

28906 - Física II

Información del Plan Docente

Año académico: 2020/21

Asignatura: 28906 - Física II

Centro académico: 201 - Escuela Politécnica Superior

Titulación: 437 - Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

583 - Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Créditos: 6.0

Curso: 1

Periodo de impartición: Segundo semestre

Clase de asignatura: Formación básica

Materia: Física

1. Información Básica

1.1. Objetivos 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.

Nuestro objetivo es proporcionar explicaciones científicas a los fenómenos físicos directamente relacionados con la ingeniería agroalimentaria y del medio rural para poder analizarlos posteriormente. Es decir, encontrar argumentos para explicar cómo funciona la naturaleza y los dispositivos diseñados para rentabilizar el funcionamiento de la misma.

En esta asignatura se resolverán casos prácticos que, en la mayoría de los casos, responderán a modelos de comportamiento **ideal** de los sistemas físicos, pero en algunos ya se iniciará una aproximación al comportamiento **real**, que continuará en cursos posteriores.

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? ¿Qué ahorro en el consumo de energía eléctrica se obtiene frente a una ventana sencilla?
- ¿Cómo funciona un motor térmico, un frigorífico y una bomba de calor?
- ¿Cuál es el mix energético y las emisiones de CO₂ equivalente asociadas, en España, en una fecha determinada?
- ¿Cómo se calcula la potencia disipada en una resistencia eléctrica?
- ¿Qué ahorro en consumo de energía eléctrica representa, en un caso concreto, la utilización de calefacción mediante bomba de calor frente a radiadores eléctricos?

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 y determinadas metas concretas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), contribuyendo en cierta medida a su logro. Concretamente:

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna o Meta 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles o Meta 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales
- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos o Meta 13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana

Tutorías

El horario de tutorías y la ubicación de los despachos del profesorado de la asignatura se puede consultar en la [web de la EPS](#). No obstante, las tutorías también podrán llevarse a cabo de forma telemática, contactando previamente con el profesorado a través de la mensajería de Moodle o del correo electrónico institucional.

Para el desarrollo de la asignatura se dispone de una Intranet (profesores y alumnos matriculados) donde está disponible el material docente de la asignatura. Además, mediante las herramientas de comunicación, se puede llevar a cabo la labor de tutorización de todo el proceso de aprendizaje, con unas condiciones claramente fijadas y allí publicadas.

Intranet docente. Consiste en un ?espacio virtual? compartido de acceso restringido a los profesores y estudiantes de la asignatura, vía Internet utilizando un navegador estándar (add.unizar.es). El curso está en la plataforma Moodle2.

1.2.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.

1.3.Recomendaciones para cursar la 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.

También se recomienda efectuar determinadas pruebas de evaluación a lo largo del semestre, tal como se indica en el apartado 3 de esta misma guía.

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

Requisitos previos

Formación en la disciplina: 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 (Es necesaria una buena base de matemáticas (cálculo vectorial, diferencial e integral, trigonometría y resolución de ecuaciones) y es deseable que los conceptos físicos ya trabajados en niveles anteriores estén sólidamente fundamentados).

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.

Formación en aspectos informáticos: Los conocimientos en aspectos informáticos son los correspondientes al nivel básico de usuario.

La Escuela Politécnica Superior oferta el curso: "Curso 0 de Física en la EPS", en el que se realiza una revisión y repaso de los requisitos previos para el correcto seguimiento de la asignatura, tutorizado por los profesores del Área de Física Aplicada de la Escuela Politécnica Superior. Se trata de un curso virtual, en la plataforma Moodle, dentro del Anillo Digital Docente, ADD, de la Universidad de Zaragoza. Para poder acceder a ellos es necesario estar matriculado en esta asignatura.

Es recomendable la participación en este curso y, en especial, la de aquellos estudiantes que no hayan cursado Física en 2º curso de bachillerato.

Tutorías

El horario de tutorías y la ubicación de los despachos del profesorado de la asignatura se puede consultar en la [web de la EPS](#)

Intranet docente. Consiste en un "espacio virtual" compartido de acceso restringido a los profesores y estudiantes de la asignatura, vía Internet utilizando un navegador estándar (add.unizar.es). El curso está en la plataforma Moodle2.

Para el desarrollo de la asignatura se dispone de una Intranet (profesores y alumnos matriculados) donde está disponible el material docente de la asignatura. Además, mediante las herramientas de comunicación, se puede llevar a cabo la labor de tutorización de todo el proceso de aprendizaje, con unas condiciones claramente fijadas y allí publicadas.

2.Competencias y resultados de aprendizaje

2.1.Competencias

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

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

- 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.

- 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.

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.

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.

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

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

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

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

2.2.Resultados de aprendizaje

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

- Enuncia, sintetiza, analiza, relaciona y aplica los principios y fundamentos básicos de Termodinámica, Ondas y Electromagnetismo.
- 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.
- 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.
- Relaciona determinados casos prácticos, en el ámbito de la asignatura, con la sostenibilidad ambiental y los contextualiza adecuadamente en el marco de los ODS de la Agenda 2030, especialmente, de los ya señalados, 7, 12 y 13.
- 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.
- Ejecuta los trabajos de laboratorio encomendados en los que demuestra que es capaz de hacer un uso adecuado de la instrumentación básica en Física.

2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje

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 el 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.

3.Evaluación

3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

Realización de una **prueba global** presencial, al final del semestre, según el calendario de exámenes de la EPS, que estará constituida por:

1. Un **examen presencial escrito** (75% de la calificación global), con arreglo al programa de teoría de la asignatura, que constará de dos pruebas, correspondientes a los bloques temáticos que se detallan a continuación:

- Prueba 1a. Termodinámica (Bloque I) y 37,5% de la calificación global
- Prueba 1b. Electromagnetismo y Ondas (Bloques II y III) y 37,5% de la calificación global

Cada una de las pruebas constará de preguntas cortas y/o tipo test y otra de problemas y/o preguntas de desarrollo.

2. **Resolución individual y defensa oral** (10% de la calificación global) de un caso práctico de aplicación de los contenidos del programa de teoría.

3. 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 (15% de la calificación global).

ATENCIÓN: Las actividades de evaluación Prueba 1a, 2 y 3 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 semestre. Si un estudiante no ha realizado o no ha superado alguna/s de ellas a lo largo del curso, deberá realizarla/s en la fecha de la prueba global.

Primera Convocatoria

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

Aquellos estudiantes que no hayan realizado la prueba intermedia, correspondiente a la actividad de evaluación Prueba 1a, o deseen mejorar la calificación obtenida, deberán realizarla en el examen presencial de la convocatoria oficial. Si no hubieran realizado la actividad 2, resolución individual y defensa oral, durante el semestre y deseen hacerla, deberán contactar con el profesorado responsable de la asignatura para que les asigne el encargo correspondiente. Por último, si un estudiante no ha 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 3.

Segunda Convocatoria

En el caso de que el estudiante haya realizado las actividades de evaluación 2 y 3 durante el curso o en la primera convocatoria oficial, cumpliendo los requisitos mínimos en la 3 (obtener una calificación mayor o igual a 5, sobre 10), podrá solamente realizar el examen presencial escrito (actividad de evaluación 1).

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

Actividad de evaluación 1

Criterios de evaluación para la prueba presencial escrita

Se valorará favorablemente:

- La comprensión de las leyes, teorías y conceptos físicos.
- 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.

ATENCIÓN: *Al finalizar la Termodinámica (Bloque I), se realizará una prueba escrita constituida por preguntas cortas o tipo test, problemas y/o preguntas de desarrollo, cuya calificación será el 37,5% de la nota final de la asignatura. Si no se ha realizado en la fecha que se señale o se desea mejorar la calificación obtenida, se deberá realizar esta parte en el examen final, teniendo en cuenta que la calificación de la prueba 1a será la mayor de las obtenidas. Por otro lado, si la calificación de la prueba 1a o la de 1b 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

A lo largo del semestre y a petición del estudiante, se le 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 su interpretación física, 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, fundamentación, capacidad de argumentación 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 10% de la nota global de la asignatura.

