# QUÍMICA

**Calificación: Cuestiones = 2 puntos cada una; problemas: 2 puntos cada uno; práctica: 2 puntos**

## CUESTIONES (Responda SOLAMENTE a DOS cuestiones)

1. **Justifique** la geometría de las moléculas de metano (tetraédrica con ángulo de enlace de 109,5°) y de amoniaco (piramidal con ángulo de enlace de 107,3°): (a) Según la teoría de hibridación de orbitales. (b) Según el modelo de RPECV (modelo de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia).

2. Una disolución acuosa contiene yoduro de sodio y cloruro de sodio, NaI y NaCl. Si todas las especies están en condiciones estándar y se añade $Br_2(l)$, razone: (a) Si el bromo oxida los iones $I^-(aq)$ a $I_2(s)$. (b) Si el bromo oxida a los iones $Cl^-(aq)$ a $Cl_2(g)$.
Datos: $E^o(I_2/I^-) = +0{,}53$ V; $E^o(Br_2/Br^-) = +1{,}07$ V; $E^o(Cl_2/Cl^-) = +1{,}36$ V.

3. Dadas las siguientes moléculas orgánicas: 2-butanol, etanoato de metilo y 2-buteno.
(a) Escriba sus fórmulas desarrolladas e indique un isómero de función para el 2-butanol.
(b) Justifique si alguna de ellas puede presentar isomería geométrica y/o isomería óptica.
**Razone** las respuestas.

## PROBLEMAS (Responda SOLAMENTE a DOS problemas)

1. Un recipiente cerrado de un litro, en el que se ha hecho previamente el vacío, contiene 1,998 g de yodo (sólido). Seguidamente, se calienta hasta alcanzar la temperatura de 1200 °C. La presión en el interior del recipiente es de 1,33 atm. En estas condiciones, todo el yodo se halla en estado gaseoso y parcialmente disociado en átomos: $I_2(g) \rightleftarrows 2\ I(g)$. (a) Calcule el grado de disociación del yodo molecular. (b) Calcule las constantes de equilibrio $K_c$ y $K_p$ para la dicha reacción a 1 200 °C.
Dato: $R = 0{,}082$ atm·L·K$^{-1}$·mol$^{-1}$.

2. El producto de solubilidad del cloruro de plata vale $1{,}70\times10^{-10}$ a 25 °C. Calcule:
(a) La solubilidad del cloruro de plata. (b) Si se formará precipitado cuando se añaden 100 mL de una disolución 1,00 M de NaCl a 1,0 L de una disolución 0,01 M de $AgNO_3$.

3. En la fermentación alcohólica de la glucosa se obtiene etanol y dióxido de carbono. La ecuación química correspondiente es: $C_6H_{12}O_6(s) \longrightarrow 2\ CO_2(g) + 2\ CH_3\text{-}CH_2OH(l)$. (a) Calcule la $\Delta H^o$ de esta reacción. (b) ¿Cuántos litros de dióxido de carbono, medidos a 25 °C y 0,98 atm, se podrían obtener en la fermentación de 1 kg de glucosa?
Datos: Entalpías estándar de combustión: $C_6H_{12}O_6(s) = -2813$ kJ/mol; $CH_3\text{-}CH_2OH(l) = -1371$ kJ/mol; $R = 0{,}082$ atm·L·K$^{-1}$·mol$^{-1}$.

## PRÁCTICAS (Responda SOLAMENTE a UNA práctica)

1. En el laboratorio se realiza la valoración de 50,0 mL de una disolución de NaOH y se gastaron 20,0 mL de HCl 0,10 M (a) Dibuje el montaje experimental indicando en el mismo las substancias y el nombre del material empleado (b) Escriba la reacción química que tiene lugar y calcule la molaridad de la base.

2. Represente gráficamente un esquema de una pila galvánica con electrodos de plata y cinc. Indique todos los elementos necesarios para su funcionamiento, escriba la reacción que tiene lugar e indique el ánodo, el cátodo y en qué sentido circulan los electrones.
Datos: $E^o(Ag^+/Ag) = +0{,}80$ V; $E^o(Zn^{2+}/Zn) = -0{,}76$ V.

