
	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	1/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Manual de Prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Q. Antonia del Carmen Pérez León M. en C. Alfredo Velásquez Márquez M.D.E Thalía Itzel Ferrera Velázquez Dra. Ana Laura Pérez Martínez Ing. Félix Benjamín Núñez Orozco M. en A. Violeta Luz María Bravo Hernández Q. Esther Flores Cruz M. en C. Miguel Ángel Jaime Vasconcelos Dr. Ehecatl Luis David Paleo González	Q. Antonia del Carmen Pérez León M. en C. Alfredo Velásquez Márquez M.D.E Thalía Itzel Ferrera Velázquez Dra. Ana Laura Pérez Martínez Ing. Félix Benjamín Núñez Orozco M. en A. Violeta Luz María Bravo Hernández Q. Esther Flores Cruz M. en C. Miguel Ángel Jaime Vasconcelos Dr. Ehecatl Luis David Paleo González	Ing. Gabriel Alejandro Jaramillo Morales	18 de septiembre de 2020

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	2/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Índice de prácticas

Práctica	Nombre de la práctica	Página
1	EQUIPO DE LABORATORIO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD	3
2	EXPERIMENTO DE J. J. THOMSON	15
3	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE DISOLUCIONES Y SÓLIDOS	24
4	CRISTALES	41
5	LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA	48
6	PREPARACIÓN Y CONDUCTIVIDAD DE DISOLUCIONES	56
7	RENDIMIENTO PORCENTUAL DE UNA REACCIÓN QUÍMICA	67
8	TERMOQUÍMICA. ENTALPÍA DE DISOLUCIÓN	78
9	EQUILIBRIO QUÍMICO	85
10	ELECTROQUÍMICA. ELECTRÓLISIS DE DISOLUCIONES ACUOSAS Y CONSTANTE DE AVOGADRO	93
11	CONSTRUCCIÓN DE UNA PILA	104

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	3/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 1

EQUIPO DE LABORATORIO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	4/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Conocerá las reglas básicas de higiene y seguridad que debe cumplir en un laboratorio de Química.
2. Entenderá el uso y las precauciones que debe tomar durante el uso del material y el equipo que se empleará en el curso.
3. Identificará, para algunas de las sustancias químicas empleadas en el curso, sus usos y las precauciones de su manejo.

2. INTRODUCCIÓN

Para entender mejor los principios básicos de la Química es indispensable la experimentación. El laboratorio de Química es el lugar donde se comprueba la validez de dichos principios; ofrece también la oportunidad de conocer mejor los procesos químicos que ocurren en la naturaleza. Sin embargo, para conseguir dicho objetivo, es imprescindible realizar análisis químicos confiables, y esto sólo puede lograrse si se conoce el manejo adecuado del material, de los equipos y de los reactivos químicos que existen en el laboratorio.

Por otro lado, un aspecto fundamental que se debe considerar en un laboratorio de Química es la seguridad, pues el trabajo en dicho lugar implica que la persona que lleva a cabo la experimentación se exponga a una gran variedad de sustancias químicas, de las cuales muchas conllevan ciertos riesgos durante su manipulación. Por lo anterior, es indispensable cumplir un reglamento de higiene y seguridad con el fin de reducir riesgos en el manejo del material, equipo y sustancias químicas.

Al trabajar con reactivos químicos, se requiere conocer las propiedades de las sustancias empleadas y las precauciones que deben tomarse durante su manipulación, por lo que es necesario consultar la información que contiene la etiqueta de cualquier sustancia química.

3. EQUIPO Y MATERIAL

A continuación, se muestran y enlistan algunos de los materiales y equipos que se usan durante las prácticas (figuras 1 a 2).


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	5/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 1. Material de laboratorio.

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1. frascos de vidrio | 11. termómetro | 21. vidrio de reloj |
| 2. picnómetro | 12. cápsula de porcelana | 22. espátula de doble punta |
| 3. probeta | 13. émbolo de succión | 23. espátula con mango de madera |
| 4. matraz Erlenmeyer | 14. cronómetro | 24. tubo de ensayo |
| 5. vaso de precipitados | 15. mortero | 25. escobillón |
| 6. matraz aforado | 16. pistilo | 26. pinzas para tubo de ensayo |
| 7. frasco con gotero | 17. agitador magnético | 27. gradilla |
| 8. piseta | 18. tapón de hule | 28. embudo de vidrio |
| 9. bureta | 19. pipeta aforada | |
| 10. pinzas de tres dedos | 20. pipeta graduada | |


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	6/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			




Figura 2. Equipos del laboratorio.

29. aparato para determinar punto de fusión
30. aparato para determinar la relación carga-masa de los rayos catódicos
31. balanza semianalítica

32. parrilla de calentamiento
33. potenciómetro
34. conductímetro
35. balanza granataria

NOTA: Algunos materiales y equipos se sustituyen sin problema por artículos o accesorios del hogar; por ejemplo, una cuchara desechable puede tener el mismo propósito que una espátula de doble punta o una espátula con mango de madera.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	7/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. REACTIVOS

Algunos reactivos que se emplean en las prácticas del laboratorio son:

- | | |
|--|--|
| a) NaHCO_3 , bicarbonato de sodio | f) NaCl , cloruro de sodio |
| b) S_8 , azufre | g) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, etanol |
| c) CH_3COOH , ácido acético | h) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, sacarosa |
| d) NaOH , hidróxido de sodio | i) Cu , cobre |
| e) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, alumbre de potasio dodecahidratado | j) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, sulfato de cobre pentahidratado |

Aunque algunos de los reactivos que se enlistaron no se usan durante los experimentos, se dispone de ellos en todo momento para cubrir otro tipo de necesidades. Por ejemplo, el azufre es necesario en gran parte de las sesiones experimentales para controlar un posible derrame del mercurio que contienen los termómetros de este tipo.

En el enlace siguiente se muestran otras sustancias que se utilizan en los laboratorios; además, se explica de manera breve cuál es su aplicación en la Química y sus variantes:

www.cen.acs.org/collections/chemistry-in-pictures.html

5. DESARROLLO

ACTIVIDAD 1.


El profesor revisará con el grupo el reglamento interno de higiene y seguridad para el laboratorio de Química y discutirá con los alumnos los puntos más importantes del mismo. Razonará sobre el porqué es conveniente adoptar y aplicar estas normas de seguridad durante el trabajo que se realizará durante cada práctica.

- Reglamento general de uso de laboratorios y talleres, disponible en www.dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/temperachild/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/Reglamento_FI.pdf
- Reglamento interno, disponible en www.dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/temperachild/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/REDO-01_DCB.pdf

ACTIVIDAD 2

Conocimiento de los materiales y equipos que se usan en laboratorio

El profesor mostrará a los alumnos cada uno de los materiales y equipos existentes en el laboratorio. Indicará el procedimiento correcto para su uso y sugerirá una serie de artículos

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	8/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

o accesorios del hogar que sustituirán el material y el equipo que se usará en las sesiones experimentales en casa.

- “Dispositivos experimentales (fotografías)”, disponible en www.dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/temperachild/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/dispositivos_fotos.pdf
- “Dispositivos experimentales (esquemas)”, disponible en www.dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/temperachild/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/dispositivos.pdf
- “Instrumentos de laboratorio de química”, disponible en www.youtu.be/mPjwZKzC0II

ACTIVIDAD 3

Identificación de usos y riesgos de las sustancias químicas

El profesor mostrará a los alumnos algunos de los reactivos que se tienen en el laboratorio (figura 3) y algunas de las sustancias que se pueden encontrar en casa o que son de fácil acceso. Indicará sus características y los cuidados que deben tenerse durante su manipulación, así como la información que proporciona cada etiqueta.

- “Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos: etiquetado de productos químicos y fichas de seguridad”, disponible en: www.ghs-sga.com/etiquetado-de-productos-quimicos-y-fds/




Figura 3. Reactivos disponibles en el laboratorio.

ACTIVIDAD 4

Cuestionario


1. Mencione qué material y equipo podría emplearse para:
 - a) medir volúmenes,
 - b) determinar densidades,
 - c) preparar disoluciones, y

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	9/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


- d) medir pH.
- Indique cuál es el uso para el material o equipo siguiente:
 - Conductímetro.
 - Fuente de poder.
 - Piseta.
 - Parrilla.
 - Lea los artículos siguientes y cite algunas otras reglas básicas de seguridad que considere importantes y que no haya mencionado el profesor.
 - “Equipo de protección personal”, disponible en: www.quimica.unam.mx/proteccion-civil-facultad-quimica/equipo-de-proteccion-personal/
 - “The interactive lab primer - working safely”, disponible en: www.edu.rsc.org/resources/the-interactive-lab-primer-working-safely/2264.article
 - Responda el cuestionario sobre clasificación y etiquetado de productos químicos, disponible en: www.ghs-questionnaire.com/.
 - Resuelva lo que se pide en cada panel de la hoja de trabajo siguiente.
 - “Lab safety worksheet”, disponible en: www.carolina.com/pdf/activities-articles/lab-safety-worksheet.pdf
 - Observe el video siguiente y, de ser posible, comente si las instalaciones son las adecuadas para trabajar con seguridad.
 - “Laboratorio Facultad de Química”, disponible en: www.youtu.be/GEws1cC8eak

6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS


- Huanca, A. (s.f.). Instrumentos del laboratorio de química [Publicación en línea]. Recuperado de <http://monografias.com/trabajos72/instrumentos-laboratorio-quimica/instrumentos-laboratorio-quimica.shtml>
- Materiales e instrumentos de un laboratorio químico [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	10/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. La Rosa, D., & Vargas, M. (2013, mayo 7). Materiales de laboratorio: un vistazo rápido [Entrada del blog]. Recuperado de <http://laboratorio-quimico.blogspot.mx/2013/05/materiales-de-laboratorio-un-vistazo.html>
4. Normas de seguridad en el laboratorio [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://www.quimicaweb.net/ciencia/paginas/laboratorio/normas.html>
5. Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://ghs-sga.com/>
6. La Rosa, D., & Vargas, M. (2013, noviembre 19). Códigos de color de almacenamiento para productos químicos [Entrada del blog]. Recuperado de <http://laboratorio-quimico.blogspot.mx/2013/11/codigos-de-color-de-almacenamiento-para.html>
7. Señales de prevención de riesgos y accidentes en el laboratorio [Publicación en línea]. Recuperado de <http://100ciaquimica.net/labor/piclaborat1.htm>
8. Señalización de recipientes y tuberías: aplicaciones prácticas [Publicación en línea]. (2006, octubre 1). Recuperado de <http://interempresas.net/Quimica/Articulos/14787-Senalizacion-de-recipientes-y-tuberias-aplicaciones-practicas.html>
9. Tipo y clasificación de los extintores [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores>
10. Definición, clasificación y tipos de extintores: tipos de fuegos [Entrada del blog]. (s.f.). Recuperado de <http://profuego.es/definicion-tipo-y-clasificacion-de-extintores/>
11. Chemistry in pictures [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://cen.acs.org/collections/chemistry-in-pictures.html>
12. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Reglamento general de uso de laboratorios y talleres [Documento en línea]. Recuperado de http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/Reglamento_FI.pdf
13. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Reglamento interno [Documento en línea]. Recuperado de http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/REDO-01_DCB.pdf
14. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Dispositivos experimentales (fotografías) [Documento en línea]. Recuperado de http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/dispositivos_fotos.pdf
15. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Dispositivos experimentales (esquemas) [Documento en línea]. Recuperado de <http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/dispositivos.pdf>
16. Profesor de Ingeniería (2016, octubre 7). Instrumentos de laboratorio de química [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mPjwZKzC0II>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	11/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

17. Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos: etiquetado de productos químicos y fichas de seguridad [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://ghs-sga.com/etiquetado-de-productos-quimicos-y-fds/>
18. Equipo de protección personal [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://quimica.unam.mx/proteccion-civil-facultad-quimica/equipo-de-proteccion-personal/>
19. The interactive lab primer - working safely [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://edu.rsc.org/resources/the-interactive-lab-primer-working-safely/2264.article>
20. GHS Training [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://www.ghs-questionnaire.com/>
21. Lab safety worksheet [Documento en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://www.carolina.com/pdf/activities-articles/lab-safety-worksheet.pdf>
22. Laboratorio Facultad de Química [Video]. (2016, abril 3). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=GEws1cC8eak>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	12/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO EQUIPO DE LABORATORIO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

1. Mencione al menos cinco sustancias químicas de uso común en la vida diaria e investigue sus propiedades físicas y químicas.
2. Cite al menos tres accidentes que pueden presentarse en el laboratorio de Química y mencione cómo evitarlos.
3. Observe los materiales y equipos siguientes, y determine cuál es el uso de cada uno.




4. Investigue qué información mínima debe contener la etiqueta de un reactivo químico.
5. Observe los pictogramas siguientes e infiera los riesgos que advierten.




REFERENCIAS ELECTRÓNICAS


1. Huanca, A. (s.f.). Instrumentos del laboratorio de química [Publicación en línea]. Recuperado de <http://monografias.com/trabajos72/instrumentos-laboratorio-quimica/instrumentos-laboratorio-quimica.shtml>
2. Materiales e instrumentos de un laboratorio químico [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	13/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


3. La Rosa, D., & Vargas, M. (2013, mayo 7). Materiales de laboratorio: un vistazo rápido [Entrada del blog]. Recuperado de <http://laboratorio-quimico.blogspot.mx/2013/05/materiales-de-laboratorio-un-vistazo.html>
4. Normas de seguridad en el laboratorio [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://www.quimicaweb.net/ciencia/paginas/laboratorio/normas.html>
5. Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://ghs-sga.com/>
6. La Rosa, D., & Vargas, M. (2013, noviembre 19). Códigos de color de almacenamiento para productos químicos [Entrada del blog]. Recuperado de <http://laboratorio-quimico.blogspot.mx/2013/11/codigos-de-color-de-almacenamiento-para.html>
7. Señales de prevención de riesgos y accidentes en el laboratorio [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://100ciaquimica.net/labor/piclaborat1.htm>
8. Señalización de recipientes y tuberías: aplicaciones prácticas [Publicación en línea]. (2006, octubre 1). Recuperado de <http://interempresas.net/Quimica/Articulos/14787-Senalizacion-de-recipientes-y-tuberias-aplicaciones-practicas.html>
9. Tipo y clasificación de los extintores [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores>
10. Definición, clasificación y tipos de extintores: tipos de fuegos [Entrada del blog]. (s.f.). Recuperado de <http://profuego.es/definicion-tipo-y-clasificacion-de-extintores/>
11. Chemistry in pictures [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://cen.acs.org/collections/chemistry-in-pictures.html>
12. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Reglamento general de uso de laboratorios y talleres [Documento en línea]. Recuperado de http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/Reglamento_FI.pdf
13. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Reglamento interno [Documento en línea]. Recuperado de http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/REDO-01_DCB.pdf
14. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Dispositivos experimentales (fotografías) [Documento en línea]. Recuperado de http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/dispositivos_fotos.pdf
15. Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Dispositivos experimentales (esquemas) [Documento en línea]. Recuperado de <http://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/tempera-child/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/dispositivos.pdf>
16. Profesor de Ingeniería (2016, octubre 7). Instrumentos de laboratorio de química [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mPjwZKzC0II>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	14/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

17. Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos: etiquetado de productos químicos y fichas de seguridad [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <http://ghs-sga.com/etiquetado-de-productos-quimicos-y-fds/>
18. Equipo de protección personal [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://quimica.unam.mx/proteccion-civil-facultad-quimica/equipo-de-proteccion-personal/>
19. The interactive lab primer - working safely [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://edu.rsc.org/resources/the-interactive-lab-primer-working-safely/2264.article>
20. GHS Training [Publicación en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://www.ghs-questionnaire.com/>
21. Lab safety worksheet [Documento en línea]. (s.f.). Recuperado de <https://www.carolina.com/pdf/activities-articles/lab-safety-worksheet.pdf>
22. Laboratorio Facultad de Química [Video]. (2016, abril 3). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=GEws1cC8eak>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	15/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 2 **EXPERIMENTO DE** **J. J. THOMSON**

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	16/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Conocerá el principio con que funciona el aparato para determinar la relación entre la carga y la masa (q/m) de los rayos catódicos mediante el uso de un simulador.
2. Determinará el valor de la relación q/m de los rayos catódicos empleando dos metodologías: una con potencial de aceleración constante y otra con campo magnético constante.
3. Determinará el error experimental de la relación q/m de los rayos catódicos.

2. INTRODUCCIÓN

En los tubos de Crookes, que contienen un gas a presión muy baja, el haz de rayos catódicos se forma con una diferencia de potencial elevada entre los electrodos. Con la aplicación de un campo eléctrico puede establecerse que los rayos catódicos poseen carga eléctrica negativa; se puede concluir lo mismo mediante la aplicación de un campo magnético, y demostrarse que los rayos catódicos poseen masa mediante la inclusión de obstáculos en la trayectoria del haz.

J. J. Thomson ideó un experimento para el cálculo de la relación entre la carga y la masa de los rayos catódicos. Realizó muchas variantes en el sistema para confirmar que los rayos catódicos eran los mismos independientemente del gas, del material de los electrodos, de la composición del tubo y de la fuente de energía empleada.

3. HERRAMIENTAS DIGITALES

- Thomson's cathode ray tube lab:
<https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/ThompsonetomLab/index.html>

4. DESARROLLO


ACTIVIDAD 1.

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para llevar a cabo la práctica y dará las recomendaciones necesarias para el manejo del simulador.

ACTIVIDAD 2

Funcionamiento del simulador

El procedimiento para el uso de este simulador es sencillo; aun así, deben observarse ciertas precisiones en su funcionamiento para obtener los datos que se solicitarán.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	17/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- Abra el simulador **Thomson's cathode ray tube lab**, pulse el botón *Begin* y observe que existen tres parámetros (figura 1) con los que se modifica la trayectoria del haz de rayos catódicos:
 - el potencial de aceleración (**V**_{ac} [V]) (**accelerating voltage**)
 - el potencial de desviación (**V**_{def} [V]) (**deflection voltage**)
 - el campo magnético (**B** [mT]) (**magnetic field**)
- Fije el potencial de aceleración (**V**_{ac}) en 600 [V] y los otros dos parámetros en cero, como lo muestra la figura 1.

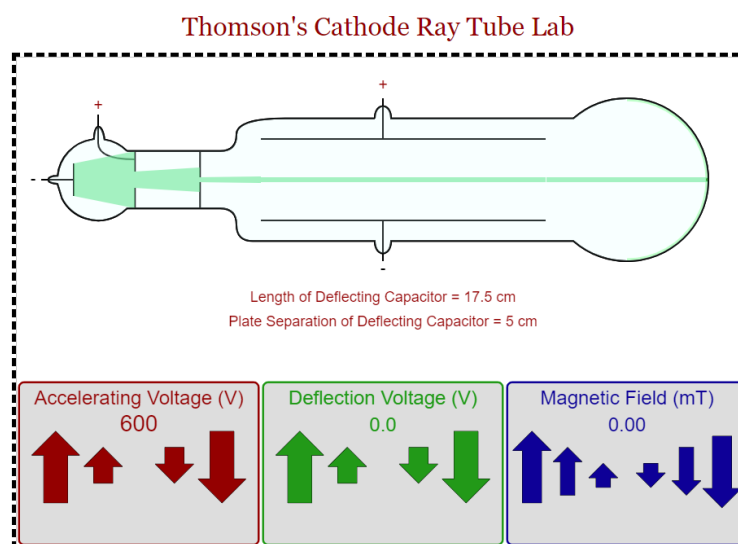



Figura 1. Simulador *Thomson's cathode ray tube lab*.

- Mueva **V**_{def} con las flechas verdes hacia arriba (mayor a cero), observe y responda lo que se pide. Al terminar regréselo a cero.
 - ¿Hacia dónde se desvía el haz de rayos catódicos cuando se aplica un **V**_{def}?
 - ¿Qué tipo de campo se genera al aplicar el potencial (**V**_{def}) entre las placas?
 - ¿Qué tipo de fuerza se ejerce sobre las partículas que componen el haz de rayos catódicos?
 - Explique con sustento teórico la deflexión que observa.
- Mueva **B** con las flechas azules hacia arriba (mayor a cero), observe y conteste. Al terminar regréselo a cero.
 - ¿Hacia dónde se desvía el haz de rayos catódicos cuando se aplica **B**?
 - ¿Qué tipo de fuerza se ejerce sobre las partículas que componen el haz de rayos catódicos?
 - Explique con sustento teórico la deflexión que observa.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	18/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Elija un valor mayor que cero para **B**, fíjelo y después busque un valor para **Vdef**, hasta obtener una trayectoria horizontal del haz, como se muestra en la figura 2. Observe y responda.
 - a) ¿Cuál es la magnitud de la velocidad de las partículas que componen el haz?
 - b) Al mover el **Vac**, con las fechas rojas, ¿qué parámetro se modifica (velocidad, campo magnético o campo eléctrico)?
 - c) Explique con sustento teórico las deflexiones que observa.

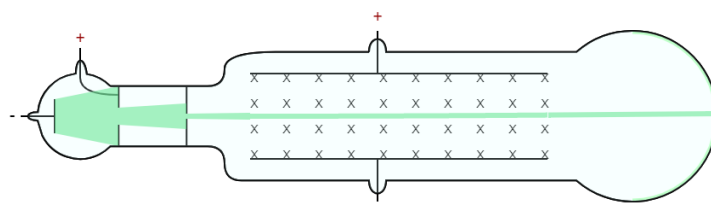


Figura 2. Simulador *Thomson's cathode ray tube lab*


ACTIVIDAD 3

Registro de lecturas con potencial de aceleración constante (**Vac=cte**)

1. A partir de la posición del simulador como lo muestra la figura 1, ajuste la diferencia de potencial de desviación (**Vdef**) a 100 [V] con las fechas verdes.
2. Con las fechas azules, accione el campo magnético (**B**) e incremente la intensidad de éste hasta lograr que el haz de rayos catódicos dibuje una trayectoria horizontal, como muestra la figura 2.
3. Para cada **Vdef** que se encuentra en la tabla 1, busque **B** con el cual el haz se desplaza de forma horizontal, de tal manera que pueda completar la tabla 1 con los valores obtenidos.

Tabla 1

Diferencia de potencial entre las placas Vdef [V]	Campo magnético B [mT]
100	
200	
300	
400	
500	

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	19/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 4

Toma de lecturas con campo magnético constante ($B=\text{constante}$).

