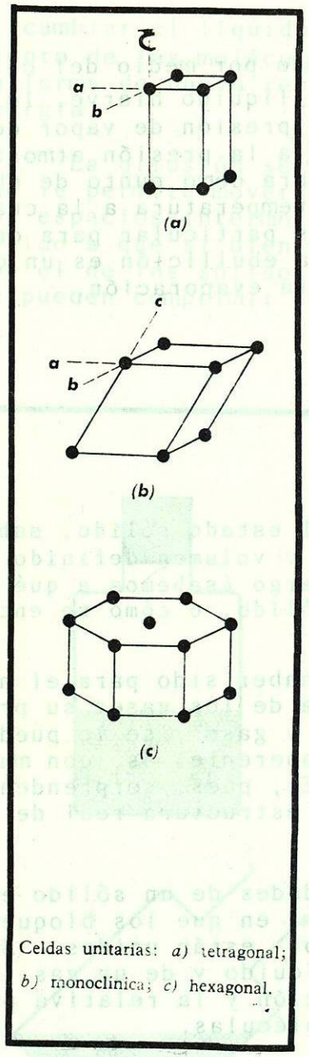


Celdas unitarias: *a)* tetragonal; *b)* monoclínica; *c)* hexagonal.

identidad, por ejemplo hielo, plásticos, etc. Y otro en el que las moléculas se consideran formadas por un número ilimitado de átomos enlazados por fuerzas cohesivas que se establecen de una forma especial, por ejemplo el diamante (una forma del carbón) y los elementos metálicos.

Puesto que los átomos y las moléculas se atraen mutuamente, tienden a colocarse entre sí en un empaquetamiento definido, esto ocurre mediante distribuciones en conjuntos tridimensionales estables y uniformes, llamados cristales, que aparecen en ambos tipos de sólidos.

El uso de los rayos X y del microscopio electrónico han permitido establecer que existen sólo siete grupos principales de cristales:

GRUPO	EJEMPLOS
Cúbico	Diamante, alumbre, oro, hierro, plomo, cobre, plata, etc.
Tetragonal	Estaño, circonio, etc.
Rómbico	Topacio, azufre, nitrato de plata, etc.
Monoclínico	Sulfato de cobre, ácido bórico, etc.
Trigonal	Arsénico, cuarzo, hielo, etc.
Hexagonal	Magnesio, zinc, calcio, etc.

Evidentemente los átomos y moléculas representados en las gráficas no corresponden a la realidad. Los átomos o moléculas no permanecen quietos en sus sitios particulares sino que se encuentran vibrando.

9. LOS CAMBIOS DE ESTADO Y SU RELACION CON LA ENERGIA.

Hemos mencionado al principio de la unidad que materia y energía forman un todo que constituye lo que nos rodea. Acabamos de ver cómo la energía, en una de sus formas (cinética), está presentada en todas las clases de materia, sean sólidas, líquidas o gaseosas. ¿Puedes nombrar más de cinco tipos de energía?

La energía puede cambiar de un tipo a otro; un caso específico es el de la transformación de la energía calorífica en energía cinética. Aunque no hayas reparado en ello, a diario tú te relacionas con esta transformación; por ejemplo, al calentar agua en un recipiente, el calor (energía) se transforma en energía cinética, ocasionando que las moléculas de agua se muevan más rapidamente.

Estudiemos más detenidamente los efectos que puede ocasionar la conversión de energía calorífica a cinética.

9.1. CAMBIO DE ESTADO.

Un sólido que se calienta, acaba por convertirse en líquido; si continúa calentándose, el líquido se vaporiza, convirtiéndose en gas. En el estado sólido las partículas están distribuídas de modo ordenado; en el líquido el orden es de grado inferior; y en los gases se encuentran en absoluto desorden.

Cuando una substancia sufre transformación de estado físico se dice que experimenta un cambio de estado.

