

PROBLEMAS FÍSICA 2º BACHILLER

Tema 1: Introducción a la Física	3
Tema 2: Interacción gravitatoria	8
Tema 3: Movimiento ondulatorio	16
Tema 4: Óptica Geométrica	24
Tema 5: Electromagnetismo	
Interacción eléctrica	30
Interacción magnética	38
Inducción electromagnética	44
Tema 7: Física moderna	46

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

- 1) La posición de un objeto que se mueve en línea recta está dada por la ecuación $x=1+3t-4t^2$ donde x está en metros y t en segundos. Calcula:
- La velocidad en función del tiempo y su valor en el instante $t=2s$.
 - La aceleración del objeto.
 - Inicialmente el movimiento es decelerado. ¿En que instante se anula su velocidad? ¿Cómo es el movimiento a partir de ese instante?

Sol.: a) $v=3-8t$; $v(t=2)=-13\text{ m/s}$; b) $a=-8\text{ m/s}^2$; c) $t=3/8\text{ s}$

- 2) La posición de una partícula que se mueve a lo largo del eje OX depende del tiempo de acuerdo con la ecuación:

$$x=at^2-bt^3$$

donde x está en metros y t en segundos.

- a) ¿Qué unidades deberán tener a y b ?

Si $a=3$ y $b=1$, se pide:

- ¿En qué instante llegará la partícula a su posición x máxima positiva?
- ¿Qué distancia recorre la partícula en sus 4 primeros segundos? ¿Qué desplazamiento efectúa en ese tiempo?
- Calcula la velocidad y la aceleración en los instantes $t=1$ y $t=4$ s.

Sol.: a) a (m/s^2), b (m/s^3); b) $t_p = 2$ s; c) $\Delta x = -16$ m, $d = 24,0$ m;

d) $v(t=1\text{ s}) = 3\text{ m/s}$, $a(t=1\text{ s}) = 0$

- 3) La ecuación del movimiento de una partícula que se mueve en el plano XY es: $\vec{r}=2t\vec{i}+(4t-t^2)\vec{j}$, donde la posición está en metros y t en segundos. Calcula:

- Ecuación de la trayectoria.
- Posición en el instante $t=1$ s.
- Ecuación de la velocidad.
- Velocidad en el instante $t=1$ s.
- Aceleración tangencial en el instante $t=1$ s.

Sol.: a) $y=2x-x^2/4$; b) $\vec{r}=2\vec{i}+3\vec{j}$; c) $v=2\vec{i}+(4-2t)\vec{j}$; d) $v=2,83\text{ m/s}$;

$\alpha=45^\circ$ y e) $-2/\sqrt{2}$.

- 4) Las coordenadas, en metros, de una partícula que se mueve en el plano XY son: $x=2t^3-3t^2$ y $y=t^2-2t+1$; calcula:

- Su posición cuando $t=1$ s.
- v_x y v_y en función del tiempo. El valor de cada una cuando $t=1$ s.
- La velocidad inicial de la partícula.
- Las componentes de la aceleración en función del tiempo.
- Instantes en los que la aceleración es paralela al eje OY .
- Aceleraciones tangencial y normal en función del tiempo.

Sol.: a) $\vec{r}(t=1)=-\vec{i}\text{ m}$; b) $v_x=6t^2-6t$; $v_y=2t-2$; $v_x(t=1)=v_y(t=1)=0$; c)

$v_0=2\text{ m/s}$; $\theta_0=-\pi/2\text{ rad}$; d) $a_x=12t-6$; $a_y=2$; e) $t=0,5\text{ s}$



- 5) Una losa de 40 kg está sobre un plano horizontal sin rozamiento, como indica la figura. El bloque de 10 kg se coloca encima de la losa, siendo el coeficiente de rozamiento entre ambos de 0,4. Si al bloque se le aplica una fuerza horizontal de 100 N, ¿cuáles son las aceleraciones del bloque y de la losa?

Sol.: $a_b = 6,08 \text{ m/s}^2$; $a_l = 0,981 \text{ m/s}^2$

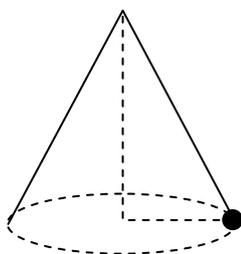
- 6) Un avión con una masa de 10.000 Kg vuela a una velocidad con magnitud constante de 0,2 km/s, describiendo un círculo horizontal de 1,5 Km de radio.
- Halla la velocidad angular que lleva el avión.
 - Representa en un esquema las fuerzas que actúan sobre el avión en un plano que contenga al avión y al centro del círculo. Halla la magnitud y dirección de la resultante.
 - Explica por qué el avión ejerce una fuerza sobre un pasajero. ¿En qué dirección actúa esta fuerza?

Sol.: a) 0,133 rad/s b) $F_c = 2,67 \cdot 10^5 \text{ N}$

- 7) Una chica, cuyo peso es de 48 kg, se encuentra montada sobre un monopatín deslizándose en una plataforma semicircular, tal que su centro de masas describe semicircunferencias de radio $R_0 = 3 \text{ m}$. Cuando está en el punto más bajo de su trayectoria, su velocidad es de 20 km/h. Calcular en esta posición:

- El valor de la aceleración centrípeta, dibujando el vector correspondiente.
- Si se coloca una báscula para medir pesos, entre el monopatín y los pies de la chica, ¿cuánto marcaría ésta en la posición indicada y por qué?

Sol.: a) $10,3 \text{ m/s}^2$, b) 965 N



- 8) Un objeto está suspendido verticalmente de un punto, como se ve en la figura. En un momento dado se le hace girar con una velocidad angular constante, de modo que describe un cono de revolución (péndulo cónico) de 30° . Si la masa del objeto es de 0,2 kg y la longitud de la cuerda de 80 mm, ¿con qué velocidad angular gira? ¿cuál es la tensión de la cuerda?

Sol.: $T = 2,27 \text{ N}$; $\omega = 11,9 \text{ rad/s}$

- 9) Una pista de carreras de forma circular tiene 1,5 km de radio. Si no tiene peralte y el coeficiente de rozamiento entre las ruedas y la calzada es de 0,12, calcular la velocidad máxima a la que puede circular sin derrapar.

Sol.: 42,0 m/s

- 10) Una pista de carreras tiene un radio de 1 km. Calcula el ángulo de peralte que ha de tener para que se puede circular a una velocidad máxima de 200 km/h, suponiendo que no hay rozamiento.

Sol.: $17,5^\circ$

- 11) La velocidad de rotación de una rueda, que gira con movimiento uniformemente retardado por estar sometida a un momento decelerador, disminuye en un minuto desde 300 rpm hasta 180 rpm. Si el momento de inercia de la rueda es de 2 kg.m^2 , calcula:

- a) Aceleración angular y momento decelerador.
 b) Número de vueltas dadas en ese minuto.
 Sol.: a) $-\pi/15 \text{ rad/s}^2$ y $-2\pi/15 \text{ N.m}$; b) 240 vueltas

- 12) Un cilindro de 10 kg de masa y $0,1 \text{ m}$ de radio está girando a 1000 rpm respecto a su eje de simetría. ¿Cuál es la fuerza tangencial necesaria para detenerlo si queremos que frene tras recorrer 1500 vueltas , contadas a partir del momento en que se aplica la fuerza de frenado?

Dato: $I = \frac{1}{2} mR^2$ (Momento inercia respecto al eje de simetría).

Sol.: $0,291 \text{ N}$

- 13) Una partícula se mueve en el sentido positivo del eje OX sometida a una fuerza dada por la ecuación $F = -2x \text{ N}$. Calcula:

- a) El trabajo realizado por F cuando la partícula se mueve entre los puntos $x_1 = 0$ y $x_2 = 3 \text{ m}$.
 b) Si la masa de la partícula es de 1 kg y en el punto x_1 lleva una velocidad de 10 m/s , ¿qué velocidad alcanza en el punto x_2 ?

Sol.: a) $-9,00 \text{ J}$

- 14) Una partícula se mueve en el plano XY siguiendo una trayectoria cuya ecuación es $y = 2x$ y sometida a una fuerza dada por la ecuación $\vec{F} = xy\vec{i} + 2y\vec{j} \text{ N}$. Determina el trabajo realizado por la fuerza entre los puntos $(0, 0)$ y $(1, 2) \text{ m}$.

Sol.: $4,67 \text{ J}$

- 15) Una partícula de 2 kg , que sólo puede moverse en el eje OX , se encuentra en el punto $x = 20 \text{ m}$ con una velocidad de -10 m/s . Si está sometida a una fuerza conservativa cuya energía potencial es $E_p = -x^2$, ¿cuál será la mínima distancia que llega a estar del origen?

Sol.: $17,3 \text{ m}$

- 16) Un cilindro de 10 kg de masa, inicialmente en reposo, rueda sin deslizar por un plano horizontal, sometido a una fuerza. Halla el trabajo realizado al alcanzar una velocidad de 2 m/s .

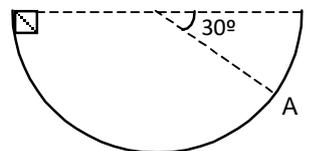
Sol.: 30 J

- 17) Un cuerpo de 1 kg se lanza verticalmente hacia arriba de modo que impacta con un muelle colgado en el techo a 3 m de altura. Si la constante elástica del mismo es de $0,5 \text{ kp/cm}$, ¿con qué velocidad hay que lanzar el cuerpo para que el muelle se comprima 4 cm ?

Sol.: $7,85 \text{ m/s}$

- 18) Por una guía semicircular, con $\mu = 0$ y radio R , se deja deslizar un cuerpo de masa m . Determina la fuerza que la guía ejerce sobre el mismo en el punto A.

Sol.: $(3/2)mg \text{ N}$



- 19) Un bloque de masa m , que parte del reposo, desliza por un plano inclinado de 30° . Si el coeficiente de rozamiento es $0,1$, calcula su velocidad cuando haya descendido una distancia vertical de $2 m$.

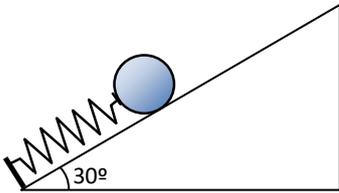
Sol.:

- 20) En el pie del plano de la figura se encuentra un resorte comprimido que ejerce una fuerza sobre una esfera homogénea. Debido al impulso, la esfera rueda sin deslizar. Calcular:

- a) Altura máxima que alcanza.
b) Velocidad cuando su altura es la mitad de la máxima.

Datos: $\Delta L = 0,1 m$, $k = 200 N/cm$, $m = 1 kg$

Sol.: a) $10,2 m$; b) $8,45 m/s$



- 21) Un niño hace girar en un plano vertical una piedra de $200 g$ atada al extremo de un hilo de $1 m$ de longitud. Halla la tensión del hilo, fuerza centrípeta, aceleración centrípeta y aceleración tangencial en los siguientes casos:

- a) Cuando el hilo está en posición horizontal.
b) Cuando el hilo forma un ángulo de 30° con la horizontal y está encima.

Datos: $v_a = 6,7 m/s$; $v_b = 5,9 m/s$

- 22) Determina la potencia que debe desarrollar un ciclista para subir una rampa del 12% con una velocidad constante de $3 m/s$.

Datos: masas del ciclista con su bicicleta, $100 kg$ y $\mu = 0$.

Sol.:

- 23) Si se duplica la frecuencia en un MAS, manteniendo la amplitud constante, ¿cómo varían el periodo, la velocidad máxima y la energía total?

Sol.:

- 24) Para medir la masa de un objeto se utiliza un oscilador armónico con una constante elástica $k = 400 N/m$. Colgamos la masa del oscilador, lo hacemos oscilar y medimos el periodo, que es de $2 s$. ¿Cuál es la masa? Si colocamos otro objeto del doble de masa, ¿qué periodo de oscilación mediríamos?

Sol.:

- 25) La ecuación del movimiento de una partícula que se mueve en el eje OX es $x = 10 \sin(\pi t + \pi/6)$, donde x viene en cm y t en s

- a) Posición y velocidad de la partícula en $t = 0$.
b) Velocidad de la partícula en el punto $x = 10 cm$.
c) Velocidad máxima y punto en la que se alcanza.
d) Periodo del movimiento.
e) Expresa la ecuación en función del coseno.

Sol.: a) $x = 5 cm$, $V = 27,2 cm/s$; b) $V = 0$; c) $10\pi cm/s$ en $x = 0$; d) $2s$; e) $x = 10 \cos(\pi t - \pi/3)$

- 26) Una partícula ejecuta un MAS en el eje OX siendo el punto O el centro de oscilación. A partir de la ecuación del movimiento, prueba que la fase inicial es ce-

ro si se empieza a contar el tiempo cuando la partícula está en el punto O y moviéndose en el sentido positivo del eje.

Sol.:

- 27) Un péndulo simple de 1 m de longitud se deja en libertad desde una posición tal que la cuerda forma un ángulo de 30° con la vertical. Calcula la máxima velocidad que alcanza el punto material (bolita o lenteja del péndulo).

Sol.: $1,62\text{ m/s}$ aplicando conservación energía y $1,64$ aplicando ecuación MAS

- 28) Un cuerpo de 1 g oscila con un periodo de $\pi\text{ s}$ y 4 cm de amplitud. La fase inicial es de $\pi/4\text{ rad}$. Determina las energías cinética y potencial cuando la elongación sea de 1 cm

Sol.: $E_c = 3,00 \cdot 10^{-6}\text{ J}$; $E_p = 2,00 \cdot 10^{-7}\text{ J}$

- 29) Un astronauta ha instalado en la Luna un péndulo simple de $0,86\text{ m}$ de longitud y comprueba que oscila con un periodo de $4,6\text{ s}$. Ayuda al astronauta a calcular la aceleración de la gravedad sobre la superficie lunar.

Sol.: $1,60\text{ m/s}^2$

- 30) Un oscilador está formado por una masa de $2,4\text{ kg}$ colgada de un resorte de masa despreciable y de $k = 200\text{ N/m}$. Las condiciones iniciales son $y_0 = 0,15\text{ m}$ y $v_0 = 0,45\text{ m/s}$. Calcula la posición del bloque para $t = 3\text{ s}$.

Sol.: $-0,056\text{ m}$

- 31) Un cuerpo de 500 g de masa pende de un muelle. Cuando se tira de él 10 cm por debajo de su posición de equilibrio y se abandona a sí mismo, oscila con un periodo de 2 s .

- ¿Cuál es su velocidad al pasar por la posición de equilibrio?
- ¿Cuál es su aceleración cuando se encuentra a 10 cm por encima de su posición de equilibrio?
- ¿Cuánto se acortará el muelle si se quita el cuerpo?

Sol.: a) $0,1\pi\text{ m/s}$; b) $-0,1\pi^2\text{ m/s}$; c) $0,994\text{ m}$

TEMA 2: INTERACCIÓN GRAVITATORIA

- 1) Marte tiene dos satélites, llamados Fobos y Deimos, cuyas órbitas tienen radios de 9400 y 23000 km respectivamente. Fobos tarda 7,7 horas en dar una vuelta alrededor del planeta. Aplicando las leyes de Kepler, halla el periodo de Deimos.
Sol.: 29,5 h.
- 2) El radio de la Tierra es aproximadamente 6370 km. Si elevamos un objeto de 20 kg de masa a una altura de 160 km sobre la superficie terrestre, ¿cuánto pesa el objeto a esa altura?
Sol.: 186 N
- 3) Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba desde la superficie de la Tierra con una velocidad de 4.000 m/s. Calcula la máxima altura que alcanzará.
Dato: $R_T = 6400$ km
Sol.: 935 km
- 4) Un astronauta, cuyo peso en la Tierra es de 700 N, aterriza en el planeta Venus y de nuevo mide su peso observando que, después de efectuar las correcciones por el equipo que lleva, pesa 600 N. Considerando que el diámetro de Venus es aproximadamente el mismo que el de la Tierra, calcula la masa de Venus.
Dato: $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg
Sol.: $M_V = 5,13 \cdot 10^{24}$ kg
- 5) Calcula la masa de Júpiter sabiendo que uno de sus satélites tiene un periodo de 16,55 días y un radio orbital de $1,883 \cdot 10^9$ m.
Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.m²/kg²
Sol.: $1,93 \cdot 10^{27}$ kg
- 6) ¿En qué punto de la línea que une la Tierra y la Luna es nulo el campo gravitatorio debido a ambos cuerpos?
Datos: *Distancia Tierra Luna = $3,84 \cdot 10^5$ km; $M_L = 0,0123M_T$*
Sol.: $3,46 \cdot 10^5$ km
- 7) Dos masas iguales se encuentran en dos vértices de un triángulo equilátero de lado L . Calcula el campo gravitatorio y el potencial en el tercer vértice.
Sol.: $\sqrt{3} \cdot Gm / L^2$
- 8) El radio de la Tierra es aproximadamente 6370 km, mientras que el de Marte viene a ser de 3440 km. Si un objeto pesa 200 N en la Tierra, halla su peso en Marte sabiendo que la masa de éste es 0,11 veces la de la Tierra.
Sol.: 75,0 N

- 9) Suponiendo que la Luna gira en torno a la Tierra en una órbita circular de radio $R = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ con un periodo de 27,3 días, ¿cuál sería el semieje mayor de la órbita de un satélite en torno a la Tierra con un periodo de 3 h?
 Sol.: $1,06 \cdot 10^4 \text{ km}$
- 10) Un satélite se dice que es *sincrónico* o *geoestacionario* cuando tiene el mismo periodo de revolución que el periodo de rotación de la Tierra. El satélite se encontrará “estacionario” sobre el mismo lugar de la Tierra. ¿A qué altura se hallará?
Datos: $R_T = 6370 \text{ km}$
 Sol.: $3,59 \cdot 10^4 \text{ km}$
- 11) Se lanza verticalmente hacia arriba desde la superficie de la Tierra un cuerpo de 1.000 kg con una velocidad de 8.000 m/s .
 a) ¿Qué altura alcanza si se toma como radio de la Tierra 6400 km .
 b) ¿Qué velocidad perpendicular a la línea que une el satélite con la Tierra hay que comunicarle para que describa una órbita circular a la altura alcanzada?
 Sol.: a) $6,65 \cdot 10^3 \text{ km}$; b) $5,54 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
- 12) ¿A qué altura sobre la superficie de la Tierra hay que elevarse para que la aceleración de la gravedad disminuya un 5 %?
Dato: toma como radio terrestre 6400 km .
 Sol.: 166 km
- 13) Calcula el trabajo necesario para trasladar un satélite terrestre de 500 kg desde una órbita circular de radio $r_0 = 2R_T$ hasta otra de radio $r_1 = 3R_T$.
Dato: $R_T = 6400 \text{ km}$.
 Sol.: $2,62 \cdot 10^9 \text{ J}$
- 14) ¿A qué altura hay que colocar un cuerpo para que pierda el 40 % de su peso?
Dato: $R_T = 6400 \text{ km}$.
 Sol.: 1860 km
- 15) Calcula el valor de la gravedad en Mercurio, si el radio de la Tierra es tres veces mayor que el de éste y la densidad de Mercurio es $3/5$ de la densidad media de la Tierra.
 Sol.: $1,96 \text{ m/s}^2$
- 16) Sabiendo que $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$, $R_T = 6400 \text{ km}$ y $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$, halla:
 a) La densidad media de la Tierra.
 b) Altura sobre la superficie para el que el valor de g se reduce a la mitad.
 Sol.: a) 5.481 kg/m^3 ; b) 2650 km
- 17) En su **afelio** (distancia máxima de un planeta al Sol), el planeta Mercurio está a $6,99 \cdot 10^{10} \text{ km}$ del Sol, y en su **perihelio** (distancia mínima del planeta al Sol)

queda a $4,63 \cdot 10^{10}$ km del mismo. Su velocidad orbital es $3,88 \cdot 10^4$ m/s en el afelio.

- a) ¿Cuál es su velocidad en el perihelio?
- b) ¿Qué excentricidad tiene la órbita?

Sol.: a) $5,86 \cdot 10^4$ m/s; b) 0,203

18) La distancia máxima de la Tierra al Sol es $1,52 \cdot 10^{11}$ m y su máxima aproximación es $1,47 \cdot 10^{11}$ m. La velocidad orbital de la Tierra en el perihelio es $3,03 \cdot 10^4$ m/s, calcula:

- a) La velocidad orbital en el afelio.
- b) La velocidad areolar de la Tierra.
- c) Excentricidad de la órbita terrestre.

Sol.: a) $2,93 \cdot 10^4$ m/s; b) $2,23 \cdot 10^{15}$ m²/s; c) 0,0167

19) Dos partículas de masas 4 y 0,5 kg se encuentran separadas 20 cm. Calcula:

- a) La energía potencial del sistema.
- b) El trabajo de la fuerza gravitatoria cuando se aumenta la separación de las partículas a 40 cm.
- c) El trabajo de la fuerza gravitatoria cuando las partículas se separan una distancia infinita.
- d) El trabajo de la fuerza gravitatoria para restablecer la distribución inicial.

Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.m²/kg²

Sol.: a) $-6,67 \cdot 10^{-10}$ J; b) $-3,34 \cdot 10^{-10}$ J; c) $-6,67 \cdot 10^{-10}$ J; d) $6,67 \cdot 10^{-10}$ J

20) Se tiene un campo gravitatorio creado por tres partículas iguales de 0,2 kg de masa que forman un triángulo equilátero de 10 cm de lado. Calcula intensidad del campo y el potencial en el centro geométrico del triángulo.

Sol.: $\vec{g} = 0$

21) Dadas dos esferas de masas 2 y 4 kg situadas, respectivamente, en los puntos (0, 0) y (6, 0) de un sistema de coordenadas cartesianas representado en metros. Calcula:

- a) El campo gravitatorio en los puntos (3, 4) y (3, 0).
- b) El trabajo necesario para transportar otra esfera de 3 kg desde el punto (3, 4) al punto (3, 0).

Sol.:

22) Se desea situar un satélite artificial de 50 kg en una órbita circular a 500 km de altura sobre la superficie terrestre. Halla:

- a) La velocidad que ha de llevar en su órbita.
- b) La energía que ha sido preciso comunicarle.
- c) Si se le comunicara una velocidad mayor, ¿qué ocurriría?

Dato: $R_T = 6400$ km

Sol.: a) $7,36 \cdot 10^3$ m/s; b) $1,68 \cdot 10^9$ J

- 23) Tres masas de 10 kg están en los vértices de un cuadrado de 1 m de lado. Halla el campo y el potencial gravitatorios en el otro vértice.

Sol.:

- 24) Sabiendo que el radio de la Tierra es de 6400 km , que el valor de g_0 en su superficie es de $9,8 \text{ m/s}^2$ y que la masa de Luna es $1/81$ veces la de la Tierra y su radio $1/4$ del terrestre, calcula la velocidad de escape de un proyectil en la Luna.

Sol.: 2490 m/s

- 25) Calcula la velocidad de escape de un satélite desde la superficie terrestre.

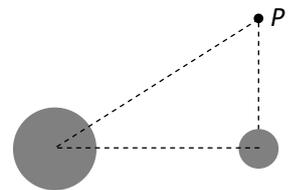
Datos: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6370 \text{ km}$

Sol.:

- 26) Halla la intensidad del campo gravitatorio del sistema Tierra-Luna en el punto P indicado en la figura.

Datos: distancia: Tierra-Luna, $r_{TL} = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$; Luna-punto, $r_{LP} = 10^5 \text{ km}$

Sol.: $2,70 \cdot 10^{-3} \text{ N/kg}$



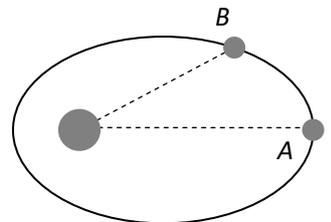
Cuestiones y problemas de selectividad

- 27) Di razonadamente si es nula la fuerza gravitatoria que la Tierra ejerce sobre los astronautas que están en el interior de una cápsula espacial que orbita alrededor de ella. Explica por qué experimentan ingravidez. (C/S00)

- 28) Explicar por qué los cometas que orbitan elípticamente alrededor del Sol tienen más velocidad cuando se encuentran más cerca del Sol, considerando el carácter central de la fuerza gravitatoria. (C/J06)

- 29) Un planeta describe la órbita de la figura. Establece una comparación en los puntos A y B de dicha órbita entre las siguientes magnitudes del planeta:

a) Velocidad de traslación; b) El momento angular respecto al Sol; c) La energía potencial.



- 30) Un planeta describe una órbita elíptica alrededor del Sol. Consideremos el *afelio* (punto más alejado) y el *perihelio* (punto más próximo). Decir explicando las respuestas si las siguientes magnitudes son mayores en el afelio o en el perihelio: a) Energía potencial; b) Energía mecánica; c) Aceleración y d) Momento angular. (C/S09)

- 31) Desde la superficie de la tierra se lanza un objeto con una velocidad doble que la de escape. Calcular la velocidad del objeto cuando está muy lejos de la tierra. (C/--)

- 32) Dos satélites artificiales de masas m_1 y m_2 , con $m_1 = 2m_2$, giran alrededor de la tierra en una órbita circular de radio R . Decir, explicando la respuesta, si son correctas las siguientes afirmaciones: (C/--)

a) Tienen la misma velocidad de escape.

- b) Tienen el mismo momento angular.
- c) Tienen la misma energía mecánica.

- 33) Responde: (C/--)
- a) Explicar el concepto de velocidad de escape obteniendo su expresión.
 - b) Calcular la velocidad de escape desde un planeta conociendo su radio y la aceleración de la gravedad en su superficie.
- 34) Dos planetas esféricos tienen la misma masa, pero la aceleración de la gravedad en la superficie del 1º es cuatro veces mayor que en la del 2º. Halla la relación entre los radios de los dos planetas y entre sus densidades medias. (C/--)
- 35) El satélite artificial *Hispatat 1C* fue lanzado en febrero de 2000 desde Cabo Cañaveral, base de lanzamiento situada en un punto de latitud $28^\circ N$ y fue puesto en órbita geostacionaria. Calcula: (J00)
- a) La velocidad del punto de lanzamiento debido a la rotación de la Tierra.
 - b) La energía mecánica (potencial + cinética) que tenía el satélite antes del lanzamiento.
 - c) La energía mecánica que tiene en su órbita (Toma el potencial gravitatorio igual a cero cuando $r = \infty$).
- Datos: Masa del Hispatat 1C = 1300 kg; $R_T = 6370$ km.
- Sol.: a) 409 m/s
- 36) El vehículo espacial *Apolo VIII* estuvo en órbita circular alrededor de la Luna 113 km por encima de su superficie. (S00)
- a) Halla el periodo de revolución del Apolo.
 - b) Calcula su velocidad respecto a la Luna, suponiendo a ésta inmóvil.
- Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$; $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg; $R_L = 1740$ km
- Sol.: a) $7,14 \cdot 10^3$ s; b) $1,63 \cdot 10^3$ m/s
- 37) Sabiendo que la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo de 1 kg de masa situado en su superficie vale 9,81 N, y suponiendo que su forma es una esfera de 6370 km de radio, calcula su densidad media. (J01)
- Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$
- Sol.: $5,51 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
- 38) La Vía Láctea es una galaxia de tipo espiral, en la que las estrellas están distribuidas a lo largo de varios brazos espirales, todos ellos aproximadamente en el mismo plano. Las estrellas giran respecto al centro de la galaxia, en donde se cree que puede existir un agujero negro. El Sistema Solar se encuentra a 26000 años-luz de dicho centro y su periodo de rotación es de 200 millones de años. Calcula: (S01)
- a) La aceleración (módulo, dirección y sentido) a la que está sometido el Sol en ese movimiento.
 - b) La masa del agujero negro suponiendo que éste es puntual y que se puede despreciar la atracción gravitatoria del resto de las estrellas.

c) Compara el resultado con la masa del Sol.

$1 \text{ año luz} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$; $M_{\text{sol}} = 1,98 \cdot 10^{30} \text{ kg}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$; $1 \text{ año} = 365,3 \text{ d}$
 Sol.:

39) Sea un satélite de una tonelada de masa que gira alrededor de la Tierra en una órbita circular. En los puntos de dicha órbita el valor de la intensidad del campo gravitatorio es la cuarta parte que en la superficie de la Tierra. Calcula:

- a) El radio de la órbita. (J02)
- b) El periodo de revolución del satélite (resultado en horas).
- c) La energía que habría que comunicarle para que desde esa órbita escape del campo de atracción terrestre.

Datos: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6370 \text{ km}$

Sol.: a) $1,27 \cdot 10^4 \text{ km}$; b) $3,98 \text{ h}$; c) $1,56 \cdot 10^{10} \text{ J}$

40) Un satélite artificial gira alrededor de la Tierra en una órbita circular a 1.500 km de altura sobre la superficie terrestre. Calcula: (S02)

- a) El valor de g en los puntos de la órbita.
- b) La velocidad del satélite.
- c) Su periodo de rotación.

Datos: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6370 \text{ km}$; Sol.: a) $6,42 \text{ m/s}^2$; b) $7,12 \cdot 10^3 \text{ m/s}$; c) $1,93 \text{ h}$

41) Suponiendo que la órbita que describe la Luna en su giro alrededor de la Tierra es una circunferencia de radio 60 veces el radio terrestre, calcula el periodo de rotación de la Luna alrededor de la Tierra y expresa el resultado en días.

Datos: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6370 \text{ km}$ (J03 y J05)

Sol.:

42) El satélite Meteosat orbita alrededor de la Tierra en una órbita geoestacionaria. Calcula el radio de la órbita y el valor de la gravedad en los puntos de la misma (S03)

Datos: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6370 \text{ km}$.

Sol.:

43) La Tierra orbita alrededor del Sol en una órbita que podemos considerar circular de radio 150.000 millones de metros. Calcular la masa del Sol. (S04)

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$; $1 \text{ año} = 365,26 \text{ días}$.

Sol.:

44) La basura espacial está compuesta de restos de satélites artificiales, piezas y herramientas que orbitan alrededor de la Tierra, siendo un peligro para las misiones espaciales por la posibilidad de sufrir daños en una colisión. Una de las órbitas en las que se encuentra más concentración de basura se halla a 2000 km de altura respecto a la superficie de la Tierra. Suponiendo órbitas circulares calcular: (S04)

- a) La velocidad de los trozos de la basura en esta órbita.
- b) El tiempo que tardan en completar una órbita.

Datos: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6370 \text{ km}$
Sol.: 1953 kg/m^3 .

- 45) En enero de 2005 la sonda Huygens se posó sobre Titán, una luna de Saturno. Entre los datos obtenidos figura el del valor de la gravedad en su superficie, que resultó ser $1,405 \text{ m/s}^2$. Las fotografías enviadas nos permiten saber que la forma de Titán es esférica y también se determinó con precisión que su radio es 2575 km. Calcular su densidad media. (S05)

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

Sol.:

- 46) El primer ser humano que realizó un viaje orbital alrededor de la Tierra fue el cosmonauta soviético Yuri Gargarin, quien en el año 1961 completó una órbita en 96 minutos. Suponiendo la órbita circular, calcular: (J06)

a) La altura de la nave respecto a la superficie de la Tierra.

b) La velocidad de la nave en la órbita.

Datos: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$; $R_T = 6370 \text{ km}$; Sol.: 572 km

- 47) El periodo de revolución de Marte alrededor del Sol es de 687 días. Sabiendo que la distancia de la Tierra al Sol es de 150 millones de kilómetros, calcular la distancia de Marte al Sol. (J07)

Nota: suponer que las órbitas descritas son circulares.

Sol.: 229 millones de kilómetros

- 48) El radio de la Luna es 0,27 veces el terrestre, y la gravedad de su superficie es la sexta parte de la que hay en la superficie de la Tierra. Sabiendo que la distancia Luna-Tierra es 60 veces el radio terrestre, determina la posición de un punto situado en la recta que une la Tierra con la Luna, en el que la gravedad debida a la acción conjunta de estos dos cuerpos es nula. (S07)

Datos: $R_T = 6370 \text{ km}$

Sol.: $3,44 \cdot 10^5 \text{ km}$

- 49) Un planeta esférico tiene un radio de 3000 km y la aceleración de la gravedad en su superficie es 6 m/s^2 . (J08)

a) ¿Cuál es su densidad media?

b) ¿Cuál es la velocidad de escape para un objeto situado en su superficie?

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

Sol.: a) $7,16 \text{ g/cm}^3$; b) 6.000 m/s

- 50) Una de las lunas de Júpiter, Io, describe una órbita de radio medio $4,22 \cdot 10^8 \text{ m}$ y un periodo de $1,53 \cdot 10^5 \text{ s}$. Calcula el radio medio de otra de las lunas de Júpiter, Calisto, cuyo periodo es de $1,44 \cdot 10^6 \text{ s}$ y la masa de Júpiter. (J09)

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

Sol.: a) $1,88 \cdot 10^9 \text{ m}$; b) $1,90 \cdot 10^{27} \text{ kg}$

- 51) En la superficie de un planeta de 1000 km de radio la aceleración de la grave-

dad es de 2 m/s^2 . Sabiendo que $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, calcular:

- La energía potencial gravitatoria de un objeto de 50 kg de masa situado en la superficie del planeta.
- La velocidad de escape desde la superficie del planeta.
- La masa del planeta.

Sol.: a) $-1,00 \cdot 10^8 \text{ J}$; b) 2.000 m/s ; c) $3,00 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

52) Mars-Express es un satélite que la Agencia Espacial Europea ha mandado para que orbite en torno al planeta Marte. Su masa es de unos 1100 kg y el periodo de su órbita alrededor del planeta de $7,50$ horas. Determinar: (E10)

- El radio de la órbita.
- La energía mecánica del satélite.

Datos: masa de Marte: $6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

Sol.: a) 9250 km

53) En la superficie de un planeta de 3000 km de radio, la aceleración de la gravedad es de 4 m/s^2 . A una altura de $2,5 \cdot 10^4 \text{ km}$ sobre la superficie del planeta, se mueve en una órbita circular un satélite con una masa de 100 kg . Calcula:

- La masa del planeta. (J11)
- La velocidad del satélite.
- La energía mecánica del satélite.

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

Sol.: a) $5,40 \cdot 10^{23} \text{ kg}$; b) $1,13 \cdot 10^3 \text{ m/s}$; c) $-6,43 \cdot 10^7 \text{ J}$

54) Un satélite de telecomunicaciones de 1.500 kg de masa describe una órbita circular alrededor de la Tierra a una altura de 500 km sobre su superficie. Calcular: (J12)

- El periodo de revolución, la velocidad y la aceleración centrípeta.
- La energía mecánica del satélite.

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_T = 6370 \text{ km}$

Sol.:

55) Se pone en órbita un satélite artificial de 600 kg a una altura de 1200 km sobre la superficie de la Tierra. El lanzamiento se realiza desde el nivel del mar. Calcular: (J13)

- La velocidad del satélite en la órbita.
- ¿Cuánto ha aumentado la energía potencial gravitatoria del satélite desde el lanzamiento hasta situarse en la órbita?
- ¿Qué energía adicional hay que suministrar al satélite para que escape a la acción del campo gravitatorio terrestre desde esa órbita?

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_T = 6370 \text{ km}$

Sol.: a) $7,26 \cdot 10^3 \text{ m/s}$; b) $5,96 \cdot 10^9 \text{ J}$

56) En la superficie de un planeta de 3000 km de radio la aceleración de la gravedad es de 6 m/s^2 . A una altura h sobre la superficie del planeta, un satélite de masa 200 kg describe una órbita circular con una aceleración de $5,92 \text{ m/s}^2$.

Calcular: (J14)

- La masa y la densidad del planeta.
- La altura h del satélite en su órbita.
- La energía total del satélite.

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

Sol.: a) $8,10 \cdot 10^{23} \text{ kg}$; $7,16 \cdot 10^{23} \text{ kg/m}^3$; b) $21,0 \text{ km}$; c) $-5,14 \cdot 10^9 \text{ J}$

57) Un satellite artificial describe una órbita circular alrededor de la Tierra. La energía mecánica del satélite en esta órbita es $-4,5 \cdot 10^9 \text{ J}$ y su velocidad 7610 m/s . Calcular: (J15)

- La altura a a la que se encuentra el satélite.
- El periodo de la órbita.
- ¿Con qué velocidad fue lanzado desde la superficie terrestre para colocarlo en dicha órbita?

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$; $R_T = 6370 \text{ km}$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Sol.:

58) Un satélite meteorológico de masa $m = 680 \text{ kg}$ describe una órbita circular a una altura $h = 750 \text{ km}$ sobre la superficie terrestre. (J17)

- Calcula el número de veces que recorrerá la órbita al día.
- Calcula las energías cinética y total que tendrá el satélite en la órbita.
- ¿Cuál es el peso del satélite en la órbita?

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$; $R_T = 6370 \text{ km}$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Sol.: a) $14,4$; b) $E_c = 1,90 \cdot 10^{10} \text{ J}$; $E_m = -1,90 \cdot 10^{10} \text{ J}$; c) $5,34 \cdot 10^3 \text{ N}$

59) Un satellite de 200 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra y su energía cinética es de $5,3 \cdot 10^9 \text{ J}$. Calcular:

- La altura sobre la superficie terrestre a la que orbita el satélite.
- La expresión de la energía mecánica.
- La velocidad de escape del satélite desde su posición orbital.

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$; $R_T = 6370 \text{ km}$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Sol.:

60) La aceleración de la gravedad en superficie de Marte es $g = 3,87 \text{ m/s}^2$. Se lanza verticalmente un objeto desde su superficie, con velocidad inicial igual a la mitad de la de escape. Halla la máxima altura que alcanza. (C/E17)

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$; $R_{\text{Marte}} = 3320 \text{ km}$.

TEMA 3: MOVIMIENTO ONDULATORIO

- 1) Dada la ecuación $y = 2\sin 2\pi(t/0,1 - x/2)$ donde x se mide en m y t en s , calcula la frecuencia y el periodo.

Sol.: $f = 10 \text{ Hz}$ y $T = 0,1 \text{ s}$

- 2) Dada la ecuación de onda $y = 10\sin 2\pi(t/2 - x/0,1)$ donde x se mide en m y t en s , calcula la velocidad de propagación de la misma así como el periodo y la longitud de onda.

Sol.: $v = 0,0500 \text{ m/s}$; $T = 2 \text{ s}$ y $\lambda = 0,100 \text{ m}$

- 3) La ecuación de una onda es $y = 20\sin(0,5\pi t - 1,5x)$ donde x e y se expresan en cm y t en s . Determinar:

- Velocidad de fase, frecuencia y longitud de onda.
- Distancia entre dos puntos que están en fase y en oposición de fase.
- ¿Qué tiempo mínimo tiene que transcurrir para que un punto situado a 2 cm del foco tenga velocidad máxima?

Sol: a) $1,05 \text{ cm/s}$, $1/4 \text{ Hz}$, $4,19 \text{ cm}$, b) λ , $\lambda/2$, c) $1,91 \text{ s}$

- 4) Un punto está sometido a un movimiento de ecuación

$$y = 5\sin 2\pi(2t - 0,001x)$$

donde el tiempo viene en s y x e y en cm . Hállese:

- Frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.
- Puntos con elongación nula en el instante $t = 0,5 \text{ s}$
- Tiempo que tiene que transcurrir para que un punto situado a 5 cm del foco tenga velocidad máxima.

Sol.: a) $f = 2,00 \text{ Hz}$; $\lambda = 1000 \text{ cm}$; $v = 2000 \text{ cm/s}$; b) $x = 0, 5, 10 \dots \text{ m}$ c) $2,50 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

- 5) La ecuación de cierta onda transversal es

$$y = 2\sin 2\pi(t/0,01 - x/30)$$

donde x e y se miden en cm y t en s . Calcular, para la onda:

- Amplitud, longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación.
- Puntos que están en fase y en oposición de fase.
- Módulo de la velocidad máxima de cualquier punto alcanzado por la onda.

Sol: a) $A = 2,00 \text{ cm}$; $\lambda = 30,0 \text{ cm}$; $f = 100 \text{ Hz}$; $v = 3000 \text{ cm/s}$; b) $x = 30, 60, 90, \dots$
c) $v_{os} = 1,26 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

- 6) Dado un movimiento ondulatorio cuya ecuación es $y = \sin 2\pi(100t - x/20)$ donde x e y se expresan en cm y t en s , determinar:

- Amplitud, periodo, frecuencia, longitud de onda y veloc. de propagación.
- Distancia entre puntos que están en fase y en oposición de fase.
- ¿En qué instante alcanza su velocidad máxima un punto que dista de la fuente de ondas 10 cm ?

Sol.: a) $A = 1 \text{ cm}$; $T = 0,01 \text{ s}$; $f = 100 \text{ Hz}$; $\lambda = 20,0 \text{ cm}$; $v = 2000 \text{ cm/s}$;
b) $d_f = 20,0; 40,0 \dots \text{ cm}$; $d_{of} = 10,0; 30,0 \dots \text{ cm}$; c) $t = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

- 7) Un movimiento ondulatorio transversal cuya ecuación es

$$y(x,t) = y_0 \sin \pi(50t - x)$$

donde $y_0 = 0,5 \text{ cm}$, t se expresa en s y x en cm , se está propagando en un cierto medio. En un instante inicial, un punto situado en $x_1 = 10 \text{ cm}$ se encuentra en un cierto estado de movimiento: posición, velocidad y aceleración. Calcula cuánto tiempo transcurrirá para que un punto situado a $x_2 = 10,5 \text{ cm}$ alcance el mismo estado de movimiento.

Sol.: $t = 0,01 \text{ s}$

- 8) La ecuación de una onda es $y = 0,1 \sin \pi(t/2 - x/2)$, donde x e y se expresan en metros y t en segundos. Calcular:

- La amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.
- La diferencia de fase, en el mismo instante, entre dos puntos que distan 2 m en la dirección de propagación.

Sol.: a) $A = 0,1 \text{ m}$; $f = \frac{1}{4} \text{ Hz}$; $\lambda = 4 \text{ m}$; $v_p = 1 \text{ m/s}$; b) $\Delta\Phi = \pi \text{ rad}$

- 9) Una onda armónica que se propaga por una cuerda tensa viene dada por:

$$y(x,t) = 0,5 \sin 10\pi(10t + x)$$

Si todas las magnitudes están expresadas en el *SI*, calcular:

- La frecuencia de la onda.
- La longitud de onda.
- La velocidad de propagación.
- Velocidad del punto de la cuerda $x = 0$ en el instante $t = 0,02 \text{ s}$.

Sol.: a) $f = 50,0 \text{ Hz}$; b) $\lambda = 0,200 \text{ m}$; c) $v = 10,0 \text{ m/s}$; d) $v_{os} = 50\pi \text{ m/s}$

- 10) Una onda de 1000 Hz de frecuencia se propaga con una velocidad de 300 m/s .

- ¿Cuál es la diferencia de fase entre dos puntos distantes entre sí 45 cm en la dirección de propagación?
- ¿Cuál es la mínima distancia, medida en la dirección de propagación, entre dos puntos consecutivos cuya diferencia de fase es de $3\pi/2 \text{ rad}$.

Sol.: a) $\Delta\Phi = \pi \text{ rad}$ b) $d_{min} = 22,5 \text{ cm}$

- 11) Una onda que se propaga por una cuerda responde a la ecuación, en unidades del *SI*: $y = 3 \cdot 10^{-3} \sin(80t - 6x)$. Si la cuerda tiene un extremo fijo en una pared, escribe la ecuación de la onda reflejada.

Nota: Cuando una onda se propaga sufre un cambio de fase de π radianes.

Sol.: $y = -3,00 \cdot 10^{-3} \sin(80t + 6x)$

- 12) Una onda estacionaria que responde a la ecuación $y = 0,02 \sin 10\pi x \cdot \cos 40\pi t$ en unidades del *SI* se propaga por una cuerda.

- Determina la amplitud, frecuencia y longitud de onda de las ondas que por superposición provocan la estacionaria.
- Calcula la distancia entre dos nodos consecutivos de la cuerda.

Sol.: a) $A = 0,0100 \text{ m}$; $f = 20,0 \text{ Hz}$; $\lambda = 0,200 \text{ m}$; b) $d_N = 0,100 \text{ m}$

- 13) Una cuerda de guitarra de 1 m de longitud vibra formando 4 nodos. Los vientres tienen un desplazamiento máximo de 4 mm. Si la velocidad de las ondas en la cuerda es de 660 m/s, determina la frecuencia de vibración.

Sol.: $f = 990 \text{ Hz}$

- 14) El movimiento de una cuerda tensa, de longitud $L = 1 \text{ m}$, con sus extremos fijos, corresponde a la onda estacionaria $y(x,t) = 0,1 \text{ sen}(3\pi/L)x \cos \omega t$ en la que las cantidades vienen en el SI Se pide

- ¿Cuál es la longitud de onda de la misma?
- ¿Cuál es el número de nodos?
- Si la velocidad de propagación de las ondas en la cuerda es de 4 m/s, ¿cuál es la frecuencia angular ω de la onda estacionaria?

Sol.: a) $\lambda = 2/3 \text{ m}$ b) $N = 4$ c) $\omega = 12\pi \text{ rad/s}$

- 15) Una cuerda de 1 m de longitud se mantiene fija por sus dos extremos. Un pulso engendrado en un extremo se refleja y regresa al punto de partida en 0,1 s. ¿Cuáles son las frecuencias de oscilación permitidas en esta cuerda?

Sol.: $f = 10,0n \text{ Hz}$ donde $n = 1, 2, 3 \dots$

- 16) En una cuerda se engendra una onda sinusoidal mediante un oscilador armónico que actúa en el punto $x = 0$ con una frecuencia de 10 Hz y una amplitud de 3 cm. Determinar la ecuación de la onda, sabiendo que en el instante $t = 0$ el oscilador se encuentra en la posición de amplitud máxima y que la velocidad de la onda es de 12 m/s.

Sol.: $y = 3 \text{ sin}[(20\pi t - 5\pi x/3) + \pi/2]$

- 17) Hallar la tensión (T) de una cuerda de piano cuya frecuencia fundamental de vibración es de 247 Hz, su longitud 0,5 m y su densidad lineal (η) 0,01 kg/m.

Sol.: $T = 610 \text{ N}$

- 18) Cierta instrumento musical emite una nota que produce un nivel de intensidad sonora de 50 dB a una distancia de 5 m. Calcular a la distancia que se deja de percibir el sonido si la intensidad umbral para el mismo es de 10^{-12} W/m^2 .

Sol.: $d = 1580 \text{ m}$

- 19) Un rayo luminoso de 60 nm de longitud de onda se encuentra con un obstáculo con dos rendijas muy estrechas separadas una distancia de 0,50 mm. Al otro lado se coloca una pantalla a 50 cm del obstáculo. Se pide:

- ¿En qué posición de la pantalla se verá el primer mínimo de difracción.
- ¿Qué distancia separa dos máximos consecutivos?
- ¿Y dos mínimos consecutivos?

Sol.: a) 640 nm; b) 0,6 mm; c) 0,6 mm

Cuestiones y problemas de Selectividad

- 20) Recurriendo a las propiedades de la difracción de las ondas en obstáculos, explica por qué a una persona que no podemos ver (por ejemplo, porque está detrás de una puerta abierta) por el contrario sí que la podemos oír. ¿Oiremos de la misma manera una voz grave que otra aguda? Indica el orden de magnitud de las magnitudes implicadas. (C/J02)
- 21) Poner un ejemplo de difracción del sonido y otro de difracción de la luz. (C/S06)
- 22) Pon un ejemplo de interferencia del sonido y otro de la luz. (C/J07)
- 23) Dibujar dos ondas transversales del mismo periodo y: (C/J08)
- De la misma amplitud, pero una de doble longitud de onda que la otra.
 - De la misma longitud de onda, en fase, pero con las amplitudes en relación $A_1 = A_2$.
 - De la misma amplitud y longitud de onda, pero desfasadas π radianes. ¿Cuál es en este caso la amplitud de la superposición de las dos ondas? Razona la respuesta.
- 24) Razonar cuál de las siguientes afirmaciones sobre una onda estacionaria generada por la interferencia de dos ondas de la misma frecuencia es correcta: a) La amplitud es constante; 2) La onda transporta energía; 3) La frecuencia es la misma que la de las dos ondas que interfieren. (C/--)
- 25) ¿Cómo se forman las ondas estacionarias? Explicar las condiciones que deben cumplirse para que se forme una onda estacionaria en una cuerda tensa y fija por sus dos extremos. Dibujar dos modos de vibración. (C/J13)
- 26) Una onda sonora armónica tiene una frecuencia de 1 kHz y una amplitud 100 Å. Calcula su longitud de onda y escribe la ecuación de onda. (C/J00)
Datos: 1 Å = 10^{-10} m; velocidad del sonido, $v = 340$ m/s.
Sol.:
- 27) Dos corchos que flotan en la superficie del agua de un estanque son alcanzados por una onda que se produce en dicha superficie, tal que los sucesivos frentes de onda son rectas paralelas entre sí que avanzan perpendicularmente a la recta que une ambos corchos. Se observa que los corchos realizan 8 oscilaciones en 10 s, y que oscilan en oposición de fase. Sabiendo que la distancia entre los corchos es 80 cm y que ésta es la menor distancia entre puntos que oscilan en oposición de fase, halla la velocidad de propagación de la onda en el agua. (S02)
Sol.: $v = 1,28$ m/s
- 28) Dada la onda descrita por la ecuación $y = 0,20 \text{sen}\pi(20x + 100t)$, escrita en unidades del SI, calcula:
- La amplitud, longitud de onda, periodo, frecuencia angular, frecuencia li-

neal, velocidad y sentido de propagación de la onda.

- b) La velocidad de un punto situado a 30 cm del origen cuando $t = 5,0 \cdot 10^{-3}$ s. Interpreta físicamente el resultado.

Sol.: a) $A = 0,2$ m; $\lambda = 0,1$ m; $T = 0,02$ s; $\omega = 100\pi$ rad/s; $f = 50$ Hz y $v_{os} = 5$ m/s;

b) $v = 0$

- 29) Sea una cuerda tensa muy larga. Hacemos que uno de los extremos (O) realice un movimiento armónico simple en una dirección perpendicular a la cuerda, de amplitud $A = 0,3$ cm y frecuencia $f = 2$ Hz, de forma que la perturbación se propaga a lo largo de la cuerda con una velocidad de 5 m/s. Sabiendo que en el instante inicial la elongación del punto O es nula, se pide: (S03)

a) Escribe la ecuación de onda.

- b) Halla la elongación y velocidad transversal de un punto P situado a 10 m de O 4 s después de iniciado el movimiento. Interpreta el resultado.

Sol.: a) $y = 0,3 \sin \left[\left(4\pi t - \frac{4\pi}{5} x \right) + \varphi \right]$ donde $\varphi = 0$ ó $\varphi = \pi$

b) (con $\varphi = 0$) $\Rightarrow y = 0$; $v = 3,77$ cm/s

- 30) La distancia entre los extremos de la cuerda de una guitarra es 66 cm. Si la frecuencia fundamental del sonido que emite cuando se pulsa es 440 Hz, Halla:

- a) La longitud de la onda estacionaria generada en la cuerda. (J04)
b) La velocidad de propagación de la onda en la cuerda.

Sol.:

- 31) La ecuación de una onda transversal que se propaga en una cuerda es: (J07)

$$y = 0,2 \sin(400t - 20x)$$

estando x e y expresados en cm y t en segundos. Hallar:

- a) La amplitud, periodo, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.
b) Posición y velocidad del punto situado en $x = 2$ cm en el instante $t = 1$ s.

Sol.: a) $A = 0,2$ cm; $T = 0,0157$; $f = 63,7$ Hz; $\lambda = 0,314$ cm; $v = 20,0$ cm/s;

b) $y = 0,192$ cm; $v_{os} = -22,8$ cm/s

- 32) Una onda transversal se propaga en una cuerda según la ecuación: (J08)

$$y(x,t) = 0,4 \sin(100\pi t - 0,5\pi x + \pi/2)$$

expresada en el SI de unidades. Calcula:

- a) La longitud de onda y la velocidad de propagación.
b) La velocidad de oscilación de una partícula de la cuerda situada en el punto $x = 2$ m en el instante $t = 0,5$ s.
c) La diferencia de fase de dos puntos de la cuerda separados 50 cm.
d) El instante en el que un punto situado a 1 m del origen alcanza por primera vez velocidad nula.

Sol.: a) $\lambda = 4,00$ m; $v = 200$ m/s; b) $v_{os} = 0$; c) $\Delta\Phi = \pi/4$ rad

- 33) La ecuación de una onda que se propaga por una cuerda tensa es,

$$y(x,t) = 0,05 \sin(25\pi t - 2\pi x)$$
 en unidades del SI. (S09)

- a) Explica qué tipo de onda es y cuáles son su amplitud, su frecuencia y su velocidad de propagación.
- b) Representa gráficamente la forma de la onda en el instante inicial en los puntos $0 \leq x \leq 1$ m.
- c) Calcula el instante en el que un punto situado a 30 cm del origen alcanza velocidad nula.

Sol.: a) $A = 0,05$ m; $f = 12,5$ Hz; $v = 12,5$ m/s

- 34) En un extremo de una cuerda tensa horizontal de 5 m se provoca un MAS perpendicular a la dirección de la cuerda, cuya elongación es de -8 cm cuando han transcurrido 0,5 s desde su comienzo. Se observa que la onda producida tarda en llegar al otro extremo 2 s y que la distancia entre dos crestas consecutivas es de 1,5 m. (J10)

- a) Determinar frecuencia, longitud de onda y amplitud del movimiento ondulatorio.
- b) Calcular la velocidad de un punto situado a 1,5 m del origen de la onda al cabo de 0,6 s de iniciado el movimiento.
- c) Hallar el desfase entre dos puntos separados 2 m.

Sol.: a) $f = 1,67$ Hz; $\lambda = 1,50$ m; $A = 9,24$ cm; b) $v_{os} = 96,8$ cm/s; c) $\Delta\Phi = 8\pi/3$ rad

- 35) La ecuación de una onda armónica que se propaga en una cuerda es.

$$y(x,t) = 0,5 \sin(\pi t - \pi x - \pi/3)$$

expresada en el SI de unidades. Determinar: (E10)

- a) La velocidad de propagación de la onda, la longitud de onda y el periodo.
- b) La velocidad transversal del punto $x = 2$ m en el instante $t = 10$ s.
- c) La aceleración máxima del punto anterior de la cuerda en el movimiento de oscilación.

Sol.: a) $v = 1,00$ m/s; $\lambda = 2,00$ m; $T = 2$ s; b) $v_{os} = 0,785$ m/s; c) $a_{max} = 4,93$ m/s²

- 36) La ecuación de una onda que se propaga en una cuerda tensa en el eje OX es $y = 0,01 \sin(2t - 3x)$, en unidades del SI. Se pide: (J12)

- a) ¿Cuál es el periodo, la longitud de onda y la velocidad de propagación?
- b) En $t = 1$ s ¿cuál es el desplazamiento y la velocidad de vibración del punto de la cuerda $x = 10$ cm.
- c) ¿Cuál es la diferencia de fase entre dos puntos separados 5 cm?

Sol.:

- 37) Por una cuerda se propaga una onda cuya ecuación es $y = 0,06 \sin(t + 2x)$ en unidades del S.I. Obtener: (J13)

- a) La frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación de la onda.
- b) El primer valor de t en el que se anula la velocidad en el punto $x = 2$ m.
- c) Hallar los dos puntos más próximos a $x = 2$ m en oposición de fase con él.

Sol.: a) 0,159 Hz; 3,14 m; 0,5 m/s; b) 0,712 s; c) 0,429 y 3,57 m

- 38) Una onda transversal se propaga de izquierda a derecha, según el eje OX, a lo largo de una cuerda horizontal tensa e indefinida. La onda está generada por

un oscilador que vibra en la dirección del eje OY con un movimiento armónico simple de frecuencia $f = 20 \text{ Hz}$ y amplitud $A = 4 \text{ cm}$. La distancia mínima entre dos puntos que están en fase es 30 cm y en el instante inicial, el punto $x = 0$ tiene elongación nula y velocidad de vibración positiva. (J14)

- Escribir la expresión matemática de la ecuación de onda indicando el valor del periodo, la longitud de onda y la velocidad de propagación.
- Determinar, en el instante $t = 2 \text{ s}$, cual es la velocidad y la aceleración de vibración del punto $x = 12 \text{ cm}$.

Sol.:

39) Una onda se propaga en el eje OX siendo su ecuación $y = 0,4 \sin(4t - 6x)$, expresada en unidades del sistema internacional. (J15)

- Explicar qué tipo de onda es y en qué sentido se propaga.
- Calcular la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad de propagación.
- Encontrar la velocidad de una partícula del medio situada a 2 m cuando han transcurrido 5 s .
- Hallar la diferencia de fase en un punto del medio cuando han pasado 6 s .

Sol.:

40) Una onda armónica transversal de 4 Hz de frecuencia se propaga a lo largo de una cuerda con una velocidad de 2 m/s en la dirección positiva del eje OX . En la posición $x = 2 \text{ m}$, en el instante $t = 2 \text{ s}$ la velocidad es nula y la elongación positiva y, en el instante $t = 2,125 \text{ s}$, su elongación es -5 cm . Se pide: (J17)

- El periodo, la longitud de onda, la fase inicial y la amplitud de la onda
- Indicar la expresión matemática de la onda. Dibujar la velocidad frente a x en el instante $t = 0 \text{ s}$ y en el intervalo $0 \leq x \leq 1 \text{ m}$.

Sol.: a) $T = 0,25 \text{ s}$; $\lambda = 0,5 \text{ m}$; $\varphi = \pi/2 \text{ rad}$; $A = 5 \text{ cm}$; b) $y = 5 \sin(8\pi t - 4\pi x + \pi/2)$

41) El extremo de una cuerda oscila con un movimiento armónico simple de amplitud 15 cm realizando 20 oscilaciones en 5 s . La velocidad de propagación de la perturbación es de 10 m/s y, en el instante inicial, el extremo de la cuerda que estamos haciendo oscilar tiene una elongación $y = 0,15 \text{ m}$.

- Escribir la ecuación de la onda indicando el periodo y la longitud de onda.
- Calcular la distancia entre los dos puntos más próximos que están en oposición de fase.
- Hallar la velocidad de oscilación de un punto situado a 2 m del extremo, 5 s después de iniciado el movimiento.

42) Un altavoz emite sonido como un foco puntual. A una distancia de 1 km dejamos de escuchar el sonido. (C/E17)

- ¿Cuál es la potencia del sonido emitido por el altavoz?
- ¿A qué distancia del mismo el nivel de intensidad sonora es de 50 dB ?

Dato: $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

Sol.:

TEMA 4: ÓPTICA GEOMÉTRICA

- 2) La velocidad de la luz en el etanol es de 220.000 km/s . ¿Cuál es el índice de refracción absoluto del etanol? Cuando la luz pasa del aire al etanol, ¿se produce algún cambio en su longitud de onda o en su frecuencia?
Sol.: 1,36
- 3) ¿Cuál es el ángulo límite cuando la luz pasa del vidrio crown ($n = 1,51$) al aire?
Sol.: $41,5^\circ$
- 4) Un haz de luz blanca incide desde el aire sobre una superficie de cuarzo fundido con un ángulo de incidencia de 15° . El cuarzo fundido tiene un índice de refracción que es de 1,472 para el violeta y 1,455 para el rojo.
a) ¿Qué se refracta más, el rojo o el violeta? Haz un dibujo.
b) Halla la separación angular en minutos de arco de los rayos rojo y violeta refractados.
Sol.: b) $7' 12''$
- 5) Un haz de rayos de luz paralelos pasan del agua al aire. Se pide:
a) El ángulo de incidencia si los rayos reflejados y refractados son perpendiculares.
b) El valor del ángulo límite.
Sol.: a) $37,6^\circ$; b) $50,3^\circ$
- 6) Un rayo luminoso incide por cara inferior de un cubo de vidrio de índice de refracción 1,5; que está sumergido en agua de índice de refracción 1,33. ¿Con qué ángulo debe incidir el rayo para que al salir la luz haya reflexión total en la cara superior horizontal del cubo?
Sol.: $\theta > 35,1^\circ$
- 7) Sobre un prisma de vidrio de 45° e índice de refracción 1,55 incide un rayo de luz monocromática. Si el ángulo de incidencia es de 30° , calcula el ángulo de emergencia y la desviación producida en el rayo.
Sol.: $43,2^\circ$ y $28,2^\circ$
- 8) En el fondo de un recipiente con agua de 1 m de profundidad hay un foco que emite luz en todas las direcciones. Si en la vertical del foco y en la superficie del agua se coloca un disco opaco, calcula el radio que debe tener el disco para que se impida la visión de la luz que sale del foco por un observador situado en la superficie, sabiendo que para el agua el índice de refracción es $n = 1,33$.
Sol.: 1,14 m
- 9) Delante de un espejo convexo, de 30 cm de radio, se sitúa un objeto de 8 mm de altura a 10 cm del espejo. Calcula:

- a) La distancia focal del espejo.
 b) La posición y el tamaño de la imagen.
Sol.: a) 15,0 cm; b) 6,00 cm; 4,80 mm

10) Un objeto de 1 cm de altura se encuentra delante de un espejo cóncavo de 20 cm de radio, a 10 cm del mismo. ¿Cómo es la imagen formada por el espejo y dónde está situada? Construye la imagen gráficamente y resuelve el problema matemáticamente.

Sol.: está situada en el infinito

11) Cierta objeto colocado a 2 m de un espejo produce una imagen derecha y de tamaño tres veces mayor que el objeto. ¿El espejo es convexo o cóncavo? ¿Cuánto mide su radio de curvatura?

Sol.: Cóncavo; -6,00 m

12) Se tiene un espejo cóncavo de 1,2 m de radio. Hallar:

- a) La distancia a la que hay que colocar un pequeño objeto en el eje para obtener una imagen cuatro veces mayor, pero invertida.
 b) En el caso de que el espejo sea convexo, determina la distancia a la que hay que colocar el objeto para que su imagen tenga la mitad de tamaño.

Sol.: a) $d = -0,750 m$; b) $d = -0,600 m$

13) Un objeto de 4 cm de altura está situado a 24 cm delante de una lente distancia focal imagen $f' = -8 cm$. Halla:

- a) La posición y el tamaño de la imagen.
 b) Representa gráficamente el sistema con su trazado de rayos e indica las características de la imagen.

Sol.: $s' = -6 cm$; $y' = 1 cm$

14) La distancia focal imagen de una lente es de 16 cm. Un objeto de 8 cm de altura se coloca a 32 cm de la lente. Se pide:

- a) Representa gráficamente el sistema con su trazado de rayos e indica las características de la imagen.
 b) Determina el tamaño y la posición de la imagen.

Sol.: $s' = 32 cm$; $y' = -8 cm$

15) Se dispone de una lente de 10 dioptrías. Calcula el aumento que se consigue de un objeto situado a 2 cm del centro óptico.

Sol.: $M_L = +1,25$

16) Dos lentes convergentes delgadas se colocan con una separación de 60 cm. La primera tiene una distancia focal de 10 cm y la segunda de 15 cm. Si un objeto de 4 cm de altura se coloca a 20 cm de la primera lente, ¿cuáles son la posición, el tamaño y las características de la imagen final?

Sol.: $s' = 24,0 cm$ y $y' = 2,40 cm$

- 17) El punto remoto de un ojo miope se encuentra situado a 50 cm por delante del mismo. ¿Cuál ha de ser la potencia de la lente necesaria para corregir esa miopía?

Sol.: $P = -2,00$ dioptrías

- 18) El punto próximo de un ojo hipermetrope se encuentra situado a 1 m por delante del mismo. Si desea leer colocando el libro a 25 cm de distancia, ¿cuál ha de ser la potencia de la lente necesaria para conseguirlo?

Sol.: $P = 3,00$ dioptrías

- 19) Con una cámara fotográfica cuyo objetivo tiene 10 D se retrata a una persona situada a 2,10 m de distancia. ¿A qué distancia del centro óptico del objetivo debe colocarse la placa? Si la persona tiene 1,70 m de altura, ¿qué altura mínima debe tener la placa fotográfica para formar una imagen de cuerpo entero?

Sol.: $s' = 10,5$ cm e $y' = -8,50$ cm

- 20) Determina las características de la imagen formada por una lente de -5 D de potencia y el tamaño de la misma si el objeto está situado a 10 cm de la lente y tiene una altura de 2 cm.

Sol.: Virtual, derecha y menor; 1,33 cm



- 21) Desde el aire incide un rayo de luz sobre un prisma de vidrio, de índice de refracción de 1,5, con un ángulo de incidencia de 15° . Determina:

- El valor del ángulo de incidencia en la cara mayor del prisma.
- Si se producirá reflexión total.

Sol.: a) 50°

- 22) Un prisma óptico de ángulo diedro igual a 60° y cuyo índice de refracción es de 1,5 recibe un rayo de luz perpendicular a una de sus caras. Calcula:

- El ángulo de desviación del prisma.
- El valor que debe tener el ángulo diedro para que el rayo emergente en la segunda cara salga rasante a dicha superficie.

Sol.: a) $\delta = 60,0^\circ$; b) $\alpha = 96,4^\circ$

Cuestiones y problemas de Selectividad

- 23) Un rayo de luz se propaga del aire al agua, de manera que el rayo incidente forma un ángulo de 30° con la normal a la superficie de separación aire/agua, y el rayo refractado forma un ángulo de 22° con dicha normal. Determina: (S03)

- El índice de refracción del agua.
- La velocidad de propagación de la luz en el agua.
- El ángulo límite a partir del cual se produce la reflexión total en la propagación agua \rightarrow aire.

Sol.: a) $n = 1,33$; b) $v = 2,25 \cdot 10^8$ m/s; c) $l = 48,8^\circ$

- 24) Los dentistas usan para inspeccionar las piezas dentales una varilla metálica terminada en un espejito cóncavo de radio de curvatura $5,0\text{ cm}$. Si se coloca a $2,0\text{ cm}$ de una posible caries de $1,0\text{ mm}$, ¿de qué tamaño se verá ésta? ¿y si usase una lente convergente delgada de $5,0\text{ cm}$ de distancia focal? (MP99)
Sol.: $y' = 5,00\text{ mm}$
- 25) Se tiene un objeto de 5 cm de altura a 20 cm de una lente bicóncava de -2 D . Se pide: (J00)
 a) Calcular la posición y el tamaño de la imagen; indicar si es real o virtual.
 b) Representar gráficamente el sistema con su trazado de rayos.
Sol.: a) $s' = -14,3\text{ cm}$; $y' = 3,57\text{ cm}$
- 26) Mediante una lente se quiere proyectar la imagen de una diapositiva aumentada 20 veces sobre una pared distante 12 m de la lente. (S00)
 a) Indica razonadamente qué clase de lente se necesita.
 b) Calcula en qué posición hay que colocar la diapositiva.
 c) Determina la distancia focal de la lente.
Sol.: a) Convergente; b) $s = -60\text{ cm}$; c) $f' = 57,1\text{ cm}$
- 27) Un espejo esférico cóncavo tiene un radio de curvatura de $1,2\text{ m}$. A una distancia de 90 cm por delante de él se sitúa un objeto de 10 cm de altura. (J01)
 a) Calcula dónde se forma la imagen y su tamaño.
 b) Representa gráficamente el sistema con sus rayos.
Sol.:
- 28) El espejo cóncavo de un faro de automóvil forma la imagen del filamento de 4 mm de la lámpara sobre una pared que dista 3 m del espejo. La imagen tiene un tamaño de $0,3\text{ m}$. Calcula: (J02)
 a) Dónde está colocado el filamento respecto al espejo.
 b) Representa gráficamente el trazado de rayos.
Sol.: a) $s = -4,00\text{ cm}$
- 29) El radio de curvatura de un espejo esférico cóncavo es $R = 1\text{ m}$. Un objeto de $0,1\text{ cm}$ de altura está situado delante del espejo perpendicularmente a su eje óptico y por encima de él, a una distancia de $0,2\text{ m}$ del mismo. (J06)
 a) Hallar la posición y el tamaño de la imagen.
 b) Representar gráficamente el sistema con su trazado de rayos.
Sol.: $s' = 1/3\text{ m}$; $y' = 1/6\text{ cm}$
- 30) Un espejo esférico convexo, que actúa de retrovisor de un coche parado, proporciona una imagen virtual de un vehículo que se aproxima con velocidad constante. Cuando el vehículo se encuentra a 8 m del espejo, el tamaño de la imagen es $1/10$ del tamaño real. (J08)
 a) ¿Cuál es el radio de curvatura del espejo?
 b) ¿A qué distancia del espejo se forma la imagen virtual? Construir el diagrama de rayos.
Sol.: a) 178 cm ; b) 80 cm

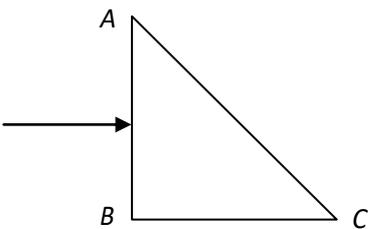
- 31) Una lente delgada convergente proporciona de un objeto situado delante de ella una imagen real, invertida y de doble tamaño que el objeto. Sabiendo que dicha imagen se forma a 30 cm de la lente, calcula: (S09)
- La potencia de la lente en dioptrías.
 - La posición y características de la imagen que dicha lente formará de un objeto situado a 5 cm de ella, efectuando su construcción geométrica.
- Sol.: a) $P = 10 D$; b) $s' = -10,0 \text{ cm}$

- 32) Una lente convergente de un proyector de diapositivas que tiene una distancia focal de +15,0 cm, proyecta una imagen nítida de una diapositiva de 3,5 cm de alto sobre una pantalla que se encuentra a 4,0 m de la lente. (J11)
- ¿A qué distancia de la lente está colocada la diapositiva?
 - ¿Cuál es el tamaño de la imagen que forma el proyector en la pantalla?
 - Construye gráficamente la imagen.
- Sol.: a) $s = -15,6 \text{ cm}$; b) $y' = -89,8 \text{ cm}$

- 33) Queremos proyectar, sobre una pantalla situada a 1,0 m de distancia de una lente, la imagen de un objeto de 3 cm de altura. (J15)
- ¿Qué tipo de lente utilizamos? Razonar la respuesta.
La lente utilizada tiene una distancia focal de 20 cm de valor absoluto. Calcular:
 - La distancia a la que tenemos que colocar el objeto para que la imagen se forme sobre la pantalla.
 - El tamaño de la imagen.
 - Construir el diagrama de rayos señalando la trayectoria de tres rayos.
- Sol.:

- 34) Queremos obtener, con una lente delgada, una imagen virtual y derecha de 20 cm de un objeto de 10 cm de altura situado a una distancia de 2 m de la lente. (J17)
- Indicar el tipo de lente que hay que utilizar. Razonar la respuesta.
 - Calcular la potencia, en dioptrías, de dicha lente.
 - Realizar el diagrama de rayos correspondiente.
- Sol.:

- 35) Disponemos de un prisma óptico de índice de refracción 1,5 inmerso en aire. La sección del prisma, mostrada en la figura, es un triángulo rectángulo isósceles. Un rayo luminoso incide perpendicularmente sobre la cara AB del prisma, se pide: (E15)
- Dibujar razonadamente la trayectoria del rayo a través del prisma hasta salir al aire.
 - ¿Con qué velocidad se propaga la luz en el interior del prisma?
- Dato: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- Sol.:

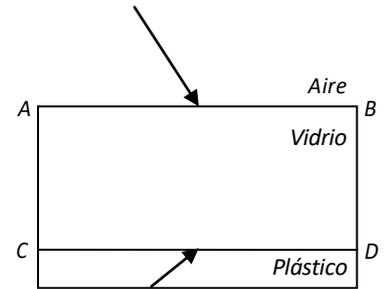


36) Disponemos de una lámina de vidrio planoparalela de 1,5 índice de refracción apoyada en su cara inferior (CD) en un plástico de índice de refracción 1,4. Un rayo de luz, de frecuencia $6 \cdot 10^{14}$ Hz, incide con un ángulo de 30° sobre la cara AB de la lámina, como indica la figura. (E17)

- Dibujar la trayectoria del rayo indicando los ángulos en las separaciones aire-vidrio y vidrio-plástico.
- Calcular la frecuencia y la longitud de onda de la luz en el vidrio.
- Si el rayo incide en la superficie de separación plástico-vidrio (cara CD), ¿cuál es el máximo ángulo de incidencia para que el rayo se refracte en la superficie de separación vidrio-aire?

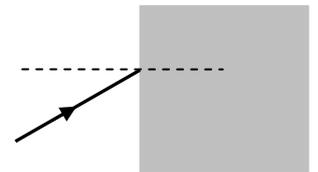
Dato: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Sol.:



37) Disponemos de un cubo de vidrio de índice de refracción $n = 1,45$ que está inmerso en agua cuyo índice de refracción es $n = 4/3$. Un rayo de luz monocromático incide en la cara vertical del cubo como indica la figura. ¿Cuál debe ser el ángulo de incidencia para que en la cara superior AB haya reflexión total? (C/J18)

Sol.:



TEMA 5: ELECTROMAGNETISMO

Parte 1ª: INTERACCIÓN ELÉCTRICA

- 1) Formando un cuadrado de 1 m de lado se sitúan cargas de 1, -1, 2 y -2 μC ($1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{ C}$). Determina el campo y el potencial en el centro de cuadrado.

Sol.:

- 2) Dos cargas de 6 y -6 μC (que suponemos fijas) están situadas a 6 cm de distancia la una de la otra. Si suponemos que ambas se encuentran en el eje OY y a igual distancia del origen de coordenadas, calcula:

- a) Magnitud, dirección y sentido del campo eléctrico en un punto del eje OX para el que $x = 4\text{ cm}$.
b) Fuerza que ejercen las cargas sobre otra de 2 mC situada en ese punto.

Sol.: a) $\vec{E} = -2,59 \cdot 10^7 \vec{j}\text{ N/C}$; b) $\vec{F} = -5,18 \cdot 10^4 \vec{j}\text{ N}$

- 3) En cada uno de los vértices de un triángulo equilátero de lado 10 cm se coloca una carga de $2 \cdot 10^{-7}\text{ C}$. Halla:

- a) La fuerza sobre cada carga debido a la presencia de las otras dos.
b) El campo eléctrico en el centro del triángulo.

Sol.:

- 4) Dos partículas de -1 μC y +1 μC se encuentran, respectivamente, en los puntos (0,0) y (6,0) de un sistema de coordenadas. Calcula:

- a) La intensidad del campo en el punto P (3,4). Halla su valor numérico, dibuja el vector y exprésalo en sus componentes.
b) El potencial en el punto P (3,4).
c) El trabajo que realiza el campo creado por la carga de -1 μC cuando la carga de +1 μC se traslada del punto Q (6,0) hasta otro fuera del campo. Interpreta el signo.

Datos: $k = 9 \cdot 10^9\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$. Las coordenadas están en metros.

Sol.: a) $\vec{E} = -432 \vec{i}\text{ N/C}$ b) 0; c) $-1,5 \cdot 10^{-3}\text{ J}$

- 5) Tres cargas eléctricas de 2, -2 y 3 μC se hallan localizadas en los puntos (0,0), (30,0) y (0,20) de respectivamente. Calcula el campo resultante en el punto (20,20). Las coordenadas están expresadas en cm.

Sol.: $\vec{E} = 9,90 \cdot 10^5 \vec{i} - 1,63 \cdot 10^5 \vec{j}\text{ N/C}$; mód. $E = 10,0 \cdot 10^5\text{ N/C}$

- 6) Calcula el potencial electrostático en los dos vértices contiguos de un cuadrado de 1 m de lado, si en los vértices opuestos se alojan dos cargas eléctricas de 3 μC , pero de signos opuestos. Determina el incremento de energía cinética que experimenta un electrón que se desplaza de un vértice a otro.

Sol.: $V_a = 7,91 \cdot 10^3\text{ V}$ y $V_b = -7,91 \cdot 10^3\text{ V}$; $\Delta E_c = 2,53 \cdot 10^3\text{ J}$

- 7) El potencial a una cierta distancia de una carga puntual es de 600 V y la intensidad del campo de 200 N/C. ¿A qué distancia nos encontramos de la carga? ¿Cuál es su valor?

Sol.: $d = 3,00 \text{ m}; q = 2,00 \cdot 10^{-7} \text{ C}$.

- 8) ¿Cuánta energía se necesita para situar a dos electrones a una distancia de $2,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$? Se supone que los electrones inicialmente estaban en reposo infinitamente separados.

Sol.: $9,22 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- 9) Un campo eléctrico constante tiene la dirección del eje OX y su intensidad es de 200 N/C . Si una carga de $2 \mu\text{C}$, inicialmente en reposo en el origen, se deja en libertad, calcula:

- La variación de su energía potencial cuando alcanza el punto $x = 4 \text{ cm}$.
- Energía cinética en el punto anterior.
- Diferencia de potencial entre los puntos $x = 4$ y $x = 0 \text{ cm}$.

Sol.: a) $-1,60 \cdot 10^{-5} \text{ J}$; b) $1,60 \cdot 10^{-5} \text{ J}$; c) $-8,00 \text{ V}$.

- 10) Se colocan en posición vertical dos placas metálicas paralelas, separadas 10 cm y se las carga a $2 \cdot 10^4 \text{ V}$. Entre las placas se dispone un péndulo eléctrico constituido por una esferita metálica de 2 mm de diámetro y $7,8 \text{ g/cm}^3$ de densidad que se ha cargado a 2000 V , suspendida de un hilo de masa despreciable. Determina la posición de equilibrio del péndulo.

- 11) Se tiene un campo uniforme de 50.000 V/m a lo largo del eje OX . Si en el punto $x = 0$ se deja libre a un protón, determina:

- Aceleración que adquiere.
- Velocidad que lleva después de haber recorrido 2 cm .

Sol.: a) $4,79 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$; b) $4,38 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

- 12) Una partícula de masa m y carga q negativa se encuentra en reposo entre las placas de un condensador. El campo eléctrico, de 100 N/C , es uniforme y las líneas de fuerza tienen la misma dirección que las del campo gravitatorio.

- ¿Qué placa del condensador es la superior, la positiva o la negativa?
- Halla la relación carga/masa de la partícula.

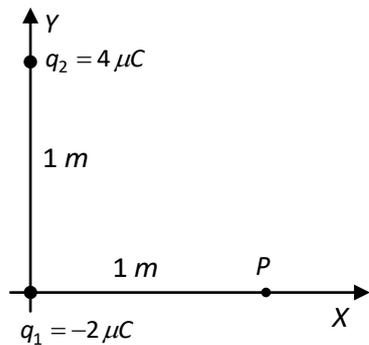
Sol.: a) La positiva; b) $0,0981 \text{ C/kg}$

- 13) El campo eléctrico entre las armaduras de un condensador plano colocado verticalmente es de 4000 N/C . En el espacio comprendido entre sus armaduras se coloca una esfera, de 3 mg de masa y carga q , que cuelga de un hilo de masa despreciable. ¿Cuánto vale la carga q si en el equilibrio el ángulo formado por el hilo y la vertical es de 30° ?

Sol.: $4,25 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

- 14) Un campo eléctrico tiene la dirección del eje OX y su potencial viene expresado por la ecuación $V(x) = 2x^2 + 4 \text{ V}$. Halla la fuerza que ejerce sobre una carga de 2 mC colocada en el punto $x = 10 \text{ m}$.

Sol.:



- 15) Se tienen dos cargas puntuales fijas localizadas como indica la figura. Halla:
- El potencial y el campo en el punto P .
 - El trabajo que se requiere para trasladar una tercera carga $q_3 = 5 \mu\text{C}$ desde el infinito hasta el punto indicado.
 - La energía potencial total del sistema formado por las tres cargas.

Sol.: a) $V_p = 7,46 \cdot 10^3 \text{ V}$; b) $W = 37,3 \cdot 10^{-3} \text{ J}$; c) $E_p = -3,51 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

- 16) En una región del espacio existe un campo eléctrico uniforme de 200 V/m . Una carga eléctrica de $10 \mu\text{C}$ y 1 mg está sujeta al extremo de un muelle de constante elástica $0,5 \text{ N/m}$, tal como indica la figura. Se pide:

- La longitud que se alarga el muelle.
- Si la carga se libera del muelle y después de recorrer 1 m choca con un segundo muelle idéntico al primero, ¿cuánto se comprime por efecto de la colisión.

Sol.: a) $L = 0,4 \text{ cm}$; b) $\Delta L = 9,35 \text{ cm}$

- 17) Una carga de $2 \mu\text{C}$ y 10 mg , que se mueve horizontalmente con una velocidad de 100 m/s , entra en una región en la que existe un campo eléctrico uniforme vertical dirigido hacia arriba de 1000 N/C de intensidad. ¿Qué distancia horizontal ha de recorrer la carga para que se desvíe una distancia de 10 cm de su trayectoria inicial?

Sol.: $d = 3,16 \text{ m}$

- 18) Una partícula de $6 \mu\text{C}$ de carga y 1 g de masa que lleva una velocidad de 300 m/s entra en una región en la que existe un campo eléctrico constante de la misma dirección que la de la velocidad de la partícula, pero de sentido contrario. Si la intensidad del campo es 10^5 N/C , determina la distancia que recorre antes de ser detenida.

Sol.: $d = 75 \text{ m}$

- 19) Un electrón penetra en un campo eléctrico vertical dirigido hacia arriba de 1000 N/C . Si el electrón se mueve horizontalmente con una velocidad de $5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ cuando entra en el campo, halla:

- El desvío vertical que sufre después de recorrer una distancia horizontal de 10 cm .
- La velocidad que lleva en ese instante.

Sol.: a) $\Delta y = -3,51 \text{ cm}$; b) $v = 6,11 \cdot 10^6 \text{ m/s}$; $\theta = -35,1^\circ$

- 20) El potencial eléctrico en una región del espacio viene dado por la ecuación $V(x) = 2x^2 + 4 \text{ V}$. Halla la fuerza que ejerce sobre una carga de 2 mC situada en el punto $x = 10 \text{ m}$.

Sol.:

Cuestiones y problemas de Selectividad

- 21) Entre dos puntos A y B se crea una diferencia de potencial $V_A - V_B = 120 \text{ V}$. Colocamos un electrón en reposo en uno de los puntos y llega al otro. ¿En qué punto lo colocamos y con qué velocidad llega al otro punto? (C/MP10)

22) Responde: (C/J11)

- Dibuja las líneas de campo y las superficies equipotenciales de una carga puntual negativa. Razona la respuesta.
- Si se mueve una carga entre dos puntos de una misma superficie equipotencial ¿Qué trabajo realiza el campo eléctrico? Razona la respuesta.

Problemas

23) Una carga puntual $q_1 = -5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ está localizada en un punto cuyas coordenadas son $x = 4 \text{ m}$ e $y = -2 \text{ m}$. Una segunda carga puntual q_2 idéntica a la primera está localizada en $x = 1 \text{ m}$ e $y = 2 \text{ m}$.

- Halla el campo eléctrico en el punto $x = -1 \text{ m}$, $y = 0$.
- Dibuja esquemáticamente las líneas de fuerza y las superficies equipotenciales en el plano XY .

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

Sol.: a) $\vec{E} = 5,42 \cdot 10^3 \vec{i} + 3,40 \cdot 10^3 \vec{j} \text{ N/C}$

24) Sea una carga eléctrica q_1 de valor $6 \mu\text{C}$ situada en un punto de coordenadas $(4,0)$ y otra carga q_2 de valor $-8 \mu\text{C}$ situada en $(-4,0)$. Halla:

- El campo eléctrico en los puntos $A (0,0)$ y $B (0,5)$.
- El potencial eléctrico en los puntos A y B .
- El trabajo para llevar una carga de $-2 \mu\text{C}$ desde A hasta B

Sol.: a) $\vec{E}(A) = -7,88 \cdot 10^3 \vec{i} + 3,40 \cdot 10^3 \vec{j} \text{ N/C}$

25) Dos cargas eléctricas $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ puntuales se encuentran en el vacío y están separadas una distancia de 50 cm . Calcula: (S00)

- La posición del punto P situado en la recta que pasa por ambas cargas donde el potencial eléctrico es nulo.
- El vector intensidad de campo eléctrico (módulo, dirección y sentido) en el punto P .

Dato: $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Sol.:

26) Tres cargas eléctricas puntuales idénticas, de valor $q = 3 \mu\text{C}$ se encuentran situadas en tres vértices de un cuadrado de 20 cm de lado, Calcula el campo eléctrico y el potencial debidos a estas tres cargas en: (J01)

- El centro del cuadrado (punto A).
- El vértice que no tiene carga (punto B).
- Halla el trabajo que realiza la fuerza eléctrica cuando una carga $q' = 1 \mu\text{C}$ se desplaza de A a B .

Dato: $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Sol.:

27) Dos cargas eléctricas puntuales idénticas, de valor $q = 8 \mu\text{C}$ se encuentran situadas en dos vértices de un triángulo equilátero de 15 cm de lado. Se pide el campo y el potencial: (S01)

- a) En el punto equidistante a las dos cargas (punto A).
 b) En el vértice que no tiene carga (punto B).
 c) Halla el trabajo que realiza la fuerza eléctrica cuando una carga $q' = 1 \mu\text{C}$ se desplaza de A hasta B.

Sol.: a) $E = 0$; b) $E = 5,54 \cdot 10^6 \text{ N/C}$; c) $W = 0,960 \text{ J}$

- 28) Un dipolo eléctrico está formado por dos cargas $q = 1 \mu\text{C}$ y $q' = -1 \mu\text{C}$, situadas en los puntos $P(-2,0)$ y $P'(2,0)$ respectivamente (las coordenadas de los puntos están expresadas en m). Calcula: (J02)

- a) El campo eléctrico en un punto cualquiera del eje y .
 b) El potencial eléctrico en un punto cualquiera del eje y .

Dato: $K_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Sol.: a) $E = \frac{3,6 \cdot 10^4}{(4 + y^2)^{3/2}} \vec{i}$; b) $V = 0$

- 29) Una partícula que se encuentra fija en la posición $x_1 = 0$ tiene una carga eléctrica $q_1 = -7 \mu\text{C}$ y otra que se encuentra, también fija, en $x_2 = 5 \text{ cm}$ tiene una carga eléctrica $q_2 = 2 \mu\text{C}$. Calcula en los puntos $x_3 = 6 \text{ cm}$ y $x_4 = 9 \text{ cm}$: (J05)

- a) El campo eléctrico.
 b) El potencial eléctrico.

Dato: $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Sol.:

- 30) Una partícula α inicialmente en reposo se acelera por un campo eléctrico uniforme de $2 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ hasta alcanzar una velocidad de 5.000 m/s . Halla: (S02)

- a) La diferencia de potencial entre los puntos extremos del recorrido.
 b) El espacio recorrido por la partícula.

Datos: Partícula, $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m = 6,5 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Sol.: a) $\Delta V = 0,254 \text{ V}$; b) $d = 1,27 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

- 31) Sea una partícula puntual fija en el espacio que posee una carga eléctrica de $-0,2 \mu\text{C}$. A 8 cm de distancia de dicha partícula se abandona partiendo del reposo un electrón. Calcula la velocidad que adquirirá el electrón después de haber recorrido 1 cm . (J03)

$K_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $q_{el} = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_{el} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Sol.:

- 32) Sea un cuadrado de 6 cm de lado. En tres de sus vértices se hallan fijadas tres cargas eléctricas puntuales de valor $3 \mu\text{C}$. Halla: (J04)

- a) El vector intensidad de campo eléctrico en el centro del cuadrado y en el cuarto vértice.

- b) La diferencia de potencial entre esos dos puntos.

Datos: $K_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Sol.:

- 33) Las placas aceleradoras de un tubo de rayos catódicos de un aparato de TV están sometidas a una diferencia de potencial de 16000 V . Un electrón parte del

reposo del cátodo. Calcula la velocidad con la que llega al ánodo. (J04)

Datos: $q_e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Sol.:

34) Sea un dipolo eléctrico formado por dos cargas $q_1 = 3 \mu\text{C}$ y $q_2 = -3 \mu\text{C}$ separadas 2 cm . Calcular en el punto medio del segmento que las une: (S04)

- El campo eléctrico.
- El potencial eléctrico.
- Dibujar las líneas de fuerza del campo eléctrico.

Datos: $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Sol.:

35) Sea una región del espacio donde hay un campo eléctrico $\vec{E} = -200 \vec{j} \text{ V/m}$ uniforme. Un protón entra en esa región con una $\vec{v} = (3000 \vec{i} + 3000 \vec{j}) \text{ m/s}$. (J05)

- Dibuja la trayectoria que seguirá el protón
- Tiempo que tarda desde que entra en la región hasta que deja de subir.
- Calcula la altura máxima alcanzada

Dato: $q_p = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Sol.: b) $t = 1,57 \cdot 10^{-7} \text{ s}$; c) $h_{\text{max}} = 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

36) Sean dos partículas cargadas eléctricamente separadas una de la otra 3 cm . El valor de la carga de cada una de ellas es el mismo, $q = 5 \mu\text{C}$. Calcular en el punto medio del segmento que las une: (S05)

- El campo eléctrico y el potencial eléctrico.
- Dibujar las líneas de fuerza del campo eléctrico.

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Sol.:

37) Dos cargas iguales, de valor $q = 5 \mu\text{C}$, se encuentran en dos vértices de un triángulo equilátero de 3 cm de lado. Halla en el tercer vértice: (J06)

- El campo eléctrico.
- El potencial eléctrico.

Sol.:

38) En una región del espacio existe un campo eléctrico uniforme vertical, de manera que la diferencia de potencial entre dos puntos situados uno encima del otro y distantes 2 cm es de 100 V . (J06)

- ¿Qué fuerza se ejerce sobre un electrón situado en él?
- Si el electrón se abandona en reposo en el punto de menor potencial, ¿con qué velocidad llegará al otro punto?
- Representar gráficamente el vector campo eléctrico, la fuerza ejercida sobre el electrón, el punto de menor potencial y el de mayor potencial.

Datos: $q_e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Sol.: a) $F = 8,00 \cdot 10^{-16} \text{ N}$; b) $v = 5,93 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

39) Sean dos cargas eléctricas puntuales $q_1 = 5 \text{ nC}$ y $q_2 = 3 \text{ nC}$ separadas una distancia de 7 cm . Sean dos puntos A y B situados sobre el segmento definido

por las cargas, el primero de ellos a 1 cm de la carga negativa y el segundo a 1 cm de la carga positiva. Si se abandona en reposo un electrón en el punto A, calcular su velocidad cuando pasa por B. (S06)

Datos: $q_e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Sol.: $v = 4,59 \cdot 10^7 \text{ m/s}$

- 40) En una región del espacio existe un campo eléctrico dado por, $\vec{E} = -1 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ N/C}$. Un protón penetra en dicha región con una velocidad $\vec{v} = 1 \cdot 10^5 \vec{i} \text{ m/s}$. Calcular: (J08)

- Su posición 1 μs después de haber penetrado en la región.
- Su velocidad en ese instante de tiempo.

Datos: $q_p = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Sol.: a) $x = 5,21 \text{ cm}$; b) $v = 4,19 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

- 41) Tres partículas cargadas $q_1 = q_2 = 3 \mu\text{C}$ y q_3 de valor desconocido están situadas en el plano XY en los puntos (1,0); (-1,0) y (0,2) respectivamente, donde todas las coordenadas están expresadas en metros. (J09)

- ¿Qué valor debe tener la carga q_3 para que una carga situada en el punto (0,1) no experimente ninguna fuerza? Haz un dibujo de la distribución de fuerzas.
- Con el valor de q_3 obtenido, ¿Cuánto vale el potencial eléctrico resultante en el punto (0,1).

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Sol.: a) $q_3 = 2,12 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

- 42) Dos cargas eléctricas positivas, q_1 y q_2 , están separadas por una distancia de 2 m. Entre las dos hay un punto A situado a 60 cm de q_1 donde el campo eléctrico es nulo. Sabiendo que $q_1 = 6 \mu\text{C}$, (J10)

- Calcular el valor de q_2 .
- Si dejamos una carga $q = 1 \mu\text{C}$ de masa $m = 10^{-6} \text{ kg}$ en reposo en el punto medio entre q_1 y q_2 , ¿llegará al punto A? Razonar la respuesta.
- Si llegara, ¿con qué velocidad lo haría?

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Sol.: a) $q_2 = 3,27 \cdot 10^{-5} \text{ C}$; b) Sí; c) $v = 310 \text{ m/s}$

- 43) En los puntos A(4,0) y B(0,4) cuyas coordenadas vienen expresadas en metros, hay dos cargas de $+3 \mu\text{C}$ y $-1 \mu\text{C}$ respectivamente. Se pide: (E10)

- El campo eléctrico en el origen de coordenadas.
- El potencial en el origen de coordenadas y el punto C(3,3).
- El trabajo realizado por las fuerzas eléctricas cuando una carga de $2 \mu\text{C}$ se mueve desde el origen al punto C.

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Sol.:

- 44) Dos cargas eléctricas están situadas sobre el eje OX. Una carga q_1 positiva de valor $2 \mu\text{C}$ en la posición (-1,0) y otra q_2 en la posición (1,0), donde las coorde-

nadas están expresadas en metros. Determinar el valor de q_2 en los siguientes casos: (J12)

- El campo eléctrico en el punto (0, 2) está en el eje OY , calcular su valor.
- El potencial eléctrico en el punto (-2, 0) es nulo.

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Sol.:

- 45) Dos cargas eléctricas q_1 y q_2 de $-4 \mu\text{C}$ se encuentran situadas en los puntos (-3,0) y (3,0) donde las coordenadas están dadas en m . Situamos una carga $q = 2 \mu\text{C}$ de masa 1 mg en el punto A (0,6) con una velocidad $\vec{v}_A = 2\vec{j} \text{ m/s}$. Obtener: (J13)

- La fuerza que experimenta la carga en el instante inicial.
- El potencial en el punto A.
- La diferencia de potencial ($V_A - V_B$) entre el punto A y el punto B en el que la carga q tiene velocidad nula.
- La distancia del punto B a la carga q_1 .

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

- 46) Una carga puntual $q_1 = 8 \text{ nC}$ se sitúa en el punto (3,0) de un sistema de referencia. Otra carga $q_2 = -4 \text{ nC}$ se coloca en el punto (0,4). Calcular el campo eléctrico en el punto (3,4) y la fuerza que experimenta una carga $q = 2 \text{ nC}$ situada en dicho punto. (J15)

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. Todas las coordenadas están expresadas en metros.

Sol.:

- 47) Dos cargas negativas q_1 y q_2 de $-2 \mu\text{C}$ se sitúan en los puntos (0,2) y (0,-2) de un sistema de coordenadas. Colocamos una tercera carga q_3 en el punto (2,0). Se pide: (E15)

- ¿Cuál debe ser la carga q_3 (valor y signo) para que el campo eléctrico creado por q_1 , q_2 y q_3 sea nulo en el punto A (-2,0)?
- ¿Cuál es el potencial en el punto A?
- Colocamos una carga $q = 2 \text{ nC}$ en el punto origen de coordenadas. ¿Hacia dónde se mueve? ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo cuando se ha movido 2 m desde el origen?

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. Todas las coordenadas están expresadas en metros.

Sol.:

- 48) Dos cargas puntuales de $-4 \mu\text{C}$ están fijas en los puntos A (0, 3) y B (0, -3). Una tercera partícula de masa $m = 1 \text{ g}$ y carga $q' = 2 \mu\text{C}$, se coloca en el punto C (4, 0) sin velocidad inicial. (J17)

- ¿Cuál es el campo en el punto C y la fuerza que actúa sobre q' ?
- ¿Qué velocidad tendrá cuando ha recorrido 1 m ? Dibuja la posición de la partícula.

Datos: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$. Las coordenadas de los puntos están en metros.

Sol.: a) $\vec{E}_T = -2,30 \cdot 10^3 \text{ i N/C}$; $\vec{F} = -4,61 \cdot 10^{-3} \vec{i} \text{ N}$; b) $3,21 \text{ m/s}$

Parte 2ª: INTERACCIÓN MAGNÉTICA

- 1) Halla la fuerza que actúa sobre un protón que se mueve con una velocidad de $4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ en el sentido positivo del eje OX en el interior de un campo magnético uniforme de 2 T dirigido en el sentido positivo del eje OZ .

Dato: $q_p = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Sol.: $\vec{F} = -1,28 \cdot 10^{-12} \vec{j} \text{ N}$

- 2) Un protón se mueve en una órbita circular de 80 cm de radio, perpendicularmente a un campo magnético de $0,5 \text{ T}$. Se pide:

a) Periodo del movimiento.

b) Velocidad del protón.

c) Energía cinética del protón.

Datos: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Sol.: a) $T = 1,31 \cdot 10^{-7} \text{ s}$; b) $v = 3,83 \cdot 10^7 \text{ m/s}$; c) $E_c = 1,23 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

- 3) Una carga de 10^{-4} C se encuentra en un campo magnético. Sabiendo que se mueve a una velocidad de 10 m/s en el sentido positivo del eje OX y que la fuerza que ejerce sobre ella el campo es de $0,25 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ en la dirección y sentido del eje OY . Calcula la magnitud y el sentido de la intensidad del campo magnético en el punto donde se encuentra la carga, sabiendo que su dirección es la de eje OZ .

Sol.: $B = 0,025 \text{ T}$

- 4) Una fuente de iones está produciendo iones de ${}^6\text{Li}$ (masa = $6,01 \text{ u}$) portando cada uno de ellos una carga neta de $+e$. Los iones son acelerados por una diferencia de potencial de $10,8 \text{ kV}$ y pasan por una región en la que existe un campo magnético vertical de $1,22 \text{ T}$. Calcula la intensidad del campo eléctrico horizontal que debe generarse en la misma región para que los iones de ${}^6\text{Li}$ pasen sin desviarse. Sol.: $E = 7,18 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

- 5) Un alambre de 50 cm de longitud se encuentra en el eje OX y transporta una corriente de $0,50 \text{ A}$ en el sentido positivo del eje. Existe un campo magnético cuyo valor en teslas está dado por $\vec{B} = 0,030 \vec{j} + 0,010 \vec{k}$. Encuentra las componentes de la fuerza que actúa sobre el alambre.

Sol.: $F_x = 0$; $F_y = -2,50 \cdot 10^{-3} \text{ N}$; $F_z = 7,50 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

- 6) Dos largos conductores paralelos están separados 10 cm ; por uno (A) pasa una corriente de 30 A y por el otro (B) de 40 A , pero en sentido contrario. Calcula el campo magnético resultante en una línea del plano de los dos conductores, paralela a ellos y a igual distancia de ambos y la fuerza que se ejercen los conductores por unidad de longitud.

Sol.: $B = 2,84 \cdot 10^{-4} \text{ T}$; $F/L = 2,40 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$

- 7) Un conductor rectilíneo de 12 cm de longitud lleva una corriente de 4 A . Si el conductor forma un ángulo de 41° con un campo magnético horizontal, ¿cuál

ha de ser la intensidad del campo para producir una fuerza de 5 N sobre el conductor?

Sol.: $B = 15,8 \text{ T}$

- 8) Un alambre largo que se encuentra en un plano horizontal conduce una corriente eléctrica i_a de 96 A. Directamente encima de él y en posición paralela hay un segundo alambre que conduce una corriente i_b de 23 A y que tiene un peso por unidad de longitud de 0,73 N/m. ¿A qué altura del alambre inferior habría que colocar el segundo alambre para que pueda ser soportado mediante la repulsión magnética que le ejerce el primero?

Sol.: $h = 0,605 \text{ mm}$

- 9) Un largo hilo conductor, que transporta una corriente de 20 A en el sentido del eje OX , está en el interior de un campo magnético uniforme de 10^{-5} T orientado en la dirección del eje OY y en su mismo sentido. Calcula el campo magnético resultante en el punto (2,2) cm

Sol.: $\vec{B} = (1,00 \cdot 10^{-5} \vec{j} + 20,0 \cdot 10^{-5} \vec{k}) \text{ T}$

- 10) Un electrón con una energía cinética de 15 eV penetra en una región en la que existe un campo magnético de 10^{-3} T perpendicular a su velocidad. Calcula:

- Fuerza que le ejerce el campo.
- Trayectoria del electrón.

Sol.:

- 11) Una carga $q = -2 \mu\text{C}$ y 0,01 g de masa, inicialmente en reposo en un punto A, es acelerada por un campo eléctrico horizontal orientado hacia la izquierda. Al llegar al punto B, situado a 20 cm de A, la velocidad de la partícula es de 100 m/s. Se pide:

- Dibuja la intensidad del campo eléctrico y la fuerza aplicada sobre la carga
- Determina la diferencia de potencial entre los puntos A y B ($V_A - V_B$) y la intensidad del campo eléctrico, supuesto éste constante.
- Al salir la partícula del campo eléctrico, entra en un campo magnético uniforme de 0,4 T perpendicular a la velocidad de la carga y orientado hacia el papel. Dibuja la fuerza magnética que se ejerce sobre la partícula y la trayectoria circular que describe. Calcula los valores numéricos de la fuerza y del radio del círculo.

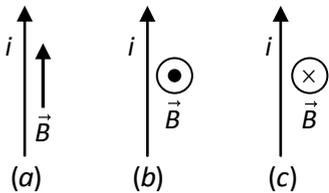
Sol.: b) $V_A - V_B = -2,5 \cdot 10^4 \text{ V}$; c) $F = 8,00 \cdot 10^{-5} \text{ N}$; $R = 1250 \text{ m}$

Cuestiones y problemas Selectividad

- 12) Un haz de electrones atraviesa una región del espacio sin desviarse ¿Se puede afirmar que en esa región no hay campo magnético? Si existiera, ¿Cómo sería? Hacer un esquema. (C/--)

- 13) Demuestra que el campo magnético en el centro de un conductor circular por el que pasa una intensidad de corriente I es $B = \mu_0 I / 2R$, donde R es el radio de la circunferencia formada por el conductor. (C/--)

- 1) Un electrón entra en una región donde existe un campo magnético uniforme. Describir y dibujar la trayectoria del electrón si: (C/J15)
- Su velocidad es paralela al campo.
 - Su velocidad es perpendicular al campo.
 - El electrón se deja en reposo en el campo magnético.



- 2) Disponemos de un conductor rectilíneo de longitud $l = 2 \text{ m}$ por el que circula una corriente eléctrica $i = 3 \text{ A}$. Dicho conductor se encuentra en una zona del espacio en la que existe un campo magnético de módulo $B = 10 \text{ T}$. Calcular la fuerza magnética sobre el conductor cuando el campo magnético tiene las orientaciones reflejadas en la figura. (C/--)

- 14) Un electrón con una energía cinética de $6,0 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ penetra en un campo magnético uniforme de intensidad $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ T}$, perpendicularmente a su dirección. Determina:
- La velocidad con que penetra el electrón dentro del campo.
 - El radio de la circunferencia que describe.

Sol.:

- 15) Un electrón penetra con una velocidad $\vec{v} = 1,00 \cdot 10^6 \vec{i} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ en un campo eléctrico $\vec{E} = 2.000 \vec{j} \text{ N/C}$. Halla el módulo, dirección y sentido de un campo magnético que superpuesto al eléctrico le permita no desviarse.

Sol.: $\vec{B} = -2,00 \cdot 10^{-3} \vec{k} \text{ T}$

- 16) Un electrón con una energía cinética de 15 eV penetra perpendicularmente en un campo magnético de 10^{-3} T .
- Calcula la fuerza a la que le somete el campo.
 - Halla la trayectoria que sigue el electrón en el campo.

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}; m_{el} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; q_{el} = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Sol.:

- 17) Sean dos hilos conductores rectilíneos muy largos y de sección despreciable. Los colocamos paralelamente entre sí separados una distancia de 5 mm y hacemos que circule por cada uno de ellos una corriente eléctrica de intensidad 3 A y del mismo sentido. (S01 y J07)

- Calcula la fuerza por unidad de longitud que se ejercen los hilos entre sí, indicando si es atractiva o repulsiva.
- Representa gráficamente el sistema, con los campos magnéticos y fuerzas correspondientes.

Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m/A}^{-2}$; Sol.:

- 18) Un electrón se acelera desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 1000 V . Después se introduce en una región con un campo magnético uniforme de dirección perpendicular a la velocidad del electrón y de módulo $0,5 \text{ T}$. Calcula: (J02)

- a) La velocidad que adquiere el electrón.
 b) El radio de la trayectoria que describe.

Datos: $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Sol.: a) $1,87 \cdot 10^7 \text{ m/s}$; b) $2,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

- 19) Una partícula que posee carga eléctrica positiva penetra en una región del espacio donde existen un campo eléctrico y un campo magnético. Los vectores intensidad de campo eléctrico (\vec{E}) e inducción magnética (\vec{B}) son perpendiculares entre sí y sus módulos son $E = 3.000 \text{ V/m}$ y $B = 5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$. Ambos campos producen sobre la partícula fuerzas iguales y opuestas, de forma que ésta atraviesa la región sin desviarse. (S03)

- a) Representa gráficamente los siguientes vectores: Intensidad del campo eléctrico, inducción magnética, velocidad de la partícula, fuerza eléctrica y fuerza magnética.
 b) Halla la velocidad de la carga

Sol.:

- 20) Un protón penetra con una velocidad $\vec{v} = 2 \cdot 10^6 \vec{i} \text{ m/s}$ en una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = 3 \cdot 10^3 \vec{j} \text{ N/C}$. (S04)

- a) Hallar módulo, dirección y sentido del campo magnético \vec{B} que superpuesto al eléctrico hace que el protón no se desvíe de su trayectoria.
 b) Representar gráficamente los vectores \vec{v} , \vec{E} , \vec{B} , fuerza eléctrica y fuerza magnética.

Sol.: a) $1,5 \cdot 10^{-3} \vec{k} \text{ T}$

- 21) Un hilo conductor recto de 20 cm de longitud, que es recorrido por una corriente eléctrica de $1,3 \text{ A}$, se encuentra bajo la acción de un campo magnético uniforme de módulo $B = 0,5 \text{ T}$ y cuya dirección forma un ángulo de 60° con la dirección de la corriente eléctrica. Se pide: (S05)

- a) La fuerza a que está sometido el cable.
 b) Representar gráficamente el hilo, el sentido de la corriente, el vector campo magnético y el vector fuerza.

Sol.: $0,113 \text{ N}$

- 22) En una región del espacio existe un campo magnético uniforme de 10^{-4} T . Un protón se mueve en dicha región con una velocidad de 10^6 m/s perpendicular al campo magnético. Calcular el radio de la órbita que describe. (S06)

Datos: $q_p = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Sol.:

- 23) Un electrón entra en una región del espacio en la que existe un campo eléctrico uniforme, paralelo al eje OX y de intensidad $\vec{E} = 1000 \vec{i} \text{ (V/m)}$. La velocidad del electrón es paralela al eje OY y de valor $\vec{v} = 1000 \vec{j} \text{ (m/s)}$. (J08)

- a) Calcular la fuerza eléctrica sobre el electrón. ¿Cómo será la trayectoria descrita?
 b) La fuerza eléctrica sobre el electrón puede anularse mediante una fuerza

producida por un campo magnético superpuesto al anterior en esa región del espacio. Determina el módulo, la dirección y el sentido de la intensidad \vec{B} de ese campo.

- c) Hacer un dibujo claro que incluya los campos y las fuerzas que actúan sobre el electrón, así como la trayectoria seguida por el mismo en a) y b).

Datos: Carga e^- , $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, masa e^- , $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Sol.:

- 24) Un electrón que lleva una velocidad de 10^7 m/s penetra en una región del espacio en la que existe un campo magnético constante perpendicular al papel y dirigido hacia él. El electrón se mueve perpendicularmente al campo magnético y experimenta una fuerza de 10^{-14} N . (J09)
- a) Dibuja y explica la trayectoria del electrón.
 b) Calcula el valor del campo.
 c) Si el campo se duplica, ¿cómo se modificaría la trayectoria del electrón?

Sol.: b) $B = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

- 25) Por un hilo conductor rectilíneo de gran longitud circula una corriente de 12 A. El hilo define el eje OZ de coordenadas y la corriente fluye en el sentido positivo. Un electrón se encuentra situado en el eje OY a una distancia del hilo de 1 cm. (S09)

- a) Calcula el campo magnético en la posición del electrón.
 b) Calcula la fuerza que sufre el electrón si lleva una velocidad $\vec{v} = 1\vec{j} \text{ m/s}$.

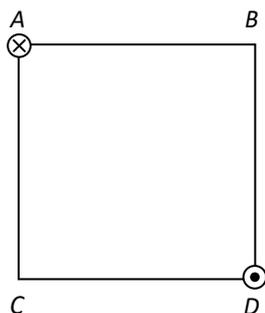
Datos: $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$

Sol.: a) $2,4 \cdot 10^{-4} \vec{i} \text{ T}$; b) $-3,84 \cdot 10^{-23} \vec{k} \text{ N}$.

- 26) Un protón penetra en una región del espacio en la que coexisten un campo eléctrico uniforme de módulo $E = 3000 \text{ V/m}$ y un campo magnético constante, de valor $B = 5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$. El protón penetra en dicha región con una velocidad \vec{v} y mantiene una trayectoria rectilínea con velocidad constante. (J10)

- a) Hacer un esquema claro de una posible orientación de los campos eléctrico y magnético y de la velocidad del protón que permita este movimiento
 b) Calcular la velocidad del protón.
 c) Si se elimina el campo eléctrico, indicar qué tipo de trayectoria llevaría el protón y cuál sería su aceleración.

Datos: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.



- 27) Dos hilos conductores largos por los que circulan corrientes de 1 y 2 A, pasan por los vértices A y D de un cuadrado de 1 m de lado situado en un plano perpendicular a los hilos, como se ve en la figura. Las corrientes tienen sentidos contrarios, siendo entrante en el papel en el vértice A. (E10)

- a) Realizar un dibujo en el que figuren las fuerzas por unidad de longitud que sufren los hilos y el campo magnético en el vértice C.
 b) Calcular el campo magnético en el vértice A.
 c) Calcular la fuerza por unidad de longitud sobre cada uno de los hilos.

Sol.: b) $2,83 \cdot 10^{-7} \text{ T}$; c) $2,83 \cdot 10^{-7} \text{ N}$.

28) Dos cables largos, rectos y paralelos se colocan a 1 m de distancia en el vacío. Las corrientes que pasan por el cable van en el mismo sentido, siendo de 2 A la de uno de ellos. La fuerza medida a lo largo de una longitud de un metro de cable es de $12 \cdot 10^{-7}\text{ N}$. (J11)

- ¿Cuál es la corriente que pasa por el otro cable?
- Calcula el valor del campo magnético en un punto situado en el plano de ambos cables, entre ellos, a una distancia de $0,25\text{ m}$ del cable de 2 A .
- Hacer un dibujo en el que figuren las fuerzas por unidad de longitud en los hilos y el campo magnético en el punto considerado.

Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

Sol.: a) 3 A ; b) $8 \cdot 10^{-7}\text{ T}$

29) Un protón penetra en una región en la que coexisten un campo eléctrico de módulo 3000 V/m y un campo magnético de $5 \cdot 10^{-4}\text{ T}$ y no se desvía. (J12)

- Dibujar un esquema que incluya los campos y la velocidad del protón para que este movimiento sea posible.
- Si el campo magnético es perpendicular a la velocidad del protón, ¿cuál es el valor de dicha velocidad?
- Si se elimina el campo eléctrico, ¿cuál es el radio de la órbita descrita por el protón? Dibujar la trayectoria.

Datos: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$.

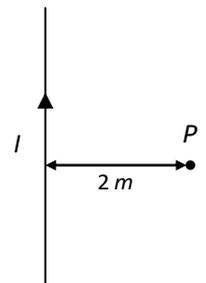
Sol.: b) $v = 6,00 \cdot 10^6\text{ m/s}$

30) Un electrón se dirige con velocidad $v = 6 \cdot 10^6\text{ m/s}$ hacia un conductor rectilíneo por el que circula una intensidad $I = 2\text{ A}$. En un instante dado el electrón se encuentra en un punto P situado a 2 m del conductor. Calcular: (J14)

- El campo magnético en el punto P .
- La fuerza magnética que el conductor ejerce sobre el electrón en P .
- Hacer un dibujo representando el campo magnético y la fuerza.

Datos: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$; $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$

Sol.:



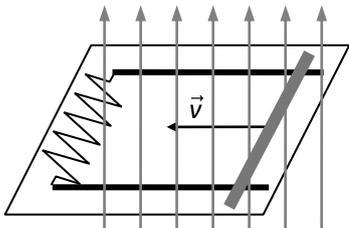
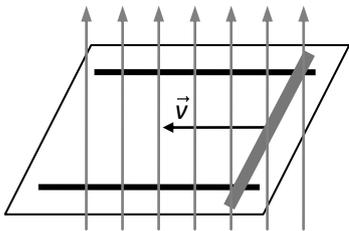
31) Un electrón es acelerado por una diferencia de potencial de 200 V . Penetra en una región del espacio con un campo magnético perpendicular a su trayectoria y describe una trayectoria circular con un periodo de $2 \cdot 10^{-10}\text{ s}$. Calcular:

- La velocidad del electrón. (J17)
- El valor del campo magnético.
- ¿Qué campo eléctrico debemos introducir para conseguir que la trayectoria del electrón sea rectilínea? Dibujar la trayectoria, los campos y las fuerzas que actúan sobre el electrón.

Datos: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$; $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{ kg}$.

Sol.: a) $8,39 \cdot 10^6\text{ m/s}$; b) $0,179\text{ T}$; c) $1,50 \cdot 10^6\text{ N/C}$

Parte 3ª: INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA



- 1) Un alambre de 1 m de longitud desliza sin rozamiento por dos guías metálicas paralelas (figura superior) en el interior de un campo magnético de 1 T. Si la velocidad de desplazamiento del alambre es de 1 m/s y el campo magnético perpendicular al mismo, determina:
- La diferencia de potencial eléctrico entre los extremos del alambre.
 - La intensidad que circulará por el alambre si se “cierra” el circuito con una resistencia de 1 Ω (figura inferior). (Se considera que la resistencia del alambre y de las guías es despreciable)
 - La fuerza electromotriz inducida y su sentido.
 - La potencia disipada en la resistencia.
 - La fuerza que se debe ejercer sobre la espira para mantener la velocidad constante antes y después de cerrar el circuito.
 - La potencia suministrada al circuito por el agente que ejerce la fuerza.
- Sol.: a) $\Delta V = 1 \text{ V}$; b) $I = 1 \text{ A}$; c) $\mathcal{E} = 1 \text{ V}$; d) $P = 1 \text{ W}$; e) $F = 1 \text{ N}$; f) $P = 1 \text{ W}$

- 2) Un rotor de 100 espiras gira dentro de un campo magnético constante de 0,1 T con una velocidad angular de $50\pi \text{ rad/s}$. Sabiendo que la superficie de cada espira tiene un área de $0,4 \text{ m}^2$ y que en el instante $t=0$ el vector \vec{S} forma un ángulo de -60° con \vec{B} , se pide:
- Fem instantánea y máxima inducida en la espira.
 - Periodo y frecuencia de la corriente.
 - Representación gráfica de la fem.
 - Intensidades instantánea y eficaz y potencia cuando se conecta una resistencia de 60 Ω .
- Sol.: a) $\mathcal{E} = 628 \sin(50\pi t - \pi/3)$; $\mathcal{E}_0 = 628 \text{ V}$ b) 0,0400 s; 25,0 Hz
d) $i = 10,5 \sin(50\pi t - \pi/3)$; $I = 7,4 \text{ A}$

- 3) Una bobina tiene una superficie de $0,002 \text{ m}^2$ y está colocada perpendicularmente a un campo magnético de 2 T. Si en 0,01 s la inducción se reduce a 0,5 T, ¿cuál es la fem inducida sabiendo que la bobina tiene 200 espiras?
- Sol.: $\mathcal{E} = 60,0 \text{ V}$
- 4) Calcula la fem inducida en una bobina de 20 espiras si se produce en ella una variación del flujo de 0,25 Wb en 0,02 s.
- Sol.: $\mathcal{E} = 250 \text{ V}$
- 5) Una bobina de 50 espiras de 8 cm^2 está colocada en un campo magnético de manera que el flujo sea máximo. Si el campo varía de acuerdo con la función $B = 0,200 - 0,0100t \text{ T}$. Halla la fem inducida en la bobina.
- Sol.: $\mathcal{E} = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ V}$.

- 6) Las conexiones inalámbricas wifi usan ondas electromagnéticas de 2,4 Ghz de frecuencia. Una antena wifi tiene un tamaño de un cuarto de la longitud de onda. ¿Cuál es su tamaño en milímetros?

Sol.: 31,25 mm

- 7) La intensidad media de la luz del Sol en la atmósfera terrestre es 1390 W/m^2 . ¿Cuál es el máximo de energía que puede capturar un panel solar de $1,28 \text{ m}^2$ de área cada hora?

Sol.: $6,41 \cdot 10^6 \text{ J}$

Cuestiones y problemas de Selectividad

- 8) Responde: (C/J00)
- a) ¿Qué ddp eléctrico se crea entre los extremos del ala de un avión que vuela horizontalmente a una velocidad de 900 km/h en un lugar donde la componente vertical del campo magnético terrestre es de $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$?
- b) Representa gráficamente el sistema, con el campo magnético y la fuerza que actúa sobre las cargas eléctricas libres.

Dato: Distancia entre extremos de las alas, $d = 45 \text{ m}$. Las alas son metálicas.

Sol.: a) $\Delta V = 0,225 \text{ V}$

- 9) Una bobina formada por 300 espiras cuadradas de 9 cm de lado gira uniformemente a razón de $3.000 \text{ vueltas/min}$ en un campo magnético uniforme de valor $0,2 \text{ T}$. Halla: (J03)

- a) La expresión de la fuerza electromotriz inducida.
- b) Representarla gráficamente indicando sus valores máximo y eficaz.

Sol.: a) $\varepsilon = -151 \sin 100\pi t$; b) $\varepsilon_0 = 151 \text{ V}$; $\varepsilon_{ef} = 105 \text{ V}$

- 10) Una espira conductora de 10 cm de radio se encuentra en una región del espacio donde existe un campo magnético de dirección paralela al eje de la espira y de módulo variable en el tiempo, según la expresión $B = 5 \sin 314t \text{ (mT)}$. Calcula la expresión de la fem inducida en la espira. (S07)

Sol.:

- 11) Una espira circular de radio $R = 4 \text{ cm}$ está en un plano XY . Aplicamos un campo magnético en el sentido positivo del eje OZ que varía linealmente de $0,1 \text{ T}$ a $0,8 \text{ T}$ en $0,2 \text{ s}$. Calcular la fem inducida e indicar el sentido de la corriente inducida. (J17)

Sol.: $\varepsilon = -1,76 \cdot 10^{-3} \text{ V}$

- 12) Una bobina está formada por 6 espiras de 6 cm radio. Se encuentra situada en una zona del espacio donde existe un campo magnético perpendicular al plano de la bobina y cuyo módulo varía en el tiempo según $B = 3t + 5 \text{ T}$.
- a) Obtener el flujo a través de cada espira de la bobina en función de t .
- b) Calcular la fem inducida sobre la espira.
- c) Hacer un dibujo claro indicando el sentido de la corriente inducida.

Datos: Tomar la bobina en el plano XY y el campo magnético en dirección del eje Z positivo. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$.

Sol.:

TEMA 6: FÍSICA MODERNA

- 1) La masa en reposo de un electrón es $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. ¿Cuál es su masa relativista si su velocidad es $0,8c$?

Sol.: $1,52 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$.

- 2) La energía de un protón es tres veces su energía en reposo.

- ¿Cuál es la energía en reposo del protón?
- ¿Cuál es la velocidad del protón?
- ¿Cuál es la energía cinética del protón?

Datos: $m_0(\text{protón}) = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Sol.: a) 939 MeV ; b) $0,943c$; c) $1,88 \cdot 10^3 \text{ MeV}$.

- 3) La energía en reposo de un electrón es $0,511 \text{ MeV}$. Si el electrón se mueve con una velocidad $v = 0,8c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío.

- ¿Cuál es la masa relativista del electrón para esta velocidad?
- ¿Cuál es la energía relativista total?

Datos: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

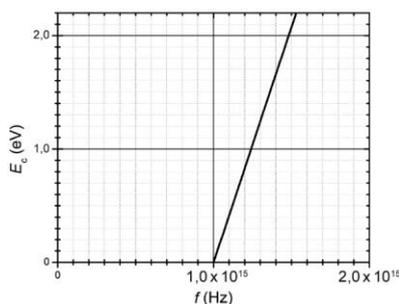
Sol.: a) $9,08 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; b) 852 MeV .

- 4) Una partícula de 1 mg es acelerada desde el reposo hasta que alcanza una velocidad $v = 0,6c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío. Se pide:

- La masa de la partícula cuando se mueve a la velocidad v .
- La energía que ha sido necesario suministrar a la partícula para que alcance la velocidad v .

Dato: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Sol.: a) $1,25 \text{ mg}$; b) $2,25 \cdot 10^{10} \text{ J}$.



- 5) En el laboratorio se mide la energía cinética máxima de los electrones emitidos cuando se hace incidir luz de frecuencias diferentes sobre una superficie metálica. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica adjunta.

- Determine el valor de la constante de Planck a partir de la gráfica.
- Calcule la energía mínima de extracción de los electrones (en eV).

Datos: $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. *Sol.:* a) $6,4 \cdot 10^{-34}$; b) 4 eV .

Sol.:

- 6) Se ilumina una superficie metálica con luz cuya longitud de onda es de 300 nm , siendo el trabajo de extracción del metal de $2,46 \text{ eV}$. Calcule:

- La energía cinética máxima de los electrones emitidos por el metal.
- La longitud de onda umbral para el metal.

Datos: Constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; valor absoluto de la carga del electrón: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Sol.: a) $1,69 \text{ eV}$; b) $5,94 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

- 7) En un experimento se comprueba que si iluminamos cierto metal con luz de 600 nm de longitud de onda, la velocidad máxima de los electrones emitidos por el metal es de $1,48 \cdot 10^5 \text{ m/s}$.
- ¿Cuál es la energía de los fotones? ¿Cuál es la energía cinética máxima de los electrones emitidos? ¿Cuál es el trabajo de extracción del metal? Expresar todos los resultados en electronvoltios.
 - Determina cual es la longitud de onda umbral para este metal.
 - Representa en un gráfico la energía cinética máxima observada para los electrones en función de la frecuencia de los fotones incidentes. ¿Cuál es el significado de la pendiente de la gráfica.

Datos: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Sol.:

- 8) Dos partículas poseen la misma energía cinética.
- Determinar la relación entre las longitudes de onda de De Broglie correspondientes a las dos partículas sabiendo que la relación entre sus masas es $m_1 = 50 m_2$.
 - La relación que existe entre sus velocidades si la relación de sus longitudes de onda de De Broglie es $\lambda_1 = 500 \lambda_2$

Sol.:

- 9) La longitud de onda de los rayos gamma, los rayos X, la luz visible y las ondas cortas de radio son del orden de $0,1 \text{ A}$, 10 A , 550 nm y 10 m , respectivamente. Se pide:

- Indica el valor de las correspondientes frecuencias.
- Halla la energía (expresada en eV) de un fotón de cada una de ellas.

Sol.: a) $3 \cdot 10^{19}$; $3 \cdot 10^{17}$; $5,5 \cdot 10^{14}$ y $3 \cdot 10^7 \text{ Hz}$; b) $1,2 \cdot 10^5$; $1,2 \cdot 10^3$ y $1,2 \cdot 10^{-7}$

- 10) Determina las longitudes de onda de De Broglie asociadas a los siguientes objetos:

- Un coche de $1,50 \cdot 10^3 \text{ kg}$ moviéndose a $2,00 \text{ m/s}$.
- Un protón ($m_p = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) moviéndose a $1,00 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.
- Un electrón ($m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) moviéndose a $1,00 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

Sol.: a) $2,21 \cdot 10^{-37} \text{ m}$; b) $3,99 \cdot 10^{-10} \text{ m}$; c) $7,27 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

- 11) Determina la longitud de onda y la frecuencia de las ondas de materia de De Broglie asociadas a un electrón, cuya masa en reposo es $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ y que se mueve a $2,50 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

Sol.: $2,90 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ y $1,30 \cdot 10^7 \text{ Hz}$.

- 12) Un microscopio electrónico utiliza electrones acelerados a través de una diferencia de potencial de $4,0 \cdot 10^3 \text{ V}$.

- Determina su poder de resolución suponiendo que es igual a la longitud de onda de De Broglie de los electrones.
- Calcula la frecuencia de las ondas de materia asociadas a esos electrones.

Datos: $|q_e| = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ C}$

Sol.:

- 13) Entre los elementos radioactivos emitidos en la fuga de la central nuclear de Fukushima en Japón está el Pt-238, cuyo periodo de semidesintegración (o semivida) es de 88 años.
- Halla la vida media de los núcleos.
 - Calcula el tiempo que tiene que transcurrir hasta que quede la octava parte del plutonio original.
 - Si la cantidad de plutonio hubiera sido de 100 kg ¿qué masa quedaría dentro de 100 años?

Sol.:

Cuestiones y problemas de Selectividad

- 14) ¿A qué velocidad debe moverse una partícula relativista para que su energía total sea 1,10 veces su energía en reposo? Expresa el resultado en función de la velocidad de la luz en el vacío, c . Sabiendo que la energía en reposo es $9,4 \cdot 10^8 \text{ eV}$, ¿cuál es su energía cinética expresada en el S.I.? (C/J17)

Sol.: $v = 0,174c$; $E_c = 1,50 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

- 15) Si iluminamos una lámina de sodio con una radiación de 40 nm de longitud de onda, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es 0,74 eV. Se pide: (C/E17)
- Calcular el trabajo de extracción y la frecuencia umbral.
 - Representar en un gráfico la energía cinética máxima en función de la frecuencia de los fotones incidentes.

Datos: $|q_e| = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ y $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Sol.:

- 16) Hallar la masa de un protón cuando se mueve con una velocidad de $2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. ¿Cuánto varía la energía si su velocidad cambia de $2,5 \cdot 10^8$ a $2,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$? (C/J18)

Datos: $m_{\text{protón reposo}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Sol.: