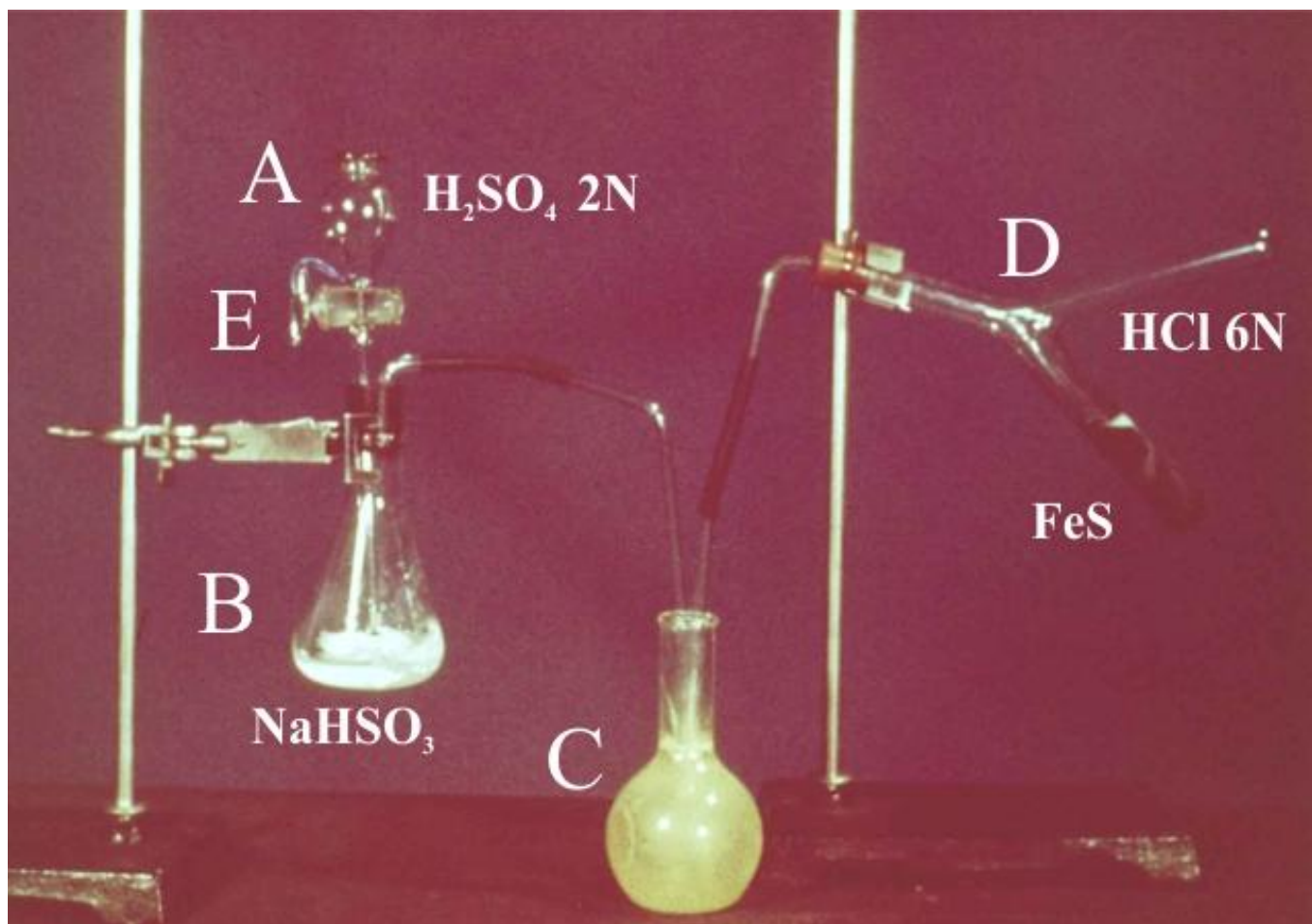


PROBLEMAS VISUALES DE QUÍMICA

PVQ13-1*



Fotografía 1

En A se disponen 10 mL de ácido sulfúrico 2N, mientras que en B, la cantidad suficiente de hidrógenosulfitosódico. Por otra parte en D, se hacen reaccionar ácido clorhídrico 6N, con la cantidad suficiente de sulfuro ferroso, simultáneamente, se abre la llave E, produciéndose dos reacciones en B y D, que liberan gases que al encontrarse en C, reaccionan entre sí produciendo un sólido amarillo.

Se pregunta:

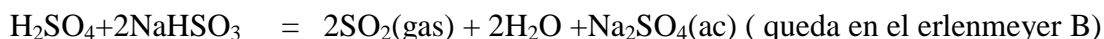
- Formule las reacciones que tienen lugar, ajustándolas e indicando su naturaleza ¿Qué especie química es el sólido amarillo que aparece en C?
- Los gramos del depósito formado en C, suponiendo que reaccionen los 10mL. de ácido sulfúrico de A.
- El volumen mínimo del ácido clorhídrico necesario, suponiendo que el rendimiento de la reacción que ocurre en D, sea del 80%

DATOS:

Masas atómicas: S:32 ; O:16, Cl; 35,5; H:1

SOLUCIÓN

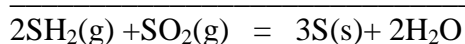
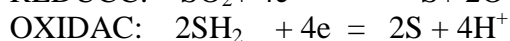
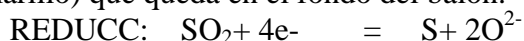
La reacción en B, es de doble desplazamiento; el ácido sulfúrico, desplaza al sodio(I), del hidrogeno sulfito, produciendo dióxido de azufre gas, que pasa por el tubo hasta el balón C.



La reacción en D, también es de desplazamiento, el ácido clorhídrico desplaza al hierro del sulfuro ferroso



La tercera reacción, ocurre en el balón C, es una reacción redox, el sulfuro de hidrógeno gas reduce al dióxido de azufre hasta azufre (sólido amarillo) que queda en el fondo del balón.



Por lo tanto el sólido que aparece en el balón C, es azufre.

b) Según la estequiometría de la reacción, por cada mol de ácido sulfúrico se producen dos de dióxido de azufre, que en C, si el rendimiento fuera del 100%, darían lugar a 6 moles de azufre.

Moles de ácido sulfúrico :

$$N = \frac{2\text{Eq}}{L} = M \cdot \frac{2\text{Eq}}{\text{mol}}; \quad M = 1 \frac{\text{mol}}{L} \quad n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 10\text{mL} \cdot \frac{1\text{mol}}{L} \cdot \frac{1L}{1000\text{mL}} = 0,01 \text{ mol} .$$

Por lo tanto se producirán $n_s = 0,01 \text{ mol}_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{6\text{mol}_s}{1\text{mol}_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = 0,06 \text{ mol}$; $g_s = 0,06 \text{ mol} \cdot \frac{32\text{g}}{\text{mol}} = 1,92\text{g}$

c)

Por cada mol de H_2SO_4 , se producirían 2 de SO_2 , que necesitarían 4 de SH_2 , que a su vez requerirían 8 de HCl (reacción en D), si la reacción tuviera un rendimiento del 100%. Como su rendimiento es del 80%, serán necesarios $8/0,8=10$ moles de HCl .

$$n_{\text{HCl}} = 0,01 \text{ mol}_{\text{H}_2\text{SO}_4} \frac{10\text{molHCl}}{1\text{molH}_2\text{SO}_4} = 0,1; \quad 6 \frac{\text{Eq}}{L} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{Eq}} = \frac{0,1\text{mol}}{V}; \quad V=0,0166L$$

PVQ13-2. BROMO Y ACEITE DE OLIVA*



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3

La fotografía 1 es un erlenmeyer que contiene una disolución acuosa de bromo y que presenta un color marrón rojizo característico.

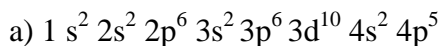
La fotografía 2 corresponde a la adición de aceite de oliva al erlenmeyer que contiene el bromo. Se observa que el color del bromo se ha hecho menos intenso.

La fotografía 3 se ha hecho después de agitar el erlenmeyer y se ve claramente que el bromo ha desaparecido.

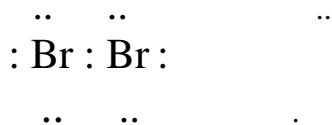
Masas atómicas: Bromo 80 , Oxígeno 16 , Carbono 12, hidrógeno 1 .

- a) El bromo es un elemento que pertenece al grupo de los halógenos y su número atómico es 35. Indica la estructura electrónica de dicho elemento.
- b) La molécula de bromo es diatómica. Escribe la estructura de dicha molécula de acuerdo con la regla del octeto.
- c) El aceite de oliva es una mezcla compleja; un constituyente abundante en esa mezcla es un ácido orgánico de 18 átomos de carbono, con un doble enlace en el carbono 9 contado a partir del grupo carboxílico, llamado ácido oleico. Con estos datos escribe la fórmula de dicho ácido.
- d) El ácido oleico es la forma *cis* mientras que la *trans* es el denominado ácido elaidico. Explica la diferencia entre ambos isómeros.
- e) El bromo tiene la propiedad de reaccionar adicionándose a los dobles enlaces. Explica por qué se decolora el bromo tal como se observa en la fotografías. Escribe la reacción química entre el bromo y el ácido oleico.
- f) En la fotografía 2 se han añadido 50 mL de aceite de oliva al bromo del erlenmeyer. Teniendo en cuenta la densidad del aceite (0,92 kg/ litro) y la abundancia de ácido oleico (70% en peso), calcula los gramos de bromo que había inicialmente en el erlenmeyer de la fotografía 1.

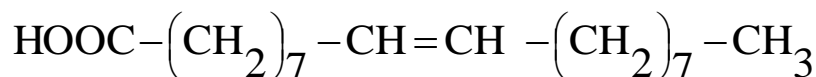
SOL



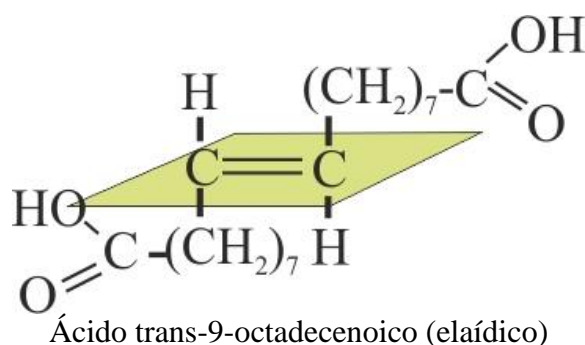
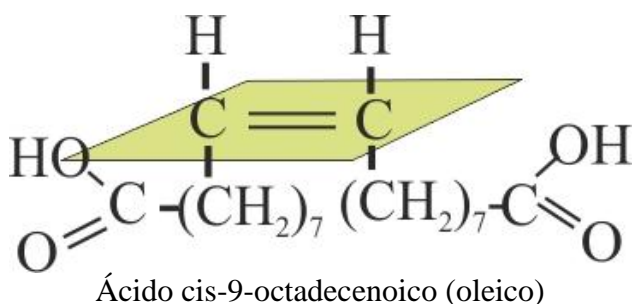
b) Los electrones de valencia de cada átomo son siete, en total 14 electrones igualmente repartidos. Cada par electrónico se representa por un par de puntos.



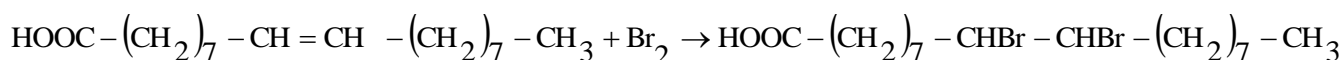
c)



d) Las moléculas son tridimensionales y por ellos los átomos o las cadenas de átomos se orientan en el espacio. En el isómero cis los dos átomos de hidrógeno unidos a los carbonos del doble enlace se sitúan hacia el mismo lado del doble enlace, en cambio en la forma trans lo hacen uno a cada lado. Los dos isómeros difieren en alguna de sus propiedades. En las figuras siguientes se han dibujado los dos isómeros.



e) El bromo se decolora porque se adiciona al doble enlace del ácido oleico, para formar con el ácido un nuevo compuesto.



f) Calculamos la masa molar del ácido oleico

$$M = 18 \cdot 12 + 2 \cdot 16 + 34 \cdot 1 = 282 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\text{Masa del aceite de oliva} \quad m = V \cdot d = 50 \text{cm}^3 \cdot 0,92 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 46 \text{g}$$

$$\text{Contenido de ácido oleico} \quad g = 46 \text{g} \cdot \frac{70}{100} = 32,2 \text{g}$$

$$\text{Moles de ácido oleico} \quad \frac{32,2 \text{g}}{282 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,114 \text{ mol}$$

Según la estequiometría de la reacción

$$\frac{1 \text{ mol de ácido oleico}}{1 \text{ mol de Bromo}} \Rightarrow g \text{ de Br}_2 = 0,114 \text{ mol de Br}_2 \cdot \frac{160 \text{g}}{\text{mol}} = 18,2 \text{ g}$$

PVQ13-3
Redox del tiosulfato ***



.En la fotografía aparecen tres recipientes conteniendo distintas especies químicas. Estas sustancias se van a hacer reaccionar en distintas cantidades para producir azufre coloidal.

- a) El recipiente de la izquierda contiene agua destilada (agua pura), cuyo $\text{pH} = 7$. Determina la concentración de iones H^+ y OH^- del agua pura.

- b) Se mezclan 200 mL de agua con 2 mL de la disolución de HCl . Si los volúmenes son aditivos ¿cuál es el pH de la disolución resultante?
- c) Calcula los mL de agua que hay que añadir a 100 mL de la disolución de HCl para que el pH resultante sea cuatro.
- d) El frasco de la derecha contiene una disolución de una sal totalmente disociada en el agua. escribe los iones que existen en la disolución..
- e) Escribe e iguala la reacción del HCl con el tiosulfato de sodio sabiendo que se forma dióxido de azufre y azufre coloidal.
- f) Determina los gramos de azufre coloidal que se forman al mezclar 20 mL de HCl y 20 mL de tiosulfato.
- g) Se añaden 20 mL de agua a 10 mL de la disolución de HCl y a continuación 20 mL de la disolución de tiosulfato. Determinar los gramos de azufre coloidal que se forman.
 .Mas atómica del S =32

SOLUCIÓN

- a) Por definición de pH

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 7 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

En el agua pura se cumple que

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

- b) El volumen resultante es $V = 200+2 \text{ mL} = 202\text{mL}$. En este volumen existen los siguientes moles de iones H^+ (se desprecian los del agua por ser muy pocos respecto de los procedentes del ácido).

$$\frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = \frac{x}{2 \text{ mL}} \Rightarrow x = 0,002 \text{ mol}$$

Estos moles están contenidos en 202 mL , luego su concentración es:

$$\frac{0,002 \text{ mol}}{0,202 \text{ L}} = c \Rightarrow c = 9,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 9,9 \cdot 10^{-3} = 2,0$$

- c) El HCl es un ácido fuerte lo que implica que está totalmente disociado $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

Los 100 mL de la disolución ácida suponen $\frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \cdot 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ mol de } [\text{H}^+]$

Si el pH final es 4, la concentración de iones H^+ es:

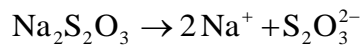
$$-\log[\text{H}^+] = 4 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Si V representa el volumen de agua añadido al ácido, el volumen resultante final es $V+100 \text{ mL}$.

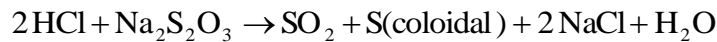
En este volumen existen los iones H^+ procedentes del ácido (se desprecian por muy pocos los procedentes del agua añadida), esto es, 0,1 mol. Para que el pH sea cuatro la concentración ha de ser 10^{-4} mol/L

$$10^{-4} = \frac{0,1}{V+100} \Rightarrow V+100 = \frac{0,1}{10^{-4}} = 1000 \Rightarrow V = 1100 \text{ mL}$$

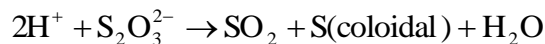
- d) El frasco de la derecha contiene una disolución de una sal totalmente disociada en el agua. escribe los iones que existen en la disolución.



- e) Escribe e iguala la reacción del HCl con el tiosulfato de sodio sabiendo que se forma dióxido de azufre y azufre coloidal.



En forma iónica



- f) Determina los gramos de azufre coloidal que se forman al mezclar 20 mL de HCl y 20 mL de tiosulfato.

Calculamos los moles de cada especie química

$$\frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = \frac{x}{20 \text{ mL}} \Rightarrow x = 0,02 \text{ mol de HCl} ; \frac{0,3 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = \frac{y}{20 \text{ mL}} \Rightarrow y = 0,006 \text{ mol de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

De acuerdo con la estequiometría de la reacción, los 0,02 mol de HCl necesitarían

$$\frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{0,02 \text{ mol HCl}}{x} \rightarrow x = 0,01 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

Dado que solamente hay 0,006 mol de tiosulfato, este compuesto es el reactivo limitante

$$\frac{1 \text{ mol de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol de S}(\text{coloidal})} = \frac{0,006 \text{ mol de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{x} \Rightarrow x = 0,006 \text{ mol de S}(\text{coloidal})$$

$$0,006 \text{ mol S} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,192 \text{ g de S}(\text{coloidal})$$

- g) Se añaden 20 mL de agua a 10 mL de la disolución de HCl y a continuación 20 mL de la disolución de tiosulfato. Determinar los gramos de azufre coloidal que se forman.

Procedemos como en el apartado anterior a calcular los moles de cada especie

$$\frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = \frac{x}{10 \text{ mL}} \Rightarrow x = 0,010 \text{ mol de HCl} ; \frac{0,3 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = \frac{y}{20 \text{ mL}} \Rightarrow y = 0,006 \text{ mol de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

De acuerdo con la estequiometría de la reacción, los 0,010 mol de HCl necesitarían

$$\frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{0,010 \text{ mol HCl}}{x} \rightarrow x = 0,005 \text{ mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

Ahora hay suficiente tiosulfato para hacer reaccionar a todo el HCl , luego éste es el reactivo limitante.

$$\frac{2 \text{ mol de HCl}}{1 \text{ mol de S(coloidal)}} = \frac{0,010 \text{ mol de HCl}}{x} \Rightarrow x = 0,005 \text{ mol de S(coloidal)}$$

$$0,005 \text{ mol S} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,16 \text{ g de S(coloidal)}$$

Observe que el agua no influye sobre la estequiometría de la reacción, aunque sí lo haría sobre la cinética, cuanta más agua se añada al ácido más lenta será la formación del azufre coloidal.