

MEMORIA FINAL PROYECTO:

1. Título del trabajo en castellano e inglés:

Nuevos caminos de aprendizaje: laboratorio-exposición de experimentos emblemáticos de la Física

New ways of learning: laboratory-exposure of emblematic experiments of Physics.

2. Autor/es:

Coordinadora del proyecto: Gloria Huertas Sánchez

Autores:

Felipe Gutiérrez Mora (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Carmen Gallardo Cruz (Departamento de Física de la Materia Condensada)

José Antonio Acosta Jiménez (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Manuel Jiménez Melendo (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Josefa María Borrego Moro (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Rocío del Río Fernández (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Alberto Romero García (Departamento de Ingeniería Química)

Ana Morales Rodríguez (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Alberto Pérez Izquierdo (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Miguel Ángel Sánchez Quintanilla (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Rafael Rodríguez Boix (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Manuela Rodríguez Gallardo (Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear)

Francisco Medina Mena (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Francisco Javier Romero Landa (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Luis María Esquivias Fedriani (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Piedad Brox Jiménez (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

M^a del Mar Conejo Argandoña (Departamento de Química Inorgánica)

José M. Espino Navas (Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear)

Manuel Félix Ángel (Departamento de Ingeniería Química)

Ángela Gallardo López (Departamento de Física de la Materia Condensada)

María del Carmen Lemos Fernández (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Francisco de Paula Jiménez Morales (Departamento de Física de la Materia Condensada)

José María Martín Olalla (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Joaquín Ramírez Rico (Departamento de Física de la Materia Condensada)

3. Afiliación

Facultad de Física-Universidad de Sevilla

4. Dirección de correo electrónico del responsable del trabajo o del primer autor como responsable de correspondencia, incluyendo número de teléfono.

Gloria Huertas Sánchez, gloria@us.es, 954556420

5. Se indicará que el proyecto ha sido financiado mediante la presente convocatoria.

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia con la Convocatoria de Ayudas de innovación y mejora docente. Curso 2013-2014. Modalidad B (Ref. 1.10B)

1. Resumen del contenido de la memoria en castellano e inglés (100-150 palabras).

El objetivo principal del proyecto fue definir y aplicar nuevas estrategias docentes basadas en experiencias de cátedra in-situ que fueran participativas e integradoras y que permitieran en el alumno el desarrollo de destrezas y habilidades distintas a las puramente teóricas y una evaluación adecuada y alternativa de sus logros educativos.

Para lograr dicho objetivo se ha trabajado en la concepción y proyección, de manera conjunta entre un grupo nutrido de profesores implicados en las asignaturas prácticas de las titulaciones de la Facultad, de un laboratorio-exposición para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las distintas áreas de la Física útil para todos los alumnos del Centro.

Asimismo, la puesta en marcha de estas actividades ayudó a los profesores involucrados a reflexionar y a reorganizar sus contenidos en los distintos laboratorios y, por tanto, a poder identificar en profundidad los aspectos más débiles y más difíciles en la cooperación docente de las asignaturas prácticas de nuestras titulaciones.

English: *The main aim of the project was to define and apply new educational strategies based on demos, in-situ, which they were participative and allowed the students to develop skills different from the purely theoretical ones to provide a suitable and alternative evaluation of their educational achievements.*

To achieve this goal we have worked out in the design and projection (jointly and cooperatively by a large group of teachers involved in practical subjects of the Faculty) of a laboratory-exposure to the teaching and learning of the different Physical areas useful to all students of the Centre.

Likewise, these activities helped the teachers to have a closer working relationship with other teachers also involved in practical subjects and, therefore, to be able to identify, in depth, the most weak points on the cooperation in the educational content of their subjects.

2. Listado de palabras claves. Se especificarán de 3 a 5 palabras claves o frases cortas que identifiquen el contenido del trabajo. Se procurará que estén ajustadas al Tesauro Europeo de la Educación, al Tesauro Mundial de la Educación (UNESCO) o, a las entradas del Tesauro empleado en la base de datos ERIC.

Auto-aprendizaje, física recreativa, laboratorio-exposición, experiencias de cátedra, etc..

1. Texto

Introducción:

Aprovechando los recursos de la Facultad y la disponibilidad de acceder a los distintos laboratorios docentes e investigadores del Centro junto con el bagaje y el material adquirido en un esfuerzo de años de trabajo y dedicación de un conjunto nutrido de divulgación formado por profesores, PAS y alumnos de la Facultad, los componentes de nuestra Facultad tenemos no sólo la experiencia necesaria sino el equipo experimental para montar un laboratorio-exposición en el que se recreen experimentos emblemáticos de la Física. Nuestra idea se inspira en un proyecto de innovación docente del año 2010-11 de la Universidad de Granada desarrollado por un profesor del Departamento de Física Aplicada de dicha Universidad titulado “LOS DIEZ EXPERIMENTOS MÁS BELLOS DE LA FÍSICA. LABORATORIO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA”. Como resultado de esta iniciativa la Facultad de Ciencias de dicha Universidad realiza actualmente un Campus Científico de verano tomando como referencia el laboratorio-exposición realizado en el que se recrean lo que ellos consideran los diez experimentos más bellos de la Física. Según ellos mismos comentan en su página web (<http://cabanilles.ugr.es/gabinete/Top10Physics/>) *este laboratorio tiene una doble finalidad, dar difusión a importantes avances científicos realizados por el hombre a lo largo de su historia y mostrar de una forma simpática y mágica la, injustamente considerada aburrida, labor de los físicos.*

De esta forma, un grupo de profesores de la Facultad queremos impulsar y promover esta labor y crear aquí, en la Universidad de Sevilla, nuestra propia versión de este laboratorio-exposición para el aprendizaje de las distintas áreas de la Física. Nos hemos implicados distintos profesores de las asignaturas de técnicas experimentales y de laboratorio con el objetivo común de aprovechando las sinergias existentes y el material disponible, montar una serie de experimentos curiosos y emblemáticos que ayuden a nuestra docencia y a la explicación global de las distintas ramas de la Física. Este laboratorio-exposición estaría ubicado en el futuro en el nuevo laboratorio conjunto de la Facultad y serviría a los profesores de las distintas áreas docentes (interdepartamentos) como vehículo demostrativo de nuestra docencia en técnicas experimentales y como herramienta de enseñanza-aprendizaje amena e ilustrativa de los distintos conceptos de la Física.

Como tenemos el material inventariable experimental (carrete de tesla, kit de experimentos ópticos, kit de experimentos de electricidad y magnetismo, etc...), nos gustaría centrarnos aquí en el desarrollo del material docente para la explicación de dicho laboratorio-exposición y la publicación del mismo en folletos y láminas explicativas y el requerimiento del material fungible para el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, nos planteamos también, al inicio del proyecto, la posibilidad de una visita a la Universidad de Granada y a su laboratorio-exposición antes mencionado con el objetivo de establecer una línea de colaboración para un posible trabajo interuniversitario futuro en este sentido y de ofrecer la posibilidad a los alumnos de

técnicas experimentales de nutrirse de una experiencia y de un trabajo docente innovador y distinto en nuestro ámbito, así como, una visión de cómo se enseña en otros entornos universitarios.

Finalmente, también quisimos reflexionar sobre la coordinación de las asignaturas de laboratorio en nuestras titulaciones de Grados y Dobles Grados. Dichas titulaciones están estructuradas en asignaturas meramente teóricas y en asignaturas de laboratorio. Las asignaturas teóricas se organizan de manera clara y fácil, pues atañen a un único departamento y a un grupo concreto de profesores pertenecientes a una única área de aprendizaje. Sin embargo, las asignaturas de laboratorio a menudo implican a distintas áreas de conocimiento y a un grupo abundante de profesores interdepartamentales y, por tanto, interdisciplinarios. En este sentido, se hace a veces difícil la organización y coordinación de las asignaturas y la elección y desarrollo de un conjunto viable de prácticas y montajes experimentales que cubran los descriptores de las mismas, la coherencia de terminología y modos de trabajo, un horario flexible y adecuado sin solapamientos que permitan un buen desarrollo y puesta en marcha de las asignaturas, una homogenización de contenidos (evitando solapamientos y carencias) y en el uso de herramientas de simulación y de visualización de resultados experimentales, un manual conjunto de buenas prácticas, etc...

En este sentido, propusimos la realización de unas jornadas de reflexión y análisis de los profesores implicados en la docencia práctica del Centro y el equipo decanal para estudiar posibles puntos de mejora que después puedan aplicarse en la organización de las asignaturas de laboratorio y ayuden a optimizar recursos y a un perfeccionamiento de la práctica docente. La idea, como hemos señalado anteriormente, fue la coordinación conjunta de las asignaturas de laboratorio de nuestros Grados y Dobles Grados.

Como punto fuerte y significativo señalar que se ha conseguido reclutar e implicar no sólo a profesores de nuestra Facultad, sino de distintos departamentos de la Facultad de Química involucrados también en las asignaturas de nuestras titulaciones e interesados en participar de esta idea de intercambio de opiniones, puntos de vista, mejora e innovación de las prácticas de laboratorio.

Objetivos:

Básicamente, los objetivos generales del trabajo planteado en esta propuesta fueron los siguientes:

- Establecimiento de un canal de comunicación y un hilo de colaboración entre los distintos profesores de las asignaturas con laboratorio de nuestras titulaciones (Grados y Dobles Grados).
- La mejora e innovación del desarrollo, puesta en marcha, coordinación e interrelación de las prácticas de laboratorio (asignaturas de técnicas experimentales y con laboratorio) de nuestras titulaciones (Grados y Dobles Grados) reflexionando sobre los aspectos académicos, procedimentales,

metodológicos y transversales a pulir y perfilar después de varios años de implantación de dichos títulos.

- El diseño de estrategias de intervención para cambiar puntos débiles y frágiles detectados por los propios profesores implicados en la docencia de laboratorio con una actitud proactiva y el impulso de acciones concretas que nos lleven a mejorar las particularidades y carencias de las asignaturas involucradas y a encontrar puntos de sinergia mediante el intercambio de opiniones y material docente.
- La concepción y proyección, de manera conjunta entre un grupo nutrido de profesores, de un laboratorio-exposición para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las distintas áreas de la Física útil para todos los alumnos de la Facultad.

Metodología: La señalada anteriormente: trabajo colaborativo, sinergias de ideas, reuniones, elaboración de material docente, etc...

Evaluación: Se propuso realizar una memoria de cada actividad y acción programada, así como posibles encuestas que pudieran informar sobre la utilidad y éxito de las mismas.

Desarrollo del proyecto y tareas realizadas:

Acción 1: Elaboración de un dossier de prácticas entre un grupo variado y representativo de profesores involucrados en la docencia de laboratorio de las titulaciones de la Facultad de Física.

Se ha trabajado en este proyecto en la concepción y proyección, de manera conjunta entre un grupo nutrido de profesores implicados en las asignaturas prácticas de las titulaciones de la Facultad, de un laboratorio-exposición para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las distintas áreas de la Física útil para todos los alumnos del Centro.

Se trató de recopilar la experiencia de año tras año en la que los profesores han ido coleccionando experimentos que juzgaban útiles para ilustrar empíricamente aspectos relacionados con distintos cursos de Física.

Hemos hecho un dossier de experimentos que reúne un variado y profuso abanico de ensayos curiosos y significativos ubicados en el ámbito que va desde el hecho físico puro a la experiencia cotidiana.

Se ha perseguido que las experiencias programadas sean atractivas y despierten la curiosidad e imaginación, para captar la atención del estudiante. También hemos querido que fueran asequibles tanto didáctica como económicamente, es decir atractivas y baratas. Reusando en la medida de lo posible el material existente en los laboratorios de docencia de la Facultad.

Por otro lado, ponemos de manifiesto que algunas de los experimentos se han ideado para ser repetidos por el estudiante en sus casas a sus familias y en sus actividades de divulgación, contribuyendo a la reeducación generacional.

La ayuda económica se ha destinado, tal y como se propuso en la petición, al apoyo de la puesta en marcha de este laboratorio-exposición con material fungible y a la realización del material gráfico de dicho laboratorio.

Se adjunta en el Anexo I un resumen del dossier de prácticas y las láminas explicativas de distintos experimentos emblemáticos que documentan nuestro laboratorio-exposición.



Foto: *Experimentos de nuestro laboratorio-exposición (ambulante)*

Acción 2: Reunión entre todos los compañeros del proyecto (y aquellos profesores interesados en las asignaturas de prácticas de nuestras titulaciones) para discutir y reflexionar conjuntamente sobre los distintos aspectos de nuestras asignaturas de laboratorio. Fue el martes 25 de noviembre por la tarde de 16:00-19:00 (en el Aula 4A de la Facultad de Física).

Orden del día:

- Reflexión y debate sobre las asignaturas con laboratorio de nuestras titulaciones asociadas al proyecto de Innovación Docente.
- Análisis de las distintas metodologías y sistemas de evaluación de dichas asignaturas.

- Detección de solapamientos y carencias
- Planteamiento de puntos de mejora

Objetivos:

- 1) Programar y coordinar en las asignaturas los distintos aspectos de la formación experimental que son comunes a todas ellas.
- 2) Coordinar los contenidos
- 3) Optimización de recursos

Se discutió sobre todo ello respondiendo a las siguientes cuestiones:

Actividades en el laboratorio:

¿Qué formación se exige y se proporciona a los alumnos en materia de determinación y cálculo de errores?

