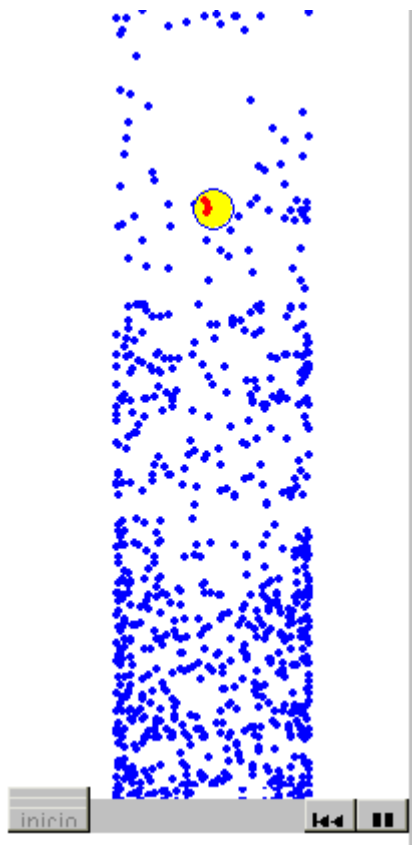


Presión (II)

Introducción y objetivos



En este tema se exponen los conceptos de:

- presión atmosférica.
- fuerzas de sustentación que aparecen sobre los cuerpos sumergidos en un fluido (Principio de Arquímedes).
- fenómenos de adherencia de los líquidos con los sólidos puestos en contacto con ellos.

Pretendemos que seas capaz de:

- entender cómo se origina la presión atmosférica y cómo se mide.
- conocer algunas experiencias que ponen de manifiesto la P. atm., así como conocer los aparatos utilizados para medirla y su influencia en fenómenos cotidianos.
- entender el concepto de empuje, manejar las relaciones entre las magnitudes que lo determinan y saber aplicar el concepto de empuje para

explicar la flotabilidad de los cuerpos.

- entender el concepto de tensión superficial y conocer los fenómenos que la ponen de manifiesto: capilaridad, adherencia, menisco, etc.

Ascensión de un globo

La animación de esta página resume en gran parte el tema. En ella podemos ver la variación de la densidad del aire con la altura y cómo el empuje hace subir un globo de material rígido, que está lleno de gas menos denso que el aire (o simplemente aire caliente), hasta una altura en la que se igualan la densidad del aire exterior con la del gas interior.

Pulsa, con el botón derecho y el izquierdo del ratón, sobre los pulsadores de la parte superior de las escenas que verás en el tema. En esta escena sobre "Observa que..."

Observa que...

La densidad del aire es mayor al nivel del suelo. Al ascender, hay cada vez menos partículas por metro cúbico.

P atmosférica

¿Qué es la presión atmosférica?

La Tierra está rodeada de una capa gaseosa (mezcla de gases) llamada atmósfera. Con estas actividades puedes poner de manifiesto la presión que crea.

Experiencia 1

Veremos como un trozo de metal que es muy grueso de un lado, al otro lado se perfora y puede soportar un peso de hasta 20 kg. Si lo apilamos con otros dos trozos de metal y que también puede aguantar la presión, la aguantará por la presión atmosférica.



El trozo de metal aguantará también un peso menor que el de la figura de arriba, cuando el lado está perforado. Al hacer la perforación, que la presión atmosférica puede que se escape fácilmente por el agujero que se crea, se reduce por tanto el peso que soporta.



Con la lata sin ningún agujero, cuando se aplica agua y se calienta un poco se refuerza al el líquido de dentro más espigado de modo que ayuda a soportar el peso de arriba. Al estar muy caliente, como hemos comentado, el líquido de dentro ayuda a soportar el peso de arriba, por lo tanto, que soporta un peso mayor. La lata soporta más peso al estar caliente. Los trozos de metal que se aplican a la lata.



Este es el estado en que queda la lata por efectos de la presión atmosférica al enfriarse y vapor de su interior y no podrá soportar la presión atmosférica.



Experiencia 2

Coloca una regla debajo de dos o más hojas de periódico dejando debajo de él las dos terceras partes de la regla. ¿Qué pasa si golpeas la regla con un golpe seco?. Realiza esta experiencia.

Recuerda: No debes empujar la regla, dale ¡un golpe seco!

¿Por qué ocurre lo que has visto? Piensa la [respuesta](#) antes de mirarla.



Respuesta.

A pesar de que pesa muy poco, el golpe rápido sobre la regla no hace saltar el papel porque se produce una depresión debajo del papel al subir unos centímetros-el aire tarda en rellenar ese hueco formado- mientras la presión superior se mantiene igual. El resultado es que no deja subir el periódico. ¡La presión atmosférica lo retuvo en su posición!

Experiencia 3

Tubo lleno de agua e invertido



(ver abajo secuencia de imágenes)

Si a un tubo lleno de agua se le coloca un papel en su boca y se invierte, el papel no cae ni el agua se derrama debido a las fuerzas de adherencia agua-papel y, sobre todo, a la presión atmosférica.



Recuerda que en la parte inferior del tubo, por su parte interior, sólo existe una pequeña presión hidrostática y que la presión atmosférica externa puede mantener una columna de agua de 10 m (0,76 · 13,6 metros).



Metemos el tubo, con el papel cerrando su boca, en un vaso de agua y veamos qué ocurre....



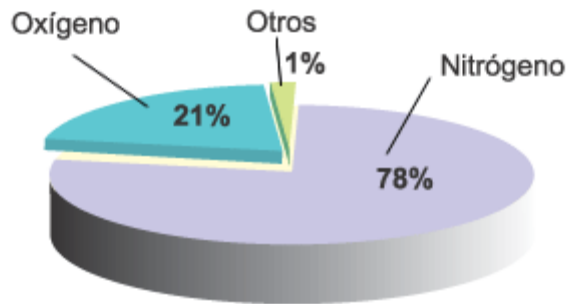
El papel se desprende pero el tubo continúa lleno (la columna de agua se mantiene).

Si repitiéramos la experiencia con un tubo de 10 m de largo lleno de agua, ésta tampoco caería. Usando un tubo mayor de 10 m ¿bajaría el agua? ¿Qué altura alcanzaría?



Observa que...
 Las partículas de aire están en continua agitación.
 La densidad de las partículas del aire es mayor al nivel del suelo. Al ascender, hay cada vez menos partículas por metro cúbico.

Estos son los porcentajes de sus gases en % en volumen.



Los "otros" son: argón (0,93%), dióxido de carbono (0.03%) y otros gases como vapor de agua (varía del 0,1% a 5% según el clima), neón, helio, criptón, xenón e hidrógeno.

Si los porcentajes se expresaran en % en peso no serían los mismos.

El peso de estos gases origina una presión variable con la altura cuya expresión es:

$$P_{\text{atm}} = d_{\text{aire}} \cdot g \cdot h.$$

No podemos calcular la presión atmosférica a diferentes alturas mediante esta expresión. Necesitaríamos conocer la densidad del aire en las distintas alturas. El aire se va enrareciendo gradualmente con la altura y por encima de 100 km

no hay prácticamente aire.

Para entender lo fina que es la capa de aire compara sus 100 km con los 6.400 km del radio terrestre. **La troposfera es una fina capa de aire que nos permite vivir y es muy importante cuidarla.**

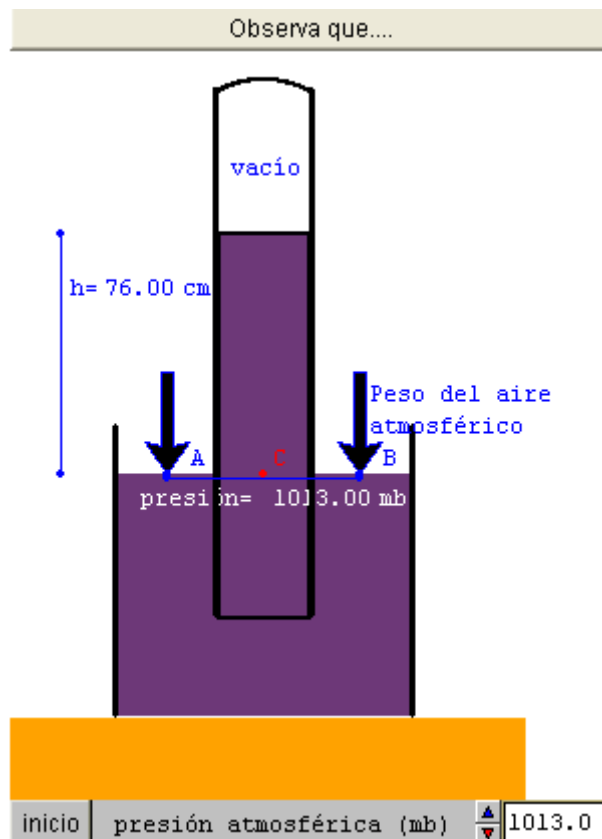
En condiciones normales y al nivel del mar 1 litro de aire tiene una masa de 1,2928 gramos (densidad 1,29 g/l = 1,29 kg/m³). Un litro de aire tomado a más altura contiene menos masa y su densidad es menor.

Resumen: La concentración del aire varía con la temperatura y por eso el peso del aire sobre un punto de la Tierra no es el mismo todos los días: la presión atmosférica, en mismo lugar de la Tierra, no tiene un valor constante.

¿Cómo se mide la presión atmosférica?

1 / 3

La presión atmosférica se puede medir mediante barómetros.



Observa que...

- el mercurio de la cubeta y el del tubo forman un todo y según el P. Pascal la presión se transmite en todas direcciones y es la misma a la misma altura (A-B-C).
- cuanto más pesa el aire más alta es la columna de mercurio que soporta.
- Fíjate que dentro del tubo y por encima del mercurio no hay nada (vacío)

En un barómetro, el aire presiona la superficie del mercurio contenido en la cubeta y el mercurio, en estado líquido (fluido), transmite la presión en todos los puntos (P.Pascal).

Todos los puntos situados a igual altura (A,B,C), tienen igual presión. En C, la presión, que es igual a la presión atmosférica, es capaz de sostener una columna de mercurio encerrada en un tubo que tiene vacío en la parte superior (si perforamos el tubo por arriba, el mercurio cae).

El aire de la atmósfera es capaz de sostener, sobre cada cm^2 de tubo, una columna de masa 1 kg. Al ser muy denso el Hg, con sólo una altura de 76 cm sobre 1 cm^2 de base ya tiene esa masa.

Para construir un barómetro de mercurio, se llena con mercurio un tubo de unos 85 cm de altura, se tapa, se invierte y se introduce invertido en una cubeta que también contiene mercurio. El mercurio baja un poco y en la parte alta del tubo no queda nada (vacío). No baja más porque el aire presiona en el exterior sobre la cubeta y esa presión es capaz de sostener una columna de mercurio, variable según los días, de unos 76 cm de altura (1013 mb).

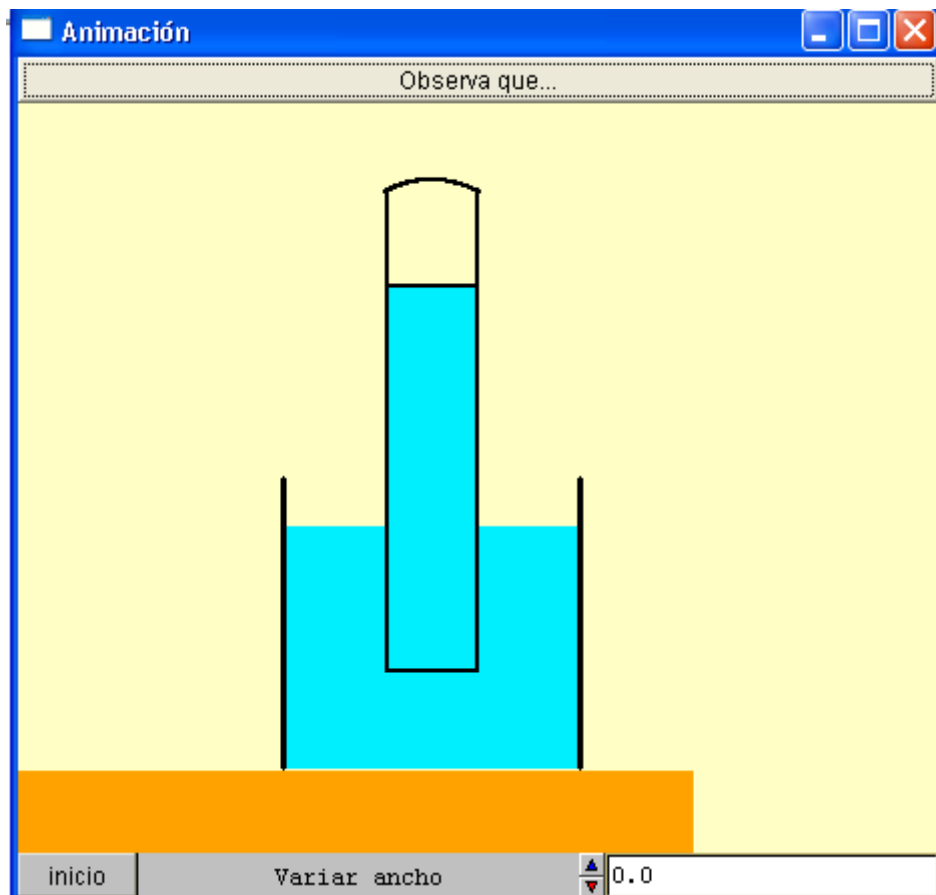
Experiencia

Llenamos dos tubos de diferente sección con agua y los tapamos para que no caiga el agua. Los invertimos e introducimos en un vaso que contiene agua hasta que la boca de los tubos quede sumergida. El agua alcanza la misma altura en los dos tubos.



