

FÍSICA (PRUEBA DE COMPETENCIA ESPECÍFICA)
INSTRUCCIONES GENERALES Y ESTRUCTURA DE LA PRUEBA

INSTRUCCIONES GENERALES

- Dispone de **90 minutos** para realizar el examen.
- Material permitido: **CALCULADORA NO PROGRAMABLE** y sin capacidad de almacenar archivos. Herramientas básicas de dibujo (regla, escuadra, cartabón). No se permite el uso de ningún otro tipo de material, ni impreso ni digital.
- Mientras tenga el examen en su poder **SÓLO** puede comunicarse con los miembros del Tribunal de examen. Cualquier otro tipo de comunicación o uso de dispositivos o materiales no autorizados supondrá la retirada del examen, lo que será reflejado en el Acta como **COPIA ILEGAL**.
- El examen debe realizarse con bolígrafo azul o negro.
- No puede utilizar ningún tipo de corrector (Tipp-Ex) en la hoja de respuestas tipo test.
- No puede utilizar ninguna hoja que no haya sido entregada por algún miembro del Tribunal de examen. Las hojas de respuesta deben ir numeradas en las casillas que aparecen en la parte inferior.
- El examen está traducido al inglés con el objetivo de facilitar la comprensión de las preguntas, pero **DEBE CONTESTARSE EN ESPAÑOL**. En caso de que considere que hay alguna diferencia de interpretación entre la parte en español y la parte traducida al inglés, prima el examen original realizado en español.

ESTRUCTURA DE LA PRUEBA DE FÍSICA

La prueba consta de dos partes y cada parte se valora con un máximo de 5 puntos.

PRIMERA PARTE: Responda a 10 (de las 15) preguntas objetivas de opción múltiple, con un valor total de **5 puntos**.

SEGUNDA PARTE: Responda a 2 (de los 4) problemas con valor total de **5 puntos**, 2,5 puntos por cada problema.

NOTACIÓN Y DECIMALES

Vectores: Las magnitudes vectoriales se escribirán con una flecha en la parte superior (por ejemplo: velocidad \vec{v}).

Decimales: En el enunciado en español los decimales se indican con una coma en la parte inferior (ejemplo: 3,14); en la traducción al inglés se denotan con un punto (ejemplo: 3.14). Ambas notaciones (punto o coma para los decimales) se considerarán válidas en las respuestas de los alumnos.

PRIMERA PARTE

CUESTIONES TIPO TEST

PRIMERA PARTE - CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PRIMERA PARTE: Bloque de preguntas objetivas con un valor total de **5 puntos**. Se incluyen 15 preguntas tipo test, pero **debe contestar solo a 10**, las 10 que prefiera (si se contestan a más de 10, solo se valorarán las 10 primeras respuestas).

Cada **acierto suma 0,5 puntos**, cada **error resta 0,25** y las preguntas en blanco no computan.

Para contestar a este bloque debe utilizarse la hoja de respuestas tipo test. No deben entregarse soluciones detalladas de estas cuestiones, solo marcar las soluciones en la hoja de respuestas. **DEBE CONTESTAR A UN MÁXIMO DE 10 PREGUNTAS.**

Es **MUY IMPORTANTE** leer las instrucciones sobre cómo deben marcarse las respuestas. Las respuestas marcadas incorrectamente no se tendrán en cuenta. Solamente se corregirán las respuestas marcadas en la hoja de lectura óptica.

- Si la trayectoria que describe una masa moviéndose en el seno de un campo gravitatorio es cerrada (es decir, el punto final e inicial de la trayectoria descrita son el mismo punto), el trabajo ejercido por el campo gravitatorio es:
 - Positivo.
 - Nulo.**
 - Negativo.
- Se tienen dos planetas, planeta A y planeta B, de igual densidad, siendo el radio del planeta A más pequeño que el del planeta B, $R_A < R_B$. El peso de un determinado cuerpo sobre la superficie de cada planeta verifica:
 - El peso sobre el planeta A es superior al correspondiente sobre el planeta B.
 - El peso sobre el planeta A es inferior al correspondiente sobre el planeta B.**
 - El peso es el mismo sobre la superficie de los dos planetas.
- Considere dos masas iguales separadas una determinada distancia. En virtud de la Ley de Gravitación Universal, podemos afirmar que en el punto medio entre las dos masas la intensidad de campo gravitatorio total es nula, $\vec{g} = 0$. Si analizamos el potencial gravitatorio V_g a lo largo de la línea que une ambas masas, ¿qué podemos decir acerca de V_g en el punto medio?
 - En el punto medio hay un máximo o un mínimo local de V_g .**
 - En el punto medio debe cumplirse siempre $V_g = 0$.
 - En el punto medio debe cumplirse siempre $V_g > 0$.
- En el Sistema Internacional, ¿cuáles son las unidades del potencial gravitatorio?
 - J.
 - J kg⁻¹.**
 - N m² kg⁻².
- En el Sistema Internacional, ¿cuáles son las unidades de la permitividad eléctrica de un medio, ϵ ?
 - N m² C⁻².
 - N C⁻² m⁻².
 - C² N⁻¹ m⁻².**
- La fuerza de interacción eléctrica entre dos cargas verifica:
 - No es una fuerza conservativa.
 - Depende del medio en el que se encuentran las cargas.**
 - Es siempre repulsiva.
- Para que dos conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos sufran una fuerza atractiva como consecuencia de su interacción electromagnética, sus corrientes deben verificar:
 - Las corrientes deben tener sentidos opuestos.
 - Las corrientes deben tener el mismo sentido.**
 - Las corrientes deben tener el mismo sentido y además deben tener el mismo valor.

8. La Ley de Faraday-Lenz establece que la fuerza electromotriz inducida en una espira cerrada viene dada por la expresión

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

¿Qué representa el término $d\Phi/dt$?

- a) La variación temporal del flujo magnético a través de la superficie encerrada por la espira.
 b) La variación temporal de la corriente eléctrica que circula por la espira.
 c) La variación temporal del campo magnético en cuyo seno se encuentra la espira.
9. La velocidad de propagación (o de fase) v de una onda armónica puede expresarse en función de su frecuencia angular ω y el número de onda k como
- a) $v = \frac{\omega}{k}$.
 b) $v = \omega \cdot k$.
 c) $v = \frac{\omega}{2 \cdot \pi \cdot k}$.
10. Se tiene cierta onda armónica cuya longitud de onda es λ . ¿Cuál es el desfase, en radianes, entre dos puntos separados una distancia $\lambda/4$?
- a) $\pi/4$ rad.
 b) π rad.
 c) $\pi/2$ rad.
11. Considere que un rayo de luz pasa de un medio con índice de refracción n_0 a otro con índice de refracción n_1 . ¿En qué casos podrá darse el fenómeno de reflexión interna total?
- a) Cuando $n_0 > n_1$.
 b) Cuando $n_0 < n_1$.
 c) Solo cuando $n_0 = n_1$.
12. La imagen de un objeto real que forma una lente delgada divergente es:
- a) Siempre virtual.
 b) Siempre real.
 c) Su carácter real o virtual depende de la posición del objeto frente a la lente.
13. Si una partícula material tiene una masa en reposo m_0 , ¿cómo será su masa relativista m cuando se desplaza a una velocidad de $0,8 \cdot c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío?
- a) Igual a m_0 .
 b) Mayor que m_0 .
 c) Menor que m_0 .
14. Cuando una partícula material se mueve con velocidad v_1 su longitud de onda asociada (longitud de onda de De Broglie) es λ_1 . Si la partícula se acelera de modo que su nueva velocidad sea $v_2 = 2 \cdot v_1$, ¿qué valor tomará su nueva longitud de onda de De Broglie, λ_2 ?
- a) $\lambda_2 = 2 \cdot \lambda_1$.
 b) $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}$.
 c) $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{4}$.
15. Tenemos una muestra de ${}^{60}_{27}\text{Co}$ de 100 g, cuya constante de desintegración es $2 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. ¿Cuánto tiempo debe transcurrir para que la cantidad de ${}^{60}_{27}\text{Co}$ en la muestra se reduzca a 25 g?
- a) $6,93 \cdot 10^5$ s.
 b) $2,77 \cdot 10^{-6}$ s.
 c) 6,93 s.

SEGUNDA PARTE

PROBLEMAS

SEGUNDA PARTE - CRITERIOS DE EVALUACIÓN

SEGUNDA PARTE: Bloque de problemas con valor total de **5 puntos**. Se incluyen 4 problemas, pero **debe contestar solo a dos problemas**, los que prefiera (si contesta a más de 2 problemas solo se calificarán los dos primeros que aparezcan en las hojas de respuesta).

Valoración máxima 2,5 puntos por cada problema. Dentro de cada problema, cada apartado tiene el mismo valor. Se valora el planteamiento del problema, su desarrollo (deben indicarse los pasos que conducen a la solución), resultado correcto y el uso adecuado de unidades y vectores.

No se valorarán resultados que no estén justificados con explicaciones.

PROBLEMA 1

Considere un satélite artificial de masa $m = 200$ kg que describe una órbita circular alrededor de la Tierra de radio $R = 7\,200$ km. Con los datos aportados en la tabla, se pide:

- ¿Qué energía se suministró al satélite en su lanzamiento?
- ¿Cuál es la velocidad del satélite en su órbita?
- En un momento determinado, se desea sacar al satélite de su órbita de modo que escape del campo gravitatorio terrestre y pueda explorar los confines del universo. ¿Qué energía habrá que suministrar al satélite?

Datos:

| | |
|--|---|
| G , constante de gravitación universal | $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ |
| M_T , masa de la Tierra | $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ |
| R_T , radio de la Tierra | 6 380 km |

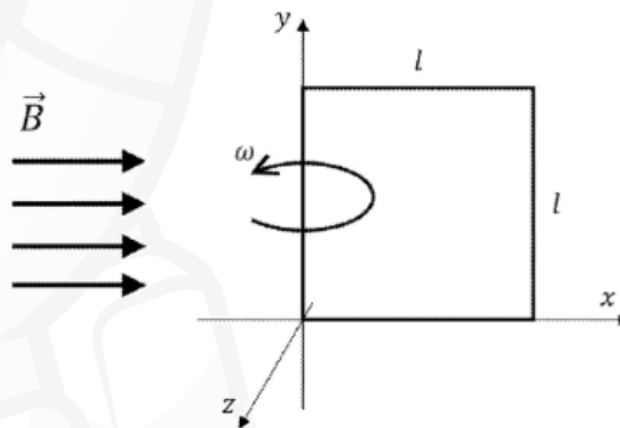
PROBLEMA 2

Se tiene una espira cuadrada de lado l , inicialmente contenida en el plano XY (ver figura). La espira puede rotar alrededor de uno de sus lados, que está situado sobre el eje y . La espira está en el seno de un campo magnético uniforme y constante $\vec{B} = B_0 \cdot \vec{i}$, siendo \vec{i} el vector unitario a lo largo del eje x . En el instante $t = 0$ la espira comienza a rotar con frecuencia angular ω . Se pide:

- Calcule el flujo de campo magnético a través de la superficie encerrada por la espira en función del tiempo.
- Calcule la fuerza electromotriz inducida en la espira.
- ¿Cuál debería ser la frecuencia angular de rotación de la espira si deseamos que la amplitud de la fuerza electromotriz inducida sea \mathcal{E}_0 ?