1. Fije el campo magnético (B) en 1 [mT] y los otros dos parámetros al mínimo, como lo muestra la figura 3.

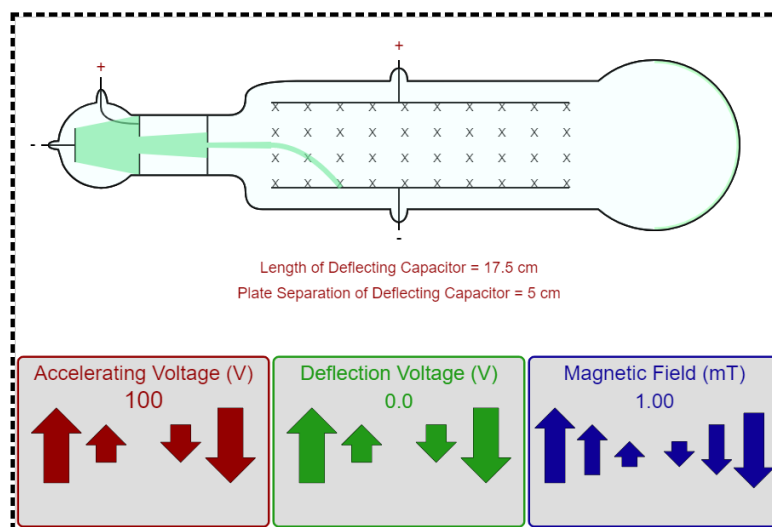



Figura 3. Simulador *Thomson's cathode ray tube lab*

2. Con el potencial de aceleración (V_{ac}) fijo en 100 [V], incremente la diferencia de potencial de desviación (V_{def}) con las flechas verdes, hasta lograr que el haz de rayos catódicos dibuje una trayectoria en línea recta, como lo muestra figura 2.
3. Para cada V_{ac} que se encuentra en la tabla 2, busque V_{def} con el cual el haz se desplaza de forma horizontal, de tal manera que pueda completarla con los valores obtenidos.

Tabla 2

Diferencia de potencial de aceleración V_{ac} [V]	Diferencia de potencial entre las placas V_{def} [V]
100	
200	
300	
400	
500	

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	20/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 5

El profesor indicará el procedimiento teórico para obtener los resultados de los puntos siguientes:

1. Con los datos obtenidos con el potencial de aceleración constante, obtenga:

- La gráfica de $B^2 = f(E^2)$.
- El modelo matemático correspondiente, donde $B^2 = f(E^2)$.
- El valor de la relación (q/m) experimental de los rayos catódicos.
- El porcentaje de error de la relación (q/m) de los rayos catódicos.

2. Con los datos obtenidos a campo magnético constante, obtenga:

- La gráfica de $V_{ac} = f(E^2)$.
- El modelo matemático correspondiente, donde $V_{ac} = f(E^2)$.
- El valor de la relación (q/m) experimental de los rayos catódicos.
- El porcentaje de error de la relación (q/m) de los rayos catódicos.


NOTA: En el apéndice de esta práctica se encuentra el tratamiento teórico que corresponde.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Ander, P., & Sonnessa, A. J. (1992). *Principios de Química*.
- Cruz, D., Chamizo, J. A., & Garritz, A. (1991). *Estructura Atómica: un enfoque químico*.
- Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., & Freedman R. A. (1988). *Física Universitaria*.

6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Physics Aviary, The. (s.f.). *Thomson's cathode ray tube lab* [Simulador]. Recuperado de <https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/ThompsonetomLab/index.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	21/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO EXPERIMENTO DE J. J. THOMSON


1. ¿En qué consiste el tercer experimento de Joseph John Thomson?
2. Describa el funcionamiento del tubo de Crookes.
3. ¿Qué es un haz de rayos catódicos?
4. ¿En qué consiste la emisión termiónica?
5. ¿Qué es un selector de velocidades y mencione alguna aplicación?
6. Escriba la expresión de la fuerza magnética que actúa en una carga eléctrica móvil (fuerza de Lorentz).
7. Escriba la expresión de la fuerza eléctrica que actúa en una carga eléctrica q .
8. ¿Cómo se determina el campo eléctrico entre dos placas paralelas?

BIBLIOGRAFÍA

1. Ander, P., & Sonnessa, A. J. (1992). *Principios de Química*.
2. Cruz, D., Chamizo, J. A., & Garritz, A. (1991). *Estructura Atómica: un enfoque químico*.
3. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., & Freedman R. A. (1988). *Física Universitaria*.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

2. T Physics Aviary, The. (s.f.). *Thomson's cathode ray tube lab* [Simulador]. Recuperado de <https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/ThompsonetomLab/index.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	22/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

APÉNDICE

La relación q/m de una partícula cargada puede ser determinada si la velocidad es conocida. Si en una región del espacio actúan un campo magnético (\vec{B}) y un campo eléctrico (\vec{E}) sobre la partícula y ambos campos son ortogonales, se contrarrestarán sus fuerzas, llegando a la condición de deflexión cero del haz de partículas (trayectoria en línea recta) cuando la fuerza neta (\vec{F}_T) sobre la partícula cargada es cero:

(1)

$$\vec{F}_T = \vec{F}_m + \vec{F}_E = 0$$

El módulo de la fuerza magnética (F_m) que actúa sobre una partícula con carga q que se mueve a una rapidez $|v|$ en un campo magnético de magnitud B está definido por la ecuación:

(2)

$$F_m = q|v|B\sin\theta$$

En el experimento la dirección en que se mueve el haz de cargas es perpendicular al campo magnético ($\theta = 90^\circ$), por lo que la ecuación anterior se puede escribir de la siguiente forma:

(3)

$$F_m = q|v|B$$

A su vez, el módulo de la fuerza eléctrica (F_E) es:

(4)

$$F_E = qE$$

al igualar ambas fuerzas, se deduce que la magnitud de la velocidad de las partículas es:


(5)

$$|v| = \frac{E}{B}$$

Donde E es la magnitud del campo eléctrico que se genera por la diferencia de potencial (V_{def}) entre dos placas paralelas a una distancia d una de la otra, se expresa de la siguiente manera:

(6)

$$E = \frac{V_{def}}{d}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	23/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Por otro lado, la energía cinética (E_c) de las partículas de masa (m) por su movimiento se expresa como:

$$E_c = \frac{1}{2} m |v|^2 \quad (7)$$

La energía cinética que adquieren las partículas se determina por el potencial de aceleración (V_{ac})

$$E_c = q V_{ac} \quad (8)$$

Al igualar las ecuaciones (7) y (8) se obtiene que:

$$|v|^2 = 2 V_{ac} \left(\frac{q}{m} \right) \quad (9)$$

Si en la ecuación (9) se sustituye la (5) y se despeja la relación q/m , se obtiene:


$$\frac{q}{m} = \frac{E^2}{2 V_{ac} B^2} \quad (10)$$

Finalmente, los términos de la expresión (10), se reacomodan para obtener las dos siguientes expresiones:


$$B^2 = \frac{1}{2 V_{ac} \left(\frac{q}{m} \right)} E^2 \quad (11)$$

$$V_{ac} = \frac{1}{2 B^2 \left(\frac{q}{m} \right)} E^2 \quad (12)$$

Estas expresiones (11) y (12), corresponden a los experimentos donde se emplea potencial de aceleración constante y campo magnético constante, respectivamente.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	24/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3 **DETERMINACIÓN DE** **LA DENSIDAD DE DISOLUCIONES** **Y SÓLIDOS**

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	25/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Preparará una disolución utilizando el material de vidrio adecuado.
2. Determinará la densidad de la disolución preparada.
3. Identificará un metal por medio de la densidad.
4. Determinará la media, la desviación estándar y la incertidumbre de la densidad obtenida.
5. Identificará las características estáticas de algunos instrumentos utilizados.

2. INTRODUCCIÓN

El control de calidad de los productos líquidos incluye muchas pruebas para su análisis químico y físico. La determinación de la densidad puede formar parte del esquema de pruebas que se realizan. La densidad (ρ) de una sustancia se define como el cociente de su masa (m) en cada unidad de volumen (V). Por tanto, si conocemos la masa y el volumen de una sustancia se puede determinar su densidad a través de la expresión:


$$\rho = \frac{m}{V}$$

La densidad es una propiedad intensiva de la materia: no depende de la cantidad de sustancia; sin embargo, depende de la temperatura, por lo que es importante indicar la temperatura en la que se determinó la densidad de una sustancia.

Los instrumentos más comunes para medir la densidad son:

- a) El densímetro, que permite la medida directa de la densidad de un líquido, sin la necesidad de calcular su masa y su volumen.
- b) El picnómetro, un instrumento sencillo utilizado para determinar la densidad de líquidos con mayor precisión. Es importante mencionar que deben de estar calibrados. La mayoría de estos tienen un termómetro para el registro de la temperatura.
- c) La balanza hidrostática, es una balanza diseñada para medir densidades tanto de sólidos como de líquidos basándose en el principio de Arquímedes.
- d) La balanza de Mohr, una variante de balanza hidrostática que mide de forma precisa la densidad de líquidos respecto de la densidad del agua. Su funcionamiento se basa en el principio de Arquímedes.

El principio de Arquímedes dice: *“Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido (líquido o gas) recibe un empuje ascendente, igual al peso del fluido desalojado por el*

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	26/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

objeto". Éste es uno de los descubrimientos más valiosos que nos legaron los griegos. La historia cuenta que el rey Hierón pidió a Arquímedes que le dijera si no lo habían engañado y comprobara si en verdad la corona que mandó a elaborar era de oro puro, sólo le pedía que no destruyera la corona y así Arquímedes fue el primero que estudio el empuje vertical hacia arriba ejercido por los fluidos.

3. HERRAMIENTAS DIGITALES

- Making stock solutions from solids:
<http://chemcollective.org/activities/vlab/67>
- Densidad:
<http://labovirtual.blogspot.com/search/label/densidad>

4. DESARROLLO

ACTIVIDAD 1

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para la realización de la práctica y dará las recomendaciones para el manejo del simulador.

ACTIVIDAD 2

Preparación y determinación de la densidad de disoluciones

Ingresa al simulador **Making stock solutions from solids** y realice lo que se pide a continuación.

1. Seleccione el idioma **español** en el simulador (figura 1).

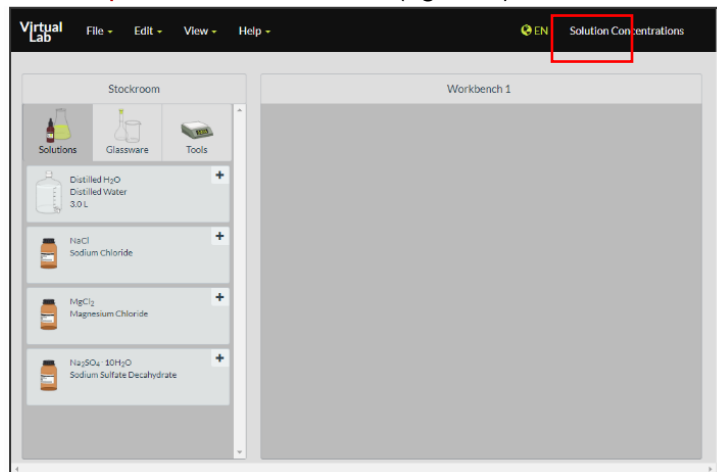



Figura 1. Simulador *Making stock solutions from solids*.

2. Ingresa a **Instrumentos** para colocar la balanza en el espacio de trabajo (figura 2).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	27/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

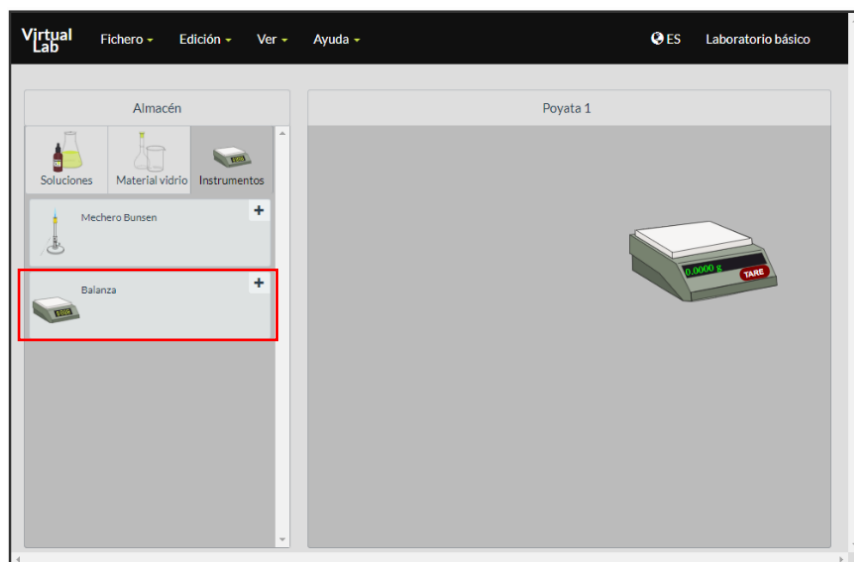


Figura 2. Simulador *Making stock solutions from solids*.

3. Ingrese a **Material vidrio > Vasos de precipitados** (figura 3) y coloque el vaso de precipitados de 250 [ml] sobre la balanza para registrar su masa. $m_{vaso} = \underline{\hspace{2cm}}$
[]

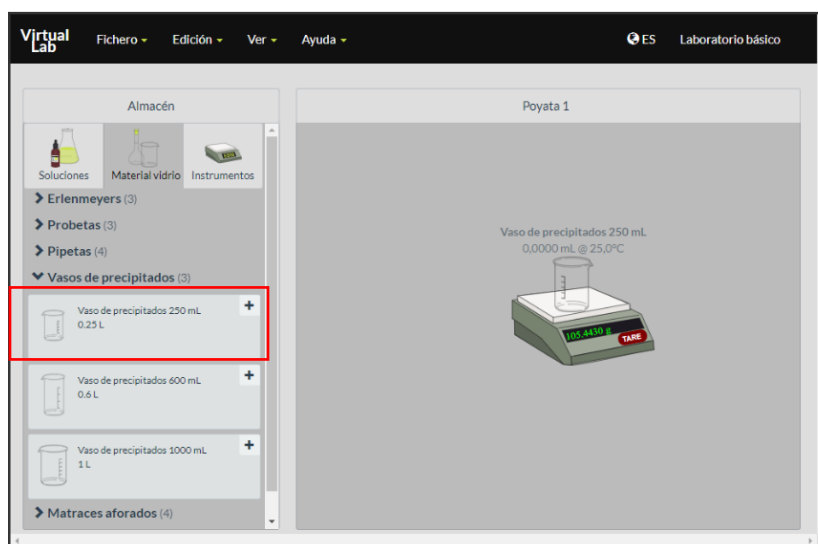



Figura 3. Simulador *Making stock solutions from solids*.

4. Presione el botón **Tare** en la balanza para tararla (figura 4).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	28/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

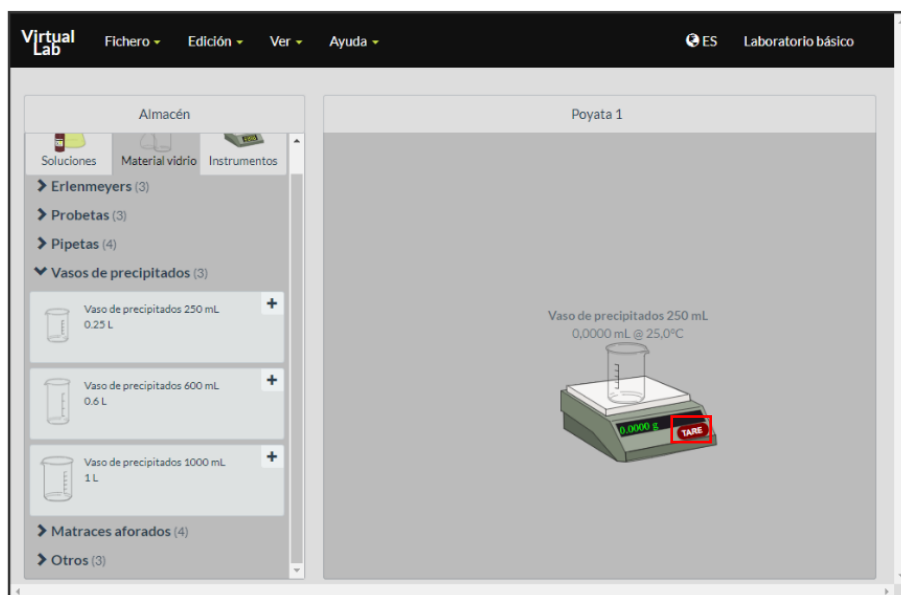


Figura 4. Simulador *Making stock solutions from solids*.

5. Seleccione **Soluciones > Sólidos > Cloruro de sodio (NaCl)** (figura 5).

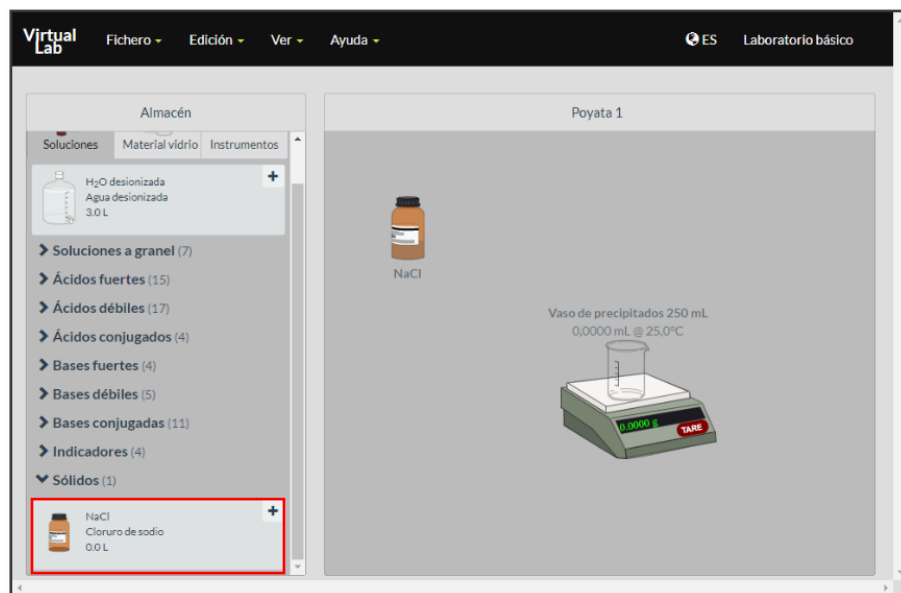



Figura 5. Simulador *Making stock solutions from solids*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	29/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Coloque el frasco con NaCl sobre el vaso de precipitados en el área de trabajo. Aparecerá un menú de opciones como el que se muestra en la figura 6.

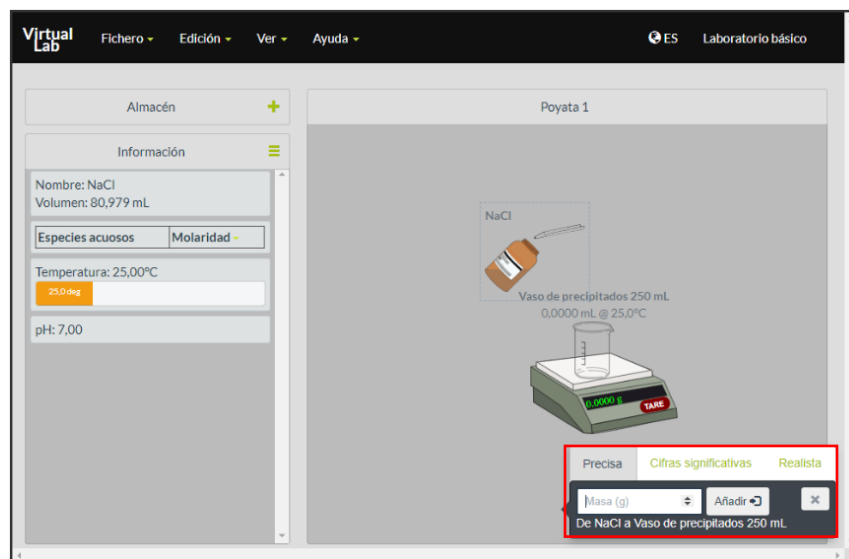


Figura 6. Simulador *Making stock solutions from solids*.

7. El profesor asignará a cada brigada la masa de NaCl con la que preparará la disolución. En la ventana del simulador (figura 7), indique la masa que agregará y presione **Añadir**.

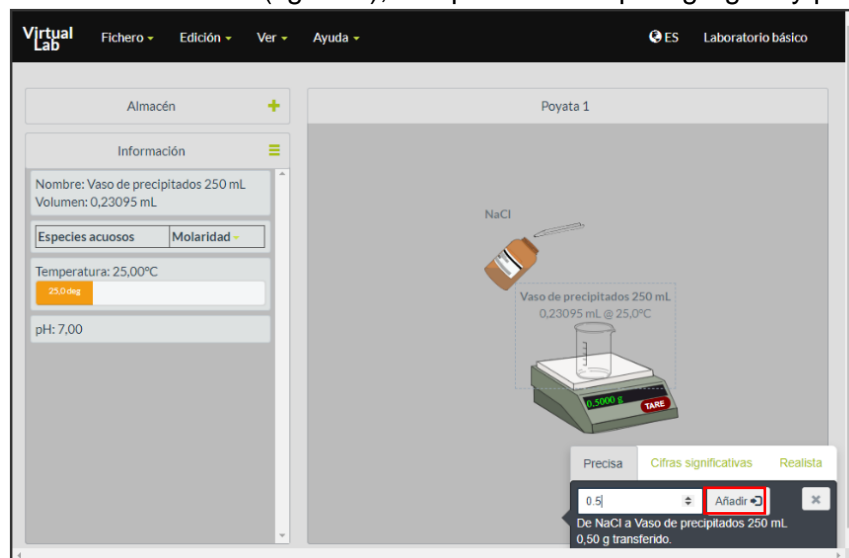



Figura 7. Simulador *Making stock solutions from solids*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	30/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

8. En **Almacén**, vaya a **Soluciones > H₂O desionizada** (figura 8).

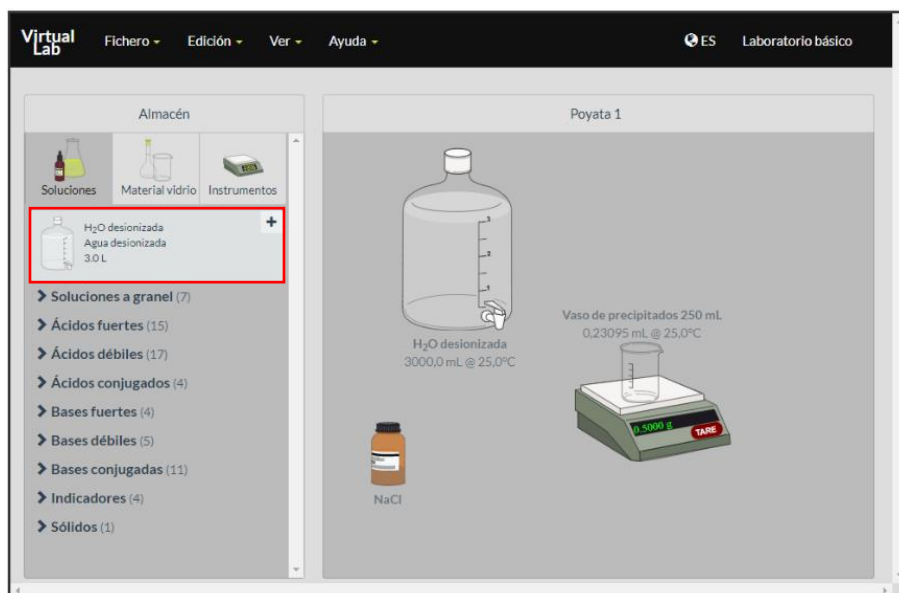


Figura 8. Simulador *Making stock solutions from solids*.

