



**V OLIMPIADA HONDUREÑA DE QUÍMICA  
EXAMEN TEÓRICO  
CATEGORÍA ANTOINE LAVOISIER**

**Autores:** Fredy Rodríguez, Claudia Coca, Marcio Rodríguez, Adal Martínez, Ethan Marín, Wilmer Miranda, Saúl Soto Zúñiga y Adrián Gallardo Loya

**Código de participante:** \_\_\_\_\_ **Puntaje:** \_\_\_\_\_ /60

**INSTRUCCIONES PARA EL EXAMEN:**

1. Debes escribir **tu información** dentro del espacio indicado en esta primera página del examen. **NO debes escribir tu nombre** en ninguna parte del examen, únicamente escribe tu código.
2. Dispones de un periodo de **20 minutos** para **revisar** el exámen, después de este periodo cuentas con **CUATRO HORAS** para trabajar en los problemas. **No leas las preguntas** hasta que se indique el comienzo del periodo de revisión.
3. Durante los **20 minutos** del periodo de revisión **deberás leer el exámen en su totalidad**. Durante este periodo deberás **verificar que el exámen cuente con todas las 9 páginas de preguntas**, en caso de que falten páginas notifica a un supervisor. Verifica que el examen corresponda con tu **categoría** (**este es el examen de la categoría Antoine Lavoisier 7º, 8º y 9º, excepto 9º del sistema anglosajón**). En caso de tener **DUDAS** sobre los problemas debes solicitar la ayuda de un **supervisor**, que se comunicará con los autores de los ejercicios para ayudarte en caso de ser pertinente.
4. Realiza los **PROCEDIMIENTOS** de forma **ORDENADA** dentro de los **RECUADROS** correspondientes a cada problema, lo que se escriba fuera del recuadro **NO SE TOMARÁ EN CUENTA**. **Indica claramente el inciso** de cada pregunta que se responde, mostrando **tus procedimientos** y **CIRCULANDO tu RESULTADO FINAL**, el cual **debe** estar escrito con **TINTA**. La evaluación de preguntas con \* **tomará en cuenta el procedimiento**.
5. Los resultados numéricos carecen de significado si no tienen **UNIDADES**. Es **MUY IMPORTANTE** que indiques las **UNIDADES** en todas tus **RESPUESTAS** y **PROCEDIMIENTOS** para evitar la **CANCELACIÓN del PUNTAJE**.
6. Requieres utilizar una **calculadora científica NO programable** sin función de graficar. **Se decomisará cualquier calculadora con funciones no permitidas**. Usar **TABLAS PERIÓDICAS** ajenas a la incluida en el examen **NO** está permitido por ningún motivo.
7. **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. **No te detengas mucho tiempo en preguntas que no puedes resolver**.
8. Debes **DEJAR de trabajar** inmediatamente cuando se dé la señal de finalización. Cualquier demora en hacerlo puede resultar en **tu DESCALIFICACIÓN**.

## QUÍMICA ANALÍTICA, PROBLEMA 1: SUPERVIVENCIA ESPACIAL (15 puntos)

En el cuarto de control de la Estación Orbital Centroamericana, los jóvenes astronautas diseñan módulos para fabricar materiales que les permitan colonizar la superficie de Marte. Por parte del cuartel general les han ordenado el diseño de un módulo con un reactor para generar oxígeno, un módulo de generación de material de construcción, un módulo de síntesis de fertilizantes y un módulo de refinamiento de combustibles.



**Problema 1.1.** Para echar a andar el módulo de producción de oxígeno, el ingeniero Mauricio propuso traer a la misión 300 g de superóxido de potasio (  $\text{KO}_2$  ) para hacer experimentos de producción de oxígeno.

- a) Calcula la masa molar del  $\text{KO}_2$  .
- b) Calcula cuántos mol de  $\text{KO}_2$  hay en la muestra que trajo el ing. Mauricio.
- c) De acuerdo a la reacción que se postula en el recuadro, indica cuántos mol de  $\text{O}_2$  se pueden producir con 40 mol de  $\text{KO}_2$  .

