



Prueba Final
11^a Olimpiada de Química
Noviembre 2 de 2019
GRADO 10



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

El hidrógeno es considerado como la energía más atractiva para el futuro próximo debido a que su combustión no resulta contaminante. La producción de hidrógeno a nivel industrial se lleva a cabo por diferentes procesos: reformado de hidrocarburos y metanol, electrólisis de agua, procesos termoquímicos de biomasa celulósica, entre otros. A nivel de laboratorio se puede obtener por reacción de un metal activo con ácido clorhídrico. Usando cinc como metal activo, además de la formación del gas hidrógeno se forma cloruro de cinc. Éste último puede ser utilizado para obtener carbonato de cinc. El carbonato de cinc es usado en la producción de diferentes productos químicos. Si 350 g de cinc al 90 % de pureza se tratan con una solución de ácido clorhídrico del 40 % en masa y densidad 1,198 g/mL:

- a) (5 %) Escriba la reacción química involucrada en la formación de hidrógeno gaseoso.
- b) (5 %) Se tiene 1L de solución de HCl al 40 % en masa. Calcule el volumen de solución de ácido clorhídrico que teóricamente se debe utilizar para que reaccione todo el cinc.
- c) (5 %) sabiendo que para asegurar la disolución completa del cinc se empleó un 25 % en exceso de ácido sobre el teóricamente calculado, ¿cuál fue la cantidad total de ácido empleado?
- d) (5 %) Calcule la molalidad de la solución de HCl empleada en este ensayo.

Masas molares: Zn = 65,4 g/mol, HCl = 36,5 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:

Etapa 1: Descomposición térmica del carbonato de calcio aproximadamente a 1000 °C, generando óxido de calcio y dióxido de carbono.

Etapa 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).

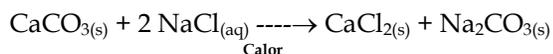
Etapa 3: El carbonato ácido de amonio obtenido en la etapa anterior, reacciona con cloruro de sodio acuoso permitiendo obtener NaHCO_3 y cloruro de amonio acuoso.

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.

Etapas 1 y 3 junto con el vapor de agua de la **Etapas 2 y 4** reaccionan entre sí para producir cloruro de calcio sólido y un hidróxido inorgánico.

Responda las siguientes preguntas:

- a) (5 %) Escriba las ecuaciones químicas balanceadas de cada etapa del proceso Solvay.
- b) (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% en masa?

- c) (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 cm³, calcule la cantidad **m³/día** de agua a esa temperatura que es necesaria para preparar la cantidad de salmuera requerida en el proceso.

Masas Molares: Na₂CO₃ = 106 g/mol, NaCl = 58,5 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.

- a) (5 %) Describa los cuatro números cuánticos (**n, l, m, s**) principales de un electrón de Cd ubicado en el orbital 3s², explique el procedimiento para obtenerlos.
- b) (5 %) Si un electrón se encuentra en el tercer nivel de energía, y en un orbital tipo d específicamente, ¿Cuál es el número total de electrones que hay en ese orbital si m = 1 y s = -1/2.

- c) (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.
- d) (5 %) Complete la siguiente tabla para otros metales.

Símbolo	Protones	Neutrones	Electrones	Carga
²⁰⁸ ₈₂ Pb				0
	31	38		+3
	52	75	54	

4. QUÍMICA Y ECONOMÍA

La esmeralda es una piedra preciosa de color verde, variedad del mineral denominado berilio, cuya fórmula es **Be₃Al₂Si₆O₁₈**. 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:

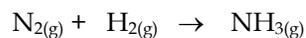
- a) (5 %) Los moles de berilio y el número total de átomos de oxígeno.
- b) (3 %) El número de quilates y el precio de la segunda esmeralda tallada más grande del mundo que se encuentra en Colombia y que posee un peso de 2.2 kg. **Dato: un quilate cuesta 260 USD.**
- c) (5 %) Porcentaje en masa de aluminio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

Masas molares: Be₃Al₂Si₆O₁₈ = 537 g/mol, Al = 27 g/mol, Si = 28 g/mol, Be = 9.0 g/mol

5. QUÍMICA Y CURIOSIDADES

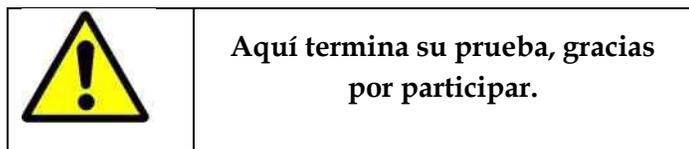
El amoníaco, sin duda uno de los compuestos más importantes de la industria química, se obtiene industrialmente mediante el proceso ideado en 1914 por Fritz Haber (1868-1934) en colaboración con el ingeniero químico Carl Bosch (1874-1940). La preparación de hidróxido de amonio y la obtención de urea son dos de sus muchas aplicaciones.

Reacción química (**no balanceada**)



- a) **(10 %)** ¿Qué volumen de amoníaco, medido en las condiciones del proceso (400 °C y 900 atm), se obtendría a partir de 270 litros de hidrógeno y 100 litros de nitrógeno, medidos en las mismas condiciones, si se sabe que el rendimiento de la reacción es del 70 %.
- b) **(10%)** ¿Cuántos litros de hidróxido de amonio, a una concentración del 28 % en masa y densidad 0,90 g/cm³, se podrán preparar con el amoníaco obtenido en el apartado anterior?

Masa molar NH₃ = 17 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: $M = \frac{n}{V}$ $n = \text{mol}$, $V = \text{volumen (L)}$