9. Coloque el agua desionizada sobre el vaso de precipitados y agregue 20 [mL] (figura 8).

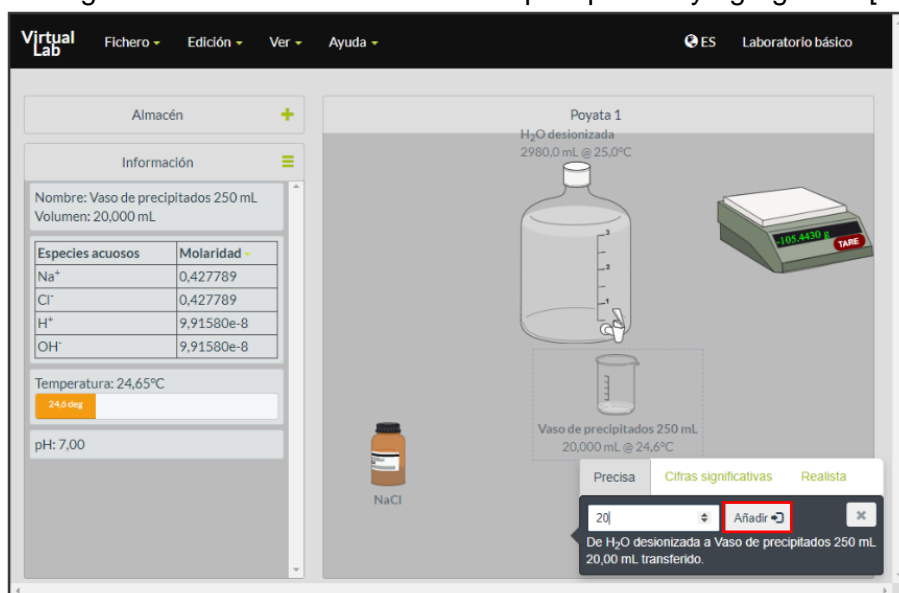



Figura 8. Simulador *Making stock solutions from solids*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	31/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

10. Seleccione en **Material vidrio > Matrazes aforados** y coloque sobre la mesa de trabajo el matraz aforado de 100 [ml] (figura 9).

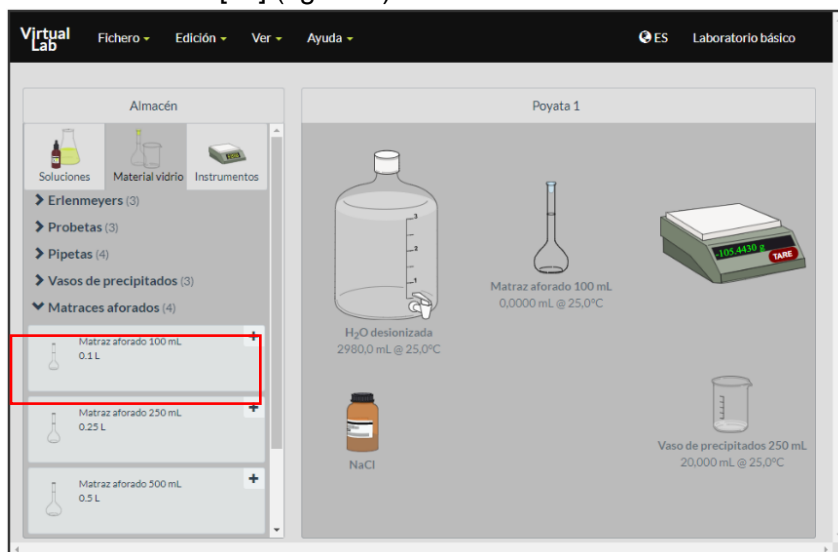


Figura 9. Simulador *Making stock solutions from solids*.

11. Vacíe el contenido del vaso en el matraz aforado de 100 [ml] (figura 10).

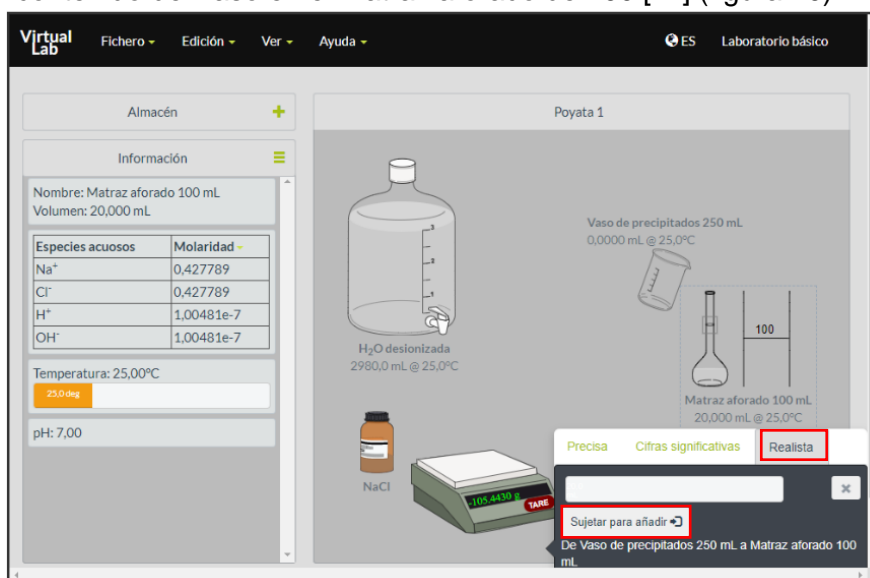



Figura 10. Simulador *Making stock solutions from solids*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	32/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

12. Retire el vaso de precipitados dando clic derecho sobre el frasco y después en **Eliminar** (figura 11).

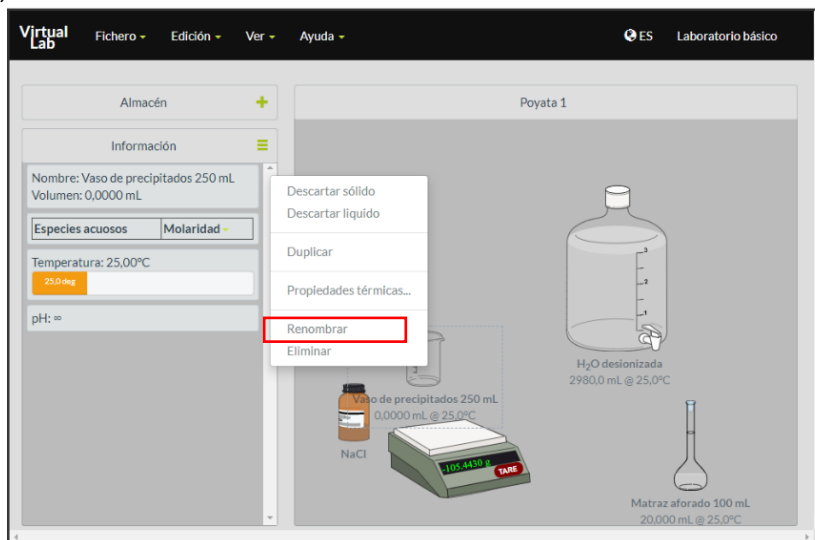


Figura 11. Simulador *Making stock solutions from solids*.

13. Agregue agua desionizada hasta llegar a la marca de aforo (figura 12). Coloque volúmenes bajos y vacíe con la opción **Precisa**, o bien hágalo con una pipeta volumétrica en forma **Realista**, hasta llegar a la marca de aforo.

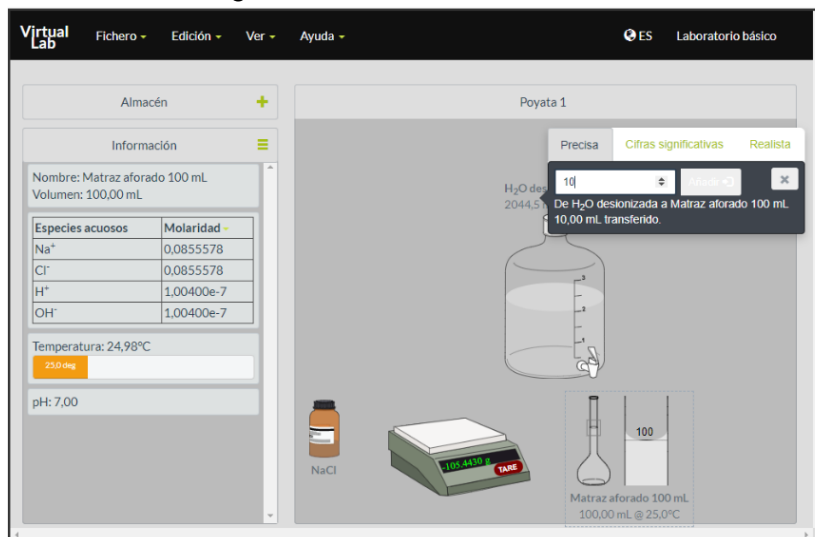



Figura 12. Simulador *Making stock solutions from solids*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	33/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

14. Determine la masa del matraz que contendrá la disolución, para esto pese un matraz vacío (figura 13): $m_{\text{matraz vol. vacío}} = \text{_____} [\text{ }]$

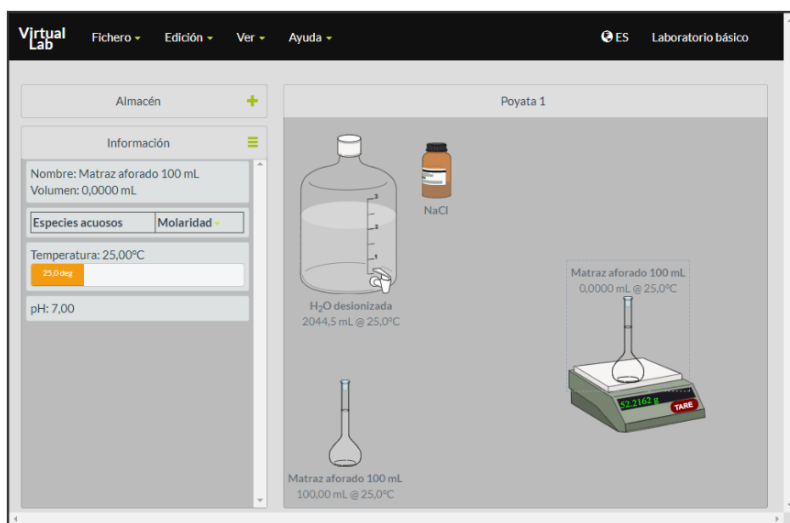


Figura 13. Simulador *Making stock solutions from solids*.

15. Determine la masa de la disolución (ya sea tarando la balanza o por diferencia de masas entre el matraz lleno y el matraz vacío) y registre su temperatura (figura 14).

$$m_{\text{matraz vol. lleno}} = \text{_____} [\text{ }] \quad m_{\text{disolución}} = \text{_____} [\text{ }] \quad T_{\text{disolución}} = \text{_____} [\text{ }]$$

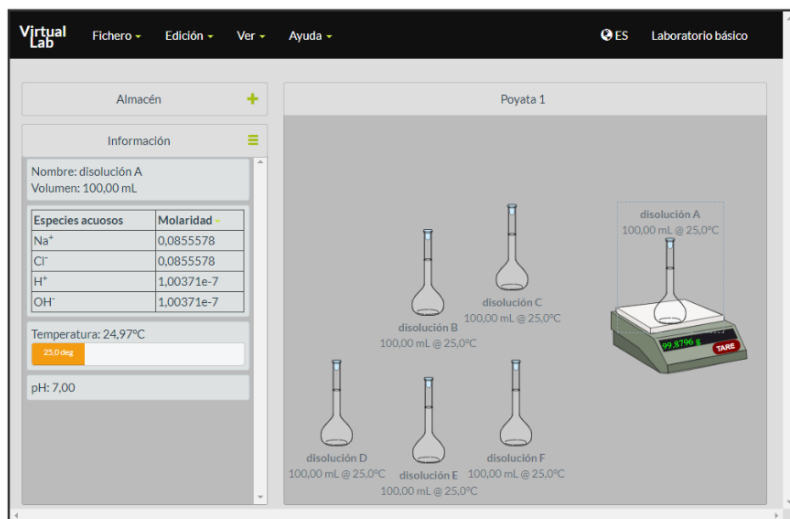



Figura 14. Simulador *Making stock solutions from solids*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	34/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Al seleccionar un recipiente, el simulador muestra información como la temperatura, el volumen, el pH y la concentración de las especies presentes en el recipiente (figura 15).

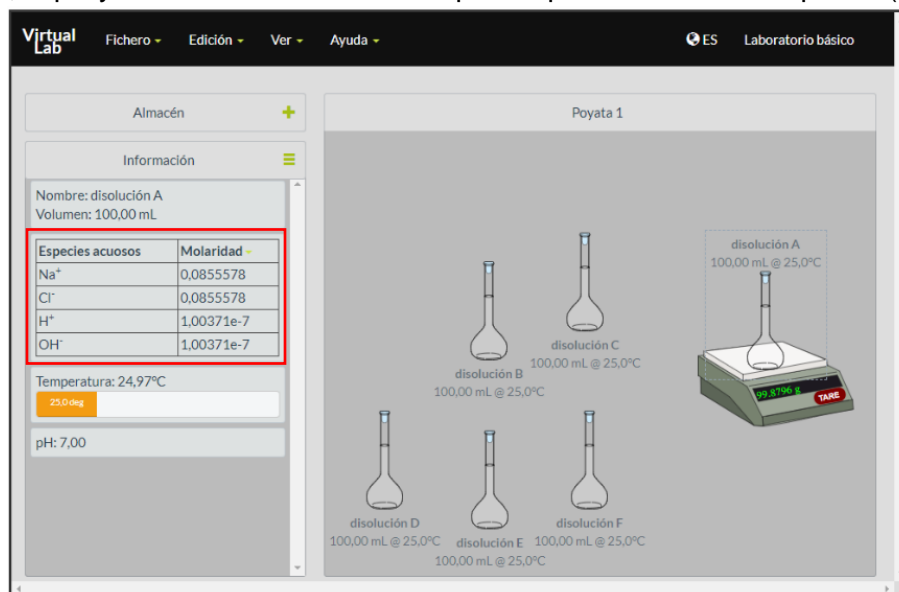



Figura 15. Simulador *Making stock solutions from solids*.

16. Determine la concentración porcentual masa/volumen y la densidad de la disolución. Registre sus resultados en la tabla 1. Coloque el recipiente sobre una mesa y añada agua al 75 % de su capacidad. Si usa una pileta, llénela a la mitad.

$$\rho = \frac{m_{\text{disolución}}}{V_{\text{matraz}}} \quad \% \frac{m}{v} = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{disolución}}} \times 100$$

Tabla 1

Disolución	Masa de NaCl [g]	Volumen de disolución [ml]	Concentración de la disolución [%] m/v	Masa de la disolución [g]	Densidad de la disolución [g/ml]
A	10	100			
B	15	100			
C	20	100			
D	25	100			

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	35/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Disolución	Masa de NaCl [g]	Volumen de disolución [ml]	Concentración de la disolución [%] m/v	Masa de la disolución [g]	Densidad de la disolución [g/ml]
E	30	100			
F	35	100			

ACTIVIDAD 3

- Trace la gráfica de $\rho = f([\%] \text{ m/V})$ con los datos de la tabla 1.
- Expresé la relación matemática, obteniéndola a partir del ajuste matemático con los datos experimentales. Responda: ¿cuál es el comportamiento observado de la densidad respecto a la concentración?
- Considere los resultados obtenidos y deduzca.
 - La concentración en porcentaje masa-volumen, de sal en el agua del mar muerto. Considere que la densidad del mar muerto es aproximadamente $1240 \text{ [kg/m}^3\text{]}$.
 - La densidad de una salmuera para alimentos que contiene 40 [g] de NaCl en cada 250 [ml] de disolución.

ACTIVIDAD 4

Determinación de la densidad de un sólido

Empleando el simulador **Densidad**, realice lo que se pide:

- Seleccione la opción **Todos los cuerpos tienen la misma masa**, para que la masa sea constante en los cilindros (figura 16).

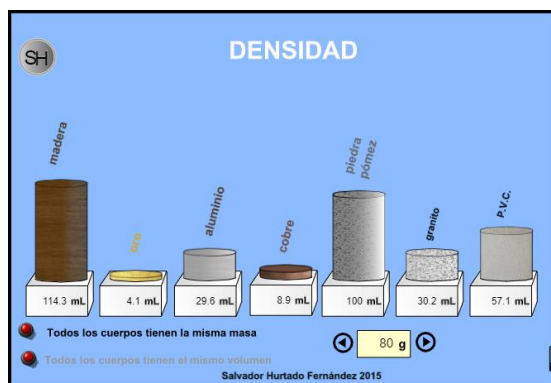


Figura 15. Simulador *Densidad*.

- Ajuste la masa de los cilindros de acuerdo con la información de la tabla y realice los cálculos necesarios para completarla.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	36/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Tabla 2

muestras	m [kg]	volumen [cm ³]	volumen [m ³]	$\rho \left[\frac{g}{cm^3} \right]$	$\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]$	$\rho_{\text{promedio}} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$	Desviación estándar σ	Incertidumbre
aluminio	0.03							
	0.07							
	0.14							
oro	0.03							
	0.07							
	0.14							
cobre	0.03							
	0.07							
	0.14							

- Compare la densidad promedio del metal que registró en la tabla 2, con la densidad teórica reportada en www.physics.nist.gov. Calcule el porcentaje del error.
- Trace la gráfica $m [kg] = f(V[m^3])$ de cada metal.
- Expresé la relación matemática a partir del ajuste matemático de los datos experimentales de cada metal. Responda: ¿qué representa la pendiente de la recta? Justifique.

ACTIVIDAD 5

Determinación de las características estáticas de los instrumentos de medición

- Observe los instrumentos siguientes (figuras 16 a 19) y registre en la tabla 3 las características estáticas que se piden.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	37/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 16. Balanza granataria.

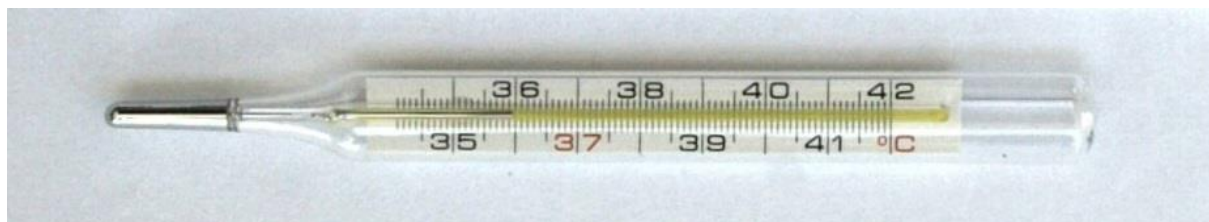


Figura 17. Termómetro de mercurio.



Figura 18. Pipeta graduada de 20 [ml].


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	38/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			




Figura 19. Probeta de 250 [ml]

Instrumento	Rango	Resolución	Legibilidad
Balanza de tres brazos			
Termómetro			
Probeta de 250 [ml]			
Pipeta graduada de 20 [ml]			


5. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*.
4. Summers, D. (1995). *Manual de química*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	39/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Chemistry Collective, The.(2003, octubre 1). *Virtual lab: making stock solutions from solids* [Simulador]. Recuperado de <http://chemcollective.org/activities/vlab/6>
2. Eitan, F. (2007). *Thermometer* [Fotografía]. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thermometer,_max.JPG
3. Fernández, S. H. (2015, junio 18). *Densidad* [Entrada de Blog]. Obtenido de <http://labovirtual.blogspot.com/search/label/densidad>
4. Greenwood, S. (2018). *Triple beam balance* [Fotografía]. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triple_Beam_Balance.png
5. Liberal Freemason. (2011). *Pipette* [Fotografía]. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pipette-LF.jpg>
6. Lilly, M. (2007). *Glass graduated cylindem* [Fotografía] Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glass_graduated_cylinder-250ml_1.jpg

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	40/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE DISOLUCIONES Y SÓLIDOS


1. Explique qué es una disolución.
2. Explique la relación entre densidad y temperatura.
3. Describa tres instrumentos para determinar la densidad de un líquido.
4. Describa cómo se determina la densidad de un sólido regular y de un sólido amorfo.
5. Responda ¿cómo se determina la densidad de un gas? ¿Qué factores afectan la densidad de los gases?
6. Describa las características estáticas y dinámicas de un instrumento de medición.
7. Mencione los tipos de errores que pueden presentarse en una medición.
8. Investigue cómo se calcula la desviación estándar, la incertidumbre y el error experimental; asimismo, explique qué representan estos valores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*.
4. Summers, D. (1995). *Manual de química*.


REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Chemistry Collective, The. (2003, octubre 1). *Virtual lab: making stock solutions from solids* [Simulador]. Recuperado de <http://chemcollective.org/activities/vlab/6>
2. Eitan, F. (2007). *Thermometer* [Fotografía]. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thermometer,_max.JPG
3. Fernández, S. H. (2015, junio 18). *Densidad* [Entrada de Blog]. Obtenido de <http://labovirtual.blogspot.com/search/label/densidad>
4. Greenwood, S. (2018). *Triple beam balance* [Fotografía]. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triple_Beam_Balance.png
5. Liberal Freemason. (2011). *Pipette* [Fotografía]. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pipette-LF.jpg>
6. Lilly, M. (2007). *Glass graduated cylinderm* [Fotografía] Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glass_graduated_cylinder-250ml_1.jpg

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	41/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 4

CRISTALES

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	42/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Manejo de material de vidrio	Si es manipulado de forma inadecuada se puede romper en fragmentos filosos.
2	Manejo de reactivos químicos	Su manejo requiere lavado de las manos al tener contacto con ellos.
3	Fuente de calentamiento	Si no se usa con precaución, puede provocar quemaduras en la piel.

2. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Determinará el porcentaje de agua contenido en el sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mediante el empleo de un simulador.
2. Obtendrá cristales de cloruro de sodio (NaCl) y, con base en su forma, identificará el tipo de celda unitaria que presentan.


3. INTRODUCCIÓN

El sulfato de cobre, CuSO_4 , es un sólido de color ligeramente gris; sin embargo, el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, es un sólido cristalino de color azul (de ahí que se le llame también azul vitriolo), dicho color azul es debido a la presencia de iones Cu^{2+} , los cuales se encuentran rodeados por moléculas de agua dentro de la propia estructura del cristal.

Con base en la fórmula del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, se puede establecer que en el cristal se tienen cinco moléculas de agua por cada una molécula de CuSO_4 ; en otras palabras, si pesamos cierta cantidad de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, una parte de la masa corresponde al CuSO_4 y otra parte al H_2O ; así también, se dice que el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, contiene cierto porcentaje de agua y dicho porcentaje se determina mediante una serie de sencillos cálculos.

Existen muchos compuestos que al igual que el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, requieren de moléculas de agua para formar cristales, los cuales a su vez pueden tener celdas unitarias que son llamadas celdas de Bravais y que definen la forma del cristal.

En el proceso de cristalización, la formación de un cristal depende de diferentes factores y uno de los más importantes es la solubilidad del compuesto que se desea cristalizar, en el disolvente que se desee emplear.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	43/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. HERRAMIENTAS DIGITALES

- Determination of the formula of a hydrate:
<http://introchem.chem.okstate.edu/DCICLA/Empirical.html>

5. MATERIAL

- 1 jeringa de 5 [ml]
- 1 balanza
- 1 vaso de vidrio
- 1 recipiente de vidrio ancho y plano (plato, cenicero, refractario, etcétera)
- 1 lupa (puede usar su teléfono celular)

6. REACTIVOS

- H₂O, agua potable
- Sal de mesa (refinada o en grano)

7. DESARROLLO

ACTIVIDAD 1.

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para la realización de la práctica y explicará los cuidados en el manejo del material, equipo y las sustancias químicas que se utilizarán.

ACTIVIDAD 2

Determinación del contenido de agua en los cristales de CuSO₄·5H₂O

- Abra el simulador **Determination of the formula of a hydrate** (figura 1).

Determination of the Formula of a Hydrate

Copper (II) sulfate hydrate is a blue crystalline solid. Also known as blue stone or blue vitriol, it finds many uses in agriculture (as a fungicide, algicide), printing, metal, and painting industries.

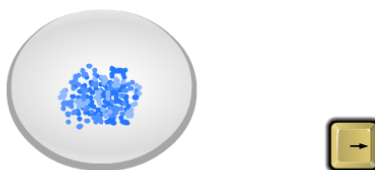



Figura 1. Simulador *Determination of the formula of a hydrate*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	44/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- Dé clic en el botón para abrir la ventana siguiente y registre en su libreta la masa inicial de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$) que aparece en su experimento (figura 2).

When this blue crystalline solid is heated in air, it loses its water of crystallization to form anhydrous white copper(II) sulfate crystals. Determine the number of water molecules per unit of copper(II) sulfate hydrate (blue salt). The process can be represented as follows:

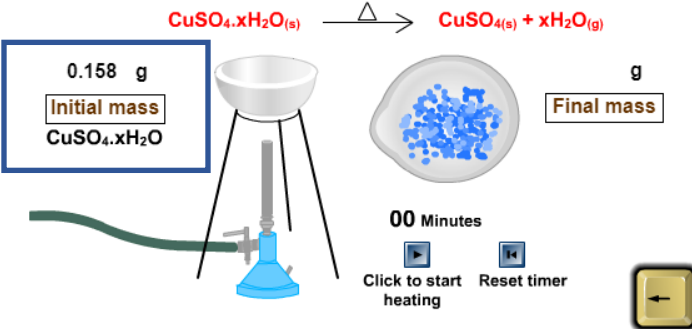
$$\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}_{(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_{4(s)} + x\text{H}_2\text{O}_{(g)}$$


Figura 2. Simulador *Determination of the formula of a hydrate*.

- Presione el botón **click to start heating** para iniciar la simulación y observe lo que ocurre en el crisol.

When this blue crystalline solid is heated in air, it loses its water of crystallization to form anhydrous white copper(II) sulfate crystals. Determine the number of water molecules per unit of copper(II) sulfate hydrate (blue salt). The process can be represented as follows:

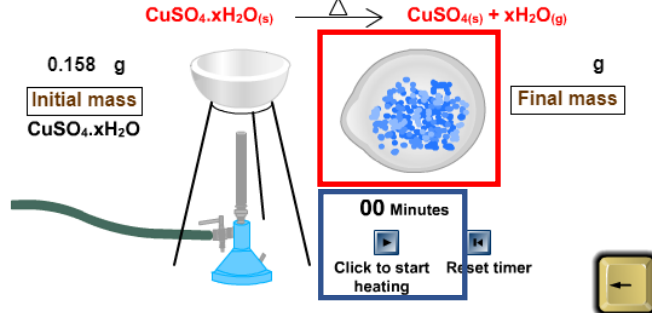

$$\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}_{(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_{4(s)} + x\text{H}_2\text{O}_{(g)}$$


Figura 3. Simulador *Determination of the formula of a hydrate*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	45/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Observe que el contenido del crisol cambia de apariencia conforme el tiempo avanza (figura 4).

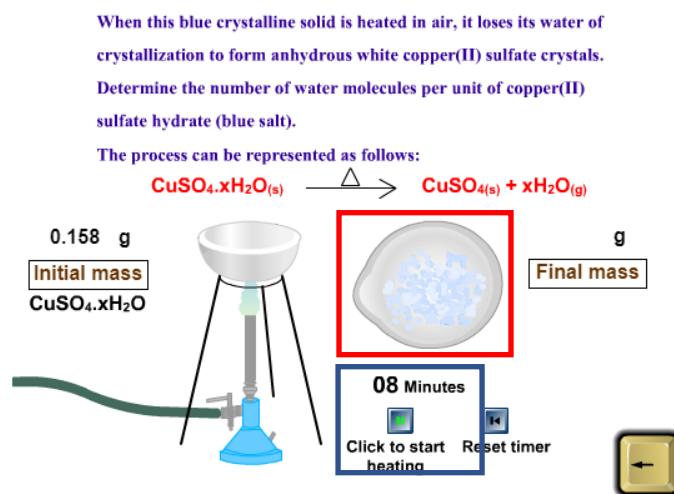


Figura 4. Simulador *Determination of the formula of a hydrate*.


5. Registre el valor de masa final (m_{CuSO_4}) cuando el contenido el crisol cambie por completo de color. Por diferencia, determine la cantidad de agua ($m_{\text{H}_2\text{O}}$) que había en la masa inicial de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

	$m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$ [g]	m_{CuSO_4} [g]	$m_{\text{H}_2\text{O}}$ [g]	[%] m/m de agua
Vaso				

ACTIVIDAD 3

Obtención de cristales de cloruro de sodio (sal de mesa)

- Con ayuda de una balanza, mida 7.2 [g] de sal de mesa (una cucharada cafetera) y colóquelos en el vaso de vidrio.
- Adicione 20 [ml] de agua caliente al vaso que contiene la sal, con ayuda de la jeringa, y agite. Otra manera de preparar la disolución es añadir agua a temperatura ambiente, agitar y calentar la mezcla con ayuda de un horno de microondas hasta observar que el agua comienza a hervir.
- Vierta una parte del líquido dentro de su recipiente de vidrio.
- Enseguida, déjelo sobre una superficie metálica, procurando no moverlo durante unas horas. Registre sus observaciones.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	46/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


5. Con ayuda de la lupa, identifique el tipo de cristales que se obtienen.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Kotz, J. C., Treichel, P. M., & Weaver, G. C. (1999). *Química y reactividad química*.
4. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
5. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*.
6. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., & Freedman R. A. (1988). *Física Universitaria*.

8. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. OSU Chemistry Courses (s.f.). *Determination of the formula of a hydrate* [Simulador]. Recuperado de <https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/ThompsonetomLab/index.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	47/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO CRISTALES


1. Establezca las diferencias entre cristalización, precipitación, sedimentación y deposición.
2. ¿Cuáles son las principales celdas unitarias de los cristales?
3. ¿Qué tipo de celda unitaria presenta el sulfato de cobre pentahidratado?
4. ¿Qué tipo de celda unitaria presenta el cloruro de sodio?
5. Defina los términos siguientes:
 - a) Solubilidad
 - b) Disolución insaturada
 - c) Disolución saturada
 - d) Disolución sobresaturada
6. ¿Qué factores afectan al proceso de cristalización? Justifique su respuesta.

BIBLIOGRAFÍA


1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Kotz, J. C., Treichel, P. M., & Weaver, G. C. (1999). *Química y reactividad química*.
4. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
5. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*.
6. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., & Freedman R. A. (1988). *Física Universitaria*.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

OSU Chemistry Courses (s.f.). *Determination of the formula of a hydrate* [Simulador]. Recuperado de <https://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/ThompsonetomLab/index.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	48/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 5 **LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA**

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	49/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
1	Sustancias químicas.	Su manipulación requiere lavarse las manos antes y después de realizar la experiencia.

2. OBJETIVOS

EL ALUMNO:


1. Demostrará de forma experimental la ley de la conservación de la materia.

3. INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XVII y durante la mayor parte del siglo XVIII, la combustión y las reacciones asociadas con ella se explicaban en términos de la teoría del flogisto. Dicha teoría fue totalmente rechazada por el químico francés Joseph Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).

Lavoisier demostró que cuando una sustancia arde, los productos de ésta pesan más que la sustancia original; esto demostraba que en la reacción química intervenía una parte del aire. Los trabajos de Lavoisier se caracterizan por su modalidad sistemáticamente cuantitativa: usó de manera constante la balanza. El método cuantitativo supone, necesariamente, la validez de la ley de la indestructibilidad de la materia. Lavoisier enunció esta ley en forma específica de la forma siguiente: "... porque nada se crea en los procesos, sean estos naturales o artificiales, y puede tomarse como un axioma que en todo proceso existe igual cantidad de materia antes y después del mismo, permaneciendo constantes la cantidad y naturaleza de los principios que intervienen, siendo todo lo que sucede, sólo cambios y modificaciones. Toda la técnica de las experiencias de química se funda en este principio: debemos tener siempre un balance o igualdad exacta entre los principios que constituyen el cuerpo en examen y los que forman los productos del análisis mismo."

Un fenómeno interesante en la naturaleza, que demuestra dicha ley, es cuando se forma un precipitado a partir de la combinación de dos disoluciones acuosas que contienen cationes y aniones, lo que se conoce como reacciones de precipitación, aun cuando existe la formación de un sólido, la cantidad de materia en los reactivos debe de conservarse en los productos.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	50/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. MATERIAL Y EQUIPO

- Envases de plástico con tapa rosca (para refresco con gas) de 500 o 600 [ml].
- Papel higiénico o pañuelos desechables.
- Hilo delgado.
- 1 cuchara para postre.
- Papel de lija al agua.

5. REACTIVOS

- Agua
- NaHCO_3 , bicarbonato de sodio.
- $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, ácido cítrico o jugo de limón.
- $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, ácido acético (vinagre).
- Fe, hierro (4 clavos de hierro de 1 pulgada).
- Disolución de hipoclorito de sodio (cloro casero)

6. DESARROLLO

ACTIVIDAD 1.


El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para la realización de la práctica y explicará los cuidados en el manejo de las sustancias químicas que se emplearán.

ACTIVIDAD 2.

Construcción de una balanza hidrostática casera

Para realizar las mediciones de masa en esta práctica, puede emplear una de las tres siguientes opciones

- Descargue la aplicación “WEIGHT SCALE ESTIMATOR” desde cualquier tienda de aplicaciones y familiarícese con su uso, con dicha aplicación se emplea el celular como balanza.
- Construya una balanza hidrostática, empleando un procedimiento similar al descrito en los videos siguientes:
 - Balanza casera con tres botellas de plástico:
www.youtube.com/watch?v=hmsDeGhUoQU
 - Mejoramos la balanza casera y no creará el resultado:
www.youtube.com/watch?v=-xy70P_a7Ps
 - Balanza casera:
www.youtube.com/watch?v=CyYz1KjCadQ
 - Balanza de agua (explicación y elaboración):

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	51/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

<https://www.youtube.com/watch?v=QXlQtlyDzII>

e. Balanza hidrostática:

www.youtube.com/watch?v=DzqlmdapBwU

- iii. Emplee una balanza que tenga a disposición, preferentemente con una resolución de 1 [g] o menor.

ACTIVIDAD 3.

Reacción química con formación de un gas.

1. Vierta 100 [ml] de agua de la llave en un envase de plástico con tapa rosca como se muestra en la figura 1.
2. Coloque media cucharada de bicarbonato de sodio o media tableta de Alka-Seltzer® triturada sobre un cuadro de papel (figura 2a). Una los extremos del papel y sujételos con el hilo (figura 2b). Introduzca el papel en la botella con agua, cuide que no se moje y tape la botella de tal forma que parte del hilo queda fuera de la botella. De esta forma, el papel se suspenderá dentro de la botella (figura 2b).



Figura 1

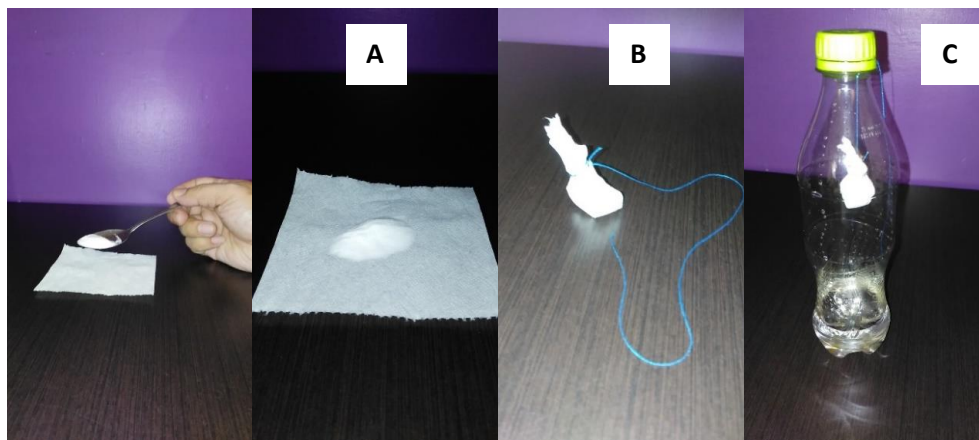


Figura 2. a) La muestra debe quedar en el centro del papel. b) El hilo debe medir al menos la mitad de la longitud de la botella. c) Cierre la tapa de manera que el hilo no se desplace hacia el agua.

4. Determine la masa del sistema empleando la balanza elegida en la actividad 2 como se muestra en la figura 3.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	52/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			




Figura 3. Medición de masa con la aplicación “WEIGHT SCALE ESTIMATOR”

- Retire el sistema de la balanza y agite para que el papel se moje y rompa. Esto permitirá que el bicarbonato de sodio se mezcle con el líquido. Observe la reacción y cuando ya no perciba la efervescencia, coloque el sistema sobre la balanza para detectar si hubo cambio de masa.
- Repita la experiencia empleando las cantidades que se indican en la tabla 1 y registre sus resultados en la misma.

Tabla 1

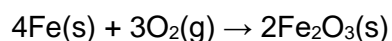
Contenido de la botella	Contenido de la bolsa de papel:	m ₁ [g]	m ₂ [g]	Ecuación química del proceso	¿Se verifica la LCM? Argumente su respuesta
Aprox. 100 [ml] de agua	½ tableta de alka-seltze				
Aprox. 100 [ml] de agua y jugo de 1 limón	½ tableta de alka-seltzer				
Aprox. 100 [ml] de agua y 1 cucharada de vinagre	½ tableta de alka-seltzer				

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	53/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 4.

Reacción química con formación de un óxido. (Opcional)


1. Llevará a cabo la oxidación del hierro contenido en los clavos, de acuerdo con la ecuación química balanceada siguiente:



2. Introduzca 100 [ml] de agua en una botella de plástico con tapa rosca y añada los cuatro clavos de 1 [in], previamente lijados para eliminar cualquier rastro de grasa y óxido. Tape la botella y registre la masa del sistema.
3. Monitoree el avance de la reacción y la masa del sistema cada 12 [h] hasta completar siete lecturas. Llene la tabla 2 con los datos obtenidos.

Tabla 2

Tiempo [h]	Masa [g]	Observaciones:	¿Se demuestra la LCM? Argumente su respuesta
0	$m_1 =$		
1	$m_2 =$		
2	$m_3 =$		
3	$m_4 =$		
4	$m_5 =$		
5	$m_6 =$		

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	54/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


6	$m_7 =$		
---	---------	--	--

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
4. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*.

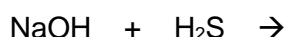
8. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Acá andamos. (2018, marzo 19). *Báscula casera* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=CyYz1KjCadQ>
2. Cala, V. (2014, noviembre 25). *Balanza de agua (explicación y elaboración)* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=QXIQtlyDzII>
3. Hernando P., H. (2014, noviembre 26). *Balanza hidrostática* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=DzglmDapBwU>
4. Uno para todo. (2012, agosto 20). *Balanza casera con tres botellas de plástico* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=hmsDeGhUoQU>
5. Uno para todo. (2016, septiembre 14). *Mejoramos la balanza casera y no creerás lo que pasó* [Video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=-xy70P_a7Ps

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	55/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA

1. Enuncie las leyes ponderales.
2. Defina estequiometría.
3. ¿Cómo se calcula la fuerza de flotación que un fluido ejerce sobre un cuerpo sumergido en él?
4. ¿En qué consisten las relaciones estequiométricas?
5. Complete la reacción química siguiente y balancéela:




6. Mencione los tipos de reacciones químicas que existen.

BIBLIOGRAFÍA


1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
4. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Acá andamos. (2018, marzo 19). *Báscula casera* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=CyYz1KjCadQ>
2. Cala, V. (2014, noviembre 25). *Balanza de agua (explicación y elaboración)* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=QXlQtlyDzII>
3. Hernando P., H. (2014, noviembre 26). *Balanza hidrostática* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=DzglmDapBwU>
4. Uno para todo. (2012, agosto 20). *Balanza casera con tres botellas de plástico* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=hmsDeGhUoQU>
5. Uno para todo. (2016, septiembre 14). *Mejoramos la balanza casera y no creerás lo que pasó* [Video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=-xy70P_a7Ps

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	56/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 6 **PREPARACIÓN Y** **CONDUCTIVIDAD** **DE DISOLUCIONES**

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	57/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Preparará disoluciones de diferentes concentraciones con el material adecuado.
2. Medirá la conductividad de las disoluciones preparadas usando el equipo conveniente.
3. Clasificará los solutos empleados como electrólitos fuertes, débiles o no electrólitos.
4. Comprenderá la relación que hay entre la concentración de un electrólito y su conductividad.

2. INTRODUCCIÓN

Una disolución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias. Con frecuencia, las disoluciones consisten en una sustancia, el soluto, disuelto en otra sustancia, el disolvente, que por lo general es agua.


La concentración de las disoluciones se expresa en función de la cantidad de soluto disuelto en una masa o volumen determinado de disolvente o de disolución; por tanto, existen varias formas de expresar la concentración. Algunas unidades de concentración son la molaridad, la normalidad, la molalidad y los porcentajes en masa o en volumen.

Una disolución que contiene un electrólito es capaz de transportar la corriente eléctrica. A este fenómeno se le llama conducción electrolítica. Los iones del electrólito deben moverse libremente para que se presente la conducción electrolítica.

La naturaleza iónica de un compuesto puede determinarse experimentalmente observando qué tan eficazmente transporta la corriente eléctrica una disolución acuosa del mismo. Ahora bien, las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes reflejan la manera en que los átomos interactúan entre sí. Una de estas propiedades es la conductividad electrolítica de los compuestos en disolución acuosa.

3. HERRAMIENTAS DIGITALES

- Making stock solutions from solids:
<http://chemcollective.org/activities/vlab/67>
- Conductivity of ionic solutions:
<http://web.mst.edu/~gbert/conductivity/cond.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	58/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. DESARROLLO

ACTIVIDAD 1

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para la realización de la práctica y dará las recomendaciones necesarias para el manejo de los simuladores.

ACTIVIDAD 2

Preparación de disoluciones

1. Calcule la cantidad en gramos del soluto necesaria para preparar 1 [l] de disolución de cloruro de sodio (NaCl) 0.5 [M]. Ésta será la disolución madre.
2. Use el simulador **Making stock solutions from solids** para preparar la disolución. Se sugiere elegir el idioma **Español** (figura 1).

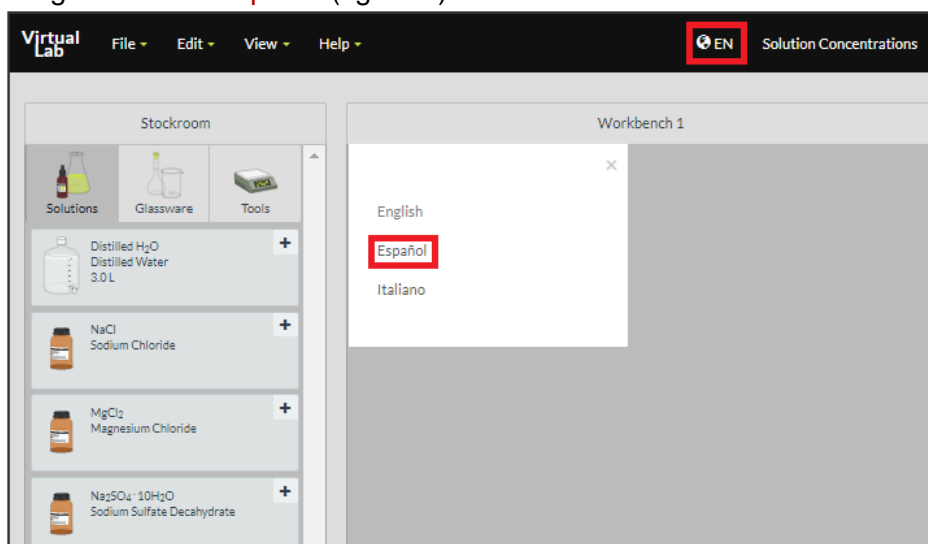



Figura 1. Simulador *Making stock solutions from solids*.

