

La XXV Olimpiada Internacional de Química

Carlos Mauricio Castro-Acuña y María Antonia Dosal Gómez*

Para que los estudiantes de bachillerato continúen su preparación en competencias, y para que los profesores puedan orientarlos, incluimos ahora la parte teórica de los reactivos utilizados en la anterior olimpiada internacional, en Perugia, Italia. Estos reactivos complementan los que fueron publicados en el volumen 4, número 2, de la revista, en abril de 1993, y que se referían al examen práctico de la XXIV Olimpiada realizada en los Estados Unidos. Desde luego el nivel de dificultad es alto, por tratarse precisamente de preguntas de olimpiadas internacionales, a las que los alumnos asisten después de ganar el concurso nacional y de ser preparados durante largos meses. Esperamos que no por ello se ausente a algunos valientes alumnos y profesores, a quienes se les convoca a participar en la próxima Olimpiada Nacional de la Química (p. 59). ¡Adelante!

En julio de 1993, en Perugia, Italia, se reunieron las delegaciones de 38 países para competir en la XXV Olimpiada Internacional de Química. Esto representó un incremento importante en el número de naciones participantes ya que, en 1992, la XXIV IChO (International Chemistry Olympiad) se celebró con equipos de sólo 33 países (Castro y Dosal, 1993). En 1994, el concurso se llevará a cabo en Oslo, Noruega, y se espera la asistencia de estudiantes de nivel preuniversitario, provenientes de 40 naciones, representantes de todos los continentes con excepción de África.

Desde su inicio en 1968, con la IChO celebrada en Praga, Checoslovaquia, estas competencias fueron, por muchos años, del dominio exclusivo de países europeos (si consideramos a toda la URSS como nación europea). El primer equipo del continente americano en competir en una IChO fue el de los Estados Unidos de América y esto ocurrió hasta la XVI Olim-



piada efectuada en Frankfurt, República Federal de Alemania, en 1984. Al año siguiente, participó Cuba en la XVII IChO celebrada en Bratislava, Checoslovaquia. Así se inició la participación de Latinoamérica y por primera vez se utilizaron exámenes en español en una Olimpiada Internacional de Química.

En Italia sólo participaron tres países

de Latinoamérica: Cuba, México y Venezuela. Para el certamen en Noruega se espera contar con el equipo de Argentina. No es casual que estas naciones también sean líderes en la Investigación Educativa de la enseñanza de la Química, y por esto se perfilan como el núcleo que podría dar origen a las Olimpiadas Iberoamericanas de Química (Castro, 1990).

Las olimpiadas de química, así como las de otras disciplinas, no sólo favorecen el intercambio académico entre las distintas naciones, sino también resultan una oportunidad ideal para fortalecer la fraternidad entre estudiantes de muy diversas regiones. El equipo que representó a México en Italia estuvo integrado por César Arturo Cepeda (D.F.), José Alejandro Corona (Baja California Norte), José Miguel Mora (Tabasco) y Liliana Quintanar (D.F.). Ellos fueron los que obtuvieron las más altas calificaciones durante la etapa de entrenamiento. Esta preparación adicional se le proporcionó a un grupo de 16 estudiantes, provenientes de varios estados y del D.F., seleccionados en la Segunda Olimpiada Nacional de Química. En la competencia internacional, José A. Corona obtuvo una mención honorífica siendo éste el primer reconocimiento que obtiene un equipo mexicano en una IChO.

Con el propósito de que cada vez más estudiantes y profesores conozcan el programa de las Olimpiadas de Química y se involucren dentro del mismo, presentamos a continuación el examen teórico que los jóvenes resolvieron en la XXV IChO. Si el nivel de los problemas le parece a los lectores un tanto elevado para estudiantes de bachillerato, recuerden que a esto se debe que todos los alumnos que son seleccionados en la Olimpiada Nacional de Química, reciben posteriormente un entrenamiento adicional.

XXV IChO, Italia, 1993.

*Comité Organizador de la Olimpiada Nacional de Química.

Examen teórico

1. Cuando el 1-metilciclopenteno se hace reaccionar con un agente hidroborante quiral, ópticamente activo, (R_2^*BH) y al producto de esta reacción se le somete después a un proceso de oxidación, se obtiene una mezcla de alcoholes que rotan el plano de la luz polarizada.

- Escribe la estructura de todos los alcoholes obtenidos
- Asigna las configuraciones (R,S) de los centros quirales
- Explica, con pocas palabras, por qué la mezcla de alcoholes obtenida tiene actividad óptica.

