

ESTÁTICA

INDICE

- INTRODUCCIÓN
- ELECTROESTÁTICA
- HIDROESTÁTICA
- APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE LA HIDROSTÁTICA
- EMPUJE HIDROSTÁTICO: PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
- AEROSTÁTICA
- LA ESTÁTICA DE LOS SÓLIDOS
- TERMOESTÁTICA
- BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCIÓN

La Estática estudia las condiciones de equilibrio de los cuerpos sometidos a diversas fuerzas. Al tratar la Tercera Ley de Newton, se menciona la palabra reacción al resumirse esa Ley en la expresión: A toda acción corresponde una reacción igual y opuesta. Se dice que no se trata de dos fuerzas que se equilibran porque no son fuerzas que obren sobre el mismo cuerpo, sin embargo, hay ocasiones en que las fuerzas efectivamente están en equilibrio.

En Estática se usa con frecuencia la palabra reacción al hablar de cuerpos en equilibrio, como cuando se coloca un peso en una viga puesta horizontalmente. Pero además de tener en consideración en este factor, hay que tomar en cuenta que el efecto de la fuerza sobre el cuerpo rígido depende también de su punto de aplicación, esto se refiere a los momentos de las fuerzas con respecto a un punto, considerando que la suma de todos estos debe de ser igual a cero, deben de estar en equilibrio para que se cumpla lo antes mencionado.

La Estática es la parte de la física que estudia los cuerpos sobre los que actúan fuerzas y momentos cuyas resultantes son nulas, de forma que permanecen en reposo o en movimiento no acelerado. El objeto de la estática es determinar la fuerza resultante y el momento resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo para poder establecer sus condiciones de equilibrio.

Un sistema de fuerzas que actúa sobre un cuerpo puede ser reemplazado por una fuerza resultante y por un momento resultante que produzcan sobre el cuerpo el mismo efecto que todas las fuerzas y todos los momentos actuando conjuntamente. Como la fuerza resultante provoca un movimiento de traslación en el cuerpo y el momento resultante un movimiento de rotación, para que el cuerpo se encuentre en equilibrio debe cumplirse, simultáneamente, que la fuerza resultante y el momento resultante sean nulos. No obstante, equilibrio no es sinónimo de reposo, ya que una fuerza resultante nula y un momento resultante nulo implican una aceleración lineal y angular nulas, respectivamente, pero el cuerpo puede encontrarse en reposo o tener un movimiento rectilíneo y uniforme. Así, un cuerpo está en equilibrio cuando se encuentra en reposo o cuando se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme. Véase Mecánica.

Esta condición de equilibrio implica que una fuerza aislada aplicada sobre un cuerpo no puede producir por sí sola equilibrio y que, en un cuerpo en equilibrio, cada fuerza es igual y opuesta a la resultante de todas las demás. Así, dos fuerzas iguales y opuestas, actuando sobre la misma línea de acción, sí producen equilibrio.

El equilibrio puede ser de tres clases: estable, inestable e indiferente. Si un cuerpo está suspendido, el equilibrio será estable si el centro de gravedad está por debajo del punto de suspensión; inestable si está por encima, e indiferente si coinciden ambos puntos. Si un cuerpo está apoyado, el equilibrio será estable cuando

la vertical que pasa por el centro de gravedad caiga dentro de su base de sustentación; inestable cuando pase por el límite de dicha base, e indiferente cuando la base de sustentación sea tal que la vertical del centro de gravedad pase siempre por ella.

• ELECTROESTATICA.

Categoría de fenómenos físicos originados por la existencia de cargas eléctricas y por la interacción de las mismas. Cuando una carga eléctrica se encuentra estacionaria, o estática, produce fuerzas eléctricas sobre las otras cargas situadas en su misma región del espacio; cuando está en movimiento, produce además efectos magnéticos. Los efectos eléctricos y magnéticos dependen de la posición y movimiento relativos de las partículas cargadas. En lo que respecta a los efectos eléctricos, estas partículas pueden ser neutras, positivas o negativas. La electricidad se ocupa de las partículas cargadas positivamente, como los protones, que se repelen mutuamente, y de las partículas cargadas negativamente, como los electrones, que también se repelen mutuamente. En cambio, las partículas negativas y positivas se atraen entre sí. Este comportamiento puede resumirse diciendo que las cargas del mismo signo se repelen y las cargas de distinto signo se atraen.

