



32^a OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
17 DE AGOSTO DE 2022
CERTAMEN INTERCOLEGIAL – NIVEL 1
EXAMEN

Utilizá la información de tu tabla periódica para obtener los datos atómicos que consideres necesarios. Podés suponer que las sustancias en estado gaseoso se comportan idealmente.

$R = 0,082 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. $0 \text{ }^\circ\text{C} \equiv 273,15 \text{ K}$.

Nota: los distintos ítems de este examen no están relacionados entre sí. Si por algún motivo no podés resolver alguno de ellos, **continúa con el siguiente**.

Ejercicio 1 (30 Puntos)

a) La composición porcentual del aire expresada en volumen es: 78,08 % N_2 ; 20,95 % O_2 ; 0,93 % Ar; 0,036 % CO_2 . Calcular las presiones parciales de los cuatro gases cuando la presión barométrica es 1 atm.

b) La composición porcentual del aire exhalado es distinta de la del aire ordinario. Un análisis típico de aire exhalado llevado a cabo a $37 \text{ }^\circ\text{C}$ y 1 atm arrojó una composición en volumen de: 74,2 % N_2 ; 15,2 % O_2 ; 5,9 % H_2O ; 3,8 % CO_2 ; 0,9 % Ar.

i – ¿Cuánto exceso de CO_2 hay en el aire exhalado respecto del aire ordinario? En otras palabras, ¿cuál es el cociente entre la presión parcial de CO_2 en el aire exhalado respecto de la del aire ordinario? Nota: si no pudiste resolver el ítem (a), considerá que la presión de CO_2 en el aire ordinario es $3 \times 10^{-4} \text{ atm}$.

ii – Calcular la densidad del aire exhalado en g L^{-1} .

iii – Marcar con una X las afirmaciones que consideres correctas.

| | |
|---|--|
| La densidad del aire exhalado debería ser mucho mayor a la del aire ordinario pues la primera contiene mayor porcentaje de argón, que es un gas más pesado. | |
| La densidad del aire exhalado debería ser mucho menor a la del aire ordinario pues la primera contiene una importante cantidad de agua gaseosa, que es muy liviana. | |
| No pueden compararse las densidades sin efectuar cálculos ya que el aire exhalado contiene mayor porcentaje de algunos gases que son más pesados pero también mayor porcentaje de otros que son más livianos. | |
| Ninguna de las opciones anteriores es correcta. | |

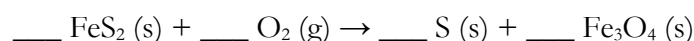


Ejercicio 2 (40 Puntos)

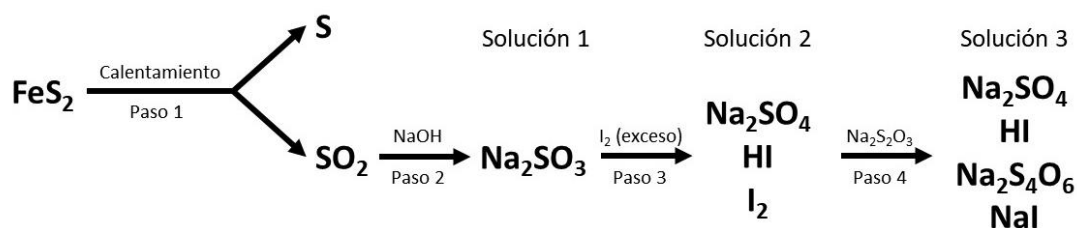
(Adaptado de la 54ta Olimpiada Internacional de Química, Tianjin, China, 2022)

El azufre se utiliza en síntesis química y en la industria farmacéutica como materia prima de bajo costo. Una de las principales fuentes utilizadas para la obtención industrial de azufre es el mineral pirita (FeS_2).

a) Por calentamiento de pirita en presencia de oxígeno se obtienen azufre elemental y un óxido de hierro (Fe_3O_4). Completar el balanceo correspondiente a la ecuación para esta reacción.



