

**Física**  
**Nivel medio**  
**Prueba 3**

Lunes 11 de mayo de 2015 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

1 hora

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**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.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[40 puntos]**.

Opción	Preguntas
Opción A — Visión y fenómenos ondulatorios	1 – 4
Opción B — Física cuántica y física nuclear	5 – 7
Opción C — Tecnología digital	8 – 10
Opción D — Relatividad y física de partículas	11 – 12
Opción E — Astrofísica	13 – 15
Opción F — Comunicaciones	16 – 18
Opción G — Ondas electromagnéticas	19 – 21



**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.

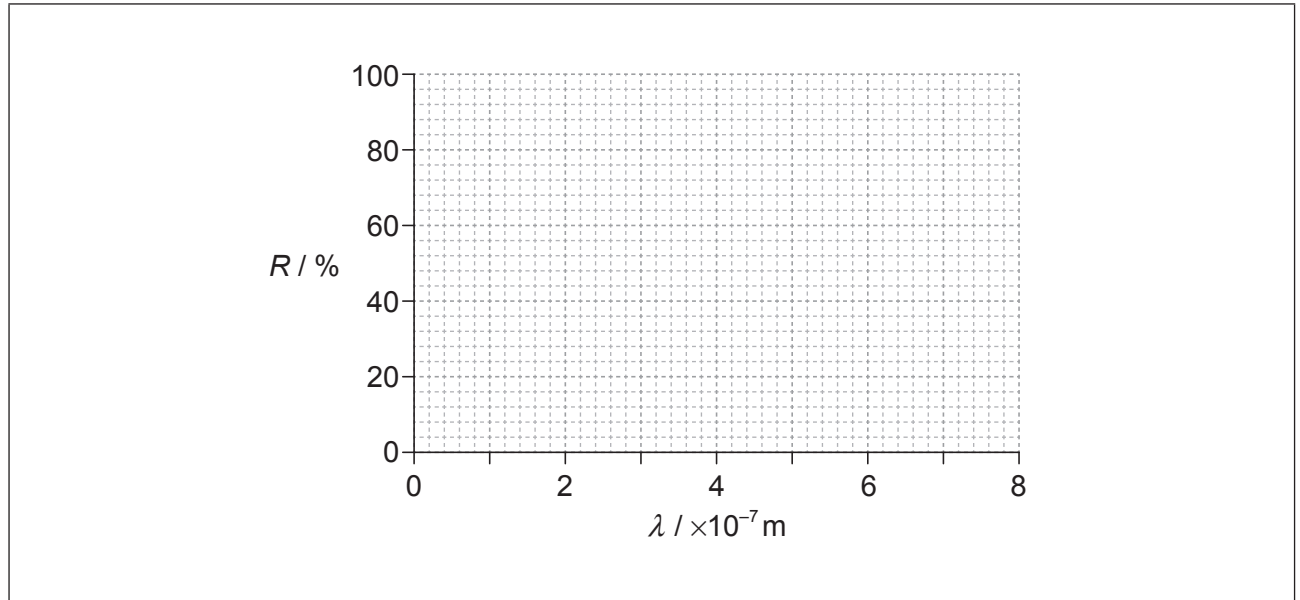


40EP02

**Opción A — Visión y fenómenos ondulatorios**

1. Esta pregunta trata de las células bastoncillos.

- (a) Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación con la longitud de onda  $\lambda$  de la respuesta espectral  $R$  de las células bastoncillos del ojo humano. [2]



- (b) Hay flores que se ven con un rojo intenso durante el día y con un rojo apagado inmediatamente después de la puesta del sol. Explique, a partir de su gráfica esquemática de (a), esta observación. [2]

.....

.....

.....

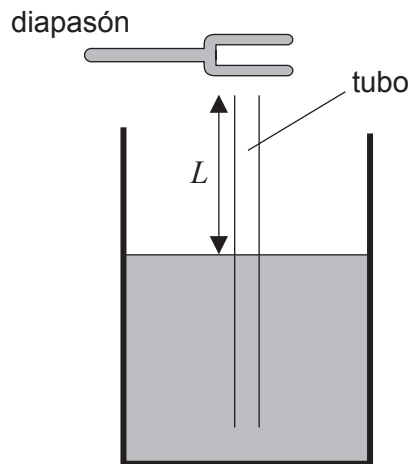
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



**(Opción A: continuación)**

2. Esta pregunta trata de las ondas estacionarias en un tubo.
- (a) Se sumerge un tubo delgado en un recipiente con agua. Una longitud  $L$  del tubo asoma por encima de la superficie del agua.



Se hace sonar un diapasón sobre el tubo. Para ciertos valores de  $L$ , se forma una onda estacionaria en el tubo.

- (i) Explique cómo se forma una onda estacionaria en este tubo. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) La frecuencia del diapasón es de 256 Hz. La menor longitud  $L$  para la cual se forma una onda estacionaria en el tubo es de 33,0 cm. Estime la velocidad del sonido en el tubo. [2]

.....

.....

.....

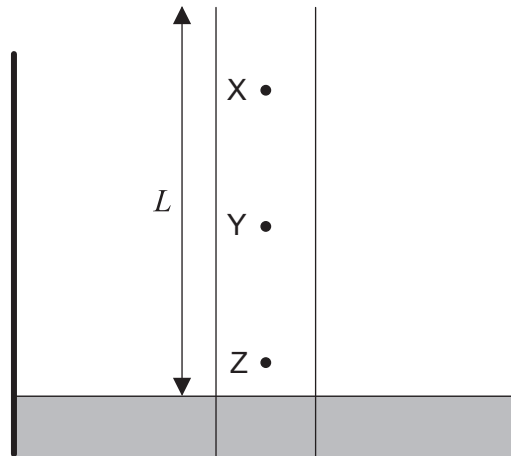
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



**(Continuación: opción A, pregunta 2)**

- (b) En el diagrama se muestra una vista ampliada del tubo mostrado en (a). X, Y y Z son tres moléculas de aire en el tubo.



La longitud  $L$  es 33,0 cm.

- (i) Indique la dirección de oscilación de la molécula Y. [1]

.....

- (ii) Identifique la molécula que presenta mayor amplitud. [1]

.....

