



GUÍA DE CALIFICACIÓN DE LA MATERIA

FÍSICA

PAU CURSO 2025-2026

Índice:

1. Introducción.
2. Normativa aplicable.
3. Criterios de corrección y calificación:
 - 3.1 Criterios generales de corrección y calificación.
 - 3.2 Criterios específicos de corrección y calificación.
4. Criterios específicos para el alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo.
5. Ejemplo de ejercicio:
 - 5.1. Estructura del ejercicio.
 - 5.2. Matriz de especificaciones.
 - 5.3. Modelo de examen.
 - 5.4. Solucionario del modelo propuesto.
6. Ponderación de las preguntas.
7. Instrumentos de evaluación.
8. Materiales auxiliares permitidos para el examen.

1. Introducción

El Real Decreto 534/2024, de 11 de junio, por el que se regulan los requisitos de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado, las características básicas de la prueba de acceso y la normativa básica de los procedimientos de admisión (BOE de 12 de junio) en su artículo 18 establece lo siguiente:

“4. Al inicio de cada curso escolar, la comisión organizadora hará públicos los criterios de organización, la estructura básica de los ejercicios y los criterios generales de evaluación.

5. La comisión organizadora elaborará una guía de calificación de cada ejercicio. La guía incluirá, necesariamente, los criterios de corrección y calificación; los criterios específicos para el alumnado con necesidad específica de apoyo educativo, en los casos en que corresponda; la ponderación de cada una de las preguntas; así como los instrumentos de evaluación que se consideren necesarios para valorar objetivamente las posibles respuestas dadas por el alumnado.”

El Decreto 3/2024, de 30 de enero, por el que se establece en el ámbito de la Comunidad Autónoma de La Rioja, la coordinación del procedimiento ordinario de acceso a la universidad (BOR de 1 de febrero), establece en sus artículos 11 y 12 las funciones de los coordinadores de materia de enseñanza universitaria y de los coordinadores de materia de bachillerato, entre las que destacan:

- Definir, conforme a la normativa estatal, la estructura de las propuestas de examen de la materia correspondiente.
- Establecer, en concordancia con los criterios generales establecidos por la Comisión Organizadora y por la normativa estatal, los criterios para la elaboración de las propuestas de examen de la materia correspondiente.
- Elaborar las pruebas sobre su materia que se les requieran desde la Comisión Organizadora. Estas pruebas estarán de acuerdo con los criterios generales que dicha Comisión determine, así como con los criterios específicos establecidos para la materia y deberá ajustarse a las características, diseño y contenido establecido por la normativa estatal.
- Definir, en concordancia con los criterios generales establecidos por la Comisión Organizadora y la normativa estatal, los criterios específicos de evaluación de las pruebas de la materia correspondiente.

Para cumplir con lo establecido en el Real Decreto 534/2024 se procede a la elaboración de esta guía por los coordinadores de materia de universidad y de bachillerato de manera consensuada con los profesores de 2º de bachillerato que imparten la materia en los centros educativos de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Las preguntas o tareas que conformen la prueba conectan, a través de los saberes básicos de la materia, con las competencias específicas del currículo establecido en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato (BOE de 06 de abril) así como con el desarrollo específico recogido en el Decreto 43/2022, de 20 de julio, por el que se establece el currículo de Bachillerato y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación en la Comunidad Autónoma de La Rioja (BOR, 22 de julio de 2022).

2. Normativa aplicable

Las características básicas de la prueba de acceso a la universidad han sido establecidas por el Real Decreto 534/2024, de 11 de junio, por el que se regulan los requisitos de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado, las características básicas de la prueba de acceso y la normativa básica de los procedimientos de admisión, dando cumplimiento así al mandato recogido en el artículo 38 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre.

Ha quedado derogado el Real Decreto 310/2016, de 29 de julio, por el que se regulan las evaluaciones finales de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato y el Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado.

El Real Decreto 534/2024, de 11 de junio, establece en su artículo 13, las características básicas de los ejercicios de los que consta la prueba, y entre ellos cabe destacar como novedosos, los recogidos en los siguientes apartados:

- Apartados 1 y 2. Los ejercicios deberán tener un diseño competencial, requerirán del alumnado creatividad y capacidad de pensamiento crítico, reflexión y madurez en la resolución por escrito de una serie de preguntas o tareas adecuadas a las competencias específicas evaluadas.
- Apartado 3. En consonancia con la definición de las competencias clave establecida en el anexo I del Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, las preguntas o tareas se contextualizarán en entornos artísticos, científicos, humanísticos y tecnológicos y, preferentemente, en entornos próximos a la vida del alumnado.
- Apartado 6. Los ejercicios podrán estar estructurados en diferentes apartados, que, a su vez, podrán contener una o varias preguntas o tareas. Estas podrán requerir respuestas cerradas, semiconstruidas o abiertas, siempre que en cada uno de los ejercicios la puntuación asignada al total de preguntas o tareas de respuesta abierta y semiconstruida alcance como mínimo el 70 por ciento.
- Apartado 7. En cada materia se hará entrega de un único modelo de ejercicio. Sin embargo, si se estima conveniente, en algunos apartados, se podrá incluir la posibilidad de elegir entre varias preguntas o tareas. Esta elección no podrá implicar en ningún caso la disminución del número de competencias específicas objeto de evaluación
- Apartado 10. En todos los ejercicios se incluirá información para el alumnado sobre los criterios de corrección y calificación. Estos criterios incluirán, entre otros, parámetros que permitan valorar los siguientes aspectos:
 - a) la adecuación a lo solicitado en el enunciado,
 - b) la coherencia, la cohesión, la corrección gramatical, léxica y ortográfica de los textos producidos, así como su presentación.

3. Criterios de corrección y calificación

3.1. Criterios generales de corrección y calificación.

En el examen de Física de la prueba de acceso a la Universidad se ponderará específicamente la capacidad expresiva y la corrección idiomática de los estudiantes, y para ello se tendrá en cuenta:

1. La corrección ortográfica (grafías, tildes y puntuación).
2. La coherencia, la cohesión, la corrección gramatical, la corrección léxica de los textos producidos, así como su presentación.

Las penalizaciones por errores se aplicarán atendiendo a los siguientes criterios. El corrector marcará los errores en el ejercicio y especificará claramente la deducción efectuada en la nota global en relación con los dos criterios anteriores, recordando que la penalización nunca podrá ser superior a un punto.

La máxima deducción global en el ejercicio será un punto de la forma siguiente:

- Los dos primeros errores ortográficos no se penalizarán. Cuando se repita la misma falta de ortografía se contará como una sola.
- A partir de la tercera falta de ortografía se deducirán -0,10 hasta un máximo de un punto.
- Por errores en la redacción, falta de coherencia, cohesión, corrección léxica, vocabulario y la presentación se podrá deducir un máximo de medio punto.

Obsérvese que en aquellos casos en los que la suma de las deducciones anteriores sea superior a un punto, esta será la máxima permitida: un punto.

3.2. Criterios específicos de corrección y calificación.

Los criterios de corrección aplicables a la prueba de Física son:

1. Las preguntas deben realizarse expresando de forma razonada el proceso seguido en la resolución, con el rigor y la precisión necesarios. Usando el lenguaje, la notación y las unidades y los símbolos físicos y matemáticos adecuados. Utilizando argumentos, justificaciones, explicaciones y razonamientos explícitos y coherentes.
2. La mera descripción del planteamiento, sin que se lleve a cabo la resolución de manera efectiva, no es suficiente para obtener una valoración completa de la pregunta.
3. En las preguntas en las que se pida expresamente una deducción razonada, la mera aplicación de una fórmula no será suficiente para obtener una valoración completa de estas.
4. Los errores cometidos en un apartado, por ejemplo, en el cálculo del valor de una cierta magnitud o cantidad, no se tendrán en cuenta en la calificación de los desarrollos posteriores que puedan verse afectados, siempre que resulten de una complejidad equivalente.
5. Los errores en las operaciones aritméticas elementales se penalizarán con un máximo de 0,25 puntos en cada pregunta. Estas penalizaciones no podrán, en ningún caso, superar 1 punto.

4. Criterios específicos para el alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo

La Comisión Organizadora determinará las medidas oportunas que garanticen que el alumnado que presente algún tipo de necesidad específica de apoyo educativo y así lo acredite, pueda realizar la prueba en las debidas condiciones de igualdad.

En todo caso, la determinación de dichas medidas se hará basándose en las adaptaciones curriculares realizadas para el mismo, a lo largo de la etapa educativa anterior, las cuales estarán debidamente informadas por los correspondientes servicios de orientación.

5. Ejemplo de ejercicio

5.1. Estructura del ejercicio

Los saberes básicos de la materia se desarrollan en cuatro bloques:

- A. CAMPO GRAVITATORIO
- B. CAMPO ELECTROMAGNÉTICO
- C. VIBRACIONES Y ONDAS
- D. FÍSICA RELATIVISTA, CUÁNTICA, NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS

Estructura del ejercicio

1. La prueba de Física constará de una propuesta de **nueve problemas** de carácter competencial.
2. Los nueve problemas estarán estructurados de la siguiente manera:
 - 2.1. Los ocho primeros problemas estarán distribuidos en cuatro grupos según los cuatro bloques de Saberes Básicos de la materia:
 - **Grupo 1** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos A: Campo gravitatorio. De este Grupo 1, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - **Grupo 2** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos B: Campo electromagnético. De este Grupo 2, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - **Grupo 3** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos C: Vibraciones y ondas. De este Grupo 3, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - **Grupo 4** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos D: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas. De este Grupo 4, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - 2.2. El problema 9 será de carácter **obligatorio**, corresponderá al bloque B o C de Saberes Básicos.
3. **Por tanto, el alumnado realizará un total de cinco problemas.** De estos cinco problemas, dos corresponderán a un mismo bloque de Saberes Básicos: el B o el C.
4. En caso de responder a más problemas de los indicados en cualquiera de los cuatro grupos del 1 al 4, solo se corregirán los problemas que aparezcan físicamente en primer lugar.
5. En los problemas de la prueba no se pedirán demostraciones y ningún problema tendrá carácter teórico.

5.2. Matriz de especificaciones

BLOQUE SABERES	SABERES BÁSICOS (Decreto 43/2022 La Rioja)	CONCRECIONES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
A. CAMPO GRAVITATORIO	Descripción de la interacción gravitatoria mediante el concepto de campo: determinación a través del cálculo vectorial, del campo gravitatorio producido por un sistema de masas. Efectos sobre las variables cinemáticas y dinámicas de masas inmersas en el campo. Momento angular de un objeto en un campo gravitatorio: cálculo, relación con las fuerzas centrales y aplicación de su conservación en el estudio de su movimiento. Descripción de la interacción gravitatoria desde un punto de vista energético: variación de energía potencial y trabajo realizado por el campo, balances energéticos existentes en desplazamientos entre distintas posiciones. Energía mecánica de un objeto sometido a un campo gravitatorio, velocidades, orbital y de escape y tipos de trayectorias. Leyes que se verifican en el movimiento planetario y extrapolación al movimiento de satélites y cuerpos celestes. Introducción a la cosmología y la astrofísica como aplicación del campo gravitatorio: implicación de la física en la evolución de objetos astronómicos, del conocimiento del universo y repercusión de la investigación en estos ámbitos en la industria, la tecnología, la economía y en la sociedad.	1. Diferencia entre los conceptos de fuerza y campo, estableciendo una relación entre intensidad del campo gravitatorio y la aceleración de la gravedad. 2. Aplicando el carácter vectorial de la gravitación universal y el principio de superposición, calcula el campo gravitatorio creado por varias masas. 3. Determina la variación de energía potencial gravitatoria que experimenta una masa cuando se desplaza entre dos puntos situados en el seno de un campo gravitatorio. Relaciona dicha variación de energía potencial con el trabajo realizado por el campo gravitatorio. 4. Aplicando la ley de la gravitación universal y la segunda ley de Newton, determina la velocidad orbital y el periodo de rotación de un satélite que describe una órbita circular de un cierto radio alrededor de un planeta. 5. Aplicando el principio de conservación de la energía mecánica, calcula la energía necesaria para poner un satélite en órbita circular alrededor de un cierto planeta. 6. Calcula la velocidad mínima que hay proporcionar a un cuerpo para que escape del campo gravitatorio en el que se encuentra. 7. Como consecuencia del carácter central de la fuerza gravitatoria y de la consiguiente conservación del momento angular, aplica la segunda ley de Kepler para el caso de órbitas circulares. 8. Para el caso de órbitas circulares, aplica la tercera ley de Kepler.	1.1.- Reconocer la relevancia de la física en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la economía, la sociedad y la sostenibilidad ambiental, empleando adecuadamente los fundamentos científicos relativos a esos ámbitos. 1.2.- Resolver problemas de manera experimental y analítica, utilizando principios, leyes y teorías de la física. 2.1.- Analizar y comprender la evolución de los sistemas naturales, utilizando modelos, leyes y teorías de la física. 2.2.- Inferir soluciones a problemas generales a partir del análisis de situaciones particulares y las variables de que dependen. 3.1.- Aplicar los principios, leyes y teorías científicas en el análisis crítico de procesos físicos del entorno, como los observados y los publicados en distintos medios de comunicación, analizando, comprendiendo y explicando las causas que los producen. 3.2.- Utilizar de manera rigurosa las unidades de las variables físicas en diferentes sistemas de unidades, empleando correctamente su notación y sus equivalencias, así como la elaboración e interpretación adecuada de gráficas que relacionan variables físicas, posibilitando una comunicación efectiva con toda la comunidad científica. 3.3.- Expresar de forma adecuada los resultados, argumentando las soluciones obtenidas, en la resolución de los ejercicios y problemas que se plantean, bien sea a través de situaciones reales o ideales. 5.1.- Valorar la física, debatiendo de forma fundamentada sobre sus avances y la implicación en la sociedad, desde el punto de vista de la ética y de la sostenibilidad. 6.1.- Identificar los principales avances científicos relacionados con la física que han contribuido a la formulación de las leyes y teorías aceptadas actualmente en el conjunto de las disciplinas científicas, como las fases para el entendimiento de las metodologías de la ciencia, su evolución constante y su universalidad. 6.2.- Reconocer el carácter multidisciplinar de la ciencia y las contribuciones de unas disciplinas en otras, estableciendo relaciones entre la física y otras ciencias como: la química, la biología, la geología o las matemáticas.

