

OPCIÓN A

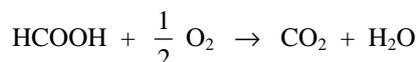
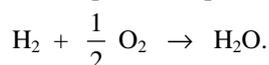
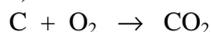
PROBLEMA 2.- Los calores de combustión, en condiciones estándar, del carbono (a dióxido de carbono), hidrógeno y ácido fórmico son: - 405,4; - 285,8 y - 275,7 kJ/mol, respectivamente.

- Escribe las ecuaciones ajustadas correspondientes a esas combustiones.
- Calcula el calor de formación del ácido fórmico.
- ¿Qué cantidad de energía se desprende al quemar 100 L de H₂ a 25 °C y 1 atm de presión?

DATOS: R = 0,082 atm · L · mol⁻¹ · K⁻¹.

Solución:

a) Las ecuaciones ajustadas de las combustiones son:



b) De las ecuaciones anteriores con sus entalpías, invirtiendo la de combustión del ácido fórmico (se cambia el signo a su entalpía) y sumándolas, se obtiene la entalpía de formación del ácido:



c) Los moles de hidrógeno correspondiente al volumen dado en las condiciones de 25 °C y 1 atm son:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 100 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 4,1 \text{ moles, a los que aplicando la}$$

estequiometría de su reacción de combustión produce el calor: $4,1 \text{ moles H}_2 \cdot \frac{-285,8 \text{ kJ}}{1 \text{ mol H}_2} = -1171,78 \text{ kJ}$.

Resultado: b) $\Delta H_f^\circ = -433,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; c) $Q = -1171,78 \text{ kJ}$.

CUESTIÓN 1.- En la pila que utiliza la siguiente reacción: $\text{Cu} (\text{s}) + \text{Fe}^{3+} (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + \text{Fe}^{2+} (\text{aq})$.

- Identifica el ánodo y el cátodo e indica el sentido del flujo de electrones.
- Escribe la reacción ajustada y calcula la fuerza electromotriz estándar E^o.

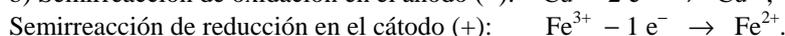
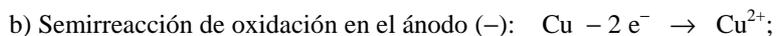
DATOS: E^o (Fe³⁺/Fe²⁺) = 0,77 V; E^o (Cu²⁺/Cu) = 0,34 V.

Solución:

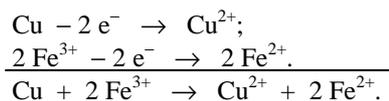
a) En toda pila electroquímica, el ánodo (-) corresponde al electrodo cuyo potencial normal de reducción es el de menor valor positivo o más negativo, y el cátodo (+) es el del electrodo cuyo potencial normal de reducción es el de mayor valor positivo o menos negativo.

De lo expuesto se deduce que el ánodo de la pila lo constituye el electrodo de cobre por ser el par con potencial normal de reducción de menor valor positivo, mientras que el cátodo lo forma el electrodo de hierro por ser el par de mayor valor positivo de su potencial normal de reducción.

Los electrones van del ánodo al cátodo por el circuito exterior.



Multiplicando la semirreacción de reducción por 2 para igualar los electrones y sumándolas se obtiene la reacción iónica de la pila ajustada:



El potencial de la pila es: $E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,77 \text{ V} - 0,34 \text{ V} = 0,43 \text{ V}$.

Resultado: $E^\circ_{\text{pila}} = 0,43 \text{ V}$.

CUESTIÓN 3.- Elige razonadamente cuál de estas dos afirmaciones es la correcta:

- La función de onda indica la localización exacta de un electrón con una cierta energía cuantizada alrededor del núcleo.**
- Un orbital es la representación de la probabilidad de encontrar un electrón con una cierta energía en un elemento de volumen situado a una cierta distancia del núcleo.**

Solución:

a) La mecánica cuántica asigna al electrón la dualidad onda-corpúsculo. La función de onda ψ , solución de la ecuación de ondas propuesta por Schrödinger, carece de significado físico directo, por lo que la afirmación propuesta en el apartado a) es falsa.

b) El cuadrado de la función de onda, ψ^2 , representa la probabilidad de encontrar al electrón en una región del espacio, alrededor del núcleo, con un determinado estado energético. Esta es la afirmación correcta.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- El fosgeno, COCl_2 , es un gas venenoso que se descompone en monóxido de carbono y cloro según el equilibrio: $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Calcula:

- La constante K_c del equilibrio a esa temperatura.**
- La presión de la mezcla gaseosa en equilibrio.**
- La composición de la mezcla gaseosa si, a temperatura constante, el volumen se reduce a la mitad.**

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

Solución:

a) Las concentraciones de cada especie en el equilibrio son:

$$[\text{COCl}_2] = \frac{0,21 \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,105 \text{ M}; \quad [\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = \frac{0,19 \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,095 \text{ M}.$$

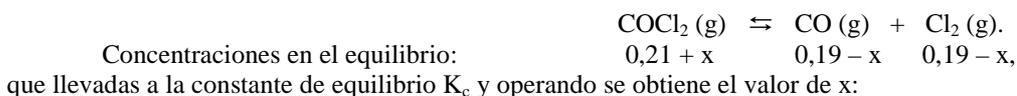
Sustituyendo estos valores en la constante de equilibrio K_c y operando:

$$K_c = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{0,095 \text{ M} \cdot 0,095 \text{ M}}{0,105 \text{ M}} = 0,086 \text{ M}.$$

b) Los moles totales en el equilibrio son: $n_t = 0,21 + 0,19 + 0,19 = 0,59$ moles, que llevados a la ecuación de estado de los gases ideales, despejando la presión y operando:

$$P \cdot V = n_t \cdot R \cdot T \Rightarrow P = \frac{n_t \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,59 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1173 \text{ K}}{2 \text{ L}} = 28,37 \text{ atm}.$$

c) Si se reduce el volumen a la mitad el equilibrio evoluciona hacia la izquierda hasta volver a reestablecerse, y siendo "x" los moles de CO y Cl_2 que reaccionan, las concentraciones de las distintas especies en el equilibrio (los moles coinciden con las concentraciones al ser $V = 1\text{L}$), son:



$$K_c = \frac{[CO] \cdot [Cl_2]}{[COCl_2]} \Rightarrow 0,086 = \frac{(0,19-x)^2}{0,21+x} \Rightarrow x^2 - 0,466 \cdot x + 0,018 = 0, \text{ que resuelta da los valores}$$

para x: $x_1 = 0,42$ moles, imposible por ser superior a los moles de CO y Cl_2 iniciales, y $x_2 = 0,0425$ moles, siendo la composición de la mezcla gaseosa en el nuevo equilibrio:

$$COCl_2 = 0,21 + 0,0425 = 0,2525 \text{ moles}; \quad CO = Cl_2 = 0,19 - 0,0425 = 0,1475 \text{ moles.}$$

Resultado: a) $K_c = 0,086$ M; b) $P = 28,37$ atm; c) $0,2525$ moles $COCl_2$; $0,1475$ moles CO y Cl_2 .

CUESTIÓN 2.- Se tiene tres disoluciones acuosas 1 molar de ácido clorhídrico, cloruro de sodio y acetato de sodio en tres recipientes distintos. Razona, escribiendo las reacciones correspondientes, cuál de esas disoluciones presenta un pH más alto.

Solución:

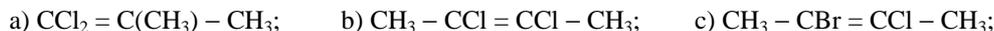
1º.- En la disolución de HCl el ácido se encuentra totalmente disociado, siendo su pH ácido muy inferior 7.

2º.- En la disolución de NaCl, por ser los iones Na^+ y Cl^- ácido y base conjugados muy débiles de la base y ácido muy fuertes NaOH y HCl, no sufren hidrólisis con el agua y su pH es el debido a la concentración de iones H_3O^+ procedente de la disociación del agua, es decir, pH = 7.

3º.- La disolución acuosa de la sal CH_3COONa , totalmente disociada, presenta carácter básico por ser el ión CH_3COO^- , base conjugada relativamente fuerte del ácido débil CH_3COOH , el único que sufre hidrólisis según el equilibrio: $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$. Por incrementarse la concentración de iones OH^- disminuye la de H_3O^+ , siendo el pH de la disolución superior a 7.

CUESTIÓN 3.- Formula las siguientes moléculas: a) 1,1-dicloro-2-metilpropeno; b) 2,3-dicloro-2-buteno; c) 2-bromo-3-cloro-2-buteno. Señala cuáles de ellas presentan isomería cis-trans y, en esos casos, escribe las fórmulas estructurales de los dos isómeros.

Solución:



Los compuestos b) y c) son los que presentan isomería geométrica o cis-trans. Las fórmulas estructurales de los correspondientes isómeros son:

