



Grado en Química **27203 - Física**

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 12.0

Información básica

Profesores

- **Susana Cebrian Guajardo** scebrian@unizar.es
- **Theopisti Dafni** theopisti.dafni@unizar.es
- **Gloria Luzón Marco** luzon@unizar.es
- **Francisco José Iguaz Gutiérrez** iguaz@unizar.es
- **Sergio Darío Vera Martínez** svera@unizar.es
- **María Luisa Sarsa Sarsa** mlsarsa@unizar.es
- **Patricia Villar Gómez** pvillar@unizar.es
- **José Manuel Carmona Martínez** jcarmona@unizar.es
- **Juan Carlos Martín Alonso** jcmartin@unizar.es
- **María Lucía Martínez Pérez** mariam@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

- Para cursar esta asignatura se recomienda haber cursado Física y Matemáticas en 2º de Bachillerato o equivalente.
- Se recomienda seguir las clases de forma continuada y, cuando el alumno detecte lagunas en sus conocimientos previos que le dificulten seguir la asignatura, acudir a su profesor para buscar la solución más adecuada a su situación particular.
- Se recuerda que los profesores tienen horas de tutoría reservadas para resolver las dudas de los alumnos.
- Se recomienda trabajar en paralelo la teoría y los problemas de la asignatura.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura tiene carácter anual. Los periodos lectivos para los dos cuatrimestres están anunciados en la web oficial de la Facultad: <http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

Las convocatorias oficiales de examen están anunciadas en la web oficial de la Facultad:
<http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

Además se realizará un examen parcial de la asignatura en enero-febrero, según el calendario recogido en la web anteriormente mencionada.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:**
Es capaz de trabajar con sistemas de partículas y de resolver el problema de dos cuerpos.
- 2:**
Aplica adecuadamente los teoremas de conservación en las colisiones.
- 3:**
Interpreta curvas de energía potencial y analiza ejemplos en sistemas moleculares sencillos.
- 4:**
Deriva algunas propiedades macroscópicas de los sistemas gaseosos partiendo del comportamiento microscópico.
- 5:**
Aplica correctamente los principios de la Termodinámica.
- 6:**
Calcula campos y potenciales electrostáticos de distribuciones de carga puntuales o con alta simetría.
- 7:**
Es capaz de analizar los efectos de los campos electrostáticos sobre distintos tipos de materiales.
- 8:**
Resuelve circuitos sencillos de corriente continua y de aplicar la ley de Ohm.
- 9:**
Calcula los efectos de los campos magnéticos sobre cargas y corrientes, así como sobre los distintos tipos de materiales.
- 10:**
Es capaz de calcular el campo magnético producido por cargas en movimiento y distribuciones de corriente con alta simetría.
- 11:**
Aplica adecuadamente la ley de Faraday-Lenz.
- 12:**
Es capaz de trabajar con las ondas electromagnéticas (propagación, emisión y absorción) y de manejar el concepto de fotón.
- 13:**
Analiza la propagación de la luz en distintos medios materiales.
- 14:**
Utiliza y analiza los fenómenos de interferencia y difracción.
- 15:**
Es capaz de formar imágenes en sistemas ópticos sencillos.
- 16:**
Es capaz de valorar las limitaciones de la Física Clásica y de introducir de forma sencilla la cuantificación de algunas magnitudes.
- 17:**
Lleva a cabo experimentos sencillos, interpreta los resultados obtenidos y los presenta de manera clara y ordenada.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Física es una asignatura obligatoria, anual, de 12 ECTS, encuadrada dentro del Módulo Básico del Grado en Química. Con ella se pretende que el estudiante adquiera los conceptos de Física necesarios para la comprensión tanto de determinadas cuestiones fundamentales de Química como de ciertos equipos y procedimientos experimentales habituales en un laboratorio químico.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura tiene como objetivo proporcionar al alumno una formación básica en aspectos generales de la Física. Se estructura en tres bloques principales. El primero lo conforman la Mecánica Clásica (descripción de la dinámica de los sistemas de partículas), la Mecánica Estadística (relación entre descripción microscópica y macroscópica de sistemas de muchos cuerpos) y la Termodinámica (descripción de sistemas de muchos cuerpos mediante variables macroscópicas, fundamentalmente aplicada a gases). El segundo bloque abarca el Electromagnetismo, el estudio de las leyes y fenómenos electromagnéticos y de los efectos que los campos eléctricos y magnéticos producen en la materia. Finalmente, el tercer bloque es la Óptica, que se dedica al estudio de la propagación de la luz y los fenómenos relacionados con ella. Aunque en el curso se considerarán fundamentalmente las leyes de la Física Clásica, en determinados temas de la asignatura se introducirán conceptos relevantes de la Física Cuántica, explicando cómo resuelven las limitaciones de la descripción anterior y cómo resultan imprescindibles en la descripción de la materia a nivel atómico y molecular, el ámbito de trabajo de la Química.

