La Reacción Química En Química Orgánica

El objetivo de esta guía es enseñarte a comprender las reacciones químicas estudiadas desde el punto de vista de la química orgánica. Este enfoque es diferente a lo que has visto en las clases de química general, puesto que aquí no es lo más importante comparar reactantes y productos desde un punto de vista estequiométrico, o de analizar la cantidad de energía liberada, más bien se trata de identificar la capacidad de reaccionar que tienen los distintos compuestos orgánicos, y de los productos de las distintas reacciones desde una perspectiva generalizada.

El estudio de este tipo de materia te servirá para formar un razonamiento científico, que te permita analizar los procesos vitales, buscando sus fundamentos y las relaciones que tienen con lo que verás en tu carrera. Así, podrás sintetizar dichos procesos y explicárselos a las personas a las que atiendas en un lenguaje más amigable.

Generalidades

Las reacciones químicas que son analizadas por la química orgánica son muy diversas y tienen como protagonistas a una gran variedad de compuestos, siendo el más importante el átomo de carbono. Antes de estudiar las reacciones orgánicas de forma particular, necesitamos conocer algunos conceptos generales:

- 1. Para que ocurra una reacción deben estar presentes dos moléculas:
 - a. Sustrato: Molécula orgánica que se transforma. (Ejemplo: CH₄)
 - b. Reactivo: Especie química que provoca la transformación. (Ejemplo: Cl₂)

Ejemplo:

$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$$

Los reactivos pueden clasificarse por sus características y formas de reaccionar:

Nucleófilos

Como su nombre lo dice, tienen afinidad por los núcleos, es decir por cargas positivas (protones), ya que están cargados negativamente debido a un exceso de electrones. Es por eso que cuando reaccionan, ceden sus electrones. Ejemplos de reactivos nucleófilos son aniones como: OH⁻, R-COO⁻, O⁻².

Las reacciones protagonizadas por nucleófilos se llaman reacciones nucleofílicas y ocurren de la siguiente forma:



Sustrato Nucleófilo

Productos de la reacción

Electrófilos

Como su nombre lo dice son moléculas con alta afinidad por electrones, ya que son deficientes en electrones, debido a que poseen una carga positiva o a que su octeto está incompleto. Ejemplos de reactivos electrófilos son moléculas catiónicas o protones (H*).

Las reacciones protagonizadas por electrófilos se llaman reacciones electrofílicas, y ocurren de la siguiente forma:

$$R:X + Y^{+} \longrightarrow R:Y + X^{+}$$

Sustrato Electrófilo

Productos de la reacción

- 2. Una reacción química puede ocurrir de dos formas
 - a. Mecanismo concertado: La reacción ocurre en una sola etapa, sin que se formen intermediarios.

Ejemplo:

b. Mecanismo en etapas: Se forman **intermediarios** como carbocationes, carbaniones o radicales libres*.

Eiemplo:

Ruptura de enlace:
$$H-C$$
 Br $H-C^++Br$

H

Formación del enlace: $H-C^++OH$ $H-C^-OH$

^{*} Los carbocationes, carbaniones son moléculas formadas por un carbono principal con carga positiva y negativa, respectivamente, que son producto de la previa rotura de un enlace entre el átomo de carbono y su sustituyente. Por ejemplo: Por lo general, si el sustituyente es más electronegativo que el carbono, al romperse el enlace, quedará cargado negativamente y pasará a llamarse radical libre, mientras que el carbono quedará cargado positivamente, por lo que se llamará carbocatión.

Clasificación de las reacciones

Para estudiar las reacciones en química orgánica se han utilizado dos enfoques:

Tipos de reacción

 Sustitución: En este tipo de reacciones se reemplaza un átomo o grupo de átomos del reaccionante orgánico por un átomo o grupo de átomos de otro reaccionante. Las moléculas orgánicas que reaccionan de esta forma tienen generalmente hibridación sp3 (como por ejemplo los alcanos).

Ejemplo:

Halogenación de Alcanos*:

1. Iniciación (Ruptura de enlace):

2. Propagación

$$H H H H$$
 $H - C - C - C - H + CI$
 $H + H H$
 $H + H H$

^{*}Se revisará con mayor detalle en la próxima guía

 Adición: En este tipo de reacciones se agrega un átomo o grupo de átomos a una molécula orgánica. Para ello se necesita hibridación sp o sp2 (como por ejemplo alquenos y alquinos)

Ejemplo:

$$R-C=C-R + AB \longrightarrow R-C-C-R$$
Sustrato Reactivo A B (Producto)

• Eliminación: Es la reacción inversa a la adición, en ella se elimina un sustituyente de la molécula orgánica.

Ejemplo:

$$X Y$$
 $R-C-C-R + Z \longrightarrow R-C=C-R + XYZ$ (Producto)

Tipos de ruptura de enlace

 Ruptura Homolítica: En este tipo de ruptura cada uno de los átomos se queda con uno de los electrones que se compartían en el enlace molecular, quedando como productos dos formas moleculares que reciben el nombre de radicales libres.

$$A \stackrel{\circ}{\circ} B \longrightarrow A^{\circ} + B^{\circ}$$

Algunas características de estas reacciones son:

- Como hemos visto en las clases pasadas, para romper un enlace, es necesario utilizar energía, es decir, estas reacciones son endergónicas. La energía necesaria para romper el enlace se alcanza mediante la aplicación de luz o calor.
- Los solventes polares pueden interponerse en la reacción, ya que, como su nombre lo dice, tienen polaridad, por lo que pueden reaccionar con los radicales libres y formar compuestos que no son los que se esperan. Luego, para que se produzca la ruptura homolítica apropiadamente, debe ocurrir en un solvente no polar.
- Una reacción de ruptura homolítica es la primera etapa en una cadena de reacciones que ocurren para transformar un compuesto orgánico, y como necesita energía, es la etapa más lenta de la reacción total, es decir, la etapa limitante.
- Ruptura Heterolítica: En este tipo de reacciones, la ruptura del enlace es asimétrica, es
 decir, una de las especies se queda con el par de electrones (carga negativa, anión) y la
 otra queda cargada positivamente (catión). Para reconocer cuál de las dos especies se
 queda con el par de electrones, se debe comparar su electronegatividad, la especie con
 mayor electronegatividad atraerá con mayor fuerza los electrones.

Algunas características de estas reacciones son:

- Para que estas reacciones ocurran, debe existir un medio que actúe como catalizador atrayendo a uno de los reaccionantes, generalmente un medio ácido o básico que sea capaz de romper el enlace al atraer a una de las especies. Por ejemplo, si es un medio ácido, tiende a atraer a las partículas negativas, y sirven en reacciones de sustitución electrofílica (ver en mayor detalle en la próxima guía).
- Al contrario de las rupturas homolíticas, para que estas reacciones ocurran, el solvente debe ser polar, como lo explicado en el punto anterior.
- Al igual que las rupturas homolíticas, estas reacciones son (generalmente) la primera etapa en una cadena de reacciones que ocurren para transformar un compuesto orgánico. Asimismo, son la etapa lenta, ya que requiere de la ruptura de enlaces, pero, a diferencia de la ruptura homolítica, su velocidad no depende de la energía que se aplica, sino que depende de la electronegatividad de sus compuestos, mientras mayor sea la electronegatividad de la especie aniónica, más rápidamente se desprenderá del compuesto orgánico principal.