

Laboratorio de Óptica.

Versión 4.0

Héctor Cruz Ramírez^{1*}

Ayudante actual:

Itzel Ileana Julio Borja^{2†}

Colaboradores:

Antonio Alfonso Rodríguez-Rosales³

Ayudantes anteriores:

Samuel Corona Aquino, Javier Alejandro López Alfaro,

Jorge Arturo Monroy Ruz, Francisco Javier Morelos Medina

¹Instituto de Ciencias Nucleares, ²Instituto de Investigaciones en Materiales,
³CICTEG

*hector.cruz@ciencias.unam.mx, †itzel.julio@comunidad.unam.mx

enero 2020

Índice

1. Objetivos del curso	2
2. Cupo del curso	2
3. Plan de trabajo	3
4. Horario y fechas	3
5. Lista de prácticas	3
6. Evaluación	4
6.1. Reglas del desarrollo de la práctica y la calificación de los reportes	4
6.2. Reglas para la evaluación de la exposición del proyecto final . . .	6
6.3. Formato de los reportes	6
7. Libros	7
8. Agradecimientos	7

1. Objetivos del curso

En la labor profesional de un físico se considera, comúnmente, que existe una división: Física Teórica y Física Experimental; y que además, cada científico debe elegir en que parte de esta división se va a desarrollar profesionalmente. Sin duda, si existen claras diferencias entre ellas, y esas diferencias son definidas por los trabajos específicos que se desarrollan en cada una de ellas. Podría darse el caso de físicos teóricos que sean ajenos a los avances tecnológicos o no busquen una vinculación con el experimento respecto a su trabajo; o el caso de físicos experimentales que no tengan un conocimiento sólido del modelo en que este basado su experimento o no tengan conocimiento de como trabajan sus instrumentos de medición. El consejo es: no llegar a alguno de esos casos extremos; ya que, si existe una relación de retroalimentación entre ambas. Los resultados de esta relación podría resumirse en tres: 1. generación de nuevos modelos o teorías, 2. desarrollo de nuevas técnicas o nuevos instrumentos de medición, y 3. desarrollo tecnológico (aparatos de uso cotidiano que pueden usar todas las personas).

Por dicho anteriormente, **el primer objetivo** de estas notas será que el estudiante adquiera experiencia en el diseño de un experimento para comprobar un modelo de un fenómeno físico o una consecuencia de ello. Debe quedar claro que cada arreglo experimental dependerá de la comprobación que se pretenda realizar. Para realizar un experimento se deben aprender ciertos conocimientos específicos, lo cual nos lleva a los tres objetivos siguientes. El **segundo objetivo** consiste en adquirir conocimientos en el uso de algunos instrumentos utilizados en todos los laboratorios, como ejemplos serían: detectores (instrumentos de medición), osciloscopios (instrumentos de adquisición de datos), cables y consolas de control de motores o láseres (instrumentos de control). El **tercer objetivo** de las notas consiste en una introducción a la instrumentación de sensores con las nuevas tecnologías disponibles en el mercado, las cuales permiten una rápida implementación de estos sensores teniendo un conocimiento básico de electrónica. Un **cuarto objetivo** sería la integración (control y adquisición de datos) de todos los instrumentos utilizados con una computadora. Este proceso recibe el nombre de *automatización* con un lenguaje de programación. Por otro lado, para tener criterios para comprobar que un experimento es exitoso, se propone un **quinto objetivo** que consiste en una introducción al análisis estadístico de los datos experimentales.

2. Cupo del curso

El cupo del curso es de 18 alumnos.

3. Plan de trabajo

El plan de trabajo consiste:

1. Realizar al menos 11 prácticas en el laboratorio; y entregar los correspondientes reportes (por equipo). En la página *web* se encontraran unas *notas* que servirán de guía para el estudiante. Es responsabilidad del estudiante consultarlas antes. La fecha de realización de la práctica por equipo y su entrega se indica en un calendario de actividades, el cual será proporcionado por los profesores.
2. Llevar una bitácora.
3. Realizar un proyecto final. Se presentará el proyecto y sus resultados mediante una exposición (en total serán 12 prácticas).

