



Experimentos para la enseñanza de la Física con un enfoque de indagación

PROYECTO PAPIME: PE109615

Coordinadora: Kira Padilla Martínez



Facultad de Química, UNAM



Experimentos para la enseñanza de la Física con un enfoque de indagación



Experimentos para la enseñanza de la Física con un enfoque de indagación

Facultad de Química, UNAM
PROYECTO PAPIME: PE109615

Coordinadora: Kira Padilla Martínez

Autores:

Ricardo Alfaro Fuentes

Patricia Avilés Mandujano

Rafael Alejandro Castro Blanco

Carlos Cosío Castañeda

María Teresa Flores Martínez

María de los Ángeles González Arredondo

Raúl Ortega Zempoalteca

Kira Padilla Martínez

Filiberto Rivera Torres

Foto de portada: estudiantes observan el funcionamiento de un electrodo en una "pila" de jitomate, en la 3ª Feria de la Química, en el marco de la Jornada de la Investigación en la FQ 2015.

Créditos: Archivo de la Facultad de Química, UNAM;
tomada por Elda Alicia Cisneros Chávez.

Primera Edición: 2017

Fecha de edición: 4 de agosto de 2017

D.R. ©2017 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán,

C.P. 04510, Ciudad de México.

ISBN 978-607-02-9791-5

"Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio,
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales".

Publicación Autorizada por el Comité Editorial de la Facultad de Química.

Impreso y hecho en México

ÍNDICE

PRÓLOGO	9
GUÍA PARA USAR ESTA OBRA	11
Estructura de las prácticas	12
Indagación	14
¿Cómo hacer preguntas?	16
Referencias	18
RECOMENDACIONES PARA EL LLENADO	
DEL DIAGRAMA HEURÍSTICO	19
REGLAMENTO A SEGUIR EN EL LABORATORIO DE FÍSICA	25
PRÁCTICA 1. MEDIDA DIRECTA Y SU INCERTIDUMBRE	27
PRÁCTICA 2. MEDIDA INDIRECTA Y SU INCERTIDUMBRE	31
PRÁCTICA 3. MODELOS DIRECTAMENTE LINEALES	35
PRÁCTICA 4. RELACIONES DE POTENCIA	39
PRÁCTICA 5. LEY DE ENFRIAMIENTO DE NEWTON	43
PRÁCTICA 6. RESISTIVIDAD ELÉCTRICA	47
PRÁCTICA 7. CIRCUITOS ELÉCTRICOS	51
PRÁCTICA 8. CONDUCTIMETRÍA	55
PRÁCTICA 9. CAPACITORES Y DIELECTRICOS	59
PRÁCTICA 10. CIRCUITO RC	63
PRÁCTICA 11. EL MAPEO DE LA INTENSIDAD DEL CAMPO MAGNÉTICO EN LAS VECINDADES DE UNA BOBINA CON CORRIENTE ELÉCTRICA DIRECTA	67

PRÓLOGO

Una de las razones que nos llevaron al diseño y escritura de este libro tiene que ver con la necesidad de que los alumnos desarrollen las habilidades de pensamiento propias de la ciencia, dado que están estudiando una carrera científica. También nos interesa que los docentes se propongan como reto dejar la enseñanza tradicional (en donde los estudiantes siguen una guía que les indica qué hacer y cómo hacerlo), para formar a los universitarios en la indagación científica, tomando como base algunos de los experimentos y las observaciones que dieron génesis a las revoluciones científicas anteriores al siglo XIX.

Los autores esperamos que, tanto los docentes como los estudiantes que se apropien de este libro, les sirva para reflexionar en torno a la Física y a las habilidades de pensamiento científico.

Este libro ha sido fruto de un esfuerzo colectivo y también ha sido probado con algunos grupos de estudiantes de la Facultad de Química.

Agradecemos a la Dirección General de Personal Académico (DGAPA) por el apoyo al proyecto PAPIIME PE109615; a la Facultad de Química, que nos apoyó desde el inicio en este proyecto, así como a los docentes que participaron en el Taller de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias y cuya reflexión nos permitió aterrizar muchas de las ideas plasmadas en este trabajo.

Los autores

GUÍA PARA USAR ESTA OBRA

Antes de iniciar con el aprendizaje de la Física experimental, es fundamental tratar de comprender por qué es importante el estudio de esta ciencia para quienes nos dedicamos al área de la Química. Lo primero que tenemos que reflexionar es ¿desde cuándo estudiamos a la Física? y ¿por qué lo hacemos? La primera respuesta, que seguramente estás pensando, es que desde la educación primaria has estado en contacto con el estudio de los fenómenos físicos, y sí, es verdad. Los fenómenos físicos han estado presentes en tu vida desde que naciste, así que es fácil suponer que, de alguna manera, desde que tienes uso de razón has generado explicaciones sobre estos fenómenos, aunque su estudio formal haya iniciado en la escuela. De alguna manera podemos decir que todos somos físicos intuitivos y esto es fácil de ver con los deportistas, por ejemplo, los futbolistas. Cada vez que tiran a gol, tienen que hacer un cálculo “intuitivo” de la fuerza con que le pegarán al balón, el ángulo de tiro, la elevación, considerar las condiciones climatológicas (lluvia, viento, etc.); sin embargo, seguramente los futbolistas no han desarrollado la habilidad de construir un modelo que les permita determinar de manera precisa todos esos factores.

Entonces, ¿por qué estudiamos Física? En primera instancia debemos decir que, un profesional, en cualquier campo del conocimiento científico, debe de tener una base de conocimientos generales sobre todos los campos de las ciencias, a esto se le llama **cultura científica**. Esta cultura científica no es un mero capricho, es la base sobre la cual se es capaz de soportar todo el conocimiento que se persigue como fin último, químico, físico, biológico, etc. Aquí cabe resaltar que todas las ciencias experimentales tienen como fundamento el modelaje de los fenómenos naturales. Es decir que también estudiamos Física para desarrollar modelos que nos permitan predecir fenómenos macroscópicos con los que hemos tenido contacto toda nuestra vida y, de entrada, lo único

que tenemos que hacer es comprender cuáles son los factores que afectan a un fenómeno en específico y cómo lo podemos modelar. Es decir, vamos a iniciar modelando (matemática y representacionalmente) fenómenos físicos conocidos para después, al estudiar Química, nos sea más fácil la construcción de modelos abstractos para explicar fenómenos químicos.

La presente obra está diseñada para que tú, como estudiante, construyas aprendizajes esenciales de la Física, que utilizarás como universitario y como profesional de la Química, basándonos en un modelo de instrucción conocido como **indagación**. Éste es un enfoque que demanda ciertos compromisos de tu parte: el primero y más importante es que te hagas responsable de tus propios aprendizajes. Si estás comprometido con tu aprendizaje, entonces el trabajo en el laboratorio de Física te ayudará a desarrollar habilidades de pensamiento científico entre las que se encuentran: el cuestionamiento, el pensamiento lógico-matemático, la construcción de modelos que te permitirá interpretar algún fenómeno, el desarrollo de experimentos, la colección y el análisis de datos, la argumentación basada en evidencias, etc.

Este manual consta de once trabajos prácticos que abarcan diferentes temas, algunos se revisan en el curso de Física I y otros en Física II en el tronco común de las carreras de la Facultad de Química de la UNAM. Sin embargo, es importante reconocer que también necesitarás herramientas matemáticas, algunas revisadas en tus cursos de Cálculo y Álgebra, y otras que tendrás que revisar por tu cuenta o con ayuda de tu profesor(a). A continuación, repasaremos la estructura de los trabajos prácticos que se presentan en esta obra, así como algunas recomendaciones generales que te ayudarán al desarrollo de tus prácticas y los informes.

