

Objetivos

En esta quincena aprenderás a:

- Reconocer los cambios químicos y diferenciarlos de los cambios físicos.
- Conocer que es una reacción química y sus componentes.
- Conocer las características y leyes de las reacciones químicas: ley de conservación de la masa, energía y velocidad de reacción.
- Saber ajustar reacciones químicas y escribir correctamente la notación de las mismas.
- Interpretar el funcionamiento, a nivel microscópico, de las reacciones químicas.
- Reconocer reacciones químicas que se producen continuamente en la naturaleza.
- Saber interpretar el significado de las reacciones químicas.
- Valorar la importancia del estudio de las reacciones química.

Antes de empezar

1. ¿Qué son los cambios químicos?
Cambios químicos y físicos
Reactivos y productos
Estados de reactivos y productos
Visión microscópica
2. Propiedades de las reacciones
Propiedades reactivos y productos
Conservación de la masa
Energía de reacción
Velocidad de reacción
Relación entre energía y velocidad
3. El interior de las reacciones
Mecanismo de reacción
Teoría de colisiones
Alcance y limitaciones
4. La ecuación química
Notación de las reacciones
Justificación del ajuste químico
Método de ajuste por tanteo
Método de los coeficientes

Ejercicios para practicar

Para saber más

Resumen

Autoevaluación

Actividades para enviar al tutor

Antes de empezar



Recuerda	Investiga
<p>Los componentes básicos que participan en las reacciones químicas son los elementos químicos. Para recordar sus nombres de una forma divertida, proponemos hacerlo a través del clásico juego del ahorcado. Se trata de un juego en el que hay que adivinar una palabra, de la que se conoce su número de letras y unas pistas sobre la misma.</p> <p>Ejemplo. Elemento químico radiactivo de número atómico 93.</p> <p>-----</p> <p>Respuesta correcta: Neptunio</p>	<p>Los alquimistas buscaron incansablemente la piedra filosofal, para ellos era una sustancia desconocida de propiedades extraordinarias, que entre otras cosas podía convertir metales innobles o poco valiosos en oro o plata. ¿Existe la piedra filosofal o una sustancia química que presente estas cualidades?, ¿se podría fabricar?, ¿existe en la actualidad algún método para obtener oro o plata a partir de otros metales?</p>

Reacciones químicas I

1. ¿Qué son los cambios químicos?

Cambio químicos y físicos

En la naturaleza se producen continuamente cambios o transformaciones. Vamos a clasificar estos cambios en dos tipos: químicos y físicos.

Cambios químicos: Son aquellos en los que unas sustancias se transforman en otras sustancias diferentes, con naturaleza y propiedades diferentes.

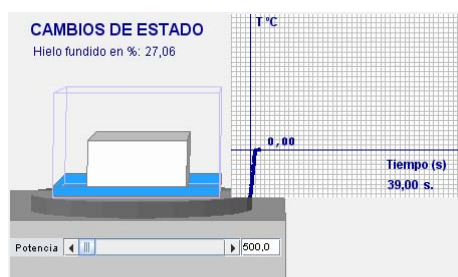
Por ejemplo se producen cambios químicos cuando una sustancia arde, se oxida o se descompone.

Cambios físicos: Son todos aquellos en los que ninguna sustancia se transforma en otra diferente.

Por ejemplo se producen cambios físicos cuando una sustancia se mueve, se le aplica una fuerza o se deforma.

En los cambios de estado (fusión, sublimación, solidificación...) puede parecer que la sustancia que cambia de estado cambia su naturaleza. Sin embargo esto no es así, los cambios de estado son cambios físicos ya que la sustancia sigue siendo la misma, aunque en otro estado de agregación. Variando adecuadamente la temperatura podemos devolver a la sustancia a su estado original.

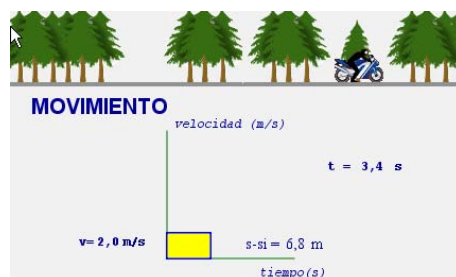
Un ejemplo es el agua que puede pasar a sólido (hielo) o a gas (vapor de agua), pero sigue siendo agua y podemos devolverla a su estado líquido variando la temperatura. En la escena podemos ver como se produce el cambio de estado del agua.



Ejemplos de cambios químicos son: combustiones, oxidaciones y desnaturalizaciones.



Ejemplos de cambios físicos son: movimientos, fuerzas y deformaciones.



Reacciones químicas I

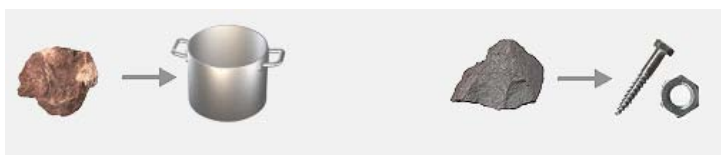
Reactivos y productos

En los cambios químicos se produce la transformación de unas sustancias en otras diferentes y por lo tanto pueden tener propiedades diferentes.

Las sustancias que hay antes de producirse el cambio y que desaparecen se llaman **REACTIVOS**.



Las sustancias que hay después de producirse el cambio y que aparecen o se generan se llaman **PRODUCTOS**.

Ejemplos de reactivos y productos de reacciones químicas podrían ser la conversión de diferentes minerales de hierro o aluminio en sus correspondientes productos manufacturados.

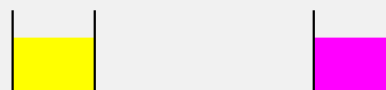


Muchos de los reactivos (y también de los productos químicos) pueden ser peligrosos por diferentes causas. Por ello, se debe indicar en su envase las advertencias y medidas de precaución que se deben a la hora de manipularlos.

Aunque la normativa sobre peligrosidad de sustancias químicas es muy amplia, indicamos a continuación los pictogramas más frecuentes que conviene conocer a este respecto.

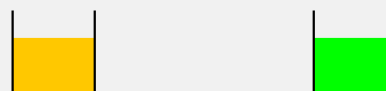
	Sustancia explosiva		Sustancia comburente o favorecedora de incendios
	Sustancia inflamable		Sustancia nociva o irritante
	Sustancia corrosiva		Sustancia peligrosa para el medioambiente
	Sustancia tóxica		Sustancia radiactiva

REACTIVOS 2 → PRODUCTOS 2



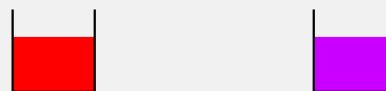
Cada reactivo tiene una naturaleza diferente con propiedades diferentes. Los productos a los que dan lugar son diferentes con propiedades diferentes.

REACTIVOS 3 → PRODUCTOS 3



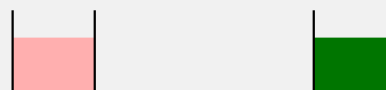
Cada reactivo tiene una naturaleza diferente con propiedades diferentes. Los productos a los que dan lugar son diferentes con propiedades diferentes.

REACTIVOS 4 → PRODUCTOS 4



Cada reactivo tiene una naturaleza diferente con propiedades diferentes. Los productos a los que dan lugar son diferentes con propiedades diferentes.

