

Tècniques Experimentals I

Els pilars bàsics sobre els quals se sustenta el progrés de les Ciències Físiques són tant la Física Experimental com la Teòrica, i estan fins a tal punt lligades que no es pot entendre cap desenvolupament teòric sense una bona base experimental, ni cap avanç experimental sense un suport teòric que oriente la investigació.

La història de la Física ens demostra que períodes d'intensa investigació experimental, tal com va ocórrer en el segle XIX, van quedar frenats fins que es van desenvolupar teories que explicaven aquests fenòmens i indicaven quin havia de ser el camí pel qual hauria de continuar la investigació experimental. La situació inversa també és evident, i una teoria física sense cap sustentació experimental no deixa de ser una vana especulació intel·lectual, més prop de la literatura que de la ciència.

Es pot definir la Física com una ciència experimental que estudia les propietats de l'Univers considerant atributs susceptibles de ser mesurats. No obstant això, a vegades, per la manera en què es transmet el coneixement científic, es podria pensar que els models teòrics han precedit les observacions en molts fenòmens físics. Res més lluny de la realitat. Fins a una època molt recent, els avanços més significatius en la física eren el resultat d'observacions acurades dels fenòmens naturals, seguides pel desenvolupament de models designats específicament per a explicar aquestes observacions. Per descomptat, en altres ocasions també s'han dissenyat experiments per a verificar teories concretes. Aquesta situació il·lustra que en el desenvolupament de la física, teoria i experiment estan fortament lligats. Ara bé, els resultats experimentals tenen sempre el paper de jutge: confirmen o desmenteixen la validesa de diferents hipòtesis i delimiten el rang d'aplicabilitat de les teories.

En l'assignatura de Tècniques Experimentals I s'ensenyarà el desenvolupament del mètode experimental com una via per a validar i generar el coneixement científic, a més d'ajudar en la comprensió dels conceptes físics. L'aprenentatge dels mètodes experimentals té, per tant, una importància central en la formació d'un físic. Habilitats com la capacitat d'organització del propi treball, la planificació d'un experiment, la intuïció per a determinar les magnituds físiques rellevants i el rang adequat per al mesurament o la capacitat crítica per a jutjar la bondat d'un resultat són destreses que s'adquireixen a través de temps i esforç i que tenen un alt grau d'interdisciplinarietat. Això resulta evident si es té en compte que per a comprendre un principi físic és necessari, a més del contacte directe amb l'experiència, el raonament actiu sobre els fenòmens observats i una forta capacitat de síntesi que ens porte des de l'experiència concreta fins a la teoria abstracta i viceversa.

El laboratori és una excel·lent eina pedagògica i, en molts aspectes, un àmbit essencial per a l'ensenyament de la física, ja que brinda als estudiants la possibilitat d'aprendre a partir de les seues pròpies experiències. Utilitzarem aquesta matèria per a estimular la curiositat i el plaer per la investigació i el descobriment; a més, hi ha la possibilitat d'explorar, manipular, suggerir hipòtesis, cometre errors i reconèixer-los, i, per tant, aprendre'n.

En aquesta matèria s'oferiran a l'alumnat les eines experimentals bàsiques que li permetran obtenir una visió global de la física clàssica, i que adquirisquen una manera de raonar i d'explicar els fenòmens físics en termes de conceptes bàsics. L'estudiant ha de conèixer diferents mètodes i instruments de mesurament i ha de ser capaç d'analitzar i interpretar els resultats que s'obtenen en una pràctica experimental.

També es realitzaran pràctiques de demostració, on s'incentivarà que l'alumne investigue en els fonaments físics de l'experiència i propose una explicació d'aquesta.

Objectius de l'assignatura

L'objectiu general d'aquesta assignatura és ensenyar als estudiants la realització activa i la interpretació d'activitats pràctiques de Física en el laboratori. Mitjançant la realització de diferents experiments es pretenen consolidar els conceptes abstractes introduïts en les assignatures de teoria.

