

## QUÍMICA

**Calificación:** El alumno elegirá UNA de las dos opciones. Cada pregunta se calificará con 2 puntos.

**OPCIÓN 1**

- Como es conocido, el ion plata precipita con iones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$  y  $\text{CrO}_4^{2-}$ , con los siguientes datos:  
 $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,7 \times 10^{-10}$ ;  $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \times 10^{-12}$  y  $K_{ps}(\text{AgI}) = 8,5 \times 10^{-17}$ .
  - Explique razonadamente lo que sucederá si se añade una disolución acuosa de nitrato de plata lentamente, a una disolución acuosa que contiene los tres aniones a la misma concentración.
  - Indique los equilibrios y las expresiones de la constante del producto de solubilidad para cada una de las reacciones entre el anión y el ion plata.
- Indique razonadamente lo que sucederá si a una disolución de  $\text{FeSO}_4$  le añadimos:
  - Trocitos de cinc.
  - Limaduras de cobre.Datos:  $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$  e  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$ .
- ¿Qué volumen de hidrógeno, medido a  $27^\circ \text{C}$  y  $0,98 \text{ atm}$  ( $99,3 \text{ kPa}$ ), es posible obtener al añadir ácido clorhídrico en exceso sobre  $75 \text{ g}$  de cinc que contiene un  $7\%$  de impurezas inertes?
  - ¿Cuántos gramos se habrán producido de cloruro de cinc?
- Se disuelven  $20 \text{ litros}$  de  $\text{NH}_3(\text{g})$ , medidos a  $10^\circ \text{C}$  y  $2 \text{ atm}$  ( $202,6 \text{ kPa}$ ) de presión, en una cantidad de agua suficiente para alcanzar  $4,5 \text{ litros}$  de disolución. Calcule:
  - El grado de disociación del amoníaco en la disolución.
  - El pH de dicha disolución.Dato:  $K_b(\text{NH}_3) = 1,78 \times 10^{-5}$ .
- Se quiere determinar el calor de reacción de  $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 
  - Indique el procedimiento describiendo el material utilizado.
  - Si al mezclar  $100 \text{ mL}$  de una disolución  $0,01 \text{ M}$  de  $\text{HCl}$  con  $100 \text{ mL}$  de una disolución  $0,01 \text{ M}$  de  $\text{NaOH}$ , se desprenden  $550 \text{ J}$ , ¿qué valor tendrá la entalpía de neutralización?

**OPCIÓN 2**

- Razone si son verdaderas o falsas las afirmaciones para las dos configuraciones que se indican a continuación correspondientes a átomos neutros: A)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  B)  $1s^2 2s^2 2p^6 5s^1$ 
  - Las dos configuraciones corresponden a átomos diferentes.
  - Se necesita menos energía para arrancar un electrón de la B que de la A.
- Formule los siguientes compuestos: 4-penten-2-ol y 3-pentanona.
  - Razone si presentan algún tipo de isomería entre ellos y de qué tipo.
- El dicromato de potasio,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , en medio ácido, oxida los iones cloruro hasta cloro, reduciéndose a una sal de cromo(III).
  - Escriba y ajuste por el método del ion-electrón a ecuación iónica correspondiente.
  - ¿Cuántos litros de cloro, medidos a  $25^\circ \text{C}$  y  $1,2 \text{ atm}$  ( $121,6 \text{ kPa}$ ), se pueden obtener si  $100 \text{ mL}$  de disolución de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $0,03 \text{ M}$  reaccionan con un exceso de cloruro de potasio en medio ácido?
- Si suponemos que la gasolina es una mezcla de octanos de fórmula general  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ :
  - Calcule el volumen de aire medido a  $25^\circ \text{C}$  y  $1 \text{ atm}$  ( $101,3 \text{ kPa}$ ) que se necesita para quemar  $100 \text{ L}$  de gasolina.
  - Calcule el calor desprendido cuando se queman  $100 \text{ L}$  de gasolina.  
 $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})) = 249,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  
oxígeno en el aire =  $21\%$  en volumen; densidad del octano =  $800 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- Haga los cálculos correspondientes, describa el material y el procedimiento para:
  - Preparar  $1 \text{ L}$  de disolución  $0,50 \text{ M}$  de  $\text{NaOH}$  a partir del producto comercial sólido.
  - Preparar  $250 \text{ mL}$  de  $\text{NaOH}$   $0,10 \text{ M}$  a partir de la disolución preparada en el apartado anterior.Datos:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

