.\eta$$

En consecuencia, la velocidad límite es dependiente de η y de k. En caída libre tenemos, $F= m.g$, reemplazando

$$v_L = m.g/K.\eta$$

Para mejorar la ecuación, teniendo en cuenta el empuje efectuado por el fluido, y tomando en cuenta el principio de Arquímedes, es equivalente al peso del fluido desalojado por el cuerpo. Sí m_f es la masa del fluido expulsado, su peso es $m_f g$, de manera que el empuje para arriba es. $B = - m_f g$, y la fuerza hacia abajo es $mg - m_f g = (m - m_f).g$ (Alonso y Finn, 1970, p.174).

Esto da, en lugar de la ecuación $V_L = (m - m_f). g /K\eta$

1.7 Flujo estable, irrotacional, incomprensible y no viscosos

Debido a la complejidad del movimiento de fluidos, en un fluido ideal, tenemos lo siguiente:

1.7.1 El flujo estable.

El flujo estable laminar, la velocidad del fluido en cada punto dado indicado y sigue invariable.

1.7.2 El flujo es irrotacional.

El fluido no posee cantidad de movimiento angular junto a ningún punto. Si una rueda pequeña de paletas colocada en cualquier punto del fluido no gira alrededor del centro de masa del círculo, entonces el flujo es irrotacional.

1.7.3 El fluido es incompresible.

Si densidad de un fluido incompresible es invariable.

1.7.4 El fluido es no viscoso.

Si el fluido es ligero, no existe la fricción interna. El cuerpo que se mueve en el fluido sin ninguna resistencia.

1.8 Experimento como es que se elevan los aviones

¿Cómo es que se elevan los aviones?

Lo primordial está en las alas y no en los motores como la mayoría piensa. Si no funcionarían los motores del avión, este puede planear, pero si se queda sin un ala no podría, por ende caería precipitadamente.

En la siguiente figura se verá un ala cortada de perfil para poder apreciar su forma especial.

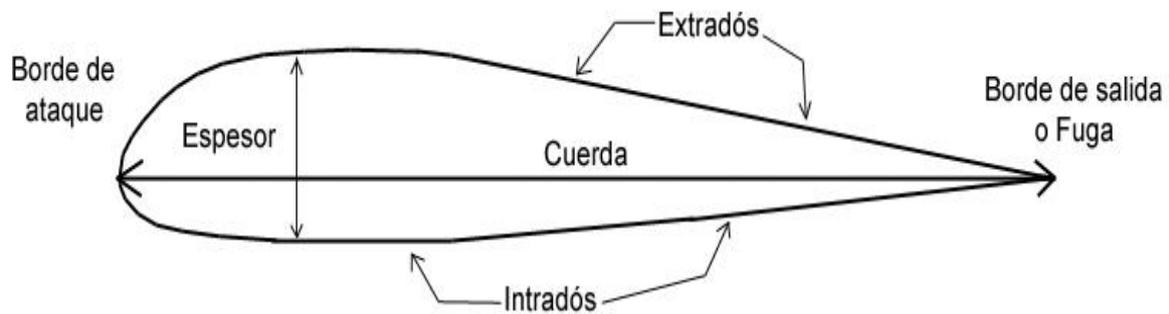


Figura 17. Partes del ala del avión. Fuente: Recuperado de <https://grupocarman.com/blog/2014/04/09/aerodinamica/>

- Extradós: Parte de arriba del ala, es la parte más flexionada.
- Intradós: Parte baja del plano con menos curvatura.
- Borde de ataque: Pieza delantera del plano.
- Borde de salida: Fracción de atrás del plano.
- Cuerda: Línea imaginaria que une el borde de ataque con el borde de salida.

Top (2012) afirma “el extradós tiene más curvatura que el intradós, por consiguiente más distancia tienen que circular las partículas de aire por arriba que por abajo que es más plana” (p.14).

El ala origina un flujo de aire en razón a su ángulo de ataque (si el ángulo de ataque aumenta, la parte superior del ala se contraerá cada vez más) y a la velocidad con que el ala se desplaza en relación con la masa de aire que la circunda, de este flujo de aire, el que fluye por la parte inferior. Esa mayor velocidad involucra menor presión, teorema de Bernoulli.