<b>a) 1 punto</b>	<b>b) 1 punto</b>	<b>c) 1 punto</b> $4\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{KOH} + 3\text{O}_2$
_____ g/mol	_____ mol	_____ mol

**Problema 1.2.** El químico PhD. Wilmer descubrió un nuevo material al que llamó *cobblestone* el cual se fabrica calentando carbonato de calcio (  $\text{CaCO}_3$  ) junto con sílice (  $\text{SiO}_2$  ). Al calentar el  $\text{CaCO}_3$  con  $\text{SiO}_2$  se observa la formación de un sólido cristalino: el silicato de calcio (  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  ), componente básico del *cobblestone*; al mismo tiempo, se libera un gas invisible, el dióxido de carbono (  $\text{CO}_2$  ).

- a) Balancea la ecuación de reacción química.
- \*b) Se tiene una roca espacial la cual es compuesta 50%  $\text{CaCO}_3$  (100.09 g/mol) y 50%  $\text{SiO}_2$  (60.08 g/mol) por masa. Si fueran a reaccionar de acuerdo a la reacción anterior, indica cuál sería el reactivo limitante.

<b>a) 2 puntos</b>	<b>b) 2 puntos</b>
$\underline{\quad}\text{CaCO}_3 + \underline{\quad}\text{SiO}_2 \rightarrow \underline{\quad}\text{Ca}_2\text{SiO}_4 + \underline{\quad}\text{CO}_2$	El reactivo limitante es: _____

**Problema 1.3.** El químico PhD. Alexis hizo un reactor para producir amoniaco ( NH<sub>3</sub> ) a partir de nitrógeno ( N<sub>2</sub> ) e hidrógeno ( H<sub>2</sub> ). La reacción de este proceso es N<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub> → 2NH<sub>3</sub> .

\*a) PhD. Alexis quiere medir el rendimiento de este proceso, para lo cual le ingresó 6 mol de N<sub>2</sub> y 12 mol de H<sub>2</sub> al reactor, obteniéndose 100 g de amoniaco. Calcula el rendimiento porcentual.

b) Para preparar el fertilizante de amoniaco disuelve estos 100 g de NH<sub>3</sub> en agua, llegando a un volumen total de 5 L. Calcula la concentración molar de amoniaco en el fertilizante.

a) 2 puntos

El rendimiento porcentual es: \_\_\_\_\_ %

b) 2 puntos

La concentración molar de NH<sub>3</sub> es: \_\_\_\_\_ mol/L

\***Problema 1.4.** El ingeniero Kenneth diseñó una reacción para el módulo de combustibles, en la cual produce hidracina ( N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ) mediante la oxidación del amoniaco ( NH<sub>3</sub> ) que produce el PhD. Alexis. La oxidación se hace con el superóxido de potasio ( KO<sub>2</sub> ) del módulo de producción de oxígeno, formando la hidracina ( N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ), agua ( H<sub>2</sub>O ) e hidróxido de potasio ( KOH ).

Balancea la reacción por el método ión-electrón.

4 puntos



## QUÍMICA INORGÁNICA, PROBLEMA 2: SUELO ROJO (15 puntos)

En las montañas de Intibucá, los suelos rojizos se distinguen por su riqueza mineral. El intenso color proviene de la presencia de compuestos de hierro, mientras que la sílice, abundante en la región, aporta dureza y resistencia a la erosión. Estos minerales no solo dan identidad al paisaje, sino que también influyen en la agricultura, ya que modifican el pH del suelo, la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de retener agua. Comprender la naturaleza inorgánica de estos compuestos, su estructura electrónica, tipos de enlace, propiedades periódicas y clasificación, permite explicar cómo la química de los minerales se conecta directamente con la vida cotidiana de los habitantes y con la fertilidad de los valles de Intibucá.



**Problema 2.1.** El hierro ( Fe ) y el silicio ( Si ) son dos de los elementos más abundantes en los suelos rojizos. El primero se encuentra principalmente en forma de óxidos como la hematita (  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ), mientras que el segundo aparece como sílice (  $\text{SiO}_2$  ). Sus propiedades químicas están estrechamente relacionadas con su posición en la tabla periódica.

