



Prueba Final
11^a Olimpiada de Química
Noviembre 2 de 2019
GRADO 11



Nombre: _____ D.I. _____

Colegio _____

- 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. QUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE

Aunque existen algunos polímeros naturales como la celulosa, la mayoría son sintéticos (plásticos). Un polímero se puede definir como una sustancia química formada por largas cadenas compuestas de una unidad repetitiva (monómero) que le proporciona diferentes propiedades, algunos son transparentes mientras otros son opacos, los hay rígidos y flexibles, etc. Los plásticos se pueden obtener a partir de muchos materiales, sin embargo la mayoría se obtiene a partir de derivados del petróleo. Un polímero puede contener fácilmente miles de átomos, por lo que su masa molar puede ser del orden de 1000000 g/mol.

- a) (5 %) El polietileno es un polímero sólido obtenido a partir de etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), donde etileno es un nombre común para el eteno. En la reacción de polimerización se combinan “n” moléculas de etileno para formar el polietileno ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$). Si la masa molar del polietileno comúnmente está entre 10000 g/mol y 100000 g/mol, cuáles son los valores mínimo y máximo que puede tomar “n” aproximadamente?
- b) (5 %) Si la densidad del polietileno es de aproximadamente 800 kg/m^3 , determine el volumen (**mL**) que ocupará 1.0 kg de este material. Además, el etileno a condiciones normales es un gas incoloro, asumiendo que se comporta como un gas ideal, qué volumen (**L**) ocupará 1.0 kg de esa sustancia?

- c) (5 %) Cómo se puede explicar la diferencia en el volumen que ocupa el polietileno y el volumen que ocupa el etileno si se tiene la misma masa?
- d) (5 %) Las propiedades del polietileno dependen de que tan ramificada sea la cadena del polímero, obteniendo polietileno de alta densidad cuando no hay ramificaciones y polietileno de baja densidad cuando la cadena es muy ramificada. Cuál de esos dos tipos de polietileno tendrá un mayor punto de fusión? Explique su respuesta.

Masa molar $\text{C}_2\text{H}_4 = 28 \text{ g/mol}$

2. QUÍMICA Y PROCESOS

El carbonato de sodio (Na_2CO_3) es empleado en la fabricación de productos de limpieza, papel, textiles, procesamiento de alimentos, tratamiento de agua, etc. La tecnología que principalmente se usa en todo el mundo para la producción de esta sal es el proceso Solvay, el cual utiliza sal de roca, NaCl , y caliza, CaCO_3 . Este proceso se lleva a cabo en 5 etapas:

Etapá 1: Descomposición térmica del carbonato de calcio aproximadamente a $1000 \text{ }^\circ\text{C}$, generando óxido de calcio y dióxido de carbono.

Etapá 2: El dióxido de carbono gaseoso pasa a través de una solución de amoníaco en agua (o hidróxido de amonio), obteniendo así el carbonato ácido de amonio NH_4HCO_3 (acuoso).

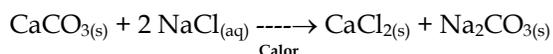
Etapa 3: El carbonato ácido de amonio obtenido en la etapa anterior, reacciona con cloruro de sodio acuoso permitiendo obtener NaHCO_3 y cloruro de amonio acuoso.

Etapa 4: Descomposición térmica del carbonato ácido de sodio producido en la etapa anterior generando el producto deseado, agua, así como un gas que se utiliza en una de las etapas ya descritas del proceso.

Etapa 5: Los productos condensados que son remanentes en las **Etapas 1 y 3** junto con el vapor de agua de la **Etapa 4** reaccionan entre sí para producir cloruro de calcio sólido y un hidróxido inorgánico.

Responda las siguientes preguntas:

- (5 %) Escriba las ecuaciones químicas balanceadas de cada etapa del proceso Solvay.
- (8 %) Sumando las ecuaciones correspondientes a las cinco etapas se obtiene la ecuación química global de la reacción:



Si se desea obtener 5 ton/día de carbonato de sodio, ¿Cuántas toneladas de sal de roca se requiere diariamente si su contenido de NaCl es de 95%?

- (7 %) La solución acuosa de cloruro de sodio empleada en la etapa 3 del proceso es una solución saturada y se denomina salmuera. Sabiendo que la solubilidad en agua de NaCl a 100 °C es de 39,12 g por cada 100 cm^3 , calcule la **cantidad $\text{m}^3/\text{día}$** de agua a esa temperatura que es necesaria para preparar la cantidad de salmuera requerida en el proceso.

Masas molares: $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106 \text{ g/mol}$, $\text{NaCl} = 58,5 \text{ g/mol}$

3. QUÍMICA Y TECNOLOGÍA

Las computadoras cuánticas prometen revolucionar la tecnología informática empleando la mecánica cuántica para procesar y resolver problemas millones de veces más rápido que los dispositivos actuales. Pero su complejidad significa que sólo existen como pequeños prototipos de laboratorio¹. Para ello se emplean los denominados puntos cuánticos que son pequeñas partículas o cristales de un **II-IV** semiconductor (ie. CdSe, los números romanos hacen referencia a los **estados de oxidación** de los dos metales respectivamente) en el rango de 2-10 nanómetros (10-50 átomos). Tomado de <http://www.bbc.com>. Febrero de 2017.

- (5 %) Describa los cuatro números cuánticos (**n, l, m, s**) de un electrón de Cd ubicado en el orbital $3s^2$, explique el procedimiento para obtenerlos.
- (5 %) ¿Cuál es la configuración electrónica del selenio en el semiconductor? Recuerde que el Z del Se es 34. Además, de acuerdo a la configuración electrónica indique en qué grupo y periodo se encuentra dentro de la tabla.
- (5 %) Justifique cuál de los iones del semiconductor es más pequeño.
- (5 %) Complete la siguiente tabla para otros metales.

Símbolo	Protones	Neutrones	Electrones	Carga
$^{208}_{82}\text{Pb}$				0
	31	38		+3
	52	75	54	

4. QUÍMICA Y ECONOMIA

La esmeralda es una piedra preciosa de color verde, variedad del mineral denominado berilio, cuya fórmula es **$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$** . Es muy valorada debido a su rareza, pues desde la antigüedad se descubrieron piedras preciosas de color verde como la malaquita, pero la esmeralda es la única cristalina. Su nombre significa piedra verde y su verde es tan especial que en su honor, se le denomina verde esmeralda. El mayor productor de esmeraldas en el mundo es Colombia seguido por Brasil. Su color es más o menos intenso debido a la variación entre el número de átomos de berilio y aluminio. Para una esmeralda de 10 quilates (1 quilate = 200 mg), calcular:

- (5 %) Los moles de berilio y el número total de átomos de oxígeno.
- (3 %) El número de quilates y el precio de la segunda esmeralda tallada más grande del mundo que se encuentra en Colombia y que posee un peso de 2.2 kg. **Dato: un quilate cuesta 260 USD.**
- (5 %) Porcentaje en masa de aluminio y silicio.
- (7 %) Ordenar todos los elementos que forman la esmeralda, de acuerdo a su radio y electronegatividad. Explique su respuesta.

Masas molares: $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18} = 537 \text{ g/mol}$, $\text{Al} = 27 \text{ g/mol}$, $\text{Si} = 28 \text{ g/mol}$, $\text{Be} = 9.0 \text{ g/mol}$

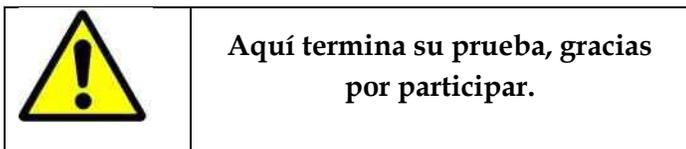
5. QUÍMICA ORGANICA

El **ciclohexeno** es utilizado en síntesis de recubrimientos impermeables, en sistemas de encapsulación de LED, en

películas, polímeros y adhesivos. Es un precursor de epóxidos y dioles entre otros productos útiles en la industria química. El ciclohexeno se puede sintetizar en el laboratorio a partir de la deshidratación del ciclohexanol (líquido puro) utilizando unas cuantas gotas de ácido fosfórico concentrado como catalizador. Para lograr que el equilibrio de esta reacción reversible produzca el ciclohexeno, la mezcla de reacción se destila a 83 °C obteniéndose el ciclohexeno a medida que este se vaya formando. En caso de que se forme el ciclohexil fosfato di-ácido (CHFD) por reacción de sustitución, la conversión de ciclohexanol a ciclohexeno se hace más lenta, bajando así su eficiencia.

- (5 %) Proponga la reacción para la síntesis de ciclohexeno descrita anteriormente. ¿Cómo clasifica la reacción anterior?
- (5 %)Cuál sería la reacción con la cual se podría formar el CHFD no deseado y que compite con la formación del ciclohexeno?
- (5 %) Si el ciclohexanol no fuera puro y tuviera como impurezas ciclohexano (p.e. 81 °C), se formarían otros compuestos de reacción. Si es así, indique cuales.
- (5 %) Si se emplean 5 gotas de ácido fosfórico concentrado ($d = 1.71 \text{ g/mL}$, $\%m/m = 84.8 \%$) para la reacción de 500 mL de ciclohexanol, cuánto es la cantidad máxima (mg) que se formaría de CHFD?, (20 gotas equivalen a 1.0 mL)

Masas molares $\text{H}_3\text{PO}_4 = 98 \text{ g/mol}$, CHFD = 180 g/mol



Anexo.

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

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

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

Acrónimos usados

USD = acrónimo para dólares americanos

CHFD = ciclohexil fosfato di-ácido