La superficie superior del ala resiste menos presión que la superficie inferior. Esta diferencia de presiones ocasiona una fuerza aerodinámica que impulsa al ala de la zona de gran presión (abajo) a la zona de poca presión (arriba).

El aire al pasar con mucha velocidad arriba del ala, al confluir con el aire que pasa debajo del ala deflecta, y como resultado nos da una fuerza hacia arriba. Estas dos fuerzas se conocen como fuerza de sustentación, y gracias a ello el avión puede quedarse en el aire.

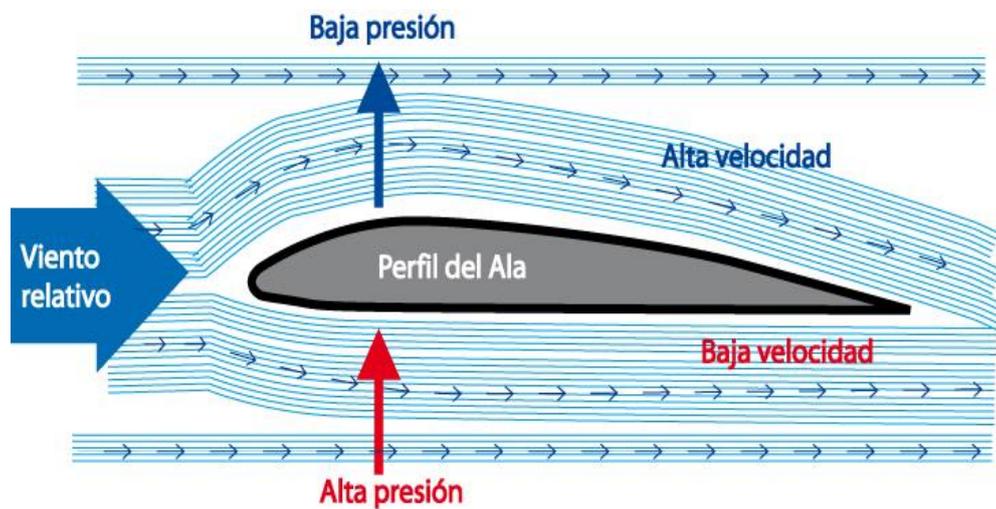


Figura 18. Perfil del ala. Fuente: Recuperado de https://riunet.upv.es/_bitstream/handle/10251/89285/ILLUECA%20-20Estudio%20de%20las%20fuerzas%20aerodin%C3%A1micas%20sobre%20estructuras%20de%20placas%20sometidas%20a%20flameo.pdf?

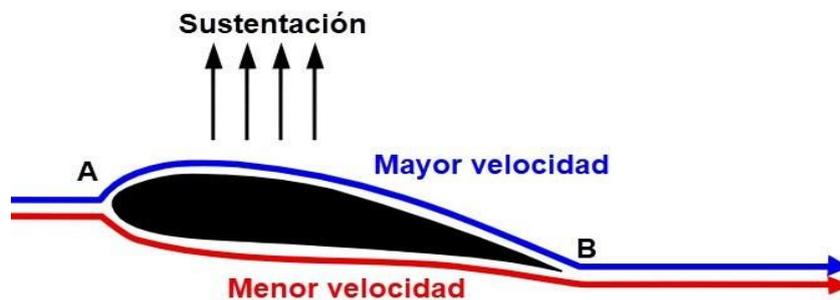


Figura 19. El ala de un móvil a través del aire. Fuente: Recuperado de <https://blogaero.com/sustentacion-por-que-vuelan-los-aviones/>

