

---

26<sup>a</sup> OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA  
15 DE AGOSTO DE 2017  
CERTAMEN INTERCOLEGIAL – NIVEL 1

---

Utiliza la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. A menos que se indique lo contrario, puedes suponer que las sustancias en estado gaseoso se comportan idealmente.

---

**EJERCICIO 1.**

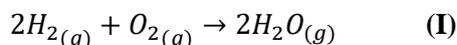
Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados solamente por átomos de carbono e hidrógeno. La mayoría de los hidrocarburos naturales se encuentran en depósitos de petróleo crudo y tienen numerosas aplicaciones como combustibles. Un análisis de dos hidrocarburos **A** y **B** mostraron las siguientes composiciones porcentuales en masa para **A**: 84,13% de C y 15,87% de H, y para **B**: 84,42% de C y 15,58% de H:

- (a) ¿Cuál es la fórmula molecular de los hidrocarburos **A** y **B** si sus masas molares son  $114,23 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  y  $142,29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , respectivamente?
- (b) Indica si las siguientes afirmaciones son **correctas** o **incorrectas** y provee la información adicional que se pide en cada caso:
- El butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ) tiene mayor punto de ebullición que el hexano ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ) y menor que el pentano ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ).  
*Justifica brevemente tu respuesta. Si la consideraste incorrecta, ordena los tres compuestos según su temperatura de ebullición creciente.*
  - El  $\text{CO}_2$  es un óxido básico mientras que el  $\text{K}_2\text{O}$  es un óxido ácido.  
*Justifica tu respuesta incluyendo las ecuaciones químicas que representan a las reacciones de cada uno de los dos óxidos con agua.*
  - De los siguientes elementos del segundo período de la tabla periódica: C, B, Li, O, F y Be, el que presenta mayor energía de ionización es el Li por ser el elemento de menor radio atómico.  
*Justifica tu respuesta. Si la consideraste incorrecta, ordena los elementos según su energía de ionización creciente.*
- 

**EJERCICIO 2.**

Las celdas de combustible consisten en dispositivos electroquímicos que generan electricidad directamente a partir de reacciones químicas. El funcionamiento es similar al de una batería pero están diseñadas para permitir el abastecimiento continuo de reactivos, lo que permite generar energía de manera ininterrumpida.

Estas celdas resultan muy prometedoras desde el punto de vista ambiental ya que el proceso electroquímico que tiene lugar es de alta eficiencia y se obtienen solamente productos ambientalmente benignos. En particular, en la celda de combustible de hidrógeno, en donde se combinan hidrógeno y oxígeno, solamente se obtiene agua como producto (Ecuación I).



A fin de utilizar una celda de combustible de hidrógeno a nivel industrial, es necesaria la producción continua de hidrógeno para abastecer la misma. Una manera de producir hidrógeno a gran escala es la reacción de combustibles de hidrocarburos (vistos en el Ejercicio 1), como el hexano ( $C_6H_{14}$ ), con vapor de agua para dar  $H_2$  y  $CO_2$  (Ecuación II).



- (a) Sabiendo que la celda trabaja a 1,5 atm de presión y 175 °C, que el flujo de hidrógeno gaseoso necesario para abastecer la celda de combustible es de 650 mL/min, y que el rendimiento de la reacción (II) es de 92% calcula:
- el volumen de hidrógeno gaseoso (en L) necesario para abastecer la celda durante 24 horas.
  - el volumen de vapor de agua (en L) necesario para el abastecimiento de la celda durante el mismo tiempo.
  - el volumen (en  $cm^3$ ) de hexano ( $\delta = 0,65 \text{ g/cm}^3$ , pureza 98%) necesario para el abastecimiento de la celda durante el mismo tiempo.

---

### EJERCICIO 3.

Un estudio realizado en la universidad de Nüremberg, Alemania, determinó que los autos de la empresa Roksgaven emitían hasta 40 veces más cantidad de óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) que lo declarado. Los óxidos de nitrógeno como el  $NO$  y el  $NO_2$  son sumamente peligrosos para la contaminación del aire, dado que contribuyen al smog, a la lluvia ácida por formación de  $HNO_3$ , y a la formación de ozono ( $O_3$ ) en la tropósfera.

- Indica los estados de oxidación del nitrógeno en  $NO$ ,  $NO_2$  y  $HNO_3$ .
- Dibuja las estructuras de Lewis para  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3^-$  y  $O_3$ . En caso de existir, dibuja las estructuras resonantes correspondientes.
- ¿Cuál/cuáles de esta/s especie/s es un “radical libre” (presenta un electrón desapareado)?
- Predice la geometría molecular de las estructuras anteriores según la TREPEV.
- Estima el valor aproximado del ángulo de enlace  $O-\hat{O}-O$  en el ozono.

---

Datos útiles:  $R = 0,082 \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ atm} = 760 \text{ torr} = 101325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$ ;  $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$ ;  $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$ .