# Soluciones

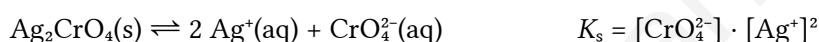
## OPCIÓN 1

1. Como es conocido, el ion plata precipita con iones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$  y  $\text{CrO}_4^{2-}$ , con los siguientes datos:  
 $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,7 \times 10^{-10}$ ;  $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \times 10^{-12}$  y  $K_{ps}(\text{AgI}) = 8,5 \times 10^{-17}$ .
- Explica razonadamente lo que sucederá si se añade una disolución acuosa de nitrato de plata lentamente, a una disolución acuosa que contiene los tres aniones a la misma concentración.
  - Indica los equilibrios y las expresiones de la constante del producto de solubilidad para cada una de las reacciones entre el anión y el ion plata.

(P.A.U. Jun. 10)

### Solución:

Las ecuaciones de equilibrio son:



Para una determinada concentración «c» de ion plata, la concentración de cada anión cuando comience a precipitar la sal correspondiente es:

$$[\text{Cl}^-]_p = \frac{K_{ps}(\text{AgCl})}{[\text{Ag}^+]} = \frac{1,7 \cdot 10^{-10}}{c}$$

$$[\text{I}^-]_p = \frac{K_{ps}(\text{AgI})}{[\text{Ag}^+]} = \frac{8,5 \cdot 10^{-17}}{c}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}]_p = \frac{K_{ps}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{[\text{Ag}^+]^2} = \frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{c^2}$$

Al añadir lentamente la disolución que contiene los tres aniones, las concentraciones de ellos serán muy pequeñas e irán aumentando. El anión que alcance primero la concentración necesaria será el que produzca el primer precipitado.

Para cualquier concentración de ion plata, la concentración necesaria de ion yoduro será siempre menor que la de ion cloruro.

$$[\text{I}^-]_p < [\text{Cl}^-]_p$$

Por lo tanto el yoduro de plata precipitará antes que el cloruro de plata.

El yoduro de plata también precipitará antes que el cromato de plata siempre que la concentración de ion plata c sea menor que  $1,1 \cdot 10^{-12} / 8,5 \cdot 10^{-17} = 1,3 \cdot 10^4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Ese valor es tan elevado que la condición se cumplirá siempre

$$[\text{I}^-]_p < [\text{CrO}_4^{2-}]_p$$

Precipitará en primero lugar el AgI.

A medida que va precipitando AgI, la concentración del ion  $\text{Ag}^+$  va disminuyendo. También disminuye la de ion yoduro, pero se va compensando en parte por la adición de la disolución que contiene los tres aniones.

Cuando la concentración de ion plata «c» quede por debajo de  $1,1 \cdot 10^{-12} / 1,7 \cdot 10^{-10} = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , la concentración de ion cloruro necesaria para que precipite el cloruro de plata es menor que la de ion cromato.

$$[\text{Cl}^-]_p < [\text{CrO}_4^{2-}]_p$$

Cuando se agote el ion yoduro (o más exactamente cuando la concentración de ion yoduro quede por debajo de  $8,5 \cdot 10^{-17} / c$ ) lo que precipitará será AgCl.

Solo al final, cuando ya no quede ni ion cloruro ni ion yoduro, si aún hay ion plata, acabará precipitando el cromato de plata.

2. Indica razonadamente lo que sucederá si a una disolución de  $\text{FeSO}_4$  le añadimos:

a) Trocitos de cinc.

b) Limaduras de cobre.

Datos:  $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$  e  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$ .

(P.A.U. Jun. 10)

### Solución:

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:

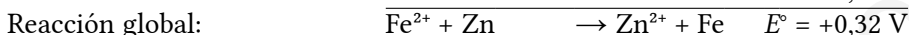
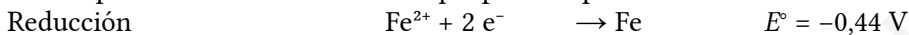
$$\Delta G = -n \cdot F \cdot E$$

$\Delta G$  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:  $E > 0$ .