Estructura de las prácticas

Como ocurre en muchos laboratorios, tendrás que trabajar en equipo. Esto NO significa que cada quien hace "algo" y después lo ponen todo junto, de tal manera que es posible ver la desarticulación. Trabajar en equipo, o de manera colaborativa, significa que TODOS los integrantes del equipo

tienen que ponerse de acuerdo, desde el inicio y durante todo el proceso, sobre lo que se va a hacer y cómo se va a hacer; incluso para presentar el informe es importante que TODOS se reúnan y las ideas que presenten sean consensuadas. Tu profesor(a) decidirá el número de integrantes por equipo.

La estructura de las prácticas presentadas consta de seis puntos que se describen a continuación:

¿Para qué me va a servir esta práctica? En esta sección te damos una breve explicación de por qué es importante el tema a estudiar para el profesional de la Química.

Investigación previa. Esta sección es fundamental, porque te indica qué estudiar antes de realizar tu trabajo práctico. Por ello, te recomendamos que realices la investigación y la analices antes de iniciar la práctica.

Problema. Te plantea la pregunta o problema a resolver. Léelo bien y si no comprendes algo es importante que le preguntes a tu profesor(a).

Recomendaciones para resolver el problema. En todas las prácticas se te solicitará un diagrama de flujo en donde indiques el procedimiento que vas a seguir para resolver el problema. Recuerda que ANTES de proceder con tu trabajo experimental, tu profesor(a) debe darle el visto bueno a tu propuesta, por lo que NO podrás iniciar el trabajo sin el consentimiento de tu profesor(a). Para que alcances la resolución del problema más fácilmente, se te plantean algunas preguntas que te guiarán y en todas las prácticas se te pide que elijas una forma de coleccionar y registrar tus datos.

Análisis de resultados. En esta sección se te plantean una serie de cuestiones que te llevarán a reflexionar sobre el análisis de tus datos experimentales, así como la manera de obtener información de los mismos y la forma en que llegaste a ellos. También se te hace una pregunta fundamental: ¿qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

Bibliografía recomendada. Se presenta alguna literatura que te ayudará a llevar a cabo tu investigación previa. Sin embargo, no te pedimos que dependas exclusivamente de ella, puedes hacer uso de otra bibliografía, sólo no olvides citarla de manera adecuada. Para ello te recomendamos revisar la siguiente página electrónica:

<http://www.dgbiblio.unam.mx/index.php/guias-y-consejos-de-busqueda/como-citar>

Indagación

Como ya dijimos, el enfoque que se utilizará en esta obra es el de indagación. Tratemos de entender lo que significa: la indagación científica se refiere a las diversas formas en las cuales los científicos abordan el conocimiento de la naturaleza y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades que puedes realizar y en las cuales desarrollarás conocimiento y comprensión de ideas científicas, así como la manera en la que los científicos estudian el mundo natural. En los **National Science Education Standards** (1996) aparece la siguiente definición:

[La indagación es] una actividad polifacética que implica **hacer observaciones; plantear preguntas;** examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; **planificar investigaciones;** revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales; **utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados** (NRC, 1996; p. 23).

De la definición anterior, lo que está marcado en **negritas** es lo que queremos que desarrolles, principalmente, en este laboratorio. Así pues, podemos decir que la indagación es una serie de estrategias de aprendizaje que involucra un proceso de exploración del mundo natural o material, que permite generar preguntas, hacer experimentos y analizar la evidencia en busca de nuevas comprensiones. La indagación, en relación con la enseñanza

de las ciencias, **debería ser el espejo en el cual se muestra lo que es hacer ciencia** (Llewellyn, 2007).

Bybee (2004) presenta una tabla en donde identifica las capacidades necesarias para hacer indagación científica relacionándolos con los entendimientos que se tienen sobre ella. Es importante que las reconozcas y pienses cuáles de ellas posees y cuáles será necesario que desarrolles en este laboratorio.

Tabla tomada de Bybee (2004)	
Capacidades necesarias para realizar la indagación científica	Entendimientos acerca de la indagación científica
1. Identificar preguntas que puedan ser contestadas a través de la investigación científica.	Diferentes tipos de preguntas sugieren diferentes clases de investigaciones científicas.
2. Diseñar y conducir una investigación científica.	El conocimiento científico actual y el entendimiento guían las investigaciones científicas.
3. Usar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos.	El desarrollo de modelos matemáticos se hace a partir del correcto análisis e interpretación de la evidencia experimental.
4. Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y modelos al utilizar las pruebas.	La tecnología empleada para reunir los datos eleva la precisión y permite a los científicos analizar y cuantificar los resultados de la investigación.
5. Pensar crítica y lógicamente para establecer la relación entre las pruebas y la explicación.	Las explicaciones científicas hacen énfasis en las pruebas, poseen argumentos lógicamente consistentes y utilizan principios científicos, modelos y teorías.
6. Reconocer y analizar explicaciones alternas y hacer predicciones.	La ciencia avanza debido a un escepticismo legítimo.
7. Comunicar procedimientos científicos y explicaciones.	Las investigaciones científicas en ocasiones resultan en nuevas ideas y fenómenos dignos de estudio, generan nuevos métodos o procedimientos para investigar, o desarrollan nuevas técnicas para mejorar la recolección o adquisición de datos.
8. Usar Matemáticas en todos los aspectos de la indagación científica.	

De todas estas capacidades y entendimientos para hacer indagación, una de las más importantes es el reconocimiento y planteamiento de buenas preguntas. Para ello, haremos la siguiente actividad.

¿Cómo hacer preguntas?

Plantear una buena pregunta es todo un arte, pues una buena pregunta generalmente nos llevará a obtener toda la información que queremos.

Para empezar, vamos a plantear una situación que hemos observado con frecuencia. Cuando sacamos una bebida envasada que ha estado suficiente tiempo en el refrigerador para estar muy fría, y la dejamos sobre una superficie, después de algún tiempo podremos notar que se forman pequeñas gotas de agua sobre la superficie exterior del envase. Este fenómeno sucede siempre que el envase esté muy frío y no importa el tipo de material del que esté hecho. Seguramente has visto este fenómeno muchas veces; sin embargo, seguro que hay más de un detalle que no está tan claro. Dale rienda suelta a tu imaginación y, junto con un compañero, trata de plantear al menos tres preguntas sobre el fenómeno.

1. _____
2. _____
3. _____

Decimos que hemos planteado una buena pregunta cuando al menos tenemos alguna idea sobre la respuesta y ésta no es sólo sí o no, o si es posible desarrollar un experimento o investigación para contestarla. Por ejemplo, a la pregunta ¿de qué tamaño es el universo? La verdad es que nadie, ni los científicos tenemos una respuesta clara; sin embargo, a la pregunta ¿cómo funciona una bicicleta? Más o menos tenemos una idea de su funcionamiento y, de hecho, podemos hacer una investigación en la biblioteca sobre las bicicletas y cómo funcionan. También, siempre que se te ocurre una buena pregunta sucede que vienen a tu mente al menos algunas o muchas ideas

sobre actividades que podrías hacer para encontrar la respuesta. Si planteas una pregunta y resulta que no tienes ni la menor idea de una posible respuesta y tampoco se te ocurre qué podrías hacer o en dónde buscar será mejor tomarse un momento para replantearla. Digamos que hacer una buena pregunta es como abrir una puerta y encontrarse frente a uno o varios pasillos que parecen llevar a algún lado, de otro modo nos encontraremos frente a una pared.

Ahora, regresen a las preguntas que plantearon y analicen si para cada una se les ocurren posibles respuestas o hipótesis, si estas respuestas o hipótesis son más o menos elaboradas y no una sola palabra, también discutan qué podrían hacer para contestarlas.

Una pregunta viable para estudiar el fenómeno planteado es ¿cuál es la temperatura máxima a la cual sucede este fenómeno? o ¿de qué tiene que estar hecho el envase para que, en su superficie, se forme el mayor volumen de agua? Así pues, estas preguntas nos llevan a plantear una pequeña investigación, que puede ser meramente bibliográfica o experimental. Para saber si las preguntas están bien planteadas debemos de contestar las siguientes cuestiones:

1. ¿Puedo desarrollar una pequeña investigación para contestar mi pregunta?
2. ¿Cuáles son las hipótesis que puedo plantear para contestar mi pregunta?
3. ¿Qué voy a hacer (desarrollo experimental o bibliográfico) para contestar mi pregunta?
4. ¿Con los resultados obtenidos puedo contestar mi pregunta?
5. ¿Es posible, con base en los resultados obtenidos, plantear nuevas preguntas relacionadas con el fenómeno?

Piensa cuáles serían las respuestas que te llevarían a decidir si tu pregunta está bien planteada o no. Escríbelas y coméntalas con tus compañeros de equipo para llegar a un acuerdo.

Referencias

Bybee, R. W. (2004). Scientific inquiry and science teaching. En Flick, L. B. & Lederman, N. G. (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education* (Chapter 1; pp. 1-14). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Llewellyn, D. (2007). *Inquire within: Implementing inquiry-based science standards in grades 3-8*. Second edition, Corwin Press, Thousand Oaks, CA.

NRC (1996). National Research Council. *National Science Education Standards*. Washington, DC: Academic Press.

RECOMENDACIONES PARA EL LLENADO DEL DIAGRAMA HEURÍSTICO

El diagrama heurístico (DH) es la herramienta que utilizaremos para reportar las prácticas. Ésta te ayudará a autoevaluarte y también a reconocer cuáles son las habilidades de pensamiento científico que estás desarrollando mejor. Como nos interesa que aprendas a utilizarlo, a continuación te daremos algunas recomendaciones para que se te facilite el llenado.

Antes que nada, te recomendamos pensar en la estructura de la práctica y su relación con el DH. En el primer apartado ¿**Para qué me va a servir esta práctica?** Se te dan algunas de las aplicaciones (inciso D2 del DH), te puedes quedar con ellas o buscar algunas otras que te ayuden a completar.

En el segundo apartado, de **Investigación Previa**, se te pide que investigues previamente todos los conceptos (inciso D1) que vas a utilizar para llevar a buen término tu propuesta experimental. Al mismo tiempo, te permitirá contestar la pregunta 3 del inciso D3, relacionada con el posible modelo teórico que te puede ayudar a contestar tu problema.

El tercer apartado de tus prácticas es el **Problema**, éste está redactado de tal forma que puedes plantear tu(s) pregunta(s) (inciso B) de manera simple y no necesariamente tan alejada de lo que se te está solicitando.

En las **Recomendaciones para resolver el problema**, se te plantean una serie de criterios y preguntas que te van a ayudar a diseñar el experimento (inciso E), y también para que puedas hacer de manera correcta el registro de tus datos experimentales (inciso E1).

En el **Análisis de resultados**, también se te plantean una serie de cuestionamientos que te llevarán a realizar un mejor análisis de tus datos

experimentales (inciso E3), pero también te pueden ayudar a identificar el modelo que estás construyendo (inciso D3, preguntas 1 y 2).

Finalmente, en **Bibliografía recomendada**, podrás completar el inciso H. Ahora sí, vamos a ir revisando cada uno de los apartados del diagrama y te daremos algunas recomendaciones, pero siempre ten en cuenta la estructura de tu práctica.

- **Inciso A).** Analiza bien el problema que se te ha asignado. Y con base en tu investigación previa, identifica el fenómeno que se te plantea en el problema.
 - **Inciso B).** Posteriormente, deberás plantearte preguntas que te ayudarán a contestar o solucionar tu problema. Recuerda que el tipo de preguntas que formules es importante, y trata de proponer preguntas del tipo semiabierto. Para ello, es recomendable que junto con su profesor trabajen la actividad de planteamiento de preguntas.
 - **Inciso C).** Ayúdate de las preguntas para poder plantear la hipótesis. Recuerda que una hipótesis es una proposición que te ayuda a dar una posible solución al problema que se planteó.
 - **Inciso D), D1).** Enlista los conceptos que están involucrados en el problema, que previamente investigaste, esto te facilitará ver qué tipo de mediciones necesitas incluir en tu diseño experimental.
- D2) y D3).** Al reconocer los conceptos podrás relacionarlos con otros fenómenos, y así mismo, lograrás reconocer los modelos (físicos o matemáticos) que te permitirán dar solución al problema.
- **Inciso E), E1).** En este apartado es muy importante que consideres los elementos que forman la estructura de la práctica y que te pueden ayudar. Con el punto anterior, te será más fácil plantear tu diseño experimental. Concéntrate en analizar los modelos e identificar, a partir de éstos, las variables que involucran; así como de aquellas

de las que debes hacer mediciones para obtener datos. Teniendo identificadas las variables que vas a medir, ahora debes tomar en cuenta el material de laboratorio con el que puedes contar. Ayúdate de tu profesor para que te asesore sobre el tipo de materiales y equipos, y cuál será el más adecuado para tus mediciones. También te puede asesorar sobre el número de mediciones necesarias para que tu experimento sea realizado bajo condiciones de reproducibilidad y repetibilidad.

E2). Para que se te facilite el tratamiento de datos, se te recomienda ser ordenado y te ayudes de tablas, además de la investigación sobre los conceptos y modelos.

E3). Con los resultados obtenidos del tratamiento de datos, realiza tu análisis.

- **Inciso F).** En cuanto a la conclusión debes asegurarte que esté basada en la hipótesis planteada, es decir, si tus resultados sustentan tu hipótesis y el porqué, de igual forma si no la sustentan y por qué no.
- **Inciso G).** En esta parte, sólo debes colocar las respuestas a las preguntas que te planteaste en el inciso B.
- **Inciso H).** Debes colocar las fuentes bibliográficas que consultaste. Si tienes dudas de sobre como citar, consulta la página <http://www.dgbiblio.unam.mx/index.php/guias-y-consejos-de-busqueda/como-citar>

Finalmente, utiliza la rúbrica de evaluación (columna Pts) para autoevaluarte y trata de ser lo más honesto posible. Anota los puntos de acuerdo con las habilidades del conocimiento que has alcanzado (el máximo valor anotado en la columna). Tu profesor te indicará cómo tomará en cuenta tu autoevaluación.

ESTRUCTURA PARA REPORTAR LAS PRÁCTICAS		
Diagrama heurístico		
Diagrama heurístico sobre: A) ¿QUÉ FENÓMENO(S) ME INTERESA ESTUDIAR?		Pts 3
B) ¿CUÁL(ES) ES(SON) LA(S) PREGUNTA(S) QUE ME INTERESA RESPONDER SOBRE ESE FENÓMENO?		3
C) ¿CUÁLES SON LAS HIPÓTESIS QUE ME AYUDARÁN A CONTESTAR MI(S) PREGUNTA(S)?		3
D) CONCEPTOS	E) METODOLOGÍA	
D1) ¿Qué conceptos me ayudarán a comprender el fenómeno?	E1) ¿Qué procedimiento experimental me ayudará a contestar mi(s) preguntas(as)?	D1 2
		E1 3
D2) ¿Qué otros fenómenos puedo comprender con estos conceptos? (Aplicaciones)	E2) ¿Cómo proceso mis datos experimentales?	E2 3
		D2 2
D3) ¿Es posible construir un modelo con lo que encontré de mis datos experimentales? ¿Por qué? ¿Cuál? -¿Es posible relacionar mis datos experimentales con algún modelo teórico? ¿Cuál? ¿Por qué? -¿Es posible partir de un modelo teórico que me ayude a contestar mis preguntas y plantear mi procedimiento experimental?	E3) ¿Cuál es el análisis que puedo obtener derivado de los datos experimentales?	E3 3
		D3 3
F) ¿CUÁLES SON MIS CONCLUSIONES?		3
G) ¿CUÁL(ES) ES(SON) LA(S) RESPUESTA(S) A MI(S) PREGUNTA(S)?		3
H) REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS De los hechos: De los conceptos: De la metodología:		3
Autoevaluación (total de puntos)/34 puntos posibles		

Rúbrica para evaluar el diagrama heurístico	
Puntos	Características
A) FENÓMENO	
0	No hay fenómenos
1	Se identifica al menos un fenómeno
2	Se identifican más de un fenómeno y al menos un concepto
3	Se identifican fenómenos, conceptos y algunos aspectos metodológicos
B) PREGUNTA	
0	No hay pregunta
1	Hay una pregunta cerrada basada en los fenómenos
2	Hay una pregunta semiabierta basada en los fenómenos y que incluye conceptos
3	Hay una pregunta semiabierta o abierta basada en los hechos, que incluye conceptos y que sugiere aspectos metodológicos
C) HIPÓTESIS	
0	No hay hipótesis
1	Se plantea una frase, pero no tiene estructura de hipótesis
2	Se plantea una hipótesis, pero no considera aspectos metodológicos
3	Se plantean hipótesis y se relacionan con aspectos metodológicos, fenómeno y resultados
D1) CONCEPTOS	
0	No hay conceptos
1	Se presentan conceptos, pero sólo uno o dos tienen relación con el trabajo experimental
2	Se presentan los conceptos básicos para fundamentar el trabajo experimental
D2) APLICACIONES	
0	No hay aplicaciones
1	Se identifican las aplicaciones
2	Se identifican las aplicaciones y el lenguaje
D3) MODELOS	
0	No se especifica ningún modelo
1	Se identifica el lenguaje
2	Se identifica el modelo y se plantea la relación únicamente con los conceptos
3	Se identifica el modelo y se plantea la relación tanto con los conceptos como con los datos experimentales.

Puntos	Características
	E1) PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL
0	No hay procedimiento experimental
1	Hay un procedimiento que no da una respuesta satisfactoria a la pregunta
2	Hay un procedimiento experimental basado en el fenómeno, pero no permite contestar la pregunta
3	Hay un procedimiento experimental basado en el fenómeno y permite contestar la pregunta
	E2) PROCESAMIENTO DE DATOS
0	No hay procesamiento de datos
1	Los datos son procesados de forma incorrecta
2	Los datos son procesados, ya sea a través de tablas o gráficas, pero sin especificar su procedencia
3	Los datos son procesados, ya sea a través de tablas o gráficas, y es claro cómo fueron trabajados y de dónde se obtuvieron
	E3) ANÁLISIS DERIVADO DE LOS DATOS
0	No hay análisis
1	El análisis no incorpora a los datos experimentales
2	El análisis incorpora además de los datos y hace una relación con los conceptos
3	El análisis incorpora a los datos experimentales, además de la relación con los conceptos y el modelo
	F) CONCLUSIONES
0	No hay conclusiones
1	Las conclusiones no involucran los datos, ni la metodología
2	Las conclusiones involucran datos y metodología, pero no se mencionan los límites derivados de la experimentación
3	A partir de los datos, modelos y metodología se determinan los límites y alcances de la investigación, así como las posibles rutas de estudio
	G) RESPUESTA EN LUGAR DE RESULTADO
0	No hay respuesta
1	Hay respuesta y se identifican los errores
2	Hay respuesta y se identifican y explican los errores
3	Hay respuesta y se identifican y explican los errores y se propone una alternativa razonable de solución
	H) REFERENCIAS
0	No hay referencias
1	Hay referencias únicamente de los hechos o de los conceptos, o de la metodología
2	Hay referencias de los hechos y de los conceptos o de la metodología
3	Hay referencias de los hechos, de los conceptos y de la metodología

REGLAMENTO A SEGUIR EN EL LABORATORIO DE FÍSICA

El presente es el reglamento mínimo indispensable para todo aquel sitio en donde se realice trabajo experimental. Su conocimiento es obligatorio para el personal académico, alumnos y trabajadores administrativos.

- 1.** Es necesario que todos los que trabajan en los laboratorios conozcan las zonas de seguridad, las rutas de evacuación, el equipo para combatir siniestros y las medidas de seguridad establecidas en cada laboratorio.
- 2.** Todas las actividades que se realicen en los laboratorios deberán estar supervisadas por un responsable. Los alumnos NUNCA deberán trabajar sin que su profesor(a) esté presente.
- 3.** Para trabajar en los laboratorios es obligatorio que los estudiantes y profesores usen bata y lentes de seguridad, esto último a criterio del profesor. Este equipo será de uso obligatorio. El alumno que no use bata no podrá permanecer en el laboratorio.
- 4.** En los laboratorios queda prohibido: fumar, consumir alimentos o bebidas, el uso de lentes de contacto, audífonos, el uso de zapatos abiertos, gorras, sombreros, cofias, etc. Aquellos estudiantes con cabello largo deberán recogerlo hacia atrás, tampoco están permitidos los flecos.
- 5.** Todas las sustancias, equipos, materiales, etc., deberán ser manejados con el máximo cuidado, atendiendo a las indicaciones de los manuales de uso o de los de seguridad, según el caso.
- 6.** En situaciones de emergencias por incendios, terremotos, derrames o personas accidentadas, dirigirse a la zona de seguridad establecida y activar el servicio de Emergencias 55 (red digital UNAM).

- 7.** Queda prohibido desechar sustancias al drenaje o por cualquier otro medio.
- 8.** Los accesos y mesas de trabajo deberán quedar libres de mochilas, libros, suéteres, etc. Estos deberán colocarse en los anaqueles correspondientes.
- 9.** El préstamo de material deberá ser con una credencial vigente, y con el llenado correspondiente de una papeleta de préstamo. Todos los integrantes del equipo se hacen responsables de la salvaguarda del material y equipo correspondiente. Cualquier daño por negligencia deberá repararse por todos los integrantes del equipo.

PRÁCTICA 1.

MEDIDA DIRECTA Y SU INCERTIDUMBRE

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

La Química es una ciencia experimental y todo el tiempo se hacen experimentos. Con esta práctica conocerás cómo debe informarse de manera adecuada una medida experimental; también aprenderás a manipular estadísticamente los datos obtenidos por medio de experimentos.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga los conceptos metrológicos: medida, mensurando, valor convencionalmente verdadero, magnitud, precisión, exactitud, sesgo y error, repetibilidad, reproducibilidad, varianza e incertidumbre (tipo A, tipo B y combinada, indica cuáles de estas evaluaciones corresponden a términos estadísticos y cuáles a probabilísticos, justifica tu respuesta).
- Indaga el proceso para la construcción de un histograma de frecuencias y relaciónalo con los conceptos sobre parámetros de tendencia central (moda, mediana y media aritmética).
- Averigua la forma correcta para redondear cifras y las operaciones entre cifras significativas.

PROBLEMA

Te será asignado un sistema físico al que debes medirle una propiedad indicada por tu profesor(a) y, de ser necesario, los manuales de cómo funciona el instrumento con que quieres medir. Deberás informar el valor típico de la propiedad indicada, así como toda la información relacionada con la incertidumbre de esta medida. Propón un procedimiento experimental que se encuentre justificado en la propiedad física a medir, así como los requerimientos procedimentales para la obtención de los datos experimentales.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Debes ser cuidadoso y escrupuloso al momento de realizar la práctica, es fundamental para llegar a un buen resultado.
- Diseña un diagrama de flujo en donde quede claro el procedimiento experimental a seguir.
- ¿Consideras que tu diseño experimental cumple con lo solicitado en tu investigación previa?
- ¿Qué consideraciones debes tomar en cuenta en la elección del instrumento?
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- Anota todas las variaciones en tu método de medida (cambio de instrumento, operador, etc.), así como los resultados correspondientes.
- ¿Cómo representarías gráficamente el resultado de tus mediciones?
- ¿Cuál sería la forma adecuada de expresar el resultado de tu trabajo experimental?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué relación encontraste entre los parámetros de tendencia central obtenidos a partir de tus resultados?
- ¿Cómo influyó la elección del instrumento en tu resultado final?
¿Lo cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los enfrentaste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Qué factores tomaste en cuenta para estimar la incertidumbre del resultado final de tu trabajo experimental?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kirkup, L.; Frenkel, R. B. (2006). *An introduction to uncertainty in measurement*. Editorial Cambridge.
- Miranda Martín del Campo, J. (2002). *Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Física. Departamento de Física Experimental, http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval_incert_11208.pdf
- Diario Oficial de la Federación 16/06/1986. Valores numéricos-guía para el redondeo e interpretación de los valores límites.

- Spiegel, M. R.; Stephen, L. J. (2009). *Estadística*. Serie Schaum. Editorial McGraw Hill.
- *Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y términos asociados (VIM)*. Tercera edición, traducción al español (2009).
- Schmid, W. A., Lazos-Martínez, R. J. (2002). *Guía para estimar la incertidumbre de la medición*. Centro Nacional de Metrología, <http://www.lysconsultores.com/Descargar/guiaUdelCENAN.pdf>

PRÁCTICA 2.

MEDIDA INDIRECTA Y SU INCERTIDUMBRE

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

La mayoría de la información experimental en Química no se obtiene de manera directa, sino a través de modelos; por lo que esta práctica te va a servir para conocer cuál es la forma adecuada de informar un resultado experimental que no se mide directamente.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Retoma los conceptos aprendidos de la Práctica 1.
- Investiga la diferencia entre medida directa e indirecta.
- Averigua qué es un modelo en ciencias, da cinco ejemplos e indica cuáles de ellos se construyeron a partir de relacionar variables experimentales.
- Investiga cómo se propaga la incertidumbre para una medida indirecta.

PROBLEMA

Se te asignará una propiedad física para la cual debes proponer un procedimiento experimental que permita cuantificar su valor a través de un modelo matemático.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Reconoce la relación entre variables experimentales para resolver el problema.
- Diseña un diagrama de flujo en donde quede claro el procedimiento experimental a seguir.
- ¿Qué consideraciones debes tomar en cuenta en la elección de los diferentes instrumentos?
- Plantea una estrategia experimental para registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- ¿Cómo tratarás los resultados de tu trabajo experimental para obtener el valor de la propiedad física deseada?
- ¿Cómo propagarías las incertidumbres al resultado del valor de la propiedad física deseada?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final?
¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿La elección de tu modelo matemático fue la adecuada para resolver el problema? ¿Elegirías otro? ¿Por qué?
- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Baird, D. C. (1995). *Experimentación: una introducción a la teoría de mediciones y al diseño experimental*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Schmid, W. A., Lazos-Martínez, R. (2000). *Guía para determinar la incertidumbre para la medición*. CENAM (www.cenam.mx/publicaciones/gratuitas)
- Taylor, J.R. (1997). *An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements*, USA, University Science Books Press.
- Willink, R. (2013). *Measurement uncertainty and probability*. Cambridge: Cambridge University Press.

PRÁCTICA 3.

MODELOS DIRECTAMENTE LINEALES

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

En diversos laboratorios de cada una de las carreras te vas a enfrentar a problemas en los que será necesario graficar datos experimentales y obtener una relación matemática entre ellos. En esta práctica tendrás la oportunidad de aprender a usar el método de los cuadrados mínimos, para obtener una relación lineal entre variables.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga los fenómenos físicos en cuyos modelos muestren una tendencia lineal entre variables, así como los procedimientos experimentales para su determinación. Te recomendamos revises el temario del curso.
- El fundamento del método de los cuadrados mínimos y su empleo para determinar la función que mejor representa la tendencia de datos experimentales.
- Las ecuaciones que identifican al caso lineal cuando se emplea el método de los cuadrados mínimos y la determinación del factor de correlación involucrado.
- Ecuaciones que permiten determinar las incertidumbres asociadas al empleo del método para el caso lineal.

- Consideraciones necesarias para graficar datos experimentales en papel milimétrico.
- Uso de una calculadora para realizar una regresión lineal.

PROBLEMA

Se te asignará un problema relacionado con uno de los fenómenos físicos investigados y del cual deberás encontrar la relación funcional entre variables a través de un análisis gráfico y matemático.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Identifica las variables de las cuales depende la magnitud del mensurando y la forma en que será necesario medirlas.
- Selecciona correctamente los instrumentos de medida que vas a utilizar, lee los correspondientes manuales de operación y practica para familiarizarte con su empleo.
- Señala cuáles son las precauciones que deberás seguir para el manejo adecuado de los instrumentos.
- Propón un desarrollo experimental para resolver el problema.
- Considera que todas las medidas deberán realizarse bajo condiciones de repetibilidad y reproducibilidad.
- Registra los datos experimentales de manera ordenada y los resultados de cálculos involucrados en el desarrollo experimental, ambos con sus respectivas unidades de medida y las fórmulas matemáticas correspondientes.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Con la cantidad de pares de datos que obtuviste, ¿puedes hacer un análisis gráfico o un análisis matemático para obtener un valor

confiable de la razón de cambio entre las variables? ¿Cuál utilizarías y por qué?

- ¿Cómo obtendrías el valor de la pendiente y de la ordenada al origen con sus respectivas incertidumbres en cada método de análisis? Explica.
- ¿Cuál es la expresión analítica que cumple tu modelo experimental?
- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final? ¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los resolviste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?
- ¿Los valores obtenidos del modelo de cuadrados mínimos corresponden a los obtenidos con el uso de la calculadora o de un *software* de hojas de cálculo?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Baird, D. C. (1995). *Experimentación: una introducción a la teoría de mediciones y al diseño experimental*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Bevington P. R.; Robinson D. K. (2003). *Data reduction and error analysis for the physical science*. McGraw-Hill, Inc.

- Miranda-Martín del Campo J. (2000). *Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Física. Departamento de Física Experimental, http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval_incert_11208.pdf
- Rabinovich, S. G. (2005). *Measurement errors and uncertainties: theory and practice*. New York: Springer.
- Taylor, J.R. (1997). *An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements*, USA, University Science Books Press.
- Y cualquier libro de Física de nivel universitario.

PRÁCTICA 4.

RELACIONES DE POTENCIA

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

La solución de problemas relacionados con ciertos fenómenos naturales involucra el uso y aplicación de diferentes estrategias experimentales a través de la propuesta de modelos que permitan su explicación. En esta práctica debes desarrollar una estrategia experimental basada en la experiencia adquirida con las prácticas anteriores, de forma tal que puedas resolver un problema relacionado con la atracción universal que impulsa a los cuerpos hacia el centro de la tierra.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Revisa los métodos experimentales y los modelos relacionados con la obtención de la aceleración de la gravedad **g**. Te recomendamos revisar el temario del curso.
- Investiga qué es un cambio de variable y cómo se utiliza para obtener una relación lineal en funciones de potencia.
- Investiga cómo se debe graficar un cambio de variable para obtener una recta.
- Investiga cuál es el valor de **g** en Ciudad Universitaria o en donde esté ubicada tu escuela.

