

## 28901 - Física I

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2020/21

**Asignatura:** 28901 - Física I

**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:** Primer 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.

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 funcionan la naturaleza y los dispositivos diseñados para rentabilizar dicho funcionamiento.

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/Primer semestre.

Serán de nuestro interés las respuestas a preguntas como:

- ? ¿Por qué se mantiene en equilibrio una viga empotrada?
- ? ¿Qué tienen en común las estructuras articuladas para puentes, grúas, postes eléctricos, marquesinas...?
- ? ¿Qué utilidad tienen las cuñas en ingeniería?
- ? ¿Cómo se determinan las propiedades físicas de los cuerpos de revolución usados en ingeniería?
- ? ¿Por qué la sección de una viga en I es la más frecuente?
- ? ¿Qué condiciones son necesarias para evitar el vuelco de un vehículo en una curva o una presa de un embalse?
- ? ¿Por qué se mantienen las gotas en las hojas de los árboles? ¿Por qué flotan algunos insectos en el agua?
- ? ¿Por qué disminuye la presión en los estrechamientos de una tubería? ¿Cómo determinar la potencia necesaria de una bomba para un determinado caudal?

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.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura tiene su continuación en el segundo semestre, en la asignatura "*Física II*", que completa la fundamentación básica de la materia.

A su vez, interacciona con otras materias de formación básica del título como "*Matemáticas*", "*Química*", "*Expresión Gráfica*", "*Geología, Edafología y Climatología*" o "*Informática*".

Además, se sientan las bases para materias comunes a la Rama Agrícola de cursos posteriores como, "*Resistencia de Materiales y Cálculo de Estructuras*", "*Hidráulica*", y "*Fitotecnia*" por orden decreciente de influencia. Asimismo, para asignaturas de alguna de las especialidades como "*Tecnología del riego*", "*Sistemas de riego y drenaje*" o "*Construcciones agropecuarias*".

### 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

Al tratarse de una asignatura de primer curso, los conocimientos previos corresponden a etapas anteriores a la universitaria.

Dada la actual configuración de opciones de elección de itinerarios en Bachillerato, es posible, y de hecho se dan bastantes casos, que los estudiantes accedan sin haber adquirido las competencias básicas de esta disciplina. Es deseable haber cursado Física y Matemáticas en Bachillerato. Los contenidos inexcusables son: **Cálculo vectorial, Trigonometría y Cálculo diferencial e integral**, todos ellos a nivel básico. Los conceptos de Física se introducen desde un nivel elemental.

Además, las dimensiones de las magnitudes, los sistemas coherentes de unidades, las unidades de medida de magnitudes físicas... constituyen una carencia observada a lo largo de los años de docencia.

La Escuela Politécnica Superior oferta el curso: **?Curso 0 de Física para la Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural 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](#). 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](http://add.unizar.es)). El curso está en la plataforma Moodle2.

## 2.Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1.Competencias

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

#### Competencias específicas

CE.5. La comprensión y el dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

- La adquisición de los conocimientos básicos de Mecánica General y Mecánica Aplicada.
- La aplicación de los conocimientos básicos de Mecánica General y Aplicada a los fenómenos y procesos relacionados con la ingeniería agronómica.
- La adquisición, desarrollo y ejercicio de las destrezas necesarias para el trabajo de laboratorio y la instrumentación básica en Mecánica.

#### Competencias transversales

CG.2. Que los estudiantes sepan 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. Que los estudiantes tengan la capacidad 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. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CG.5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CG.7. Que los estudiantes tengan 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 Mecánica General (Estática y Dinámica) y Mecánica Aplicada (Elasticidad y Mecánica de Fluidos).
- 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 relacionados con los ámbitos agroalimentario y del medio rural.
- Expresa adecuadamente de forma oral y escrita, tanto en fondo como en forma: claridad, organización..., los métodos, los procesos, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos en los casos encomendados para su estudio.
- 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 descritos anteriormente.
- 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: **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. Bloque I. Estática (37,5% de la calificación global)
- Prueba 1b. Bloque II. Dinámica y Bloque III. Mecánica de Sólidos y de Fluidos (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 de ellas a lo largo del curso, deberá realizarlas 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.

## **Criterios de Evaluación**

### **Actividad de evaluación 1. Examen presencial escrito (75% de la calificación global)**

#### **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 el 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. Resolución individual y defensa oral de un caso práctico (10% de la calificación global)**

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.

**IMPORTANTE:** en el caso de que no se haya realizado el encargo individual a lo largo del semestre, para poder hacerlo en la fecha de la convocatoria oficial, el estudiante deberá contactar con el profesor para la asignación con antelación del caso práctico y defensa del mismo en la citada fecha.

### **Actividad de evaluación 3. Prácticas de laboratorio (15% de la calificación global)**

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**

*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 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 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 en la actividad 3, Prácticas de Laboratorio, (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 (%)
<b>Prueba 1a.- Examen presencial escrito</b>	<b>37,5</b>
<b>Prueba 1b.- Examen presencial escrito</b>	<b>37,5</b>
<b>2.- Exposición y defensa oral individual</b>	<b>10</b>
<b>3.- Prácticas laboratorio</b>	<b>15</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

## 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 el Bloque I. Estática, 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.





Trabajo individual	4	4	4	4	2,5	4	2,5	4	2	4,5	4	2,5	4	4	2,5
Trabajo en grupo					1,5		1,5			1,5		1,5			1,5
TOTAL	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4

(1) Miércoles 21 de octubre de 2020, se seguirá horario de lunes

(2) Jueves, 19 de noviembre de 2020, se seguirá horario de martes

Por supuesto, la fecha clave es la de la **prueba global** al final del semestre, que está constituida por un examen y varios trabajos de diferente tipología. El calendario de exámenes y los horarios pueden consultarse en: <http://www.unizar.es/centros/eps/titulaciones/agroalimentaria/horarios.html>

## 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 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 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** Beer, Ferdinand P.. Mecánica vectorial para ingenieros. Dinámica / Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, jr., Phillip J. Cornwell ; revisión técnica, Miguel Ángel Ríos Sánchez, Felipe de Jesús Hidalgo Cavazos . 9ª ed. México D. F. : McGraw-Hill/Interamericana, cop. 2010
- 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** Mecánica vectorial para ingenieros. Estática / Ferdinand P. Beer ... [et al.] ; revisión técnica, Javier León Cárdenas, Hidalgo Cavazos . 9ª ed. México D. F. : McGraw-Hill/Interamericana, cop. 2010
- BB** Meriam, J.L.. Mecánica para ingenieros. [Volumen I], Estática / J.L. Meriam, L.G. Kraige . 3a. ed. en español. Barcelona [etc.] : Reverté, cop. 1998
- BB** Meriam, J.L.. Mecánica para ingenieros. [Volumen II], Dinámica / J.L. Meriam, L.G. Kraige . 3ª ed. en español. Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 1998
- BC** 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
- 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** Nelson, E. W.. Mecánica vectorial : estática y dinámica / E. W. Nelson , Charles L. Best, W. G. McLean ; traducción y revisión técnica, Mª Rosa Dalmau, José Vilardell Madrid [etc.] : McGraw-Hill/Interamericana, 2004
- BC** Serway, Raymond A.. Física para ciencias e ingeniería / Raymond A. Serway, Robert J. Beichner . - 5ª ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2002
- BC** 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

#### LISTADO DE URLs:

Física con ordenador. Curso Interactivo de Física en Internet  
[<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>]

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=28901>

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=28901>