

TERMODINÁMICA

INTRODUCCION

1. División de la Física.

Física	Clásica	Mecánica de los sólidos rígidos (Estática, Cinemática y Dinámica)
		Mecánica de los sólidos deformables (Resistencia de Materiales)
Física	Clásica	Mecánica de los fluidos incompresibles (Mecánica de fluidos: Est. Cin. y Din.)
		Mecánica de los fluidos compresibles (Termodinámica)
		Electromagnetismo
		Mecánica cuántica
Física	Moderna	Mecánica relativista

2. Libro de CARNOT: transparencia (carátula libro en francés ginal y ejemplar de la traducción al español).

3. Definición de termodinámica

Es la ciencia que estudia las transferencias de energía entre cuerpos macroscópicos con intervención de la temperatura (TIPLER, p.563). *La mecánica estudia las transferencias de energía sin intervención de la temperatura.*

4. Conservación de productos frutales: atmósfera ordinaria (T y Hrel.), atmósfera controlada (T, O₂, CO₂), (Hojas divulgadoras, 16/87)

CALOR Y TEMPERATURA

Concepto: Carnot definió en su libro que el calor era movimiento; el calor se define como la manifestación macroscópica de un movimiento microscópico aleatorio (el molecular) (EISBERG, 813). La temperatura marca el nivel de agitación molecular y está ligada a la energía media que poseen las moléculas en sus movimientos desordenados (LLEG, p.346). Ej.: energía cinética media (de traslación, TIPLEH, 579) de la molécula de un gas ideal monoatómico:

$$E_c = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

"k", constante de Boltzmann; "T" temperatura absoluta.

Deducción: teoría cinética de los gases y Ley de Avogadro se obtiene que la energía por grado de libertad es " $\frac{1}{2} kT$ ". El principio de equipartición de la energía establece que ésta se distribuye proporcionalmente a los grados de libertad. La molécula de un gas ideal monoatómico se mueve como lo haría una partícula y ésta tiene 3 grados de libertad, los correspondientes al movimiento según cada uno de los ejes.

Equilibrio térmico: Se dice que dos sistemas/cuerpos están en equilibrio térmico cuando ambos tienen la misma temperatura. PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINAMICA.

Gradiente térmico: es la condición sine qua non para que exista transferencia de energía entre cuerpos. La energía (calor) pasa del cuerpo caliente al frío.

Nueva magnitud física: La temperatura es una magnitud física fundamental, símbolo: "T", unidad S.I.: "K"

Termómetros: son los aparatos que permiten medir la temperatura de los cuerpos. Se fundamentan en la existencia de propiedades físicas dependientes de la temperatura (prop. termométricas): longitud de un alambre, volumen de los cuerpos (especialmente líquidos y gases), resistividad, etc.

Escalas de temperatura: son cuatro: Celsius ($^{\circ}C$), Fahrenheit ($^{\circ}F$), Kelvin (K) y Réaumur ($^{\circ}R$). Se diferencian por el valor de la temperatura que asignan a la ocurrencia de determinados fenómenos físicos (*Punto físico*). Estos puntos físicos suelen ser: P.F.N.,

Cap. VII: Termodinámica. Lección 1: Temperatura

P.E.N. y P.T.

	CELSIUS	FAHRENHEIT	KELVIN	REAUMUR
P.E.N.	100	212	373,15	80
P.F.N.	0	32	273,15	0

Nota: Réaumur (VERGÉS-SINTES, p.203)

*Las escalas centígradas son la Celsius y la Kelvin, mientras que las otras dos no lo son.

*La escala Kelvin se la denomina absoluta ya que su valor cero coincide con el cero absoluto, que es la temperatura más baja de la que se sospecha su existencia (-273,15 °C). La inaccesibilidad del cero absoluto constituye el TERCER PRINCIPIO DE LA TERMODINAMICA (NERNST). Cero absoluto (temperatura en la que las moléculas tienen la mínima energía mecánica posible, SEARS, 443)

* En ocasiones se utiliza el punto triple del agua (Diagrama de fases del compuesto químico H₂O, a veces inapropiadamente denominado: "Diagrama de fases del agua"), como punto fijo. 0.01 °C= 273,16 K.

Tipos de termómetro

Termómetros de sólido, (LLEÓ, 353).

Propiedad termométrica: cambios dimensionales.

Termómetro bimetalico, poco preciso.

Aplicaciones: accionamiento de circuitos, termómetros de coche, termostatos.

Termómetros de líquido.

Propiedad termométrica: expansión diferencial volumétrica.

Forma física: tubo capilar y bulbo.

Mercurio (-39 °C solidif., 360°C, ebull.), alcohol (-115 °C).

Calibrado. Defectuosa coincidencia fuera de los puntos de calibrado. (Comentar termómetros del barómetro y del higrómetro), termómetros de mercurio plantean problemas

Cap. VII: Termodinámica. Lección 1: Temperatura

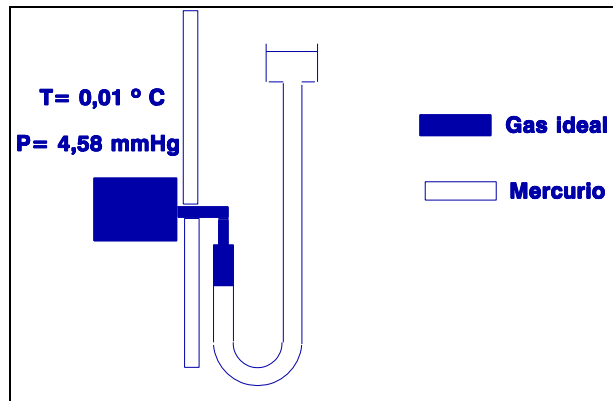
en caso de rotura por tratarse de un producto tóxico.

Termómetros de gas a volumen constante.

Propiedad termométrica: $P = P(T)$

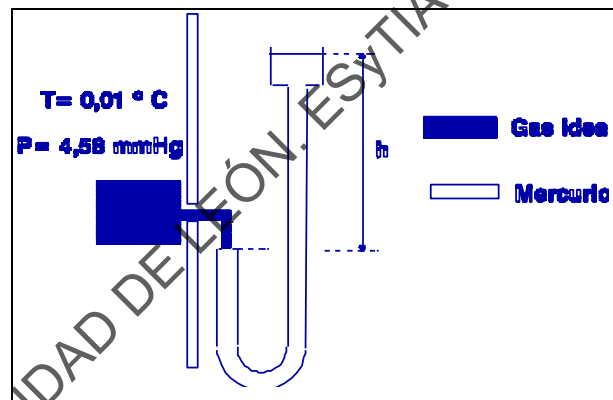
Forma física y funcionamiento.

El punto triple es más fácil de reproducir que el PFN o el PEN (TIPLER, 571).



Posición inicial: a la izqda. Hay un ambiente con las condiciones del punto triple, por ser éstas fáciles de reproducir.

El gas ideal ocupa un cierto volumen del termómetro.



Se obliga al gas ideal a ocupar el volumen " V_c ".

Hay que modificar la presión:

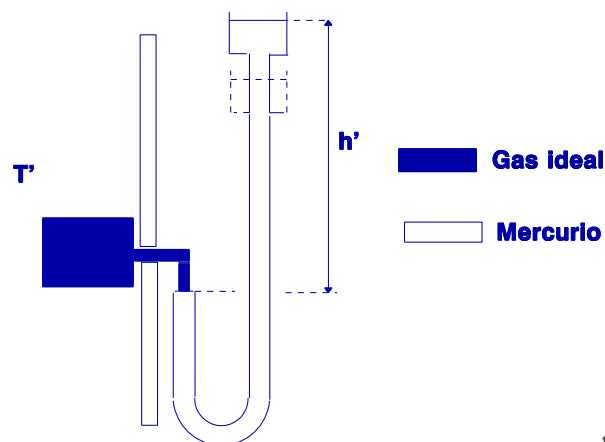
$$P_{P.T.} = \gamma_{Hg} \cdot h + P_{amb}$$

Se aplica la ec. de estado de los gases ideales al gas ideal:

$$P_{P.T.} \cdot V_c = n \cdot R \cdot T_{P.T.}$$

$$T_{P.T.} \cdot n \cdot R = (\gamma_{Hg} \cdot h + P_{amb}) V_C$$

Se pone el termómetro de gas a volumen constante en contacto con el ambiente a temperatura desconocida (T') y se vuelve a ajustar el volumen del gas a " V_C " aumentando la presión hasta " h ".



$$T' \cdot n \cdot R = (\gamma_{Hg} \cdot h' + P_{amb}) V_C$$

$$T' = \frac{(\gamma_{Hg} \cdot h' + P_{amb}) \cdot T_{P.T.}}{(\gamma_{Hg} \cdot h + P_{amb})}$$

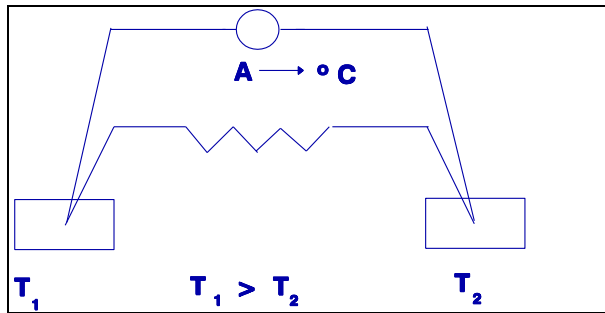
Gases ideales habitualmente empleados:

Hidrógeno, licuación: $-252.8 \text{ }^\circ\text{C}$, 1 atm) o Helio, licuación: $-268.9 \text{ }^\circ\text{C}$, 1atm) (Manual FUNDITUBO).