Al suministrar calor a un cuerpo sólido, sus partículas empiezan a oscilar a uno y otro lado en el cristal correspondiente. A medida que se añade más calor, aumenta la amplitud de las vibraciones, y aunque éstas son todavía demasiado pequeñas para provocar cambios visibles, el cristal se va desordenando poco a poco de modo progresivo.

El calor incrementa la Energía Cinética de las partículas y, como ésta se mide por la temperatura, es obvio que ésta ascenderá también progresivamente hasta que se alcanza el punto de fusión de la sustancia. (p.f.)

Al llegar a este punto (p. f.) las vibraciones de las partículas son ya tan amplias que cualquier cantidad adicional de calor se empleará en romper las fuerzas de atracción entre las partículas próximas. En consecuencia, como la energía cinética no aumenta, tampoco lo hara la temperatura; ésta se mantendrá constante; en este momento disminuye contínuamente la cantidad de sólido y aumenta la del líquido. La temperatura a la cual coexisten ambas fases, sólida y líquida, se denomina temperatura de fusión de la substancia; y es específica para cada una de ellas, es por ello que nos permite diferenciar entre dos substancias dadas. Si la totalidad de la substancia pasa al estado líquido y se sigue añadiendo ca-

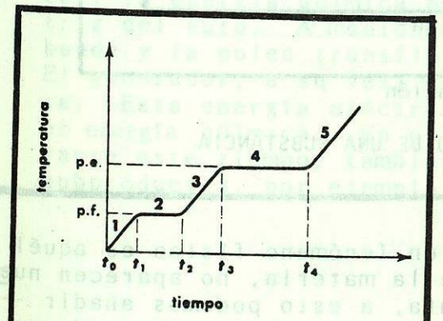


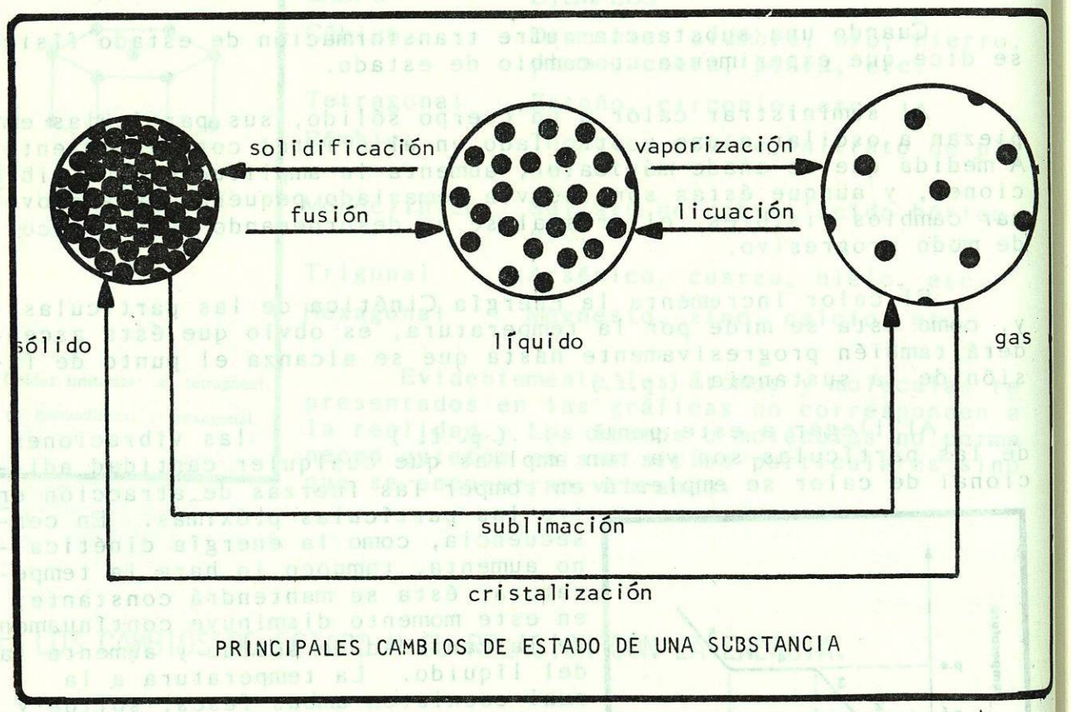
FIG. —Curva de calentamiento.