Durante toda la asignatura, se pondrá especial énfasis en aspectos específicos, introductorios e instrumentales de utilidad para el estudio de la Química.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La Física es una asignatura instrumental para los graduados en Química. Sin embargo, el alumno debe ser consciente de la profunda interrelación que existe entre la Física y la Química, punto que hay que intentar remarcar durante el curso. De hecho es difícil establecer una frontera clara entre ambas. El alumno debe aprender a dominar ciertos fundamentos de Física, no solo para entender procedimientos de análisis, técnicas y herramientas que utilizará en su futuro profesional, sino para poder trabajar dentro de un equipo multidisciplinar que incluya titulados en Física.

En una asignatura de carácter introductorio y general, no es posible profundizar en la gran variedad de temas tratados. En su lugar, se insistirá en remarcar puntos de conexión con herramientas y técnicas que el alumno utilizará con seguridad en cursos superiores o incluso en su futuro profesional y sus aplicaciones. Por ejemplo, podemos mencionar las siguientes técnicas analíticas: la difracción de rayos X, absorción en el infrarrojo, espectrometría de masas, medidas de actividad óptica, etc.

Por ello los conocimientos básicos de Física que esta asignatura propone son imprescindibles en el primer curso de la formación de un futuro graduado en Química. De acuerdo con ello, la asignatura es de carácter obligatorio y se sitúa en el Módulo Básico de la titulación. Se complementa con otras asignaturas del Módulo Básico (en particular contiene aplicaciones de muchos de los conceptos del temario de Matemáticas y se relaciona con algunos temas de la Química General), y resulta fundamental para cursar asignaturas de cursos superiores (como la Química Analítica, donde se consideran técnicas electroanalíticas o técnicas ópticas; la Química Física o la Ciencia de Materiales).

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

- 1: Poseer espíritu crítico en el análisis de problemas y valoración de las soluciones: órdenes de magnitud,

dimensiones, etc.

- 2:** Poseer capacidad de abstracción y de pensamiento organizado y razonado.
- 3:** Ser capaz de incorporar el lenguaje matemático a los razonamientos.
- 4:** Poseer hábitos para razonar siguiendo el método científico: relacionar los resultados de observaciones y experimentos con las predicciones de modelos.
- 5:** Poseer destrezas en resolución de problemas, individualmente y en equipo.
- 6:** Ser capaz de utilizar la notación básica y el lenguaje empleados en Física.
- 7:** Conocer las leyes básicas de la Física y ser capaz de aplicarlas en las situaciones adecuadas, en particular para comprender el comportamiento de la materia a nivel microscópico y macroscópico.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Los resultados de aprendizaje que se obtienen en esta asignatura son básicos porque sobre ellos se construirán nuevos conocimientos en cursos posteriores. Permiten comprender los fundamentos físicos tanto de fenómenos y procesos químicos como de muchas técnicas experimentales y de análisis utilizadas de modo habitual en el desempeño profesional de un químico.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

- 1:** El alumno tendrá superada la asignatura si alcanza una calificación final mayor o igual que 5,0 en cualquiera de las convocatorias oficiales del curso académico (junio y septiembre). Esta calificación final C procederá de combinar la nota de las distintas partes de que constará la prueba global (todos los apartados se califican sobre 10 puntos) de la siguiente manera, y siempre que se cumplan los requisitos indicados más abajo:

$$C=0,1*L+0,9*(P1+P2)/2$$

L=nota de la parte práctica (en el laboratorio) de la prueba global

P1=nota de la parte correspondiente al temario del primer cuatrimestre de la prueba global

P2=nota de la parte correspondiente al temario del segundo cuatrimestre de la prueba global

Requisitos:

L tiene que ser mayor que 3,0 para que se pueda aprobar la asignatura

P1 y P2 tienen que ser mayores o iguales que 4,5 para que se pueda aprobar la asignatura. Cada examen parcial se compone de una parte de teoría y otra de problemas y la calificación global se obtiene del promedio de ambas siempre que ninguna de ellas sea inferior a 3,0.

- 2:** Algunas partes de la prueba global se podrán adelantar durante el curso eliminando materia de la prueba global:

Se realizará en el periodo de exámenes de febrero una prueba eliminatoria correspondiente al temario del primer cuatrimestre (P1).

El trabajo en las sesiones prácticas de laboratorio programadas y presentación de los informes en el plazo establecido de todas las prácticas de la asignatura permitirá eliminar esta parte de la materia siempre que la nota sea superior a 3,0.

La evaluación continuada del trabajo del alumno, proveniente de la valoración de los controles periódicos, de los trabajos dirigidos propuestos a lo largo del curso y de la participación del alumno en las clases se reflejará en una nota T, que se podrá utilizar para mejorar la nota de la prueba final utilizando la siguiente expresión:

$$C=0,1*L+0,2*T+0,7*(P1+P2)/2$$

Todas las notas obtenidas a lo largo de un curso se conservarán para todas las convocatorias correspondientes al curso académico en que fueron obtenidas.

- 3:** El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula) así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará a la Normativa de Permanencia en Estudios de Grado (http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf) y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento, también se ajustarán los criterios generales de diseño de las pruebas y sistema de calificación, y de acuerdo a la misma se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones. Dicha normativa puede consultarse en:

<http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/evalu/evalu.html>

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

- Clases magistrales participativas en grupo grande y tutorías (grupos pequeños y/o individualizadas) para la actividad 1 (véase “Actividades de aprendizaje programadas”) (8 ECTS).
- Aprendizaje basado en problemas y trabajo en equipo e individual para la actividad 2 (2,2 ECTS).
- Trabajo en laboratorio y elaboración de informes para la actividad 3 (0,6 ECTS).
- Aprendizaje basado en el estudio de casos y por descubrimiento, búsqueda de información de fuentes variadas, trabajo en grupo e individual para la actividad 4 (1,2 ECTS).

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

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

- 1:** Sesiones expositivas complementadas con estudio personal sobre conceptos básicos de Física. Se compone de 80 sesiones expositivas presenciales de una hora (los detalles de los contenidos se muestran en el temario adjunto) y de estudio personal del estudiante (120 horas, no presenciales) a partir de los apuntes de clase y de la bibliografía recomendada.

- 2:**

Resolución de problemas y análisis de casos prácticos en grupo pequeño. Consta de 30 horas presenciales y 25 no presenciales.

3:

Demostración de fenómenos físicos en el laboratorio. Se llevarán a cabo 5 sesiones prácticas en el laboratorio de 2 horas de duración cada una. Son, por tanto, 10 horas presenciales, más 5 horas de trabajo en casa para la elaboración de los informes. Los objetivos de cada sesión son:

1. Estudio de oscilaciones forzadas y del fenómeno de resonancia mecánica.
2. Determinación de propiedades térmicas de los medios materiales, tales como el calor específico de metales y el calor latente de fusión del hielo.
3. Medida de magnitudes eléctricas, verificando la ley de Ohm, analizando combinaciones de resistencias en serie y en paralelo y determinando la resistividad de diversos materiales.
4. Medida del campo magnetostático creado por espiras y solenoides. Determinación de la componente horizontal del campo magnético terrestre y medida de la fuerza magnética (módulo, dirección y sentido) sobre un cable conductor en el seno de un campo magnético.
5. Observación de propiedades ondulatorias de la luz: interferencia, difracción y polarización. Verificación de la ley de Malus y evaluación de la actividad óptica del azúcar.

4:

Realización de pequeños trabajos en grupo sobre temas específicos de la asignatura. Son 30 horas de trabajo del alumno, incluidas 3 horas de tutoría con el profesor.

5:

El **programa de contenidos** que se cubrirá en estas actividades es:

I. MECÁNICA CLÁSICA

- 1. CINEMÁTICA. Magnitudes y unidades. Velocidad y aceleración. Vectores. Velocidad relativa. Movimiento circular.
- 2. FUERZAS Y LEYES DE NEWTON. Leyes de Newton. Ejemplos de fuerzas. Sistemas de partículas. Centro de masas. Rotación y momento de una fuerza. Momento de inercia.
- 3. MOMENTO LINEAL Y MOMENTO ANGULAR. Momento lineal de un sistema de partículas y su principio de conservación. Momento angular de un sistema de partículas y su principio de conservación.
- 4. TRABAJO Y ENERGÍA CINÉTICA. Definición de trabajo. Energía cinética de un sistema de partículas. Energía cinética de rotación. Colisiones.
- 5. FUERZAS CONSERVATIVAS Y ENERGÍA POTENCIAL. Energía potencial. Teorema de conservación de la energía mecánica. Fuerza y energía potencial: posiciones de equilibrio. Fuerzas centrales. Energía potencial efectiva: el problema de los dos cuerpos.
- 6. OSCILACIONES. Movimiento armónico simple. Energía en el movimiento armónico simple. Movimiento general próximo al equilibrio. El péndulo simple. Oscilaciones amortiguadas y oscilaciones forzadas.

II. TERMODINÁMICA

- 7. MECÁNICA ESTADÍSTICA Y TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES. Descripciones microscópica y macroscópica de un gas ideal. Ecuación de estado de un gas ideal. Definición de temperatura. El teorema de equipartición. Distribución de las velocidades moleculares.
- 8. CALOR Y PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. Calor. Capacidad térmica y calor específico. Cambio de fase y calor latente. Equilibrio térmico. Transporte de calor: conducción, convección y radiación. Primer principio de la termodinámica. Energía interna. Capacidades caloríficas de sólidos y gases. Fallos del teorema de equipartición: cuantización de la energía.
- 9. PROCESOS TERMODINÁMICOS Y ECUACIONES DE ESTADO. Procesos cuasiestáticos. Trabajo y diagramas PV para un gas. Expansión adiabática cuasiestática de un gas ideal. Ecuación de Van der Waals. Diagramas de fase. Procesos reversibles e irreversibles.
- 10. CICLOS TERMODINÁMICOS Y EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. Máquinas térmicas: segundo principio de la termodinámica. Refrigerador y bomba de calor. El ciclo de Carnot. Otros ciclos de interés. Definición de entropía. Entropía de un gas ideal. Entropía y desorden.

III. ELECTROSTÁTICA

- 11. CAMPO ELECTROSTÁTICO. Conservación de la carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo electrostático. Cálculo del campo producido por cargas puntuales y por distribuciones continuas de carga. El teorema de

Gauss: ejemplos de aplicación.

- 12. POTENCIAL ELECTROSTÁTICO. Diferencia de potencial. Campo y potencial. Ejemplos de cálculo del potencial electrostático. Energía potencial electrostática. Dipolos eléctricos y su movimiento en el interior de un campo eléctrico uniforme.
- 13. CONDUCTORES Y DIELECTRICOS. Carga y campo en conductores en equilibrio electrostático. Capacidad y condensadores. Almacenamiento de energía eléctrica. Combinación de condensadores. Capacidad y dieléctricos. Polarización: carga libre y ligada. Vector polarización y vector desplazamiento. Teorema de Gauss en un medio dieléctrico.

IV. ELECTROMAGNETISMO

- 14. CORRIENTE ELÉCTRICA. Densidad de corriente e intensidad. Resistencia y ley de Ohm. Potencia eléctrica. Fuerza electromotriz y baterías. Resistencias en serie y en paralelo. Instrumentos de medición eléctrica: amperímetros y voltímetros. Carga y descarga de un condensador.
- 15. EL CAMPO MAGNÉTICO. Fuerza de Lorentz sobre cargas eléctricas. Movimiento de partículas cargadas en un campo magnético: selector de velocidades y espectrómetro de masas. Fuerza sobre un segmento de corriente. Pares de fuerzas sobre espiras de corrientes: momento dipolar magnético y energía potencial de un dipolo magnético. El efecto Hall.
- 16. FUENTES DEL CAMPO MAGNÉTICO. Campo creado por cargas eléctricas en movimiento. Campo creado por corrientes: ley de Biot y Savart. Ley de Gauss para el magnetismo. Ley de Ampère.
- 17. INDUCCIÓN MAGNÉTICA. Ley de Faraday y ley de Lenz. Inductancia y circuitos RL. Energía magnética. Generación de corriente alterna.
- 18. PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA MATERIA. Momentos magnéticos atómicos. Imantación y susceptibilidad magnética. Paramagnetismo. Ferromagnetismo. Diamagnetismo.
- 19. CAMPO ELECTROMAGNÉTICO Y ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell. Ecuación de ondas. Ondas electromagnéticas planas y esféricas. Energía de una onda electromagnética y vector de Poynting. Espectro electromagnético.

V. ÓPTICA

- 20. LUZ: PROPAGACIÓN EN MEDIOS ISÓTROPAS. Naturaleza de la luz. Propagación de la luz: frentes de onda y principio de Huygens. Reflexión y refracción: ley de Snell, reflexión interna total, refracción continua y espejismos. Fenómenos de absorción, dispersión y difusión.
- 21. POLARIZACIÓN DE LA LUZ. PROPAGACIÓN EN MEDIOS ANISÓTROPAS. Polarización de una onda. Polarización por absorción, reflexión o dispersión. Propagación de la luz en medios anisótropos. Birrefringencia. Actividad óptica.
- 22. INTERFERENCIA Y DIFRACCIÓN. Diferencia de fase y coherencia. Interferencias entre ondas luminosas. Diagrama de interferencias de dos rendijas. Diagrama de difracción de una rendija. Difracción de Fraunhofer y de Fresnel. Difracción y resolución. Redes de difracción: espectroscopio y difracción de rayos X.
- 23. FORMACIÓN DE LA IMAGEN ÓPTICA (ÓPTICA GEOMÉTRICA). Formación de imágenes en aproximación paraxial: definiciones y convenios, invariante de Abbe, focos y planos focales. Lentes delgadas. El ojo humano.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las prácticas de laboratorio de la asignatura se desarrollarán en sesiones de dos horas, con la siguiente distribución temporal: práctica 1 en noviembre, práctica 2 en diciembre, práctica 3 en marzo, práctica 4 en abril y práctica 5 en mayo. El calendario y la distribución de días entre los grupos de la asignatura se darán a conocer con antelación suficiente.

Bibliografía

La bibliografía recomendada es la siguiente:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Física universitaria [Sears, Zemansky] (12ª edición, 2 vol). H. D. Young y R. A. Freedman. Ed. Pearson Educación 2009.
2. Física (3ª edición). R. A. Serway. Ed. Thomson Paraninfo 2003.
3. Física para ciencias e ingeniería (5ª edición). R. A. Serway. Ed. McGraw-Hill 2002.
4. Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 1, Mecánica, oscilaciones y ondas, Termodinámica (6ª edición). P. A. Tipler y G. Mosca. Ed. Reverté 2010.

5. Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 2, Electricidad y magnetismo. Luz (6ª edición). P. A. Tipler y G. Mosca. Ed. Reverté 2010.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Física. M. Alonso. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana 2000.
2. Física general (32ª edición). S. Burbano de Ercilla. Ed. Tébar 2003.
3. Física clásica y moderna. W. E. Gettys. Ed. McGraw-Hill 1992.
4. Manual de fórmulas y tablas matemáticas: 2. 400 fórmulas y 60 tablas (1ª edición reimp). M. R. Spiegel. Ed. MacGraw-Hill 1995.
5. Laboratorio de Física con soporte interactivo en moodle. L. Ablanque, R.Mª. Benito, J.C. Losada y L. Seidel. Ed. Pearson Educación 2010.

SITIOS WEB

Se dispondrá de material de apoyo adicional en el ADD específico para cada grupo: <http://bb.unizar.es>.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Ablanque, L. [et al.]. Laboratorio de Física con soporte interactivo en Moodle Pearson Educación (2010)
- Alonso, Marcelo. Física / Marcelo Alonso, Edward J. Finn ; versión en español de Homero Flores Samaniego México : Addison-Wesley Iberoamericana, cop. 2000
- Burbano de Ercilla, Santiago. Física general / Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz . - 32ª ed. Madrid : Tébar, D.L. 2003
- Gettys, W. Edward. Física clásica y moderna / W. Edward Gettys, Frederick J. Keller, Malcolm J. Skove ; traducción Luis Arizmendi López...[et al.] Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L.1992
- Serway, Raymond A. Física / Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr. ; revisión técnica, José García Solé, Francisco Jaque Rechea. - 3ª ed. Madrid [etc.] : Thomson : Paraninfo, D.L. 2003
- Serway, Raymond A. Física para ciencias e ingenierías / Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr. . 6ª ed. México [etc.] : Thomson, cop. 2004
- Spiegel, Murray R.. Manual de fórmulas y tablas matemáticas : 2400 fórmulas y 60 tablas / Murray R. Spiegel ; traducción y adaptación Orlando Guerrero Ribero . - [1ª ed. reimp.] Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L.1995
- Tipler, Paul A.. Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 1, Mecánica , oscilaciones y ondas, termodinámica / Paul A. Tipler , Gene Mosca; [coordinador y traductor, José Casas-Vázquez; traductores, Albert Bramon Planas...[et al.]]. 6ª ed. Barcelona [etc.] : Reverté, 2010
- Tipler, Paul A.. Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 2, Electricidad y magnetismo, luz / Paul A. Tipler, Gene Mosca; [coordinador y traductor, José Casas-Vázquez; traductores, Albert Bramon Planas...[et al.]]. 6ª ed. Barcelona [etc.] : Reverté, 2010
- Young, Hugh D. Física universitaria con física moderna. Volumen 2 / Hugh D. Young, Roger A. Freedman ; con la colaboración de A. Lewis Ford ; traducción Javier Enríquez Brito. - 12ª ed. México [etc.] : Pearson, 2009
- Young, Hugh D. Física universitaria. Volumen 1 / Hugh D. Young, Roger A. Freedman ; con la colaboración de A. Lewis Ford ; traducción Victoria A. Flores Flores. - 12ª ed. México [etc.] : Pearson, 2009