# Soluciones

## CUESTIONES

C1. Justifica la geometría de las moléculas de metano (tetraédrica con ángulo de enlace de 109,5°) y de amoniaco (piramidal con ángulo de enlace de 107,3°):
a) Según la teoría de hibridación de orbitales.
b) Según el modelo de RPECV (modelo de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia).

*(P.A.U. Sep. 09)*

***Solución:***

a) La configuración electrónica del carbono en estado fundamental es: $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1$. Como esta configuración no explica la formación de cuatro enlaces con cuatro átomos de hidrógeno, se piensa que la promoción de un electrón 2s al orbital $2p_z$ para dar una configuración excitada: $1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ precisa de una energía no excesivamente elevada que va a ser compensada por la formación de dos enlaces más, lo que justifica el proceso. Aun así, si el átomo de carbono mantuviera esa configuración excitada no se justificarían los ángulos de enlace experimentales de 109,5°, (por tanto tres enlaces deberían formar ángulos de 90°, al estar dirigidos en las direcciones de los ejes *X*, *Y* y *Z*) lo que llevó al desarrollo de la teoría de hibridación. En esta teoría, los orbitales s, $p_x$, $p_y$ e $p_z$, soluciones de la ecuación de onda para determinadas condiciones regidas polos números cuánticos *n*, *l* y *m*, pueden ser sustituidos por ciertas combinaciones lineales de ellos llamadas orbitales híbridos. La combinación de los orbitales s, $p_x$, $p_y$ y $p_z$, da cuatro orbitales híbridos llamados $sp^3$, en los que la función de probabilidad es máxima en las direcciones de los cuatro vértices de un tetraedro, direcciones que forman entre sí ángulos de 109,5°. La superposición de cada uno de estos orbitales híbridos $sp^3$, conteniendo un electrón, con un orbital 1s, también con un electrón, de cada hidrógeno da un enlace sigma, por lo que los cuatro enlaces sigma están separados por ángulos de 109,5°.
El caso del nitrógeno del amoniaco es muy similar al del carbono, solo que la configuración excitada es $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$. Se formarían también cuatro orbitales híbridos $sp^3$, tres de ellos semiocupados que podrían formar enlace con los orbitales 1s de los tres hidrógenos y el cuarto lleno que daría un orbital no enlazante. El ángulo debería ser de 109,5° y solo ciertos complicados refinamientos de la teoría podrían justificar los ángulos de 107,3°.

b) La teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia es la que da una justificación más sencilla de los ángulos de enlace. Supone que los electrones de valencia, junto con los de los átomos que forman enlace con él, rodean a un átomo formando parejas, en las que la repulsión entre los electrones de cada pareja es pequeña, debido la que tienen spin contrario, y solo hay que tener en cuenta a repulsión electrostática clásica entre los pares enlazantes (excepto los $\pi$) y entre los pares enlazantes y los pares no enlazantes, de forma que se dispongan lo más lejos posible. Una repulsión de dos pares da una disposición lineal con ángulos de 180°, tres pares dan una distribución triangular con ángulos de 120° y cuatro pares se dirigen hacia los vértices de un tetraedro con ángulos de 109,5°. Lo que permite explicar los ángulos de enlace del metano sin hacer intervenir la ecuación de onda y las matemáticas correspondientes. También explica cualitativamente la reducción del ángulo de enlace en el amoniaco, puesto que el par no enlazante del nitrógeno se encuentra más cerca de él que los de enlace (puesto que no hay ningún átomo al otro lado del enlace que tire de él) y repelerá con más fuerza (usando la ley de Coulomb) a los otros tres pares enlazantes que se acercarán a ángulos algo menores que el de 109,5°, en este caso a 107,3°.