lor, este se utiliza de nuevo en incrementar la Energía Cinética de las partículas, ahora en estado líquido, aumentando, en consecuencia, la temperatura de ésta. El proceso continúa hasta que se alcanza el punto de ebullición. A partir de este momento todo el calor se emplea en vencer las fuerzas de atracción entre cada partícula y sus vecinas en el seno del líquido o, finalmente, al romper dichas fuerzas, el líquido se convierte en gas; la temperatura en la cual sucede esto es también característica de cada substancia y nos permite diferenciar una de otra.

Estos cambios de estado, fusión y vaporización, o sus inversos: congelación (paso de líquido a sólido) y licuación (paso de gas a líquido) son con los que más relacionado estás. Sin embargo existen otros cambios de estado, como son:

a) Sublimación.- Que consiste en la transformación de ese gas en cristales por enfriamiento.

b) Cristalización.- Que es el proceso por medio del cual una substancia pasa al estado sólido, formando figuras geométricas (cristales) definidos e invariables para cada substancia.



PRINCIPALES CAMBIOS DE ESTADO DE UNA SUBSTANCIA

Como se señaló en la unidad 1, un fenómeno físico es aquél que no altera la naturaleza íntima de la materia, no aparecen nuevas substancias cuando este se presenta, a esto podemos añadir que además, la composición química no cambia. Los cambios de estado ya expresados son ejemplos de fenómenos físicos, no hay cambio en la composición química de las substancias. Es decir, si

se trata de un compuesto que pasa del estado líquido al gaseoso, por ejemplo alcohol (CH_3OH) las moléculas de éste tanto en el estado líquido como en el gaseoso seguirán siendo idénticas, es decir, su composición no varió.

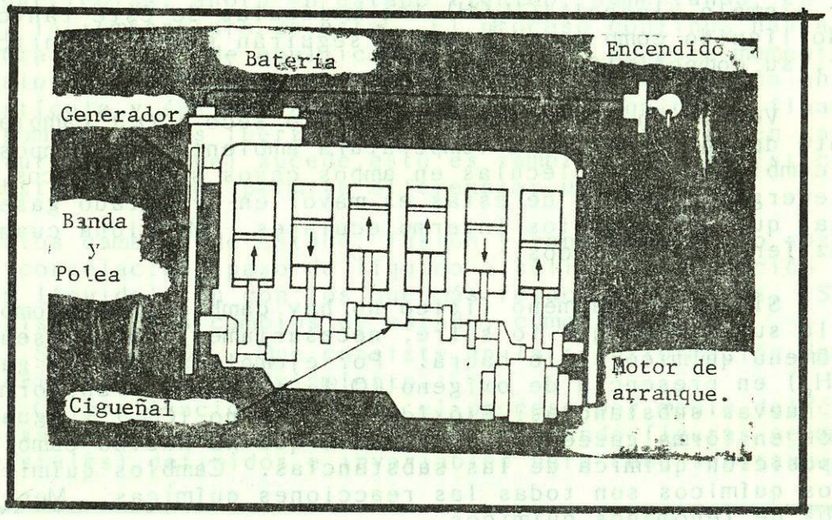
Veamos un ejemplo más, el hielo seco (CO_2) cambia directamente de sólido a gas a temperatura ambiente, su composición no ha cambiado, sus moléculas en ambos casos son idénticos, sólo que la energía cinética de éstas es mayor en el estado gaseoso, al igual que los espacios intermoleculares. Menciona cuando menos diez fenómenos físicos.

