

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural **28906 - Física II**

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **María Dolores Cepero Ascaso** dcepero@unizar.es
- **Cesar González Cebollada** cesargon@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Es muy importante la asistencia regular a clase. El estudio y resolución de problemas en perfecto sincronismo con las actividades en el aula garantizan unas buenas perspectivas de éxito. Esto se consigue con una dedicación semanal constante.

Consejo: Programa tu dedicación a la asignatura durante toda la semana. Es mucho más eficaz que dejarlo para cuando la proximidad de los exámenes sea acuciante y se solapen todas las asignaturas.

Es recomendable hacer los encargos y resolver las dudas que vayan surgiendo, contactando frecuentemente con los profesores, bien de manera presencial en las horas fijadas de tutoría o a través del campus virtual.

En esta disciplina es muy importante el uso del razonamiento lógico frente a la retención por memorización.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Se realizan **pruebas breves de autoevaluación** a lo largo del semestre, cuya calificación, aunque es meramente informativa, le permite al estudiante ir conociendo el nivel de su aprendizaje en la asignatura.

El sistema de evaluación consiste en la realización de **prueba global** al final del semestre que está constituida por un examen global y varios trabajos de diferente tipología.

La fecha de celebración de la prueba global, examen presencial escrito y de la entrega y defensa de los trabajos puede consultarse en

<http://www.unizar.es/centros/eps/titulaciones/agroalimentaria/horarios.html>

No obstante lo anterior, los trabajos se pueden realizar a lo largo del semestre tal como se explica en el apartado de evaluación y se resume a continuación.

Se realizan **cinco prácticas de laboratorio** en las semanas indicadas en el cronograma de planificación de la asignatura, en el apartado de actividades.

Se pueden superar, y es lo recomendable, asistiendo a todas ellas y presentando un informe de cada una. En el caso de no haber realizado la totalidad de las mismas a lo largo del semestre, se deberán ejecutar al final del mismo en la fecha de la convocatoria oficial.

Además, cada estudiante realizará un **trabajo en grupo**, con el asesoramiento y tutoría del profesor, y resolverá **un caso de manera individual**, entregando ambos por escrito y sometiéndose a cuantas aclaraciones consideren oportunas los profesores responsables de la asignatura.

El calendario semanal de entregas de informes y del trabajo está publicado en esta misma guía en el último apartado: [planificación y calendario](#). En el caso de no hacerlos en los plazos propuestos, se deberán presentar al final del semestre en la fecha de la convocatoria oficial.

Requisitos previos

Requisitos previos

Al tratarse de una asignatura de primer curso, los conocimientos previos corresponden a etapas anteriores a la universitaria y, por lo tanto, son los mismos que para la asignatura cursada en el primer semestre, **Física I**.

Dado que, en el primer semestre se sientan las bases de la Mecánica, resultaría adecuado haber superado la asignatura **Física I**, así como **Matemáticas I**.

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 Termodinámica, Ondas y Electromagnetismo.

2:

Relaciona dimensionalmente las diferentes magnitudes físicas y utiliza correctamente los sistemas coherentes de unidades, en especial el Sistema Internacional, dentro del ámbito de la asignatura.

Interpreta cuantitativa y cualitativamente los resultados obtenidos en la resolución satisfactoria de determinados casos basados en fenómenos y procesos físicos tanto generales como los relacionados con los ámbitos agroalimentario y del medio rural.

3:

Expresa adecuadamente, en fondo y forma: claridad, organización..., tanto de forma oral como escrita, los métodos, los procesos, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos en los casos encomendados para su estudio.

4:

Elabora trabajos e informes de laboratorio haciendo un uso adecuado de las TIC (procesador de textos, hoja de cálculo, búsquedas bibliográficas en internet...) en relación con los fenómenos anteriores.

