



FÍSICA
NIVEL MEDIO
PRUEBA 3

Martes 17 de noviembre de 2009 (mañana)

1 hora

Número de convocatoria del alumno

0	0								
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

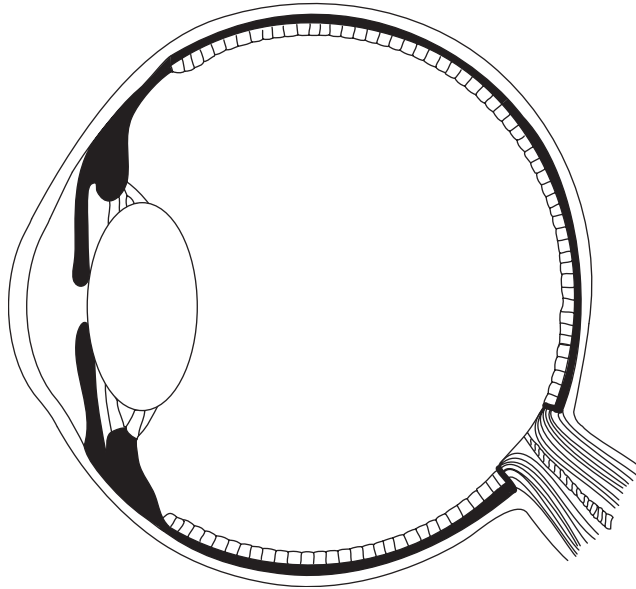
- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas de dos de las opciones en los espacios provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen las letras de las opciones que ha contestado.



Opción A — Visión y fenómenos ondulatorios

A1. Esta pregunta trata sobre el ojo humano.

- (a) (i) Rotule el diagrama del ojo humano para mostrar el cristalino, la retina y el nervio óptico. [1]



- (ii) Resuma el funcionamiento de los bastones y los conos de la retina. [3]

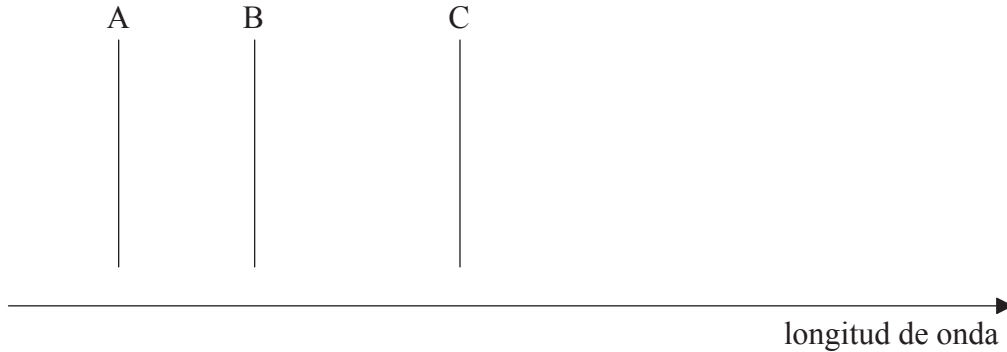
.....
.....
.....
.....
.....

- (b) Resuma qué entendemos por acomodación del ojo. [3]

.....
.....
.....
.....
.....

A2. Esta pregunta trata sobre el efecto Doppler.

El diagrama de longitud de onda muestra representadas tres líneas del espectro de emisión de una muestra de calcio, obtenido en el laboratorio.



Se sabe que una estrella lejana está moviéndose, alejándose directamente de la Tierra con una rapidez de $0,1c$. La luz emitida por la estrella contiene el espectro de emisión del calcio. Esquematice sobre el diagrama el espectro de emisión de la estrella tal y como se observa en el laboratorio. Rotule las líneas que corresponden a A, B y C con las letras A*, B*, y C*. **No** se piden valores de longitudes de onda.

[3]

A3. Esta pregunta trata sobre resolución óptica.

(a) La separación entre dos objetos situados sobre la superficie terrestre es d . Los objetos son fotografiados por la cámara de un satélite espía que orbita la Tierra. Las imágenes fotográficas de los objetos están apenas resueltas. Utilice los siguientes datos para determinar d .