¿Qué aparatos de propósito general se utilizan?

¿Se exige la elaboración de memorias de prácticas?

¿Cómo se evalúa las prácticas y el trabajo en el laboratorio?

Contenidos:

¿Se echan en falta contenidos de cursos anteriores?

Actividades transversales:

Exposición de trabajos por parte de los alumnos. ¿Necesidad de formación en técnicas de exposición?

Elaboración de trabajos escritos por parte de los alumnos. Necesidades de formación en técnicas de redacción científica.

Formación Informática. ¿Qué conocimientos se requieren en la asignatura? ¿Qué programas se usan? ¿Qué formación específica se les da al alumno?

Bibliografía. ¿Los libros recomendados se encuentran fácilmente?

Trabajo en equipo. ¿Se trabaja en equipo en la asignatura? ¿Se evalúa ese tipo de trabajo de alguna forma?

Asignaturas implicadas (laboratorio y/o gran contenido práctico):

Técnicas Experimentales I

Técnicas Experimentales II

Técnicas Experimentales Básicas

Circuitos Eléctricos: Teoría e Instrumentación
Comportamiento Electrónico y Térmico de Materiales
Termodinámica
Biomateriales
Física Cuántica
Óptica Geométrica
Óptica
Tecnología de Medios Granulares
Química II
Mecánicas
Electromagnetismo
Física I
Física II
Métodos Numéricos de Simulación

Titulaciones a las que afecta:

Grado en Física
Grado en Ingeniería de Materiales
Doble Grado en Física e Ingeniería de Materiales
Doble Grado en Física y Matemáticas
Doble Grado en Química e Ingeniería de Materiales
Grado en Óptica y Optometría

Profesores implicados:

Coordinadora: Gloria Huertas Sánchez
(Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
Felipe Gutiérrez Mora (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Carmen Gallardo Cruz (Departamento de Física de la Materia Condensada)
José Antonio Acosta Jiménez (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
Manuel Jiménez Melendo (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Josefa María Borrego Moro (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Rocío del Río Fernández (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
Alberto Romero García (Departamento de Ingeniería Química)
Ana Morales Rodríguez (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Alberto Pérez Izquierdo (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
Miguel Ángel Sánchez Quintanilla (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
Rafael Rodríguez Boix (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
Manuela Rodríguez Gallardo (Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear)
Francisco Medina Mena (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
Francisco Javier Romero Landa (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Luis María Esquivias Fedriani (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Piedad Brox Jiménez (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)
M^a del Mar Conejo Argandoña (Departamento de Química Inorgánica)
José M. Espino Navas (Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear)
Manuel Félix Ángel (Departamento de Ingeniería Química)
Ángela Gallardo López (Departamento de Física de la Materia Condensada)
María del Carmen Lemos Fernández (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Francisco de Paula Jiménez Morales (Departamento de Física de la Materia Condensada)
José María Martín Olalla (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Joaquín Ramírez Rico (Departamento de Física de la Materia Condensada)
Javier Blázquez Gamez (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Conclusiones de la reunión:

- 1) Se pone de manifiesto la necesidad de una mayor coordinación entre las asignaturas con gran contenido práctico de nuestras titulaciones.
- 2) Se propone realizar un análisis exhaustivo de las asignaturas implicadas. Se plantea la necesidad de recabar la lista de las prácticas que se imparten en todas las asignaturas y breve descripción de las mismas para que esta información se analice en una futura reunión entre los profesores. Los profesores se ofrecen a dar esta información y que se recoja en un documento que puedan leer y revisar todos los profesores implicados para evitar solapamientos de contenidos, conocer lo que hacen los alumnos previamente (ideas previas) y optimizar recursos.
- 3) Los profesores implicados van a rellenar una **encuesta** para elaborar un estudio profundo de la problemática de las asignaturas de laboratorio y poder proponer puntos concretos de mejora que nos ayuden a plantear iniciativas específicas que puedan ser de utilidad para optimar todo lo relacionado sobre los laboratorios de

docencia en nuestras titulaciones (un ejemplo de dicha encuesta se anexa a esta memoria en el Anexo II).

- 4) Se determinó que hay profesores que imparten una pedagogía de aprendizaje de la Física en dónde los alumnos encuentran los montajes hechos y siguen un guión perfectamente estructurado y otros profesores siguen la metodología de que los alumnos tengan más iniciativa en el laboratorio. Se discutieron pros y contras de ambos métodos.
- 5) Los profesores intercambiaron ideas sobre distintos métodos de evaluación (cuaderno de prácticas, hoja de resultados, trabajo en equipo, exámenes, etc...). Hubo profesores que decidieron probar procedimientos que otros usaban.
- 6) Se detectó que cada vez era más difícil usar herramientas informáticas y de simulación por el hecho de que ya los alumnos no tenían sus propios portátiles y no hacen un buen uso del Aula de Informática.
- 7) Surgió la idea en dos de las asignaturas: Técnicas Experimentales I y Métodos Numéricos aprovechar que ambas trabajaban Matlab para hacerlo conjuntamente. Es decir, en la asignatura de segundo trabajar el proyecto de la asignatura de 4º para tener esa tarea ya elaborada.
- 8) Se determinó que era fundamental que todos los profesores tuviéramos claro los contenidos y destrezas que se enseñan en Técnicas Experimentales Básicas, pues era la asignatura de 1º donde descansaba toda la construcción del conocimiento del resto de los cursos.
- 9) Se decidió crear un repositorio de la documentación importante que se suministrara en las asignaturas implicadas sobre consideraciones generales de actividades transversales y cursos específicos (manejo de bibliografía, técnicas de exposición, técnicas de elaboración de memorias de prácticas, determinación y cálculo de errores, propagación de errores, conceptos básicos matemáticos, etc...). El análisis de esta documentación podría permitir detectar aspectos transversales que no se están tratando de manera eficaz.
- 10) Se determinó tratar de tener uno o dos libros de referencia de errores e instrumentación.
- 11) Se determinó que se debían proponer prácticas atractivas y vinculadas a aspectos cotidianos y de utilidad en su desarrollo futuro profesional.
- 12) Se determinó que se haría un estudio y un posterior informe con todos los puntos anteriores, usando las respuestas de los encuestas de los profesores.

Se adjuntan como anexos la presentación que se usó en la reunión (Anexo III) y la encuesta que se propuso a los profesores (Anexo II). Los profesores aún están

enviando sus respuestas a la coordinadora del proyecto para analizarla en futuras reuniones.



Acción 3: Visita al laboratorio de divulgación: “Los 10 experimentos más bellos de la Física” del profesor Miguel Cabrerizo en la Universidad de Granada (<http://www.elmundo.es/andalucia/2014/11/08/545d0187ca47416a668b456e.html>). Nos pareció impresionante e inspirador su manera tan particular de contar la Física y los experimentos que hay

montados en dicho laboratorio. Tomamos ideas e intercambiamos opiniones para nuestras asignaturas de laboratorio y asignaturas de técnicas experimentales de nuestras titulaciones, así como para ese laboratorio-exposición que estamos ideando y planificando en este proyecto de innovación y mejora docente.

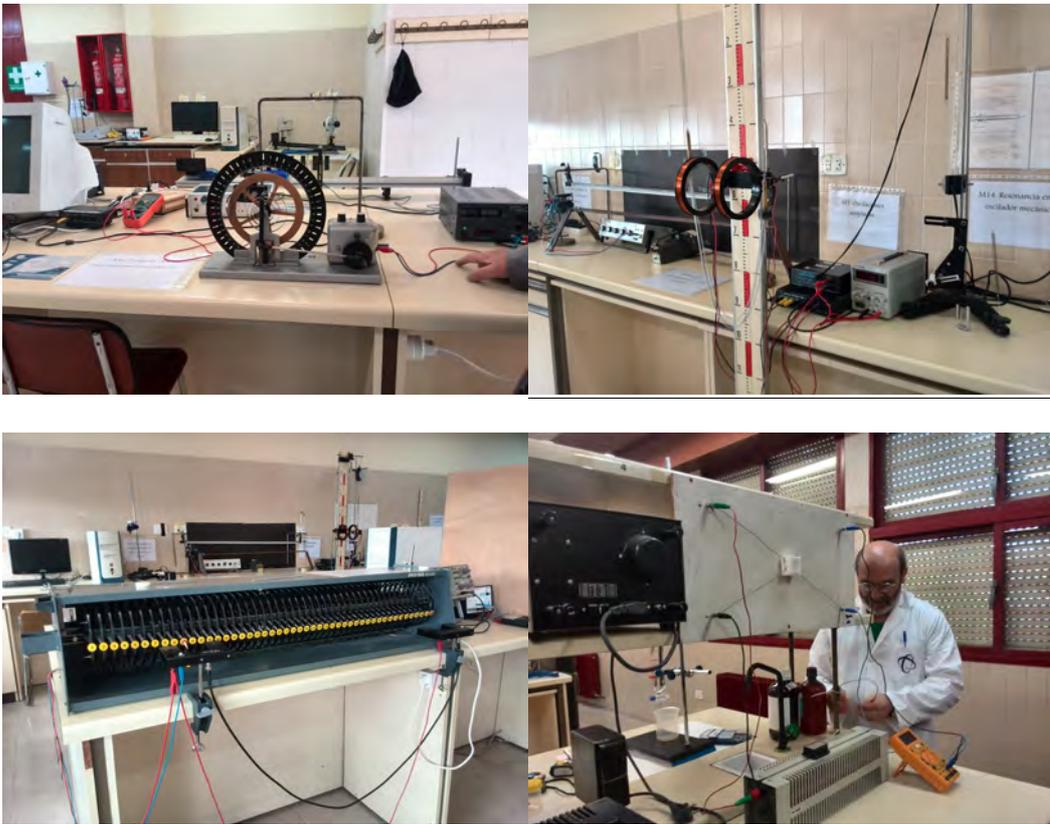




Fotos: Visita a los laboratorios de divulgación de la Facultad de Ciencias (UGR)

También aprovechando la estancia en Granada de la coordinadora de este proyecto se visitaron los laboratorios de docencia.

Fotos: Visita a los laboratorios de docencia de la Facultad de Ciencias (UGR)



Se intercambiaron muchas ideas y opiniones sobre el trabajo en el laboratorio de nuestras titulaciones. En concreto, y a manera de ejemplo, se consideraron dos prácticas de laboratorio para incorporarlas a nuestro acervo de nuestras asignaturas de técnicas experimentales (laboratorio):

- 1) Basada en el artículo “Vibrations of a Lattice Including Defects: Laboratory Demonstrations Using Electrical Analogs” (Scott, P. L), *American Journal of Physics*, Volume 40, Issue 2, pp. 260-266 (1972). Descripción: “Simple

inexpensive electrical analogs are described that illustrate the qualitative and quantitative behavior of wave motion on a one-dimensional monatomic lattice, a diatomic lattice, and on a lattice containing a defect". Esta práctica nos sirve para conjugar y comunicar de manera muy interesante y sabia las dos materias de la asignatura de Técnicas Experimentales I (Física del Estado y Electrónica).

2) Práctica de "*Determinación de la Banda Prohibida del Germanio*".

Anexo I: Parte del Dossier y de las fichas explicativas de experimentos

DOSSIER DE EXPERIMENTOS ILUSTRATIVOS DE FÍSICA

CONJUNTO DE EXPERIMENTOS PROPUESTOS Y DISEÑADOS POR LOS
PROFESORES DE LABORATORIO DE LAS DISTINTAS TITULACIONES DE LA
FACULTAD DE FÍSICA
CURSO 2014-2015

Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Profesores

Responsable: Pablo García Sánchez

Profesor Ayudante: Alberto Pérez Izquierdo

Departamento: Electrónica y Electromagnetismo

Asignatura: Óptica Física. Grado en Óptica y optometría

Material requerido

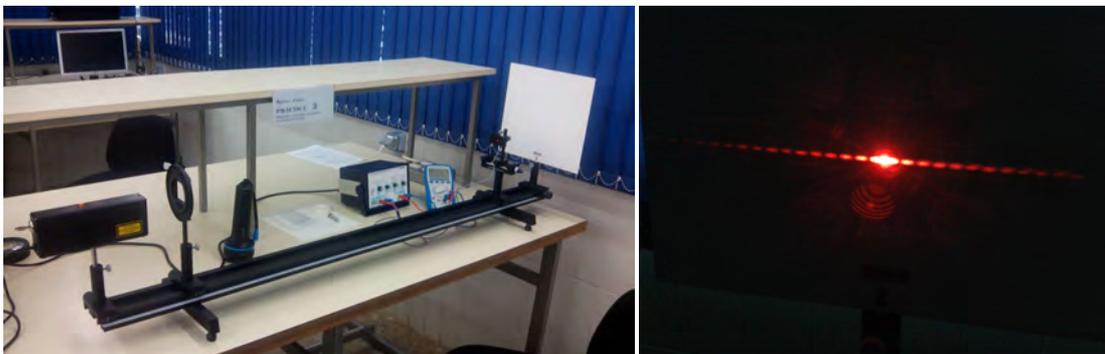
Láser, vidrio con aberturas y obstáculos, fotodiodo, amplificador, voltímetro, banco óptico, soportes y pantalla.

Introducción y objetivos

La difracción es uno de los fenómenos característicos de las ondas. Se produce cuando un frente de ondas pasa por una abertura o un obstáculo cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda del frente. En el caso de la luz, la difracción se observa cuando un haz suficientemente colimado se hace pasar por una pequeña abertura, por una ranura estrecha o por algún obstáculo de pequeñas dimensiones. En el caso de una abertura circular el patrón de difracción que se observa en una pantalla convenientemente situada está formado por una serie de anillos concéntricos, llamados anillos de Airy. Si interponemos un hilo delgado, de en torno a la centena de micras, se observa una línea luminosa con zonas oscuras equiespaciadas. El objetivo de la práctica es poner de manifiesto el fenómeno de la difracción y determinar las dimensiones de diversos objetos a partir de los patrones observados.

Procedimiento experimental y resultados

La foto de la izquierda muestra el montaje experimental. La luz proveniente de un láser de He-Ne se hace pasar por una abertura circular de 0,25 mm de diámetro, que está impresa en un vidrio. El patrón de difracción se observa en la pantalla. Un fotodiodo montado sobre un tornillo micrométrico permite medir la irradiancia en función de la distancia al centro del patrón de difracción a una distancia dada de la abertura. De la posición de los máximos y los mínimos observados es posible deducir el diámetro de la abertura circular. En una segunda serie de medidas se hace pasar el haz por un hilo fino (puede ser un pelo de alguna persona presente). Se obtiene en este caso un patrón como el de la fotografía de la derecha. Midiendo la irradiancia en función de la posición del fotodiodo es posible determinar, a partir de la posición de los mínimos, el grosor del hilo.



Título: Estudio de interferencias luminosas

Profesores

Responsable: Francisco Javier Romero Landa

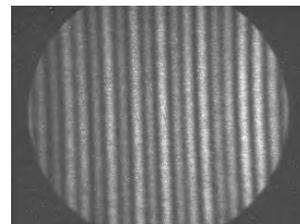
Departamento: Física de la Materia Condensada

Material requerido

Banco óptico graduado, soportes para banco óptico, láser de He-Ne, objetivo, doble espejo de Fresnel, biprisma de Fresnel, lentes, pantalla, regla de medida.

Introducción y objetivos

Las interferencias luminosas constituyen una evidencia del comportamiento ondulatorio de la luz. Al superponer, bajo determinadas condiciones, dos haces de luz se produce una distribución de intensidades denominada patrón de interferencias. Para que este fenómeno sea observable las fuentes de luz deben ser coherentes. Para ello se utiliza una única fuente de luz y un dispositivo que divide el haz incidente en dos haces que se superponen entre sí. Uno de los experimentos más conocidos es el experimento de Young donde se coloca, a continuación de la fuente luminosa, una pantalla opaca con dos rendijas separadas por una distancia d que se comportan como dos emisores de luz coherentes entre sí (división del frente de ondas). El patrón de interferencias se observa en una pantalla situada a una distancia D de las rendijas. La interfranja Δx , distancia entre dos máximos consecutivos, viene dada por $\Delta x = \frac{\lambda D}{d}$. Diversos dispositivos reproducen el experimento de Young, ya que la luz después de reflejarse o transmitirse en ellos aparenta provenir de dos fuentes de luz virtuales.

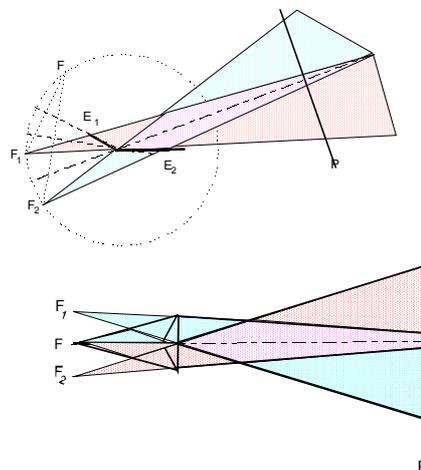


El objetivo de la práctica es poner de manifiesto de forma cualitativa el fenómeno de interferencias luminosas y utilizarlo para medir cuantitativamente la longitud de onda de una luz. Para ello se utilizará el doble espejo de Fresnel y el biprisma de Fresnel. El doble espejo de Fresnel está formado por dos espejos que forman un pequeño ángulo entre sí. El biprisma de Fresnel está formado por dos prismas de pequeño ángulo de refringencia unidos entre sí.

El montaje consiste en situar sobre un banco óptico una fuente láser de He-Ne seguida por el doble espejo de Fresnel o el biprisma de Fresnel. En caso necesario puede colocarse una lente proyectora para aumentar el tamaño del patrón interferencial sobre la pantalla de observación. Se analiza la influencia de la configuración del experimento (separación láser-dispositivo, separación dispositivo-pantalla, giro de los espejos, etc) sobre la interfranja. A partir del estudio de la interfranja se obtiene la longitud de onda de la luz utilizada.

Procedimiento experimental y resultados

El montaje consiste en situar sobre un banco óptico una fuente láser de He-Ne seguida por el doble espejo de Fresnel o el biprisma de Fresnel. En caso necesario puede colocarse una lente proyectora para aumentar el tamaño del patrón interferencial sobre la pantalla de observación. Se analiza la influencia de la configuración del experimento (separación láser-dispositivo, separación dispositivo-pantalla, giro de los espejos, etc) sobre la interfranja. A partir del estudio de la interfranja se obtiene la longitud de onda de la luz utilizada.



Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Profesores

Responsable: Felipe Gutiérrez Mora

Departamento: Física de la Materia Condensada

Material requerido

Brújula

Imanes permanentes

Tubos de distintos materiales para electrostática

Visualizador de campos magnéticos en 3 D

Cables y fuente de alimentación

Galvanómetro

Bobina de Helmholtz

Dispositivo para demostrar la equivalencia entre un motor y un generador

Introducción y objetivos

El objetivo de esta serie de experimentos es mostrar de forma sencilla aspectos relacionados con los campos eléctricos (adquisición de cargas por frotamiento) y magnéticos (imanes). También se pretende poner de manifiesto la relación entre ambas interacciones y como dicha relación dio origen a la teoría electromagnética. Por último se pretende hacer ver como los procesos de inducción electromagnética pueden dar origen a corrientes eléctricas (como base de los generadores) y como estas corrientes pueden crear movimiento de una forma equivalente (base de los motores). Se pretende asimismo enmarcar todos estos fenómenos en el contexto histórico en el que suceden presentado a los científicos que realizaron dichos descubrimientos.

Procedimiento experimental y resultados

Pretendemos mostrar la relación entre las interacciones eléctricas y magnéticas mediante una serie de experimentos muy sencillos.

- 1) Adquisición de carga eléctrica mediante el frotamiento de diversos materiales
- 2) Visualización del campo magnético, interacción entre polos norte y sur de imanes permanentes. Relación del campo creado por un imán con el campo magnético terrestre mediante el uso de una brújula.
- 3) Visualización del campo magnético creado por una corriente eléctrica, interacción entre cables que transportan corrientes eléctricas.
- 4) Creación de una corriente eléctrica a partir de un campo magnético variable. Principio del generador eléctrico.
- 5) Principio del motor eléctrico como equivalente del generador. Demostración de cómo una corriente eléctrica puede generar un movimiento.

Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Gases reales: licuación por compresión y punto crítico

Profesores

Responsable: José María Martín Olalla.

Ayudante: María del Carmen Gallardo Cruz.

Material requerido

Un banco de presiones y un termostato para controlar presión, volumen y temperatura en un recinto que contiene la sustancia de trabajo. Una cámara del punto crítico que contiene a la sustancia de trabajo y cuyo volumen es exactamente el volumen crítico.

Introducción y objetivos

El objetivo de la práctica es la observación de las propiedades termofísicas de una sustancia por encima y por debajo del punto crítico.

Ninguna sustancia real satisface las leyes de los gases ideales —Boyle-Mariotte, Gay-Lussac y Avogadro— para todas las condiciones de presión y temperatura. La prueba más evidente de esta proposición es la existencia de distintos estados de agregación para una sustancia. La observación de «fases condensadas» —las fases líquida y sólida, en contraposición al gas, no condensado— a determinadas presiones y temperaturas es incompatible con las leyes de los gases ideales, cuyas partículas no interaccionan, sólo tienen energía cinética y se expanden indefinidamente hasta toparse con ligaduras externas. La existencia de fuerzas intermoleculares de largo alcance y carácter atractivo explica la formación de condensados cuando la energía cinética de las partículas es suficientemente baja.

A una temperatura superior a la del punto crítico ninguna sustancia puede condensar por compresión. Si la temperatura es inferior a la del punto crítico, sí.

Montaje

El equipo experimental se representa en la figura 1 y consta de un aparato volumétrico para la compresión de gases y un termostato regulable. La sustancia a estudiar es el *hexafluoruro de azufre*, SF_6 , de masa molecular 146.1 g mol^{-1} , temperatura crítica $(318.769 \pm 0.003) \text{ K}$ (aproximadamente $46 \text{ }^\circ\text{C}$), presión crítica 3.76 MPa . En el aparato volumétrico podemos medir temperatura, presión y volumen.

Se realizan dos experiencias isotermas: una por encima del punto crítico y otra por debajo. A la vez se visualiza en la cámara del punto crítico un estado de coexistencia líquido-vapor o en fase gas, dependiendo del rango de temperatura. En circunstancias ideales la cámara del punto crítico puede revelar fenómenos como la opalescencia crítica.

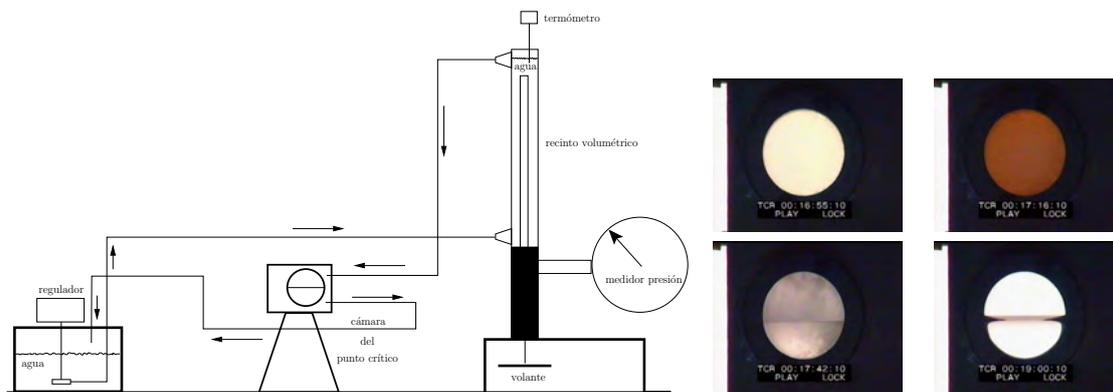


Figura 1: A la izquierda, montaje experimental de la práctica con el termostato de agua, la cámara para la observación del punto crítico y el banco de presión. A la derecha secuencia de fotografías tomadas en la cámara del punto crítico: primero la sustancia en fase gas por encima del punto crítico. La sustancia se enfría y alcanza el punto crítico donde se observa la opalescencia crítica (foto 2); inmediatamente después la formación de la interfase líquido-vapor (foto 3) perpendicular al campo gravitatorio; finalmente, la sustancia se calienta y la interfase se difumina (foto 4) hasta alcanzar el estado de la primera foto.

Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

EL OSCILADOR PUENTE DE WIEN

Profesores

Responsable: Rocío del Río Fernández

Departamento: Electrónica y Electromagnetismo

Material requerido

- Osciloscopio (digital con módulo de FFT)
- Fuente de alimentación
- Generador de señal
- Protoboard
- Componentes electrónicos:
 - Circuitos integrados: amplificador operacional 741, llaves analógicas 4066
 - Resistencias, condensadores y potenciómetros

Introducción y Objetivos

Los osciladores constituyen uno de los circuitos más usados en el contexto de los sistemas electrónicos. El puente de Wien es un circuito de segundo orden que se emplea para obtener oscilaciones sinusoidales auto-mantenidas. Su montaje permite comprobar experimentalmente los conceptos de auto-arranque y de condición de oscilación (criterio de Barkhausen), así como ilustrar de manera muy didáctica conceptos generales relativos a dinámica de sistemas no-lineales de segundo orden.

Perspectiva Histórica

El puente de Wien está basado en una red originalmente desarrollada por Max Wien en 1891 [1]. Su versión moderna fue desarrollada por W. Hewlett en su Master's Thesis en la Universidad de Stanford en 1939 y que fue objeto de patente [2] (ver Fig.1).

Hewlett, junto con David Packard, fundó posteriormente HP y su primer producto fue el HP200A, un oscilador de audio basado en el puente de Wien (ver Fig.2). En él, una de las resistencias se sustituía por una lámpara incandescente que permitía realizar el control de ganancia. El código del producto (200A) se eligió para dar la impresión de que HP era una compañía ya establecida [3].