En este caso quedan totalmente llenos porque la presión atmosférica es capaz de sostener una columna de agua de 10 m ($0,76 \cdot 13,6$) m.

Animación



Observa que...

aunque aumente el ancho de la columna la altura no varíe. Si la columna es de mercurio con 76 cm de altura sobre cada cm^2 pesa 1 kg.

Varía la presión en la animación y observa qué le ocurre a la columna de mercurio

¿Alcanzará la misma altura el mercurio si la columna es más ancha?

Con los barómetros de mercurio se mide la presión atmosférica mediante la medida de la altura de una columna de mercurio.



El aire presiona la superficie del mercurio contenido en la cubeta y éste transmite la presión por su interior (P. Pascal). La presión es capaz de sostener una columna de mercurio dentro de un tubo que tiene vacío en la parte superior.

A temperaturas normales el mercurio es un metal líquido y muy denso. Un litro de mercurio pesa igual que 13,6 litros de agua. Se utiliza mercurio para que la altura de la columna sea pequeña. Si se utilizase agua la altura de la columna sería 13,6 veces mayor, es decir, $13,6 \cdot 76 \text{ cm} = 10,3 \text{ m}$ (imagina un tubo con una altura de más de 3 pisos). Ésa es la altura de agua que la atmósfera es capaz de sostener.

En su parte superior los tubos de los barómetros llevan una pieza móvil (como punto de referencia externa) que puede deslizarse sobre el tubo. Esta marca se deja sobre el punto que alcanza el mercurio en cada lectura para "recordar" el último valor leído y poder ver cuánto varió la presión al hacer la próxima lectura.

Lleva también una placa con una escala magnética móvil que se coloca, según la altura respecto al nivel del mar al que está el barómetro (en la foto 100 m sobre el nivel del mar), al lado del nivel que alcanza el mercurio en el tubo. Se trata de hacer corresponder las expresiones grabadas en esa escala, que van de tempestad a muy seco, con la altura que alcanza el mercurio en el tubo ese día, para poder pronosticar cómo va a variar el tiempo en las próximas horas.

El depósito de mercurio está en la parte inferior del barómetro y lleva un tapón para evitar que se derrame al moverlo. En el momento de medir este tapón debe estar desenroscado para que el aire ejerza presión sobre el depósito. La presión del aire, que depende del tiempo atmosférico que hace en ese momento, es la que eleva más o menos la columna de mercurio.

Ampliar parte superior



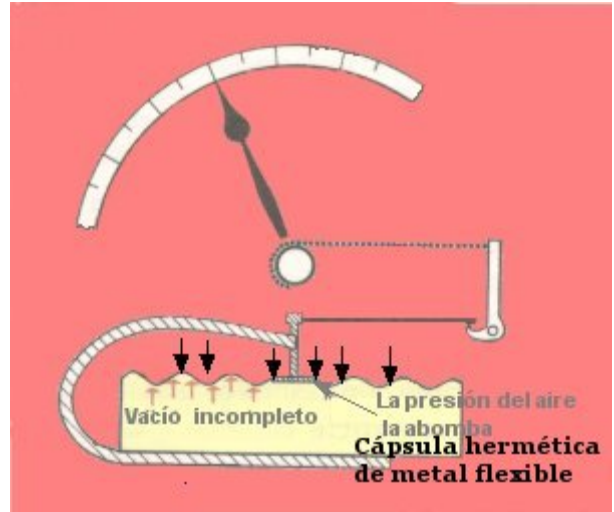
Ampliar parte inferior



Barómetro aneroida

3 / 3

Con el barómetro aneroida se mide la compresión que ejerce el aire sobre un depósito de latón herméticamente cerrado. Este depósito al comprimirse tira de una cadena que pasa por un engranaje y mueve una aguja sobre una escala. La aguja interior (debajo del cristal) es la que señala el valor de la presión y la aguja exterior sirve de recordatorio: se deja posicionada sobre la interior después de cada lectura, para ver, al hacer una nueva lectura, en qué sentido se desplazó la aguja interior.

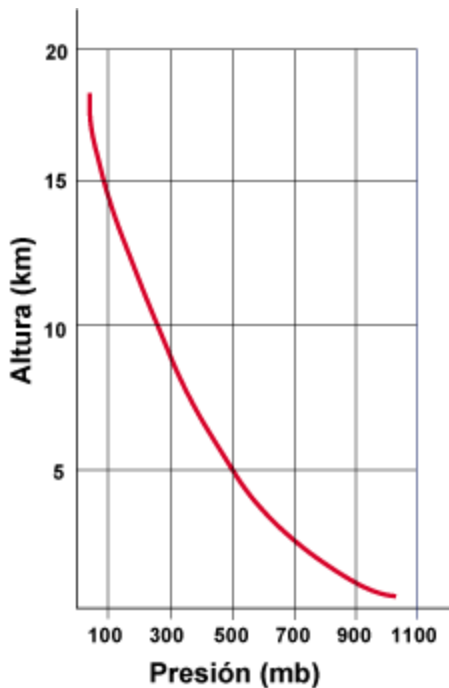


¿Cómo y por qué varía la presión atmosférica?.

1 / 3

¿Cómo varía?

La presión atmosférica disminuye con la altura y, tal como muestra el gráfico de la izquierda, **disminuye más rápidamente en los primeros kilómetros contados a partir del suelo.**



Cuanto más ascendemos, menos aire queda encima; y el peso de la columna de aire es menor.

Un punto alto soporta menos presión que uno bajo.

Una columna imaginaria de aire de base 1 cm^2 y que llegue hasta el extremo de la atmósfera contiene una masa de aire de aproximadamente 1 kg . Sobre el suelo ejerce una presión de $9,8 \text{ N /cm}^2$

Ésa es la presión que al nivel del mar llamamos "normal", y equivale a 760 mm Hg (1.013 mbar).

A una altura de 5.500 m se reduce a la mitad y a los 10.000 metros (altura a la que vuelan los aviones), es 4 veces menor que al nivel del mar. Ver gráfico.

Esta variación de presión se puede comprobar, además de con el barómetro, midiendo la temperatura de ebullición de un líquido a diferentes alturas: cuanto mayor sea la altura menor será su temperatura de ebullición.

¿Cómo y por qué varía la presión atmosférica?

2 / 3

Factores que modifican la presión atmosférica

a) La altura respecto al suelo



A mayor altura existe menor presión ya que encima hay menos cantidad de aire y está menos comprimido (menos denso). Es decir, en un mismo volumen hay menos moléculas porque están menos comprimidas por el peso de las de arriba.

Todos los puntos situados a la misma altura dentro de una columna de aire soportan la misma presión, siendo esta menor cuanto más arriba la medimos.

La presión en lo alto de una montaña es siempre menor que en el valle.

Factores que modifican la presión atmosférica

b) La temperatura



Cuando una masa de aire se calienta sus moléculas se agitan, se separan y el conjunto se vuelve menos denso, por lo que un mismo volumen pesará menos y presionará menos contra el suelo

El aire conduce mal el calor y en la atmósfera se forman masas diferenciadas de aire que, aún estando en contacto, mantienen sus características y se mueven próximas las unas a las otras sin mezclarse.

El aire cálido, que es poco denso y pesa menos que el frío, forma una zona de baja presión (B en los mapas del tiempo) sobre el lugar que ocupa y además tiende a ascender. Al ascender arrastra el vapor de agua que contiene, el cual se expande, se enfría y se condensa formando las nubes y la lluvia.

Una masa de aire frío, como es más denso y pesado que el cálido, forma zonas de altas presiones (A en los mapas del tiempo) y tiende a descender desparramándose por la

base hacia zonas de baja presión (B)

Una masa de aire caliente tiende a subir hasta una zona en la que su densidad se iguala con la del aire circundante (corrientes convectivas).

El aire caliente al subir y pasar por zonas en la que el aire circundante lo comprime menos, se expande y se enfría. Al enfriarse las gotas de agua que contiene se agitan menos y se pegan entre sí y sobre las partículas de polvo formando lluvia.

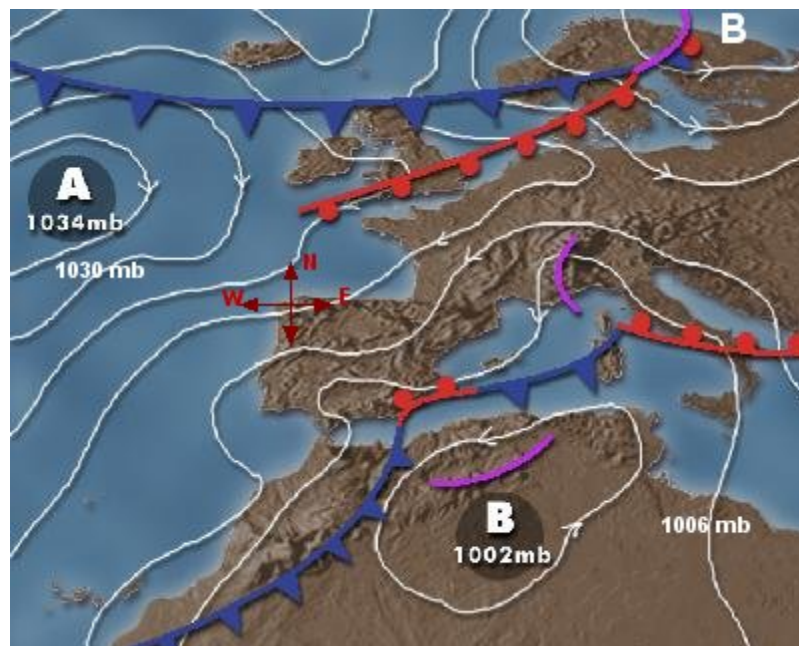
El Sol lo mueve todo: calienta de forma desigual las masas de aire que adquieren así distinta densidad y por tanto ejercen distinta presión sobre el suelo. Esta diferencia de presión origina los vientos.

Observa que...

la densidad del aire es mayor al nivel del suelo. Al ascender, hay cada vez menos partículas por metro cúbico.

Se calienta el aire del interior del globo para que sea menos denso que el aire del exterior. La fuerza ascensional se anula cuando llega a una altura en que la densidad del aire fuera es igual a la del interior del globo.

La forma desigual de calentarse el suelo debido a su latitud, orientación, composición, etc., origina diferentes presiones en distintos lugares del planeta.



Las condiciones de presión al nivel del suelo se marcan en los mapas del tiempo con líneas de nivel. Los puntos de igual presión se unen por líneas llamadas **isobaras**.

Recuerda que los centros de **Bajas** presiones se llaman **Borrascas** y los de **Altas** presiones, **Anticiclones**. El viento sopla desde zonas de altas presiones (aire más comprimido), a las de bajas presiones. Pero no se mueve en línea recta. La dirección está condicionada por el movimiento de la Tierra (efecto Coriolis), el rozamiento con el suelo, etc.

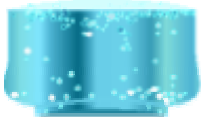
Observa en el mapa, el sentido de giro del aire alrededor de los centros de presión (líneas blancas).

Los movimientos del aire dan lugar a los vientos y éstos al tiempo atmosférico al repartir la lluvia sobre la Tierra y arrastrar las masas de aire frío que son las que originan los cambios de temperatura

Fenómenos en los que interviene la presión atmosférica: temperatura de ebullición

2 / 2

El agua de una vasija abierta a la atmósfera rompe a hervir cuando la presión del vapor que se genera dentro de ella -en las burbujas que salen del agua- se iguala a la presión atmosférica de ese momento.



En un valle a la presión de 1 atm. el agua hierve a 100°C , pero en la cima de la montaña hierve a menos de 100°C .

Tampoco hierve a la misma temperatura todos los días: un día de borrasca (baja presión) hierve a menos de 100° .

¿Es posible beber agua hirviendo sin quemarse los labios?

