

**FÍSICA (PRUEBA DE COMPETENCIA ESPECÍFICA)**  
INSTRUCCIONES GENERALES PARA LA PRUEBA Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

**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 sólo 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 0,15** 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.

- Dos planetas A y B tienen la misma densidad, pero el radio del planeta A es el doble que el del planeta B:  $R_A = 2R_B$ . Teniendo en cuenta que el volumen de una esfera de radio R es  $(4/3)\pi R^3$ , se verifica que
  - el campo gravitatorio en la superficie del planeta A es mayor que en la superficie del planeta B, pero no llega a ser el doble.
  - el campo gravitatorio en la superficie del planeta A es el doble que en la superficie del planeta B.
  - el campo gravitatorio en la superficie del planeta A es la mitad que en la superficie del planeta B.
- El período de los satélites en órbita circular más allá de la órbita geoestacionaria cumple que
  - puede ser mayor o menor que 24 horas, dependiendo de ciertos factores.
  - es menor que 24 horas.
  - es mayor que 24 horas.
- Sean dos satélites A y B, teniendo A el doble de masa que B, es decir,  $m_A = 2m_B$ . Ambos se encuentran exactamente en la misma órbita circular alrededor de un planeta, situados en puntos opuestos de la órbita. Despreciando posibles efectos de rozamiento e interacciones gravitatorias que no sean con el planeta, se verifica que la agencia espacial que controla ambos satélites
  - necesitará hacer correcciones cada cierto tiempo, incrementando o disminuyendo la energía mecánica de alguno de los satélites para que mantengan la distancia y no colisionen.
  - faltan datos para poder saber si la agencia espacial necesitará hacer correcciones o no para que mantengan la distancia y no colisionen.
  - no necesita hacer nada para que no colisionen.
- Con su definición habitual, en la que la energía potencial gravitatoria es nula en el infinito, se cumple que la energía potencial gravitatoria de un satélite orbitando a un planeta
  - es negativa.
  - es positiva.
  - puede tener cualquier signo.

5. Una espira se traslada por una región en la que hay un campo magnético paralelo al plano de la espira. El campo magnético disminuye con el tiempo. Se verifica que
- se induce una corriente en la espira, pero no se puede especificar su sentido sin conocer el sentido del campo magnético.
  - se induce una corriente en la espira en sentido horario.
  - no se induce ninguna corriente en la espira por ser el campo magnético paralelo a la espira.
6. Por una espira circular circula una corriente de intensidad  $I$ . El valor del campo magnético en el centro de la espira
- es inversamente proporcional al cuadrado del radio de la espira.
  - es inversamente proporcional al radio de la espira.
  - es directamente proporcional al cuadrado del radio de la espira.
7. Una carga de  $5 \mu\text{C}$  se encuentra en el seno de un campo eléctrico constante  $\vec{E} = 3\vec{j}$  (N/C), siendo  $\vec{j}$  el vector unitario en la dirección positiva del eje  $y$ . La fuerza que el campo ejerce sobre la carga es
- $5 \cdot 10^{-6}\vec{j}$  N
  - $15 \cdot 10^{-6}\vec{j}$  N
  - $-15 \cdot 10^{-6}\vec{j}$  N
8. El potencial en un punto debido a la presencia de una carga puntual es
- negativo si la carga es positiva y positivo si es negativa.
  - positivo si la carga es positiva y negativo si es negativa.
  - siempre negativo.
9. Dos ondas diferentes A y B tienen la misma longitud de onda, pero el período de la primera es el doble que el de la segunda, es decir,  $\lambda_A = \lambda_B$  y  $T_A = 2T_B$ . Se verifica que
- la velocidad de propagación de ambas ondas es la misma.
  - la velocidad de propagación de la onda A es la mitad que la de la onda B.
  - la velocidad de propagación de la onda B es la mitad que la de la onda A.
10. En un instante  $t$ , dos ondas bidimensionales A y B se encuentran a la misma distancia de su foco emisor. En dicho instante, la onda A tiene una energía que es el doble de la energía que tiene la onda B. Se cumple que
- la amplitud de la onda A es el cuádruple de la amplitud de la onda B.
  - la amplitud de la onda A es entre una y dos veces mayor que la amplitud de la onda B.
  - la amplitud de la onda A es el doble de la amplitud de la onda B.
11. Cuando se afirma que una onda tiene doble periodicidad, se refieren a que
- la onda se puede describir con dos períodos diferentes.
  - la onda tiene un comportamiento periódico tanto en el tiempo como en el espacio.
  - la onda es una superposición de dos ondas con períodos diferentes.
12. Los núcleos estables tienen el mismo número de protones que de neutrones. Esta afirmación es
- Verdadera, pues no existen en la naturaleza núcleos atómicos con distinto número de protones y neutrones.
  - Verdadera. De lo contrario la desintegración sería espontánea.
  - Falsa.