Els objectius concrets d'aquesta matèria són:

- Ensenyar el mètode experimental i el desenvolupament de les pràctiques en el laboratori mitjançant un conjunt de normes d'ús general.
- Promoure la utilització del mètode científic en la realització de les pràctiques experimentals.
- Fomentar la familiaritat amb diversos processos experimentals i les seues tècniques d'anàlisi, reforçant la capacitat d'observació i el sentit crític.
- Habituar l'alumne a fer servir instruments i desenvolupar habilitats per a mesurar acuradament una magnitud física amb les seues unitats i errors. Anàlisi dels errors dels mesuraments. Desenvolupar estratègies per a avaluar i minimitzar els errors experimentals.
- Mesurar magnituds i saber interpretar els resultats i les seues implicacions i generalitzacions correctament en el context dels models teòrics adequats.
- Utilitzar eines estadístiques i informàtiques adequades per a l'anàlisi de les dades.
- Ser capaços de realitzar diverses aproximacions a un problema experimental complex i estimar ordres de magnitud per a interpretar diversos fenòmens físics.
- Aprenentatge de la comunicació científica. Realitzar, presentar i defensar informes dels experiments realitzats tant de manera escrita com oral. Fomentar la capacitat per a comunicar els resultats experimentals amb l'argumentació pròpia de l'àmbit científic.
- Realitzar interpretacions de diversos experiments qualitius, "Pràctiques de Demostració", mitjançant la investigació i la utilització de recursos bibliogràfics.

Continguts

Els continguts de Tècniques Experimentals I corresponen als descriptors següents:

- Estudiar la manifestació experimental de conceptes de Termodinàmica (T).
- Estudiar la manifestació experimental de conceptes d'Electromagnetisme (EM).
- Estudiar la manifestació experimental dels conceptes de Mecànica i Ones (MO).

Aquesta matèria s'iniciarà amb l'explicació detallada dels conceptes bàsics associats als processos de mesurament i el tractament estadístic de dades. S'introduiran els conceptes d'incertesa i la propagació d'errors experimentals. Es posarà especial èmfasi en les diferents representacions gràfiques, ajust per mínims quadrats, escales logarítmiques i la seua utilització per a obtenir diferents magnituds físiques.

En el laboratori es realitzaran diverses pràctiques elegides per la seua rellevància experimental o conceptual en l'àmbit de la termodinàmica, l'electromagnetisme i la mecànica i ones. Les pràctiques es faran en grups de dos alumnes. Les presentacions orals seran realitzades pel grup de pràctiques per a fomentar el treball en grup. Els informes de les pràctiques que es presenten per escrit seran individuals.

Les presentacions orals seran realitzades pel grup de pràctiques, encara que els informes seran individuals.

Cada alumne ha de disposar d'una llibreta de laboratori (o fitxer) en què haurà de reflectir els fonaments teòrics en que es basa la pràctica, les dades experimentals preses en el laboratori de totes les pràctiques realitzades, el seu tractament (errors, xifres significatives, unitats), les representacions gràfiques que s'hagen de realitzar, els resultats obtinguts juntament amb les conclusions i qualsevol comentari rellevant respecte de la realització de la pràctica.

Hi ha tres grups de pràctiques:

Grup L1, professors: Angel Ávila i Isabel Abril.

Grup L2, professor: Luis Anton i Moisés Villalvilla.

Grup L3, professor: Angel Ávila i Isabel Abril.

Les **activitats** que es realitzaran en aquesta assignatura seran les següents:

1. En cada mòdul de les pràctiques (Termodinàmica, Electromagnetisme, i Mecànica i Ones) l'alumne ha d'elaborar, de manera individual, la memòria completa d'una pràctica, en què s'ha de detallar la introducció, el fonament teòric, l'instrumental utilitzat, la metodologia, presentar les dades experimentals, els càlculs, els resultats obtinguts i les conclusions. També han de contestar per escrit a les preguntes plantejades en cada experiència.
2. Cada alumne ha d'elaborar, de manera individual, un informe sobre dues pràctiques de demostració del mòdul de Termodinàmica.

3. Cada grup d'alumnes ha d'exposar de manera oral una de les pràctiques realitzades de cada mòdul (Termodinàmica, Electromagnetisme i Mecànica i Ones). El temps per a la presentació serà de 15 minuts.
4. Cada grup d'alumnes ha de pensar, preparar, dissenyar, investigar, presentar i exposar una pràctica nova (que no estiga en el laboratori) de qualsevol mòdul.
5. Es realitzarà un examen d'errors i representacions gràfiques el 20 de febrer de 2023.