3. Tome la balanza y un vaso de precipitados de 250 [ml] del **Almacén** del simulador. Coloque el vaso sobre la balanza y presione el botón **TARE** para tararla (figura 2).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	59/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

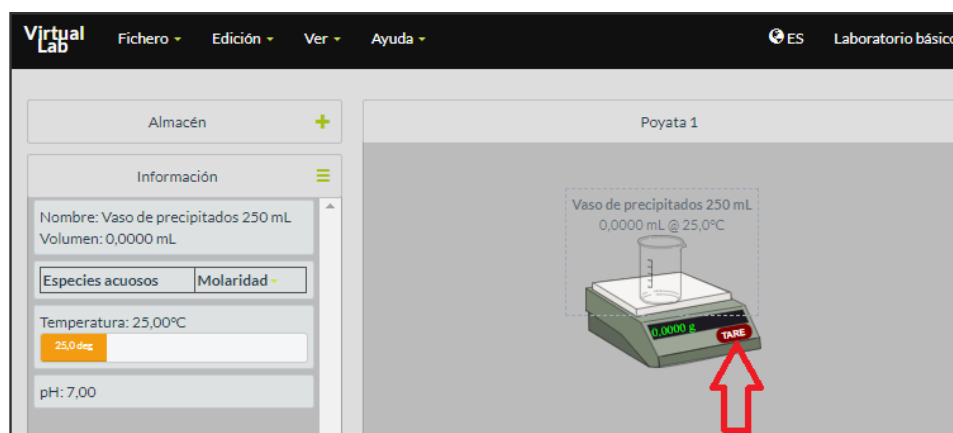


Figura 2. Simulador *Making stock solutions from solids*.

- Mida la masa del soluto que cálculo en el paso 1. Para ello, tome el frasco con NaCl del **Almacén**, colóquelo sobre el vaso de precipitados en el área de trabajo e indique la masa que se pesará (figura 3).

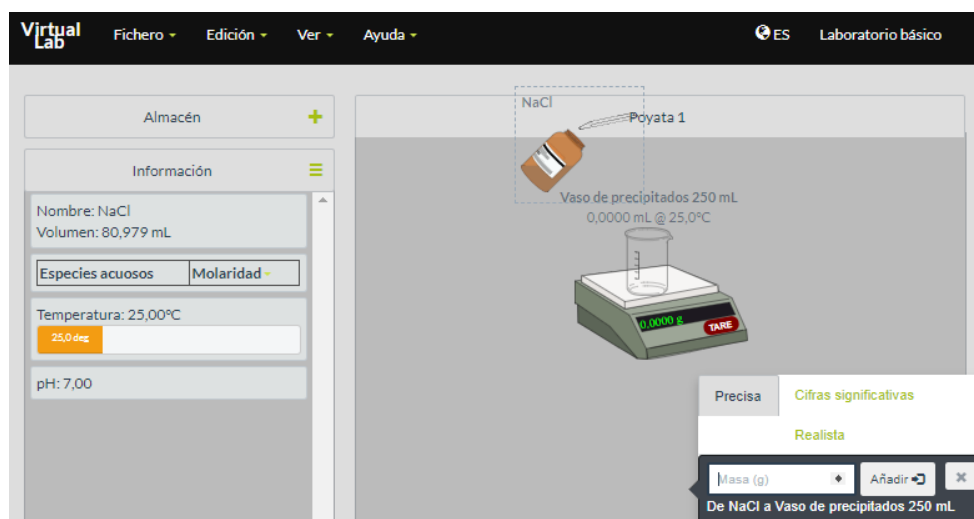



Figura 3. Simulador *Making stock solutions from solids*.

- Lleve el agua desionizada del **Almacén** a la **Poyata**, colóquela sobre el vaso de precipitados y añada 200 [ml] (figura 4).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	60/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

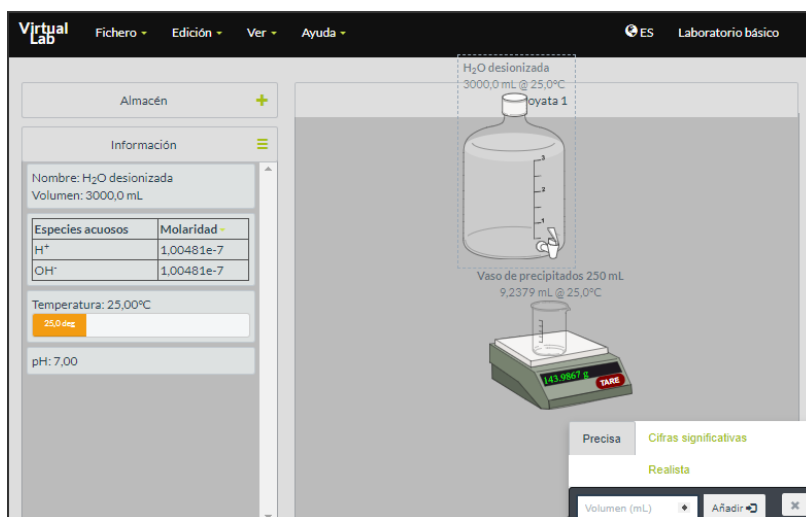


Figura 4. Simulador *Making stock solutions from solids*.

- Elija un matraz volumétrico de 1 [l] del **Almacén** y trasvase la mezcla del vaso de precipitados a dicho matraz. Para ello, coloque el vaso de precipitados sobre el matraz volumétrico y añada todo el contenido de este (figura 5).

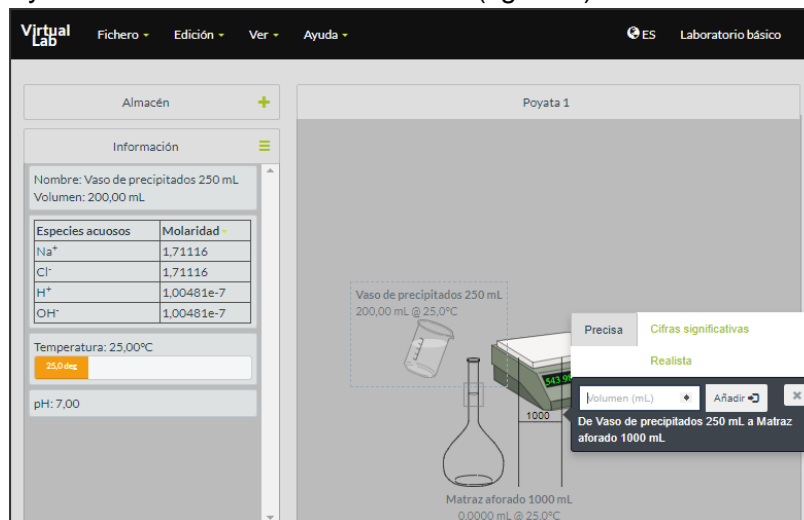



Figura 5. Simulador *Making stock solutions from solids*.

- Coloque el agua desionizada sobre el matraz volumétrico con la mezcla y añada el volumen necesario para completar hasta la marca del aforo. La disolución así preparada es la disolución madre (figura 6).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	61/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

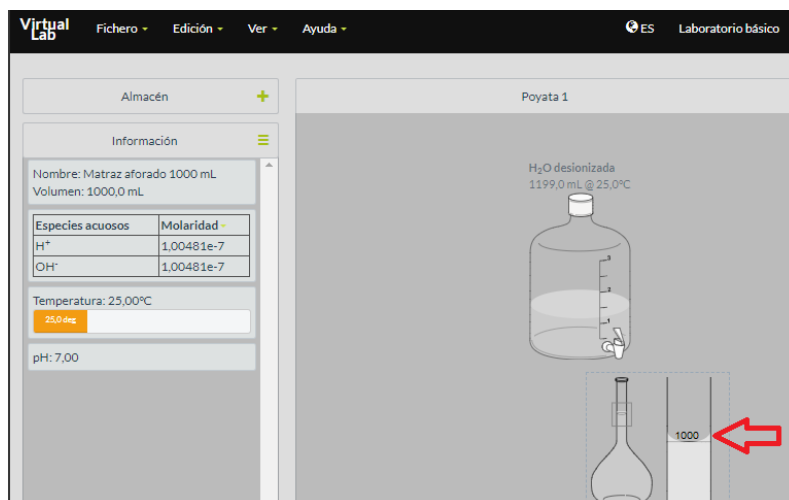


Figura 6. Simulador *Making stock solutions from solids*.

8. Tome una pipeta volumétrica de 10 [mL] del **Almacén**, colóquela sobre el matraz volumétrico que contiene la disolución madre y tome 10 [mL]. Para ello, indique la cantidad que tomará y presione el botón **Quitar** (figura 7).

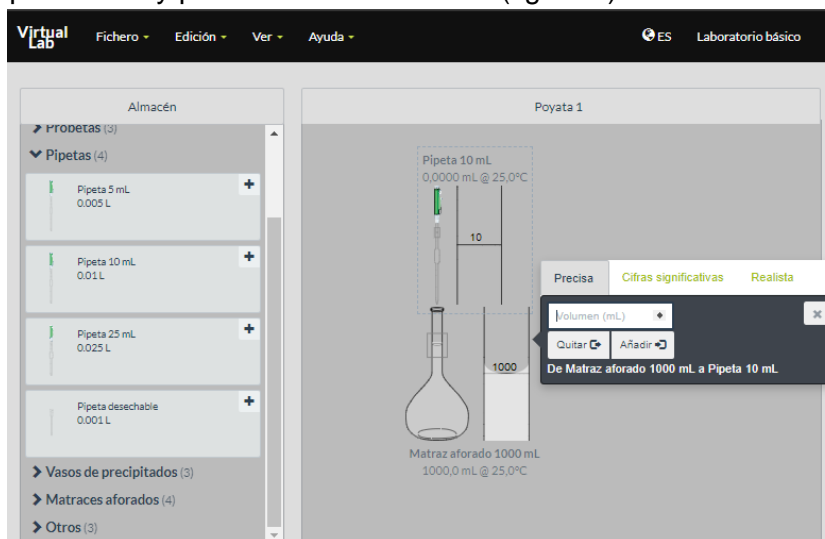



Figura 7. Simulador *Making stock solutions from solids*.

9. Elija un matraz volumétrico de 500 [mL] del **Almacén** y vierta los 10 [mL] de la disolución madre con ayuda de la pipeta. Para ello, coloque dicha pipeta sobre el matraz volumétrico de 500 [mL] y añada el volumen requerido (figura 8).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	62/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

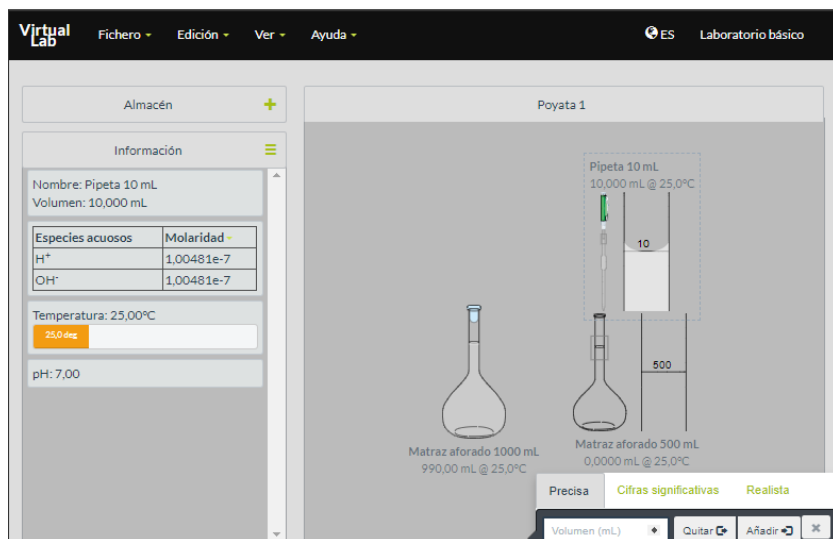


Figura 8. Simulador *Making stock solutions from solids*.

- Coloque el agua desionizada sobre el matraz volumétrico de 500 [ml] y añada el volumen necesario para completar hasta la marca del aforo. La disolución así preparada es la disolución 1 (figura 9).

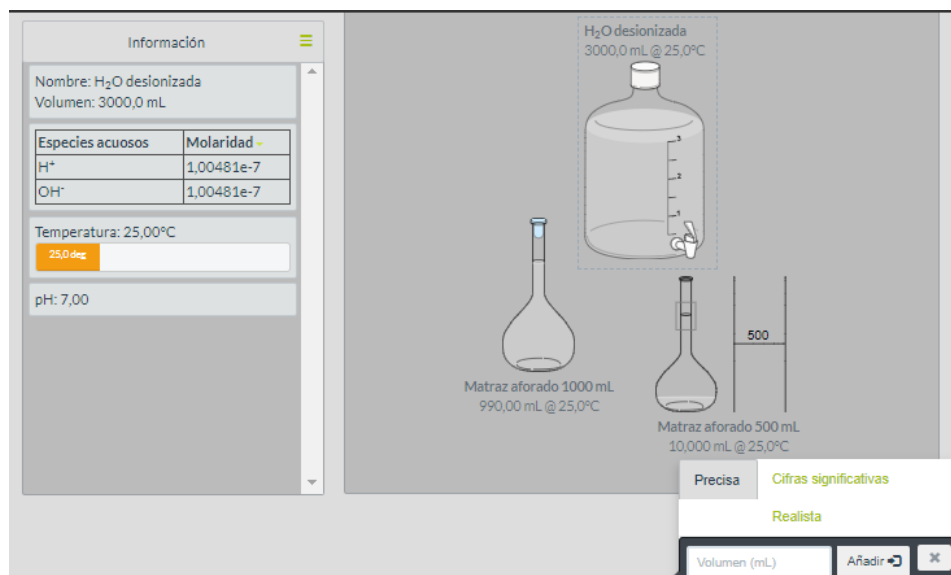



Figura 9. Simulador *Making stock solutions from solids*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	63/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

11. Repita los pasos anteriores empleando los matraces volumétricos de 250 y 100 [ml], disponibles en el **Almacén**, para preparar las disoluciones 2 y 3, respectivamente.

12. Determine la concentración de las disoluciones 1, 2 y 3.

ACTIVIDAD 3


Toma de lecturas

- Determine la conductividad de las disoluciones que se muestran en la tabla 1 con el simulador **Conductivity of ionic solutions**. Use los valores de las concentraciones que obtuvo en la actividad 2.

Tabla 1

Concentración [M] Conductividad [μS]	Disolución 1 500 [ml]	Disolución 2 250 [ml]	Disolución 3 100 [ml]	Disolución Madre
CH ₃ COONa				
CH ₃ COOH				
NaCl				
CaCl ₂				
(NH ₄) ₂ SO ₄				
KNO ₃				
Ba(NO ₃) ₂				
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	*	*	*	*

* Los valores para la sacarosa serán proporcionados por el profesor a partir de los datos experimentales obtenidos en semestres anteriores.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	64/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

2. Tome la lectura de conductividad en $[\mu\text{S}]$ y registre sus resultados en la tabla 1. Para ello, seleccione en el simulador el anión y el catión que correspondan y fije la temperatura en 25 $^{\circ}\text{C}$ (figura 10).
3. Elija la concentración de la disolución y presione la barra morada del conductímetro para obtener una lectura (figura 11a).
4. Cambie la escala de conductímetro si en el paso anterior no se registró la conductividad. Para ello, presione el botón blanco del conductímetro para que cambie a **Range 2** y tome una nueva lectura (figura 11b).
5. Multiplique por 1000 el valor que indique la pantalla si realizó el paso anterior.
6. Cambie la concentración para tomar una nueva lectura de la misma disolución. Repita los pasos 4 y 5 si es necesario.
7. Repita los pasos anteriores para medir la conductividad de cada disolución.

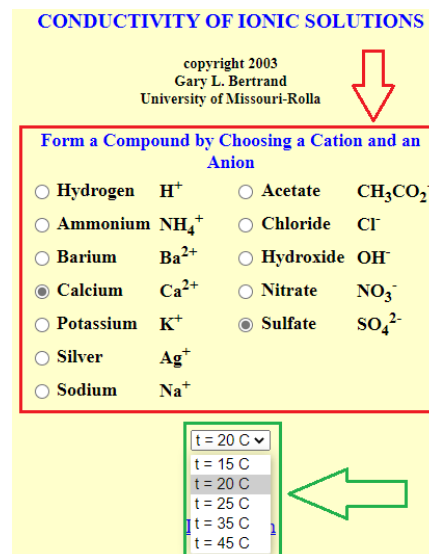


Figura 10. Simulador Conductivity of ionic solutions.

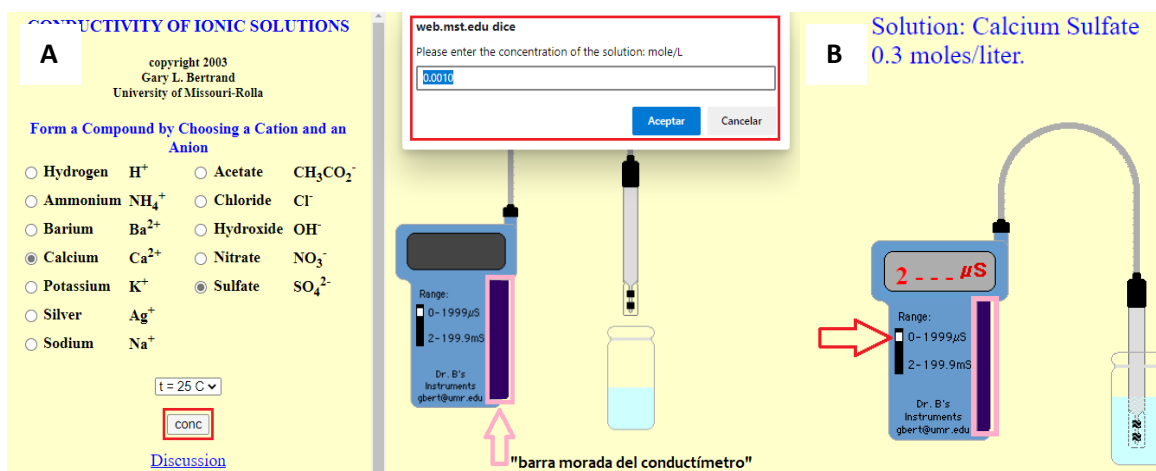



Figura 11. Simulador Conductivity of ionic solutions.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	65/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 4

Construcción del modelo matemático


4. Trace una gráfica de la conductividad [μS] en función de la concentración molar [M] con los datos de la tabla 1 para cada soluto.
5. ¿Cuál es el comportamiento de la conductividad respecto a la concentración? Establezca los modelos matemáticos que corresponden a cada soluto, a partir de la gráfica que trazó en el punto anterior.
6. Infiera con base en el modelo matemático obtenido para el soluto asignado por el profesor.
 - c) Si se toman 10 [ml] de la disolución madre y se lleva a un volumen de 200 [ml]
 - i) ¿Cuál será la conductividad de la disolución preparada?
 - ii) ¿Cuántos gramos de soluto hay en la disolución preparada?
 - d) ¿Qué cantidad de soluto se debe de emplear para preparar 100 [ml] de una disolución de NaCl que presente una conductividad de 16500 [μS]? Use el simulador Making stock solutions from solids para preparar dicha disolución

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.

6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Bertrand, G. L. (2003). *Conductivity of ionic solutions* [Simulador]. Recuperado de <https://web.mst.edu/~gbert/conductivity/cond.html>
2. Chemistry Collective, The. (2003, octubre 1). *Making stock solutions from solids* [Simulador]. Recuperado de <http://chemcollective.org/activities/vlab/67>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	66/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO PREPARACIÓN Y CONDUCTIVIDAD DE DISOLUCIONES


1. Defina molaridad.
2. ¿Cómo influye el agua de hidratación presente en algunos sólidos en la preparación de las disoluciones?
3. ¿Cómo afecta la pureza del reactivo químico en la preparación de las disoluciones?
4. Defina enlace químico.
5. ¿Qué características químicas presentan los compuestos que poseen enlace iónico y enlace covalente?
6. Investigue los términos siguientes: electrólito fuerte, electrólito débil, no electrólito y conducción electrolítica.
7. Investigue de qué parámetros depende la resistencia eléctrica.
8. Investigue las unidades, en el S.I., de la resistencia eléctrica y de su inversa, la conductividad eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.


REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Bertrand, G. L. (2003). *Conductivity of ionic solutions* [Simulador]. Recuperado de <https://web.mst.edu/~qbert/conductivity/cond.html>
2. Chemistry Collective, The.(2003, octubre 1). *Making stock solutions from solids* [Simulador]. Recuperado de <http://chemcollective.org/acti>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	67/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 7

RENDIMIENTO PORCENTUAL DE UNA REACCIÓN QUÍMICA

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	68/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado
3	Termómetro	La densidad del mercurio puede romper la ampolla donde está el contenido.
4	Sustancias químicas	Su manipulación requiere lavarse las manos al finalizar la práctica.

2. OBJETIVOS


EL ALUMNO:

1. Conocerá las relaciones estequiométricas que existen entre los reactivos y productos de una reacción química.
2. Comprenderá los conceptos de reactivo limitante y en exceso en una reacción.
3. Determinará la cantidad de reactivo que reaccionó para obtener cierta cantidad de producto.
4. Calculará el rendimiento porcentual de una reacción química.

3. INTRODUCCIÓN

En todos los procesos químicos industriales es importante conocer la cantidad que se obtiene de un producto de reacción, así como la cantidad de reactivo que se consumió al final del proceso. La estequiometría permite conocer la cantidad de sustancias que se consumen y se producen en las reacciones químicas.

Por lo general, cuando una reacción química se lleva a cabo, los reactivos no están presentes en las cantidades estequiométricas, es decir, en las proporciones que indica la ecuación química balanceada del proceso: el reactivo que se encuentra en menor cantidad estequiométrica se llama reactivo limitante, debido a que limita la cantidad máxima de producto que se puede obtener, ya que cuando este reactivo se consume por completo, no es posible formar más producto. Los otros reactivos, presentes en cantidades mayores que las necesarias para reaccionar con la cantidad del reactivo limitante, se llaman reactivos en exceso.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	69/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Por otro lado, el rendimiento porcentual de una reacción química describe la proporción del rendimiento real con respecto al rendimiento teórico y se define como:

$$\text{rendimiento porcentual} = \frac{\text{rendimiento real}}{\text{rendimiento teórico}} \times 100 \%$$

4. EQUIPO Y MATERIAL

- 1 botella de PET de 300 o 500 [ml] (con tapón para niños Bonafont kids®)
- 1 botella de plástico o de PET de 1 [l]
- 1 servilleta
- 1 hilo
- 1 globo
- 1 [m] de manguera de plástico de ¼
- 1 cinta canela
- 1 cinta adhesiva (diurex®)
- 1 recipiente grande con agua o una pileta
- 1 escoba o jalador
- 1 jeringa
- 1 termómetro

5. REACTIVOS

- 1 pastilla de Alka-Seltzer®
- Agua potable

6. DESARROLLO


ACTIVIDAD 1.

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para la realización de la práctica y explicará los cuidados que deben tenerse en el manejo de las sustancias químicas que se emplearán.

ACTIVIDAD 2

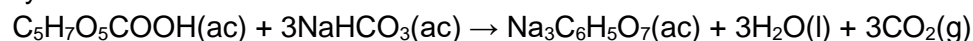
Reconocimiento de las reacciones

La pastilla de Alka-Seltzer® contiene bicarbonato de sodio, ácido cítrico y ácido acetilsalicílico. Al entrar en contacto con agua, las sustancias anteriores se disocian, lo que provoca que los iones hidronio liberados por los ácidos reaccionen con los iones bicarbonato para producir ácido carbónico (H_2CO_3) que se descompone en agua y dióxido de carbono. Este proceso se observa como efervescencia.

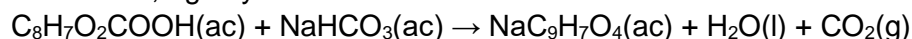
	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	70/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Durante este proceso ocurren dos reacciones químicas:

- a) El ácido cítrico reacciona con el bicarbonato de sodio para producir citrato de sodio, agua y dióxido de carbono.



- b) El ácido acetilsalicílico reacciona con el bicarbonato de sodio para producir acetil salicilato de sodio, agua y dióxido de carbono.



ACTIVIDAD 3

Instalación del dispositivo de recolección y medición del gas liberado

- Coloque el recipiente sobre una mesa y añada agua al 75% de su capacidad. Si usa una pileta, llénela a la mitad.
- Llene con agua la botella de 1 [l]. Colóquela dentro del agua del recipiente de forma invertida (con la “boca de la botella” hacia abajo). Evite que quede aire dentro de la botella, para ello llénela con agua hasta el ras, ayúdese con el embudo. Al final, coloque su mano encima e invierta la botella dentro del agua.
- Sujete la botella al palo de la escoba con ayuda de la cinta canela. El palo de la escoba servirá de soporte (figura 1a).
- Corte la boquilla del globo y únala con cinta adhesiva a un extremo de la manguera (figura 1b).

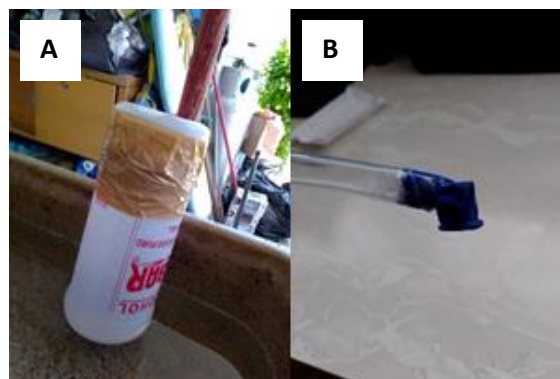


Figura 1. a) Dispositivo de recolección y medición. b) Extremo de la manguera.

ACTIVIDAD 4

Instalación de la botella de reacción

- Coloque la pastilla de Alka-Seltzer® molida o hecha pedazos sobre la servilleta.
- Cierre la servilleta por su primer doblez con los sólidos en su interior y enrolle la servilleta como si armara un “cigarro”. Sea cuidadoso y evite que el sólido se salga, haciendo dobleces en los extremos de su “cigarro”. Luego enrolle el papel (figura 2).


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	71/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 2. Procedimiento para construir el “cigarro” con Alka-Seltzer® en su interior.

- Deje 20 [cm] de largo en uno de los extremos del hilo para sujetarlo a la botella (figura 3).
- De esta forma, se evita que salga el sólido por los extremos.

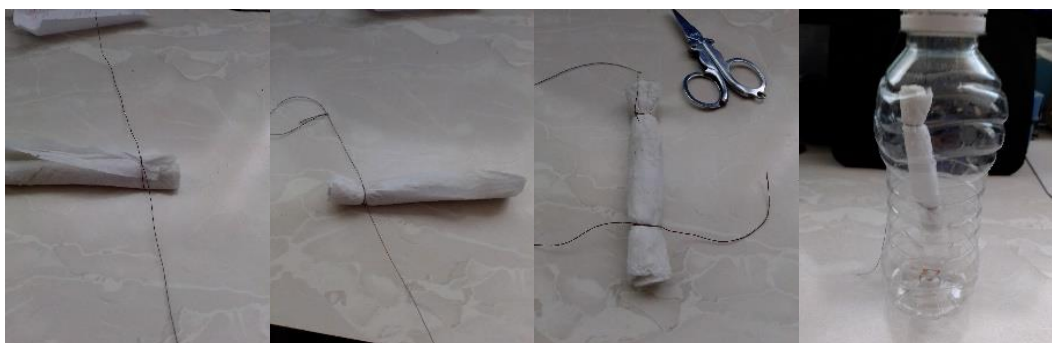



Figura 3. Forma en que deben amarrarse los extremos del “cigarro”.

- Añada entre 50 y 60 [ml] de agua dentro de la botella de PET de 300 [ml]. Al hacerlo, cuide que no se moje la parte superior de las paredes de la botella, use la jeringa (figura 4a). En caso de que se mojen las paredes, séquelas con un papel o un trapo.
- Introduzca con cuidado su “cigarro” reactivo dentro de la botella. Sea cuidadoso y no permita que toque el agua (figura 4b). Déjelo colgando en la parte superior a 2 o 3 [cm] del agua. Amarre el hilo al cuello de la botella o simplemente coloque la tapa que tiene el chupón para beber. Maneje con cuidado la botella, no la agite.
- Coloque el globo sobre el tapón para beber de la botella (figura 4c). Debe ajustarse bien; si no es así, únalo con cinta adhesiva.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	72/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

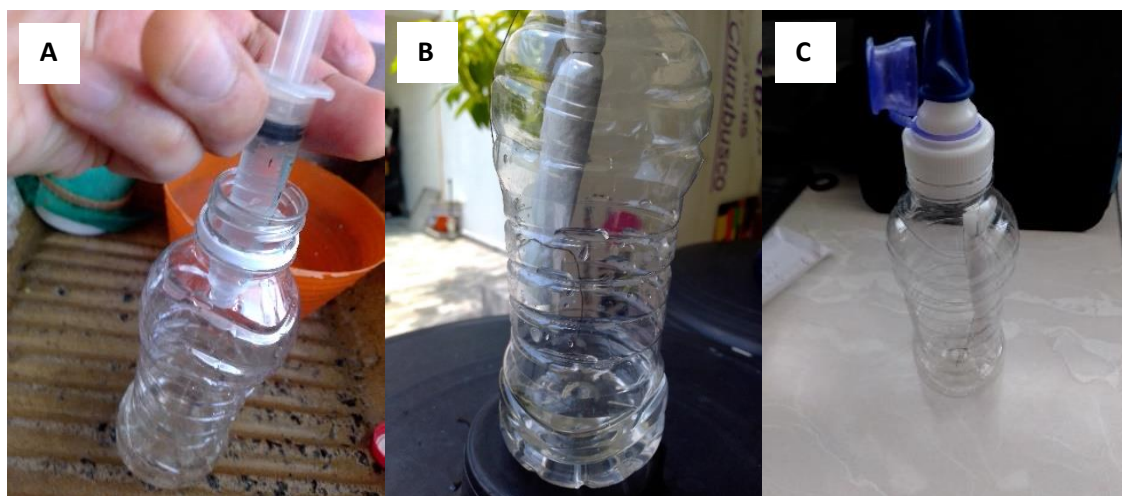


Figura 4. Los reactivos se colocan dentro de la botella para iniciar el proceso.

ACTIVIDAD 5


Obtención de los productos de reacción

2. Coloque el extremo libre de la manguera dentro del recipiente invertido que contiene el agua.
3. Ladee la botella para que el agua entre en contacto con el “cigarro” que contiene el Alka-Seltzer® molido. Puede agitar la botella, pero tenga cuidado de que no entre líquido en la manguera por la que evolucionará el gas. Si tarda en observar la formación de efervescencia, abra la botella y deje caer el “cigarro” sobre el agua y cierre rápidamente la botella. Al comenzar a formarse el gas, este pasará a través de la manguera y se recolectará en la botella invertida.

ACTIVIDAD 6

Recopile, organice y use los datos experimentales

1. Cuando la reacción deje de producir efervescencia marque el volumen de gas producido. Para ello marque hasta donde bajó el agua.
2. Asimismo, mida la altura (h) de la columna de agua dentro del recipiente. Lleve a cabo su determinación desde la superficie exterior del agua hasta la superficie interior. Puede marcar esto sobre la parte exterior del recipiente y posteriormente realizar sus mediciones (figura 5). Con ello evaluará la presión hidrostática dentro del recipiente.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	73/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Mida la temperatura del agua. Si no cuenta con termómetro, consulte la temperatura a la sombra de su región y use ese dato.
4. Desmonte su equipo y determine el volumen de gas que recolectó. Puede hacerlo añadiendo agua hasta la marca de la botella donde lo recolectó y determinando dicho volumen de agua. O bien, si la botella es perfectamente cilíndrica, evalúe el volumen con la expresión para determinar el volumen de un cilindro.
5. Determine la presión del gas por medio de un balance de presiones. A continuación, se muestra el procedimiento:



Figura 5. Medición de la altura.

La presión al interior del recipiente recolector debe cumplir con la siguiente expresión:

$$P_{atm} = P_{gas} + P_{hidrostática}$$

En esta ecuación, la presión del gas (P_{gas}) es la suma de las presiones de los productos de reacción:

$$P_{gas} = P_{CO_2,exp} + P_{V(H_2O)}$$


A partir de las ecuaciones anteriores, se obtiene la relación entre la presión hidrostática y las presiones de los productos de reacción:

$$P_{atm} = P_{CO_2,exp} + P_{V(H_2O)} + P_{hidrostática}$$

De esta expresión podemos determinar con cierta facilidad:

- a) La presión atmosférica (P_{atm}) que es 77993.6 [Pa] en la Ciudad de México. Si no se encuentra en Ciudad de México investigue cuál es la presión atmosférica de su región.
- b) La presión hidrostática ($P_{hidrostática}$) que se calcula a partir de la altura de la columna de agua, h ; la densidad del agua, ρ ; y la aceleración de la gravedad, g ; mediante la expresión:

$$P_{hidrostática} = \rho gh$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	74/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

En donde $\rho = 1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$, $g = 9.78 \left[\frac{m}{s^2} \right]$

c) La presión de vapor de agua ($P_{V(H_2O)}$) es un dato que se conoce a partir de la temperatura de trabajo (tabla 1)

Tabla 1. Presión de vapor de agua a ciertas temperaturas			
T/ [°C]	P / [kPa]	T/ [°C]	P / [kPa]
10	1.2276	21	2.487
11	1.3123	22	2.645
12	1.4022	23	2.810
13	1.4974	24	2.985
14	1.5983	25	3.169
15	1.7051	26	3.363
16	1.8181	27	3.567
17	1.9376	28	3.782
18	2.0640	29	4.008
19	2.1975	30	4.246
20	2.339	31	4.496


De esta forma, se conoce P_{atm} , $P_{hidrostática}$ y $P_{V(H_2O)}$. Por tanto, la presión experimental de dióxido de carbono ($P_{CO_2,exp}$) se obtiene a partir de:

$$P_{CO_2,exp} = P_{atm} - P_{V(H_2O)} - P_{hidrostática}$$

Sustituyendo algunos de los datos:

$$P_{CO_2,exp} = 77993.6 \text{ [Pa]} - P_{V(H_2O)} - \left(1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \cdot 9.78 \left[\frac{m}{s^2} \right] \cdot h \right)$$

La presión experimental de CO₂ obtenida de la forma descrita está expresada en [mmHg] y deberá transformarla a [atm]. Con este dato de presión experimental de dióxido de carbono, $P_{CO_2,exp}$; la temperatura de trabajo, T ; y el volumen de gas recolectado, V . Se calcula la cantidad de sustancia experimental para dióxido de carbono: $n_{CO_2,exp}$ mediante la ecuación del gas ideal (Ecuación de Clapeyron-

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	75/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Mendeleiev). Use R como $8.314 \left[\frac{J}{mol \cdot K} \right]$. La presión al interior del recipiente recolector debe cumplir con la siguiente expresión

6. Mediante cálculos estequiométricos evalúe la cantidad de sustancia teórica que se debe obtener para CO_2 : $n_{CO_2,teo}$ y calcule el rendimiento porcentual.

$$Rend. \text{ porcentual} = \frac{n_{CO_2,exp}}{n_{CO_2,teo}} \times 100$$

7. Identifique al reactivo limitante durante la determinación de la cantidad de sustancia teórica de CO_2 .


ACTIVIDAD 7

Manejo de residuos

1. Deseche al drenaje el contenido de la botella de reacción. Sea cuidadoso y no tire el papel al drenaje, sepárelo y tírelo al bote de desechos sólidos de su casa.
2. Coloque las botellas de plástico y PET que ha usado en su recipiente de plásticos para reciclaje.
3. Guarde su manguera, puede donarla al laboratorio.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	76/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO RENDIMIENTO DE UNA REACCIÓN

1. Balancee las ecuaciones químicas siguientes:
 - a) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - b) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{C} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{CO}$
2. Establezca las relaciones estequiométricas en gramos, en moles y en entidades fundamentales para las reacciones anteriores. Responda: ¿se cumple la ley de la conservación de la masa?
3. ¿Cómo determina cuál es el reactivo limitante en una reacción química? Mencione un ejemplo.

3. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química*

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	77/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

APÉNDICE

En caso de no poder conseguir la manguera

El experimento se puede llevar a cabo de la siguiente manera:

1. Coloque 50 o 60 [ml] de agua en una botella de PET común y corriente (de 500 o 600 ml)
 2. Arme su “cigarro reactivo” como se ha indicado y cuélguelo como se señala en el procedimiento con ayuda de la tapa. Cierre bien el sistema.
 3. Con ayuda de una balanza determine la masa del sistema
 4. Agite la botella o abra la botella y permita que caiga el cigarro para que inicie la reacción. Permita la evolución de gas sin cerrar la botella.
 5. Al terminar la efervescencia, tape la botella y determine la masa del sistema
- La diferencia de masa del sistema nos da la masa de CO₂ liberado y podemos asumir que es el gas producido. Con esta masa se calcula la cantidad de sustancia experimental de CO₂.


Si se sigue esta opción se recomienda solicitar el cálculo de volumen de gas obtenido experimentalmente sobre agua, si se considera:

- la temperatura de trabajo del experimento
- la presión atmosférica del lugar y
- una altura de columna de agua de 10 [cm] en el recipiente de recolección

$$V = \frac{n_{CO_2,exp} \cdot R \cdot T}{P_{CO_2,exp}}$$


La Presión parcial de CO₂ se evalúa con la expresión:

$$P_{CO_2,exp} = P_{atm} - P_{V(H_2O)} - P_{hidrostática}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	78/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 8

TERMOQUÍMICA. ENTALPÍA DE DISOLUCIÓN

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	79/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Conocerá el concepto sobre el cual se basa el funcionamiento de las compresas instantáneas “frías” o “calientes”.
2. Determinará si la entalpía de disolución (ΔH_d) en agua del cloruro de calcio (CaCl_2), y del nitrato de amonio (NH_4NO_3), corresponden a procesos endotérmicos o exotérmicos.
3. Cuantificará las variaciones de temperatura originadas por la disolución de diferentes cantidades de CaCl_2 y NH_4NO_3 en una determinada masa de agua.
4. Obtendrá el modelo matemático que relacione la variación de temperatura con respecto de los gramos totales de cada soluto

2. INTRODUCCIÓN

La termoquímica es la parte de la termodinámica que trata los intercambios energéticos en las reacciones químicas. Aunque también existen numerosos procesos físicos que involucran transferencias de energía en forma de calor, como pueden ser los cambios de fase y la formación de disoluciones.


Cuando un proceso químico o físico libera calor, se dice que es exotérmico; por el contrario, cuando absorbe calor, es endotérmico. La magnitud termodinámica que mide el intercambio energético se llama entalpía (calor a presión constante), representada por ΔH . Por convenio, cuando se libera calor en un proceso (exotérmico), el signo de ΔH es negativo; en cambio, si se absorbe calor (endotérmico), ΔH tendrá un signo positivo.

La entalpía de disolución (ΔH_d) de una sustancia es la energía involucrada en el proceso de disolución. El cambio de entalpía que se observa al preparar una disolución puede considerarse como la suma de dos energías: la energía requerida para romper determinados enlaces (soluto-soluto y disolvente-disolvente) y la energía liberada para la formación de enlaces nuevos (soluto-disolvente). El valor de la entalpía de disolución depende de la concentración de la disolución final.

Por lo general, los deportistas utilizan compresas instantáneas “frías” o “calientes” para los primeros auxilios en el tratamiento de contusiones. Estas compresas funcionan empleando el concepto de calor de disolución que se estudiará en esta práctica.

3. HERRAMIENTAS DIGITALES

- Calorimetry
https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/calorimetry/Calor.php

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	80/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. DESARROLLO

ACTIVIDAD 1

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para realizar la práctica y dará las recomendaciones necesarias para el manejo del simulador.

ACTIVIDAD 2

Funcionamiento del simulador

El simulador tiene la opción de variar la masa o volumen, la temperatura inicial y el tipo de sustancia. Durante el experimento, en la mayoría de los casos, se muestra la gráfica del aumento de temperatura con el paso del tiempo (**show graph view**) y el movimiento de las moléculas del disolvente y el soluto al llevarse a cabo la disolución (**show microscopic view**).

10. Vaya a la pestaña del **experiment** y corra dé clic en **run experiment**. Debe observar la imagen que se muestra en la figura 1.

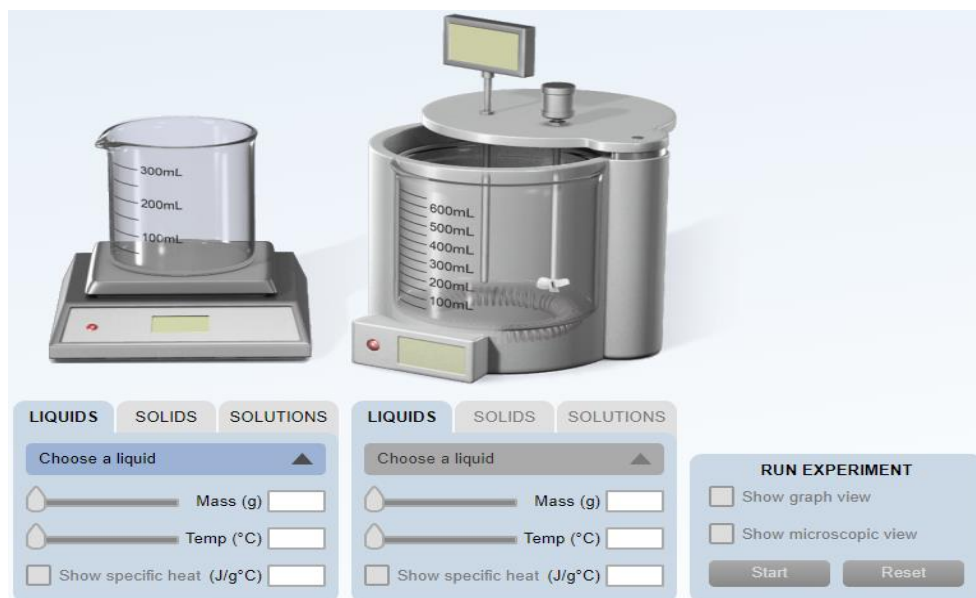



Figura 1. Simulador *Calorimetry*

11. Coloque los solutos (CaCl_2 o NH_4NO_3) en el vaso de precipitados y el disolvente (H_2O) en el calorímetro, de acuerdo con estas indicaciones:

- Selecione el soluto en el lado del vaso precipitados, fije la masa y establezca la temperatura inicial.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	81/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- Seleccione el disolvente en el lado del calorímetro, fije la masa y establezca la temperatura inicial.
 - Dé clic en **run experiment** y espere que la temperatura del calorímetro sea constante. Registre este dato.
12. Coloque en el vaso de precipitado 25 [g] de hidróxido de potasio (KOH) sólido a 20 [°C] y en el calorímetro 100 [g] de H₂O a la misma temperatura, seleccione **show microscopic view** y corra el experimento (**run**). Observe la imagen del microscopio, la temperatura final y responda:
- ¿Qué sucede entre las moléculas del disolvente y los iones del soluto? Explique.
 - ¿Si la temperatura bajara en vez de subir qué se debería de ver?

ACTIVIDAD 3

Toma de lecturas de la temperatura con diferentes masas de CaCl₂

- Seleccione como soluto sólido al CaCl₂ en el vaso de precipitados.
- Pese 4 [g] de CaCl₂ a 20 [°C], se considera como la temperatura ambiente (Ta).
- Seleccione como disolvente al H₂O en el calorímetro; coloque 100 [g] a 20 [°C].
- Corra el experimento con el botón (**start**).
- Registre la temperatura final (Tf) obtenida al realizar la disolución.
- Reinicie (**reset**) el experimento, a fin de obtener los datos que se solicitan en la tabla 1.
- Córralo cuantas veces sea necesario, solo se debe modificar la masa del soluto.

