
26ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
5 DE OCTUBRE DE 2016
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. El litio es un metal blando de color plateado que posee una densidad extremadamente baja. Al igual que otros metales alcalinos, el litio puro es altamente inflamable y ligeramente explosivo cuando se expone al aire o al agua. Por este motivo, en la naturaleza no se lo encuentra libre como metal. Uno de los compuestos más importantes es el óxido de litio, Li_2O , ampliamente utilizado en la fabricación de esmaltes cerámicos.

(a) Calcula la entalpía de la reacción de formación de óxido de litio: $2 \text{Li}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Li}_2\text{O}(\text{s})$

Datos:

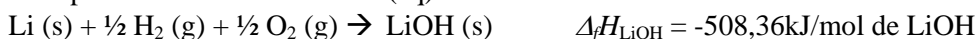
Entalpía de la siguiente reacción a 298 K:



Entalpía de formación de $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ a 298 K:



Entalpía de formación de $\text{LiOH}(\text{aq})$ a 298 K:



(b) La entalpía de formación de óxido de litio también puede medirse experimentalmente, haciendo reaccionar $\text{Li}(\text{s})$ con cantidad suficiente de oxígeno en un pequeño recipiente colocado en un baño de agua. Calcula por este método la entalpía de formación de óxido de litio, a partir de los datos del experimento:

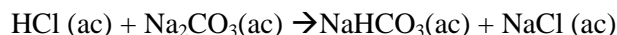
- Temperatura inicial del agua del baño y del recipiente: $23,55^\circ\text{C}$
- Temperatura final del agua del baño y del recipiente: $26,83^\circ\text{C}$
- Capacidad calorífica del recipiente: $1,38 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Masa del recipiente: 20,15 g
- Capacidad calorífica del agua: $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Masa de agua en el baño: 500,0 g
- Masa de litio metálico: 161,4 mg

EJERCICIO 2. Se quiere valorar (conocer la concentración exacta) de una solución de HCl que fue preparada disolviendo 5,00 mL de solución concentrada de HCl en agua hasta enrasar un matraz de 250 mL.

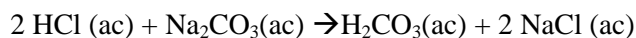
Para ello se pesa una cantidad de carbonato de sodio, Na_2CO_3 , en un recipiente adecuado, se agrega un indicador (que permite visualizar el punto en el cual la reacción de neutralización se completa) y se agrega gota a gota la solución de HCl hasta observar un cambio de color en el indicador.

El punto final detectado en la neutralización depende del indicador utilizado.

En el caso de utilizar *Fenolftaleína* como indicador, la reacción de neutralización es la siguiente:



En el caso de utilizar *Naranja de metilo* como indicador, la reacción de neutralización es la siguiente:



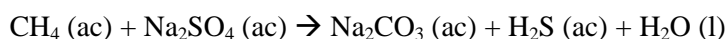
- (a) Este procedimiento se realiza dos veces, empleando los distintos indicadores. Calcula la concentración exacta de la solución de HCl a partir de los datos de las titulaciones resumidos en el siguiente cuadro:

<i>Titulación N°</i>	<i>Indicador</i>	<i>Masa de Na₂CO₃</i>	<i>Volumen de solución de HCl</i>
1	<i>Fenolftaleína</i>	543,4 mg	22,00 mL
2	<i>Naranja de metilo</i>	227,2 mg	18,40 mL

- (b) Sabiendo que la densidad de la solución concentrada de HCl empleada para preparar el HCl diluido es 1,18 g/cm³, calcula su concentración expresada como % p/p. *Nota: si no pudiste resolver el ítem a supón que la concentración de la solución de HCl diluido es 0,20 M.*
- (c) Durante la reacción de neutralización se observa la formación de burbujas. ¿A qué reacción química puede atribuirse la formación de un producto gaseoso? Escribe una ecuación química que represente dicho proceso.

EJERCICIO 3. La mayor extinción ocurrida en la Tierra sucedió hace aproximadamente 250 millones de años. Desaparecieron aproximadamente el 95 % de las especies marinas y el 70 % de las especies de vertebrados terrestres.

Una de las hipótesis que podría explicar esta catástrofe natural involucra la liberación de sulfuro de hidrógeno (H₂S) en los océanos, generado por ciertas bacterias anaeróbicas. Este proceso puede representarse mediante la siguiente ecuación química:



Nota: Si bien tanto el metano como el sulfuro de hidrógeno son gases en condiciones normales de presión y temperatura, en pequeñas concentraciones pueden encontrarse disueltos en agua.