ELECTRICIDAD ESTATICA

La electricidad estática, la cual, como su nombre lo indica, permanece en un lugar. Un ejemplo: Si usted frota en su ropa un globo inflado (de preferencia un suéter de lana) o en su propio cabello, puede poner el globo contra la pared y ahí permanecerá. ¿Por qué? Cuando es frotado, el globo toma electrones del suéter o del cabello y adquiere una ligera carga negativa, la cual es atraída por la carga positiva de la pared.

Ahora, de la manera indicada, frote usted dos globos inflados, a cada uno de ellos áteles un hilo y trate de que se acerquen uno al otro. ¿Qué ocurre? Los globos evitan tocarse entre sí. ¿Por qué? La explicación es que ambos tienen cargas negativas y éstas se repelen. Las cargas positivas se repelen y las cargas negativas también. En cambio, las cargas diferentes se atraen. Esto mismo ocurre con los polos de cualquier imán: el "norte" tiende a unirse con el "sur", pero los polos iguales siempre se repelen entre sí.

La electricidad estática puede ocasionarnos descargas o lo que llamamos "toques". Si usted camina sobre una alfombra o tapete, su cuerpo recoge electrones y cuando toca algo metálico, como es el picaporte de la puerta o cualquier otra cosa con carga positiva, la electricidad produce una pequeña descarga entre el objeto y sus dedos, lo que, además de sorpresivo, a veces, resulta un tanto doloroso.

Otra manifestación de la electricidad estática son los relámpagos y truenos de una tormenta eléctrica: las nubes adquieren cargas eléctricas por la fricción de los cristales de hielo que se mueven en su interior, y esas cargas de electrones llegan a ser tan grandes que éstos se precipitan hacia el suelo o hacia otra nube, lo cual provoca el relámpago y éste el trueno. El relámpago viaja a la velocidad de la luz (más de 300 mil kilómetros por segundo) y el trueno a la velocidad del sonido (poco más de 300 metros por segundo). Por esta razón es que primero vemos el relámpago y después escuchamos el trueno.

3. HIDROSTATICA

La estática de fluidos estudia el equilibrio de gases y líquidos. A partir de los conceptos de densidad y de presión se obtiene la ecuación fundamental de la hidrostática, de la cual el principio de Pascal y el de Arquímedes pueden considerarse consecuencias. El hecho de que los gases, a diferencia de los líquidos, puedan comprimirse hace que el estudio de ambos tipos de fluidos tengan algunas características diferentes. En la atmósfera se dan los fenómenos de presión y de empuje que pueden ser estudiados de acuerdo con los principios de la estática de gases.

Se entiende por fluido un estado de la materia en el que la forma de los cuerpos no es constante, sino que se adapta a la del recipiente que los contiene. La materia fluida puede ser trasvasada de un recipiente a otro, es

decir, tiene la capacidad de fluir. Los líquidos y los gases corresponden a dos tipos diferentes de fluidos. Los primeros tienen un volumen constante que no puede mortificarse apreciablemente por compresión. Se dice por ello que son fluidos incompresibles. Los segundos no tienen un volumen propio, sino que ocupan el del recipiente que los contiene; son fluidos compresibles porque, a diferencia de los líquidos, sí pueden ser comprimidos.

El estudio de los fluidos en equilibrio constituye el objeto de la estática de fluidos, una parte de la física que comprende la hidrostática o estudio de los líquidos en equilibrio, y la aerostática o estudio de los gases en equilibrio y en particular del aire.

Todos los líquidos pesan, por ello cuando están contenidos en un recipiente las capas superiores oprimen a las inferiores, generándose una presión debida al peso. La presión en un punto determinado del líquido deberá depender entonces de la altura de la columna de líquido que tenga por encima suyo.

Considérese un punto cualquiera del líquido que diste una altura h de la superficie libre de dicho líquido. La fuerza del peso debido a una columna cilíndrica de líquido de base S situada sobre él puede expresarse en la forma

$$F_{\text{peso}} = mg = \rho \cdot V \cdot g = \rho \cdot g \cdot h \cdot S$$

siendo V el volumen de la columna y la densidad del líquido. Luego la presión debida al peso vendrá dada por: la presión en un punto

La definición de la presión como cociente entre la fuerza y la superficie se refiere a una fuerza constante que actúa perpendicularmente sobre una superficie plana. En los líquidos en equilibrio las fuerzas asociadas a la presión son en cada punto perpendiculares a la superficie del recipiente, de ahí que la presión sea considerada como una magnitud escalar cociente de dos magnitudes vectoriales de igual dirección: la fuerza y el vector superficie. Dicho vector tiene por módulo el área y por dirección la perpendicular a la superficie.