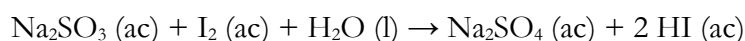
Además del azufre, en este proceso se genera una pequeña cantidad de dióxido de azufre como producto no deseado. Para determinar el rendimiento de producción de azufre se lleva a cabo el procedimiento esquematizado en la siguiente figura:



El polvo de FeS_2 se calienta en un horno, generándose principalmente S y una pequeña cantidad de SO_2 (Paso 1). El SO_2 (que es un óxido ácido) se burbujea en una solución acuosa de NaOH, donde es capturado formando una sal, el sulfito de sodio (Paso 2).

b) Escribir la ecuación balanceada para la reacción que describe el Paso 2.

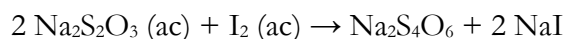
Al completarse la reacción, se toma esta solución, que contiene todo el SO_2 generado (en forma de Na_2SO_3) (**solución 1**), y se añaden 50,00 mL de una solución de I_2 0,05122 M, teniendo lugar la siguiente reacción (Paso 3):



c) Calcular la cantidad de moles de I_2 añadidos.



En esta reacción el reactivo limitante es el Na_2SO_3 , por lo que una cierta cantidad de I_2 permanece sin reaccionar. La solución resultante (**solución 2**) se *titula* con una solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ para determinar la cantidad de I_2 presente. Este procedimiento consiste en agregar un compuesto que reacciona específicamente con el I_2 hasta que se observa un cambio de color que indica que la reacción se ha completado, es decir, que el I_2 se ha consumido por completo (Paso 4):



De esta manera, se determina la cantidad de I_2 en exceso durante el Paso 3, es decir, aquella que **no ha reaccionado** con Na_2SO_3 .

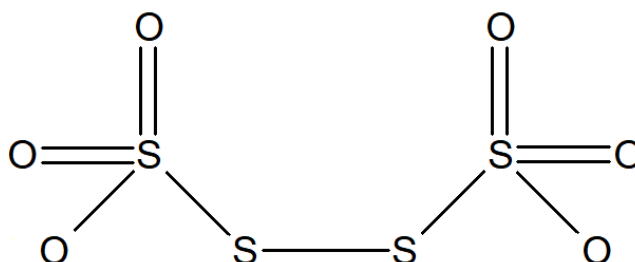
d) Sabiendo que en esta última reacción (Paso 4) se consumieron **18,47 mL** de una solución **0,1012 mol L⁻¹** de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, calcular:

- i – La cantidad de moles de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ añadidos.
- ii – La cantidad de moles de I_2 que reaccionaron en el Paso 4.
- iii – La cantidad de moles de I_2 que reaccionaron con Na_2SO_3 en el Paso 3.

e) Sabiendo que a partir de la muestra de FeS_2 se obtuvieron 17,6 g de azufre elemental en el Paso 1, calcular qué porcentaje del azufre en la pirita se perdió como SO_2 .

Ejercicio 3 (30 Puntos)

- a) Representá las estructuras de Lewis del I_2 y del CO_2 .
- b) El azufre, al igual que otros elementos del tercer período en adelante, puede adoptar en sus compuestos más de 8 electrones de valencia. En la siguiente figura se representa una estructura de Lewis para el anión *tetrationato*, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ en la que sólo faltan los pares de electrones libres sobre los distintos átomos:





ii – Completar la estructura con los pares de electrones libres faltantes sobre cada átomo. Podés representar cada par con una línea (–).

iii – Indicar con una X la cantidad de estructuras de resonancia **totales** equivalentes que se requieren para describir adecuadamente esta especie:

| | |
|---|--|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 6 | |
| 9 | |

c) Marcar con una X las afirmaciones que consideres correctas respecto de los radios atómicos de los siguientes elementos: C, N, O, Ar.

| | |
|---|--|
| $r(\text{C}) < r(\text{N}) < r(\text{O})$ | |
| $r(\text{C}) > r(\text{N}) > r(\text{O})$ | |
| El radio del Argón es mayor al de todos los otros elementos. | |
| El radio del Argón es menor al de todos los otros elementos. | |
| No puede establecerse con facilidad el orden de los cuatro radios atómicos ya que las tendencias al moverse en el grupo y en el período son opuestas. | |