



Prueba Final
10^a Olimpiada de Química
Octubre 27 de 2018
GRADO 11



Nombre: _____ D.I. _____

Colegio _____ Sede _____

- No comience a resolver el examen hasta que el docente lo autorice.
- El examen consta de cinco (5) problemas, cada uno de los cuales debe resolver en forma clara y ordenada en hojas blancas.
- Debe mostrar todas las operaciones que justifiquen la respuesta final.
- Recuerde que todas las cantidades deben ir acompañadas de sus correspondientes unidades.
- Al final encontrará el valor de algunas constantes y ecuaciones que le pueden servir de ayuda para dar solución adecuada a los problemas propuestos (Anexo 1).

1. QUÍMICA Y SOCIEDAD

Recientemente se ha detectado un incremento en los casos de obesidad infantil. Una posible explicación a este problema es el aumento en el consumo de bebidas azucaradas (gaseosas, jugos, té, etc). En la siguiente tabla se indica el contenido promedio de azúcar en **200 mL** de varios tipos de bebidas embotelladas.

Tipo de bebida	Cantidad de azúcar (g)
Gaseosas	22
Jugos	17
Leche de soja	15
Té	16
Bebidas deportivas	12
Aguas saborizadas	10

Responda las siguientes preguntas:

- a. (5 %) Cuál es el porcentaje en masa de cada átomo presente en la glucosa si su fórmula molecular es $C_6H_{12}O_6$?
- b. (5 %) Si se quiere preparar 500 mL de un agua saborizada que tenga la misma concentración que se reporta en la tabla y se dispone de un azúcar con una pureza del 95 %, cuántos gramos de azúcar se necesita adicionar?
- c. (5 %) La energía a partir de la glucosa se obtiene por medio de una reacción de oxidación total. Escriba y balancee la reacción correspondiente. Calcule el volumen de CO_2 producido a 25 °C y 1 atm cuando se consume una gaseosa de 350 mL.
- d. (5 %) Si 1 gramo de glucosa proporciona 3,79 kcal. Calcule cuánta energía le proporciona a un niño que

consuma diariamente dos gaseosas de 350 mL y un jugo de 300 mL. Además, calcule el % de calorías que aporta estas bebidas, si el consumo de calorías diario recomendado para niños de 9-13 años es de aproximadamente 1500 kcal.

2. QUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE

A través de un proceso de pirólisis (calentamiento controlado en atmósfera inerte) se puede obtener un bio-oil de la biomasa lignocelulósica que resulta de residuos forestales, el cual luego se usa para obtener bio-combustibles. Sin embargo, el bio-oil contiene un alto contenido de compuestos oxigenados que disminuyen su estabilidad aparte de conferirle propiedades indeseables. Para eliminar estos grupos oxigenados se utiliza la reacción de hidrodeseoxigenación (HDO) en presencia de un catalizador y altas presiones de hidrógeno. Un ejemplo de esta reacción se ilustra con el guaiacol que es un compuesto presente en el bio-oil (Figura 1).

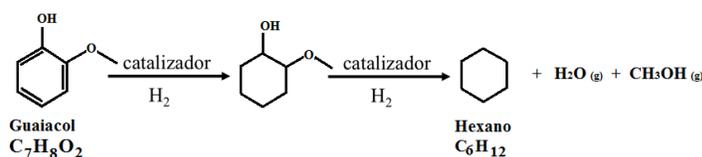


Figura 1. HDO del guaiacol

- a. (5%) Cuántos gramos de ciclohexano se pueden obtener a partir de una tonelada de biomasa lignocelulósica seca de la que se obtienen 10 L de bio-oil con un contenido de guaiacol del 15 % (p/v).

b. (5 %) Cuántos litros de H₂ (medidos a 25 °C y 1 atmósfera de presión) se necesitan para hidrogenar el guaiacol contenido en una tonelada de biomasa lignocelulósica seca de la que se obtienen 10 L de bio-oil con un contenido de guaiacol del 15 % (p/v). Escriba la reacción de hidrogenación.

c. (5 %) Un catalizador utilizado en la reacción contiene 1.0 % en peso de Pt. Durante la reacción se requiere que la relación molar Pt/guaiacol sea de 0,01. Si se tienen 1500 g de guaiacol, determine la masa de catalizador que se requiere utilizar durante la reacción.

d. (5 %) De acuerdo a la información presentada, indique si durante la reacción se favorece el rompimiento de enlaces C-C o C-O.

3. QUÍMICA Y ECONOMÍA

Para toda la región de Latinoamérica, México es el máximo representante en el mercado de pinturas y recubrimientos. En la parte arquitectónica y de construcción el consumo está creciendo moderadamente según la tabla a continuación.

Consumo de pinturas arquitectónicas en México

Segmento	V (miles de L) Año 2017	Millones pesos	Variación 2016-2017
Emulsionadas	358900	9646	5.8%
Impermeabilizantes	94600	1986	3.6%
Otras	94900	5022	7.2%
Total	548400	16653	6.2%

INPRA latina Vol. 22 N° 4 2017

Los segmentos más destacados son las pinturas emulsionadas e impermeabilizantes.

a. (5 %) En la formulación de una pintura emulsionada, la cantidad de dióxido de titanio usado como pigmento es del 8.0 % (p/p). Teniendo en cuenta que la densidad de la pintura es de 1.40 g/mL, determine la cantidad de pigmento (kg) que incremento del 2016 al 2017.

b. (5 %) El tripolifosfato de sodio (Na₅P₃O₁₀) se usa como aditivo dispersante en pinturas impermeabilizantes en una proporción másica aditivo-pintura de 1/1000. Suponiendo que la densidad del impermeabilizante es 1.40 g/mL, exprese la cantidad de fósforo presente en la pintura en ppm (p/v) y ppm (p/p). Además, determine % (p/v) de Na₂O en la misma muestra de pintura.

c. (5 %) El óxido de hierro (III) usado como aditivo de pinturas para mejorar poder de recubrimiento, se obtiene a partir de la oxidación del hidróxido ferroso. El cual a su vez, se obtiene por la reacción del sulfato ferroso con hidróxido de sodio. Escriba las ecuaciones químicas balanceadas de las etapas que dan lugar a la formación del óxido de hierro.

d. (5 %) Dibuje la estructura de Lewis del Fe₂O₃ (explique)

4. QUÍMICA Y TECNOLOGÍA

Los metales preciosos son aquellos que se encuentran directamente en la naturaleza en estado puro. Dentro de esta categoría se encuentran; el platino, el oro y la plata con aplicaciones importantes en la fabricación de circuitos electrónicos. Otros más escasos como el paladio y el rodio son usados como electrodos en celdas de combustible y como catalizadores para reducción de contaminantes en vehículos. A continuación se describen algunas características químicas de estos elementos.

a. (5 %) Los yacimientos ricos en plata en Colombia se encuentran ubicados en Antioquia, Choco y Bolívar, suponga que en una de esas minas se extrajo un mineral de plata que contiene 12.46 % de cloruro de plata con un rendimiento al metal del 90.4 %. La plata obtenida se transforma en una aleación cuya relación es 916 g Ag/kg de aleación. Calcule la cantidad de aleación que se podrá obtener a partir de 2750 kg de mineral.

b. (5 %) Se sabe que la plata tiene 37 isótopos que varían en peso. Sin embargo, el peso atómico de la plata calculado a partir de los dos isótopos más estables naturalmente (106.91 uma y 109.91 uma) es de 107.87 uma. ¿Determine la abundancia porcentual de cada isótopo?

c. (5 %) El volumen molar (cm³/mol) del platino sólido es 9.09, sabiendo que solo el 71 % del volumen total de un trozo de un material está ocupado por átomos de platino (suponiendo que el resto es espacio vacío entre los átomos) calcule el radio del átomo de platino en angstroms (Å). Asuma el átomo como si fuera una esfera.

d. (5 %) Si el paladio tiene un Z = 46, ¿Cuál es su configuración electrónica completa?, a partir de la configuración electrónica, ¿cuál es el periodo y el grupo del elemento dentro de la tabla? Además indique los cuatro números cuánticos de un electrón ubicado en el orbital 3p⁶.

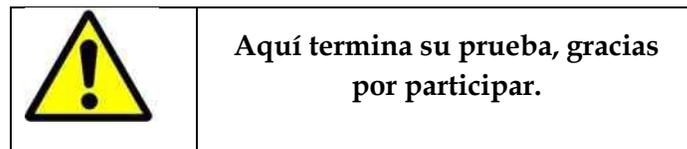
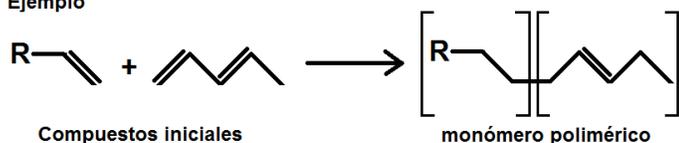
5. QUÍMICA DE POLÍMEROS

Los polímeros son macromoléculas que tienen amplias aplicaciones en la industria del plástico, resinas, pinturas, pegantes, entre otros. Generalmente, son obtenidos por la unión de unidades repetitivas denominadas **monómeros**, los cuales a su vez se obtienen a partir de la reacción de dos o más moléculas. He aquí algunos ejemplos:

a. (5%) El plástico comercial ABS es un polímero rígido y duro que se usa en autopartes y se obtiene a partir de Acrilonitrilo (A): CH₂=CH-CN, Butadieno (B): CH₂=CH-CH=CH₂ y Estireno (S, styrene en inglés): C₆H₅CH=CH₂. Teniendo en cuenta la reacción del ejemplo y asumiendo que estos compuestos se enlazan a través de sus enlaces dobles (reacción de adición) en una relación A:B:S de

1:1:1, sugiera una estructura para la unidad repetitiva o monómero formado.

Ejemplo



b. (5 %) Los residuos de ABS después de su uso se someten a incineración produciendo HCN, entre otros gases contaminantes. Suponiendo que una tonelada de ABS genera 5.3 L de HCN, determine la cantidad de acrilonitrilo, en porcentaje peso/peso, en el polímero.

c. (5 %) Las resinas epóxicas son polímeros orgánicos termoestables que se usan para aislar y proteger los circuitos electrónicos de los dispositivos que usamos a diario (por ejemplo los celulares). Un análisis químico de 1.000 g de esta resina que contiene C, H y O produjo 2.717 g de CO₂ y 0.6390 g de H₂O. Con esta información determine la fórmula empírica y molecular del monómero sabiendo que su peso molecular es 340.4 g/mol.

d. (5 %) De acuerdo a un análisis infrarrojo y de resonancia magnética molecular, se encontró que la resina epóxica presenta las siguientes funcionalidades en su estructura: 2 grupos **fenoxi** unidos por un **carbono cuaternario**, 2 grupos **metilo** y 2 grupos **epoxi**. Con esta información represente la fórmula estructural de la resina.

Anexo 1.

Concentración: $M = \frac{n}{V}$ $n = \text{mol}$, $V = \text{volumen (L)}$

Ecuación de estado del gas ideal: $PV = nRT$

$n = \text{mol}$; $R = 0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$; $T = \text{Temperatura (K)}$; $P = \text{presión (atm)}$

$Z = n^\circ \text{ atómico} = n^\circ \text{ de protones} = n^\circ \text{ electrones (átomo neutro)}$

1 tonelada = 1000 kg

ppm (p/v) = partes por millón peso-volumen

ppm (p/p) = partes por millón peso-peso

% (p/v) = porcentaje peso-volumen

1 Å = 10⁻¹⁰ m

$V_{\text{esfera}} = \frac{4}{3}\pi R^3$;

Número de Avogadro, $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$