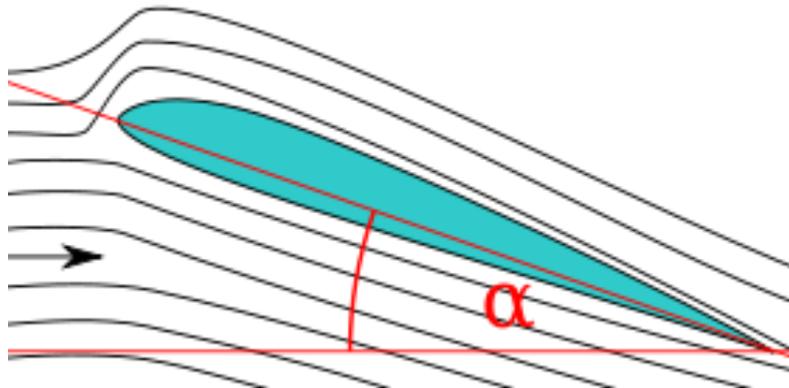


Figura 20. Ángulo geométrico de un perfil alar. Fuente: Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81ngulo_de_ataque.

Aplicación didáctica

Datos generales

Asignatura	:	Física
Sesión de clase	:	Hidrostática
Horas pedagógicas	:	2
Docente	:	Núñez Saldaña, Dick Eddy

Competencias

Explica el mundo físico, basado en conocimientos científicos sobre los seres vivos, materia, biodiversidad, tierra y universo.

Capacidades

Comprende conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, tierra y universo.

Indicadores de logro

- Compara y suplementa la base teórica de su investigación usando fuentes de información.
- Obtiene resultados desde la correlación entre sus hipótesis y los efectos conseguidos en la investigación, ratifica la hipótesis original.
- Sostiene sus resultados utilizando diálogos científicos y matemáticos (notación científica, unidades de medida, etc.) y argumenta las observaciones e interrogantes de terceros.

Contenidos

Momentos	Acciones	Duración
Inicio	<p>Presentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El docente saluda a los estudiantes, promueve la limpieza y orden del aula, habla sobre los valores creando un ambiente favorable. <p>Motivación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El docente iniciará la clase mostrando gráficos sobre hidrostática. • Dialogamos sobre los usos de la hidrostática en la vida diaria <p>Saberes previos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Después que los estudiantes hablen del tema, el docente interrogara: ¿Qué conocimientos científicos (temas) están relacionados con lo hablado? • Luego de un conversatorio entre parejas, los estudiantes dan sus posibles respuestas. • El docente menciona que hoy estudiaremos la hidrostática. <p>Conflicto cognitivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizamos el conflicto cognitivo al realizar la siguiente pregunta: ¿Qué diferencia hay entre presión y densidad? 	10 min

Proceso	<p>Presentación del tema :</p> <ul style="list-style-type: none"> • A través de la botella con agujero, se explica cómo las fuerzas producidas por los fluidos en cada punto son perpendiculares a las paredes del depósito. Luego reconocemos que esta presión es la presión hidrostática. • Para conseguir la ecuación fundamental de la hidrostática, partiremos desde la ecuación de fuerza. $F = m_L g = (\rho_L V) g = (\rho_L A h) g$ <p>Por ende, la presión p ejercida por una columna de un líquido en una superficie es:</p> $P = F/A = \rho_L g h$ <p>La presión interna de un líquido depende profundidad (h), de la densidad del líquido (ρ_L) y de la aceleración gravitatoria (g).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esta explicación la acompañaremos a parte de la botella con agujeros, de un cubo (para referirnos a las dimensiones), una tabla con clavos distribuidos en todo el área y una tabla con un clavo en el centro y un globo (para referirnos a la presión). De esta forma se puede ilustrar 	65 min

	<p>mucho mejor a los estudiantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Van anotando en su cuaderno, con sus propias ideas, como se van definiendo los conceptos. • Presión hidrostática • Ecuación fundamental de la hidrostática • Fuerza, presión, densidad. • Principio fundamental de la hidrostática <p>Vasos comunicantes.</p>	
Salida	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes reciben una práctica para desarrollar en parejas. En la pizarra se pegan los enunciados de cada pregunta para ser resueltos igualmente, por ellos mismos y con su nota respectiva. Anexo 1 <p>Meta cognición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué aprendí? ¿Cómo aprendí? ¿Qué no entendí? ¿y por qué? • Se brinda las sugerencias adecuadas para el repaso y la culminación de la tarea en casa. 	15 min

Referencias

- Ministerio de Educación (2012). Ciencia, Tecnología y Ambiente de 5^{to}
Grado de Educación Secundaria. Lima, Perú: Santillana S. A.
- Alvarenga, B. y Ribeiro M. (1983). Física General sencilla con experimentos. México D.F,
México: Oxford University México.