PROBLEMA

Diseña un experimento que te permita estimar el valor de la aceleración de la gravedad en tu lugar de trabajo.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- ¿Qué consideraciones crees que sean necesarias para el diseño de tu propuesta experimental? Compara las diferentes metodologías y elige la que más te conviene.
- Identifica las variables de las cuales depende la magnitud de interés y la forma en que será necesario medirlas.
- Identifica cuántas cifras significativas deben tener tus magnitudes medidas para un mejor resultado.
- Selecciona correctamente los instrumentos de medida que vas a utilizar, lee los correspondientes manuales de operación y practica para familiarizarte con su empleo.
- Señala cuáles son las precauciones que deberás seguir para el manejo adecuado de los instrumentos.
- Diseña un diagrama de flujo en donde quede claro el procedimiento experimental a seguir.
- Considera que todas las medidas deberán realizarse bajo condiciones de repetibilidad y reproducibilidad.
- Propón una forma sencilla de registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- Registra los datos experimentales de manera ordenada y los resultados de cálculos involucrados en el desarrollo experimental, ambos con sus respectivas unidades de medida y las fórmulas matemáticas correspondientes.

- ¿Qué propondrías para hacer que tus resultados experimentales, al ser graficados, tomen la forma de una línea recta?
- ¿Consideras que tu diseño experimental cumple con lo solicitado en tu investigación previa?
- ¿Cuál sería la forma adecuada de expresar el resultado de tu trabajo experimental?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué ventajas o desventajas presentó la metodología experimental que seleccionaste por sobre las otras? ¿La cambiarías? Justifica tu respuesta.
- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final? ¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿Qué errores sistemáticos encontraste durante el trabajo experimental? ¿Cómo los corregiste?
- ¿Qué parámetros te permiten reconocer si el cambio de variables propuesto fue el adecuado?
- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- El valor que obtuviste de la aceleración gravitacional corresponde al valor convencionalmente verdadero ¿sí o no? Justifica tu respuesta en términos de la incertidumbre.
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kirkup, L., Frenkel, R. B. (2006). *An introduction to uncertainty in measurement*. Editorial Cambridge.
- Miranda Martín del Campo, J. (2002). *Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Física. Departamento de Física Experimental, http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval_incert_11208.pdf
- Oda Noda, B. (2005). *Introducción al análisis gráfico de datos experimentales*. México. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Young, H. D., Freedman, R. A. (2009). *Sears-Zemansky: Física Universitaria con Física Moderna*. Vol. 1. México. Pearson educación.
- Spiegel, M. R., Stephen, L. J. (2009). *Estadística*. Serie Schaum. Editorial McGraw Hill.

PRÁCTICA 5.

LEY DE ENFRIAMIENTO DE NEWTON

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

En las áreas de ingeniería y ciencia de materiales es importante comprender los procesos de transferencia de calor, ya que de ellos dependen procesos difusivos (de materia y energía), de cinética química y de escalamiento de procesos. En este caso en particular estudiaremos cómo construir una curva de enfriamiento que es el caso típico de modelaje de la transferencia de calor.

Esta práctica permite establecer las bases teóricas que te llevarán a comprender diferentes fenómenos dentro del campo de la ciencia química, física y biológica, como son: decaimiento radiactivo, dosis letal 50, descarga de un capacitor, etc.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga cómo se resuelve una ecuación por separación de variables.
- ¿Qué es un valor a la frontera al resolver una ecuación?
- ¿Cuál es la ley de enfriamiento de Newton?
- ¿Qué variables son importantes para la ley de enfriamiento?
- Investiga los conceptos de calor y temperatura y cuál es la diferencia entre ellos.
- Investiga qué enuncia la ley cero de la termodinámica.

PROBLEMA

Se te asignará un material líquido del cual deberás determinar su constante de enfriamiento en las condiciones experimentales reales que se tengan al momento de la realización.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Es importante considerar la temperatura ambiente antes y después del experimento.
- ¿Qué consideraciones debes tomar en cuenta en la elección de los instrumentos?
- Diseña un diagrama de flujo en donde quede claro el procedimiento experimental a seguir.
- ¿Consideras que tu diseño experimental cumple con lo solicitado en tu investigación previa?
- Necesitas identificar las condiciones a la frontera para tu experimento, ¿cuáles consideras que son? ¿Por qué las elegiste y por qué son importantes?
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- ¿Cómo representarías gráficamente el resultado de tus mediciones?
- ¿Cuál sería la forma adecuada de expresar el resultado de tu trabajo experimental?
- ¿Qué propondrías para hacer que tus resultados experimentales, al ser graficados, tomen la forma de una línea recta?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿En qué parte de tu experimento aplicaste tus conocimientos sobre la ley cero de la termodinámica?
- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final?
¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿Qué errores sistemáticos encontraste durante el trabajo experimental?
¿Cómo los corregiste?
- ¿Qué significado físico tienen la pendiente y la ordenada al origen?
Considera las unidades.
- ¿Qué parámetro te permite reconocer si el cambio de variable propuesto fue el adecuado? ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?
- ¿Qué importancia crees que tiene este experimento en la carrera que estudias?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Kirkup, L., Frenkel, R. B. (2006). *An introduction to uncertainty in measurement*. Editorial Cambridge.
- Miranda Martín del Campo, J. (2002). *Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Física. Departamento de Física Experimental, http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval_incert_11208.pdf

- Spiegel, M. R., Stephen, L. J. (2009). *Estadística*. Serie Shaum. Editorial McGraw Hill.
- Ohanian, H. C., Markert, J. T. (2009). *Física para ingeniería y ciencias*, volumen 1. Editorial McGraw Hill.
- Zill, D. G.; Collen, M. R. (2009). *Ecuaciones diferenciales con valores a la frontera*. México, Cengage Learning.
- Levine, I. (1996). *Fisicoquímica*. McGraw Hill. Barcelona, España.

PRÁCTICA 6.

RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

La electroquímica estudia los cambios químicos producidos a través del suministro de una corriente eléctrica y la producción de electricidad generada por reacciones químicas: relojes digitales, teléfonos celulares, calculadoras de bolsillo, etc. En esta práctica aprenderás a medir algunas variables eléctricas y a identificar un material a partir de sus propiedades eléctricas.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga qué características eléctricas presentan los materiales conductores, semi-conductores y aislantes.
- Averigua cómo se miden las magnitudes eléctricas con un multimedidor.
- Indaga qué medidas de seguridad se deben seguir al manejar corriente eléctrica.
- Investiga las propiedades extensivas e intensivas desde el punto de vista eléctrico.

PROBLEMA

Se te asignará un material sólido para que determines algunas de sus características a través de sus propiedades eléctricas.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Diseña un diagrama de flujo en donde quede claro el procedimiento experimental a seguir.
- ¿Qué consideraciones debes tomar en cuenta en el manejo del multimedidor?
- ¿Consideras que tu diseño experimental cumple con lo solicitado en tu investigación previa?
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- ¿Cómo representarías gráficamente el resultado de tus mediciones?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué relación encontraste entre las variables experimentales para caracterizar el material?
- ¿Cuál sería la forma adecuada de expresar el resultado de tu trabajo experimental?
- ¿Cuál es la incertidumbre del modelo propuesto? Este valor es adecuado según tus datos experimentales de entrada.
- ¿Qué criterios o criterio utilizas para aceptar o descartar una pareja de datos experimentales?
- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final? ¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?

- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Bauer, W., Westfall, G. D. (2014). *Física para ingeniería y ciencias con física moderna*. Primera edición. Editorial McGraw Hill.
- Ohanian, H. C., Markert, J. T. (2009). *Física para ingeniería y ciencias*. Editorial McGraw Hill.
- Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (2002). *Física: volumen 2*. México, Editorial Patria.
- Serway, R. A.; Jewett, J. W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*, Séptima edición. Editorial Cengage Learning.
- Wilson, J. D. (1996). *Física*. Segunda edición. Editorial Prentice Hall.

PRÁCTICA 7.

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

Gran parte de los conceptos empleados en Química requieren un adecuado manejo y entendimiento de los principios de conservación de la materia, la energía y la carga eléctrica. En los dos primeros, se plantea que la materia y la energía no se crean ni se destruyen sólo se transforman, mientras que, en el principio de conservación de la carga eléctrica, se plantea que la carga no se crea ni se destruye, sólo se transfiere, en sistemas físicos y químicos convencionales. En esta práctica aprenderás a realizar un balance de carga y energía eléctricas de manera adecuada.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Averigua cómo se miden las magnitudes eléctricas con un multímetro.
- Indaga qué medidas de seguridad se deben seguir al manejar corriente eléctrica.
- Investiga el código de colores utilizado para identificar el valor nominal de los resistores de carbono (puedes apoyarte en el Anexo 1 y, si tu profesor lo considera necesario, realiza el experimento).
- Averigua la forma correcta para construir circuitos eléctricos en serie y en paralelo y cómo se cuantifica el arreglo de resistores.
- Investiga qué enuncia y cómo se representan la ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff.

PROBLEMA

En esta práctica tendrás que resolver tres problemas que están ligados entre sí:

1. Te serán asignados tres resistores eléctricos de carbono, determina el valor nominal de cada uno basado en el código de colores.
2. Para los tres resistores eléctricos anteriores, estima su valor de resistencia eléctrica de manera gráfica.
3. Con los tres resistores eléctricos comprueba el principio de conservación de carga y energía eléctricas.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Es importante que aprendas a utilizar el multímetro y la fuente de alimentación de corriente directa antes de proceder experimentalmente.
- Diseña un diagrama de flujo en donde quede claro el procedimiento experimental a seguir.
- ¿Qué consideraciones debes tomar en cuenta en la elección de los instrumentos?
- ¿Consideras que tu diseño experimental cumple con lo solicitado en tu investigación previa?
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y precisa.
- Recuerda las reglas de seguridad que debes seguir cuando se usa corriente eléctrica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Consideras que el valor estimado de la resistencia eléctrica para cada caso está dentro del valor nominal de los resistores eléctricos?
- ¿Cuál sería la forma adecuada de comparar los resultados de tu trabajo experimental?
- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final? ¿Lo cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Cómo comprobaste matemática y experimentalmente la conservación de la carga y energía eléctricas?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Ohanian, H. C., Markert, J. T. (2009). *Física para ingeniería y ciencias*, volumen 2. México. McGraw Hill.
- Serway, R. A., Jewett, J. W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería con física moderna*, volumen 2. México, Cengage Learning.

PRÁCTICA 8.

CONDUCTIMETRÍA

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

En Química, es fundamental conocer la concentración y la naturaleza de las especies disociadas en un medio acuoso. Para ello se utiliza la conductimetría como técnica que, aprovechando las propiedades eléctricas de las soluciones líquidas, te permite cualificar y cuantificar la concentración de una sal disuelta sin destruir la muestra estudiada.

El desarrollo de esta práctica te permitirá entender el fundamento fisicoquímico que hay detrás de algunos instrumentos de medición que son de uso común en Química (conductímetro, potenciómetros, sensores de gases, etc.).

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga los conceptos: conductancia, conductividad molar y ley de Kohlrausch.
- Investiga el comportamiento gráfico para diversas disoluciones electrolíticas en función de la fuerza de disociación de la sal en medio acuoso y su dependencia con la concentración molar.
- Reconoce las diferentes técnicas experimentales para determinar la conductividad molar y su fundamento físico.

PROBLEMA

Se te entregará una disolución electrolítica de concentración conocida. Identifica la composición química del soluto a través de su comportamiento eléctrico como función de la concentración molar.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Es importante que aprendas a utilizar el multimedidor y la fuente de alimentación de corriente alterna antes de proceder experimentalmente.
- Plantea cómo construirás la celda electrolítica y qué instrumentos emplearás. No olvides justificar cómo utilizarás los instrumentos y el tipo de consideraciones que debes tomar en cuanto a su uso.
- ¿Por qué es necesario utilizar corriente eléctrica alterna en vez de corriente eléctrica directa?
- Diseña un diagrama de flujo en donde quede claro el procedimiento experimental a seguir.
- ¿Consideras que tu diseño experimental cumple con lo solicitado en tu investigación previa?
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- ¿Cómo representarías gráficamente el resultado de tus mediciones?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué criterios empleaste para definir la composición de la sal asignada?
- ¿De qué conceptos termodinámicos depende tu resultado?
- ¿En qué parte de tu experimento aplicaste tus conocimientos sobre la ley de Kohlrausch?
- ¿Cuál sería la forma adecuada de expresar el resultado de tu trabajo experimental?

- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final? ¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Baeza, A, García, A. J. (2011). *Principios de electroquímica analítica*. Colección de documentos de apoyo. UNAM,
- Castellan, G. W. (1987). *Fisicoquímica*. México, Editorial Addison Wesley Iberoamericana.
- Szafran, Z., Pike, R. M., Singh, M. M. (1991). *Microscale inorganic chemistry. A comprehensive laboratory experience*. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Tanaka, J., Suib, S. L. (1999). *Experimental methods in inorganic chemistry*. New Jersey, Prentice Hall.

PRÁCTICA 9.

CAPACITORES Y DIELECTRICOS

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

En la Química de disoluciones, la constante dieléctrica del disolvente es de gran importancia, pues de ella dependen la solubilidad y las propiedades fisicoquímicas de la disolución. Un ejemplo es la constante dieléctrica del agua, cuyo valor depende, entre otras cosas, del momento dipolar de la molécula. El estudio de los capacitores es útil para entender aquellos sistemas en donde existen membranas celulares, dispositivos electrónicos (sin ellos no tendrías batería para tu celular), etc. En esta práctica aprenderás a determinar la constante dieléctrica de un medio, a través de la medida de capacitancia eléctrica de un capacitor y el valor de la permitividad eléctrica del aire.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga por qué es importante determinar la polaridad de un material eléctrico.
- Investiga qué es un capacitor eléctrico y qué importancia tiene su uso en la carrera que estudias.
- Revisa el concepto de capacitancia eléctrica, las formas de medir esta propiedad en un capacitor eléctrico de placas paralelas y cuántos tipos existen.
- Investiga qué es un material dieléctrico y para qué se usa en combinación con un capacitor.
- Investiga cómo es la relación entre la capacitancia eléctrica y la permitividad eléctrica del medio cuando no hay un material dieléctrico entre las placas.

- Investiga cómo es la relación entre las capacitancias eléctricas medidas con, y sin, un material dieléctrico de por medio.
- Investiga qué es un capacímetro y cómo funciona.

PROBLEMA

Se te asignará un material para que determines la constante dieléctrica, así como la permitividad eléctrica del aire.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Propón un procedimiento experimental que contemple los requerimientos necesarios para la obtención de todos los datos experimentales involucrados de manera detallada.
- Diseña un diagrama de flujo donde se muestren todas las etapas involucradas en tu diseño experimental y las condiciones previas de medición cuando se usa o no el material dieléctrico en el capacitor.
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- Organiza los datos experimentales en tablas numeradas y tituladas.
- ¿Cómo representarías gráficamente el resultado de tus mediciones?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La permitividad eléctrica del aire determinada por mínimos cuadrados es similar a la reportada en la literatura? Justifica tu respuesta.
- Considerando los casos sin dieléctrico y con dieléctrico, ¿las incertidumbres determinadas con el método de mínimos cuadrados y la ley de propagación de la incertidumbre son parecidos? Explique a

detalle mencionando, según su criterio, cuál de los métodos empleados es mejor y por qué.

- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos de medición empleados en tu resultado final? ¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?
- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Gieck, K. (1995). *Manual de fórmulas técnicas*. Alfaomega Grupo Editor.
- Loren G. H. (1968). *Principios de Química*. Barcelona, Editorial Reverté.
- Ohanian, H. C., Markert, J. T. (2009). *Física para ingeniería y ciencias*, Volumen 2. Tercera edición. Editorial McGraw Hill.
- Serway, R. A., Jewett, J. W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*, Volumen 2. Séptima edición. Editorial Cengage Learning.
- Zumdhal, S. S. (2003). *Chemical Principles*, Boston, Editorial Houghton Mifflin Company.

PRÁCTICA 10.

CIRCUITO RC

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

En Bioquímica metabólica y Biología celular, resulta fundamental comprender y modelar los mecanismos fisicoquímicos mediante los cuales las células intercambian sustancias como iones, aminoácidos y glucosa con el medio circundante. En este ámbito, el modelo más sencillo es el que ofrecen los circuitos de Resistores y Condensadores (RC).

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga cómo se carga y descarga, eléctricamente, un capacitor electrolítico como función del tiempo.
- Investiga cómo se relacionan la resistencia eléctrica y la capacitancia eléctrica en un circuito RC.
- Averigua la forma correcta para construir un circuito RC.

PROBLEMA

Tu problema consiste en determinar, experimental y gráficamente, la constante de tiempo característico de un circuito RC en el proceso de carga y descarga eléctrica de un capacitor electrolítico en un circuito.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Propón un procedimiento experimental que contemple los requerimientos necesarios para la obtención de todos los datos experimentales involucrados de manera detallada.

- Diseña un diagrama de flujo donde se muestren todas las etapas involucradas en tu diseño experimental y las condiciones previas de medición.
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y sistemática.
- ¿Cómo representarías gráficamente el resultado de tus mediciones?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál es el comportamiento gráfico de la diferencia de potencial eléctrico (DV) como función del tiempo?
- ¿Qué cambio de variable sugieres para linealizar la gráfica y obtener más fácilmente el modelo analítico de comportamiento?
- ¿Qué parámetros tiene la ecuación obtenida? ¿Qué unidades tienen estos parámetros? ¿Qué interpretación puede darles?
- ¿Cuál de las gráficas se parece a alguna curva ya estudiada en los experimentos anteriores?
- ¿Qué relación tienen los parámetros obtenidos con los valores nominales o medidos de la resistencia eléctrica y el capacitor electrolítico utilizado? Toma en consideración las incertidumbres obtenidas para los parámetros y las tolerancias de los valores nominales de los componentes o las incertidumbres de las mediciones que realizaste de éstos.
- ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos de medición empleados en tu resultado final? ¿Los cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?

- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Resnick, R., Halliday, D. (1994). *Física*. Editorial Compañía Editorial Continental.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H. (1998). Freedman, R.; *Física universitaria*. México, Editorial Addison Wesley Iberoamericana.
- Serway, R. A. (1996). *Física*. México, Editorial McGraw Hill.
- Jaramillo, G., Alvarado, A. (2004). *Electricidad y magnetismo*. México, Editorial Trillas.

PRÁCTICA 11.

EL MAPEO DE LA INTENSIDAD DEL CAMPO MAGNÉTICO EN LAS VECINDADES DE UNA BOBINA CON CORRIENTE ELÉCTRICA DIRECTA

¿PARA QUÉ ME VA A SERVIR ESTA PRÁCTICA?

Uno de los factores de los cuales depende la vida en la Tierra es el campo magnético terrestre. Los campos magnéticos son utilizados en diversas áreas científicas y tecnológicas, en especial en la Química los utilizamos para la identificación de sustancias, así como para la caracterización estructural de los materiales. Para ello es fundamental entender las propiedades magnéticas de éstos, las cuales dependen del espín electrónico.

Entre las aplicaciones más conocidas se encuentran el uso de imanes, la resonancia magnética en Medicina y en Química; en general, todo instrumento electrónico hace uso de este campo.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga los siguientes tópicos:
 - Generación de campo magnético a partir del movimiento de cargas eléctricas.
 - Intensidad del campo y líneas de campo magnético.
- ¿Qué es una bobina y cuál es su funcionamiento?
- Investiga cómo representar gráficamente un campo vectorial.

PROBLEMA

Construye un mapa de la intensidad de campo magnético generado por la corriente eléctrica que circula en una bobina.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Es importante que aprendas a utilizar el sensor de campo magnético y recordar el manejo adecuado de la fuente de alimentación de corriente directa antes de proceder experimentalmente.
- Establece las condiciones eléctricas adecuadas para operar la bobina.
- Propón un procedimiento experimental que te permita construir el mapa de campo magnético.
- Plantea una estrategia para registrar tus datos de manera clara y sistemática.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Por qué es conveniente usar, en la bobina, corriente directa y no corriente alterna?
- ¿Por qué el sensor de campo magnético se coloca perpendicular al plano de la bobina?
- ¿Cuál es la forma de la curva de mapeo del campo magnético de la bobina? ¿Concuerda con la forma que esperabas? ¿Cómo influyó la elección de los instrumentos en tu resultado final? ¿Lo cambiarías? Justifica tus respuestas.
- ¿Qué factores, no considerados al inicio del trabajo experimental, influyeron en tu resultado final? ¿Cómo los afrontaste y qué decisión tomaste ante ellos?

- ¿Consideras que el resultado final de tu trabajo experimental es repetible o reproducible? ¿Por qué?
- ¿Qué aprendizaje adquiriste después de realizar esta práctica?

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Amiri, F., Jeffery, R. N. (2004). *Simple experiments to study the Earth's magnetic field*. *The Physics Teacher*. 42: 458-461.
- Herrmann, F., Hauptmann, H., Suleder, M. (2000). Representations of electric and magnetic fields. *American Journal of Physics*. 68: 2, 171-174.
- Marsden, J. E., Tromba, A. J. (2004). *Cálculo vectorial*. México. Pearson-Addison Wesley.
- Reinhard, R., Khan, E. A., Akyüz, A. O., Johnson, G. M. (2008). *Color imaging: fundamentals and applications*. Editorial AK Peters Ltd.
- Young, H. D (1998). *Física universitaria: Sears y Zemansky*. Addison Wesley Iberoamérica.

***Experimentos para la enseñanza de la Física
con un enfoque de indagación***

es una obra editada por la Facultad de Química.
Se terminó de imprimir el 6 de noviembre de 2017
en los talleres de GRÁFICA PREMIER, S.A. DE C.V.,
5 de Febrero núm. 2309, Colonia San Jerónimo Chicahualco,
C. P. 52170, Metepec, Estado de México.

Se tiraron 500 ejemplares, en papel couché mate de 100 g.
Se utilizó en la composición la familia tipográfica Futura STD.
Tipo de impresión: offset.

La publicación de esta obra fue posible gracias al apoyo de la
Coordinación de Comunicación, a través de los Departamentos Editorial y
de Información (Taller de Imprenta).

El cuidado de la edición estuvo a cargo de la
Lic. Brenda Álvarez Carreño
Diseño de portada e interiores:
DG Norma Castillo Velázquez.

**Publicación autorizada por el
Comité Editorial de la Facultad de Química.**

Noviembre de 2017

Autores:

Ricardo Alfaro Fuentes

Patricia Avilés Mandujano

Rafael Alejandro Castro Blanco

Carlos Cosío Castañeda

María Teresa Flores Martínez

María de los Ángeles González Arredondo

Raúl Ortega Zempoalteca

Kira Padilla Martínez

Filiberto Rivera Torres