Cuando la fuerza no es constante, sino que varía de un punto a otro de la superficie S considerada, tiene sentido hablar de la presión en un punto dado. Para definirla se considera un elemento de superficie S que rodea al punto; si dicho elemento reduce enormemente su extensión, la fuerza F que actúa sobre él puede considerarse constante. En tal caso la presión en el punto considerado se definirá en la forma matemática esta expresión, que es la derivada de F respecto de S , proporciona el valor de la presión en un punto y puede calcularse si se conoce la ecuación matemática que indica cómo varía la fuerza con la posición.

Si la fuerza es variable y F representa la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre la superficie S la fórmula define, en este caso, la presión media.

Si sobre la superficie libre se ejerciera una presión exterior adicional p_0 , como la atmosférica por ejemplo, la presión total p en el punto de altura h sería:

Esta ecuación puede generalizarse al caso de que se trate de calcular la diferencia de presiones p entre dos puntos cualesquiera del interior del líquido situados a diferentes alturas, resultando:

que constituye la llamada ecuación fundamental de la hidrostática.

Esta ecuación indica que para un líquido dado y para una presión exterior constante la presión en el interior depende únicamente de la altura. Por tanto, todos los puntos del líquido que se encuentren al mismo nivel soportan igual presión. Ello implica que ni la forma de un recipiente ni la cantidad de líquido que contiene influyen en la presión que se ejerce sobre su fondo, tan sólo la altura de líquido. Esto es lo que se conoce como paradoja hidrostática, cuya explicación se deduce a modo de consecuencia de la ecuación fundamental.

4. APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE LA HIDROSTÁTICA

Un submarinista se sumerge en el mar hasta alcanzar una profundidad de 100 m. Determinar la presión a la que está sometido y calcular en cuántas veces supera a la que experimentaría en el exterior, sabiendo que la densidad del agua del mar es de $1\,025\text{ kg/m}^3$.

De acuerdo con la ecuación fundamental de la hidrostática:

Considerando que la presión p_0 en el exterior es de una atmósfera ($1\text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5\text{ Pa}$), al sustituir los datos en la anterior ecuación resulta:

$$p = 1,013 \cdot 10^5 + 1025 \cdot 9,8 \cdot 100 = 11,058 \cdot 10^5\text{ Pa}$$

El número de veces que p es superior a la presión exterior p_0 se obtiene hallando el cociente entre ambas:

5. EMPUJE HIDROSTÁTICO: PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Los cuerpos sólidos sumergidos en un líquido experimentan un empuje hacia arriba. Este fenómeno, que es el fundamento de la flotación de los barcos, era conocido desde la más remota antigüedad, pero fue el griego Arquímedes (287–212 a. de C.) quien indicó cuál es la magnitud de dicho empuje. De acuerdo con el principio que lleva su nombre, todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un líquido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del volumen de líquido desalojado.

Aun cuando para llegar a esta conclusión Arquímedes se apoyó en la medida y experimentación, su famoso principio puede ser obtenido como una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática. Considérese un cuerpo en forma de paralelepípedo, las longitudes de cuyas aristas valen a , b y c metros, siendo c la correspondiente a la arista vertical. Dado que las fuerzas laterales se compensan mutuamente, sólo se considerarán las fuerzas sobre las caras horizontales.

La fuerza F_1 sobre la cara superior estará dirigida hacia abajo y de acuerdo con la ecuación fundamental de la hidrostática su magnitud se podrá escribir como :

siendo S_1 la superficie de la cara superior y h_1 su altura respecto de la superficie libre del líquido.

La fuerza F_2 sobre la cara inferior estará dirigida hacia arriba y, como en el caso anterior, su magnitud vendrá dada por:

La resultante de ambas representará la fuerza de empuje hidrostático E .

pero, dado que $S_1 = S_2 = S$ y $h_2 = h_1 + c$, resulta: que es precisamente el valor del empuje predicho por Arquímedes en su principio, ya que $V = c \cdot S$ es el volumen del cuerpo, ρ la densidad del líquido, $m = \rho \cdot V$ la masa del líquido desalojado y finalmente $m \cdot g$ es el peso de un volumen de líquido igual al del cuerpo sumergido.

Equilibrio de los cuerpos sumergidos

De acuerdo con el principio de Arquímedes, para que un cuerpo sumergido en un líquido esté en equilibrio, la fuerza de empuje E y el peso P han de ser iguales en magnitudes y, además, han de aplicarse en el mismo punto. En tal caso la fuerza resultante R es cero y también lo es el momento M , con lo cual se dan las dos condiciones de equilibrio. La condición $E = P$ equivale de hecho a que las densidades del cuerpo y del líquido sean iguales. En tal caso el equilibrio del cuerpo sumergido es indiferente.

Si el cuerpo no es homogéneo, el centro de gravedad no coincide con el centro geométrico, que es el punto en donde puede considerarse aplicada la fuerza de empuje. Ello significa que las fuerzas E y P forman un par que hará girar el cuerpo hasta que ambas estén alineadas.

Equilibrio de los cuerpos flotantes

Si un cuerpo sumergido sale a flote es porque el empuje predomina sobre el peso ($E > P$). En el equilibrio ambas fuerzas aplicadas sobre puntos diferentes estarán alineadas; tal es el caso de las embarcaciones en aguas tranquilas, por ejemplo. Si por efecto de una fuerza lateral, como la producida por un golpe de mar, el eje vertical del navío se inclinara hacia un lado, aparecerá un par de fuerzas que harán oscilar el barco de un lado a otro. Cuanto mayor sea el momento M del par, mayor será la estabilidad del navío, es decir, la capacidad para recuperar la verticalidad. Ello se consigue diseñando convenientemente el casco y repartiendo la carga de modo que rebaje la posición del centro de gravedad, con lo que se consigue aumentar el brazo del par.

Aquí se ilustra el principio en el caso de un bloque de aluminio y uno de madera. (1) El peso aparente de un bloque de aluminio sumergido en agua se ve reducido en una cantidad igual al peso del agua desplazada. (2) Si un bloque de madera está completamente sumergido en agua, el empuje es mayor que el peso de la madera (esto se debe a que la madera es menos densa que el agua, por lo que el peso de la madera es menor que el peso del mismo volumen de agua). Por tanto, el bloque asciende y emerge del agua parcialmente desplazando así menos agua hasta que el empuje iguala exactamente el peso del bloque.

6. AEROSTATICA

La aerostática frente a la hidrostática

Desde un punto de vista mecánico, la diferencia fundamental entre líquidos y gases consiste en que estos últimos pueden ser comprimidos. Su volumen, por tanto, no es constante y consiguientemente tampoco lo es su densidad. Teniendo en cuenta el papel fundamental de esta magnitud física en la estática de fluidos, se comprende que el equilibrio de los gases haya de considerarse separadamente del de los líquidos.

Así, la ecuación fundamental de la hidrostática no puede ser aplicada a la aerostática. El principio de Pascal, en el caso de los gases, no permite la construcción de prensas hidráulicas. El principio de Arquímedes conserva su validez para los gases y es el responsable del empuje aerostático, fundamento de la elevación de los globos y aerostatos. Sin embargo, y debido a la menor densidad de los gases, en iguales condiciones de volumen del cuerpo sumergido, el empuje aerostático es considerablemente menor que el hidrostático.

La compresibilidad de los gases. Ley de Boyle.

El volumen del gas contenido en un recipiente se reduce si se aumenta la presión. Esta propiedad que presentan los gases de poder ser comprimidos se conoce como compresibilidad y fue estudiada por el físico inglés Robert Boyle (1627–1691).

Si se dispone de un cilindro con un émbolo móvil que puede modificar el volumen de aquél y se introduce un gas en su interior, el volumen ocupado por el gas variará con la presión del émbolo de tal modo que su producto se mantiene constante si la temperatura es constante durante el experimento. Es decir:

Ello significa que a temperatura constante la presión y el volumen de un gas son magnitudes inversamente proporcionales

y por tanto la representación gráfica de p frente a V corresponde a una hipérbola equilátera.

Este resultado se conoce como ley de Boyle y describe de forma aproximada el comportamiento de un gas en un amplio rango de presiones y volúmenes. No obstante, a temperaturas elevadas o a presiones elevadas, para las cuales el gas se aproxima bastante al estado líquido, la ley de Boyle deja de cumplirse con una precisión razonable.

La presión atmosférica

Del mismo modo que existe una presión hidrostática en los líquidos asociada al peso de unas capas de líquido sobre otras, las grandes masas gaseosas pueden dar lugar a presiones considerables debidas a su propio peso. Tal es el caso de la atmósfera. La presión del aire sobre los objetos contenidos en su seno se denomina presión atmosférica.

La ley de variación de la presión atmosférica con la altura es mucho más complicada que la descrita por la ecuación fundamental de la hidrostática $p = p_0 + \rho g h$. Al tratarse de un fluido compresible, la densidad no es constante, sino que varía con la presión; pero además, para variaciones importantes de la altura el valor de g tampoco se mantiene constante. Esta dependencia mutua de las variables que aparecen en la anterior ecuación hace que el cálculo preciso de la presión atmosférica en un punto determinado sea una tarea compleja que proporciona tan sólo resultados aproximados.

La primera comprobación experimental de la existencia de una presión asociada al aire fue efectuada por Evangelista Torricelli (1608–1647). El experimento de Torricelli consistió en llenar de mercurio un tubo de vidrio de más de un metro de largo, cerrarlo provisionalmente e invertirlo sumergiéndolo en una gran cubeta con mercurio. Cuando abrió el extremo del tubo sumergido observó que éste sólo se vaciaba en parte, quedando en su interior una columna de mercurio de unos setenta y seis centímetros.

Este resultado fue interpretado como una prueba de que la presión del peso del aire actuando sobre la superficie libre del mercurio de la cubeta era capaz de soportar el peso de la columna. En el espacio restante del tubo se había producido el primer vacío de la historia de la física que se conoce como vacío de Torricelli. La presión correspondiente a una columna de mercurio de 760 mm de altura define, precisamente, la atmósfera (atm) como unidad de presión.

Además de con la altura, la presión atmosférica varía con la temperatura y con la humedad y, en general, con el estado del tiempo, por lo que constituye una magnitud decisiva en el análisis y en la predicción meteorológicos. Las primeras variaciones de la presión atmosférica de un día a otro fueron observadas por el propio Torricelli con su dispositivo, que fue precursor de los actuales barómetros.

7. LA ESTÁTICA DE LOS SÓLIDOS

La Estática de los Sólidos es la parte de la mecánica que estudia en forma gráfica–analítica las condiciones de equilibrio que deben cumplir las fuerzas exteriores o cargas aplicadas sobre cuerpos, a los que considera infinitamente resistentes e indeformables, no analizando, por otra parte, los efectos interiores que provocan en el material. Cuando las fuerzas exteriores están distribuidas en forma tal que se equilibran entre sí, el cuerpo se encuentra en reposo o equilibrio estático.

El estudio que realiza la estática, si bien permite comprobar el estado de equilibrio de un cuerpo teniendo en cuenta solamente las fuerzas que le son aplicables, no resulta completo si consideramos que los materiales pueden deformarse y romperse, por lo que corresponde a la Resistencia de Materiales determinar hasta qué límites pueden emplearse dichas fuerzas en condiciones de eficiencia y seguridad.

La Resistencia de Materiales no acepta, entonces, la hipótesis de la rigidez, sino que, por lo contrario, considera la deformabilidad de los cuerpos y estudia las reacciones que se desarrollan en éstos con el objeto de contrarrestar la acción de las fuerzas que les son aplicadas, efectos que tienen lugar aún cuando el material

se encuentre en equilibrio estático.

El estudio de esta parte de la mecánica, comprende dos ramas: una analítica, que dimensiona a los materiales en base a sus propiedades de deformación y resistencia, de manera que puedan cumplir sin inconvenientes su función dentro de la estructura o mecanismo a que pertenecen, y otra experimental, que se realiza en el Laboratorio de Ensayos de Materiales, que determina aquellas propiedades mediante el empleo de máquinas y accesorios especiales.

8. TERMOESTATICA

Campo de la física que describe y relaciona las propiedades físicas de sistemas macroscópicos de materia y energía.

Un concepto esencial de la termodinámica es el de sistema macroscópico, que se define como un conjunto de materia que se puede aislar espacialmente y que coexiste con un entorno infinito e imperturbable. El estado de un sistema macroscópico en equilibrio puede describirse mediante propiedades medibles como la temperatura, la presión o el volumen, que se conocen como variables termodinámicas. Es posible identificar y relacionar entre sí muchas otras variables (como la densidad, el calor específico, la compresibilidad o el coeficiente de expansión térmica), con lo que se obtiene una descripción más completa de un sistema y de su relación con el entorno.

Cuando un sistema macroscópico pasa de un estado de equilibrio a otro, se dice que tiene lugar un proceso termodinámico. Las leyes o principios de la termodinámica determinan la naturaleza y los límites de todos los procesos termodinámicos.

Principio cero de la termodinámica

El término de temperatura adolece de la imprecisión del lenguaje no matemático. El llamado principio cero de la termodinámica proporciona una definición precisa, aunque empírica, de la temperatura.

Cuando dos sistemas están en equilibrio mutuo, comparten una determinada propiedad. Esta propiedad puede medirse, y se le puede asignar un valor numérico definido. El principio cero de la termodinámica afirma que si dos sistemas distintos (A y B) están en equilibrio termodinámico con un tercero (C en 1), también tienen que estar en equilibrio entre sí (2). Esta propiedad compartida en el equilibrio es la temperatura.

Si uno de estos sistemas se pone en contacto con un entorno infinito situado a una determinada temperatura, el sistema acabará alcanzando el equilibrio termodinámico con su entorno, es decir, llegará a tener la misma temperatura que éste. (El llamado entorno infinito es una abstracción matemática denominada depósito térmico; en realidad basta con que el entorno sea grande en relación con el sistema estudiado).

Temperatura

El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frialdad relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición. En el caso de dos cuerpos con temperaturas diferentes, el calor fluye del más caliente al más frío hasta que sus temperaturas sean idénticas y se alcance el equilibrio térmico. Por tanto, los términos de temperatura y calor, aunque relacionados entre sí, se refieren a conceptos diferentes: la temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

Los cambios de temperatura tienen que medirse a partir de otros cambios en las propiedades de una sustancia. Por ejemplo, el termómetro de mercurio convencional mide la dilatación de una columna de mercurio en un capilar de vidrio, ya que el cambio de longitud de la columna está relacionado con el cambio

de temperatura. Si se suministra calor a un gas ideal contenido en un recipiente de volumen constante, la presión aumenta, y el cambio de temperatura puede determinarse a partir del cambio en la presión según la ley de Gay–Lussac (ver gases ideales), siempre que la temperatura se exprese en la escala absoluta.

La sensación de calor o frío al tocar una sustancia depende de su temperatura, de la capacidad de la sustancia para conducir el calor y de otros factores. Aunque, si se procede con cuidado, es posible comparar las temperaturas relativas de dos sustancias mediante el tacto, es imposible evaluar la magnitud absoluta de las temperaturas a partir de reacciones subjetivas. Cuando se aporta calor a una sustancia, no sólo se eleva su temperatura, con lo que proporciona una mayor sensación de calor, sino que se producen alteraciones en varias propiedades físicas que pueden medirse con precisión.

Al variar la temperatura, las sustancias se dilatan o se contraen, su resistencia eléctrica cambia, y en el caso de un gas su presión varía. La variación de alguna de estas propiedades suele servir como base para una escala numérica precisa de temperaturas.

La temperatura se mide con dispositivos llamados termómetros. Un termómetro contiene una sustancia con estados fácilmente identificables y reproducibles, por ejemplo el agua pura y sus puntos de ebullición y congelación normales. Si se traza una escala graduada entre dos de estos estados, la temperatura de cualquier sistema puede determinarse poniéndolo en contacto térmico con el termómetro, siempre que el sistema sea grande en relación con el termómetro.

9. BIBLIOGRAFÍA

ESTÁTICA

JERRY H. GINSBERG

1ª. EDICIÓN

ED. INTERAMERICANA

PÁGINAS 67–85

ENCICLOPEDIA AUTODIDÁCTICA

OCÉANO COLOR

TOMO 3

ED. OCÉANO

EDICIÓN 1995

Págs. 824–832

ENCICOPEDIA ENCARTA 2001

MICROSOFT CORPORATION

INTERNET

Sistema

C

Sistema

A

Sistema

B

(1)

Sistema

C

Sistema

A

Sistema

B

(2)