C2. Una disolución acuosa contiene yoduro de sodio y cloruro de sodio, NaI y NaCl. Si todas las especies están en condiciones estándar y se añade $Br_2(l)$, razona:
a) Si el bromo oxida los iones $I^-(aq)$ a $I_2(s)$.
b) Si el bromo oxida a los iones $Cl^-(aq)$ a $Cl_2(g)$.
Datos: $E^o(I_2/I^-) = +0{,}53$ V; $E^o(Br_2/Br^-) = +1{,}07$ V; $E^o(Cl_2/Cl^-) = +1{,}36$ V. *(P.A.U. Sep. 09)*

***Solución:***

a) El poder oxidante viene dado por el valor del potencial de reducción. El bromo es más oxidante que el yodo pero menos que el cloro.

La condición para que una reacción química sea espontánea es que la variación de energía libre de Gibbs sea negativa. La relación matemática entre la energía libre de Gibbs y el potencial electroquímico es:

$$\Delta G = -n \cdot F \cdot E$$

$\Delta G$ es la variación de energía libre de Gibbs, $n$ es el número de electrones intercambiados por cada mol de especie reducida u oxidada, F (1 Faraday) es la carga de un mol de electrones y $E$ es el potencial electroquímico del proceso.
Como $\Delta G$ y $E$ son de signos opuestos, la condición para que una reacción sea espontánea es que el potencial electroquímico sea positivo: $E > 0$.

El proceso entre el bromo(l) y los iones yoduro, se puede descomponer en dos semirreacciones:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oxidación: | $2\ I^-(aq)$ | $\longrightarrow I_2(aq) + 2\ e^-$ | $E° = -0{,}53$ V |
| Reducción: | $Br_2(l) + 2\ e^-$ | $\longrightarrow 2\ Br^-(aq)$ | $E° = +1{,}07$ V |
| Proceso global: | $Br_2(l) + 2\ I^-(aq)$ | $\longrightarrow I_2(aq) + 2\ Br^-(aq)$ | $E° = +0{,}54$ V |

Como el signo del potencial es positivo, el de la energía libre de Gibbs será negativo y el proceso será espontáneo.

b) El proceso entre lo bromo(l) y los iones cloruro, se puede descomponer en dos semirreacciones:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oxidación: | $2\ Cl^-(aq)$ | $\longrightarrow Cl_2(aq) + 2\ e^-$ | $E° = -1{,}36$ V |
| Reducción: | $Br_2(l) + 2\ e^-$ | $\longrightarrow 2\ Br^-(aq)$ | $E° = +1{,}07$ V |
| Proceso global: | $Br_2(l) + 2\ Cl^-(aq)$ | $\longrightarrow Cl_2(aq) + 2\ Br^-(aq)$ | $E° = -0{,}29$ V |

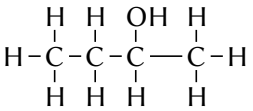
Como el signo del potencial es negativo, el de la energía libre de Gibbs será positivo y el proceso no será espontáneo, es decir, el bromo no oxidará a los iones cloruro.

C3. Dadas las siguientes moléculas orgánicas: 2-butanol, etanoato de metilo y 2-buteno.
a) Escribe sus fórmulas desarrolladas e indica un isómero de función para el 2-butanol.
b) Justifica si alguna de ellas puede presentar isomería geométrica y/o isomería óptica.
Razona las respuestas.

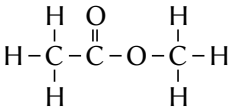
*(P.A.U. Sep. 09)*

***Solución:***

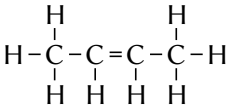
a.1) 2-Butanol (butan-2-ol):

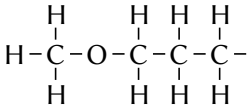


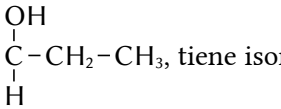
a.2) Etanoato de metilo:

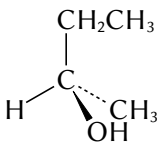


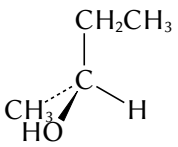
a.3) 2-Buteno (but-2-eno):



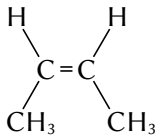
El metilpropiléter (metoxipropano),  , es un isómero de función (éter en vez de alcohol) del butan-2-ol.

b) El butan-2-ol,  , tiene isomería óptica porque el carbono 2, señalado con un asterisco, es asimétrico. Está unido a cuatro grupos distintos: hidrógeno (-H), metilo ($-CH_3$), hidroxilo (-OH) y etilo ($-CH_2-CH_3$). Tiene dos isómeros ópticos que son imágenes especulares, llamados enantiómeros.

