



III OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA EXAMEN TEÓRICO DE LA RONDA NACIONAL NIVEL MEDIO

Autores: Adrián Gallardo Loya, Adal Roney Martínez Carbajal,
Angélica Isabel González Aguilar, Bryan Martínez Monzón

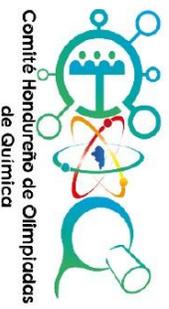
Código: _____ **Puntaje:** _____/80

INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN:

1. Debes escribir **tu código** dentro del espacio indicado en la primera página del examen. Está estrictamente **PROHIBIDO escribir tu nombre** u otros datos personales que puedan identificarte. Los exámenes con este tipo de información serán anulados.
2. Dispones de un periodo de **30 minutos** para **revisar** el examen, después de este periodo cuentas con **TRES HORAS Y MEDIA** para trabajar en los problemas. **No leas las preguntas** hasta que se indique el comienzo del periodo de revisión.
3. Durante los **30 minutos** del periodo de revisión **deberás leer el examen en su totalidad** y aclarar dudas con los autores de los ejercicios, presentes en la sala de examen. Durante este periodo deberás **verificar que el examen cuente con todas las 17 páginas de preguntas y 8 del cuadernillo de respuestas**, en caso de que falten páginas notifica a un profesor. **Verifica** que el examen corresponda con tu **nivel**.
4. Escribe tu **código** en **todas** las hojas del cuadernillo de respuestas.
5. Escribe tus resultados con pluma en los recuadros del **cuadernillo de respuestas** proporcionado. Cualquier respuesta que no esté dentro del respectivo recuadro del cuadernillo **NO** será evaluada. Para la evaluación del examen solo se tomará en cuenta **la respuesta**, no el procedimiento.
6. Puedes solicitar hojas blancas para realizar tus procedimientos. Por cuestiones de espacio **no recomendamos** que escribas el procedimiento completo dentro de los recuadros del cuadernillo.
7. Los resultados numéricos carecen de significado si no tienen **UNIDADES**. **Es importante que indiques las unidades en todas tus respuestas para evitar posibles penalizaciones**.
8. Requiere utilizar una **calculadora científica NO programable** sin función de graficar. **Se decomisará cualquier calculadora con funciones no permitidas**.
9. **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. El examen no está diseñado con la intención de que todos lo respondan por completo, así que no te preocupes si no logras responder algunas preguntas.
10. 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



H

Ciencia,
Tecnología,
e Innovación
Confiamos en la República

Leyenda:
Nombre del Elemento
Número Atómico
Símbolo
Masa Molar

Hidrogeno 1 H	Berilio 4 Be	Escandio 21 Sc	Titanio 22 Ti	Vanadio 23 V	Cromo 24 Cr	Manganeso 25 Mn	Hierro 26 Fe	Cobalto 27 Co	Níquel 28 Ni	Cobre 29 Cu	Zinc 30 Zn	Galio 31 Ga	Germanio 32 Ge	Arsénico 33 As	Selenio 34 Se	Bromo 35 Br	Kriptón 36 Kr	Helio 2 He		
Litio 3 Li	Berilio 4 Be	Escandio 21 Sc	Titanio 22 Ti	Vanadio 23 V	Cromo 24 Cr	Manganeso 25 Mn	Hierro 26 Fe	Cobalto 27 Co	Níquel 28 Ni	Cobre 29 Cu	Zinc 30 Zn	Galio 31 Ga	Germanio 32 Ge	Arsénico 33 As	Selenio 34 Se	Bromo 35 Br	Kriptón 36 Kr	Neón 10 Ne		
6.941 Li	9.012182 Be	44.95591 Sc	47.867 Ti	50.9415 V	51.9961 Cr	54.93805 Mn	55.845 Fe	58.9332 Co	58.6934 Ni	63.546 Cu	65.409 Zn	69.723 Ga	72.64 Ge	74.9216 As	78.96 Se	79.904 Br	83.798 Kr	20.1797 Ne		
Sodio 11 Na	Magnesio 12 Mg	44.95591 Sc	47.867 Ti	50.9415 V	51.9961 Cr	54.93805 Mn	55.845 Fe	58.9332 Co	58.6934 Ni	63.546 Cu	65.409 Zn	69.723 Ga	72.64 Ge	74.9216 As	78.96 Se	79.904 Br	83.798 Kr	Argón 18 Ar		
22.98977 Na	24.3050 Mg	44.95591 Sc	47.867 Ti	50.9415 V	51.9961 Cr	54.93805 Mn	55.845 Fe	58.9332 Co	58.6934 Ni	63.546 Cu	65.409 Zn	69.723 Ga	72.64 Ge	74.9216 As	78.96 Se	79.904 Br	83.798 Kr	20.1797 Ne		
85.4678 Rb	87.62 Sr	88.90585 Y	91.225 Zr	92.90638 Nb	95.94 Mo	98 Tc	101.07 Ru	102.9055 Rh	106.42 Pd	107.8682 Ag	112.411 Cd	114.818 In	118.710 Sn	121.760 Sb	127.60 Te	126.9045 I	131.293 Xe	39.984 Ar		
85.4678 Rb	87.62 Sr	88.90585 Y	91.225 Zr	92.90638 Nb	95.94 Mo	98 Tc	101.07 Ru	102.9055 Rh	106.42 Pd	107.8682 Ag	112.411 Cd	114.818 In	118.710 Sn	121.760 Sb	127.60 Te	126.9045 I	131.293 Xe	39.984 Ar		
Cesio 55 Cs	Bario 56 Ba	Lutecio 71 Lu	Hafnio 72 Hf	Tantalo 73 Ta	Tungsteno 74 W	Renio 75 Re	Osmio 76 Os	Iridio 77 Ir	Platino 78 Pt	Oro 79 Au	Mercurio 80 Hg	Talio 81 Tl	Piombo 82 Pb	Bismuto 83 Bi	Polonio 84 Po	Astato 85 At	Radón 86 Rn	4.002602 He		
132.90545 Cs	137.327 Ba	174.967 Lu	178.49 Hf	180.9479 Ta	183.84 W	186.207 Re	190.23 Os	192.217 Ir	195.078 Pt	196.96655 Au	200.59 Hg	204.3833 Tl	207.2 Pb	208.980 Bi	[209] Po	[210] At	[222] Rn	4.002602 He		
Francio 87 Fr	Radio 88 Ra	Laurencio 103 Lr	Rutherfordio 104 Rf	Dubnio 105 Db	Seaborgio 106 Sg	Bornio 107 Bh	Hassio 108 Hs	Meitnerio 109 Mt	Darmstadtio 110 Ds	Roentgenio 111 Rg	Copernicio 112 Cn	Nihonio 113 Nh	Flerovio 114 Fl	Moscovio 115 Mc	Livermorio 116 Lv	Tenésio 117 Ts	Oganesón 118 Og	4.002602 He		
132.90545 Fr	137.327 Ra	174.967 Lr	178.49 Rf	180.9479 Db	183.84 Sg	186.207 Bh	190.23 Hs	192.217 Mt	195.078 Ds	196.96655 Rg	200.59 Cn	204.3833 Nh	207.2 Fl	208.980 Mc	[209] Lv	[210] Ts	[222] Og	4.002602 He		
132.90545 Fr	137.327 Ra	174.967 Lr	178.49 Rf	180.9479 Db	183.84 Sg	186.207 Bh	190.23 Hs	192.217 Mt	195.078 Ds	196.96655 Rg	200.59 Cn	204.3833 Nh	207.2 Fl	208.980 Mc	[209] Lv	[210] Ts	[222] Og	4.002602 He		
Lantano 57 La	Cerio 58 Ce	Praseodimio 59 Pr	Neodimio 60 Nd	Prometio 61 Pm	Samario 62 Sm	Europio 63 Eu	Gadolinio 64 Gd	Terbio 65 Tb	Dysprosio 66 Dy	Holmio 67 Ho	Erbio 68 Er	Tulio 69 Tm	Yterbio 70 Yb	Luicio 71 Lu	Yttrio 39 Y	Zirconio 40 Zr	Niobio 41 Nb	Molibdeno 42 Mo	Tungsteno 74 W	
138.9055 La	140.116 Ce	140.90765 Pr	144.24 Nd	[145] Pm	150.36 Sm	151.964 Eu	157.25 Gd	158.9253 Tb	162.50 Dy	164.930 Ho	167.259 Er	168.934 Tm	173.04 Yb	174.967 Lu	88.90585 Y	91.225 Zr	92.90638 Nb	95.94 Mo	98 Tc	
138.9055 La	140.116 Ce	140.90765 Pr	144.24 Nd	[145] Pm	150.36 Sm	151.964 Eu	157.25 Gd	158.9253 Tb	162.50 Dy	164.930 Ho	167.259 Er	168.934 Tm	173.04 Yb	174.967 Lu	88.90585 Y	91.225 Zr	92.90638 Nb	95.94 Mo	98 Tc	
Actinio 89 Ac	Torio 90 Th	Protactinio 91 Pa	Uranio 92 U	Nepunio 93 Np	Plutonio 94 Pu	Americio 95 Am	Curio 96 Cm	Berkelio 97 Bk	Californio 98 Cf	Einsteinio 99 Es	Fermio 100 Fm	Mendelevio 101 Md	Nobelio 102 No	132.90545 Fr	137.327 Ra	174.967 Lr	178.49 Rf	180.9479 Db	183.84 Sg	186.207 Bh
227 Ac	232.038 Th	231.0369 Pa	238.0289 U	[237] Np	[244] Pu	[243] Am	[247] Cm	[247] Bk	[251] Cf	[252] Es	[257] Fm	[258] Md	[259] No	132.90545 Fr	137.327 Ra	174.967 Lr	178.49 Rf	180.9479 Db	183.84 Sg	186.207 Bh
227 Ac	232.038 Th	231.0369 Pa	238.0289 U	[237] Np	[244] Pu	[243] Am	[247] Cm	[247] Bk	[251] Cf	[252] Es	[257] Fm	[258] Md	[259] No	132.90545 Fr	137.327 Ra	174.967 Lr	178.49 Rf	180.9479 Db	183.84 Sg	186.207 Bh

CONSTANTES, UNIDADES, Y ECUACIONES:

Constantes:

Numero de Avogadro (N_A): $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ Constante de los gases (R): $0.08206 \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

Calor latente de vaporización del agua (L_v): $540 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$ Calor específico del agua líquida (c): $1 \frac{\text{cal}}{\text{g}\cdot^\circ\text{C}}$

Constante ebulloscópica del agua (K_b): $0.52 \frac{^\circ\text{C}\cdot\text{kg}}{\text{mol}}$ Punto de ebullición del agua a TPE: $100 \text{ }^\circ\text{C}$

Factor intermolecular de CO_2 (a): $3.59 \frac{\text{atm}\cdot\text{L}^2}{\text{mol}^2}$ Factor voluminoso de CO_2 (b): $0.0427 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$

Calor latente de sublimación CO_2 (L_s): $573 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Condiciones estándar: $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ y /o $P = 1 \text{ atm}$

Cambios en entalpías estándar de formación:

$$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(l) = -285.8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad \Delta H_f^\circ \text{CO}_2(g) = -393.5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{celulosa}(s) = -1293.5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad \Delta H_f^\circ \text{O}_2(g) = 0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Conversión de Unidades:

$$\begin{array}{llll} 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} & 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} & 1 \text{ g} = 1000 \text{ mg} & 1 \text{ pm} = 10^{-10} \text{ cm} \\ 1 \text{ J} = 1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 & 1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J} & 1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J} & 1 \text{ atm} = 101325 \text{ pa} \end{array}$$

Ecuaciones:

Densidad de un sólido cristalino de estructura cúbica:

$$\rho = \frac{Z \bar{M}}{N_A a^3}$$

Z : Fórmulas por celda unitaria, \bar{M} : Masa molar de la fórmula, N_A : Número de Avogadro, a : Longitud del lado de la celda
 ρ : Densidad del sólido cristalino.

Concentración molar a partir de concentración porcentual masa-masa:

$$C_M = \frac{C_{\%m/m} \rho \times 10}{\bar{M}}$$

C_m : Concentración molar, \bar{M} : Masa molar de la sustancia, ρ : Densidad de la disolución

$C_{\%m/m}$: Concentración porcentual masa – masa.

Cambio de concentración por dilución o concentración:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

C_1 : Concentración inicial, C_2 : Concentración final, V_1 : Volumen inicial, V_2 : Volumen final.

Calor latente de cambio de estado:

$$Q = m L$$

Q : Calor implicado en el cambio de estado físico, m : Masa de sustancia, L : Calor latente de fusión o de vaporización.

Aumento ebulloscópico:
$$\Delta T = K_b C_m$$

ΔT : Cambio en la temperatura, K_b : Constante ebulloscópica, C_m : Concentración molar de la disolución.

Ley de Hess para entalpías de reacción:
$$\Delta H_{rxn}^0 = \sum (v_i \Delta H_{f,prod}^0) - \sum (v_i \Delta H_{f,react}^0)$$

ΔH_{rxn}^0 : Cambio de entalpía de una reacción, v_i : Coeficiente estequiométrico de la sustancia "i" en la ecuación de reacción,

$\Delta H_{f,prod}^0$: Cambio de entalpía en la formación del producto "i", $\Delta H_{f,react}^0$: Cambio de entalpía en la formación del reactivo "i".

Calor específico:
$$Q = m c \Delta T$$

Q : Calor implicado en el cambio de temperatura, m : Masa de sustancia, c : Calor específico de la sustancia,

ΔT : Cambio en la temperatura.

Concentración molar:
$$C_m = \frac{n}{m}$$

C_m : Concentración molar de la disolución, n : Mol de soluto, m : Masa de disolvente.

Presión absoluta:
$$P_{abs} = P_{man} + P_{atm}$$

P_{abs} : Presión absoluta, P_{man} : Presión manométrica, P_{atm} : Presión atmosférica.

Temperatura absoluta:
$$T_{abs} = T_{°C} + 273.15$$

T_{abs} : Temperatura absoluta (en Kelvin), $T_{°C}$: Temperatura (en °C).

Gas real de Van der Waals:
$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

P : Presión absoluta del gas, n : Cantidad de mol de gas, V : Volúmen del contenedor, R : Constante de los gases ideales,

T : Temperatura absoluta del gas, a : Factor intermolecular del gas real, b : Factor voluminoso del gas real.

Ecuación de Clausius-Clapeyron para equilibrios de fases:
$$\ln\left(\frac{P_o}{P}\right) = \frac{L_M}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o}\right)$$

P_o : Presión estándar, P : Presión abs. del sistema, L_M : Calor latente molar de sublimación, R : Constante de los gases ideales,

T : Temperatura abs. de sublimación a la presión del sistema, T_o : Temperatura abs. de sublimación a condiciones estándar.

Ecuación de Henderson-Hasselbalch:
$$pH = pK_a + \log_{10}\left(\frac{[BC]}{[AC]}\right)$$

pH : pH del buffer, pK_a : pK_a del par ácido base conjugado, $[BC]$: Conc. molar de la base conjugada,

$[AC]$: Conc. molar del ácido conjugado.

Ley de Lambert-Beer:
$$A = \epsilon l C_M$$

A : Absorbancia, ϵ : Absortividad molar, l : Longitud de paso óptico, C_M : Concentración molar del analito.

Expresión de la constante del producto de solubilidad:
$$K_{ps} = [A]^a [C]^c$$

Para la ecuación química de la reacción de precipitación:
$$aA + cC \rightarrow A_a C_c$$

K_{ps} : Constante del producto de solubilidad, $[A]$: Concentración molar del anión, $[C]$: Concentración molar del catión,

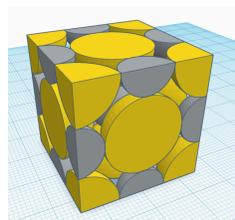
a : Coeficiente estequiométrico del anión, c : Coeficiente estequiométrico del catión.

INORGÁNICA, PROBLEMA 1: LA QUÍMICA DE LA PLATA (20 puntos)

Una de las industrias más explotadas por los españoles en el nuevo mundo fue la minería de metales preciosos, específicamente la plata y el oro. Sin embargo, a pesar de que los españoles descubrieron varios depósitos minerales de plata en Tegucigalpa entre los años 1569 y 1581, y después en otras regiones del país como Choluteca, la industria minera española nunca se desarrolló como en Hidalgo, México o Potosí, Bolivia. La mayoría de la plata en estas minas se encontraba como sulfuro de plata (Ag_2S) presente en forma de impureza en la galena (sulfuro de plomo II, PbS).



Problema 1.1. La galena con plata minada en las minas de Santa Lucía, Francisco Morazán durante el siglo XVI tenía una concentración del 3.5% en masa de plata respecto al mineral original. **a)** Calcula la cantidad de mineral que se requiere para obtener 200 g de plata. **b)** Calcula la masa molar del sulfuro de plata. **c)** Calcula cuánto sulfuro de plata hay en 100g de galena de Santa Lucía.



Celda unitaria de la galena

La galena es un mineral pesado muy utilizado como fuente de plomo, esta tiene una estructura cúbica, en la imagen los átomos grandes color amarillo representan al anión sulfuro (S^{2-}) y los átomos grises pequeños representan al catión plomo II (Pb^{2+}). El anión sulfuro tiene un radio iónico de 184 pm, mientras que el plomo II tiene un radio iónico de 117 pm. Las celdas unitarias son la representación más sencilla de un sólido cristalino.

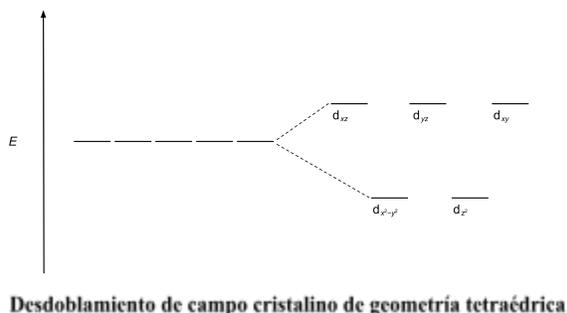
Problema 1.2. **a)** A partir de los radios iónicos, calcula la longitud de la arista (lado del cubo) de la celda unitaria de la galena en picómetros (pm). **b)** Indica cuántas fórmulas (unidades de PbS) hay por cada celda unitaria, considera que en el centro de la celda unitaria hay un átomo de plomo. **c)** Calcula la densidad de la galena en g/cm^3 .

Un compuesto de coordinación (llamado también complejo) de plata con una aplicación práctica en la química orgánica es el hidróxido de diaminoplatá, el cual tiene la fórmula $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$. La disolución en amoníaco acuoso de este compuesto es conocida como el reactivo de Tollen. Este reactivo se usa en una prueba cualitativa para determinar la presencia de aldehídos en sustancias químicas orgánicas. La prueba da un resultado positivo formando un precioso espejo de plata metálica en el tubo de ensayo.



Prueba de Tollen positiva

Problema 1.3. a) Dibuja la estructura de Lewis del amoníaco (NH₃). b) Indica el estado de oxidación de la plata en el compuesto de coordinación. c) ¿Qué tipo de reacción ocurre al mostrar la prueba de Tollen un resultado positivo?



Uno de los modelos que permiten estudiar a los compuestos de coordinación es la teoría de campo cristalino, la cual describe que al rodear iones metálicos con ligantes (bases de Lewis que pueden donar electrones), algunos de los orbitales d requieren más energía para contener electrones. A esta pérdida de degeneración (igualdad en energía) se le denomina desdoblamiento de campo cristalino. El

desdoblamiento del campo cristalino varía dependiendo de la geometría en la que se ordenen estos ligantes.

Problema 1.4. Se tiene un compuesto de coordinación de cobalto 2+ con estructura tetraédrica. a) Escribe la configuración electrónica abreviada del cobalto 2+, considera que los cationes pierden electrones de los orbitales tipo s antes que los electrones en orbitales tipo d. b) Dibuja el esquema de desdoblamiento y coloca los electrones de los orbitales d del Co²⁺ en los orbitales desdoblados. c) Indica si el compuesto de coordinación es diamagnético o paramagnético.

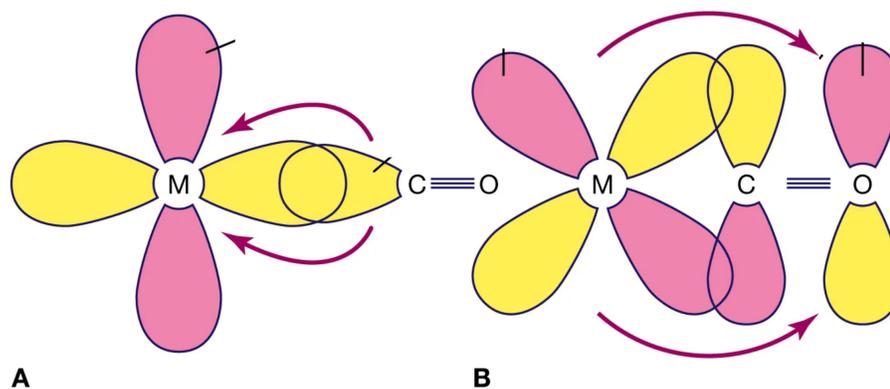
La química organometálica es el área de la química que estudia la estructura y la reactividad de sustancias que presentan enlaces covalentes metal-carbono. Los reactivos organometálicos de plata se pueden sintetizar usando una reacción de metátesis, la cual requiere de una sal de plata, como cloruro de plata, y un reactivo de Grignard. Los reactivos de Grignard son de mucha importancia, ya que son muy versátiles y permiten la síntesis de muchos compuestos orgánicos e inorgánicos. En sí los reactivos de Grignard son sustancias que presentan enlaces magnesio-halógeno y enlaces magnesio-carbono; este carbono puede ser de cualquier grupo orgánico. La ecuación química de la reacción de metátesis se muestra a continuación:



Donde **R** es un grupo orgánico genérico, y **?** es una sustancia química desconocida.

Problema 1.5. a) Escribe la fórmula química de la sustancia desconocida. b) Si R es un grupo fenilo (C₆H₅), calcula la masa molar del compuesto organometálico de plata que se formó. c) Habitualmente, los reactivos organometálicos se condensan entre sí para formar oligómeros con la misma fórmula empírica. Indica si los oligómeros serían de mayor, igual, o menor orden al comparar el caso en el cual R es metilo (CH₃) con aquel en el cual R es terc-butilo (C(CH₃)₃).

Los compuestos organometálicos carbonílicos son sustancias con enlaces metal-monóxido de carbono. Estos complejos se pueden utilizar para reacciones orgánicas de formilación, es decir, agregar un grupo formilo (HCO) a una molécula. El



Modos de enlace metal-carbono

monóxido de carbono es una sustancia tóxica, pero como materia prima puede resultar muy útil al emplear catalizadores organometálicos. La formación del enlace organometálico metal-carbono, se puede dar de dos modos, A o B.

Problema 1.6. a) Dibuja la estructura de Lewis del monóxido de carbono (CO), recuerda incluir las cargas formales. b) Dibuja alguno de los siguientes orbitales atómicos: d_{xy} , d_{yz} , d_{xz} , d_{z^2} , o $d_{x^2-y^2}$. c) De los dos modos de enlace metal-carbono (A y B), indica cual es un enlace de tipo pi.

FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 2: INDUSTRIA AZUCARERA (20 puntos)

La producción industrial de azúcar es una de las actividades agroindustriales más importantes del país, generando el 1.1% del producto interno bruto nacional, la industria del azúcar genera más de 200,000 empleos a nivel nacional. Una de las muchas plantas azucareras del país es la de la Compañía Azucarera Tres Valles, que se encuentra en Cantarranas, Francisco Morazán. Para extraer el azúcar de mesa (sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$) de la caña primero es necesario triturarla para separar el jugo (rico en azúcar) de la fibra presente en la planta. Este jugo se separa y después se clarifica para remover impurezas sólidas como podrían ser tierra, o trozos pequeños de fibra vegetal (celulosa). El jugo clarificado se concentra evaporando el agua, esto implica calentar utilizando mucha energía.



TRESVALLES

Compañía Azucarera Tres Valles

Problema 2.1. a) Calcula la concentración molar de una disolución de azúcar (sacarosa, masa molar: 342.3 g/mol) 12.5 %m/m si su densidad es de 1.2 g/mL. b) Calcula la cantidad de agua que se ocupa evaporar para concentrar 200 L de una disolución de sacarosa 0.1 mol/L a una concentración de 2 mol/L. c) Si para fabricar un lote específico de azúcar se requiere evaporar 500 kg de agua que están en el punto de ebullición, cuánta energía (en Joules) se requiere para realizarlo. Asume que no hay efectos coligativos.

Al jugo concentrado se le colocan cristales de azúcar llamados semillas, estas semillas proveen sitios de nucleación para que se cristalice el azúcar que aún está disuelta. Los cristales de la semilla van creciendo en medida que el azúcar de la disolución se empieza a depositar en ellos. El producto resultante de este paso es azúcar con una cantidad considerable de melaza, la cual es una impureza. El aspecto de esta azúcar impura es de un polvo cristalino húmedo y de color café, se puede usar así o se puede seguir purificando para aislar el azúcar. El proceso que se emplea para retirar la melaza de la azúcar es la centrifugación, durante la cual la melaza se va hacia los lados del contenedor giratorio y los cristales se mantienen en una posición más central, donde pueden ser retirados de los restos de la melaza. La melaza resultante se puede usar como condimento por lo cual también es recuperada y vendida.

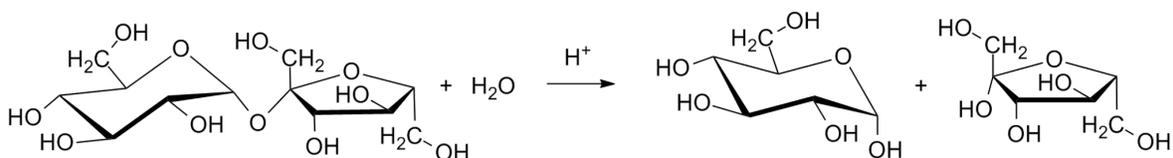


Azúcar con melaza

Así como se recupera la melaza, la fibra obtenida en la etapa de extracción del jugo de la caña también se utiliza como combustible en la producción de energía eléctrica para la planta azucarera, y para la ENEE. La fibra está compuesta por un polímero orgánico llamado celulosa con la fórmula empírica $C_6H_{10}O_5$, el cual se puede quemar (reaccionar con O_2) para generar H_2O y CO_2 .

Problema 2.2. **a)** Escribe la ecuación química balanceada para la combustión de una fórmula empírica de celulosa. Indica los estados de agregación de cada reactivo: (s) para sólidos, (l) para líquidos, y (g) para gases. **b)** Calcula la entalpía de combustión (en kJ/mol) de una fórmula empírica de la celulosa usando los valores de las entalpías de formación presentes en el formulario. **c)** Se queman 5 g de celulosa para calentar 10g de agua a 25°C, indica la temperatura final que tendrá el agua.

El azúcar invertido es un producto líquido viscoso producto de la hidrólisis del azúcar de mesa. Uno hace una mezcla de azúcar y agua y lleva la mezcla a reflujo (ebullición sin pérdida de agua) por cierta duración de tiempo. La razón por la cual se le llama así se debe a la rotación óptica de luz polarizada de los productos y de los reactivos, la cual se invierte. A continuación puedes observar el esquema de la reacción de hidrólisis.



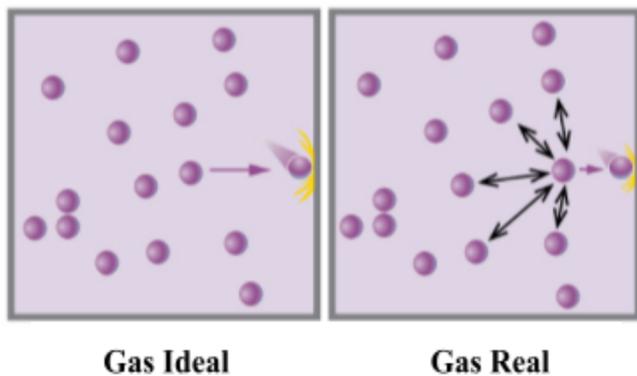
Dependiendo de la cantidad de azúcar en la mezcla, el punto de ebullición de la misma cambia debido al fenómeno conocido como aumento ebulloscópico, el cual es consecuencia de una propiedad coligativa de las disoluciones. El aumento en la temperatura de ebullición depende de la concentración **molar (no confundirse con concentración molar)** de la mezcla, a mayores concentraciones, mayor será el punto de ebullición de la mezcla.

Problema 2.3. **a)** Calcula la concentración **molar** de una disolución de 30 g de azúcar (sacarosa, 342.3 g/mol) en 100 g de agua. **b)** Calcula el punto de ebullición de una mezcla 2 molar de azúcar. **c)** Calcula el punto de ebullición de una mezcla de azúcar 2 molar cuyo proceso de inversión haya sido completado, desprecie el cambio en la masa del agua.

Para disminuir el costo energético, una planta industrial quiere emplear la enzima invertasa, la cual cataliza la reacción a temperatura ambiente. En un primer experimento para determinar la factibilidad del uso de esta enzima se toma en cuenta la rotación de la luz polarizada, a través de la cual uno puede conocer el progreso de la reacción. A continuación se muestra una tabla con el progreso de la reacción (100% sería la reacción terminada) y el tiempo en el que se midió el progreso de la reacción.

Tiempo	0 horas	1.4 horas	3.8 horas	7.3 horas	16.0 horas
Progreso de la reacción	0%	4%	9%	19%	42%

Problema 2.4. a) Realiza un bosquejo rápido de los puntos en una gráfica, toma en cuenta el tiempo como el eje X, y el progreso de la reacción como el eje Y. b) Indica el orden de la reacción. c) Mediante una regresión lineal en tu calculadora, calcula el tiempo que tomará terminar la reacción.



El azúcar es la materia prima más importante para la elaboración de refrescos después del agua. El diseño de las botellas de refrescos es muy importante ya que deben soportar presiones manométricas de al menos 10 atm. Si el diseño de la botella falla, los productos se podrían dañar durante el transporte o podrían lastimar a un consumidor. La presión de las botellas proviene principalmente del dióxido de

carbono (CO_2), el cual es el agente carbonatante en los refrescos. La manera de calcular la presión absoluta ejercida por un gas se debe de escoger dependiendo de las condiciones del mismo, a bajas presiones y altas temperaturas se suele usar la ley de los gases ideales, sin embargo al ser la presión tan alta se requiere usar la aproximación de los gases reales de Van der Waals.

