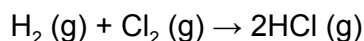


## 1. UN MODELO QUE EXPLICA LA RUPTURA Y FORMACIÓN DE ENLACES

La química se ocupa del cambio. Las reacciones químicas representan el proceso de ese cambio, es decir, unas sustancias con unas propiedades dan lugar a otros materiales con propiedades diferentes.

Por ejemplo:



Para que ese proceso tenga lugar se deben producir.

- Ruptura de los enlaces H-H y Cl-Cl, lo cual consume energía.
- La formación de los enlaces H-Cl, que libera energía.

Cualquier reacción se realiza con un balance energético y tiene lugar a una velocidad determinada.

### El modelo de colisiones

Este modelo se basa en la teoría cinético-molecular. Su hipótesis se resume así.:

- Para que los procesos químicos tengan lugar es necesario que las moléculas choquen entre sí.
- De todos los múltiples choques unos producen reacciones (colisiones eficaces) y otros no (colisiones ineficaces)
- Para que una colisión sea eficaz se debe cumplir:
  - Que se produzca con una **orientación adecuada**
  - Que las moléculas choquen con una **mínima cantidad de energía cinética**. Si no es así, simplemente rebotan y la colisión es ineficaz.

El modelo de colisiones permite explicar los aspectos energéticos de las reacciones químicas y los factores que afectan a su velocidad.

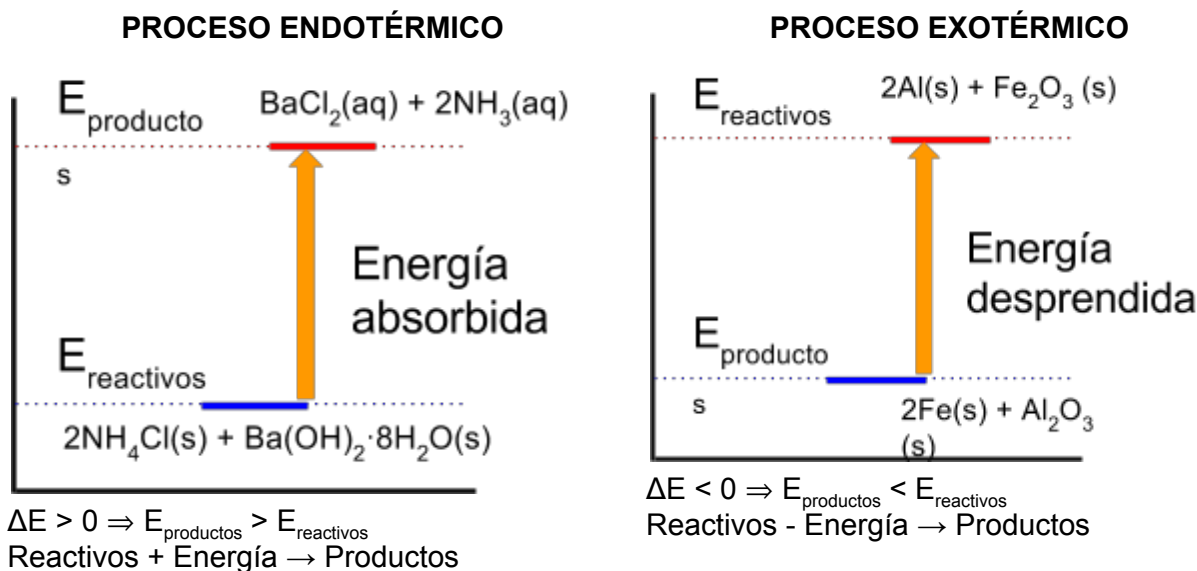
## 2. REACCIONES ENDOTÉRMICAS Y EXOTÉRMICAS.

La energía intercambiada en las reacciones químicas puede manifestarse como energía luminosa, eléctrica, sonora, etc., pero en muchas ocasiones se manifiesta como energía térmica, de ahí que los procesos se nombre como endotérmicos y exotérmicos.

