

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

**Autores:** Adal Martínez, y Adrián Gallardo Loya

**Nombre del estudiante:** \_\_\_\_\_ **Puntaje:** \_\_\_\_\_ /100

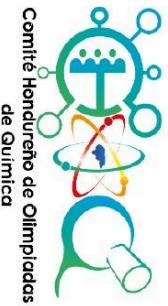
**Centro Educativo:** \_\_\_\_\_ **Grado:** \_\_\_\_\_

**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 10º, 11º, 12º y 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. Requieres 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**.

# Tabla Periódica de los Elementos Químicos



\*\*\* H  
Ciencia,  
Tecnología,  
e Innovación  
Gobierno de la República

Leyenda:

Nombre del Elemento	Número Atómico	Simbolo	Masa Molar
Boro	5	C	10.811
B	12.0107	N	14.00674
Carbono	6	P	15.9994
C	14	O	15.9994
Nitrógeno	7	S	16
N	15	Oxígeno	8
O	16	Fluor	9
F	17	Neón	10
Aluminio	13	Cl	18
Al	26.981538	Ar	4.002602
Gálio	31	He	4.002602
G	32	Ne	20.1797
Germanio	33	Neón	20.1797
Ge	34	Fluor	9
As	35	Yodo	83.798
Antimonio	36	Br	36
As	37	Kr	83.798
Indio	49	Br	83.798
In	50	Kr	83.798
Cadmio	48	Yodo	83.798
Sn	51	Yodo	83.798
Sb	52	Xenón	83.798
Te	53	Xenón	83.798
Te	54	Xe	83.798
Iridio	47	Xe	83.798
Rh	45	Radón	83.798
Pd	46	Radón	83.798
Ag	47	Radón	83.798
Cd	48	Radón	83.798
In	49	Radón	83.798
Zn	63.546	Radón	83.798
Zn	63.546	Radón	83.798
Cobalto	27	Radón	83.798
Níquel	28	Radón	83.798
Ni	29	Radón	83.798
Cobre	29	Radón	83.798
Zinc	30	Radón	83.798
Zn	63.546	Radón	83.798
Hierro	26	Radón	83.798
Manganoso	25	Radón	83.798
Mn	54.93805	Radón	83.798
Cr	55.845	Radón	83.798
Fe	55.845	Radón	83.798
Co	58.9332	Radón	83.798
Co	58.9332	Radón	83.798
Molibdeno	42	Radón	83.798
Tecnecio	43	Radón	83.798
Rutenio	44	Radón	83.798
Rhodio	45	Radón	83.798
Rh	46	Radón	83.798
Pt	78	Radón	83.798
Ag	79	Radón	83.798
Ir	77	Radón	83.798
Pt	80	Radón	83.798
Au	81	Radón	83.798
Hg	82	Radón	83.798
Tl	83	Radón	83.798
Pb	84	Radón	83.798
Bi	85	Radón	83.798
Po	86	Radón	83.798
At	87	Radón	83.798
Rn	88	Radón	83.798
Fr	89	Radón	83.798
Ra	90	Radón	83.798
Lr	91	Radón	83.798
Rf	92	Radón	83.798
Db	93	Radón	83.798
Sg	94	Radón	83.798
Bh	95	Radón	83.798
Hs	96	Radón	83.798
Mt	97	Radón	83.798
Ds	98	Radón	83.798
Rg	99	Radón	83.798
Cn	100	Radón	83.798
Nh	101	Radón	83.798
Fl	102	Radón	83.798
Mc	103	Radón	83.798
Lv	104	Radón	83.798
Ts	105	Radón	83.798
Yg	106	Radón	83.798
Ts	107	Radón	83.798
Yg	108	Radón	83.798
Mt	109	Radón	83.798
Ds	110	Radón	83.798
Rg	111	Radón	83.798
Cn	112	Radón	83.798
Nh	113	Radón	83.798
Fl	114	Radón	83.798
Mc	115	Radón	83.798
Lv	116	Radón	83.798
Ts	117	Radón	83.798
Yg	118	Radón	83.798
Yg	119	Radón	83.798
Yg	120	Radón	83.798
Yg	121	Radón	83.798
Yg	122	Radón	83.798
Yg	123	Radón	83.798
Yg	124	Radón	83.798
Yg	125	Radón	83.798
Yg	126	Radón	83.798
Yg	127	Radón	83.798
Yg	128	Radón	83.798
Yg	129	Radón	83.798
Yg	130	Radón	83.798
Yg	131	Radón	83.798
Yg	132	Radón	83.798
Yg	133	Radón	83.798
Yg	134	Radón	83.798
Yg	135	Radón	83.798
Yg	136	Radón	83.798
Yg	137	Radón	83.798
Yg	138	Radón	83.798
Yg	139	Radón	83.798
Yg	140	Radón	83.798
Yg	141	Radón	83.798
Yg	142	Radón	83.798
Yg	143	Radón	83.798
Yg	144	Radón	83.798
Yg	145	Radón	83.798
Yg	146	Radón	83.798
Yg	147	Radón	83.798
Yg	148	Radón	83.798
Yg	149	Radón	83.798
Yg	150	Radón	83.798
Yg	151	Radón	83.798
Yg	152	Radón	83.798
Yg	153	Radón	83.798
Yg	154	Radón	83.798
Yg	155	Radón	83.798
Yg	156	Radón	83.798
Yg	157	Radón	83.798
Yg	158	Radón	83.798
Yg	159	Radón	83.798
Yg	160	Radón	83.798
Yg	161	Radón	83.798
Yg	162	Radón	83.798
Yg	163	Radón	83.798
Yg	164	Radón	83.798
Yg	165	Radón	83.798
Yg	166	Radón	83.798
Yg	167	Radón	83.798
Yg	168	Radón	83.798
Yg	169	Radón	83.798
Yg	170	Radón	83.798
Yg	171	Radón	83.798
Yg	172	Radón	83.798
Yg	173	Radón	83.798
Yg	174	Radón	83.798
Yg	175	Radón	83.798
Yg	176	Radón	83.798
Yg	177	Radón	83.798
Yg	178	Radón	83.798
Yg	179	Radón	83.798
Yg	180	Radón	83.798
Yg	181	Radón	83.798
Yg	182	Radón	83.798
Yg	183	Radón	83.798
Yg	184	Radón	83.798
Yg	185	Radón	83.798
Yg	186	Radón	83.798
Yg	187	Radón	83.798
Yg	188	Radón	83.798
Yg	189	Radón	83.798
Yg	190	Radón	83.798
Yg	191	Radón	83.798
Yg	192	Radón	83.798
Yg	193	Radón	83.798
Yg	194	Radón	83.798
Yg	195	Radón	83.798
Yg	196	Radón	83.798
Yg	197	Radón	83.798
Yg	198	Radón	83.798
Yg	199	Radón	83.798
Yg	200	Radón	83.798
Yg	201	Radón	83.798
Yg	202	Radón	83.798
Yg	203	Radón	83.798
Yg	204	Radón	83.798
Yg	205	Radón	83.798
Yg	206	Radón	83.798
Yg	207	Radón	83.798
Yg	208	Radón	83.798
Yg	209	Radón	83.798
Yg	210	Radón	83.798
Yg	211	Radón	83.798
Yg	212	Radón	83.798
Yg	213	Radón	83.798
Yg	214	Radón	83.798
Yg	215	Radón	83.798
Yg	216	Radón	83.798
Yg	217	Radón	83.798
Yg	218	Radón	83.798
Yg	219	Radón	83.798
Yg	220	Radón	83.798
Yg	221	Radón	83.798
Yg	222	Radón	83.798
Yg	223	Radón	83.798

