

IV OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA
II RONDA DEPARTAMENTAL
CATEGORÍA ANTOINE LAVOISIER
Autores: Adal Martínez, y Adrián Gallardo Loya

Nombre del estudiante: _____ **Puntaje:** ____/100
Centro Educativo: _____ **Grado:** ____
Departamento: _____ **Municipio:** _____ **Tutor:** _____

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN:

1. Debes escribir **tu información** dentro del espacio indicado en esta primera página del examen.
2. Dispones de un periodo de **20 minutos** para **revisar** el exámen, después de este periodo cuentas con **TRES HORAS** para trabajar en los problemas. **No leas las preguntas** hasta que se indique el comienzo del periodo de revisión.
3. Durante los **20 minutos** del periodo de revisión **deberás leer el exámen en su totalidad**. Durante este periodo deberás **verificar que el exámen cuente con todas las 10 páginas de preguntas**, en caso de que falten páginas notifica a un supervisor. **Verifica** que el examen corresponda con tu **categoría (este es el examen de la categoría Antoine Lavoisier 7º-9º, excepto 9º del sistema anglosajón)**. En caso de tener **DUDAS** sobre los problemas debes solicitar la ayuda de un **supervisor**, que se comunicará con los autores de los ejercicios para ayudarte en caso de ser pertinente.
4. Realiza los **PROCEDIMIENTOS** de forma **ORDENADA** dentro de los **RECUADROS** correspondientes a cada problema, lo que se escriba fuera del recuadro **NO SE TOMARÁ EN CUENTA**. **Indica claramente el inciso** de cada pregunta que se responde, mostrando tus **procedimientos** y **circulando tu RESULTADO FINAL**, el cual **debe** estar escrito con **TINTA**. La evaluación de la respuesta de las preguntas **tomará en cuenta el procedimiento**.
5. Los resultados numéricos carecen de significado si no tienen **UNIDADES**. **Es MUY IMPORTANTE** que indiques las **UNIDADES** en todas tus **RESPUESTAS** y **PROCEDIMIENTOS** para evitar la **CANCELACIÓN del PUNTAJE**.
6. Requiere utilizar una **calculadora científica NO programable** sin función de graficar. **Se decomisará cualquier calculadora con funciones no permitidas**. Usar **TABLAS PERIÓDICAS** ajenas a la incluida en el examen **NO** está permitido bajo ningún motivo.
7. **Sugerimos MUY FUERTEMENTE** que empieces con las preguntas que te parezcan **MÁS FÁCILES**. Aprovecha el periodo de revisión para **identificar** las preguntas que **más facilidad** tengas para resolver.
8. Debes **DEJAR de trabajar** inmediatamente cuando se dé la señal de finalización. Cualquier demora en hacerlo puede resultar en **tu DESCALIFICACIÓN**.

¡Mucha Suerte!

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN

FÓRMULAS Y DATOS

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$w = Fd$$

$$\Delta U = Q - w$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n \Delta H_{prod}^\circ - \Sigma n \Delta H_{reac}^\circ$$

$$\Delta S_r^\circ = \Sigma n S_{prod}^\circ - \Sigma n S_{reac}^\circ$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

$$^\circ C = \frac{5}{9}(^\circ F - 32)$$

$$K = ^\circ C + 273.15$$

$$1 \text{ Cal} = 4.184 \text{ J}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$

$$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

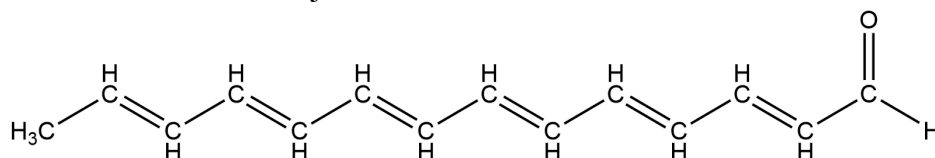
$$J = \text{Pa} \cdot \text{m}^3$$

QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 1: EL AVE NACIONAL (25 puntos)



Uno de los símbolos nacionales de nuestro país es la Guara Roja (*Ara macao*) la cual celebramos como un ave que representa nuestra gran diversidad biológica. Una de las características más destacadas de la Guara Roja y otras aves de la familia taxonómica *Psittacidae* (conocidos comúnmente como loros) es la coloración de su plumaje, la cual difiere de otros tipos de aves. Mientras que la mayoría de las aves usan pigmentos de tipo carotenoides para lograr su coloración, los loros como la Guara Roja deben su coloración a un tipo de pigmentos llamados psitacofulvinas. Se ha estudiado los beneficios que le otorgan las psitacofulvinas al plumaje de este tipo de aves además de darles su bello color, y se ha descubierto que las protegen de bacterias como *Bacillus licheniformis* que dañan los plumajes de otras aves.

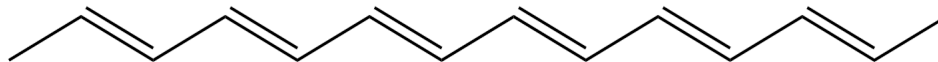
Las psitacofulvinas tienen una estructura que consiste en una cadena de alquenos conjugados que culminan en un grupo funcional aldehído, esta conjugación de enlaces π es la causante de sus propiedades coloridas. A continuación se muestra una de las estructuras de las psitacofulvinas que dan la coloración a la Guara Roja.



Problema 1.1. **a)** Indica la fórmula química de la psitacofulvalina mostrada. **b)** Indicar cuántos enlaces π hay en la molécula. **c)** Indicar cuántos átomos con hibridación sp^2 , y cuantos con hibridación sp^3 hay en la molécula. **d)** Nombra el compuesto químico de acuerdo al sistema de nomenclatura de la IUPAC. **e)** Casi toda la molécula es completamente plana, salvo por un grupo de átomos. Indica en el recuadro cuál grupo de átomos no es plano.

16 puntos

El grupo carbonilo presente en el grupo funcional aldehído de la psitacofulvalina mostrada arriba se puede reducir mediante la reacción de Wolff-Kishner, usando hidracina (N_2H_4) e hidróxido de potasio (KOH) para formar tetradeca-2,4,6,8,10,12-hexaeno, mostrado abajo.



Problema 1.2. a) Escribir la estructura de Lewis de la hidracina (N_2H_4). b) El tetradeca-2,4,6,8,10,12-hexaeno resultante de la reacción mencionada se hace reaccionar con dihidrógeno (H_2) usando platino (Pt) como catalizador. Indica la estructura del producto de esta reacción. c) Indica qué pasaría con la coloración de la sustancia formada a lo largo de esta última reacción.

9 puntos

QUÍMICA FÍSICA, PROBLEMA 2: AEROSOL EXPLOSIVOS (25 puntos)

Los aerosoles en lata son envases que utilizan un sistema de presión para expulsar un contenido, que puede ser líquido o en forma de spray. Se utilizan comúnmente para productos como desodorantes, pinturas, limpiadores y productos de cuidado personal.



Las latas de aerosol son por lo general hechas de hojalata que cumple con ciertos estándares técnicos, además las latas de acero revestido en zinc o aluminio también son utilizadas. Además de estos materiales principales, las latas de aerosol pueden tener recubrimientos internos para proteger el contenido de la corrosión y evitar reacciones químicas no deseadas. También incluyen una válvula y un difusor en la parte superior que permite la liberación controlada del producto cuando se presiona.

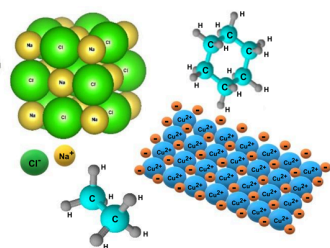
Problema 2.1. Muchas latas de aerosol “vacías” contienen restos de gases impulsores a una presión aproximada de 1 atm a 20°C. La lata lleva la advertencia: “No queme ni perfora esta lata.” **a)** Explique a qué se debe esta advertencia. **b)** Calcule el cambio en la energía interna de un gas así, si se le agregan 500 J de calor y eleva su temperatura hasta 2000 °F. **c)** ¿Qué presión tendría el gas al final de este proceso?

18 puntos

Problema 2.2. Suponga que la lata se diseñó de manera que aguante presiones de hasta 3.5 atm. ¿Qué temperatura máxima resistirá antes de hacer explosión?

7 puntos

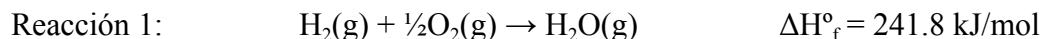
QUÍMICA FÍSICA, PROBLEMA 3: DESMENUZANDO AGUA (25 puntos)



Un enlace químico es la fuerza que une a los átomos para formar compuestos químicos. Esta unión le confiere estabilidad al compuesto resultante. La energía necesaria para romper un enlace químico se denomina energía de enlace.

La entalpía de enlace es la cantidad de energía necesaria para romper un enlace químico en una molécula y separar los átomos que lo forman en estado gaseoso. Se mide en kilojulios por mol (kJ/mol) y es un indicador de la estabilidad de un enlace: cuanto mayor es la entalpía de enlace, más fuerte es el enlace y más energía se requiere para romperlo. Este concepto es importante en la química, ya que ayuda a entender las reacciones químicas, la formación de compuestos y la estabilidad de diferentes estructuras moleculares. En general, los enlaces covalentes entre átomos no metálicos suelen tener entalpías de enlace más altas que los enlaces iónicos, aunque esto puede variar dependiendo de los elementos que se enlazan.

Problema 3.1. La entalpía de enlace promedio del enlace O-H del agua se define como la mitad del cambio de entalpía de la reacción $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$. Las siguientes entalpías de formación de son a 298.15 K.



Determinar la entalpía de enlace promedio del enlace O-H en agua a 298.15 K.

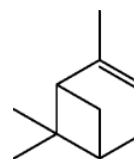
10 puntos

Problema 3.2. Durante la ruptura y formación de enlaces en las reacciones químicas la energía interna (ΔU), casi nunca se mantiene constante debido a que se puede generar algún trabajo desde o hacia el sistema lo cual hace cambios de entropía en el sistema. **a)** Calcule la energía empleada para la ruptura de los enlaces de la molécula del agua. **b)** Calcule el cambio de la energía interna promedio de la reacción a presión constante. **c)** Usando las siguientes entropías estándar, determine si la reacción es espontánea a 298.15 K (justifique con su procedimiento).
 $S^\circ_{\text{H}_2\text{O(g)}} = 188.8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $S^\circ_{\text{O(g)}} = 160.9 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ $S^\circ_{\text{H(g)}} = 114.7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

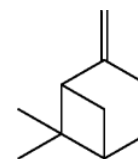
15 puntos

QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 4: PINENOS EN TREMENTINA (25 puntos)

El aguarrás es una mezcla de hidrocarburos con muchos usos, entre ellos el más importante es ser un disolvente orgánico de uso amplio y general. La materia prima usada para producir el aguarrás puede variar, sin embargo, hoy en día existen dos tipos principales, el aguarrás derivado de petróleo, y el aguarrás derivado de aceite de pino, también llamado trementina. Siendo



α -pineno



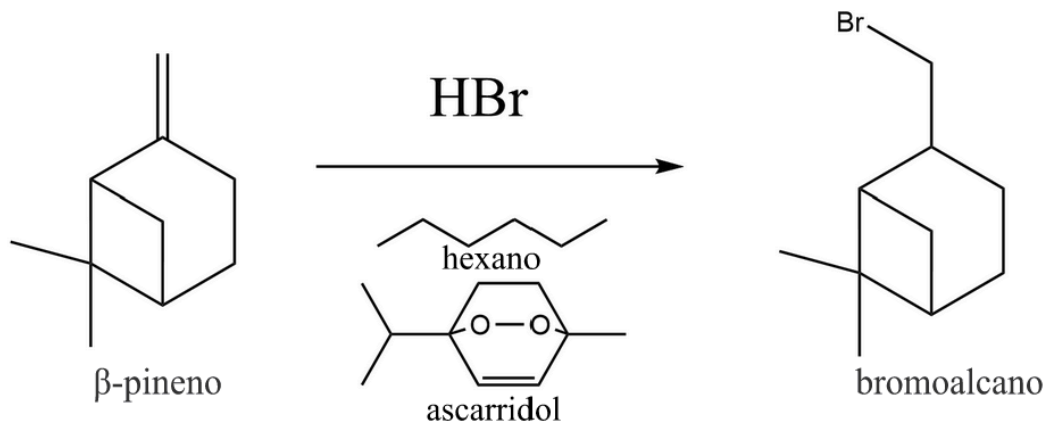
β -pineno

Siendo nuestro país un productor de este recurso es importante discutir algunos aspectos sobre su química. La trementina consiste en una mezcla compleja de terpenoides, pero sus componentes principales son el α -pineno, y el β -pineno. Estos dos compuestos químicos son isómeros, cuya única diferencia es la posición del doble enlace, sin embargo al hacer reaccionar una mezcla de estos dos isómeros con ácido clorhídrico (HCl) usando dietil éter como disolvente la reacción da principalmente un producto.

Problema 4.1. **a)** Dibuja la estructura del α -pineno e indica la posición del alqueno. **b)** Indicar la estructura química del producto mayoritario. **c)** Indicar la estructura de dos productos minoritarios de la reacción. **d)** En las reacciones de alquenos clasificadas como Markovnikov usualmente se forma un catión de carbono, el cual es responsable de la selectividad que tienen estas reacciones. Indica el nombre de este catión.

13 puntos

Se preparó un reactivo al calentar el β -pineno con ácido bromhídrico (HBr) usando hexano (un disolvente no polar) como disolvente y ascarridol (un peroxi terpeno natural encontrado en el epazote) como iniciador de la reacción química. El producto de la reacción consiste en el bromuro de alquilo anti-Markovnikov.



Problema 4.2. **a)** Indica por qué funciona el ascarridol como iniciador de la reacción y que tiene que ver con su enlace oxígeno-oxígeno. **b)** En el mecanismo de reacción interviene un radical monobromo (el cual no tiene carga), indica la estructura de Lewis de este radical. **c)** En este caso la reacción no procede por la formación del catión del problema anterior, pero si se forma otro tipo de intermediario radicalario, explica por qué cambiar el disolvente de dietil éter (que es polar), a hexano (que no es polar) y al agregar un iniciador de radicales (como el ascarridol) cambia la selectividad de la reacción a anti-Markovnikov.

12 puntos

FIN DEL EXÁMEN