- **Reacciones endotérmica**. La energía consumida en la rotura de enlaces es mayor que la energía liberada al formarse nuevos enlaces, el balance energético es que **absorben energía**.
- **Reacciones exotérmicas**. La energía consumida en la rotura de enlaces es menor que la energía liberada al formarse nuevos enlaces, el balance energético es que **desprenden energía**.

### Diagramas energéticos y ecuación termoquímica

En un proceso químico genérico el balance energético del proceso es:  $\Delta E = E_{\text{productos}} - E_{\text{reactivos}}$ , que se puede expresar mediante diagramas energéticos.

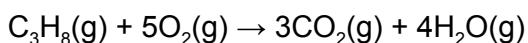


Una **ecuación termoquímica** es una ecuación química que incluye la cantidad de energía intercambiada en el proceso. La energía participa en el ajuste de la reacción.

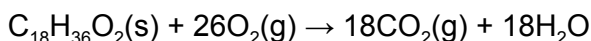
### 3. REACCIONES DE COMBUSTIÓN Y COMBUSTIBLES

Las **reacciones de combustión** son reacciones donde interviene el oxígeno como reactivo. Transcurren rápidamente y tiene lugar un gran desprendimiento de luz y calor.

Una gran parte de las reacciones exotérmicas son reacciones de combustión. Dos ejemplos:  
 Combustión del propano:



Combustión del ácido esteárico de la cera de una vela:



La combustión de hidrocarburos producen siempre  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$

La oxidación no es combustión

Muchos de los compuestos que utiliza el cuerpo humano son fuentes de energía, ya que reaccionan de manera análoga a cualquier combustible para dar  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Sin embargo, en el interior del organismo, las reacciones tienen lugar lentamente y a la temperatura corporal. son reacciones de oxidación y no de combustión.

La combustión de la glucosa:



Aproximadamente el 40% de la energía producida se utiliza para efectuar trabajo en el sistema muscular y el sistema nervioso. El resto se libera mediante calor, una parte se utiliza para mantener estable la temperatura del cuerpo.

Cuando el organismo produce demasiado calor el cuerpo lo elimina produciendo sudor que al evaporarse absorbe energía (proceso endotérmico) y enfría el cuerpo.



## Combustibles

Son las sustancias que reaccionan con el oxígeno en las combustiones. Tiene una gran importancia económica, ya que son fuentes de energía.

Son muchos los factores que determinan cuál es el mejor combustible para una aplicación determinada: los precios del combustible, la facilidad con que se quema, la contaminación que causa, etc. Desde el punto de vista químico son importantes:

- La energía específica o cantidad de energía producida por gramo.
- la densidad de energía o cantidad de energía producida por litro a 0° C y 1 bar de presión

En la tabla figuran las propiedades termoquímicas de algunos combustibles

Combustible	$E_{\text{combustión}}$ (kJ/mol)	Energía específica (kJ/g)	Densidad de energía a 0° C 1 bar (kJ/l)
Hidrógeno	286	142	32
Metano	890	55	40
Octano	5471	48	38000

Si en la elección de un combustible el criterio de masa es determinante, se elegirán combustibles de gran energía específica; pero si hay que almacenarlos, es más útil el criterio de una gran densidad de energía.

## Impacto ambiental

Los problemas ambientales que genera el uso de los combustibles fósiles hacen que el criterio de minimizar la contaminación se esté convirtiendo en el más decisivo actualmente.

la mayoría de los combustibles producen al quemarse óxidos de carbono, azufre y nitrógeno. Cada uno de ellos entraña diversos peligros.

Óxido	Fuente	Consecuencia
CO	Combustibles fósiles, descomposición de materia orgánica, procesos industriales...	Veneno.
CO <sub>2</sub>	Combustibles fósiles, descomposición de materia orgánica, procesos industriales...	Se supone que provoca efecto invernadero.
NO	Motores de combustión interna...	Forma ácidos que al caer como lluvia ácida produce deforestación
SO <sub>2</sub>	Gases volcánicos, incendios, combustibles fósiles...	Forma ácidos que al caer como lluvia ácida produce deforestación

Una posible solución sería utilizar hidrógeno. Sin embargo su almacenamiento es muy difícil y peligroso.

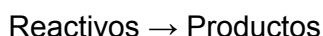
#### 4. VELOCIDAD DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Los cambios químicos no son instantáneos. Hay reacciones que se completan en fracciones de segundo, como ciertas explosiones, y otras que tardan miles o millones de años, como la formación de diamantes en la corteza terrestre.

La cinética química es la rama de la química que estudia la velocidad de los procesos químicos: desde la rapidez con la que actúa un medicamento o se agota la capa de ozono, hasta el descubrimiento de sustancias que aceleren ciertos procesos industriales.

##### Medida de la velocidad de reacción

Dado el siguiente proceso genérico



La velocidad de una reacción se mide en función de la rapidez con la que aparecen los productos o con la que desaparecen los reactivos.

La velocidad de una reacción química es la cantidad de producto que se obtiene (o la cantidad de reactivo que desaparece) en un segundo.

$$v_{\text{reacción}} = \frac{\text{producto formado}}{\text{tiempo transcurrido}} = \frac{\text{reactivo transformado}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

Cuando la reacción se realiza a volumen constante, la velocidad de reacción se determina midiendo el cambio de concentración que experimentan reactivos o productos en la unidad de tiempo.

##### Reacciones lentas y rápidas: energía de activación

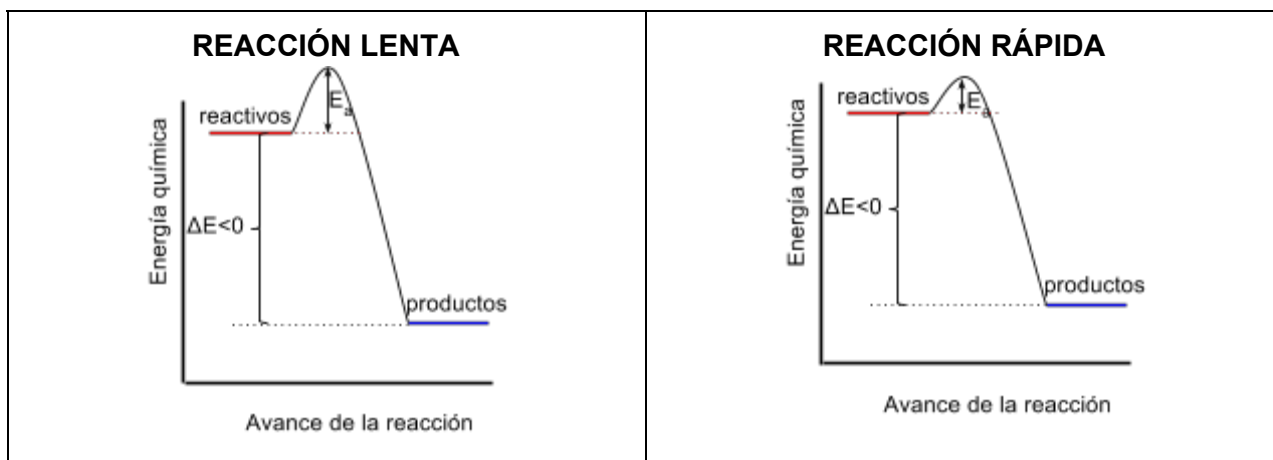
Muchas reacciones químicas no comienzan de forma inmediata al poner en contacto los reactivos. Este hecho es debido a que deben superar una cierta barrera energética denominada energía de activación, para comenzar su transformación en productos.

Esta energía de activación determina la velocidad de la reacción porque, según el modelo de colisiones, para que estas sean eficaces han de producirse con una cierta energía.

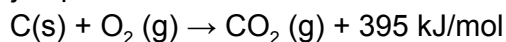
Esta energía puede ser aportada por la llama de una cerilla, un choque, la luz solar, etc.

La **energía de activación** ( $E_a$ ) es la energía mínima que se necesita para iniciar una reacción química. Varía mucho de una reacción a otra.

- Si la energía de activación es alta, las reacciones son **lentas**.
- Si la energía de activación es baja, las reacciones son **rápidas**.

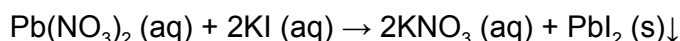


Por lo general, las reacciones químicas que requieren la rotura previa de enlaces fuertes transcurren lentamente. Por ejemplo:



Se trata de una reacción muy exotérmica. Si el carbono forma parte de un diamante, su oxidación en el aire es un proceso lentísimo, dado que los enlaces C-C en el diamante son muy fuertes y la energía de activación de la reacción es muy alta.

Por el contrario, las reacciones que no requieren de una ruptura previa de enlaces fuertes transcurren rápidamente. Es el caso de la mayoría de las reacciones que se dan entre iones en disolución. Por ejemplo:



El precipitado amarillo de yoduro de plomo aparece inmediatamente.

## 5. FACTORES QUE MODIFICAN LA VELOCIDAD DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

La velocidad de una reacción química depende de muy diversos factores. Por ejemplo:

- Freír patatas requiere menos tiempo que hervirlas, ya que el proceso discurre a más temperatura.
- La ropa se lava mejor con un detergente más concentrado
- La combustión de carbón es más rápida si se pulveriza, tal como se hace en las centrales térmicas.
- Colocando un trocito de miga de pan en un vaso de gaseosa, el desprendimiento de gas es muy rápido.

Así pues, además de la **naturaleza de los reactivos**, hay otros factores que afectan a la velocidad de un proceso, como son: la **temperatura**, la **concentración** de los reactivos, la **superficie de contacto** y la presencia de **catalizadores**.

- **Influencia de la temperatura.** Según la teoría cinético-molecular, al aumentar la temperatura aumenta la velocidad y la energía cinética de las moléculas. En consecuencia:
  - Aumenta la frecuencia de los choques entre moléculas.
  - Aumenta el número de moléculas con energía suficiente para dar lugar a colisiones eficaces.

**El aumento de la temperatura**, en general, incrementa la velocidad de las reacciones químicas.

- **Influencia de la concentración.** La velocidad de una reacción, a escala microscópica, es proporcional al número de colisiones eficaces que tienen lugar. A más colisiones eficaces, más velocidad de reacción.

**El aumento de la concentración de los reactivos incrementa la velocidad de reacción.**

- Influencia de la superficie de contacto. Al aumentar el área de contacto entre los reactivos, el número de moléculas expuestas a colisiones con otras es superior. El nivel de división es máximo en las sustancias disueltas, por lo que las reacciones suelen ser muy rápida.

**El aumento de la superficie de contacto entre los reactivos (sustancias molidas o disueltas) incrementa la velocidad de reacción.**

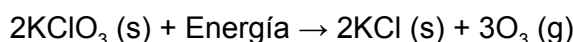
## Catalizadores

La velocidad de algunas reacciones aumenta con la adición de pequeñas cantidades de otras sustancias que, por lo general, pueden recuperarse al final del proceso. Tales sustancias se llaman catalizadores

**Un catalizador es una sustancia que actúa en pequeñas cantidades, aumentando la velocidad de una reacción sin consumirse en el proceso.**

Los catalizadores disminuyen la **energía de activación** (pasa de  $E_a$  a  $E'_a$  siendo  $E'_a < E_a$ ), haciendo que la reacción transcurra por etapas intermedias diferentes.

Por ejemplo, la reacción de descomposición térmica del clorato de potasio para obtener oxígeno es difícil de efectuar, incluso calentando fuertemente.



Pero si se mezcla un poco de  $\text{MnO}_2$  antes de calentarlo, el proceso es muy rápido y el  $\text{MnO}_2$  se recupera al final prácticamente sin cambio.

## Catalizadores e industria química

La importancia de los catalizadores en la industria química es excepcional. Gran parte de la investigación se centra en encontrar catalizadores para ciertos procesos o, por el contrario, en eliminarlos cuando favorecen reacciones indeseadas, como la corrosión de metales o la caries dental.