BLOQUE SABERES	SABERES BÁSICOS (Decreto 43/2022 La Rioja)	CONCRECIONES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
B. CAMPO ELECTRO- MAGNÉTICO	Campos eléctrico y magnético: tratamiento vectorial, determinación de las variables cinemáticas y dinámicas de cargas eléctricas libres en presencia de estos campos. Fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en los que se aprecian estos efectos. Intensidad del campo eléctrico en distribuciones de cargas discretas y continuas: cálculo e interpretación del flujo de campo eléctrico. Energía de una distribución de cargas estáticas: magnitudes que se modifican y que permanecen constantes con el desplazamiento de cargas libres entre puntos de distinto potencial eléctrico. Campos magnéticos generados por hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas: rectilíneos, espiras, solenoides o toros. Interacción con cargas eléctricas libres presentes en su entorno. Líneas de campo eléctrico y magnético producido por distribuciones de carga sencillas, imanes e hilos con corriente eléctrica en distintas configuraciones geométricas. Generación de la fuerza electromotriz: funcionamiento de motores, generadores y transformadores a partir de sistemas donde se produce una variación del flujo magnético.	- Mediante la ley de Coulomb, relaciona los conceptos de fuerza y campo eléctricos. - Utiliza el principio de superposición para el cálculo y representación gráfica del campo eléctrico creado por distribuciones de cargas puntuales. - Establece el Teorema de Gauss como la relación entre el flujo eléctrico que atraviesa una superficie cerrada y la carga neta dentro de dicho volumen. Utiliza este teorema para calcular el campo eléctrico creado por distribuciones de carga continuas como planos, hilos y esferas. - Determina la variación de energía potencial eléctrica que experimenta una carga cuando se desplaza entre dos puntos situados en el seno de un campo eléctrico. Relaciona dicha variación de energía potencial con el trabajo realizado por el campo eléctrico. - Utiliza el principio de superposición para el cálculo del potencial eléctrico creado por distribuciones de cargas puntuales. - Aplicando la ley de Lorentz, calcula el radio de la órbita circular que describe una carga eléctrica cuando penetra en una región donde existe un campo magnético uniforme. - Analiza casos prácticos concretos como los espectrometros de masas y los aceleradores de partículas. - Determina en casos sencillos la fuerza que ejerce un campo magnético uniforme sobre un conductor recto de cierta longitud. - Relaciona las cargas en movimiento con la creación de campos magnéticos. Describe las líneas de campo magnético que crean una corriente eléctrica rectilínea y una espira circular con corriente.	- Reconocer la relevancia de la física en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la economía, la sociedad y la sostenibilidad ambiental, empleando adecuadamente los fundamentos científicos relativos a esos ámbitos. - Resolver problemas de manera experimental y analítica, utilizando principios, leyes y teorías de la física. - Analizar y comprender la evolución de los sistemas naturales, utilizando modelos, leyes y teorías de la física. - Inferir soluciones a problemas generales a partir del análisis de situaciones particulares y las variables de que dependen. - Aplicar los principios, leyes y teorías científicas en el análisis crítico de procesos físicos del entorno, como los observados y los publicados en distintos medios de comunicación, analizando, comprendiendo y explicando las causas que los producen. - Utilizar de manera rigurosa las unidades de las variables físicas en diferentes sistemas de unidades, empleando correctamente su notación y sus equivalencias, así como la elaboración e interpretación adecuada de gráficas que relacionan variables físicas, posibilitando una comunicación efectiva con toda la comunidad científica. - Expresar de forma adecuada los resultados, argumentando las soluciones obtenidas, en la resolución de los ejercicios y problemas que se plantean, bien sea a través de situaciones reales o ideales. - Valorar la física, debatiendo de forma fundamentada sobre sus avances y la implicación en la sociedad, desde el punto de vista de la ética y de la sostenibilidad. - Identificar los principales avances científicos relacionados con la física que han contribuido a la formulación de las leyes y teorías aceptadas actualmente en el conjunto de las disciplinas científicas, como las fases para el entendimiento de las metodologías de la ciencia, su evolución constante y su universalidad. - Reconocer el carácter multidisciplinar de la ciencia y las contribuciones de unas disciplinas en otras, estableciendo relaciones entre la física y otras ciencias como: la química, la biología, la geología o las matemáticas.

BLOQUE SABERES	SABERES BÁSICOS (Decreto 43/2022 La Rioja)	CONCRECIONES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
B. CAMPO ELECTRO- MAGNÉTICO (CONTINUACIÓN)		10. Aplicando la segunda ley de Newton y la ley de Lorentz, establece la relación que debe existir entre un campo magnético y un campo eléctrico, ambos uniformes y perpendiculares entre sí, para que una partícula cargada se mueva con movimiento rectilíneo uniforme. 11. Establece, en un punto dado del espacio, el campo magnético resultante debido a dos o más conductores rectilíneos paralelos por los que circulan corrientes eléctricas. 12. Analiza y calcula la fuerza por unidad de longitud que se ejercen entre sí dos conductores paralelos, según el sentido de la corriente que los recorra, realizando el diagrama correspondiente. 13. Como fundamento del motor eléctrico, analiza el par de fuerzas que produce un campo magnético constante sobre una espira indeformable rectangular recorrida por una corriente eléctrica. 14. Establece el flujo magnético que atraviesa una espira que se encuentra en el seno de un campo magnético. 15. Aplicando la ley de Faraday, calcula la fuerza electromotriz inducida en un circuito atravesado por un flujo magnético variable. Mediante la ley de Lenz, estima la dirección de la corriente eléctrica inducida. 16. Demuestra el carácter periódico de la corriente alterna en un alternador a partir de la representación gráfica de la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo. 17. Infiere la producción de corriente alterna en un alternador teniendo en cuenta la ley de Faraday.	

BLOQUE SABERES	SABERES BÁSICOS (Decreto 43/2022 La Rioja)	CONCRECIONES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
C. VIBRACIONES Y ONDAS	Movimiento oscilatorio: variables cinemáticas de un cuerpo oscilante. Estudio dinámico y conservación de la energía en estos sistemas. Movimiento ondulatorio: gráficas de oscilación en función de la posición y del tiempo, ecuación de onda que lo describe y relación con el movimiento armónico simple. Distintos tipos de movimientos ondulatorios en la naturaleza. Fenómenos ondulatorios: situaciones y contextos naturales en los que se ponen de manifiesto distintos fenómenos ondulatorios y aplicaciones. Ondas sonoras y sus cualidades, atenuación y umbral de audición. Cambios en las propiedades de las ondas en función del desplazamiento del emisor y receptor. Naturaleza de la luz: controversias y debates históricos. La luz como onda electromagnética. Espectro electro-magnético. Propagación de la luz y fenómenos ondulatorios. Formación de imágenes en medios y objetos con distinto índice de refracción. Sistemas ópticos: lentes delgadas, espejos planos y esféricos y sus aplicaciones	- Identifica la ley de Hooke que permite determinar en el movimiento armónico simple (m.a.s.) la frecuencia y el periodo de una partícula sometida a la acción de una fuerza elástica. - Realiza el estudio cinemático de la velocidad y la posición en función del tiempo de una partícula que describe un m.a.s. Determina la amplitud de la oscilación y la fase inicial en función de las condiciones iniciales de la partícula. - Determina las energías cinética y potencial elástica de una partícula en el m.a.s. Relaciona la energía mecánica total en el m.a.s. con la amplitud de la oscilación. - Explica las diferencias entre ondas longitudinales y transversales a partir de la orientación relativa de la oscilación y de la propagación. - Escribe e interpreta la expresión matemática de una onda armónica dadas sus magnitudes características. Justifica la doble periodicidad con respecto a la posición y el tiempo. - Obtiene las magnitudes características de una onda a partir de su expresión matemática. - Determina la velocidad de propagación de una onda armónica y la de vibración de las partículas que la forman, interpretando ambos resultados. - Relaciona la energía mecánica de una onda con su amplitud. - Empleando la ecuación que relaciona ambas magnitudes, relaciona la intensidad de una onda sonora en un punto situado a cierta distancia del foco emisor con la potencia emitida por el foco emisor. - Identifica la relación logarítmica entre el nivel de intensidad sonora en decibelios y la intensidad del sonido, aplicándola a casos sencillos.	- Reconocer la relevancia de la física en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la economía, la sociedad y la sostenibilidad ambiental, empleando los fundamentos científicos relativos a esos ámbitos. - Resolver problemas de manera experimental y analítica, utilizando principios, leyes y teorías de la física. - Analizar y comprender la evolución de los sistemas naturales, utilizando modelos, leyes y teorías de la física. - Inferir soluciones a problemas generales a partir del análisis de situaciones particulares y las variables de que dependen. - Aplicar los principios, leyes y teorías científicas en el análisis crítico de procesos físicos del entorno, como los observados y los publicados en distintos medios de comunicación, analizando, comprendiendo y explicando las causas que los producen. - Utilizar de manera rigurosa las unidades de las variables físicas en diferentes sistemas de unidades, empleando correctamente su notación y sus equivalencias, así como la elaboración e interpretación adecuada de gráficas que relacionan variables físicas, posibilitando una comunicación efectiva con toda la comunidad científica. - Expresar de forma adecuada los resultados, argumentando las soluciones obtenidas, en la resolución de los ejercicios y problemas que se plantean, bien sea a través de situaciones reales o ideales. - Valorar la física, debatiendo sobre sus avances y la implicación en la sociedad, desde el punto de vista de la ética y de la sostenibilidad. - Identificar los principales avances científicos relacionados con la física que han contribuido a la formulación de las leyes y teorías aceptadas actualmente en el conjunto de las disciplinas científicas, como las fases para el entendimiento de las metodologías de la ciencia, su evolución constante y su universalidad. - Reconocer el carácter multidisciplinar de la ciencia y las contribuciones de unas disciplinas en otras, estableciendo relaciones entre la física y otras ciencias como: la química, la biología, la geología o las matemáticas.

BLOQUE SABERES	SABERES BÁSICOS (Decreto 43/2022 La Rioja)	CONCRECIONES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
C. VIBRACIONES Y ONDAS (CONTINUACIÓN)		11. Analiza la intensidad de las fuentes del sonido de la vida cotidiana y las clasifica como contaminantes y no contaminantes. 12. Explica la propagación de las ondas utilizando el Principio de Huygens. 13. Interpreta los fenómenos de interferencia y la difracción a partir del Principio de Huygens. 14. Aplica la ley de Snell a casos donde la luz cambia de medio, conocidos los índices de refracción. 15. Obtiene el índice de refracción de un medio a partir del ángulo formado por la onda reflejada y refractada. 16. Considera el fenómeno de reflexión total como el principio físico subyacente a la propagación de la luz en las fibras ópticas y su relevancia en las telecomunicaciones. 17. Identifica en función de la frecuencia las principales regiones del espectro electromagnético. 18. Reconoce las aplicaciones tecnológicas de los diferentes tipos de radiaciones del espectro electromagnético, principalmente infrarroja, ultravioleta, X y microondas. 19. Explica procesos cotidianos a través de las leyes de la óptica geométrica. 20. Obtiene el tamaño, posición y naturaleza de la imagen de un objeto producida por un espejo plano, un espejo esférico y una lente delgada realizando el trazado de rayos y aplicando las ecuaciones correspondientes. 21. Justifica los principales defectos ópticos del ojo humano: miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo, empleando para ello un diagrama de rayos. 22. Establece el tipo y disposición de los elementos empleados en los principales instrumentos ópticos, tales como la lupa, el microscopio y el telescopio, realizando el correspondiente trazado de rayos.	

BLOQUE SABERES	SABERES BÁSICOS (Decreto 43/2022 La Rioja)	CONCRECIONES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
D. FÍSICA RELATIVISTA, CUÁNTICA, NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS	Principios fundamentales de la Relatividad especial y sus consecuencias: simultaneidad de sucesos, contracción de la longitud, dilatación del tiempo, energía y masa relativistas. Dualidad onda-corpúsculo y cuantización: hipótesis de De Broglie y efecto fotoeléctrico. Principio de incertidumbre formulado en base al tiempo y la energía. Modelo estándar en la física de partículas. Clasificaciones de las partículas fundamentales. Las interacciones fundamentales como procesos de intercambio de partículas (bosones). Aceleradores de partículas. Núcleos atómicos y estabilidad de isótopos. Radiactividad natural y otros procesos nucleares. Aplicaciones en los campos de la ingeniería, la tecnología y la salud.	1. Discute los postulados y las aparentes paradojas asociadas a la Teoría Especial de la Relatividad y su evidencia experimental. 2. Reconoce las transformaciones de Lorentz. 3. Como consecuencia de las transformaciones de Lorentz, resuelve problemas sencillos asociados a los fenómenos relativistas de la contracción de la longitud y la dilatación del tiempo. 4. Resuelve problemas sencillos en los que haya que relacionar entre sí la masa en reposo de un cuerpo y su velocidad con la energía del mismo a partir de la masa relativista. 5. Explica las limitaciones de la física clásica al enfrentarse a determinados hechos físicos, como la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico o los espectros atómicos. 6. Reconoce la hipótesis de Planck. 7. Relaciona la longitud de onda o la frecuencia de la radiación en las diferentes series espectrales de emisión de un átomo de Hidrógeno con la energía de los niveles atómicos involucrados. 8. Compara la predicción clásica del efecto fotoeléctrico con la explicación cuántica postulada por Einstein y realiza cálculos relacionados con el trabajo de extracción y la energía cinética de los fotoelectrones. 9. Determina las longitudes de onda asociadas a partículas en movimiento a diferentes escalas, extrayendo conclusiones acerca de los efectos cuánticos a escalas macroscópicas. 10. Aplica el principio de incertidumbre de Heisenberg a casos sencillos como electrones en movimiento y a fotones emitidos por átomos excitados.	1.1.- Reconocer la relevancia de la física en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la economía, la sociedad y la sostenibilidad ambiental, empleando adecuadamente los fundamentos científicos relativos a esos ámbitos. 1.2.- Resolver problemas de manera experimental y analítica, utilizando principios, leyes y teorías de la física. 2.1.- Analizar y comprender la evolución de los sistemas naturales, utilizando modelos, leyes y teorías de la física. 2.2.- Inferir soluciones a problemas generales a partir del análisis de situaciones particulares y las variables de que dependen. 3.1.- Aplicar los principios, leyes y teorías científicas en el análisis crítico de procesos físicos del entorno, como los observados y los publicados en distintos medios de comunicación, analizando, comprendiendo y explicando las causas que los producen. 3.2.- Utilizar de manera rigurosa las unidades de las variables físicas en diferentes sistemas de unidades, empleando correctamente su notación y sus equivalencias, así como la elaboración e interpretación adecuada de gráficas que relacionan variables físicas, posibilitando una comunicación efectiva con toda la comunidad científica. 3.3.- Expresar de forma adecuada los resultados, argumentando las soluciones obtenidas, en la resolución de los ejercicios y problemas que se plantean, bien sea a través de situaciones reales o ideales. 5.1.- Valorar la física, debatiendo de forma fundamentada sobre sus avances y la implicación en la sociedad, desde el punto de vista de la ética y de la sostenibilidad. 6.1.- Identificar los principales avances científicos relacionados con la física que han contribuido a la formulación de las leyes y teorías aceptadas actualmente en el conjunto de las disciplinas científicas, como las fases para el entendimiento de las metodologías de la ciencia, su evolución constante y su universalidad.

BLOQUE SABERES	SABERES BÁSICOS (Decreto 43/2022 La Rioja))	CONCRECIONES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
D. FÍSICA RELATIVISTA, CUÁNTICA, NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS (CONTINUACIÓN)		11. Describir los principales tipos de radiactividad natural incidiendo en sus efectos sobre el ser humano, así como sus aplicaciones médicas. 12. Mediante la ley de desintegración radiactiva, realiza cálculos sencillos relacionados con las magnitudes que intervienen en las desintegraciones radiactivas. Valora la utilidad de los datos obtenidos para la datación de restos arqueológicos. 13. Explicar la secuencia de procesos de una reacción en cadena, extrayendo conclusiones acerca de la energía liberada. Valora la utilidad de estos procesos en los reactores nucleares para la obtención de energía. Valora a su vez los riesgos que la energía nuclear tiene. 14. Conocer aplicaciones de la energía nuclear como la datación en arqueología y la utilización de isótopos en medicina. 15. Comparar las principales características de las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza a partir de los procesos en los que estas se manifiestan. 16. Describe la estructura atómica y nuclear a partir de su composición en quarks y electrones, empleando el vocabulario específico de la física de quarks.	6.2.- Reconocer el carácter multidisciplinar de la ciencia y las contribuciones de unas disciplinas en otras, estableciendo relaciones entre la física y otras ciencias como: la química, la biología, la geología o las matemáticas.

5.3. Modelo de examen

El alumnado tendrá que responder, a un número de preguntas determinado previamente y que figurará en el examen. En el supuesto de que el alumnado, de forma voluntaria o involuntaria, responda a un número de preguntas superior al establecido previamente, únicamente se corregirán las primeras respuestas, según el orden en que aparezcan, hasta completar el número de preguntas exigido. Las restantes preguntas contestadas no serán objeto de corrección ni calificación.

INSTRUCCIONES:

La prueba de Física se compone de nueve problemas estructurados de la siguiente manera:

Los ocho primeros problemas están distribuidos en cuatro grupos según los cuatro bloques de Saberes Básicos de la materia. Cada grupo consta de dos problemas de los que el estudiante debe realizar solo uno. Si se contesta a más de un problema de cada grupo, se corregirá el primero y el otro no se corregirá.

- **Grupo 1** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos A. De este Grupo 1, el estudiante debe realizar solo un problema.
- **Grupo 2** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos B. De este Grupo 2, el estudiante debe realizar solo un problema.
- **Grupo 3** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos C. De este Grupo 3, el estudiante debe realizar solo un problema.
- **Grupo 4** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos D. De este Grupo 4, el estudiante debe realizar solo un problema.

El último problema 5 es de carácter **obligatorio**, y corresponde al bloque B o C de Saberes Básicos.

GRUPO 1. El estudiante debe realizar solo un problema de este grupo.

Problema 1.1 (2 puntos) La Estación Espacial Internacional (ISS) tiene una masa aproximada de $m = 4,5 \times 10^5 \text{ kg}$, y da 15,49 vueltas por día alrededor de la Tierra siguiendo una órbita aproximadamente circular:

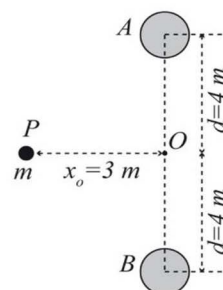
- (1 punto) ¿A qué altura por encima de la superficie terrestre se encuentra la ISS?
- (1 punto) ¿Qué energía mecánica tiene la ISS?

Datos: Constante de gravitación universal $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; masa de la Tierra $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$; radio de la Tierra $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$.

Problema 1.2 (2 puntos) Dos esferas iguales A y B de masa $M=10 \text{ kg}$ cada una se encuentran fijas y distantes entre sí una distancia $2d=8 \text{ m}$, según la figura.

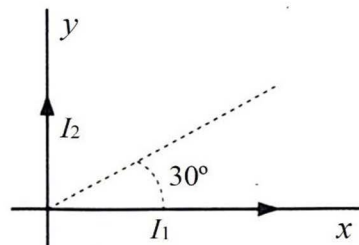
- (1,25 puntos) Calcular la aceleración que experimentará la masa $m=0,1 \text{ g}$ que está situada en el punto P.
- (0,75 puntos) Suponiendo que la masa m parte del reposo desde el punto P, ¿con qué velocidad pasará por el punto O?

Dato: Constante de gravitación universal $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.



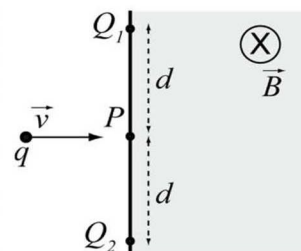
GRUPO 2. El estudiante debe realizar solo un problema de este grupo.

Problema 2.1 (1.5 puntos) Dos hilos infinitamente largos transportan corrientes I_1 e I_2 según indica la figura. Calcular la relación entre el valor de ambas corrientes para que el campo magnético total sea cero en cualquier punto del segmento punteado que forma 30° con la horizontal.



Problema 2.2 (1.5 puntos) Una carga $q=-1 \text{ nC}$ y masa $m = 8 \times 10^{-21} \text{ kg}$ penetra con una velocidad $v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$ por el punto P en una región con un campo magnético $\vec{B}$ perpendicular al papel y hacia adentro (zona de color gris en la figura). Tras un cierto tiempo t_r , sabemos que la carga regresará a la primera región bien por el punto Q_1 que está situado a una distancia d por encima de P, o bien por el punto Q_2 que está situado a esa misma distancia d pero por debajo de P.

- (0,5 puntos) Razonar si q abandona la región sombreada por el punto Q_1 o Q_2 .
- (0,5 puntos) Determinar la intensidad de $\vec{B}$ para que la distancia d sea de 50 cm .
- (0,5 puntos) Calcular el tiempo t_r que la carga q permanece dentro de la región sombreada.



GRUPO 3. El estudiante debe realizar solo un problema de este grupo.

Problema 3.1 (3 puntos) Una onda transversal se propaga en una cuerda situada a lo largo del eje x . La propagación de la onda es en el sentido positivo del eje x . La expresión matemática de la onda en los instantes $t = 0$ s y $t = 2$ s es, respectivamente,

$$y(x, t = 0) = 0.1 \sin(\pi - 4\pi x) \text{ m}, \quad y(x, t = 2) = 0.1 \sin(11\pi - 4\pi x) \text{ m},$$

donde todas las magnitudes están expresadas en el SI de unidades. Calcular:

- (1,1 puntos)** La frecuencia angular ω y la expresión matemática de la onda.
- (1,1 puntos)** La velocidad de propagación de la onda.
- (0,8 puntos)** La aceleración máxima de oscilación de un punto de la cuerda.

Problema 3.2 (3 puntos) Una lámina de vidrio de caras planas y paralelas de 4 cm de espesor e índice de refracción $n_v=1,5$ se encuentra rodeada de aire, cuyo índice de refracción es $n_a=1$. Un rayo de luz monocromática de frecuencia $f = 4 \times 10^{14}$ Hz incide desde el aire formando un ángulo de 30° con la superficie de la lámina. Determinar:

- (1,5 puntos)** La longitud de onda del rayo en el aire y en la lámina de vidrio.
- (1,5 puntos)** El ángulo de refracción en la lámina de vidrio.

Dato: velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8$ m/s.

GRUPO 4. El estudiante debe realizar solo un problema de este grupo.

Problema 4.1 (2 puntos) Una nave espacial parte desde la Tierra hacia la estrella X con una velocidad $v=0,6c$. Respecto a los relojes de la Tierra, la nave tarda 10 años en llegar a la estrella X.

- (0,5 puntos)** Calcular en años-luz la distancia respecto a la Tierra a la que se encuentra la estrella X.
- (0,75 puntos)** Calcular en años-luz la distancia respecto a la nave a la que se encuentra la estrella X.
- (0,75 puntos)** Calcular en años el tiempo que los relojes de la nave atrasarán medidos respecto de la Tierra cuando la nave llegue a la estrella X.

Problema 4.2 (2 puntos) Para el caso del espectro de emisión del Hidrógeno, calcular:

- (1,5 puntos)** La longitud de onda de la segunda raya de la serie espectral de Lyman.
- (0,5 puntos)** La energía de los fotones correspondientes a dicha emisión.

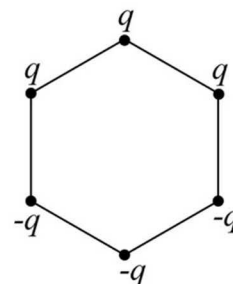
Constante de Rydberg: $R_H = 1.09 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$; constante de Planck: $h \approx 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

PROBLEMA OBLIGATORIO

Problema 5. (1.5 puntos) En cada uno de los vértices del hexágono regular de la figura hay una carga eléctrica puntual $q = 1 \mu\text{C}$. La longitud del lado del hexágono es $L=10 \text{ cm}$.

- (1,2 puntos)** Calcular el vector campo eléctrico total en el centro del hexágono creado por las cargas situadas en los vértices del hexágono.
- (0,3 puntos)** Si en el centro del hexágono se coloca una carga puntual $q_o = -2 \mu\text{C}$, calcular la fuerza total que las cargas situadas en los vértices ejercen sobre la carga q_o .

Dato: Constante de Coulomb $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2}$.



5.4. Solucionario del modelo propuesto

Problema 1.1 Dos apartados, de valor 1 punto cada uno de ellos

- a) El periodo en horas es $\tau = 24/15,49$. Se calcula el periodo τ en segundos:

$$\tau = \frac{24}{15,49} \times 3600 \approx 5578 \text{ s} \quad (0,15 \text{ puntos})$$

Para determinar la altura h sobre la superficie terrestre de la ISS, siendo m la masa de la ISS, aplicamos la segunda Ley de Newton:

$$F_G = \frac{GM_T m}{r^2} = ma_N, \quad (0,5 \text{ puntos})$$

donde la aceleración normal a_N de la ISS en su movimiento orbital circular alrededor de la Tierra es:

$$a_N = \omega^2 r, \quad \omega = 2\pi/\tau \rightarrow a_N = \frac{4\pi^2 r}{\tau^2},$$

siendo ω la velocidad o frecuencia angular de la ISS. La distancia $r = R_T + h$, siendo R_T el radio de la Tierra. Por tanto:

$$F_G = \frac{GM_T m}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{\tau^2}. \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Despejando r :

$$r = \left(\frac{GM_T \tau^2}{4\pi^2} \right)^{1/3} = \left(\frac{(6,67 \times 10^{-11}) \times (5,97 \times 10^{24}) \times (5578^2)}{4\pi^2} \right)^{1/3} \approx 6,80 \times 10^6 \text{ m} = 6800 \text{ km}.$$

Finalmente: $h = r - R_T = 6800 - 6380 = 420 \text{ km}$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- b) Siendo v la velocidad orbital de la ISS, sabemos que su energía mecánica es suma de la energía cinética $E_c = mv^2/2$ y la energía potencial $U = -GM_T m/r$:

$$\text{Energía} = E = E_c + U = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GM_T m}{r}. \quad (0,1 \text{ puntos})$$

Podemos seguir ahora dos caminos:

- i) Usamos de nuevo la segunda Ley Newton:

$$F_G = \frac{GM_T m}{r^2} = ma_N = m \frac{v^2}{r} \rightarrow \frac{GM_T m}{r} = mv^2. \quad (0,4 \text{ puntos})$$

Por tanto:

$$E = E_c + U = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GM_T m}{r} = \frac{1}{2} \frac{GM_T m}{r} - \frac{GM_T m}{r} = -\frac{1}{2} \frac{GM_T m}{r}. \quad (0,4 \text{ puntos})$$

Sustituyendo los datos:

$$E = -\frac{1}{2} \frac{GM_T m}{r} = -\frac{1}{2} \frac{(6,67 \times 10^{-11}) \times (5,97 \times 10^{24}) \times (4,5 \times 10^5)}{6,80 \times 10^6} \approx 1,32 \times 10^{13} \text{ J}.$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- ii) Sabemos que:

$$v = \omega r = 2\pi r/\tau. \quad (0,1 \text{ puntos})$$

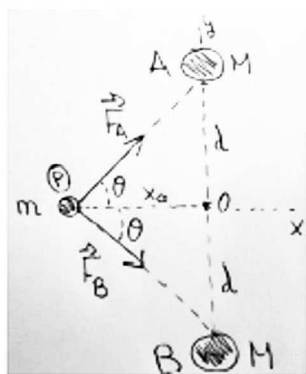
Sustituimos en la segunda Ley de Newton y tendremos que:

$$E = E_c + U = \frac{1}{2}m \frac{4\pi^2 r^2}{\tau^2} - \frac{GM_T m}{r}. \quad (0,7 \text{ puntos})$$

Solo queda sustituir los datos usando el valor de r obtenido en el apartado anterior y llegar al mismo resultado.

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

Problema 1.2 Dos apartados, de valor 1,25 puntos el apartado a) y de 0,75 el apartado b).



(0,25 puntos)

- a) La estrategia es determinar el vector aceleración $\mathbf{a}$ de m como el cociente entre el vector fuerza $\mathbf{F}$ y m : $\mathbf{a} = \mathbf{F}/m$. Calculamos la fuerza $\mathbf{F}$ que ejercen las dos masas M sobre m . El esquema vectorial a realizar sería el de la figura, de forma que la fuerza efectiva sobre m es suma de las componentes horizontales (eje x) de las fuerzas $\mathbf{F}_A$ y $\mathbf{F}_B$:

$$\mathbf{F} = (F_A \cos \theta + F_B \cos \theta) \hat{\mathbf{i}}, \quad F_A = F_B = \frac{GMm}{(x_o^2 + d^2)} \quad \cos \theta = \frac{x_o}{\sqrt{x_o^2 + d^2}}. \quad (0,5 \text{ puntos})$$

Por tanto:

$$\mathbf{F} = \frac{2GMmx_o}{(x_o^2 + d^2)^{3/2}} \hat{\mathbf{i}} = \frac{2 \times (6,67 \times 10^{-11}) \times 10 \times 10^{-4} \times 3}{(3^2 + 4^2)^{3/2}} \hat{\mathbf{i}} \approx 3,20 \times 10^{-15} \hat{\mathbf{i}} \text{ N}. \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Calculamos la aceleración:

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{m} = \frac{3,20 \times 10^{-15}}{10^{-4}} \hat{\mathbf{i}} = 3,20 \times 10^{-14} \hat{\mathbf{i}} \text{ m/s}^2. \quad (0,15 \text{ puntos})$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- b) Aplicamos el teorema de conservación de la energía E , de forma que la energía inicial E_i en el punto P es igual a la final E_f en el punto O entre las masas M .

$$E_i = \frac{1}{2}mv_i^2 - 2\frac{GMm}{r_i} = \frac{1}{2}mv_f^2 - 2\frac{GMm}{r_f}. \quad (0,5 \text{ puntos})$$

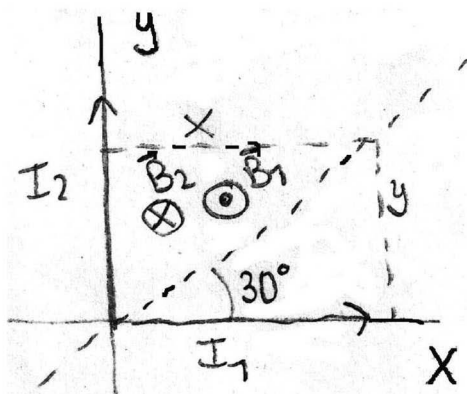
Sabemos que: $v_i = 0$, $r_i = \sqrt{x_o^2 + d^2}$, $r_f = d$. Por tanto la incógnita es v_f . Sustituyendo los datos:

$$-2\frac{(6,67 \times 10^{-11}) \times 10 \times 10^{-4}}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = \frac{1}{2}10^{-4}v_f^2 - 2\frac{(6,67 \times 10^{-11}) \times 10 \times 10^{-4}}{4}. \quad (0,15 \text{ puntos})$$

Despejando: $v_f \approx 1,15 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

Problema 2.1



(0,3 puntos)

En el primer cuadrante del plano XY , los campos magnéticos creados por ambas corrientes eléctricas son:

$$\mathbf{B}_1 = \frac{\mu_o I_1}{2\pi y} \hat{\mathbf{k}} \quad \text{Hacia fuera del papel} \quad \mathbf{B}_2 = -\frac{\mu_o I_2}{2\pi x} \hat{\mathbf{k}} \quad \text{Hacia dentro del papel} \quad (0,3 \text{ puntos})$$

Por lo tanto, para que el campo magnético total sea nulo a lo largo de toda esa recta, deben ser iguales los módulos de $\mathbf{B}_1$ y $\mathbf{B}_2$:

$$B_1 = B_2 \rightarrow \frac{\mu_o I_1}{2\pi y} = \frac{\mu_o I_2}{2\pi x} \rightarrow \frac{I_1}{y} = \frac{I_2}{x} \rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{y}{x} \quad (0,3 \text{ puntos})$$

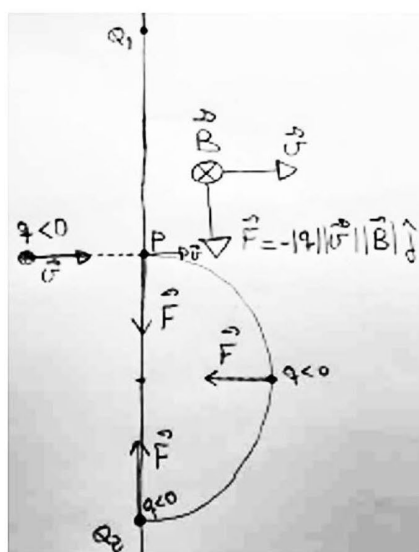
Por otra parte, en esa recta sus coordenadas x e y cumplen la relación:

$$\frac{y}{x} = \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (0,3 \text{ puntos})$$

Por lo tanto, combinando las dos últimas ecuaciones, se tiene que:

$$\frac{I_1}{I_2} = \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow I_2 = I_1 \sqrt{3} \quad (0,3 \text{ puntos})$$

Problema 2.2 Tres apartados, de valor 0,6 puntos los apartados a) y b) y de 0,3 el apartado c).



(0,4 puntos)

- a) El esquema vectorial a realizar sería es el de la figura. La carga al penetrar en la región de campo magnético $\mathbf{B}$ se ve sometida a la fuerza de Lorentz:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} = -|q|vB \hat{\mathbf{j}} \quad \text{Hacia abajo, según el eje } y \text{ negativo}$$

Por tanto, esa fuerza, que es central, hará que la carga $q < 0$ describa una trayectoria circular como la de la figura. Por tanto, abandonará la zona de campo magnético por el punto Q_2 . (0,2 puntos)

- b) Para que la distancia de P a Q_2 sea de $d = 50 \text{ cm}$, según la figura, esa distancia d es el doble del radio R de la trayectoria circular que describe la carga q . (0,15 puntos)

Por tanto, aplicando la segunda Ley de Newton:

$$F = ma_N = |q|vB = m \frac{v^2}{R} = 2m \frac{v^2}{d} \quad (0,35 \text{ puntos})$$

Despejando B :

$$B = \frac{2mv}{d|q|} = \frac{2 \times (8 \times 10^{-21}) \times (2 \times 10^8)}{0,5 \times (10^{-9})} = 6,4 \times 10^{-3} \text{ T}$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- c) Como la carga describe media circunferencia, el tiempo t_f que estará dentro de la zona de campo la mitad del periodo de rotación τ . (0,1 puntos)

Aplicando de nuevo la segunda Ley de Newton.

$$F = ma_N = |q|\omega RB = m\omega^2 R, \quad v = \omega R, \quad \omega = 2\pi/\tau \quad (0,1 \text{ puntos})$$

Por tanto:

$$\omega = \frac{|q|B}{m} \longrightarrow t_f = \frac{\tau}{2} = \frac{\pi m}{|q|B} = \frac{\pi \times (8 \times 10^{-21})}{(10^{-9}) \times (6,4 \times 10^{-3})} \approx 3,93 \times 10^{-9} \text{ s}$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

Problema 3.1 Tres apartados, de valor 1,1 puntos los apartados a) y b) y de 0,8 el apartado c).

- a) La expresión general de la onda plana será:

$$y(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \phi),$$

siendo A la amplitud, ω su frecuencia angular, $k = 2\pi/\lambda$ el vector de onda con λ su longitud de onda y ϕ un cierto desfase a determinar.

Según los datos del problema, con los valores de la onda en $t = 0$ y en $t = 2$ s sacamos que:

$$A = 0,1 \text{ m}, \quad k = 4\pi \text{ m}^{-1}. \quad (0,3 \text{ puntos})$$

Además:

$$t = 0 \longrightarrow \phi = \pi \text{ rad}, \quad t = 2 \text{ s} \longrightarrow 11\pi = 2\omega + \phi \longrightarrow \omega = 5\pi \text{ rad/s}. \quad (0,7 \text{ puntos})$$

Finalmente tendremos que:

$$y(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \phi) = 0,1 \sin(5\pi t - 4\pi x + \pi) \text{ m}$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- b) La velocidad de propagación v la calculamos como:

$$v = \frac{\lambda}{\tau}, \text{ siendo } \tau \text{ el periodo dado por } \tau = \frac{2\pi}{\omega}. \quad (0,75 \text{ puntos})$$

Por tanto.

$$v = \frac{\lambda}{\tau} = \frac{2\pi\omega}{2\pi k} = \frac{5\pi}{4\pi} = 1,25 \text{ m/s} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- c) Para calcular la aceleración $a(x, t)$ de la oscilación, derivamos dos veces respecto al tiempo la expresión de la onda:

$$a(x, t) = \frac{d^2 y(x, t)}{dt^2} = -\omega^2 A \sin(\omega t - kx + \phi). \quad (0,55 \text{ puntos})$$

El valor máximo se alcanza cuando el argumento del seno es la unidad, es decir la $a_{\max} = \omega^2 A = (5\pi)^2 \times (0,1) = 2,5\pi^2 \text{ m/s}^2$. (0,15 puntos)

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

Problema 3.2 Dos apartados de 1,5 puntos cada uno.

- a) Calculamos la longitud de onda λ del rayo como $\lambda = v/f$, siendo $v = c/n$ la velocidad de la luz en un medio cuyo índice refracción es n , con c la velocidad de la luz en el vacío. Cuando el rayo está en el aire, $v = c$ ($n_a \approx 1$). Cuando el rayo está en la lámina de vidrio, tenemos que $v = c/n_v$, siendo $n_v = 1,5$ el índice de refracción del vidrio. (1,1 puntos)

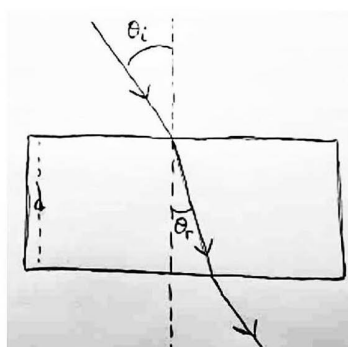
Por tanto:

$$\text{En el aire: } \lambda_a = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{14}} = 7,5 \times 10^{-7} \text{ m. (0,15 puntos)}$$

$$\text{En el vidrio: } \lambda_v = \frac{c}{n_v f} = \frac{3 \times 10^8}{1,5 \times 4 \times 10^{14}} = 5 \times 10^{-7} \text{ m. (0,15 puntos)}$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- b) Aplicamos la Ley de Snell al rayo cuando pasa del aire al vidrio.



(0,4 puntos)

$$n_a \sin \theta_i = n_v \sin \theta_r, \quad \theta_i = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ.$$

$$\sin 60^\circ = 1,5 \sin \theta_r, \quad \rightarrow \quad \theta_r \approx 35,26^\circ. \quad (1 \text{ punto})$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

Problema 4.1 Tres apartados con valores de 0,5, 0,75 y 0,75 puntos cada uno de ellos.

- a) Respecto a la Tierra, el cálculo de la distancia S_T es:

$$S_T = v_T \times t_T = (0,6c) \times (10 \text{ años}) = 6 \text{ años-luz.}$$

De hecho, S_T es la distancia propia en el problema ya que es una *longitud* que está en reposo respecto al observador en la Tierra. (0,5 puntos)

- b) Respecto a la nave, la distancia S_N es:

$$S_N = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} S_T = \sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}} = 0,8 \times (6 \text{ años-luz}) = 4,8 \text{ años-luz.}$$

La distancia S_N es en efecto más corta que la distancia S_T , ya que la distancia entre la Tierra y el planeta X es una *longitud* que no está en reposo respecto a la nave. (0,75 puntos)

- c) Lo que ocurre es que los relojes de la nave van a atrasar respecto de los de la Tierra según:

$$t_N = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} t_T = 0,8 \times (10 \text{ años}) = 8 \text{ años.}$$

De igual forma, el tiempo propio es el medido en la Tierra, por tanto, los relojes de la nave respecto de los de la Tierra atrasarán $10 - 8 = 2$ años. (0,75 puntos)

Problema 4.2 Dos apartados con valores de 1,5 y 0,5 puntos cada uno de ellos.

- a) La serie de Lyman del espectro de emisión del átomo de Hidrógeno se corresponde a emisiones desde un estado inicial caracterizado por un número cuántico principal $n_i \geq 2$ al estado fundamental con $n_f = 1$. En particular, la longitud de onda de la segunda raya espectral de Lyman tiene lugar con $n_i = 3$. En cualquier caso, las emisiones vienen descritas por la expresión:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right), \quad R_H \approx 1,09 \times 10^7 \text{ m}^{-1}.$$

Sustituyendo:

$$\frac{1}{\lambda} = 1,09 \times 10^7 \left(1 - \frac{1}{3^2} \right) \rightarrow \lambda \approx 1,03 \times 10^{-7} \text{ m}. \quad (1,4 \text{ puntos})$$

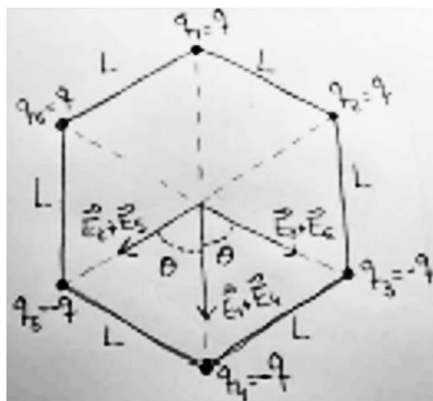
(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- b) Para calcular la energía E de los fotones emitidos en la emisión, aplicamos la ecuación de Planck:

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = (6,63 \times 10^{-34}) \times \frac{3 \times 10^8}{1,03 \times 10^{-7}} \approx 1,93 \times 10^{-18} \text{ J}. \quad (0,4 \text{ puntos})$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

Problema 5 Dos apartados, de valor 1,2 puntos el apartado a) y de 0,3 el apartado b).



(0,4 puntos)

- a) El esquema vectorial a realizar sería el de la figura, de forma que el campo eléctrico total $\mathbf{E}_T$ en el centro del exágono es la suma vectorial de los campos que crean cada una de las seis cargas de las esquinas. Las distancias r_i de las cargas al centro del hexágono son iguales a L , el módulo de todos los campos es el mismo y el ángulo $\theta = 60^\circ$:

$$E = E_i = \frac{k|q_i|}{r_i^2} = \frac{kq}{L^2}, \quad i = 1, \dots, 6 \quad (0,2 \text{ puntos})$$

Haciendo la suma vectorial, tenemos que las componentes horizontales de $\mathbf{E}_3 + \mathbf{E}_6$ y de $\mathbf{E}_2 + \mathbf{E}_5$ se cancelan entre sí. De este modo, el campo eléctrico neto es según el eje vertical y y hacia abajo (podemos considerarlo negativo):

$$\mathbf{E}_T = -(E_1 + E_4) \hat{\mathbf{j}} - (E_2 + E_3 + E_5 + E_6) \cos \theta \hat{\mathbf{j}}, \quad \cos \theta = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}. \quad (0,4 \text{ puntos})$$

Sustituyendo:

$$\mathbf{E}_T = -2 \frac{kq}{L^2} \hat{\mathbf{j}} - 4 \frac{kq}{L^2} \frac{1}{2} \hat{\mathbf{j}} = -4 \frac{kq}{L^2} \hat{\mathbf{j}} = -4 \frac{(9 \times 10^9) \times (10^{-6})}{10^{-2}} \hat{\mathbf{j}} \text{ N/C} = -3,6 \times 10^6 \hat{\mathbf{j}} \text{ N/C}. \quad (0,1 \text{ puntos})$$

(0,1 punto por llegar al resultado numérico correcto, siempre que las unidades estén expresadas de forma correcta.)

- b) Calculamos la fuerza $\mathbf{F}$ sobre la carga negativa q_o como:

$$\mathbf{F} = q_o \mathbf{E}_T = (-2 \times 10^{-6}) \times (-3,6 \times 10^6 \hat{\mathbf{j}}) = 7,2 \hat{\mathbf{j}} \text{ N} \quad \text{Hacia el centro del exágono, según el eje } y \text{ positivo.}$$

(0,3 puntos)

6. Ponderación de las preguntas

1. La prueba de Física constará de una propuesta de **nueve problemas** de carácter competencial.
2. Los nueve problemas estarán estructurados de la siguiente manera:
 - 2.1. Los ocho primeros problemas estarán distribuidos en cuatro grupos según los cuatro bloques de Saberes Básicos de la materia:
 - **Grupo 1** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos A: Campo gravitatorio. De este Grupo 1, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - **Grupo 2** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos B: Campo electromagnético. De este Grupo 2, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - **Grupo 3** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos C: Vibraciones y ondas. De este Grupo 3, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - **Grupo 4** con dos problemas correspondientes al bloque de Saberes Básicos D: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas. De este Grupo 4, el estudiante deberá realizar solo un problema.
 - 2.2. El problema 9 será de carácter **obligatorio**, corresponderá al bloque B o C de Saberes Básicos.
3. Por tanto, **el alumnado realizará un total de cinco problemas**. De estos cinco problemas, dos corresponderán a un mismo bloque de Saberes Básicos: el B o el C.
4. En caso de responder a más problemas de los indicados en cualquiera de los cuatro grupos del 1 al 4, solo se corregirán los problemas que aparezcan físicamente en primer lugar.
5. Los problemas relacionados con cada uno de los cuatro bloques de Saberes Básicos se valorarán con una puntuación máxima de acuerdo con la tabla siguiente

Saberes Básicos	Puntuación máxima
Bloque A	2
Bloque B	3
Bloque C	3
Bloque D	2

6. El problema de carácter **obligatorio** se valorará con una puntuación máxima de 1.5 puntos.
7. El problema **opcional** correspondiente al **mismo bloque** de Saberes Básicos que el problema obligatorio se valorará con una puntuación máxima de 1.5 puntos.
8. En la prueba se entregará **un solo modelo de examen**. De acuerdo con los criterios anteriores, el modelo de examen podrá tener una estructura y unas puntuaciones máximas según una de las dos tablas siguientes:

Problema	Saberes evaluados	Opciones	Puntuación máxima
Grupo 1	Bloque A	2	2
Grupo 2	Campo eléctrico*	2	1.5
Grupo 3	Bloque C	2	3
Grupo 4	Bloque D	2	2
Obligatorio	Campo magnético*	No	1.5

Problema	Saberes evaluados	Opciones	Puntuación máxima
Grupo 1	Bloque A	2	2
Grupo 2	Bloque B	2	3
Grupo 3	Vibraciones y ondas*	2	1.5
Grupo 4	Bloque D	2	2
Obligatorio	Óptica*	No	1.5

Los saberes evaluados que aparecen marcados con asterisco en cada una de las tablas anteriores pueden ser intercambiables entre sí. Así, en la primera tabla los problemas opcionales del Grupo 2 (bloque B) no necesariamente han de corresponder a campo eléctrico, pudiendo ser de campo magnético o inducción electromagnética, al igual que el problema obligatorio podrá ser de campo eléctrico. Lo mismo ocurre en la segunda tabla con los problemas correspondientes al bloque C, los problemas opcionales del Grupo 2 (bloque C) podrán ser de óptica, mientras que el problema obligatorio podrá ser de vibraciones y ondas.

9. De este modo, los cuatro problemas **opcionales** tendrán una puntuación total máxima de 8.5 puntos. Por lo tanto, la prueba presentará un grado de opcionalidad de un 85% respecto a la puntuación total de la prueba.
10. En los problemas de la prueba no se pedirán demostraciones y ningún problema tendrá carácter teórico.

7. Instrumentos de evaluación

La evaluación se realizará mediante el solucionario que se entregará a los correctores. Antes de la corrección se analizarán todas las preguntas entre los coordinadores y los correctores por si hubiese que incluir algún matiz o diferentes puntos de vista que no estuviesen en las respuestas del solucionario.

8. Materiales auxiliares permitidos para el examen

Se permitirá el uso de calculadoras. Se puede consultar el listado de calculadoras permitidas en el siguiente [Listado de calculadoras](#)

Se permitirá el uso de regla y compás.

No se permite el préstamo de materiales (ni bolígrafos, ni típex, ni materiales auxiliares) entre el alumnado, durante el examen