Avaluació

L'assistència a les sessions de pràctiques és obligatòria i condició indispensable per a poder aprovar l'assignatura.

L'alumne ha d'assistir al laboratori havent **estudiat** atentament el guió de la pràctica que ha de realitzar; només d'aquesta manera l'estudiant podrà començar a realitzar la pràctica assignada en cada sessió.

La qualificació final de l'assignatura serà:

1. Memòria escrita dels informes de pràctiques (T, EM i MO)	40 %
2. Exposició oral d'experiments	35 %
3. Realització i presentació d'una nova pràctica	15 %
4. Examen d'errors i representacions gràfiques	10 %

Els alumnes que no aproven l'assignatura a través de les activitats descrites anteriorment realitzaran un examen final de tota l'assignatura, sempre que hagen fet totes les pràctiques.

Tenint present que la física és una ciència eminentment experimental, és indispensable que l'alumne adquireixi una formació bàsica de l'experimentació física i aprengui una praxi correcta del treball en el laboratori.

Bibliografia recomanada

- J. R. Taylor, *An introduction to error analysis, The study to uncertainties in physical measurements*, University Science Books, USA, 1982.
- *Evaluación de datos de medición. Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida*, Centro Español de Metrología, 2008
- A. Somoza *et al.*, *Laboratorio de física*, Universidad de Murcia, Murcia, 2000
- C. L. Squires, *Practical Physics*, Third edition, Cambridge University Press, 1998
- S. Gil, *Experimentos de física usando las TIC y elementos de bajo costo*, Alfaomega, Buenos Aires, 2014.
- F. Ballester y F. Tena, *Técnicas experimentales en Física General*, Editorial Moliner-40, 2002

- A. Calvo Hernandez *et al.*, *Manual de Técnicas experimentales en Termodinámica*, Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, 2005.
- C. Sánchez del Río, *Análisis de errores*, EUDOMA UNIVERSIDAD: Textos de Apoyo, 1989
- L. Lyons, *A practical guide to Data Analysis for Physical Science Students*, Cambridge University Press, 1991.

Técnicas Experimentales I

Los pilares básicos sobre los que se sustenta el progreso de las Ciencias Físicas son tanto la Física Experimental como la Teórica, y están hasta tal punto ligadas que no se puede entender ningún desarrollo teórico sin una buena base experimental, ni ningún avance experimental sin un apoyo teórico que conduzca la investigación.

La historia de la Física nos demuestra que periodos de intensa investigación experimental, tal como ocurrió en el siglo XIX, quedaron frenados hasta que se desarrollaron teorías que explicaban estos fenómenos e indicaban cuál debía de ser el camino en el que continuase la investigación experimental. La situación inversa también es evidente y una teoría física sin ninguna sustentación experimental no deja de ser una vana especulación intelectual, más cerca de la literatura que de la ciencia.

Se puede definir la Física como una ciencia experimental que estudia las propiedades del Universo considerando atributos susceptibles de ser medidos. Sin embargo, en ocasiones por la forma en que se transmite el conocimiento científico, se podría pensar que los modelos teóricos han precedido a las observaciones en muchos fenómenos físicos. Nada más lejos de la realidad. Hasta una época muy reciente, los avances más significativos en la Física fueron el resultado de observaciones cuidadosas de los fenómenos naturales, seguidas por el desarrollo de modelos designados específicamente para explicar estas observaciones. Por supuesto, en otras ocasiones también se han diseñado experimentos para verificar teorías concretas. Esta situación ilustra que en el desarrollo de la Física, teoría y experimento están fuertemente ligados. Ahora bien, los resultados experimentales tienen siempre el papel de juez: confirman o desmienten la validez de diferentes hipótesis y delimitan el rango de aplicabilidad de las teorías.

