

---

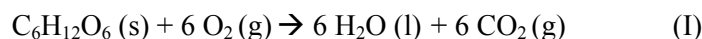
23<sup>a</sup> OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA  
1 DE OCTUBRE DE 2013  
CERTAMEN ZONAL – NIVEL 1

---

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.** La respiración celular es un conjunto de reacciones metabólicas que convierte la energía almacenada en las moléculas de alimento en energía útil para otros procesos biológicos que mantienen la vida. Aunque la glucosa no sea la única molécula orgánica oxidada por las células, la reacción global del proceso respiratorio puede ser simplificada mediante la siguiente ecuación:



Cuando se realiza un ejercicio intenso, la concentración de oxígeno disminuye drásticamente en el músculo. Por este motivo, la glucosa se metaboliza en forma anaeróbica (en ausencia de  $\text{O}_2$ ), generando ácido láctico y liberando una cierta cantidad de energía:



(a) A partir de la entalpía de combustión de la glucosa, calcula cuánta energía se libera (por g de glucosa) durante el metabolismo aeróbico.  $\Delta_c H^\circ (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{s}, 310 \text{ K}) = -2872 \text{ kJ mol}^{-1}$

(b) Conociendo además la entalpía de combustión del ácido láctico, calcula cuánta energía se libera en el músculo (por g de glucosa) durante el metabolismo anaeróbico.  $\Delta_c H^\circ (\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3, \text{s}, 310 \text{ K}) = -1377 \text{ kJ mol}^{-1}$

(c) Calcula la cantidad de  $\text{O}_2$  necesario (en moles) para metabolizar 40,00 g de glucosa en condiciones aeróbicas.

(d) Si el aire que respiramos contiene un 20,0 % v/v de  $\text{O}_2$  y la capacidad pulmonar de un individuo promedio es 4,50 L, calcula cuántos ciclos de respiración (inhalación y exhalación) serán necesarios como mínimo para satisfacer las demandas de oxígeno requeridas para metabolizar los 40,00 g de glucosa del ítem c. Ten en cuenta que la temperatura corporal promedio es 36,5 °C.

*Nota: Si no pudiste calcular el ítem c, considera que se requiere 1,00 mol de  $\text{O}_2$  para metabolizar 40,00 g de glucosa en condiciones aeróbicas.*

---

**EJERCICIO 2**

El ácido láctico generado en el músculo causa fatiga muscular y calambres. Un equipo de investigadores interesados en estudiar el metabolismo de la glucosa durante el ejercicio anaeróbico (ver Ejercicio 1), realiza experimentos con fibras musculares de rata. Para ello, se extrae la cantidad de ácido láctico generado en 5,330 g de fibras musculares y se diluye en agua hasta un volumen total de 50,00 mL (solución A).

Se toman 25,00 mL de la solución A y se agregan 0,2040 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . La solución resultante es básica y requiere 17,45 mL de solución de HCl 0,0980 M para su neutralización.

(a) Calcula el volumen de ácido clorhídrico concentrado ( $\delta = 1,19 \text{ g/mL}$ ; 37,0% p/p) que será necesario para preparar 500 mL de la solución de HCl 0,0980 M.

(b) Con el agregado de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  se observa la evolución de burbujas, que se atribuyen a la formación de  $\text{CO}_2$  (g). Sabiendo que el ácido láctico es un ácido monoprótico, escribe la ecuación química que representa a la reacción entre el ácido láctico en solución y el carbonato de sodio agregado.

(c) Calcula la masa de ácido láctico generada en la fibra muscular y exprésala como mg de  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  / g de fibra muscular.

El ácido láctico ( $K_a = 1,4 \cdot 10^{-4}$ ) liberado por el músculo durante el ejercicio intenso es transformado en el hígado en ácido pirúvico ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ ), un ácido monoprótico ( $K_a = 3,2 \cdot 10^{-3}$ ). Marca en cada uno de los siguientes ítems la/s respuesta/s que consideres correcta/s. Justifica adecuadamente tu elección.

(d) Si se preparan dos soluciones 0,100 M de cada uno de los ácidos:

- i- Tendrán el mismo pH, dado que ambos ácidos son monopróticos y de igual concentración.
- ii- La solución de ácido pirúvico tendrá un pH menor ya que este ácido tiene una constante de acidez mayor.
- iii- La solución de ácido láctico tendrá un pH menor ya que se trata de un ácido más fuerte que el ácido pirúvico.
- iv- Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

(e) Si se preparan dos soluciones disolviendo 1,000 g de cada uno de los ácidos en 100,00 mL de agua:

- i- Se necesitará igual volumen de solución de NaOH 0,500 M para neutralizar completamente a ambas soluciones.
- ii- Se necesitará mayor volumen de solución de NaOH 0,500 M para neutralizar completamente la solución de ácido pirúvico ya que se trata de un ácido más fuerte que el ácido láctico.
- iii- Se necesitará mayor volumen de solución de NaOH 0,500 M para neutralizar completamente la solución de ácido láctico ya que su constante de acidez es menor.
- iv- Ninguna de las opciones anteriores es correcta.

---

### EJERCICIO 3

El  $\text{NO}_2$  gaseoso reacciona con  $\text{F}_2$  generando fluoruro de nitrilo, un compuesto gaseoso de fórmula  $\text{FNO}_2$ . Por otra parte, el  $\text{FNO}_2$  gaseoso reacciona con trifluoruro de boro,  $\text{BF}_3$ , generando un compuesto sólido de fórmula  $\text{NO}_2\text{BF}_4$ . Se tiene evidencia de que este último es un compuesto iónico, formado por cationes  $\text{NO}_2^+$  y aniones  $\text{BF}_4^-$ .

(a) Dibuja una estructura de Lewis que describa los enlaces químicos en las especies  $\text{FNO}_2$ ,  $\text{BF}_3$  y  $\text{NO}_2\text{BF}_4$ .

(b) Indica cuál es la geometría molecular de  $\text{BF}_3$ ,  $\text{BF}_4^-$  y  $\text{NO}_2^+$ , en base a la TREPEV.

(c) El sólido  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  es soluble en agua y una solución acuosa de este compuesto es fuertemente ácida. Escribe una ecuación química que represente la reacción que ocurre al disolver  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  en agua. *Nota: el anión  $\text{BF}_4^-$  es estable en solución acuosa.*

---

**Dato:**

$$R = 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$