Termopar

f.e.m. THOMSON (Sir William Thomson, Lord Kelvin): corriente que se crea en un conductor sometido a grad. de temperatura.

f.e.m. PELTIER: corriente entre dos conductores en contacto a la misma " T ". (difusión de electrones).



Efecto SEEBECK que consiste en que entre una soldadura de dos metales a una temperatura " T_1 " y otra a " T_2 " se establece una diferencia de potencial.

Los termopares se emplean para medir altas temperaturas (A.A.HH. de Avilés, 07.12.00).

Termómetros de resistencia

Propiedad termométrica.

$$\rho = \rho_0 + a \cdot T + b \cdot T^2$$

Termistor

Propiedad termométrica.

En los semiconductores la resistividad varía con la temperatura además de con la presencia de impurezas.

Pirómetros.

Son termómetros específicamente diseñados para la medición de altas temperaturas. No precisan el contacto con los cuerpos calientes ya que analizan la radiación electromagnética emitida, deduciendo de ella la temperatura del cuerpo emisor.

Temperaturas notables:

Temperatura media de la superficie terrestre: $15 \text{ }^\circ C$
Temperatura de la superficie del Sol: $6000 \text{ }^\circ C$
(POPLE, p.122), 6000 K (GIANCOLI, p. 459)
Temperatura del centro del Sol: $15.000.000 \text{ }^\circ C$

Cap. VII: Termodinámica. Lección 1: Temperatura

(POPLE, p.122), $15 \cdot 10^6$ °C, ¿15 M°C? El estudiante puede consultar el R.D. 2032/2009.

Temperatura del cuerpo humano: 36.1-37.2 °C

(Instrucciones del termómetro digital KEITO)

Temperatura del agua de la red de distribución

Escuela: 18 °C - 20 °C.

Dilataciones térmicas de sólidos y líquidos

Sólidos

Dilatación lineal:

En forma diferencial:

$$dl = \alpha l dT$$

$$L_F = L_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

(TPT, 31, p. 214)

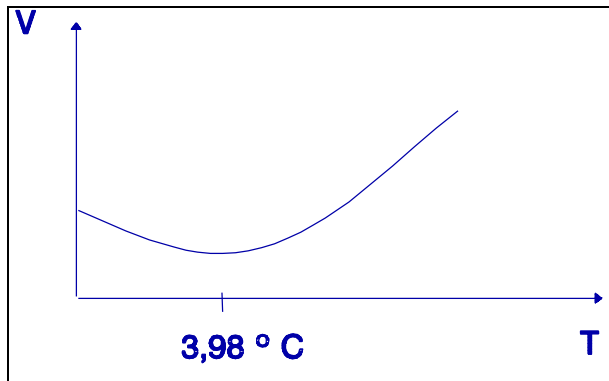
Dilatación superficial:

$$A_F = A_0 [1 + 2 \cdot \alpha \cdot (T - T_0)]$$

Dilatación cúbica:

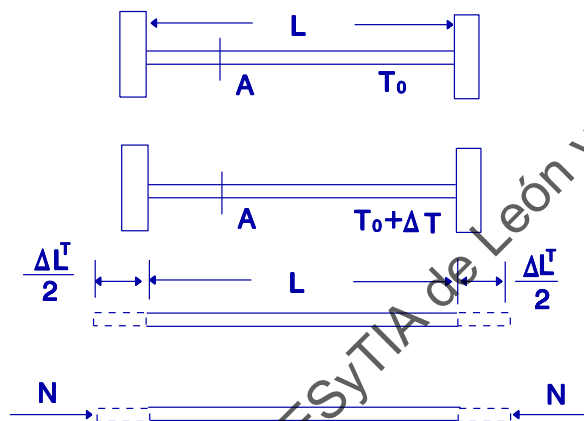
$$V_F = V_0 [1 + 3 \cdot \alpha \cdot (T - T_0)]$$

Líquidos



Sólo dilatación cúbica. $\beta_{\text{liq.}} = 100 \beta_{\text{sól.}}$. Dilatación anómala del agua: coeficiente negativo de dilatación.