En la asignatura de Técnicas Experimentales I se enseñará el desarrollo del Método Experimental como vía para validar y generar el conocimiento científico, además de ayudar en la comprensión de los conceptos físicos. El aprendizaje de los métodos experimentales tiene por tanto una importancia central en la formación de un físico. Habilidades como la capacidad de organización del propio trabajo, la planificación de un experimento, la intuición para determinar las magnitudes físicas relevantes y el rango adecuado para la medida o la capacidad crítica para juzgar la bondad de un resultado son destrezas que se adquieren a través de tiempo y esfuerzo y que tienen un alto grado de interdisciplinariedad. Esto resulta evidente si se tiene en cuenta que para comprender un principio físico es necesario, además del contacto directo con la experiencia, el razonamiento activo sobre los distintos fenómenos observados y una fuerte capacidad de síntesis que nos lleve desde la experiencia concreta hasta la teoría abstracta y viceversa.

El laboratorio es una excelente herramienta pedagógica y, en muchos aspectos, un ámbito esencial para la enseñanza de la física, ya que brinda a los estudiantes la posibilidad de aprender a partir de sus propias experiencias. Utilizaremos esta materia para estimular la curiosidad y el placer por la investigación y el descubrimiento, además existe la posibilidad de explorar, manipular, sugerir hipótesis, cometer errores y reconocerlos, y por lo tanto aprender de ellos.

En esta materia se ofrecerá al alumnado las herramientas experimentales básicas que le permitan obtener una visión global de la física clásica y que adquieran una forma de razonar y de explicar los fenómenos físicos en términos de conceptos básicos. El estudiante debe de conocer diferentes métodos e instrumentos de medida y debe ser capaz de analizar e interpretar los resultados que se obtienen en una práctica experimental.

También se realizarán prácticas de demostración, donde se incentivará que el alumno investigue en los fundamentos físicos de la experiencia y proponga una explicación de la misma.

Objetivos de la asignatura

El objetivo general de esta asignatura es enseñar a los estudiantes la realización activa y la interpretación de actividades prácticas de Física en el laboratorio. Mediante la realización de diferentes experimentos se pretende consolidar los conceptos abstractos introducidos en las asignaturas de teoría.

Los objetivos concretos de esta materia son:

- Enseñar el método experimental y el desarrollo de las prácticas en el laboratorio mediante un conjunto de normas de uso general.
- Promover la utilización del método científico en la realización de las prácticas experimentales.
- Fomentar la familiaridad con diversos procesos experimentales y sus técnicas de análisis, reforzando la capacidad de observación y el sentido crítico.
- Habituar al alumno a manejar instrumentos y desarrollar habilidades para medir cuidadosamente una magnitud física con sus unidades y errores. Análisis de los errores de las medidas. Desarrollar estrategias para evaluar y minimizar los errores experimentales.
- Medir magnitudes y saber interpretar los resultados y sus implicaciones y generalizaciones correctamente en el contexto de los modelos teóricos adecuados.
- Utilizar herramientas estadísticas e informáticas adecuadas para el análisis de los datos.
- Ser capaces de realizar diversas aproximaciones a un problema experimental complejo y estimar órdenes de magnitud para interpretar diversos fenómenos físicos.
- Aprendizaje de la comunicación científica. Realizar, presentar y defender informes de los experimentos realizados tanto de forma escrita como oral. Fomentar la capacidad para comunicar los resultados experimentales con la argumentación propia del ámbito científico.
- Realizar interpretaciones de diversos experimentos cualitativos, “Prácticas de Demostración”, a través de la investigación y de la utilización de recursos bibliográficos.

Contenidos

Los contenidos de Técnicas Experimentales I corresponden a los siguientes descriptores:

- Estudiar la manifestación experimental de conceptos de Termodinámica (T).
- Estudiar la manifestación experimental de conceptos de Electromagnetismo (EM).
- Estudiar la manifestación experimental de conceptos de Mecánica y Ondas (MO).

Se iniciará esta materia con la explicación detallada de los conceptos básicos asociados a los procesos de medición y el tratamiento estadístico de datos. Se introducirán los conceptos de incertidumbre y la propagación de errores experimentales. Se pondrá especial énfasis en las diferentes representaciones gráficas, ajuste por mínimos cuadrados, escalas logarítmicas, y su utilización para obtener diferentes magnitudes físicas.