Tabla 1

Corrida	m _{total} [g] CaCl ₂ adicionados	Ta [°C]	Tf [°C]	ΔT [°C]
1	0	20		
2	4	20		
3	8	20		
4	12	20		
5	16	20		
6	20	20		
7	24	20		

ACTIVIDAD 4

Toma de lecturas de la temperatura con diferentes masas de NH₄NO₃

Repita los siete pasos de la actividad 3. use esta vez NH₄NO₃ sustituyendo al CaCl₂ como soluto. Llene la tabla 2 con los valores obtenidos.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	82/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Tabla 2

Corrida	m_{total} [g] NH_4NO_3 adicionados	T_a [°C]	T_f [°C]	ΔT [°C]
1	0	20		
2	4	20		
3	8	20		
4	12	20		
5	16	20		
6	20	20		
7	24	20		

ACTIVIDAD 5.

Trace una gráfica (figura 1), con la escala apropiada, del logaritmo decimal de la rapidez ($\log v_0$) en función del logaritmo decimal de la concentración del reactivo A ($\log [A]_0$).


ACTIVIDAD 6

1. Determine el signo de ΔH_d para cada soluto de acuerdo con sus observaciones.
2. Trace una gráfica del incremento de la temperatura [°C] en función de la masa [g] para cada uno de los solutos.
3. Obtenga el ajuste lineal de los datos y proponga un modelo matemático que describa el comportamiento del fenómeno que observó.
4. Use el modelo matemático para predecir la cantidad de CaCl_2 que debe añadir a 100 [g] de agua y obtener en la disolución final un incremento de temperatura de 80.0 [°C].
5. Prediga la temperatura final de una disolución que se preparó con 100 [g] de agua, con una temperatura inicial igual a la de su experimento y 32 [g] de NH_4NO_3


5. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
4. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.

6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	83/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Pearson Education. (s.f.). *Calorimetry* [Simulador]. Recuperado de https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/calorimetry/Calor.php

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	84/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO TERMOQUÍMICA. ENTALPÍA DE DISOLUCIÓN


- Defina los términos siguientes:
 - Calor
 - Entalpía de disolución
 - Entalpía de reacción
 - Capacidad térmica específica
 - Reacción endotérmica
 - Reacción exotérmica
- Mencione al menos dos propiedades físicas y químicas del cloruro de calcio y del nitrato de amonio.
- ¿Cómo varía la temperatura de un sistema en un proceso exotérmico y cómo en uno endotérmico?
- ¿Qué representa el cambio de entalpía asociado con una reacción y qué con una disolución?
- Mencione: ¿qué material emplearía para elaborar un calorímetro casero y por qué?

BIBLIOGRAFÍA


- Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
- Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
- Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Pearson Education. (s.f.). *Calorimetry* [Simulador]. Recuperado de https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/calorimetry/Calor.php

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	85/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 9 EQUILIBRIO QUÍMICO

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	86/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

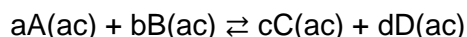
1. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Comprobará experimentalmente la existencia del equilibrio químico.
2. Determinará de forma experimental la constante de equilibrio del ácido acético.
3. Verificará de forma experimental el principio de Le Chatelier

2. INTRODUCCIÓN

Una reacción química se encuentra en equilibrio químico, cuando llega un momento en el que ya no se presenta ningún cambio en la concentración de reactivos y productos a medida que transcurre el tiempo. Esto se debe a que la rapidez de la reacción directa y de la reacción inversa son iguales. Con base en lo anterior, el equilibrio químico se ha definido como el equilibrio dinámico que asume la forma de una reacción química, tal que, para una reacción reversible se plantea lo siguiente:




En la ecuación química, a, b, c y d son los coeficientes estequiométricos para las sustancias A, B, C y D, respectivamente. La expresión matemática para la constante de equilibrio en términos de las concentraciones de las sustancias está dada por:

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

El valor de K_c permanece constante sólo para una temperatura de equilibrio dada. Con esto, se predice la dirección en la que se desplazará la reacción para lograr el equilibrio químico cuando se lleva al cabo un cambio de concentración de alguno de los reactivos o productos. Lo anterior se basa en el principio de Le Châtelier, que establece la dirección en la que se debe desplazar el equilibrio para minimizar el efecto del cambio en la concentración, presión o temperatura en el equilibrio de una reacción.

3. HERRAMIENTAS DIGITALES

- pH-metro:
<http://labovirtual.blogspot.com/search/label/pH-metro>
- Principio de Le Châtelier:
<https://labovirtual.blogspot.com/search/label/Principio%20de%20Le%20Ch%C3%A2telier>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	87/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. DESARROLLO

ACTIVIDAD 1

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para realizar la práctica y enfatizará en recomendaciones para el manejo de los simuladores.

ACTIVIDAD 2

Determinación de la constante de equilibrio

Realice lo que se indica a continuación para determinar la constante de equilibrio del ácido acético con ayuda del simulador **pH-metro**.

1. Seleccione la disolución de ácido acético y la concentración 0.001 [M] (figura 1).

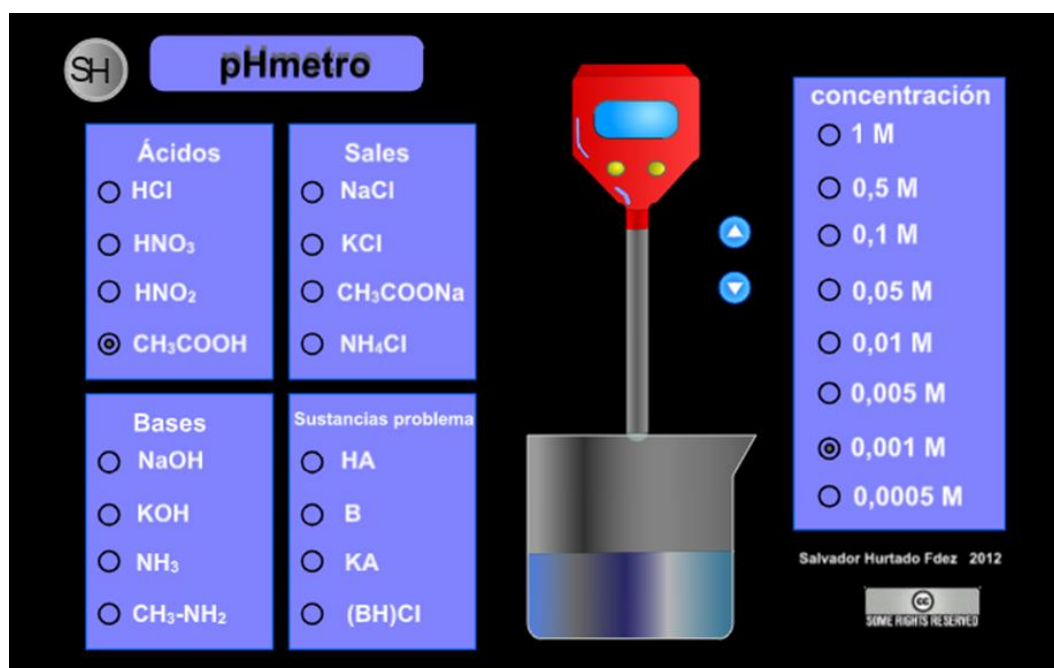


Figura 1. Simulador *pH-metro*

2. Pulse el botón de la flecha hacia abajo para introducir el potenciómetro en el vaso de precipitado que contiene la disolución de ácido acético. Espere a que el potenciómetro indique el valor de pH de la disolución.
3. Presione el botón con la flecha hacia arriba. El potenciómetro deja la disolución de ácido acético y enseguida cambiará el vaso de precipitado.
4. Repita los pasos anteriores para las disoluciones de ácido acético 0.01 y 0.1 [M]. Con los datos que obtenga complete la tabla 1.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	88/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Tabla 1.

Disolución de ácido acético	pH	[H ⁺]	K _a
0.001 [M]			
0.01 [M]			
0.1 [M]			

5. Consulte el apéndice y siga la metodología para determinar la constante de equilibrio del ácido acético. Considere la ecuación química del proceso:

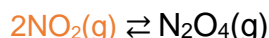


ACTIVIDAD 3

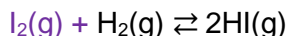
Principio de Le Chatelier: variación del volumen

Haga lo que se pide para determinar la constante de equilibrio del ácido acético con ayuda del simulador **Principio de Le Chatelier**.

1. Mueva el émbolo del caso 1 (figura 2) de forma que el volumen disminuya y registre sus observaciones. Repita el procedimiento, ahora aumente el volumen.



2. Repita el paso anterior para el caso 2 (figura 2).



3. Explique lo que ocurre en cada simulación de acuerdo con el Principio de Le Chatelier.

ACTIVIDAD 4

Principio de Le Chatelier: variación de la temperatura

Realice las actividades siguientes para determinar la constante de equilibrio del ácido acético con ayuda del simulador **Principio de Le Chatelier**.


1. Deslice el botón de la parrilla del caso 3 (figura 2) de forma que la temperatura aumente y registre sus observaciones. Repita el procedimiento, ahora disminuya la temperatura.



2. Repita el paso anterior para el caso 4 (figura 2).



3. Explique lo que ocurre en cada simulación de acuerdo con el Principio de Le Châtelier.

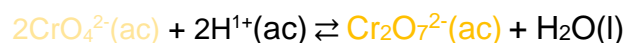
	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	89/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 5

Principio de Le Chatelier: variación de la concentración

Haga lo siguiente para determinar la constante de equilibrio del ácido acético con ayuda del simulador **Principio de Le Chatelier**.

1. Añada al matraz del caso 5 (figura 2) la disolución de NaOH 1 [M] que contiene la pipeta izquierda y registre sus observaciones.
2. Agregue al matraz del caso 5 (figura 2) la disolución de HCl 1 [M] de la pipeta derecha y registre sus observaciones.



3. Explique lo que ocurre en cada simulación de acuerdo con el Principio de Le Chatelier.

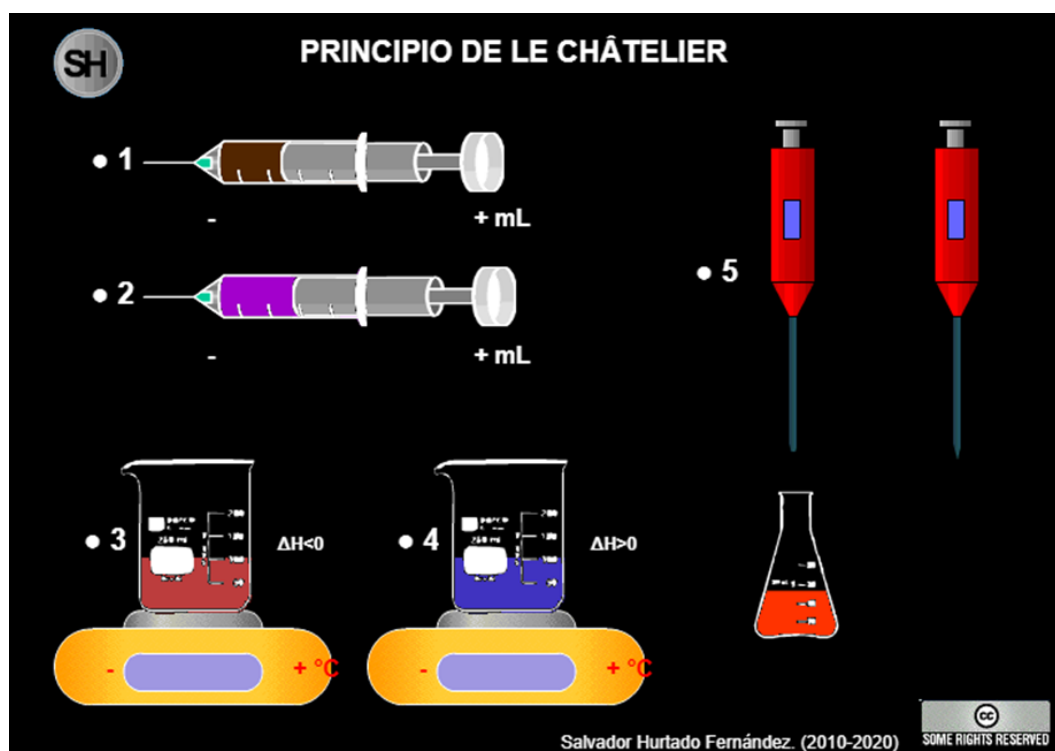



Figura 2. Simulador *Principio de Le Chatelier*.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	90/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
4. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.

6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS


1. Hurtado F., S. (2012, abril 10). *pH-metro* [Entrada de blog]. Recuperado de <https://labovirtual.blogspot.com/search/label/pH-metro>
2. Hurtado F., S. (2014, abril 28). *Principio de Le Chatelier* [Entrada de blog]. Recuperado de <https://labovirtual.blogspot.com/search/label/Principio%20de%20Le%20Ch%C3%A2telier>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	91/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO EQUILIBRIO QUÍMICO

- ¿Qué es una reacción reversible?
- ¿Cuáles son los factores que afectan el equilibrio químico?
- ¿Qué establece el Principio de Le Chatelier?
- Suponiendo que la reacción reversible $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(l) + D(l)$ se lleva a cabo en un sistema cerrado, indique hacia dónde se desplaza el equilibrio si:
 - hay una disminución en la presión;
 - se adiciona $A(g)$ a la mezcla.
- ¿Cuál es la expresión matemática para determinar el pH de un ácido débil?
- Investigue cuál es el valor de la constante de acidez del ácido acético en condiciones estándar.
- Use el simulador **pH-metro** para completar la tabla siguiente. Considere una concentración de 0.05 [M] para cada caso.

Disolución	pH	La disolución es ácida, básica o neutra
NaCl		
CH ₃ COOH		
NaOH		
CH ₃ NH ₂		
HCl		
NH ₃		
HNO ₃		
KCl		
CH ₃ COONa		
HNO ₂		


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	92/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

BILIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
4. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.


REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Hurtado F., S. (2012, abril 10). *pH-metro* [Entrada de blog]. Recuperado de <https://labovirtual.blogspot.com/search/label/pH-metro>
2. Hurtado F., S. (2014, abril 28). *Principio de Le Chatelier* [Entrada de blog]. Recuperado de <https://labovirtual.blogspot.com/search/label/Principio%20de%20Le%20Ch%C3%A2telier>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	93/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 10

ELECTROQUÍMICA. ELECTRÓLISIS DE DISOLUCIONES ACUOSAS Y CONSTANTE DE AVOGADRO

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	94/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. OBJETIVOS

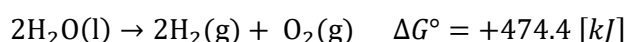
EL ALUMNO:

1. Conocerá el aparato de Hofmann para la electrólisis del agua.
2. Cuantificará la carga eléctrica implicada en la electrólisis del agua, así como el volumen de las sustancias producidas en los electrodos.
3. Determinará de forma experimental el valor del número de Avogadro.

2. INTRODUCCIÓN


En la conducción electrolítica, la carga eléctrica es transportada por iones, y no ocurrirá a menos que los iones del electrólito se muevan libremente. La conducción electrolítica se da en las sales fundidas y en las disoluciones acuosas de electrólitos, al contrario de una reacción redox espontánea, que da lugar a la conversión de energía química en energía eléctrica. La electrólisis es un proceso en el cual la energía eléctrica se utiliza para provocar una reacción química que no es espontánea.

El agua en condiciones normales (101.325 [kPa] y 25 [°C]) no se disocia espontáneamente para formar hidrógeno y oxígeno gaseosos, porque el cambio de energía libre estándar para la reacción es una cantidad positiva y grande:



Sin embargo, esta reacción puede inducirse al electrolizar el agua en un aparato para electrólisis de Hofmann. Este aparato consiste en dos electrodos hechos de un material poco reactivo, como el platino, sumergidos en agua. Cuando los electrodos se conectan a una fuente de energía eléctrica, aparentemente no sucede nada, porque en el agua pura no existen los suficientes iones para transportar una cantidad apreciable de corriente eléctrica (el agua contiene concentraciones de 1×10^{-7} [M] de iones H^+ y 1×10^{-7} [M] de iones OH^-).

En el laboratorio de química puede llevarse al cabo la electrólisis de disoluciones de ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, sulfato de potasio, cloruro de sodio, etc. En esta práctica con ayuda de dos simuladores se utilizará, por un lado, una disolución de hidróxido de sodio para aumentar la concentración de los iones OH^- , en la electrólisis del agua y, por otro lado, en la electrólisis de sales disueltas, se usará AgNO_3 (nitrato de plata) para recubrir de plata metálica (Ag) diversas barras metálicas.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	95/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Por otra parte, la carga (Q) involucrada en la electrólisis del agua permite determinar el valor de la constante de Avogadro (N_A) a través de la relación que se establece entre el número de electrones involucrados en la electrólisis y la cantidad de sustancia [mol] de electrones que reducen a los iones Ag^+ para producir plata metálica.

3. HERRAMIENTAS DIGITALES

- Electrólisis del agua:
<http://www.objetos.unam.mx/quimica/electrolisis/index.html>
- Electrolysis computer simulation:
<https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/electrolysis10.html>

4. DESARROLLO


ACTIVIDAD 1

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para realizar la práctica y dará las recomendaciones para el manejo de los simuladores.

ACTIVIDAD 2

Aparato de Hofmann

1. Entre al simulador **Electrólisis del agua** y siga los pasos siguientes (figura 1).
 - a) Lea y comprenda las medidas de seguridad.
 - b) Genere una hipótesis con base en las preguntas realizadas.
 - c) Coloque el material sobre la mesa.
 - d) Prepare la disolución para llevar a cabo la electrólisis.
 - e) Verifique las condiciones del armado del aparato de Hofmann.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	96/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- f) Prepare el experimento de electrólisis: lea las notas que contienen diversos elementos sobre el experimento en los que se deben de tener atención.
- g) Encienda la fuente de energía: observe la electrólisis del agua, registre el tiempo total de la reacción el volumen de hidrógeno y de oxígeno obtenidos en [ml].
- h) Realice la verificación de los gases.
- i) Genere sus conclusiones de la simulación de electrólisis.
- j) Descargue el pdf de sus hipótesis y conclusiones, para que los anexe a su reporte

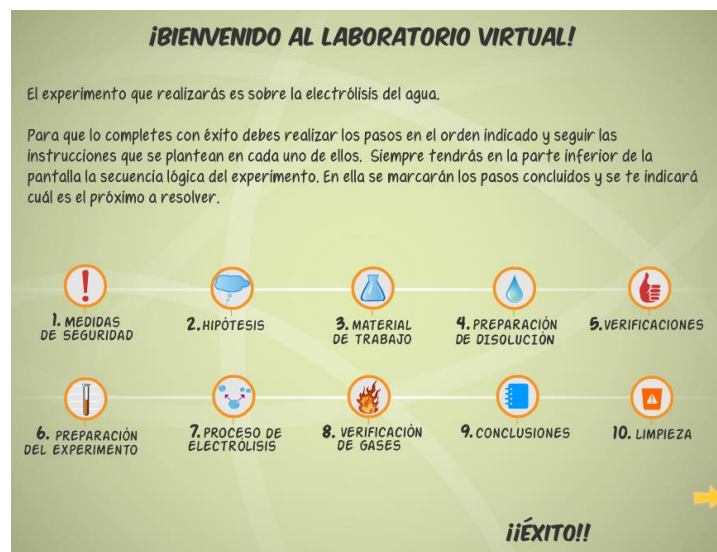
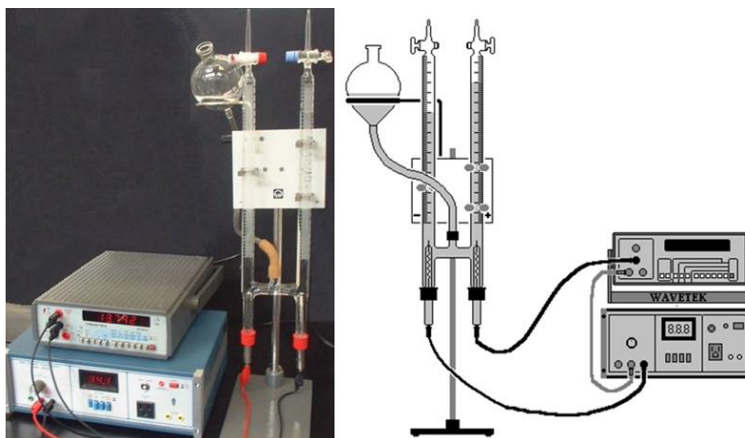


Figura 1. Simulador *Electrólisis del agua*.

2. Realice lo que se pide a continuación, a partir de lo aprendido, observado y recabado en la actividad anterior.
 - a) Identifique y indique en la figura 2 los componentes de uno de los aparatos de Hofmann con los que cuenta el laboratorio de Química:
 - i) Ánodo
 - ii) Cátodo
 - iii) Gas de hidrógeno
 - iv) Gas de oxígeno
 - v) Electrodo de platino
 - vi) Contenedor de la disolución de hidróxido de sodio.




	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	97/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Figura 2. Aparato de Hofmann.

- b) Para la simulación se prepara una disolución 10% [m/v] de NaOH.
 - i) ¿Por qué es necesario usar un soluto disuelto en el agua para la electrólisis?
 - ii) El aparato tiene un tubo de vidrio que conecta ambas buretas, a la altura de los electrodos. Indique la importancia de dicho elemento.
 - iii) Calcule la concentración molar [M] de la disolución preparada.
- c) En el paso 2a) de la presente actividad, se recolectaron datos de tiempo [min] y volúmenes [ml] de hidrógeno y oxígeno, con base en estos responda.
 - i) Calcule las cantidades de sustancia [mol] que se producen de hidrógeno y oxígeno (considere que el proceso se llevó a cabo a 293.15 [K] y 77 [kPa]).
 - ii) Encuentre la cantidad de sustancia [mol] de electrones que se encuentran involucrados en el proceso.
 - iii) Obtenga la carga Q [C] involucrada y la corriente eléctrica I [A] que circula en el proceso.

ACTIVIDAD 3

Electrólisis de disoluciones acuosas y constante de Faraday

Abra el simulador **Electrolysis computer simulation**, donde se revisará la electrólisis de disoluciones acuosas o sales disueltas y el recubrimiento de plata (Ag) de diversas placas metálicas (figura 3).

1. Elija el par de electrodos (Metals) y la diferencia de potencial (Volts), utilizando la combinación asignada por el profesor, de acuerdo con lo propuesto en la tabla 1.

Tabla 1.

Equipo	Metal del ánodo	Metal del cátodo	Dif. de potencial V [V]
1	Plata	Níquel	1.20
2	Plata	Hierro	1.40
3	Plata	Cobre	0.8
4	Plata	Zinc	1.8

2. Elija la disolución de nitrato de plata (AgNO_3) (Solution).
3. Fije la masa (Mass) de ambos electrodos en 10 [g].
4. Fije la intensidad de corriente (Amps) en 3 [A] para poder depositar plata metálica (Ag) sobre el electrodo durante 30 [min].
5. Registre cada 5 [min], las masas de los electrodos y complete la tabla 2.