Se podría reducir el ion  $\text{Fe}^{2+}$  hasta  $\text{Fe}$  metálico si el potencial de la reacción global fuera positivo.

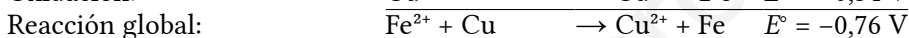
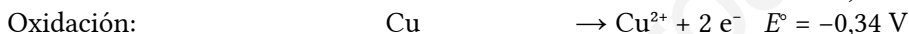
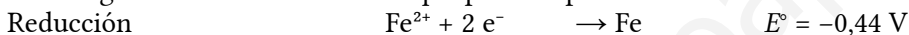
Para el primero caso las reacciones que podrían producirse son



Como tiene un potencial positivo, la reacción es espontánea.

En este caso se oxida el cinc y se reduce el ion  $\text{Fe}^{2+}$  hasta  $\text{Fe}$  metálico.

En el segundo caso las reacciones que podrían producirse son



Como tiene un potencial negativo, la reacción no es espontánea.

En este caso no se producirá ninguna reacción.

3. a) ¿Qué volumen de hidrógeno, medido a  $27^\circ \text{C}$  y  $0,98 \text{ atm}$  ( $99,3 \text{ kPa}$ ), es posible obtener al añadir ácido clorhídrico en exceso sobre  $75 \text{ g}$  de cinc que contiene un  $7\%$  de impurezas inertes?

b) ¿Cuántos gramos se habrán producido de cloruro de cinc?

Dato:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

(P.A.U. Jun. 10)

Rta.: a)  $V = 26,8 \text{ dm}^3 \text{ H}_2$ ; b)  $m = 145 \text{ g ZnCl}_2$ .

### Datos

Masa de cinc

Impurezas en el cinc

$\text{H}_2$ (gas): Temperatura

Presión

Constante de los gases ideales

Masa molar: Cinc

Cloruro de cinc

### Cifras significativas: 3

$m = 75,0 \text{ g}$

$i = 7,00 \%$

$T = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ K}$

$p = 99,3 \text{ kPa} = 9,93 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$

$M(\text{ZnCl}_2) = 136 \text{ g/mol}$

### Incógnitas

Volumen de  $\text{H}_2$  que se puede obtener en las condiciones indicadas

$V$

Masa de cloruro de cinc que se obtendrá

$m(\text{ZnCl}_2)$

### Otros símbolos

Cantidad de sustancia (número de moles)

$n$

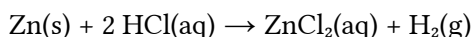
### Ecuaciones

De estado de los gases ideales

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

### Solución:

La reacción ajustada es:



La cantidad de cinc puro que hay en los 75 g de muestra son:

$$n(\text{Zn}) = 75,0 \text{ g cinc impuro} \frac{93,00 \text{ g Zn}}{100,00 \text{ g cinc impuro}} \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} = 1,07 \text{ mol Zn}$$

que producen de hidrógeno

$$n(\text{H}_2) = 1,07 \text{ mol Zn} \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Zn}} = 1,07 \text{ mol H}_2$$

Suponiendo comportamiento ideal para el hidrógeno

$$V(\text{H}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,07 \text{ mol H}_2 \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{9,93 \cdot 10^4 \text{ Pa}} = 0,026 \text{ m}^3 = 26,8 \text{ dm}^3 \text{ H}_2$$

Se habrán producido

$$m(\text{ZnCl}_2) = 1,07 \text{ mol Zn} \frac{1 \text{ mol ZnCl}_2}{1 \text{ mol Zn}} \frac{136 \text{ g ZnCl}_2}{1 \text{ mol ZnCl}_2} = 145 \text{ g ZnCl}_2$$

4. Se disuelven 20 dm<sup>3</sup> de NH<sub>3</sub>(g), medidos a 10 °C y 2 atm (202,6 kPa) de presión, en una cantidad de agua suficiente para alcanzar 4,5 dm<sup>3</sup> de disolución. Calcula:

a) El grado de disociación del amoníaco en la disolución.

b) El pH de dicha disolución.