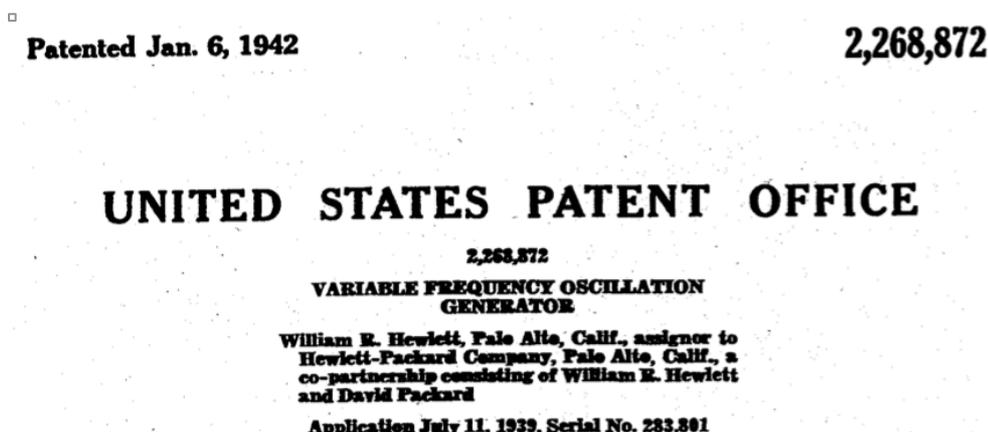


Figura 1. Captura de la primera página de la patente de H.R. Hewlett [2].



Figura 2. Primer producto comercial de HP, el oscilador de audio 200A de 1939 [3].

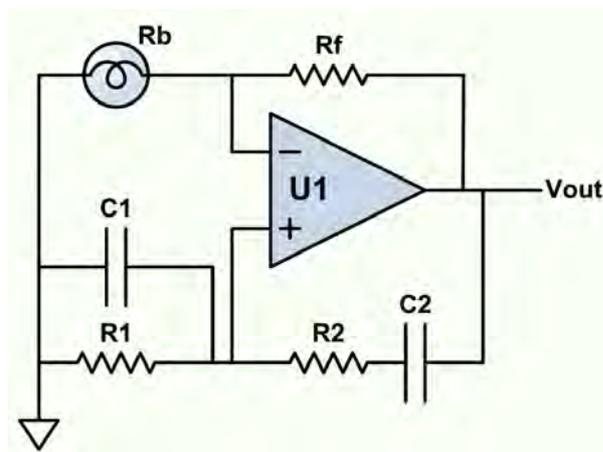


Figura 3. Esquemático del Puente de Wien usando una lámpara incandescente.

Procedimiento Experimental

El montaje experimental del puente de Wien se muestra en la Fig.4.

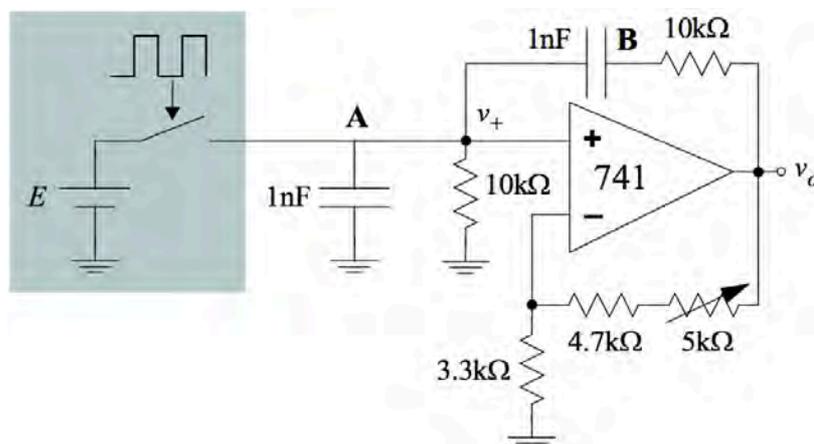


Figura 4: Esquemático del puente de Wien.

El montaje básico (sin la sección enmarcada de la Fig.4) permite comprobar la condición de oscilación y el mecanismo de control de su amplitud. También permite ilustrar el concepto de ciclo límite y comprobar cómo la distorsión de la señal sinusoidal generada aumenta por encima de la condición de oscilación y deforma el ciclo límite.

Al montaje básico se le puede añadir la sección de circuito enmarcada en la Fig.4, que permite re-establecer periódicamente condiciones iniciales al puente de Wien. Ello permite disparar correctamente el osciloscopio para visualizar el espacio de fases, aún en ausencia de oscilaciones auto-mantenidas.

Variando la resistencia del potenciómetro se varía el tipo de respuesta natural del circuito –o alternativamente, los puntos de equilibrio del sistema no-lineal de segundo orden montado. Observando las formas de onda en A y B en el osciloscopio (en modo temporal y en modo XY) se puede comprobar el ciclo límite de la oscilación. Dependiendo del valor de E , se podrá colocar el oscilador inicialmente en el interior o en el exterior de su ciclo límite.

Bibliografía

- [1] M. Wien: Messung der Inductionsconstanten mit dem "optischen Telephon" [Measurement of Inductive Constants with the "Optical Telephone"]. *Annalen der Physik*, Vol. 280, Issue 12, pp. 689–712, 1891. doi:[10.1002/andp.18912801208](https://doi.org/10.1002/andp.18912801208)
- [2] [US patent No. 22,688,72](#), W.R. Hewlett, "Variable Frequency Oscillation Generator", published July 11, 1939, issued January 6, 1942.
- [3] HP Virtual Museum, Early Instruments: Model 200A audio oscillator, 1939. <http://www.hp.com/hpinfo/about/hp/histnfacts/museum/earlyinstruments/0002/index.html>

Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Título: Conductividad Térmica de Metales

Profesores

Responsable: Ángela Gallardo López

Departamento: Física de la Materia Condensada

Material requerido

Barras de metal, sondas de temperatura, calorímetros, resistencia de inmersión, hielo.

Introducción y objetivos

Por una barra cuyos extremos están a distintas temperaturas se transmite longitudinalmente una cantidad de calor (por unidad de tiempo y de área) proporcional a la diferencia de temperatura entre esos extremos. La constante de proporcionalidad es la conductividad térmica, que se pretende determinar con esta práctica. En los metales, la conductividad térmica se debe principalmente a los electrones cercanos a la superficie de Fermi.

Procedimiento experimental y resultados

Se puede conseguir una diferencia de temperatura constante entre los extremos de una barra con un calorímetro con agua hirviendo actuando como foco caliente acoplado a la parte superior y otro calorímetro con agua con hielo el extremo donde iría sumergido el calorímetro inferior. Si se espera el tiempo suficiente para que las sondas colocadas en dos puntos alejados de la barra marquen una diferencia de temperatura constante, se puede estimar el flujo de calor midiendo cuánto tarda en calentarse (temperatura frente a tiempo) el agua del calorímetro inferior una vez retirado el hielo. Es necesario que la barra esté aislada para evitar las pérdidas por su superficie lateral. Para poder determinar el flujo de calor transmitido por la barra debemos conocer la capacidad calorífica del calorímetro inferior, la cantidad de agua que contiene, y restarle el calor que absorbe del ambiente.

Barra de metal para medir su conductividad térmica

Sonda de temperatura para el agua

Calorímetro interior con agua a 0°C



Resistencia de inmersión
Calorímetro con agua a 100°C

Sondas de temperatura en la barra

Indicador de temperatura

MEDIDA DE LA CONSTANTE DE PLANCK MEDIANTE EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

Profesores

Responsable: José Manuel Espino Navas.

Departamento: Física Atómica, Molecular y Nuclear.

Material requerido

- Célula fotoeléctrica en caja apantallada.
- Lámpara espectral de mercurio, instalada en lámpara de experimentación.
- Reactancia para lámparas espectrales.
- Amplificador electrómetro.
- Fuente de alimentación para el amplificador electrómetro.
- Filtros ópticos.
- Multímetro.
- Cables, adaptadores y conectores.

La siguiente imagen muestra una disposición típica de estos elementos.



Introducción y objetivos

El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por un material cuando incide sobre él radiación electromagnética, por ejemplo al iluminarlo con luz visible o ultravioleta. Para que un electrón sea emitido, es necesario que la luz proporcione una energía mayor que la que liga a dicho electrón al material (la diferencia entre ambas energías es la energía cinética del electrón emitido). Según

la teoría ondulatoria de la luz su energía es proporcional a la intensidad, por lo que, independientemente de la frecuencia de la luz, siempre se podría proporcionar suficiente energía al electrón para que escape. Sin embargo, a principios del siglo XX se observó que no ocurría así. Concretamente, en 1902 Lenard realizó observaciones del efecto fotoeléctrico en las que se ponía de manifiesto la variación de energía de los electrones con la frecuencia de la luz incidente. En 1905 Einstein propuso una descripción del efecto fotoeléctrico, basada en la hipótesis cuántica introducida en 1900 por Planck, que lograba explicar este comportamiento.

Según la hipótesis de Planck, la energía de cada cuanto está relacionada con su frecuencia mediante la fórmula

$$E = h f,$$

donde h es la constante de Planck y f la frecuencia. Einstein profundizó en el significado de esta hipótesis al proponer que la luz se emite y se absorbe en cuantos de energía que siguen la ley de Planck. Estos cuantos son lo que actualmente denominamos fotones.

En el caso concreto del efecto fotoeléctrico, los electrones emitidos al incidir luz sobre un material tendrán una energía cinética

$$E_c = h f - W,$$

siendo f la frecuencia de la luz y W la energía necesaria para arrancar un electrón del material. Por lo tanto, la relación entre energía cinética de los electrones emitidos y frecuencia de la luz incidente viene dada por una recta, cuya pendiente es la constante de Planck.

En la experiencia que aquí proponemos se utiliza luz de varias frecuencias y se mide en cada caso la energía cinética de los electrones emitidos. El ajuste lineal de los puntos obtenidos (pares de valores frecuencia-energía) nos da una recta cuya pendiente es, como hemos dicho, la constante de Planck.

Procedimiento experimental y resultados

Disponemos de 5 filtros, con la longitud de onda en nm marcada en el lateral. Describimos a continuación el procedimiento de medida para cada uno de ellos:

Conectamos los aparatos y situamos la lámpara de mercurio cerca de la célula fotoeléctrica, como en la imagen anterior. Colocamos un filtro en la entrada de la caja que contiene la célula fotoeléctrica, y medimos la diferencia de potencial que marca el multímetro.

La célula fotoeléctrica dispone de un ánodo en el que se van depositando los electrones emitidos por el fotocátodo. El ánodo se va cargando, y la diferencia de potencial entre ánodo y cátodo va aumentando hasta alcanzar un valor límite, que corresponde a $\Delta V = E_c / e$. Por tanto este valor de ΔV , que es el que se mide con el multímetro, se corresponde con la energía cinética en eV de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico.

A partir de los valores de frecuencia y las medidas de ΔV para cada filtro se obtiene, como se ha dicho en el apartado anterior, un valor experimental de la constante de Planck.

Profesores

Responsable: Alberto Romero García

Profesor Ayudante: Manuel Félix Ángel

Departamento:

Material requerido

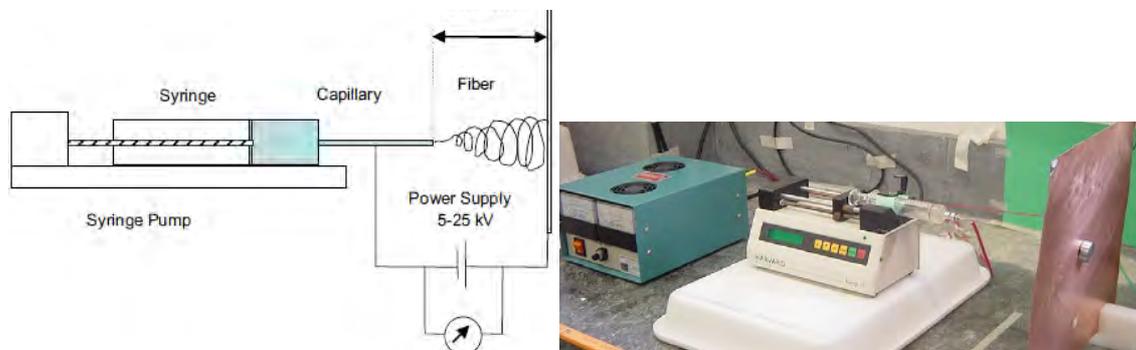
Aparato de electrospinning

Introducción y objetivos

El proceso de electrospinning (o electrohilado) es un proceso relativamente innovador que permite la producción continua de fibras en un intervalo de diámetros comprendido entre 3 nm y 1 μm . Se basa en la deformación uniaxial o elongación de una gota de líquido viscoelástico de un polímero (fundido o en disolución) para formar un filamento. A diferencia del hilado mecánico el filamento se forma mediante repulsiones electrostáticas entre superficies cargadas inducidas por la aplicación de un campo eléctrico de corriente continua de alto voltaje (hasta 30 kV). La gota adquiere forma cónica (cono de Taylor) y es proyectada desde una jeringa en dirección al colector que se mantiene conectado a tierra y se encuentra a unos centímetros de la aguja de la jeringa, conectada a su vez a una fuente de alimentación. La longitud del filamento aumenta desmesuradamente incluso desde una distancia relativamente corta al cono de Taylor, lo cual se traduce en una extraordinaria reducción del diámetro del filamento hasta una escala nanométrica. Durante este tiempo, el disolvente se va evaporando (lo que también contribuye a la generación de perturbaciones) así, se forma un matriz de nanofibras.

Procedimiento experimental y resultados

El aparato de electrospinning se describe en las figuras. Una jeringa de 50 mL, con aguja (punta) de acero inoxidable, se llena con dispersiones de polímeros. La jeringa se monta en una bomba de jeringa que permite el control de la velocidad de flujo. La punta de acero inoxidable y un colector se conectan a un generador de alto voltaje con la intención de crear un campo eléctrico entre ambos. Entre las variables a estudiar se encuentran: la naturaleza y la concentración de la suspensión, la distancia entre la punta y el colector, la velocidad de flujo de la suspensión y el campo eléctrico aplicado, con un control exhaustivo de la humedad y la temperatura.



Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Profesores

Responsable: Joaquín Ramírez Rico

Profesor Ayudante: Ana Morales Rodríguez y Víctor Morales Flórez

Departamento: Física de la Materia Condensada

Material requerido

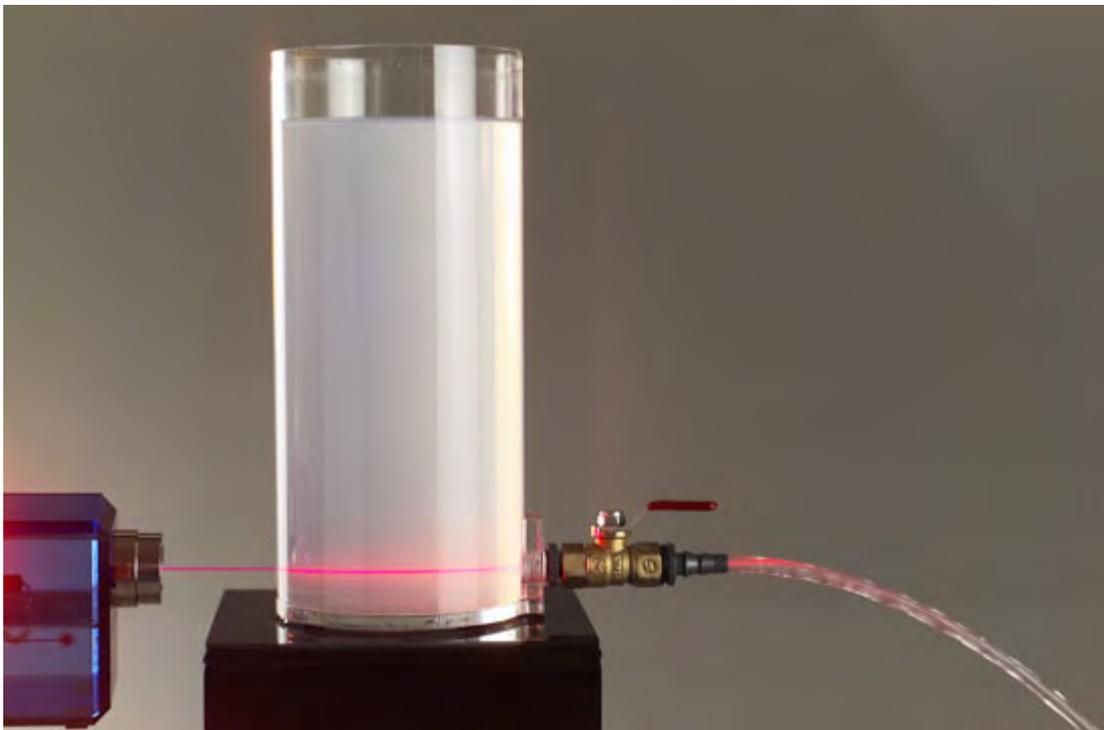
Cubeta con llave de paso, láser de He-Ne, bomba de agua, cubos y recipientes. Componentes de metacrilato.

Introducción y objetivos

En 1870 John Tyndall presentó ante la Royal Society un experimento en el que demostraba el guiado de luz en el interior de un chorro de fluido. Este experimento demostraba el principio de reflexión total en la superficie que separa dos medios con distinto índice de refracción, y sienta las bases de las aplicaciones de guiado de luz en el interior de una fibra óptica. En este montaje se replica el experimento de Tyndall utilizando por simplicidad un láser de He-Ne. Los estudiantes podrán observar de primera mano el efecto de guiado de luz por reflexión total.

Procedimiento experimental y resultados

En primer lugar se realiza una demostración de los fenómenos de refracción y reflexión total utilizando un kit de laser de diodo con varios componentes de metacrilato para que los alumnos se familiaricen con el fenómeno. A continuación se llena la cubeta de agua y se dirige el láser por la cara opuesta a la cara que contiene la llave de paso. Al abrir la llave de paso se observa la reflexión total en el interior del chorro de agua que desagua en un cubo.



Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Profesores

Responsable: Joaquín Ramírez Rico

Profesor Ayudante: Ana Morales Rodríguez y Víctor Morales Flórez

Departamento: Física de la Materia Condensada

Material requerido

Interferómetro de Michelson, lámparas de descarga, celda de gas, bomba de vacío, láser de He-Ne.

Introducción y objetivos

El interferómetro de Michelson, inventado por Albert Abraham Michelson en 1887 es un interferómetro que permite medir distancias con una precisión muy alta. Su funcionamiento se basa en la división de un haz coherente de luz en dos haces para que recorran caminos diferentes y luego converjan a nuevamente en un punto. De esta forma se obtiene lo que se denomina la figura de interferencia que permitirá medir pequeñas variaciones en cada uno de los caminos seguidos por los haces. Este interferómetro fue usado por Michelson junto con Edward Morley para probar precisamente la inexistencia del éter, en el famoso experimento de Michelson y Morley.

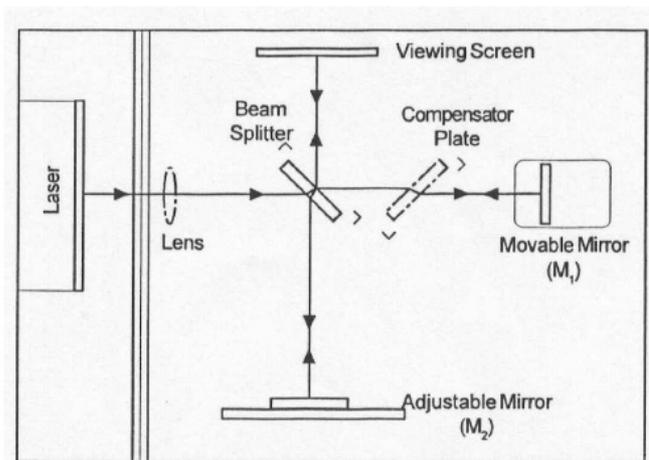
Procedimiento experimental y resultados

El haz luminoso emitido por el laser de He-Ne incide sobre el separador de haces, el cual refleja el 50% de la onda incidente y transmite el otro 50%. Uno de los haces se transmite hacia el espejo móvil M1 y el otro se refleja hacia el espejo fijo M2. Ambos espejos reflejan la luz hacia el separador de haces, de forma que los haces transmitido y reflejado por este último se recombinan sobre la pantalla de observación.

Como los dos haces que interfieren sobre la pantalla provienen de la misma fuente luminosa, la diferencia de fase se mantiene constante y depende sólo de la diferencia de camino óptico recorrido por cada uno. Por lo tanto, las franjas generadas por el interferómetro se pueden visualizar sobre la pantalla mediante la colocación de una lente convergente de corta distancia focal entre el laser y el separador de haces. El sistema de franjas de interferencia producido es similar al que se muestra en la Fig. 2.

El camino óptico de uno de los haces se puede variar desplazando el espejo M1. Si dicho espejo se desplaza en $\lambda/4$ alejándose del separador de haces, el camino óptico de ese haz aumentará en $\lambda/2$. Las franjas de interferencia cambiarán de modo que el radio de los máximos aumentará y ocupará la posición de los mínimos iniciales. Si el espejo M1 se desplaza en una distancia adicional de $\lambda/4$, el nuevo sistema de franjas producido será indistinguible del original.

Como el interferómetro es muy sensible a la diferencia de camino óptico entre los dos brazos, puede usarse por ejemplo para determinar el índice de refracción de un gas, o para resolver distintas longitudes de onda de una fuente espectral.

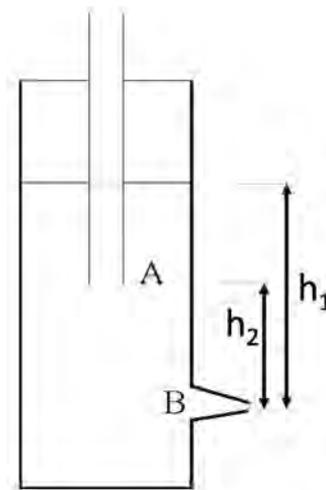


Material requerido

Botella de vidrio con tapón y orificio con llave. Tubo de vidrio.

Introducción y objetivos

El objetivo de esta práctica es mostrar el efecto de la presión atmosférica sobre los líquidos. Para ello, se utiliza el frasco de Mariotte, un recipiente atravesado por un tubo abierto por ambos extremos. El frasco está lleno de líquido hasta una altura h_1 y cerrado mediante un tapón. El tubo atraviesa el tapón y tiene su extremo inferior A sumergido en el líquido. El líquido sale del frasco por un orificio lateral B siendo la diferencia de alturas entre el extremo inferior del tubo A y el orificio de salida B, h_2 .



Procedimiento experimental y resultados

Inicialmente el orificio B está cerrado y la altura del líquido es la misma en el frasco y en el tubo. Al abrir el orificio B y comenzar a salir el líquido, aumenta el volumen de aire contenido en la parte superior del frasco, disminuyendo de esta forma su presión. La diferencia entre la presión atmosférica y la presión en la parte superior del tubo hace que el líquido descienda más rápidamente por el interior del tubo. La velocidad de salida del líquido por el orificio va disminuyendo hasta que el nivel del líquido dentro del tubo llega a A. A partir de ese momento empieza a entrar aire en el bote que asciende en forma de burbujas. Se comprueba que, de acuerdo con la ecuación de Bernoulli, la velocidad de salida del líquido por el orificio B es constante siempre que el nivel del líquido en el frasco esté por encima del extremo inferior del tubo A, ya que la velocidad depende de la distancia entre A y B, es decir, de la altura h_2 , que es constante (las presiones en A y B son iguales a la presión atmosférica): $v = \sqrt{2gh_2}$

A partir de que el nivel del líquido baja por debajo de A, de nuevo la velocidad de salida deja de ser constante. Ahora la velocidad de salida es función de la distancia entre la altura de la superficie libre del líquido y la posición del orificio de salida, distancia que va disminuyendo.

Se puede ilustrar también el comportamiento del líquido en un recipiente que no está atravesado por un tubo. En este caso, la velocidad de salida disminuye a medida que desciende la superficie libre del líquido en el frasco.

Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Verificación de la ley de Faraday mediante el uso combinado de solenoides pequeños y grandes. Estudio del apantallamiento magnético producido por un tubo metálico.

Profesores

Responsable: Rafael Rodríguez Boix

Profesor Ayudante: Alberto Pérez Izquierdo

Departamento: Electrónica y Electromagnetismo

Material requerido

Inventariable

- 1 generador de funciones con ancho de banda superior a 3 KHz. Precio estimado: 250 euros.
- 2 polímetros con ancho de banda superior a 3 KHz. Precio estimado: 2x175 euros.
- 1 solenoide cilíndrico grande. Precio estimado: 500 euros (se puede utilizar alguno del Departamento).

Fungible

- 5 solenoides cilíndricos pequeños. Precio estimado: 5x100 euros.
- 1 tubo hueco de cobre o aluminio. Precio estimado: 100 euros.
- Cables de conexión (BNC-banana y banana-banana).

Título: Verificación de la ley de Faraday mediante el uso combinado de solenoides pequeños y grandes. Estudio del apantallamiento magnético producido por un tubo metálico.

Introducción y objetivos

Esta práctica tiene dos partes. En la primera parte se verifica experimentalmente la ley de Faraday. En particular, se introduce un solenoide cilíndrico pequeño en el interior de un solenoide cilíndrico grande por el que circula corriente alterna (véase la Fig. 1.(a)). El campo magnético variable en el tiempo creado por el solenoide cilíndrico grande en su interior produce un flujo magnético variable en el tiempo en el solenoide cilíndrico pequeño, y éste a su vez da pie a la aparición de una fuerza electromotriz inducida (f. e. m.) en los terminales del solenoide pequeño. Utilizando solenoides pequeños de distinta sección transversal y distintas longitudes, se puede estudiar cómo varía la f. e. m. inducida con el área de la sección transversal y con el número de vueltas de dichos solenoides. Asimismo, si el solenoide grande es alimentado mediante un generador de funciones, se puede estudiar cómo varía la f. e. m. inducida con la amplitud y la frecuencia de la intensidad de corriente que atraviesa el solenoide grande.

En la segunda parte de la práctica se va a estudiar el apantallamiento magnético producido por un tubo metálico colocado entre el solenoide grande y el solenoide pequeño (véase la Fig. 1.(b)). Las corrientes inducidas en el tubo metálico reducen el campo magnético creado por el solenoide grande en el solenoide pequeño. Cuanto mayor es la frecuencia, mayor es el apantallamiento, esto es, menor es el cociente entre el campo magnético medido en presencia del tubo y el campo magnético medido en ausencia del tubo. Haciendo medidas de este cociente (que

es igual que el cociente entre las f. e. m. inducidas en el solenoide pequeño en presencia del tubo y en ausencia del tubo) en función de la frecuencia, y conociendo las dimensiones del tubo, es posible determinar la conductividad eléctrica del metal con que está fabricado el tubo.



Fig. 1. (a) Solenoide grandes, solenoides pequeños, amperímetro, voltímetro y generador de tensiones sinusoidales en el tiempo. (b) Solenoide pequeño parcialmente introducido en un tubo metálico que a su vez se introduce en un solenoide grande para la medida del apantallamiento magnético.

Procedimiento experimental y resultados

En la primera parte de la práctica se conectan los terminales de un solenoide grande en serie con un amperímetro y un generador de funciones. Asimismo, se conectan los terminales de un solenoide pequeño a un voltímetro (véase la Fig. 2). Se introduce el solenoide pequeño completamente dentro del solenoide grande a una distancia de sus extremos mayor que el diámetro del solenoide grande para evitar que el campo magnético variable que existe en un entorno de los extremos del solenoide grande afecte al solenoide pequeño, y así conseguir que el solenoide pequeño experimente un campo magnético aproximadamente uniforme. Se hace circular por el solenoide grande una corriente alterna de intensidad (valor eficaz) en torno a 50 mA y frecuencia en torno a 2 KHz. Se observa que el voltímetro conectado al solenoide pequeño mide una tensión alterna, que corresponde a la f. e. m. inducida en sus terminales. Manteniendo constante la frecuencia y la amplitud de la corriente que circula por el solenoide grande, sustituimos el solenoide pequeño por otros del mismo número de vueltas y distinta sección transversal: observamos que la f. e. m. inducida es proporcional al área de la sección transversal. Manteniendo constante la frecuencia y la amplitud de la corriente que circula por el solenoide grande, sustituimos el solenoide pequeño por otros de igual sección transversal y distinto número de vueltas: observamos que la f. e. m. inducida es proporcional al número de vueltas. Fijado el solenoide pequeño, mantenemos constante la frecuencia de la intensidad que circula por el solenoide grande y variamos la amplitud de dicha intensidad de corriente: observamos que la f. e. m. inducida es proporcional a la amplitud de la intensidad de corriente medida en el amperímetro. Fijado el solenoide pequeño, mantenemos constante la amplitud de la intensidad de corriente que circula por el solenoide grande y variamos la frecuencia de dicha intensidad de corriente (¡ojo!: al modificar la frecuencia con el generador de funciones, se modifica inevitablemente la amplitud de la intensidad de corriente en el amperímetro y hay que andar

ajustando dicha amplitud para mantenerla constante; esto es debido a que el solenoide se comporta como una autoinducción, con lo cual, al aumentar la frecuencia, aumenta la impedancia de dicho solenoide y disminuye la amplitud de la intensidad de corriente que lo recorre): observamos que la f. e. m. inducida es proporcional a dicha frecuencia.

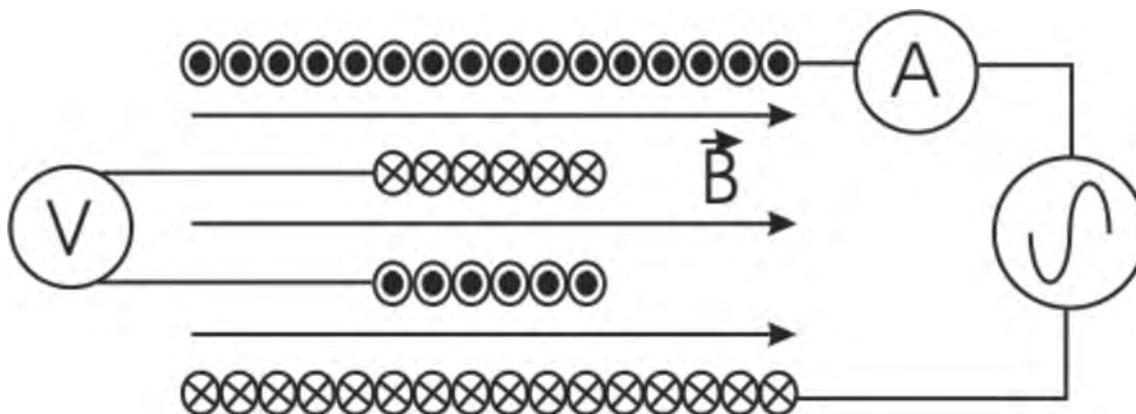


Fig. 2. Solenoide grande conectado a una fuente de alterna a través de un amperímetro. Solenoide pequeño conectado a un voltímetro.

En la segunda parte de la práctica, un solenoide pequeño se introduce dentro de un tubo metálico de cobre o aluminio a una distancia de los extremos del tubo mayor que su diámetro (es conveniente hacer esto para que el campo magnético creado por la corriente inducida en el tubo sea aproximadamente uniforme en la región ocupada por el solenoide pequeño). Asimismo el conjunto formado por el tubo y el solenoide pequeño se introduce dentro de un solenoide grande a una distancia de los extremos de éste mayor que su diámetro (una vez más, esta posición permite que el conjunto “tubo+solenoides pequeño” no se vea afectado por el campo magnético existente en los extremos del solenoide grande). Al igual que antes, conectamos el solenoide grande a un generador de funciones a través de un amperímetro, y el solenoide pequeño, a un voltímetro. Alimentamos el solenoide grande con una corriente de una amplitud en torno a 100 mA y una frecuencia en torno a 100 Hz, y medimos la f. e. m. inducida en el solenoide pequeño. Retiramos el tubo metálico y repetimos la misma medida. Manteniendo el valor eficaz de la intensidad de corriente que alimenta el solenoide grande y manteniendo el solenoide pequeño, medimos la f. e. m. inducida en el solenoide pequeño en presencia y en ausencia del tubo entre 100 Hz y 1000 Hz a intervalos de 100 Hz (al ir subiendo en frecuencia, habrá que ajustar la intensidad de corriente en el solenoide grande para mantenerla constante, debido al cambio en la impedancia del solenoide grande). Observamos que la f. e. m. inducida en presencia del tubo metálico apenas varía con la frecuencia, y en cambio, la f. e. m. inducida en ausencia del tubo metálico aumenta con la frecuencia como vimos en la primera parte de la práctica. Como consecuencia de este hecho, el cociente entre las f. e. m. inducidas en el solenoide pequeño en presencia y en ausencia del tubo metálico va disminuyendo con la frecuencia, lo cual nos indica que la corriente inducida en el tubo metálico produce un campo magnético que apantalla el campo magnético producido por el solenoide grande, y que este apantallamiento aumenta con la frecuencia. Existe una relación no lineal entre la razón de apantallamiento (cociente entre las f. e. m. inducidas en el solenoide pequeño en presencia y en ausencia del tubo metálico) y la frecuencia para un valor constante de la amplitud

Dossier de experimentos ilustrativos de Física

de la intensidad de corriente que alimenta el solenoide grande. A partir de esta relación no lineal, es posible determinar el valor de la conductividad eléctrica del tubo metálico utilizado para apantallar.

Titulo: Superconductividad

Profesores

Responsable: Ángela Gallardo López

Departamento: Física de la Materia Condensada

Material requerido

Superconductores de alta temperatura (BSCCO y/ó YBCO), imanes, fuente de intensidad, multímetros, termopar tipo T, conexiones, nitrógeno líquido, recipiente contenedor tipo placa de Petri, equipos de protección personal (gafas y guantes).

Introducción y objetivos

Observar el fenómeno de levitación magnética (efecto Meissner) con un material superconductor y estimar la temperatura y la densidad de corriente críticas para la transición al estado superconductor en ese material.

Procedimiento experimental y resultados

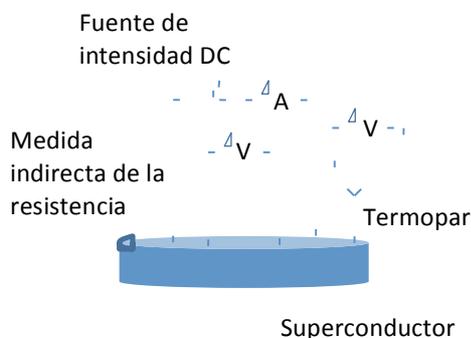
Para observar el efecto Meissner basta con colocar un superconductor horizontal en un recipiente parcialmente lleno con nitrógeno líquido y depositar un imán encima. Por debajo de la temperatura crítica, el superconductor funciona como un diamagnético perfecto, repeliendo el campo magnético creado por el imán y haciendo que éste levite. Es interesante hacer girar el imán sobre su eje, soplando, por ejemplo, para ver cómo perdura la rotación sin eje físico.

La temperatura crítica puede estimarse con un termopar conectado al superconductor, anotando la temperatura a la que cae el imán o bien haciendo pasar una corriente por el superconductor y monitorizando cuándo su resistencia se hace cero. Es conveniente tomar las medidas al subir la temperatura, partiendo del estado superconductor (temperatura inferior a la crítica). La transición superconductor no es abrupta.

Si medimos la temperatura crítica para distintos valores de corriente eléctrica a través del superconductor y extrapolamos a 77K (temperatura del nitrógeno líquido) obtendremos la densidad de corriente crítica, por encima de la cual el estado superconductor se pierde.



- Imán de tierras raras
- Superconductor enfriado con nitrógeno líquido a temperatura $< T_c$



Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

Profesora Responsable: M^a del Mar Conejo Argandoña

Departamento: Química Inorgánica

Material requerido

Material de laboratorio y reactivos

- Vaso de precipitados de 250 ml
- Vaso de precipitados de 100 ml
- Varilla de vidrio
- Cuba de plástico
- Cátodo de plomo
- Pletina de aluminio
- Pinzas
- Fuente de alimentación
- Cables
- Pinzas de cocodrilo
- Disolución NaOH (10%)
- Disolución H₂SO₄ (10%)
- Tintes de diversos colores

Introducción y objetivos

El aluminio es un metal de aspecto gris plateado, muy ligero, blando pero resistente. Su densidad es mucho menor que la del acero o el cobre. Es muy maleable y dúctil y apto por lo tanto para el mecanizado y la fundición. Se oxida rápidamente al aire formando una fina capa superficial de óxido de aluminio de naturaleza impermeable y adherente. Esta capa de óxido de aluminio superficial (alúmina) detiene el proceso de oxidación, proporcionando al metal resistencia a la corrosión y una mayor durabilidad. Sin embargo el espesor de esta capa de óxido superficial suele ser tan solo de unas 0,01 micras con lo cual sus propiedades protectoras frente al ambiente atmosférico están limitadas.

El proceso de anodizado consiste en obtener de manera artificial películas de óxido de aluminio de mucho más espesor y con mejores características de protección que las capas naturales. Éstas se obtienen mediante procesos químicos y electrolíticos. Artificialmente se pueden obtener películas en las que el espesor es de 25-30 micras en el tratamiento de protección o decoración y de casi 100 micras con el procedimiento de endurecimiento superficial (Anodizado Duro).

El anodizado electrolítico de las piezas de aluminio se lleva a cabo normalmente sumergiendo el metal en un baño de ácido sulfúrico (5-20% en volumen). La pieza de aluminio será el ánodo del sistema electrolítico, es decir, sobre ella se llevará a cabo el proceso de oxidación, y como cátodo se usa habitualmente una pieza de

otro metal no reactivo (plomo) también sumergida en el baño, donde tendrá lugar el proceso de reducción. La corriente eléctrica se suministra conectando tanto cátodo como ánodo a una fuente de alimentación.

La capa de alúmina obtenida por este procedimiento suele ser muy regular, presentando una estructura abierta de poros hexagonales. Dicha estructura porosa le confiere la capacidad de albergar y retener especies coloreadas que permiten decorar la superficie de la pieza de aluminio.

El objetivo de la práctica es el tratamiento de una pletina de aluminio mediante anodizado en baño ácido con ácido sulfúrico y su posterior tintado mediante la incorporación de colorante en su superficie. Se trata de poner de manifiesto la propiedad protectora de la capa superficial de óxido de aluminio generada en el proceso de anodizado, así como su capacidad para atrapar y retener colorantes que sirven para decorar la pieza tratada.

Procedimiento experimental y resultados

1. Anodizado de la pieza de aluminio

La primera parte de la práctica consiste en el desarrollo de una capa protectora de óxido de aluminio sobre una pieza metálica.

- a) Preparación de la pieza de aluminio a anodizar.** Por exposición al aire de piezas de aluminio tiene lugar el crecimiento de forma natural de una fina capa superficial de óxido de aluminio. Es necesario eliminar esta capa delgada para desarrollar de forma electrolítica una capa más gruesa y ordenada.

Para ello, con ayuda de unas pinzas, se sumerge la pletina de aluminio a tratar en una disolución de NaOH (10%) durante 30 segundos aproximadamente. Observando las variaciones que tienen lugar en la superficie del aluminio.

Posteriormente se lava bien la pieza con agua destilada.

- b) Tratamiento en el baño electrolítico.** A continuación se conecta, con ayuda de unas pinzas de cocodrilo, la pletina de aluminio al polo positivo de una fuente de alimentación de 12 V y se sumerge en el baño de H₂SO₄, con cuidado de no sumergir las pinzas en la disolución. El polo negativo de la fuente de alimentación estará conectado a la pieza de plomo usada como cátodo. Se conecta la fuente de alimentación y se mantiene el paso de corriente eléctrica durante al menos 60 minutos.

Observar los cambios que pueden aparecer tanto en la superficie del aluminio como en la de la pieza de plomo.

Transcurridos los 60 minutos se desconecta la fuente de alimentación, se retira con cuidado la pletina de aluminio del baño de anodizado y se lava con agua destilada la pieza.

2. Tintado de la pletina de aluminio

A continuación se lleva a cabo la decoración de la pieza de aluminio tratada.

- a) Baño de colorante.** Se introduce la pieza de aluminio anodizado en un vaso de precipitado con algún colorante y se mantiene completamente sumergida durante unos minutos. Se puede sacar de vez en cuando la pieza hasta que haya adquirido el color deseado. También se puede dibujar en la pletina con laca de uñas, antes de introducirla en el tinte, para no teñir esas zonas y decorar la pieza.

b) Sellado de la superficie. Ya se ha comentado que el óxido de aluminio generado por anodizado presenta una estructura porosa abierta. El colorante se incorpora al interior de esos poros. Para evitar que el colorante se elimine es necesario cerrar la estructura porosa de manera que el colorante quede fijado en su estructura.

Para ello se calienta hasta ebullición agua destilada en un vaso de precipitados y se introduce durante 2-3 minutos la pieza decorada. En caso de usar laca de uñas para decorar, tras el tratamiento en agua se retira esta con acetona.



Dossier de experimentos ilustrativos de Física

Proyecto financiado por el II Plan Propio de Docencia

MOMENTO SOBRE UNA ESPIRA. BOBINAS DE HELMHOLTZ

Profesora: María del Carmen Lemos Fernández

Departamento: Física de la Materia Condensada

Material requerido

Dinamómetro de torsión. Bobinas de Helmholtz. Espira. Fuentes de alimentación de corriente continua. Amperímetros. Marco de suspensión de la espira.

Introducción y objetivos

Se estudia la acción de un campo magnético uniforme (\vec{B}) sobre una espira plana por la que circula una corriente eléctrica (I_1). Se verifica la dependencia lineal del momento que actúa sobre la espira (\vec{M}) con la intensidad de corriente que la recorre (I_1) y con la intensidad del campo magnético aplicado (I_2).

Una espira por la que circula una corriente (I_1) y que está inmersa en un campo magnético uniforme (\vec{B}), se encuentra en equilibrio traslacional ya que la fuerza total aplicada sobre la espira es nula. Sin embargo, experimenta un momento (par de fuerzas) (\vec{M}) que tiende a orientarla perpendicularmente al campo magnético (\vec{B}). El valor del momento se puede escribir $\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$, siendo \vec{m} el momento dipolar magnético de la espira que, para el caso de una espira plana, vale $\vec{m} = I_1 S \vec{e}_n$, siendo \vec{e}_n un vector unitario perpendicular al plano de la espira. Para generar \vec{B} se utilizan dos bobinas circulares iguales, paralelas y coaxiales (bobinas de Helmholtz), haciendo pasar la misma intensidad (I_2) por las bobinas de forma que los campos magnéticos producidos por ambas sean del mismo sentido. Se logra así un \vec{B} uniforme en el punto medio que une los centros de las bobinas. El valor del campo creado es proporcional a I_2 : $\vec{B} = KI_2 \vec{e}_x$, donde \vec{e}_x es el vector unitario que indica la dirección del campo y la constante K depende de la geometría y del número de espiras de las bobinas.

Al aplicar el campo (\vec{B}) producido por las bobinas de Helmholtz a una espira de n vueltas, el módulo del momento que actúa sobre la espira es:

$$M = nKI_2I_1S \sin \theta \quad [1]$$

donde $n = 3$; $K = 7 \cdot 10^{-4} T \cdot A^{-1}$; $\theta = 90^\circ$; $S = \pi R^2$; siendo $R = 6 \cdot 10^{-2} m$

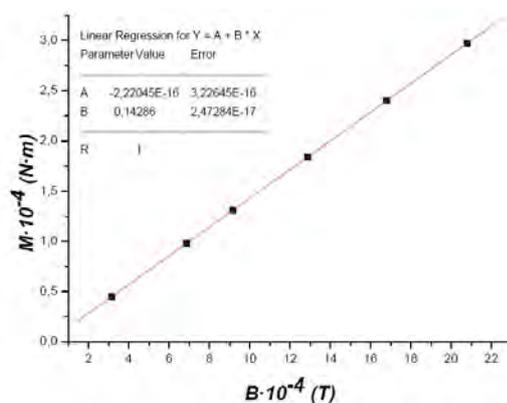
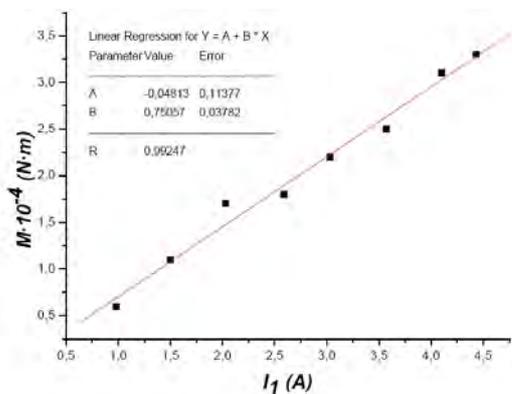
Procedimiento experimental y resultados

El montaje del experimento se describe en la primera figura. La espira va unida mediante un marco de suspensión a un dinamómetro de torsión, lo que permite conocer la orientación de la espira. El momento sobre la espira se obtiene multiplicando la lectura del dinamómetro por la longitud de uno de los brazos (0,1 m) del marco de suspensión. La espira está colocada en la región del campo uniforme generado por las bobinas de Helmholtz. Dos fuentes de corriente continua suministran las intensidades a través de la espira (I_1) y de las bobinas (I_2).

Para mostrar la dependencia del momento sobre la espira con la intensidad que la atraviesa, $M = M(I_1)$, se fija la intensidad que circula por las bobinas de Helmholtz $I_2 = 3,0 A$, y se varía la intensidad que circula por la espira desde 1,0 A hasta 4,5 A en intervalos de 0,5 A.

Para mostrar la dependencia del momento sobre la espira con el campo magnético aplicado, $M = M(B)$, se fija la intensidad que circula por la espira $I_1 = 4,5 \text{ A}$ y se varía la intensidad que circula por las bobinas de Helmholtz desde 1,5 A hasta 3,0 A en intervalos de 0,5 A.

Los resultados experimentales, recogidos en las figuras inferiores, muestran en los dos casos estudiados una dependencia lineal. Estos resultados pueden ser corroborados teóricamente sin más que aplicar la ecuación [1].



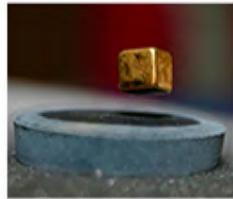
FICHAS EXPLICATIVAS DIVULGACIÓN

CONJUNTO DE FICHAS DE EXPERIMENTOS DIVULGATIVOS DE LA FÍSICA
CURSO 2014-2015

LEVITACIÓN CON SUPERCONDUCTORES



La levitación con superconductores consiste en conseguir que un imán levite únicamente con la ayuda de un material superconductor colocado bajo éste. Este efecto se puede conseguir gracias a la levitación cuántica, más conocida como efecto Meissner.

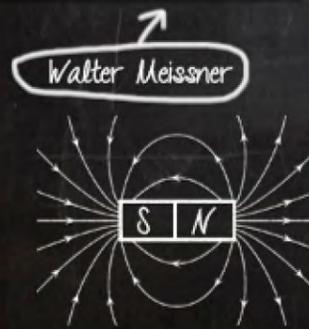


Imán levitando sobre superconductor



A principios del siglo XX se descubrieron unos materiales denominados superconductores que a bajas temperaturas se comportan como conductores perfectos, es decir, en ellos no se producen pérdidas de electricidad. Su inconveniente es que necesitan una temperatura muy baja ($0\text{K} = -273,15^\circ\text{C}$) para comportarse de esta forma. El hallazgo de materiales superconductores a temperatura ambiente supondría un gran avance tecnológico.

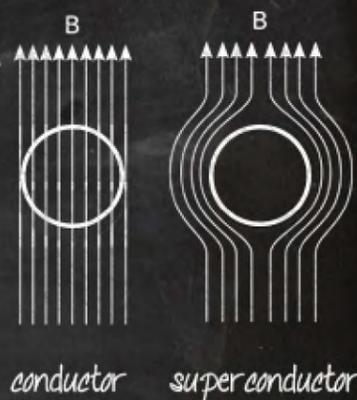
Hay materiales que permiten que la corriente eléctrica se mueva con libertad a través de ellos. Estos materiales se denominan conductores y se utilizan para el transporte de electricidad, aunque presentan un inconveniente: no son conductores perfectos, parte de esta electricidad se convierte en calor (efecto Joule) por lo que se producen pérdidas.



1

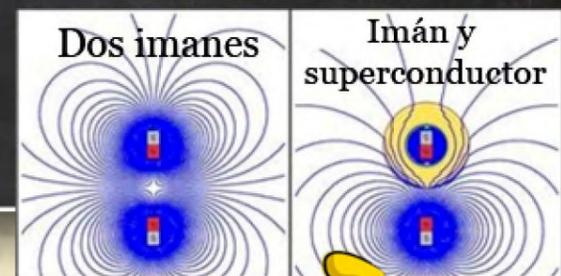
2

En 1933, Walter Meissner y Robert Ochsenfeld descubrieron que dentro de un material superconductor se anula por completo el campo magnético y las líneas de campo son expulsadas hacia el exterior. Los superconductores en presencia de un campo magnético se comportan como un material diamagnético perfecto, es decir, repele completamente este campo. El efecto Meissner es una propiedad fundamental de los superconductores e indica que la aparición de la superconductividad es una transición de fase a un estado diferente.



3

Es en esta propiedad de los superconductores en la que se basa nuestro experimento. Como el material superconductor se opone al campo magnético, crea otro campo de signo opuesto y de la misma intensidad, lo que hace que ambos se repelan. Podemos decir que nuestro material superconductor se convierte en un imán orientado de forma opuesta al imán original. Esto hace que la fuerza repulsiva sobre el imán se oponga a la fuerza gravitatoria y éste levite. Este efecto también se conoce como levitación cuántica.



4

APLICACIONES

Esta tecnología no está aun desarrollada por las limitaciones que presentan los superconductores. Aun así y aunque en la actualidad ya existen trenes que se basan en la levitación magnética (sólo usa imanes), si se llegara a encontrar un superconductor a temperatura ambiente, esto podría revolucionar el mundo del transporte tal y como lo conocemos.

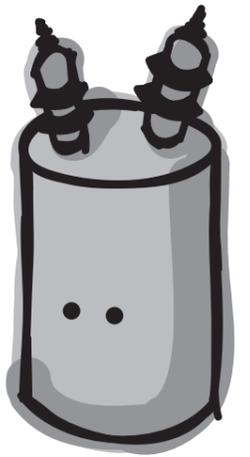
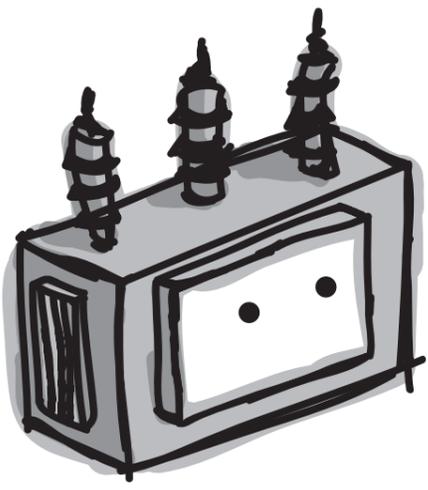
Sabías que...?

Los estudiantes e investigadores de la Universite Paris Diderot en Francia construyeron un dispositivo llamado Magsurf (magnetic surf) haciendo realidad el skate de Marty McFly en "Regreso al Futuro" y aunque el de la realidad es bastante más grande y lento demuestra de forma llamativa el efecto Meissner.



Puedes acceder al vídeo del Magsurf escaneando este código QR!

EL TRANSFORMADOR



¿Qué es un transformador?

El transformador es uno de los aparatos eléctricos más usados en todas las ciudades modernas del mundo. Los podrás observar, por ejemplo, en forma de cajas rectangulares gigantes a las afueras de una central eléctrica o más pequeños sobre los típicos postes de electricidad.

Pero también están escondidos dentro de una infinidad de electrodomésticos como la lavadora, la tostadora, el secador de pelo, la maquinilla de afeitar, el cargador de tu móvil...

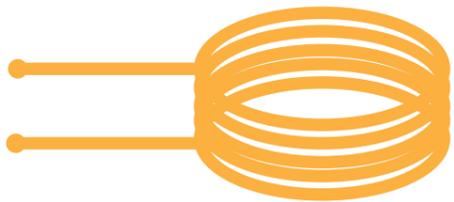
Bueno pero si están por todas partes, será tal vez por que son importantes no??

EFFECTIVAMENTE! Estos cacharros son indispensables para disfrutar de todas las cosas que funcionan con electricidad y que necesitan para su funcionamiento una tensión diferente de la que proporciona la red; su papel en este alocado mundo es el de **transformar** la tensión que le llega en otra tensión de salida, mayor o menor según nos convenga...