Si en un fenómeno físico no hay cambio en la composición de la substancia que lo sufre, necesariamente al presentarse un fenómeno químico sí lo habrá. Por ejemplo al quemar gasolina (C_8H_8) en presencia de oxígeno (O_2), estos se transformarán en dos nuevas substancias: dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), ambos en forma gaseosa, es evidente que ha habido cambios en la composición química de las substancias. Cambios químicos o fenómenos químicos son todas las reacciones químicas. Menciona diez casos de fenómenos químicos.

Tanto los fenómenos físicos como los químicos están asociados a cambios de energía.

9.2. ENERGIA.

Uno de los conceptos científicos más difíciles de comprender es el de energía. Durante mucho tiempo la energía se definió como trabajo, o como la capacidad de realizar trabajo. Desafortunadamente, esta definición no es por completo satisfactoria, pues la energía se manifiesta de muchas maneras. Por ejemplo, considérese el sistema batería -generador de un automóvil. En el momento de encender el interruptor de arranque, la energía química de la bateria se convierte en energía eléctrica. El automóvil arranca y la energía química de la gasolina se convierte en energía motriz del auto. A medida que el cigueñal adquiere velocidad, la banda y la polea transfieren su energía mecánica al generador. El generador, a su vez, convierte la energía en energía eléctrica. Esta energía eléctrica pasa a la batería donde se convierte en energía química. En esta forma, la batería se "recarga". Durante este tiempo, también se generan otros tipos de energía como subproductos, por ejemplo, calor.



Definir la energía es una tarea difícil. En principio, se definirá como una cualidad que posee toda la materia. En condiciones adecuadas, la energía puede transformarse en trabajo. Como se mencionó ya, una clase de energía puede transformarse en otra. La energía puede transmitirse de una partícula de materia a otra. Con una gran excepción -el cambio nuclear- todas estas conversiones y transferencias se realizan sin pérdida o ganancia observable de la cantidad total de energía.

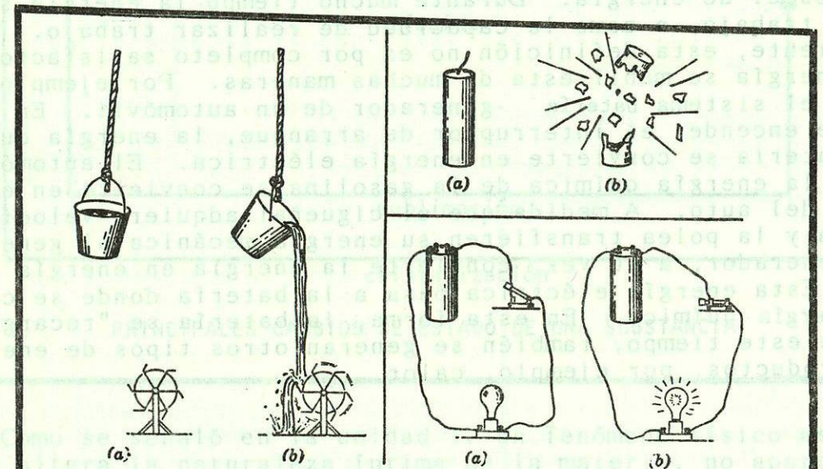


FIG. Algunas ilustraciones de energía potencial. En cada caso el estado (*a*) representa la energía potencial que está latente y dispuesta para ser utilizada. El estado (*b*) muestra la energía en el proceso de estar gastándose. La energía del agua que cae y de los pedazos de la carga explosiva de dinamita son ejemplos de energía cinética. Cada uno de los procesos ilustrados tiene por resultado una reducción en la energía potencial

La energía potencial y la cinética son las dos formas generales de energía. La energía potencial depende de la posición de una porción de materia con respecto a otra. La energía se refiere al movimiento de una porción de materia en respecto a otra.

Cuando se hace referencia a la posición de la materia, se está hablando de energía potencial. Cuando se hace referencia a la materia en movimiento, se está hablando de energía cinética.

9.3. MATERIA Y ENERGIA.

Por años, los científicos supusieron que la cantidad total de materia y energía del universo es constante. Tradicionalmente enunciaron esta creencia en forma de dos leyes. Estas leyes son: la ley de la conservación de la materia y la ley de la conservación de la energía. La ley de la conservación de la materia establece que la materia siempre se conserva. Este enunciado significa que la cantidad total de materia del universo permanece constante. La materia no se crea ni se destruye. Unicamente cambia de forma.

La ley de la conservación de la energía establece que la energía siempre se conserva. Este enunciado significa que la cantidad total de energía del universo debe permanecer constante. La energía no se crea ni se destruye. Sólo cambia de forma .

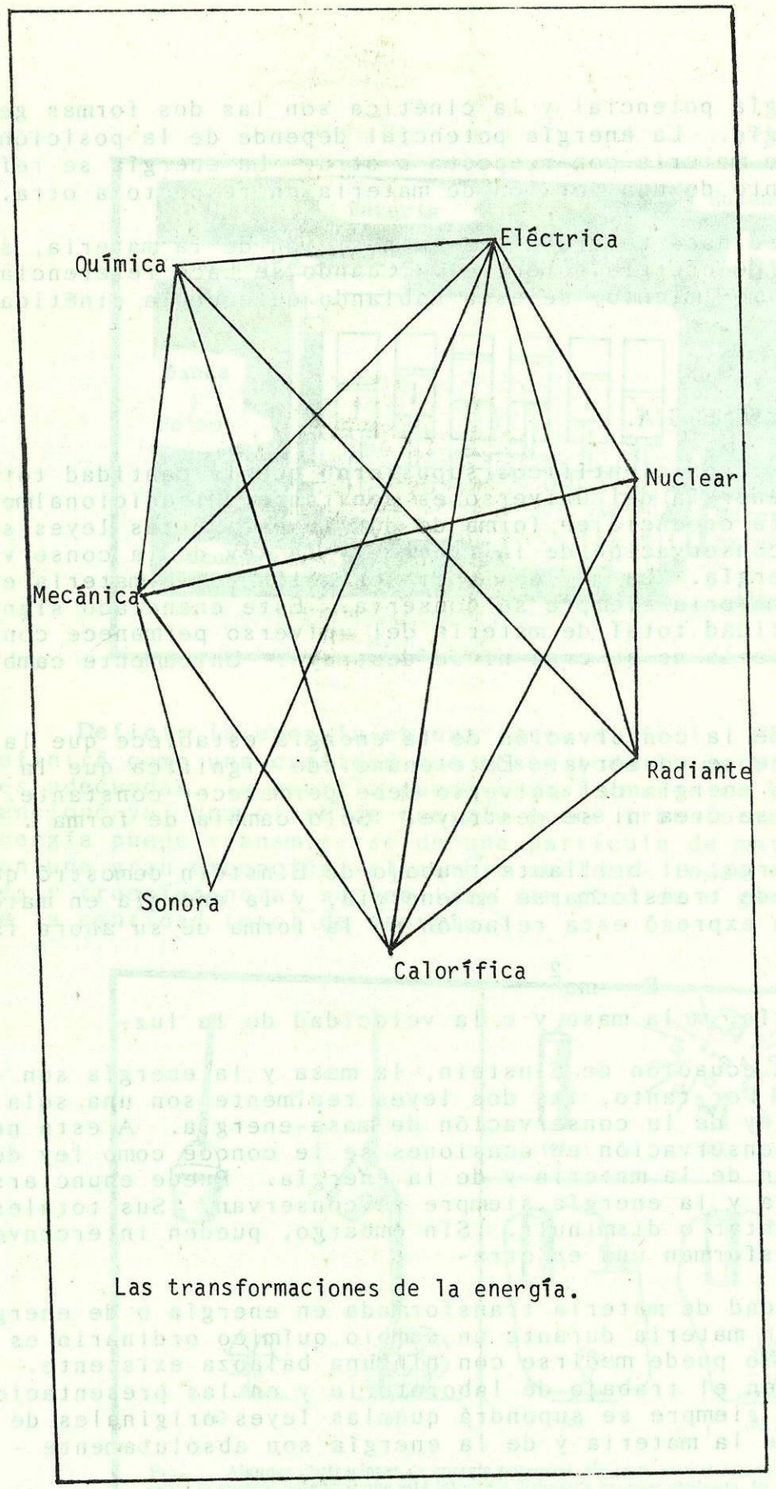
Sin embargo, el brillante trabajo de Einstein demostró que la materia puede transformarse en energía, y la energía en materia. Einstein expresó esta relación en la forma de su ahora famosa ecuación.

