

EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Indicaciones Generales de Corrección:

- El presente documento se debe tomar como una ayuda a los correctores y para concretar de la forma más uniforme posible los criterios específicos de corrección. No es un documento docente que pretenda enseñar a nadie a resolver los problemas, con lo que en ocasiones faltarán detalles en las explicaciones y pasos matemáticos en los desarrollos que según el caso pueden ser exigibles en los exámenes de los alumnos para llegar a la máxima puntuación.
- En algunos casos puede haber otras maneras distintas y válidas de resolver los problemas. Los correctores adaptarán la filosofía de estos criterios específicos a esos casos cuando sean leves variantes.
- En los casos en que las diferencias sean notables lo comunicarán al coordinador y a los demás correctores durante las sesiones de evaluación de manera que pueda unificarse también la baremación de esas otras alternativas.
- En la mayoría de los casos se valora conocer (o deducir) la expresión matemática necesaria, por un lado, y el valor numérico final por otro.
- En ningún caso se invalidará todo un apartado sólo porque el valor numérico final no coincida con el dado aquí como solución, aunque estén dados en negrita como referencia.
- La puntuación de los ejercicios se realizará en múltiplos de 0.25 puntos.
- Este año como novedad, se incluye la penalización por faltas de ortografía. Cada tres faltas de ortografía se restará a la nota final 0.25 hasta un máximo de 1 punto.
 - 1-2 faltas no resta puntuación.
 - 3-4-5 faltas, restan 0.25 puntos.
 - 6-7-8 faltas, restan 0.50 puntos.
 - 9-10-11 faltas, restan 0.75 puntos.
 - 12 faltas o más, resta 1 punto.
- Se consideran faltas leves los siguientes errores:
 - Ausencia o incorrección de unidades en las respuestas.
 - No indicar el símbolo de vector en una magnitud .
 - errores leves calculadora.
 - prefijos múltiplos y submúltiplos.

Las faltas leves restan 0.25 puntos cuando se comenten de tres en tres. Es decir hasta 3 faltas leves restan 0.25. De 4 a 6 restan 0.50 puntos, etc,.

APARTADO A.- (2 puntos) El próximo 12 de agosto de 2026 tendrá lugar un eclipse total de Sol, la Luna se situará entre la Tierra y el Sol tapando la luz procedente del Sol. Lo especial de este eclipse es que la Luna estará en el perigeo orbital, justo a la mínima distancia con la Tierra, lo que permitirá que la sombra proyectada por la Luna sea más ancha y duradera que en otros eclipses. Para observar este fenómeno, científicos han construido un telescopio que estará embarcado en un satélite artificial de masa total $m = 1000$ kg, situado a una altura de $h = 500$ km, sobre la superficie de la Tierra. Se pide:

PREGUNTA A1.- (1 punto) Hallar el periodo de rotación del satélite artificial y obtener su velocidad en esa órbita.

PREGUNTA A2.- (1 punto) Deducir y calcular la energía (de satelización) necesaria para poner en órbita el satélite artificial y su velocidad inicial.

Datos: radio Tierra $R_T = 6.37 \cdot 10^3$ km; masa Tierra $M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg; $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ Nm²kg⁻².

SOLUCIÓN:

PREGUNTA A1.-): Items	Puntos
Para hallar el periodo de rotación se puede emplear la tercera ley de Kepler, siendo $D = R_T + h$ $D^3 = \frac{GM}{(2\pi)^2} T^2 \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{D^3}{GM_T}} = 5680 \text{ s} \sim 1.57 \text{ horas.}$	0.50
La velocidad en la órbita se puede hallar a partir de la igualdad entre la fuerza de la gravedad, F_g y la fuerza centrípeta, F_C, $F_g = F_C \rightarrow \frac{GM_T m}{D^2} = \frac{mv^2}{D} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_T}{D}} = 7.61 \cdot 10^3 \text{ m/s,}$ También se puede hallar directamente sabiendo el periodo de rotación calculado anteriormente suponiendo una órbita circular $v = \frac{2\pi D}{T} = 7.61 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	0.50
El ejercicio está correcto si se realiza primero el cálculo de la velocidad orbital y posteriormente se calcula el periodo.	
PREGUNTA A2.-: Items	Puntos
Por conservación de la energía mecánica, exponiendo la fórmula diseccionada en sus componentes cinética, E_c y potencial E_p e identificando que la energía de satelización es la energía cinética necesaria que hay que suministrar al satélite artificial: $E^i = E^f \Rightarrow E_c^i + E_p^i = E_c^f + E_p^f \rightarrow E_c^i = E_c^f - E_p^i + E_p^f = \Delta E_p + E_c^f.$	0.25
Sustituir las energías y realizar el cálculo numérico: $E_c^i = \Delta E_p + E_c^f = GMm \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{D} \right) - \frac{GMm}{2D} = GMm \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2D} \right) = 3.35 \cdot 10^{10} \text{ J.}$	0.50
Realizar el calculo de la velocidad inicial, v_i, a partir de la energía cinética: $E_c^i = \frac{1}{2} m v_i^2 \rightarrow v_i = \sqrt{\frac{2E_c^i}{m}} = 8,19 \cdot 10^3 \text{ m/s.}$	0.25

APARTADO B.- (3 puntos) Realizar la pregunta B1 y elegir entre la B2.A y la B2.B:

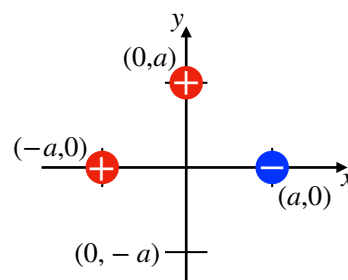
PREGUNTA B1. (0.5 puntos) Una bobina de 300 espiras circulares de 2 cm de radio gira en un campo magnético uniforme de 0.5 T. ¿Cuál debería ser su frecuencia para inducir una fuerza electromotriz máxima de 12 V?

SOLUCIÓN:

PREGUNTA B1.: Items	Puntos
Identificar la fuerza electromotriz, fem a partir del flujo electromagnético, ϕ : $\phi = N \cdot \vec{B} \cdot \vec{S} = N \cdot B \cdot S \cos(\omega t) \quad fem = -\frac{d\phi}{dt} = NBS\omega \sin(\omega t)$	0.25
Identificar la fuerza electromotriz máxima, fem_{max} , que se produce cuando $\sin(\omega t) = 1$: $fem_{max} = NBS\omega \rightarrow \omega = \frac{fem_{max}}{NBS} \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{fem_{max}}{2\pi NBS} = 10.13 \text{ s}^{-1}$	0.25

Elegir una de las siguientes preguntas (B2.A o B2.B):

PREGUNTA B2.A. (2.5 puntos) En un experimento de electrostática se tienen dos cargas positivas, de $q_1 = q_2 = +1 \text{ nC}$, fijadas en las posiciones $(0, a)$ y $(-a, 0)$ y otra carga negativa de valor $q_3 = -1 \text{ nC}$ en la posición $(a, 0)$, donde $a = 0.1 \text{ m}$. Se pide:



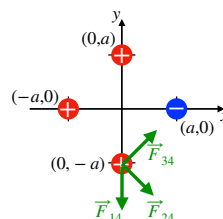
- (1.25 puntos) Hallar el potencial y el campo eléctrico en el punto $(0, 0)$.
- (1.25 puntos) Obtener la fuerza que experimenta una cuarta carga de valor $q_4 = +2 \text{ nC}$, situada en el punto $(0, -a)$.

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$.

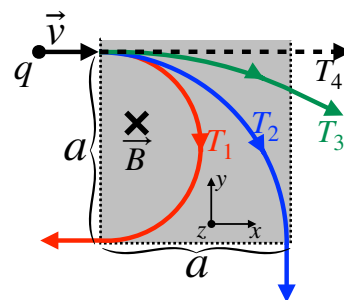
SOLUCIÓN:

PREGUNTA B2.A a): Items	Puntos
Identificar y calcular el potencial en $(0, 0)$ utilizando el principio de superposición: $V(0, 0) = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{Kq_1}{a} + \frac{Kq_2}{a} + \frac{Kq_3}{a} = 90 \text{ V}.$	0.50
Identificar y hallar el campo eléctrico en el punto $(0, 0)$ y utilizando el principio de superposición ($q = 1 \text{ nC}$). (Se valora positivamente el realizar un esquema) $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \frac{2Kq}{a^2}\vec{i} - \frac{Kq}{a^2}\vec{j} = 1800\vec{i} - 900\vec{j} \quad \vec{E} = 2012 \text{ N/C}.$	0.75

PREGUNTA B2.A b): Items	Puntos
La fuerza total que experimenta q_4 viene dada por aplicando el principio de superposición por la suma de todas las fuerzas sobre q_4 : $\vec{F}_4 = \vec{F}_{14} + \vec{F}_{24} + \vec{F}_{34}$	0.50
Identificar las fuerzas en un esquema: $\vec{F}_{14} = \frac{Kq_4q_1}{(2a)^2}\vec{j}$ $\vec{F}_{24} = \frac{Kq_4q_2}{2a^2} \cos(\pi/4)\vec{i} - \frac{Kq_4q_2}{2a^2} \sin(\pi/4)\vec{j}$ $\vec{F}_{34} = \frac{Kq_4q_3}{2a^2} \cos(\pi/4)\vec{i} + \frac{Kq_4q_3}{2a^2} \sin(\pi/4)\vec{j}$	0.50
De esta manera se obtiene la fuerza total sobre la q_4 , $\vec{F}_4$ y como $ q_1 = q_2 = q_3 = q$ $\vec{F}_4 = 2\frac{Kq_4q}{2a^2} \frac{\sqrt{2}}{2}\vec{i} - \frac{Kq_4q}{4a^2}\vec{j} = \frac{Kq_4q}{a^2}(\cos 45^\circ\vec{i} - 0.25\vec{j}) \text{ N} = 1.3 \cdot 10^{-6}\vec{i} - 4.5 \cdot 10^{-7}\vec{j}$	0.25



PREGUNTA B2.B. (2.5 puntos) Se lanzan partículas de masa $m = 1 \cdot 10^{-4}$ kg, cargadas con carga $q = -4$ mC y velocidad $\vec{v} = 100 \vec{i}$ m/s hacia una región cuadrada de lado $a = 1$ m en la que hay un campo magnético, $\vec{B} = -B_0 \vec{k}$, donde la intensidad del campo magnético, B_0 , puede ser variable. En el experimento se pueden seleccionar las partículas que salgan hacia atrás como la trayectoria T_1 , las que salgan hacia abajo como la trayectoria T_2 y las que salgan hacia delante como la trayectoria T_3 . Se pide:



- a) (1.25 puntos) Hallar los valores de B_0 en cada una de las tres trayectorias seleccionadas en la representación T_1 , T_2 y T_3 (para esta última estimar un radio $R = 2a$).
- b) (1.25 puntos) Si se introduce un campo eléctrico en la zona recuadrada (en gris), hallar el valor de este campo y su dirección que haga que las partículas salgan hacia delante en línea recta en la trayectoria T_4 en el caso de que $B_0 = 2$ T.

SOLUCIÓN:

PREGUNTA B2.B a): Items		Puntos
Identificar el campo magnético a partir de la fuerza de Lorentz, F_M (aplicar que $\vec{v} \perp \vec{B}$) $\vec{F}_M = q(\vec{v} \times \vec{B}) \rightarrow F_M = qvB_0$		0.25
Identificar la fuerza centrípeta y despejar el campo B_0 (solo dependerá de R) $F_c = m \frac{v^2}{R} = F_M \quad m \frac{v^2}{R} = qvB_0 \rightarrow B_0 = \frac{mv}{qR} = \frac{2.5}{R} \text{ Tm}$		0.50
Identificar las trayectorias T_1 , T_2 y T_3 con sus radios y calcular el campo B_0 : • Trayectoria T_1: partícula sale hacia atrás: $R = 0.5$ m $\rightarrow B_0 = 5$ T. (rango: $0 < R < 0.5$ m $\rightarrow B_0 > 5$ T). • Trayectoria T_2: partícula sale hacia abajo: $R = 1$ m $\rightarrow B_0 = 2.5$ T (rango: $0.5 < R < 1$ m $\rightarrow 2 < B_0 < 5$ T). • Trayectoria T_3: partícula sale hacia adelante: $R = 2$ m $\rightarrow B_0 = 1.25$ T. (rango: $R > 1$ m $\rightarrow B_0 < 2$ T)		0.50
PREGUNTA B2.B b): Items		Puntos
Identificar y posicionar las fuerzas eléctrica $\vec{F}_E$, y magnética, $\vec{F}_M$ para que la trayectoria se mantenga en línea recta. Justificar la dirección del campo eléctrico $\vec{E}$ $\Rightarrow \vec{E} = -E_0 \vec{j}$		0.50
Igualar las fuerzas y sustituir por sus valores; $\vec{F}_E = \vec{F}_M \rightarrow \vec{F}_E = \vec{F}_M \rightarrow qE_0 = qvB_0 \rightarrow E_0 = vB_0 = 200 \text{ N/C.}$		0.50
Alcanzar el resultado final correctamente: $\vec{E} = -200 \vec{j} \text{ N/C.}$		0.25

APARTADO C.- (3 puntos) Realizar la pregunta C1 y elegir entre la C2.A y la C2.B:

PREGUNTA C1. (0.5 puntos) Un niño de masa $m = 25$ kg salta en una atracción de feria con un arnés que cuelga de una cuerda elástica. Se observa que realiza una oscilación completa cada 2 segundos. Determinar la constante elástica, k , de la cuerda.

SOLUCIÓN:

PREGUNTA C1.: Items		Puntos
Hallar la constante k de la cuerda elástica	$k = m\omega^2 = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = m\pi^2 = 246.7 \text{ N/m.}$	0.50

Elegir una de las siguientes preguntas (C2.A o C2.B):

PREGUNTA C2.A. (2.5 puntos) Una onda electromagnética que se propaga a lo largo del eje Y está expresada como $E(y, t) = 100 \cdot \sin(6.2\pi \cdot 10^6 y - 1.6\pi \cdot 10^{15} t)$ V/m, donde y se mide en metros y t en segundos. Se pide:

- (1.25 puntos) Determinar la frecuencia, la longitud de onda y el sentido de propagación de la onda.
- (1.25 puntos) Hallar la velocidad de propagación de la onda y el índice de refracción del medio en el que se propaga.

SOLUCIÓN:

PREGUNTA C2.A a): Items		Puntos
Obtener la frecuencia, f a partir de los datos de la ecuación $E(y, t)$:	$f = \frac{\omega}{2\pi} = 8.00 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$	0.50
Obtener la longitud de onda, λ a partir de los datos de la ecuación $E(y, t)$:	$\lambda = \frac{2\pi}{k} = 3.28 \cdot 10^{-7} \text{ m.}$	0.50
El sentido es el positivo en el eje y , (se indica por el signo negativo en la ecuación de ondas).		0.25

PREGUNTA C2.B b): Items		Puntos
Identificar y calcular la velocidad de propagación de la onda, v :	$v = \lambda f = \frac{\omega}{k} = 2.58 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	0.75
Hallar el índice de refracción, n :	$n = \frac{c}{v} = 1.16$	0.50

PREGUNTA C2.B. (2.5 puntos) En un experimento de física, a partir de un objeto de altura $y = 15$ cm y colocado a 15 cm a la izquierda de una lente, se necesita producir una imagen virtual, derecha y disminuida. Se pide:

- (1.25 puntos) Si la potencia de la lente es de 20 D, justificar el tipo de lente que se usará y realizar el trazado de rayos correspondiente. Explicar las reglas del trazado para los rayos que uses.
- (1.25 puntos) Determinar numéricamente la posición y el tamaño de la imagen, así como el aumento lateral del sistema óptico.

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

SOLUCIÓN:

PREGUNTA C2.B a): Items		Puntos
Obtener el foco, f' . Por las características de la imagen se trata de una lente divergente y f' debe ser negativo.	$f' = \frac{1}{P} = -5 \text{ cm}$	0.25
Realizar el trazado de rayos completo para este caso. (Debe ser cualitativamente correcto) La lente que nos da este tipo de imagen (virtual, derecha y disminuida) es la lente divergente.		0.75
Explica al menos dos reglas de trazado de rayos:(con 2 bien explicados ya damos 0.25 aquí)	• El rayo que sale del Objeto paralelo al eje óptico diverge en la dirección desde el foco imagen (F'). Se prolonga (línea punteada) hacia F'. • El rayo que sale del Objeto hacia F sale paralelo de la lente divergente. Su prolongación es paralela (línea punteada). • El rayo que incide hacia el centro de la lente no se desvía.	0.25
PREGUNTA C2.B b): Items		Puntos
Hallar la posición de la imagen utilizando la ec. las lentes delgadas con los datos $s = -15$ cm y $f' = -5$ cm.	$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \quad s' = \frac{f's}{s + f'} = -3.75 \text{ cm.}$	0.75
Hallar el índice el aumento lateral, m :	$m = \frac{s'}{s} = 0.25$	0.25
Hallar la altura de la imagen, y' :	$y' = m \cdot y = 3.75 \text{ cm}$	0.25

APARTADO D.- (2 puntos) Elegir una pregunta de las dos siguientes:

PREGUNTA D1. (2 puntos) La frecuencia umbral de un metal es de $4.5 \cdot 10^{14}$ Hz y se ilumina con luz de 180 nm de longitud de onda. Se pide:

- (1 punto) Calcular el trabajo de extracción del metal y la energía cinética de los electrones emitidos.
- (1 punto) Calcular la longitud de onda asociada a los electrones emitidos.

Datos: $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s, $c = 3 \cdot 10^8$ ms⁻¹, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg.

SOLUCIÓN:

APARTADO D1 a) : Items		Puntos
Hallar el trabajo de extracción, W_0 : a partir de la frecuencia umbral, f_0 :	$W_0 = h \cdot f_0 = 3.0 \cdot 10^{-19}$ J (1.9 eV)	0.50
Hallar la energía cinética de los electrones emitidos	$E_c = \frac{hc}{\lambda} - W_0 = 8.07 \cdot 10^{-19}$ J (5.4 eV)	0.50

APARTADO D1 b) : Items		Puntos
Identificar cual es la relación que nos da longitud de De Broglie, λ_B ,	$\lambda_B = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}}$	0.50
Alcanzar el resultado numérico	$\lambda_B = 5.48 \cdot 10^{-10}$ m (5.48 Å)	0.50

PREGUNTA D2. (2 puntos) Una muestra de madera encontrada en un yacimiento arqueológico presenta una actividad radiactiva que es cinco veces menor que la correspondiente a una muestra de madera nueva de igual masa. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del carbono-14 es de 5730 años, ¿cuál es la antigüedad de la muestra encontrada?

SOLUCIÓN:

APARTADO D2 : Items		Puntos
Directamente, se identifica y calcula la constante de desintegración, λ como:	$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 1.21 \cdot 10^{-4}$ años ⁻¹ .	1.00
Hallar el tiempo de la muestra a partir de la ecuación fundamental de la radioactividad:	$A = A_0 e^{-\lambda t} \rightarrow t = \frac{\ln \left(\frac{A_0}{A} \right)}{\lambda} = 1.33 \cdot 10^4$ años.	1.00