

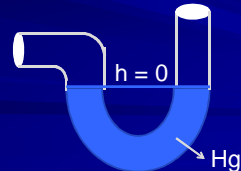
EVANGELISTA TORRICELLI

(1608 - 1647). Matemático y físico italiano. Descubrió y determinó el valor de la presión atmosférica y en 1643 inventó el barómetro. Una unidad de medida, el torr, utilizada en física para indicar la presión barométrica cuando se trabaja en condiciones cercanas al vacío, se denomina así en su honor.

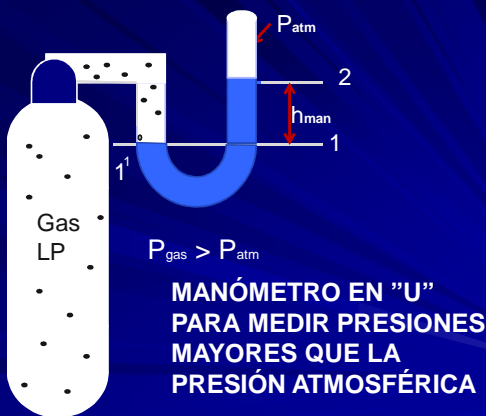


PRESIÓN MANOMÉTRICA. Es la presión de un fluido dada por un instrumento de medición denominado manómetro, cuyo valor medido es relativo a la presión atmosférica local.

MANÓMETRO. Es el instrumento de medición de presión que indica valores relativos, de la fuerza por unidad de área que ejerce un fluido, con respecto a la presión atmosférica.



MANÓMETRO EN "U"



Aplicando la ecuación del Gradiente de Presión al Manómetro en «U»

$$\int_1^2 dP = \int_1^2 -\rho g dz$$

$$P_2 - P_1 = -\rho g(z_2 - z_1) = -\rho g h_{\text{manómetro}}$$

$$P_{\text{ATM}} - P_{\text{GAS/LP}} = -\rho g h_{\text{manómetro}} = P_{\text{man/gas}}$$

$$P_{\text{man/gas}} = -\rho g h_{\text{manómetro}}$$

Despejando P_{gas} de la ecuación anterior

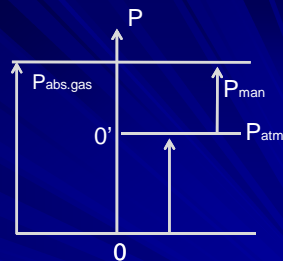
$$P_{\text{gas}} = P_{\text{ATM}} + P_{\text{man/gas}}, \quad P_{\text{gas}} > P_{\text{ATM}}$$

$$P_{\text{gas}} = P_1 = P_{\text{man}} + P_{\text{atm}}$$

$$P_{\text{man}} = \rho g h_{\text{man}}$$

$$P_{\text{gas}} = P_{\text{man}} + P_{\text{atm}}$$

$$P_{\text{abs.gas}} = P_{\text{rel.gas}} + P_{\text{atm}}$$



CONCLUIMOS

$$\begin{aligned} P_{\text{abs}} &> P_{\text{atm}} \\ P_{\text{abs}} &= P_{\text{man}} + P_{\text{atm}} \end{aligned}$$

MANÓMETRO EN "U" PARA MEDIR PRESIONES DE VACÍO

VACÍO
Es una presión menor a la presión atmosférica.



Aplicando la ecuación del Gradiente de Presión al Vacuómetro en «U»

$$\int_1^2 dP = \int_1^2 -\rho g dz$$

Integrando:

$$P_2 - P_1 = -\rho g(z_2 - z_1) =$$

$$P_{\text{aire}} - P_{\text{ATM}} = -\rho g h)_{\text{vacuómetro}} = -P_{\text{vac)aire}}$$

$$P_{\text{vac)aire}} = \rho g h)_{\text{vacuómetro}}$$

Despejando P_{aire} de la ecuación anterior

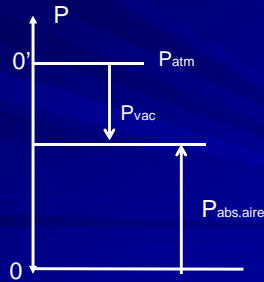
$$P_{\text{aire}} = P_{\text{ATM}} - P_{\text{vac)aire}}$$

$$P_{\text{aire}} < P_{\text{ATM}}$$

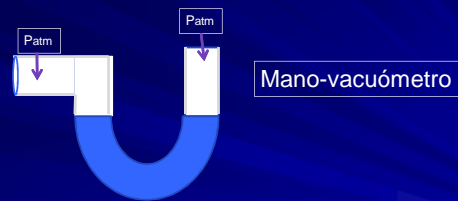
$$P_1 = P_{\text{atm}} = P_{\text{vac}} + P_{\text{abs.aire}}$$

$$P_{\text{abs.aire}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{vac}}$$

$$P_{\text{vac}} = \rho g h)_{\text{vac}}$$



MANÓMETRO EN «U»



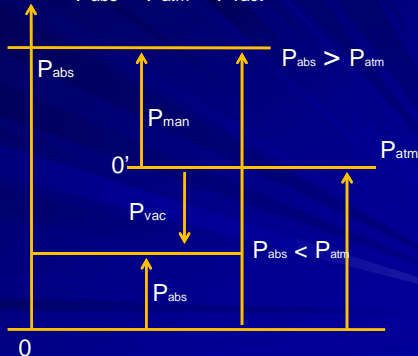
$$P_{\text{abs}} > P_{\text{atm}}$$

(Manómetro)

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{man}}$$

$$P_{\text{abs}} < P_{\text{atm}} \text{ (vacuómetro)}$$

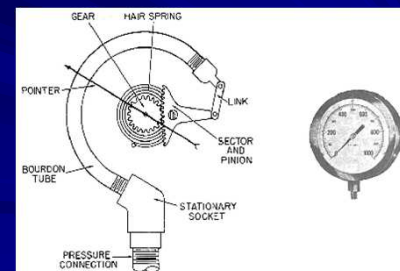
$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{vac.}}$$



MANÓMETRO DE BOURDON

Funciona al igual que el manómetro y el vacuómetro

<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica34.htm>



BOURDON, EUGÈNE

(1808 - 1884). Ingeniero e industrial francés. En 1849 inventó un manómetro metálico que fue utilizado por la marina francesa en las calderas de vapor. También fabricó otros muchos dispositivos, como una trompa de vacío, un reloj neumático y un taquímetro.



LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA

La Ley Cero de la Termodinámica lleva este nombre debido a que se vio la necesidad de redefinir conceptos de fenómenos físico en los que se involucran:

- calor,
- energía interna,
- equilibrio térmico,
- temperatura y
- termómetro, entre otros.

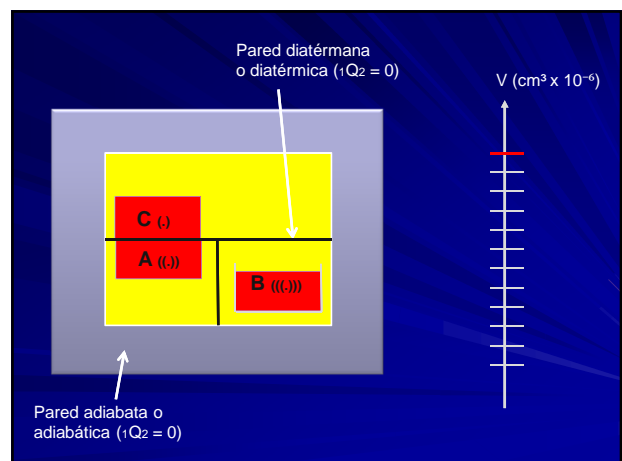
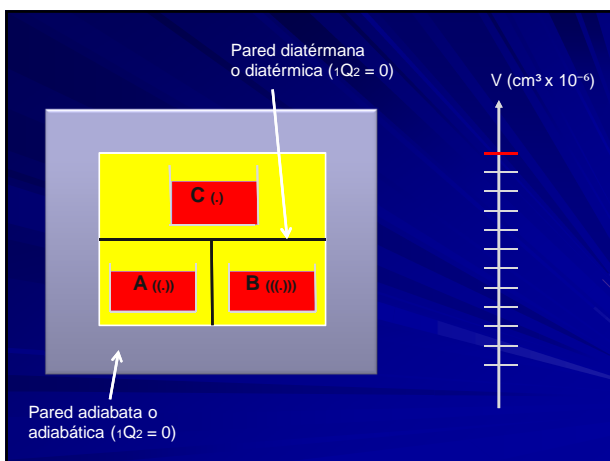
Ya que en el siglo XIX y principios del XX eran equívocos estos conceptos, lo cual se encontró después de haber enunciado la 1ª y 2ª Leyes de la Termodinámica, y estas requerían del soporte conceptual correcto.

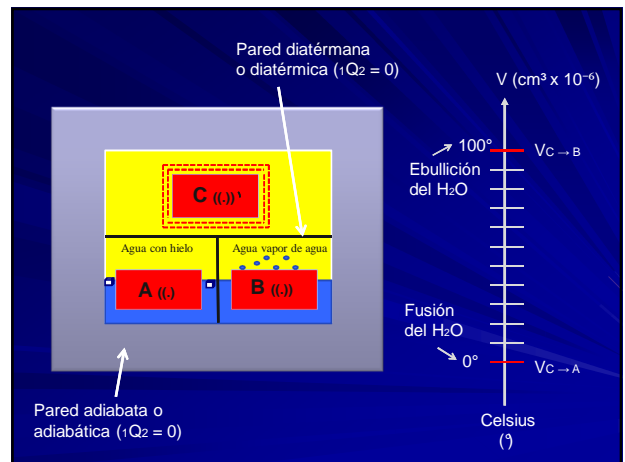
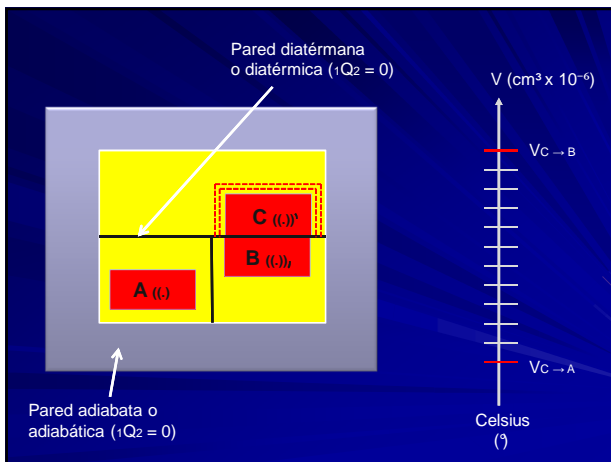
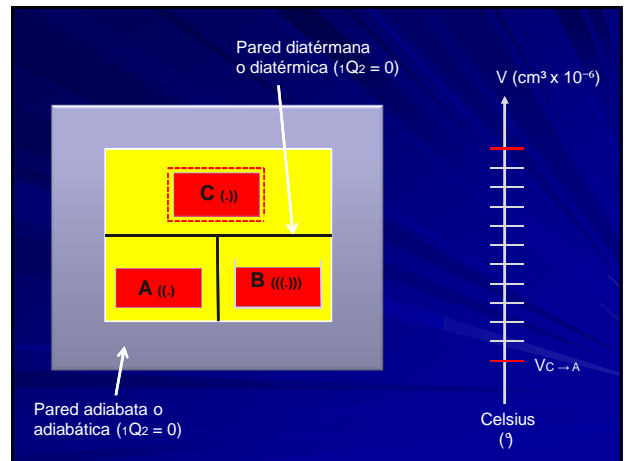
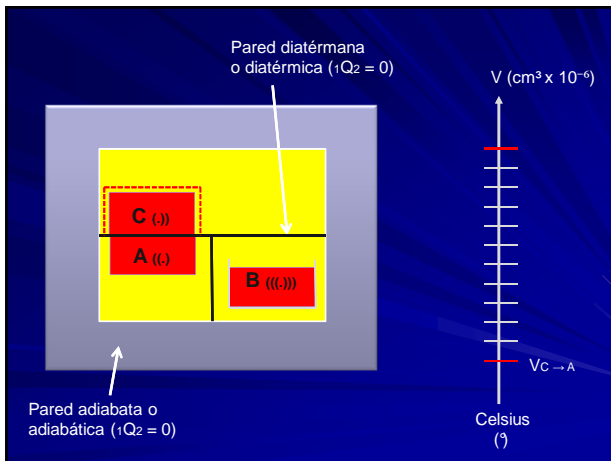
La Ley Cero de la Termodinámica permite explicitar dichos conceptos, para una estructuración adecuada de esta área de la Física.

LEY CERO DE LA TERMODINÁMICA

ENUNCIADO:

“Si se tiene un sistema “A” que se encuentre en equilibrio térmico con un sistema “C”, y por otra parte, si se tiene un sistema “B” en equilibrio térmico con el mismo sistema “C”, entonces, se concluye que los sistemas “A” y “B” están en equilibrio térmico.”





ANDERS CELSIUS

(1701 - 1744) Astrónomo sueco, fue el primero que propuso el termómetro centígrado, que tiene una escala de 100 grados que separan el punto de ebullición y el de congelación del agua.



PARED DIATÉRMICA O DIATÉRMICA: Es aquella que permite el flujo o transferencia de calor, pero no la transferencia de trabajo. Es una pared ideal.

PARED ADIABATA O ADIABÁTICA: Es aquella que permite el flujo o transferencia de trabajo, pero no la transferencia de calor. Es una pared ideal.

EQUILIBRIO TÉRMICO. Se presenta cuando dos cuerpos o sistemas termodinámicos tienen el mismo nivel energético molecular, que a nivel macroscópico equivale a que se encuentran a la misma temperatura.

TEMPERATURA. Es el parámetro con el cual se establece el nivel energético molecular de un sistema, es decir su energía interna, con respecto a un nivel de energía absoluto o relativo.

TERMÓMETRO: Es un dispositivo o instrumento de medición que transduce los cambios de la energía molecular de un sistema al cambio de una propiedad física macroscópicamente observable, como puede ser el cambio de volumen, resistencia eléctrica, diferencia de potencial, presión, luminosidad, etc. Al escalar esta variable termométrica a un punto de referencia absoluto o relativo, se cuantifica la temperatura.

ESCALAS DE TEMPERATURA EMPÍRICA RELATIVA Y ABSOLUTA

Cuando en un termómetro se escalan los cambios lineales de una propiedad física macroscópicamente observable del sistema en estudio, debido a los cambios en la energía interna de dicho sistema, se dice que se establece una escala de temperatura empírica.

La escala de temperatura empírica puede estar referida, para cuantificar los cambios

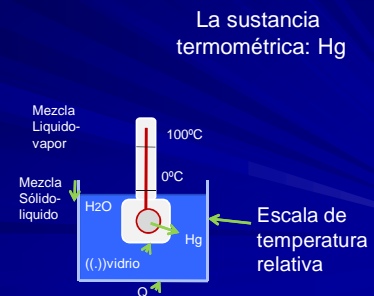
energéticos, ya sea a un punto arbitrario, con lo que se establece una escala de temperatura empírica relativa; o bien, referido a un nivel de energía molecular cero, y establecer una escala de temperatura empírica absoluta.

TEMPERATURA ABSOLUTA O RELATIVA: Es el parámetro cuyo valor numérico está dado en grados y hace referencia a la energía interna del sistema, que se asocia a la energía molecular de dicho sistema, ya sea referido a una escala de temperatura absoluta o relativa.

TIPOS DE TERMÓMETROS

DILATACIÓN

- Volumétrica
- Superficial
- Lineal



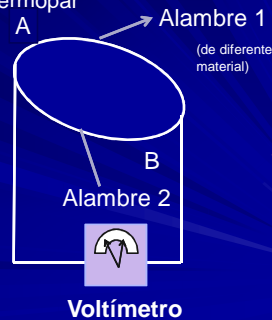
RESISTENCIA ELÉCTRICA

La sustancia termométrica: Semicondutor



DIFERENCIA DE POTENCIAL

La sustancia termométrica: Termopar



Intensidad Luminosa (Pirómetros)

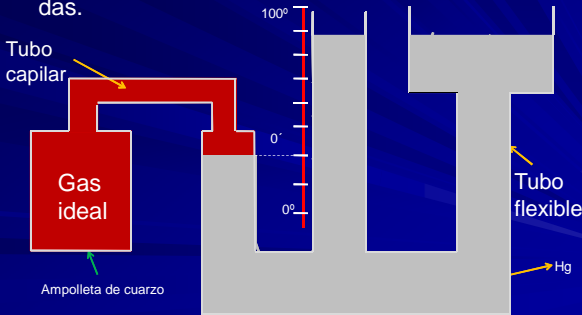


- La sustancia termométrica es:
- Barra de aleación metálica.
- La propiedad termométrica es: La intensidad luminosa

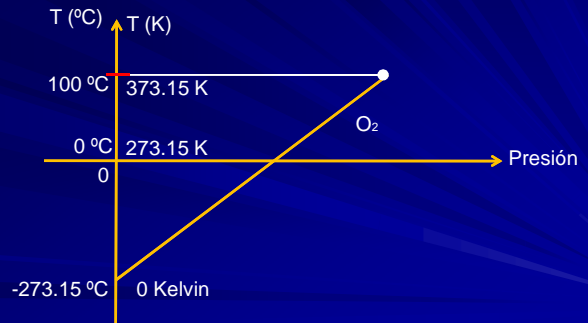
La escala es:
Color - temperatura

DIFERENCIA DE PRESIÓN

Termómetro de Gas a Volumen Constante, es el Termómetro Patrón del Sistema Internacional de Medidas.

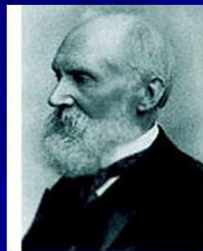


ESCALAS DE TEMPERATURA EMPÍRICA Y ABSOLUTA



KELVIN, WILLIAM THOMSON

Lord (1824 - 1907). Matemático y físico británico. En 1848 Kelvin estableció la escala absoluta de temperatura que sigue llevando su nombre.



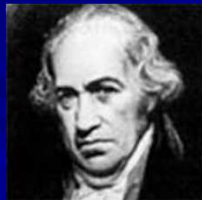
ESCALAS DE TEMPERATURA

Kelvin	Celsius	Fahrenheit	Rankine
373.15 K	100 °C	212 °F	671.6 °R
	100	180	
273.15 K	0 °C	32 °F	
		0 °F	0° F 459.6° R
0 K	-273.15 °C	-459.6 °F	0 °R

$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273.15$ $^{\circ}\text{F} = 1.8 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$ $^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{R} - 459.6$

FAHRENHEIT, DANIEL GABRIEL KELVIN

(1686 - 1736). Físico alemán. En 1714 construyó el primer termómetro con mercurio en vez de alcohol. Con el uso de este termómetro, concibió la escala de temperatura conocida por su nombre. Descubrió que además del agua, hay otros líquidos que tienen un punto de ebullición determinado y que estos puntos de ebullición varían con los cambios de presión atmosférica.



POSTULADO DE ESTADO

La relación funcional entre las propiedades termodinámicas de un sistema, se puede expresar por:

$$Y = F(Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n)$$

Que se obtiene empíricamente con modelos matemáticos basados en principios, conceptos y leyes de la Termodinámica, donde:

$$Y_1, Y_2, \dots Y_n$$

son las propiedades termodinámicas independientes, y «Y» es cualquier otra propiedad termodinámica dependiente.

ENUNCIADO DEL POSTULADO DE ESTADO:

“El número de propiedades termodinámicas independientes que definen el estado termodinámico intensivo de una sustancia pura, es igual al número de formas que esta sustancia tiene para hacer trabajo potencialmente reversible, mas uno.”

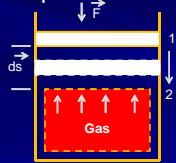
SUSTANCIA PURA:

Es aquella que tiene una composición o estructura molecular químicamente homogénea, por lo cual no hay reacciones químicas que alteren su estabilidad física.

SUSTANCIA SIMPLE:

Es aquella que tiene una forma relevante de efectuar trabajo potencialmente reversible. Hay sustancias simples: eléctrica; magnética, de tensión superficial; compresible; etc.