REACTIVOS 5 → PRODUCTOS 5



Cada reactivo tiene una naturaleza diferente con propiedades diferentes. Los productos a los que dan lugar son diferentes con propiedades diferentes.

Reacciones químicas I

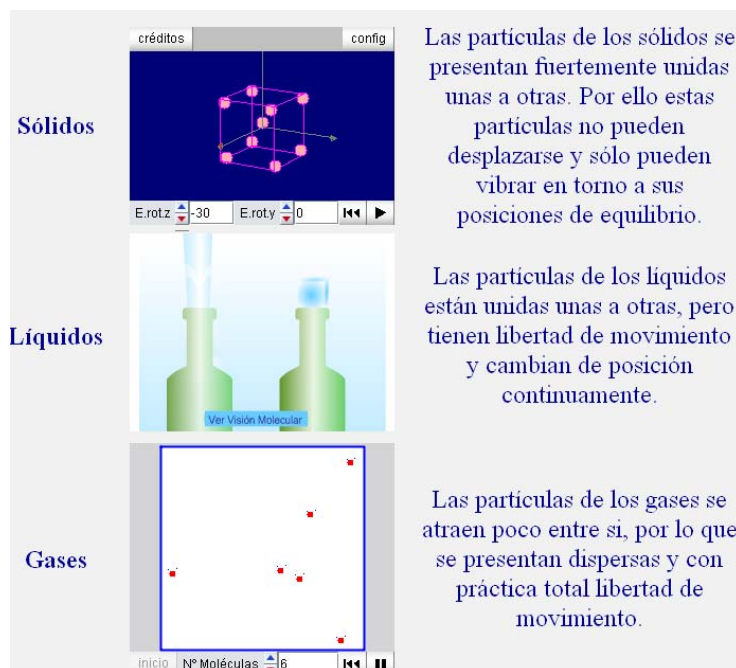
Estados de reactivos y productos

Los reactivos y productos de una reacción química pueden encontrarse en diferentes estados. Estos se indican poniendo detrás del nombre o la fórmula de la sustancia y entre paréntesis la notación siguiente:

- Sustancias sólidas (s)
- Sustancias líquidas (l)
- Sustancias gaseosas (g)
- Sustancias disueltas en agua (ac)

También se usa una flecha hacia arriba cuando una sustancia gaseosa se libera y una flecha hacia abajo cuando una sustancia solidifica.

Si pudiésemos mirar como están constituidos por dentro los sólidos, líquidos y gases, veríamos que están formados por partículas y la diferencia entre ellos consiste básicamente en la fuerza de unión entre sus partículas y en la movilidad de las mismas.



Sólidos

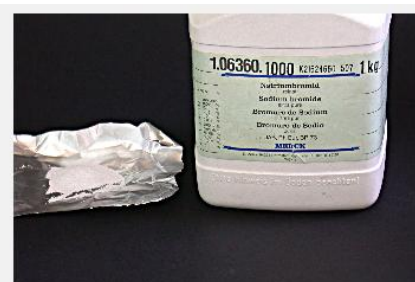
Las partículas de los sólidos se presentan fuertemente unidas unas a otras. Por ello estas partículas no pueden desplazarse y sólo pueden vibrar en torno a sus posiciones de equilibrio.

Líquidos

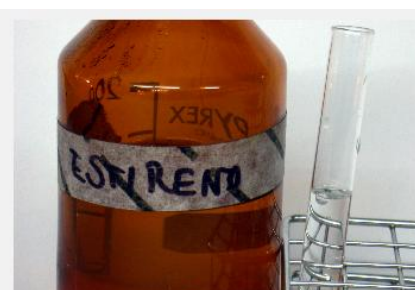
Las partículas de los líquidos están unidas unas a otras, pero tienen libertad de movimiento y cambian de posición continuamente.

Gases

Las partículas de los gases se atraen poco entre sí, por lo que se presentan dispersas y con práctica total libertad de movimiento.



SÓLIDO (s)
Ejemplo: Bromuro de sodio, NaBr (s)



LÍQUIDO (l)
Ejemplo: Estireno, C₆H₅CH=CH₂ (l)



GAS (g)
Ejemplo: Butano, C₄H₁₀ (g)



DISOLUCIÓN ACUOSA (ac)
Ej: Disolución sulfato de cobre, CuSO₄ (ac)

Reacciones químicas I

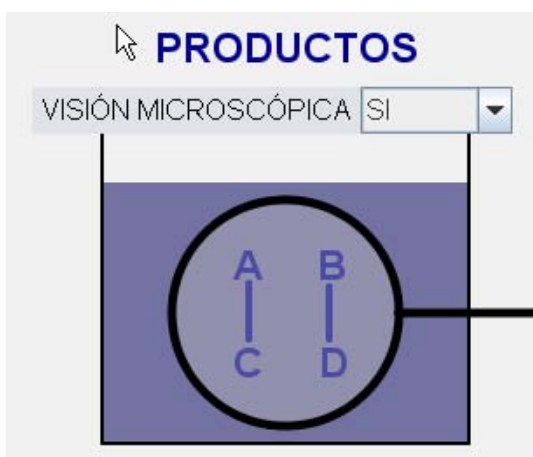
Visión microscópica

Llegado a este punto nos preguntamos por qué ocurren los cambios químicos, por qué unas sustancias se transforman en otras diferentes.

Cuando se produce un cambio químico, se **rompen** determinados enlaces de los reactivos y se **forman** nuevos enlaces en los productos. Por tanto, un **cambio químico** consiste en un proceso en el que los átomos **cambian la forma en la que se unen**.

Vamos a ver un proceso químico desde el punto de vista macroscópico y microscópico.

Punto de vista microscópico ("vemos lo que ocurre en el interior de la reacción"):



Punto de vista macroscópico ("no vemos lo que ocurre en el interior de la reacción"):



Durante el cambio químico se están formando y rompiendo enlaces.



Reacciones químicas I

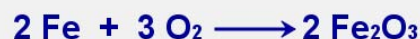
2. Propiedades de las reacciones

Propiedades de reactivos y productos

Las propiedades de las sustancias químicas dependen fundamentalmente de tres aspectos: el número y tipo de átomos o elementos que las constituyen, de los enlaces que los unen y de la disposición espacial de los átomos en el espacio.

En las reacciones químicas se producen roturas y formaciones de los enlaces químicos, por lo que los átomos de reactivos y productos están unidos de forma diferente, con enlaces diferentes y con posiciones espaciales diferentes. Por ello las **propiedades física y químicas** de los reactivos y productos **son diferentes**.

En muchos procesos se puede apreciar claramente que los productos y reactivos tienen, a simple vista, propiedades claramente diferentes. Por ejemplo la oxidación de un metal, un huevo al freírse o una sustancia que arde.



REACTIVOS

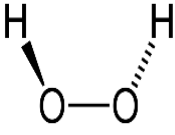
PRODUCTOS



En los reactivos los átomos de hierro están unidos entre sí y los de oxígeno a otros de oxígeno, mientras que en los productos el hierro y el oxígeno se combinan. Puede verse que productos y reactivos son diferentes, y con propiedades diferentes.

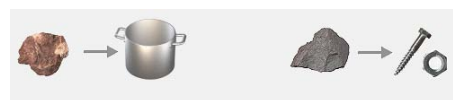
Vamos a comentar cómo se representan los reactivos y productos a través de las fórmulas químicas.