Problema 2.5. En la playa (donde la presión atmosférica es de 1 atm y la temperatura es de 34°C) hay una botella de plástico PET de 600 mL que contiene de 0.8 mol de CO_2 a) Calcula la temperatura absoluta del gas dentro de la botella. b) Calcula la presión absoluta del CO_2 en la botella usando la ecuación de Van der Waals. c) Calcula la presión manométrica de la botella.

El dióxido de carbono es una sustancia que se comporta de manera curiosa al enfriarse, en lugar de condensarse para formar un líquido, se forma un sólido, a este sólido se le llama hielo seco. La temperatura de sublimación depende de las condiciones en las que se encuentra el CO_2 , a presión estándar, este se sublima a -78.5°C . El equilibrio sólido-gas se favorece en un sentido dependiendo de las condiciones de acuerdo a la ecuación de Clausius-Clapeyron.



Hielo Seco

Problema 2.6. a) Utilizando cambios en unidades y la masa molar del dióxido de carbono (44.01 g/mol), calcula el calor latente **molar** de sublimación del CO_2 en J/mol. b) Utilizando cambios en unidades, calcula la constante de los gases ideales en J/mol·K. c) Calcula a qué temperatura en $^\circ\text{C}$ sublima el CO_2 en una presión de 2.3 atm.

ANALÍTICA, PROBLEMA 3: CALIDAD DEL AGUA (20 puntos)



Pipa de distribución de agua en localidades marginadas

durante la temporada seca es frecuente que se limite el acceso al agua.

Tegucigalpa como ciudad tiene varios problemas relacionados con la gestión del agua pública, debido a la urbanización desorganizada cada vez se ha vuelto más difícil satisfacer la necesidad del acceso al agua de la población y de las industrias. La ciudad se surte de agua mediante lluvias, las cuales varían en intensidad dependiendo de la temporada. Las precipitaciones durante la temporada de lluvias abastecen el sistema de agua durante este periodo de tiempo, pero

El ácido carbónico (H_2CO_3) es un producto del equilibrio de reacción del agua con el dióxido de carbono (CO_2), este se puede disociar con la pérdida de un protón (H^+) para formar el anión bicarbonato (HCO_3^-) y subsecuentemente en anión carbonato (CO_3^{2-}). La concentración de estas especies tiene un impacto directo sobre el pH del agua que las contiene; para que el agua sea potable el pH debe estar en un valor de entre 6.5 y 8.5. Cuando existen mezclas entre ácidos y bases conjugadas se forma una disolución *buffer*, estas resisten cambios en la acidez, en el caso de la sangre el *buffer* está formado por iones bicarbonato y ácido carbónico, los cuales mantienen el pH sanguíneo estable. El

pH de una disolución *buffer* depende de la relación entre las concentraciones de base conjugada y ácido conjugado, de acuerdo a la ecuación de Henderson-Hasselbalch. Los pK_a 's de los sistemas $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ y $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ son 6.35 y 10.33

respectivamente. Una muestra particular de agua embotellada comercial tiene un pH de 6.9, dentro del rango potable.

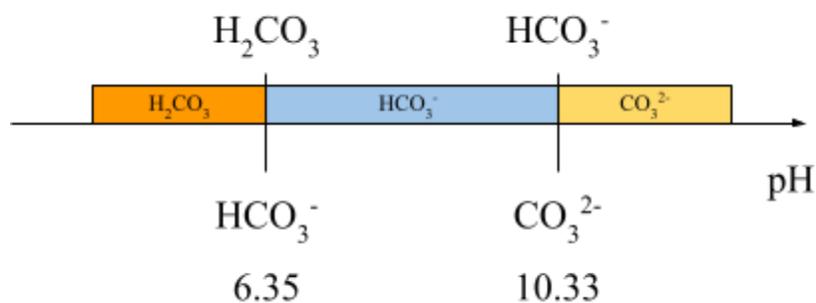
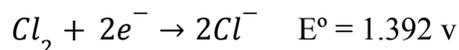


Diagrama unidimensional de predominio de especies

Problema 3.1. a) Escribir las dos ecuaciones químicas para la disociación de ácido carbónico y del ión bicarbonato. **b)** Indique cuál de las tres especies químicas (ácido carbónico, bicarbonato, o carbonato) predominan en la muestra de agua con pH de 6.9. **c)** Usando la ecuación de Henderson-Hasselbalch, calcule el pH de una disolución *buffer* que contiene una concentración 0.2M de ión bicarbonato y 0.08M de ión carbonato.

El agua de fuentes naturales contiene microorganismos perjudiciales, por lo cual es necesario desinfectarla usando agentes oxidantes como el cloro. El cloro (Cl_2) se involucra en varios equilibrios óxido-reducción, en los cuales se forman algunas especies como el ión cloruro (Cl^-), el hipoclorito (ClO^-), entre otras. La ecuación de semireacción de reducción del cloro al cloruro es la siguiente:



A continuación se muestran los potenciales de reducción en medio básico de varios pares de especies químicas del cloro en diversos estados de oxidación:

Par Redox	$\text{ClO}_4^-/\text{ClO}_3^-$	$\text{ClO}_3^-/\text{ClO}_2^-$	$\text{ClO}_2^-/\text{ClO}^-$	ClO^-/Cl_2	Cl_2/Cl^-
Potencial estándar de reducción	0.17 v	0.35 v	0.59 v	0.421 v	1.392 v

Problema 3.2. a) Indique cuál especie química del par cloro/cloruro actúa como oxidante y cual como reductora en la semireacción. b) Coloca los pares redox en un diagrama unidimensional de predominio de especies en función del potencial de reducción, indica la especie oxidante arriba y la especie reductora abajo. c) A partir del diagrama anterior, indica que anfólito (especie con características de oxidante y reductor) es estable.

Otro parámetro de la calidad del agua es la concentración de iones cloruro, la cual usualmente se mide en partes por millón (ppm), equivalentes a miligramos de ión cloruro (masa molar: 35.453 g/mol) por cada litro de disolución.



Cambios de color en el método de Mohr

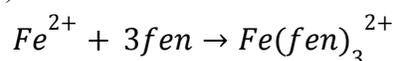
Una técnica de análisis clásico volumétrico para medir la cantidad de cloruro en una mezcla es el llamado método de Mohr. Este consiste en agregar un poco de cromato de potasio a la mezcla, éste aporta iones cromato (CrO_4^{2-}) a la disolución. Una vez agregado el cromato, se procede a titular una muestra con una disolución estándar de nitrato de plata, la cual agrega iones de plata (Ag^+) a la disolución. El ión cloruro reacciona con cada ion de plata para formar un precipitado de cloruro de plata, el cual se ve blanco. Se agrega disolución de plata hasta observar un color rojizo o rosado en la mezcla, esto indica que se han agotado los iones cloruro y los iones de plata empezaron a reaccionar con iones cromato para formar otro precipitado rojo. Las constantes del producto de solubilidad para los precipitados de cloro y cromato son $1.8 \cdot 10^{-10}$ y $1.1 \cdot 10^{-12}$ respectivamente.

Problema 3.3. a) Escribe la ecuación química balanceada para la formación del precipitado de cromato de plata a partir de sus iones. b) Expresa la constante del producto de solubilidad del cromato de plata. c) Calcula la solubilidad (en mol/L) del cromato de plata.

Un laboratorio local realizó un análisis de concentración de ión cloruro (Cl^-) de una muestra de agua de la llave proveniente de Comayagüela. Para el análisis se usó una disolución estándar de nitrato de plata con una concentración de iones de plata (Ag^+) de 0.010 M, tomando alícuotas de 50 mL de agua de la llave. Se llevaron a cabo tres titulaciones las cuales usaron un volumen promedio de 28.60 mL de la disolución estándar de nitrato de plata.

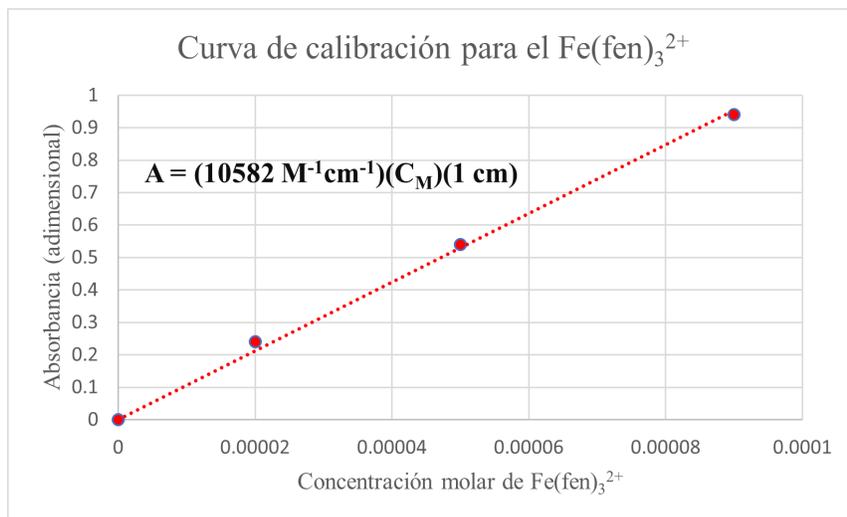
Problema 3.4. a) Escribe la reacción química que ocurre entre el ión cloruro y el ión plata. b) Calcula la concentración molar de cloruro en la muestra de agua. c) Calcula la concentración en partes por millón (ppm) de iones cloruro en la muestra.

Los residentes de una localidad cercana a una zona industrial en San Pedro Sula se han quejado recientemente sobre sabores metálicos presentes en el agua de la llave. Un químico analítico local sospecha que esto se puede deber a la presencia de iones de hierro II (Fe^{2+}) en el agua, por lo que decidió hacer algunas pruebas para medir su concentración en el agua. Para medir la concentración de hierro II el químico decidió emplear un método espectrofotométrico. Este método se basa en formar un compuesto altamente colorido de hierro II, lo cual se logra con fenantrolina (abreviada como fen):



Se preparan disoluciones de concentración de $\text{Fe}(\text{fen})_3^{2+}$ conocida y se mide una propiedad llamada absorbancia. La absorbancia está relacionada con la cantidad de luz de una longitud de onda específica que es absorbida por un material o disolución. De acuerdo a la ley de Lambert-Beer, la absorbancia depende de la concentración molar de

analito, en este caso $\text{Fe}(\text{fen})_3^{2+}$. Se preparan disoluciones de diferentes concentraciones y se mide la absorbancia a una longitud de onda de 512 nm manteniendo la longitud de paso óptico constante a 1 cm.



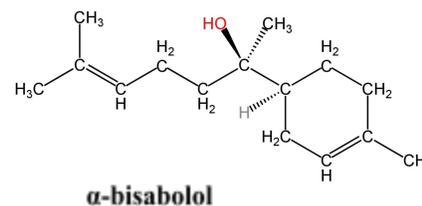
Problema 3.5. a) Basandote en la ecuación de la recta proporcionada en la curva de calibración, indica el valor de la constante de absortividad molar con unidades. b) Calcula la concentración molar de hierro II en una disolución que presentó una absorbancia de 0.42 con un paso óptico de 1 cm. c) Calcula la absorbancia de una disolución de hierro II con una concentración de 3 ppm.

ORGÁNICA, PROBLEMA 4: TRADICIONES GARÍFUNAS (20 puntos)

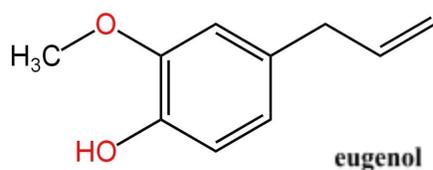


El guifity es una bebida alcohólica tradicional y artesanal de la comunidad garífuna, la cual se prepara usando como base un licor como ron o aguardiente, los cuales son disoluciones acuosas de etanol (C_2H_6O) con una concentración de entre 30 y 70% volumen-volumen. A este licor base se le agregan hierbas y especias como lo son, el clavo de olor, pimienta gorda, canela, romero, manzanilla, cuculmeca, anís estrella, y eucalipto, las cuales se reposan durante 2 o 3 días dentro del licor. En el folklore garífuna se le adjudican propiedades terapéuticas como el alivio del dolor, tos, gripe, y de problemas estomacales. Gran parte del sabor del guifity es aportado por sustancias químicas presentes en los condimentos que se utilizan para fabricarlo. Existen métodos instrumentales para conocer la identidad de las sustancias químicas presentes en las especias, como lo son la cromatografía de gases, espectrometría de masas, resonancia magnética nuclear, y espectroscopía del infrarrojo. Estas técnicas se pueden aplicar a los aceites esenciales o extractos de estos mismos para desvelar qué sustancias están presentes en las especias.

Como se mencionó, una de las hierbas presentes en el guifity es la manzanilla, un componente de la manzanilla es el α -bisabolol (en concentraciones de hasta 44.2% en su aceite esencial). El α -bisabolol es una sustancia ópticamente activa, es decir, si se hace pasar un haz de luz polarizada a través de sus disoluciones, la luz transmitida es rotada en cierto sentido (horario o antihorario). Las sustancias ópticamente activas son asimétricas (también llamadas quirales), en la naturaleza abundan muchas sustancias con esta característica. Ejemplos de sustancias quirales son la mayoría de los aminoácidos y la mayoría de los sacáridos (azúcares).



Problema 4.1. a) Indica la fórmula molecular del α -bisabolol. **b)** Indica cuántos carbonos estereogénicos (quirales) hay presentes en la molécula. **c)** Indica la configuración R o S del carbono estereogénico presente en el ciclo.

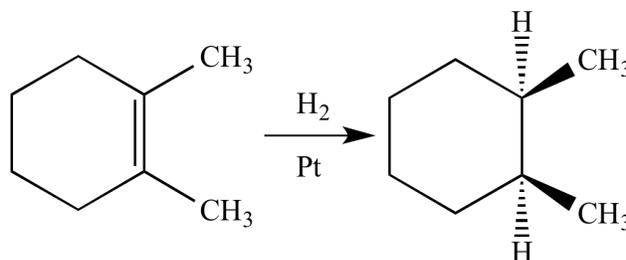


El aceite esencial del clavo de olor tiene un componente llamado eugenol (en concentraciones mayores al 50%), que también está presente en muchas otras especias. La estructura presenta tres grupos funcionales, los cuales son un alqueno, un alcohol (particularmente un alcohol fenílico), y un éter, adicionalmente también se presenta un benceno en su estructura.

Las flechas indican el movimiento de pares de electrones (libres o enlazantes) de un lugar a otro, ya sea para formar, romper, o mover un enlace. El uso de estas flechas para describir una reacción representa una hipótesis del mecanismo físico por la cual ésta ocurre. La ruptura de enlaces representa un estado de energía potencial química más grande (debido a que los enlaces aportan estabilidad), mientras que la formación de nuevos enlaces implica la disminución en la energía potencial química. En total la energía potencial química de los productos debe ser menor que la de los reactivos para que la reacción sea posible termodinámicamente.