SUSTANCIA SIMPLE COMPRESIBLE: Es aquella sustancia de trabajo, generalmente un gas o vapor sobrecalentado, cuya forma relevante de efectuar trabajo potencialmente reversible es debido a su capacidad de variar su volumen, ya sea para comprimirse o expandirse.



Proceso Cuasiestático

$${}_1W_2 = \int_1^2 \vec{F}_g \cdot d\vec{s}$$

$${}_1W_2 = \int_1^2 |\vec{F}_g| |d\vec{s}| \cos\theta$$

$$|\vec{F}_g| = P_g A$$

La realización de trabajo mediante un proceso cuasiestático, implica que se hagan idealizaciones que permitan regresar al sistema a su estado inicial de manera espontánea, es decir, se considera que no hay fricción entre el émbolo y las paredes del cilindro, además, que la variación o cambio de volumen se hace mediante variaciones infinitesimales del desplazamiento $d\vec{s}$ del pistón, en este caso de compresión, para que el sistema (Gas) equilibre sus propiedades termodinámicas en cada punto de la trayectoria y la presión, temperatura, etc. tengan el mismo valor en cualquier punto dentro del sistema, a esto se le conoce como trabajo potencialmente reversible.

La aplicación del Postulado de Estado a una sustancia simple compresible o en general a una sustancia de trabajo en termodinámica, implica que se tienen dos propiedades independientes que definen el estado del sistema, cuando éste se encuentra en equilibrio termodinámico.

EQUILIBRIO TERMODINÁMICO: Un sistema está en equilibrio termodinámico cuando se encuentra en equilibrio mecánico (suma de fuerza = 0); en equilibrio térmico (temperatura constante), y equilibrio químico (sin reacciones químicas). A continuación se aplica el Postulado de Estado a un sistema termodinámico en equilibrio para evaluar la variación de energía interna y la entalpía.

La energía interna U (Joule), como una función de la temperatura y el volumen se expresa con: $U = U(T, V)$, para tenerla como una propiedad intensiva, se divide entre la masa:

$$u = \frac{U}{m} = u \left(T, \frac{V}{m} \right) \left[\frac{\text{Joule}}{\text{kg}} \right]$$

$u = u(T, v) \rightarrow$ Energía interna específica:

$$du = \left. \frac{\partial u}{\partial T} \right|_v dT + \left. \frac{\partial u}{\partial v} \right|_T dv$$

$$c_v = \left. \frac{\delta u}{\delta T} \right|_v \left(\frac{\text{Joule}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \right) \rightarrow \text{Define a la Capacidad Térmica Específica a Volumen Constante}$$

$$du = c_v dT + \left. \frac{\delta u}{\delta v} \right|_T dv \quad \left. \begin{array}{l} \text{1ª Ecuación} \\ \text{de Maxwell} \end{array} \right\}$$

La entalpía H se define como:
 $H = U + PV$ (Joule)

La entalpía específica h es:
 $h = \frac{H}{m} = \frac{U}{m} + \frac{PV}{m}$ (J/kg)

$$h = u + PV \text{ (Joule/kg).}$$

De acuerdo al Postulado de Estado:

$$h = h(T, P);$$

diferenciando:

$$dh = \left. \frac{\delta h}{\delta T} \right|_P dT + \left. \frac{\delta h}{\delta P} \right|_T dP$$

Define a la Capacidad Térmica Específica a Presión Constante:

$$c_p = \left. \frac{\delta h}{\delta T} \right|_P$$

$$c_p \left(\frac{\text{Joule}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \right)$$

$$dh = c_p dT + \left. \frac{\delta h}{\delta P} \right|_T dP \quad \left. \begin{array}{l} \text{2ª Ecuación} \\ \text{de Maxwell} \end{array} \right\}$$

La capacidad térmica específica a volumen constante de un gas permite evaluar la variación de la energía interna en un sistema sujeto a un proceso termodinámico, independientemente del proceso que se trate.

La capacidad térmica específica a presión constante de un gas permite evaluar la variación de entalpía en un sistema sujeto a un proceso termodinámico, independientemente del proceso que se trate.