En el Everest si puedes hacerlo si soportas una temperatura de 70°C (he comprobado que el sorbo de café más caliente que puedo soportar ronda los 72°C). En efecto en la cumbre del Everest existe una presión de 300 mmHg y a esa presión el agua hierve a 70° .

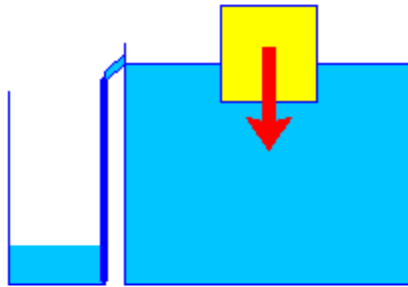
Fuerzas de sustentación

Magnitudes que podemos medir en un cuerpo y en el fluido que desplaza al sumergirse

Antes de animar la escena, debes elegir unos valores para la masa y el volumen del cuerpo. Para definir nuevos valores de masa y volumen, pulsa antes inicio.

Actividad

Masa cuerpo= 100.00 g
Volumen cuerpo= 100.00 cm³.
Densidad cuerpo= 1.00 g/cm³



Agua desalojada
Volumen agua desalojada= 40.00 cm³
Masa agua desalojada= 40.00 gramos



Actividad:

El líquido es agua. Haz un cuadro con las magnitudes semejante al que te proponemos en al final de la página. Contesta las preguntas que tienes a la derecha de la escena.

- ¿La masa de agua desalojada es igual a la masa del cuerpo?
- ¿A qué es igual el volumen desalojado?
- ¿Qué pasa si la densidad del cuerpo es menor de uno?
- ¿El porcentaje (%) del volumen total sumergido es igual a la densidad del cuerpo multiplicada por 100?

Pasa los valores de las magnitudes a sus equivalentes en el S.I.

Haz un cuadro semejante al que te proponemos en esta [Tabla de magnitudes](#) Apunta en él todas las magnitudes de la escena. Define al menos dos situaciones en la escena (te sugerimos que elijas: densidad del cuerpo mayor de uno y densidad del cuerpo menor de uno).

Cuadro de magnitudes:

Fija unas condiciones en la animación y con los datos obtenidos rellena una tabla como ésta:

Magnitudes del cuerpo			S.I.
Masa del cuerpo (g)	la puedes variar		
Volumen del cuerpo (cm ³)	lo puedes variar		
Densidad del cuerpo (g/cm ³)	$d(\text{cuerpo}) = m / v$		
Magnitudes del agua desalojada			
Densidad del agua	1000 kg/ m ³		
Volumen del agua desalojada	igual al volumen de la parte sumergida del cuerpo		
Masa del agua desalojada	masa=(volumen desalojado)*densidad agua		
Peso del agua desalojada (N)	$P= m*g= m*9.81$		

Principio de Arquímedes.

1 / 2

Arquímedes de Siracusa fue quien descubrió experimentalmente la explicación de la flotabilidad de los cuerpos: "Todo cuerpo en un fluido sufre una fuerza vertical y hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja la parte sumergida en éste". Este enunciado es conocido como "Principio de Arquímedes".

¿Quién fue Arquímedes?

Arquímedes de Siracusa

Nació : 287 AC en Siracusa, Sicilia



Falleció : 212 AC en Siracusa, Sicilia



Las mayores contribuciones de Arquímedes fueron en geometría. Sus métodos anticipados de cálculo integral 2.000 años antes de [Newton](#) y [Leibniz](#).

Arquímedes era un nativo de Siracusa, Sicilia y estudió en Alejandría, volviendo en seguida a su patria. Dedicó su genio a la geometría, mecánica, física e Ingeniería.

Su geometría es una geometría de la medida. Efectúa cuadraturas de superficies planas y curvas.

Escribió varias obras las cuales se han ordenado según la época en que

fueron escritas:

1. Esfera y cilindro.
2. Medida del círculo.
3. Gnoides y esferoides.
4. Espirales.
5. Equilibrio de los planos y sus centros de gravedad.
6. Cuadratura de la parábola.
7. El arenario.
8. Cuerpos flotantes.
9. Los lemas.
10. El método.

Arquímedes demostró que la superficie de una esfera es cuatro veces la de uno de sus círculos máximos. Calculó áreas de zonas esféricas y el volumen de segmentos de una esfera. Demostró que " El área de un casquete esférico es igual a la superficie de un círculo que tiene por radio la recta que une el centro del casquete con punto de la circunferencia basal".

El problema al cual le atribuía gran importancia era el de demostrar que "El volumen de una esfera inscrita en un cilindro es igual a $2/3$ del volumen del cilindro". Como postrer homenaje se colocó una esfera inscrita en un cilindro. Asimismo demostró Arquímedes que la superficie de esta esfera era también los $2/3$ de la superficie del cilindro.

Es tal vez más interesante su trabajo sobre Medida del círculo. Trata de la rectificación de la circunferencia y el área del círculo. Arquímedes es el primero que hizo un intento verdaderamente positivo sobre el cálculo de $p=\pi$ asignándole un valor entre $3(10/71)$

El método que empleó consiste en calcular los perímetros de los polígonos

regulares inscritos y circunscritos a un mismo círculo.

Admite, sin demostrarlos, los principios siguientes:

1. " La línea recta es la más corta entre 2 puntos."
2. " De 2 líneas cóncavas hacia el mismo lado y que tienen los mismos extremos, es mayor la que queda fuera de la otra".- ó como diríamos ahora " es mayor la línea circundante que la circundada". Este principio lo aplica al círculo y a los polígonos inscritos y circunscritos"
3. " De 2 superficies que pasan por una misma curva cerrada, cóncavas hacia un mismo lado, es mayor la exterior."

También demuestra que "un círculo es equivalente a un triángulo que tiene por base la circunferencia y por altura el radio."

En otra de sus obras se refiere a la mecánica, especialmente a los principios de la palanca. Su punto de partida lo constituyen dos principios fundamentales, que bien pueden considerarse como axiomas de la mecánica.

1. "Si se tiene una palanca en cuyos extremos actúan pesos iguales, la palanca se equilibrará colocando el punto de apoyo en el medio de ella."
2. "Un peso se puede descomponer en dos mitades actuando a igual distancia del punto medio de la palanca".

Basándose en estos dos principios estableció las leyes de la palanca. Conocida es su famosa frase para hacer resaltar la aplicación de la palanca como máquina multiplicadora de fuerza: "Deduce un punto de apoyo y os levantaré el mundo"

Cuenta la historia que Arquímedes un día que se encontraba en el baño observó que sus piernas podía levantarla fácilmente cuando estaban sumergidas. Esta fue la chispa que le permitió llegar a lo que ahora conocemos como "Principios de Arquímedes". Fue tan grande el entusiasmo que le produjo el descubrimiento de su principio que tomó la corona en una mano y salió desnudo del baño corriendo por las calles de Siracusa y gritando su célebre exclamación de júbilo: " ¡ Eureka!, ¡ eureka! "que quiere decir "ya lo encontré". Lo que había hallado era un método para determinar la densidad de los cuerpos tomando como unidad la del agua.

Es cierto que los conocimientos y descubrimientos matemáticos de Arquímedes son notables; sin embargo, son tal vez más importantes sus aportes y descubrimientos hechos en la Física".

En efecto, fuera del principio de la hidrostática ya nombrado anteriormente y de cuya importancia no es necesario insistir, inventó un sistema de poleas, el torno, la rueda dentada, el tornillo sinfín y una serie de por lo menos cuarenta inventos. Entre ellos es curioso mencionar un tornillo sinfín que se usaba para extraer el agua que había entrado a un barco, a los campos inundados por el Nilo, etc. En el campo militar se le debe la invención de catapultas, de garfios movidos por palancas para inventos mecánicos y ópticos logró defender

durante tres años a Siracusa que estaba sitiada por los romanos. Dicese que empleando espejos "ustorios" que son espejos cóncavos de gran tamaño, logro concentrar los rayos solares sobre la flota romana incendiándola. Finalmente, el año 212 cayó Siracusa en manos de los romanos siendo Arquímedes asesinado por un soldado a pesar de haber ordenado el cónsul Marcelo respetar la vida del sabio.

Referencias:

- Muéstrame la Espiral de Arquímedes
- Muéstrame algunos sólidos semi-regulares

Actividad 1 Actividad 2

Masa cuerpo= 100.00 g Peso cuerpo= 0.10 · 9.8= 0.98 N
Volumen cuerpo= 100.00 cm³
Densidad cuerpo= 1.00 g/cm³

Agua desalojada

inicio Masa cuerpo 100 Volumen cuerpo 100 ◀ ▶

Actividad 1:

Aprende el significado de las magnitudes que intervienen en la explicación del P. de Arquímedes (ver su significado al margen) y haz en tu cuaderno una tabla con los valores de un caso definido por ti. ¿A qué es igual el empuje?

Actividad 2:

Fija los valores de masa y el volumen del cuerpo para obtener una densidad menor de 1. ¿El valor de la densidad multiplicado por cien es igual al % del volumen sumergido?

Fija unas condiciones en la escena y haz en tu libreta una tabla semejante a esta [Tabla de magnitudes](#) con los valores obtenidos.

Cuadro de peso, empuje y peso aparente:

Los cuerpos sumergidos en agua aparentan pesar menos.

Fija unas condiciones en la animación y con los datos obtenidos rellena una tabla como esta

Magnitudes del cuerpo		S.I.
Masa del cuerpo (g)		
Peso del cuerpo (cm ³)		
Empuje (Es el peso del agua desalojada)-	$m_{\text{agua desalojada}} \cdot g = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot 9.8$	
Variación de peso	Igual al empuje	
Peso aparente	Peso cuerpo en el aire - Empuje	

Conceptos
$P_{\text{cuerpo}} = m \cdot g =$
$m \cdot 9.81 \text{ N}$
Volumen de agua desalojada = Volumen cuerpo sumergido
Masa de agua desalojada = Volumen desalojado · densidad del agua
Empuje = peso del agua desalojada
Empuje =
$m_{\text{agua desalojada}} \cdot g =$
$V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot 9.8$
Peso aparente = Peso - Empuje

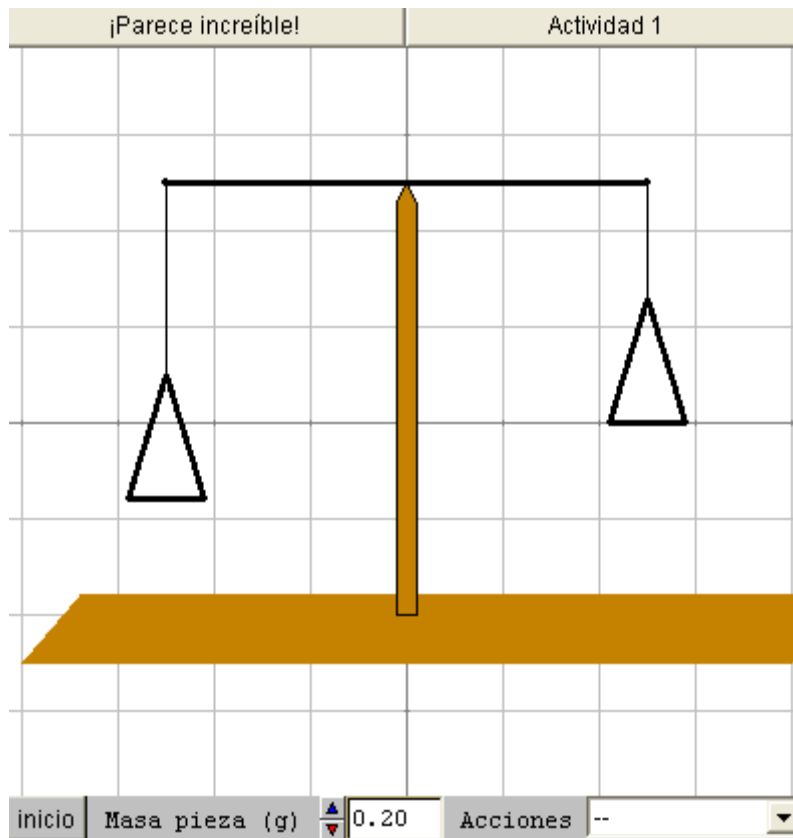
El rey Herón II de Siracusa le pidió a su primo Arquímedes que averiguara si el joyero, al que había entregado cierta cantidad de oro para hacer una corona, había utilizado todo el oro en ella o le había robado. Naturalmente el rey había pesado la corona y su peso coincidía con el del oro que le había entregado, pero sospechaba que el joyero había mezclado plata, más barata, con el oro. Si fundía la corona se separaría el oro de la plata y averiguaría la verdad, pero no quería destrozarla porque le gustaba y además había pagado por hacerla . Pensando en cómo salvar la corona y descubrir el fraude, Arquímedes descubrió el concepto de densidad y también que la densidad es una propiedad característica de cada sustancia.