4. Horario y fechas

El horario se encuentra indicado en la página *web* del curso. Un mes antes de la primera semana de exámenes finales el estudiante planteará propuestas para la práctica libre. En las tres últimas sesiones (antes de la primera semana de exámenes finales) se realizará la práctica final. El alumno se podrá ayudar de las revistas *American Journal of Physics* y *Phys. Teacher* de la AAPT o del libro Kraftmakher[1], para obtener proyectos interesantes. También, existe la opción de realizar una práctica de la “lista de prácticas” (ver más abajo) que no sea haya realizado en el curso. **La calificación se entregará la primera semana de exámenes finales.**

5. Lista de prácticas

La lista de prácticas:

Preparación básica de laboratorio.

1. Labview I: introducción a conceptos básicos.
2. Labview II: *ARDUINOS* con *LabVIEW* (Sensores).
3. Labview III: cámaras *WEB* con *LabVIEW* (arreglo bidimensional de sensores).
4. Laboratorio I: equipos del laboratorio.
5. Laboratorio II: introducción a la medición e incertidumbre.

Óptica geométrica

1. Óptica geométrica I: la Ley de la Reflexión y la Ley de la Refracción.
2. Óptica geométrica II: lentes e imágenes.

Elementos dispersivos

1. Elementos dispersivos I: prisma.
2. Elementos dispersivos II: rejilla de difracción.

Fuentes de luz

1. Fuentes I: haces gaussianos.
2. Fuentes II: fuentes lambertianas.

Polarización

1. Polarización I: ley de Malus y ángulo de Brewster.
2. Polarización II: medición de los parámetros de Stokes.
3. Polarización III: actividad óptica.

Interferencia y difracción

1. Interferencia y difracción I: experimento de Young.
2. Interferencia y difracción I: interferómetro de Michelson.

Óptica de Fourier

1. Óptica de Fourier I: transformada de Fourier.
2. Óptica de Fourier II: filtraje espacial.

6. Evaluación

La evaluación consiste:

1. Revisión de la bitácora al final del curso (8 % de la calificación total).
2. Entregar el reporte por escrito (70 % de la calificación total), el cual será uno por equipo de trabajo.
3. Realizar la práctica libre. El equipo de alumnos deberá presentar una propuesta y después desarrollarla. La implementación de la práctica dependerá si existen los materiales y equipo necesarios en el laboratorio (22 % de la calificación total).

6.1. Reglas del desarrollo de la práctica y la calificación de los reportes

1. La responsabilidad de cada alumno será presentarse en cada sesión de laboratorio. El curso es presencial y no a distancia.
2. Se integrarán equipos (lo óptimo es tres estudiantes) por mesa. Los reportes de la prácticas se entregán por equipo.

3. Será responsabilidad de cada alumno llevar la bitácora día a día. No será argumento para no entregar algún reporte el que un compañero se lleve los datos.
4. El alumno que no asista a ninguna de las sesiones para una determinada práctica, no tendrá derecho a incluirse en el reporte de equipo. Habiendo una penalización de 3 puntos menos para el equipo que incluya a algún compañero en tales condiciones.
5. No se aceptarán reportes escritos a mano y los enviados por correo electrónico (sólo podrá hacerse en el caso que el profesor lo indique).
6. Las prácticas son de 1 a 3 sesiones. El alumno que no asista a alguna sesión durante el desarrollo de una práctica se hará acreedor a dos puntos menos en la calificación del reporte por cada falta que este acumule. En el caso de llegar después de 8:00 am se hará acreedor a un punto menos de la calificación del reporte. Si falta a todas las sesiones tendrá calificación de 0.
7. Medio punto menos por día de retraso en la entrega del reporte, después de la fecha acordada.
8. El horario de las sesiones para realizar las prácticas son los establecidos por la facultad. No se podrá dar servicio fuera de estos horarios para realizar las prácticas; sin embargo, el alumno podrá ir a la oficina de los profesores a consultar cualquier duda.
9. Todos los alumnos que integren un equipo de trabajo deberán comprometerse a que se realice con éxito la práctica de laboratorio, por lo cual, si algún alumno esta realizando otra actividad en la sesión de laboratorio (por ejemplo, llegar a dormir o haciendo tareas de otras materias o platicando con otros compañeros) se bajará dos puntos de la calificación de la práctica correspondiente a todo el equipo. Esta penalización se aplicará por cada sesión que realicen esto; sin embargo, todos trabajan y terminan sus objetivos por sesión podrán retirarse antes de que finalice la sesión de laboratorio.
10. Es responsabilidad de cada equipo llegar temprano y pedir el material y equipo. Normalmente, no se entrega el material y el equipo después de media hora que inicio la clase. Claramente el laboratorista podrá dar material y equipo adicional a lo largo de la clase. El material y equipo se entrega 15 minutos antes de terminar la clase. Por seguridad existen materiales y equipos que sólo se prestarán a los alumnos con previa autorización del profesor.
11. No podrá realizarse dos prácticas al mismo tiempo por seguridad, ya que permitirlo implicaría demasiado material y equipo en una sola mesa.