- a) Escribe la configuración electrónica completa del Si.
- b) Escribe la configuración electrónica abreviada del Fe.
- c) Identifica cuál de los dos compuestos ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{SiO}_2$ ) tiene mayor carácter iónico. Las electronegatividades de los elementos son: Si: 1.90, O: 3.50, Fe: 1.80.

<b>a) 1 punto</b>	<b>c) 1 punto</b>
<b>b) 1 punto</b>	

**Problema 2.2.** En los suelos rojos, esas sustancias se encuentran de manera natural en los minerales. Su correcta nomenclatura permite clasificarlos dentro de las sustancias inorgánicas y comprender mejor su comportamiento químico.

- a) Escribe el nombre Stock del  $\text{SiO}_2$ .
- b) Escribe el nombre Stock y el nombre tradicional del  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

<b>a) 1 punto</b>	<b>b) 2 puntos</b>

**Problema 2.3.** Durante procesos geológicos o antropogénicos de alta temperatura (por ejemplo, fusión parcial de suelos o tratamiento térmico de arcillas ricas en hierro en Intibucá), el SiO<sub>2</sub> y el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pueden reaccionar en diversas proporciones para dar lugar a silicatos de hierro.

- a) Identifica el estado de oxidación del hierro en el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> .  
 b) Propón la fórmula de dos silicatos de hierro distintos, el hierro debe tener el mismo estado de oxidación que el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> .

a) 1 punto

b) 2 puntos

**Problema 2.4.** En algunas regiones montañosas de Intibucá no solo aparecen suelos rojos ricos en hematita ( Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ), sino también zonas oscuras con presencia de magnetita ( Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ), un mineral que ha sido utilizado desde tiempos antiguos como pigmento y como imán por sus propiedades magnéticas.

- a) Indica los dos estados de oxidación del hierro que coexisten en Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> y cuántos tiene de cada uno.  
 b) Elabora las configuraciones electrónicas de ambos estados de oxidación indicando cómo se acomoda cada electrón en los orbitales. Rellena orbitales que están representados por guiones.

1 punto

2 puntos

Ión 1: 1s \_\_ 2s \_\_ 2p \_\_\_\_ 3s \_\_ 3p \_\_\_\_ 4s \_\_ 3d \_\_\_\_\_

Ión 2: 1s \_\_ 2s \_\_ 2p \_\_\_\_ 3s \_\_ 3p \_\_\_\_ 4s \_\_ 3d \_\_\_\_\_

\***Problema 2.5.** Los dos isótopos más comunes del hierro son el Fe-56 y Fe-54, con masas molares de 56 uma y 54 uma respectivamente. La masa molar promedio del hierro es 55.85 uma. Calcula el porcentaje de Fe-56 en la naturaleza.

3 puntos

### FISICOQUÍMICA, PROBLEMA 3: BAJO PRESIÓN (15 puntos)

En este preciso momento su cerebro trata de concentrarse al máximo, su sistema nervioso central está un poco alterado y su corteza suprarrenal sintetiza cortisol que lo pone un poco nervioso o nerviosa. El supervisor le entrega el examen, y no un examen cualquiera, uno desarrollado para que usted demuestre esas capacidades excepcionales que tiene. Usted se encuentra a una altura de 1700 m sobre el nivel del mar, en la cual la densidad del aire que está respirando es menor que la del aire que usted respira en su ciudad de origen, ya que usted se encuentra en la ciudad más alta de Honduras. Al abrir el examen y llegar a los problemas de fisicoquímica usted se percata de que los problemas tratan sobre su misma situación. Sintiéndose tenso el aire entre los estudiantes, usted se percata de que los problemas tratan de varias de las propiedades fisicoquímicas del aire, las afortunadamente cuales usted sí estudió en la forma de la ley de los gases ideales.



**Problema 3.1.** Uno de sus compañeros es proveniente del departamento de Islas de la Bahía, donde la elevación no supera la decena de metros sobre el nivel del mar. La presión atmosférica ahí es de 760 mmHg, que equivalen a 1 atm. En el camino el estudiante tomó un vuelo para llegar hasta Tegucigalpa, durante el cual se emitieron 4.00 toneladas de CO<sub>2</sub>.

- a) Calcule la cantidad de mol producidos de CO<sub>2</sub>, 1 tonelada = 1000000 g.  
 b) Usando la ley de los gases ideales, calcule el volumen que ocuparía esta cantidad de CO<sub>2</sub> en las Islas de la Bahía si se tiene una temperatura de 300 K.

<b>a) 2 puntos</b>	<b>b) 2 puntos</b> $P \times V = n \times R \times T$ R: 0.082 atm L / mol K
--------------------	--

**\*Problema 3.2.** Para calmarse, usted decide hacer ejercicios de respiración, ejercitando los pulmones; estos realizan un trabajo mecánico al expandirse contra la presión elástica de los tejidos y la presión del aire. Cuando usted inhala todo el aire que puede, sus pulmones ocupan un espacio de 6.0 L, mientras que después de exhalar, estos ocupan 1.2 L.

La presión del aire es de 82000 N/m<sup>2</sup>. Considere que 1000 L = 1 m<sup>3</sup>.

Calcule el trabajo mecánico (w) en J que necesitan hacer sus pulmones durante su respiración.

<b>2 puntos</b> $w = P \times \Delta V$ ΔV: diferencia de volumen
---

**Problema 3.3.** Después de hacer varios ejercicios de respiración usted confirma que en efecto, el aire tiene menos presión de lo que acostumbra. La temperatura del salón es de 18 °C y el aire que le rodea tiene una composición de 20% O<sub>2</sub> ( $M_{O_2}=0.032\text{kg/mol}$ ) y 80% N<sub>2</sub> ( $M_{N_2}=0.028\text{kg/mol}$ ).

a) Calcule la temperatura absoluta (en K) del salón. Recuerde que 0 °C = 273.15 K.

b) Calcule la masa molar promedio del aire ( $M_{\text{aire}}$ ) a partir de las masas molares del O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>.

\*c) Utilice la fórmula barométrica para calcular la presión atmosférica en Intibucá.

<b>a) 1 punto</b>	<b>b) 2 puntos</b> $M_{\text{aire}} = ( (M_{O_2} \times \%O_2) + (M_{N_2} \times \%N_2) ) \div 100$
<b>c) 2 puntos</b> $P = 1 \text{ atm} \times e^{-Z}$ $Z = (g \times M_{\text{aire}} \times h) \div (R \times T)$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ $h = 1700 \text{ m}$ $R = 8.314 \text{ J/mol K}$	

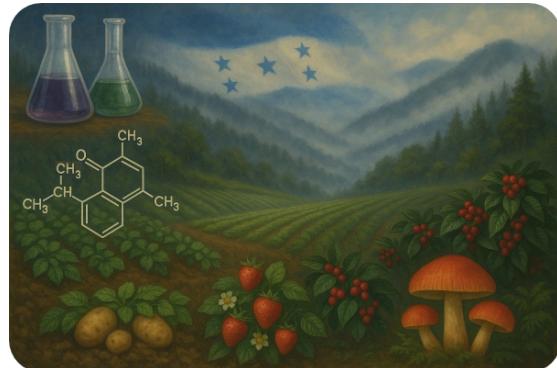
\***Problema 3.4.** El estrés del examen le ocasiona imaginar un planeta fantástico, donde el aire está compuesto únicamente de He y O<sub>2</sub> y este tiene una densidad de 2.050 g/L en las siguientes condiciones: P = 2 atm y T = 250 K.

Calcule la composición porcentual de O<sub>2</sub> del aire en este planeta.

