

FUENTE DE ALCANOS GASEOSOS PARA LA ENSEÑANZA PRÁCTICA

Eduardo Marambio-Dennett, Cecilia Izquierdo S.
y Benjamín Ruiz L.

RESUMEN

Se propone como fuente de alcanos gaseosos para utilizarlos en la enseñanza práctica, el empleo de gas de encendedores para cigarrillos. Se efectúan los siguientes experimentos: verificación de la ausencia de compuestos insaturados en alcanos gaseosos utilizando KMnO_4 ; demostración de la no combustión de alcanos en ausencia de oxígeno aplicando una chispa eléctrica; y comparación de la velocidad de sustitución cuando se utilizan bromo y yodo para halogenar alcanos. Se concluye que es posible realizar experimentos con alcanos gaseosos, algo poco común en los laboratorios de química orgánica a nivel licenciatura.

ABSTRACT

The gaseous alkanes supplied in butane lighters, are used as reactants in several organic laboratory experiments: the proof of non unsaturated compounds present, the lack of combustion in absence of oxygen and the halogenation. This last reaction allows the students to compare substitution rates between bromine and iodine as halogenating agents. The conclusion is that it is feasible to perform chemical reactions with gaseous reactants, something uncommon in undergraduate organic chemistry laboratory courses.

ANTECEDENTES

Al trabajar con estudiantes de nivel licenciatura, y demostrar experimentalmente propiedades de alcanos, se emplean comúnmente reactivos líquidos o sólidos (Ongley, 1973). Esto se debe a la poca accesibilidad que se tiene para obtener alcanos

gaseosos en el laboratorio, a las dificultades y riesgos que implica el uso de estos compuestos, y al equipo especial que se requiere para su manipulación.

Sin embargo, se ha encontrado que se tiene una fuente de hidrocarburos gaseosos saturados muy accesible y adecuada que pueden ser empleados para efectuar experimentos sencillos en el laboratorio. Nos referimos a los encendedores de cigarrillos (Delumeya, 1992), los cuales están cargados con una mezcla de hidrocarburos: butano, isobutano y propano, no contienen compuestos insaturados, ni aditivos de olor característico para detectar fugas, común en el gas estacionario o gas L.P. doméstico, lo que permite realizar fácilmente algunas reacciones con alcanos gaseosos.

Con estos alcanos, se efectuaron los siguientes experimentos en una sesión de laboratorio de cuatro horas de duración: verificación de la ausencia de compuestos insaturados; demostración de la no combustión en ausencia de oxígeno aplicando una chispa eléctrica; y demostración de halogenación y velocidad de sustitución del halógeno.

PARTE EXPERIMENTAL

Para desarrollar los experimentos mencionados en el párrafo anterior, se requiere del material y disoluciones siguientes:

1. MATERIAL

- Cinco tubos de ensayo de 50 mL.
- Cinco tapones septum (de acuerdo con la boca de los tubos)
- Un recipiente (de vidrio, plástico o metal) de 20 cm de ancho \times 25 cm de largo \times 10 cm de profundidad o similar que permita manipular el encendedor dentro de él
- Un tubo de vidrio de 20 cm de largo, 2 cm de diámetro y 2 mm de espesor, al cual se le colocan dos tapones de hule que tienen alambres de hierro insertados, uno de 8 cm de largo y 2 mm de espesor y otro de 19 cm de largo y 2 mm de espesor, los cuales funcionarán como electrodos (figura 1), cuya separación entre ellos es de 1 cm. A este tubo lo llamaremos tubo para descarga
- Una jeringa desechable de 10 mL
- Una bobina Tesla
- Un encendedor de cigarrillos desechable.

Figura 1. Tubo de descarga.

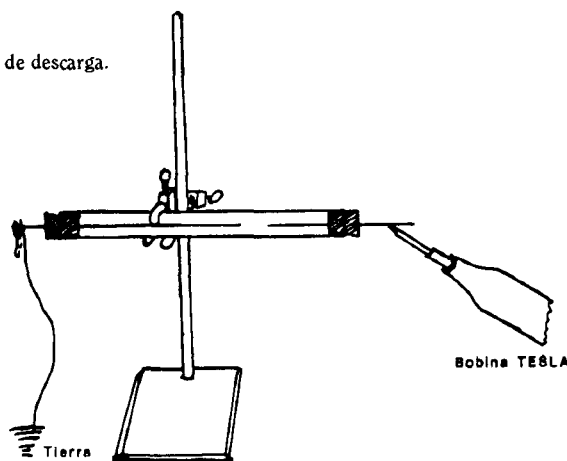
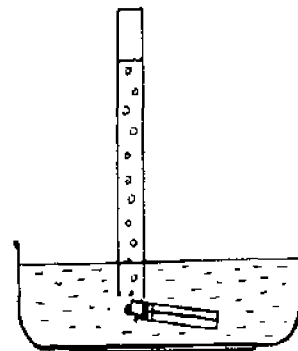




Figura 2. Llenado de los tubos de ensayo.