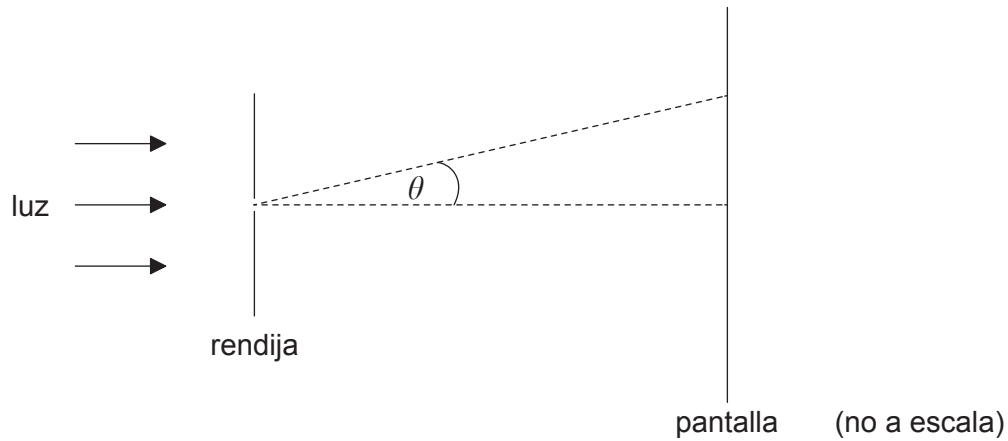
**(La opción A continúa en la página siguiente)**



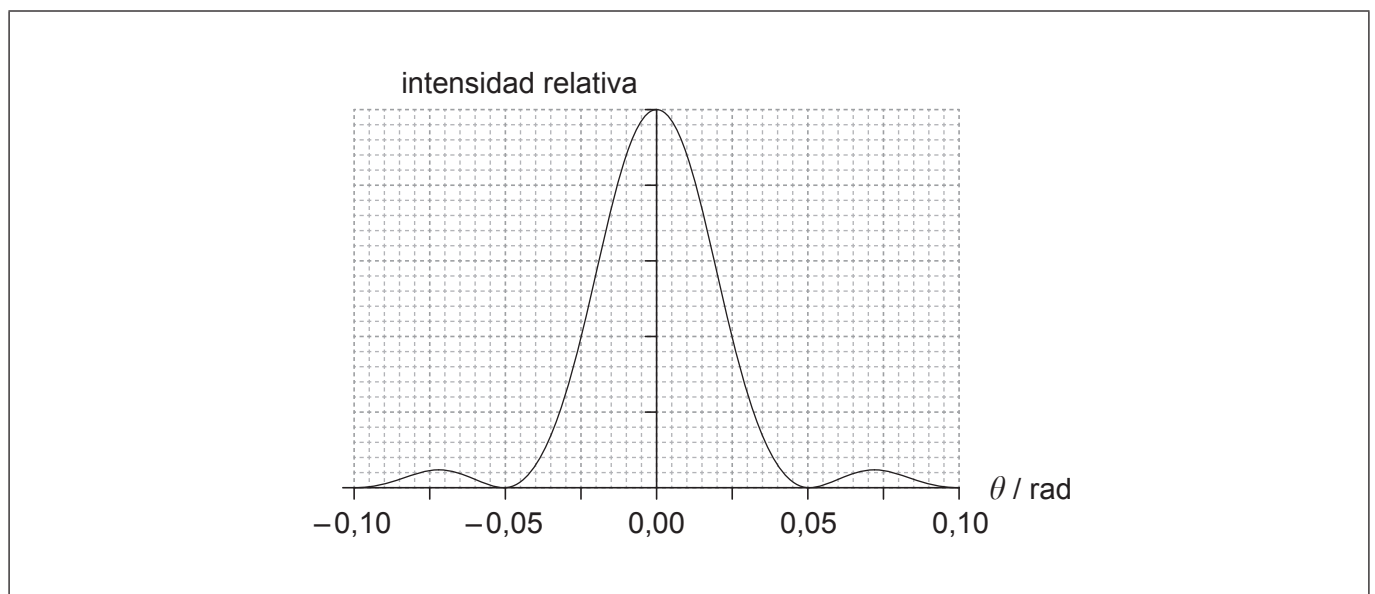
**(Opción A: continuación)**

3. Esta pregunta trata de la difracción y la resolución.

Sobre una rendija rectangular estrecha incide luz monocromática.



La luz se observa en una pantalla alejada de la rendija. La gráfica muestra la variación con el ángulo  $\theta$  de la intensidad relativa para la luz con longitud de onda  $7,0 \times 10^{-7}$  m.



(a) Estime la anchura de la rendija.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



**(Continuación: opción A, pregunta 3)**

(b) Sobre la gráfica, esquematice la variación de la intensidad relativa frente a  $\theta$  cuando se reduce la longitud de onda de la luz. [1]

(c) Indique y explique, a partir de su esquema de (b), si resulta más fácil resolver dos objetos en luz azul o en luz roja. [2]

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

**4. Esta pregunta trata de la polarización.**

(a) Indique qué se entiende por luz polarizada. [1]

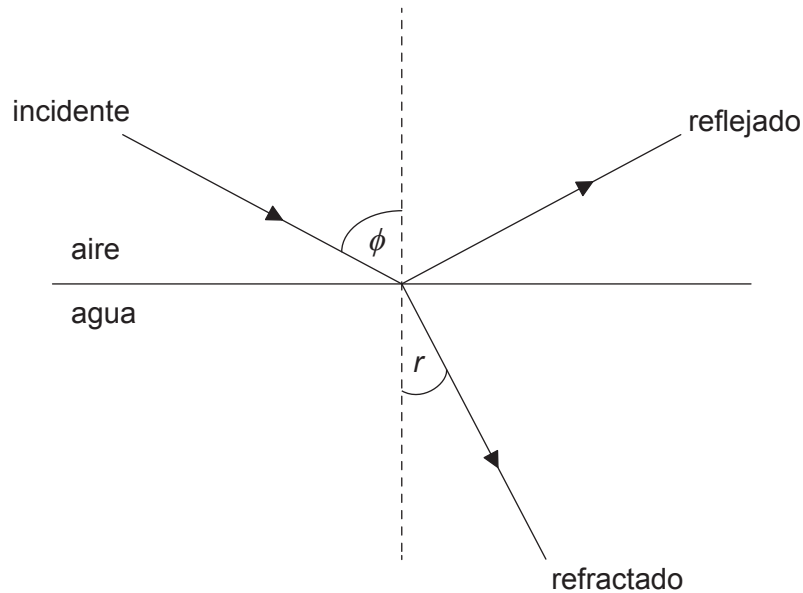
.....  
.....

**(La opción A continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción A, pregunta 4)**

- (b) El diagrama muestra el rayo incidente, el rayo reflejado y el rayo refractado en una frontera horizontal aire-agua. El ángulo de incidencia es igual al ángulo de Brewster  $\phi$ .



- (i) Describa el estado de polarización del rayo reflejado. [1]

.....

.....

- (ii) El ángulo de Brewster es de  $53^\circ$ . Calcule el ángulo de refracción  $r$ . [1]

.....

.....