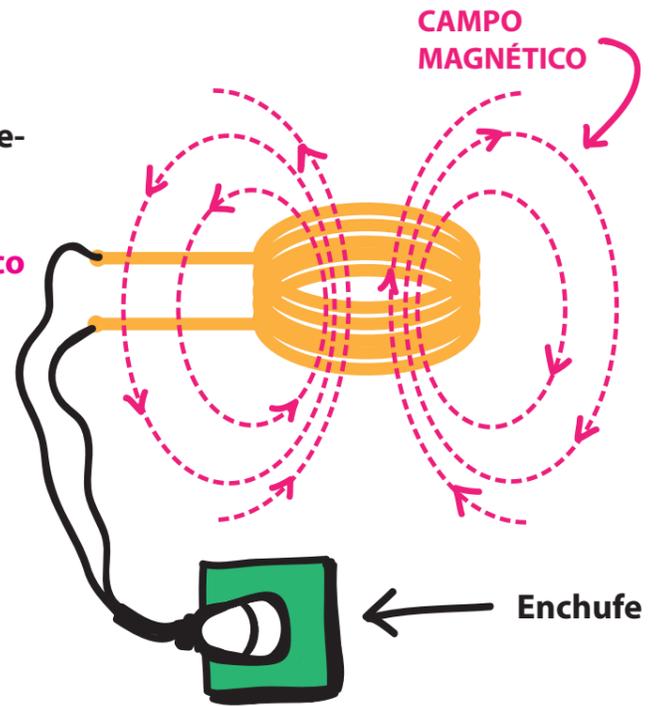
¿PERO CÓMO FUNCIONAN ESTOS APARATOS? ¿TAL VEZ CON MAGIA?

NO! Su funcionamiento se basa en la **inducción electromagnética**, una cosita que descubrió el gran científico británico del siglo XIX **Michael Faraday**...

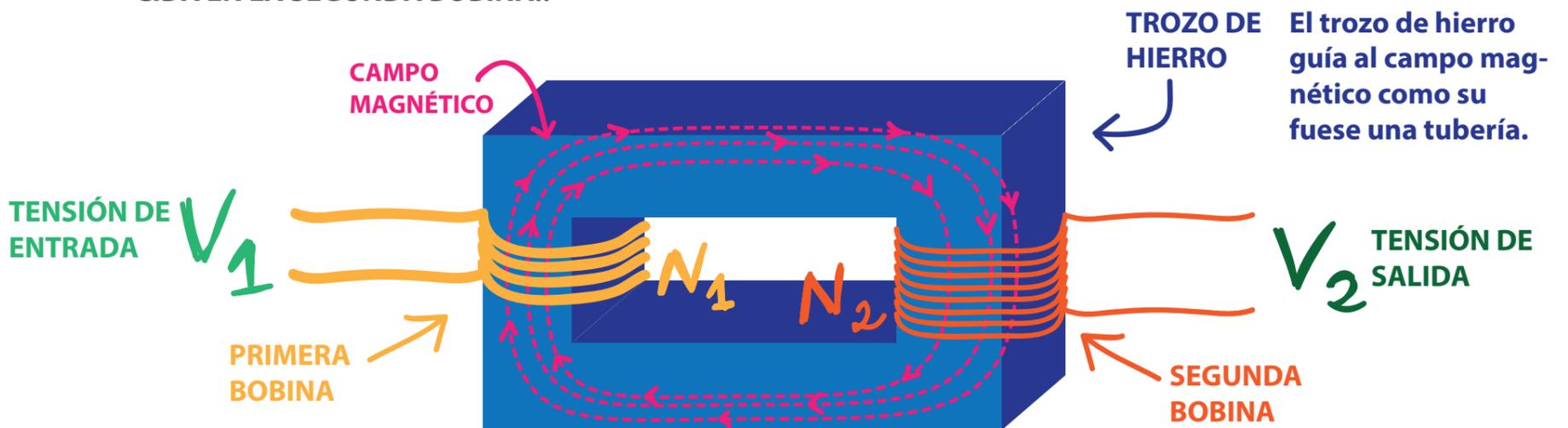
1 Esto es un cable enrollado al que llamaremos... **BOBINA**



2 Si por ésta bobina hacemos pasar una corriente, aparecerá en su interior un **campo magnético**; de la misma forma éste **campo magnético** es capaz de generar una corriente en otra bobina, o con otras palabras: tanto monta, monta tanto.



3 Entonces... ¿Qué pasa si enrollamos dos cables, convenientemente aislados, sobre un trozo de hierro y hacemos pasar por la primera bobina una corriente? OH! Pues que el hierro, como buen ferromagnético que es, está encantado de guiar al campo magnético haciéndolo pasar por la segunda bobina; luego, de acuerdo con lo que hemos dicho en el punto 2... **APARECE UNA CORRIENTE INDUCIDA EN LA SEGUNDA BOBINA!!**



4 Pero además, si por la primera bobina, con N_1 vueltas, entra una tensión V_1 y por la segunda bobina, con N_2 vueltas, sale una tensión V_2 , se cumple la siguiente relación matemática...

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = V_1 \times \frac{N_2}{N_1}$$

Esto es fantástico!! porque de la ecuación, deducimos que controlando el número de vueltas de las dos bobinas podemos tener la tensión V_2 que nos de la gana; o bien mayor, o bien menor que V_1

Y así es, básicamente, como funciona un transformador...

¿SABIAS QUE... ?

La primera vez que se usó la palabra **transformador** para nombrar a éste tipo de cacharros fue entre los años 1884 y 1885, en la solicitud de patente del modelo **ZBD**, presentada por Károly **Z**ipernowsky, Ottó **B**láthy y Miksa **D**éri, tres ingenieros húngaros que además descubrieron la famosa relación matemática del punto 4.

Anexo II



II Plan Propio de Docencia

Encuesta sobre la programación y coordinación de las actividades de laboratorio de las titulaciones de la Facultad de Física

Estudio sobre las asignaturas:

Nombre de la asignatura implicada: *Biomateriales*

Profesor: *Alberto Romero García*

Referente a la asignatura:

- 1) ¿Los alumnos manejan instrumental de propósito general?

Sí

- 2) ¿Las prácticas están previamente montadas o las montan los propios alumnos?

Parcialmente montadas y los alumnos tienen que desmontarlas y montarlas de nuevo

- 3) ¿Los alumnos realizan memorias de resultados?

Sí, entregan un pequeño informe de los resultados obtenidos

- 4) ¿Se exige a los alumnos la determinación y el cálculo de errores experimentales? ¿Qué formación se da al respecto?

Se le exige cálculos estadísticos básicos. No se le da formación alguna

- 5) ¿Se usan herramientas informáticas? Enumere cuales.

Sólo herramientas básicas de ofimática (Word, Excel...)

- 6) ¿Se realizan experiencias de cátedra?

No

- 7) ¿Se utiliza el inglés en algún aspecto?

La bibliografía basada en la práctica es netamente en inglés

8) ¿Se realiza evaluación continua?

Sí, la evaluación es en presencia del profesor/es durante el desarrollo de la práctica más una evaluación final por medio de un informe.

9) ¿Se utiliza la Plataforma de Enseñanza Virtual?

Solamente para aportar unas instrucciones previas junto con la bibliografía a utilizar.

10) ¿Qué contenidos se echan en falta de cursos anteriores?

En algunos alumnos se les encuentran carencias en cálculos básicos de disoluciones, principalmente.

Resuma el procedimiento del trabajo de los alumnos en el laboratorio:

1) Metodología:

1. *Alumno lee una bibliografía*
2. *Alumnos se dividen en grupos de tres alumnos*
3. *Los alumnos, en presencia del profesor, montan la práctica siguiendo las instrucciones aportadas por el profesor*
4. *Lleva a cabo el desarrollo de la práctica (desarrollo y caracterización de biomateriales)*
5. *Análisis de datos obtenidos y toma de decisiones*
6. *Presentación de resultados en un informe*
7. *Discusión de los resultados obtenidos con compañeros y profesores de la asignatura*

2) Sistema de evaluación:

Asistencia a sesiones prácticas y entrega de informes sobre algunas de las cuestiones prácticas realizadas. Discusión del desarrollo y resultados sobre las prácticas realizadas.

3) ¿Se trabajan aspectos transversales? ¿Cuales?

Se trabajan competencias generales como:

- *CG1: Capacidad de síntesis y análisis*
- *CG3: Resolución de problemas.*
- *CG4: Toma de decisiones*
- *CG5: Capacidad de trabajo en equipo*
- *CG8: Razonamiento crítico*

Estudio sobre las actividades académicas de los grados:

Según su opinión:

¿Hay suficiente materias prácticas en la titulación que usted imparte?

Sí, pero creo que el enfoque debe ser diferente y no se resume en una experiencia puramente manipulativa donde el alumno no le da tiempo a reflexionar sobre la/s idea/s central/es.

¿Dichas asignaturas están bien ubicadas en sus Planes de Estudio?

Sí

¿Se trabajan todos los aspectos importantes o se confía en otras asignaturas que trabajan otros conceptos y/o aspectos transversales?

Sí, pero demasiado basada en el conocimiento y no en la aplicación de éste.

¿Qué ventajas e inconvenientes encuentra en separar las asignaturas de laboratorio de las teóricas? Organizativas y conceptuales

Ventajas:

- *Se puede intentar coordinar la teoría con la práctica de manera que se puede secuenciar mejor en el tiempo el desarrollo de conocimiento teóricos y su aplicación práctica.*

Inconvenientes:

- *Tiende a verse como asignaturas separadas y se pierde la interconexión por parte de los alumnos.*

- *A veces no hay coordinación y no se han desarrollados contenidos en teoría que deben ser utilizados en la práctica. Habría que coordinarse muy bien profesores de ambas asignaturas (en el caso de que sean diferentes).*



JORNADA DE REFLEXIÓN SOBRE ASIGNATURAS DE LABORATORIO

Facultad de Física. Universidad de Sevilla

25 de noviembre 2014, Aula 4^a

II Plan Propio de Docencia

Orden del día:

- Reflexión y debate sobre las asignaturas con laboratorio de nuestras titulaciones asociadas al proyecto de Innovación Docente.**
- Análisis de las distintas metodologías y sistemas de evaluación de dichas asignaturas.**
- Detección de solapamientos y carencias**
- Planteamiento de puntos de mejora**

Asignaturas implicadas:

Técnicas Experimentales I

Técnicas Experimentales II

Técnicas Experimentales Básicas

Circuitos Eléctricos: Teoría e Instrumentación

Comportamiento Electrónico y Térmico de Materiales

Termodinámica

Biomateriales

Física Cuántica

Óptica Geométrica

Óptica

Tecnología de Medios Granulares

Química II

Titulaciones a las que afecta:

Grado en Física

Grado en Ingeniería de Materiales

Doble Grado en Física e Ingeniería de Materiales

Doble Grado en Física y Matemáticas

Doble Grado en Química e Ingeniería de Materiales

Grado en Óptica y Optometría

Profesores implicados:

Coordinadora: Gloria Huertas Sánchez (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Felipe Gutiérrez Mora (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Carmen Gallardo Cruz (Departamento de Física de la Materia Condensada)

José Antonio Acosta Jiménez (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Manuel Jiménez Melendo (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Josefa María Borrego Moro (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Rocío del Río Fernández (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Alberto Romero García (Departamento de Ingeniería Química)

Ana Morales Rodríguez (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Alberto Pérez Izquierdo (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Miguel Ángel Sánchez Quintanilla (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Rafael Rodríguez Boix (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Profesores implicados:

Manuela Rodríguez Gallardo (Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear)

Francisco Medina Mena (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

Francisco Javier Romero Landa (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Luis María Esquivias Fedriani (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Piedad Brox Jiménez (Departamento de Electrónica y Electromagnetismo)

M^a del Mar Conejo Argandoña (Departamento de Química Inorgánica)

José M. Espino Navas (Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear)

Manuel Félix Ángel (Departamento de Ingeniería Química)

Ángela Gallardo López (Departamento de Física de la Materia Condensada)

María del Carmen Lemos Fernández (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Francisco de Paula Jiménez Morales (Departamento de Física de la Materia Condensada)

José María Martín Olalla (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Joaquín Ramírez Rico (Departamento de Física de la Materia Condensada)

Objetivos:

- 1) Programar y coordinar en las asignaturas los distintos aspectos de la formación experimental que son comunes a todas ellas.**
- 2) Coordinar los contenidos**
- 3) Optimización de recursos**

Vamos a discutir sobre ello....

Cuestiones a tratar:

Actividades en el laboratorio:

¿Qué formación se exige y se proporciona a los alumnos en materia de determinación y cálculo de errores?

¿Qué aparatos de propósito general se utilizan?

¿Se exige la elaboración de memorias de prácticas?

¿Cómo se evalúa las prácticas y el trabajo en el laboratorio?

Contenidos:

¿Se echan en falta contenidos de cursos anteriores?

Actividades transversales:

Exposición de trabajos por parte de los alumnos. ¿Necesidad de formación en técnicas de exposición?

Elaboración de trabajos escritos por parte de los alumnos. Necesidades de formación en técnicas de redacción científica.

Formación Informática. ¿Qué conocimientos se requieren en la asignatura? ¿Qué programas se usan? ¿Qué formación específica se les da al alumno?

Bibliografía. ¿Los libros recomendados se encuentran fácilmente?

Trabajo en equipo. ¿Se trabaja en equipo en la asignatura? ¿Se evalúa ese tipo de trabajo de alguna forma?