Arquímedes descubre el concepto de densidad y además deduce que es una propiedad que caracteriza a cada sustancia: el oro tiene una densidad, la plata otra, etc. Por tanto es una propiedad característica.

Descubre cómo medir la densidad relativa de las sustancias respecto al agua. Lo hace dividiendo el peso de la pieza en el aire por el valor del peso en el aire menos el peso en el agua (empuje).

$$d_{\text{relativa}} = \frac{\text{Peso cuerpo}}{\text{Empuje}}$$

$$\text{Empuje} = \text{Peso} - \text{Peso aparente}$$



¡Parece increíble!

La relación entre el peso de un trozo de sustancia con el empuje que experimenta al sumergirla en agua, se mantiene constante para distintos tamaños de la misma sustancia (la pieza de la animación es de plata, que es 10.5 veces más densa que el agua)

Actividad

Varía el tamaño (masa) de la pieza de plata y observa cómo varía el empuje. ¿Cuál es su densidad relativa? Halla el volumen para una masa dada. Si la sustancia fuera oro su densidad relativa sería 19.3. ¿Entre qué valores estaba la densidad hallada por Arquímedes para la corona del rey Herón?

Explicación matemática

Densidad relativa.

La densidad de un cuerpo se define como su masa por unidad de volumen. Si se miden la masa de un cuerpo y su volumen y se divide un valor por el otro se obtiene su densidad ($d = m / V$). Deben indicarse las unidades

La densidad relativa es la densidad de un cuerpo comparada con la del agua.
 $d_r = d_c / d_a$. No tiene unidades

Si un cuerpo está formado por un solo tipo de sustancia tiene una densidad que es característica de esa sustancia. Si el cuerpo está formado por varias sustancias su densidad será un promedio de la densidad de las sustancias que lo forman. Su valor depende de las proporciones de ellas en el cuerpo.

El hecho de que cada sustancia tenga una densidad determinada se debe a que en cada una el tipo de átomos y la separación entre ellos es diferente.

Justificación matemática de la expresión de la densidad relativa

$$\text{Peso cuerpo} = m_{\text{cuerpo}} \cdot g$$

$$\text{masa cuerpo} = V \cdot d_{\text{cuerpo}}$$

$$\text{Peso cuerpo} = V_c \cdot d_{\text{cuerpo}} \cdot g$$

$$\text{Empuje (E)} = \text{Peso del agua desalojada}$$

$$\text{Peso agua desalojada} = \text{Masa del agua desalojada} \cdot g$$

$$\text{Masa del agua desalojada} = \text{Volumen sumergido} \cdot \text{densidad del agua}$$

$$E = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot g$$

El empuje también se puede definir como el peso del cuerpo menos el peso aparente (lo que pesa el cuerpo en el aire menos lo que pesa cuando está sumergido). En esta explicación despreciamos el empuje del aire.

Si el cuerpo está totalmente sumergido, $V_c = V_s$

Si dividimos el **peso del cuerpo** en el aire entre el **empuje**:

$$V_c \cdot d_{\text{cuerpo}} \cdot g / V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot g = d_{\text{cuerpo}} / d_{\text{agua}} = \text{densidad relativa (del cuerpo respecto al agua)}.$$

$$d_{\text{relativa}} = \frac{\text{Peso cuerpo}}{\text{Peso cuerpo} - \text{Peso aparente}}$$

Por lo tanto, podemos hallar el valor de la densidad relativa dividiendo el peso del cuerpo entre el empuje.

Eureka

Actividad: Haz un resumen de lo expuesto aquí.

Eureka significa algo así como "lo descubrí".

Cuando Arquímedes salió de la bañera desnudo y gritando EUREKA, algunos dicen que:

- había descubierto que los cuerpos desalojan un volumen igual al volumen de la parte sumergida.
- había descubierto que los cuerpos pesan menos al sumergirlos en agua.

Seguramente piensas que estos dos hechos, a pesar de ser ciertos, son demasiado simples y deberían haber sido descubiertos por otras personas antes de enunciarlos Arquímedes.

La genialidad de Arquímedes fue la de establecer una relación entre hechos y cantidades a medir. Descubrió que un mismo peso de distintos cuerpos desaloja diferentes cantidades de agua.

Descubrió que 1 kg de oro desaloja menos agua que 1 kg de oro aleado con plata y mucha menos que si el kg fuera de plata. Hoy sabemos que la densidad de la plata es de 10 500 kg/ m³ y la del oro 19 300 kg / m³. Una es casi el doble de la otra, de modo que un objeto de oro ocupa casi la mitad de volumen que uno de plata que tenga igual masa.

Aunque Arquímedes no expresó el principio con fórmulas matemáticas como lo hacemos hoy, comprobó que al sumergir un cuerpo en agua perdía exactamente una cantidad de peso igual a lo que pesaba el agua que desalojaba (Empuje= peso del agua desalojada). Descubrió la forma de calcular la fuerza de sustentación.

Y aún más. Descubrió que el concepto de densidad es una propiedad característica de las sustancias. Cada sustancia tiene una densidad diferente a la de cualquier otra: los átomos son diferentes y se aproximan de manera

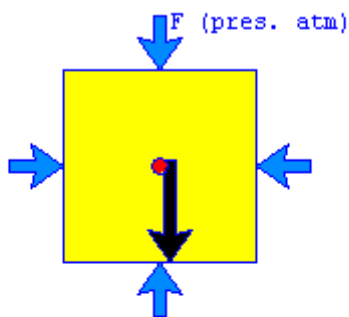
diferente. La densidad de una pieza de oro, es igual a la de otra pieza de oro de distinta masa, pero es diferente a la de una pieza de plata.

Gracias a este concepto averiguó que la corona que habían fabricado para el rey Herón, no era de oro puro. Metiendo la corona en agua vio que desalojaba menos agua que si metía un bloque de oro puro de igual peso que la corona.

Midiendo la densidad de las sustancia se puede averiguar de qué sustancia se trata (la densidad sirve para caracterizarla).

Origen de las fuerzas de sustentación: Empuje

Observa que...



Observa que:

en la escena el empuje es la flecha roja. Para verlo desplaza el punto rojo con el puntero del ratón.

El empuje es una fuerza de dirección vertical, sentido hacia arriba y punto de aplicación en el centro geométrico de la parte sumergida. Su sentido es opuesto al peso y su valor es igual al producto del volumen sumergido x densidad del líquido x 9.81.

Como puedes ver en la demostración, el empuje se origina por una diferencia de presiones.

inicio

Arquímedes nunca escribió unas justificaciones matemáticas para su principio. Hoy la física lo expone así:

Las caras superior e inferior del cuerpo están sumergidas a distinta profundidad, h_0 y (h_0+h) y están sometidas a distintas presiones hidrostáticas p_1 y p_2 ($p_2 > p_1$). Al tener ambas caras la misma superficie, están sometidas a distintas fuerzas F_1 y F_2 ($F_2 > F_1$). Designando la densidad del fluido por d_f y el área de estas dos caras por S , calculemos estas dos fuerzas y su resultante

$$F_1 = p_1 \cdot S = d_f \cdot g \cdot h_0 \cdot S$$

$$F_2 = p_2 \cdot S = d_f \cdot g \cdot (h_0 + h) \cdot S$$

Observa que las fuerzas laterales se anulan en cada plano horizontal. Como $F_2 > F_1$ la resultante E estará dirigida hacia arriba.

$$E = F_2 - F_1 = d_f \cdot g \cdot (h_0 + h) \cdot S - d_f \cdot g \cdot h_0 \cdot S =$$

$$d_f \cdot g \cdot S \cdot (h_0 + h - h_0) = d_f \cdot g \cdot S \cdot h = d_f \cdot g \cdot V_c$$

V_c es el volumen del cuerpo ($V_c = S \cdot h$). Si el cuerpo está completamente sumergido, desplazará un volumen de fluido igual a V_c , así que

$$E = d_f \cdot g \cdot (V_{\text{fluido desplazado}})$$

Equilibrio de los cuerpos sumergidos: flotación

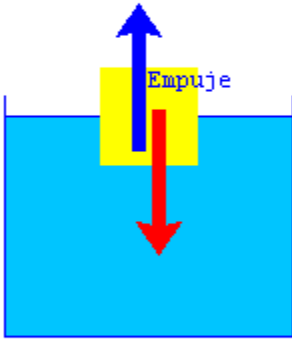
1 / 3

La fuerza peso actuando frente a la fuerza empuje, que es variable, puede producir, cuando se igualan, estados de equilibrio. Teniendo en cuenta el peso del cuerpo y el empuje, encontramos tres casos diferentes:

Actividad

Equilibrio: Peso = Empuje

⌘ Volumen sumergido = 50.00 ⌘



inicio dens cuerpo dens. liquido

a) Si $d_c > d_f$, el peso es mayor que el empuje máximo que se produce cuando todo el cuerpo está sumergido. El cuerpo se irá al fondo. No existe equilibrio.

b) Si $d_c = d_f$, el peso es igual al empuje máximo. El cuerpo queda sumergido y en equilibrio entre dos aguas.

c) Si $d_c < d_f$, el peso del cuerpo es menor que el empuje máximo y no se sumergirá todo el cuerpo. Sólo permanecerá sumergida la parte de él que provoque un empuje igual a su peso. Este estado de equilibrio se llama flotación.

Actividad:

Varía la densidad del cuerpo y del líquido y observa en qué condiciones se produce el equilibrio. Si la densidad del cuerpo es mayor que la del líquido no puede establecerse equilibrio y el cuerpo va al fondo.

Equilibrio de los cuerpos sumergidos: flotación (II)

2 / 2

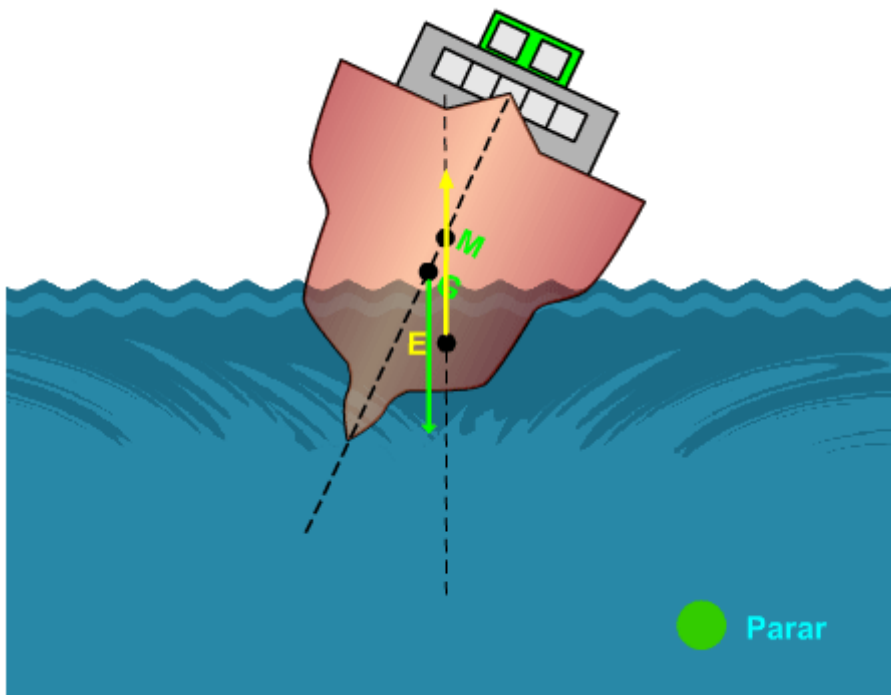
Para que exista equilibrio, además de la igualdad entre el peso del cuerpo y el empuje, se requiere que el centro de gravedad del cuerpo y de la parte sumergida caigan sobre la misma vertical. De no ser así se origina un par de fuerzas que lo hacen girar hasta que esa condición se cumpla.

Metacentro

Conceptos

Vuelca

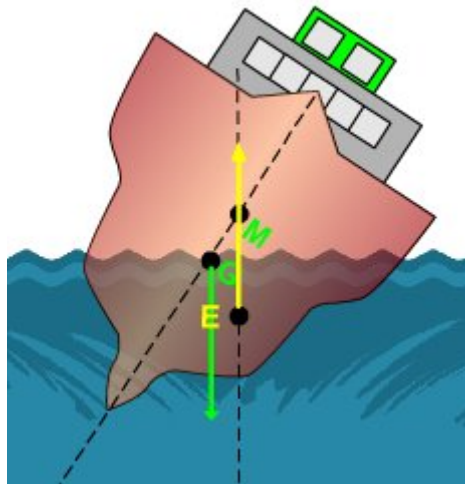
Haz un dibujo en tu libreta de un barco que se enderece al oscilar y de otro que no lo haga. Aprende y apunta los conceptos que explicamos.