Esfuerzos térmicos



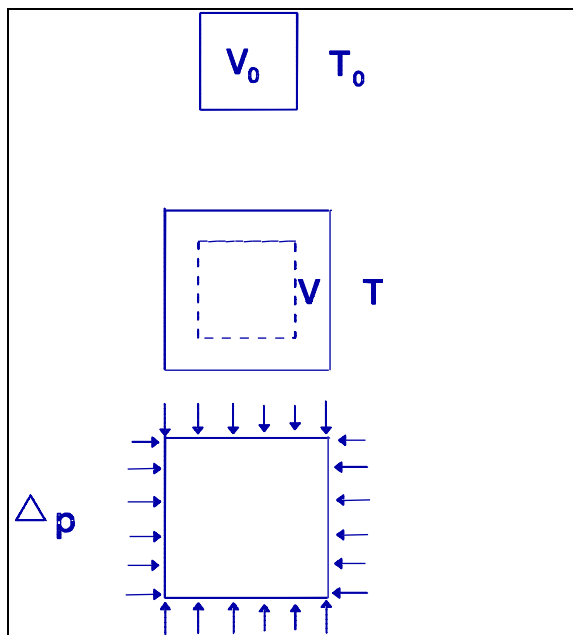
Sólidos:

Ley de HOOKE (1678); $\Delta L = \frac{N \cdot L}{E \cdot A}$

$$\frac{\Delta L^T}{2} + \frac{\Delta L^T}{2} = \frac{N \cdot (L + \Delta L^T)}{E \cdot A}$$

$$N = \frac{E \cdot A \cdot \alpha \cdot \Delta T}{1 + \alpha \cdot \Delta T}$$

Líquidos:



Volumen resultante del incremento de temperatura:

$$V = V_0 \cdot (1 + 3\alpha \cdot \Delta T)$$

Cambio de volumen que debe producir el incremento de presión " Δp " (debe reducir el volumen desde V a V_0):

$$\Delta V = V_0 - V = V_0 - V_0(1 + 3\alpha \cdot \Delta T)$$

$$\Delta V = -V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$$

Módulo de compresibilidad:

$$K = \frac{\Delta p}{-\frac{\Delta V}{V}} = \frac{\Delta p}{-\frac{-V_0 3\alpha \cdot \Delta T}{V_0(1 + 3\alpha \cdot \Delta T)}}$$

$$\Delta p = K \frac{3\alpha \Delta T}{1 + 3\alpha \cdot \Delta T}$$

$$\Delta p \cong 20.000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta T = 4 \cdot \Delta T \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

COEFICIENTES DE DILATACIÓN TÉRMICA

Sustancia	Valor Dilatación ($10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$)		Referencia
Vidrio ordinario	27	Cúbica	Giancoli, Pople
Vidrio Pyrex	9	Cúbica	Giancoli, Pople
Acero laminado	12	Lineal	Art. 6.4, NBE-AE/88
Hormigón en masa	10	Lineal	Art. 26.11, EHE-99
Hormigón armado	11	Lineal	Art. 6.4, NBE-AE/88
Hielo	153	Cúbica	Tipler
Mercurio	180	Cúbica	Sears, Zemansky y Young
Agua (20°C)	200	Cúbica	Sears, Zemansky y Young
Agua (50°C)	600	Cúbica	Sears, Zemansky y Young
Gasolina	950	Cúbica	Giancoli
Gases a presión cte.	3660	Cúbica	Giancoli

Giancoli, Physics for Scientists and Engineers, 1988, 2nd, ed.

BIBLIOGRAFÍA

Cap. VII: Termodinámica. Lección 1: Temperatura

Carnot, Sadi, "Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego", Alianza Universidad, S.A., Madrid, 1987.

Tipler, Paul A., "Física, Tomo I", 2ª edición, Editorial Reverté, S.A., Barcelona, 1985.

Juan Delhom, Miguel, "La conservación frigorífica de las manzanas", Hoja divulgadora nº 16, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 1987.

Eisberg, R.M. y Lerner, L.S., "Física: fundamentos y aplicaciones", Mc. Graw-Hill, México, Madrid [etc.], 1986.

Lleó Morilla, Atanasio, "Física II", Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, 1985.

Sintes Olives, F.F. y Vergés Soler, Francisco, "Tratado de Física", Biblioteca Vergés-Sintes, Tipografía Horts, Barcelona, 1935.

Sears, F.W., Zemansky, M.W. y Young, H.D., "Física universitaria", 6ª ed., Fondo Educativo Interamericano, México, 1986.

Funditubo, S.A., canalizaciones fundición dúctil, 1986.

Pople, S., "Expaining Physics", 2nd. Edition, 7 th republication, Oxford University Press, 1993.

Fakhruddin, F., "Thermal Expansion Paradox", The Physics Teacher, Vol. 31, April, 1993.

Giancoli, Douglas, C., Physics for Scientists and Engineers, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, cop. 1988.