

IX OLIMPIADA NACIONAL DE QUIMICA

Madrid 24-26 abril 1996

Problema 1

Se prepara una disolución disolviendo 9,1 gramos de cocaína ($C_{17}H_{21}O_4N$) en 50 ml de agua y se obtiene un pH de 11,09. Teniendo en cuenta que el equilibrio de disociación de la cocaína puede representarse esquemáticamente según la ecuación:



- Calcular el pK_b de la cocaína.
- ¿Cuántos mililitros de ácido clorhídrico 0,4 N hay que añadir a la disolución anterior para que el pH sea de 8,10 ?
- Calcular el pH si a la disolución del apartado b) se le añaden 0,16 gramos de hidróxido sódico. .

Para determinar el porcentaje de cocaína contenido en un alijo de droga se disolvieron en agua 10 gramos de la sustancia encontrada hasta completar 100 ml, y la disolución así obtenida se valoró con ácido clorhídrico 0,5 M, en presencia de un indicador, observándose que el viraje del indicador se producía al añadir 8 ml de la disolución de ácido clorhídrico.

- Determinar el porcentaje en peso de cocaína presente en la sustancia analizada.
- Calcular el pH en el punto de equivalencia de la valoración anterior.

Datos: Peso atómico de C = 12, H = 1, N = 14, O = 16, Na = 23.

Problema 2

Si el producto de solubilidad del ioduro de plomo a 25°C es $1,10^{-9}$. Calcule:

- Su solubilidad expresada en gramos por 100 ml
- Los gramos de iones I^- y Pb^{2+} en 500 ml de disolución saturada
- La concentración de los iones ioduro y plomo en el equilibrio así como los gramos de sal que precipitan cuando se mezclan 50 ml de una disolución 10^{-4} M de ioduro sódico con otros 50 ml de disolución 10^{-3} M de nitrato de plomo
- La concentración de los iones ioduro y plomo y los gramos de sal que precipitan cuando a la disolución formada en el apartado anterior le añadimos 3,32 g de ioduro potásico (Se supone que no existe variación apreciable en el volumen).

DATOS: Masas atómicas I = 126,9; Pb = 207,2 ; K = 39,1

Problema 3

La descomposición térmica del hidrógeno carbonato de sodio (sólido) produce carbonato de sodio (sólido), dióxido de carbono (gas) y agua (gas). Por eso se utiliza en la fabricación del pan, ya que, el dióxido de carbono que se desprende produce pequeñas burbujas en la masa, haciendo que ésta "suba" al hornear el pan.

- a) Ajustar la reacción, escribiendo las fórmulas de todos los compuestos que intervienen en la misma.
- b) Calcular el calor de reacción en condiciones estándar y el intervalo de temperaturas en el que la reacción será espontánea, a partir de los siguientes datos termodinámicos:

Compuesto	ΔH_f°	S°
Hidrógeno carbonato de sodio _(sólido)	-947,7 kJ·mol ⁻¹	102,1 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
Carbonato de sodio _(sólido)	-1131,0 kJ·mol ⁻¹	136,0 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
Dióxido de carbono _(gas)	-393,5 kJ·mol ⁻¹	213,6 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
Agua _(gas)	-241,8 kJ·mol ⁻¹	188,7 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹

- c) Determinar los valores de las constantes de equilibrio K_p y K_c , a 25°C.
- d) Si se calientan a 125°C 100g de hidrógeno carbonato de sodio en un recipiente cerrado de 2L de capacidad, d-1) ¿qué valor tendrá la presión parcial de cada uno de los gases y la presión total en dicho recipiente cuando se alcance el equilibrio?; d-2) ¿qué masa de hidrógeno carbonato sódico se habrá descompuesto a esa temperatura y qué masa total de sólido quedará en el recipiente?
- e) Si a una temperatura T se obtiene una presión total de 5,0 atm al alcanzar el equilibrio, ¿cuál será el valor de dicha temperatura?

Suponer en todos los casos un comportamiento ideal de los gases.

DATOS Constante de los gases $R=8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Masas atómicas: Na = 23, H=1, C=12, O=16

Problema 4

Un estudiante de Química observó en el laboratorio que al añadir 500 ml de ácido clorhídrico 0,05 M a 0,2790 g de limaduras de Fe metálico, este último se disolvía:

- Escribir la reacción de disolución del Fe metálico con el ácido clorhídrico
- ¿Cuál es el pH de la disolución obtenida al disolver el Fe metálico en ácido clorhídrico?
- Si a la disolución anterior se añaden 0,2409 g de $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ¿Cual será el potencial de equilibrio de la disolución resultante?

El estudiante pensó en la posibilidad de construir una pila, en la que uno de los electrodos estuviese constituido por una barra de Pt sumergida en la disolución resultante del apartado c), y el otro electrodo fuese una barra de Zn sumergida en una disolución que contiene 5,748 g/l de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Al unir los electrodos mediante un puente salino y conectarse un voltímetro entre ambos electrodos Qué diferencia de potencial debería observarse?

- Escribir la semireacción que se produce en el cátodo y la que se produce en el ánodo

DATOS:

Masas atómicas: Fe = 55,8; C = 12; N = 14; H = 1; O = 16;
Zn = 65,4

Potenciales normales de reducción: $E^\circ \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0,77 \text{ V}$;
 $E^\circ \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = - 0,44 \text{ V}$; $E^\circ \text{H}^+/\text{H}_2 = 0 \text{ V}$; $E^\circ \text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = - 0,76 \text{ V}$