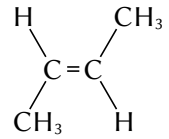





El 2-buteno tiene isomería geométrica porque cada uno de los carbonos del doble enlace están unidos a grupos diferentes (hidrógeno y metilo). Sus isómeros pueden llamarse *cis* y *trans* o *Z* y *E*.




*cis*-But-2-eno
*(Z)*-But-2-eno




*trans*-But-2-eno
*(E)*-But-2-eno

## PROBLEMAS

P1. Un recipiente cerrado de un litro, en el que se ha hecho previamente el vacío, contiene 1,998 g de yodo (sólido). Seguidamente, se calienta hasta alcanzar la temperatura de 1200 °C. La presión en el interior del recipiente es de 1,33 atm. En estas condiciones, todo el yodo se halla en estado gaseoso y parcialmente disociado en átomos: $I_2(g) \rightleftarrows 2\ I(g)$.
a) Calcula el grado de disociación del yodo molecular.
b) Calcule las constantes de equilibrio $K_c$ y $K_p$ para la dicha reacción a 1 200 °C.
Datos: $R$ = 0,082 atm·L·K$^{-1}$·mol$^{-1}$ = 8,31 J·K$^{-1}$·mol$^{-1}$. *(P.A.U. Sep. 09)*
**Rta.:** a) $\alpha$ = 39,78 %; b) $K_c$ = 8,264·10$^{-3}$; $K_p$ = 0,9989.

| ***Datos*** | | ***Cifras significativas: 4*** |
|---|---|---|
| Gas: | Volumen | $V$ = 1,000 dm$^3$ |
| | Temperatura | $T$ = 1200 °C = 1473 K |
| Masa inicial de $I_2$ | | $m_0(I_2)$ = 1,998 g $I_2$ |
| Presión total en el equilibrio | | $p$ = 1,330 atm |
| Constante de los gases ideales | | $R$ = 0,08206 atm·dm$^3$·K$^{-1}$·mol$^{-1}$ |
| Masa molar $I_2$ | | $M(I_2)$ = 253,8 g/mol |
| ***Incógnitas*** | | |
| Grado de disociación | | $\alpha$ |
| Constantes de equilibrio | | $K_c$, $K_p$ |
| ***Ecuaciones*** | | |
| Presión de una mezcla de gases | | $p_t \cdot V = n_t \cdot R \cdot T$ |
| Concentración de la sustancia X | | $[X] = n(X) / V$ |
| Grado de disociación | | $\alpha = \frac{n_d}{n_0}$ |
| Constante de concentraciones del equilibrio: $a$ A + $b$ B ⇌ $c$ C + $d$ D | | $K_c = \frac{[C]_e^c \cdot [D]_e^d}{[A]_e^a \cdot [B]_e^b}$ |
| Constante de presiones del equilibrio: $a$ A + $b$ B ⇌ $c$ C + $d$ D | | $K_p = \frac{p_e^c(C) \cdot p_e^d(D)}{p_e^a(A) \cdot p_e^b(B)}$ |

***Solución:***

a) Inicialmente hay

$$n_0(I_2)=1{,}998\ \text{g}\ I_2\cdot\frac{1\ \text{mol}\ I_2}{253{,}8\ \text{g}\ I_2}=7{,}872\cdot10^{-3}\ \text{mol}\ I_2$$

Si se llama $x$ a la cantidad de yodo molecular que se disocia y se representa en un cuadro las cantidades (moles) de cada gas:

| | | $I_2$ | $\rightleftharpoons$ | 2 I | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cantidad inicial | $n_0$ | $7{,}872\cdot10^{-3}$ | | 0,00 | mol |
| Cantidad que reacciona o se forma | $n_r$ | $x$ | $\longrightarrow$ | $2\ x$ | mol |
| Cantidad en el equilibrio | $n_e$ | $7{,}872\cdot10^{-3} - x$ | | $2\ x$ | mol |