	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	98/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Tabla 2.

Corrida	Tiempo [min]	Masa final de los electrodos		Masa depositada de Ag m_{Ag} [g]	Moles de Ag n [mol]	Moles de electrones n_e [mol]
		ánodo m_a [g]	cátodo m_c [g]			
1	5					
2	10					
3	15					
4	20					
5	25					
6	30					

6. Obtenga lo que se pide a partir de los datos de la tabla 2:
 - a) Las semirreacciones que se llevan a cabo en el ánodo y en el cátodo.
 - b) La gráfica de $Q = f(n_e)$.
 - c) El modelo matemático correspondiente, donde $Q = f(n_e)$.
 - d) La constante de Faraday (F [$C \text{ mol}^{-1}$]), a partir de la gráfica anterior, compárela con el valor reportado en la literatura y calcule el error experimental porcentual.


ACTIVIDAD 4

Constante de Avogadro

1. Calcule el número de electrones ($\#e$) para cada corrida del experimento, a partir de la carga Q [C] obtenida en la actividad 2, considere que la carga del electrón (q) es 1.602×10^{-19} [C].
2. Trace la gráfica de $\#e = f(n_e)$. Use los de la tabla 2 para los n_e .
3. Obtenga el modelo matemático que corresponde al punto anterior.
4. Obtenga la constante de Avogadro (N_A [mol^{-1}]) a partir de la gráfica anterior, compárela con el valor reportado en la literatura y calcule el error experimental porcentual.
5. Determine la relación entre las constantes de Faraday y Avogadro.


5. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
4. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	99/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). *Electrólisis del agua* [Simulador]. Recuperado de <http://www.objetos.unam.mx/quimica/electrolisis/index.html>
2. Universidad de Oregón. (s.f.). *Electrolysis computer simulation* [Simulador]. Recuperado de <https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/electrolysis10.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	100/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO

ELECTROQUÍMICA. ELECTRÓLISIS DE DISOLUCIONES ACUOSAS Y CONSTANTE DE AVOGADRO


- Diga en qué consisten:
 - un proceso electrolítico, y
 - un proceso electroquímico.
- Mencione dos aplicaciones cotidianas de cada uno de los procesos anteriores.
- ¿Qué es y para qué sirve el aparato de Hofmann?
- ¿Qué entiende por una reacción de óxido – reducción?
- Escriba las semi-reacciones de oxidación y de reducción que se llevan a cabo en la electrólisis del agua (H_2O) y de las sales fundidas:
 - $NaCl$, cloruro de sodio
 - $AuCl_3$, cloruro áurico
 - $AgNO_3$, nitrato de plata
- Enuncie las leyes de Faraday.
- ¿Cómo se definen las constantes de Faraday (F) y Avogadro (N_A)?
- Determine la intensidad de corriente involucrada en un proceso electrolítico donde circulan 34 electrones en 5 [s],
- Fluyen 750 [mA] durante 9 minutos en el experimento de la electrólisis del agua. ¿Qué volumen de O_2 medido a 78 [kPa] y 295.15 [K] se producirá?
- Se electro deposita hierro sobre una de las caras de una placa de 5×8 [cm] a partir de una disolución de sulfato de hierro [II] ($FeSO_4$). Calcule el tiempo que deben circular 500 [mA] para que el espesor del depósito sea 30 [μm]. La densidad del hierro es 7.87 [g/cm^3].

BIBLIOGRAFÍA

- Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
- Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
- Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). *Electrólisis del agua* [Simulador]. Recuperado de <http://www.objetos.unam.mx/quimica/electrolisis/index.html>
- Universidad de Oregon. (s.f.). *Electrolysis computer simulation* [Simulador]. Recuperado de <https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/electrolysis10.html>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	101/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

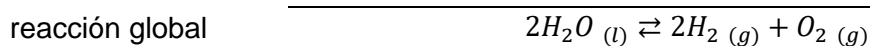
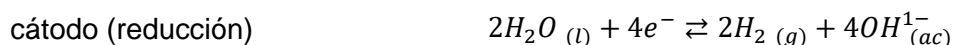
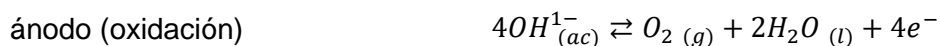
APÉNDICE

ELECTROQUÍMICA.

ELECTRÓLISIS DE DISOLUCIONES ACUOSAS Y CONSTANTE DE AVOGADRO

El tratamiento cuantitativo de la electrólisis fue desarrollado por Faraday. Él observó que la masa del producto formado (o reactivo consumido) en el electrodo era proporcional a la cantidad de electricidad empleada en la electrólisis.

En la electrólisis del agua suceden los siguientes procesos:




Considerando al hidrógeno (H_2) como un gas noble y dado que se conocen la presión y la temperatura a la que se encuentra; la expresión siguiente permite calcular la cantidad de sustancia de H_2 producida:

$$n_{H_2} = \frac{P \cdot V_{H_2}}{R \cdot T} \quad (1)$$

donde:

- n_{H_2} = Moles de H_2
- P= Presión atmosférica
- V_{H_2} = Volumen de hidrógeno obtenido
- T= Temperatura a la cual se realiza el experimento
- R = Constante de los gases ideales

Por relación estequiométrica en las semirreacciones es posible calcular la cantidad de sustancia de electrones ($n_e [mol]$) si se conoce el volumen producido de cada gas, hidrógeno (H_2) u oxígeno (O_2). De esta manera, si en la reducción se requieren 4 [mol] de electrones para producir 2 [mol] de H_2 , existe una relación 2:1.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	102/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

$$n_e[\text{mol}] = n_{H_2}[\text{mol}] \left(\frac{2[\text{mol}] \text{electrones}}{1[\text{mol}] H_2} \right) \quad (2)$$

Ya que 1 [F] es igual a 96484.484 [C] y equivale a la carga eléctrica de 1 [mol] de electrones, entonces es posible calcular la cantidad de carga ($Q[C]$) involucrada en el proceso:

$$Q[C] = n_e[\text{mol}] \left(\frac{96484.484 [C]}{1[\text{mol}] \text{electrones}} \right) \quad (3)$$

En la electrólisis del agua las cantidades que se forman de hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2) gaseosos dependen del número de electrones ($\#_e [\text{electrones}]$) que pasan a través del sistema que, a su vez, depende de la corriente ($I[A]$) y el tiempo ($t[s]$). Entonces de forma general, de acuerdo con las leyes de Faraday, la carga ($Q[C]$) es:

$$Q[C] = I[A] \cdot t[s] \quad (4)$$

Por lo tanto
$$I[A] = \frac{Q[C]}{t[s]} \quad (5)$$

ELECTRÓLISIS DE DISOLUCIONES ACUOSAS

Dado que las sales de los metales forman iones electropositivos (cationes, M^{x+}) en disolución, en la electrólisis de sales disueltas para recubrir un electrodo con un metal (M) dado, se espera que en el proceso de reducción suceda que:




Por lo tanto, se requieren (en el cátodo) X [mol] de electrones ($n_e[\text{mol}]$) para depositar 1 [mol] de M ($n_M[\text{mol}]$). Si se conoce la masa depositada del metal ($m_M[g]$), n_e es:

$$n_e[\text{mol}] = m_M[g] \left(\frac{1}{MM \left[\frac{g}{\text{mol}} \right]} \right) \left(\frac{X[\text{mol}] \text{electrones}}{1[\text{mol}] M} \right) \quad (6)$$

Donde $MM \left[\frac{g}{\text{mol}} \right]$ es la masa molar del metal depositado.

Dado que el proceso se está dando a una corriente $I[A]$ fija a diferentes tiempos $t[s]$ la carga $Q[C]$ que circula en el proceso a cada tiempo $t[s]$ está dada por la ecuación (4), que dice que:

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	103/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

$$Q[C] = I[A] \cdot t[s]$$

Por lo que es posible determinar el valor para la constante de Faraday $\left(F \left[\frac{C}{mol}\right]\right)$ a partir de $n_e[mol]$ y de $Q[C]$.


$$Q[C] = \left(F \left[\frac{C}{mol}\right]\right) n_e[mol] \quad (7)$$

Por otro lado, si la $Q[C]$ se divide entre la carga fundamental del electrón $\left(q_e \left[\frac{C}{electrones}\right]\right)$ es posible obtener el número de electrones ($\#_e [electrones]$) que se emplearon en el proceso:

$$\#_e [electrones] = \frac{Q[C]}{q_e \left[\frac{C}{electrones}\right]} \quad (8)$$


A partir de los valores obtenidos en las ecuaciones (6) y (8), $n_e[mol]$ y $\#_e [electrones]$ respectivamente, es posible determinar la constante de Avogadro $\left(N_A \left[\frac{electrones}{mol}\right]\right)$.

$$\#_e [electrones] = \left(N_A \left[\frac{electrones}{mol}\right]\right) n_e[mol] \quad (9)$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	104/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 11

CONSTRUCCIÓN DE UNA PILA

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	105/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. OBJETIVOS

EL ALUMNO:

1. Construirá una pila.
2. Identificará las reacciones que se llevan a cabo en el cátodo y en el ánodo.
3. Medirá la fuerza electromotriz de:
 - a) la pila construida.
 - b) las pilas construidas, conectadas en serie.
 - c) las pilas construidas, conectadas en paralelo

2. INTRODUCCIÓN

La electroquímica estudia la interrelación entre la energía eléctrica y la energía química. Los procesos que se basan en reacciones de oxidación y reducción implican la transferencia de electrones de una sustancia a otra. La sustancia se oxida cuando pierde electrones, y se reduce cuando gana electrones; un oxidante toma electrones de otra sustancia y se reduce; un reductor cede electrones a otra especie y en este proceso se oxida. Los electrones que participan en una reacción de oxidación-reducción pueden fluir por un circuito eléctrico.

Una pila galvánica o voltaica (llamada así en honor a Luigi Galvani y Alessandro Volta, quienes desarrollaron las primeras pilas de este tipo) es un dispositivo experimental para producir energía eléctrica mediante una reacción óxido-reducción espontánea.

3. HERRAMIENTAS DIGITALES

- Galvanic cells and the Nernst equation:
http://chemcollective.org/chem/electrochem/step3_practicecell.php
- Circuit construction kit:
<https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>

4. DESARROLLO


ACTIVIDAD 1

El profesor verificará que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para realizar la práctica y dará las recomendaciones para el manejo de los simuladores.

ACTIVIDAD 2

Presentación del simulador

Entre a la página del simulador **Galvanic cells and the Nernst equation**, que consta de disoluciones, metales (electrodos), voltímetro, papel filtro, agua destilada y célula Carrow.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	106/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

ACTIVIDAD 3

Armado de la pila

- Coloque la disolución de ZnSO_4 1.0 [M] en cualquier pozo de la célula Carrow y la disolución de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1.0 [M] (figura 1).

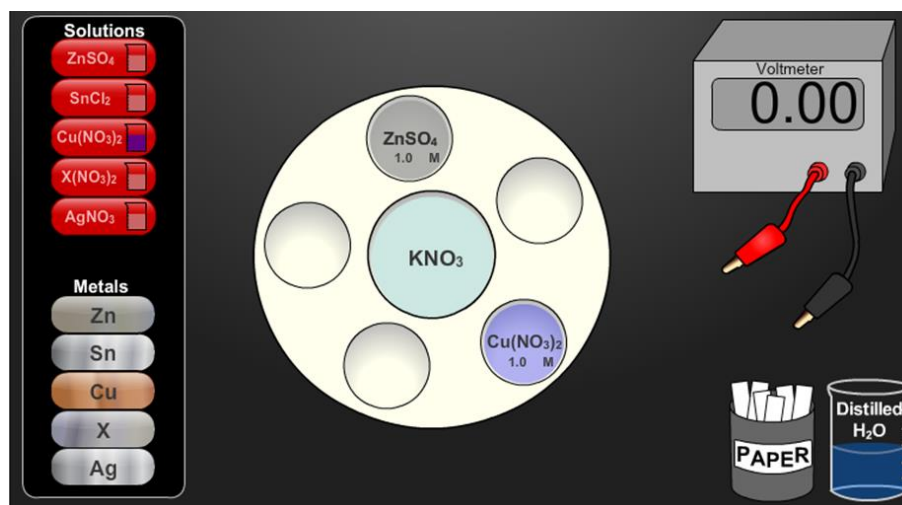


Figura 1. Simulador *Galvanic cells and the Nernst equation*.

- Ponga el electrodo de cobre sobre la disolución de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1.0 [M] y el de cinc sobre la disolución de ZnSO_4 1.0 [M] (figura 2).

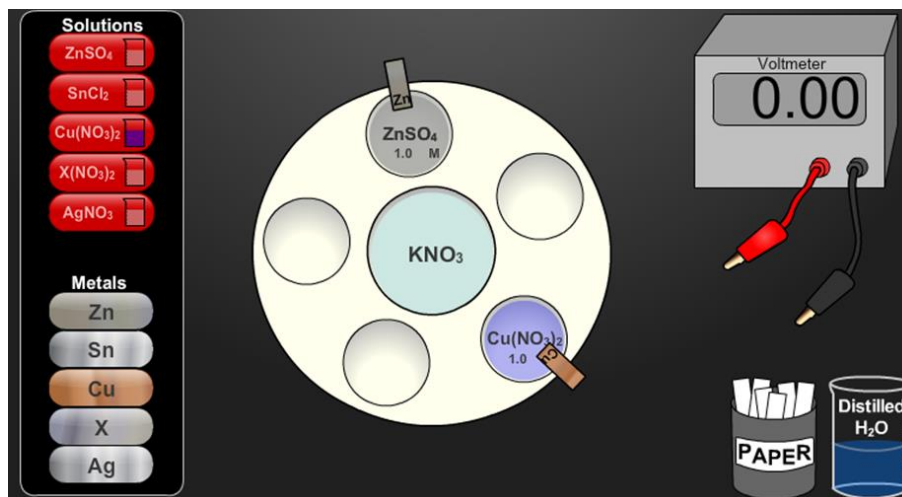



Figura 2. Simulador *Galvanic cells and the Nernst equation*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	107/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Instale el puente salino (**Paper**) entre las disoluciones que colocó en el primer paso y la KNO_3 (figura 3).

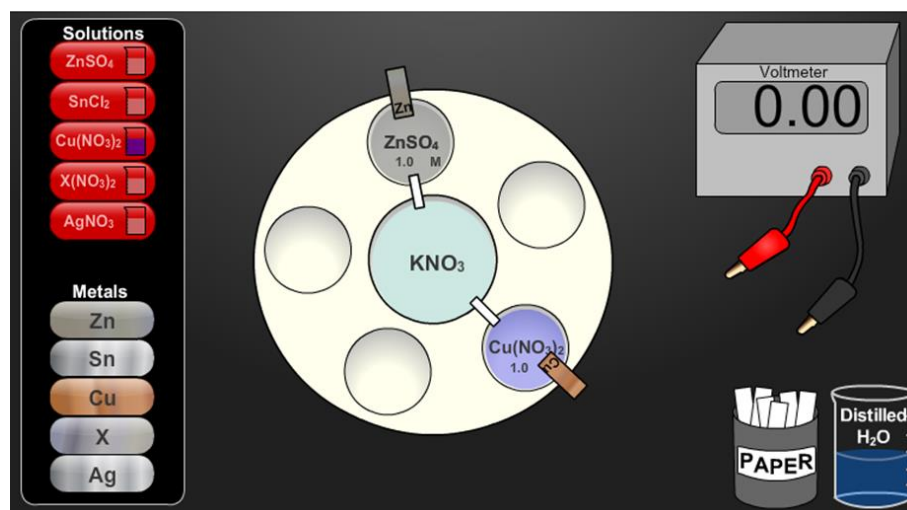


Figura 3. Simulador *Galvanic cells and the Nernst equation*.

4. Conecte los electrodos al voltímetro: el de Zn a través del cable negro; el de Cu, a través del cable rojo (figura 4).

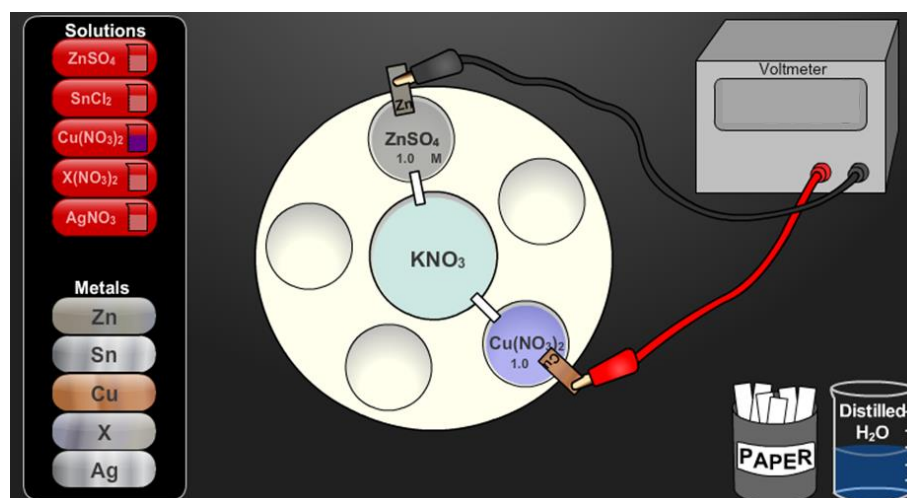



Figura 4. Simulador *Galvanic cells and the Nernst equation*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	108/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Registre la diferencial de potencial que se muestra en el voltímetro, retire los puentes salinos y anote sus observaciones.

ACTIVIDAD 4

Conexión de pilas en serie y paralelo

Entre a la página del simulador **Circuit construction kit** y siga las indicaciones.

1. Dé clic en **Play** y entre al laboratorio (**Lab**).
2. Coloque el voltímetro y una pila sobre el fondo azul, conecte el voltímetro a los extremos de la pila y registre el voltaje (**Voltage**) que se muestra en la pantalla (figura 5a).
3. Arme un arreglo en serie con 2 pilas y registre la lectura del voltímetro (figura 5b).
4. Ahora, construya un arreglo en paralelo con 2 pilas y registre la lectura del voltímetro (figura 5c).

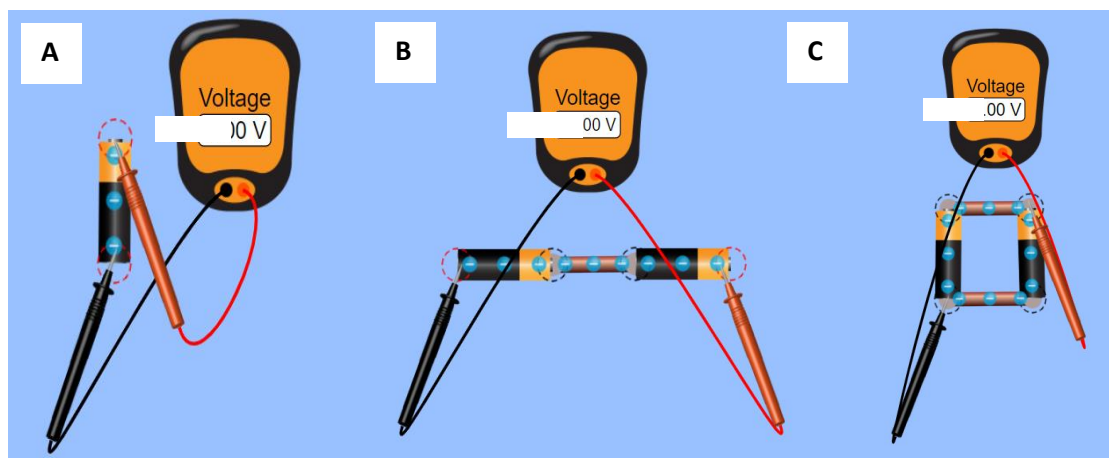



Figura 5. Simulador *Circuit construction kit*.

1. Repita los pasos 3 y 4 para varios casos, variando el número de pilas.


5. BIBLIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Garritz, A., Gasque, L., & Martínez, A. (2005). *Química Universitaria*.
4. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
5. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	109/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

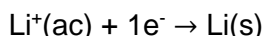
6. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Chem Collective, The. (s.f.). *Electrochemistry: galvanic cells and the Nernst equation* [Simulador]. Recuperado de http://chemcollective.org/chem/electrochem/step3_practicecell.php
2. Universidad de Colorado. (s.f.). *Circuit construction kit* [Simulador]. Recuperado de <https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>

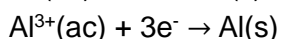
	Manual de prácticas del Laboratorio de Química (Modalidad a distancia)	Código:	MADO-12
		Versión:	01
		Página	110/110
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	18 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

CUESTIONARIO PREVIO CONSTRUCCIÓN DE UNA PILA

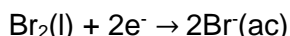
1. Investigue las contribuciones de Luigi Galvani y Alessandro Volta en la electroquímica.
2. ¿Qué es una pila y cuáles son los elementos básicos que la constituyen?
3. Investigue cómo funciona una pila.
4. Defina los conceptos.
 - g) Oxidación
 - h) Reducción
 - i) Agente oxidante
 - j) Agente reductor
 - k) Fuerza electromotriz o diferencia de potencial
 - l) Potencial estándar de reducción
5. ¿Qué es una pila recargable?
6. Si tuviese que construir una pila que genere la mayor cantidad de energía eléctrica posible, ¿qué pares de óxido-reducción elegiría de los siguientes? Justifique su elección.



$$E_{\text{red}}^0 = -3.05 \text{ [V]}$$



$$E_{\text{red}}^0 = -1.66 \text{ [V]}$$



$$E_{\text{red}}^0 = -1.07 \text{ [V]}$$

BILIOGRAFÍA

1. Brown, T. L., Le May, H. E., & Burnsten, B. E. (2014). *Química: la ciencia central*.
2. Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química*.
3. Mortimer, C. E. (1983). *Química*.
4. Garritz, A., Gasque, L., & Martínez, A. (2005). *Química Universitaria*.
5. Russell, J. B., & Larena, A. (1988). *Química General*.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. Chem Collective, The. (s.f.). *Electrochemistry: galvanic cells and the Nernst equation* [Simulador]. Recuperado de http://chemcollective.org/chem/electrochem/step3_practicecell.php
2. Universidad de Colorado. (s.f.). *Circuit construction kit* [Simulador]. Recuperado de <https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc>