



**Prueba Final**  
7ª Olimpiada de Química  
Octubre 1 de 2015  
**GRADO 11**



Nombre: \_\_\_\_\_ D.I. \_\_\_\_\_

Colegio \_\_\_\_\_ Sede \_\_\_\_\_

- No comience a resolver el examen hasta que el docente lo autorice.
- El examen consta de seis (6) 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

En la joyería se emplea diversos metales preciosos como el oro. Estos dan gran durabilidad pero deben alearse para mejorar sus características mecánicas. Por ejemplo en el oro amarillo se tiene un 12.5 % de plata y 12.5 % de cobre. En Antioquia hay potencial de varios millones de toneladas de oro para ser exploradas, sin embargo, en la región hay aún entre 20 y 40 mil mineros artesanales que produjeron casi el 50 % de las 42 toneladas de oro producidas en el país, empleando para ello 130.4 toneladas de mercurio.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tomado del U. Nacional (histórico.unperiodico.unal.edu.co)

1. ¿Alrededor de cuántos kilos de mercurio emplearon los mineros artesanales para extraer un kilo de oro?

2. ¿El oro amarillo se considera un elemento, compuesto o mezcla? Justifique su respuesta. ¿Cuántas moles de cobre se requieren para obtener un collar de 15 g de oro amarillo? (PM Cu=63.5 g/mol)

4. El oro es resistente a muchos ácidos a excepción del agua regia (HNO<sub>3</sub>/HCl concentrados en una relación 1:3), ya que produce el ácido H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> y gases de NO<sub>2</sub>. Escriba la ecuación química balanceada que describe lo anterior.

5. Escriba la configuración electrónica del cobre (Z = 29) y explique cómo se puede predecir en qué periodo de la tabla periódica se encuentra.

### 2. QUÍMICA Y ECONOMÍA

Los fertilizantes son sustancias de origen inorgánico como el sulfato de amonio, producido a partir de amoníaco y ácido sulfúrico en medio acuoso. Dados sus altos costos de producción en Colombia, la compra de fertilizantes importados se incrementó en un 20 % llegando a una cifra de 415 mil toneladas en el primer trimestre de 2015. Esta situación es muy preocupante para los agricultores y requieren de manera urgente de procesos de producción más económicos.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Tomado del Ministerio de Agricultura (www.minagricultura.gov.co)

1. El amoníaco, NH<sub>3</sub>, a condiciones normales es un gas de olor característico e irritante. ¿Cuál es el volumen ocupado por 4 moles de amoníaco almacenado a condiciones normales de presión y temperatura? Dibuje una gráfica que permita describir el efecto que tendría el cambio en el volumen de NH<sub>3</sub> si incrementamos la presión manteniendo la temperatura constante.

2. En medio acuoso el amoníaco forma un equilibrio hacia la formación de hidróxido de amonio (NH<sub>4</sub>OH). Escriba la reacción balanceada para la obtención del (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, y calcule el volumen de solución de ácido 1 M que debe utilizar para preparar 10 g del fertilizante. Tenga en cuenta que el ácido es el reactivo limitante y el rendimiento de la reacción es de un 90 %. (PM N=14, O=16, H=1, S=32 g/mol).

3. Explique cómo prepararía 100 mL de una solución 1 M de ácido sulfúrico a partir de una solución concentrada del ácido al 98 %p/p. ¿Qué valor de pH espera medir en una solución de ácido 1 M? ¿Qué tipo de experimento le permitiría determinar con precisión la concentración del ácido diluido? (PM H=1, S=32, O=16 g/mol)

4. Dibuje la estructura de Lewis para el ácido sulfúrico y plantee una hipótesis del porqué de la fuerza ácida de este oxoácido en medio acuoso. Apóyese escribiendo la reacción de disociación del ácido sulfúrico en agua.

### 3. QUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE

La celda de combustible de hidrógeno es un dispositivo electroquímico que produce electricidad con una fuente continua de hidrógeno y oxígeno. Los vehículos de carga (GSE) en los aeropuertos como el de Los Angeles, USA, son movidos por estas celdas ya que el agua y el calor son los únicos subproductos de su operación, y disponen de una estación de abastecimiento de hidrógeno para proporcionar el combustible requerido por los GSE. Se espera que muy pronto el hidrógeno se convierta en el principal vector energético de los sistemas masivos de transporte.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Adaptado de Latinoamérica Renovable, 2014.

1. A qué hace referencia la frase “se convierta en el principal vector energético”. Dé otro ejemplo diferente al hidrógeno.

2. Abajo se muestra el diagrama de fases para el hidrógeno. ¿A qué temperatura podemos licuar el hidrógeno a 100 mil atmósferas de presión? Dar la respuesta en grados Celsius.

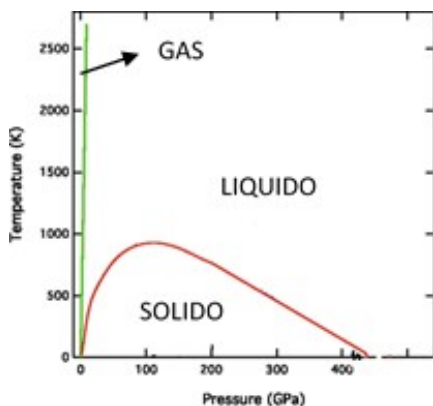
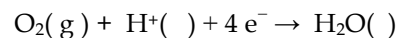
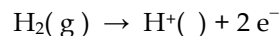


Figura 1. Diagrama de fases del H<sub>2</sub> (Adaptada de [www.experientiadocet.com](http://www.experientiadocet.com))

3. Las reacciones que se dan en la celda de combustible son:



Balancee la reacción y complete la información que debe ir entre los paréntesis. Dibuje la celda electroquímica (montaje experimental) e identifique para cada una de las dos semireacciones cuál se lleva a cabo en el ánodo (oxidación) y cuál en el cátodo (reducción).

4. Uno de los electrodos más comunes para este tipo de celdas es el plomo que en estado metálico sus átomos se organizan como se muestra en la figura.

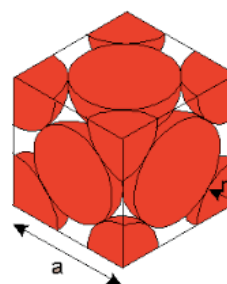


Figura 2. Celda unitaria del plomo

¿Cuántos átomos de plomo están contenidos en la celda centrada en las caras? Calcule el número de Avogadro si  $a = 4.95 \text{ \AA}$  y tiene una densidad de  $11.35 \text{ g/cm}^3$ . (PM Pb=207 g/mol).

### 4. QUÍMICA Y TECNOLOGÍA

La batería de ion litio almacena carga eléctrica con el uso de un electrolito de una sal de litio, en un proceso electroquímico reversible. En la actualidad el 70 % de las baterías recargables son de litio, y ahora se emplean diseños en estado sólido<sup>4</sup> que ofrecen tres veces la densidad de energía a menos de la mitad del costo kW/h. Toyota y General Motors han visualizado en este tipo de baterías un componente clave para los futuros vehículos eléctricos.

<sup>4</sup> Tomado de la web ([www.technologyreview.es](http://www.technologyreview.es))

1. El Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> es un sólido empleado en baterías de litio y se obtiene de la reacción de carbonato de litio, Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, y óxido de titanio, TiO<sub>2</sub>, en un horno a alta temperatura.

Diga cuantas moles de cada uno de los reactivos requiere pesar para obtener una mol de este compuesto.

2. A qué hace referencia la frase “ofrecen tres veces la densidad de energía a menos de la mitad del costo kW/h”.

3. Escriba la configuración electrónica del ion Li(I) ( $Z=3$ ), defina el número de electrones, protones y neutrones. ¿Existe un ion metálico estable más pequeño que el Li(I)? Justifique su respuesta.

4. ¿Con qué estados de valencia se encuentran los iones Li, Ti, y O en el sólido?

## 5. QUÍMICA Y SALUD

Los nanotransportadores son óxidos inorgánicos biocompatibles con dimensiones esféricas a partir de los 10 nm de diámetro dependiendo de la aplicación. Estos materiales tienen la habilidad de dirigirse a zonas específicas del cuerpo para liberar un determinado medicamento. Esta es una de las alternativas más promisorias para tratamientos contra el cáncer o el Alzheimer.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Adaptado del texto de Fernando Cáceres, Nanotecnología y salud.

1. ¿Qué implicaciones tiene en la salud que un compuesto sea declarado por las agencias responsables como biocompatible? Dé un ejemplo de una aplicación distinta al propuesto en el que se emplee un material biocompatible en medicina.

2. Un ejemplo de nanotransportador es la magnetita,  $Fe_3O_4$ . Proponga una reacción para su obtención a partir de una sal de hierro en medio básico.

3. Ordene de mayor a menor radio atómico/ iónico el Fe,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ? Justifique su respuesta.

4. Calcule el volumen de una partícula esférica de 10 nm de diámetro de magnetita. Compare su tamaño con el volumen promedio de una célula que tiene un diámetro promedio de 10 micrómetros. ¿Podría ver con sus ojos o manipular con sus manos una de estas partículas? Justifique su respuesta.

## 6. QUÍMICA E INDUSTRIA

En la tabla se muestran las cinco industrias químicas más grandes del mundo. Los valores están dados en miles de millones de dólares americanos. BASF por ejemplo es una compañía química que emplea a más de 110 mil personas alrededor del mundo, incluida Colombia.

PUESTO	COMPAÑÍA	PAÍS	VENTAS	UTILIDADES	ACTIVOS	VALOR DE MERCADO
1	BASF	Alemania	103,9	6,4	83,5	90,1
2	Saudi Basic Industries	Arabia Saudí	50,4	6,6	90,2	74,8
3	Bayer Group	Alemania	52,5	3,2	65,6	84,9
4	El du Pont de Nemours	Estados Unidos	35,3	2,8	49,7	46,6
5	Dow Chemical	Estados Unidos	56,8	1,2	69,6	40,7

Tomado de la revista FORBES. Mayo 2013.

1. Según la tabla, ¿qué porcentaje de utilidades presentó esta empresa respecto a la más grande?

2. Los protectores solares contienen ácido p-amino benzoico o benzofenonas. Dibuje la estructura química de estos dos compuestos.

3. ¿Cuál de los compuestos anteriores es obtenido a partir de la reacción de benceno y cloruro de benzoilo? Escriba la reacción química.

4. Dé una posible explicación del porqué este compuesto es resistente al agua y es buen absorbente de la radiación.



**Aquí termina su prueba, gracias por participar.**

### Anexo 1.

Densidad:  $d = \frac{m}{V}$        $m$  = masa,  $V$  = volumen

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

Ecuación de estado del gas ideal:  $PV = nRT$   
 $n$  = mol;  $R = 0.082 \frac{atm \cdot L}{mol \cdot K}$ ;  $T$  = Temperatura (K);  $P$  = presión (atm)

V de una esfera =  $\frac{4}{3} \pi r^3$

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

1 tonelada = 1000 kg

1 GPa =  $1 \times 10^9$  Pa.      1 atm =  $1 \times 10^5$  Pa.

K =  $273 + ^\circ C$

1 nanómetro (nm) =  $1 \times 10^{-9}$  m =  $1 \times 10^{-3}$  micrómetros ( $\mu m$ )