[3]

- Longitud de onda de la luz emitida por los objetos = 500 nm
- Altura del satélite sobre la superficie terrestre = $4,0 \times 10^5$ m
- Diámetro de la lente de la cámara = 0,10 m

.....

.....

.....

.....

(b) Indique **una** manera para mejorar la resolución de la cámara.

[1]

.....

.....



A4. Esta pregunta trata sobre filtros polarizadores y fuentes.

Se le proporcionan dos fuentes de luz sin identificar, una de las cuales emite luz polarizada y la otra no. Asimismo, se le proporcionan dos hojas de plástico transparente sin identificar, una de las cuales es un polarizador y la otra no.

(a) Describa cómo determinaría cuál de las fuentes emite luz polarizada y cuál de las hojas es un filtro polarizador. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) Se le proporciona un tubo de vidrio que contiene una disolución ópticamente activa. Explique cómo usaría los aparatos de (a) para medir la concentración de la disolución. [4]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Opción B — Física cuántica y física nuclear

B1. Esta pregunta trata sobre física cuántica y electrones.

(a) Fotones de frecuencia $2,1 \times 10^{15}$ Hz impactan sobre una superficie de uranio y desde dicha superficie se emiten electrones. La función de trabajo del uranio es 3,6 eV.

(i) Demuestre que la energía cinética máxima de los electrones emitidos es de, aproximadamente 5,0 eV. [1]

.....
.....
.....

(ii) Explique qué cambio experimentaría dicha energía, si la intensidad de la luz se duplicara. [1]

.....
.....
.....

(b) La longitud de onda de De Broglie de un electrón, cuya energía es de 5,0 keV, es λ .

(i) Determine λ . [4]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(ii) Un estudiante afirma que: “La longitud de onda de un electrón no es real, sino solo un constructo matemático. Los electrones son partículas y nunca ondas.” Resuma alguna prueba que sugiera que la afirmación del estudiante **no** es correcta. [2]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: continuación)

(c) Resuma cómo

(i) el modelo de “electrón en una caja” da cuenta de la existencia de niveles discretos de energía en el átomo de hidrógeno. [3]

.....
.....
.....
.....
.....

(ii) los espectros de líneas del átomo de hidrógeno proporcionan evidencia de que existen niveles de energía para el electrón en el átomo. [3]

.....
.....
.....
.....
.....



B2. Esta pregunta trata sobre la desintegración radiactiva.

Un núcleo del isótopo yodo-124 (I-124) (número de protones 53) puede experimentar una desintegración beta positiva dando lugar a un núcleo del isótopo X.

(a) Indique la ecuación de la reacción nuclear para dicha desintegración. [3]

.....
.....

(b) La semivida del yodo-124 es 4,2 días. Una muestra recién preparada del isótopo tiene una actividad de 810 Bq. Determine la actividad de la muestra después de 6,0 días. [3]

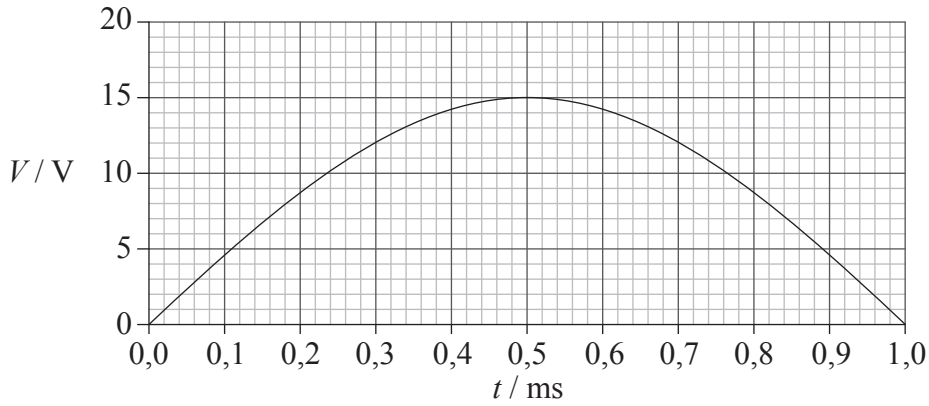
.....
.....
.....
.....
.....