13. Se observa un átomo radiactivo individual, cuyo material tiene un período de semidesintegración de 8,02 días. ¿Cuándo se desintegrará?
- a) Lo más probable es que en unos cuantos días, pero podría ser mucho más o mucho menos: no lo podemos saber con certeza.
  - b) 8,02 días
  - c) 4,01 días
14. En el efecto fotoeléctrico, la longitud de onda umbral es
- a) la longitud de onda máxima que deben tener los fotones incidentes en un metal para que haya efecto fotoeléctrico.
  - b) la longitud de onda mínima que deben tener los fotones incidentes en un metal para que haya efecto fotoeléctrico.
  - c) la longitud de onda exacta que necesitan tener los fotones incidentes en un metal para que haya efecto fotoeléctrico.
15. Un objeto con una masa en reposo de 2 kg se mueve a una velocidad de  $0,8c$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz. ¿Cuál es su masa relativista?
- a) 3,33 kg
  - b) 1,6 kg
  - c) 4,47 kg

## 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 sólo 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

Un asteroide de masa  $m = 500$  kg se encuentra a una distancia  $R = 2300$  km del centro de un planeta de radio  $R_p = 1800$  km y masa  $M_p = 1,71 \cdot 10^{23}$  kg. El asteroide se mueve a una velocidad de 5000 km/h respecto al centro del planeta, y sigue un rumbo de colisión con la superficie de este.

- ¿A qué velocidad colisionará con la superficie del planeta? Despreciar cualquier rozamiento que pueda haber entre el asteroide y la atmósfera del planeta.
- Una civilización avanzada de un área cercana toma medidas para evitar la colisión, incorporando al asteroide sistemas de propulsión que se activan justo cuando el asteroide se encuentra a la distancia y velocidad indicadas anteriormente en el enunciado. ¿Cuánta energía tendría que suministrar el sistema de propulsión para que el asteroide quede en una órbita circular a 5000 km del centro del planeta?
- ¿Cuánta energía tendría que suministrar el sistema de propulsión para que el asteroide escape de la gravedad del planeta?

Datos:

$G$ , constante de gravitación universal	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
--	---

## PROBLEMA 2

Un electrón penetra con una velocidad inicial de  $10^6$  m/s en una región de anchura  $d$  en la que hay un campo eléctrico uniforme de 20 N/C. La velocidad inicial del electrón y la del campo tienen la misma dirección y sentido.

- Determinar cuál es el máximo tamaño  $d_{max}$  que puede tener la región para que el electrón sea capaz de atravesarla.
- Consideremos que la región tiene una anchura  $d = 2$  cm. Calcular a qué velocidad abandonará la región un positrón que entra en ésta con la misma velocidad que el electrón del apartado a).
- ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los extremos de la región considerada en el apartado b)?

Datos:

$m_e$ , masa del electrón	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
$q_e$ , carga del electrón	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$m_p$ , masa del positrón	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
$q_p$ , carga del positrón	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**PROBLEMA 3**

Un hilo oscila siguiendo la ecuación de una onda. El hilo se extiende a lo largo del eje OX y la oscilación se realiza en la dirección y. La onda avanza hacia la izquierda, es decir, en el sentido negativo del eje OX. Se sabe que la distancia mínima para que dos puntos del hilo estén en fase es de 30 cm. También se sabe que cada punto oscila en torno a su posición de equilibrio 5 veces cada segundo.

- Sabiendo que en el instante inicial el punto en  $x = 0$  se encuentra a una altura  $y = 0$  y tiene una velocidad positiva, y que los puntos del hilo se alejan de su posición de equilibrio una distancia máxima de 1 cm, escribir la ecuación de la onda.
- ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda?
- ¿Cuál es la velocidad máxima que alcanza cada punto del hilo?

**PROBLEMA 4**

Un trozo de magnesio se ilumina con una luz monocromática con cierta longitud de onda. Debido a su interacción con la luz, el metal emite electrones a una velocidad de  $5,4 \cdot 10^4$  m/s. La función de trabajo del magnesio (energía o trabajo de extracción) es de 3,66 eV.

- Determinar la longitud de onda de la luz con la que se ha iluminado el metal.
- Determinar el potencial de frenado en voltios.
- Si iluminamos el magnesio con luz que tenga una longitud de onda que sea el doble que la obtenida en el apartado a), ¿a qué velocidad viajarán los electrones emitidos por el magnesio?

Datos:

$h$ , constante de Planck	$6,63 \cdot 10^{-34}$ J s
$e$ , carga eléctrica del electrón	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ C
$m_e$ , masa eléctrica del electrón	$9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
$c$ , 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 – 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 **-0.15 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.

1. Two planets, A and B, have the same density, but the radius of planet A is double that of planet B:  $R_A = 2R_B$ . Considering that the volume of a sphere of radius  $R$  is  $(4/3)\pi R^3$ , which of the following statements is true?
  - a) The gravitational field on the surface of planet A is greater than that on the surface of planet B, but not twice as much.
  - b) The gravitational field on the surface of planet A is double that on the surface of planet B.
  - c) The gravitational field on the surface of planet A is half that on the surface of planet B.
  
2. The periods of satellites in circular orbits beyond geostationary orbit verify that:
  - a) They can be greater or smaller than 24 hours, depending on some factors.
  - b) They are less than 24 hours.
  - c) They are greater than 24 hours.
  
3. There are two satellites, A and B, being mass of A double that of B:  $m_A = 2m_B$ . Both are in the same circular orbit around a planet, but in opposite positions of the orbit. Assuming that friction and gravitational effects with bodies other than the planet can be neglected, what can we say about the space agency controlling both satellites?
  - a) The space agency will need to make corrections, from time to time, to increase or decrease the mechanical energy of either satellite, to maintain the distance between them and avoid collision.
  - b) There is not enough data to know if the space agency will need to introduce corrections in the trajectory of the satellites to avoid collision.
  - c) There is no need to do anything to avoid collision between the satellites.
  
4. Assuming the usual definition of gravitational potential energy which is null at infinity, what can be said about the gravitational potential energy of a satellite orbiting a planet?
  - a) It is negative.
  - b) It is positive.
  - c) It can have any sign.



5. A loop is traveling within a magnetic region with a magnetic field parallel to the plane of the loop. The magnetic field is decreasing with time. Which of the following statements is true?
- A current is induced in the loop, but its direction cannot be specified without knowing the direction of the magnetic field.
  - A clockwise current is induced in the loop.
  - No current is induced in the loop because the magnetic field is parallel to the loop.
6. A current circulates through a circular loop with intensity  $I$ . Which of the following statements is true regarding the magnitude of the magnetic field in the center of the loop?
- It is inversely proportional to the square of the radius of the loop.
  - It is inversely proportional to the radius of the loop.
  - It is directly proportional to the square of the radius of the loop.
7. A charge of  $5 \mu\text{C}$  is located within a region with a constant electric field  $\vec{E} = 3\vec{j}$  (N/C), where  $\vec{j}$  is the unit vector in the positive direction of the y-axis. What is the force exerted by the field on the charge?
- $5 \cdot 10^{-6}\vec{j}$  N
  - $15 \cdot 10^{-6}\vec{j}$  N
  - $-15 \cdot 10^{-6}\vec{j}$  N
8. The potential in a location due to the presence of a point charge is:
- Negative if the charge is positive and positive if the charge is negative.
  - Positive if the charge is positive and negative if the charge is negative.
  - Always negative.
9. Two waves, A and B, have the same wavelength, but the period of A is double that of B:  $\lambda_A = \lambda_B$  y  $T_A = 2T_B$ . Which of the following statements is true?
- The wave velocity (or phase velocity) is the same for both waves.
  - The wave velocity (or phase velocity) of wave A is half that of wave B.
  - The wave velocity (or phase velocity) of wave B is half that of wave A.
10. At time  $t$ , two two-dimensional waves, A and B, meet at the same distance from their respective emitting sources. At that instant, wave A has double the energy of wave B. Which of the following statements is true?
- The amplitude of wave A is quadruple that of wave B.
  - The amplitude of wave A is between one and two times greater than that of wave B.
  - The amplitude of wave A is double that of wave B.
11. When we talk about the double periodicity of waves, what fact are we referring to?
- Waves can be described by two different periods.
  - Waves are periodic in time and space.
  - Waves are interference of two other waves with different periods.
12. Stable nuclei have the same number of protons and neutrons. How is this statement?
- True, because there are no atomic nuclei in the nature with a different number of protons and neutrons.
  - True. Otherwise, disintegration would be spontaneous.
  - False.

13. An individual atom, from a material with a half-life of 8.02 days, is observed. When will it disintegrate?
- In a few days, most likely, but it could be much more or much less time than that; we cannot know for certain.
  - After 8.02 days.
  - 4.01 days.
14. In the photoelectric effect, the threshold wavelength is
- The maximum wavelength that the incident photons on a metal should have to generate the photoelectric effect.
  - The minimum wavelength that the incident photons on a metal should have to generate the photoelectric effect.
  - The precise wavelength that the incident photons on a metal should have to generate the photoelectric effect.
15. An object with a rest mass of 2 kg is moving at a velocity of  $0.8c$ , where  $c$  is the speed of light. What is its relativistic mass?
- 3.33 kg
  - 1.6 kg
  - 4.47 kg

**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 probl

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**

An asteroid of mass  $m = 500$  kg is located at a distance  $R = 2300$  km from the center of a planet with a radius  $R_p = 1800$  km and a mass  $M_p = 1.71 \cdot 10^{23}$  kg. The asteroid is moving at a velocity of 5000 km/h relative to the center of the planet, and is on a collision trajectory with its surface.

- What will be the speed of the asteroid upon collision with the planet? Neglect any frictional effects between the asteroid and the planet's atmosphere.
- To prevent the collision, an advanced civilization from a nearby area adds propulsion systems to the asteroid that are activated when the asteroid is at the distance and velocity indicated above ( $R = 2300$  km and  $v = 5000$  km/h). How much energy will the propulsion system need to provide to the asteroid to put it in a circular orbit at a distance of 5000 km from the center of the planet?
- How much energy will the propulsion system need to provide to the asteroid to make it escape from the gravity of the planet?

Data:

$G$ , gravitational constant	$6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
------------------------------	---

**PROBLEM 2**

An electron enters a region of width  $d$  with a uniform electric field of 20 N/C with an initial velocity of  $10^6$  m/s. The initial velocity of the electron and the electric field are oriented in the same direction.

- Find the maximum width  $d_{max}$  that the region can have for the electron to cross.
- Assuming that the region has a width of  $d = 2$  cm, calculate the velocity of a positron with the same initial velocity as the electron from part a) when it leaves the region.
- What is the potential difference between the boundaries of the region considered in part b)?

Data:

$m_e$ , electron mass	$9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
$q_e$ , electron charge	$-1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$m_p$ , positron mass	$9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
$q_p$ , positron charge	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**PROBLEM 3**

A string oscillates according to a wave equation. The string is aligned along the x-axis and oscillates in the y-direction. The wave travels to the left, which is in the negative direction of the x-axis. It is known that the minimum distance between two different points of the string to be in phase is 30 cm. It is also known that each point oscillates around its equilibrium positions 5 times per second.

- At the initial time, the point located at  $x = 0$  is at a height  $y = 0$  and it has a positive velocity, and the maximum separation of the points of the string from their equilibrium position is 1 cm. Write the wave equation.
- What is the wave velocity (or phase velocity)?
- What is the maximum velocity reached by every point from the string?

**PROBLEM 4**

A piece of magnesium is illuminated with monochromatic light of a certain wavelength. Due to the interaction with the light, the metal emits electrons with a velocity of  $5.4 \cdot 10^4$  m/s. Knowing the work function of magnesium is 3.66 eV.

- What is the wavelength of the light used to illuminate the metal?
- Calculate the stopping potential in volts.
- If the magnesium is illuminated by light with twice the energy of the light used in part a), what will be the velocity of the electrons emitted by the magnesium?

Data:

$h$ , Planck constant	$6.63 \cdot 10^{-34}$ J s
$e$ , electron charge	$-1.6 \cdot 10^{-19}$ C
$m_e$ , electron mass	$9.1 \cdot 10^{-31}$ kg
$c$ , speed of light in a vacuum	$3 \cdot 10^8$ m/s