Nombre del Elemento	Número Atómico	Simbolo	Masa Molar
Hidrógeno	1	H	1.00794
Litio	3	Li	6.941
Berilio	4	Be	9.012182
Be	4	Be	9.012182
Sodio	11	Na	22.98977
Magnesio	12	Mg	24.3050
Potasio	19	Ca	39.0893
Calcio	20	Ca	40.078
Scandio	21	Sc	44.95591
Titánio	22	Ti	47.867
Vanadio	23	V	50.9415
Cromo	24	Cr	51.9961
Manganoso	25	Mn	54.93805
Hierro	26	Fe	55.845
Cobalto	27	Co	58.9332
Níquel	28	Ni	58.9334
Cobre	29	Cu	63.546
Zinc	30	Zn	65.409
Gálio	31	Ga	69.723
Germanio	32	Ge	72.64
Indio	33	As	74.9216
Estronio	38	Y	89
Zirconio	40	Zr	91
Níobio	41	Nb	92.90538
Molibdeno	42	Mo	95.94
Tecnecio	43	Tc	97.98
Rutenio	44	Ru	101.07
Rhodio	45	Rh	102.9055
Platino	46	Pd	106.42
Iridio	47	Ir	107.8682
Oro	48	Pt	107.8682
Mercúrio	49	Au	112.411
Talio	50	Hg	114.818
Plomo	81	Tl	118.710
Bismuto	82	Pb	121.760
Polonio	83	Bi	127.60
Astatio	84	Po	126.9045
Radón	85	At	131.293
Radón	86	Rn	131.293
Francio	87	Fr	132.90545
Radio	88	Ra	137.937
Laurencio	103	Lr	174.967
Rutherfordio	104	Rf	178.849
Dubonio	105	Db	180.9479
Seaborgio	106	Sg	183.844
Bohrio	107	Bh	186.207
Hassio	108	Hs	190.23
Methierrio	109	Mt	195.078
Darmstadio	110	Ds	196.9655
Roentgenio	111	Rg	200.059
Copernicio	112	Cn	204.3633
Nihonio	113	Nh	207.2
Flerovio	114	Fl	208.980
Moscovio	115	Mc	209.090
Livermorio	116	Lv	210.090
Tensio	117	Ts	210.209
Oganesson	118	Og	211.090
Yerario	119	Yb	212.090
Yerario	120	Yb	213.090
Yerario	121	Yb	214.090
Yerario	122	Yb	215.090
Yerario	123	Yb	216.090
Yerario	124	Yb	217.090
Yerario	125	Yb	218.090
Yerario	126	Yb	219.090
Yerario	127	Yb	220.090
Yerario	128	Yb	221.090
Yerario	129	Yb	222.090
Yerario	130	Yb	223.090
Yerario	131	Yb	224.090
Yerario	132	Yb	225.090
Yerario	133	Yb	226.090
Yerario	134	Yb	227.090
Yerario	135	Yb	228.090
Yerario	136	Yb	229.090
Yerario	137	Yb	230.090
Yerario	138	Yb	231.090
Yerario	139	Yb	232.090
Yerario	140	Yb	233.090
Yerario	141	Yb	234.090
Yerario	142	Yb	235.090
Yerario	143	Yb	236.090
Yerario	144	Yb	237.090
Yerario	145	Yb	238.090
Yerario	146	Yb	239.090
Yerario	147	Yb	240.090
Yerario	148	Yb	241.090
Yerario	149	Yb	242.090
Yerario	150	Yb	243.090
Yerario	151	Yb	244.090
Yerario	152	Yb	245.0

## FÓRMULAS Y DATOS

$$PV = nRT$$

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

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

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

$$w = Fd$$

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

$$\Delta U = Q - w$$

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

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

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

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

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

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

$$I = q/t$$

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

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

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

$$V = I \cdot R$$

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

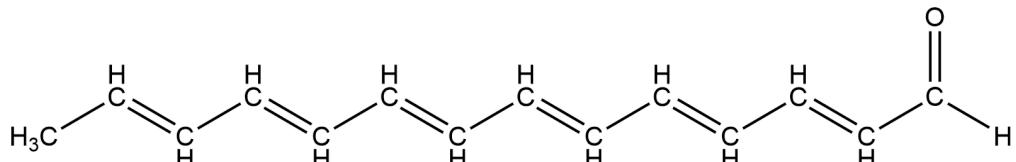
$$\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln\left(\frac{[anodo]}{[catodo]}\right)$$

## 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  $sp^2$ , 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.

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 ( $N_2H_4$ ) e hidróxido de potasio (KOH) para formar tetradeca-2,4,6,8,10,12-hexaeno, mostrado abajo.



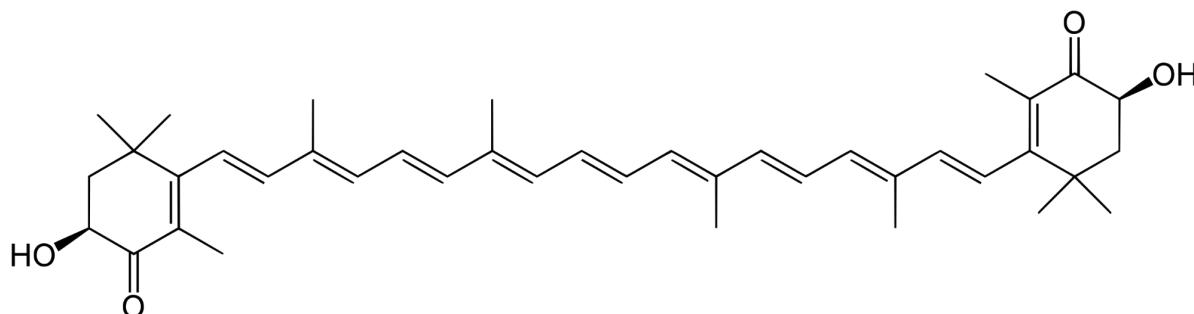
**Problema 1.2.** **a)** Escribir la estructura de Lewis de la hidracina ( $N_2H_4$ ). **b)** El tetradeca-2,4,6,8,10,12-hexaeno resultante de la reacción mencionada se hace reaccionar con dihidrógeno ( $H_2$ ) usando platino (Pt) como catalizador. Indica la estructura del producto de esta reacción.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

**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.



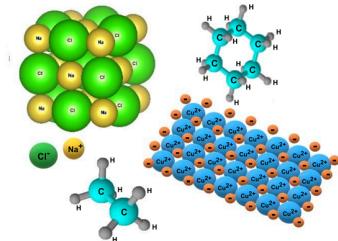
La astaxantina tiene varios grupos funcionales adicionales a los alquenos conjugados, los cuales son las cetonas y los alcoholes. La astaxantina contiene átomos de carbono asimétricos, y la molécula completa tiene propiedades quirales.



**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)

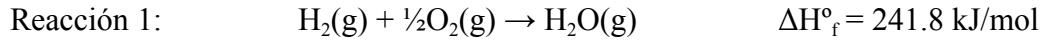


Un enlace químico es la fuerza que une a los átomos para formar compuestos químicos. Esta unión le confiere estabilidad al compuesto resultante. La energía necesaria para romper un enlace químico se denomina energía de enlace.

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 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).

$$S^\circ_{H_2O(g)} = 188.8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad S^\circ_{O(g)} = 160.9 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad S^\circ_{H(g)} = 114.7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

**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:

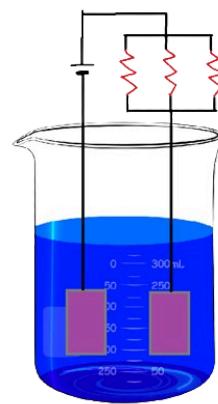
1. **Preparación de la Disolución:** Se disuelve la muestra a analizar en agua o en un disolvente adecuado para formar una solución electrolítica.
2. **Configuración de la Celda:** Colocar los electrodos en la disolución, y conectarlos a una fuente de corriente eléctrica directa.
3. **Observación de Productos:** Durante el proceso, se pueden observar burbujas de gas en los electrodos, deposición de material o cambios de color en la disolución, que indican la formación de productos químicos.
4. **Ánalisis 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 ( $MSO_4$ ), 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 ( $O_2$ ) en el ánodo; medidos con una probeta sumergida. Las condiciones de temperatura y presión fueron de 20 °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

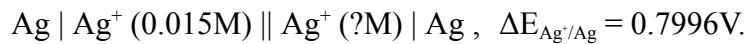
El plateado o enchapado por electrólisis es otro proceso electroquímico muy utilizado para depositar una capa delgada de plata, sobre un objeto. Este método se aplica comúnmente en la industria para mejorar la apariencia, resistencia a la corrosión, resistencia física y propiedades eléctricas de los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

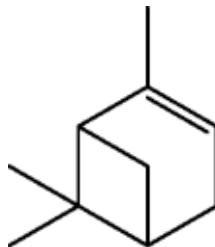


**a)** Determine el valor de la concentración desconocida en dicha celda. **b)** Determine si el sistema puede producir una reacción espontánea.

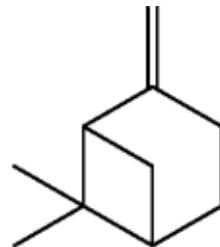
7 puntos

### 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

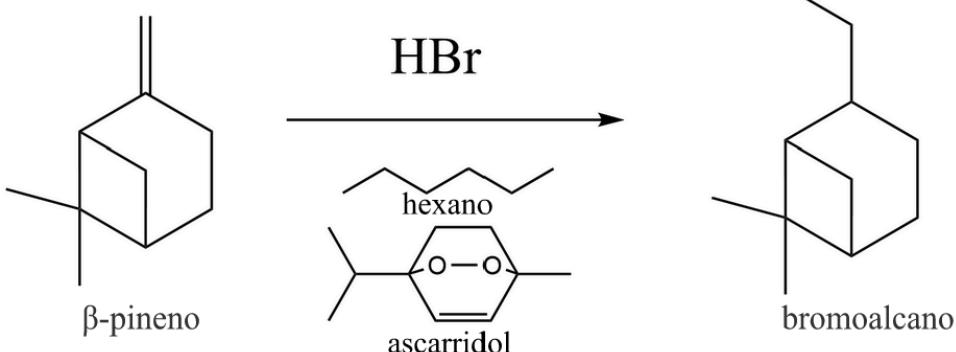


$\beta$ -pineno

**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 ascaridol (un peroxy 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, amoniaco, 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 ( $^{\circ}\text{CN}$ ) 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**