Metacentro

El **Metacentro (M)** es un punto imaginario que se encuentra en el lugar de corte de la línea que divide simétricamente el barco en dos y la dirección del empuje.

El par de fuerzas, peso y empuje (fuerzas iguales, paralelas y de sentidos opuestos), hacen oscilar el barco. Afortunadamente el sentido de giro que imponen estas fuerzas cambia al oscilar a cada lado y siempre ayudan a enderezarlo. Esto ocurre siempre que ese barco tenga un diseño tal (o no se coloque la carga mal) que el metacentro (M) esté por encima del centro de gravedad (G).



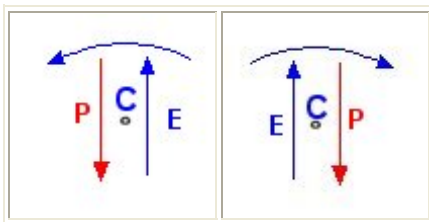
Conceptos

Peso del barco es igual al **empuje** del agua.

El **vector peso** está dirigido hacia el centro de la Tierra y tiene punto de aplicación en el Centro de Gravedad (G) del barco.

El **vector empuje** (que siempre es igual al peso mientras flota) está dirigido hacia arriba y aplicado en el centro geométrico del volumen de agua desalojado E (este volumen tiene la forma de la parte sumergida del casco).

Par de fuerzas son dos fuerzas paralelas iguales que producen un giro que puede tener dos sentidos.



El valor de giro producido se representa por el **momento del par M**.

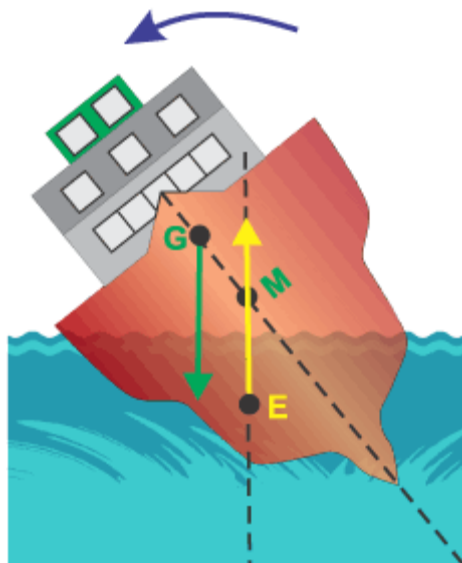
($M = \text{peso} \cdot \text{distancia entre peso y empuje}$).

Al inclinarse hacia un lado le barco desaloja más agua de un lado, con lo que el vector empuje se desplaza hacia el exterior del lado del que se inclina. Al aumentar la distancia entre el vector peso y el vector empuje el par de giro aumenta, haciendo que el momento con que lo endereza sea cada vez mayor.

El par (M), que endereza el barco, es cero al coincidir el vector peso con el vector empuje.

Vuelca

Si el barco tiene mucha obra muerta (pare superior con mucho equipamiento) y no lleva peso en el fondo (orza, etc), puede que el Centro de Gravedad (G) quede alto y el Metacentro (M) por debajo de él. En este caso, al oscilar el barco, el vector peso se sitúa siempre por el exterior del empuje y el par de fuerzas no ayuda a enderezarlo, sino todo lo contrario, el barco vuelca y se hunde.



Tensión superficial

Cohesión y adherencia.

Toda la materia está compuesta por átomos o moléculas iguales o diferentes.

Las fuerzas que mantienen unidas entre sí las moléculas y los átomos son de tipo electrostático originadas por la carga eléctrica que poseen. Estas fuerzas de atracción disminuyen mucho con la distancia (Ley de Coulomb).

Se denomina **cohesión** a la fuerza de atracción entre las moléculas de una misma sustancia.

Se denomina **adherencia** a la fuerza de atracción entre las moléculas de distinta sustancia.



Dos placas de vidrio puestas en contacto y con agua entre ellas constituyen un ejemplo que muestra estas fuerzas de las fuerzas de adherencia y cohesión. En la foto se ve cómo a la placa de vidrio superior, la que sujetan los dedos, se adhieren las moléculas de agua que están cohesionadas entre sí, que a su vez se adhieren a la placa de vidrio inferior logrando que no caiga. Para poner de manifiesto el valor de las fuerzas hemos situado un grueso tornillo encima de la placa inferior, demostrando así que lo sostiene.

A pesar de que la fuerza de atracción entre dos moléculas es pequeñísima, al existir casi un cuatrillón de moléculas en unos pocos gramos de materia (recuerda el número de Avogadro), la fuerza originada por todas ellas puede ser grande.

Las fuerzas de atracción entre moléculas son menores que las que surgen entre átomos.

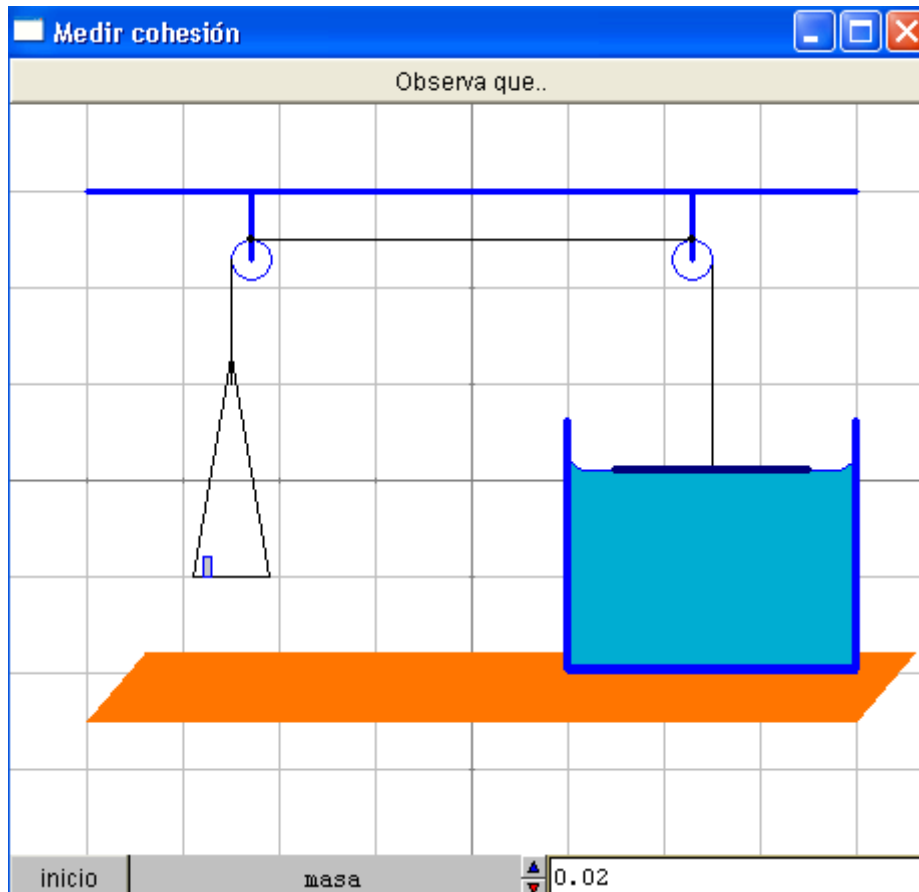
En este tema se estudia la cohesión de las moléculas de los líquidos. Ésta cohesión da lugar a las pequeñas fuerzas que determinan la tensión superficial, que también estudiarás aquí.

[Medir cohesión](#)

[Medir adherencia](#)

Las escenas interactivas, que puedes ver pulsando los botones anteriores, muestran cómo medir la cohesión entre las moléculas de agua o la adherencia entre el mercurio y una placa de vidrio.

Medir cohesión



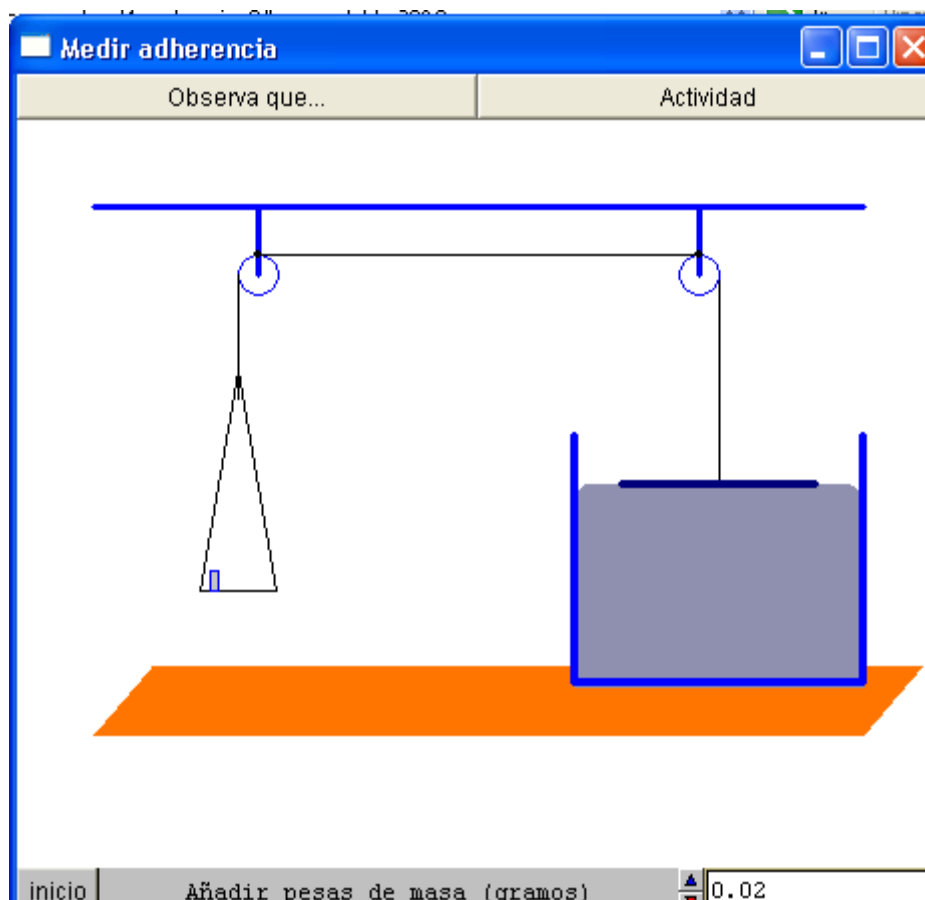
Observa que...

una placa de vidrio que tiene adherida una película de líquido (agua). Al tirar de la placa llega un momento que rompe la cohesión entre las moléculas de líquido y la película se rompe. Parte de la película queda adherida a la placa de vidrio.

La fuerza de adherencia es mayor que la de cohesión.

Las pesas añadidas hasta el momento de la ruptura miden las fuerzas de cohesión del líquido.

Medir adherencia



Observa que...

como el líquido del recipiente es mercurio, el vidrio se adhiere a él fuertemente (y el mercurio al vidrio). Las pesas añadidas miden la adherencia. Cuando se sobrepasan las fuerzas de adherencia, no queda nada de película líquida adherida al vidrio (en este caso la cohesión es mayor que adherencia y el líquido cohesionado se separó totalmente de la placa), la fuerza ejercida por las pesas se empleó en vencer la adherencia. Observa también la curvatura de la superficie del mercurio. ¿Cómo se llama esa curvatura?

Actividad:

Calcula la fuerza de adherencia del mercurio con esa superficie de vidrio observando la masa que debes añadir al platillo. Cierra esta ventana y pasa el cursor sobre el botón de la actividad para ver la solución.

¿Qué es la tensión superficial?

La cohesión de las moléculas que forman los líquidos produce en su superficie una **fuerza** llamada de **tensión superficial (T.S.)**.

Estas fuerzas de cohesión hacen que la superficie de los líquidos se parezca a una membrana tensa. La T.S. tiende a contraer esta membrana.

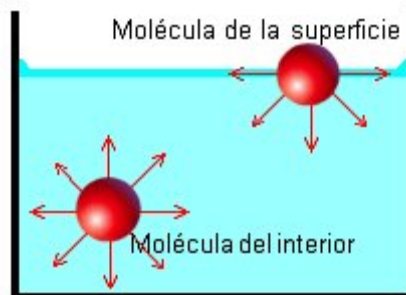
Para medir la tensión superficial se utiliza un bastidor de alambre. Al sacarlo del líquido la superficie del éste adopta la forma una membrana dentro del bastidor.

La tensión superficial es la fuerza de contracción repartida a lo largo de la longitud a donde se adhieren las dos caras de la membrana (longitud doble) $T = F/2L$.

La tensión superficial se opone al aumento de área del líquido: mantiene una superficie de recubrimiento mínima para un volumen dado.

Teoría de la tensión superficial

Esta teoría se basa en las fuerzas moleculares.