2. La Frontalina es la feromona de un insecto que ataca a cierta variedad de pinos; esta feromona es un cetal de peso molecular $142.22 \text{ g mol}^{-1}$, cuya composición es:

C 67.58%, H 9.92%, O 22.50%,

y que se puede preparar mediante una síntesis de varios pasos, la cual se inicia con la reacción entre el dietilmalonato de sodio (sal sódica del dietil éster del ácido propanodioico) y el 3-cloro-2-metilpropeno.

El producto A, que se obtiene en el primer paso, es hidrolizado con hidróxido de potasio concentrado y, posteriormente, descarboxilado por tratamiento con ácido acético en caliente para obtener B.

Este compuesto B presenta las siguientes características: reacciona con NaHCO_3 acuoso (observándose el desprendimiento de un gas) y con KMnO_4 acuoso en frío forma un precipitado de color café.

Cuando B se hace reaccionar con LiAlH_4 , se obtiene un nuevo compuesto C ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$).

El compuesto C, al reaccionar con el cloruro de *p*-toluen-sulfonilo en piridina, y después con cianuro de sodio en dimetil-sulfóxido, da lugar al compuesto D ($\text{C}_7\text{H}_{11}\text{N}$).

Cuando D reacciona con el yoduro de metil magnesio y el producto se hidroliza, se obtiene el compuesto E ($\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}$), que muestra un máximo de absorción en el infrarrojo cercano a 1700 cm^{-1} .

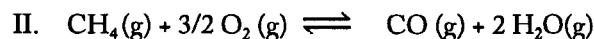
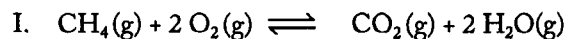
La reacción de epoxidación del compuesto E con el ácido *meta*-cloroperbenzoico da como producto el compuesto F ($\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_2$), el cual por tratamiento con ácidos diluidos produce el cetal Frontalina (G).

Representa las estructuras de todos los compuestos desde el A hasta el G.

3. El interés de este problema se basa en la importancia de conocer el riesgo del envenenamiento por monóxido de carbono, debido al mal funcionamiento en algunos sistemas de calefacción. Los casos de envenenamiento son bastante comunes. La concentración aceptable de CO en el aire es menor o igual a 5 ppm el nivel máximo tolerable es de 50 ppm.

Las siguientes reacciones pueden ocurrir en la combustión

del metano en un mechero:



a) Calcula las constantes de equilibrio para ambas reacciones a $T = 1500 \text{ K}$, considerando que los valores de ΔH° y ΔS° son independientes de la temperatura.

b) Calcula la relación entre el número de moles (n) del oxígeno y del monóxido de carbono en el equilibrio ($T = 1500 \text{ K}$, $P = 1 \text{ atm}$), cuando la entrada de aire en el mechero es tal que la relación molar $\text{CH}_4 : \text{O}_2$ es 1:2. Toma en cuenta que la composición en volumen del aire es:

80% N_2 + 20% O_2

Considera, como aproximación, que en el equilibrio

$$n_{\text{CH}_4} \approx 0$$

Justifica esta aproximación con base en los resultados que obtuviste en la pregunta (a).

c) Calcula la fracción mol (x) de CO en el equilibrio, en las condiciones indicadas en la pregunta (b). Considera que la fracción mol de CO es muy pequeña comparada con la del CO_2 y que, como consecuencia, la combustión no produce una variación apreciable en el número total de moles. Justifica esta consideración.

d) Repite los cálculos que efectuaste en los incisos (b) y (c), suponiendo que la cantidad de aire que entrara al mechero fuera el doble que la utilizada en la pregunta (b), esto es 4 moles de O_2 por cada mol de CH_4 .

e) Calcula la concentración de CO (expresada en ppm en volumen) en los gases producidos en la combustión, en las condiciones indicadas en las preguntas (b) y (d), después de que el vapor de agua ha sido condensado.

Considera que la composición no cambia en forma apreciable durante el enfriamiento desde los 1500 K hasta llegar a la temperatura ambiente, y considera despreciable la contribución del vapor de agua en la composición de la fase gaseosa.

4. El ^{131}I es un isótopo radioactivo del yodo, que emite electrones (e^-) y se utiliza en medicina nuclear para determinar desórdenes endócrinos de la glándula tiroidea, mediante un procedimiento analítico llamado centellografía.

La constante de rapidez de decaimiento radioactivo, k , del ^{131}I es $9.93 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$.

a) Escribe la ecuación que representa el proceso de decaimiento radioactivo del ^{131}I .

b) Calcula el tiempo de vida media del ^{131}I y exprésalo en días.

c) Calcula el tiempo necesario para que la actividad de una muestra de ^{131}I , se reduzca al 30% de su actividad original y exprésalo en días.

d) Un contador Geiger detecta actividades del orden de 10^{-4} μc . Con base en esta información, calcula la masa mínima, en gramos de ^{131}I , que podría ser detectada por un contador de este tipo.