La cantidad total de gas en el equilibrio será

$$n_t = 7{,}872\cdot10^{-3} - x + 2\ x = 7{,}872\cdot10^{-3} + x$$

Por otra parte, se puede calcular la cantidad de gas a partir de la presión total

$$n_t=\frac{p\cdot V}{R\cdot T}=\frac{1{,}330\ \text{atm}\cdot1{,}00\ \text{dm}^3}{0{,}08206\ \text{atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot1473\ \text{K}}=0{,}01100\ \text{mol gas}$$

Despejando

$$x = 0{,}01100 - 7{,}872\cdot10^{-3} = 3{,}130\cdot10^{-3}\ \text{mol de}\ I_2\ \text{que reaccionó}$$

Las cantidades de cada especie en el equilibrio son:

$$n_e(I) = 2\cdot x = 6{,}260\cdot10^{-3}\ \text{mol I en el equilibrio}$$

$$n_e(I_2) = 7{,}872\cdot10^{-3} - x = 0{,}01100 - 3{,}130\cdot10^{-3} = 4{,}742\cdot10^{-3}\ \text{mol}\ I_2\ \text{en el equilibrio}$$

El grado de disociación, por lo tanto, fue:

$$\alpha=\frac{n_r}{n_0}=\frac{3{,}130\cdot10^{-3}}{7{,}872\cdot10^{-3}}=0{,}397\ \cancel{6}=39{,}76\ \%$$

b) La constante de equilibrio en función de las concentraciones es:

$$K_c=\frac{[I]_e^2}{[I_2]_e}=\frac{\left(\dfrac{6{,}280\cdot10^{-3}\ \text{mol I}}{1{,}00\ \text{dm}^3}\right)^2}{\left(\dfrac{4{,}742\cdot10^{-3}\ \text{mol}\ I_2}{1{,}00\ \text{dm}^3}\right)}=8{,}264\cdot10^{-3}$$

Para calcular la constante en función de las presiones, podemos emplear la relación:

$$K_p=\frac{p_C^c\cdot p_D^d}{p_A^a\cdot p_B^b}=\frac{([C]\cdot R\cdot T)^c([D]\cdot R\cdot T)^d}{([A]\cdot R\cdot T)^a([B]\cdot R\cdot T)^b}=\frac{[C]^c\cdot[D]^d}{[A]^a\cdot[B]^b}\cdot(R\cdot T)^{c+d-(a+b)}=K_c\cdot(R\cdot T)^{\Delta n}$$

$$K_p = K_c\cdot(R\cdot T)^{(2-1)} = 8{,}264\cdot10^{-3}\cdot(0{,}08206\cdot1473) = 0{,}9989$$

P2. El producto de solubilidad del cloruro de plata vale $1{,}70\times10^{-10}$ a 25 °C. Calcula:
a) La solubilidad del cloruro de plata.
b) Si se formará precipitado cuando se añaden 100 cm³ de una disolución de concentración 0,01 mol/dm³ a 1,0 dm³ de una disolución de concentración 0,01 mol/dm³ de $AgNO_3$.

*(P.A.U. Sep. 09)*

**Rta.:** a) $s = 1{,}3\cdot10^{-5}$ mol/dm³; b) Sí.

| ***Datos*** | ***Cifras significativas: 2*** |
|---|---|
| Producto de solubilidad del AgCl | $K_s = 1{,}7\cdot10^{-10}$ |
| Volumen disolución de $AgNO_3$ | $V_1 = 1{,}0\ \text{dm}^3$ |

| ***Datos*** | ***Cifras significativas: 2*** |
|---|---|
| Volumen disolución NaCl | $V_2$ = 100 cm³ = 0,10 dm³ |
| Concentración de la disolución del $AgNO_3$ | $[AgNO_3]_0$ = 0,010 mol/dm³ |
| Concentración del NaCl | $[NaCl]_0$ = 1,0 mol/dm³ |
| ***Incógnitas*** | |
| Solubilidad del cloruro de plata | $s$ |
| Si se formará precipitado | $Q$ |
| ***Ecuaciones*** | |
| Concentración molar (mol/dm³) | $s = n / V = s' / M$ |
| Producto de solubilidad del equilibrio: $B_bA_a(s) \rightleftharpoons b\,B^{\beta+}(aq) + a\,A^{\alpha-}(aq)$ | $K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$ |