$$E = mc^2$$

-E es la energía, m la masa y c la velocidad de la luz-

Según la ecuación de Einstein, la masa y la energía son equivalentes. Por tanto, las dos leyes realmente son una sola e idéntica: la ley de la conservación de masa-energía. A esta nueva ley de la conservación en ocasiones se le conoce como ley de la conservación de la materia y de la energía. Puede enunciarse así: la materia y la energía siempre se conservan. Sus totales no pueden aumentar o disminuir. Sin embargo, pueden interconvertirse -se transforman una en otra-

La cantidad de materia transformada en energía o de energía transformada en materia durante un cambio químico ordinario es muy pequeña. No puede medirse con ninguna balanza existente. En consecuencia, en el trabajo de laboratorio y en las presentaciones del texto, siempre se supondrá que las leyes originales de la conservación de la materia y de la energía son absolutamente correctas.



Las transformaciones de la energía.

MEDICION DE LA MATERIA.

Desde los tiempos más remotos, el hombre ha sentido la necesidad de hacer mediciones y de expresar estas cantidades (medidas) por medio de unidades convenientes, por ejemplo para estimar cuándo y cuánto sembrar, cómo intercambiar bienes, o cómo formular recetas para alguna manufactura primitiva (obtención de cobre, hierro, etc.). Las unidades de medida más antiguas eran aquellas que tenían como base al hombre mismo u objetos adecuados que lo circundaban.

Es necesario recalcar que algunas de las magnitudes que los antiguos necesitaban medir -masa, tiempo, longitud- son también las propiedades fundamentales que conciernen al científico, aunque naturalmente han cambiado mucho a través de los años de precisión de estas medidas y las unidades para expresarlas, por ejemplo la yarda, unidad de longitud que se introdujo en el siglo XV, equivalía a la distancia entre la nariz de un hombre y la punta del dedo cordial de su propio brazo extendido. Es evidente que tal cantidad no se puede reproducir con exactitud, puesto que las dimensiones físicas del ser humano son muy variables.

El uso sistemático de las mediciones cuantitativas permitió a Lavoisier formular la ley de la Conservación de la Materia. En el estudio de la Química un gran número de investigaciones requiere de mediciones. Tendrá que registrarse, por ejemplo, cambios de volumen, temperatura, etc. Las masas de los materiales antes y después de una reacción, así como el tiempo transcurrido en ella deberán medirse también.

El sistema de unidades que se usa más comúnmente en la química, se llama Sistema Métrico o Sistema Internacional de Unidades S.I. En seguida se enumeran las unidades fundamentales de este sistema.

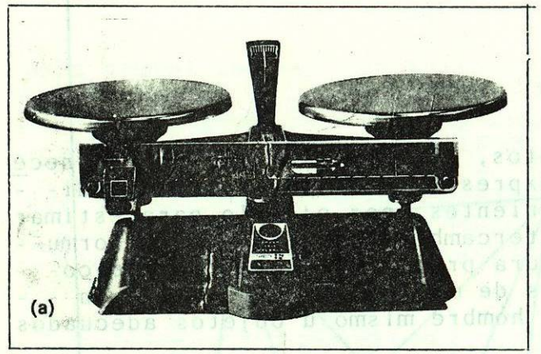


FIG. BALANZA GRANATARIA

CUALIDAD	UNIDAD	ABREVIATURA
Masa	Kilogramo o gramo	Kg. o g.
Longitud	Metro	m.
Tiempo	Segundo	seg. o s
Temperatura	Grado Kelvin o Grado Celcius	^{o}K ^{o}C