Los compuestos químicos se representan mediante fórmulas. Dependiendo de la información que nos den, tenemos diferentes tipos de fórmulas. Pasamos a comentarlas y tomaremos como ejemplo el agua oxigenada.

Fórmula empírica	Nos indica la proporción o relación en la que participan los elementos en el compuesto. En el agua oxigenada hay un átomo de hidrógeno por cada átomo de oxígeno.	HO
Fórmula molecular	Nos indica el número exacto de átomos de cada clase que contiene la sustancia. Una molécula de agua oxigenada tiene dos átomos de hidrógeno y dos de oxígeno.	H₂O₂
Fórmula desarrollada	Con esta fórmula sabemos además del número y tipo de átomos de cada clase y la forma en la que estos se unen. En nuestro ejemplo se une un átomo de hidrógeno a uno de oxígeno, éste a su vez se une a otro oxígeno que también se une a otro hidrógeno.	H-O-O-H
Fórmula espacial	Esta es la fórmula más detallada y además de darnos la información de las anteriores, nos da la posición que cada uno de los átomos ocupa en el espacio. En nuestro caso la molécula presenta tres átomos en un plano (HOO) y cuarto (H) está fuera de este plano con un ángulo en torno a 98°. La distancia entre los oxígenos está sobre 1.46 Å y la distancia hidrógeno oxígeno es aproximadamente 0.95 Å.	



Otro ejemplo de la diferencia de propiedades entre reactivos y productos es la transformación de materias primas a productos manufacturados.



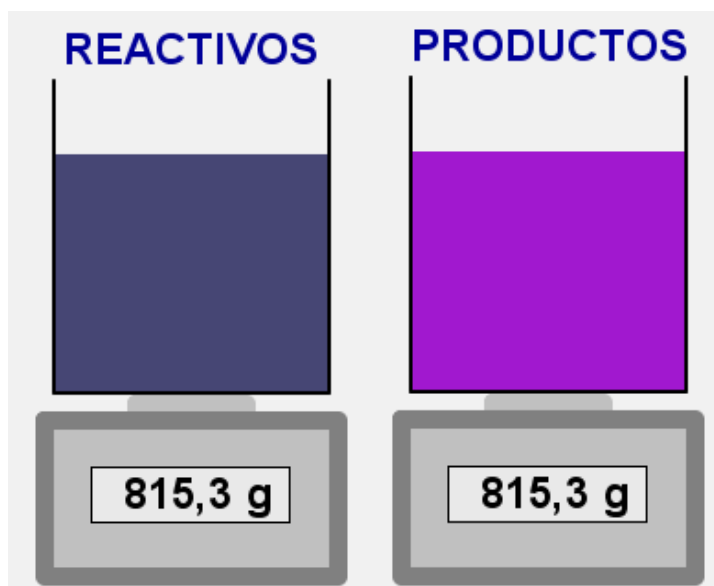
Conservación de la masa

Hemos visto que en los cambios químicos se produce la rotura y formación de enlaces entre los átomos, pero el número y tipo de átomos no varía. Si los átomos son los mismos (sólo ha cambiado su forma de unirse), tendrán la misma masa los reactivos (suma de las masas de todos los reactivos) que los productos (suma de las masas de todos los productos).

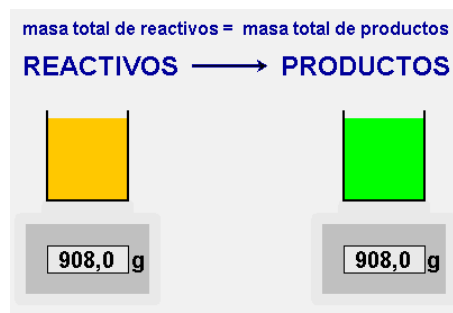
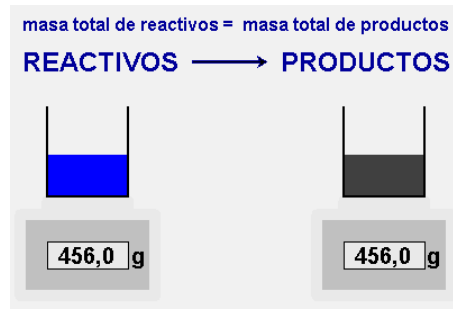
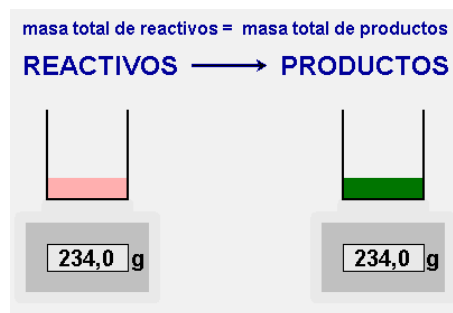
Este fenómeno es conocido como ley de conservación de la masa de Lavoisier o primera ley ponderal, en honor a su descubridor.

Ley de conservación de la masa
masa reactivos = masa productos

En la siguiente transformación química, puede verse como la masa de los reactivos es igual a la de los productos, aunque otras propiedades (como por ejemplo el color) son diferentes como puede apreciarse a continuación.



En la columna de la derecha se pueden apreciar más ilustraciones de esta ley.



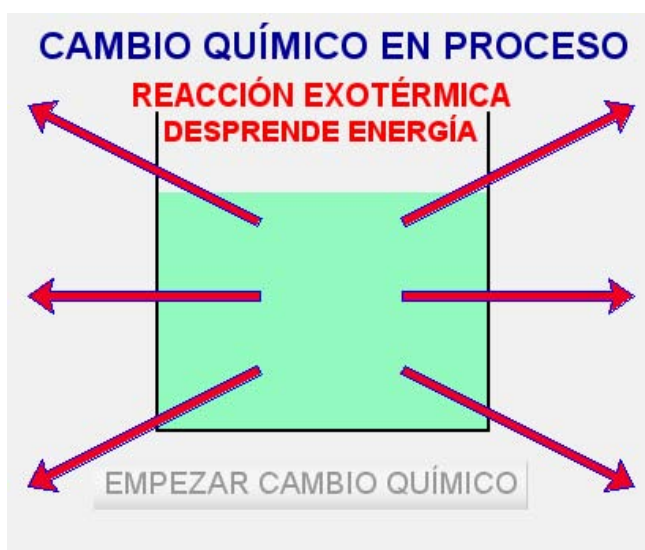
Antoine Laurent Lavoisier (1776 - 1856). Químico francés, padre de la química moderna. Orientado por su familia en un principio a seguir la carrera de derecho, recibió una magnífica educación en el Collège Mazarino, en donde adquirió no sólo buenos fundamentos en materia científica, sino también una sólida formación humanística. Presentó a la Academia los resultados de su investigación en 1772, e hizo hincapié en el hecho de que cuando se queman el azufre o el fósforo, éstos ganan peso por absorber «aire», mientras que el plomo metálico formado tras calentar el plomo mineral lo pierde por haber perdido «aire». La ley de conservación de la masa o primera ley Ponderal lleva su nombre.