6.2. Reglas para la evaluación de la exposición del proyecto final

Respecto al formato (al menos debe contener) de la *presentación*:

1. objetivos,
2. marco teórico,
3. arreglo experimental,
4. protocolo experimental y resultados experimentales,
5. conclusiones (en base a los objetivos),
6. referencias.

Reglas operacionales:

1. cada equipo tendrá un tiempo de 15 min como máximo para exponer su trabajo,
2. 3 min de preguntas,
3. y al menos un integrante de cada equipo tendrá que hacer una pregunta al equipo que expone,
4. un sólo integrante del equipo expondrá y los demás le podrán ayudar a contestar las preguntas,
5. enviar su presentación en formato PDF un día antes de la fecha pactada, y antes de las 5pm (gracias).

Al final se darán las calificaciones finales y un *tour* al laboratorio de óptica cuántica.

6.3. Formato de los reportes

Los reportes de las prácticas serán entregadas en impresiones. Cada reporte deberá contener, al menos, lo siguiente

Título: normalmente es el mismo título de las notas de la práctica.

Autores: los nombres de los alumnos que participaron en la realización de la práctica.

Resumen: descripción breve del experimento mencionado los objetivos y si estos fueron alcanzados.

Introducción y/o Teoría: establecer bien los objetivos (claramente), una descripción histórica (opcional) y mencionar explícitamente la importancia de realizar el experimento. También en esta sección podrá describir todos los elementos teóricos (o podrá escribirlo en otra sección a parte, esto es opcional) necesarios para entender el experimento que se realizó. Cada afirmación teórica debe ser sustentada en un cálculo o en una cita a una referencia.

Experimento: descripción del arreglo experimental (no enlistar el material y equipo), escribir con detalle el protocolo experimental (incluido el análisis estadístico de datos experimentales) y a su vez exponer los resultados obtenidos (no colocar tablas con la lista de datos experimentales) mediante una gráfica. Sólo escribir los datos experimentales importantes con su incertidumbre asociada.

Conclusiones: las conclusiones deben ser en relación a los objetivos y estar basadas en un análisis estadístico.

Referencias: cada una de las referencias enlistadas deberán ser citadas dentro del texto.

7. Libros

El libro básico de óptica para estudiantes licenciatura es (a criterio de los profesores) *Modern Optics*[2]; de igual forma se puede consultar en libro clásico de *Optics*[3]. Existe un excelente libro de consulta, usado por profesionales en óptica, el cual es *Fundamentals of photonics*[4]. Para análisis de datos experimentales se pueden usar los siguientes libros: [5] y [6]. En las notas de las prácticas se incluirán más referencias a libros.

8. Agradecimientos

Estas notas fueron realizadas con el apoyo de los proyectos:

1. PAPIME PE105920 (versión 4).

Referencias

- [1] T. Kraftmakher, "Experiments and Demonstrations in Physics (Bar-Ilan Physics Laboratory)," World Scientific (2007).
- [2] B.D. Guenther, "Modern Optics," Oxford University Press; 2 edition (2015).
- [3] E. Hecht, "Optics," Addison-Wesley; 4 edition (2001).
- [4] B.E.A. Saleh y M.C. Teich, "Fundamentals of photonics," Wiley-Interscience; 2 edition (2007).



- [5] J. R. Taylor, "An Introduction to Error Analysis," University Science Books (1997).
- [6] W. R. Leo, "Techniques for nuclear and particle physics experiments," Springer-Verlag (1994).