

QUÍMICA

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

OPCIÓN A

1. 1.1. El potencial de reducción estándar del Au^{3+}/Au es 1,3 V. Indique si a 25 °C el ácido clorhídrico reacciona con el oro. Escribe la reacción que tendría lugar. Dato: $E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$
1.2. Escribe la fórmula del 3-hexeno y analiza la posibilidad de que presente isomería geométrica. Razona las respuestas.
2. Indica razonadamente si las siguientes afirmaciones son correctas.
2.1. La primera energía de ionización del cesio es mayor que la del bario.
2.2. El potasio tiene un radio atómico menor que el bromo.
3. En un recipiente de 2,0 L se introducen 0,043 moles de $\text{NOCl}(\text{g})$ y 0,010 moles de $\text{Cl}_2(\text{g})$. Se cierra, se calienta hasta una temperatura de 30 °C y se deja que alcance el equilibrio: $\text{NOCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$. Calcula:
3.1. El valor de K_c sabiendo que en el equilibrio se encuentran 0,031 moles de $\text{NOCl}(\text{g})$.
3.2. La presión total y las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.
Dato: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
4. La anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) es un base de carácter débil con una $K_b = 4,1 \cdot 10^{-10}$. Calcule:
4.1. El pH de una disolución acuosa 0,10 M de anilina.
4.2. El valor de la constante de acidez del ácido conjugado de la anilina. Dato: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$
5. 5.1. Indica el material a utilizar y el procedimiento a seguir para determinar la entalpía de neutralización de 100 mL de HCl 2,0 M con 100 mL de NaOH 2,0 M.
5.2. Calcula el valor de la entalpía de neutralización expresado en kJ/mol si el incremento de temperatura que se produce es de 12 °C.
Datos: Calor específico(mezcla)= Calor específico(agua)= 4,18 J/g·°C; densidades de las disoluciones del ácido y de la base=1,0 g·mL⁻¹. Considere despreciable la capacidad calorífica del calorímetro.

OPCIÓN B

1. 1.1. Justifica si una disolución acuosa de NH_4NO_3 será ácida, básica o neutra.
1.2. La metilamina en disolución acuosa se comporta como una base débil, de forma similar al amoníaco. Escribe la reacción e indique los pares ácido/base conjugados.
2. 2.1. Razona cómo varía el radio atómico para los elementos del grupo de los metales alcalinos.
2.2. Escribe la fórmula desarrollada de: dimetiléter, propanoato de isopropilo, 2-metil-2-penteno, propanona.
3. La solubilidad del BaF_2 en agua es de 1,30 g·L⁻¹. Calcula:
3.1. El producto de solubilidad de la sal.
3.2. La solubilidad del BaF_2 en una disolución acuosa 1 M de BaCl_2 , considerando que esta sal está totalmente disociada.
4. Dada la siguiente reacción: $\text{Cu}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
4.1. Escribe y ajusta por el método del ion-electrón la ecuación molecular, indicando las semirreacciones correspondientes.
4.2. Calcula el volumen de NO medido en condiciones normales que se desprenderá por cada 100 g de cobre que reaccionan si el rendimiento del proceso es del 80 %.
Dato: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
5. Al hacer reaccionar una disolución de cloruro de calcio y otra de carbonato de sodio, se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.
5.1. Escribe la reacción que tiene lugar e indica cómo calcularías el rendimiento de la reacción.
5.2. Indica el material y describe el procedimiento a seguir en el laboratorio para la obtención y separación del precipitado.

Soluciones

OPCIÓN A

1. a) El potencial de reducción estándar del Au^{3+}/Au es 1,3 V. Indica si a 25 °C el ácido clorhídrico reacciona con el oro. Escribe la reacción que tendría lugar. Dato: $E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$.
b) Escribe la fórmula del 3-hexeno y analiza la posibilidad de que presente isomería geométrica. Razona las respuestas.

(P.A.U. Jun. 15)

Solución:

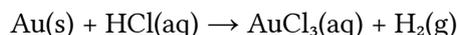
a) La condición para que una reacción química sea espontánea es que la variación de energía libre de Gibbs sea negativa. La relación matemática entre la energía libre de Gibbs y el potencial electroquímico es:

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

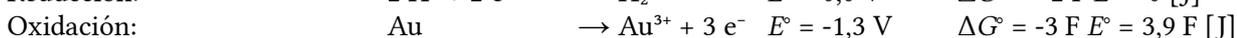
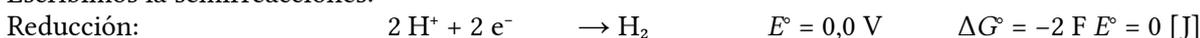
ΔG es la variación de energía libre de Gibbs, n es el número de electrones intercambiados por cada mol de especie reducida u oxidada, F (1 Faraday) es la carga de un mol de electrones y E es el potencial electroquímico del proceso.

Como ΔG y E son de signos opuestos, la condición para que una reacción sea espontánea es que el potencial electroquímico sea positivo: $E > 0$.

Suponiendo que la reacción que tiene lugar es (sin ajustar)

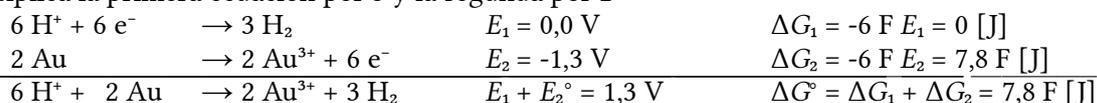


Escribimos la semirreacciones:



Aunque para ajustar la reacción iónica hay que multiplicar cada semirreacción por un coeficiente, el potencial vale lo mismo, puesto que lo que cambia es la energía libre de Gibbs.

Se multiplica la primera ecuación por 3 y la segunda por 2



Como

$$\Delta G^\circ = -6 F E^\circ$$

$$E^\circ = \frac{\Delta G}{-6F} = \frac{7,8F \text{ [J]}}{-6F} = -1,3 \text{ V}$$

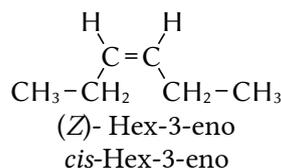
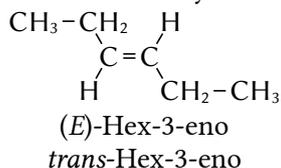
Coincide con la suma de los potenciales de las reacciones: $E = E_1 + E_2^\circ$

El potencial de la reacción global sale negativo, por lo tanto, el proceso no será espontáneo y no se producirá ninguna reacción entre el oro y el ácido clorhídrico.

Solución:

Un compuesto tendrá isomería geométrica (*cis-trans*), si tiene al menos un doble enlace en el que los grupos unidos a cada carbono del doble enlace sean distintos.

El 3-hexeno (hex-3-eno), $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$, tiene un doble enlace entre los carbonos 3 y 4, y cada uno de ellos está unido a dos grupos distintos: hidrógeno (-H) y etilo (- $\text{CH}_2\text{-CH}_3$). Existen dos isómeros geométricos, que se pueden llamar *cis* y *trans* o *Z* y *E*.



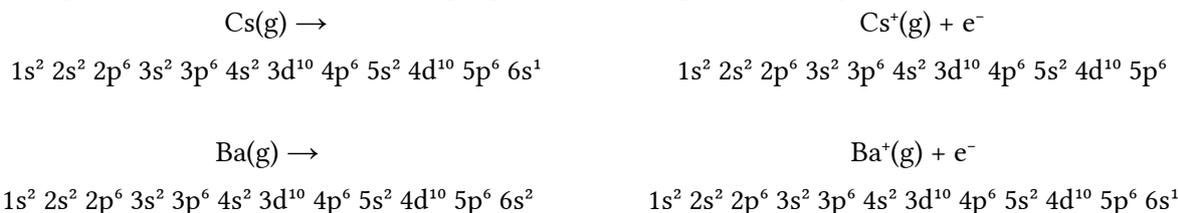
2. Indica razonadamente si las siguientes afirmaciones son correctas.
- La primera energía de ionización del cesio es mayor que la del bario.
 - El potasio tiene un radio atómico menor que el bromo.

