

Grado en Optica y Optometría **26801 - Física**

Guía docente para el curso 2012 - 2013

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 9.0

Información básica

Profesores

- **Jesús Atencia Carrizo** atencia@unizar.es

- **María del Pilar Arroyo De Grandes** arroyo@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para seguir adecuadamente esta materia es muy conveniente haber cursado las asignaturas de Física y de Matemáticas de 2º de Bachiller.

Por otra parte, durante el curso es imprescindible el estudio y el trabajo continuados para poder seguir la evolución de las clases de teoría y participar en la resolución de problemas, de forma que se puedan abordar adecuadamente las pruebas de evaluación escritas al final de cada cuatrimestre.

Es obligatoria la asistencia a las prácticas de laboratorio y la elaboración y presentación con puntualidad de los informes de prácticas.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Para superar las prácticas de laboratorio se tendrá en cuenta, en primer lugar, que es obligatorio haber asistido a las diez sesiones detalladas en el apartado de actividades y se valorarán especialmente los resultados obtenidos, la calidad del informe correspondiente y la actitud del estudiante en el laboratorio.

Las fecha de la prueba global escrita en las convocatorias oficiales puede consultarse [aquí](#).

El calendario semanal de realización de prácticas se hará público a principio de curso por el Coordinador del Grado y puede ser consultada por los alumnos matriculados en la [web de la asignatura](#).

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

1:

Enuncia, sintetiza, analiza, relaciona y aplica los principios y fundamentos básicos de Física: Mecánica, Elasticidad, Fluidos, Ondas, Electricidad y Magnetismo.

2:

Resuelve problemas físicos aplicando modelos e interpreta cuantitativa y cualitativamente los resultados obtenidos.

3:

Expresa adecuadamente en fondo y forma, empleando notación científica, unidades y órdenes de magnitud, los métodos, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos en los casos propuestos para su estudio.

4:

Es capaz de hacer un uso adecuado de la instrumentación de laboratorio básica en Física.

5:

Elabora informes de laboratorio con un tratamiento adecuado de los datos experimentales.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura es anual y está programada en Primer Curso. Es de formación básica propia tanto de la Rama de Ciencias como de la de Ciencias de la Salud y capacita para las siguientes competencias:

* Enunciar, sintetizar, analizar, relacionar y aplicar los principios y fundamentos básicos del comportamiento de los fluidos y los fenómenos de superficie.

* Enunciar, sintetizar, analizar, relacionar y aplicar los principios y fundamentos básicos de los fenómenos ondulatorios a partir de las oscilaciones y de las ondas mecánicas.

* Enunciar, sintetizar, analizar, relacionar y aplicar los principios y fundamentos básicos de los campos eléctricos y magnéticos hasta llegar al campo electromagnético y las ondas electromagnéticas.

* Manejar con soltura y precisión el material y técnicas básicas de laboratorio.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Se pretende, con la docencia de esta asignatura, mostrar los conceptos básicos de la Física para la adecuada comprensión de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia para el Óptico Optometrista

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Los contenidos de esta materia sirven de base para otras del mismo curso y cursos posteriores como "Tecnología Óptica I", "Optica Física", "Instrumentos Ópticos y Optométricos", "Tecnología Óptica II", "Tecnología Óptica III" y "Radiometría, fotometría, color y fotografía".

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

1:

Manejar con soltura la notación básica y el lenguaje empleados en física.

- 2:** Enunciar, sintetizar, analizar, relacionar y aplicar los principios y fundamentos de las leyes básicas de la física.
- 3:** Enunciar, sintetizar, analizar, relacionar y aplicar los principios y fundamentos básicos de: el comportamiento de los fluidos y los fenómenos de superficie, los fenómenos ondulatorios a partir de las oscilaciones y las ondas mecánicas, los campos eléctricos y magnéticos hasta llegar al campo electromagnético y las ondas electromagnéticas.
- 4:** Adquirir, desarrollar y ejercitarse en las destrezas necesarias para el trabajo de laboratorio y la instrumentación básica en Física de interés en Optica y Optometría.
- 5:** Interpretar cualitativa y cuantitativamente los datos de un experimento a partir de su modelo físico.
- 6:** Analizar, sintetizar y gestionar la información de forma científica.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Las competencias que forma esta asignatura son relevantes porque contribuyen al conocimiento básico de los sistemas físicos y su funcionamiento mediante el análisis de los fenómenos y procesos físicos más elementales desde el punto de vista científico, que permiten disponer de las herramientas conceptuales precisas para la comprensión de la interacción entre la luz y la materia, de especial interés para el Optico Optometrista.

Además, llevan implícito el desarrollo, en el estudiante, de habilidades de pensamiento de orden superior como el razonamiento, la solución de problemas y el pensamiento crítico. Como asignatura de formación básica que es, sirve de sustento a un amplio grupo de asignaturas de cursos posteriores.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:** El estudiante que *asista regularmente* a las actividades de aprendizaje propuestas por el profesor, deberá:
- 1 Realizar una prueba teórico-práctica global presencial escrita al final de cada cuatrimestre, o al final del curso, según calendario de [exámenes](#) de la Facultad de Ciencias. La calificación media de las pruebas cuatrimestrales ó la de la prueba final contará hasta un 80% en la nota final, y debe ser aprobada independientemente del resto de actividades.
 - 2 Resolver y defender en la pizarra alguno de los problemas propuestos. La participación en esta actividad es voluntaria y puede contar hasta el 15 % en la nota final.
 - 3 Realizar las diez [prácticas de laboratorio](#) en el calendario propuesto a principio de cada curso por el Coordinador del Grado. Elaborar un informe por cada una de las diez [prácticas de laboratorio](#) realizadas. La calificación media de las prácticas contará hasta un 20 % en la nota final. Las prácticas deben ser aprobadas de forma independiente al resto de actividades. En caso de suspender las prácticas, se realizará un examen de prácticas de laboratorio una vez superado el examen teórico-práctico global.
- 2:** El estudiante que *no asista regularmente* a las actividades de aprendizaje propuestas por el profesor, deberá:

1 Realizar una prueba teórico-práctica global presencial escrita al final de cada cuatrimestre, o al final del curso, según calendario de [exámenes](#) de la Facultad de Ciencias. La calificación media de las pruebas cuatrimestrales ó la de la prueba final contará hasta un 80% en la nota final, y debe ser aprobada independientemente del resto de actividades.

2 Realizar las diez [prácticas de laboratorio](#) en el calendario propuesto a principio de cada curso por el Coordinador del Grado. Elaborar un informe por cada una de las diez [prácticas de laboratorio](#) realizadas. La calificación media de las prácticas contará hasta un 20 % en la nota final. Las prácticas deben ser aprobadas de forma independiente al resto de actividades. En caso de suspender las prácticas, se realizará un examen de prácticas de laboratorio una vez superado el examen teórico-práctico global.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Sesiones teóricas que consistirán, fundamentalmente, en lecciones magistrales participativas.

Sesiones de resolución de problemas, en las que los alumnos realizarán y defenderán en la pizarra una selección de problemas propuestos, debatiendo los problemas encontrados y las soluciones planteadas con el profesor y el resto de compañeros.

Las *sesiones de laboratorio* (en número de diez), consistirán en la realización, por parejas, de lo detallado en el [programa de prácticas](#) y en la elaboración de un informe contenido los resultados obtenidos en las mediciones y las respuestas a las preguntas planteadas en el correspondiente guión. En la elaboración de dicho informe, los alumnos deben cumplir lo establecido en las [Normas](#) correspondientes. Además, con el fin de que cuando los alumnos lleguen al laboratorio ya tengan una idea previa del trabajo a realizar, dispondrán previamente de un detallado guión de las prácticas donde se explican los fundamentos teóricos de las mismas y los dispositivos experimentales que se van a utilizar.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

Sesiones teóricas y prácticas de resolución de problemas en el aula

Al comenzar cada tema, se le proporciona al alumno, tanto el contenido teórico que el profesor va a exponer en clase como una colección de unos veinte ejercicios, de los cuales se resuelven en el aula la mitad, aproximadamente, quedando el resto para trabajo no presencial del estudiante.

Los ejercicios elegidos para resolución en el aula deben ser realizados por los alumnos previamente a la clase correspondiente, en la que los alumnos deben realizar en la pizarra y defender uno de los ejercicios propuestos.

2:

Prácticas de laboratorio

Antes de comenzar el periodo de prácticas el alumno dispondrá de un cuaderno con los guiones de las diez prácticas que tiene que realizar en el laboratorio, así como una información preliminar sobre la correcta presentación de los informes que deberá entregar.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El [calendario de sesiones presenciales](#) es el fijado por la Facultad de Ciencias.

La fecha de realización de cada una de las prácticas de laboratorio se hará pública a principio de curso por el Coordinador del Grado y puede ser consultada por los alumnos matriculados en la [web de la asignatura](#).

Programa de Teoría

1.- MAGNITUDES FÍSICAS Y SU MEDIDA. Medida de magnitudes. Dimensiones. Cálculo de incertidumbres experimentales. Dependencias lineales.

2.- CÁLCULO VECTORIAL. Magnitudes escalares y vectoriales. Sistemas de coordenadas. Componentes de un vector. Operaciones con vectores.

3.- MECÁNICA. Trayectoria, velocidad y aceleración. Movimiento circular. Leyes de Newton. Fuerza de rozamiento. Fuerzas dependientes de la velocidad. Momento lineal y momento angular. Trabajo y potencia. Energía cinética. Fuerzas conservativas; energía potencial. Principios de conservación: momento lineal y energía.

4.- ELASTICIDAD. Esfuerzos y deformaciones; módulo de Young. Resistencia a la flexión. Deformación por esfuerzo de corte. Deformación por compresión uniforme. Relación entre deformación longitudinal y transversal.

5.- PROPIEDADES TÉRMICAS DE LA MATERIA. Definición de temperatura; termometría. Dilatación térmica. Capacidad calorífica. Cambios de fase. Transmisión de calor.

6.- FLUIDOS. Ecuación de continuidad; flujo estacionario. Ecuación de Bernouilli. Fluido viscoso. Flujo laminar y turbulento. Fuerzas de cohesión en líquidos: tensión superficial.

7.- MOVIMIENTO ARMÓNICO. El oscilador armónico simple. Energía en un MAS. Oscilaciones anarmónicas. Relación del MAS con el movimiento circular. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones amortiguadas y forzadas; resonancia.

8.- MOVIMIENTO ONDULATORIO. Propagación de una perturbación en un medio elástico. Ondas longitudinales y ondas transversales. Ecuación de propagación de ondas. Energía e intensidad del movimiento ondulatorio. Interferencia de ondas periódicas. Reflexión y refracción. Polarización. Ondas estacionarias.

9.- CAMPO ELECTROSTÁTICO. Campo y potencial eléctrico. Teorema de Gauss. Energía electrostática. Conductores. Dipolos. Dieléctricos.

10.- CORRIENTE ELÉCTRICA. Densidad de corriente. Intensidad. Diferencia de potencial y fuerza electromotriz. Ley de Ohm. Efecto Joule.

11.- CAMPO ELECTROMAGNÉTICO. Campo magnético. Fuerza de Lorentz. Ley de Biot y Savart. Forma integral de la ley de Ampére. Ley de Faraday-Lenz. Ecuaciones de Maxwell. Ondas planas electromagnéticas. Vector de Poynting. Naturaleza electromagnética de la luz.

12.- FÍSICA CUÁNTICA. Radiación térmica. Cuerpo negro. Hipótesis de Planck. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. La función de ondas. Principio de superposición. Relaciones de indeterminación. Ecuación de Schrödinger.

Programa de Prácticas de Laboratorio

1.- Medida de longitudes y ángulos

2.- Densidad de sólidos y líquidos. Tensión superficial.

3.- Medida del coeficiente de dilatación de sólidos.

4.- Medida de la constante de un muelle.

5.- Oscilaciones forzadas. Resonancia mecánica.

6.- Propagación de ondas armónicas.

- 7.- Ondas estacionarias.
- 8.- Manejo de polímetro y osciloscopio. Ley de Ohm.
- 9.- Ondas sonoras.
- 10.- Espectroscopía: calibrado de un espectroscopio de prisma.

Bibliografía

- Sears, F.W. , Zemansky, M.W., Young, H.D. Freedman R. A. **Física universitaria.** Ed. Addison Wesley Longman.
- Kane J.W., Sternheim M.M., **Física.** Ed. Reverté.
- Serway F.A., Jewett J.W. **Física.** Vols. I y II. . Ed. Thomson
- Tipler, P.A. **Física para la ciencia y la tecnología.** Vols. I y II. Ed. Reverté.
- Jou, Llebot, Pérez García. **Física para ciencias de la vida.** Ed. McGraw Hill.
- Alonso, M., Finn, E.J. **Física.** Vols. I y II. Ed. Fondo Educativo Interamericano.
- Burbano, S. y Burbano, R. **Física General.** Ed. Librería General.

Normas para la elaboración de informes d

NORMAS PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1) OBJETIVOS GENERALES

Las prácticas de laboratorio constituyen uno de los recursos didácticos básicos de toda disciplina de carácter científico, acentuándose si cabe esta característica en las asignaturas de carácter introductorio, como la que nos ocupa de Física General.

El objetivo básico que se persigue con las prácticas de laboratorio es poner de manifiesto la conexión directa que existe entre los conceptos y desarrollos teóricos que se discuten en clase a lo largo del curso y la realidad física que pretenden describir, contribuyendo a evitar que los conocimientos teóricos aparezcan como un mero ejercicio académico y formal.

El segundo objetivo de las prácticas de laboratorio es conseguir la familiarización con las técnicas e instrumentos elementales de medida, así como con otros aparatos propios de un laboratorio.

El tercer objetivo, no menos importante que los anteriores, es el aprendizaje del tratamiento y presentación de datos y resultados experimentales. En concreto, se pretenden introducir de una forma práctica los conceptos de error experimental (absoluto o relativo; sistemático o aleatorio), precisión y exactitud de las medidas. Como introducción teórica en este sentido se pueden consultar los breves apuntes sobre el cálculo de errores en las medidas experimentales dados en el tema 1 de teoría.

2) METODOLOGÍA GENERAL

Se presentan en este apartado una serie de consideraciones generales y consejos prácticos para la correcta realización de las prácticas de laboratorio.

* Cada práctica se realiza en el laboratorio por grupos de dos o tres alumnos, siguiendo un guión detallado. Cada grupo realiza las diversas prácticas sucesiva y rotatoriamente.

* En los guiones se incluye una breve introducción teórica sobre el tema a estudiar experimentalmente y una descripción del proceso de medida, con consejos y observaciones particulares. En muchas ocasiones, los tratamientos teórico y/o práctico son relativamente complejos o extensos. Por ello, **es absolutamente necesario realizar un estudio previo del guión de la práctica**, en sus aspectos tanto teóricos como experimentales, antes de abordar el trabajo en el laboratorio. Esta labor no debe posponerse para realizarla en el propio laboratorio, ya que existe un tiempo máximo prefijado para la toma de datos en cada práctica, tiempo que es insuficiente si se ha de dedicar en parte a comprender sus objetivos y metodología.

* Varios grupos realizan simultáneamente la misma práctica, con montajes independientes. Es necesario mantener esta independencia en la realización de la práctica y toma de datos, ya que los montajes no son estrictamente iguales, y la mezcla de datos o resultados puede llevar a conclusiones erróneas o absurdas. Las posibles **dudas** que aparezcan antes de (o durante) la realización de la práctica **deben consultarse al profesor** encargado y no a un compañero, ya que, seamos realistas, las respuestas del primero suelen tener mayor fiabilidad.

* **Toma de datos y notas en el laboratorio:** es conveniente que cada grupo disponga de un cuaderno de laboratorio (en vez de una serie de folios sueltos que tienen la costumbre de perderse o traspapelarse) en el que se van anotando en forma ordenada y detallada tanto los resultados de las medidas experimentales como las incidencias, observaciones, discusiones, etc, que hayan podido surgir durante la realización de la práctica. **Atención:** es muy importante, para evitar posteriores errores, **anotar siempre las unidades** en que se expresan los datos. Siempre que se pueda, **ordenar los datos en tablas y/o gráficas.**

* **Elaboración de resultados:** el trabajo de la práctica continúa con la obtención de los resultados que se piden en cada caso, a partir de las medidas directas realizadas en el laboratorio. Siempre que sea posible, esta labor debe realizarse en el propio laboratorio, paralelamente a la toma de datos (basta con un adecuado reparto de trabajo entre los miembros del grupo), lo que permite detectar errores en el método de trabajo y corregirlos sobre la marcha, evitando tener que repetir la práctica. En cualquier caso, una vez fuera del laboratorio, es necesario ordenar y completar los datos y resultados, así como las discusiones que se consideren oportunas sobre la metodología y conclusiones de la práctica. Esta labor de "puesta en limpio" y discusión no debe posponerse en el tiempo a la realización de la práctica, pues pueden olvidarse importantes detalles que no hayan sido claramente anotados. De hecho, es muy conveniente emplear un poco más de tiempo y **realizar tras cada práctica la redacción definitiva de sus resultados y discusión**, que será entregada al profesor.

* Como ya se ha mencionado, existe la posibilidad de completar o repetir alguna práctica cuyos resultados no se consideren suficientemente correctos. Obviamente, esta es una posibilidad "de emergencia", aplicable a una o dos prácticas, de la que no se puede abusar. Los pequeños errores que se descubran durante la elaboración de los resultados pueden ser subsanados lógicamente mediante una adecuada discusión crítica, **sin necesidad de ocultarlos o falsearlos.**

3) PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION

Al terminar una tanda de prácticas, cada grupo debe entregar al profesor los resúmenes correspondientes para su corrección y calificación (cualitativa). Para aquellos cursos en los que las prácticas de laboratorio son obligatorias, **es necesario demostrar un mínimo aprovechamiento en su realización para poder aprobar la asignatura.**

A continuación se dan algunas normas generales y consejos acerca de la organización y contenido de estos resúmenes:

* En los guiones de las prácticas existe una introducción teórica que no es necesario en general repetir. Sí que es conveniente, sin embargo, redactar una breve introducción en la que se comente **y discuta** la metodología y objetivos de la práctica.

* A continuación se presentan de una forma ordenada los datos medidos en el laboratorio y los resultados a que conducen tras su elaboración. Siempre que sea posible (de hecho, en la mayoría de las prácticas), los datos y los resultados deben presentarse en una o varias tablas. Las unidades en que están expresadas las diversas magnitudes deben aparecer explícitamente en la cabecera de las tablas. Más en general, **no olvidar nunca poner las unidades en que se expresan datos y resultados.**

* En muchas ocasiones se va a medir la dependencia de una magnitud o variable y con otra x (por ejemplo, el estiramiento de un resorte en función de la carga que se cuelga de él). En estos casos, las medidas realizadas deben presentarse tanto en una tabla como en una **representación gráfica realizada en papel milimetrado**. En ella **deben aparecer claramente remarcados los puntos experimentales** (x,y) medidos en el laboratorio (mediante una cruz, aspa o "punto gordo"). Si en una misma gráfica se presentan varias dependencias y₁(x), y₂(x), emplear colores o símbolos diferentes para representar los puntos experimentales de cada una de ellas, para poder distinguirlos claramente.

* En las gráficas debe representarse también, en **trazo continuo**, la dependencia del tipo esperado teóricamente que mejor se ajuste a los puntos experimentales medidos (**no una quebrada saltando de punto a punto**). En particular, si la dependencia esperada es de tipo lineal, $y = ax + b$ (como sucede en varias prácticas), junto a los puntos experimentales ha de representarse la recta que mejor se ajusta a los mismos, **cuyos parámetros a y b se determinan empleando el método estadístico de "mínimos cuadrados"** (ver apuntes sobre introducción al cálculo de errores).

* En las gráficas **debe realizarse una elección adecuada de las escalas en los ejes x e y**, de forma que la dependencia y(x) quede claramente puesta de manifiesto. Por ejemplo, si la variable x para los diversos puntos experimentales toma valores entre x = 21 y x = 24 unidades, el eje x de la gráfica debe cubrir aproximadamente (por exceso) este rango de variación, y no mucho más. En concreto, para el ejemplo anterior sería razonable escoger una escala para el eje x que cubriese en el papel milimetrado el rango x = 20 - 25, pero no tendría ningún sentido escogerla cubriendo

el rango $x = 0 - 25$ (los puntos aparecerían prácticamente en vertical, sin poderse apreciar la dependencia con x). Obviamente, lo mismo puede decirse en cuanto a la elección de la escala para el eje y . **La escala escogida debe indicarse sobre los propios ejes** en divisiones equidistantes, sin olvidar **poner las unidades** en que se expresan las variables.

* En cuanto a los resultados numéricos, en muchas ocasiones se obtienen como promedio de una serie de medidas independientes de la misma magnitud. En estos casos, supuesto que los posibles errores en cada medida son aleatorios, es posible determinar el error probable R del resultado promedio (ver apuntes sobre cálculo de errores). El valor de R frente al de x nos da una idea de la precisión en la determinación de x con el método de medida empleado (cuanto menor sea R frente a x , más precisa es la determinación). Para poner claramente de manifiesto la precisión del resultado, es costumbre expresarlo en la forma $x \pm R$. Por ejemplo, si se mide varias veces el periodo P de oscilación de un sistema y a partir de las diversas medidas se obtiene $P = 1,25764$ s y un error probable $R = 0,013$ s, el resultado se indica en la forma $P = 1,258 \pm 0,013$ s.

* Nótese en el ejemplo anterior la eliminación de dígitos no significativos de P (en comparación con el valor de R) a la hora de dar el resultado. En otros casos, cuando la medida de una magnitud x es directa (no se obtiene a partir de un promedio de medidas), el número de dígitos con que debe expresarse el resultado es el acorde con la precisión estimada para los aparatos de medida empleados para obtenerla (rara vez más de tres o cuatro, salvo que el método y el instrumental de medida sean de gran precisión). Por ejemplo, si el resultado de operar con unos datos experimentales es $x = 53.032.794,23$ unidades y la precisión de las medidas es $\sim 1\%$, la forma correcta de indicarlo es $x = 5,30 \times 10^7$, eliminando los dígitos no significativos (fuera de precisión).

* Por último, en el resumen de toda práctica debe aparecer una **discusión objetiva** del método de medida y de los resultados obtenidos. Recordar que, a la hora de valorar el aprovechamiento en la realización de una práctica a través de su resumen, la objetividad de la discusión es tan importante, o más, que la exactitud de los resultados. Por ello, hay que insistir en la necesidad de **realizar la práctica y la toma de datos y notas desde un punto de vista lógico, crítico y cuantitativo** (es decir, científico). En este sentido, los comentarios ambiguos o subjetivos suelen estar fuera de lugar pues son inútiles.

* En concreto, hay que discutir cuantitativamente la exactitud y precisión de los resultados, teniendo en cuenta la precisión del método y aparatos de medida, los errores probables de las determinaciones promedio o ajustes estadísticos a una recta (ver apuntes sobre cálculo de errores), la influencia de aproximaciones en las previsiones teóricas, las dificultades de realización práctica con respecto al método ideal, etc. Comentarios como "creemos que el resultado es bastante exacto", sin indicar por qué y "cuánto" de exacto (% de error probable estimado o calculado) no tienen ningún sentido físico.

* En muchas ocasiones, la práctica va a consistir en determinar experimentalmente el valor de una constante fundamental o de una magnitud de suficiente interés real como para que aparezca recogida en las tablas que se presentan en muchos libros de texto. Obviamente, en estas ocasiones es necesario realizar una **comparación entre su valor real y el obtenido** a partir de las medidas en el laboratorio, discutiendo las posibles fuentes de error que justifiquen la diferencia entre ambos (si existe).

* También, en ocasiones, se va a medir una misma magnitud empleando varios métodos diferentes. En estos casos es necesario **discutir la precisión y exactitud** de cada uno de los valores obtenidos, comparando la precisión y posibles problemas experimentales de cada método.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Alonso, Marcelo. Física. Vol. I, Mecánica / Marcelo Alonso, Edward J. Finn ; versión en español de Carlos Hernández...[et al] . - Ed. rev. y aum. México[etc.] : Addison-Wesley Iberoamericana, cop. 1986
- Alonso, Marcelo. Física. Vol. II, Campos y ondas / Marcelo Alonso, Edward J. Finn ; versión en español de Carlos Hernández y José A. Barreto Araujo ; con la colaboración de Romulo E. Ballesteros . - 1^a ed. rev. y aum., 1^a reimp. Naucalpan de Juárez (Mexico) : Addison Wesley Longman, imp. 1998
- Burbano de Ercilla, Santiago. Física general. Tomo 1, Estática, cinemática y dinámica / Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz. - 32^a ed. Madrid : Tébar, D.L. 2006
- Burbano de Ercilla, Santiago. Física general. Tomo 2, Campo gravitatorio, elasticidad, termodinámica, transferencia de calor, movimientos ondulatorios y electromagnetismo / Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz. - 32^a ed. Madrid : Tébar, D.L. 2006
- Burbano de Ercilla, Santiago. Física general. Tomo 3, Óptica, relatividad y física atómica / Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz. 32^a ed. Madrid : Tébar, D.L. 2006
- Física universitaria / Francis W. Sears [et al.] ; contribución de los autores,T.R. Sandin, A. Lewis Ford ; versión en español de Roberto Escalona García ; colaboración técnica José Luis Sebastián Franco, Marcela Villegas . - ed. en español México : Addison-Wesley Longman de México, cop.1998-199
- Jou i Mirabent, David. Física para ciencias de la vida / David Jou Mirabent, Josep Enric Llebot Rabagliati y Carlos Pérez

García Madrid : McGraw-Hill, D.L. 2002

- Kane, Joseph W.. Física / Joseph W. Kane, Morton M. Sternheim . - 2^a. ed., reimpr. Barcelona [etc.] : Reverté, 2004
- Serway, Raymond A. Física / Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr. ; revisión técnica, José García Solé, Francisco Jaque Rechea. - 3^a ed. Madrid [etc.] : Thomson : Paraninfo, D.L. 2003
- Tipler, Paul A.. Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 1, Mecánica , oscilaciones y ondas, termodinámica / Paul A. Tipler, Gene Mosca ; [coordinador y traductor José Casas-Vázquez ; traductores Albert Bramon Planas ... et al.]. - 6^a ed. Barcelona : Reverté, D.L. 2010
- Tipler, Paul A.. Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 2, Electricidad y magnetismo, luz / Paul A. Tipler, Gene Mosca ; [coordinador y traductor José Casas-Vázquez ; traductores Albert Bramon Planas ... et al.]. - 6^a ed. Barcelona : Reverté, D.L. 2010