Separata de trabajo grupal

1. ¿Qué entiendes por presión y cuál es su fórmula? (6 pts)

2. ¿Qué es densidad y como se representa matemáticamente? (4pts)

3. ¿Qué entiendes por presión hidrostática? (4 pts)

4. ¿En qué consiste el principio de pascal? (4 pts)

Integrantes:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Instrumento de evaluación

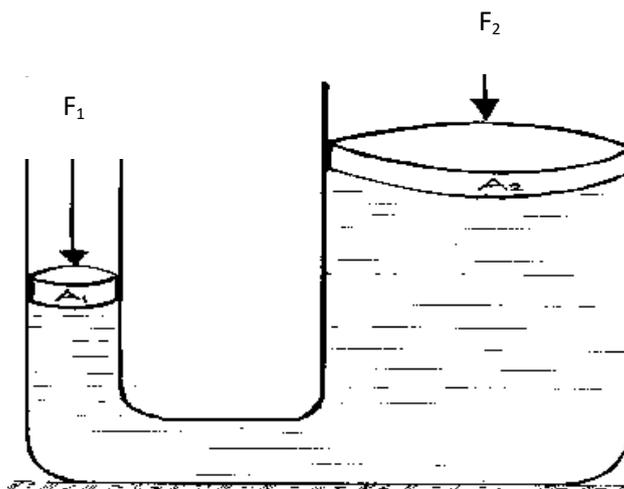
Nombre y apellido: _____

Grado y sección: _____ fecha: _____

A) Lee atentamente y sigue las instrucciones.

1. ¿Cuál es la presión que ejerce el bloque de 5000 N, sobre el piso? Área del piso 4 m^2 .
2. Un recipiente posee un volumen de 4 cm^3 y una masa de 3g. Hallar la densidad (en g/cm^3)
3. Colocar verdadero o falso:
 - * La presión hidrostática incrementa si la densidad del líquido aumenta. ()
 - * La presión hidrostática incrementa con la profundidad. ()
 - * La presión hidrostática se expresa en kg/m^3 . ()
4. Hallar la fuerza "F₁" para equilibrar la prensa hidráulica.

$$A_1 = 3\text{m}^2 \quad A_2 = 4\text{m}^2 \quad F_2 = 8000 \text{ N}$$



Ficha de observación

Apellidos y nombres	Indicadores	Realiza anotaciones de ideas con base en la información transmitida en los videos. (04)	Participa respetando las opiniones y el orden de participación. (04)	Participa en la conversación manteniendo el tema y las opiniones realizadas por los compañeros. (04)	Realiza óptimamente el experimento físico. (04)	Presenta algunos argumentos para sustentar lo que manifiesta. (04)
1.						
2.						

Síntesis

Los fluidos, parte de la física en reposo o en movimiento, son elementales en diversos campos como la aeronáutica, la ingeniería química, civil e industrial, la meteorología y muchas más.

La mecánica de fluidos tiene dos ramas principales: La estática de fluidos, y la dinámica de fluidos. La hidrodinámica es aplicada al flujo de líquidos y de gases a baja velocidad, donde podemos considerar al gas fundamentalmente incompresible.

El estudio y la práctica de estos nuevos aprendizajes contribuyente sin duda alguna a mejorar la calidad educativa en los estudiantes, ya que estimula en ellos su aprendizaje y rompe con el arquetipo de modelos unidireccionales y tradicionales de formación.

Para la transformación de la educación de nuestro país se requiere estar comprometidos en el cambio, generando entornos de aprendizajes; abiertos y flexibles, con el uso de recursos educativos en los procesos pedagógicos, de esta manera renovaremos materiales tecnológicos que permitan al estudiante inmiscuirse con su entorno y genere una forma diferente de pensar y ver el mundo.

