Curso para la habilitación de operarios cualificados en sistemas de PCI

Física y química

Módulo 1. Conocimientos generales

Organiza

CLÚSTER DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS

Prof. Manel Martín Alegre

PERADEJORDI

FIRE & SECURITY SYSTEMS KOSMOS GROUP

ms consultors

Estados de la materia

Con el fin de comprender el comportamiento y las propiedades de los diferentes estados de la materia, los científicos llegaron a la conclusión que la materia cumple con los principios expuestos en la **teoría cinéticomolecular**:

- ✓ La materia está constituida por partículas muy pequeñas, prácticamente invisibles.
- ✓ Las partículas ejercen entre sí fuerzas de atracción que las mantienen unidas.
- ✓ Las partículas están en constante movimiento.



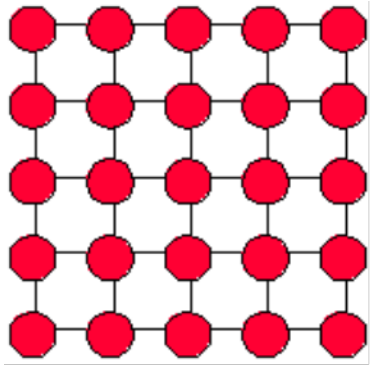
Estados de la materia

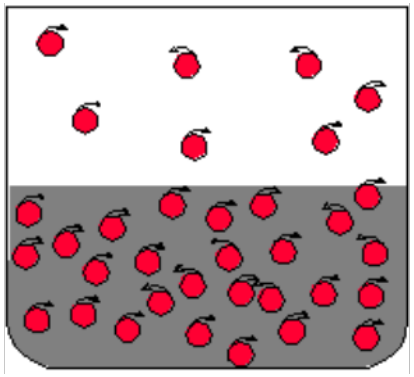
La materia se puede presentar en tres estados distintos, en función de sus propiedades y las condiciones ambientales existentes:

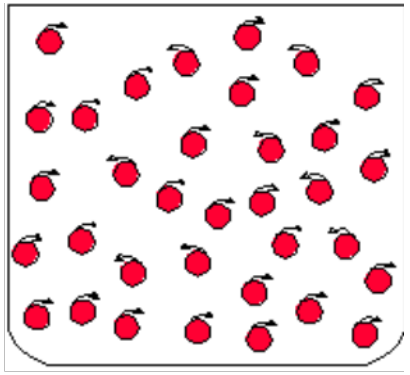
Estado	Propiedades observadas	Explicación del modelo
Sólido 	• Volumen fijo • Forma fija • No fluye	• Las fuerzas de cohesión son elevadas y se requiere mucha energía para contrarrestar las fuerzas de atracción. • Las partículas están ubicadas en el mismo sitio.
Líquido 	• Volumen fijo • Forma variable • Fluye	• Les fuerzas de cohesión son pequeñas. • Las partículas se mueven con cierta libertad, pero mantienen la distancia entre ellas.
Gas 	• Volumen variable • Forma variable • Fluye	• No hay fuerzas de cohesión. • Las partículas se mueven libremente por todo el espacio.

Estados de la materia

Estas fuerzas de cohesión dependen principalmente de la temperatura, y así pues dependiendo de la temperatura, una misma materia la podemos encontrar en las tres fases. A mayor temperatura las moléculas poseen mayor energía de movimiento y las fuerzas de cohesión no consiguen retener las moléculas en la típica estructura cristalina que define a los sólidos







Estados de la materia

Es conveniente destacar que, **en general**, las moléculas más grandes poseen temperaturas de fusión y de ebullición mayores que las moléculas pequeñas, ya que presentan mayor superficie de contacto para la fuerzas de Van der Waals (fuerzas de cohesión que actúan sobre las moléculas)

Así pues y en general, las moléculas con mayor peso molecular tendrán temperaturas de fusión y de ebullición más elevadas.

Hidrocarburo	Masa molar	Punto de ebullición (°C)	Punto de fusión (°C)
Metano	16	-164	-162
Etano	30	-88.6	-183.3
Propano	44	-42.1	-187.9
n-butano	58	-0.5	-138.6
n-pentano	72	36.1	-130.2
n-hexano	96	69	-95
n-heptano	100	98.4	-90.6
n-octano	114	125.7	-56.8
n-nonano	128	150.8	-51.1
n-decano	142	174.1	-29.7

Cambios de estado

En función de las condiciones ambientales y de entorno en qué se encuentra y de sus propiedades, la materia se puede hallar en un estado sólido, líquido o gaseoso.
El paso de un estado a otro depende de la energía calorífica a la que se encuentra sometida y que depende de la presión y la temperatura, es decir, de la entalpía del sistema.



Cambios de estado

Añadir calor = ENDOTERMICA
Temperatura de fusión
Aumento energía partículas

Añadir calor = ENDOTÉRMICA
Temperatura de ebullición
Aumento velocidad partículas

SÓLIDO ⇄ **LÍQUIDO** ⇄ **GAS**

Extraer calor = EXOTÉRMICA
Temperatura de cristalización
Disminución energía partícules

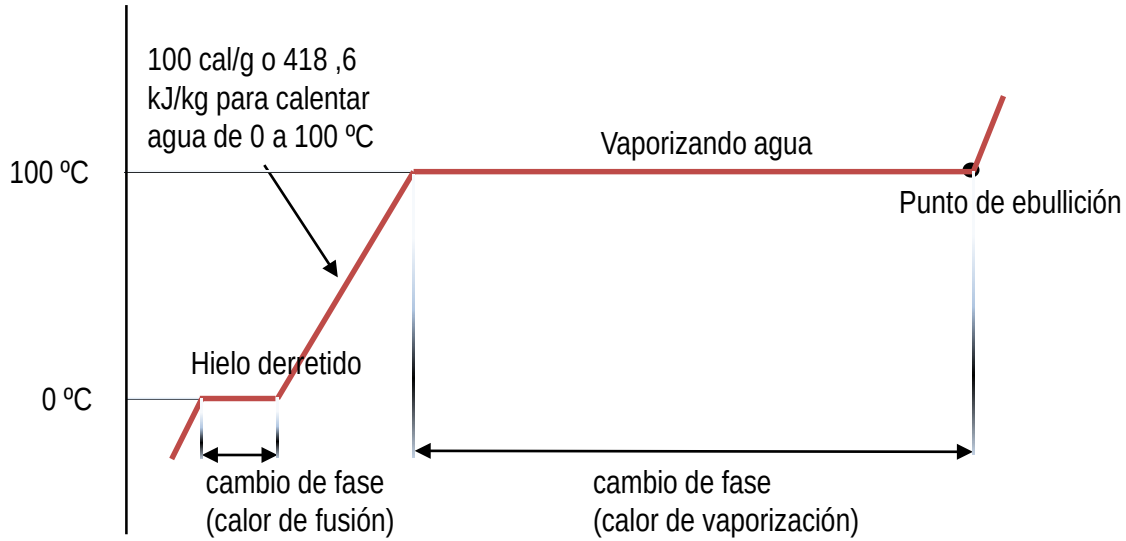
Extraer calor = EXOTÉRMICA
Temperatura de condensación
Disminución velocidad partículas

SÓLIDo → **GAS**

Añadir calor
Temperatura de sublimación
Aumento energía partículas

Cambios de estado

Cada sustancia tiene propiedades particulares y diferentes a las demás y, por lo tanto, estas cambiarán de estado en función de unas temperaturas y presiones particulares, también distintas a las que cambiarán las demás.



Punto de fusión y punto de ebullición

Punto de fusión: es la temperatura a partir de al cual una sustancia pura se derrite, es decir, pasa de sólido a líquido. El punto de fusión del hielo es de 0 ºC.

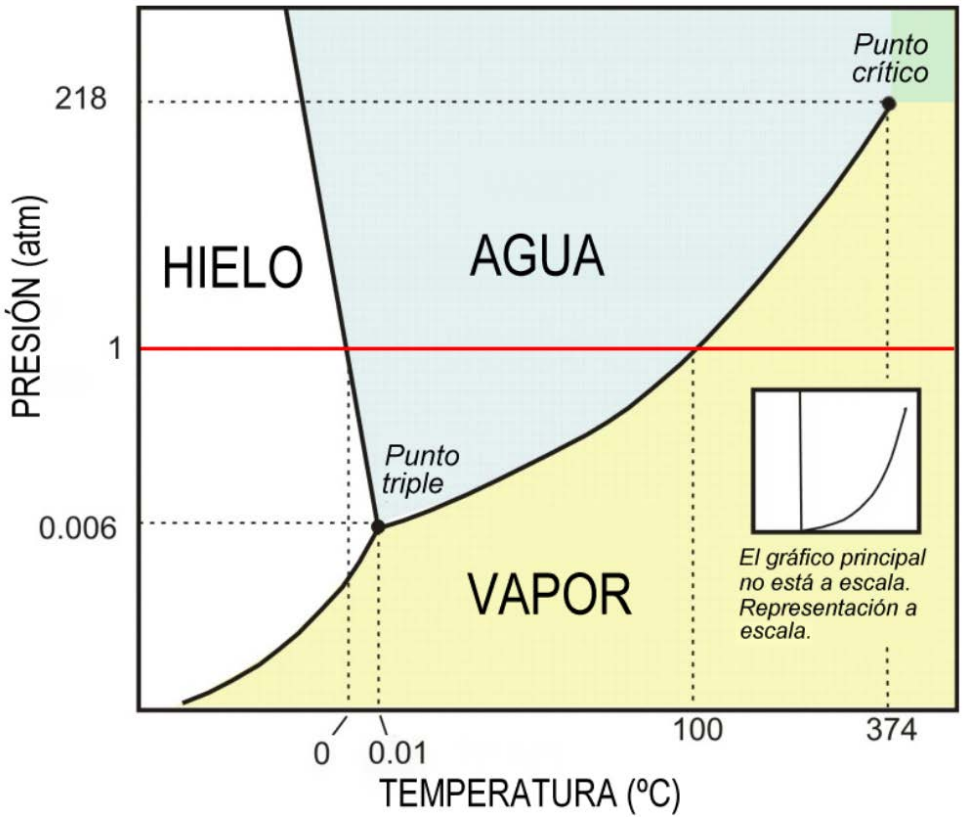
Punto de ebullición: es la temperatura a partir de la cual una sustancia pura empieza a hervir, es decir, pasa de líquido a gas. El punto de ebullición del agua es de 100 ºC.

Dependiendo de sus puntos de fusión y ebullición, una sustancia se encontrará en un estado sólido, líquido o gaseoso. Por ejemplo, el agua a 20ºC es líquida porque su punto de fusión es inferior y el hierro sólido porque su punto de fusión, superior. El mercurio es líquido a 0 ºC porque su punto de fusión es -39 ºC.

Diagrama de fases

Temperatura crítica: La temperatura por encima de la cual una materia no la podemos encontrar en estado líquido

Presión crítica: La presión por encima de la cual una materia no la podemos encontrar en estado líquido.



Densidad

Los objetos pesan más o menos en función de su densidad. Por ejemplo, dos objetos de volúmenes parecidos como una pelota de tenis y una de béisbol tienen un peso totalmente distinto.
Esto se debe a la densidad de los materiales de los que se compone cada uno de los objetos.





La densidad es el resultado del cociente entre la masa y el volumen del objeto.

$$\text{Densidad } (\rho) = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \ (g/cm^3)$$

Sólidos > Líquidos > Gases

Densidad relativa

La densidad relativa es la comparación de la densidad de una sustancia con la densidad de otra que se toma como referencia.

- La densidad relativa de gases y vapores se expresa relativa a la del aire
- La densidad de los sólidos y líquidos se expresa relativa a la del agua

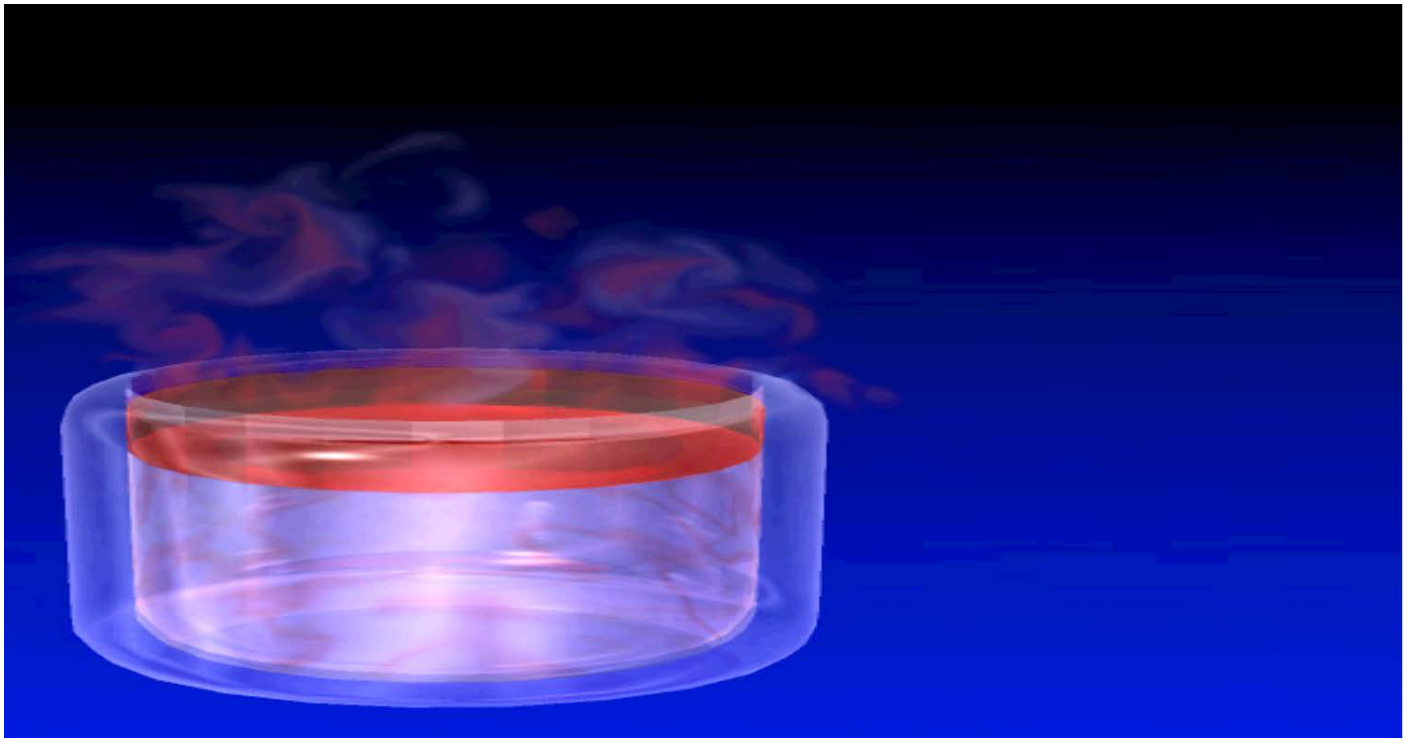
El parámetro se utiliza por ejemplo, para determinar como se extiende una fuga de gas, los gases de combustión, etc.