Datos:

| | |
|-----------------|-------------|
| l | 20 cm |
| B_0 | 150 T |
| ω | 18,85 rad/s |
| \mathcal{E}_0 | 60 V |

**PROBLEMA 3**

Se tiene una onda armónica transversal descrita por la ecuación

$$y(x, t) = 0,15 \cdot \text{sen}(20 \cdot x - 10 \cdot t)$$

donde todas las variables están en unidades del Sistema Internacional. Se pide:

- Determine la amplitud, longitud de onda y frecuencia de la onda. De estas dos últimas magnitudes, indique cuál está relacionada con la periodicidad de la onda en el espacio y cuál con la periodicidad de la onda en el tiempo.
- Calcule la velocidad de propagación de la onda (velocidad de fase) e indique su sentido.
- Calcule la velocidad transversal de un punto situado en $x = 30$ cm en el instante $t = 5$ s.

PROBLEMA 4

De un determinado metal sabemos que la frecuencia mínima de la luz incidente para que se emitan fotoelectrones como consecuencia del efecto fotoeléctrico es ν . Se pide:

- Demostrar si se extraen o no electrones cuando iluminamos una superficie de ese metal con luz de longitud de onda λ .
- Calcule, en su caso, la energía cinética de los electrones emitidos.
- Calcule el trabajo de extracción del metal.

Datos:

| | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| ν | $4,9 \cdot 10^{14}$ Hz |
| λ | 500 nm |
| h , constante de Planck | $6,63 \cdot 10^{-34}$ J s |
| c , velocidad de la luz en el vacío | $3 \cdot 10^8$ m/s |

FÍSICA – PHYSICS (SPECIFIC COMPETENCY TEST)
GENERAL INSTRUCTIONS AND STRUCTURE OF THE EXAM

GENERAL INSTRUCTIONS

- Test duration: **90 minutes**.
- **Non-programmable calculator** (with no file storage capacity) may be used. Basic drawing tools (ruler and triangle) are allowed. No other (printed or digital) materials are allowed.
- Once the exam starts, students can **ONLY** talk to members of the Examination Board. Any other type of communication or the use of unauthorized devices or materials will result in the withdrawal of the exam, and it will be considered as **ILLEGAL COPY**.
- Use black or blue ballpoint pens.
- Do not use any correction fluid (Tipp-Ex) in the mark-reading sheet.
- You cannot use any piece of paper different from those supplied by members of the board of examiners. Answer sheets should be numbered sequentially.
- This English translation is provided to facilitate the understanding of the questions. However, answers **SHOULD BE GIVEN IN SPANISH**. In case of any discrepancy between both versions, the Spanish original version prevails.

STRUCTURE OF THE EXAM

This exam has two parts and each part has a maximum score of 5 points:

FIRST PART: Answer 10 out of 15 multiple choice questions.

SECOND PART: Answer 2 out of 4 problems.

VECTORS AND DECIMALS

Vectors: Vectors should be written with an arrow above (for instance: velocity, \vec{v}).

Decimals: The Spanish version of this exam uses comma as the decimal separator (for instance: 3,14) whereas the English translation uses a dot (for instance: 3.14). In the student responses, both notations (comma and dot) are equally valid.

FIRST PART

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS

FIRST PART – EVALUATION CRITERIA

FIRST PART: Maximum score **5 points**.
A total of 15 questions are included here but a **maximum of 10 questions should be answered**, (in case of more than 10 answers, only the 10 first answers will be evaluated).

Grading scale: Correct answer **+0.5 points**. Wrong answer **- 0.25 points**. No answer **0 points**.

Answer **ONLY 10** questions on the mark-reading sheet. Detailed solutions are not necessary.
Read the instructions to mark the correct answer.

- If the path followed by a mass within a gravitational field is closed (that is, the end and start point of the path are the same point), the work done by the gravitational field is:
 - Positive.
 - Null.
 - Negative.
- Consider two planets, planet A and planet B, with equal density, being the radius of planet A smaller than that of planet B, $R_A < R_B$. The weight of a given body on the surface of each planet satisfies:
 - The weight on planet A is greater than that on planet B.
 - The weight on planet A is smaller than that on planet B.
 - The weight on the surface of the two planets is the same.
- Consider two identical masses separated a certain distance. From Newton's law of universal gravitation, we can say that the total gravitational field intensity equals zero, $\vec{g} = 0$, at the midpoint between the two masses. If we analyze the gravitational potential V_g along the line that joins the two masses, what can we say about V_g at the midpoint?
 - There is a local maximum or minimum of V_g at the midpoint.
 - $V_g = 0$ at the midpoint.
 - The midpoint must always fulfill $V_g > 0$.
- In the International System of Units, what are the units of gravitational potential?
 - J.
 - J kg^{-1} .
 - $\text{N m}^2 \text{kg}^{-2}$.
- In the International System of Units, what are the units of electrical permittivity of a medium, ϵ ?
 - $\text{N m}^2 \text{C}^{-2}$.
 - $\text{N C}^{-2} \text{m}^{-2}$.
 - $\text{C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}$.
- The electrostatic or Coulomb force between two charges satisfies:
 - It's not a conservative force.
 - It depends on the medium in which the charges are located.
 - It's always repulsive.
- In order for two straight, indefinite and parallel conductors to suffer an attractive force as a result of their electromagnetic interaction, their currents must verify:
 - Currents must have opposite directions.
 - Currents must have the same direction.
 - Currents must have the same direction and must also have the same value.

8. Faraday-Lenz's Law states that the electromotive force induced in a coil is given by the expression

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

What does the term $d\Phi/dt$ represent?

- The rate of change of the magnetic flux through the surface enclosed by the coil.
 - The rate of change of the electric current circulating through the coil.
 - The rate of change of the magnetic field in which the coil is located.
9. The phase velocity of a harmonic wave v can be expressed in terms of its angular frequency ω and wavenumber k as
- $v = \frac{\omega}{k}$.
 - $v = \omega \cdot k$.
 - $v = \frac{\omega}{2 \cdot \pi \cdot k}$.
10. Consider a certain harmonic wave whose wavelength is λ . What is the phase lag, in radians, between two points separated by a distance $\lambda/4$?
- $\pi/4$ rad.
 - π rad.
 - $\pi/2$ rad.
11. Consider that a light ray passes from one medium with refractive index n_0 to another with refractive index n_1 . In which cases can total internal reflection take place?
- If $n_0 > n_1$.
 - If $n_0 < n_1$.
 - Only if $n_0 = n_1$.
12. The image of a real object formed by a thin diverging lens is:
- Always virtual.
 - Always real.
 - It is real or virtual depending on the distance between the lens and the object.
13. If a massive particle has a rest mass m_0 , how will its relativistic mass m be when it moves at a speed of $0.8 \cdot c$, being c the speed of light in vacuum?
- Equal to m_0 .
 - Greater than m_0 .
 - Smaller than m_0 .
14. When a massive particle moves with speed v_1 its associated matter wavelength (De Broglie wavelength) is λ_1 . If the particle accelerates so that its new speed is $v_2 = 2 \cdot v_1$, what is the new matter wavelength, λ_2 , in terms of λ_1 ?
- $\lambda_2 = 2 \cdot \lambda_1$.
 - $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}$.
 - $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{4}$.
15. We have a ${}^{60}_{27}\text{Co}$ sample of 100 g, whose decay constant is $2 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. How long does it take for the amount of ${}^{60}_{27}\text{Co}$ in the sample to be reduced to 25 g?
- $6.93 \cdot 10^5 \text{ s}$.
 - $2.77 \cdot 10^{-6} \text{ s}$.
 - 6.93 s.

SECOND PART

PROBLEMS

SECOND PART – EVALUATION CRITERIA

SECOND PART: Maximum score **5 points**. Provide your answer to **2 problems** out of the 4 problems included here (if more than 2 problems are tried, only the two first problems appearing in the answer sheets will be evaluated).

Maximum score of 2.5 point for each problem.

Justify the equations used in solving the problems. Give details of the steps taken to solve the problem. Provide physical units and use vectors if any.

Numerical results should be supported by physical explanations. Otherwise, they are not valid.

PROBLEM 1

Consider an artificial satellite with mass $m = 200$ kg orbiting the Earth following a circular orbit with radius $R = 7\,200$ km. From the data in the table, answer the following questions:

- How much energy was provided to the satellite during its launch?
- Calculate the orbital velocity of the satellite.
- At a certain instant, we aim to eject the satellite from its orbit in order to make it leave the Earth's gravitational field and explore the confines of the universe. How much energy should we provide to the satellite?

Data:

| | |
|--|---|
| G , universal gravitational constant | $6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ |
| M_T , Earth's mass | $5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ |
| R_T , Earth's radius | 6 380 km |

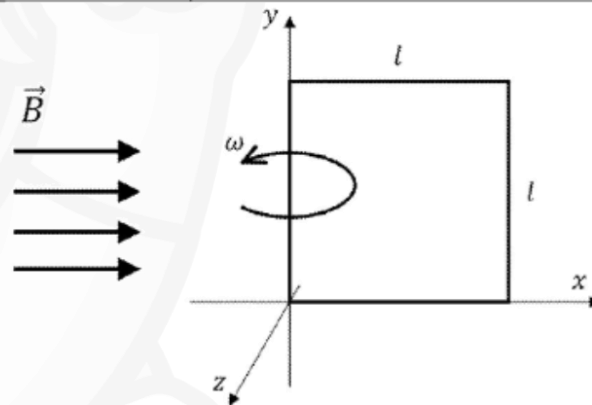
PROBLEM 2

Consider a square coil of side l , initially with its plane lying in the XY plane (see figure). The coil can rotate around one of its sides, located along the y axis. The coil is placed in a uniform and constant magnetic field $\vec{B} = B_0 \cdot \vec{i}$, where \vec{i} is the unit vector along the x axis. At time $t = 0$ the coil starts to rotate with angular frequency ω .

- Calculate the magnetic field flux through the coil as a function of time.
- Calculate the electromotive force induced in the coil.
- What should the value of the angular frequency be to make the amplitude of the electromotive force equal ε_0 ?

Data:

| | |
|-----------------|-------------|
| l | 20 cm |
| B_0 | 150 T |
| ω | 18.85 rad/s |
| ε_0 | 60 V |

**PROBLEM 3**

Consider a harmonic transverse wave given by the equation

$$y(x, t) = 0.15 \cdot \sin(20 \cdot x - 10 \cdot t)$$

where all the variables are given in units of the International System of Units.

- Calculate the amplitude, wavelength, and frequency of the wave. From the last two physical quantities, which one is related to the spatial periodicity of the wave, and which one is related to the time periodicity?
- Calculate the phase velocity and indicate its direction.
- Calculate the transverse velocity of the point located at $x = 30$ cm at time $t = 5$ s.

PROBLEM 4

We know that a given metal plate emits photoelectrons due to the photoelectric effect when it is exposed to electromagnetic radiation with a minimum frequency of ν .

- Determine whether photoelectrons will be emitted when we expose that metal plate to electromagnetic radiation with wavelength λ .
- Calculate, if so, the kinetic energy of the emitted electrons.
- Calculate the work function of the metal.

Data:

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| ν | $4.9 \cdot 10^{14}$ Hz |
| λ | 500 nm |
| h , Planck's constant | $6.63 \cdot 10^{-34}$ J s |
| c , speed of light in vacuum | $3 \cdot 10^8$ m/s |