Apreciación crítica y sugerencia

Actualmente la Física tanto en el colegio como en la universidad, es una de las materias más complicadas de discernir, causando muchas dificultades en los estudiantes; sin embargo, al tratarse de una ciencia básica, tiene todas las condiciones para abordado de la mejor manera tanto por el niño como por el joven. La física se ocupa de estudiar y descubrir las leyes fundamentales de la naturaleza, los descubrimientos de esas leyes son muy ricas y sorprendentes, mucho más que cualquiera de los mejores esquemas teóricos existentes, sus aplicaciones en nuestra realidad han producido cambios significativos en el diario vivir del ser humano. No obstante, es una de las materias con poca aceptación por parte de los estudiantes en los colegios, y esto debe a la forma en la que se imparte. Porque tenemos que aceptar que es realmente tedioso tener que memorizar distintas ecuaciones de las leyes básicas de la naturaleza, muchas de ellas ni siquiera podemos identificarlos con nuestros sentirlos, por ejemplo, y de la gravedad. La manera cómo se nos enseña es de tal forma que para nada se refiere a lo que percibimos, sino que se ve reducida al sufrimiento de resolver distintos problemas matemáticos rebuscados y relacionados con calcular.

La sugerencia a los docentes de nuestro país, que deseamos la mejora en la enseñanza de la Física, es que no simplemente está dentro del aula, ni condenado de fórmulas y ecuaciones matemáticas en toda la pizarra; esto hace que el alumno tema más a las matemáticas en vez de hacerlo de una manera vivencial, realizar experimentos usando todos los ambientes posibles, y así experimentar con los mismos estudiantes, hacerle sentir que su mundo está basado en el estudio físico.

La experiencia en el ámbito docente me ha llevado a notar que en las instituciones educativas los docentes usan muy poco los materiales necesarios para enseñar física, siendo una ciencia netamente experimental y la excusa de ellos es que el colegio no

cuenta con un laboratorio y que no tiene equipos sofisticados que se requiere el mismo. En conjunto los docentes y los estudiantes pueden construir sus propios materiales y así el docente motiva a los estudiantes a crear sus propios proyectos

Sugerencias:

La enseñanza de la física en los colegios debería estar basada en reconocer que la explicación de los fenómenos naturales hay que buscarlas dentro de la propia naturaleza, a partir de ello la observación sistemática de los fenómenos juega un papel fundamental; observa, compara, medir, ordena etc. Es decir, experimentar. A partir de la práctica experimental podemos obtener resultados que son la base para la producción de las teorías que se construyen para dar coherencia a los resultados obtenidos.

La sugerencia a los docentes del área de Ciencia y Tecnología es que organicen sesiones vivenciales, si deseamos que a nuestros estudiantes les guste la ciencia; entonces las clases tienen que ser participativas, ideando y elaborando experimentos fáciles, donde ellos mismo logren expresar sus propias resultados, si la institución educativa no posee equipos para trabajar, el docente tiene que incentivar a los estudiantes a crear sus propios materiales.

Mediante este trabajo quisiera sugerir a los directores de las instituciones educativas, sea público o privado, que organicen su horario del año escolar considerando tanto lo práctico y lo teórico; de esta manera profesor se verá con la necesidad de realizar clases experimentales para que el estudiante deje de pensar que la física no solamente es matemática.

La educación en otros países de Latinoamérica y Europa en la actualidad se ven superiores a las nuestra, y ello es porque nuestro país no invierte en educación y sobretodo en la ciencia. Colegios descuidados, niños que se ven obligados a dejar de estudiar por trabajar, docentes con conflicto con el gobierno, es difícil mejorar la

educación con estas dificultades. Pero al conocer esta realidad sugiero mis colegas dar lo mejor de lo que tenemos y tratar de cambiar nuestra educación.