Reacciones químicas I

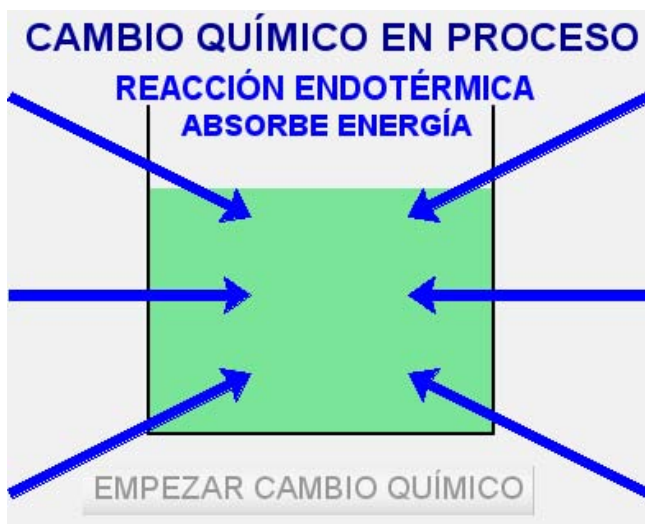
Energía de reacción

En toda reacción química se absorbe o desprende energía (normalmente en forma de calor o luz). Esto se debe a que al romperse y formarse enlaces se gasta y se gana energía respectivamente. Atendiendo a los aspectos energéticos las reacciones se clasifican en:

Exotérmicas (desprenden energía, se les asocia signo negativo). La energía liberada en los nuevos enlaces que se forman es mayor que la empleada en los enlaces que se rompen.



Endotérmicas (absorben energía, se les asocia signo positivo). La energía absorbida en los enlaces que se rompen es mayor que la desprendida en los enlaces que se forman.

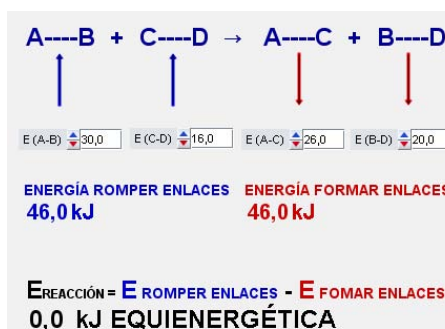
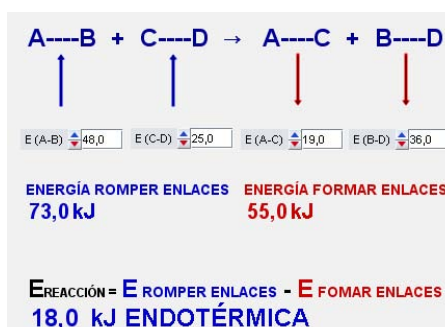
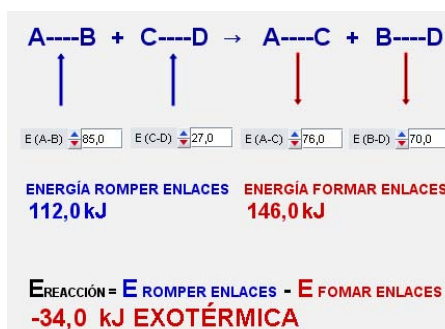


Conociendo las energías de los enlaces de los reactivos y de los productos, se puede calcular la energía de reacción mediante la siguiente expresión:

Energía de reacción

$$E_r = E. \text{ romper enlaces} - E. \text{ formar enlaces}$$

Ejemplos de cálculos de energía de reacción a través de la energía de los enlaces que se rompen y se forman:



Velocidad de las reacciones químicas

Velocidad de reacción. Es una medida relacionada con el tiempo que tardan los reactivos en transformarse en productos.

Las reacciones químicas se dan a una determinada velocidad, unas son más rápidas que otras. Esto depende fundamentalmente de los siguientes factores: naturaleza de la sustancia (unas sustancias rompen y forman sus enlaces con más facilidad que otras), temperatura (normalmente a mayor temperatura, mayor velocidad tendrá la reacción), grado de división (cuanto más divididos estén los reactivos mayor velocidad de reacción), catalizadores (sustancias que aceleran la reacción), inhibidores (sustancias que retardan la reacción), concentración de reactivos (mayor velocidad de reacción a mayor concentración).

PRODUCTOS

REACTIVIDAD

CATALIZADOR

CONCENTRACIÓN

TEMPERATURA

GRADO DIVISIÓN

20,5 s

Comentario

PRODUCTOS

REACTIVIDAD

CATALIZADOR

CONCENTRACIÓN

TEMPERATURA

GRADO DIVISIÓN

5,4 s

Comentario

Ejemplo de cómo afectan los distintos factores a la velocidad de reacción. Se indica el tiempo de reacción en segundos.

Reacción entre los reactivos C y D en unas condiciones determinadas.

C1 (g/l)

C2 (g/l)

SUST.

SUST.

62,6

POTENCIA IMÁN

T (°C)

Aumento de la temperatura

C1 (g/l)

C2 (g/l)

SUST.

SUST.

24,0

POTENCIA IMÁN

T (°C)

Aumento de la agitación del imán

C1 (g/l)

C2 (g/l)

SUST.

SUST.

20,1

POTENCIA IMÁN

T (°C)

Adición de catalizador

C1 (g/l)

C2 (g/l)

SUST.

SUST.

3,6

POTENCIA IMÁN

T (°C)

Reacciones químicas I

Relación entre energía y velocidad de reacción

La **velocidad** de una reacción no está relacionada directamente con su **energía** de reacción. Una reacción puede ser rápida y ser exotérmica o endotérmica y viceversa.

Es importante resaltar, que la velocidad de una reacción no está relacionada directamente con su energía de reacción, es decir, que una reacción puede ser rápida y ser exotérmica o endotérmica y viceversa. El estudio de la velocidad de reacción tiene que hacerse mediante experimentos.

- La energía de reacción se obtiene de restar la energía de los enlaces que se rompe a la energía de los enlaces que se forman.
- La velocidad está relacionada con la facilidad o dificultad para romper los enlaces

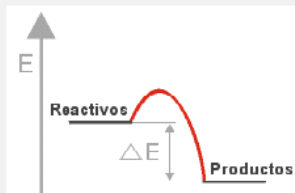
Ambos factores no están directamente relacionados, por lo que no se puede establecer relación entre energía y velocidad.

A modo de ampliación se comentan a continuación con más profundidad las causas que rigen la velocidad y la energía de reacción.

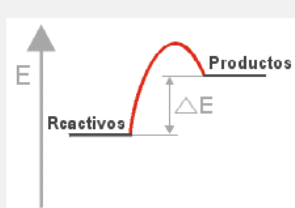
Cuando se produce una reacción química, los enlaces que unen los átomos deben romperse y formarse otros nuevos. Las moléculas se rompen y se forman moléculas nuevas, diferentes de las que había anteriormente.

Para poder romper los enlaces existentes, es necesario suministrar una energía, la energía de activación, que permite que la transformación química comience.

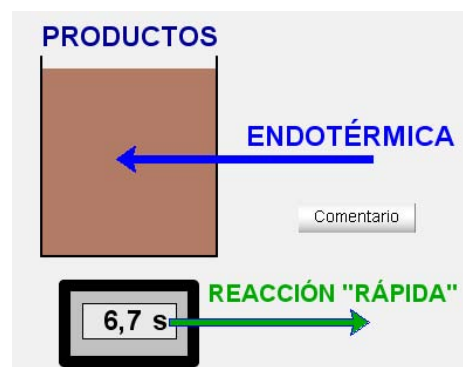
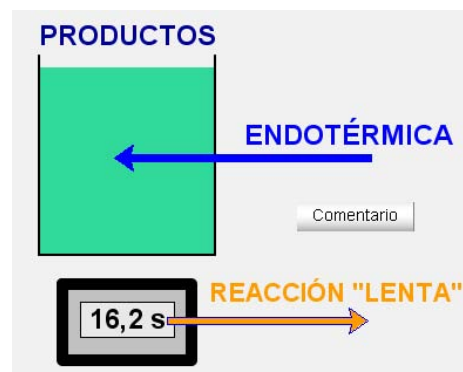
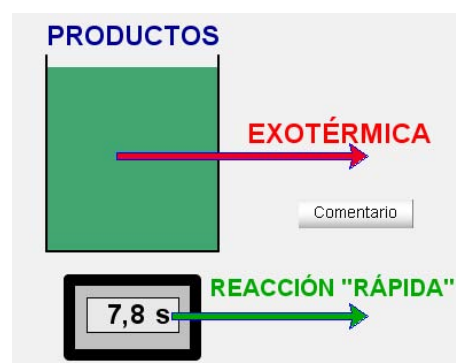
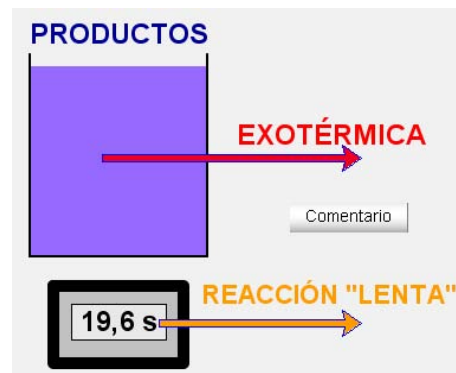
Si los productos de la reacción tienen menos energía que los reactivos, variación de energía < 0 , la propia reacción producirá energía y continuará por sí sola: es una reacción exotérmica. Pero para iniciarla seguirá siendo necesario suministrar la energía de activación. Así, para encender una cerilla, basta frotarla con el rascador. Una vez iniciada la combustión, ésta continuará, pero se necesita frotar para que la cerilla encienda.



Si los productos tienen más energía que los reactivos, variación de energía > 0 , la reacción no produce energía, sino que la consume y es necesario suministrar energía constantemente para que la reacción tenga lugar, en caso contrario, se detiene: es una reacción endotérmica. Por eso, al cocinar, se debe mantener los alimentos sobre el fuego, en el momento en que dejan de calentarse, la reacción se detiene y los alimentos quedan crudos.



Casos posibles que pueden darse en una reacción relacionados con la energía y la velocidad:



3. El interior de las reacciones

Mecanismos de reacción

Hemos comentado que en las reacciones químicas se producen procesos de ruptura y formación de enlaces químicos).

La descripción detallada de todo el proceso, que a nivel atómico se produce durante una reacción química, se conoce con el nombre de **mecanismo de reacción**.

Por tanto, el mecanismo de una reacción no es más que explicar con el mayor detalle posible como se producen los cambios de los reactivos para llegar a los productos. Esto implica indicar la posición de los átomos y la formación y ruptura de los enlaces a lo largo del proceso de reacción.

Ampliación. Actualmente la forma de determinar los mecanismos de reacción es mediante experimentos de laboratorio (de energía, de velocidad de reacción, de detección de intermedios, etc.) y/o mediante cálculos computacionales empleando principios de la llamada química teórica. De todas formas se considera que es imposible conocer un mecanismo con una seguridad total.

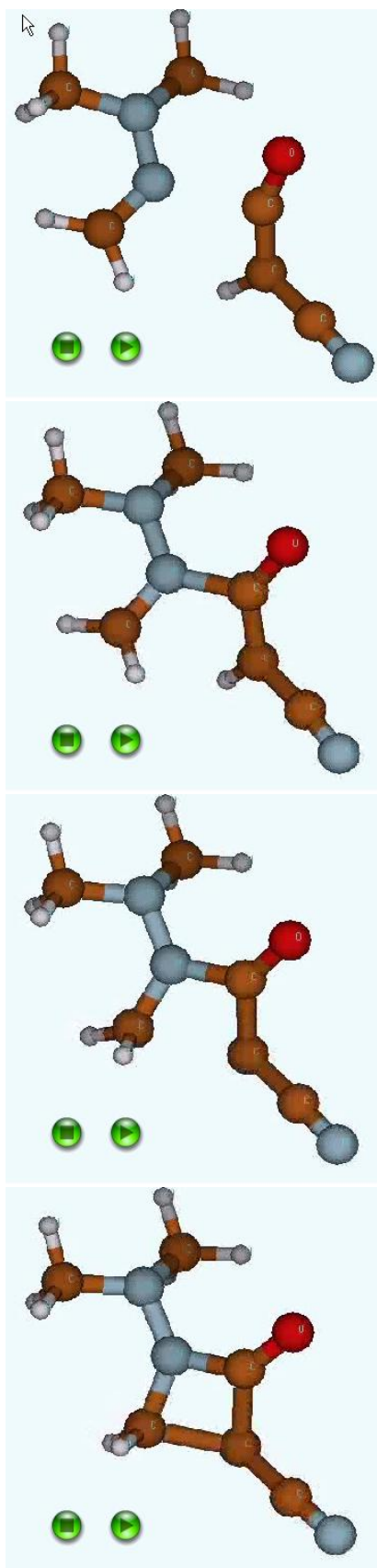
Los mecanismos se clasifican en dos grandes grupos.

- **Mecanismos elementales o concertados:** son aquellos en los que los reactivos se convierten directamente en productos sin que se forme entremedio ninguna otra especie química.
- **Mecanismos por etapas o complejas:** en este caso los reactivos no se transforman directamente en productos sino que se transforman en "intermedios de reacción" que a su vez se transforman en los productos.

Dependiendo del número de moléculas de partida que participan en una reacción elemental o etapa, los mecanismos se clasifican:

- **Unimoleculares:** Sólo participa una molécula.
- **Bimoleculares:** Participan 2 moléculas.
- **Trimoleculares:** Participan 3 moléculas.

Ejemplo de mecanismo:



Reacciones químicas I

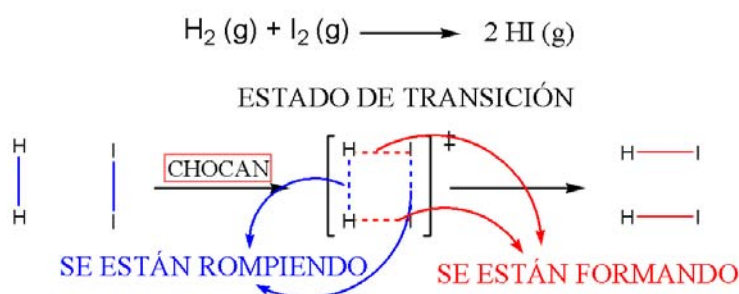
Teoría de colisiones

La **teoría de colisiones** es un modelo para explicar los mecanismos de las reacciones químicas.