En el laboratorio se realizarán diversas prácticas elegidas por su relevancia experimental y/o conceptual en el ámbito de la termodinámica, el electromagnetismo y la mecánica y ondas. Las prácticas se realizarán en grupos de dos alumnos. Las presentaciones orales se realizarán por el grupo de prácticas para fomentar el trabajo en grupo, mientras que los informes de las memorias de las prácticas que se presenten por escrito serán individuales.

Cada alumno debe de disponer de una libreta de laboratorio (o fichero) en la que deberán reflejar los fundamentos teóricos en el que se basa la práctica, los datos experimentales tomados en el laboratorio de todas las prácticas realizadas, su tratamiento (errores, cifras significativas, unidades), las representaciones gráficas que se deban de realizar, los resultados obtenidos junto con las conclusiones y cualquier comentario relevante respecto a la realización de la práctica.

Existen tres grupos de prácticas.

Grupo L1, profesores: Angel Ávila e Isabel Abril.

Grupo L2, profesor: Luis Anton i Moisés Villalvilla.

Grupo L3, profesores: Angel Ávila, e Isabel Abril.

Las actividades que se realizarán en esta asignatura serán las siguientes:

1. En cada módulo de las prácticas (Termodinámica, Electromagnetismo y Mecánica y Ondas) el alumno debe de elaborar, de forma individual, la memoria completa de una práctica, en la que se debe detallar la introducción, el fundamento teórico, el instrumental utilizado, la metodología, presentar los datos experimentales, los cálculos, los resultados obtenidos y las conclusiones. También deben de contestar por escrito a las preguntas planteadas en cada experiencia.
2. Cada alumno debe de elaborar, de forma individual, un informe sobre dos prácticas de demostración del módulo de Termodinámica.
3. Cada grupo de alumnos debe exponer de forma oral una de las prácticas realizadas de cada módulo (Termodinámica, Electromagnetismo y Mecánica y Ondas). El tiempo para la presentación será de 15 minutos.
4. Cada grupo de alumnos debe pensar, preparar, diseñar, investigar, presentar y exponer una práctica nueva (que no esté en el laboratorio) de cualquier módulo.
5. Se realizará un examen de errores y representaciones gráficas el 20 de febrero de 2023.

Evaluación

La asistencia a las sesiones de prácticas es obligatoria y condición indispensable para poder aprobar la asignatura.

El alumno debe asistir al laboratorio habiéndose **estudiado** atentamente el guion de la práctica que ha de realizar, sólo de esta manera el estudiante podrá comenzar a realizar la práctica asignada a cada sesión.

La calificación final de la asignatura será:

1. Memoria escrita de los informes de prácticas (T, EM i MO)	40 %
2. Exposición oral de los experimentos	35 %
3. Realización y presentación de una nueva práctica	15 %
4. Examen de errores y representaciones gráficas	10 %

Los alumnos que no aprueben la asignatura a través de las actividades descritas anteriormente, realizarán un examen final de toda la asignatura, siempre y cuando hayan realizado todas las prácticas.

Teniendo presente que la Física es una ciencia eminentemente experimental es indispensable que el alumno adquiera una formación básica de la experimentación física y aprenda una praxis correcta del trabajo en el laboratorio.

Bibliografía recomendada

- J. R. Taylor, *An introduction to error analysis, The study to uncertainties in physical measurements*, University Science Books, USA, 1982. (Existe una version traducida al castellano)
- *Evaluación de datos de medición. Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida*, Centro Español de Metrología, 2008
- A. Somoza *et al.*, *Laboratorio de física*, Universidad de Murcia, Murcia, 2000
- C. L. Squires, *Practical Physics*, Third edition, Cambridge University Press, 1998
- S. Gil, *Experimentos de física usando las TIC y elementos de bajo costo*, Alfaomega, Buenos Aires, 2014.
- F. Ballester y F. Tena, *Técnicas experimentales en Física General*, Editorial Moliner-40, 2002
- A. Calvo Hernandez *et al.*, *Manual de Técnicas experimentales en Termodinámica*, Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, 2005.
- C. Sánchez del Río, *Análisis de errores*, EUDEMA UNIVERSIDAD: Textos de Apoyo, 1989
- L. Lyons, *A practical guide to Data Analysis for Physical Science Students*, Cambridge University Press, 1991.