Referencias

- Alvarenga, B. y Máximo, A. (1983). *Física general con experimentos sencillos*. Oxford, Estados Unidos. Editorial Harla.
- Bergada, J. (2006). *Mecánica de Fluidos*. Barcelona, España: Universitat Plitecnica de Catalunya.
- Domingo, A. (1997). *Apuntes de Mecánica de Fluidos*. Madrid, España: Editorial Creative Commnos Attribution.
- Haliday, D. & Resnick R. (1965). *Física para estudiantes de ciencias e ingeniería*. México D.F, México: Editorial Continental.
- Marcelo, A. y Edwar, J. F. (1971). Volumen 1. *Mecánica*. México D.f, México: Fondo educativo interamericano
- Mott, R. (2013). *Mecánica de fluidos*. Juárez, México: Editorial Person Educación.
- Sears y Francis. (2004). *Física universitaria*. México D.F, México: Editorial Pearson.
- Serway, R. y Jewett J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. México D.F, México: Ediciones Thomson.
- Vernard, J. y Street R. (1998). *Fundamentos Básicos de Mecánica de Fluidos*. Madrid, España: Editorial CECSA.

Apéndices

Apéndice A: Ficha de aprendizaje

Apéndice B: Mapa semántico

Apéndice C: Experiencia sobre presión

Apéndice D: Experiencia sobre densidad

Apéndice E: Datos y cálculos sobre el experimento del principio de Arquímedes

Apéndice A: Ficha de aprendizaje

Presión hidrostática

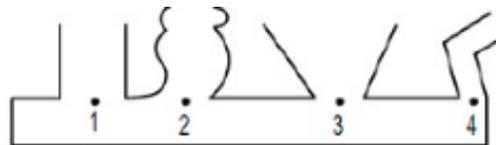
Grupo

1. Escribe la ecuación de la hidrostática con su respectiva unidad en el S.I.

2. Coloca V si es verdadero o F si es falsa cada afirmación referente a la presión hidrostática.

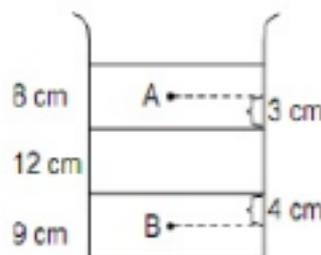
- Un fluido ejerce presión en todas las direcciones ()
- La presión del líquido depende del recipiente que lo contiene. ()
- La presión depende de la altura del líquido. ()
- En el fondo del recipiente, la presión es menor. ()

3. Observa el siguiente gráfico y luego completa los espacios:

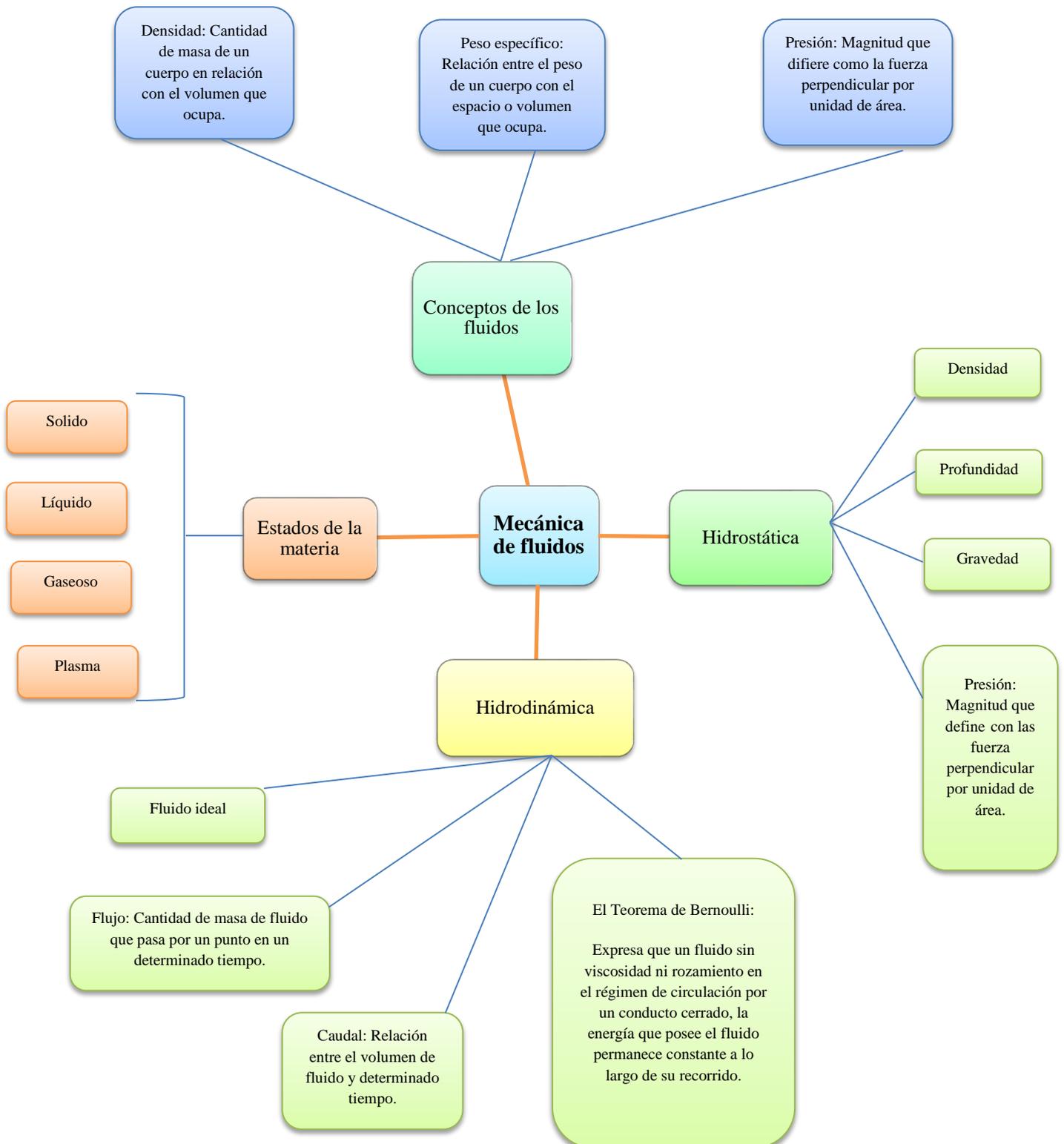


- El grafico recibe el nombre de.....
- La presión en los puntos 2 y 4.....
- Al verter líquido , este alcanza En todas sus partes.

4. Hallar la diferencia de presión entre los puntos A y B si $\rho_1 = 100 \text{ kg/m}^3$, si $\rho_2 = 400 \text{ kg/m}^3$ y $\rho_3 = 600 \text{ kg/m}^3$, (Considera $g = 10 \text{ m/s}^2$)



Apéndice B: Mapa semántico



Fuente: Gutiérrez y Tolentino, 2016.

Apéndice C: Experiencia sobre presión

Experiencia 1:

Chorros inclinados

Aprendizaje esperado:

Saber que la presión en los distintos puntos es equitativa a su altura: Si es más alta la columna, más presión. Por lo tanto, los huecos en la base disparan el líquido más lejos.

Materiales:

-Sustancias

-Tubo de cartón

-Agua

-Plastilina

-Un clavo

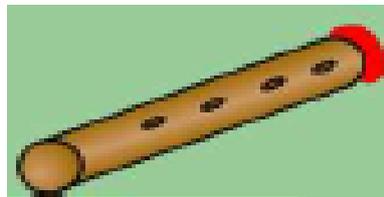
Procedimiento:

1. Realizar 4 orificios equidistantes al costado del tubo.



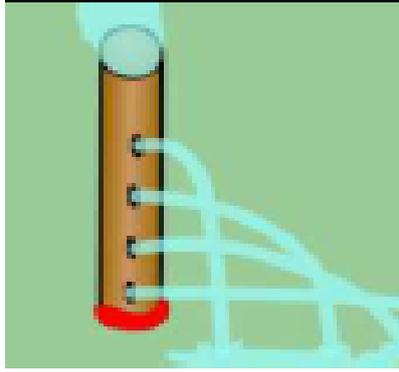
Fuente: Noriega, 1999.

2. Tapar la base con plastilina.



Fuente: Noriega, 1999.

