

Esta guía se elaboró para CONALIVI entidad ejecutora del proyecto WIKITIFLOS – Inclusión Educativa digital Colombia 2020, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, AECID y la Fundación ONCE - América Latina, FOAL

QUÍMICA GRADO 11

Guía 6: compuestos orgánicos nitrogenados y sulfurados

tiempo: 10 horas

Estándar básico de competencia:

- Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas.
- Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

DBA: Representa las reacciones químicas entre compuestos orgánicos utilizando fórmulas y ecuaciones químicas y la nomenclatura propuesta por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).

Subtemas:

- Amida (estructura, nomenclatura, propiedades físicas y químicas)
- Amina (estructura, nomenclatura, propiedades físicas y químicas)
- Nitrilos (estructura, nomenclatura, propiedades físicas y químicas)
- Tioles (estructura, nomenclatura, propiedades físicas y químicas)

Fundamentación Teórica

COMPUESTOS ORGÁNICOS NITROGENADOS

El átomo de nitrógeno tiene siete protones en su núcleo y siete electrones en su corteza, dos en la primera capa y cinco en la capa más externa. Para cumplir con la regla del octeto le faltan tres electrones para completar ocho en la última capa, esto puede conseguirlo al formar tres enlaces simples, un enlace simple y uno doble, o un enlace triple.

El amoníaco (compuesto inorgánico) es el ejemplo más simple de un átomo de nitrógeno formado por tres enlaces simples: NH_3

Los hidrógenos de los hidrocarburos pueden ser sustituidos por moléculas que contienen nitrógeno, obteniéndose grupos de compuestos orgánicos nitrogenados, como las aminas, amidas, nitrilos e hidracinas.

AMIDAS

Las amidas son compuestos nitrogenados que se consideran derivados de los ácidos carboxílicos. Ellas se caracterizan por tener el grupo funcional: $R_1-C(=O)-N(R_2)$, siendo CO el grupo funcional carbonilo, N un átomo de nitrógeno, y R_1 , R_2 , R_3 radicales orgánicos o átomos de hidrógeno.

Las amidas son sólidas a temperatura ambiente, como se puede inferir de sus altos puntos de ebullición. Esto se debe a la formación de puentes de hidrógenos muy fuertes entre los hidrógenos del grupo NH_2 y el oxígeno carbonilo.

Las amidas son sustancias que se comportan como bases o ácidos débiles según el medio de reacción por lo que se dice que son de carácter anfótero.

Las familias de las amidas, se pueden clasificar en primarias, secundarias y terciarias. Esta clasificación depende de la cantidad de carbonos a los que el grupo funcional se encuentra unido.

- Amida primaria
 $R-H_2-N-O-C$
- Amida secundaria
 $R_1-H-N-O-C-R_2$
- Amida terciaria
 $R_1-N-O-C-R_3-R_2$

NOMENCLATURA

Para nombrar las amidas primarias, se nombra la cadena carbonada, cambiando la letra -o del alcano por la terminación -amida.

En el caso de las amidas secundarias y terciarias primero se nombran los radicales unidos al nitrógeno, colocando la letra N y luego se sigue como en las amidas primarias.

- Propanamida: $H_3C-H_2C-C(=O)-NH_2$
- N-etil-etanamida: $CH_3-C(=O)-NH-CH_2-CH_3$

PROPIEDADES FÍSICAS

Las amidas son, generalmente, de naturaleza neutra con respecto a su capacidad de reacción en comparación con los ácidos o aminas de los que se derivan y algunas de ellas son ligeramente resistentes a la hidrólisis. Las amidas simples de los ácidos carboxílicos alifáticos (con excepción de la formamida) se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente, mientras que las amidas sustituidas de los ácidos carboxílicos alifáticos pueden ser líquidas, con puntos de ebullición relativamente altos. Las amidas de los ácidos carboxílicos aromáticos o sulfónicos son, generalmente, sólidas.

Todas las amidas, excepto la primera de la serie, son sólidas a temperatura ambiente y sus puntos de ebullición son elevados, más altos que los de los ácidos correspondientes. Presentan excelentes propiedades disolventes y son bases muy débiles.