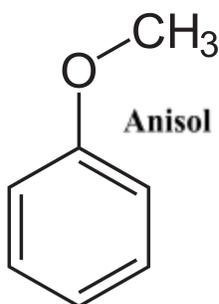
Problema 4.3. **a)** Indica cuál será el producto principal que se forma al hacer reaccionar ácido clorhídrico (HCl) con eugenol. **b)** Usando flechas para indicar el movimiento de pares de electrones para romper y formar nuevos enlaces químicos, dibuja el mecanismo de reacción del eugenol con el ión H^+ para formar un carbocatión y después la reacción del carbocatión con el ión Cl^- . **c)** Realiza un bosquejo rápido del perfil energético (gráfica de energía potencial química en eje Y, y avance de la reacción en eje X) de la reacción tomando en cuenta el mecanismo que dibujaste y sus intermediarios, no es necesario que indiques la energía de los estados de transición.

El α -bisabolol tiene dos grupos alqueno, los cuales pueden reaccionar con hidrógeno (H_2) en presencia de un catalizador de platino. Esta reacción rompe el enlace pi del alqueno y en su lugar cada carbono forma un nuevo enlace carbono-hidrógeno.



Hidrogenación del ciclohexeno

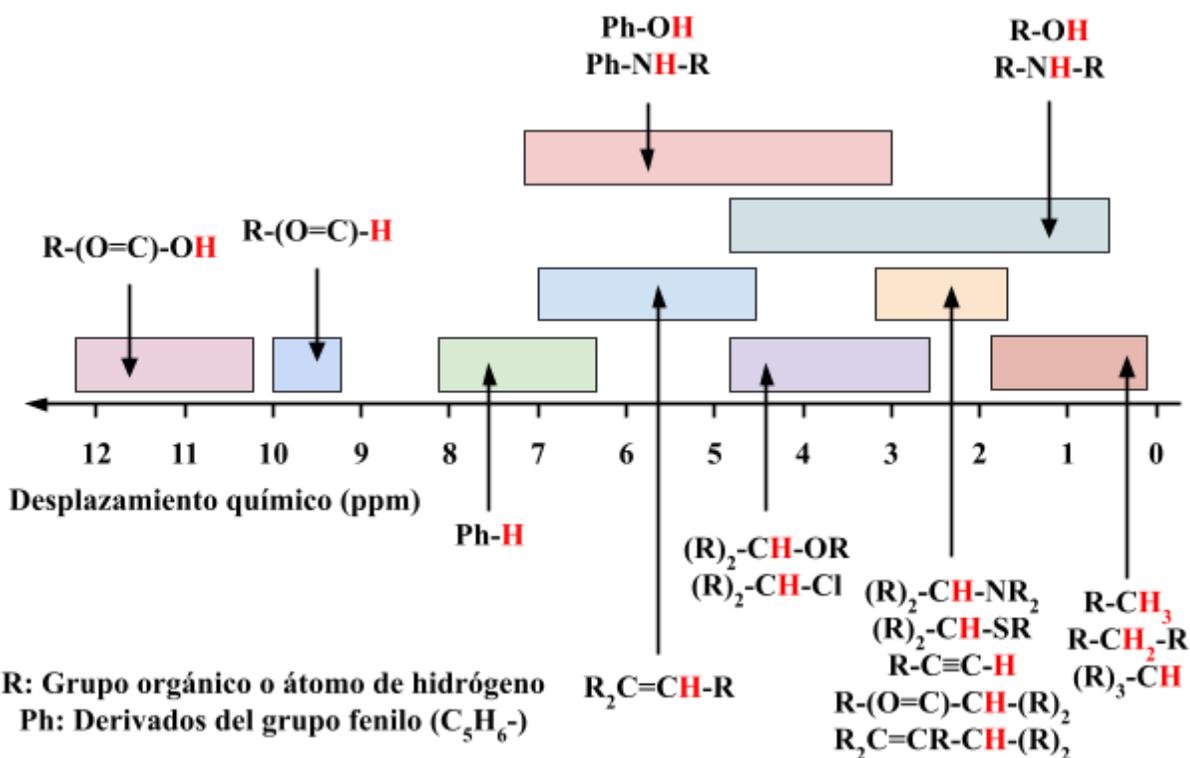
Problema 4.4. **a)** Indica el producto de la hidrogenación total del α -bisabolol. **b)** Una vez hidrogenado el α -bisabolol se hace otra reacción, en la cual un ión H^+ forma un enlace con el oxígeno de la molécula, lo que resulta en un alcohol protonado (grupo ROH_2^+). Este alcohol protonado es inestable y puede romper un enlace para irse de la molécula en forma de agua, resultando en la formación de un carbocatión. Dibuja la estructura del carbocatión. **c)** Si la acidificación (el agregar el H^+) del inciso anterior se llevó a cabo usando ácido bromhídrico (HBr), indica el producto final que se debe de formar.



Otra de las especias usadas en el guifity es el anís, cuyo sabor característico e intenso se debe al compuesto químico llamado anisol. Una técnica instrumental que permite caracterizarlo es la llamada resonancia magnética nuclear de hidrógeno-1. Esta técnica consiste en exponer la sustancia a un campo magnético intenso el cual habilita que los núcleos de hidrógeno absorban luz. La frecuencia de la luz que absorbe un núcleo de hidrógeno específico depende de la intensidad del campo magnético que recibe. Los átomos con los que esté conectado el hidrógeno afectarán la densidad

electrónica (presencia de electrones) alrededor del núcleo de hidrógeno. Si el núcleo de hidrógeno tiene más densidad electrónica entonces estará más escudado del campo magnético impuesto, haciendo que cambie un poco la frecuencia de luz que absorbe el núcleo del hidrógeno.

Este pequeño cambio en la frecuencia es conocido como desplazamiento químico. Como los cambios son muy ligeros es frecuente medir su cambio con respecto a un estándar (llamado tetrametilsilano) en ppm. Sintetizando esta explicación: el desplazamiento químico (medido en ppm), depende de los grupos a los que esté conectado el hidrógeno. En un espectro aparecerán señales (que se ven como picos) en ciertos desplazamientos químicos, lo que nos permite conocer la estructura de una molécula desconocida, o reafirmar la estructura de una molécula conocida. Podrás encontrar los desplazamientos químicos del hidrógeno conectado a grupos comunes a continuación:



Problema 4.5. a) Basándote en los grupos del esquema indica qué tipo de átomos de hidrógeno están presentes en el anisol y en qué desplazamiento químico esperarías encontrarlos. b) Basándote en la conectividad de los átomos de hidrógeno, identifica cuáles son idénticos entre ellos y señálos. c) Realiza un bosquejo del espectro de resonancia magnética nuclear que esperarías para el anisol.

FIN DEL EXÁMEN

**III OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA
EXAMEN TEÓRICO DE LA RONDA NACIONAL
CUADERNILLO DE RESPUESTAS
NIVEL MEDIO**

INORGÁNICA, PROBLEMA 1: LA QUÍMICA DE LA PLATA

P1.1.(4pts)	P1.2.(4pts)	P1.3.(3pts)	P1.4.(3pts)	P1.5.(3pts)	P1.6.(3pts)	Total P1

Problema 1.1.

Problema 1.2.

Código: _____

Problema 1.3.

Problema 1.4.

Problema 1.5.

Problema 1.6.

FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 2: INDUSTRIA AZUCARERA

P2.1.(4pts)	P2.2.(4pts)	P2.3.(3pts)	P2.4.(3pts)	P2.5.(3pts)	P2.6.(3pts)	Total P2

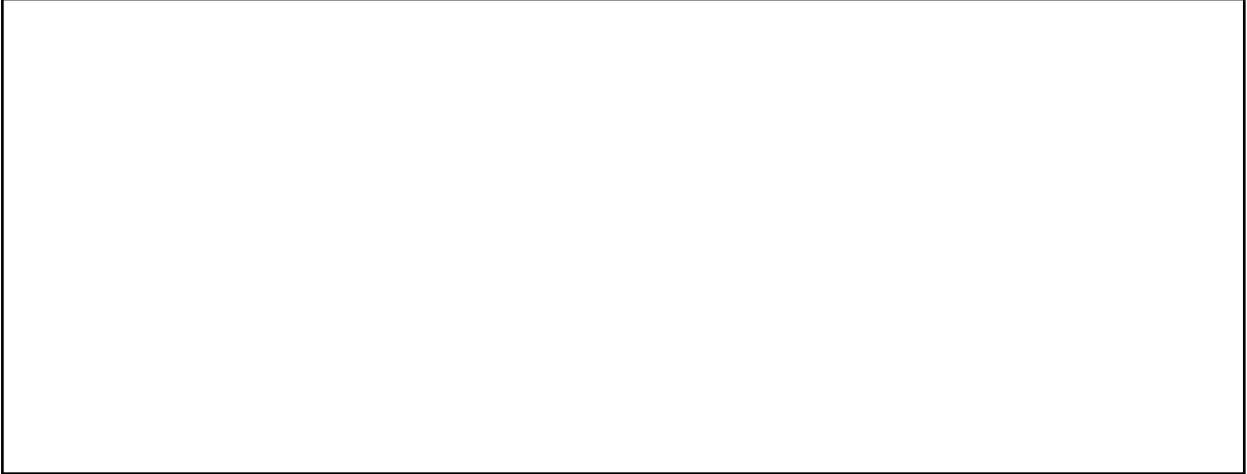
Problema 2.1.

Problema 2.2.

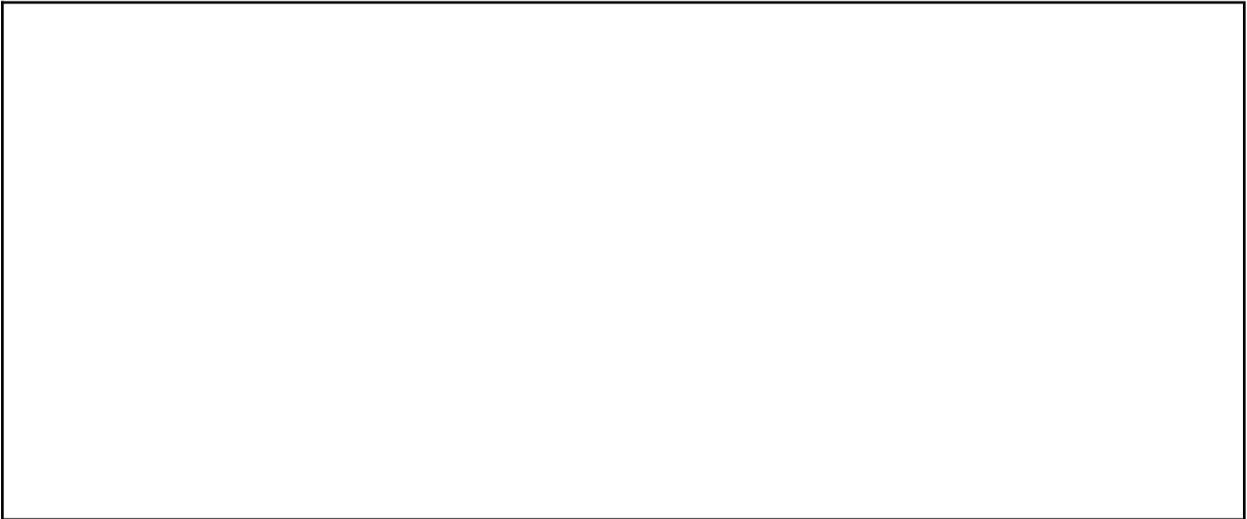
Problema 2.3.

Código: _____

Problema 2.4.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student's solution to Problema 2.4.

Problema 2.5.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student's solution to Problema 2.5.

Problema 2.6.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student's solution to Problema 2.6.

Código: _____

ANALÍTICA, PROBLEMA 3: CALIDAD DEL AGUA (20 puntos)

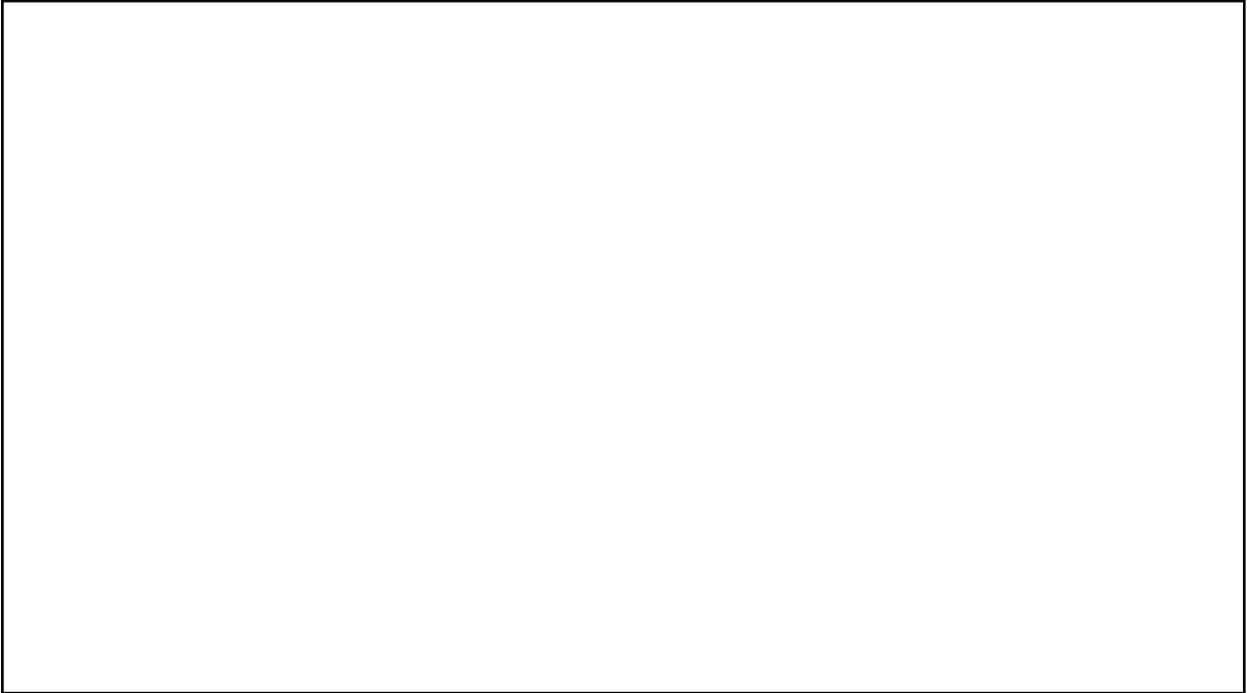
P3.1.(4pts)	P3.2.(4pts)	P3.3.(4pts)	P3.4.(4pts)	P3.5.(4pts)	Total P3

Problema 3.1.

Problema 3.2.

Código: _____

Problema 3.3.

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the student's solution to Problema 3.3.

Problema 3.4.

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the student's solution to Problema 3.4.

Problema 3.5.

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the student's solution to Problema 3.5.

Código: _____

ORGÁNICA, PROBLEMA 4: TRADICIONES GARÍFUNAS

P4.1.(4pts)	P4.2.(4pts)	P4.3.(4pts)	P4.4.(4pts)	P4.5.(4pts)	Total P4

Problema 4.1.

Problema 4.2.

Problema 4.3.

Código: _____

Problema 4.4.

Problema 4.5.

PUNTUACIÓN FINAL DEL EXÁMEN:

P1 (20 pts)	P2 (20 pts)	P3 (20 pts)	P4 (20 pts)	Total