

Universidad Simón Bolívar

Departamento de Química

Laboratorio de Química General II

Prof: Thaylyn Yacuka Villa Milano

Estudiante: Javier David Uzcátegui González

Carnet: 14-11104



## Cuaderno de laboratorio

- 1- Termoquímica: Determinación del calor de reacción -----> 3
- 2- Curva de solubilidad de Nitrato de potasio → 13
- 3- Soluciones buffer: Preparación y Propiedades → 20
- 4- Complexometría: Dureza del agua -----> 32
- 5- Equilibrio Químico: Principio de Chatelier → 42
- 6- Electroquímica: Corrosión -----> 54
- 7- Cromatografía de papel: Separación de una mezcla -----> 61
- 8- Análisis de Cationes -----> CARIBE
- 9- Análisis de Aniones ----->


# Significados Simbólicos para Tablas de Seguridad y propiedades

## I Físico químicas

① Para peligros

 Carcinógeno;  Irritante

 Inflamable;  Corrosivo

 Inocuo

A) Solubilidad

Agua → H<sub>2</sub>O



-OH → Alcohol

⊗ → Benzeno



~ → Otro

② Para primeros auxilios

 Inhalación;  Contacto



 Exposición a los ojos;  Ingesta



③ Para tratamiento primario

 Respiración artificial;  Trasladar al aire libre

 Lavar con abundante agua;  Beber abundante agua

 No neutralizar;  Solicitar atención médica

 Remover o cortar prendas;  Inducir vómito

 Enjuagar la boca;  Inducir tos

Fecha

Práctica N° 1: **Termoquímica: Determinación del calor de reacción**

\* **Objetivos**

- Calcular entalpías de neutralización de HCl y CH<sub>3</sub>COOH de una solución de NaOH
- Calcular entalpía de disolución de NaOH en agua
- Calcular entalpía de reacción de NaOH con HCl

\* **Tablas de Seguridad de reactivos**

Nombre	Composición y estado físico	Peligros	Primeros auxilios			
			Inhalación	Contacto con la piel	Contacto con los ojos	Ingestión
Acido clorhídrico	HCl en Solucion					
Cloruro de sodio	NaCl, sólido en polvo					
Hidróxido de Sodio	NaOH, sólido granular					
Acetato de Sodio	CH <sub>3</sub> COONa sólido en polvo					
Agua destilada	H <sub>2</sub> O, líquido					

Acido Acetico	<chem>CH3COOH</chem> liquido							
---------------	------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

#2.  
\* Tablas de propiedades fisico-químicas

Reactivo	PM <sup>g/mol</sup>	PV <sup>cc/g</sup>	P.eb	Densidad	Solubilidad			
					H <sub>2</sub> O	-OH		
Acido acetico	36,46	1,58	108,58	1,27	✓	✓	✓	
Acido de Sodio	82,62	—	—	1,53	✓			
hidrato de sodio	39,997	1,5	1390	2,1	✓	✓		
Acido Acético	60,05	11,4	118	1,05	✓	✓		
Cloruro de Sodio	58,45	—	1413	1,02	✓	✓		

### \* Procedimientos

OJO Mantener el termometro en un beaker con agua a temperatura ambiente.

A- Determinación de la capacidad calorífica  
del calorímetro

Debes enumerar todas las tablas de forma consecutiva

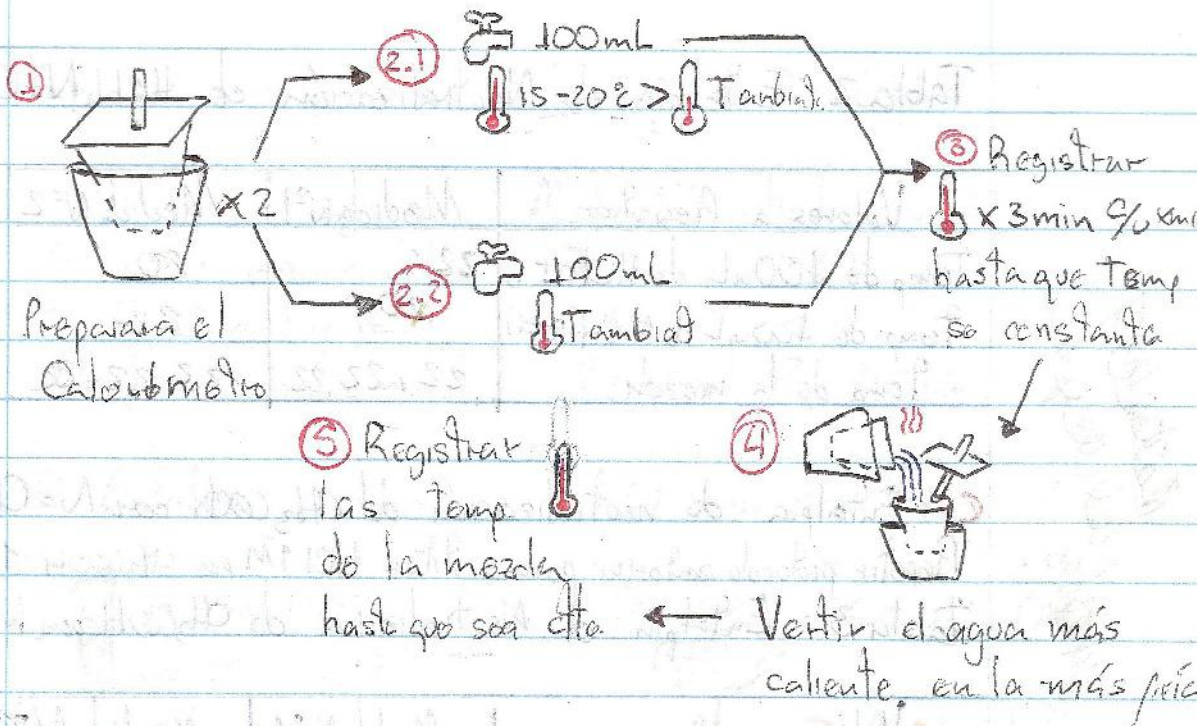


Tabla 1: Determinación de la Capacidad Calorífica del Calorímetro

Valores a Registrar	Medida 1.	Medida 2.	
Temp $\text{H}_2\text{O}$ caliente ( $^{\circ}\text{C} \pm 1$ )	38	39	39
Temp $\text{H}_2\text{O}$ ambient ( $^{\circ}\text{C} \pm 1$ )	21	21	21
Temp de la mezcla	30 30 30	31, 29 29	30, 30, 30

B Entalpía de neutralización de HCl con NaOH

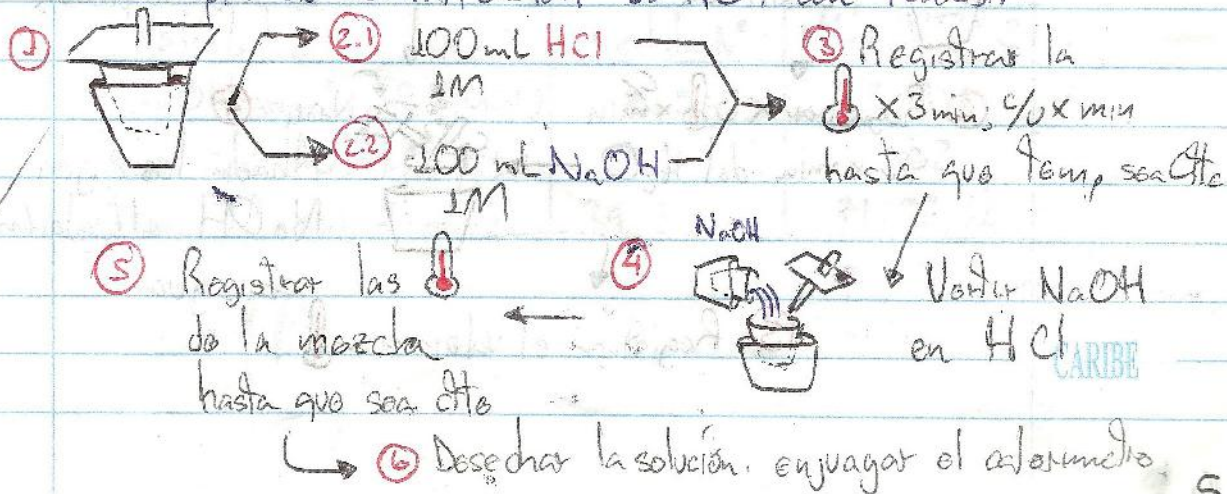


Tabla 2: Entalpía de Neutralización de HCl con NaOH

Valores a Registrar	Medida N°1	Medida N°2
Temp de 100ml de HCl (est.)	22'	20
Temp de 100ml de NaOH (est.)	20	22
Temp de la mezcla	22, 22, 22	22, 22, 22

C- Entalpía de neutralización del  $\text{CH}_3\text{COOH}$  con NaOH  
 Repetir protocolo anterior para sustituir HCl 1M por  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1M 2/0/3

Tabla 3: Entalpía de Neutralización de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  con NaOH

Valores registrar	Medida N°1	Medida N°2
Temp de 100ml $\text{CH}_3\text{COOH}$ 1M (est.)	21	21
Temp de 100ml de NaOH 1M (est.)	22	21
Temp de la mezcla	28, 27	28, 28, 28

D- Entalpía de disolución de NaOH

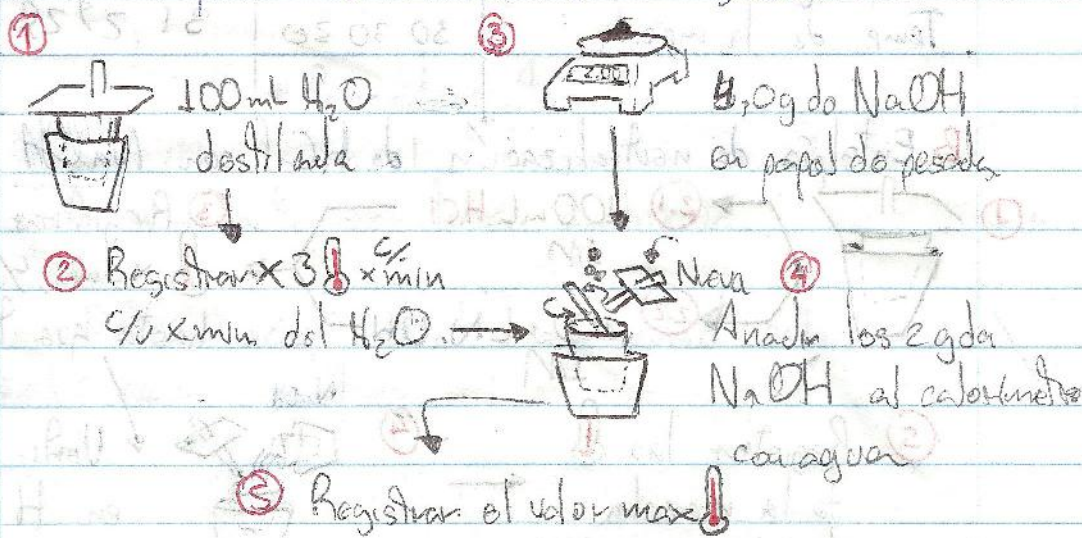


Tabla 4: Entalpía de disolución de NaOH(s)

Valores a registrar	Medida N°1	Medida N°2
Masa de granos de NaOH	4,03	3,98
Tem H <sub>2</sub> O destilad (±1)	21	21
Temp max de la mezcla	29,29,25	25,26,26

E-Entalpía de reacción de HCl con NaOH

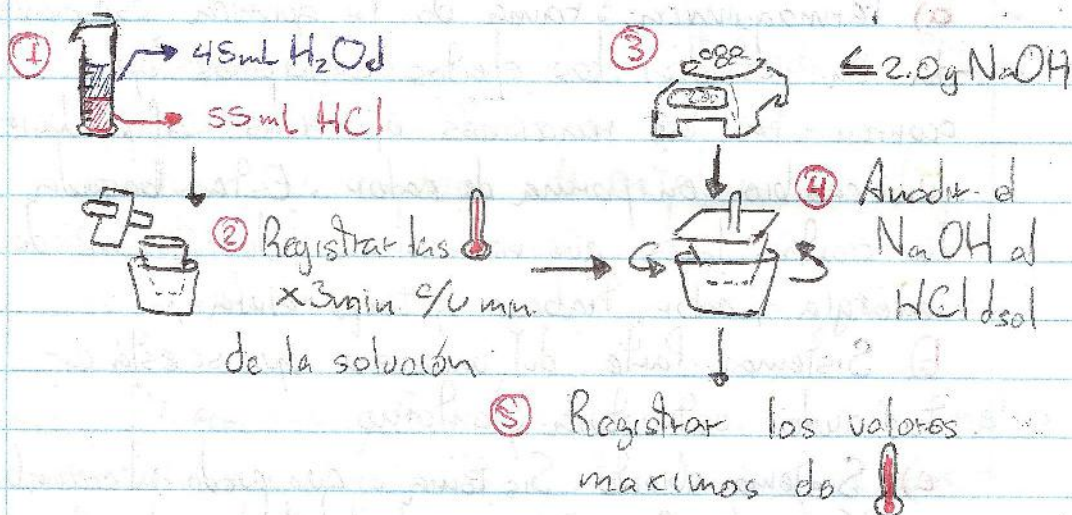


Tabla 5: Entalpías de rxn de HCl con NaOH

Valores a registrar	Medida N°1	Medida N°2
g NaOH granular (g ±0.01)	2,15g	2,11
Temp sol HCl/H <sub>2</sub> O (±1)	22	22
Temp de rxn disolución	39,34,	31,32,32.

MB

## \* Anotaciones

5. 1. 2011 10:00 AM

### \* Cuestionario

1- Definir Respuestas tomadas de Chang (2000)

- a) **Termodinámica:** rama de la química especializada en estudiar los efectos calóricos que ocurren en las reacciones químicas al producirse un cambio en forma de calor. Esta basada en ciertas leyes que relacionan definiciones de energía, calor, trabajo y temperatura.
- b) **Sistema:** Parte del universo que se está estudiando estructura y entorno
- c) **Sistema abierto:** Sistema que puede intercambiar energía y materia con sus alrededores
- d) **Sistema cerrado:** Sistema que sólo puede intercambiar energía con sus alrededores
- e) **Entalpía:** Cantidad termodinámica que se utiliza para describir los cambios de energía (absorbida y liberada) que se lleva a cabo a presión o volumen constante
- f) **Proceso endotérmico:** Ocurre cuando un proceso o sistema absorbe calor de sus alrededores
- g) **Proceso exotérmico:** Ocurre cuando un proceso

Debes referenciar tus respuestas.



o sistema libera calor calor a sus alrededores

b) Calorimetría: Ciencia que estudia los cambios de calor en las reacciones químicas

i) Calor específico: Cantidad de calor necesario para modificar la temperatura de un gramo de  $^{\circ}\text{C}$  de una sustancia

ii) Capacidad calorífica: Cantidad de calor necesario para modificar la temperatura en un grado  $^{\circ}\text{C}$

2- Enuncie la ley de Hess Tomado de Petrucci (2003)

"Cuando los reactivos se convierten en productos, el cambio de entalpía es el mismo independientemente de que se efectúe la reacción en un paso o una serie de pasos."

3- Diferencias y Similitudes entre un calorímetro a volumen constante y otro a presión cons-

taante Tomado de Chang (2000) y Petrucci (2003)

Ambos son sistemas cerrados que intercambian sólo energía con sus alrededores y que puede ser cuantificable. Sin embargo, en un calorímetro a presión constante el cambio de energía interna es igual, al calor absorbido más el trabajo generado sobre el sistema, mientras que en el calorímetro a volumen constante el cambio de energía interna se traduce solamente en el calor absorbido.

4- ¿Por qué es importante conocer la capacidad calorífica de un calorímetro?

Porque permite calcular el calor absorbido o liberado por el calorímetro, el cual es necesario para cumplir con la ley de conservación de la energía donde  $q_{sistema} = -q_{calorímetro}$  y así minimizar los factores de error en las mediciones. Tomado de Chang (2000)

5- ¿Explica la cual es la diferencia entre calor de disolución y calor de dilución? Tomado de Chang (2000)

a)  $Q$  de disolución: Se obtiene (por absorción o liberación) al disolver cierta cantidad de soluto en un solvente específico.

b)  $Q$  de dilución: Se obtiene (por absorción o liberación) de la disolución de una solución preparada al añadir más solvente a la misma.

6- Considere 2 sustancias A y B en con una masa de 100 g y ambas a una temperatura  $-10^{\circ}\text{C}$ . El calor específico de A es 1,5 veces mayor que B. ¿Cuál de las 2 sustancias consumirá más energía para elevar su temperatura  $25^{\circ}\text{C}$ .

$$T_{\text{emp } iA} = T_{\text{emp } iB} = -10^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{emp } fA} = T_{\text{emp } fB} = 25^{\circ}\text{C} \quad \text{Partiendo de}$$

$$m_A = m_B = 100\text{g}$$

$$Q = m \cdot S \cdot \Delta T$$

$$S_A = 1,5 S_B$$

$$Q_A = 100\text{g} \cdot 1,5 S_B (25^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C})) = 5250\text{J}$$

$$Q_B = 100\text{g} \cdot S_B (25 - (-10^{\circ}\text{C})) = 3500\text{J}$$

$Q_A > Q_B \Rightarrow$  Sustancia A requiere más calor que la sustancia B ✓

Una pieza de 7,5g de Hierro a  $100^{\circ}\text{C}$  se arroja en 25g  $\text{H}_2\text{O}$  a  $22^{\circ}\text{C}$ , suponiendo que no supone pérdida de calor del recipiente al entorno determine la temperatura final del sistema formado por hierro y el agua. Cal  $\text{H}_2\text{O}$  es  $4,18\text{J/g}^{\circ}\text{K}$  y la del Fe  $0,45\text{J/g}^{\circ}\text{K}$ .

Sistema: Fe

alrededores:  $\text{H}_2\text{O}$

$$m_{\text{Fe}} = 7,5\text{g}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 25\text{g}$$

$$T_{\text{f Fe}} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{i H}_2\text{O}} = 22^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{Fe}} = -Q_{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow m_{\text{Fe}} S_{\text{Fe}} (\Delta T_{\text{Fe}}) = -m_{\text{H}_2\text{O}} S_{\text{H}_2\text{O}} \Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$7,5\text{g} (0,45\text{J/g}^{\circ}\text{K}) (T_{\text{f}} - 373,15\text{K}) = -25\text{g} (4,18\text{J/g}^{\circ}\text{K}) (T_{\text{f}} - 293,15\text{K})$$

$$3,4 \frac{T_{\text{f}}}{\text{K}} - 1259,4 = -104,5 \frac{T_{\text{f}}}{\text{K}} + 30843,2 \Rightarrow$$

$$107,9 \frac{T_{\text{f}}}{\text{K}} = 32102,6 \rightarrow T_{\text{f}} = 297,5^{\circ}\text{K} \approx 24,3^{\circ}\text{C}$$

CARIBE

## \* Bibliografía

- Petrucci, R (2003) "Química General"  
Editorial Pearson 10<sup>ma</sup> Edición Madrid.
- Chang, R (2000) "Química" Editorial  
Mc Graw Hill Interamericana de Mexico  
6<sup>ta</sup> Edición

Pág.

Fecha : 28 de enero 2020

8,5  
10

Practica N°2 : Curva de solubilidad de  $KNO_3$

\* Objetivos

Estudiar la dependencia de la solubilidad respecto a la temperatura

Estudiar los procedimientos necesarios para llevar a cabo la precipitación selectiva

Determinar la curva de solubilidad de en  $H_2O$

\* Tablas de seguridad de reactivos


Otros nombres  
 Potasio Nitrate

Nombre	Composición y estado físico	Peligros	Auxilios:			
			Primeros (lab)	Mano	Ojos	Respiración
Nitrato de Potasio	$KNO_3$ sólido en polvo					

\* Tabla #2 de propiedades físico-químicas


Reactivo	PM <sub>g/mol</sub>	PV <sup>20°C</sup>	Peb	Dens <sup>g/ml</sup>	Solubilidad			
					$H_2O$	-OH		~
Nitrato de Potasio	101,11	631 <sup>oF</sup> 333 <sup>oC</sup>	752 <sup>oF</sup> 400 <sup>oC</sup>	2,1 <sup>g</sup> ml	36 <sup>g</sup> ml	—	—	—


## \* Procedimientos


⊖⊖ - Mantener la pisseta en hielo  para bajar el agua 10°C

### 1- Determinación de la curva de solubilidad

① 10 mL H<sub>2</sub>O ± ?

②  2,0 g de ± ?

③  Transferir el sólido y el agua a un nuevo cilindro seco agitar suavemente

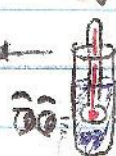
④  Calentar en baño de María hasta disolver la sal

Calentar en baño de María hasta disolver la sal



⑤ Anadir unas termómetros y dejar enfriamiento la solución.

⑦ Repetir los pasos del 1 al 6 para 2, 3 y 4 gramos



⑥ Registrar la temperatura a la cual comienza a cristalizarse.

⑧ Registrar la curva de solubilidad



Peso bruto 67,60

m s, 0 s → 3,53 g

# Tabla 1: Solubilidad del $KNO_3$

Muestra de Nitrato de potasio	2g	4
Temperatura de precipitación	20°C	35°C

## 2- Separación de $KNO_3$ por precipitación selectiva

① Obtener la muestra de la sal con otro compuesto

② Pesar 5g en un beaker de 150ml y calcular la masa con la



③ Añadir la cantidad de agua calculada

curva de solubilidad al añadir 10ml de  $H_2O$  de 0g + cuánto?



y calentar hasta lograr disolución completa sin



pasar de 45°C

④ Enfriar a temp ambiente

Enfriar con hielo

⑦ Remover el papel de filtro y colocar sobre el vidrio de reloj y secar en la estufa y pasar al día siguiente



⑤ Pesar el vidrio de reloj y el papel filtro



⑥ Montar el sistema de filtrado y añadir la solución con la precipitada sal

Tabla 2: Separación del  $KNO_3$  por precipitación selectiva:

- Peso Mezcla sólida
- Papel + Vidrio de reloj 57,05 g 56,69 g
- Producto + papel + vidrio
- Peso de producto
- % de recuperación



\* Cuadro

1- Definir: (Tomado de Cherry (2000))

a) Disolver: Separar las partículas o moléculas de un cuerpo en estado sólido a partir de un líquido hasta conseguir una mezcla homogénea.

b) Diluir: Añadir más solvente a una disolución previamente sintetizada con la finalidad de disminuir la concentración.

c) Solución saturada: Aquella en la que no se puede seguir añadiendo más soluto del que se puede disolver.

d) Solución sobresaturada: Aquella en la que se ha añadido más soluto del que se puede disolver, entonces se observa precipitación del mismo.

e) Líquido sobreenfriado: Aquel cuya temperatura es menor a la del punto normal de fusión y de igual forma permanece sin solidificar.





2- Indique como influye en solubilidad los siguientes hechos. Tomado de Chang-R (2000)

a) La evaporación de parte del solvente sin que se compense debidamente esta pérdida: Disminuye la cantidad de solvente en la disolución, por lo tanto se genera una menor solubilidad del soluto presente en el mismo.

b) Un sobreenfriamiento antes de la cristalización  
El sobreenfriamiento permite alcanzar temperaturas menores de saturación sin que la solución se sobresature pero esto no tiene que ver ni ejercer influencia en el grado de saturación de la solución a una temperatura determinada, sino que obedece al ordenamiento aleatorio e inadecuado de las moléculas que la componen evitan la cristalización del líquido. Este hecho puede generar errores en la determinación del grado de solubilidad de una sustancia a una temperatura determinada Tomado de Chang (2000)

3- Definir las funciones termodinámicas  $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  para cada función ¿Que significado tiene un valor  $(>0)$ ,  $(=0)$ ,  $(<0)$ ? Completar la siguiente tabla

Tomado de Chang-R (2000)

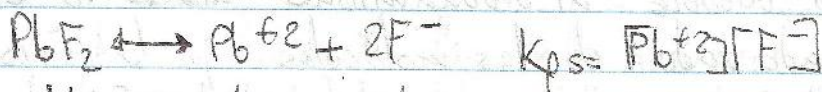
Función	( $>0$ )	( $=0$ )	( $<0$ )
$\Delta G$	Espontánea reactivos	Equilibrio químicos	Espontánea a productos
$\Delta H$	Proceso endotérmico	Sin reacción	Proceso exotérmico
$\Delta S$	Favoreces disolución	Proceso reversible	Mayor orden en productos

$\Delta G \rightarrow$  Cambio de energía disponible para realizar un trabajo, útil cuando una reacción ocurre en condiciones estándar

$\Delta H \rightarrow$  Cambio de energía en una reacción

$\Delta S \rightarrow$  Cambio de orden molecular en los compuestos

④  $PbF_2$  es una sal poco soluble cuyo  $K_{ps}$  a  $25^\circ C$  es de  $3,7 \cdot 10^{-8}$  en 500 mL de una solución saturada de  $PbF_2$  a  $25^\circ C$ . ¿Cuánto mg de  $Pb^{+2}$  y de mmol de  $F^-$  están presentes?



$$V = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L} \quad K_{ps} = 3,7 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{mg } Pb^{+2} = ?$$

$$S \cdot (2S)^2 = 3,7 \cdot 10^{-8}$$

$$4S^3 = 3,7 \cdot 10^{-8}$$

$$[Pb^{+2}] = S = 2,1 \cdot 10^{-3}$$

$$S = 2,1 \cdot 10^{-3}$$

$$2 \text{ mol} = \frac{2,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{\text{L}} \times 0,5 \text{ L} \times 207,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,218 \text{ g}$$

$$\text{mg } Pb^{+2} = 218 \text{ mg}$$

$$[F^-] = 2S = 2(2,1 \cdot 10^{-2}) = 4,42 \cdot 10^{-3}$$

$$n = M \cdot V = 4,42 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \cdot (0,5 \text{ L}) = 2,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[F^-]_{\text{mmol}} = 2,21 \text{ mmol}$$

### \* Referencias bibliográficas

- Chang R. (2000). "Química". Capítulo 14: Formulación. Editorial Mc Graw Hill Interamericana por lo menos 2 ref.


## Practica N°3: Soluciones Buffer: Preparación y propiedades

### \* Objetivos

- Desarrollar la preparación de soluciones buffer una para medio ácido y otra para base
- Evaluar las propiedades reguladoras frente a la adición de un ácido fuerte y base fuerte por comparación con una solución no reguladora

### \* Tablas de seguridad: #3

Para consultar las tablas de seguridad de los siguientes compuestos, dirigirse a las páginas:

$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$  pag 4     $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow$  pag 4  
 $\text{HCl} \rightarrow$  pag 3     $\text{NaOH} \rightarrow$  pag 3

Nombre	Composición y estado físico	Peligros	Primeros Auxilios			
			Inhalación	Contacto con la piel	Contacto con los ojos	Ingestión
Fosfato diácido de sodio	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$ sólido en polvo					
Fosfato ácido de Sodio	$\text{NaHPO}_4$ sólido en polvo					
Fenolftalasa	$\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ solución líquida					
Verde Brano Creso	$\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$					

#2

## \* Tabla de propiedades de Sustancias

Reactivo	PM g/mol	PV <sub>20°C</sub>	Peb.	Dens. g/mL	Solubilidad		
					H <sub>2</sub> O	-OH	~
Fosfato de ácido fosfórico	141,96	—	—	1,7	/		
Fosfato ácido fosfórico	141,96	—	—	2,3	/		
Fenolftaleína	318,33		567,8	1,29	/	/	
Vod. Bromocresol	697,60	218	—	0,78	/	/	diétiléter

## \* Procedimientos pH = 7, 4

a) Buffer Básico



$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

$$7,21 + \log\left(\frac{[\text{HPO}_4^-]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}\right) = 7,41$$

$$7,41 - 7,21 = \log\left(\frac{[\text{HPO}_4^-]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}\right)$$

$$0,19 = \log\left(\frac{[\text{HPO}_4^-]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}\right) \Rightarrow 1,54 = \frac{[\text{HPO}_4^-]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

$$1,54 [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^-]$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{HPO}_4^-] = 0,10 \text{ M}$$

$$1,54 [\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,10$$

$$2,54 [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,10$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = \frac{0,10 \text{ M}}{2,54} = 0,039 \text{ M}$$

$$0,039 \text{ M} \times 1,54 = 0,061 \text{ M} = [\text{HPO}_4^-]$$

$$[\text{HPO}_4^-] = 0,061 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,039 \text{ M}$$

$$n [\text{HPO}_4^-] = 0,061 \text{ M} \times 0,1 \text{ L} = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$g \text{ Na}_2\text{HPO}_4 = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 141,96 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$0,8659 = g \text{ Na}_2\text{HPO}_4 \quad \checkmark$$

$$n[\text{H}_2\text{PO}_4] = 0,039 \text{ M} \times 0,1 = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$g \text{ NaH}_2\text{PO}_4 \leq 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{119,98 \text{ g}}{\text{mol}} =$$

$$g \text{ NaH}_2\text{PO}_4 = 0,4679 \text{ g}$$

b) Buffer acids 6,5 pH.



$$[\text{H}^+] = 10^{-6,5} = 3,16 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{3,16 \cdot 10^{-7} \text{ M}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{3,16 \cdot 10^{-7} \text{ M}} = 56,92 \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{\text{M}} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,017 [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

CARIBE

## 2- Preparación de los buffers

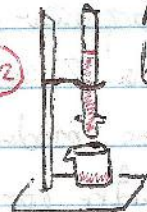
### @ Acetatos

1.1 Pesar la cantidad calculada de  $\text{CH}_3\text{COO Na}$



1.2

Medir en la bureta el volumen de ácido  $\text{CH}_3\text{COOH}$  y verter en el beaker



2 Transferir a un beaker y añadir  $\text{H}_2\text{O}$  (máximo 30 mL) y transferir a un balón aforado



3

Añadir el  $\text{CH}_3\text{COOH}$  al balón y completar el aforo con  $\text{H}_2\text{O}$  y mezclar y el tarado

$\text{H}_2\text{O}$  y mezclar

y el tarado

4 Medir el pH del Buffer resultante

### 6 Fosfatos

1 Pesar por separado la masa de cada sal, previamente calculados



2 Diluir c/sal por separado en 20-30 mL de  $\text{H}_2\text{O}$



4 Registrar el pH de la solución buffer

3 Trasvasar las soluciones de fosfato al balón aforado y completar con  $\text{H}_2\text{O}$  hasta el aforo



y el tarado

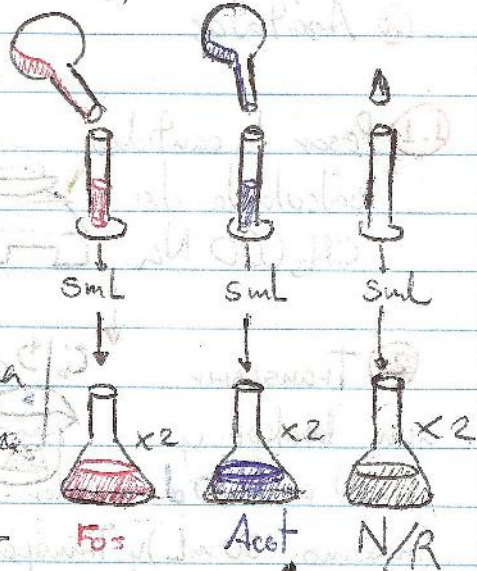
CARINA



### 3- Comprobación del valor del pH

1 Seleccione 3 pipetas y de las 2 soluciones anteriores tome inmediatamente 5 mL y verter por cada una en una probeta distinta y dejar una para una solución no regulada.

Realizar por duplicado



2.1 Añadir de 2 a 3 gotas de fenolftaleína



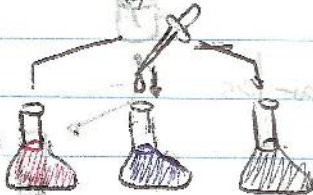
Registrar el cambio de color con tal indicador

2.2 Añadir de 2 a 3 gotas de verde bromocresol



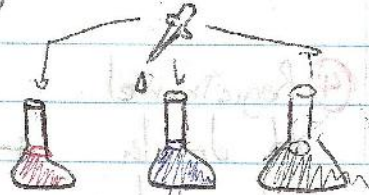
Registrar el cambio de color con tal indicador

4.1 Con una pipeta pasteur añadir gota a gota  $\text{NaOH}$  0.2M a cada probeta hasta -



lograr cambio de color y registrarlos

4.2 Con una pipeta pasteur añadir gota a gota  $\text{HCl}$  0.2M a cada probeta hasta lograr el



cambio de color en cada una

#3

\* Tabla 1 de valores de pH de buffers

pH	Buffer Acetato	Buffer Fosfato
Obtenido		
Esperado		
Solución N/R		

#4

\* Tabla 2: Resistencias al cambio de pH por adición de NaOH. Indicador Fenolftaléina

	B. Acetato	B. Fosfato	Sol N/R
Color inicial de la solución			
Color final de la solución			
pH final			

\* Cuestionario

① Un estudiante necesita 250 ml de una solución buffer de acetato que sea 0,15 M en ácido acético 0,800 M y cuyo pH sea 5,0. Calcule la cantidad necesaria para cada reactivo

$$V_f = 250 \text{ mL} \rightarrow 0,25 \text{ L} \quad [H^+] = 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH = 5,0 \quad [CH_3COOH] = 0,15 \text{ M}$$

$$[CH_3COOH]_i = [CH_3COOH]_{eq} \Rightarrow [CH_3COO^-]$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \rightarrow [CH_3COO^-] = \frac{K_a [CH_3COOH]}{[H^+]}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \times 0,15}{1 \cdot 10^{-5}} = 0,27 \text{ M}$$

$$n \text{ CH}_3\text{COOH} = 0,25 \text{ L} \times 0,15 \text{ M} = 0,0375 \text{ mol}$$

$$n \text{ CH}_3\text{COO}^- = 0,25 \text{ L} \times 0,27 \text{ M} = 0,0675 \text{ mol}$$

Volumen necesario de solución patrón

$$\frac{0,0375 \text{ M}}{0,800 \text{ M}} = 0,0469 \text{ L CH}_3\text{COOH}$$

masa  $\text{CH}_3\text{COONa}$  necesaria para llevar a cabo el equilibrio en ese pH  
 $\text{PM} \times \text{mol} = \text{g}$

$$136,07 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 0,0675 = 9,19 \text{ gramos}$$

2- Prediga el cambio de pH si se agregara 2,5 ml de HCl 0,090 M a 200 ml de agua pura.  $\text{pH} = 7,00$

$$200 \text{ ml} = 0,2 \text{ L}$$

$$\text{pH} = 7,00 \quad [\text{H}^+] = 10^{-7}$$

$$n [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \times 0,2 \text{ L} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ mol}$$

$$n [\text{HCl}] = 0,09 \text{ M} \cdot 0,025 \text{ L} = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{total}} [\text{H}^+] = n [\text{H}^+]_{\text{H}_2\text{O}} + n [\text{H}^+]_{\text{HCl}} = 2 \cdot 10^{-8} + 2,25 \cdot 10^{-3}$$

$$n_T [H^+] = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[H^+] = \frac{n_{H^+}}{V_T} = \frac{1,12 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,2125 \text{ L}} = 0,0053 \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] = 2,28 \Rightarrow \Delta pH = pH_f - pH_i$$

$$7,00 - 2,28 = 4,72 \checkmark$$

3 - Calcule la masa de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  que debe utilizar para 500 ml de buffer fosfato 0,15 M con  $pH = 7,35$ .

$$[H^+] = 10^{-7,35} = 4,47 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$



$$K_a = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} \rightarrow \frac{K_a}{[\text{H}^+]} = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

$$\frac{6,34 \cdot 10^{-8} \text{ M}^{-1}}{4,47 \cdot 10^{-8}} = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} \Rightarrow 1,42 \text{ M}^{-1} = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{1,42 \text{ M}^{-1}} \rightarrow [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,704 [\text{HPO}_4^{2-}]$$

Buffer fosfato

$$[\text{HPO}_4^-] \approx 0,15 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{HPO}_4^-] = 0,15 \text{ M}$$

$$[\text{HPO}_4^-] \cdot 0,704 + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,15 \text{ M}$$

$$1,704 \text{ M} [\text{HPO}_4^-] = 0,15 \text{ M}$$

$$[\text{HPO}_4^-] = \frac{0,15 \text{ M}}{1,704 \text{ M}} \Rightarrow 0,088 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,088 \text{ M} \times 0,704 = 0,062 \text{ M} \checkmark$$

$$n \text{ HPO}_4^- = 0,088 \text{ M} \times 0,5 \text{ L} = 0,044 \text{ mol}$$

$$g \text{ Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 0,044 \text{ mol} \times 177,98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 7,83 \text{ g}$$

$$n \text{ H}_2\text{PO}_4^- = 0,062 \text{ M} \times 0,5 \text{ L} = 0,031 \text{ mol}$$

$$g \text{ NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 0,031 \text{ mol} \times 137,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 4,3 \text{ g}$$

4- Investigar sobre la diferencia entre un buffer acetato y un buffer fosfato respecto a la resistencia que aparece al cambio de pH. Ambas soluciones funcionan como un rango de pH  $\pm 1$  unidad, la única diferencia que existe es que para el buffer acetato funciona en un rango de 3,75 a 5,75<sup>1</sup> unidades de pH mientras que el buffer fosfato se maneja entre 6,2 a 8,2 respectivamente<sup>1,2</sup>. Por lo tanto para el primer buffer tolera cambios a nivel de pH ácido y que para el segundo buffer soporta a cambios a nivel de pH básico.

\* Tabla 3: Resistencia al cambio de pH por adición de HCl. Indicador Verde

Bromo cresol	B. acetato	B. fosfato	Solución N/R
Coloración Inicial	N/R	H <sub>2</sub> O	N/R
Coloración Final	N/R	H <sub>2</sub> O	N/R
Gotas de HCl añadidas	20	H <sub>2</sub> O	N/R
pH final	N/R	H <sub>2</sub> O	N/R

\* Referencias Bibliográficas

1- Chang (2000) "Química". 10<sup>ma</sup> Edición. Mc Graw Hill Interamericana. México. pp 300-345

2- Skoog, D. y col (2015) "Fundamentos de química analítica". 9<sup>na</sup> Edición. Capítulo 35. Cengage Learning

8.5  
10

## Práctica N°4: Complejometría del agua

### \* Objetivos


- Analizar el contenido de iones  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en una muestra de agua expresada como peso de  $\text{CaCO}_3$
- Determinar el contenido de  $\text{Ca}^{+2}$  por enmascaramiento del ión de  $\text{Mg}^{+2}$ .

### \* Tablas de Seguridad # $\Delta$


Para NaOH consultar pag → 3

Nombre	Composición y estado físico	Peligros	Primeros Auxilios			
			Inhalación	Contacto con la piel	Contacto con los ojos	Ingestión
Carbonato de magnesio	$\text{MgCO}_3$ sólido en polvo					
Carbonato de Calcio	$\text{CaCO}_3$ sólido en polvo					
EDTA	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$ Iones en solución					
Negro de Etileno	$\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{N}_3\text{N}_3\text{O}_5$ Iones en solución					
Acido acético carboxílico	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ Iones en solución					
HHSNNA						


## \* Tabla de propiedades de sustancias.


Nombre del reactivo	PM g/mol	PV 20°C	Peb °C	Densidad g/ml	Solubilidad			
					H <sub>2</sub> O	-OH		~
Carbonato de magnesio	84,3	350°C	—	2,96g	✓	✓	—	—
Carbonato de calcio	100,1	273,15	—	2,7	✓	✓	—	—
EDTA	292,25	237	—	0,860	✓	—	—	—
Negrita de carbonos	461,38	—	—	0,90	✓	—	—	Acetona
HHSNAA	438,42	300°C	—	—	✓	—	—	—


## \* Procedimientos


 Nota: Se tendrán 250 ml de la muestra de agua desconocida con un código de la misma.

① → Pasos previos:

①  Lavar la bureta con 50 ml de H<sub>2</sub>O

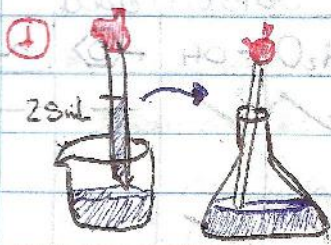
②  Añadir 100 ml de EDTA a un beaker y cubrir con 3 porciones de 10 ml

④  Cerrar la pipeta volumétrica 3 veces con 5 ml de muestra

③  Cerrar la pipeta volumétrica con H<sub>2</sub>O

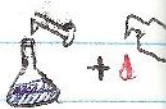


# 1- Determinación de la dureza total de iones de $Ca^{+2}$ , $Mg^{+2}$

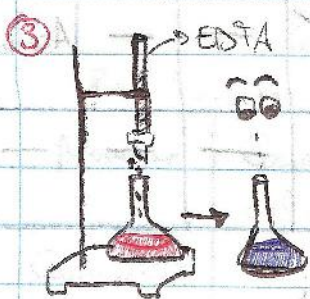


Trasvasar 25ml de la solución muestra a una probeta de 250ml

2) Añadir 2.5ml de buffer +



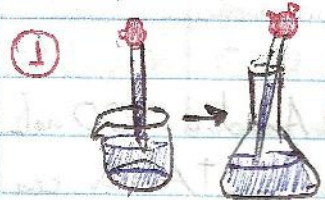
x 3 Realizar por triplicado negro entocorno



3) Titular la muestra con EDTA hasta obtener el cambio de ROJO → AZUL

4) Registrar el volumen añadido y reportar como ppm  $CaCO_3$

# 2- Determinación del contenido de iones de $Ca^{+2}$ por enmascaramiento de iones de $Mg^{+2}$



1) Trasvasar 25ml de la solución muestra a una probeta de 250ml Realizar x 3 por triplicado

2) Añadir 4ml de KOH 8M y dejar reposar por

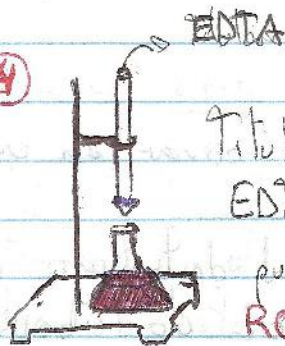


3) → 3min y agitar lentamente

3) Añadir HHSNNA



④



Titular con EDTA hasta el punto final de ROJO-VINO -> AZUL

⑤ Reportar los volúmenes de EDTA y los contenidos de  $\text{Ca}^{+2}$  como ppm de  $\text{CaCO}_3$  y los de  $\text{Mg}^{+2}$  como ppm de  $\text{MgCO}_3$

### 3.- Cálculos

a) Dureza total

$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L solución}}$  → Se calcula a partir del punto de equivalencia

$$\text{mol totales} = (\text{mol Ca}^{+2} + \text{mol Mg}^{+2}) = \text{mol EDTA} = \text{mol CaCO}_3$$

$$\text{Vol EDTA} \times [\text{EDTA}] \frac{\text{mmol}}{\text{ml}} = \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{PM CaCO}_3} \times 1000$$

$$\text{Vol EDTA} \times [\text{EDTA}] \text{mmol/ml} \times \frac{\text{PM CaCO}_3}{1000} = \text{mg CaCO}_3$$

b) Contenido de  $\text{Ca}^{+2}$  en muestra de  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ .

$$\text{mol de Mg} = \text{mol Ca}^{+2} = \text{mol EDTA} = \text{mol CaCO}_3$$

$$\text{Contenido MgCO}_3 (\text{ppm}) = \frac{(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}) \text{ ppm parte ①} - (\text{Ca}^{+2}) \text{ ppm parte ②}}{1}$$

$$\text{ppm MgCO}_3 = \frac{\text{Mg}^{+2} \text{ ppm MgCO}_3 (\text{CaCO}_3)}{\text{CaCO}_3}$$

## \* Cuestionario

1- ¿Qué significa el término covar en un procedimiento químico?

Lavar o impregnar el material de trabajo con la sustancia de la experiencia de laboratorio, mediante pequeñas gotas en la superficie interna de los instrumentos<sup>1</sup>

2- ¿Sobre qué base se puede determinar  $\text{Ca}^{+2}$  en presencia de  $\text{Mg}^{+2}$ ?

Con  $\text{NaOH}$  y  $\text{KOH}$  se logra determinar la cantidad de  $\text{Ca}^{+2}$  que hay en una muestra, ya que el  $\text{Mg}^{+2}$  precipita en forma de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  y el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  formado es mucho más soluble y reacciona directamente con el indicador HSNNa que se une al  $\text{Ca}^{+2}$  y cambia el color a rojo y el título con EDTA también secuestra los  $\text{Ca}^{+2}$  presentes.

3- Demuestra que en la solución acuosa de  $\text{ppm X} = \frac{\text{mg X}}{\text{L solución}}$

Para un compuesto acuoso estándar como el agua  $1\text{L} = 1000\text{ mL}$  y que  $\rho$  (densidad) =  $1\text{ g/mL}$  teniendo que  $1\text{ mg} = 10^{-3}\text{ g}$

$$\text{ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{1000 \text{ g}} = \frac{1 \text{ g}}{1000000 \text{ g}} = 1 \cdot 10^{-6}$$

En donde el denominador es un millón, lo que está en concordancia con partes por millón, este denominador no varía mucho en diferentes fluidos.

4- ¿Que se entiende por dureza total de agua?

La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Sr}^{+2}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) en forma de carbonatos o bicarbonatos y se expresa en equivalencia de carbonato de calcio.

Los criterios para determinar la dureza del agua en la concentración total de carbonatos presentes, siendo dura en

un rango 150 - 300 ppm de  $\text{CaCO}_3$  y

muy dura superior a 300 ppm  $\text{CaCO}_3$  ref?

5- Investigar otros métodos para determinar el contenido de calcio en agua.

• Método de Clark. Se basa en que las sustancias causantes de la dureza reaccionan con el jabón produciendo complejos insolubles. Dicho proceso con-

se en prepara una disolución estándar de jabón y se va añadiendo ml a ml a una muestra de agua. Después de cada adición se agita y se deja reposar por 5 min esperando que la espuma no desaparezca. La diferencia entre la cantidad de disolución de jabón necesaria para una espuma no permanente en el agua acidizada y en el agua sin sales de Ca y Mg, y que permite estimar la dureza total de agua **REF?**

• Método de Ohmmer: Basado en la alcalimetría, mediante la valoración con un ácido débil con una base fuerte

**Paso ①:** Se valora un volumen de agua muestra con HCl de concentración conocida, utilizando naranja de metilo como indicador con pH de viraje 3,1 y 4,4 de esta muestra de agua. <sup>2</sup>

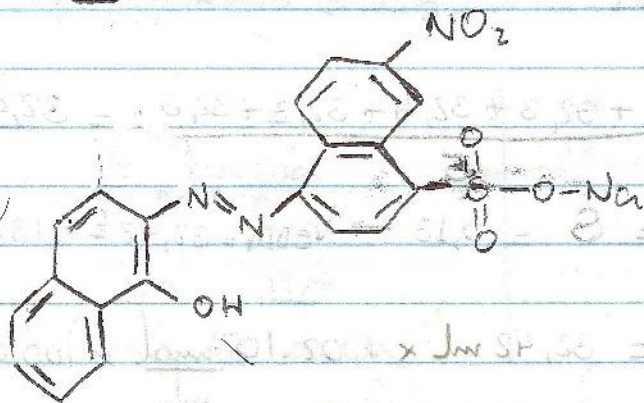
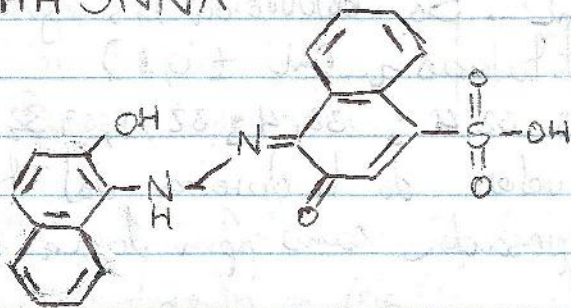
**Paso ②:** Luego se toma otra muestra igual de agua y se lleva a ebullición para disolver las sales solución del mismo, finalmente se filtra y se valora con HCl y naranja de metilo. <sup>2</sup>

Entonces de la diferencia de ambos volúmenes de HCl ~~usados~~ es la valoración

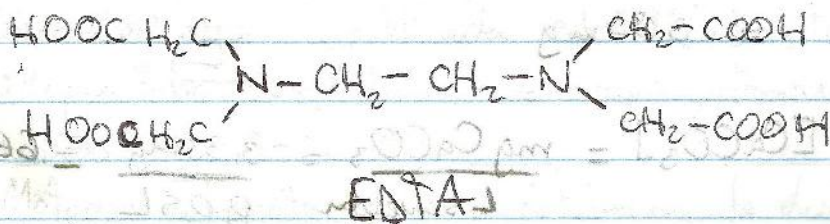
antes y después de hervir el agua se asigna a la cantidad de bicarbonato de Ca y Mg, y así calcular la dureza del agua<sup>2</sup>

Investiga las estructuras de los indicadores que se usan en esta práctica y su utilidad para detectar iones metálicos en solución utilizando EDTA como agente quelante

HH SNNA



Negro de palo



Con estos indicadores metalocromicos son capaces de formar complejos de color con muchos iones metalicos, dado a que estas sustancias pueden reaccionar con  $H^+$  formando compuestos coloreados.

7- Para determinar la dureza de un agua se valora con EDTA de concentración  $1,0025 \pm 0,001 \cdot 10^{-3} M$  de 5 muestras de  $V = 50,0 \pm 0,2 ml$ . Se obtuvieron las siguientes volúmenes de titulación ( $ml \pm 0,1$ )  
 $32,3 ; 32,5 ; 32,4 ; 32,4 ; 32,3 ; 32,6$   
 ¿Cuál es el valor de la dureza del agua expresada como ppm de  $CaCO_3$ ?  
 ¿ $[CaCO_3]$ ?

$$\bar{V}_{EDTA} = \frac{32,5 + 32,3 + 32,4 + 32,3 + 32,6}{5} = 32,42 ml$$

$$Desviación = S = 0,13 \rightarrow V_{EDTA} = 32,42 \pm 0,13 ml$$

$$mg CaCO_3 = 32,42 ml \times 1,02 \cdot 10^{-3} \frac{mol}{ml} \times 100,05 \frac{mg}{mmol}$$

$$= 3,33 mg$$

$$[CaCO_3] = \frac{mg CaCO_3}{L solución} = \frac{3,33 mg}{0,05 L} = 66,6 ppm CaCO_3$$

$$[\text{CaCO}_3]_{\text{molar}} = \frac{3,33 \text{ mg} \times 1 \text{ mmol} \times 1 \text{ mol}}{0,05 \text{ L} \times 100,08 \text{ mg} \times 1000 \text{ mmol}}$$

$$[\text{CaCO}_3] = 6,65 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

### \* Tablas

Tabla 3: Determinación de la dureza total

	1	2	3
Vol muestra	25ml	25ml	
Vol EDTA	9,8	10,2ml	
Dureza Experimental			

Tabla 4: Determinación de la  $[\text{Ca}^{+2}]$  por enmascaramiento de  $\text{Mg}^{+2}$

	1	2	3
Vol muestra	25ml	25ml	25ml
Vol KOH	4ml	4ml	4ml
Vol EDTA	11ml	6ml	8ml
Contenido de $\text{Ca}^{+2}$			

### \* Bibliografía

1- Dureza del agua, publicada en 7/11/18 y tomado de <http://quimifube.com/dureza-del-agua>, última vez consultado el 9-02-2020

2- Métodos volumétricos para determinar la dureza del agua, tomado de <http://escribiocientificos.es/ab21940/dureza-del-agua>, última vez consultado 9-02-2020



Fecha










































7.5

Práctica N° 5: Equilibrio Químico y Principio de Le Chatelier

\* Objetivos \*

- Estudiar el efecto de diversas perturbaciones sobre reacciones en equilibrio
- Evaluar cualitativamente la formación y descomposición de especies químicas mediante el cambio de color junto la formación y disolución de sales precipitadas

# \* Tablas de Seguridad

Nombre	Composición y Estado físico	Peligros	Precauciones auxiliares			
						
Cromato de Sodio	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sólido en polvo	 	   			
Dicromato de Potasio	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sólido en polvo	 	   			
Acido Sulfúrico	$\text{H}_2\text{SO}_4$ líquido en solución	 	   	 		
Iodato de Potasio	KI Sólido en polvo	 	   			

Ioduro	$\text{CuI}$					
Cuproso	Iones en solución			$\times 10$	$\times 10$	
Cloruro	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$					
Amoníaco	$\text{NH}_3$					
Cloruro	$\text{CoCl}_2$					
Cobaltoso	Sólido en polvo					
Cloruro de cobaltoso	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$					
Hexahidrato						
Iodo	$\text{I}_2$					
Sólido en sustancia				$\times 15$	$\times 15$	
Cloruro de Bario	$\text{BaCl}_2$					
Sólido en polvo						
Cromato de Bario	$\text{BaCrO}_4$					
Sulfato de Bario	$\text{BaSO}_4$					
Cuproso	Sólido en polvo					
Cromato de Bario	$\text{BaCrO}_4$					
Sólido en polvo						


\* Tabla de propiedades químicas - Química

→ Ver Siguiendo página


#?

Enumerar las tablas

CARIBE

Nombre	PM g/mol	PU 200g	Peb °C	Dens. g/ml	Solubilidad			
					H <sub>2</sub> O	-OH		~
Carbonato de sodio	161,9	375g	—	2,7	✓	✓		
Dicromato de potasio	294,18	390	500°C	2,73	✓	✓		
Acido Sulfurico	98,08	10°	337°C	1,84	✓	✓		—
Ioduro de Potasio	160	680°C	1630°C	3,12	✓			
Ioduro de Cinc	140,5	591	1291	5,67	✓			
Cloruro de Calcio	119,3	-64°C	62°C	2,49	✓		✓	
Amoniac	17	-78	-33°C	0,73	✓	✓		metanol Cloruro
Cloruro de cobalto	129,8	735	1049	3,36	✓	✓		eter Acidulo
Cloruro de Co (Cl <sub>2</sub> O)	237,7	86	ND	1,92	✓			
Iodo	253,8	114	184	4,94	✓			Eter Metanol
Cloruro de Bario	208	96	1560	3,86	✓			
Sulfuro de Calcio	159,6	110	650	3,6	✓			
Carbonato de Bario	253,3	1380	—	4,5				

## \* Procedimientos



 Nota: Se deben lavar todos los vidrios enjuagar con  $H_2O$  y guardar hasta el final de la práctica



## \* Equilibrio N°1




• ¿Qué sucede si se añade  $NaOH$  a la solución  $Na_2CrO_4$ ?

IR: El equilibrio se dirigirá a la  $\leftarrow$  por lo que quedará en amarillo ya que  $[OH^-] \uparrow$

①  x10 gotas de  $Na_2CrO_4$  0,3M  $\rightarrow$  


②  x1 gota  $NaOH$  0,3M 

③  Agitar suavemente y registrar el cambio.

• ¿Qué sucede si se añade  $HCl$  a la solución  $Na_2CrO_4$ ?


IR: El equilibrio se dirigirá a la  $\rightarrow$  por lo tanto quedará en Naranja ya que  $[H^+] \uparrow$


Repetir el protocolo anterior pero con


  $\leftarrow HCl$  0,3M


¿Ocurre un cambio si se añade  $\text{HCl } 0,3\text{M}$  a la solución  $\text{K}_2\text{CO}_3 0,3\text{M}$ ?

IR: No hay cambio de coloración por lo tanto el equilibrio se dirige a  $\rightarrow$  y será Naranja

1.4  x 10 gotas de  $\text{Na}_2\text{CO}_3 0,3\text{M}$

2  x 10 gotas de  $\text{K}_2\text{CO}_3 0,3\text{M} + 10$  gotas  $\text{H}_2\text{O}$

1.6  x 5 gotas de  $\text{HCl } 0,3\text{M}$

1.6  x 10 gotas de  $\text{NaOH}$  al  $0,3\text{M}$  hasta obtener la coloración de 1.

M2.0  $\text{H}_2\text{CO}_3$   $\rightleftharpoons$   $\text{CO}_3^{2-}$   $\rightleftharpoons$   $\text{HCO}_3^-$   $\rightleftharpoons$   $\text{H}^+$   $\rightleftharpoons$   $\text{H}_2\text{O}$   
 ¿Cuál es la relación de concentración cuando / de cromato en el equilibrio

IR: Si se añade  $[\text{H}^+]$  al  $[\text{CrO}_4^{2-}]$  pasa a  $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] \uparrow$  y cambia a naranja

Si se añade  $[\text{OH}^-]$  al  $[\text{CrO}_4^{2-}]$  se mantiene en naranja pero en frío

\* Equilibrio  $\text{N}^{\circ} 2$

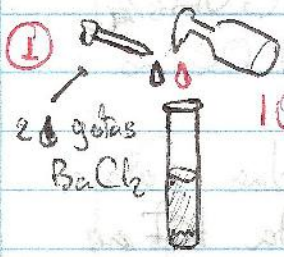


Sólido blanco

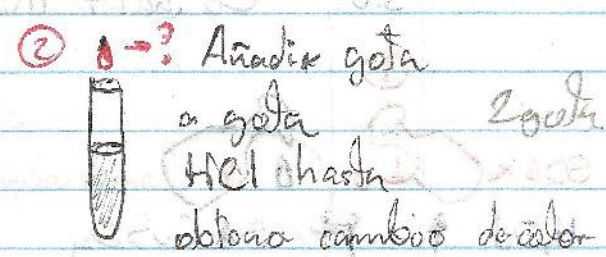
Solución amarilla

- ¿Qué sucede si se añade 2 gotas de  $\text{BaCl}_2$  0,3 a 10 gotas de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,3 M?

IR: Se formará un precipitado blanco.

①  2 gotas  $\text{BaCl}_2$

10 gotas  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  →

②  Añadix gota a gota HCl hasta obtener cambio de color

¿A qué se debe este cambio en ②? ¿Qué equilibrio adicional

Se debe al cambio de equilibrio de la solución de trabajo hacia la de  $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CaCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$  y de los iones a la formación de  $\text{CaCO}_3^-$  y cambiando de funcionalidad aniónica a, negativo

entre  $\text{NaOH}$  y  $\text{HCl}$  ¿Qué reactivo emplearías para precipitar el  $\text{BaCO}_3$  de la solución anterior?

IR: Se debe añadir  $\text{NaOH}$  para desplazar el equilibrio hacia los reactivos y aumentar  $[\text{CO}_3^{2-}]$  y precipita con el  $\text{Ba}^{2+}$  en solución

## Equilibrio N°3

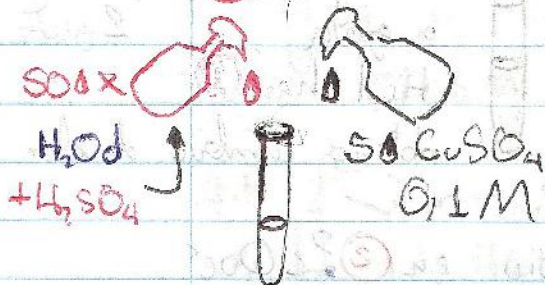


Amarillo / Verde claro

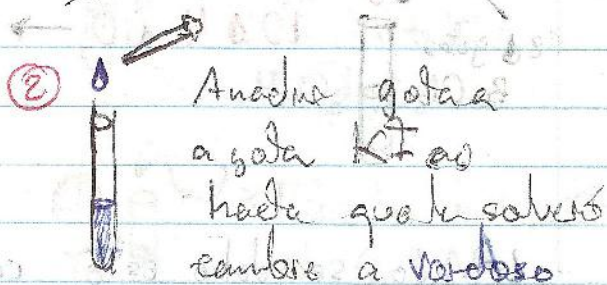


Azul Oscuro

①



②



¿Cómo se diferenciaría este tubo de otro con los mismos reactivos pero con 20 gotas de  $\text{CuSO}_4$ ? Explicar su razonamiento.

Se obtendrá mayor cantidad de producto ya que la cantidad de  $\text{CuI}$  formado es dependiente de la  $\text{CuSO}_4$  inicialmente, ver el consumo y la esteq. (9p)

¿En cuál de los 2 tubos habrá mayor cantidad de  $\text{I}_2$  formado?  
En el 2do.

1a  $T_1 = 50 \text{ CoSO}_4$   
 $500 \text{ H}_2\text{O}$ 

1b  $T_2 = 200 \text{ CoSO}_4$   
 $500 \text{ H}_2\text{O}$

2 Añadir 40 de  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$   
 a ambos tubos  
 y agitar vigorosamente

3 Observar los colores en  
 la parte superior e inferior.

4 En la campana  
 añadir al  $T_2$  10 a 10  
 $[\text{NH}_3] \gg$  y agitar x 10

5 Observar cambios de  
 color en la parte superior  
 e inferior del tubo

\* Equilibrio N° 4





① Transpirar  
4ml de  
Solución  
alcohólica  
a un tubo ensayo



② Volter la mitad  
del contenido  
y colocar en  
un baño de  
agua con hielo



¿La reacción es exotérmica o endotérmica?

Si, y la solución se torna rosada.

Considerando las perturbaciones de cada equilibrio analizar las consecuencias y concluir la validez del principio de Le Chatelier

### \* Constante

Enunciado del principio de Le Chatelier

Si en un sistema en equilibrio se aplica un espuerzo a petorno, el sistema se ajustará así mismo de tal manera que contrarrestará parcial mente el espuerzo a una posición de equilibrio.

La  $K_{ps}$  proporciona un criterio para predecir la formación de un precipitado a partir de sus iones. ¿Cuál es su expresión?

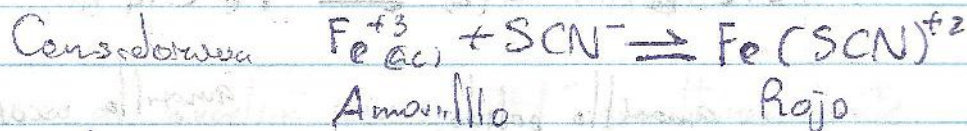


Dada una reacción  $AB(s) \rightleftharpoons A^{+m} + B^{-n}$   
 El  $K_{ps}$  será igual al producto de las  
 concentraciones  $A^{+m}$  y  $B^{-n}$  en el equilibrio.  
 Siendo  $Q$  el producto de las concentraciones  
 de  $A^{+m}$  y  $B^{-n}$  en un instante determinado  
 y se tiene que

$Q < K_{ps} \rightarrow$  formación de  $A^{+m}$  y  $B^{-n}$

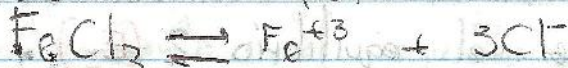
$Q > K_{ps} \rightarrow$  formación de sólido  $AB$

$Q = K_{ps} \rightarrow$  Estado de equilibrio



¿Que cambio de color si se añade  $KSCN$   
 a una solución  $FeCl_3$ ?

Se tiene que cada reactivo cumple con los  
 siguientes



Se tiene entonces que [reactivos]  $\uparrow$  a la  
 reacción, se va a favorecer  $\uparrow$  formación  
 de  $Fe(SCN)^{+2}$  añadiendo un cambio de  
 color rojo pues la [reactivos] va disminuyendo

La adición de unas gotas de solución de  
 $NaF$  0,1M o 10 gotas de una solución  
 $Fe^{+3}$  de una solución inicial mientras  
 la adición de varias gotas de  $NaCl$  0,1M

Fecha:

Práctica N°6: Electroquímica

10

\* Objetivos

- Evaluación de la respuesta a condiciones específicas de corrosión
- Comparar las propiedades de cada metal frente a la corrosión.
- Analizar los cambios físicos resultantes en cada sistema y reportar la formación de la diversas especies químicas


\* Tablas de Seguridad

Nombre	Composición y estado físico	Peligros	Primeros Auxilios			
			II	Atm	P	E
✓ Ferrocianuro de potasio	$K_4(Fe(CN)_6)$					
Zinc	Zn					
Mercurio	Hg					
Hierro	Fe					

$NaCl$ ,  $Zn(OH)_2$ ,  $Fe_2O_3$


\* Tabla de propiedades físico-químicas

faltan los productos!

Nombre	PM	PV	Peb	Dens	Solubilidad			
					H <sub>2</sub> O	-OH		~
Ferrocenano de Potasio	388,3	70	400	1,85	✓			✓
Zinc	6538	419	907	7,13	—	—	—	—
Magnesio	24,31	644	1400	1,73	—	—	—	—
Hierro	55,85	1835	7750	7,87	—	—	—	—




\* Procedimientos

• Experimento ①

- ① Colocar 7 tubos en una gradilla
- 
- ② Rotularlos del 1 al 7

③ Añadir 10ml de H<sub>2</sub>O + 1 gota de *fenolftaleína*

④ A cada tubo agregar:

- |   |   |   |          |             |
|---|---|---|----------|-------------|
| Nº1   | Nº2   | Nº3   | Nº4      | Nº5         |
|  |  |  | Clavo Fe | Clavo Fe    |
|   | 1cm Mg  | 1cm Mg  | Fe       | Fe          |
|   |   | + 0,1g NaOH   |          | + 0,1g NaCl |



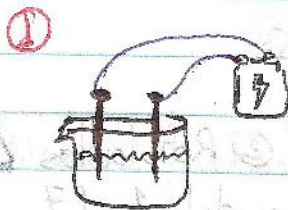
- Nº6 Clavo de Aceto
- Nº7 Clavo de Aceto y 0,1g NaCl

• Experimento **II**

① Limar un clavo de Hierro cuidadosamente.

② Introducir en un beaker y cubrir con una solución de 3% NaCl +  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  + 0,006% de  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$

• Experimento **III**



Tomar 2 clavos y conectar a una pila de 9V y colocar en un beaker. Añadir una solución de NaCl 0,5% con 102  $\mu\text{g}$   $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ .

② Observar los cambios a los 15 min.

• Experimento **IV**

① Tomar 3 Capsulas de Petri y

② Colocar las celdas de



③ Cubrir las celdas

con una solución de 1M de NaCl

## \* Cuestionario:

① Definir:

Oxidación: Pérdida de  $e^-$  y aumento de estado de oxidación del elemento

Reducción: Ganancia de  $e^-$  y disminución del estado de oxidación del átomo.

Agente oxidante: Sustancia que se reduce y promueve la oxidación

Agente reductor: Sustancia que se oxida y promueve la reducción.

Potencial estándar de oxidación:  $E^\circ$  potencial que le corresponde a una celda o semipila construida con un electrodo de este elemento y un electrodo estándar de  $H^+$  en condiciones normales.

② ¿A qué sal de Fe se le atribuye el conocido Azul de Prusia?

Al Ferrocianuro  $Fe_4(Fe(CN)_6)_3$

③ ¿Cómo se relaciona la espontaneidad de una reacción electroquímica con su forma estándar  $E^\circ$  de celda?

$$\Delta G = -nFE^\circ_{\text{celda}}$$

Si  $\Delta G$  es negativo significa que la reacción es espontánea y que para este caso el  $E^\circ_{\text{celda}}$

debe ser positivo

- 4) Considerar solamente costos por electricidad.  
¿Que será más barato, producir mediante electrolisis 1 Kg de K o 1 Kg de Al?

Se tiene que  $E^\circ K^+/K = -2,83 V$

$E^\circ Al^{+3}/Al = -1,68 V$

A mayor  $E^\circ$  se necesita menos electricidad para llevar a cabo la reacción. Por lo tanto la reacción de  $Al^{+3} \rightarrow Al$  es más mas barato de producir

- 5) Lista los siguientes especies en orden de creciente según su punto como agente reductor.

$E^\circ Cl_2/Cl^- = 1,36 V$   $E^\circ Fe^{+3}/Fe^{+2} = 0,77 V$

$E^\circ Ni^{+2}/Ni = -0,25 V$   $E^\circ V^{+3}/V^{+2} = -0,25 V$

$E^\circ Pb^{+2}/Pb = -0,13 V$   $E^\circ Ti^{+3}/Ti^{+2} = 1,21 V$



↳ Agente Fuerte

↳ Agente débil

- 6) Para las reacciones a continuación:

a) Indique el agente oxidante y el reductor

b) Escriba la semirreacción asociada a V

c) Obtenga la reacción neta



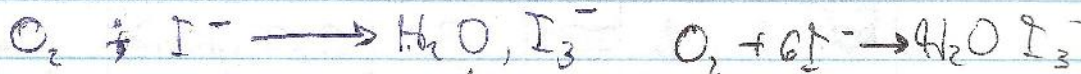
$\text{Cl}_2 \rightarrow$  Agente reductor

$\text{I}^- \rightarrow$  Agente oxidante



$\text{H}_2 \rightarrow$  Agente reductor

$\text{Fe}^{+3} \rightarrow$  Agente oxidante



$\text{I}^- \rightarrow$  Agente reductor

$\text{O}_2 \rightarrow$  Agente oxidante



$\text{Ag} \rightarrow$  Agente reductor

$\text{Sn}^{+4} \rightarrow$  Agente oxidante



Fecha: 13-03-2020

## Práctica N°7: Cromatografía de Papel

Objetivos de la práctica


- Determinar las  $R_f$  valores del factor de retención para una serie de indicadores.
- Determinar cual indicador está presente en una muestra problema.

### \* Tablas de Seguridad

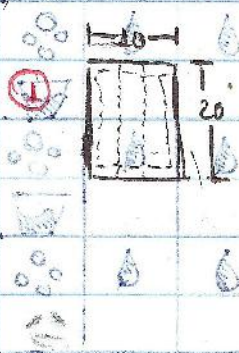
Tabla de seguridad → Pág 20

Nombre	Composición y estado físico	Peligros	Primeros auxilios
Hidróxido de Amonio	$NH_4OH$ Solución.		   
Azul de bromotimol	$C_{27}H_{29}BrO_3S$ Sólida.		  
Rojos Fendol	$C_{14}H_{14}O_2S$ Sólida.		  
2-Butanol	$C_4H_{10}O$ líquido		  
Amarillo de Alizarina	$C_{13}H_9N_2O_5$ Sólida.		  
Morado de bromocresol	$C_{21}H_{16}Br_2O_5S$ Sólida.		  

# Tabla de propiedades físico-químicas

Nombre	PM g/mol	PV 20°	Pob °C	Densi g/ml	Solubilidad			
					H <sub>2</sub> O	-OH		~
Hidróxido de Amonio	58,08	-74°	56,5	0,771	✓	✓		éter CHCl <sub>3</sub>
Azul de bromotimol	1624	—	—	1,25	✓			
Rojo Fenol	354,3	285	—	1,008	✓			
2-Batenaol	74,12	-115	99	0,886	✓			
Amarillo de Alizarina	309	278	—	—	✓			
Morado de bromocresol	540	242	—	—	✓			

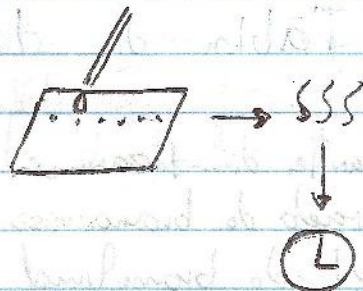
## \* Procedimientos



Tomar un hoja de 10 x 20 cm y trazar sobre una de las 2 líneas suaves a 1 cm de los bordes y a 1 cm de los bordes



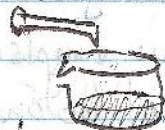
③ Usando unos tubos capilares se marca una gota de las muestras sobre las marcas correspondientes y dejar secar por 2 min



④ Enrollar y quitar el toque de las juntas y sujeción



⑤ 20 mL del eluyente (Butanol) a un beaker de 400 o 600 mL



⑥ Sumergir hasta 0,5 cm el papel cilíndrico y quitar que esté en contacto con el eluyente



⑦ Cubrir con envoltorio la superficie y dejar reposar hasta que el eluyente toque la zona final deseada



⑧ Sacar el papel y dejar secar en su forma original. Hacer una línea roja de al menos 0,5 cm



\* Tabla de datos y resultados

	d	R <sub>f</sub>
Amante de aziraruna		
Morado de bromocreso		
Azul de bromofenol		
Fenolftaleína		
Rojo Fenol		
Muestra de referencia		

\* Cuestionario

1) ¿Origen de la palabra cromatografía?

Fue empleada por primera vez en Rusia por el botánico Mikhail Tsvett en 1906. Viene del griego "khrōma (color)" y "graphō (escribir / grafar)".

2) ¿Puede ser el valor de R<sub>f</sub> > 1? Explique.

Es la relación de las distancias recorridas por el compuesto y por el disolvente, desde el punto de origen del cromatograma, posee un valor constante para cada compuesto en condiciones determinadas (absorbente usado, temperatura, disolvente).

$$R_f = \frac{\text{distancia recorrida por el compuesto en}}{\text{distancia recorrida por eluyente en}}$$

El valor máximo que pueda tomar  $R_f$  es 1 debido a que es imposible que el soluto recorra más que el disolvente al aplicar el procedimiento.

③ ¿Porque el recipiente donde se realiza la cromatografía debe ser saturado con los vapores del eluyente?

Para evitar que el eluyente se evapore de la placa durante la cromatografía, y por consiguiente, evitar que el vapor de  $R_f$  de las manchas y el tiempo necesario para alcanzar una determinada  $R_f$  del punto de partida.

④ En un experimento de cromatografía se obtuvieron los siguientes resultados

Compuesto A: Distancia del eluyente 9,2  
Distancia del compuesto 6,3

Compuesto B: Distancia del eluyente 9,1  
Distancia del compuesto 5,8

Mezcla A y B → Distancia del eluyente 8,7  
¿A qué distancia se espera que aparezcan los compuestos A y B en una mezcla

Para A:  $R_{FA} = \frac{\text{distancia de la celda}}{\text{distancia del eluyente}} = \frac{6,3 \text{ cm}}{9,2 \text{ cm}} = 0,68$

$\Rightarrow$  Distancia a la que aparece A =  
 $= R_{FA} \times \text{Distancia del eluyente}$   
 $= 0,68 \times (9,2 \text{ cm}) = 6,256 \text{ cm}$

Para B:  $R_{FB} = \frac{\text{distancia de la celda}}{\text{distancia del eluyente}} = \frac{5,6 \text{ cm}}{9,2 \text{ cm}} = 0,608$

$\Rightarrow$  Distancia a la que aparece B =  
 $= R_{FB} \times \text{Distancia del eluyente}$   
 $= 0,608 \times (9,2 \text{ cm}) = 5,5936 \text{ cm}$

⑤ Investigar sobre diferentes técnicas cromatográficas identificando en cada caso:

a) Utilidad de la técnica

b) Naturaleza de la muestra

c) Naturaleza de la fase estacionaria

d) Naturaleza de la fase móvil

**Sobrepapel:** Presenta el análisis cualitativo, ya que no requiere ningún tipo de equipamiento. La muestra  $X$  se coloca dentro de un recipiente que contiene eluyente líquido (fase móvil) en el fondo. La fase estacionaria está constituida simplemente por una tira de papel de filtro. El disolvente empleado como fase móvil se hace ascender por capilaridad.

En capa fina: Utiliza una placa inmersa ~~ster-~~  
ticamente (fase estacionaria porosa) adhesionada  
a una superficie sólida. Las muestras se disol-  
verán, cuando sea posible, en un disolvente  
orgánico (fase móvil), cuyo punto de ebullición  
sea lo suficientemente baja para que  
se evapore después de la aplicación. La fase  
estacionaria es una capa uniforme de un  
compuesto absorbente mantenido sobre una  
placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio  
u otro soporte. Para realizarla se debe apoyar  
la placa cromatográfica sobre algún recipiente  
que contenga la fase líquida de aproximadamente

Líquida: La fase estacionaria puede ser alumini-  
o, sílice o resinas de intercambio iónico  
la fase móvil es un líquido o mezcla de  
varios líquidos. El conocimiento de la estructura  
molecular de los componentes de la muestra  
puede ser muy útil en la selección de un  
método de cromatografía líquida se aplica  
a compuestos no volátiles o térmicamente  
inestables que no pueden ser separados  
mediante la cromatografía de gases. Para la  
fase estacionaria se pueden aplicar las columnas  
capilares o de rollo. Para la fase móvil se  
emplea  $CO_2$

En capa fina: Utiliza una placa inmersa ~~ster-~~  
ticamente (fase estacionaria porosa) adhesionada  
a una superficie sólida. Las muestras se disol-  
verán, cuando sea posible, en un disolvente  
orgánico (fase móvil), cuyo punto de ebullición  
sea lo suficientemente baja para que  
se evapore después de la aplicación. La fase  
estacionaria es una capa uniforme de un  
compuesto absorbente mantenido sobre una  
placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio  
u otro soporte. Para realizarla se debe apoyar  
la placa cromatográfica sobre algún recipiente  
que contenga la fase líquida de aproximadamente

líquido. La fase estacionaria puede ser alumini-  
o, sílice o resinas de intercambio iónico.  
La fase móvil es un líquido o mezcla de  
varios líquidos. El conocimiento de la estructura  
molecular de los componentes de la muestra  
puede ser muy útil en la selección de un  
método de cromatografía líquida se aplica  
a compuestos no volátiles o térmicamente  
inestables que no pueden ser separados  
mediante la cromatografía de gases. Para la  
fase estacionaria se pueden aplicar las columnas  
capilares o de rollo. Para la fase móvil se  
emplea  $CO_2$

CARIBE