***Solución:***

a) El equilibrio de solubilidad es

$$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$$

| | | AgCl | $\rightleftharpoons$ | $Ag^+$ | $Cl^-$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentración en el equilibrio | $[X]_e$ | | | $s$ | $s$ | mol/dm³ |

La constante de equilibrio $K_s$ es:

$$K_s = [Ag^+]_e \cdot [Cl^-]_e = s \cdot s = s^2 = 1{,}7\cdot10^{-10}$$

$$s=\sqrt{K_s}=\sqrt{1{,}7\cdot10^{-10}}=1{,}3\cdot10^{-5}\ \text{mol AgCl/dm}^3\ \text{D}$$

b) Las sales de las disoluciones están totalmente disociadas.

$$AgNO_3(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

$$NaCl(s) \longrightarrow Cl^-(aq) + Na^+(aq)$$

Las concentraciones iniciales de los iones son:

$$[Ag^+]_0 = [AgNO_3]_0 = 1{,}0\cdot10^{-2}\ \text{mol/dm}^3$$

$$[Cl^-]_0 = [NaCl]_0 = 1{,}0\ \text{mol/dm}^3$$

Al mezclar ambas disoluciones, se diluyen. Suponiendo volúmenes aditivos, las nuevas concentraciones son:

$$[Ag^+]=\frac{n(Ag^+)}{V_T}=\frac{1{,}00\ \text{dm}^3\cdot0{,}01\ \text{mol}+Ag^+/\text{dm}^3}{(1{,}00+0{,}10)\ \text{dm}^3}=9{,}1\cdot10^{-3}\ \text{mol}\ Ag^+/\text{dm}^3$$

$$[Cl^-]=\frac{n(Cl^-)}{V_T}=\frac{0{,}10\ \text{dm}^3\cdot1{,}0\ \text{mol}\ Cl^-/\text{dm}^3}{(1{,}00+0{,}10)\ \text{dm}^3}=9{,}1\cdot10^{-2}\ \text{mol}\ Cl^-/\text{dm}^3$$

Se formará precipitado si $Q = [Ag^+] \cdot [Cl^-] > K_s$

$$[Ag^+] \cdot [Cl^-] = 9{,}1\cdot10^{-3} \cdot 9{,}1\cdot10^{-2} = 8{,}3\cdot10^{-4} > 1{,}7\cdot10^{-10}$$

y, por tanto, se forma precipitado.

P3. En la fermentación alcohólica de la glucosa se obtiene etanol y dióxido de carbono. La ecuación química correspondiente es: $C_6H_{12}O_6(s) \longrightarrow 2\ CO_2(g) + 2\ CH_3\text{-}CH_2OH(l)$.

a) Calcula la $\Delta H^o$ de esta reacción.

b) ¿Cuántos litros de dióxido de carbono, medidos a 25 °C y 0,98 atm, se podrían obtener en la fermentación de 1 kg de glucosa?

Datos: Entalpías estándar de combustión: $C_6H_{12}O_6(s)$ = –2813 kJ/mol; $CH_3\text{-}CH_2OH(l)$ = –1371 kJ/mol; $R$ = 0,082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹. *(P.A.U. Sep. 09)*

**Rta.:** a) $\Delta H = -71$ kJ/mol ; b) $V = 276{,}8$ dm³ $CO_2$.

| ***Datos*** | ***Cifras significativas: 4*** |
|---|---|
| $C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g) \longrightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l)$ | $\Delta H_c°(C_6H_{12}O_6) = -2\ 813$ kJ/mol |
| $CH_3\text{-}CH_2OH(l) + 3\ O_2(g) \longrightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(l)$ | $\Delta H_c°(CH_3\text{-}CH_2OH) = -1\ 371$ kJ/mol |
| Masa de glucosa | $m = 1{,}000$ kg $= 1\ 000$ g $C_6H_{12}O_6$ |
| Temperatura de la reacción | $t = 25$ °C $= 298$ K |
| Presión exterior | $p = 0{,}9800$ atm |
| Constante de los gases ideales | $R = 0{,}08200$ atm·dm³·K⁻¹·mol⁻¹ |
| Masa molar: $C_6H_{12}O_6$ | $M(C_6H_{12}O_6) = 180{,}2$ g/mol |
| ***Incógnitas*** | |
| Entalpía de fermentación de la glucosa | $\Delta H$ |
| Volumen de $CO_2$ que se podría obtener en la fermentación | $V$ |
| ***Otros símbolos*** | |
| Cantidad de sustancia (número de moles) | $n$ |
| ***Ecuaciones*** | |
| Ley de Hess | $\Delta H° = \Delta H°(\text{prod.}) - \Delta H°(\text{react.})$ |
| Ecuación de estado de los gases ideales | $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ |

***Solución:***

a) Como la entalpía es una función de estado, es independiente del camino.
La ecuación de fermentación de la glucosa se puede obtener por combinación lineal de las ecuaciones de combustión

| | | |
|---|---|---|
| $C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g)$ | $\longrightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l)$ | $\Delta H_{c1}° = -2\ 813$ kJ/mol |
| $CH_3\text{-}CH_2OH(l) + 3\ O_2(g)$ | $\longrightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(l)$ | $\Delta H_{c2}° = -1\ 371$ kJ/mol |

Dejando la primera ecuación como está y multiplicando la segunda por −2 y sumando queda:

| | | |
|---|---|---|
| $C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g)$ | $= 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l)$ | $\Delta H_{c1}° = -2\ 813$ kJ/mol |
| $-2\ CH_3\text{-}CH_2OH(l) - 6\ O_2(g)$ | $= -4\ CO_2(g) - 6\ H_2O(l)$ | $-2\cdot\Delta H_{c2}° = 2\ 742$ kJ/mol |
| $C_6H_{12}O_6(s)$ | $= 2\ CO_2(g) + 2\ CH_3\text{-}CH_2OH(l)$ | $\Delta H = -71$ kJ/mol |

b) De la reacción de fermentación ajustada se puede calcular la cantidad de $CO_2$ producido

$$n(CO_2) = 1\,000\ \text{g}\ C_6H_{12}O_6\ \frac{1\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6}{180{,}2\ \text{g}\ C_6H_{12}O_6}\ \frac{2\ \text{mol}\ CO_2}{1\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6} = 11{,}10\ \text{mol}\ CO_2$$

Suponiendo comportamiento ideal para el $CO_2$:

$$V(CO_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{11{,}10\ \text{mol}\ CO_2 \cdot 0{,}08200\ \text{atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot 298\ \text{K}}{0{,}980\ 0\text{atm}} = 276{,}8\ \text{dm}^3\ CO_2$$

## PRÁCTICAS

L1. En el laboratorio se realiza la valoración de 50,0 cm³ de una disolución de NaOH y se gastaron 20,0 cm³ de HCl de concentración 0,10 mol/dm³.

a) Dibuja el montaje experimental indicando en el mismo las substancias y el nombre del material empleado.

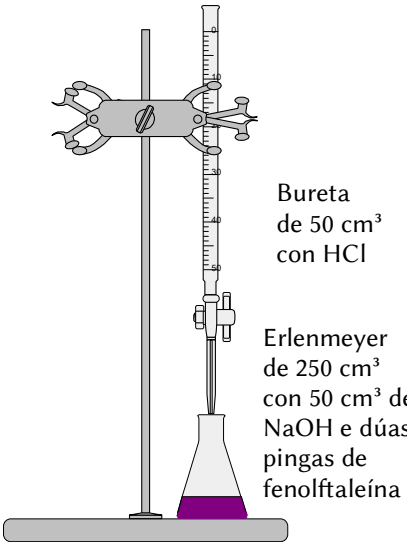
b) Escribe la reacción química que tiene lugar y calcula la concentración de la base.