Datos:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $K_b(\text{NH}_3) = 1,78 \times 10^{-5}$ .

(P.A.U. Jun. 10)

Rta.: a)  $\alpha = 0,68 \%$ ; b) pH = 11,42.

### Datos

Gas: Volumen

Presión

Temperatura

Volumen de la disolución

Constante de basicidad del NH<sub>3</sub>

Constante de los gases ideales

Producto iónico del agua

### Incógnitas

Grado de disociación del NH<sub>3</sub> en la disolución

pH de la disolución

### Otros símbolos

Disolución

Concentración (mol/dm<sup>3</sup>) de base débil que se disocia

Cantidad de la sustancia X

Cantidad disociada

### Cifras significativas: 3

$$V = 20,0 \text{ dm}^3 = 0,0200 \text{ m}^3 \text{ NH}_3$$

$$p = 202,6 \text{ Pa} = 2,026 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T = 10 \text{ °C} = 283 \text{ K}$$

$$V_D = 4,50 \text{ dm}^3$$

$$K_b = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

$$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-14}$$

$\alpha$

pH

D

$x$

$n(\text{X})$

$n_d$

### Otros símbolos

Cantidad inicial

$n_0$

Concentración de la sustancia X

$[X]$

### Ecuaciones

Constante de basicidad de la base:  $B(OH)_b(aq) \rightleftharpoons B^{b+}(aq) + b OH^-(aq)$

$$K_b = \frac{[B^{b+}]_e \cdot [OH^-]_e^b}{[B(OH)_b]_e}$$

pH

$$pH = -\log[H^+]$$

pOH

$$pOH = -\log[OH^-]$$

Producto iónico del agua

$$pH + pOH = 14$$

De estado de los gases ideales

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Grado de disociación

$$\alpha = \frac{n_d}{n_0} = \frac{[s]_d}{[s]_0}$$

### Solución:

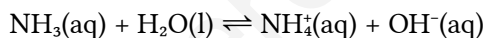
a) Suponiendo comportamiento ideal para el gas amoníaco

$$n(NH_3) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{2,026 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,020 \text{ m}^3}{8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 283 \text{ K}} = 1,72 \text{ mol } NH_3(g)$$

La concentración de la disolución será:

$$[NH_3] = \frac{n(NH_3)}{V_D} = \frac{1,72 \text{ mol } NH_3}{4,50 \text{ dm}^3} = 0,382 \text{ mol/dm}^3$$

Como el amoníaco es una base débil, se disociará en agua según la ecuación:



		$NH_3$	$\rightleftharpoons$	$NH_4^+$	$OH^-$	
$[X]_0$	Concentración inicial	0,382		0	0	mol/dm <sup>3</sup>
$[X]_d$	Concentración disociada o formada	$x$	$\rightarrow$	$x$	$x$	mol/dm <sup>3</sup>
$[X]_e$	Concentración en el equilibrio	$0,382 - x$		$x$	$x$	mol/dm <sup>3</sup>

La constante de equilibrio  $K_b$  es:

$$K_b = \frac{[NH_4^+]_e \cdot [OH^-]_e}{[NH_3]_e} = \frac{x \cdot x}{(0,382 - x)} = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

Si, en primera aproximación, consideramos despreciable  $x$  frente a 0,382, la ecuación se reduce a:

$$x = \sqrt{0,382 \cdot 1,78 \cdot 10^{-5}} = 2,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

que, comparada con 0,382 es despreciable.

El grado de disociación es:

$$\alpha = \frac{[NH_3]_d}{[NH_3]_0} = \frac{2,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}{0,382 \text{ mol/dm}^3} = 6,82 \cdot 10^{-3} = 0,68 \%$$

*Análisis: El grado de disociación es muy pequeño, por lo que la aproximación hecha para calcular la concentración disociada es aceptable. También es compatible con el dato de que el amoníaco es una base débil y, por lo tanto, débilmente disociada.*

b)

$$[OH^-]_e = x = 2,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol } OH^- / \text{ dm}^3$$

Aunque se puede calcular la  $[H^+]$  a partir del equilibrio de ionización del agua



resulta más sencillo calcular el pH de la relación:

$$pK_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14,00$$

que se obtiene de la anterior sin más que aplicar logaritmos y usar las definiciones de pH y pOH.

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(2,61 \cdot 10^{-3}) = 2,58$$

$$\text{pH} = 14 - 2,58 = 11,42$$

*Análisis: Este pH es consistente con el esperado. Si el amoníaco fuera una base fuerte, el pH de una disolución  $\approx 0,5 \text{ mol/dm}^3$  sería  $\text{pH} \approx 14 + \log 0,5 \approx 13,3$ . Una base débil tendrá un pH menos básico, más próximo a 7.*

5. Se quiere determinar el calor de reacción de  $\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
- Indica el procedimiento describiendo el material utilizado.
  - Si al mezclar  $100 \text{ cm}^3$  de una disolución de concentración  $0,01 \text{ mol/dm}^3$  de HCl con  $100 \text{ cm}^3$  de una disolución de concentración  $0,01 \text{ mol/dm}^3$  de NaOH, se desprenden  $550 \text{ J}$ , ¿qué valor tendrá la entalpía de neutralización?

(P.A.U. Jun. 10)

### **Solución:**

#### Material:

Calorímetro de  $250 \text{ cm}^3$ : recipiente aislado (como un termo)  
Probeta de  $100 \text{ cm}^3$ . Tubo cilíndrico graduado con base de apoyo.  
Termómetro  
Agitador. Varilla de vidrio.

#### Procedimiento:

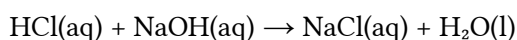
En una probeta de  $100 \text{ cm}^3$ , se miden  $100 \text{ cm}^3$  de disolución de HCl de concentración  $0,10 \text{ mol/dm}^3$  y se vierten en un calorímetro. Se mide la temperatura con un termómetro.  
Se lava la probeta y se miden  $100 \text{ cm}^3$  de disolución de NaOH de concentración  $0,10 \text{ mol/dm}^3$ . Se mide su temperatura que debería ser la misma que la de la disolución de HCl ya que están ambas a la temperatura del laboratorio.  
Se echa la disolución de hidróxido de sodio en el calorímetro y se agita con una varilla, comprobando la temperatura. Se anota el valor máximo.  
Se vacía el calorímetro y se lava.

Cálculos: (Supondré que los datos tienen al menos dos cifras significativas)

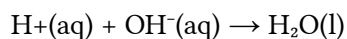
Usando el dato:

$$Q(\text{cedido en la neutralización}) = -550 \text{ J}$$

En la reacción:



que se puede escribir en forma iónica:



reacciona:

$$n(\text{HCl}) = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 0,10 \text{ mol HCl} / \text{dm}^3 = 0,010 \text{ mol HCl}$$

con

$$n(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 0,10 \text{ mol HCl} / \text{dm}^3 = 0,010 \text{ mol NaOH}$$

No hay reactivo limitante, por lo que la entalpía de la reacción es:

$$\Delta H_n^\circ = \frac{-550 \text{ J}}{0,010 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} = -55 \text{ kJ/mol}$$

## OPCIÓN 2

1. Razona si son verdaderas o falsas las afirmaciones para las dos configuraciones que se indican a continuación correspondientes a átomos neutros: A)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  B)  $1s^2 2s^2 2p^6 5s^1$ .
- a) Las dos configuraciones corresponden a átomos diferentes.  
b) Se necesita menos energía para arrancar un electrón de la B que de la A.

(P.A.U. Jun. 10)

### Solución:

Las dos configuraciones corresponden a átomos del mismo elemento, puesto que representan a átomos neutros con el mismo número de electrones (11)

La diferencia entre ellas es que la primera (A) corresponde al estado fundamental, ya que cumple los principios Aufbau (mínima energía, y exclusión de Pauli), mientras que la segunda (B) representa un estado excitado en el que el último electrón se encuentra en el 5.º nivel de energía en vez del 3.º que es lo que le corresponde.

La energía para arrancar un electrón de un átomo es igual a la diferencia entre la energía del electrón en el infinito menos la que posee correspondiente al nivel de energía en el que se encuentra.

$$\Delta E = E_{\infty} - E_i$$

Como la energía del 5.º nivel es mayor que la del 3.º nivel

$$E_5 > E_3$$

la energía necesaria para arrancar al electrón es menor.

$$\Delta E_5 = E_{\infty} - E_5 < E_{\infty} - E_3 = \Delta E_3$$

2. a) Formula los siguientes compuestos: 4-penten-2-ol y 3-pentanona.  
b) Razona si presentan algún tipo de isomería entre ellos y de qué tipo.

(P.A.U. Jun. 10)

### Solución:

a.1) 4-Penten-2-ol (pent-4-en-2-ol):  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$  (función alcohol insaturado).

a.2) 3-Pentanona (pentan-3-ona)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  (función cetona).

b) Presentan isomería de función: misma fórmula molecular ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ ) y funciones diferentes.

3. El dicromato de potasio,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , en medio ácido, oxida los iones cloruro hasta cloro, reduciéndose a una sal de cromo(III).

a) Escribe y ajusta por el método del ion-electrón a ecuación iónica correspondiente.

b) ¿Cuántos litros de cloro, medidos a 25 °C y 1,2 atm (121,6 kPa), se pueden obtener si 100 cm<sup>3</sup> de disolución de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , de concentración 0,0300 mol/dm<sup>3</sup> reaccionan con un exceso de cloruro de potasio en medio ácido?

Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

(P.A.U. Jun. 10)

Rta.: a)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{ H}^+(\text{aq}) + 6 \text{ Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{ Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{ Cl}_2(\text{g}) + 7 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$ ; b)  $V = 183 \text{ cm}^3 \text{ Cl}_2$ .

### Datos

Volumen de disolución de dicromato de potasio

Concentración de la disolución de dicromato de potasio

$\text{Cl}_2(\text{gas})$ : Temperatura

Presión

Constante de los gases ideales

### Incógnitas

Volumen de cloro obtenido

### Cifras significativas: 3

$V_d = 100 \text{ cm}^3 = 0,100 \text{ dm}^3$

$[\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7] = 0,0300 \text{ mol/dm}^3$

$T = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$

$p = 121,6 \text{ kPa} = 1,216 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

V

### Otros símbolos

Cantidad de sustancia (número de moles)

$n$

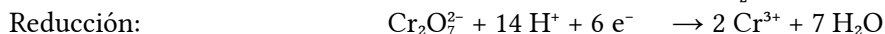
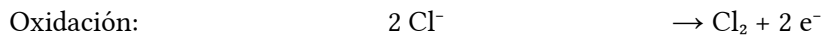
### Ecuaciones

De estado de los gases ideales

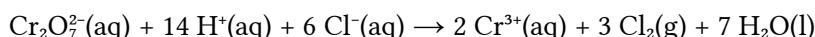
$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

### Solución:

Las semirreacciones iónicas son:



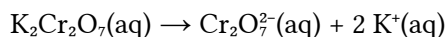
Multiplicando la primera semirreacción por 3 y sumando se obtiene la reacción iónica ajustada:



La cantidad de dicromato de potasio que hay en 100 cm<sup>3</sup> de disolución de concentración 0,0300 mol/dm<sup>3</sup> es:

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot \frac{0,0300 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{1 \text{ dm}^3} = 0,00300 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

Cada mol de dicromato de potasio contiene un mol de ion dicromato



Cada mol de ion dicromato producirá tres moles de cloro. Se pueden obtener:

$$n(\text{Cl}_2) = 0,00300 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}}{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot \frac{3 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 0,00900 \text{ mol Cl}_2$$

Suponiendo comportamiento ideal para el cloro

$$V(\text{Cl}_2) = \frac{nRT}{p} = \frac{0,00900 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{1,216 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 1,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 183 \text{ cm}^3 \text{ Cl}_2$$

4. Si suponemos que la gasolina es una mezcla de octanos de fórmula general C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>:

a) Calcula el volumen de aire medido a 25 °C y 1 atm (101,3 kPa) que se necesita para quemar 100 dm<sup>3</sup> de gasolina.

b) Calcula el calor desprendido cuando se queman 100 dm<sup>3</sup> de gasolina.

$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})) = 249,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  
oxígeno en el aire = 21 % en volumen; densidad del octano = 800 g·dm<sup>-3</sup>.

$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

(P.A.U. Jun. 10)

**Rta.:** a)  $V = 214 \text{ m}^3 \text{ O}_2$ ; b)  $Q = 4,18 \cdot 10^9 \text{ J}$ .

### Datos

Volumen de gasolina

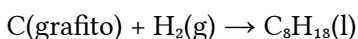
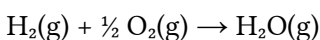
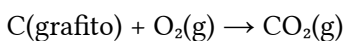
Densidad de la gasolina

Aire(gas): Temperatura

Presión

Contenido de oxígeno en el aire (% V)

Entalpías estándar de formación:



Constante de los gases ideales

### Cifras significativas: 3

$$V = 100 \text{ dm}^3 = 0,100 \text{ m}^3$$

$$\rho = 800 \text{ g/dm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$$

$$p = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$r = 21,0 \text{ \% en volumen}$$

### Cifras significativas: 4

$$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})) = 249,8 \text{ kJ/mol}$$

$$R = 8,31 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$



**Datos**

Masa molar del octano:

**Cifras significativas: 3**

$$M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114,2 \text{ g/mol}$$

**Incógnitas**

Volumen de aire necesario

 $V$ 

Calor desprendido

 $Q$ **Otros símbolos**

Cantidad de sustancia (número de moles)

 $n$ **Ecuaciones**

Ley de Hess

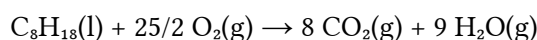
$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ(\text{prod.}) - \Delta H^\circ(\text{react.})$$

Ecuación de estado de los gases ideales

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

**Solución:**

La ecuación de combustión es

La cantidad de gasolina que hay en 100 dm<sup>3</sup> es:

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 100 \text{ dm}^3 \text{ gasolina} \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ dm}^3} \frac{800 \text{ kg gasolina}}{1 \text{ m}^3 \text{ gasolina}} \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}}{114,2 \text{ g gasolina}} = 700 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$$

La cantidad de oxígeno que se necesita para la combustión es:

$$n(\text{O}_2) = 700 \text{ mol C}_8\text{H}_{18} \frac{25/2 \text{ mol O}_2}{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}} = 8,75 \cdot 10^3 \text{ mol O}_2$$

Que, suponiendo comportamiento ideal, ocuparán:

$$V = \frac{n(\text{O}_2) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{8,75 \cdot 10^3 \text{ mol O}_2 \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 214 \text{ m}^3 \text{ O}_2$$

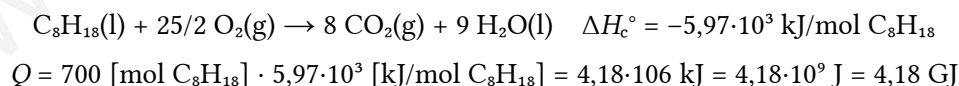
Como el aire contiene un 21 % en volumen de oxígeno, el volumen de aire que contendrá ese volumen será:

$$V = 214 \text{ m}^3 \text{ O}_2 \frac{100 \text{ m}^3 \text{ aire}}{21,0 \text{ m}^3 \text{ O}_2} = 1,02 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \text{ aire}$$

Por la ley de Hess,

$$\begin{aligned} \Delta H_c^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}) &= 8 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 9 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}) + 25/2 \Delta H_f^\circ(\text{O}_2)) \\ \Delta H_c^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}) &= (8 [\text{mol CO}_2] (-393,5 [\text{kJ/mol CO}_2]) + 9 [\text{mol H}_2\text{O}] (-285,8 [\text{kJ/mol H}_2\text{O}])) \\ &\quad - (1 [\text{mol C}_8\text{H}_{18}] \cdot 249,8 [\text{kJ/mol C}_8\text{H}_{18}] + 25/2 [\text{mol O}_2] \cdot 0) = -5 \text{ 970 kJ} \end{aligned}$$

La ecuación termoquímica queda:



5. Haz los cálculos correspondientes, describe el material y el procedimiento para:

a) Preparar 1 dm<sup>3</sup> de disolución de concentración 0,50 mol/dm<sup>3</sup> de NaOH a partir del producto comercial sólido.b) Preparar 250 cm<sup>3</sup> de NaOH de concentración 0,10 mol/dm<sup>3</sup> a partir de la disolución preparada en el apartado anterior.

(P.A.U. Jun. 10)

**Solución:**

a) Cálculos: Suponiendo 2 cifras significativas.

En  $1,0 \text{ dm}^3$  de disolución de NaOH de concentración  $0,50 \text{ mol/dm}^3$  hay

$$n(\text{NaOH}) = 0,50 \text{ mol NaOH} / \text{dm}^3 \text{ D} \cdot 1,0 \text{ dm}^3 \text{ D} = 0,50 \text{ mol NaOH}$$

que pesan:

$$m(\text{NaOH}) = 0,50 \text{ mol NaOH} \cdot 40 \text{ g NaOH} / \text{mol NaOH} = 20 \text{ g NaOH}$$

El producto comercial (sosa) en lentejas no es puro. Suele ser del 96 %.

Habría que pesar:

$$m(\text{comercial}) = 20 \text{ g NaOH} \cdot 100 \text{ g comercial} / 96 \text{ g NaOH} = 21 \text{ g comercial.}$$

Como la concentración de la disolución es aproximada (el hidróxido de sodio en el aire se hidrata rápidamente y se carbonata en parte, por lo que su masa siempre será aproximada), se utiliza material de medida no demasiado preciso.

Procedimiento: En un vaso de precipitados de  $500 \text{ cm}^3$  se vierte más de la mitad de agua.

En una balanza granataria se tara un vidrio de reloj y se pesan 21 g de hidróxido de sodio comercial del 96 %, procurando que no entre en contacto con la piel (es cáustico) y usando una espátula para manejar la sustancia. Se vuelca el vidrio de reloj sobre el agua del vaso de precipitados y se enjuaga el vidrio con un frasco lavador. Se agita con una varilla de vidrio el contenido del vaso de precipitados hasta que se completa la disolución.

Se vierte en una probeta de  $1 \text{ dm}^3$  y se añade agua hasta completar el volumen, procurando que el menisco del líquido esté enrasado con la línea de  $1000 \text{ cm}^3$ .

Se pasa la disolución obtenida a un frasco de  $1 \text{ dm}^3$ , se tapa y se voltea varias veces para homogeneizar. Se etiqueta el frasco con NaOH  $0,5 \text{ mol/dm}^3$  y la fecha. Se lava la probeta de  $1 \text{ dm}^3$ .

b) Cálculos:

$250 \text{ cm}^3$  ( $= 0,25 \text{ dm}^3$ ) de disolución (D) de NaOH de concentración  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  contendrían disueltos:

$$n(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ dm}^3 \text{ D} \cdot 0,1 \text{ mol NaOH} / \text{dm}^3 \text{ D} = 0,025 \text{ mol NaOH}$$

que se obtendrían midiendo:

$$V(\text{DC}) = 0,025 \text{ mol NaOH} / 0,50 \text{ mol NaOH} / \text{dm}^3 \text{ DC} = 0,5 \text{ dm}^3 \text{ de la disolución } 0,5 \text{ mol/dm}^3 \text{ DC}$$

Procedimiento: En una probeta de  $100 \text{ cm}^3$  se miden  $50 \text{ cm}^3$  de la disolución de concentración  $0,5 \text{ mol/dm}^3$ .

Se vierten en la probeta de  $1 \text{ dm}^3$  y se añade agua hasta que llegue a  $250 \text{ cm}^3$ . Se pasa la disolución obtenida a un frasco suficientemente grande, se tapa y se voltea varias veces para homogeneizar. Se etiqueta el frasco con NaOH  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  y la fecha.

Material: Probetas de  $100 \text{ cm}^3$  (1) y de  $1000 \text{ cm}^3$  (1), una balanza granataria, vidrio de reloj (1), espátula (1), vaso de precipitados de  $500 \text{ cm}^3$  (1), varilla de vidrio (1), frasco lavador (1), frascos de  $1 \text{ dm}^3$  con tapa (2) y etiquetas.

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