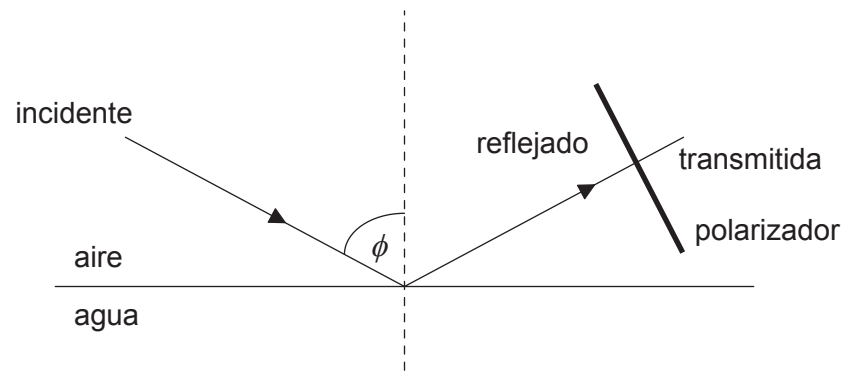
**(La opción A continúa en la página siguiente)**





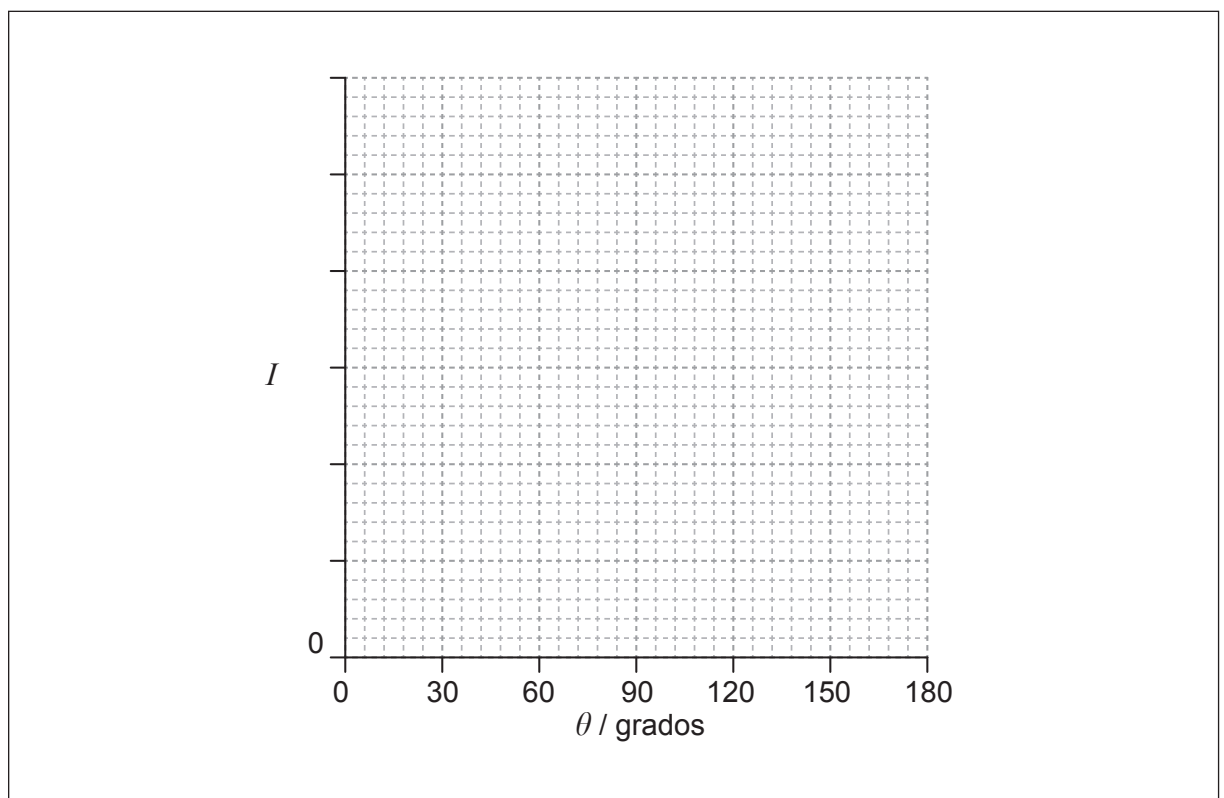
**(Continuación: opción A, pregunta 4)**

- (iii) Se transmite la luz reflejada a través de un polarizador. El plano del polarizador forma un ángulo recto con el rayo reflejado.



El eje de transmisión del polarizador está inicialmente en horizontal. Se hace rotar el polarizador un ángulo  $\theta$  en torno al rayo reflejado. Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación con  $\theta$  de la intensidad transmitida  $I$ .

[2]

**Fin de la opción A**

40EP09

Véase al dorso

**Opción B — Física cuántica y física nuclear**

5. Esta pregunta trata del efecto fotoeléctrico.

En un experimento fotoeléctrico, incide luz con longitud de onda de 450 nm sobre una superficie de sodio. La función de trabajo para el sodio es 2,4 eV.

(a) (i) Calcule, en eV, la energía cinética máxima de los electrones emitidos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) El número de electrones que abandona la superficie de sodio por segundo es  $2 \times 10^{15}$ . Calcule la corriente que abandona la superficie de sodio. [2]

.....

.....

(b) Se reduce la longitud de onda de la luz que incide sobre la superficie de sodio sin modificar su intensidad. Explique por qué bajará el número de electrones emitidos desde el sodio. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

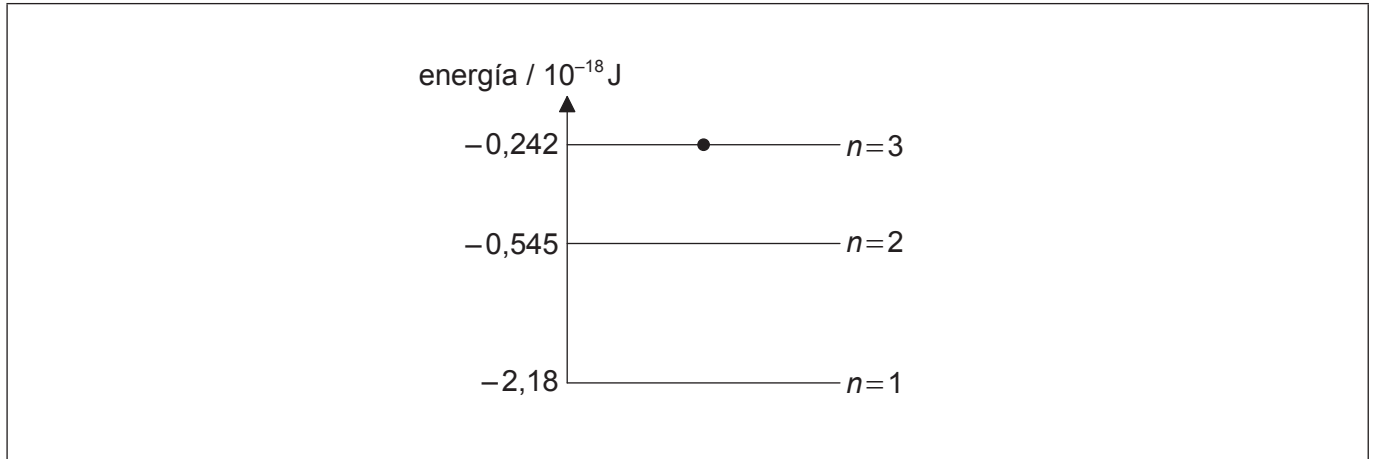
(La opción B continúa en la página siguiente)



**(Opción B: continuación)**

6. Esta pregunta trata del átomo de hidrógeno.

El diagrama muestra los tres menores niveles de energía de un átomo de hidrógeno.



(a) Se excita un electrón hasta el nivel de energía  $n=3$ . Sobre el diagrama, dibuje flechas que muestren las posibles transiciones electrónicas que pueden conducir a la emisión de un fotón. [2]

(b) Demuestre que desde un átomo de hidrógeno puede emitirse un fotón con longitud de onda de 656 nm. [2]

.....

.....

.....

.....

**(La opción B continúa en la página siguiente)**



**(Opción B: continuación)**

7. Esta pregunta trata de la desintegración radiactiva.

El núcleo X tiene una semivida estimada de miles de años.

(a) Resuma cómo puede determinarse experimentalmente la semivida de X. [4]

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

(b) Una muestra pura de X tiene una masa de 1,8 kg. La semivida de X es de 9000 años. Determine la masa de X que quedará al cabo de 25 000 años. [3]

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

**Fin de la opción B**



**Opción C — Tecnología digital**

8. Esta pregunta trata de las señales digitales.

(a) Para el número binario 11010,

(i) indique el bit menos significativo. [1]

.....

(ii) demuestre que el número decimal equivalente es 26. [1]

.....  
.....

(b) Se hace una grabación de dos-canales (estéreo) a una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz, utilizando muestreo de 16 bit. La grabación pasa a almacenarse en un mini-CD como 210 MB (1 byte=8 bits) de datos. Estime el tiempo de reproducción del mini-CD. [3]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



**(Opción C: continuación)**

9. Esta pregunta trata de un dispositivo acoplado por carga (CCD).

Un sensor consistente en un dispositivo acoplado por carga (CCD) cuenta con  $1,6 \times 10^7$  píxeles y está conectado a un telescopio portátil. El aumento del sistema es de  $2,08 \times 10^{-3}$ . El área del CCD es de  $866 \text{ mm}^2$ .

- (a) (i) Calcule la longitud del lado de un píxel del CCD. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Un alumno utiliza el telescopio para observar un objeto lejano. Determine la menor distancia entre dos puntos del objeto que pueden ser resueltos. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Explique cómo la luz incidente en un CCD hace que se acumule carga en un píxel. [2]

.....

.....

.....

.....

**(La opción C continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción C, pregunta 9)**

- (c) Se sustituye este CCD por otro con mayor rendimiento cuántico. Sugiera **dos** implicaciones que tendrá esta variación en el rendimiento cuántico para la observación de objetos lejanos. [2]

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

**(La opción C continúa en la página siguiente)**



40EP15

**Véase al dorso**

**(Opción C: continuación)**

10. Esta pregunta trata de un amplificador operacional (AO) ideal.

(a) Indique **dos** propiedades de un amplificador operacional (AO) ideal. [2]

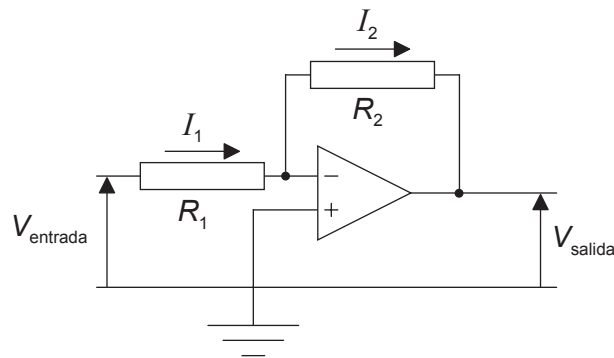
.....

.....

.....

.....

(b) El diagrama muestra un AO conectado como amplificador inversor. El voltaje de entrada es  $V_{\text{entrada}}$  y el voltaje de salida es  $V_{\text{salida}}$ .



Demuestre que la ganancia del amplificador es  $\frac{V_{\text{salida}}}{V_{\text{entrada}}} = -\frac{R_2}{R_1}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**(La opción C continúa en la página siguiente)**





**(Continuación: opción C, pregunta 10)**

- (c) El AO de (b) está alimentado por una fuente de  $\pm 15V$ . La resistencia  $R_1$  es de  $50k\Omega$  y la resistencia  $R_2$  es de  $600k\Omega$ . Indique y explique el valor del voltaje de salida  $V_{salida}$  cuando el voltaje de entrada  $V_{entrada}$  es  $1,7V$ . [2]

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

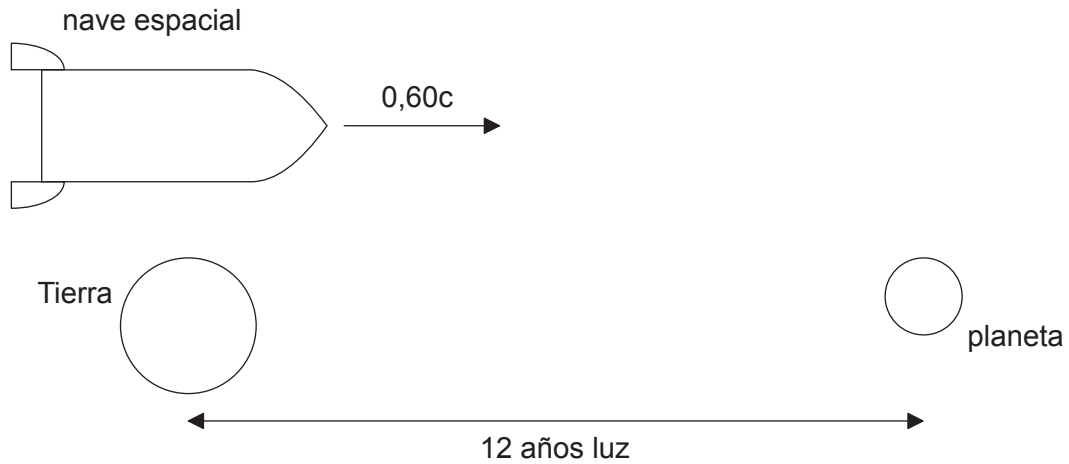
**Fin de la opción C**



**Opción D — Relatividad y física de partículas**

11. Esta pregunta trata de la cinemática relativista.

Una nave espacial parte de la Tierra y viaja hacia un planeta. La nave espacial se desplaza a una rapidez  $0,60c$  respecto a la Tierra. El planeta se encuentra a una distancia de 12 años luz para el observador sobre la Tierra.



(a) Determine el tiempo, en años, que tardará la nave espacial en alcanzar el planeta según

(i) el observador en la Tierra.

[1]

<p>.....</p> <p>.....</p>
---------------------------

(ii) el observador en la nave espacial.

[2]

<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---

(La opción D continúa en la página siguiente)



**(Continuación: opción D, pregunta 11)**

(b) La nave espacial pasa junto a una estación espacial que está en reposo respecto a la Tierra. La longitud propia de la estación espacial es de 310 m.