*(P.A.U. Sep. 09)*

***Solución:***

a) Mídense cunha pipeta de 20 cm³, 20 cm³ da disolución de NaOH e baléiranse nun matraz erlenmeyer de 250 cm³. Bótanselle dúas pingas de disolución de fenolftaleína.
Énchese a bureta de 50 cm³ coa disolución de HCl por encima do 0 e ábrese a chave ata que o pico da bureta quede cheo e o nivel do HCl estea en 0.

b) $HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$




Cálculos:
A molaridade (nome desaconsellado pola IUPAC) é a concentración do soluto en mol/dm³.

Cantidade de HCl
$n(HCl) = 20 \cdot 10^{-3}$ dm³ D · 0,10 mol HCl / dm³ D = $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol HCl

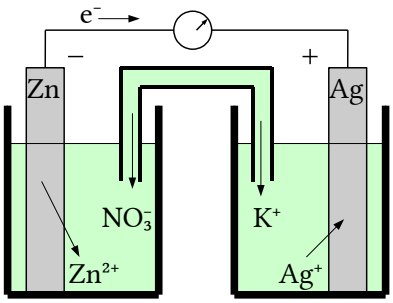
Cada mol de HCl reacciona cun mol de NaOH, polo que a cantidade de NaOH contida nos 50 cm³ de disolución é a mesma, e a concentración de NaOH é:

$$[NaOH] = \frac{2{,}0 \cdot 10^{-3}\ \text{mol NaOH}}{50 \cdot 10^{-3}\ \text{dm}^3} = 0{,}040\ \text{mol NaOH/dm}^3$$

L2. Representa gráficamente un esquema de una pila galvánica con electrodos de plata y cinc. Indica todos los elementos necesarios para su funcionamiento, escribe la reacción que tiene lugar e indica el ánodo, el cátodo y en qué sentido circulan los electrones.
Datos: $E^o(Ag^+/Ag) = +0{,}80$ V; $E^o(Zn^{2+}/Zn) = -0{,}76$ V. *(P.A.U. Sep. 09)*

***Solución:***

Material: Vasos de precipitados de 100 cm³ (2), tubo en U, cables con pinzas, voltímetro.
Reactivos: láminas de plata y cinc pulidas, disoluciones de sulfato de cinc de concentración 1 mol/dm³ y nitrato de plata de concentración 1 mol/dm³. Disolución de nitrato de potasio de concentración 2 mol/dm³ para el puente salino.




| | | | |
|---|---|---|---|
| (Cátodo +) reducción: | $2\ Ag^+ + 2\ e^-$ | $\longrightarrow 2\ Ag$ | $E^o = 0{,}80$ V |
| (Ánodo −) oxidación: | $Zn$ | $\longrightarrow Zn^{2+} + 2\ e^-$ | $E^o = 0{,}76$ V |
| Reacción global: | $Zn + 2\ Ag^+$ | $\longrightarrow Zn^{2+} + 2\ Ag$ | $E^o = 1{,}56$ V |

Los electrones circulan del polo negativo (ánodo Zn) al polo positivo (cátodo Ag).
En el puente salino, los cationes $K^+$ circulan hacia la disolución que contiene iones plata (para compensar la pérdida de iones plata que se han depositado) y los aniones $NO_3^-$ se dirigen hacia la disolución que contiene iones cinc (que están en exceso).

Cuestiones y problemas de las Pruebas de acceso a la Universidad (P.A.U.) en Galicia.
Respuestas y composición de Alfonso J. Barbadillo Marán.
Algunos cálculos se hicieron con una hoja de cálculo OpenOffice (o LibreOffice) del mismo autor.
Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión CLC09 de Charles Lalanne-Cassou.
La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de *traducindote*, de Óscar Hermida López.
Se procuró seguir las recomendaciones del Centro Español de Metrología (CEM)

Actualizado: 20/03/22