Opción C— Tecnología digital

C1. Esta pregunta trata sobre el almacenamiento de información en un CD.

La gráfica muestra la variación con el tiempo t del voltaje V de una parte de una señal analógica.



Para convertir esta señal en una señal digital que pueda almacenarse en un CD, se mide el voltaje de la señal a intervalos regulares de tiempo. A continuación, los valores medidos se convierten en un número binario de cuatro bits, dividiendo la señal en niveles de 1 V.

(a) Indique

(i) el valor del voltaje para 0,30 ms. [1]

.....

(ii) el número binario de cuatro bits correspondiente al valor del voltaje para 0,30 ms. [1]

.....

(iii) y explique el valor del último bit significativo del número binario de cuatro bits de (a)(ii). [2]

.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta C1: continuación)

- (b) El número binario de (a) se codifica sobre la superficie de un CD como una serie de pozos. Con la ayuda de un diagrama apropiado, resuma cómo se utiliza la luz de un láser para distinguir entre el dígito binario 0 y el dígito binario 1.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

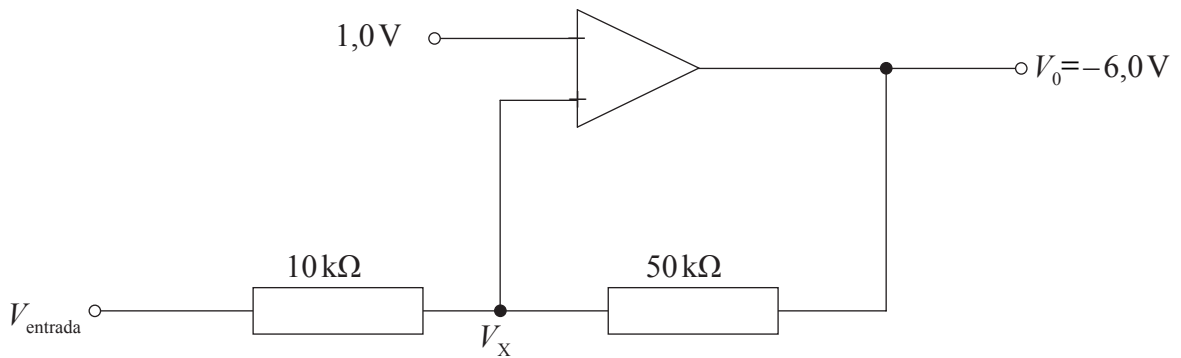
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta C1: continuación)

- (c) A causa del ruido en los circuitos eléctricos, a menudo los pulsos digitales pueden perder su forma y, por tanto, distorsionar la información que transportan. Los pulsos se pueden regenerar utilizando un circuito denominado disparador de Schmitt.

En la situación mostrada, el voltaje de salida V_0 del amplificador toma su valor mínimo de $-6,0\text{V}$. El voltaje en la entrada no inversora del amplificador es igual a $1,0\text{V}$ y en la entrada inversora es V_x . El voltaje de salida cambiará a su valor máximo de $+6,0\text{V}$ si el voltaje V_x justamente supera $+1,0\text{V}$.



Determine el voltaje mínimo V_{entrada} que ocasionaría un voltaje de salida de $+6,0\text{V}$.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



C2. Esta pregunta trata sobre los CCD.

(a) Defina *capacitancia*. [1]

.....
.....

(b) Luz de cierta frecuencia e intensidad $1,2 \text{ mW m}^{-2}$ es reflejada por un objeto hacia un píxel de un CCD. El área del píxel es $5,5 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ y su capacitancia $2,2 \text{ pF}$. La energía de un fotón de esa luz es $4,6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

(i) Deduzca que el ritmo al que inciden los fotones sobre el píxel es $1,4 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$. [2]

.....
.....
.....
.....

(ii) Utilizando la respuesta a (b)(i), determine el tiempo que tarda el potencial a través del píxel en cambiar en $40 \mu\text{V}$. [4]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(iii) Indique **una** suposición que haya hecho para obtener su respuesta a (b)(ii). [1]

.....
.....



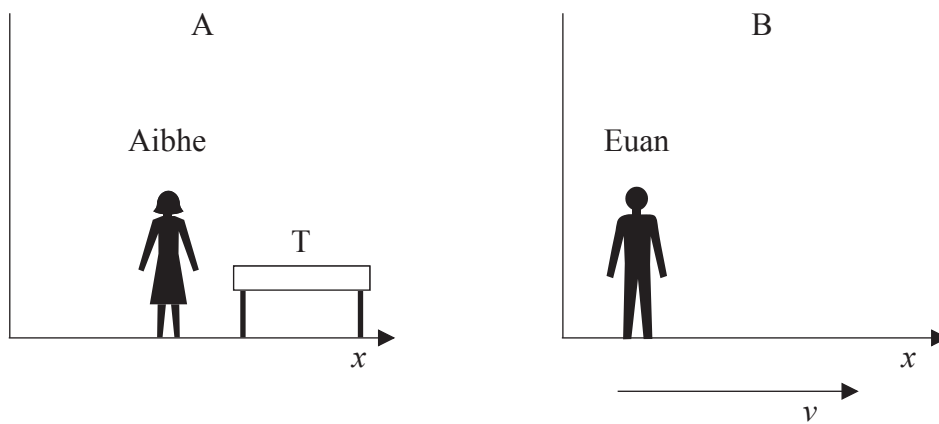
Opción D — Relatividad y física de partículas

D1. Esta pregunta trata sobre la relatividad especial.

- (a) Indique qué entendemos por sistema inercial de referencia. [1]

.....

- (b) Aibhe está en reposo en un sistema inercial de referencia A y Euan está en reposo en un sistema inercial de referencia B. El sistema B se está moviendo en la dirección x y con rapidez v respecto de A. La mesa T está en reposo respecto a Aibhe.



La longitud de T medida por Aibhe es 1,5 m y medida por Euan es 1,2 m.

- (i) Explique qué observador mide la longitud propia de T. [1]

.....

- (ii) Determine la rapidez v . [4]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta D1: continuación)

- (c) Dos insectos se posan en el mismo punto de T. Según un reloj en reposo respecto a Aibhe, uno de los insectos se posa 2,4 segundos después que el otro. Calcule el intervalo de tiempo que transcurre, según Euan, desde que se posa un insecto hasta que lo hace el otro. [1]

.....

- (d) Otros dos insectos se posan en cada extremo de la mesa. Estos dos sucesos pueden ocurrir en el mismo instante según lo que mide uno de los dos observadores (Aibhe o Euan), pero **no** según el otro. Resuma, haciendo referencia a los postulados de la relatividad, por qué esos tiempos son diferentes. [3]

.....



D2. Esta pregunta trata sobre fermiones y bosones.

- (a) Haciendo referencia al principio de exclusión de Pauli, distinga las diferencias entre fermiones y bosones. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) Identifique el bosón mediador de

- (i) la interacción electromagnética entre electrones. [1]

.....

- (ii) la interacción fuerte entre nucleones. [1]

.....

- (c) La interacción fuerte entre nucleones tiene un alcance del orden de 10^{-15} m. Demuestre que la masa del bosón en (b)(ii) es aproximadamente $100 \text{ MeV } c^{-2}$. [3]

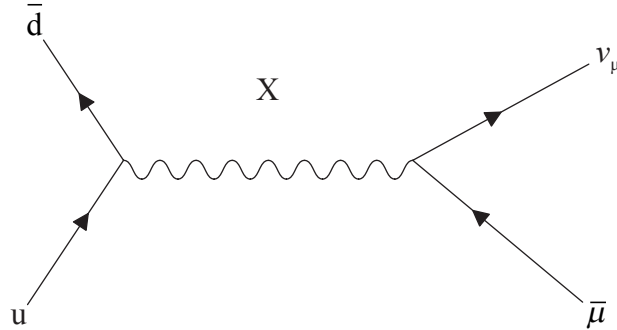
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta D2: continuación)

- (d) El diagrama de Feynman muestra la desintegración de un mesón en un anti-muón y un neutrino.



- (i) Indique la carga del mesón y del anti-muón, y explique sus respuestas. [2]

Mesón:

Anti-muón:

- (ii) Identifique la partícula rotulada X. [1]

.....



Opción E — Astrofísica

E1. Esta pregunta trata sobre la estrella Becrux y sobre las variables cefeidas.

(a) Describa qué entendemos por

(i) la escala de magnitudes aparentes. [2]

.....
.....
.....
.....

(ii) magnitud absoluta. [1]

.....
.....

(b) Becrux es una estrella de la secuencia principal y es una de las estrellas que forman la Cruz del Sur. Se dispone de los siguientes datos sobre Becrux.

Magnitud aparente	= 1,25
Magnitud absoluta	= -3,92
Brillo aparente	= $7,00 \times 10^{-12} b_{\text{Sol}}$

b_{Sol} es el brillo aparente del Sol. Utilice estos datos para deducir que

(i) la distancia de Becrux a la Tierra es de 108 pc. [3]

.....
.....
.....
.....
.....

(ii) la luminosidad de Becrux es $3,43 \times 10^3 L_{\text{Sol}}$, donde L_{Sol} es la luminosidad del Sol. (1 pc = $2,05 \times 10^5$ AU) [3]

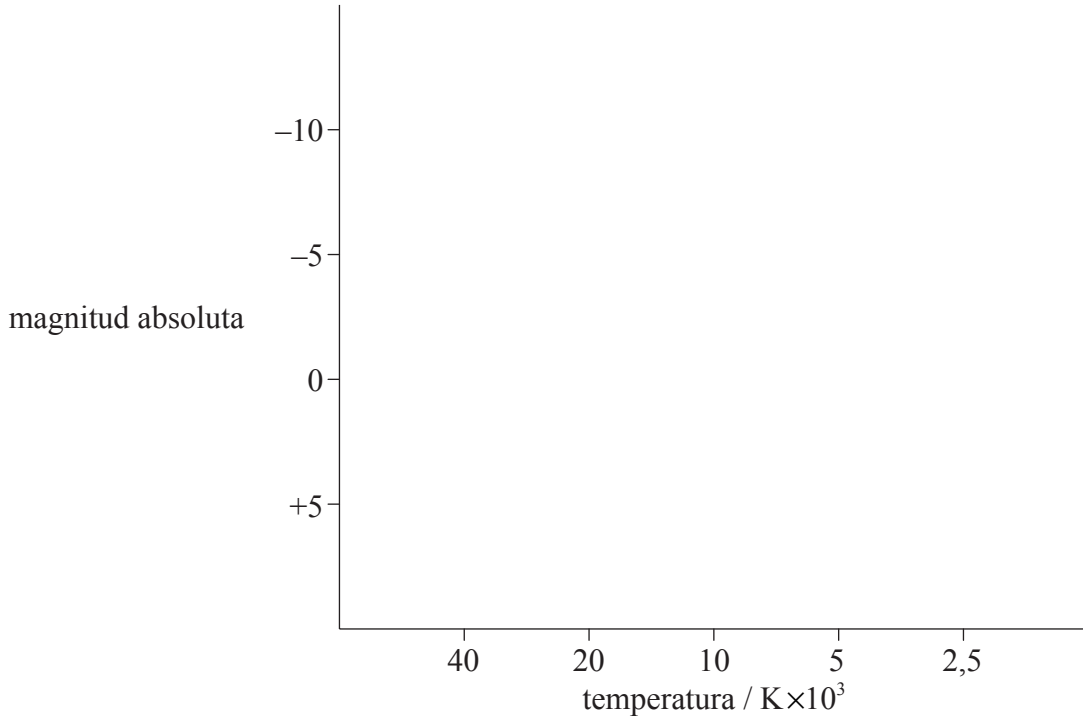
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E1: continuación)

- (c) Becrux es una estrella de clase espectral B. Sobre los ejes del diagrama de Hertzsprung-Russell rotule con la letra B la posición aproximada de Becrux. [1]



- (d) Sobre los ejes del diagrama de Hertzsprung-Russell anterior, dibuje aproximadamente la región en la que se localizan las estrellas variables cefeidas. [1]

- (e) Indique la razón de la variación periódica de luminosidad en una variable cefeida. [1]

.....

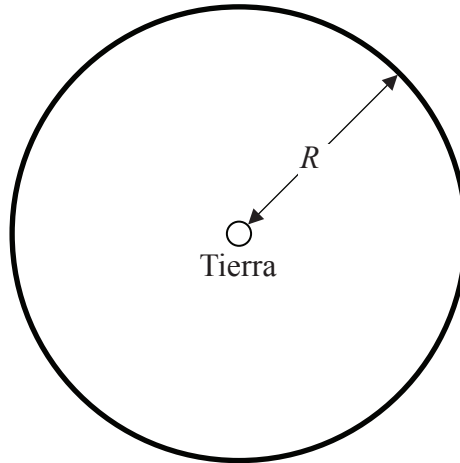
- (f) Indique **dos** magnitudes que es necesario medir con objeto de utilizar una variable cefeida como “faro estándar” para determinar la distancia a la galaxia en la que se encuentra la cefeida. [2]

1.
2.



E2. Esta pregunta trata sobre cosmología.

- (a) El siguiente diagrama representa una región esférica del espacio, basada en el modelo newtoniano del universo. La Tierra se encuentra en el centro de esa región. La línea oscura representa una capa esférica muy delgada de espacio a una distancia R de la Tierra.



Haciendo referencia al diagrama y al modelo newtoniano del universo, explique **cuantitativamente** la paradoja de Olbers. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Resuma cómo la teoría del Big Bang resuelve la paradoja de Olbers. [2]

.....

.....

.....

.....

Página en blanco



Opción F— Comunicaciones

F1. Esta pregunta trata sobre modulación.

- (a) Distinga entre onda de señal y onda portadora. [2]

Onda de señal:

.....

Onda portadora:

.....

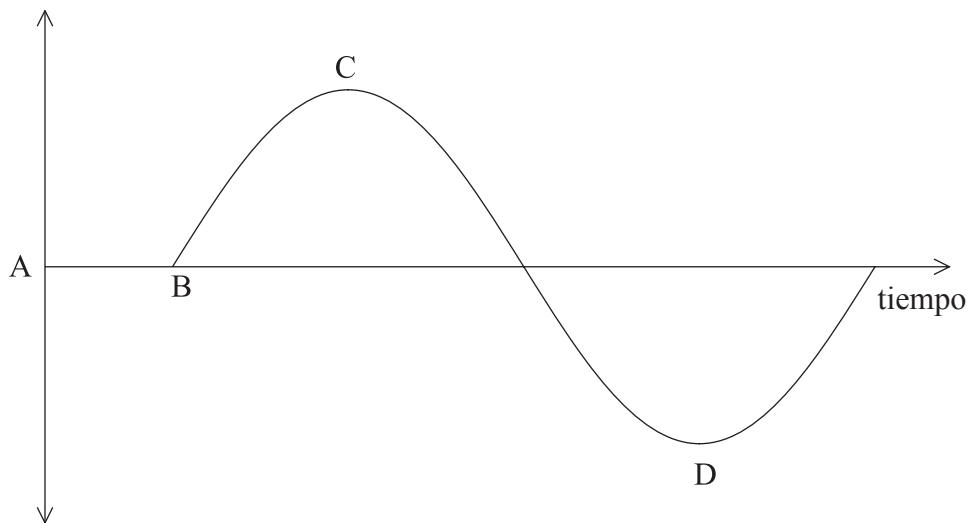
- (b) Haciendo referencia a la onda portadora, distinga entre modulación de amplitud y modulación de frecuencia. [1]

.....

.....

.....

- (c) El diagrama esquematiza una señal de audiofrecuencia.



Una onda de radio está modulada en frecuencia por la señal de audiofrecuencia. Indique los cambios, si los hay, en la frecuencia de la señal modulada en los siguientes intervalos de tiempo. [3]

A → B

B → C

C → D

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F1: continuación)

(d) Para una cierta onda portadora de frecuencia modulada, el máximo de frecuencia ocurre cada 1,2 ms. Hay $2,2 \times 10^5$ oscilaciones entre cada máximo de frecuencia. Determine la frecuencia de la

(i) onda de señal. [2]

.....
.....
.....
.....

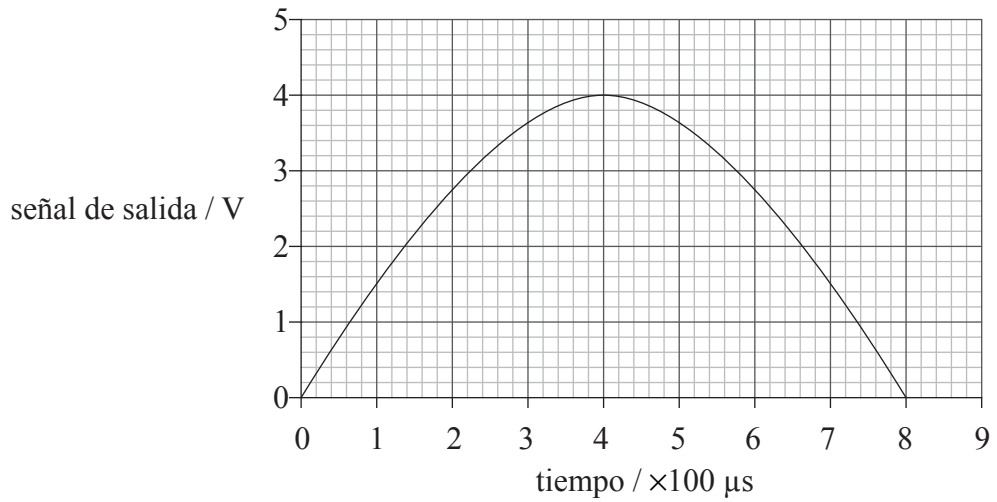
(ii) onda portadora. [2]

.....
.....
.....
.....



F2. Esta pregunta trata sobre señales digitales.

(a) La gráfica muestra la variación de una señal analógica con el tiempo.



Con objeto de convertir la señal analógica en una señal digital de 3 bits, se muestrea cada $100 \mu s$. A continuación, se muestran los posibles voltajes de salida del conversor de analógico a digital.

Señal analógica / V	Salida binaria
0 – < 0,5	000
0,5 – < 1,0	001
1,0 – < 1,5	010
1,5 – < 2,0	011
2,0 – < 2,5	100
2,5 – < 3,0	101
3,0 – < 3,5	110
3,5 – < 4,0	111

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F2: continuación)

Explicando su respuesta, determine

- (i) la velocidad de transferencia de datos (*bitrate*). [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) la salida digital de la señal para la sexta muestra empezando desde $t=0$ s. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Explique los efectos que tendría el aumento de la frecuencia de muestreo y del número de bits sobre la calidad de la representación de la señal analógica. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) La señal analógica de (a) se transmite a través de una fibra óptica que tiene una atenuación de $2,0 \text{ dB km}^{-1}$.

- (i) Indique, en vatios, cómo se define la atenuación en la escala decibélica. [1]

.....

.....

- (ii) Calcule la distancia que ha viajado la señal para que resulte una atenuación del 75%. [2]

.....

.....

.....

.....



Opción G — Ondas electromagnéticas

G1. Esta pregunta trata sobre el espectro electromagnético.

- (a) La transmisión desde una emisora de televisión tiene una frecuencia de 100 MHz. Es un hecho conocido que las ondas electromagnéticas asociadas con dicha transmisión producen un campo magnético. Indique **una** razón por la que una brújula **no** responde a ese campo. [1]

.....

- (b) Se propone que en lugar de utilizar ondas de radio para las transmisiones de televisión, se utilicen rayos gamma.

- (i) Indique una frecuencia típica de los rayos gamma. [1]

.....