Si se produce una cantidad suficiente de H₂S, éste sube a la atmósfera. Así, los niveles de H₂S, tóxico para la mayoría de los seres vivos, aumentarían drásticamente en unos pocos cientos de años.

- (a) Supón por un momento que existe una fuente ilimitada de metano. Sabiendo que la concentración de sulfato de sodio en el agua de mares y océanos es 0,028 M, calcula la cantidad de H₂S que puede producirse, expresándolo como gramos de H₂S por litro de agua.
- (b) La concentración promedio de metano disuelto en agua es 3,44 μmoles/m³. Sabiendo que 1 μmol equivale a 10⁻⁶ moles y que 1 litro equivale a 1 dm³, calcula la concentración de metano disuelto expresada como moles.L⁻¹.
- (c) Vuelve a calcular la concentración de H₂S en moles.L⁻¹ generado en el agua, teniendo en cuenta la concentración de sulfatos 0,028 M y la concentración real de metano disuelto (calculada en el ítem b). *Nota: si no pudiste calcular la concentración de CH₄ disuelto, considera que es 4.10⁻⁹ M.*

- (d) Para especies que se encuentran en muy baja concentración, como por ejemplo el H₂S en aire, se utiliza como unidad de medida la "parte por millón" o ppm. En nuestro caso, 1 ppm de H₂S es equivalente a una concentración de H₂S de 1 g en 1.000.000 g de aire.

Sabiendo que la concentración letal de H₂S (g) en la atmósfera es de 500 ppm y suponiendo que el aire limpio está formado por 80% N₂ y 20% O₂ (en moles), calcula cuál sería el porcentaje (en moles) de H₂S (g) que corresponde a esta concentración letal (500 ppm). Considera que la atmósfera contaminada está compuesta exclusivamente por N₂, O₂ y H₂S y que su presión total es 1,00 atm.

- (e) A partir de lo calculado en el ítem d, calcula la presión (expresada en atmósferas) que deberá alcanzar el H₂S (g) para resultar letal (es decir, llegar a una concentración de 500 ppm).

Nota: Si no pudiste calcular el % H₂S (g) en la atmósfera que corresponde a 500 ppm, considera que es 0,05 %.

- (f) Parte del H₂S se encontrará disuelto en agua y otra parte será liberado a la atmósfera. La cantidad de H₂S disuelta en agua está relacionada con la presión del H₂S gaseoso en la atmósfera a partir de la denominada "constante de Henry" para este gas en agua, la cual relaciona la concentración del gas disuelto en el agua (C_{ac}) y la presión parcial del gas en el ambiente (p):

$$K_{Henry, H_2S} = \frac{C_{ac}}{p}$$

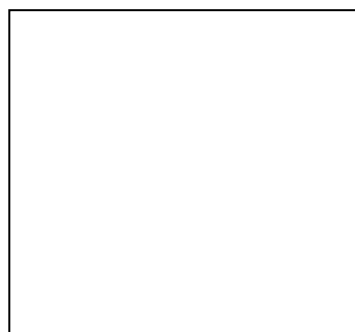
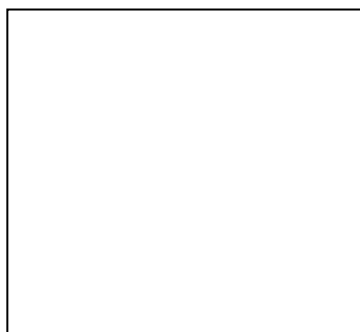
$$K_{Henry, H_2S} = 0,087 M \cdot atm^{-1}$$

A partir de estos datos, calcula la concentración de H₂S que debería haber disuelta en el agua para que se alcance una concentración letal en la atmósfera.

Nota: Si no pudiste calcular la presión que debe alcanzar el H₂S en la atmósfera para resultar letal, considera que es $6 \cdot 10^{-4} atm$.

EJERCICIO 4.

Escribe una estructura de Lewis aceptable para cada una de estas especies: ClO₄⁻ (anión perclorato) y NH₄⁺ (catión amonio).



Predice la geometría molecular de cada una de las especies del ítem a en base a la Teoría de Repulsión Entre Pares de Electrones de Valencia (TREPEV).

DATOS R = 0,082 L atm K⁻¹ mol⁻¹; 1 atm = 1,013 bar