(i) Indique qué se entiende por longitud propia. [1]

.....  
.....

(ii) Calcule la longitud de la estación espacial según el observador en la nave espacial. [2]

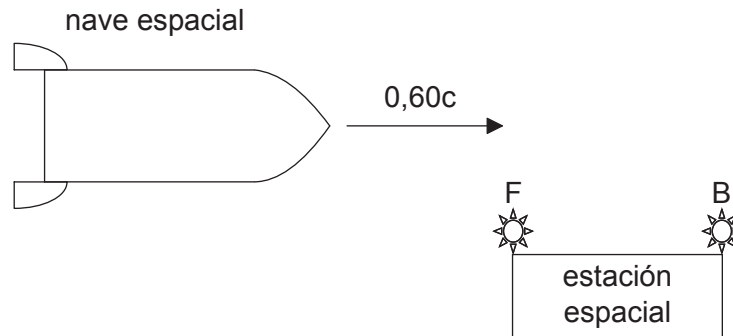
.....  
.....  
.....  
.....

**(La opción D continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción D, pregunta 11)**

- (c) F y B son dos luces parpadeantes que se encuentran en los extremos de la estación espacial, tal como se muestra. Cuando la nave espacial se aproxima a la estación espacial de (b), F y B se encienden. Las luces se activan simultáneamente según el observador en la estación espacial, que está a medio camino entre las luces.



Indique y explique qué luz, F o B, se enciende primero según el observador en la **nave espacial**.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



**(Opción D: continuación)**

**12.** Esta pregunta trata de las partículas y las interacciones.

(a) (i) Indique qué se entiende por una antipartícula. [1]

.....  
.....

(ii) Algunas partículas son idénticas a sus antipartículas. Discuta si el neutrón y el antineutrón son idénticos. [2]

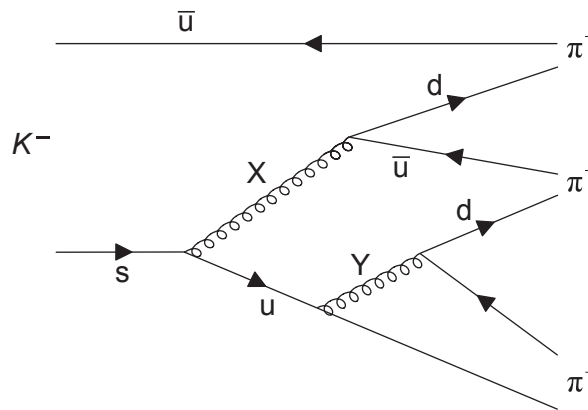
.....  
.....  
.....  
.....

**(La opción D continúa en la página siguiente)**



(Continuación: opción D, pregunta 12)

(b) Este diagrama de Feynman representa la desintegración  $K^- \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^-$ .



Las partículas X e Y son partículas de intercambio.

(i) Explique qué se entiende por una partícula de intercambio. [2]

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

(ii) Identifique X. [1]

.....

(iii) Determine la carga eléctrica de Y. [1]

.....

(iv) Calcule la variación en extrañeza en la desintegración del  $K^-$ . [1]

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



**(Continuación: opción D, pregunta 12)**

- (c) En el pasado se creía que la partícula de intercambio de la interacción fuerte era el pión. El rango de la interacción fuerte entre hadrones está en torno a  $10^{-15}$  m. Estime la masa del pión. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción D**



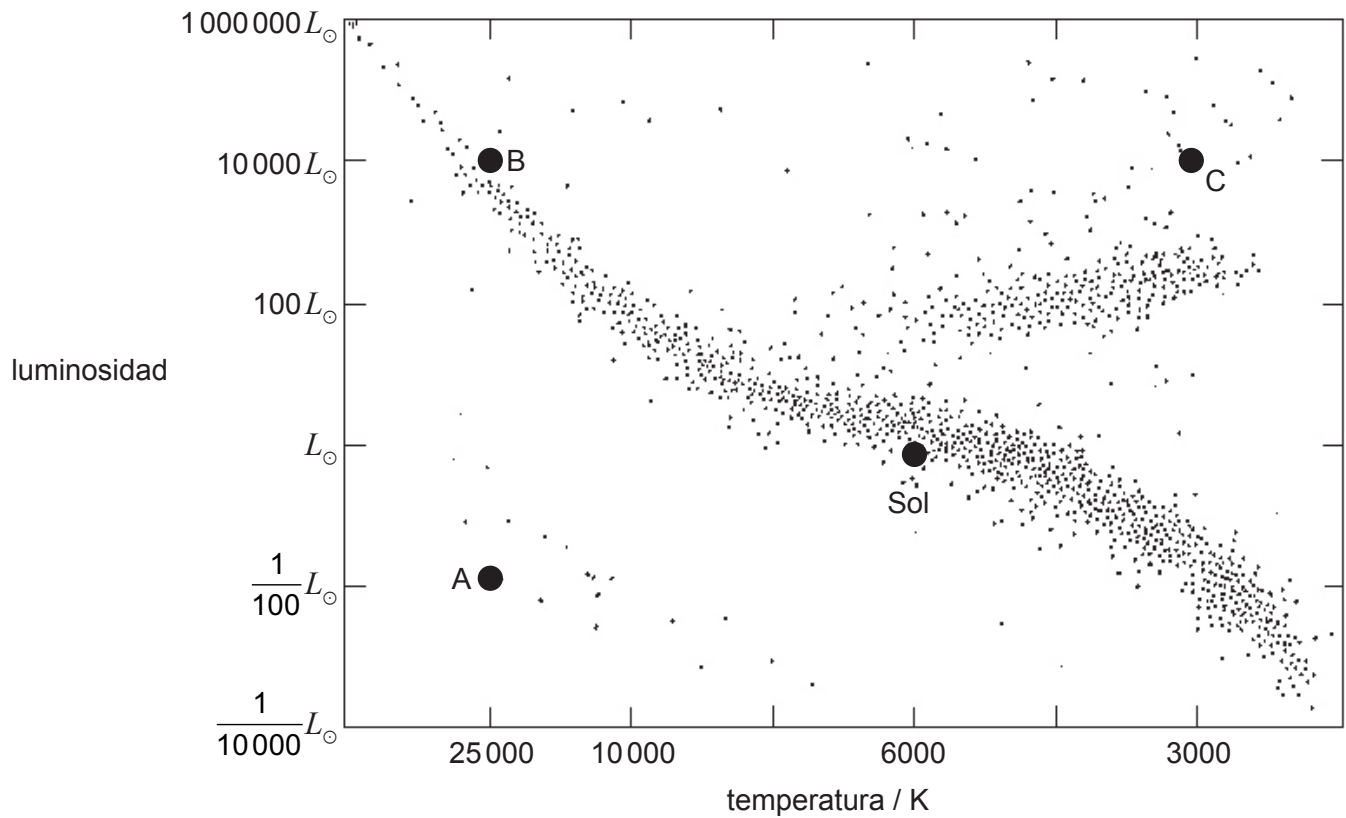
40EP23

**Véase al dorso**

**Opción E — Astrofísica**

13. Esta pregunta trata de las estrellas.

El diagrama de Hertzsprung–Russell (HR) muestra la posición del Sol y de tres estrellas rotuladas como A, B y C.



(a) Indique el tipo estelar de A, B y C.

[3]

A:	.....
B:	.....
C:	.....

(La opción E continúa en la página siguiente)





**(Continuación: opción E, pregunta 13)**

- (b) Determine el cociente  $\frac{\text{radio de B}}{\text{radio de A}}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) El brillo aparente de C es  $3,8 \times 10^{-10} \text{ W m}^{-2}$ . La luminosidad del Sol es  $3,9 \times 10^{26} \text{ W}$ .

- (i) Indique qué se entiende por brillo aparente y luminosidad. [2]

Brillo aparente:

.....

.....

Luminosidad:

.....

.....

- (ii) Determine la distancia entre C y la Tierra. [2]

.....

.....

.....

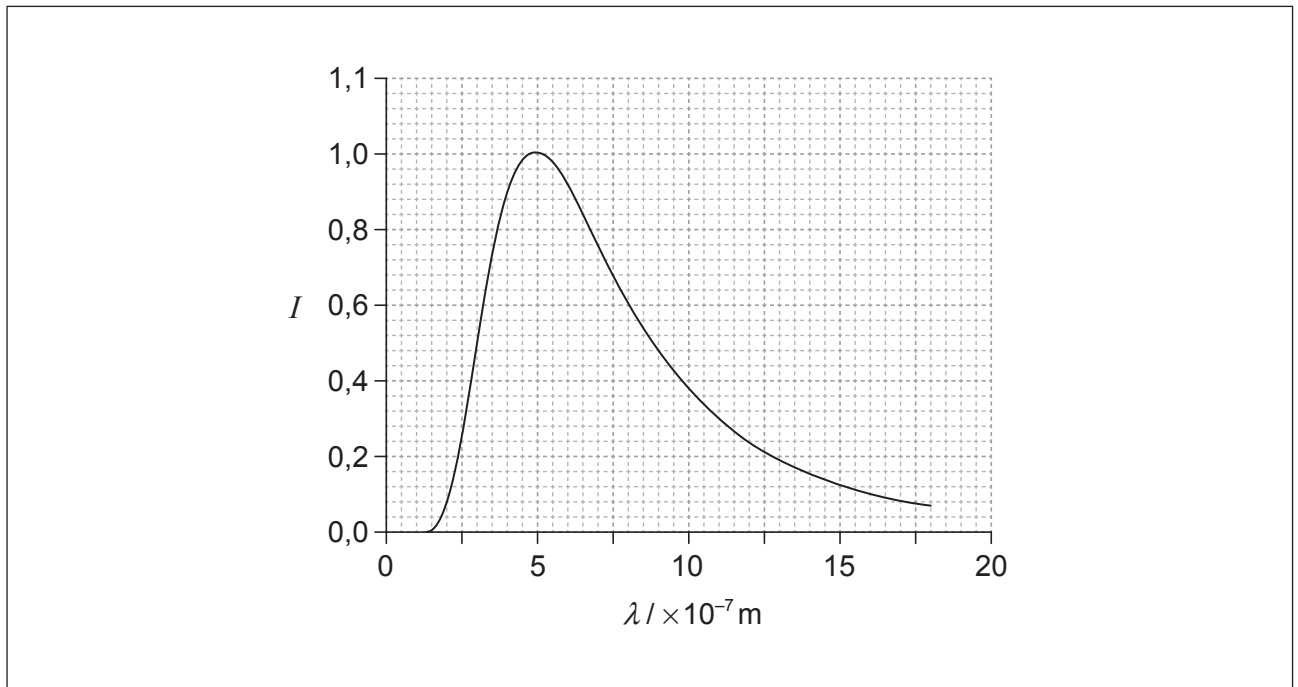
.....

**(La opción E continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción E, pregunta 13)**

- (d) La gráfica muestra la variación con la longitud de onda  $\lambda$  de la intensidad  $I$  de la radiación emitida por  $1,0 \text{ m}^2$  de la superficie del Sol. Se ha ajustado la curva de la gráfica para que la intensidad máxima sea 1.



Sobre la cuadrícula, dibuje una gráfica análoga para la estrella C. Su curva ha de tener una intensidad máxima de 1.

[2]

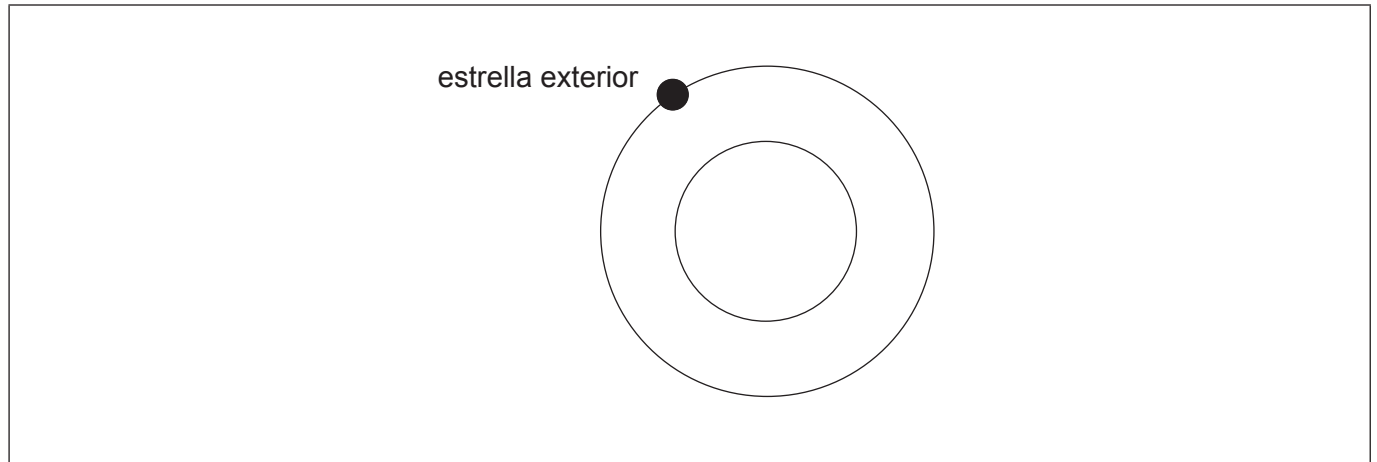
**(La opción E continúa en la página siguiente)**



**(Opción E: continuación)**

14. Esta pregunta trata de las estrellas binarias eclipsantes.

Las dos circunferencias del diagrama representen las órbitas de dos estrellas en un sistema estelar binario. Se muestra la posición de la estrella exterior.



- (a) Sobre el diagrama, dibuje un punto para indicar la posición de la segunda estrella. Rotúlelo como S. [1]
- (b) Indique **una** condición que debe satisfacerse para que este sistema pueda clasificarse como sistema estelar binario eclipsante. [1]

.....

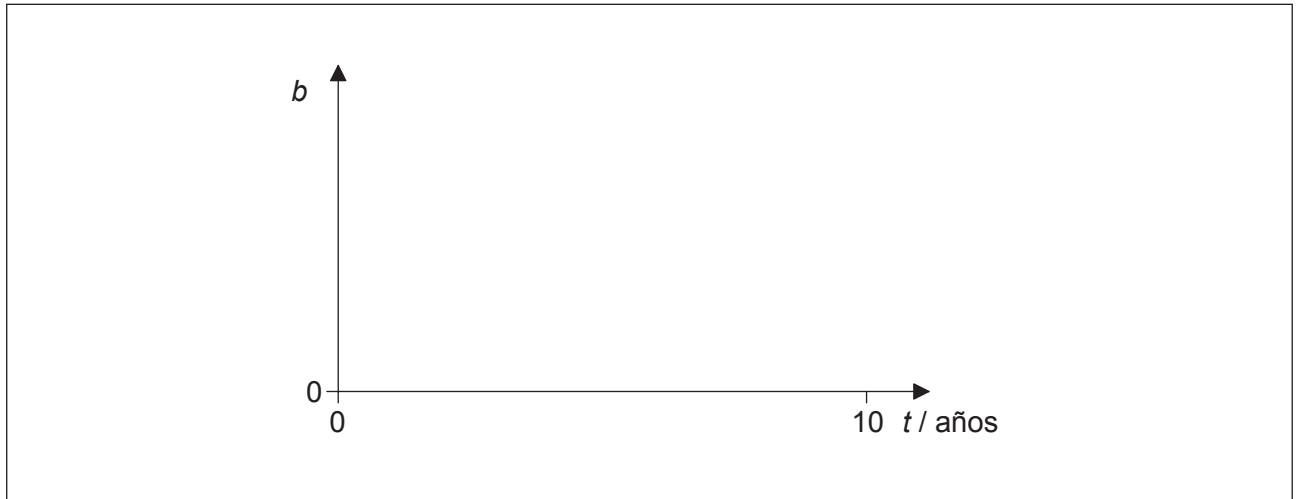
.....

**(La opción E continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción E, pregunta 14)**

- (c) Las dos estrellas tienen igual radio pero diferente brillo aparente. El período de revolución de las dos estrellas es de 10 años. Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación con el tiempo  $t$  del brillo aparente combinado  $b$  de las dos estrellas. [2]



15. Esta pregunta trata del universo en expansión.

Desde 1929 se cree que el universo se expande.

- (a) Indique qué se entiende por la expansión del universo. [1]

.....

.....

.....

.....

- (b) El desplazamiento al rojo de la luz procedente de galaxias lejanas proporciona evidencia del universo en expansión.

- (i) Indique **otro** elemento de evidencia en respaldo de un universo en expansión. [1]

.....

.....

**(La opción E continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción E, pregunta 15)**

- (ii) Explique cómo su respuesta a (b)(i) aporta evidencia a favor del modelo del Big Bang para el universo.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción E**



40EP29

**Véase al dorso**

**Opción F — Comunicaciones**

16. Esta pregunta trata de la modulación de amplitud (AM).

(a) Describa qué se entiende por modulación de amplitud (AM).

[2]

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

(b) Una onda portadora tiene una frecuencia de 540 kHz. Se modula en amplitud por una onda de señal de frecuencia 4,0 kHz.

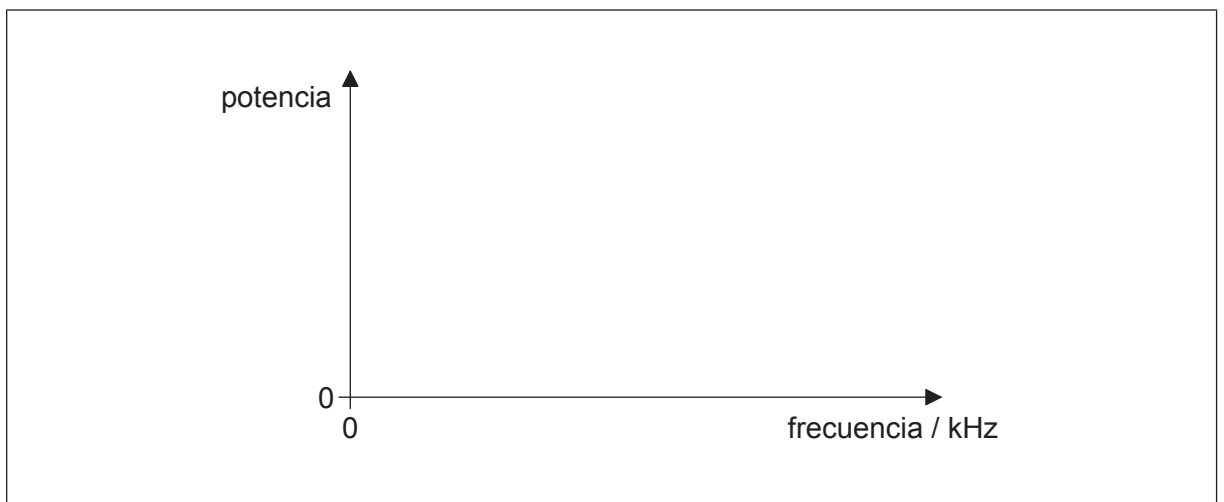
(i) Indique el ancho de banda de la onda portadora modulada.

[1]

.....  
.....

(ii) Sobre los ejes, esquematice el espectro de potencia de la onda portadora modulada.

[2]

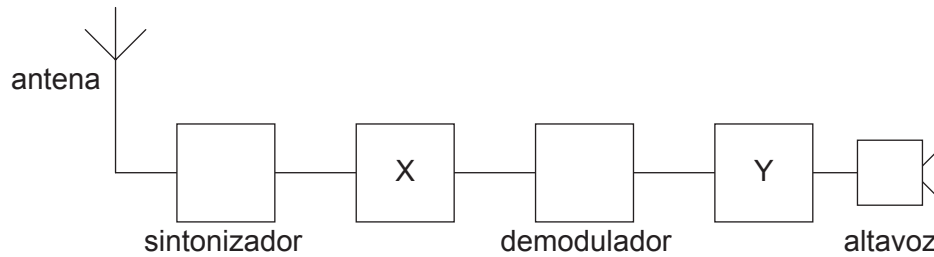


(La opción F continúa en la página siguiente)



**(Continuación: opción F, pregunta 16)**

- (c) El diagrama de bloques muestra un receptor de radio AM.



Identifique los bloques marcados como X e Y.

[2]

X: .....

Y: .....

**17.** Esta pregunta trata de las señales digitales.

- (a) Se hace una grabación de dos-canales (estéreo) a una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz, utilizando muestreo de 16 bits en cada canal.