Según esta teoría para que se produzca una reacción deben cumplirse tres condiciones:

- Las moléculas de los reactivos tienen que chocar entre sí.
- Estos choques deben de producirse con energía suficiente de forma que se puedan romper y formar enlaces químicos.
- En el choque debe haber una orientación adecuada para que los enlaces que se tienen que romper y formar estén a una distancia y posición viable.

A continuación se ponen dos ejemplos esquemáticos de como podrían ser según la teoría de colisiones dos reacciones químicas.



Cuando el choque es eficaz se debilitan unos enlaces y se empiezan a formar otros. La especie característica donde esto ocurre se llama estado de transición o complejo activado. Esta especie es el "punto intermedio" entre productos y reactivos.

Colisión eficaz

TEORÍA DE COLISIONES

Las condiciones para que una colisión sea efectiva son las siguientes:

- Orientación adecuada
- Energía suficiente

TEORÍA DE COLISIONES

ESTADO DE TRANSICIÓN

Las condiciones para que una colisión sea efectiva son las siguientes:

- Orientación adecuada
- Energía suficiente

Orientación: Favorable
Energía: Alta

TEORÍA DE COLISIONES

Las condiciones para que una colisión sea efectiva son las siguientes:

- Orientación adecuada
- Energía suficiente

Orientación: Favorable
Energía: Alta

Colisión no eficaz

TEORÍA DE COLISIONES

Las condiciones para que una colisión sea efectiva son las siguientes:

- Orientación adecuada
- Energía suficiente

Orientación: Desfavorable
Energía: Baja

TEORÍA DE COLISIONES

Las condiciones para que una colisión sea efectiva son las siguientes:

- Orientación adecuada
- Energía suficiente

Orientación: Desfavorable
Energía: Baja

TEORÍA DE COLISIONES

Las condiciones para que una colisión sea efectiva son las siguientes:

- Orientación adecuada
- Energía suficiente

Orientación: Desfavorable
Energía: Baja

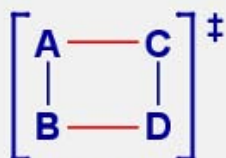
Alcance y limitaciones de la teoría de colisiones

La teoría de colisiones permite explicar los siguientes aspectos de las reacciones químicas:

- Posible mecanismo de transformación de reactivos en productos.
- Ley de conservación de la masa.
- Energía de reacción.
- Velocidad de reacción.
- Independencia entre la energía y la velocidad de reacción.

1.- Mecanismo de reacción.

TEORÍA DE COLISIONES



ESTADO DE TRANSICIÓN

Las condiciones para que una colisión sea efectiva son las siguientes:

- Orientación adecuada
- Energía suficiente

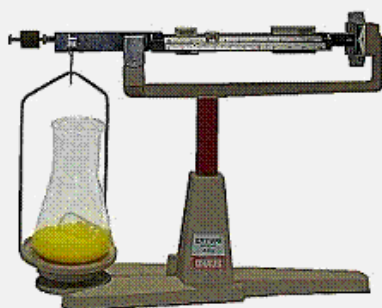
Orientación: Favorable

Energía: Alta

La teoría de colisiones explica con cierto detalle como los reactivos se convierten en productos.

Se establece la disposición, movimiento y orientación de los átomos, así como el proceso de ruptura y formación de enlaces.

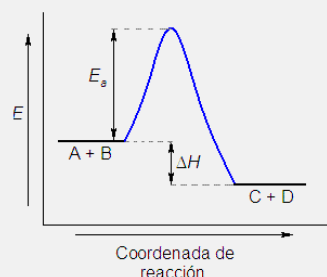
2.- Ley de conservación de la masa



La teoría de colisiones postula que los átomos no sufren alteración alguna durante el transcurso de la reacción, por lo que al haber los mismos átomos en los reactivos que en los productos (aunque unidos de forma diferente), la masa se mantiene constante.

TEORÍA DE COLISIONES

Para conocer el alcance de esta teoría pulsa sobre la imagen



Ampliación

En una reacción química, las moléculas de los reactivos deben chocar, para poder romperse, intercambiar sus átomos y producir otras moléculas distintas. Para que esto ocurra el choque ha de ser suficientemente fuerte, es decir, las moléculas se deben mover a suficiente velocidad. Como la velocidad de las moléculas está relacionada con la temperatura de la sustancia, se necesita calentarla, elevar su temperatura, para que la reacción dé comienzo.

Como hemos comentado los reactivos deben de chocar con una orientación adecuada y con energía suficiente para que los reactivos se transformen en productos. A la energía mínima necesaria que los reactivos deben de tener para que la colisión sea eficaz se le denomina energía de activación.

Reacciones químicas I

Alcance y limitaciones de la teoría de colisiones

3.- Energía de reacción



Esta teoría se basa en la ruptura y formación de enlace al producirse una colisión efectiva. Dado que al romperse enlaces se necesita energía y al formarse se desprende, la energía de reacción se obtienen de la diferencia entre las energías liberadas y absorbidas.

4.- Velocidad de reacción



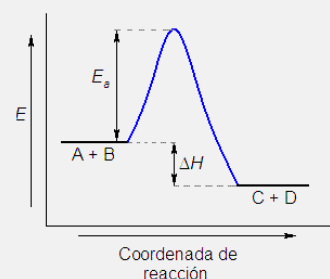
La teoría de colisiones indica las condiciones necesaria para que se produzca la reacción (energía de activación y orientación). Estas condiciones marcan la velocidad de reacción y justifica que haya reacciones rápidas y lentas. Esta teoría también explica que las energía de las reacciones no es directamente relacionada con la velocidad.

Esta teoría también presenta algunas limitaciones:

- Hay reacciones unimoleculares en las que un reactivo se descompone "sin chocar".
- Algunas reacciones complejas no se explican bien con esta teoría.

TEORÍA DE COLISIONES

Para conocer el alcance de esta teoría pulsa sobre la imagen



Ampliación

Cuando las moléculas de los reactivos están colisionando con la orientación adecuada y con la energía activación necesaria, se encuentra una especie característica en la que se están rompiendo y formando enlaces químicos, se le denomina estado de transición.

Un ejemplo de la energía de activación puede ser el siguiente. Aunque pongamos la madera en la chimenea por sí sola no prenderá. Lo mismo ocurre con una cerilla o un mechero. Si pulsamos la palanca del mechero, el gas sale de su depósito, pero no arde.

Para que una reacción comience necesita energía, energía de activación. Por eso para que la cerilla prenda debemos frotarla con el rascador de la caja de cerillas. Así la cerilla se calienta y el combustible de su cabeza prende, ese calor suministrado con el frotamiento es la energía de activación.

4. La ecuación química

Notación de las reacciones

Los cambios químicos se representan o escriben mediante lo que denominamos como **ecuación química**.

En una ecuación química los reactivos se escriben a la izquierda y los productos a la derecha y en medio una flecha.

Reactivos -----> Productos

Además en las ecuaciones químicas se puede indicar entre otros datos: el estado de agregación de las sustancias, la temperatura y presión de la reacción, la presencia de catalizadores o inhibidores, la energía de reacción, etc.

NOTACIÓN DE LAS REACCIONES



EJEMPLO:



El lenguaje de la química es universal, ya que independientemente del idioma en el que estén escritas las reacciones químicas, éstas se escriben de con la misma notación.

Ampliación.

Hemos comentado que en las reacciones químicas los reactivos desaparecen y se convierten en productos. También puede pasar que los productos se conviertan de nuevo en los reactivos. Por tanto se producen dos procesos químicos simultáneamente, uno en el que los reactivos se convierten en productos y otro en sentido contrario en el que los productos se convierten en reactivos. Cuando esto sucede se dice que estamos en una situación de equilibrio químico.

La notación de estas reacciones se realiza poniendo una doble flecha entre reactivos y productos.



Otra forma de representar las reacciones químicas es utilizar las llamadas fórmulas desarrolladas (en las que se representan los átomos y los enlaces entre ellos o incluso formulas espaciales (en la que además se muestra la geometría molecular), como se ilustra en el siguiente ejemplo:



Reacciones químicas I

Justificación del ajuste químico

Dado que los átomos se conservan en las reacciones químicas, debe haber el mismo número y tipo de átomos en los reactivos y en los productos.

Ajustar una reacción consiste en colocar unos "números" delante de cada una de las fórmulas de los reactivos y productos, llamados coeficientes estequiométricos, que multiplican el valor del número de átomos del compuesto al que precede.

Dicho con otras palabras, el coeficiente estequiométrico de un compuesto indica cuantas veces está presente ese compuesto en la reacción química.

Toda reacción debe estar ajustada.

Existen fundamentalmente dos métodos de ajustes de reacciones: el método de tanteo y el de los coeficientes indeterminados.

A continuación exponemos algunos ejemplos que para los que se justifican la necesidad de ajustar las reacciones químicas:

REACCIÓN NO AJUSTADA



Si contamos los átomos de hidrógeno en los reactivos y productos, vemos que hay dos, pero si contamos los de oxígeno hay dos en los reactivos y sólo uno en los productos, por lo que la reacción no está ajustada.

REACCIÓN AJUSTADA



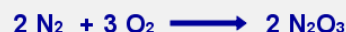
Si contamos los átomos de hidrógeno en los reactivos y productos, vemos que hay cuatro, y si contamos los de oxígeno hay dos en los reactivos y dos en los productos, por lo que la reacción está ajustada.

REACCIÓN NO AJUSTADA



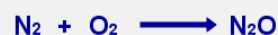
Si contamos los átomos de nitrógeno y de oxígeno en los reactivos hay dos y en los productos hay dos de nitrógeno y tres de oxígeno. Por ello esta reacción no está ajustada.

REACCIÓN AJUSTADA



Si contamos los átomos de nitrógeno hay cuatro en los reactivos y en los productos, mientras que de oxígeno hay seis en los reactivos y en los productos. Por ello la reacción está ajustada.

REACCIÓN NO AJUSTADA



Si contamos los átomos de nitrógeno en los reactivos y productos, vemos que hay dos, pero si contamos los de oxígeno hay dos en los reactivos y sólo uno en los productos, por lo que la reacción no está ajustada.

REACCIÓN AJUSTADA



Si contamos los átomos de nitrógeno en los reactivos y productos, vemos que hay cuatro, y si contamos los de oxígeno hay dos en los reactivos y dos en los productos, por lo que la reacción está ajustada.

REACCIÓN NO AJUSTADA



Si contamos los átomos de nitrógeno y de oxígeno en los reactivos hay dos y en los productos uno de cada uno de ellos. Por ello esta reacción no está ajustada.

REACCIÓN AJUSTADA



Si contamos los átomos de nitrógeno y los de oxígeno en los reactivos vemos que hay dos. Lo mismo en ocurre en los productos, hay dos átomos de cada tipo. Por ello la reacción está ajustada.

REACCIÓN NO AJUSTADA



Si contamos los átomos de nitrógeno y de oxígeno en los reactivos hay dos y en los productos hay uno de nitrógeno y dos de oxígeno. Por ello esta reacción no está ajustada.

REACCIÓN AJUSTADA



Si contamos los átomos de nitrógeno hay dos en los reactivos y en los productos, mientras que de oxígeno hay cuatro en los reactivos y en los productos. Por ello la reacción está ajustada.

Método de los coeficientes indeterminados

Este método consiste en probar con diferentes valores para los coeficientes estequiométricos hasta que se cumpla que haya el mismo número de átomos de cada tipo en productos y reactivos.

Una reacción puede estar ajustada para diferentes valores de los coeficientes estequiométricos. Estos también pueden tener valores fraccionarios.

Normalmente se ajustan las reacciones dando el menor valor posible a los coeficientes, evitando los coeficientes fraccionarios.

Veremos algunos ejemplos con sus soluciones de reacciones no ajustadas y de reacciones ajustadas por el método de tanteo.

$2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$

Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

$2\text{H}_2 + 1\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

$3\text{H}_2 + 1\text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$

Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

$1\text{H}_2 + 1\text{O}_2 \rightarrow 1\text{H}_2\text{O}$

Coeficiente 1 Coeficiente 2

Coeficiente 3

REACCIÓN NO AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
H	2	2
O	2	1

$2\text{H}_2 + 1\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Coeficiente 1 Coeficiente 2

Coeficiente 3

REACCIÓN AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
H	4	4
O	2	2

$1\text{H}_2 + 1\text{N}_2 \rightarrow 1\text{NH}_3$

Coeficiente 1 Coeficiente 2

Coeficiente 3

REACCIÓN NO AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
H	2	3
N	2	1

$3\text{H}_2 + 1\text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$

Coeficiente 1 Coeficiente 2

Coeficiente 3

REACCIÓN AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
H	6	6
N	2	2

Reacciones químicas I

Método de los coeficientes indeterminados



Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

Coeficiente 4

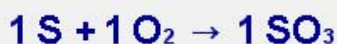


Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

Coeficiente 4



Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

REACCIÓN NO AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
S	1	1
O	2	3



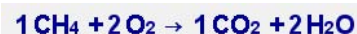
Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

REACCIÓN AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
S	2	2
O	6	6



Coeficiente 1

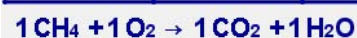
Coeficiente 2

Coeficiente 3

Coeficiente 4

REACCIÓN AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
C	1	1
H	4	4
O	4	4



Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

Coeficiente 4

REACCIÓN NO AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
C	1	1
H	4	2
O	2	3



Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

Coeficiente 4

REACCIÓN NO AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
C	3	1
H	8	2
O	2	3



Coeficiente 1

Coeficiente 2

Coeficiente 3

Coeficiente 4

REACCIÓN AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
C	3	3
H	8	8
O	10	10

Método de los coeficientes indeterminados

Los pasos para aplicar este método de ajuste de ecuaciones químicas son los siguientes:

1. Cada uno de los coeficientes se considera una incógnita que se representa con una letra.
2. Se construye una ecuación para cada elemento químico. Para ello se multiplica cada coeficiente por el subíndice del elemento que estemos considerando, se suman todos los términos de esta multiplicación de los reactivos y se igualan a los de los productos.
3. Se construye un sistema de ecuaciones que tendrán tantas ecuaciones como elementos químicos diferentes tenga la reacción química.
4. Se asigna un valor arbitrario (el que se quiera) a cualquiera de los coeficientes. Normalmente se procura que sea uno sencillo.
5. Se resuelve el sistema de ecuaciones, y se coloca en la reacción química el valor de los coeficientes calculados. Si se desea se puede simplificar el resultado dividiendo todos los coeficientes por un mismo valor.