- Los gases ligeros se dispersan rápidamente
- Los gases pesados ocuparan los espacios bajos y tardarán mucho tiempo en dispersarse.

La densidad de los líquidos también nos determinará la forma correcta de utilizar el agua en tareas de extinción

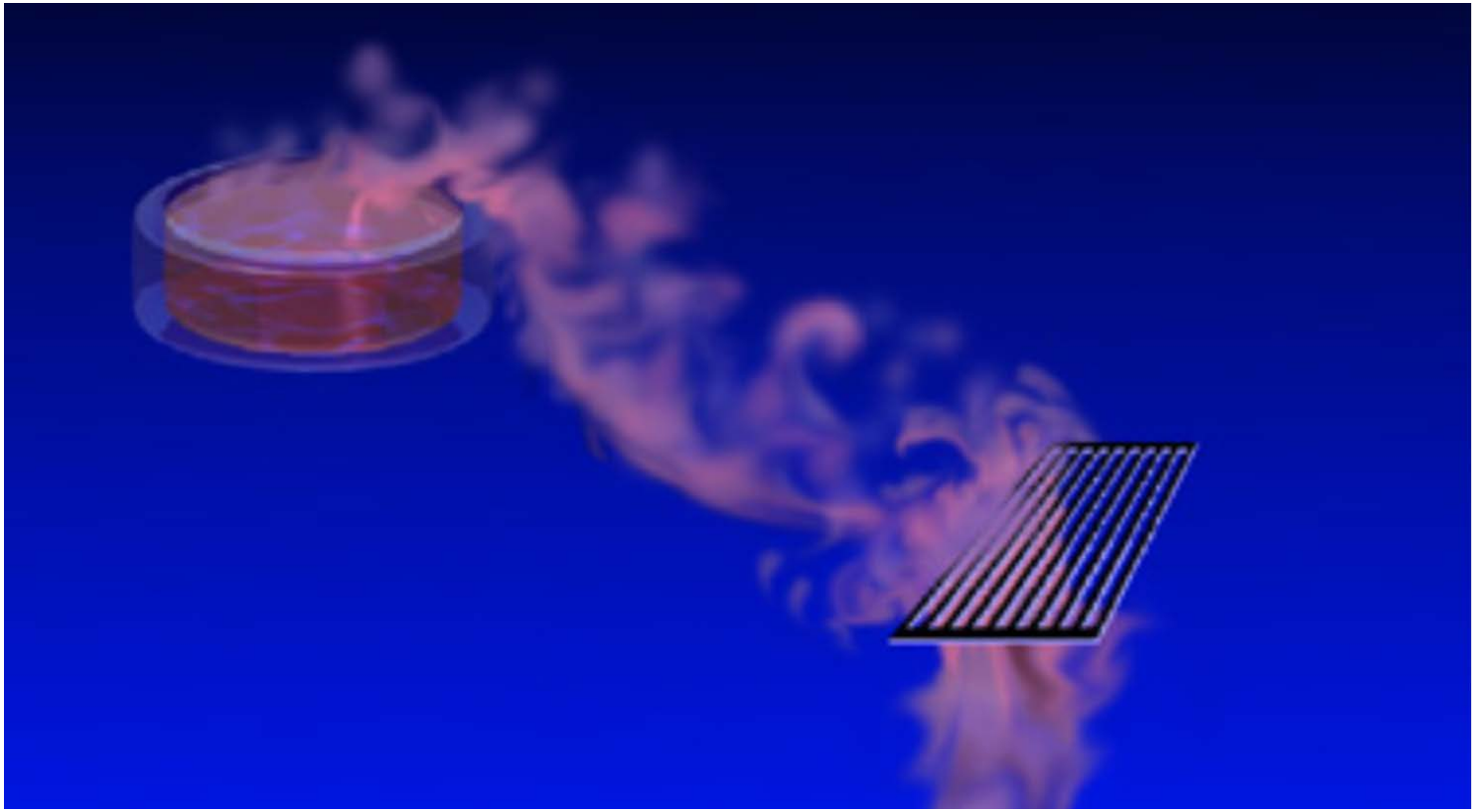
Densidad relativa

La mayoría de los líquidos inflamables són menos densos que el agua, tienen una densidad relativa menor que 1



Densidad relativa

La mayoría de los líquidos inflamables emiten vapores más densos que el aire, con densidad relativa superior a 1



Densidad

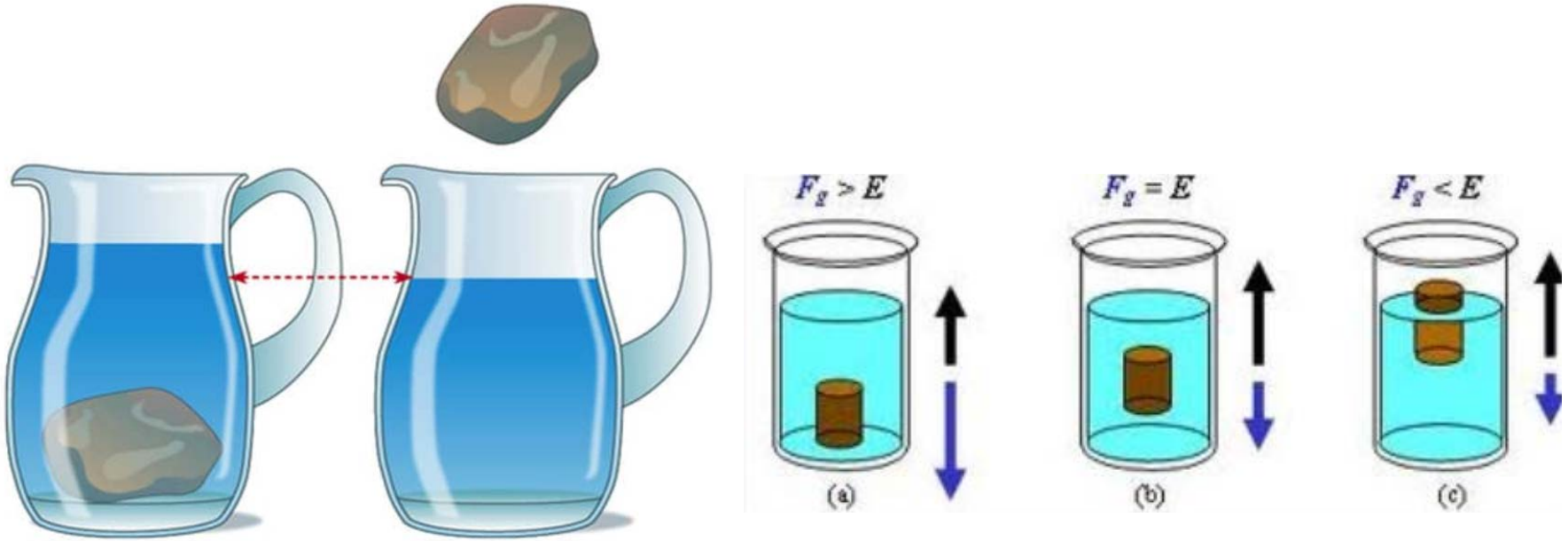
Sustancia	Densidad (g/cm^3)	Sustancia	Densidad (g/cm^3)
Corcho	0,2	Hormigón	2,4
Alcohol	0,79	Mármol	2,5
Fusta	0,9	Aluminio	2,7
Gel	0,91	Mercurio	5,4
Aceite oliva	0,92	Zinc	7,1
Polietileno	0,97	Acero	7,8
Agua pura	1	Cobre	8,9
Agua de mar	1,025	Plata	10,4
Glicerina	1,26	Plomo	11,3
PVC rígido	1,42	Oro	19,3
Celulosa	1,5	Platino	21,4





Densidad

"Todo cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje vertical ascendente igual al peso del volumen del fluido que desplaza" (Arquímedes, s. III a.C.)



Calor y temperatura

La temperatura de un objeto depende de la energía cinética (energía del movimiento) de sus partículas. Cuanto mayor es la energía cinética de un cuerpo, mayor es su temperatura. Esto es lo que llamamos **calor**. La unidad del calor en SI es el Joule (J). 1 **Joule equivale a 0,24 calorías.**

.

Calor y temperatura

La temperatura se mide con un termómetro. Estos tienen distintas escalas de medida:

- Escala Celsius o centígrado (ºC). Es la escala europea y está basada en los cambios de estado del agua. Al punto en el que el hielo se derrite se le asigna el valor de 0 grados centígrados (0 ºC).

- Escala Fahrenheit (ºF). Es la usada en los países anglosajones. En esta escala, el hielo se derrite a 32 ºF.La ecuación para relacionar la escala Fahrenheit con la escala Celsius es la siguiente:

$$T_F = T_C \cdot (9/5) + 32$$

- Escala Kelvin o absoluta (ºK). Es la unidad de medida del Sistema Internacional y la usada por los científicos. En ella, el hielo se derrite a 273 ºK. La ecuación para relacionarla con la escala Celsius es la siguiente:

$$T_K = T_C + 273$$

Expansión térmica

Es el aumento longitudinal, volumétrico o espacial, de área o de otra dimensión, que sufre un medio físico a causa del aumento de la temperatura.
El proceso contrario lleva el nombre de contracción térmica.
La expansión o contracción térmica es medida por el dilatómetro.

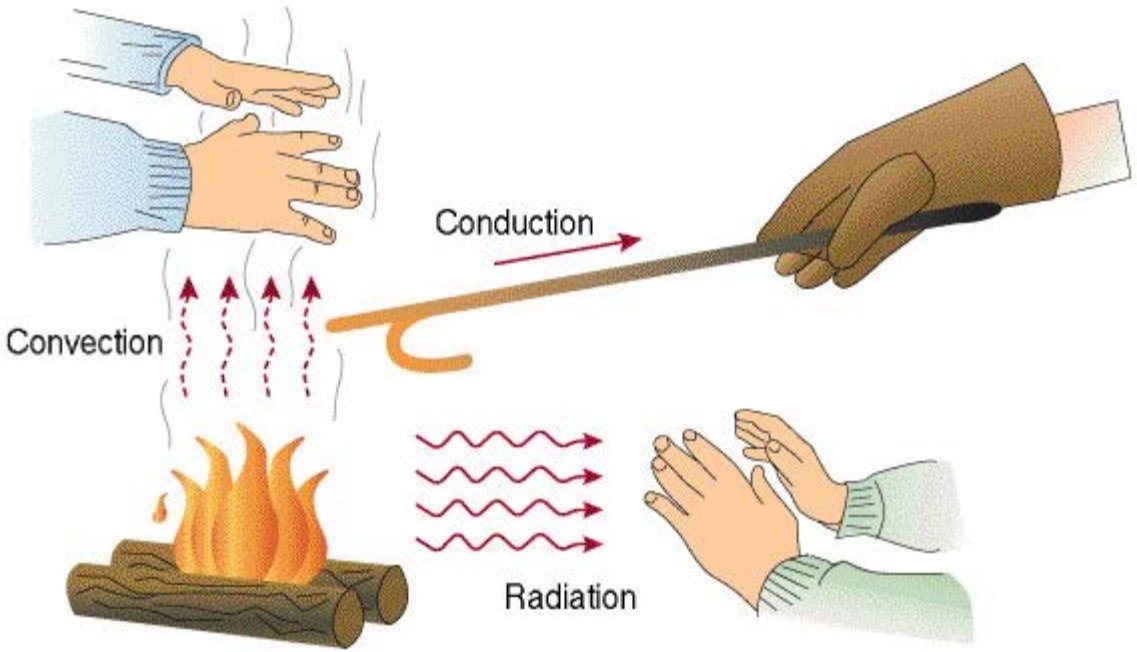


Transmisión de calor

Es el paso de energía térmica desde un cuerpo a mayor temperatura a otro de menor temperatura.

Se transmite por tres mecanismos distintos:

1. Conducción
2. Convección
3. Radiación

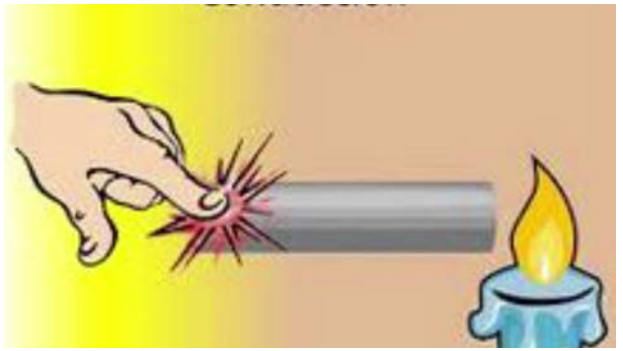


Transmisión de calor. Conducción

Es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, por el que el calor fluye desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura que está en contacto con el primero.

La propiedad física de los materiales que determina su capacidad para conducir el calor es la conductividad térmica. La transmisión de calor por conducción, entre dos cuerpos o entre diferentes partes de un cuerpo, es el intercambio de energía interna, que es una combinación de la energía cinética y energía potencial de sus partículas microscópicas: moléculas, átomos y electrones.

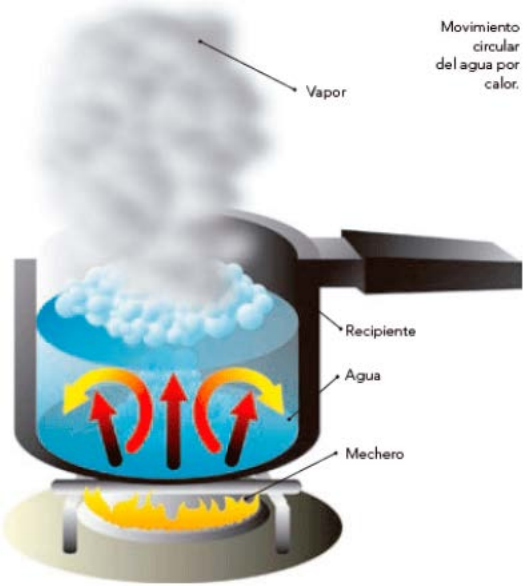




Transmisión de calor. Convección

Es el transporte de calor mediante el movimiento de un fluido. El movimiento del fluido se produce por las diferencias de densidades entre el fluido caliente y frio





Transmisión de calor. Radiación

Es el paso de energía térmica des de un cuerpo a mayor temperatura a otro de menor temperatura.

Es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas, se produce directamente desde la fuente en todas las direcciones, y no necesita de ningún medio físico (materia) para su propagación.



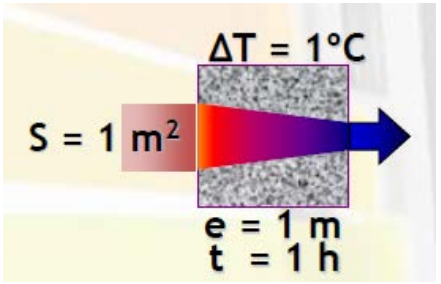
Transmisión de calor. Propiedades térmicas

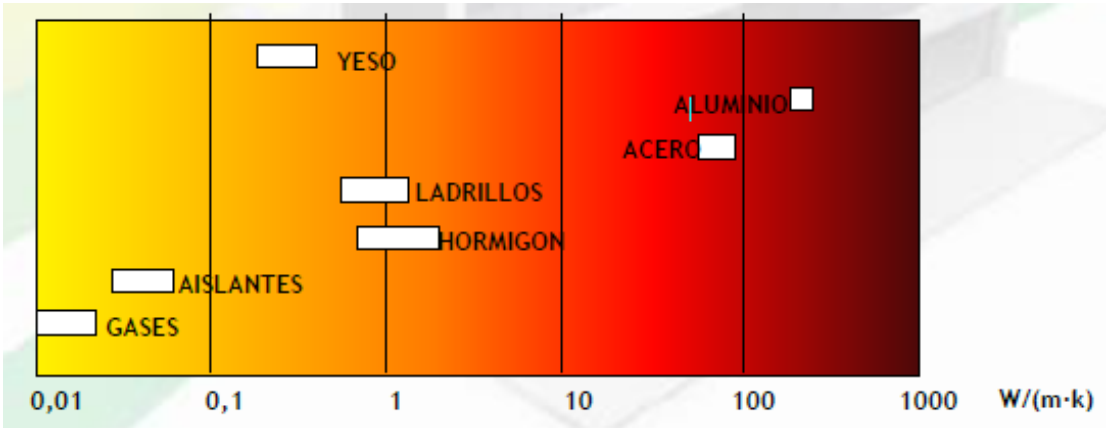
- Conductividad térmica, **λ**
  - Asociada a materiales
- Resistencia técmica, R
  - Asociada a materiales, espesor
- Coeficiente de transmisión térmica, Transmitancia U
  - Asociado a elementos constructivos

Transmisión de calor. Conductividad térmica

La conductividad térmica se mide en el S.I. con la siguiente magnitud: $\boldsymbol{\lambda = \frac{W}{Km}}$

Es la cantidad de calor que atraviesa un materia de espesor y superficie la unidad durante 1 hora cuando la diferencia de temperatura es 1ºC
Es un valor de referencia de los materiales aislantes





Transmisión de calor. Conductividad térmica

Material	λ W/(m·K)
Acero	47 - 58
Acero inoxidable	12 - 45
Agua	0,58
Aire	0,025
Alcohol	0,16
Alpaca	29,1
Aluminio puro	237
Amianto	0,04
Bronce	116 - 186
Caucho	0,16
Cemento Portland	0,29
Cinc	106 - 140
Cobre	401
Corcho	0,03 - 0,04
Diamante	900 - 2300
Estaño	64,0
Fibra de vidrio	0,03 - 0,07
Glicerina	0,29
Helio (superfluidez)	infinito

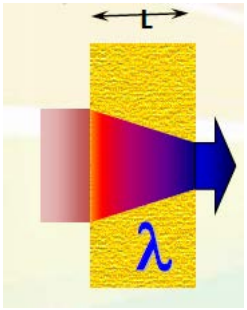
Material	λ W/(m·K)
Hielo	2
Hierro	80,2
Hormigón	1,7
Ladrillo	0,80
Ladrillo refractario	0,47 - 1,05
Latón	81 - 116
Litio	301,2
Madera	0,04 - 0,4
Mercurio	83,7
Mica	0,35
Níquel	52,3
Oro	318
Parafina	0,21
Piedra arenisca	2,4
Plata	429
Plomo	35,0
Polipropileno	0,12
Tierra húmeda	0,8
Vidrio	0,6 - 1,1

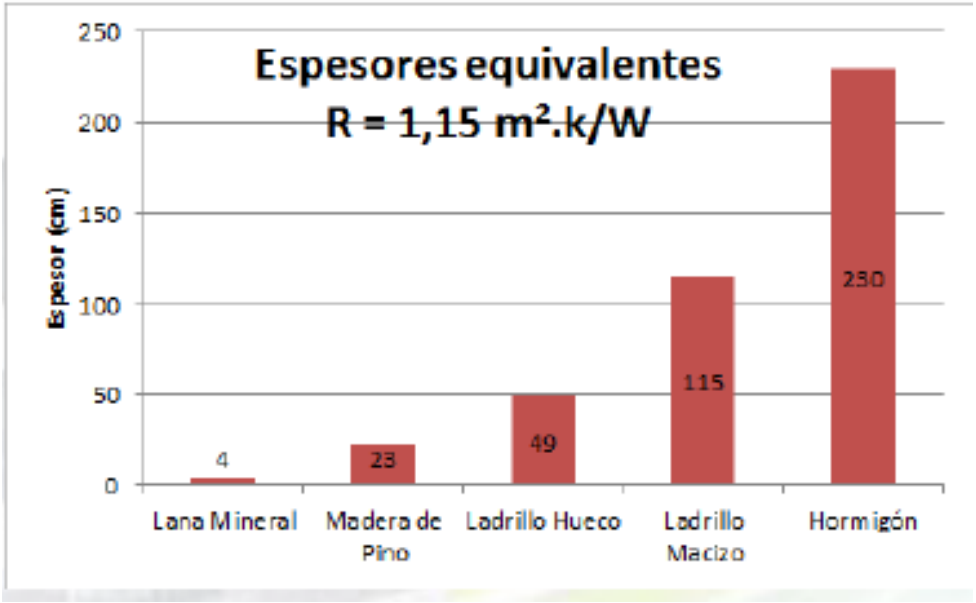
Transmisión de calor. Resistencia térmica

La resistencia térmica se mide en el S.I. con la siguiente magnitud: $\boldsymbol{R = \frac{m^2}{WK} = \frac{L}{\lambda}}$

Representa la dificultad que presenta un producto al paso del calor

Es un valor de resistencia de los materiales aislantes



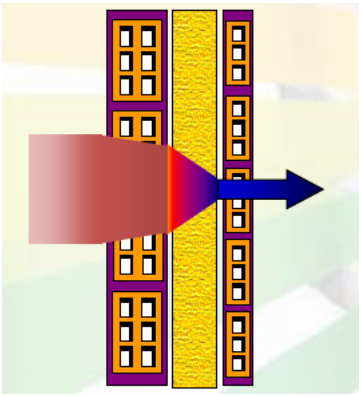


Transmisión de calor. Transmitancia térmica

La conductividad térmica se mide en el S.I. con la siguiente magnitud: $\mathrm{U} = \frac{\boldsymbol{W}}{\boldsymbol{m^2 K}} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{R}}$

Representa la cantidad de calor que atraviesa un cerramiento. Es la inversa de la Resistencia térmica.

Es un valor de referencia de los materiales constructivos.



Transmisión de calor. Propiedades térmicas

El comportamiento térmico de un material, se caracteriza por su conductividad térmica, **λ**.

El comportamiento térmico de un producto, se caracteriza por su resistencia térmica, R, definida como el cociente entre el espesor del producto y su conductividad térmica.
Este valor nos indica cuanto aísla térmicamente un producto, y es la vía para poder comparar el aislamiento térmico aportado por diferentes productos.

El comportamiento térmico de un cerramiento, se caracteriza por su coeficiente de transmisión térmica o transmitancia térmica, U.

Presión de vapor

Es la presión ejercida por un vapor en equilibrio con sus fases condensadas (sólida o líquida) a una temperatura determinada y en un sistema cerrado.

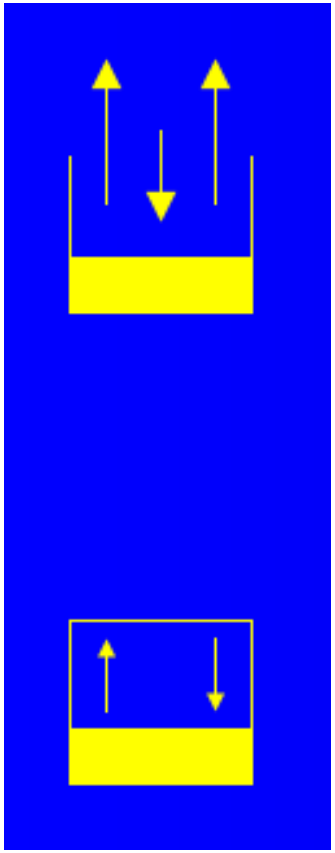
Nos da una indicación de la tasa de evaporación de un líquido y explica la tendencia de las partículas a escaparse.

Una sustancia con una presión de vapor elevada a temperaturas normales se suele clasificar com volátil.

Presión de vapor

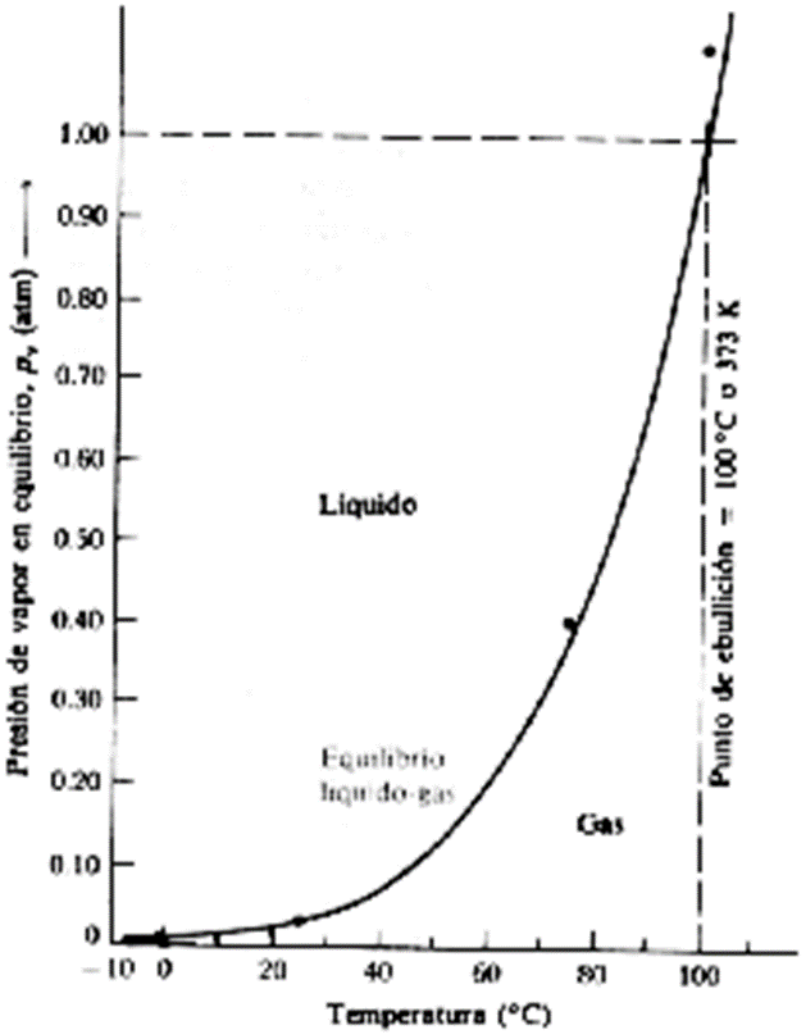
En un recipiente abierto se produce una evaporación continua del líquido y se acaba evaporando todo

En un recipiente cerrado de produce una evaporación continua del líquido y una condensación continua del calos, se establece el equilibrio y a ese valor le llamamos presión de vapor. Depende de la temperatura, a mayor temperatura mayor presión de vapor

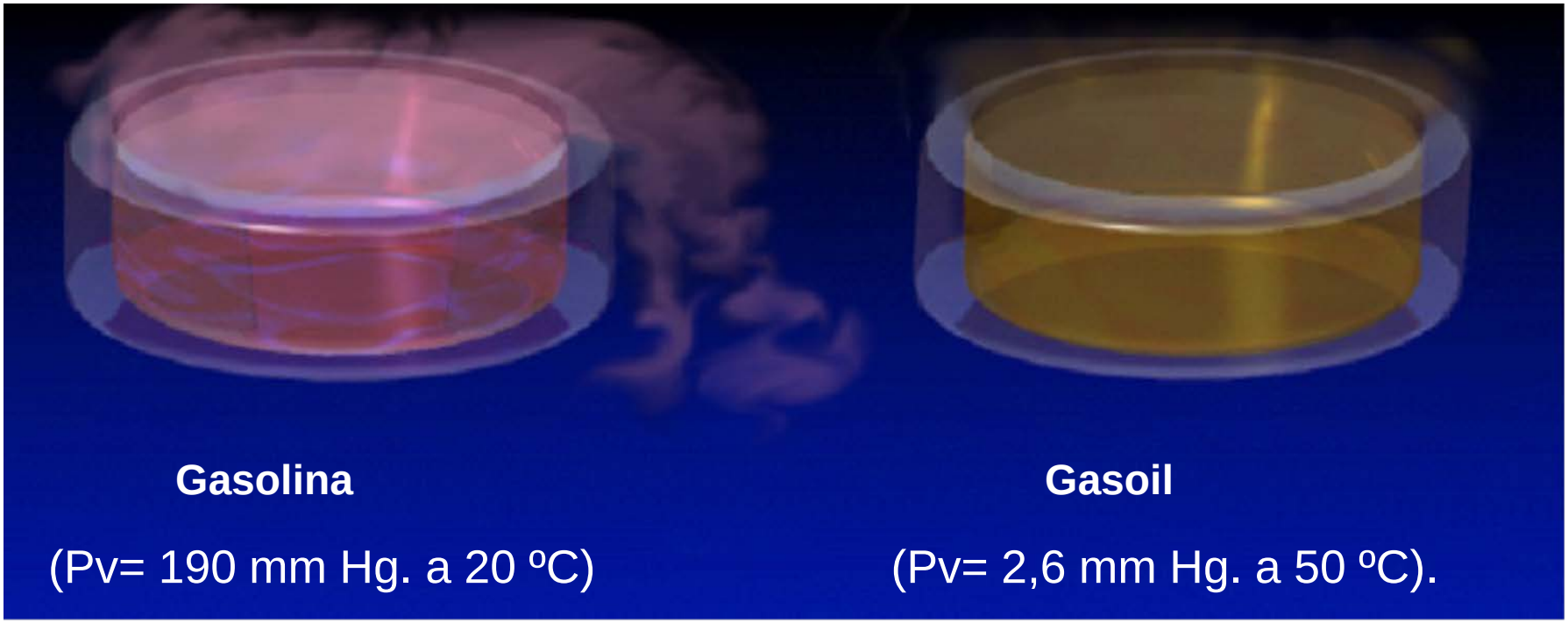


Presión de vapor

Diagrama de presión de vapor del agua



Presión de vapor



Presión de vapor

La ebullición se produce cuando la presión de vapor del líquido es igual o superior a la presión atmosférica, entonces se produce un paso de líquido a vapor en toda la masa del líquido.

La temperatura a la que hierve un líquido, temperatura de ebullición depende de la presión atmosférica a menor presión atmosférica, menor temperatura de ebullición

Gases licuados

A menudo las sustancias que en condiciones normales son gaseosas, se licuan por motivos económicos, espació, transporte, uso, etc.

Líquidos criogénicos: se encuentran por debajo de su punto de ebullición. Sistema caro, con gasto energético y control difícil.
Cuando el líquido sale al exterior necesitará calentarse para obtener la temperatura de ebullición.

Líquidos comprimidos: Se comprime la sustancia dentro del depósito para mantener la presión por encima de la presión de vapor correspondiente a la temperatura a la que se encuentra almacenado.
En caso de fuga el cambio de presión a la atmosférica será instantáneo, por lo que el paso de líquido a gas será muy rápido.

Mezclas

Una mezcla es un material formado por dos o más componentes unidos, pero no combinados químicamente. No ocurre ninguna reacción química.

Un sistema homogéneo es aquel material que está formado por una sola fase de varias sustancias, que da como resultado una sustancia de estructura y composición uniforme. SI no se pueden distinguir las distintas partes será homogéneo



Mezclas

Una mezcla es un material formado por dos o más componentes unidos, pero no combinados químicamente. No ocurre ninguna reacción química.



Un **sistema homogéneo** es aquel material que está formado por una sola fase de varias sustancias, que da como resultado una sustancia de estructura y composición uniforme. SI no se pueden distinguir las distintas partes será homogéneo

La heterogéneas són las que no so uniformes

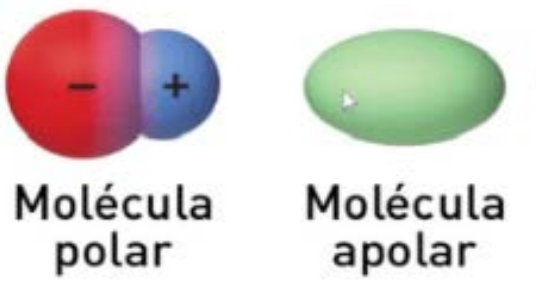


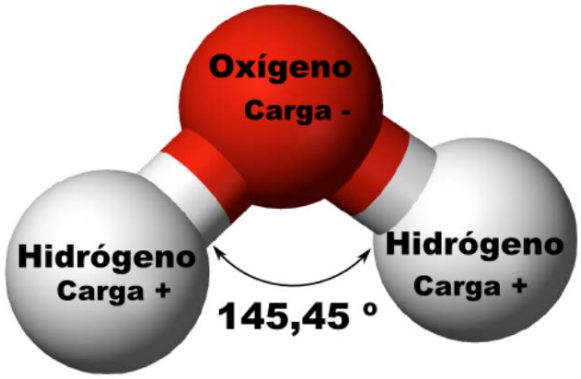
Sustancias polares

Una **molécula es polar** cuando uno de sus extremos está cargado positivamente y el otro negativamente (existe separación de las cargas eléctricas).

Esta propiedad está íntimamente relacionada con la solubilidad, el agua, los alcoholes, son moléculas polares







Sustancias polares

Las sustancias polares forman mezclas homogéneas entre ellas, agua, alcoholes, amoníaco, etc.

Las sustancias apolares forman mezclas homogéneas entre sí, aceite vegetal, grasas, etc.

Las sustancias polares se repelen con las sustancias no polares, forman mezclas heterogéneas.

Solubilidad

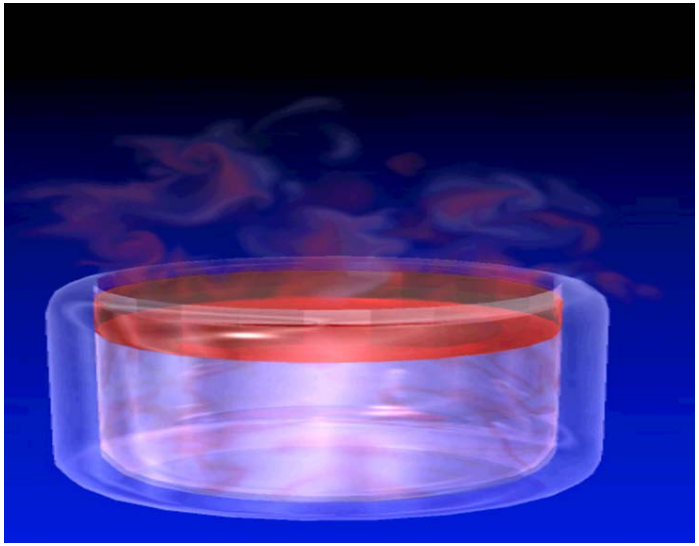
La solubilidad en el agua nos indica de que forma podremos utilizar el agua en la extinción de incendios.



Solubilidad

Los materiales solubles pueden ser atacados con agua de forma efectiva, escogiendo en la lanza el ancho del abanico y pulverización del agua utilizada.

En los materiales insolubles en agua, la densidad relativa del combustible determinará la utilidad o no del agua com agente extintor.



RECORDATORIO. La mayoría de los líquidos inflamables són menos densos que el agua, tienen una densidad relativa menor que 1, FLOTAN.

Viscosidad

La viscosidad mide la resistencia de un fluido a fluir. Es consecuencia de las fuerzas de atracción de las moléculas.

Los líquidos viscosos se mueven a una velocidad más lenta que los de viscosidad baja.

En caso de incendio el contacto con líquidos viscosos puede ser muy peligroso.

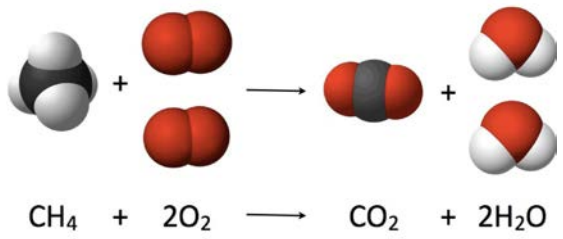
La densidad y la viscosidad no se relacionan entre sí.

La temperatura és inversamente proporcional a la viscosidad.

Combustión

La combustión es una **reacción química** donde la materia **combustible** se combina con el oxígeno (u otra substancia **comburente**) desprendiendo energía en forma de calor y gases. Los derivador propios de la combustión dependen de los productos implicados. En combustiones com hidrocarburos se forma dióxido de carbono y agua

Como los enlaces C-H contienen más energía que los enlaces C-O y H-O, hay energía que se libera y es la causante del calor



$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

Combustión completa

$CH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O +$ energía

La relación entre cantidad de combustible y de comburente es estequiometrica. Si falta oxígeno la reacción se detendrá

Combustión incompleta

$4\,CH_4 + 7\,O_2 \longrightarrow 2\,CO + 2\,CO_2 + 8\,H_2O$

Combustión

COMBURENTES

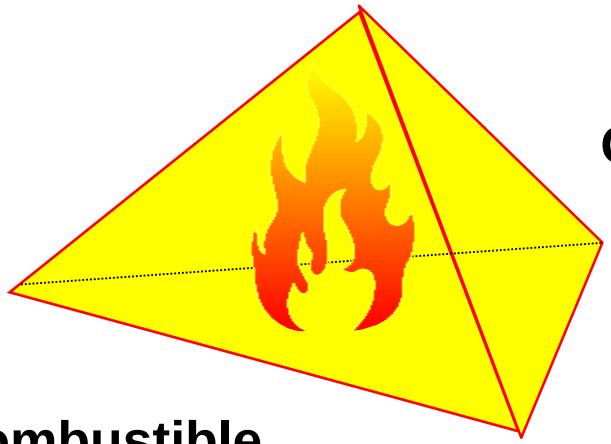
- Oxígeno (21% en aire) y Ozono
- Peròxido de hidrógeno
- Halógenos
- Ácidos nítricos y sulfúricos concentrados
- Óxidos metales pesados
- Nitratos, cloratos, perboratos
- Cromatos, dicromatos, permanganatos, hipocloritos, hiprobromitos

Combustión

Una reacción de combustión se autoalimenta por su carácter exotérmico y necesita, en general de una pequeña fuente de activación (chispa, fuente de calor,…)
Existen sustancias inflamables en cualquier fase (sólido, líquido o gaseoso)
Para que la reacción de combustión se mantenga es necesaria la reacción en cadena

TETAEDRO DEL FOC

Calor o fuente de ignición



Oxégeno (comburent)

Combustible

Reacción en cadena

Combustión

Efecto del oxígeno en una combustión:

- Poco oxígeno, combustión pobre, aparición de CO (tóxico)
- Mucho oxígeno, combustiones mucho más rápidas.

Combustión

Conceptos importantes

Temperatura de inflamación, o flash point o punto de destello es aquella en la que los gases producidos por el combustible empiezan a arder, pero si se retira la fuente de calor de ignición se apagan de nuevo. Suele ser unos 10ºC más baja que la temperatura de ignición.

Temperatura de ignición es aquella es aquella temperatura para la que la sustancie empiece a arder al acercar una fuente de calor y se mantenga la llama una vez retirada la fuente de calor externa.

Temperatura de autoignición, temperatura mínima a la presión atmosférica a la que un combustible arde espontáneamente sin necesidad de una fuecte de calor exterior.

Combustión súbita generalizada flash over o flashover, cuando en una situación de incendio los gases desprendidos por el combustible y que ocupan el ambiente alrededor del fuego se calientan hasta un punto en el que se produce una ignición brusca.

Inflamabilidad

La reacción en cadena

Para que se produzca la reacción se necesita una excitación previa de las moléculas, para conseguir un umbral de actividad.

La actividad se produce por la influencia de las moléculas cercanas excitadas o aumentando la temperatura

Al empezar la reacción se producen más moléculas excitadas y más calos, con lo cual la combustión adopta la forma de reacción en cadena (la velocidad de producción de moléculas activadas supera la tasa de desaqctivación.

Inflamabilidad

Será difícil que e produzca la reacción de combustión si hay poca cantidad relativa de oxígeno, como de materia combustible. Hasta el extremo que hay concentraciones de materia inflamable que por exceso o por defecto no permiten que se produzca la reacción.

A estos límites se les denomina:

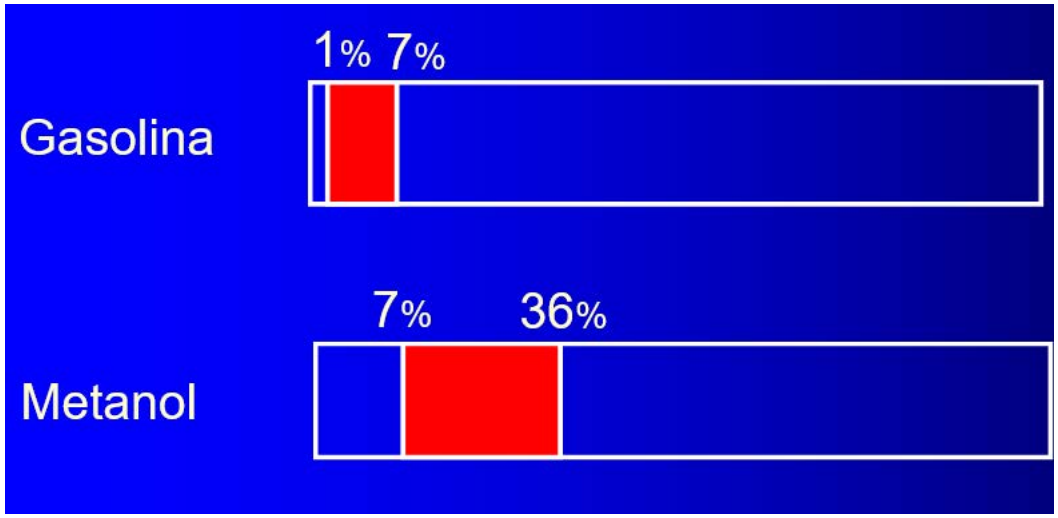
- Límite inferior de inflamabilidad LII
- Límite superior de inflamabilidad LSI

La sustancia será inflamable solamente dentro de estos límites, y fuera de los límites no se producirá la reacción de combustión.

La concentración de estos límites se expresa habitualmente en %volumen (volumen del gas / volumen mezcla)

Los límites de inflamabilidad dependen de la temperatura y presión que a medida que aumentan se ensancha el intervalo de inflamabilidad.

Inflamabilidad



Inflamabilidad

SUBSTÀNCIA	LII (% volum)	LSI (% volum)	Punt d'inf (º C)	Punt d'aut (ºC)
Acrilonitril	3.1	17	0	481
Benzè	1.3	7.9	-11	562
Butà	1.8	8.4	-60	405
Ciclohexà	1.3	7.8	-20	245
Hidròg en	4.0	75	Gas	400
Metà	5.0	15	Gas	540
Propà	2.1	9.5	Gas	450
Òxid d'etilè	3	100	Gas	429
Òxid de propilè	2.1	38.5	-37	449
toluè	1.3	7	4	480

Inflamabilidad

El punto de inflamación, es la temperatura a la que la presión de vapor de la substancia es tal que da una concentración de vapor en el aire que se corresponde con el límite inferior de inflamabilidad.

Por debajo de esta temperatura la presión de vapor será más pequeña, se evaporará menos líquido y no llegaremos al LII correspondiente a esta temperatura.

La temperatura de inflamación nos da pues la temperatura mínima a la que una sustancia puede inflamarse.

Condiciones combustión

- Mezcla combustible comburente (capacidad de mezclarse de los dos elementos combustible i comburente)
- Dentro del rango de inflamabilidad
- Combustible por encima del punto de inflamación
- Energía de activación necesaria (presencia de una fuente de ignición)
- EN LOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS SE ACTÚA NORMALMENTE SOBRE:
    - La fuente de ignición
    - Combustible
    - Comburente
    - Reacción en cadena

Consecuencias combustión

1. La llama, es la zona de combustión de un gas, y la luz la produce los átomos del combustible incandescentes

2. El calor de combustión, es la cantidad de calor liberada durante la combustión por unidad de masa de combustible. Por ejemplo la madera tiene un poder calorífico mucho menor que los derivados del petroleo

3. Los productos de la combustión
    1. CO
    2. Cenizas
    3. Hollín
    4. Humos