3. Insertar agua al tubo y ver la salida de los chorros de agua.



Fuente: Noriega, 1999.

Resultados:

-Medir las distancias de cada chorro.

-Graficar lo observado.

Responde:

- ¿Cuál de los agujeros se ejerce más presión?

-Entre los chorros de los 4 agujeros, ¿Cuál es el que alcanza mayor distancia?

Apéndice D: Experiencia sobre densidad.

Experiencia 2

“Así se hunde”

Aprendizaje esperado

Aprender porque un submarino o buzo puede hundirse hasta el fondo del mar y luego volver a la superficie

Materiales:

- 1 botella de plástico transparente con agua.
- La tapa de un lapicero.
- Plastilina.

Procedimiento:

- Pegamos plastilinas en la pestaña de la tapa del lapicero y esta será nuestro submarino.
- Llenamos con agua una botella, luego colocamos una tapa de lapicero dentro y la tapa herméticamente.
- Aplastamos fuertemente la botella y veremos a que nuestro submarino vas hasta el fondo.
- Soltamos la botella.

Resultado:

- Entra un poco de agua en la tapa y la burbuja de aire se comprime y no soporta su peso
- El agua de la tapa, la burbuja de aire vuelve.

Responde:

- ¿Por qué la tapa del lapicero se hunde?
- Al momento de soltar la botella, ¿Qué observas?

Apéndice D: Datos y cálculos sobre el experimento del principio de Arquímedes

Cálculos registrados

N	Antes de sumergir en el agua			En el agua		
	Masa g	Fuerza N	Agua ml	Masa g	Fuerza N	Agua ml
1	125	1,25	190	110	1,10	206
2	125	1,25	200	110	1,10	216
3	125	1,25	210	110	1,10	225
4	125	1,25	220	107,5	1,075	236
5	125	1,25	230	105	1,05	246
Prom.	125	1,25	210	108,5	1,085	225,8

Fuente: López, 2002.

Calculo del principio del empuje de Arquímedes $E = w_0 - w_1$

$$W_0 = m \cdot g = (0,125) (9,8) = 1,225 \text{ N}$$

$$W_1 = m \cdot g = (0,1085) (9,8) = 1,0633 \text{ N}$$

$$E = w_0 - w_1$$

$$E = 1,225 \text{ N} - 1,0633 \text{ N} = 0,1617 \text{ N}$$

Calculo del peso del agua desalojada

$$w = m \cdot g = \rho_{H_2O} V \cdot g$$

$$\text{Densidades } \rho = m/V$$

Cálculo de la densidad

N ⁰	Antes de sumergirlo al agua	En el agua
1	$\rho = 0,125 \text{ kg} / 0,00019 \text{ m}^3$ $= 657,8947 \text{ kg} / \text{m}^3$	$\rho = 0,11 \text{ kg} / 0,000206 \text{ m}^3$ $= 533,9805 \text{ kg} / \text{m}^3$
2	$\rho = 625 \text{ kg} / \text{m}^3$	$\rho = 509,2592 \text{ kg} / \text{m}^3$
3	$\rho = 595,2380 \text{ kg} / \text{m}^3$	$\rho = 488,8888 \text{ kg} / \text{m}^3$
4	$\rho = 568,1818 \text{ kg} / \text{m}^3$	$\rho = 445,5084 \text{ kg} / \text{m}^3$
5	$\rho = 543,4782 \text{ kg} / \text{m}^3$	$\rho = 426,8292 \text{ kg} / \text{m}^3$
	Promedio : $597,9585 \text{ kg} / \text{m}^3$	Promedio : $480,8932 \text{ kg} / \text{m}^3$

Fuente: López, 2002.

Cálculo del peso

N ⁰	Antes de sumergir al agua	En el agua
1	w = 1,2249 N	w = 1,0779 N
2	w = 1,225 N	w = 1,0779 N
3	w = 1,2249 N	w = 1,0779 N
4	w = 1,2249 N	w = 1,0303 N
5	w = 1,2249 N	w = 1,0289 N
	Promedio: N = 1,225 N	Promedio: N = 1,06 N

Fuente: López, 2002.