

ESTUDIO TEÓRICO DE LA ACETILACIÓN DE ISOPROPILAMINA

Cagliari, S. C., Macaño, H.R.

CIQA - Centro de Investigación y Transferencia en Ingeniería Química Ambiental.
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba. Avenida Cruz Roja
Argentina esquina Maestro López. X5016ZAA. Córdoba, Argentina.
scagliari@quimica.frc.utn.edu.ar

1. Introducción.

Se llevó a cabo un estudio teórico de la acetilación de isopropilamina catalizada por ácido, cuyos productos de reacción son ácido acético y N-isopropil acetamida, a través del análisis del intermediario correspondiente, cuya formación se considera la etapa determinante de la velocidad de reacción.

El estudio de la acetilación de aminas es de gran interés por la utilidad de sus productos de reacción dentro de la industria química y porque constituye una de las transformaciones más frecuentemente usadas en síntesis orgánica ya que proporciona un medio eficiente y económico para la protección de grupos amino en un proceso sintético.

La acetilación de una amina es una reacción de sustitución nucleofílica sobre carbono insaturado, siendo el nucleófilo la propia amina. El aumento de la velocidad de reacción se puede conseguir con el agregado de un ácido de Brønsted como catalizador. Para que un catalizador aumente la velocidad de una reacción debe aumentar la velocidad del paso lento o paso determinante de la misma. El mecanismo de esta reacción consiste en una primera protonación del oxígeno del carbonilo del anhídrido acético generando una densidad de carga positiva en el carbono del carbonilo de dicho derivado de ácido, facilitando de esta manera el posterior ataque de la amina formando un intermediario tetraédrico, etapa determinante de la velocidad de reacción.

Se han llevado a cabo estudios teóricos ^[1] y trabajos experimentales ^[2-3] sobre esta reacción catalizada con ácidos y ambos coinciden en que la misma transcurre a través de la formación de un intermediario tetraédrico. El esquema general de la acetilación ácida de isopropilamina se muestra en la Figura 1.

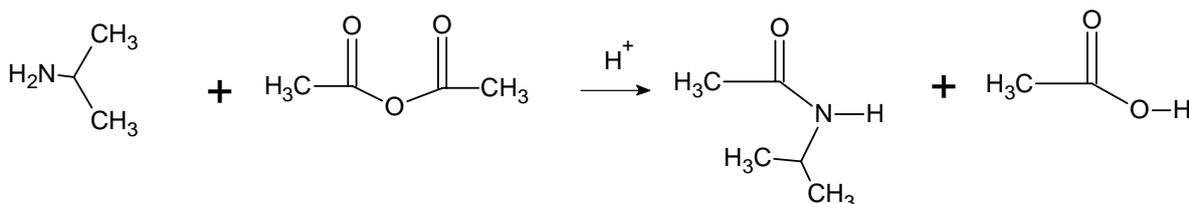


Figura 1.- Esquema General de la Acetilación Ácida de Isopropilamina

2. Resultados y discusión.

Para el diseño y optimización de las estructuras de todas las especies que intervienen en la reacción se empleó el método DFT - Density Functional Theory basado en la teoría de funcionales de densidad, el cual incluye efectos de correlación electrónica y dentro de este se empleó el B3LYP. Este método denominado ab-initio, considera toda la estructura atómica sin introducir parámetros empíricos en la resolución de la ecuación de Schrödinger. Se optó por la función de base 6-31+G* que indica que se utilizan seis funciones gaussianas para representar los orbitales atómicos internos, mientras que los externos, capa de valencia, se representan mediante tres funciones para la parte contraída y una para la parte difusa, más una función de polarización para átomos pesados, indicada mediante el *, que representa el efecto de los orbitales tipo d.

También para calcular las energías mínimas de todas las moléculas que intervienen en ambas reacciones se empleó el método semiempírico MP2 - 2nd order Mo/ller–Plesset. Todos los cálculos se realizaron empleando el programa Gaussian09.

En la Figura 2 se muestra la estructura del intermediario de la reacción y en la Tabla 1 se reportan algunos de sus parámetros geométricos. Para esta reacción se obtuvo una energía de activación de 16.40 kcal/mol.

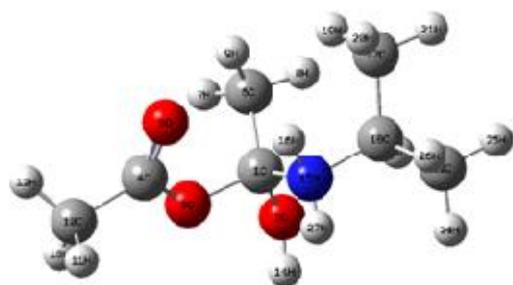


Figura 2.- Intermediario Tetraédrico

Tabla 1.- Parámetros Geométricos

Longitud	Valor Å	Angulo	Valor °
r (C ₁ -O ₂)	1.41	θ (C ₁ -N-C ₁₀)	109.45
r (C ₁ -N)	1.46	θ (C ₁ -N-H)	102.80
r (C ₁ -C ₆)	1.54	θ (O ₃ -C ₁ -C ₆)	109.90
r (N-H ₂₇)	0.90	θ(O ₂ - C ₁ -N)	112.79
r (C ₁ -O ₃)	1.46	θ (C ₆ -C ₁ -O ₂)	106.71

3. Conclusiones.

Esta propuesta forma parte de una serie de investigaciones implementando la Química Orgánica Computacional como herramienta para analizar las estructuras y propiedades de una gran variedad de compuestos orgánicos de interés industrial y predecir comportamientos de reacciones químicas en menor tiempo, con ahorro de dinero y con mayor seguridad.

4. Bibliografía.

1. Kruger H.G., "Ab initio mechanistic study of the protection of alcohols and amines with anhydrides", Journal of Molecular Structure (Theochem), Vol. 577, p. 281- 285, 2002.
2. Prasad H.S., Srinivasa G.R., Channe Gowda D., "Convenient, Cost-Effective, and Mild Method for the N-acetylation of Anilines and Secondary Amines, Synthetic Communications, Vol.35, p.1189-1195, 2005.
3. Naik S., Bhattacharjya G., Talukdar B., Patel B.K., "Chemoselective Acylation of Amines in Aqueous Media", European Journal Organic Chemistry, Vol. 2004, No. 6, p. 1254-1260, 2004.