- (ii) Sugiera **un** inconveniente del uso de rayos gamma para las transmisiones de televisión. [1]

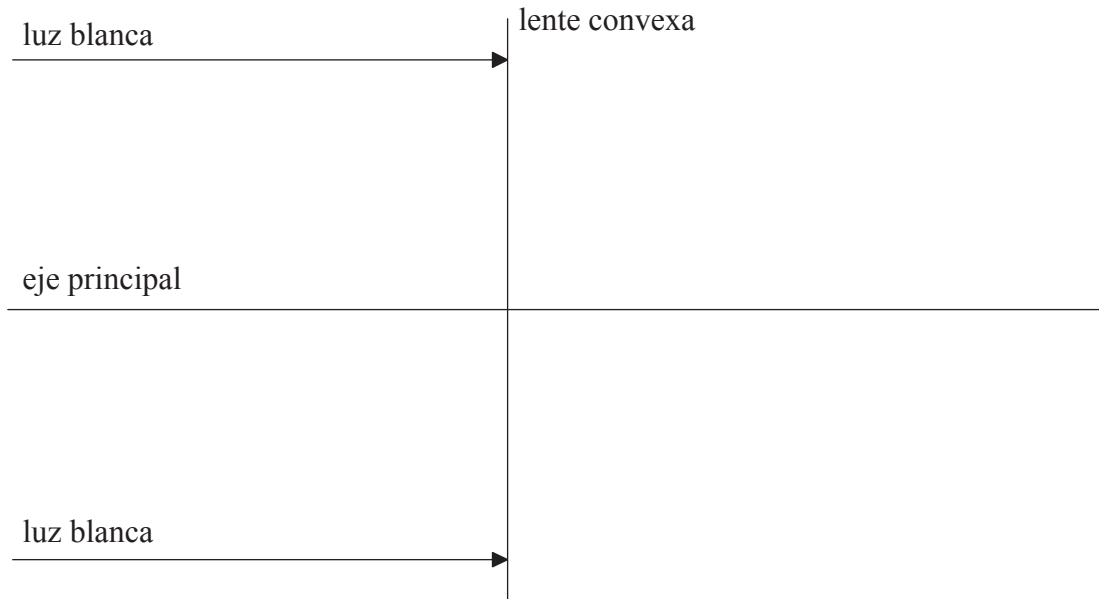
.....

.....



G2. Esta pregunta trata sobre la aberración cromática y una lente.

(a) Dos rayos paralelos de luz blanca inciden sobre una lente convexa.



Sobre el diagrama, y después de la refracción en la lente, dibuje las trayectorias de los rayos de luz roja y de luz azul, presentes en la luz blanca. [2]

(b) Utilice su diagrama de (a) para explicar la aberración cromática. [3]

.....
.....
.....
.....
.....

(c) Indique **un** modo de reducir la aberración cromática. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G2: continuación)

(d) Se sitúa un objeto a 5,0 cm de la lente y se ilumina con luz roja. La distancia focal de la lente para la luz roja es de 8,0 cm. Calcule

(i) la posición de la imagen. [2]

.....
.....
.....
.....

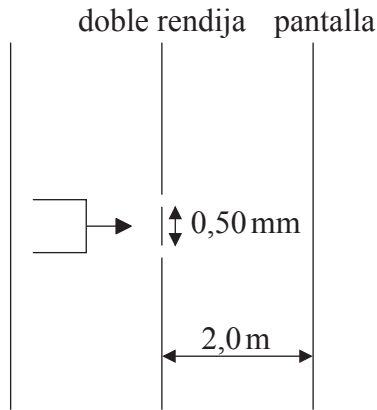
(ii) la amplificación lineal. [1]

.....
.....



G3. Esta pregunta trata sobre la interferencia de dos fuentes.

- (a) La luz procedente de un láser incide sobre dos rendijas paralelas e idénticas, cuya anchura es pequeña en comparación con su separación.



(diagrama no a escala)

Después de atravesar las rendijas, la luz incide sobre una pantalla. La separación de las rendijas es 0,50 mm y la distancia entre las rendijas y la pantalla es 2,0 m. La longitud de onda de la luz es 700 nm.

- (i) Indique por qué se utiliza luz láser como fuente de luz. [1]

.....
.....

- (ii) Determine la separación de los puntos de intensidad máxima sobre la pantalla. [2]

.....
.....
.....
.....

- (iii) Describa el efecto que tendría el aumento en el número de rendijas sobre la distribución de intensidades en la pantalla. [2]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G3: continuación)

- (b) Las rendijas de (a) se sustituyen por una red de difracción que tiene $3,5 \times 10^5$ líneas por metro. Determine el número de posiciones de intensidad máxima que se observarán sobre la pantalla. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