Actividad de evaluación 3

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 cada 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 evaluación

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

Calificación Final = 37,5% nota examen presencial escrito (Prueba 1a) + 37,5% nota examen presencial escrito (Prueba 1b) + 10% nota defensa oral individual + 15% nota prácticas de laboratorio

Las actividades de evaluación 1a, 2 y 3 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 Prueba 1a y Prueba 1b (calificación mayor o igual a 4 puntos sobre 10) y 3 (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.

Actividad	Peso (%)
Prueba 1a.- Examen presencial escrito	37,5
Prueba 1b.- Examen presencial escrito	37,5
2.- Exposición y defensa oral individual	10
3.- Prácticas laboratorio	15
TOTAL	100

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. 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. Dentro de éstas cabe destacar las dedicadas a la **resolución de problemas**, en las que se promoverá la participación de los alumnos de forma más intensa que en las dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos. Para incentivar el estudio y la dedicación constante, cada estudiante deberá preparar y realizar la exposición oral de un caso práctico de manera individual, concertando fecha y hora con antelación con el profesorado de la asignatura.

Para incentivar la dedicación constante y regular a la asignatura, al finalizar la Termodinámica, se realizará la **actividad de evaluación** Prueba 1a, con las características y condiciones descritas en el apartado correspondiente a la evaluación de esta misma guía.

Los **trabajos de laboratorio** (en número de cinco), 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.

4.2. Actividades de aprendizaje

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

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.

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.

Sesiones de tutorización

Se llevan a cabo tanto en grupo como de manera individual en el horario establecido. Para un mayor aprovechamiento, resulta de gran ayuda el trabajo previo y la consulta de la bibliografía recomendada, tanto básica como complementaria, disponible en el último apartado de esta misma guía.

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 informes de las prácticas de laboratorio.

4.3. Programa

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. Electroestática

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

1. Dilatación térmica y estados de agregación
2. Energía calorífica
3. Polímetro y osciloscopio
4. Ley de Ohm y asociación de resistencias
5. Carga y descarga de un condensador

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

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 la semana 8 corresponde al periodo vacacional de Semana Santa:

Tipo actividad / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Actividad Presencial																
Teoría	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2
Problemas		2		2		2			2			2	2	2	2	2
Prácticas laboratorio	2		2		2		2			2						
Evaluación											2					
Actividad No presencial																
Trabajo individual	4	2,5	4	2,5	4	2,5	4	4,5	4	4	2,5	4	4	4	4	4
Trabajo en grupo		1,5		1,5		1,5		1,5			1,5					
TOTAL	8	8	8	8	8	8	8	6	8	8	8	8	8	8	8	8

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.

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 realicen 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 traslaparse) 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 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 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 $\pm 1\%$, 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.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- BB** Burbano de Ercilla, Santiago. Física general / Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz . - 32ª ed. Madrid : Tébar, D.L. 2003
- BB** Burbano de Ercilla, Santiago. Problemas de física general / Santiago Burbano de Ercilla , Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz. 26ª ed. Zaragoza : Mira Editores, D.L.1994
- BB** 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.] . - 11ª ed. México : Pearson Educación, cop. 2004
- BB** 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
- BB** 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.]. 6ª ed. Barcelona : Reverté, D.L. 2010
- BB** 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.]. 6ª ed. Barcelona : Reverté, D.L. 2010 [available in English]
- BC** González, Félix A.. La física en problemas / Félix A. González . - Nueva ed. actualizada Madrid : Tébar Flores, D.L. 2000
- BC** Lleó Morilla, Atanasio. Física para ingenieros / Atanasio Lleó Madrid, etc. : Mundi-Prensa, 2001
- BC** Serway, Raymond A. Física para ciencias e ingeniería / Raymond A. Serway, Robert J. Beichner . - 5ª ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2002

LISTADO DE URLs:

Franco, A. (2006). Curso interactivo de Física en Internet. Universidad del País Vasco
[<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>]

Franco, A. (2015). Física para las energías renovables. Nuevo curso interactivo. Universidad del País Vasco

[<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/>]

García, L.I. (2015). FisquiWeb. Espacio web dedicado a la enseñanza de la Física y de la Química. Dpto. De Física y Química del IES Juan A. Suanzes

[<http://fisquiweb.es/>]

Recopilación clasificada de enlaces de física en Internet

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

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:
<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=28906>