PROPIEDADES QUÍMICAS

Las amidas se derivan no sólo de los ácidos carboxílicos alifáticos o aromáticos, sino también de otros tipos de ácidos, como los que contienen azufre o fósforo. El término amidas sustituidas se refiere a las amidas que tienen uno o ambos hidrógenos del nitrógeno reemplazados por otros grupos; por ejemplo, la N,N-dimetilacetamida. Este compuesto puede considerarse también como una amina, la acetildimetilamina.

Uno de los principales métodos de obtención de estos compuestos consiste en hacer reaccionar el amoníaco (o aminas primarias o secundarias) con ésteres. Las amidas son comunes en la naturaleza, y una de las más conocidas es la urea, una diamida que no contiene hidrocarburos. Las proteínas y los péptidos están formados por amidas. Un ejemplo de poliamida de cadena larga es el nailon. Las amidas también se utilizan mucho en la industria farmacéutica.

AMINAS

Las aminas son compuestos que resultan de la sustitución de uno o más átomos de hidrógeno en el amoníaco (NH_3), por radicales alquilo (alifáticos) o arilo (aromáticos).

El grupo funcional característico de las aminas se denomina amino y se representa como (NH_2).

La fórmula general de una amina es $R-NH_2$, si es alifática, o $Ar-NH_2$, si es aromática.

Existen aminas alifáticas y aminas aromáticas. Adicionalmente, las aminas se pueden clasificar teniendo en cuenta el número de átomos de hidrógeno que se han sustituido en el amoníaco, como aminas primarias, secundarias y terciarias:

- Primarias

Metil amina: $CH_3 - NH_2$

- Secundarias

Dimetilamina: $CH_3 - NH - CH_3$

- Terciarias

Trimetilamina: $CH_3 - N(CH_3) - CH_3$

Podemos encontrar aminas mixtas, es decir, que poseen sustituyentes arilo y alquilo, sobre el mismo átomo de nitrógeno. Por último, existen aminas heterocíclicas, en las cuales, el nitrógeno se encuentra formando parte de una estructura cíclica.

NOMENCLATURA

Las aminas se nombran anteponiendo a la palabra amina, los nombres de los sustituyentes presentes. Si los radicales sustituyentes son iguales, se emplean los prefijos mono(1), di(2) o tri(3), según el caso. Cuando los radicales son diferentes se nombran comenzando por el más sencillo de ellos.

Ejemplos:

- Metil-etilamina: $CH_3-NH-CH_2-CH_3$
- Dimetilpropilamina: $CH_3-CH_2-N-CH_2-CH_2-CH_3$
- Etilamina: $NH_2-CH_2-CH_3$

PROPIEDADES FÍSICAS

En general las propiedades de las aminas dependen del grado de sustitución sobre el nitrógeno, que determina la posibilidad de formar puentes de hidrógeno entre el o los hidrógenos del grupo NH_2 y un extremo

delta negativo de otra molécula, por ejemplo, el oxígeno del agua o el nitrógeno de otra amina.

Las aminas terciarias han sustituido todos los hidrógenos por otros grupos, por lo que no pueden formar enlaces de hidrógeno y se comportan como moléculas generalmente apolares, similares a hidrocarburos.

En cuanto al estado de agregación, las aminas pequeñas, como la metilamina y la etilamina son gases, mientras que aquellas de tamaño intermedio son líquidas y las superiores, sólidas.

Las aminas, especialmente aquellas de bajo peso molecular, tienen olores fuertes y penetrantes, similares al amoníaco. Por ejemplo, la trimetilamina presenta un característico olor a pescado, mientras que la 1,5-pentanodiamina o cadaverina, se forma durante la putrefacción de los cadáveres de animales, dando lugar al característico olor de la carroña.

PROPIEDADES QUÍMICAS

El átomo de nitrógeno en las aminas posee una hibridación sp^3 y dos electrones desapareados, por lo que estos compuestos presentan una estructura tetraédrica, similar a la del metano, en la cual, el centro lo constituye el nitrógeno y los cuatro vértices forman ángulos de 109° entre sí. Los tres sustituyentes (R, Ar o H) se ubican en los vértices de la base, mientras que los electrones desapareados ocupan el vértice superior del tetraedro.

Esta arquitectura debería generar la presencia de isómeros, pues las imágenes especulares de dos tetraedros no se pueden superponer. Sin embargo, los isómeros se intercambian fácilmente entre sí, por lo que en la naturaleza se encuentran mezclados y no es posible aislar uno del otro.

Finalmente, el par de electrones que posee el átomo de nitrógeno de las aminas, hace que se comporten como nucleófilos, como veremos más adelante.

NITRILOS

Los nitrilos son compuestos nitrogenados que resultan de la unión de un radical alquílico con el grupo nitrilo $-C \equiv N$.

También pueden considerarse como derivados del primer miembro de la serie denominado metanonitrilo o ácido cianhídrico $HC \equiv N$ por sustitución del átomo de hidrógeno con diferentes radicales alquílicos o arílicos $R-C \equiv N$. Estructuralmente el grupo funcional nitrilo es similar al grupo carboxilo, por lo que los nitrilos son, con frecuencia, considerados como derivados de ácidos carboxílicos. Esta similitud radica en que, en ambos casos, el

carbono del grupo funcional presenta tres enlaces con un elemento más electronegativo, como el oxígeno, en el grupo carboxilo y el nitrógeno, en el nitrilo:

NOMENCLATURA

Los nitrilos se nombran anteponiendo a la palabra nitrilo el nombre del hidrocarburo del cual provienen.

Por ejemplo:

propano nitrilo $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{N}$.

Nota que el nombre del hidrocarburo incluye el carbono del grupo funcional. También se pueden nombrar como derivados del cianuro.

PROPIEDADES FÍSICAS

Los nitrilos de bajo y mediano peso molecular son líquidos incoloros de olor aromático, los términos superiores son sólidos cristalinos. Los primeros miembros de la serie son solubles en agua, los demás lo son en alcohol y éter.

PROPIEDADES QUÍMICAS

El grupo nitrilo, al igual que el carboxilo, es polar, con un delta positivo cerca del carbono y un delta negativo alrededor del nitrógeno.

Esta circunstancia hace que el carbono se comporte como un electrófilo y por consiguiente, los nitrilos suelen intervenir en reacciones de adición nucleofílica.

COMPUESTOS ORGÁNICOS QUE CONTIENEN AZUFRE

Constituye alrededor del 0,05% de la corteza terrestre y se presenta como elemento libre, en forma de sulfuros metálicos como galena (PbS), pirita ferrosa (FeS_2), cinabrio (HgS) y en los gases volcánicos en forma de sulfuro de hidrógeno (H_2S) y dióxido de azufre (SO_2). Forma también parte de

materia orgánica como el petróleo y el carbón. Su presencia en los combustibles fósiles produce problemas ambientales y de salud.

El azufre es un átomo que es posible encontrar en moléculas orgánicas formando diferentes familias de compuestos como los tioles y los sulfuros o tioéteres.

TIOLES

En los tioles, el grupo funcional es R-SH donde el SH es análogo del OH de los alcoholes. Tradicionalmente los tioles son denominados mercaptanos.

NOMENCLATURA

Para nombrar los tioles se procede de manera similar a los alcoholes.

Cuando un grupo tiol es un sustituyente de un alcano, podemos tener varias formas de nombrar al tiol resultante:

- El método preferido (utilizado por la IUPAC) consiste en añadir el sufijo -tiol al nombre del alcano. El método es casi idéntico a la denominación de alcoholes.

se realiza tomando la cadena principal que contenga al radical -SH e indicando la posición del carbono al cual se encuentra enlazado, comenzando a contar por el extremo más cercano al grupo funcional. Finalmente se especifica el nombre del alcano del cual se deriva con terminación tiol.

Ejemplo: $\text{CH}_3\text{-SH}$ sería metanotiol.

- Un viejo método, la palabra mercaptano sustituye alcohol en el nombre del compuesto equivalente de alcohol.

Ejemplo: $\text{CH}_3\text{-SH}$ sería metil mercaptán.

PROPIEDADES FÍSICAS

Muchos tioles son líquidos incoloros que tienen un olor parecido al del ajo. El olor de tioles es a menudo fuerte y repulsivo, en particular los de bajo peso molecular. Los tioles se unen fuertemente a las proteínas de la piel y son responsables de la intolerable persistencia de olores producidos por las mofetas. Los distribuidores de gas natural comenzaron añadiendo diversas

formas de tioles acres, por lo general etanotiol, al gas natural que es inodoro, después de la mortífera explosión de 1937 en el New London School en New London, Texas. Los tioles son también responsables de una clase de fallos en los vinos causados por la reacción no deseada entre el azufre y la levadura. Sin embargo, no todos los tioles tienen olores desagradables. Por ejemplo, los mercaptanos del pomelo son un tiol monoterpenoide responsables del aroma característico de este.

Debido a la pequeña diferencia de electronegatividad entre el azufre y el hidrógeno, un enlace S-H es prácticamente apolar covalente. Por lo tanto, el enlace S-H en los tioles tiene menor momento dipolar en comparación con el enlace O-H del alcohol. Los tioles muestran poca asociación por enlaces de hidrógeno con el agua y las moléculas entre sí. Por lo tanto tienen puntos de ebullición inferiores y son menos solubles en agua y otros disolventes polares que los alcoholes de similar peso molecular pero siendo tan solubles y con similares puntos de ebullición como los sulfuros isoméricos.

PROPIEDADES QUÍMICAS

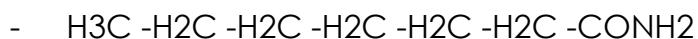
Los métodos utilizados para sintetizar tioles son análogos a los utilizados para la síntesis de alcoholes y éteres. Las reacciones son más rápidas y de mayor rendimiento porque los aniones de azufre son mejores nucleófilos que los átomos de oxígeno.

Los tioles se forman cuando un haloalcano se calienta con una solución de hidrosulfuro de sodio

Además, los disulfuros pueden reducirse fácilmente por agentes reductores como el hidruro de litio aluminio en éter seco para formar dos tioles.

Ejercicios de muestra:

a. Nombra la siguiente amida.



Lo primero que tenemos en cuenta para nombrar amidas es encontrar su grupo funcional que es - CONH₂, luego contamos los carbonos de la cadena principal y nombramos dicha cadena. por último, finalizamos con la palabra amida; así pues, el nombre del compuesto será:

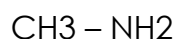
Hexilanamida

b. Escribe la estructura la siguiente amina.

- Metil amina:

Para definir las estructuras de las aminas se debe tener en cuenta la parte inicial del nombre del compuesto, el prefijo, y determinar este a cuantos carbonos corresponde, luego, estos se escriben y se finalizan con el grupo funcional amino que es -NH_2 .

Así pues, el metil corresponde a un carbono y se completa la parte final con el amino que es -NH_2 quedando:



Ejercicios de practica:

1. Investiga al menos dos usos o aplicaciones industriales de las amidas.
2. Investiga como se realiza la producción industrial de la anilina, y sus usos.
3. Uno de las formas más comunes que se anuncian en las redes sociales, o en los comerciales son las pastillas adelgazantes, indaga que compuestos hacen parte de estas pastillas.
4. Describe que compuestos químicos derivados de los nitrilos se utilizan para la producción en la industria farmacéutica.
5. Investiga la estructura del N-Dodecilmercaptano, a que grupo funcional pertenece y en qué se utiliza.
6. Establece la estructura de las siguientes aminas

- Nombre: Propilamina
Estructura:

- Nombre: Pentilamina
Estructura:

- Nombre: heptilamina
Estructura:

7. nombra cada una de las siguientes estructuras de amidas

● Estructura: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$
Nombre:

● Estructura: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$
Nombre:

● Estructura: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$
Nombre: