

**IV OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA  
II RONDA DEPARTAMENTAL  
CATEGORÍA MARIE CURIE**

**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 12 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 Marie Curie 10°, 11°, 12° y 9° 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!**

# Tabla Periódica de los Elementos Químicos

[illegible]

## FÓRMULAS Y DATOS

$$PV = nRT$$

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

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

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

$$w = Fd$$

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

$$\Delta U = Q - w$$

$$96485.3 \text{ C mol}^{-1}$$

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

$$w_{\max} = \Delta G = -nFE$$

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

$$m = \frac{Eq - q}{F} q$$

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

$$I = q/t$$

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

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

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

$$V = I \cdot R$$

$$K = ^\circ\text{C} + 273.15$$

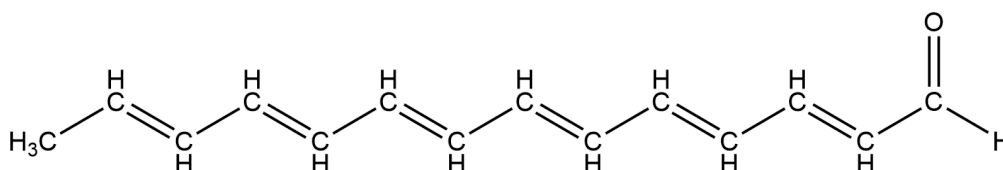
$$\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln\left(\frac{[\text{anodo}]}{[\text{catodo}]}\right)$$

## 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.

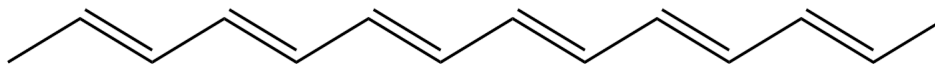
Las psitacofulvinas tienen una estructura que consiste en una cadena de alquenos conjugados que culminan en un grupo funcional aldehído, esta conjugación de enlaces  $\pi$  es la causante de sus propiedades coloridas. A continuación se muestra una de las estructuras de las psitacofulvinas que dan la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



**Problema 1.1.** **a)** Indica la fórmula química de la psitacofulvalina mostrada. **b)** Indicar cuántos enlaces  $\pi$  hay en la molécula. **c)** Indicar cuántos átomos con hibridación  $\text{sp}^2$ , y cuantos con hibridación  $\text{sp}^3$  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.

10 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 ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) e hidróxido de potasio (KOH) para formar tetradeca-2,4,6,8,10,12-hexaeno, mostrado abajo.



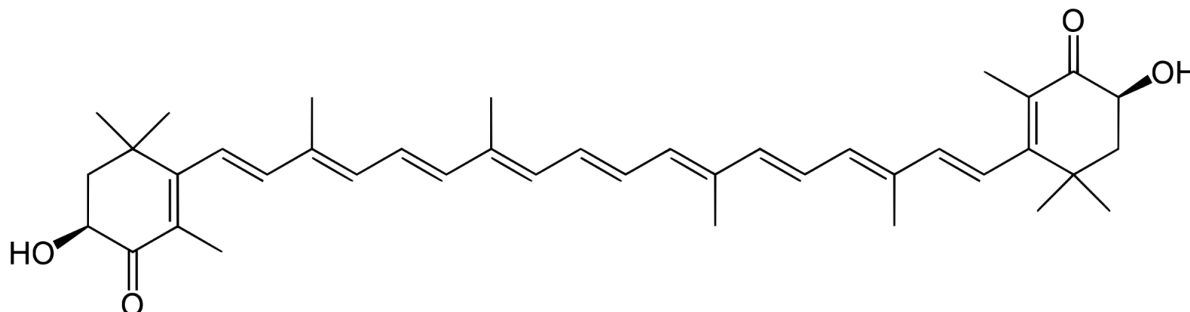
**Problema 1.2.** **a)** Escribir la estructura de Lewis de la hidracina ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ). **b)** El tetradeca-2,4,6,8,10,12-hexaeno resultante de la reacción mencionada se hace reaccionar con dihidrógeno ( $\text{H}_2$ ) usando platino (Pt) como catalizador. Indica la estructura del producto de esta reacción. **c)** Indica qué pasaría con la coloración de la sustancia formada a lo largo de esta última reacción.

6 puntos

Otras aves deben su coloración a los carotenoides que obtienen de su dieta, en el caso de los flamencos, estos adquieren su característica coloración rosada debido a que comen camarones, los cuales están pigmentados por un carotenoide llamado astaxantina. Los humanos también podemos adquirir carotenos en nuestras dietas, sin embargo un exceso de estos puede afectar la coloración de nuestra piel. Se ha reportado en la literatura médica que consumir camarones en un exceso puede llevar a que la piel adquiera una tonalidad rosácea, y de manera más impresionante, que comer muchas zanahorias puede llevar a que nuestra piel se ponga de color naranja debido a los carotenoides que estas contienen.



La astaxantina tiene varios grupos funcionales adicionales a los alquenos conjugados, los cuales son las cetonas y los alcoholes. La astaxantina contiene átomos de carbono asimétricos, y la molécula completa tiene propiedades quirales.

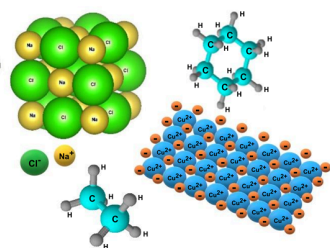


**Problema 1.3.** **a)** Indica la fórmula química de la astaxantina. **b)** Dibuja la molécula e indica la posición de los carbonos asimétricos, indica la configuración absoluta de estos carbonos siguiendo las reglas de Cahn-Ingold-Prelog. **c)** El hidrógeno del grupo alcohol puede trasladarse alrededor del átomo de oxígeno cuando rota el enlace oxígeno-carbono, sin embargo al estudiar la molécula se descubre que este hidrógeno del alcohol se encuentra direccionado hacia el oxígeno del grupo carbonilo de la cetona. Indique el nombre del fenómeno responsable de este efecto.

9 puntos



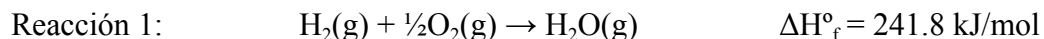
## QUÍMICA FÍSICA, PROBLEMA 2: DESMENUZANDO AGUA (25 puntos)



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 2.1.** 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 2.2.** Durante la ruptura y formación de enlaces en las reacciones químicas la energía interna ( $\Delta U$ ), 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 FÍSICA, PROBLEMA 3: ELECTROQUÍMICA APLICADA (25 puntos)**

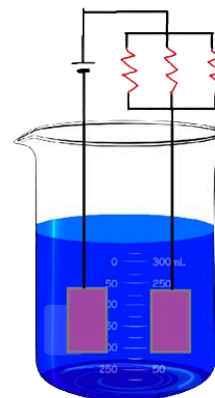
La determinación de sustancias mediante galvanometría es un proceso electroquímico que permite analizar la composición de una solución a través de la electrólisis. De forma general, la galvanometría sigue los siguientes pasos:

1. **Preparación de la Disolución:** Se disuelve la muestra a analizar en agua o en un disolvente adecuado para formar una solución electrolítica.
2. **Configuración de la Celda:** Colocar los electrodos en la disolución, y conectarlos a una fuente de corriente eléctrica directa.
3. **Observación de Productos:** Durante el proceso, se pueden observar burbujas de gas en los electrodos, depositación de material o cambios de color en la disolución, que indican la formación de productos químicos.
4. **Análisis de Resultados:** Dependiendo de los productos formados en cada electrodo, y sus cantidades, se puede determinar la presencia y/o cantidad de ciertas especies químicas en la muestra original.

**Problema 3.1.** Al aplicar corriente directa durante un tiempo una solución acuosa de sulfato metálico ( $\text{MSO}_4$ ), donde M es un ión de carga  $2+$ , se depositan 4.2176 g de dicho metal en el cátodo, mientras se desprenden 0.844 L de oxígeno molecular ( $\text{O}_2$ ) en el ánodo; medidos con una probeta sumergida. Las condiciones de temperatura y presión fueron de  $20^\circ\text{C}$  y 762.47 mmHg.  
**a)** Calcula el peso atómico del metal. **b)** Con la información del inciso anterior, indica que elemento químico de la tabla periódica tiene la masa atómica más aproximada.

8 puntos

El plateado o enchapado por electrólisis es otro proceso electroquímico muy utilizado para depositar una capa delgada de plata, sobre un objeto. Este método se aplica comúnmente en la industria para mejorar la apariencia, resistencia a la corrosión, resistencia física y propiedades eléctricas de los productos comerciales.



**Problema 3.2.** Se tiene el circuito (observe la figura) para hacer un plateado. **a)** Calcule el peso de nitrato de plata que se debe electrolizar durante 10 horas para realizar dicho plateado, donde cada una de las tres resistencias conectadas en paralelo tiene un valor de  $6\Omega$  y la diferencia de potencial eléctrico del circuito es de 60V. (Ignore otras resistencias eléctricas) **b)** Escribe las semirreacciones del sistema.

10 puntos

**Problema 3.3.** Se tiene la siguiente celda a temperatura y presión estándar:

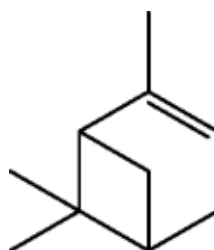
$\text{Ag} | \text{Ag}^+ (0.015\text{M}) || \text{Ag}^+ (? \text{M}) | \text{Ag}$ ,  $\Delta E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0.7996\text{V}$ .

**a)** Determine el valor de la concentración desconocida en dicha celda. **b)** Determine si el sistema puede producir una reacción espontánea.

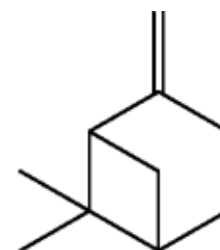
7 puntos

## 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 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  $\alpha$ -pineno, y el  $\beta$ -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.



$\alpha$ -pineno

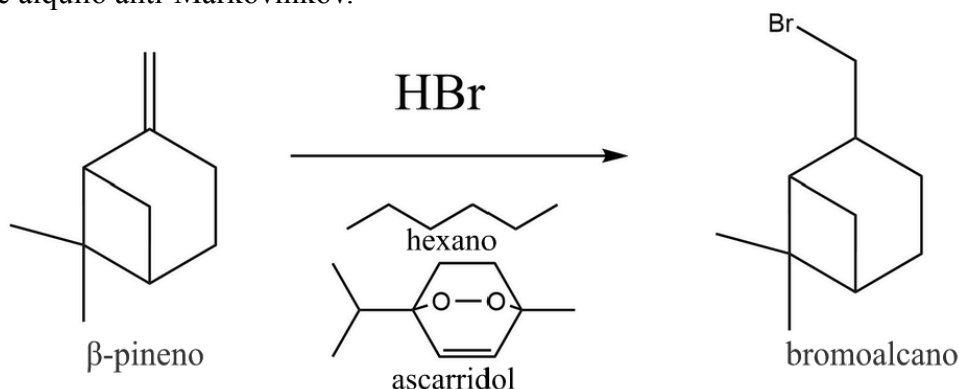


$\beta$ -pineno

**Problema 4.1.** a) Indicar la estructura química del producto mayoritario. b) Indicar la estructura de dos productos minoritarios de la reacción. c) Explique porque la reacción ocupa un disolvente polar como el dietil éter.

8 puntos

Se preparó un reactivo al calentar el  $\beta$ -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)** La reacción procede de manera diferente si se usara un disolvente polar, como el que se usa en el Problema 4.1. Explica porque es necesario usar un disolvente no polar para conseguir el producto que se indica en el diagrama de reacción química.

8 puntos

El bromoalcano formado en el problema anterior es susceptible a sufrir una sustitución nucleofílica por algunos nucleófilos. En el laboratorio se cuenta con los siguientes reactivos: acetato de etilo, hidróxido de potasio, amoníaco, y trimetilamina.

**Problema 4.3.** **a)** Indica si una potencial reacción de sustitución nucleofílica alifática se favorecería por un mecanismo unimolecular ( $S_N1$ ) o bimolecular ( $S_N2$ ). **b)** De los reactivos disponibles en el laboratorio, indica cuál sería el mejor nucleófilo. **c)** Si el objetivo es formar una amina, ¿qué reactivo de los que se tienen disponibles en el laboratorio se debería emplear? **d)** Indica el mecanismo y el producto que se forma durante la reacción del ion cianuro ( $^-\text{CN}$ ) con el bromoalcano del problema anterior. **e)** Indica si el disolvente usado para la reacción debe ser polar o apolar. **f)** Indica si el disolvente usado debe ser prótico o aprótico.

9 puntos

**FIN DEL EXÁMEN**