Una molécula del interior está atraída con igual fuerza en todas direcciones por las moléculas que la rodean, pero las de la superficie, al no tener moléculas de agua por encima, son atraídas por las de abajo con una fuerza neta hacia el interior.

Para desplazar las moléculas del interior no se requiere fuerza, pero arrastrar hacia arriba las moléculas de la superficie implica vencer las fuerzas de cohesión que son las que originan la tensión superficial.



Para una molécula situada en la superficie, la resultante de todas las fuerzas (que son simétricas y anulan sus componentes horizontales) es **una fuerza perpendicular a la superficie y dirigida hacia el interior del líquido**.

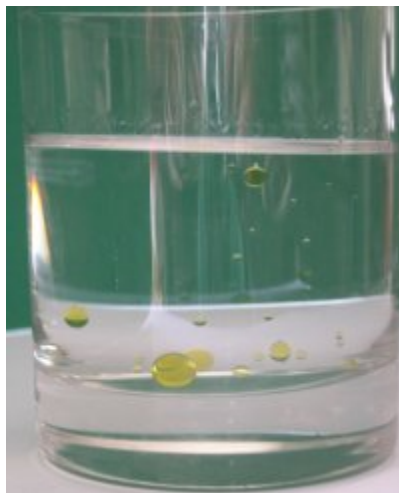
Si introducimos una sustancia en el agua con un tipo de moléculas que disminuyan la cohesión entre las de agua, la tensión superficial disminuye. Eso hacen los detergentes, que disminuyen la cohesión (por tanto la tensión superficial) y al añadirlos al agua. Los detergentes facilitan la deformación de la superficie, que, de esta forma, se deja estirar y abombar formando burbujas



Experiencia 1

La tensión superficial al ser una fuerza dirigida perpendicularmente a la superficie de los líquidos y dirigida hacia su interior hace que cuando los líquidos caen libremente en el aire adopten la forma esférica: caen formando gotas casi esféricas.

En la foto se ve claramente que unas gotas de aceite que están cayendo a través de alcohol (menos denso que el aceite y que el agua) adoptan la forma esférica.

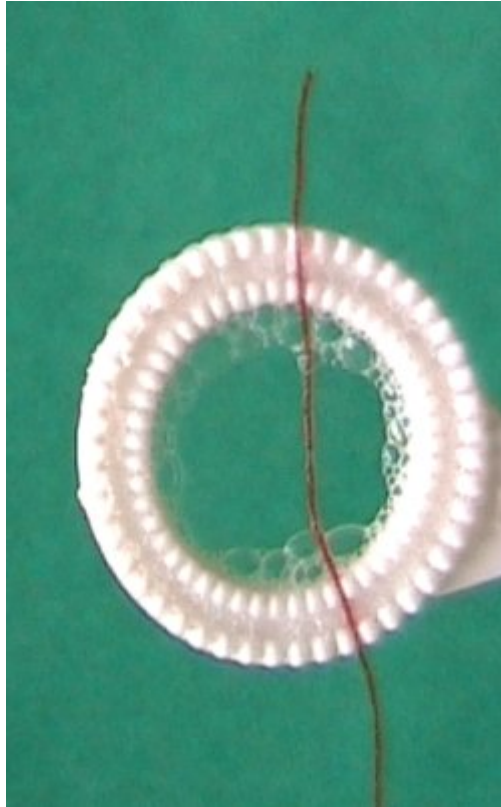


Vencer esa fuerza de cohesión y aumentar el tamaño de la gota requiere un trabajo. Si no hay fuerzas externas la gota adopta la forma de esfera, que es, para un volumen dado, la que tiene menos superficie de recubrimiento.

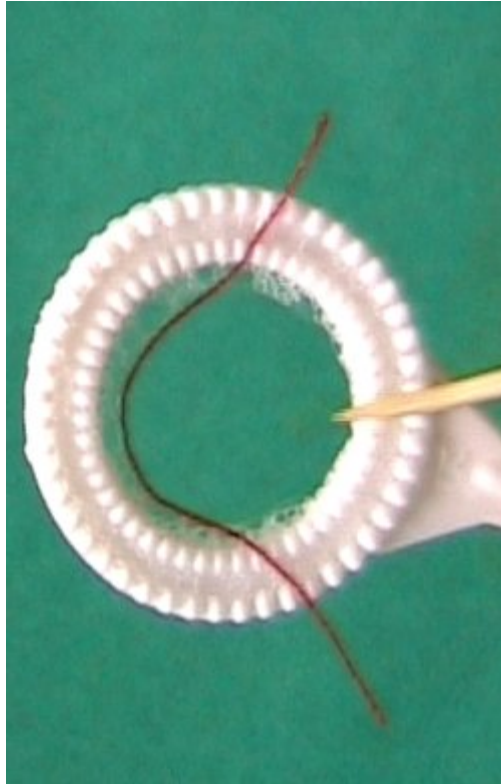
Experiencia 2.

Con un aro de los que se emplean para hacer pompas de jabón podemos hacer experiencias de tensión superficial.

Mira qué pasa si colocamos un hilo sobre la película formada en el aro y pinchamos la película por un lado:

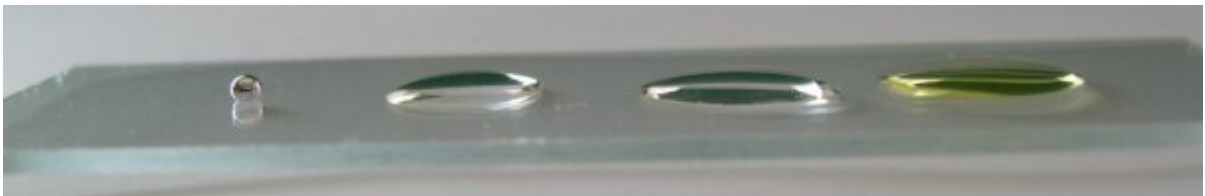


la tensión superficial contrae la película que queda al otro lado y tira del hilo, curvándolo.



Experiencia 3

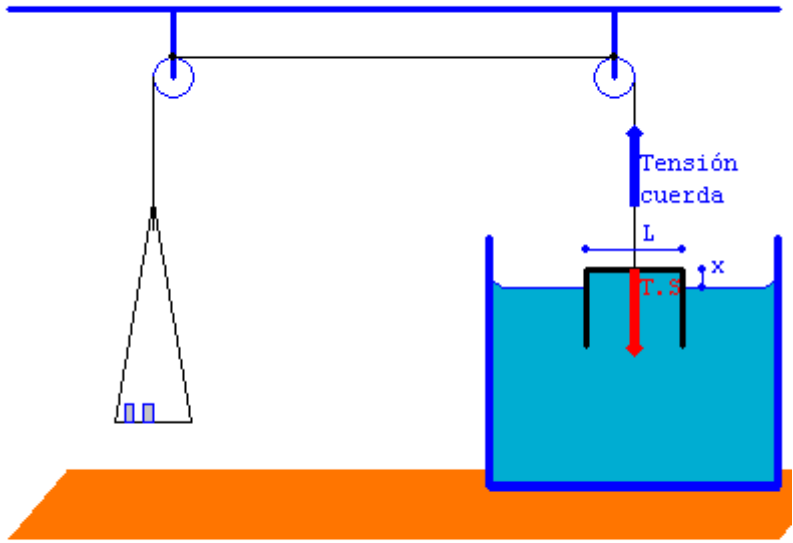
La forma que adoptan gotas de distintas sustancias sobre una placa de vidrio depende de su tensión superficial.



En la foto, de izquierda a derecha: mercurio, agua, glicerina y aceite. El mercurio, que es un metal en estado líquido a la temperatura ambiente, tiene una gran fuerza de cohesión y por tanto una gran tensión superficial.

La T.S. hace que los líquidos dejados caer libremente en el aire lo hagan en forma de gotas (adopten la forma esférica), por ser la esfera la forma que para un volumen dado tiene la menor superficie posible y, por tanto, la que menos trabajo requiere para extenderla y cubrir con ella todo el volumen.

La fuerza (F) relacionada con la T.S. contrae la superficie al mínimo posible.



La expresión matemática de la T.S. se obtiene al dividir la fuerza (F) que tensiona la superficie entre la longitud sobre la que actúa. Como la superficie líquida tiene dos caras, cada cara se une a la parte superior del bastidor de alambre en una distancia L .

La expresión de la T.S. resulta de repartir la fuerza sobre toda la longitud de contacto:

inicio	masa	<input type="text" value="0.04"/>
--------	------	-----------------------------------

$$T = \frac{F}{2L}$$

Observa que...

un bastidor de alambre está sumergido en un líquido y al sacar el bastidor el líquido se adhiere a él. A las fuerzas de adhesión se oponen las de cohesión (T.S.). La T.S. es un fenómeno de superficie y hace que ésta tienda a contraerse.

Actividad:

Dibuja en tu cuaderno el esquema de la experiencia. Fíjate en el punto de aplicación de la fuerza asociada a la T.S., su dirección y sentido. ¿Cuál es su expresión matemática?

Observa que...

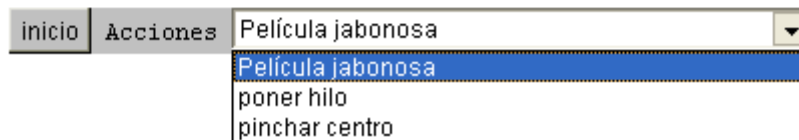
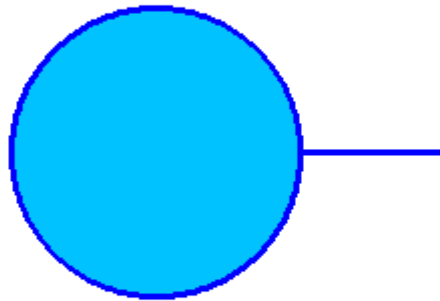
el trabajo necesario para crear una superficie adherida al alambre es: $W = F \cdot x$. Si dividimos esta expresión por el valor de la superficie creada (que es doble, $S = 2L \cdot x$), tenemos:

$$F \cdot x / 2L \cdot x = F / 2L = T$$

La tensión superficial es una fuerza perpendicular a la superficie

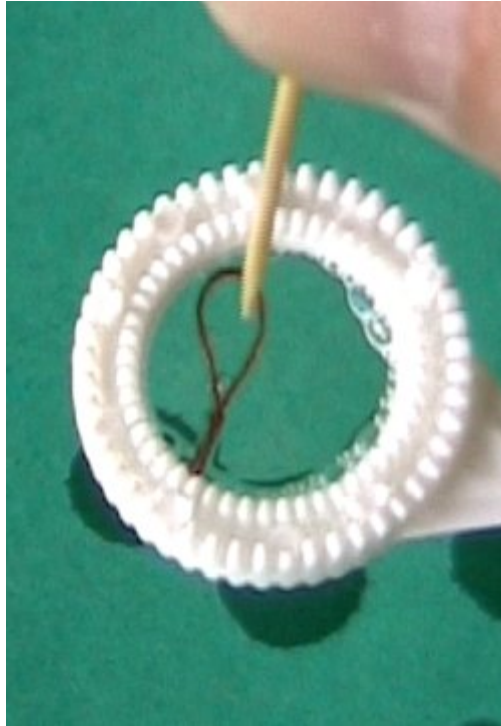
La fuerza (F) relacionada con la tensión ($T = F / 2L$), es perpendicular a la superficie donde se establece la adherencia.

Experiencia



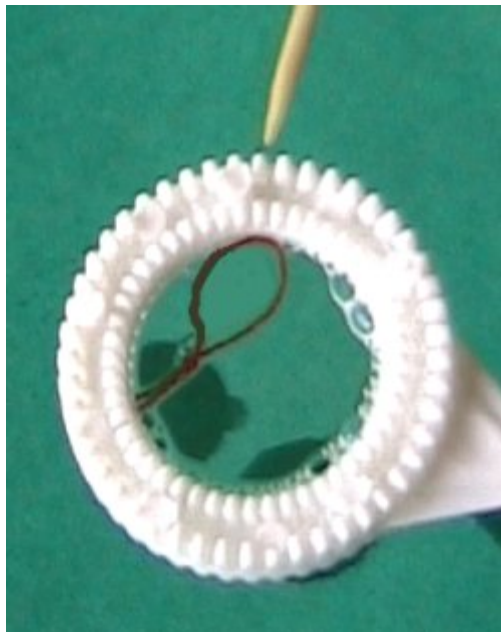
Experiencia

Tenemos un hilo anudado colocado sobre una película jabonosa. Pinchamos con un palillo la película en su interior hasta romperla. ¿Qué sucede?