- (i) Determine la velocidad de transferencia de datos (*bitrate*) durante la grabación.

[1]

.....  
 .....

- (ii) Determine la duración de **una** muestra.

[2]

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

**(La opción F continúa en la página siguiente)**



40EP31

Véase al dorso

**(Continuación: opción F, pregunta 17)**

- (b) Explique **un** cambio en el proceso que serviría para mejorar la calidad de la transmisión. [2]

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

- (c) Se digitaliza la muestra. Se utiliza multiplexación por división de tiempo para enviar esta señal digital a un transmisor de radio. Describa qué se entiende por multiplexación por división de tiempo. [2]

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

**(La opción F continúa en la página siguiente)**





**(Opción F: continuación)**

18. Esta pregunta trata de las transmisiones por fibra óptica.

- (a) Explique, en relación con el ángulo crítico, qué se entiende por reflexión interna total. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) En una fibra óptica, el índice de refracción del núcleo es 1,62. El índice de refracción para el revestimiento es 1,50. Determine el ángulo crítico para la frontera entre el núcleo y el revestimiento. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Indique **un** efecto de la dispersión sobre un pulso que se ha desplazado a lo largo de una fibra óptica. [1]

.....

.....

**Fin de la opción F**



40EP33

Véase al dorso

**Opción G — Ondas electromagnéticas**

19. Esta pregunta trata de las ondas electromagnéticas y los láseres.

(a) Resuma la naturaleza de las ondas electromagnéticas. [3]

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

(b) Distinga entre absorción y dispersión de la radiación electromagnética. [2]

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

(c) Indique **una** aplicación de la tecnología láser. [1]

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

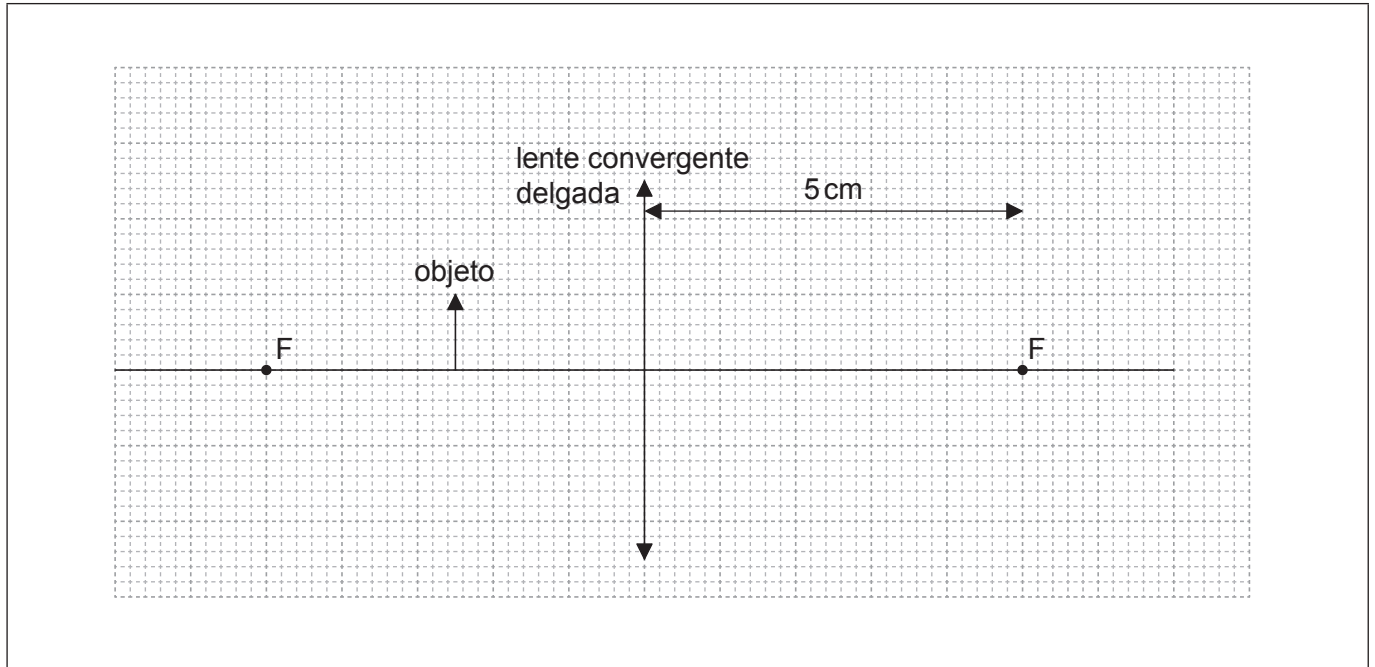
**(La opción G continúa en la página siguiente)**



**(Opción G: continuación)**

20. Esta pregunta trata de una lente convergente (convexa) delgada.

En el diagrama se muestra un objeto situado delante de una lente convergente delgada.



Los puntos focales de la lente aparecen marcados con la letra F.

(a) (i) A partir del diagrama, determine la potencia de la lente.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Sobre el diagrama, construya líneas que muestren cómo la lente forma la imagen del objeto.

[3]

**(La opción G continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción G, pregunta 20)**

- (iii) Indique y explique si la imagen es una imagen real o una imagen virtual. [2]

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

- (b) Argus utiliza un telescopio astronómico para observar una torre de telecomunicaciones. La altura de la torre es de 82 m y la distancia entre Argus y la torre es de 4,0 km. La imagen formada por el telescopio tiene un diámetro angular de 0,10 rad y se forma en el infinito.

- (i) Determine el aumento angular del telescopio. [2]

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

- (ii) La longitud focal del ocular es de 15 cm. Calcule la longitud focal de la lente objetivo. [1]

.....  
.....

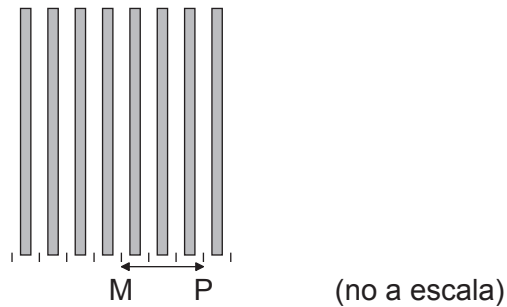
**(La opción G continúa en la página siguiente)**



**(Opción G: continuación)**

21. Esta pregunta trata de un experimento de doble rendija.

Sobre dos rendijas rectangulares estrechas incide luz monocromática coherente. El diagrama muestra las franjas producidas sobre una pantalla que se encuentra a cierta distancia de las rendijas. M es el centro de la franja brillante central y P es el centro de la tercera franja brillante.



(a) Explique por qué se produce un patrón de interferencia sobre la pantalla. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se separan las dos rendijas 2,2 mm y la distancia entre las rendijas y la pantalla es 1,8 m. La longitud de onda de la luz es de 650 nm. Calcule la distancia MP. [2]

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción G**



**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



40EP38

**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



40EP40