5:

Ejecuta los trabajos de laboratorio encomendados en los que demuestra que es capaz de hacer un uso adecuado de la instrumentación básica en Física.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Presentación y contexto general de la asignatura

La Física es una de las ciencias básicas que sustentan la ingeniería y, como tal, sirve de base imprescindible para adentrarse en sus diferentes campos. No serían posibles avances científicos sin avances tecnológicos y viceversa. Nuestro objetivo es encontrar argumentos para explicar cómo funciona la naturaleza y los dispositivos diseñados para rentabilizar el funcionamiento de la misma. Esta asignatura se ha diseñado en el contexto de la titulación de Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, es de formación básica propia de la Rama de Ingeniería y está programada en Primer Curso/Segundo Semestre. Está precedida, en el primer semestre, por la asignatura Física I en la que se sientan las bases de la Mecánica, tanto general como aplicada.

Serán de nuestro interés las respuestas a preguntas como:

- ¿cuáles son los principales mecanismos de transferencia de calor y cómo se producen?
- ¿cómo determinar el flujo de calor por conducción a través de una ventana de doble acristalamiento?
- ¿cómo funciona un motor térmico? ¿y un frigorífico?
- ¿de qué factores depende la velocidad de propagación del sonido en un medio material?
- ¿cómo se calcula la potencia disipada en una resistencia eléctrica?
- ¿cómo se produce la corriente eléctrica en un alternador?

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, proporcionar explicaciones científicas a los fenómenos físicos directamente relacionados con la ingeniería agroalimentaria y del medio rural para poder analizarlos posteriormente.

En esta misma asignatura se resolverán casos prácticos que, en la mayoría de los casos, responderán a modelos de comportamiento **ideal**. Con esta base de partida, en cursos posteriores, se analizarán dichos casos con la adecuada aproximación al comportamiento **real** de los sistemas físicos.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Se sientan las bases para la comprensión, desde el punto de vista físico, tanto de los fenómenos naturales como de los dispositivos tecnológicos que se estudiarán en otras asignaturas de cursos posteriores como "Motores y máquinas" y "Electrotecnia y electrificación rural".

Además se completa junto con la asignatura de primer semestre, Física I, la formación del estudiante en cuanto a las bases físicas de la ingeniería.

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

1:

CE.5. La comprensión y el dominio de los conceptos básicos de Termodinámica, Ondas, Electricidad y Magnetismo.

2:

CE.5. La aplicación de los conocimientos básicos de Termodinámica, Ondas, Electricidad y Magnetismo para la resolución de problemas referentes a los fenómenos y procesos relacionados con la ingeniería agronómica.

3: CE.5. La adquisición, el desarrollo y el ejercicio de las destrezas necesarias para el trabajo de laboratorio y la instrumentación básica en Termodinámica, Ondas, Electricidad y Magnetismo.

4: CG.2. Ser capaz de aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

5: CG.3. Ser capaz de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

6: CG.4. Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

7: CG.5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

8: CG.7. La adquisición de la capacidad de utilizar tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a su ámbito de trabajo

9: CG.8. Que los estudiantes tengan la capacidad de trabajar en equipo

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, todos ellos relacionados con la ingeniería agroalimentaria y del medio rural. 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 que han sido detalladas en el apartado anterior: **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**. Por lo tanto, es conveniente haberla superado antes de cursarlas.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1: Realización de una **prueba global** presencial al final del semestre, que estará constituida por:

1 Un examen presencial escrito con arreglo al [programa de teoría](#) de la asignatura, según el [calendario de exámenes de la EPS](#)

2 Resolución individual y defensa oral de un caso práctico de aplicación de los contenidos del programa de teoría.

3 Realización y presentación de un trabajo realizado en grupo acerca de casos prácticos relacionados con la ingeniería, cuyos conceptos fundamentales estén incluidos en el programa de la asignatura.

4 Un conjunto de [prácticas de laboratorio](#), un cuestionario de preguntas tipo test en cada una de ellas y la presentación en plazo de los informes correspondientes.

Atención: Las actividades de evaluación 2, 3 y 4 se pueden realizar, y es lo recomendado, a lo largo del curso en las fechas señaladas en la planificación temporal de la asignatura o en la convocatoria oficial al final del cuatrimestre.

2: **Primera Convocatoria**

Para poder superar la asignatura, todos los alumnos deben presentarse a la Prueba Global, en la fecha oficial especificada en el calendario de exámenes del centro.

Aquellos estudiantes que no hayan realizado las actividades 2 y 3 durante el semestre y deseen hacerlo, deberán contactar con el profesorado responsable de la asignatura para que les asigne el tema del mismo.

En el caso de que un estudiante no haya realizado las Prácticas de Laboratorio a lo largo del semestre, deberá hacerlo el día de la prueba global conforme a lo establecido en la actividad de evaluación 4.

Segunda Convocatoria

En el caso de que el estudiante haya realizado las actividades de evaluación 2, 3 y 4 durante el curso o en la primera convocatoria oficial, cumpliendo los requisitos mínimos en la 4, podrá solamente realizar el examen presencial

La prueba global tendrá la misma estructura, restricciones y condiciones que en la primera convocatoria.

Criterios de evaluación

Actividad de evaluación 1

Criterios de evaluación para la prueba presencial escrita

Se llevará a cabo un examen presencial escrito correspondiente a la convocatoria oficial que constará de problemas y cuestiones de opción múltiple.

Los criterios generales aplicados en la corrección de los exámenes, serán:

Se valorará *favorablemente*:

- La comprensión de las leyes, teorías y conceptos físicos que deberá quedar reflejada en el adecuado planteamiento de los casos planteados.
- La destreza y habilidad en el manejo de las herramientas matemáticas.
- La utilización correcta de las unidades en las magnitudes físicas.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- La corrección de los resultados, así como el orden, la presentación e interpretación física de los mismos.

Se valorará *desfavorablemente*:

- La ausencia de explicaciones en el desarrollo de los problemas.
- El desorden y la mala presentación.
- Las faltas de ortografía.

Se calificará sobre 10 y su repercusión en la nota final será del 70 %.

ATENCIÓN: Si la nota conseguida en esta prueba es inferior a 4, la asignatura no se considerará aprobada, independientemente de las notas obtenidas en el resto de las actividades que se evalúan.

Actividad de evaluación 2

Criterios de evaluación para la resolución individual y defensa oral de un caso práctico

Cada estudiante realizará un encargo individual que consistirá en la resolución de un caso práctico, fuera del aula, y la presentación oral de la metodología, el proceso, los resultados y el análisis de los mismos, en una sesión de tutoría previamente concertada.

Se valorará positivamente la resolución correcta del caso y la calidad de la presentación oral así como la disponibilidad y solvencia en las respuestas a las cuestiones que se le planteen.

La calificación de esta actividad, con un máximo de 10 puntos, será del 5% de la nota global de la asignatura.

IMPORTANTE: En el caso de que no se haya realizado el encargo individual a lo largo del semestre, se convocará al estudiante para la defensa del mismo en la fecha de la convocatoria oficial.

Actividad de evaluación 3

Criterios de evaluación para la realización del trabajo en grupo

Cada estudiante efectuará un trabajo, preferentemente en grupo de 2 o 3 estudiantes, enmarcado en las actividades académicamente dirigidas, que se evaluará teniendo en cuenta el proceso de aprendizaje seguido y los resultados obtenidos.

Es recomendable que cada grupo asista a un mínimo de 2 tutorías para realizar el seguimiento del proceso. Asimismo, se valorará la calidad de la presentación del trabajo escrito y la claridad, el orden y, si fuera necesario, la capacidad de responder a las preguntas que se planteen durante la exposición ante el profesor y el resto del grupo.

Todos los grupos deberán preparar la presentación oral con apoyo en un Power Point pero sólo uno, mediante sorteo, realizará la exposición tras la cual se establecerá un turno de preguntas y un debate posterior en el que todos podrán ser interpelados.

Se debe tener en cuenta que aunque la ejecución de este trabajo se realice en grupo, sus integrantes podrán obtener calificaciones diferentes.

Esta actividad se calificará con un máximo de 10 puntos, y su repercusión en la nota final de la asignatura será del 10%.

IMPORTANTE: En el caso de que no se haya realizado el trabajo a lo largo del semestre, se convocará al estudiante para la entrega y defensa del mismo, de manera individual, en la fecha de la convocatoria oficial.

Actividad de evaluación 4

Criterios de evaluación para las prácticas de laboratorio

En la evaluación global de las prácticas de laboratorio, la nota obtenida dependerá de:

- a) La calificación obtenida en los cuestionarios tipo test respondidos antes del comienzo de cada práctica.
- b) La coherencia y análisis de los resultados obtenidos en las diferentes secciones de cada práctica.
- c) La calidad de los informes entregados. Las pautas de valoración están recogidas en el documento: [Normas Generales para la elaboración de informes](#).
- d) La participación activa y el interés demostrado por los integrantes del grupo durante el desarrollo de la sesión.

Cada práctica se puntuará de 0 a 10 y aunque su ejecución se realice por parejas y sólo se entregue un informe, los integrantes de dicha pareja podrán obtener calificaciones diferentes. Una vez realizadas todas las sesiones, la puntuación obtenida en las Prácticas de Laboratorio será sobre un máximo de 10. Si la nota conseguida es **inferior a 5**, la asignatura

no se considerará aprobada.

Su peso en la calificación final de la asignatura será del 15%. Esto quiere decir que, como máximo, contribuirá con 1,5 puntos a la calificación final.

IMPORTANTE: En el caso de que no se hayan realizado las prácticas de laboratorio a lo largo del semestre, se convocará al estudiante para su realización en la fecha de la convocatoria oficial y se le dará un plazo de dos días para la entrega de los informes correspondientes.

Evaluación global

Resumen de los criterios de ponderación

Resumiendo todo lo anterior, la calificación final sobre 10 (teniendo en cuenta las restricciones especificadas anteriormente), será la obtenida aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Calificación Final} = 70\% \text{ nota prueba presencial escrita} + 5\% \text{ nota caso individual} + 10\% \text{ nota trabajo} + 15\% \text{ nota prácticas de laboratorio}$$

Las actividades de evaluación 2, 3 y 4 se pueden realizar, y es lo recomendado, a lo largo del curso en las fechas señaladas en la planificación temporal de la asignatura o en la convocatoria oficial al final del cuatrimestre. Es decir, el sistema de evaluación en esta asignatura se realiza mediante prueba global.

Si no se alcanzan los requisitos mínimos en las actividades de evaluación 1 (4 puntos sobre 10) y 4 (5 puntos sobre 10), la asignatura no se considerará aprobada aunque la calificación final, CF, según la ponderación arriba indicada sea igual o superior a 5. De modo que, en ese caso, si:

CF \geq 4, la calificación final será: Suspenso, 4.

CF < 4, calificación final será: Suspenso, CF.

Para los estudiantes que soliciten cambio de fecha, de acuerdo con los supuestos especificados en el Artículo 5 del Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje, la Prueba Global tendrá las mismas características y restricciones que la realizada en la fecha de la convocatoria oficial.

Instrumento	Peso (%)
Exámenes presenciales escritos Act. 1.- Global convocatoria oficial (febrero y septiembre)	70
Trabajos Act. 2.- Individual (defensa oral) Act. 3.- Trabajo en grupo	5 10
Prácticas	
Act. 4.- Prácticas laboratorio	15
	100

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*.

En las **sesiones de problemas**, y dado que los estudiantes tienen en su poder antes del inicio del bloque temático los problemas propuestos, se promueve la participación de los alumnos de forma más intensa que en las dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos, de modo que sean ellos mismos los que expongan el planteamiento, la resolución, los

resultados obtenidos y la interpretación de éstos, es decir, la metodología es totalmente *participativa*.

Al menos una vez a lo largo del semestre cada uno de los estudiantes resolverá y expondrá a todo el grupo un **caso práctico** por encargo de la profesora.

A lo largo del cuatrimestre se realizarán **pruebas breves de evaluación**, de tipo test. Estas pruebas estarán enfocadas a comprobar la comprensión de los principios teóricos de cada parte de la asignatura y sus aplicaciones más importantes, según el [programa de teoría](#), y se realizarán dentro de las clases habituales en el aula.

Dentro de las *actividades académicamente dirigidas* se llevará a cabo, por **grupos** de 2 o 3 estudiantes, la resolución de un **trabajo práctico**, especialmente enfocado a la aplicación de conceptos físicos a la ingeniería. Cada grupo tendrá varias sesiones de *tutoría grupal* en las que irán presentando al profesor sus avances y las dificultades que les vayan surgiendo. Finalmente, en una sesión grupal, se pondrán en común los resultados obtenidos.

Por último, cada estudiante realizará cinco **prácticas de laboratorio** en las que la metodología es puramente *experimental*. Dichas prácticas consistirán en la realización, por parejas, de lo detallado en el [programa de prácticas](#) y en la elaboración de un informe de cada una conteniendo los resultados obtenidos en las mediciones y las respuestas a las preguntas planteadas en el correspondiente guión. Además, con el fin de que cuando los alumnos lleguen al laboratorio ya tengan una idea previa del trabajo a realizar, se les pasará al inicio de cada sesión un breve cuestionario sobre algunos de los aspectos más importantes de la práctica que tienen que desarrollar.

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 estudiante un documento-guía, las transparencias con el contenido teórico que el profesor va a exponer en clase y una colección de ejercicios y problemas con sus soluciones. Algunos de ellos se resuelven en el aula, quedando el resto para trabajo no presencial del estudiante.

2: **Prácticas de laboratorio**

Antes de comenzar el periodo de prácticas el alumno tiene a su disposición, tanto en el taller de reprografía de la EPS como en el curso correspondiente a esta asignatura del Anillo Digital Docente, un cuaderno con los guiones de las cinco prácticas que tiene que realizar en el laboratorio, así como una información preliminar sobre la correcta presentación de los informes que deberá entregar.

3: **Sesiones de tutorización**

Se llevan a cabo en grupos de dos o tres estudiantes, con la finalidad de asesorarles en la realización del trabajo académicamente dirigido propuesto por la profesora y, por supuesto, también de manera individual en el horario establecido. Para su realización resulta de gran ayuda la consulta de la [bibliografía](#) recomendada, tanto básica como complementaria.

4: **Actividades no presenciales**

Las actividades no presenciales consisten, básicamente, en el refuerzo de lo trabajado en el aula, en la resolución de ejercicios o problemas propuestos y en la realización de trabajos e informes de las prácticas de laboratorio.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales, aproximadamente, 8 horas semanales. La dedicación a la

misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del cuatrimestre. Con esta previsión, y dado que la prueba global está programada en la semana 21, la carga semanal del estudiante en horas queda reflejada en el siguiente cronograma en el que las semanas 8 y 9 corresponde al periodo vacacional de Semana Santa:

Tipo actividad / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Actividad Presencial											
Teoría	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Problemas	2	2		2		2				2	
Prácticas laboratorio			2		2		2		2		
Trabajos en grupo											
Tutorías ECTS							1				
Evaluación								1			
Actividad No presencial											
Trabajo individual:	3	4	4	2,5	4	1	2	3,5	4	2,5	8
Trabajo en grupo				1,5		3	1	1,5		1,5	
TOTAL	7	8	8								

Tipo actividad / Semana	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL
Actividad Presencial									64
Teoría	2		2	2	2	2			30
Problemas		2		2	2	2			18
Prácticas laboratorio			2						10
Trabajos en grupo									0
Tutorías ECTS									1
Evaluación								4	5
Actividad No presencial									87
Trabajo individual	6	6	4	2,5	4	4	8	4	74,5
Trabajo en grupo				1,5					12,5
TOTAL	8	151							

Recursos

Anillo Digital Docente

Para el desarrollo de la asignatura se dispone de una [Intranet docente](#) (profesores y alumnos matriculados) donde está disponible el material docente de la asignatura.

Para acceder a esta plataforma, el código de usuario y la contraseña son los proporcionados por la Universidad a cada estudiante para el acceso al correo electrónico institucional.

Además, mediante las herramientas de comunicación de la propia intranet, se puede llevar a cabo la labor de tutorización de todo el proceso de aprendizaje, siempre que se respeten las condiciones fijadas y publicadas.

Programa de Teoría

Programa de Teoría

BLOQUE I.- TERMODINÁMICA

Tema I.1. Temperatura y Calor. Transferencias de calor.

Tema I.2. La primera ley de la Termodinámica.

Tema I.3. La segunda ley de la Termodinámica.

BLOQUE II.- ELECTROMAGNETISMO

- Tema II.1. Electrostática
- Tema II.2. Circuitos de corriente continua
- Tema II.3. Magnetostática
- Tema II.4. Campo electromagnético

BLOQUE III.- ONDAS

- Tema III.1 Ondas en sólidos y fluidos
- Tema III.2 Ondas electromagnéticas

Programa de Prácticas de Laboratorio

Programa de Prácticas de Laboratorio

- Estados de agregación
- Energía calorífica
- Polímetro y osciloscopio
- Ley de Ohm y asociación de resistencias
- Carga y descarga de un condensador

Normas para la elaboración de informes

Normas para la ejecución de prácticas y elaboración de informes

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 I de Primer Curso del Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural.

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.

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 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 dejarse 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.
- Puede ocurrir que 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 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 suelen 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, parar evitar posteriores errores, **anotar siempre las unidades** en que se expresan los datos. Siempre que se pueda, **ordenar los datos en tablas y 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 realizarse mucho tiempo después de haber realizado la práctica, porque pueden olvidarse detalles importantes 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. Por supuesto, esta es una posibilidad *excepcional*, 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.**

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comienzo de cada práctica se debe entregar al profesor el informe correspondiente a la práctica anterior, para su corrección y calificación. **Es necesario demostrar, tanto en las respuestas de las cuestiones previas como en la calidad de los informes, un aprovechamiento mínimo.**

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 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, 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. **Además, no se debe olvidar nunca poner las unidades en que se expresan datos y resultados.**

- Con frecuencia, se va a medir la dependencia de una magnitud o variable, y , con otra variable, 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 $y_1(x)$, $y_2(x)$, 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 línea quebrada saltando de punto a punto**). En particular, si la dependencia esperada es de tipo lineal, $y = a \cdot x + b$ (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.**

- 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 que se pudiera apreciar la dependencia con x). Por

supuesto, 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 las que se expresan las variables.

- Los resultados numéricos, generalmente, 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. 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 de manifiesto la precisión del resultado, es costumbre expresarlo en la forma $x \pm R$. Por ejemplo, si se mide varias veces el período T de oscilación de un sistema y a partir de las diversas medidas se obtiene $T = 1.25764$ s y un error probable $R = 0.013$ s, el resultado se indica en la forma $T = 1.258 \pm 0.013$ s.

- Nótese en el ejemplo anterior la eliminación de dígitos no significativos de T (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 mas 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 $\pm 1\%$, 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 porque 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, 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.

- A menudo, 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. 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, a veces, 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.

- Por último, recordar que las expresiones para obtener los errores absoluto y relativo, son:

Error absoluto: $E_a = V_e - V_m$ (se expresa en las mismas unidades que la magnitud)

Error relativo: $E_r = [E_a / V_e] \times 100$ (se expresa en %)

donde: V_e es el valor exacto de la magnitud (el valor bibliográfico o bien el obtenido al aplicar una fórmula).

V_m es el valor medido experimentalmente de la magnitud.

Ambos tipos de errores pueden tener signo positivo o signo negativo.

Bibliografía

Bibliografía Básica

- BURBANO DE ERCILLA, S: BURBANO GARCÍA, E: GRACIA MUÑOZ, C: Física General. Problemas de Física. Madrid, Editorial Tébar. 2003.
- SEARS, F. W: ZEMANSKY, M. W: YOUNG, H. D: FREEDMAN, R. A: Física Universitaria (Volúmenes 1 y 2). México D. F., Pearson Educación. 2004
- GETTYS, W. E: KELLER, F. J: SKOVE, M J: Física para Ingeniería y Ciencias (Volúmenes 1 y 2). México D. F., Editorial McGraw-Hill. 2005..

Bibliografía complementaria

- GONZÁLEZ, F. A: La Física en Problemas. Madrid, Editorial Tébar-Flores. 2000.
- TIPLER, P. A: MOSCA, G: Física para la Ciencia y la Tecnología (Volúmenes 1 y 2). Barcelona, Editorial Reverté. 2005
- NELSON, E. W: BEST, C. L: MCLEAN, W. G: Mecánica Vectorial: Estática y Dinámica. Madrid, Editorial McGraw-Hill. 2004
- SERWAY, R. A: BEICHNER, R. J: Física para Ciencias e Ingeniería (Volúmenes 1 y 2). México D. F., Editorial McGraw-Hill. 2002.
- LLEÓ, A. Física para ingenieros. Madrid, Ed. Mundi-Prensa. 2001.
- WILSON, J.D. BUFFA, Física. México. Pearson Educación, 2003.

Páginas web recomendadas

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>

<http://sky.net.co/ebarbosa/contenido.html>

<http://www.galeon.com/filoesp/ciencia/fisica/index.htm>

<http://usuarios.lycos.es/pefeco/temas.html>

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Burbano de Ercilla, Santiago. Física general / Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz . - 32^a ed. Madrid : Tébar, D.L. 2003
- Burbano de Ercilla, Santiago. Problemas de física general / Santiago Burbano de Ercilla , Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz. 26^a ed. Zaragoza : Mira Editores, D.L.1994
- Física universitaria / Francis W. Sears ... [et al.] ; contribución de los autores, A. Lewis Ford ; traducción, Roberto Escalona García ; revisión técnica, Jorge Lomas Treviño ... [et al.] . - 11^a ed. México : Pearson Educación, cop. 2004
- Gettys, W. Edward. Física para ciencias e ingeniería / W. Edward Gettys, Frederick J. Keller, Malcolm J. Skove ; traducción, Luis Arizmendi López, José A. García Sole, Carlos E. Zaldo Luezas ; revisión técnica, Ángel Hernández Fernández, Sergio Saldaña Sánchez, María del Carmen Enriqueta Hano Roa. 2a ed. México : McGraw Hill Interamericana, cop. 2005
- González, Félix A.. La física en problemas / Félix A. González . - Nueva ed. actualizada Madrid : Tébar Flores, D.L. 2000
- Lleó Morilla, Atanasio. Física para ingenieros / Atanasio Lleó Madrid, etc. : Mundi-Prensa, 2001
- Nelson, E. W.. Mecánica vectorial : estática y dinámica / E. W. Nelson , Charles L. Best, W. G. McLean ; traducción y revisión técnica, M^a Rosa Dalmau, José Vilardell . Madrid [etc.] : McGraw-Hill/Interamericana, 2004
- Serway, Raymond A. Física para ciencias e ingeniería / Raymond A. Serway, Robert J. Beichner . - 5^a ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2002
- 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
- Wilson, Jerry D.. Física / Jerry D. Wilson, Anthony J. Buffa, Bo Lou . 6^a ed. México [etc.] : Pearson Educación, 2007