(foto del bucle antes de romper la película)

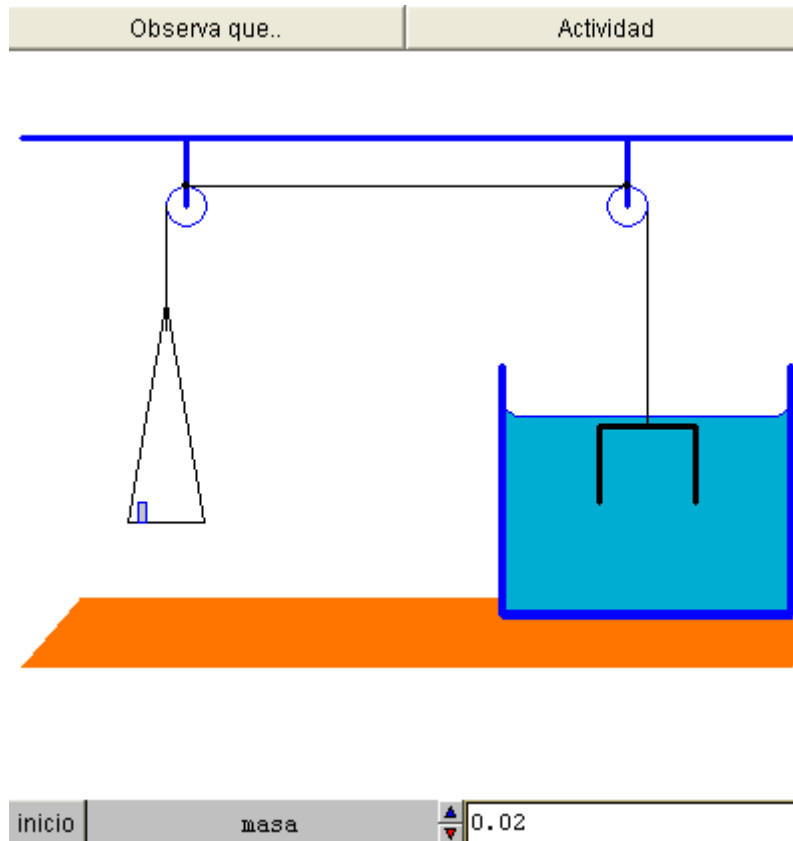
Las fuerzas de tensión superficial de la película que queda fuera del bucle que formaba inicialmente el hilo tiran de él y...



En la experiencia no se ve totalmente circular porque se pega a un lado del aro soporte y además el nudo impide la curvatura en sus proximidades.

Medida de la tensión superficial

En el laboratorio la tensión superficial se mide con un aparato semejante al que se muestra en la animación.



Observa que...

El bastidor de alambre de longitud superior L al sacarse del líquido arrastra una pequeña película de agua como consecuencia de las fuerzas de cohesión del líquido y de la adherencia de este al alambre. El peso máximo añadido sin que rompa la película es una medida directa de la tensión superficial.

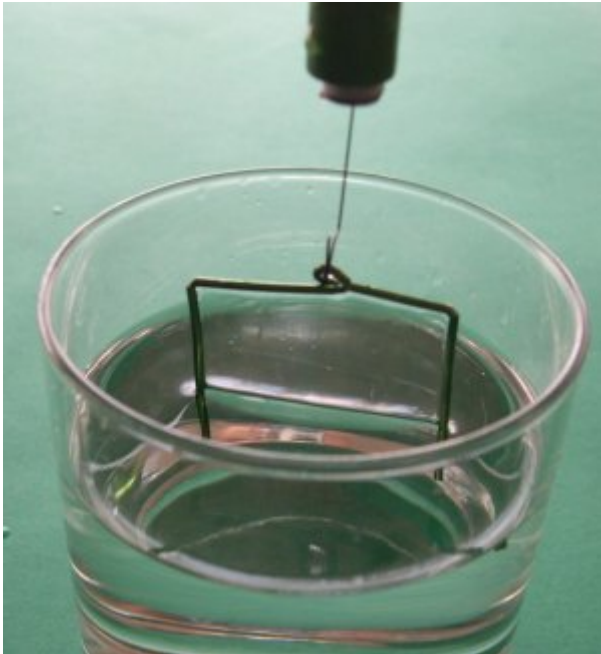
Actividad:

Calcula el valor de la tensión superficial (valor máximo que soporta sin romperse la película).

Después pulsa con el botón derecho para ver el resultado.

Experiencia

Un bastidor de alambre se eleva por medio de pesas o un dinamómetro muy sensible



El valor que alcanza justo antes de romperse la película es el valor de la tensión superficial

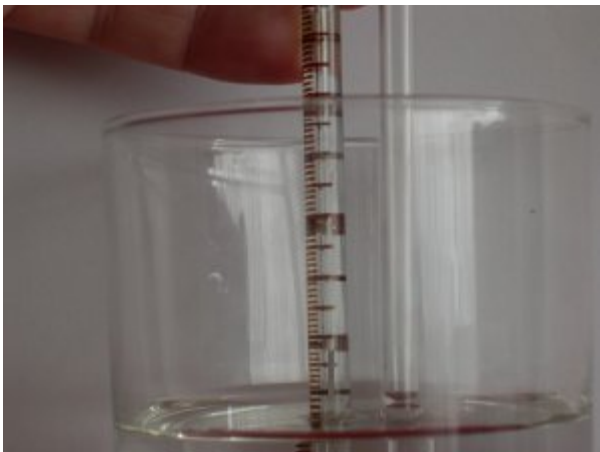


Una vez rota la película se pueden observar las gotas adheridas a la parte superior del bastidor.
Observa como el agua "trepa" por el alambre del batidor sumergido en agua.

Capilaridad

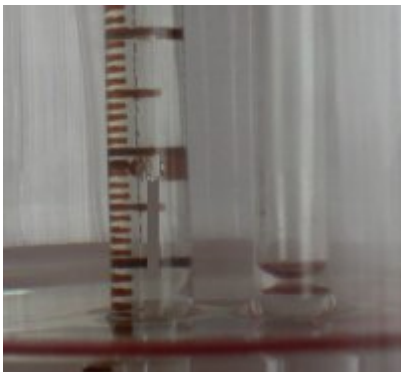
Una consecuencia de las fuerzas de adherencia es que los líquidos pueden "trepar" por las paredes de los tubos alcanzando mayor o menor altura según el diámetro de los tubos.

Si el tubo es tan fino como un cabello (del latín capillus=>cabello=>capilar), el líquido asciende mucho. Este fenómeno se conoce como "capilaridad de los líquidos".



En la foto vemos dos tubos sumergidos en agua (los dos están abiertos a la atmósfera por la parte superior).

El agua sube por su interior hasta distinta altura debido a la diferente sección de los tubos (diferente capilaridad).



La savia sube por los árboles debido también a la capilaridad.

El agua del interior del suelo accede a la superficie, a través de canalillos, por capilaridad. La humedad que aparece en las plantas bajas de las casas situadas en zonas húmedas y con mal aislamiento se debe a la capilaridad: el agua sube por los intersticios de la placa formada al fraguar el cemento.

Ampliación

Experiencia 1

El principio de los vasos comunicantes no se cumple cuando una de las ramas de los tubos es muy fina (capilar).

Tenemos una foto de un tubo grueso de plástico unido por su parte inferior a uno de vidrio con una sección interior fina formando lo dos un sistema que llamamos "vasos comunicantes".

Los dos tubos están abiertos por arriba y colocados juntos para comparar la altura que alcanza el agua en cada uno.

Observa abajo (en la foto) la altura de los líquidos en cada uno de los tubos. Hemos usado vino tinto para colorear el agua. Si consigues unos tubos finos, comprueba esta experiencia tú mismo.



Ampliación

Experiencia 2



Calentamos un tubo de vidrio y estiramos hasta hacer un capilar.

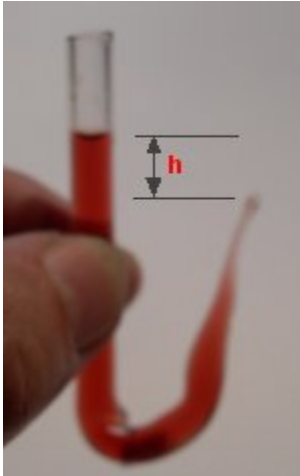


Estirar el vidrio es fácil, pero lograr un capilar de sección constante es un poco más difícil.



Hacemos el tubo en "U", grueso por un lado y fino por el otro, con las dos ramas abiertas a la atmósfera, y echamos agua sin que llegue a llenar el tubo fino. **No se cumple el principio de los vasos comunicantes, porque el agua alcanza más altura en la rama más fina.** El menisco que se forma es cóncavo (visto desde arriba).

Si hacemos la misma prueba utilizando mercurio en vez de agua se alcanza más altura en el tubo grueso que en el fino y además el menisco es convexo (el mercurio tiene mucha cohesión y ésta no le deja trepar mucho por las paredes).



Si añadimos agua hasta llenar completamente el tubo fino (hasta que el agua comienza a salir por él), tampoco se cumple el principio de los vasos comunicantes: el agua alcanza más altura en el tubo grueso (observa la foto inferior).

Esto se debe a que para dar forma esférica a la gota formada en el extremo del capilar, la fuerza creada por la presión hidrostática debe realizar un trabajo. Esa fuerza, que es opuesta a la tensión superficial de la gota, empuja hacia fuera y hace crecer la gota. La tensión superficial trata de contraerla.

La presión hidrostática la crea la altura $-h-$ necesaria para formar la gota. Si añadimos más líquido por el tubo grueso y se sobrepasa esa altura, y por tanto la tensión superficial, el tubo fino "babea" y deja escapar líquido por sus paredes hasta que el líquido desciende y sólo queda la diferencia de alturas $-h-$

Menisco

Una consecuencia de las fuerzas de adherencia es que los líquidos pueden "trepar" por las paredes de los tubos.

Esto origina una curvatura de la superficie de los líquidos llamada **menisco**. Visto desde arriba el menisco que forma el agua en el tubo tiene forma cóncava y el mercurio forma convexa (por ser mayor la cohesión que la adherencia al vidrio).



Foto de una columna de agua.
El color se debe al reflejo del fondo

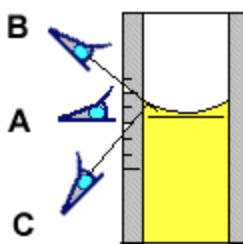


Foto de la columna de mercurio de un [barómetro](#)

Cuando queremos anotar hasta qué altura llega el líquido en un aparato de medida se debe tomar la altura alcanzada por la zona interior del menisco, no por el borde donde se adhiere.

La posición del ojo respecto al menisco, para una lectura correcta es la A (a la misma altura).

Los recipientes utilizados para medir volúmenes siempre deben acabar en cuellos estrechos, para que al añadir/retirar una pequeña cantidad de líquido, varíe mucho la altura que alcanza el líquido en la zona del cuello, que es donde está la escala.



Problemas

Problemas

1 / 9

1.- ¿Qué altura debe tener una columna de agua para que ejerza sobre su base una presión de una atmósfera?

Nota.- Para ver la solución pasa el cursor sobre el botón "soluciones". Trata de resolverlo y si no lo logras, pulsa resolución.

Problemas

2 / 9

2.- Un globo lleno de hidrógeno tiene un volumen de 800 m^3 y el material del globo y la barquilla pesan 5600 N . a) Calcula la fuerza ascensional inicial. b) ¿Podrá llegar a los 17 km de altura?

Datos: la densidad del aire es $1,3 \text{ g/litro}$ (1 litro de aire pesa aproximadamente 1000 veces menos que 1 litro de agua, exactamente $1000/1,300 = 760$ veces menos).

La densidad del hidrógeno es $14,4$ veces menor que la del aire.

La densidad del aire disminuye con la altura. Supón que a 17 km de altura la

densidad es 20 veces menor que al nivel del mar.

Nota.- En la animación del globo que asciende (pulsa Presion (II) en el índice) observa como la densidad del gas del interior del globo es menor que la del aire circundante.

Problemas

3 / 9

3.- Una burbuja de 1 cm^3 se encuentra a diez metros de profundidad en un embalse de agua dulce. Si la densidad del gas de la burbuja es 1000 veces menor que la del agua, ¿qué empuje experimentará a esa profundidad y cuál en la superficie justo antes de estallar? ¿Cuánto varió su volumen durante la ascensión?

Ayuda:

Aplica las leyes de los gases $P_0V_0/T_0 = PV/T$. Se supone que la temperatura se mantiene constante mientras sube. El empuje varía durante el ascenso.

Problemas

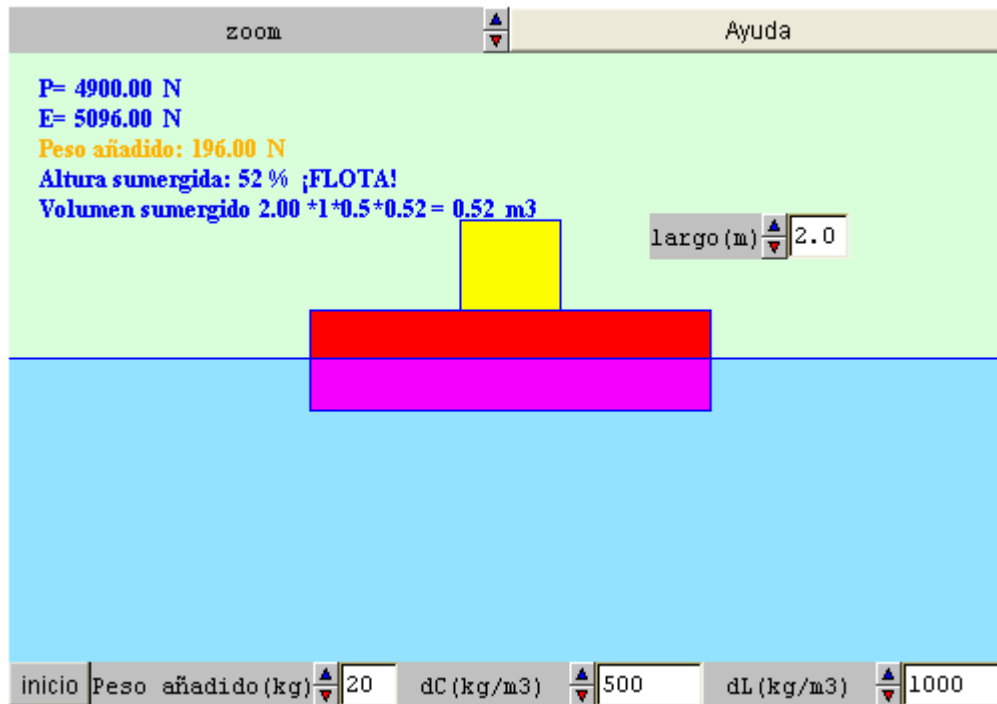
4 / 9

4.- Se coloca un tablón de madera, de 2 m de largo, 50 cm de alto y 1 m de ancho, en un lago de aguas tranquilas. La densidad de la madera es 550 kg/m^3 y la del agua 1000 kg/m^3 .

a) ¿Cual es el volumen sumergido del tablón?

b) ¿Cuántas personas de peso medio 800 N pueden subirse al tablón sin hundirlo totalmente?

Comprueba los resultados con la escena. Toma g como $9,8 \text{ m/s}^2$. El bloque amarillo representa las personas subidas al tablón



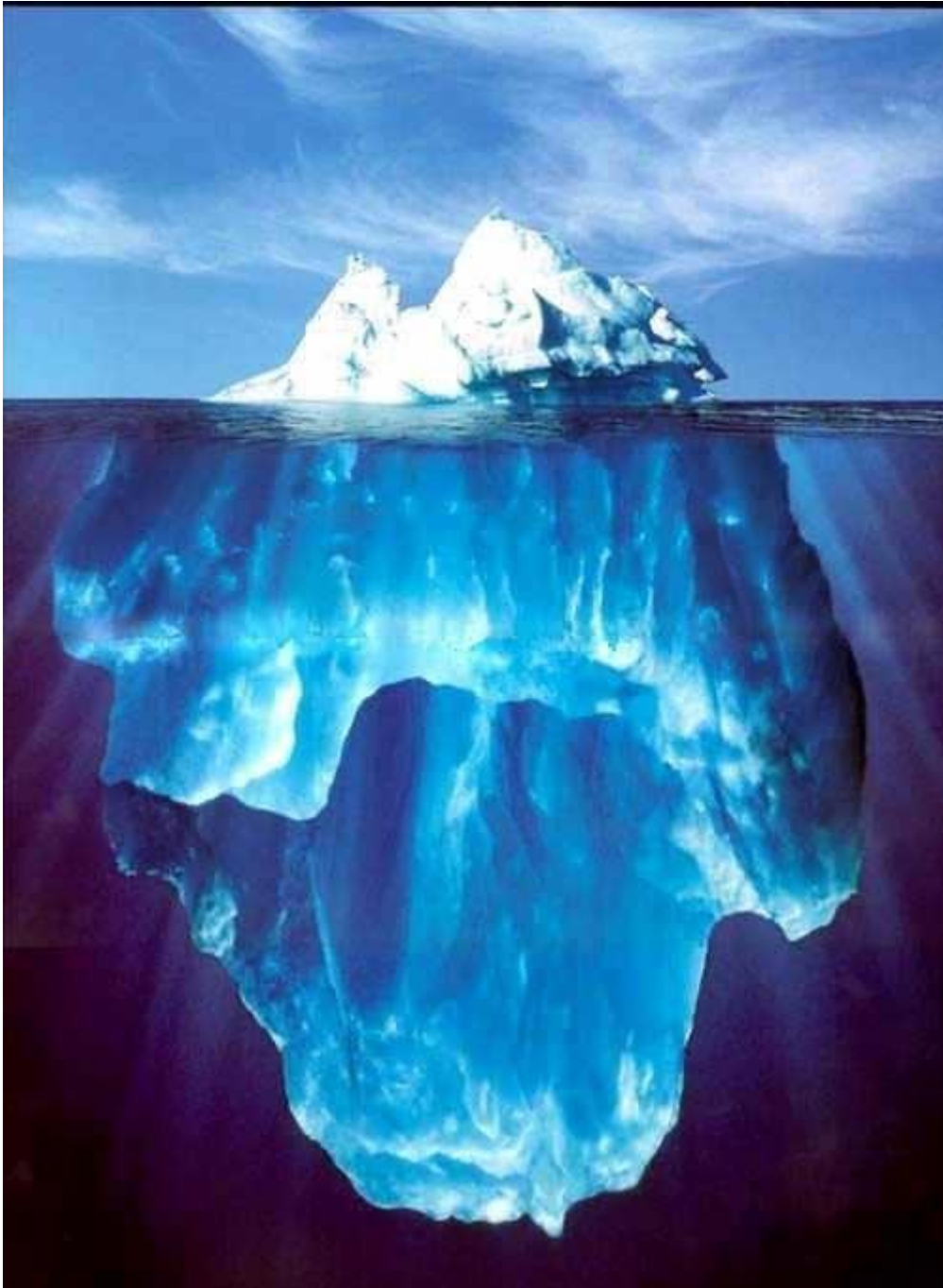
Problemas

5 / 9

5.- Si la densidad del hielo es 900 kg/m^3 , ¿está justificada la expresión "la punta del iceberg" para expresar que lo que se desconoce de un tema es mucho mayor que lo que se conoce?

Sabiendo que la densidad del agua del mar es 1050 kg/m^3 , ¿qué porcentaje de su volumen está sumergido?

Si se encontrase agua en Marte, ¿podrían seguir manteniendo los "marcianos" el anterior enunciado para "sus" icebergs?



Problemas

6 / 9

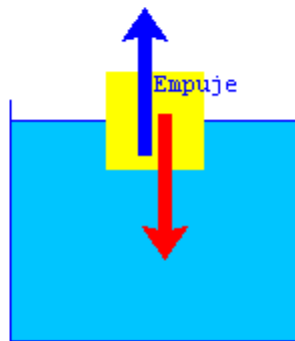
6.- ¿Qué cantidad de agua desaloja un yate de 500 toneladas?
Dato: densidad del agua del mar 1020 kg/m^3

7.- Tenemos 1 kg de oro, 1 kg de plata y 1 kg de aleación al 50% de oro y plata. Se sumergen sucesivamente en agua. a) ¿Qué cantidad de agua desaloja cada uno? b) ¿Podrías averiguar la densidad de un anillo de oro aplicando el Principio de Arquímedes? ¿Podrías conocer la cantidad de oro y plata que contiene, suponiendo que sólo tiene esos dos componentes? Datos. Densidad oro: 19300 kg/m^3 . Densidad de la plata: 10500 kg/m^3

8.- Los cuerpos de densidad mayor de 1000 kg/m^3 se hunden completamente en agua. ¿Cuál es la disminución aparente de peso de 1 kg de oro sabiendo que su densidad es de 19300 kg/m^3 ? ¿Cuál es el peso aparente?

Equilibrio: $\text{Peso} = \text{Empuje}$

⌘ Volumen sumergido = 50.00 ⌘



inicio	densidad cuerpo	<input type="text" value="500"/>
--------	-----------------	----------------------------------

9.- Cuando se habla del peso de los cuerpos nunca se tiene en cuenta el empuje del aire sobre el cuerpo que se pesa (P. Arquímedes). ¿Es necesario tenerlo en cuenta?

EVALUACIÓN

1. ¿Cuál es el gas más abundante en la atmósfera?

Nota. En algunas cuestiones de las que siguen puede haber más de una respuesta correcta. Pulsa como correctas todas las que creas que lo son.

- A. ? El oxígeno
- B. ? El nitrógeno
- C. ? El argón
- D. ? Otros

2. Si no existe una diferencia de presión entre dos puntos, las partículas del aire no se mueven

- A. ? Cierto
- B. ? Falso
- C. ? Depende

3. Para que la columna de mercurio del barómetro alcance 76 cm de altura, un día de presión atmosférica "normal", la sección del tubo tiene que ser siempre de 1 cm².

- A. ? Correcto
- B. ? Falso
- C. ? No se puede generalizar.

4. La presión atmosférica disminuye linealmente, es decir, varía lo mismo al subir desde el suelo hasta 100 m de altura, que al subir desde los 100 m a los 200 m

- A. ? Falso
- B. ? Correcto
- C. ? No existe una regla

5. La temperatura de ebullición del agua contenida en un recipiente abierto a la atmósfera depende de la presión atmosférica.

- A. ? Falso, el agua hierve a 100°
- B. ? Correcto.
- C. ? Depende de la presión atmosférica y de las sustancias que lleva disueltas.

6. El empuje que ejerce un líquido sobre un cuerpo es igual

- A. ? al volumen de la parte del cuerpo sumergido
- B. ? a la masa de la parte del cuerpo sumergido
- C. ? al peso del agua desalojada por la parte sumergida del cuerpo.

7. El empuje es....

- A. ? una fuerza con punto de aplicación en el centro del cuerpo, dirección perpendicular a la superficie y sentido hacia arriba .
- B. ? una fuerza con punto de aplicación en el centro de la parte sumergida, dirigida hacia arriba en dirección variable según la oscilación.
- C. ? una fuerza con punto de aplicación en el centro geométrico de la parte sumergida, dirección perpendicular a la superficie y dirigida hacia arriba.

8. El peso aparente es...

- A. ? el peso del cuerpo en el aire menos el empuje cuando el cuerpo está totalmente sumergido.
- B. ? lo que varía el peso del cuerpo (de estar en el aire a estar totalmente sumergido en un fluido).
- C. ? el empuje.

9. La densidad de los cuerpos es una propiedad característica. Esto supone que:

- A. ? cada sustancia tiene una densidad diferente a las demás.
- B. ? una misma masa de diferentes sustancias (1kg de oro y 1kg de plata) siempre desalojan igual volumen.
- C. ? volúmenes iguales de diferentes sustancias tienen diferentes masas.

10. La densidad de un cuerpo respecto al agua (densidad relativa) se halla...

- A. ? dividiendo su peso en el aire entre el empuje.
- B. ? dividiendo el peso del cuerpo en el aire entre la disminución de su peso.
- C. ? dividiendo su masa entre su volumen.

11. ¿Dónde está situado el metacentro?

- A. ? Sobre el eje de simetría del barco y por encima del centro de gravedad.
- B. ? En el eje de simetría del barco y en el punto de corte con la dirección del empuje con el eje.
- C. ? En el eje de simetría del barco, justo en el punto de corte con la dirección del peso.

12. La fuerza que origina la tensión superficial es

- A. ? una fuerza dirigida hacia fuera que impide aumentar la superficie de los líquidos.
- B. ? una fuerza dirigida hacia dentro y en la dirección del peso que impide aumentar la superficie de los líquidos.
- C. ? una fuerza que impide aumentar la superficie de los líquidos dirigida hacia dentro del líquido y en el plano de la membrana creada al deformar la superficie.

13. ¿Qué es un menisco cóncavo?

- A. ? El formado por un líquido que tiene las fuerzas de adherencia iguales a las de cohesión.
- B. ? El formado por un líquido que tiene mayor fuerza de cohesión que de adherencia.
- C. ? El formado por un líquido que tiene mayor fuerza de adherencia que de cohesión.

14. Los productos que disminuyen la tensión superficial del agua hacen que...

- A. ? el agua moje mejor y arrastre mejor la suciedad
- B. ? el agua moje peor y arrastre mejor la suciedad
- C. ? el agua moje peor y arrastre peor la suciedad

15. ¿Qué productos disminuyen la tensión superficial del agua?

- A. ? grasas y aceites
- B. ? detergentes y jabones
- C. ? hidratos de carbono y azúcares