MASA. -

En el sistema Métrico se emplea el Kilogramo o el gramo como unidad de medición. Existen dos formas de medir la masa; uno es - por *comparación directa,* para ello se utiliza la balanza, la que se basa en comparar directamente las masas desconocidas con las masas patrón (valor conocido). En el laboratorio aprenderás a emplear correctamente la balanza.

Existen otros instrumentos denominados *básculas* en los que - se elimina por completo la comparación directa para la medición de la masa. Las básculas generalmente tienen un muelle o resorte, - que se estira o retrae cuando se cuelga un objeto en uno de sus extremos. El grado de estiramiento o de retraccción es proporcional a la masa del objeto. En la fig. (a) se ilustra una báscula sencilla.

La mayoría de las mediciones científicas de la masa se hacen con instrumentos de medición directa.

VOLUMEN. -

En el laboratorio es común que trabajemos con determinado volumen de líquidos, éstos se miden por lo general usando recipientes calibrados llamados probetas. Las probetas se construyen de - piezas cilíndricas de vidrio y se fabrican para contener diversos volúmenes. Estos cilindros se calibran en la fábrica de modo que contendrán ciertos volúmenes. Los volúmenes de líquidos pueden medirse vertiendo una muestra líquida en el cilindro y observando la posición de la superficie del líquido. En el trabajo de laboratorio te familiarizarás con este instrumento de medición, así como en otros; bureta, pipeta, matraz aforado, etc.

TIEMPO. -

Las mediciones de tiempo se llevan comúnmente a cabo usando *relojes mecánicos,* que están diseñados de manera que el movimiento de las manecillas corresponda al paso del tiempo definido. -- Además emplean una escala expandida (décimas de segundo).

LONGITUD. -

Poco usado en el trabajo de laboratorio de química, su uso corresponde al de física.

TEMPERATURA. -

Una forma de energía que experimentamos con frecuencia en - nuestro medio ambiente, es el *calor.* La energía calorífica de un cuerpo es el *resultado del movimiento de las moléculas* constituyentes del cuerpo. *Para dar el grado de más caliente o más frío* a los cuerpos es necesario establecer una escala relativa de comparación llamada *escala de temperatura.* Existe una importante diferencia entre *calor y temperatura.* La cantidad de calor asociada con un cuerpo depende de la cantidad de materia que contiene, mientras que la temperatura es la misma para diferentes cantidades, por ejemplo está asociada mucho más calor al quemar 1 lto. - de gasolina, que con 100 ml., mientras que las temperaturas pueden ser las mismas.

Para establecer una escala de temperatura se usa lo que se conoce como estados térmicos de referencia. En los trabajos científicos se usa la escala *celsius* y la escala *kelvin.*

La escala celsius (antes centígrada) se definió estableciendo el estado térmico correspondiente al punto de fusión del agua como O, y el estado térmico correspondiente al punto de ebullición del agua como 100. El grado celsius se consideró como 1/100 de la diferencia entre el punto de fusión y el punto de ebulli- - ción del agua.

En el siglo XIX un hombre de ciencia inglés, Lord Kelvin, - estableció una escala de temperatura que usó como punto de referencia para el O^{o} el estado térmico más bajo posible, este estado térmico más bajo se estableció como O^{o} K (O^{o} K = -273.15^{o}C). El tamaño del ^{o}K se eligió igual al grado celsius. La relación entre ambas escalas es simple:

$$^{o}K = {}^{o}C + 273.15$$

Una vez que cuenta con escalas de temperaturas adecuadas es posible medir la temperatura de diferentes substancias con termó-