Comparamos a continuación un ejemplo de ajuste por el método de tanteo y por el método de los coeficientes:

$2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3$

Coeficiente 1 Coeficiente 2

Coeficiente 3

REACCIÓN AJUSTADA

ELEMENTOS	REACTIVOS	PRODUCTOS
S	2	2
O	6	6



PASOS Asignación de coeficientes



Ecuación S: $a = c$
Ecuación O: $2b = 3c$

PASOS Construcción del sistema de ecuaciones



Ecuación S: $a = c$
Ecuación O: $2b = 3c$

Coeficiente b

$b = 3$
 $a = 2$
 $c = 2$

PASOS Sustitución de valores



Ecuación S: $a = c$
Ecuación O: $2b = 3c$

Coeficiente b

PASOS Asignación de un valor a un coeficiente



Ecuación S: $a = c$
Ecuación O: $2b = 3c$

Coeficiente b

$b = 3$
 $a = 2$
 $c = 2$

PASOS Resolución del sistema

Reacciones químicas I

Método de los coeficientes indeterminados

Vamos a detallar ejemplos de ajustes de ecuaciones por el método de los coeficientes indeterminados:

Existen varios métodos para ajustar ecuaciones químicas. Se empleará el de los coeficientes indeterminados o variables. Para ello, se asigna una incógnita a cada una de las fórmulas que aparecen en la ecuación química. Por ejemplo:



Para cada elemento se establece una ecuación, que iguala los átomos de ese elemento en los reactivos y en los productos:

Elemento	Reactivos	Productos
Na	$a \cdot 2 = c \cdot 1$	
C	$a \cdot 1 = d \cdot 1$	
O	$a \cdot 3 = d \cdot 2 + e \cdot 1$	
H	$b \cdot 1 = e \cdot 2$	
Cl	$b \cdot 1 = c \cdot 1$	

Aparece un sistema indeterminado que hay que resolver. Pero se resuelve por tanteo, asignando, a una de las incógnitas, un valor. Si se hace que $b = 2$ las ecuaciones quedan:

Na	$a \cdot 2 = c \cdot 1$
C	$a \cdot 1 = d \cdot 1$
O	$a \cdot 3 = d \cdot 2 + e \cdot 1$
H	$2 \cdot 1 = e \cdot 2$
Cl	$2 \cdot 1 = c \cdot 1$

Y por tanto, $a = 1$, de la primera ecuación, y $d = 1$ de la segunda. Ya conocemos todas las incógnitas y podemos escribir la ecuación ajustada:

Na	$a \cdot 2 = 2 \cdot 1$
C	$a \cdot 1 = d \cdot 1$
O	$a \cdot 3 = d \cdot 2 + 1 \cdot 1$

Si se hace que $b = 2$, resulta $e = 1$, $c = 2$, $a = 1$ y $d = 1$. La ecuación es:



Ecuación C: $3 a = c$

Ecuación H: $8 a = 2 d$

Ecuación O: $2 b = 2 c + d$

Coeficiente a

$a = 1$ $c = 3$

$b = 5$ $d = 4$

PASOS **Sustitución de valores**



PASOS **Asignación de coeficientes**



Ecuación C: $3 a = c$

Ecuación H: $8 a = 2 d$

Ecuación O: $2 b = 2 c + d$

PASOS **Construcción del sistema de ecuaciones**



Ecuación C: $3 a = c$

Ecuación H: $8 a = 2 d$

Ecuación O: $2 b = 2 c + d$

Coeficiente a

PASOS **Asignación de un valor a un coeficiente**



Ecuación C: $3 a = c$

Ecuación H: $8 a = 2 d$

Ecuación O: $2 b = 2 c + d$

Coeficiente a

$a = 1$ $c = 3$

$b = 5$ $d = 4$

PASOS **Resolución del sistema**



Para practicar

- Decir si los fenómenos relacionados son predominantemente físicos o químicos.
 - Un incendio,
 - la digestión de alimentos,
 - un grito,
 - se cae una tiza de la mesa,
 - se derrite un trozo de hielo,
 - se ve un espejismo,
 - se pudre una fruta,
 - aceleramos el coche,
 - sale el sol
 - se oxida un trozo de hierro.
- Dados ciertos reactivos, elegir los productos que fundamentalmente se obtendrán al reaccionar entre sí.
 - Papel y aire,
 - platino y aire,
 - oro y aire,
 - vinagre y bicarbonato,
 - potasio metálico y agua,
 - aceite y agua,
 - mosto en barril,
 - colonia y agua,
 - gasoil en un motor,
 - jamón al aire.
- Clasificar los siguientes reactivos según su estado de agregación:

Granizo (A)	Madera (F)	SÓLIDO (S)
Aceite (B)	Acero (G)	
Mercurio (C)	Gasolina (H)	LÍQUIDO (L)
Dióxido de carbono (D)	Butano (I)	
Oxígeno (E)		GAS (G)

- Dada la masa de los reactivos, calcular la masa de los productos.
 - 234 g,
 - 456 g,
 - 123 g,
 - 678 g,
 - 89 g.

Reacciones químicas I



Para practicar

5. Dados los valores de la energía de los enlaces, determinar el valor de la energía de reacción, e indicar si son exotérmicas o endotérmicas.

$A-B + C-D \rightarrow A-C + B-D$	$A-B + C-D \rightarrow A-C + B-D$
$E_{A-B} = 271,4 \text{ kJ}$	$E_{A-B} = 307,5 \text{ kJ}$
$E_{C-D} = 442,1 \text{ kJ}$	$E_{C-D} = 160,9 \text{ kJ}$
$E_{A-C} = 274,5 \text{ kJ}$	$E_{A-C} = 663,8 \text{ kJ}$
$E_{B-D} = 182,8 \text{ kJ}$	$E_{B-D} = 961,0 \text{ kJ}$
RESPUESTA <input type="text" value="0,0"/>	RESPUESTA <input type="text" value="0,0"/>
<input type="button" value="COMPROBAR"/>	<input type="button" value="COMPROBAR"/>

6. Indicar si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones.
- La velocidad de una reacción química no depende de la temperatura.
 - Un determinado catalizador acelera la velocidad de cualquier reacción.
 - Los conservantes de los alimentos son inhibidores de reacción.
 - Siempre que las moléculas de reactivos colisionan se forman productos.
 - La teoría de colisiones permite explicar la ley de conservación de la masa.
 - La teoría de colisiones permite explicar el mecanismo de todas las reacciones.
 - Normalmente, a mayor temperatura mayor velocidad de reacción.
 - La concentración de los reactivos no afecta a la velocidad de reacción.
 - La naturaleza de los reactivos afecta a la velocidad de reacción.
 - El grado de división de los reactivos afecta a la velocidad de reacción.
7. Ajustar las reacciones químicas que aparecen en el ejercicio.
- $Ti + O_2 \rightarrow TiO_2$
 - $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$
 - $Ag + O_2 \rightarrow Ag_2O$
 - $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
 - $CH_3OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
8. Ajustar las reacciones químicas por el método de los coeficientes indeterminados.
- $Mg + O_2 \rightarrow MgO$
 - $Fe_2O_3 \rightarrow Fe + O_2$
 - $Mg + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
 - $NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + H_2O$
 - $Fe_2O_3 + CO \rightarrow Fe + CO_2$