<b>4 puntos</b>
-----------------

## QUÍMICA ORGÁNICA, PROBLEMA 4: QUE BONITO ES INTIBUCÁ (15 puntos)

Intibucá, tierra lenca de altura, combina tradición agrícola y riqueza natural. En sus valles se cultivan papa, fresa y café en microlotes, mientras en los bosques húmedos aparecen hongos silvestres que forman parte de la gastronomía local. Cada uno de estos productos encierra fenómenos de la química orgánica: en la fresa, ácidos que modifican la percepción sensorial; en la papa, glicoalcaloides que distinguen lo nutritivo de lo tóxico; en el café, reacciones de tueste que explican aromas; y en los hongos, compuestos que requieren espectroscopía para diferenciar lo comestible de lo peligroso.



**Problema 4.1.** El eteno es un hidrocarburo que fomenta la maduración de muchas frutas.

- Dibuja la estructura del eteno ( $C_2H_4$ ) e indica la hibridación de cada átomo de carbono.
- Indique cuántos enlaces sigma y cuantos enlaces pi tiene la estructura que dibujaste.
- Calcule la masa molar del eteno.

a) 1 punto	b) 1 punto	c) 1 punto
------------	------------	------------

**Problema 4.2.** En las frías alturas de Intibucá, las papas son fuente de nutrientes y de compuestos bioactivos. Además del almidón, en su almacenamiento pueden aparecer alcoholes, cetonas y alquinos, lo que exige aplicar rigurosamente la nomenclatura IUPAC y comprender cómo los grupos funcionales influyen en propiedades como la polaridad y la solubilidad.

- Usando las reglas de la IUPAC, nombre la molécula  $CH_3-C\equiv C-CH_2-OH$ .
- Dibuje la estructura de la pentan-2-ona, la cual tiene la fórmula química  $C_5H_{10}O$ .
- Dibuje un isómero estructural de la pentan-2-ona e indique su nombre IUPAC.

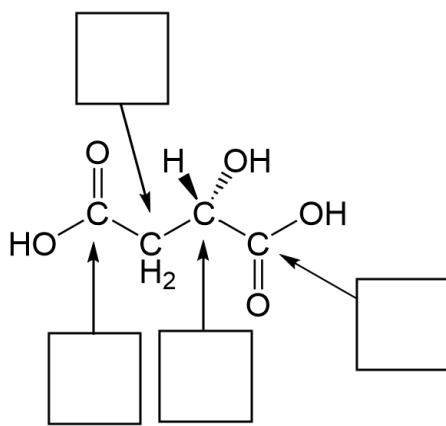
a) 1 puntos	b) 1 punto	c) 2 puntos
-------------	------------	-------------

**Problema 4.3.** Las fresas deben parte de su sabor al ácido málico cuya estructura se muestra en el recuadro. El ácido málico es una molécula que existe en dos formas enantioméricas. Aunque son químicamente similares, difieren en la disposición espacial de sus átomos, lo que influye en el sabor y en su papel biológico.

a) Indique la hibridación de cada átomo de carbono, esta puede ser  $sp$ ,  $sp^2$  o  $sp^3$ .

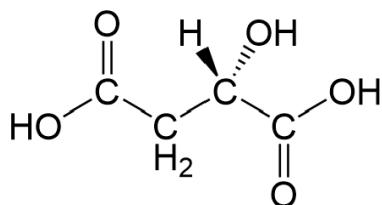
b) Circule el átomo asimétrico e indique su configuración.

a) 1 punto



b) 2 puntos

Circula el átomo asimétrico:



El átomo asimétrico tiene configuración:

R    S    E    Z    D    L

**Problema 4.4.** En los cafetales de Intibucá, el tueste del café desencadena reacciones químicas que transforman el grano verde en los compuestos de aroma que caracterizan una taza de café. En este proceso y en el manejo agrícola aparecen fenómenos de reactividad fundamentales: adiciones a alquenos en la industria de resinas y eliminaciones de tipo  $E_2$  en residuos de pesticidas halogenados.

a) Considere la reacción del 2-metilbut-2-eno con HBr, realizada en un disolvente polar. Indique el producto mayoritario formado.

b) El 3-bromo-3-metilpentano reacciona con NaOEt/EtOH a 70 °C. Escriba los dos alquenos que se obtienen como producto e indique cuál es que se forma en mayor proporción.

a) 2 puntos

b) 3 puntos