

FÍSICA, PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD
(PHYSICS, UNIVERSITY ACCESS EXAM)

INSTRUCCIONES / (INSTRUCTIONS)

- **Material permitido:** CALCULADORA NO PROGRAMABLE y sin capacidad de almacenar archivos / (**Allowed material:** NON-PROGRAMMABLE CALCULATOR with no file storage capacity).
- **Vectores y decimales / (Vectors and decimals):**
 - Vectores: se deben escribir con una flecha en la parte superior, $\vec{v}$. / (Vectors: should be written with an arrow above, $\vec{v}$.)
 - Decimales: en los enunciados se utiliza la coma como separador de decimales, en las respuestas se admiten tanto el punto como la coma como separador de decimales. / (Decimals: in the statements, the comma is used as the decimal separator; in the answers, both the period and the comma are accepted as decimal separators.)

Bloque 1: Interacción electromagnética (2,5 puntos) / (Part 1: Electromagnetic interaction (2,5 points))

(Resuelva solo uno de los problemas: 1a o 1b) / (solve only one of the problems: 1a or 1b)

■ **Problema 1a / (Problem 1a)**

Dos hilos conductores rectilíneos, paralelos e indefinidos (ver figura) están orientados verticalmente (paralelos al eje y) y separados por una distancia $L = 12$ cm. Por el hilo situado en $x = 0$ circula una corriente $I = 5$ A en sentido ascendente (sentido positivo del eje y). Por el hilo situado en $x = L$ circula una corriente $2I$, también en sentido ascendente. Responda razonadamente a los siguientes apartados:

- (a) Considere la división del espacio en las siguientes tres regiones:
Región 1: $x < 0$. Región 2: $0 < x < L$. Región 3: $L < x$
Para cada una de estas regiones, determine si los campos magnéticos producidos por los dos hilos tienen sentidos iguales u opuestos.
- (b) Con ayuda del resultado anterior, encuentre los puntos del espacio en los que el campo magnético total es nulo.
- (c) Una carga puntual q se encuentra en $x = L/2$ y se está desplazando en sentido ascendente con una velocidad de módulo v_0 . Calcule la fuerza magnética total sobre la carga, indicando dirección y sentido.

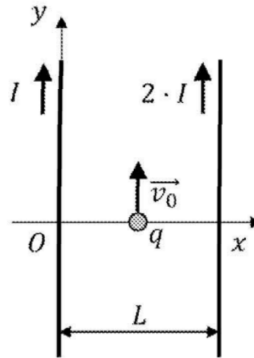
Datos: Permeabilidad magnética en el vacío: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$.

(Two straight, parallel and infinitely long wires, (see figure) are oriented vertically (parallel to the y -axis) and are separated by a distance $L = 12$ cm. A current $I = 5$ A flows upwards (in the positive direction of the y -axis) through the wire at $x = 0$, Through the wire located at $x = L$ a current of $2I$ also flows upwards. Answer the following questions:

- (a) Consider dividing the space into the following regions:
Region 1: $x < 0$. Region 2: $0 < x < L$. Region 3: $L < x$ Determine, in each region, whether the magnetic fields produced by both wires have the same or opposite directions.

- (b) Based on the result from part (a), find the points in space where the total magnetic field is zero.
- (c) A point charge q is located at $x = L/2$ and is moving upwards with a velocity v_0 . Calculate the total magnetic force on the charge and indicate the direction.

Data: Magnetic permeability at a vacuum: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$.



■ **Problema 1b / (Problem 1b)**

Un ion potasio K^+ penetra con una velocidad $v = 8 \cdot 10^4 \vec{i} \text{ m/s}$ en una región con un campo magnético uniforme de intensidad $B = 0,1 \vec{k} \text{ T}$, siendo $\vec{i}$ y $\vec{k}$ los vectores unitarios en los sentidos positivos de los ejes x y z , respectivamente. El ión describe una trayectoria circular de 65 cm de diámetro.

- (a) Calcule la masa del ión potasio.
- (b) Determine el módulo, dirección y sentido del campo eléctrico que hay que aplicar en esta región para que el ion no se desvíe.

Datos:

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

Carga del electrón: $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

(A potassium ion K^+ enters a region with a velocity $v = 8 \cdot 10^4 \vec{i} \text{ m/s}$ into a uniform magnetic field $B = 0,1 \vec{k} \text{ T}$, where $\vec{i}$ and $\vec{k}$ are the unit vectors in the positive directions of the x -axis and z -axis, respectively. The ion follows a circular trajectory with a diameter of 65 cm.

- (a) Calculate the mass of the potassium ion.
- (b) Determine the magnitude and direction of the electric field that should be applied in this region so that the ion travels in a straight line.

Data:

Coulomb constant: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$.

Electron charge: $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Resuelva el problema elegido (1a o 1b) en el reverso de esta hoja. Puede añadir más hojas si lo necesita. / (Solve the chosen problem (1a or 1b) on the back of this sheet. You may add additional sheets if necessary)

(Resuelva solo uno de los problemas: 2a o 2b) / (solve only one of the problems: 2a or 2b)

■ **Problema 2a / (Problem 2a)**

La función de trabajo (energía o trabajo de extracción) del sodio es 2,28 eV, mientras que la del zinc es 4,3 eV. La superficie de ambos metales es iluminada con luz de longitud de onda de 400 nm. Conteste razonadamente a los siguientes apartados:

- (a) Determine si se emitirán fotoelectrones en alguno de estos metales.
- (b) En caso de que alguno de estos metales emita fotoelectrones, calcule sus potenciales de frenado en voltios.
- (c) Calcule la velocidad a la que son emitidos los fotoelectrones en m/s, suponiendo que su velocidad es mucho menor que la de la luz.

Datos: Carga del electrón: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C; Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; Masa del electrón: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; Constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s.

(The work function of sodium is 2,28 eV, while the work function of zinc is 4,3 eV. The surface of both metals is illuminated with light of wavelength 400 nm. Answer the following questions:

- (a) Determine if photoelectrons are emitted from either of the two metals.*
- (b) If either of the metals emits photoelectrons, calculate their stopping potential in volts.*
- (c) Calculate the speed of emitted photoelectrons in m/s, assuming that their velocity is much smaller than the speed of light.*

Data: Electron charge: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C; Speed of light in a vacuum: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; Electron mass: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; Planck constant: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s.)

■ **Problema 2b / (Problem 2b)**

Marie Curie recibió el Premio Nobel de Química en 1911 por el descubrimiento del radio, que tiene un período de semidesintegración de $1,59 \cdot 10^3$ años. Si en ese mismo año se guardasen en su laboratorio 2,00 g de radio-226, calcule:

- (a) La cantidad de radio que quedaría en la muestra en la actualidad.
- (b) Los años que pasan hasta que la muestra de radio se reduce al 1 % de su valor inicial.
- (c) Si el ${}^{88}_{226}\text{Ra}$ se desintegra en ${}^{86}_{222}\text{Rn}$, ¿qué tipo de partícula emite?

(Marie Curie won the Nobel Prize in Chemistry on 1911 for the discovery of radium, which has a half-life of $1,59 \cdot 10^3$ years. If, in that year, 2,00 g of radium-226 were stored in her lab, calculate:

- (a) The amount of radium remaining in the sample today.*
- (b) The number of years required for the radium in the sample to reduce to 1 % of its initial value.*
- (c) If ${}^{88}_{226}\text{Ra}$ disintegrates into ${}^{86}_{222}\text{Rn}$, what type of particle is emitted?)*

Resuelva el problema elegido (2a o 2b) en el reverso de esta hoja. Puede añadir más hojas si lo necesita. / (Solve the chosen problem (2a or 2b) on the back of this sheet. You may add additional sheets if necessary)

PREGUNTAS de respuesta múltiple / Multiple choice QUESTIONS

Calificación máxima del bloque: 2,5 puntos. Cada acierto suma 0,5 puntos, cada error resta 0,15 y las preguntas en blanco no computan. Responda en la hoja específica para preguntas de test. / (Maximum score of this section: 2,5 points. Correct answer +0,5 points. Wrong answer -0,15 points. No answer 0 points. Please, answer on the specific sheet for these questions.)

Bloque 3: Ondas y óptica (y otros) (2,5 puntos) / (Part 3: Waves and optics (and others) (2,5 points))

(Responda solo a 5 de las 8 cuestiones) / (Answer only 5 of the 8 questions)

- 1 Sabiendo que el índice de refracción del agua es 1,33 y el del aire es 1, ¿cuál es el ángulo límite a partir del cual observamos reflexión interna total de la luz que incide desde el agua en la superficie de separación de ambos medios?

(The refractive indices of water and air are 1,33 and 1, respectively. What is the limit angle beyond which total internal reflection occurs when light is incident from water onto the interface between the two media?)

- (a) $0,85^\circ$.
- (b) $41,25^\circ$.
- (c) $48,75^\circ$.

- 2 Un rayo de luz pasa del aire, con índice de refracción 1, a un aceite transparente con índice de refracción 1,6. Si el ángulo de incidencia es de 30° , ¿cuál es el ángulo de refracción?

(A light ray enters from air, with refractive index of 1, into a transparent oil with a refractive index of 1,6. If the angle of incidence is 30° , what is the angle of refraction?)

- (a) $53,1^\circ$.
- (b) $18,2^\circ$.
- (c) $71,8^\circ$.

- 3 La frecuencia del do de pecho que canta un tenor es de 523 Hz. Sabiendo que la velocidad de propagación del sonido en el aire es de 340 m/s, ¿cuál es la longitud de onda del sonido emitido por un tenor cuando canta esa nota?

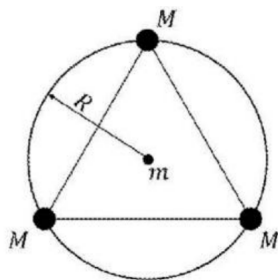
(The frequency of the high C note sung by a tenor is 523 Hz. Given that the sound propagates at a speed of 340 m/s, what is the wavelength of the sound emitted by the tenor when he sings that note?)

- (a) 17,8 m.
- (b) 1,54 m.
- (c) 0,65 m.

- 4 La imagen de un objeto real formada por un espejo plano es
(*The image of a real object formed by a plane mirror is*)
- (a) Siempre virtual. / (*Always virtual.*)
 - (b) Siempre real. / (*Always real.*)
 - (c) Su carácter real o virtual depende de la posición del objeto frente al espejo. / (*Its real or virtual nature depends on the position of the object in front of the mirror.*)
- 5 Un foco emite una onda acústica (esférica) de una frecuencia determinada. La intensidad de la onda a una distancia de 5 m del foco es de 18 W m^{-2} . Ignorando cualquier fenómeno de absorción, ¿a qué distancia del foco debemos medir la intensidad para obtener un valor de 2 W m^{-2} ?
(*A source emits a spherical acoustic wave at a given frequency. The intensity of the wave at a distance of 5 m from the source is 18 W m^{-2} . Ignoring any absorption phenomena, at what distance from the source should we measure the intensity to obtain a value of 2 W m^{-2} ?*)
- (a) 45 m.
 - (b) 15 m.
 - (c) 50 m.
- 6 Sabiendo que la velocidad de la luz en el vacío es de $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, ¿a qué velocidad se propaga la luz en el interior del agua, de índice de refracción 1,333?
(*Given that the speed of light in a vacuum is $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, at what speed does light propagate through the water, which has a refractive index of 1,333?*)
- (a) $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
 - (b) $2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
 - (c) $4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- 7 Sabiendo que la constante de Planck es $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, ¿cuál es la longitud de onda de De Broglie de un proyectil con masa 15 g que se dispara a 1000 m/s?
(*Given that the Planck constant is $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, what is the De Broglie wavelength of a projectile with a mass of 15 g and a speed of 1000 m/s?*)
- (a) $4,42 \cdot 10^{-35} \text{ m}$.
 - (b) $4,42 \cdot 10^{-38} \text{ m}$.
 - (c) $2,26 \cdot 10^{-35} \text{ m}$.

- 8 Tres masas idénticas de valor M se encuentran fijas en el espacio, situadas en un círculo de radio R , tal que sus posiciones coinciden con los vértices de un triángulo equilátero (ver figura). Una cuarta masa, de valor m , se sitúa en el centro del círculo. Si G la constante de gravitación universal, ¿cuál de las siguientes expresiones describe el módulo de la fuerza total ejercida por las tres masas M sobre m ?

(Three identical masses M are fixed in space, at the vertices of an equilateral triangle on a circle of radius R (see figure). A fourth mass m is positioned at the center of the circle. Given that G is the gravitational constant, which of the following expressions describes the total force exerted by the three masses M on the mass m ?)



- (a) 0.
- (b) $3G \frac{Mm}{R^2}$.
- (c) $G \frac{Mm}{R^2}$.

Bloque 4: Interacción gravitatoria (2,5 puntos) / (Part 4: Gravitational interaction) (2,5 points)

(En este bloque no hay optatividad: resuelva el problema 3) / (There are no options in this part: solve the problem 3)

■ **Problema 3 / (Problem 3)**

Satélites artificiales se envían con distintos fines: comunicaciones, investigación, meteorología o teledetección. Cada misión determina su tamaño y radio orbital, aunque todos obedecen las mismas leyes físicas. Se clasifican por altura orbital (distancia a la superficie), que afecta cobertura y velocidad. Al elegir la órbita, se consideran finalidad, datos, servicios, coste y viabilidad. Los cinco tipos principales se muestran en la tabla de abajo.

Un satélite de 50 kg orbita la Tierra en trayectoria circular con periodo 11 h. Responda:

- (a) Calcule el radio de la órbita.
- (b) Indique el tipo de satélite según la tabla.
- (c) Calcule la energía necesaria para moverlo a la siguiente clasificación orbital.

Datos:

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

Masa de la Tierra: $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Radio de la Tierra: $R_T = 6370 \text{ km}$.

(Artificial satellites serve purposes such as communication, research, meteorology or remote sensing. Mission defines size and orbital radius, though all follow the same physical laws. Classification depends on orbital height, influencing coverage and speed. Orbit choice considers purpose, data, services, cost and feasibility. The five main types appear in the table below.)

A 50 kg satellite orbits Earth in a circular path with a period of 11 h. Answer:

- (a) Calculate the orbit radius.
- (b) Identify the satellite type from the table.
- (c) Compute the energy to move it to the next higher orbit.

Data:

Gravitational constant: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Earth's mass: $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Earth's radius: $R_T = 6370 \text{ km}$.)

Tipos de satélite (Types of satellites)	Altura orbital (km) (Orbital height (km))
Órbita terrestre baja (LEO) (Low Earth Orbit (LEO))	160 – 1500
Órbita sincrónica solar (SSO) (Solar Synchronous Orbit (SSO))	600 – 800
Órbita terrestre media (MEO) (Medium Earth Orbit (MEO))	5000 – 20000
Órbita geoestacionaria de transferencia (GTO) (Geostationary Transfer Orbit (GTO))	Hasta 35786 (Until 35786)
Órbita geoestacionaria (GEO) (Geosynchronous Equatorial Orbit (GEO))	35786

Resuelva el problema 3 en el reverso de esta hoja. Puede añadir más hojas si lo necesita. / (Solve the problem 3 on the back of this sheet. You may add additional sheets if necessary)