(P.A.U. Jun. 15)

Solución:

a) Falsa

La primera energía de ionización es la energía mínima necesaria para arrancar un mol de electrones a un mol de átomos en fase gaseosa y en estado fundamental para dar iones monopositivos gaseosos. Será más fácil arrancar un electrón a un átomo cuando el ion formado adquiere la configuración electrónica de un gas noble. Por eso el cesio es el que posee la menor primera energía de ionización.



b) Falsa

El radio atómico de un elemento se define como la mitad de la distancia internuclear en la molécula diatómica (si forma moléculas diatómicas) o de la distancia entre dos átomos en la estructura cristalina. Las predicciones de la variación de radio atómico a lo largo de un período se basan en el efecto de la fuerza de atracción que ejerce la carga nuclear sobre los electrones externos haciendo que se aproximen al núcleo y den un tamaño menor. Como la carga nuclear aumenta con el número atómico, el radio menor será el del potasio.

3. En un recipiente de 2,0 L se introducen 0,043 moles de NOCl(g) y 0,010 moles de Cl₂(g). Se cierra, se calienta hasta una temperatura de 30 °C y se deja que alcance el equilibrio: NOCl(g) ⇌ ½ Cl₂(g) + NO(g). Calcula:

- El valor de K_c sabiendo que en el equilibrio se encuentran 0,031 moles de NOCl(g).
- La presión total y las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.

Dato: R = 0,082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹ = 8,31 J·K⁻¹·mol⁻¹.

(P.A.U. Jun. 15)

Rta.: a) K_c = 0,035; b) p = 74 kPa; p(NOCl) = 39 kPa; p(Cl₂) = 20 kPa; p(NO) = 15 kPa.

Datos

Gas: Volumen

Temperatura

Cantidad inicial de NOCl

Cantidad inicial de Cl₂

Cantidad de NOCl en el equilibrio

Constante de los gases ideales

Incógnitas

Constante del equilibrio K_c

Presión total en el equilibrio

Presiones parciales de cada gas en el equilibrio

Otros símbolos

Cantidad de gas que ha reaccionado

Ecuaciones

Ecuación de estado de los gases ideales

Cifras significativas: 3

V = 2,00 dm³

T = 30 °C = 303 K

n₀(NOCl) = 0,0430 mol NOCl

n₀(Cl₂) = 0,0100 mol Cl₂

n_e(NOCl) = 0,0310 mol NOCl

R = 0,082 atm·dm³·K⁻¹·mol⁻¹ = 8,31 J·K⁻¹·mol⁻¹

K_c

p

p(NOCl), p(Cl₂), p(NO)

n_r

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

Ecuaciones

Ley de Dalton de las presiones parciales

$$p_t = \sum p_i$$

Concentración de la sustancia X

$$[X] = n(X) / V$$

Constante del equilibrio: $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

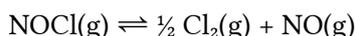
$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

Solución:

a) Se calcula la cantidad de NOCl que ha reaccionado

$$n_r = n_e - n_o = 0,0310 - 0,0430 = -0,0120 \text{ mol NOCl}$$

y se construye una tabla para calcular las cantidades de productos y reactivos en el equilibrio a partir de la estequiometría de la reacción



		NOCl	\rightleftharpoons	$\frac{1}{2} \text{Cl}_2$	NO	
Cantidad inicial	n_o	0,0430		0,0100	0	mol
Cantidad que reacciona o se forma	n_r	0,0120	\rightarrow	$0,0120 / 2 = 0,00600$	0,0120	mol
Cantidad en el equilibrio	n_e	0,0310		0,0160	0,0120	mol

Se calcula la constante de equilibrio:

$$K_c = \frac{[\text{NO}]_e \cdot [\text{Cl}_2]_e^{1/2}}{[\text{NOCl}]_e} = \frac{\frac{0,0120}{2} \cdot \sqrt{\frac{0,0160}{2}}}{\frac{0,0310}{2}} = 0,034 \quad (\text{concentraciones en mol/dm}^3)$$

b) Se calculan las presiones parciales de cada gas a partir de las cantidades en el equilibrio. Suponiendo comportamiento ideal para los gases:

$$p(\text{NOCl}) = \frac{n(\text{NOCl}) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,0310 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 303 \text{ K}}{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 3,91 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 39,1 \text{ kPa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101,3 \text{ kPa}} = 0,386 \text{ atm}$$

$$p(\text{Cl}_2) = \frac{n(\text{Cl}_2) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,0160 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 303 \text{ K}}{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 2,02 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 20,2 \text{ kPa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101,3 \text{ kPa}} = 0,199 \text{ atm}$$

$$p(\text{NO}) = \frac{n(\text{NO}) \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,0120 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 303 \text{ K}}{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 1,51 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 15,1 \text{ kPa} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{101,3 \text{ kPa}} = 0,149 \text{ atm}$$

Se calcula la presión total por la ley de Dalton:

$$p = p(\text{NOCl}) + p(\text{Cl}_2) + p(\text{NO}) = 39,1 \text{ [kPa]} + 20,2 \text{ [kPa]} + 15,1 \text{ [kPa]} = 74,4 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ atm} / 101,3 \text{ kPa} = 0,734 \text{ atm}$$

4. La anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) es un base de carácter débil con una $K_b = 4,1 \cdot 10^{-10}$. Calcula:

a) El pH de una disolución acuosa de concentración $0,10 \text{ mol/dm}^3$ de anilina.

b) El valor de la constante de acidez del ácido conjugado de la anilina.

Dato: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$.

Rta.: a) pH = 8,81; b) $K_a = 2,4 \cdot 10^{-5}$.

(P.A.U. Jun. 15)



Datos

Concentración de la disolución de anilina

Constante de basicidad de la anilina

Cifras significativas: 3

$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]_o = 0,100 \text{ mol/dm}^3$

$K_b = 4,10 \cdot 10^{-10}$

Datos

Producto iónico del agua

Cifras significativas: 3

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

Incógnitas

pH de la disolución

pH

Constante de acidez del ácido conjugado de la anilina

 K_a **Otros símbolos**

Disolución

D

Concentración (mol/dm³) de base débil que se disocia x

Cantidad de la sustancia X

 $n(X)$

Cantidad disociada

 n_d

Cantidad inicial

 n_o

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

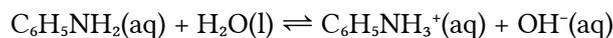
$$pOH = -\log[OH^-]$$

Producto iónico del agua

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

Solución:

a) Como la anilina es una base débil, se disociará en agua según la ecuación:



		$C_6H_5NH_2$	\rightleftharpoons	$C_6H_5NH_3^+$	OH^-	
$[X]_o$	Concentración inicial	0,100		0	0	mol/dm ³
$[X]_d$	Concentración disociada o formada	x		x	x	mol/dm ³
$[X]_e$	Concentración en el equilibrio	$0,100 - x$		x	x	mol/dm ³

La constante de basicidad K_b es:

$$K_b = \frac{[C_6H_5NH_3^+]_e \cdot [OH^-]_e}{[C_6H_5NH_2]_e} = \frac{x \cdot x}{(0,100 - x)} = 4,10 \cdot 10^{-10}$$

Si, en primera aproximación, consideramos despreciable x frente a 0,100, la ecuación se reduce a:

$$x = \sqrt{0,100 \cdot 4,10 \cdot 10^{-10}} = 6,40 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

que, comparada con 0,100 es despreciable.

$$[OH^-]_e = x = 6,40 \cdot 10^{-6} \text{ mol OH}^- / \text{dm}^3$$

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

resulta más sencillo calcular el pH de la relación:

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

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

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(6,40 \cdot 10^{-6}) = 5,19$$

$$pH = 14,00 - 5,19 = 8,81$$

Análisis: Este pH es consistente con el esperado. Si la anilina fuera una base fuerte, el pH de una disolución de concentración $0,1 \text{ mol/dm}^3$ sería $\text{pH} \approx 14 + \log 0,1 = 13$. Una base débil tendrá un pH menos básico, más próximo a 7.

b) El ácido conjugado de la anilina es un ácido porque en disolución acuosa cedería hidrogeniones al agua:



La expresión de la constante de acidez del ácido conjugado de la anilina es:

$$K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+]_e}$$

Si multiplicamos la constante de basicidad de la anilina por la constante de acidez de su ácido conjugado obtenemos

$$K_b \cdot K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+]_e \cdot [\text{OH}^-]_e}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]_e} \cdot \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]_e \cdot [\text{H}^+]_e}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+]_e} = [\text{OH}^-]_e \cdot [\text{H}^+]_e = K_w$$

la constante de ionización del agua que vale $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1,00 \cdot 10^{-14}}{4,10 \cdot 10^{-10}} = 2,44 \cdot 10^{-5}$$

5. a) Indica el material a utilizar y el procedimiento a seguir para determinar la entalpía de neutralización de 100 cm^3 de una disolución de HCl de concentración $2,0 \text{ mol/dm}^3$ con 100 cm^3 de una disolución de NaOH de concentración $2,0 \text{ mol/dm}^3$.
b) Calcula el valor de la entalpía de neutralización expresado en kJ/mol si el incremento de temperatura que se produce es de $12 \text{ }^\circ\text{C}$.

Datos: Calor específico(mezcla) = Calor específico(agua) = $4,18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$; densidades de las disoluciones del ácido y de la base = $1,0 \text{ g/cm}^3$. Considera despreciable la capacidad calorífica del calorímetro.

(P.A.U. Jun. 15)

Rta.: $\Delta H_n^\circ = -50 \text{ kJ/mol}$.

Solución:

Material:

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

Procedimiento:

En una probeta de 100 cm^3 , se miden 100 cm^3 de disolución de HCl de concentración $2,0 \text{ mol/dm}^3$ y se vierten en un calorímetro. Se mide la temperatura con un termómetro.

Se lava la probeta y se miden 100 cm^3 de disolución de NaOH de concentración $2,0 \text{ mol/dm}^3$. 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)

El calor específico de la mezcla es igual al calor específico del agua. $c = 4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$

Las densidades de las disoluciones del ácido y de la base son iguales a la densidad del agua. $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$

El calor ganado por el calorímetro es despreciable. $Q_c = 0$

La masa de la disolución del ácido es:

$$m(\text{disolución ácido}) = V(\text{disolución ácido}) \cdot \rho = 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,0 \text{ g/cm}^3 = 100 \text{ g}$$

La masa de la disolución de la base da el mismo resultado que la del ácido:

$$m(\text{disolución base}) = V(\text{disolución base}) \cdot \rho = 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,0 \text{ g/cm}^3 = 100 \text{ g}$$

La masa de la disolución final es la suma de las masas de las disoluciones del ácido y de la base:

$$m(\text{disolución}) = m(\text{disolución ácido}) + m(\text{disolución base}) = 100 \text{ g} + 100 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

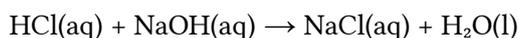
El calor ganado por la disolución es:

$$Q_d = m(\text{disolución}) \cdot c_e(\text{disolución}) \cdot \Delta t = 200 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1} \cdot 12 \text{ C} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ J}$$

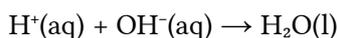
$$Q(\text{cedido en la neutralización}) + Q_d(\text{ganado por la disolución}) + Q_c(\text{ganado por el calorímetro}) = 0$$

$$Q(\text{cedido en la neutralización}) = -1,0 \cdot 10^4 \text{ J}$$

En la reacción:



que se puede escribir en forma iónica:



reacciona:

$$n(\text{HCl}) = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 2,0 \text{ mol HCl} / \text{dm}^3 = 0,20 \text{ mol HCl}$$

con

$$n(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 2,0 \text{ mol HCl} / \text{dm}^3 = 0,20 \text{ mol NaOH}$$

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

$$\Delta H_n^\circ = \frac{-1,0 \cdot 10^4 \text{ J}}{0,20 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} = -50 \text{ kJ/mol}$$

Análisis: Este resultado difiere bastante del tabulado, -57,9 kJ/mol, aunque dentro del orden de magnitud.

OPCIÓN B

1. a) Justifica si una disolución acuosa de NH_4NO_3 será ácida, básica o neutra.
- b) La metilamina en disolución acuosa se comporta como una base débil, de forma similar al amoníaco. Escribe la reacción e indica los pares ácido/base conjugados.

(P.A.U. Jun. 15)

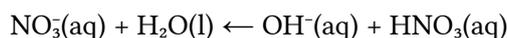
Solución:

El nitrato de amonio tendrá carácter ácido.

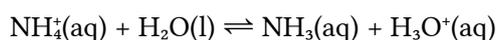
Al disolverse el nitrato de amonio, (compuesto iónico), sus iones se solvatarán y separarán.



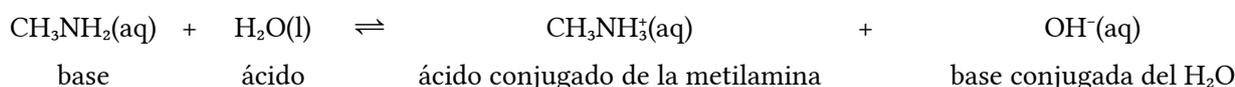
El ion nitrato proviene de un ácido fuerte (el ácido nítrico), y el posible equilibrio está totalmente desplazado hacia la izquierda. No se hidroliza.



Pero el ion amonio proviene de una base débil (el amoníaco), y se hidroliza.



Solución:



2. a) Razona cómo varía el radio atómico para los elementos del grupo de los metales alcalinos.
 b) Escribe la fórmula desarrollada de: dimetiléter, propanoato de isopropilo, 2-metil-2-penteno, propanona.

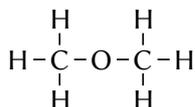
(P.A.U. Jun. 15)

Solución:

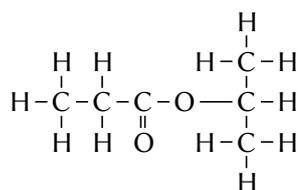
- a) Aumenta hacia abajo porque el radio de los orbitales aumenta con el número cuántico principal que corresponde al período.

Solución:

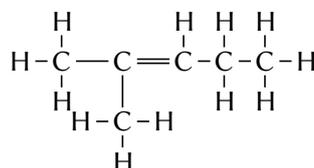
- b.1) Dimetiléter:



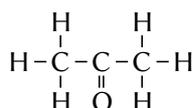
- b.2) Propanoato de isopropilo:



- b.3) 2-Metilpent-2-eno:



- b.4) Propanona:



3. La solubilidad del BaF₂ en agua es de 1,30 g/dm³. Calcula:
 a) El producto de solubilidad de la sal.
 b) La solubilidad del BaF₂ en una disolución acuosa de concentración 1 mol/dm³ de BaCl₂, considerando que esta sal está totalmente disociada.

(P.A.U. Jun. 15)

Rta.: a) $K_s = 1,63 \cdot 10^{-6}$; b) $s_2 = 6,38 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³.

Datos

Solubilidad del BaF₂

Concentración de la disolución del BaCl₂

Masa molar del fluoruro de bario

Cifras significativas: 3

$$s' = 1,30 \text{ g/dm}^3$$

$$[\text{BaCl}_2] = 1,00 \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{BaF}_2) = 175 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Producto de solubilidad del BaF₂

$$K_s$$

Solubilidad del BaF₂ en BaCl₂ 1 mol/dm³

$$s_2$$

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) en de BaF₂ en agua

$$s$$

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$$n = m / M$$

Concentración molar (mol/dm³)

$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

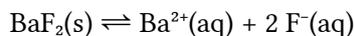
$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) La solubilidad del fluoruro de bario es:

$$[\text{BaF}_2] = s = \frac{1,3 \text{ g/dm}^3}{175 \text{ g/mol}} = 0,00741 \text{ mol/dm}^3$$

El equilibrio de solubilidad es



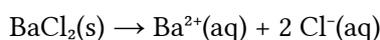
		BaF ₂	⇌	Ba ²⁺	2 F ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{F}^{-}]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 4 \cdot (0,00741)^3 = 1,63 \cdot 10^{-6}$$

b) Se supone que la concentración de cloruro de bario tiene tres cifras significativas.

El cloruro de bario estará totalmente disociado.



$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{BaCl}_2] = 1,00 \text{ mol Ba}^{2+} / \text{dm}^3 \text{ D}$$

		BaF ₂	⇌	Ba ²⁺	2 F ⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			1,00	0	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	s ₂	→	s ₂	2 s ₂	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	[X] _e			1,00 + s ₂	2 s ₂	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{F}^{-}]_e^2 = (1,00 + s_2) (2 s_2)^2 = 1,63 \cdot 10^{-6}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable s₂ frente a 1,00, (s₂ << 1,00). Entonces:

$$1,00 \cdot (2 s_2)^2 \approx 1,63 \cdot 10^{-6}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{1,63 \cdot 10^{-6}}{1,00 \cdot 4}} = 6,38 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable.

Si se quiere, se puede calcular la solubilidad en g/dm³, que sería

$$s'_2 = 6,38 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \cdot 175 \text{ g/mol} = 0,112 \text{ g/dm}^3$$

Análisis: Se ve que la solubilidad en BaCl₂, s₂ = 6,38 · 10⁻⁴ mol/dm³ es menor que la solubilidad en agua, s₁ = 0,00741 mol/dm³, debido al efecto del ion común Ba²⁺.

4. Dada la siguiente reacción: $\text{Cu}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

a) Escribe y ajusta por el método del ion-electrón la ecuación molecular, indicando las semirreacciones correspondientes.

b) Calcula el volumen de NO medido en condiciones normales que se desprenderá por cada 100 g de cobre que reaccionan si el rendimiento del proceso es del 80 %.

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. 15)

Rta.: a) $8 \text{ HNO}_3 + 3 \text{ Cu} \rightarrow 3 \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$; b) $V = 18,8 \text{ dm}^3 \text{ NO}$

**Datos**

Masa de cobre

Rendimiento de la reacción

Gas: Temperatura

Cifras significativas: 3

$m = 100 \text{ g Cu}$

$r = 80,0 \%$

$T = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

Datos

Presión
 Constante de los gases ideales
 Masa molar: Cobre

Cifras significativas: 3

$p = 1,00 \text{ atm}$
 $R = 0,0820 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
 $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$

Incógnitas

Volumen de NO que se forma en las condiciones indicadas V

Otros símbolos

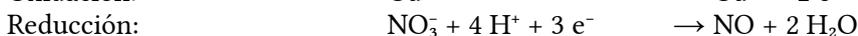
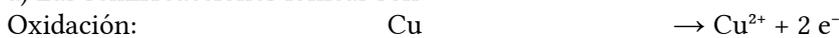
Cantidad de sustancia (número de moles) n

Ecuaciones

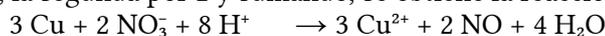
De estado de los gases ideales $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Solución:

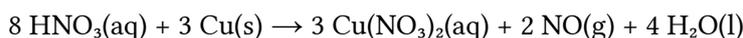
a) Las semirreacciones iónicas son:



Multiplicando la primera por 3, la segunda por 2 y sumando, se obtiene la reacción iónica ajustada.



Sumando 6 NO_3^{-} a cada lado de la ecuación y juntando los iones de signos opuestos se obtiene la reacción global:



b)

$$n(\text{NO}) = 100 \text{ g Cu} \frac{1 \text{ mol Cu}}{63,5 \text{ g Cu}} \frac{2 \text{ mol NO}}{3 \text{ mol Cu}} = 1,05 \text{ mol NO}_2 \text{ esperados}$$

Como el rendimiento es del 80 %, se obtienen realmente

$$n = 80,0 \% \cdot 1,05 \text{ mol} = 0,840 \text{ mol NO}$$

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,840 \text{ mol NO}_2 \cdot 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{1,00 \text{ atm}} = 18,8 \text{ dm}^3 \text{ NO}_2$$

5. Al hacer reaccionar una disolución de cloruro de calcio y otra de carbonato de sodio, se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.

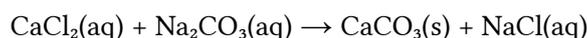
a) Escribe la reacción que tiene lugar e indica cómo calcularías el porcentaje del rendimiento de la reacción.

b) Indica el material y describe el procedimiento a seguir en el laboratorio para la obtención y separación del precipitado.

(P.A.U. Jun. 15)

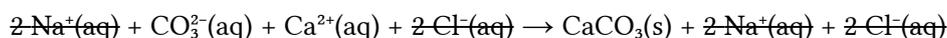
Solución:

Se produce la reacción de precipitación:



y se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.

Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:

**Cálculo del rendimiento**

Se calcula la masa de carbonato de calcio que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de calcio y carbonato de sodio.

El rendimiento se obtiene dividiendo la masa obtenida entre la calculada y se expresa el resultado en tanto por ciento.

Material

Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

Procedimiento

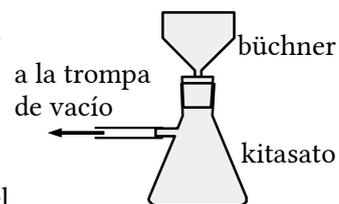
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre uno matraz kitasato y el vástago lateral del kitasato se conecta la una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido sobrenadante) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desenchaja el embudo y se cierra la llave.

Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



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