2. DISOLUCIONES Y REACTIVOS

- 20 mL de KMnO_4 en agua al 0.1%
- 20 mL de bromo en CCl_4 al 1%
- 20 mL de yodo en CCl_4 al 1%
- 20 mL de AgNO_3 en agua al 1%
- 0.5 mL de ciclohexeno

3. LLENADO DE LOS TUBOS DE ENSAYO CON GAS

Cada tubo de ensayo se llena con agua destilada, y se coloca boca abajo dentro del recipiente conteniendo el mismo tipo de agua (figura 2). Se coloca el encendedor debajo de la boca del tubo de ensayo y se abre la válvula, colectando el gas dentro del tubo por desplazamiento de agua. Una vez lleno el tubo, aún dentro del agua se tapa con el septum, cuidando que quede la menor cantidad de agua posible (el agua no interfiere con las reacciones).

4. VERIFICACIÓN DE LA AUSENCIA DE COMPUESTOS INSATURADOS EN ALCANOS GASEOSOS

A un tubo lleno de gas se le inyectan 10 mL de la disolución de permanganato de potasio al 0.1%, a través del septum con la jeringa desechable. Se agita y se observa. Se compara con un testigo utilizando 0.5 mL de ciclohexeno u otro compuesto insaturado que se tenga en el laboratorio. La prueba indica presencia de insaturaciones cuando el ión permanganato se reduce a Mn(IV) , lo que se verifica por la desaparición del color violeta y se produce un precipitado de color café oscuro, correspondiente a dióxido de manganeso (IV). El ciclohexeno da prueba positiva en menos de dos minutos, en tanto que el gas de encendedor da prueba negativa durante toda la sesión de laboratorio.

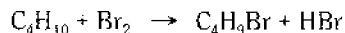
5. DEMOSTRACIÓN DE LA NO COMBUSTIÓN DE ALCANOS EN AUSENCIA DE OXÍGENO APLICANDO UNA CHISPA ELÉCTRICA

El tubo de vidrio para descarga se llena de

gas de la siguiente manera: se le coloca el tapón de hule con el electrodo más largo y se llena de agua destilada. Se sigue el procedimiento indicado en la sección 3 para recolectar el gas, y se tapa con el tapón que contiene el electrodo más corto. Uno de los electrodos se conecta a tierra (puede ser una llave de agua), mediante un cable con caimán y en el otro electrodo se conecta una bobina Tesla. Se hace pasar la descarga eléctrica generada por la bobina a través de los electrodos, por un tiempo no mayor de 3 minutos. Al generarse la chispa eléctrica no se observa combustión, debido a la ausencia de oxígeno en el sistema, sólo se percibe la chispa de color azul que produce la descarga.

6. COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SUSTITUCIÓN DEL HALÓGENO, CUANDO SE UTILIZAN BROMO Y YODO PARA HALOGENAR ALCANOS

Se toman dos tubos llenos de gas y a cada uno se le inyectan 10 mL de la disolución de Br_2/CCl_4 al 1%. Uno de los tubos se pone en la oscuridad envuelto en papel carbón o papel aluminio, en tanto que el otro se agita delante de un foco doméstico de 100 W. A medida que la reacción se lleva a cabo, el color del bromo desaparece, porque hay sustitución vía radicales libres de un hidrógeno del alcano por bromo, formándose además HBr . La presencia del ión bromuro se demuestra inyectando 10 mL de agua destilada, se agita y a continuación se destapa el tubo, se separan las fases y a la acuosa (superior) se le adicionan gotas de disolución de AgNO_3 , con lo cual se forma el precipitado característico amarillo caseoso de bromuro de plata.



A otros dos tubos llenos de gas se les aplica exactamente el mismo procedimiento descrito en el párrafo anterior, sustituyendo la disolución de bromo por la que contiene yodo en tetracloruro de carbono a la misma concentración.

En el caso de la halogenación con bromo, los alcanos presentes producen la decoloración en menos de 15 minutos en el tubo iluminado, en tanto que en el tubo que permanece en la oscuridad, no se aprecia cambio. Con el yodo, los dos tubos permanecen sin cambios aún a 3 horas de reacción.

CONCLUSIÓN

Para demostrar experimentalmente algunas propiedades de butano, isobutano y propano resulta excelente el utilizar como fuente de alcanos gaseosos un encendedor de cigarrillos porque: es de fácil acceso, económico, se pueden desarrollar prácticas de manipulación simple con equipo sencillo, y desde un punto de vista de medidas de seguridad sin riesgo para el estudiante. También permite comparar propiedades entre los mismos alcanos teniendo en cuenta su estado físico, es decir, gases, sólidos y líquidos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la M. en C. Susana Castillo Rojas, del Instituto de Investigaciones Nucleares de la UNAM, su paciencia para leer el manuscrito y sus valiosos comentarios al mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Organicum. Practical Handbook of Organic Chemistry*, P. A. Ongley (Editor). Pergamon Press Ltd., N. Y. First English Edition, 1973
- Delumeya, R. D., *J. Chem. Ed.* **69**, 321-322 (1992).