Algunos ejemplos de catálisis son:

- La síntesis del amoníaco es una reacción muy lenta, aun cuando discurre a altas presiones y temperaturas. El químico alemán Fritz Haber descubrió que la presencia de hierro finamente dividido acelera el proceso y permite obtener  $\text{NH}_3$  a gran escala.
- El  $\text{V}_2\text{O}_5$  favorece el proceso de oxidación del  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$ , esencial en la obtención de ácido sulfúrico.
- El rodio (Rh) se usa en la producción de  $\text{HNO}_3$  por oxidación del  $\text{NH}_3$ .

Existen sustancias denominadas **venenos** que inhiben la acción de los catalizadores y causan grandes pérdidas económicas en la industria.



### Catalizadores biológicos o enzimas

El cuerpo humano es un sistema muy complejo de reacciones químicas vinculadas entre sí, y todas deben tener lugar a unas velocidades cuidadosamente reguladas. Estas reacciones requieren catalizadores específicos y eficientes, conocidos como **enzimas**.

Las enzimas son catalizadores producidos por los seres vivos para aumentar la velocidad de los procesos químicos biológicos.

Desde el punto de vista químico las enzimas son proteínas con **centros activos** que actúan como “cerraduras” donde encajan como “llaves” las sustancias que reaccionan (**sustrato**) y sobre las que actúa la enzima.

Un **veneno** de la enzima puede bloquear el centro activo o deformarlo, impidiendo que el sustrato encaje bien.

## 6. REACCIONES ÁCIDO-BASE

Las reacciones que tienen lugar entre iones en disolución son casi instantáneas ya que no requieren la ruptura previa de enlaces (la energía de activación es casi nula). Es el caso de las reacciones entre ácidos y bases.

### Ácidos y bases

Muchos ácidos y bases son sustancias de gran importancia industrial. Otros son sustancias caseras y algunos son componentes de la materia viva.

Según los estudios del químico sueco Arrhenius el comportamiento de ácidos y bases se debe a los iones  $H^+$  (aq) y  $OH^-$  (aq), respectivamente. Podemos definirlos así:

- **Ácidos:** son sustancias que en disolución acuosa se disocian, dando iones hidrógeno  $H^+$  (aq)
- **Bases:** son sustancias que en disolución acuosa dan lugar a la aparición de iones hidróxido  $OH^-$  (aq)

Existen propiedades características que comparten casi todos los miembros del grupo de los ácidos y bases y que permiten su identificación.

Disoluciones ácidas (H <sup>+</sup> )	Disoluciones básicas (OH <sup>-</sup> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorean de rojo el indicador tornasol</li> <li>• Tienen sabor ácido</li> <li>• Reaccionan con bases</li> <li>• Atacan a los metales desprendiendo H<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorean de azul el indicador tornasol</li> <li>• Tienen sabor amargo o son jabonosos al tacto.</li> <li>• Reaccionan con los iones H<sup>+</sup> y contrarrestan la acción de los ácidos</li> </ul>

Una disolución que no es ácida ni básica se dice que es neutra.

Los indicadores ácido-base son sustancias que muestran, mediante un cambio de color, si una disolución es ácida o básica. Hay multitud de ellos: tornasol, fenolftaleína, naranja de metilo, bromotimol, etc.

### Escala de pH

La concentración de iones H<sup>+</sup> de las disoluciones acuosas se representa por [H<sup>+</sup>] y para evaluarla se utiliza una escala numérica llamada escala pH. Dicha concentración suele ser muy pequeña.

A partir del color del llamado indicador universal se puede medir de forma aproximada el valor del pH.



### Neutralización ácido-base

Los ácidos reaccionan químicamente con las bases contrarrestándose por lo que el proceso se denomina reacción de neutralización.

Los productos de la reacción no tienen ninguna de las propiedades características del ácido o de la base.

La reacción de neutralización tiene lugar cuando los OH<sup>-</sup> de la base reaccionan con los H<sup>+</sup> del ácido para formar H<sub>2</sub>O

