

Problemas con imagen. Química

Reacción de sodio con agua.***



En la fotografía superior se observa una reacción violenta entre el metal sodio y el agua. El modo de efectuarla es tomar un **trocito de sodio** (un cubo de 1 mm de lado) el cual se envuelve en papel de filtro y se añade sobre el agua (200 mL) contenida en un vaso de vidrio de laboratorio. Se espera unos segundos a que el agua penetre por los poros del papel y llegue al metal, a partir de ese momento la reacción exotérmica entre el agua y el sodio da lugar a una pequeña explosión que lanza al aire trozos incandescentes de sodio. Esta reacción es peligrosa de realizar por lo que se ilustra solamente para el problema pero no debe ser realizada por los alumnos o por una persona inexperta en el manejo de reactivos químicos.

Datos. Masa molar del sodio $M_{\text{Na}} = 23,0 \text{ g/mol}$; Masa molar del cloro $M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g/mol}$

Número de Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$; Carga del electrón $e = - 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

- La densidad del metal sodio es 968 kg/m^3 . Calcula los moles y átomos de sodio que hay en el trocito que se ha añadido al agua.
- El número atómico del sodio es 11, escribe su estructura electrónica
- El número másico del sodio es 23, indica el número de protones y neutrones en un átomo de sodio
- La entalpía de fusión del sodio es $2,64 \text{ kJ/mol}$. Calcula la energía que ha de comunicarse al trocito de sodio para cambiar su estado de sólido a líquido.
- El metal sodio se obtiene por electrolisis del cloruro de sodio fundido, calcula los gramos de sal necesarios para obtener el trocito de sodio
- El primer potencial de ionización del sodio vale $5,1 \text{ eV}$. Calcula los julios de energía necesarios para ionizar completamente el trocito de sodio.
- Escribe la reacción del sodio con el agua. Calcula el volumen de gas que se obtiene al reaccionar completamente el trocito de sodio con agua medido en condiciones normales.
- Calcula el pH de la disolución que resulta si reacciona completamente el trocito de sodio con el agua contenida en el vaso de la fotografía.
- El sodio reacciona con oxígeno dando lugar a un compuesto denominado peróxido de sodio. Escribe e iguala la reacción.

Solución

a) Volumen del trocito de sodio $V = 1 \text{ mm}^3 = (10^{-3} \text{ m})^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$

Masa del trocito de sodio $m = Vd = 10^{-9} \text{ m}^3 \cdot 968 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 9,68 \cdot 10^{-7} \text{ kg} = 9,68 \cdot 10^{-4} \text{ g}$

Número de moles. $n = \frac{g}{M_{\text{Na}}} = \frac{9,68 \cdot 10^{-4} \text{ g}}{23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Número de átomos. $\frac{1 \text{ mol}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos}} = \frac{4,21 \cdot 10^{-5}}{X} \Rightarrow X = 2,53 \cdot 10^{19} \text{ átomos de sodio}$

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

c) El número másico es la suma de protones y neutrones del núcleo, como el número de protones es 11, el de neutrones es: $23 - 11 = 12$

d) Energía para fundir el trocito de sodio:

$$E = \Delta H_{\text{fusión}} \cdot \text{número de moles} = 2,64 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 4,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ kJ}$$

e) La electrolisis del cloruro de sodio fundido se produce por dos reacciones en los electrodos

ánodo: $2\text{Cl}^- - 2e^- \Rightarrow \text{Cl}_2$; cátodo: $2\text{Na}^+ + 2e^- \Rightarrow 2\text{Na}(\text{metal})$

Por cada mol de iones sodio que hay en el cloruro de sodio se produce en la electrolisis un mol de metal sodio

$$\frac{1 \text{ mol de NaCl}}{1 \text{ mol de Na}} = \frac{x}{4,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol de Na}} \Rightarrow x = 4,21 \cdot 10^{-5} \text{ moles de NaCl}$$

$$\text{gramos de NaCl: } 4,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{Masa molar del NaCl} = 4,21 \cdot 10^{-5} \cdot (23 + 35,5) \Rightarrow$$

$$\text{gramos de NaCl} = 4,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,46 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

f) Un electrón voltio es una unidad de energía y es la energía que adquiere un electrón cuando se le somete a la diferencia de potencial de un voltio

$$1\text{eV} = |e| \cdot \Delta V = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1\text{V} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

El potencial de ionización corresponde a la energía que se suministra a un átomo de sodio para arrancarle el electrón más externo (el electrón $3s^1$)

$$5,1\text{eV por cada átomo} \cdot 2,53 \cdot 10^{19} \text{ átomos de Na} = 1,29 \cdot 10^{20} \text{ eV} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1 \text{ eV}}{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \frac{1,29 \cdot 10^{20} \text{ eV}}{E} \Rightarrow E = 20,6 \text{ J}$$

g) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \frac{1}{2}\text{H}_2$ Como el hidróxido de sodio es una base fuerte está ionizado en el catión Na^+ y el anión OH^-

Según la reacción un mol de sodio produce medio mol de gas hidrógeno. Este medio mol de gas hidrógeno ocupa en condiciones normales: $22,4/2 = 11,2$ litros.

$$\frac{1 \text{ mol de Na}}{11,2 \text{ L de H}_2} = \frac{4,23 \cdot 10^{-5} \text{ mol de Na}}{x} \Rightarrow x = 4,74 \cdot 10^{-4} \text{ L de H}_2$$

h) Según la reacción escrita en el apartado anterior 1 mol de Na da lugar a un mol de NaOH, el cual al disociarse da lugar a un mol de Na^+ y un mol de OH^-

$$\frac{1 \text{ mol de Na}}{1 \text{ mol de OH}^-} = \frac{4,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol de Na}}{x} \Rightarrow x = 4,21 \cdot 10^{-5} \text{ moles de OH}^-$$

Esos moles de OH^- están contenidos en 200 mL de agua, luego la concentración molar es:

$$\frac{4,21 \cdot 10^{-5} \text{ mol de OH}^-}{0,200 \text{ L de agua}} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2,11 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

La concentración de H^+ en la disolución vale $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{2,11 \cdot 10^{-4}} = 4,74 \cdot 10^{-11} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(4,74 \cdot 10^{-11}) = 10,3$$

i) $2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$