DATO: 1 Curie (c) es el número de partículas radioactivas que produce 3.7×10^{10} desintegraciones s^{-1} .

5. Una de las principales causas de gastritis en el duodeno se debe a la producción excesiva de bilis. La terapia médica se basa en el tratamiento con antiácidos cuya acción es bloquear los ácidos biliares regulando el pH de los jugos gástricos. Para estudiar las propiedades de algunas formulaciones antiácidas comerciales se escogieron dos ácidos biliares: ácido cólico (CA) y ácido glicocólico (GCA). Para la separación y determinación de estos ácidos en jugos gástricos naturales y artificiales se utilizó, como técnica analítica, la cromatografía de líquidos de alta eficiencia (HPLC).

Tomando como base información de la literatura, se seleccionaron dos columnas cromatográficas (A y B) con las cuales se hicieron pruebas preliminares a fin de escoger aquella que permitiera la mejor separación de los dos compuestos mencionados. Los tiempos de retención (t) de los dos ácidos, de una sustancia no retenida por la columna cromatográfica y de un compuesto utilizado como estándar interno (e.i.) se muestran en las dos primeras columnas de la Tabla. Las dos columnas cromatográficas tienen una longitud de 25 cm y su eficiencia es de 2.56×10^4 platos teóricos por metro (N/m).

En el análisis de un jugo gástrico artificial, se extrajeron con una mezcla de disolventes apropiados, los dos ácidos anteriormente mencionados. El porcentaje de recuperación de ambos ácidos fue del 100 % y el volumen de la disolución final fue de 1 mL. A 100 μL de este extracto se le añadieron 2.7 μmoles del estándar interno, y se analizó esta solución mediante la técnica de HPLC con la columna seleccionada.

Los factores de respuesta (F) del CA y el GCA con respecto al e.i., así como las áreas del pico cromatográfico obtenido para ambos compuestos, se presentan en la tabla siguiente:

	Columna A $t(\text{s})$	Columna B $t(\text{s})$	F	Área del pico
Compuesto no retenido	120	130	—	—
Ac. cólico (CA)	380	350	0.5	2200
Ac. glicocólico (GCA)	399	395	0.2	3520
Estándar interno (e.i.)	442	430	—	2304

Para contestar las preguntas, recuerda que:

$$R = \left(\frac{\sqrt{N}}{4} \right) \times \left[\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right] \times \left[\frac{K'}{K' + 1} \right] \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{t_2'}{t_1'} = \frac{(t_2 - t_0)}{(t_1 - t_0)} \quad (2)$$

$$K' = K_2' = \frac{t_2'}{t_0} = \frac{(t_2 - t_0)}{t_0} \quad (3)$$

a) Selecciona la columna cromatográfica que utilizarías y, con base en los valores de R , α y K' , justifica tu selección.

Considera que una determinación precisa requiere la mejor separación posible (a línea base) de todos los compuestos, (sin considerar entre ellos al compuesto no retenido).

b) Calcula la cantidad de cada ácido en el extracto original.

Bibliografía

Castro-Acuña, C.M., Dosal Gomez, M.A., La XXIV Olimpiada Internacional de Química, *Educ. Quím.*, 4[2], 90-93 (1993).

Castro-Acuña, C.M., Reflexiones acerca de las Olimpiadas Internacionales de Química (Propuesta para la Primera Olimpiada Latinoamericana de Química), *Anuario Latinoamericano de Educación Química* 3[3] 91-94 (1990).

Nota

Las Olimpiadas Nacionales de Química se realizan bajo la coordinación de la Academia de la Investigación Científica A.C., dentro de su programa Olimpiadas Nacionales de la Ciencia.

Otros miembros del Comité Organizador Nacional son las profesoras Ernestina Cervera Flores y Cira Piña Pérez. ■



El Comité Organizador Nacional de las Olimpiadas de Química informa que, dentro del programa OLIMPIADAS NACIONALES DE LA CIENCIA —coordinado por La Academia de la Investigación Científica, A.C.— y con el objetivo de contribuir a elevar el nivel de enseñanza de la Química y a que exista una mejor comprensión de los grandes beneficios que esta ciencia ha aportado a la humanidad, próximamente se llevarán a cabo los siguientes concursos:

CUARTA OLIMPIADA METROPOLITANA DE QUÍMICA

En la Universidad Nacional Autónoma de México, del 31 de enero al 4 de febrero de 1994.

El concurso se efectuará en dos categorías, nivel A y nivel B, en función de la edad y grado de escolaridad de los participantes. El temario general para estos niveles es el siguiente:

NIVEL B: Conceptos básicos de química, estructura atómica, nomenclatura, reacciones químicas, balanceo de reacciones y estequiometría, disoluciones, estado gaseoso, leyes de Faraday, aplicaciones e impacto ambiental de elemen-

tos y compuestos inorgánicos, reconocimiento y usos del material básico de laboratorio.

NIVEL A: (Además de los temas del nivel B), Ley de Raoult, propiedades coligativas, celdas electroquímicas, rapidez de reacción y factores que la afectan, energía, calor y trabajo, capacidad calorífica, equilibrio químico, entalpía y energía, Química Orgánica (nomenclatura de los principales compuestos, reac-

ciones más comunes, isomería, compuestos de interés biológico, aplicaciones e impacto ambiental de compuestos orgánicos).

Fecha límite de inscripciones:
14 de enero de 1994.

Mayores informes con el delegado:
I.Q. Ramiro Domínguez, Unidad de Planeación, Facultad de Química de la UNAM, Tel. 622 37 25

TERCERA OLIMPIADA NACIONAL DE QUÍMICA

En la Universidad de Guanajuato, del 21 al 25 de febrero de 1994.

Participarán los alumnos ganadores de las etapas regionales. Además, se efectuará el concurso para integrar la preselección que recibirá entrenamiento adicional, después del cual se nombrará a la delegación de cuatro estudiantes que representará a México el próximo mes de julio, en la XXVI OLIMPIADA INTERNACIONAL DE QUÍMICA, en Oslo, Noruega.

Mayores informes pueden obtenerse con los delegados estatales:

Aguascalientes: Adriana Castro Gallo, (49) 14 32 07, 12 33 45 ext. 335 y 336.

Baja California Norte: Hermilo Sandoval, (65) 57 40 01 al 07

Baja California Sur: Aurora Rebolledo López, (682) 1 11 40, 1 07 55 ext. 133

Campeche: Ligia Tolosa Mendoza, (981) 6 11 35, 1 29 67

Chiapas: Jorge de J. Galindo Jan, (961) 5 00 04

Chihuahua: Arturo Acosta Acosta, (14) 13 18 28 ext. 318

Coahuila: Edith M. Colunga Urbina, (84) 15 53 92, 15 70 15

Colima: Juan de la Vega Pazcual, (331) 4 30 07, 4 30 05

Distrito Federal: Ramiro Domínguez, (5) 6 22 37 25

Durango: Enrique Torres, (181) 2 56 52

Estado de México: María Dolores Arce Granados, (72) 17 41 20, 17 38 90

Guanajuato: Álvaro García Torres y Víctor Mejía, (473) 2 62 52, 2 17 15

Guerrero: Javier Mancilla Castro, (74) 85 67 64, 87 11 26 ext 37

Hidalgo: Rosendo Hugo Merino Pineda, (771) 5 48 29

Jalisco: Gabriel Palacios Huerta, (3) 619 99 20, 619 81 58

Michoacán: Luis Arturo Rodríguez Maciel, (451) 6 71 76

Morelos: Luis Gilberto Torres, (73) 11 22 88 ext. 169

Nayarit: Luis Armando Ríos Magallanes, (321) 3 63 14

Nuevo León: Andrés Cerda Onofre, (83) 76 29 29

Oaxaca: Alberto René Méndez Flores, (951) 1 06 19, 6 40 18

Puebla: Juan Carlos Ramírez García, (22) 45 81 81 ext. 129, 45 81 40

Querétaro: Alfonso Pérez Buenrostro, (42) 15 17 05

Quintana Roo: Wilbert Villegas Cásares, (99) 27 48 42, 27 06 65, 27 60 99

San Luis Potosí: Norma Elisa Gascón, (48) 17 53 03

Sinaloa: Rigoberto Rodríguez Benítez, (67) 13 78 60

Sonora: Manuel Armando Lizárraga Rubio, (62) 13 31 70, 13 54 72, 13 94 80

Tabasco: Isaías Magaña, (933) 6 09 28, 6 00 16, 6 03 00

Tamaulipas: Zaragoza Rodríguez Flores, (89) 23 06 22, 23 22 51

Tlaxcala: Moisés Merlo Cortina, (241) 7 25 44

Veracruz: Edith Cárdenas Uribe, (272) 4 31 15, 4 40 96

Yucatán: Wilbert Villegas Cásares, (99) 27 48 42, 27 06 65, 27 60 99

Zacatecas: Jorge Enrique Núñez Monreal, (492) 3 10 06