



22146530

**FÍSICA**  
**NIVEL MEDIO**  
**PRUEBA 3**

Número de convocatoria del alumno

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

Jueves 8 de mayo de 2014 (tarde)

Código del examen

1 hora

2	2	1	4	-	6	5	3	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.
- 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 – 3
Opción B — Física cuántica y física nuclear	4 – 6
Opción C — Tecnología digital	7 – 9
Opción D — Relatividad y física de partículas	10 – 11
Opción E — Astrofísica	12 – 14
Opción F — Comunicaciones	15 – 17
Opción G — Ondas electromagnéticas	18 – 19



40EP01

**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 del ojo y la visión.

- (a) Se proyecta luz verde sobre un filtro amarillo. Indique el color de la luz que se transmite a través del filtro. [1]

.....

- (b) (i) Se ilumina un objeto blanco con intensidades iguales de luz roja y luz verde al mismo tiempo. Indique el color que mostrará el objeto a un observador. [1]

.....

- (ii) Se observa otro objeto blanco a plena luz del sol. Resuma, aludiendo a las células de la retina sensibles a la luz, por qué el objeto se ve con más claridad cuando se lo observa directamente y no por el rabillo del ojo. [2]

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

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



40EP03

**Véase al dorso**

(Opción A: continuación)

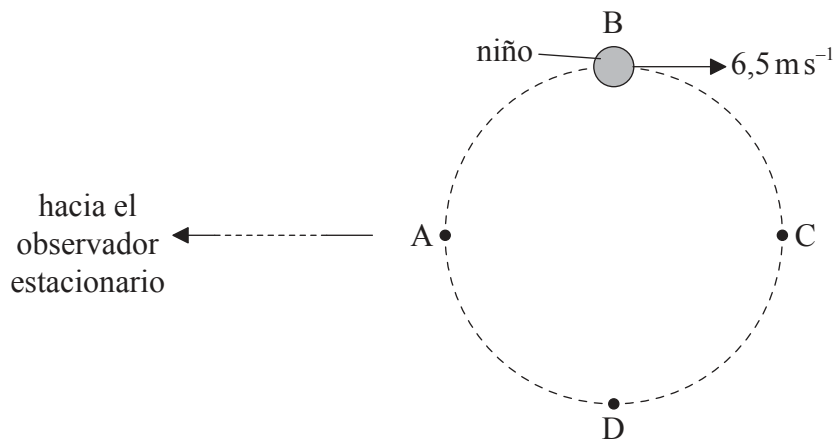
2. Esta pregunta trata del efecto Doppler.

(a) Describa qué se entiende por efecto Doppler.

[2]

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

(b) Un niño en un carrusel (tiovivo) se desplaza con rapidez de  $6,5 \text{ m s}^{-1}$  siguiendo una trayectoria circular horizontal ABCDA. A gran distancia del carrusel se encuentra un observador estacionario.



El niño hace sonar un silbato mientras se desplaza desde la posición B hasta la posición D. El silbato emite sonido de frecuencia  $850 \text{ Hz}$ . La rapidez del sonido en el aire es de  $330 \text{ m s}^{-1}$ .

(i) Determine la frecuencia mínima del sonido escuchado por el observador.

[2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



40EP04

(Continuación: opción A, pregunta 2)

(ii) Describa la variación en la frecuencia del sonido escuchado por el observador. [2]

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

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

(a) Indique el criterio de Rayleigh. [2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)

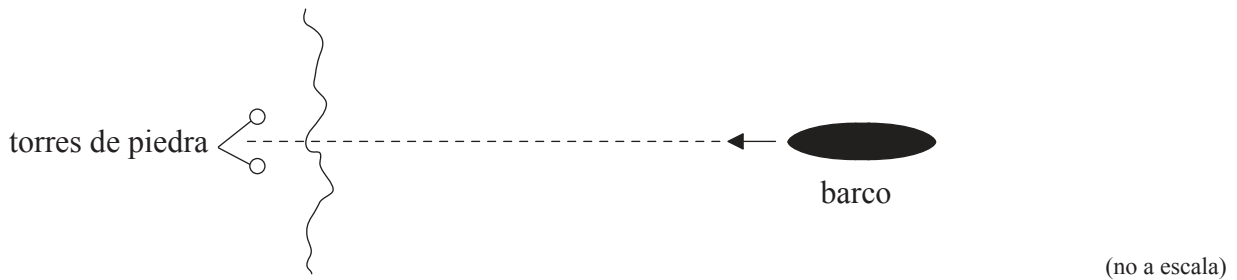


40EP05

Véase al dorso

(Continuación: opción A, pregunta 3)

(b) Un barco se dirige hacia dos torres de piedra construidas sobre tierra.



Emlyn, que está en el barco, contempla las torres. Las pupilas de los ojos de Emlyn tienen 2,0 mm de diámetro cada una. La longitud de onda media de la luz solar es de 550 nm.

(i) Calcule la separación angular de las dos torres cuando las imágenes de las torres aparecen apenas resueltas para Emlyn. [1]

.....  
.....

(ii) Emlyn puede tener las imágenes de las dos torres apenas resueltas cuando su distancia a las torres es de 11 km. Determine la distancia entre las dos torres. [2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 3)

- (c) De repente, aumenta la intensidad de la luz del sol. Como resultado, se produce un cambio en la distancia entre Emlyn y las torres para la cual las imágenes quedan apenas resueltas. Indique y explique, en relación con la respuesta del ojo, cómo varía esta distancia. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Emlyn se pone unas gafas de sol polarizantes. Explique cómo estas gafas de sol reducen la intensidad de la luz, reflejada del mar, que entra en los ojos de Emlyn. [2]

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción A**



40EP07

Véase al dorso

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

4. Esta pregunta trata de la dualidad onda-partícula.

(a) Describa qué se entiende por hipótesis de De Broglie. [2]

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

(b) Se acelera desde el reposo una partícula de masa  $6,4 \times 10^{-27}$  kg y carga  $3,2 \times 10^{-19}$  C a través de una diferencia de potencial de 25 kV.

(i) Calcule la energía cinética de la partícula. [1]

.....  
.....

(ii) Determine la longitud de onda de De Broglie de la partícula. [3]

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

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





*(Opción B: continuación)*

5. Esta pregunta trata de los espectros atómicos.

(a) Explique cómo las líneas espectrales atómicas proporcionan evidencia de la existencia de niveles discretos de energía en los electrones de los átomos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

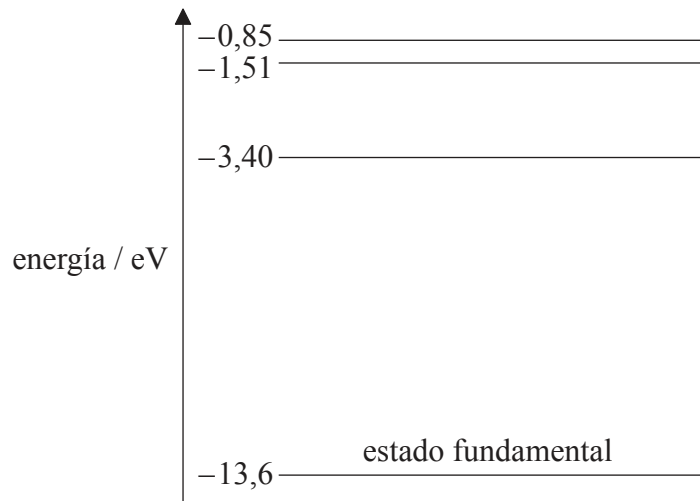


40EP09

**Véase al dorso**

(Continuación: opción B, pregunta 5)

(b) El diagrama muestra algunos de los niveles de energía de un átomo de hidrógeno.



(i) Calcule la longitud de onda del fotón que se emite cuando un electrón se desplaza desde el nivel de energía de  $-3,40\text{ eV}$  hasta el nivel de energía  $-13,6\text{ eV}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Indique y explique si es posible que un átomo de hidrógeno en el estado fundamental absorba un fotón con energía de  $12,5\text{ eV}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP10

(Opción B: continuación)

6. Esta pregunta trata de la desintegración radiactiva.

(a) Defina la *constante de desintegración* de un isótopo radiactivo. [1]

.....  
.....

(b) Demuestre que la constante de desintegración  $\lambda$  está relacionada con la semivida  $T_{\frac{1}{2}}$  por la expresión

$$\lambda T_{\frac{1}{2}} = \ln 2. \quad [2]$$

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

(c) El estroncio-90 es un isótopo radiactivo con una semivida de 28 años. Calcule el tiempo necesario para que se desintegre un 65 % de los núcleos de estroncio-90 en una muestra del isótopo. [3]

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

**Fin de la opción B**



40EP11

Véase al dorso

**Opción C — Tecnología digital**

7. Esta pregunta trata de los dispositivos digitales.

(a) Se convierte una señal analógica de 22 V en una señal digital.

(i) Determine el número binario que equivale al 22.

[1]

.....  
.....

(ii) Resuma cómo se almacena esta señal digital en el disco compacto (CD).

[2]

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

(iii) Describa cómo se recupera la información almacenada en el CD.

[2]

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

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



(Continuación: opción C, pregunta 7)

(b) La información digital puede almacenarse también en un dispositivo acoplado por carga (CCD).

(i) La luz que incide sobre un píxel hace que se forme una diferencia de potencial a través del píxel. Indique la propiedad de la luz incidente que es proporcional a la diferencia de potencial. [1]

.....

(ii) Los fotones que inciden sobre un píxel de un CCD concreto dan una energía de  $4,5 \times 10^{-16} \text{ J}$  al píxel. La frecuencia de los fotones es de  $6,2 \times 10^{14} \text{ Hz}$ . El rendimiento cuántico de un píxel es del 84% y la capacitancia del píxel es de 25 pF. Determine la diferencia de potencial que se forma a través del píxel. [4]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



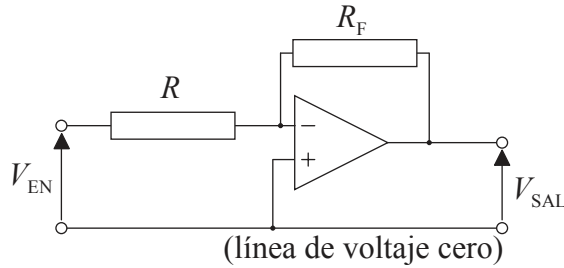
40EP13

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

8. Esta pregunta trata de los amplificadores operacionales (AO).

(a) El diagrama muestra un amplificador inversor.



El AO funciona con una fuente energética de  $\pm 6,0\text{V}$ . La resistencia de  $R_F$  es de  $75\text{k}\Omega$  y la resistencia de  $R$  es de  $15\text{k}\Omega$ .

(i) Indique **una** propiedad de un AO ideal. [1]

.....

.....

(ii) Determine la ganancia de lazo cerrado del amplificador inversor. [1]

.....

.....

(iii) Calcule el voltaje de entrada para el que se alcanza saturación positiva. [1]

.....

.....

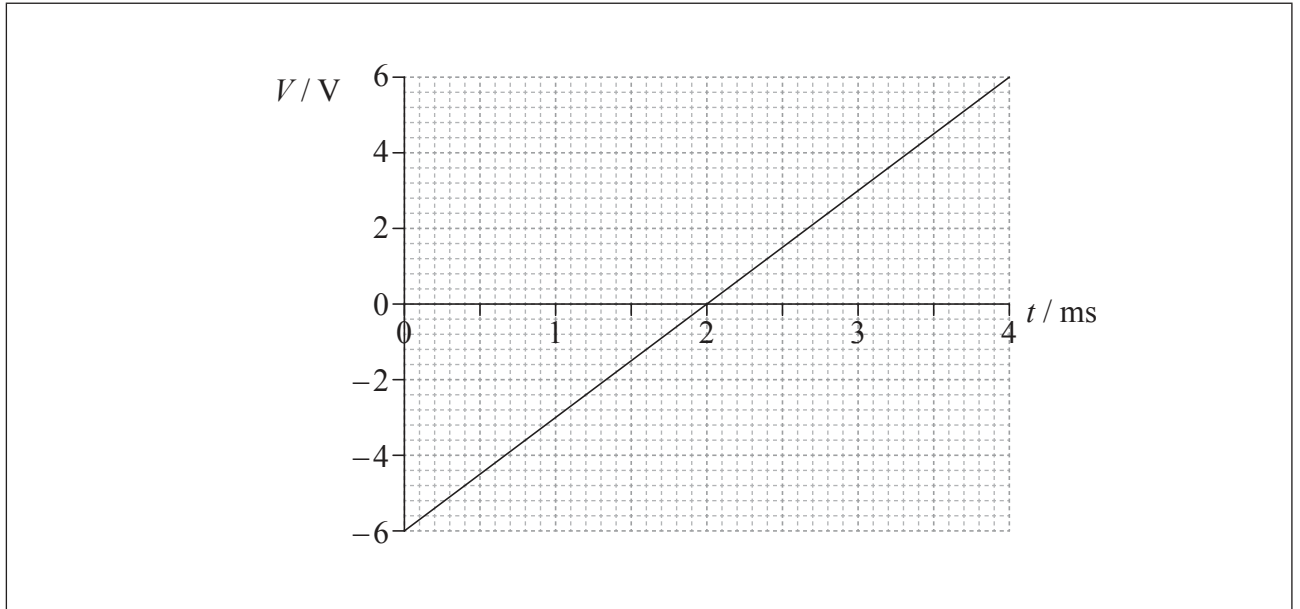
(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP14

(Continuación: opción C, pregunta 8)

- (b) El voltaje de entrada  $V$  en el amplificador inversor de (a) varía con el tiempo  $t$  de acuerdo con la gráfica.



Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre cómo varía con el tiempo el voltaje de salida. [3]

- 9. Esta pregunta trata del sistema de telefonía móvil.

Un pasajero de tren en Francia tiene una conversación de diez minutos a través de su teléfono móvil con un amigo en Canadá. Resuma el papel de las estaciones base, el comunicación celular y la red telefónica conmutada pública (RTC) en esta llamada telefónica. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción C**



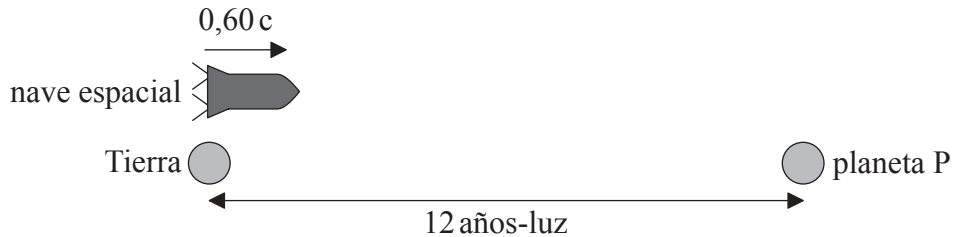
40EP15

Véase al dorso

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

10. Esta pregunta trata de la cinemática relativista.

El diagrama muestra una nave espacial desplazándose más allá de la Tierra en ruta a un planeta P. El planeta se encuentra en reposo respecto a la Tierra.



La distancia entre la Tierra y el planeta P es de 12 años-luz medida por observadores sobre la Tierra. La nave espacial se desplaza con una rapidez de  $0,60c$  con respecto a la Tierra.

Considere dos sucesos:

- Suceso 1: Cuando la nave espacial pasa sobre la Tierra
- Suceso 2: Cuando la nave espacial pasa sobre el planeta P

Judy está en la nave espacial y Peter está en reposo en la Tierra.

(a) Indique la razón por la cual el intervalo de tiempo entre el suceso 1 y el suceso 2 es un intervalo de tiempo propio tal como lo mide Judy. [1]

.....

.....

(b) (i) Calcule el intervalo de tiempo entre el suceso 1 y el suceso 2 según Peter. [1]

.....

.....

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





(Continuación: opción D, pregunta 10)

- (ii) Calcule el intervalo de tiempo entre el suceso 1 y el suceso 2 según Judy. [2]

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

- (c) Judy considera que se encuentra en reposo. Según Judy, la Tierra y el planeta P se desplazan hacia la izquierda.

- (i) Calcule, de acuerdo con Judy, la distancia que separa a la Tierra del planeta P. [1]

.....  
.....

- (ii) Utilizando sus respuestas de (b)(ii) y (c)(i), determine la rapidez del planeta P con respecto a la nave espacial. [1]

.....  
.....

- (iii) Comente su respuesta a (c)(ii). [1]

.....  
.....

(La opción D continúa en la página siguiente)

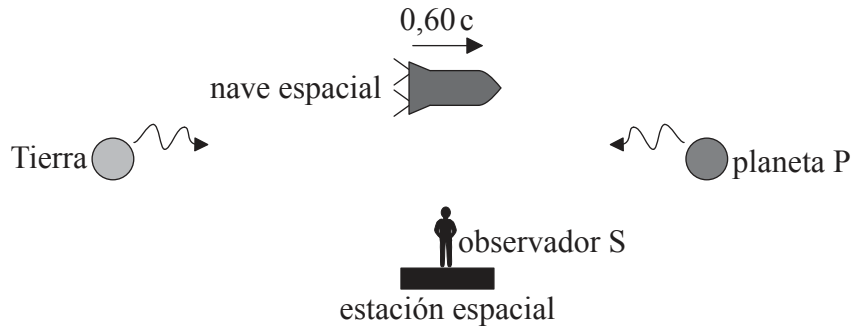


40EP17

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 10)

- (d) En un punto intermedio entre la Tierra y el planeta P, la nave espacial pasa junto a una estación espacial en reposo respecto a la Tierra y al planeta P. En ese instante, se envían señales de radio hacia la nave espacial desde la Tierra y el planeta P. Las señales se emiten simultáneamente según un observador S en reposo en de la estación espacial.



Determine, de acuerdo con Judy en la nave espacial, qué señal se emite primero.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



40EP18

*(Opción D: continuación)*

11. Esta pregunta trata de las interacciones fundamentales.

(a) El kaón es un hadrón cuya estructura de quarks es  $K^+ = u\bar{s}$ .

(i) Indique y explique si es aplicable a los kaones el principio de exclusión de Pauli. [2]

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

(ii) Se suministra energía al kaón para fragmentar la partícula en sus quarks constituyentes. Prediga, en relación con el color de los quarks, qué ocurrirá al suministrar cada vez más energía al  $K^+$ . [3]

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

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

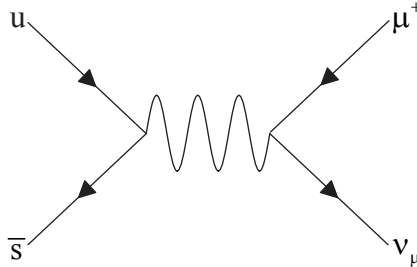


40EP19

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 11)

- (b) El kaón ( $K^+ = u\bar{s}$ ) se desintegra en un antimuón y un neutrino, tal como muestra el diagrama de Feynman.



- (i) Explique por qué la partícula virtual de este diagrama de Feynman ha de ser una partícula de intercambio de la interacción débil. [2]

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

- (ii) La masa de la partícula virtual de (b)(i) es aproximadamente de  $80\text{GeV}c^{-2}$ . Estime el rango de la interacción débil. [2]

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

- (c) Un estudiante afirma que el  $K^+$  se produce en las desintegraciones de neutrones de acuerdo con la reacción  $n \rightarrow K^+ + e^-$ . Indique **una** razón por la cual es falsa esta afirmación. [1]

.....  
.....

**Fin de la opción D**



40EP20

**No** escriba en esta página.

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



40EP21

**Véase al dorso**

**Opción E — Astrofísica**

**12.** Esta pregunta trata de objetos en el universo.

(a) Indique **una** diferencia entre

(i) una estrella de la secuencia principal y un planeta.

[1]

.....  
.....

(ii) un cúmulo estelar y una constelación.

[1]

.....  
.....

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



(Continuación: opción E, pregunta 12)

(b) Indique cómo

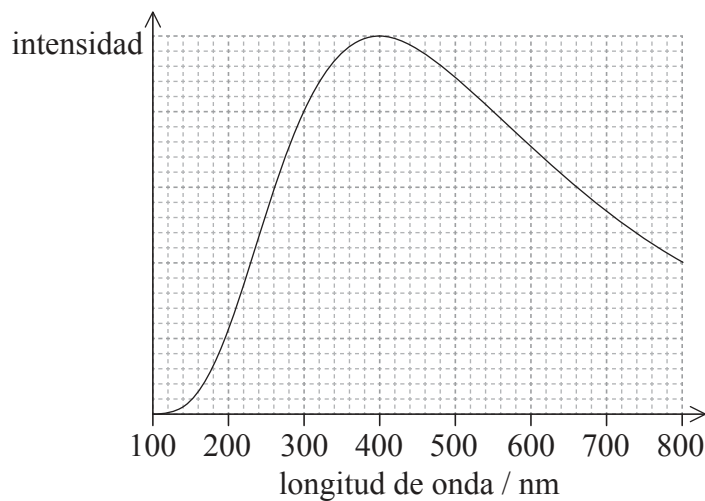
- (i) se sabe que las estrellas de la secuencia principal están formadas en su mayor parte de hidrógeno. [1]

.....  
.....

- (ii) permanece en equilibrio una estrella de la secuencia principal pese a tener gran masa. [1]

.....  
.....

(c) La gráfica muestra la variación con la longitud de onda de la intensidad de una estrella de la secuencia principal.



Calcule la temperatura superficial de esta estrella. [2]

.....  
.....

(La opción E continúa en la página siguiente)



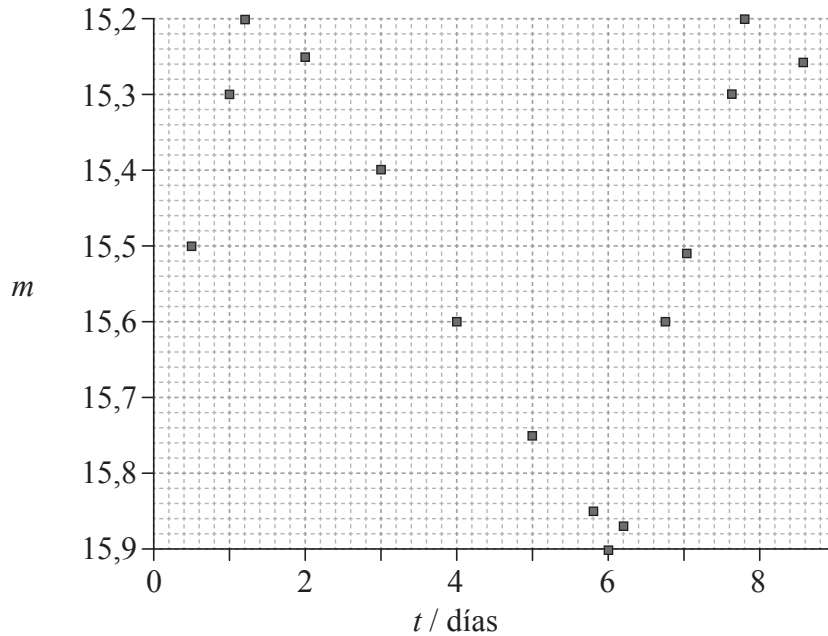
40EP23

Véase al dorso

(Opción E: continuación)

13. Esta pregunta trata de una estrella cefeida.

(a) La gráfica muestra la variación con el tiempo  $t$  de la magnitud aparente  $m$  de una estrella cefeida concreta.



Indique

(i) qué mide la magnitud aparente.

[1]

.....

(ii) la razón de la variación en la magnitud aparente de la estrella.

[1]

.....  
.....

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP24



(Continuación: opción E, pregunta 13)

- (b) El período  $T$ , en días, de variación de la magnitud aparente está relacionado con la magnitud absoluta media  $M$  de la estrella de (a) a través de la siguiente ecuación.

$$M = -(2,81 \times \lg T) - 1,43$$

Determine la distancia a la estrella.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) El brillo aparente de la estrella cefeida es  $b = 1,5 \times 10^{-14} \text{ W m}^{-2}$ . Determine la luminosidad de la estrella.

[3]

.....

.....

.....

.....

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP25

Véase al dorso

(Opción E: continuación)

14. Esta pregunta trata de la radiación de fondo cósmica de microondas (CMB, *Cosmic Microwave Background*).

(a) Indique **dos** características de la radiación de fondo cósmica de microondas (CMB). [2]

1. .... ..... .....
2. .... ..... .....

(b) Explique cómo la radiación CMB proporciona evidencia del modelo del Big Bang con un universo en expansión. [2]

..... ..... ..... .....
----------------------------------

**Fin de la opción E**



**No** escriba en esta página.

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



40EP27

**Véase al dorso**

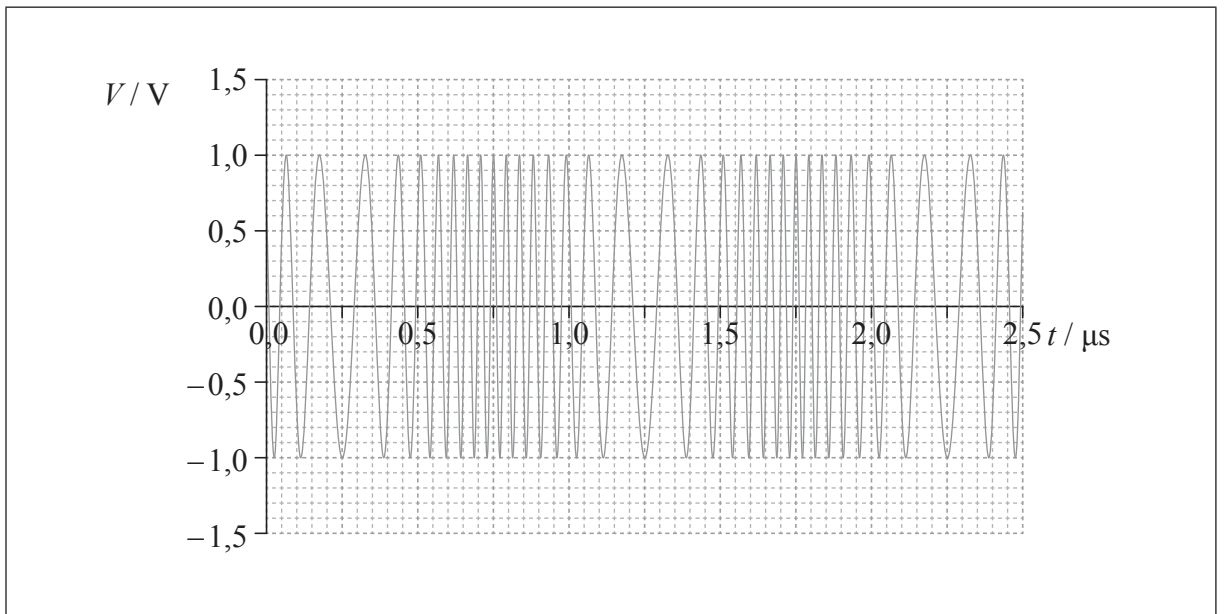
**Opción F — Comunicaciones**

15. Esta pregunta trata de la modulación.

- (a) (i) Explique qué se entiende por modulación de frecuencia (FM). [2]

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

- (ii) La gráfica muestra la variación con el tiempo  $t$  del voltaje  $V$  de una onda portadora modulada en frecuencia. La amplitud de la onda de señal es de 1,0 V.



Sobre los ejes, dibuje una gráfica esquemática que muestre la variación con el tiempo  $t$  del voltaje de la onda de señal. [2]

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



(Continuación: opción F, pregunta 15)

(b) Utilizando la gráfica de (a)(ii), determine la frecuencia de

(i) la onda portadora.

[1]

.....  
.....

(ii) la onda de señal.

[2]

.....  
.....

(c) Indique **una** ventaja y **una** desventaja de la modulación FM al compararla con la modulación de amplitud (AM).

[2]

Ventaja:  
.....  
.....  
.....

Desventaja:  
.....  
.....  
.....

(La opción F continúa en la página siguiente)



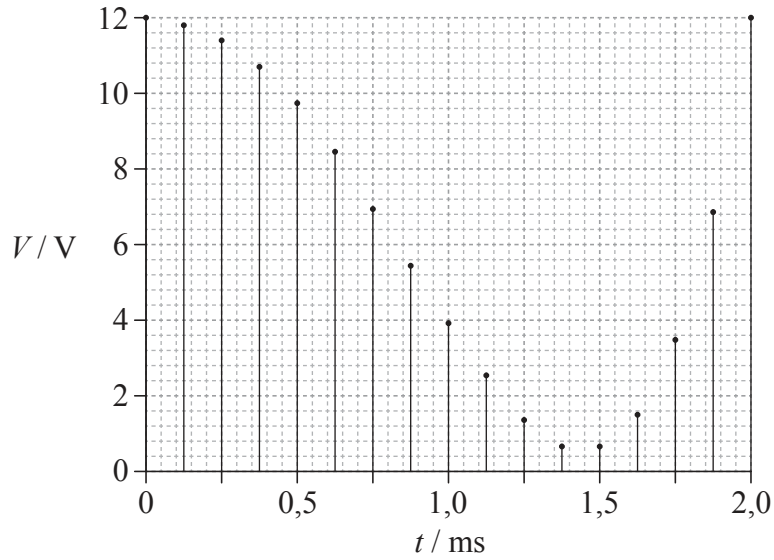
40EP29

Véase al dorso

(Opción F: continuación)

16. Esta pregunta trata del muestreo.

Se muestrea una señal analógica. La gráfica muestra la variación con el tiempo  $t$  del voltaje  $V$  de cada muestra.



Se redondea el voltaje de cada muestra hasta el entero más próximo.

(a) Determine la frecuencia de muestreo.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción F continúa en la página siguiente)



*(Continuación: opción F, pregunta 16)*

- (b) El mayor voltaje en una muestra es de 12 V. Determine el número mínimo de bits que se necesitan para representar cada muestra. [2]

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

- (c) Calcule el equivalente binario de la séptima muestra. [1]

.....  
.....

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



40EP31

**Véase al dorso**

*(Opción F: continuación)*

17. Esta pregunta trata de la transmisión digital y de las fibras ópticas.

(a) Indique qué se entiende por atenuación.

[1]

..... .....
----------------

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



40EP32



(Continuación: opción F, pregunta 17)

- (b) Se va a transmitir una señal digital a lo largo de una fibra óptica. El cociente entre señal y ruido  $\left( \text{que es } 10 \lg \frac{P_{\text{señal}}}{P_{\text{ruido}}} \right)$  en la fibra no debe caer por debajo de los 35 dB.

Se dispone de los siguientes datos.

Atenuación por unidad de longitud de la fibra óptica = 2,6 dB km<sup>-1</sup>

La potencia de la señal de entrada es  $P_{\text{señal}} = 88 \text{ mW}$

La potencia del ruido en la fibra es constante en  $P_{\text{ruido}} = 52 \text{ pW}$

- (i) Determine, utilizando los datos, la mayor distancia que puede recorrer la señal antes de que tenga que ser amplificada. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) La fibra óptica tiene una longitud total de 5 600 km. El tiempo total de transmisión a lo largo de la longitud de la fibra es de 28 ms. Estime el índice de refracción del núcleo de la fibra. [2]

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción F**



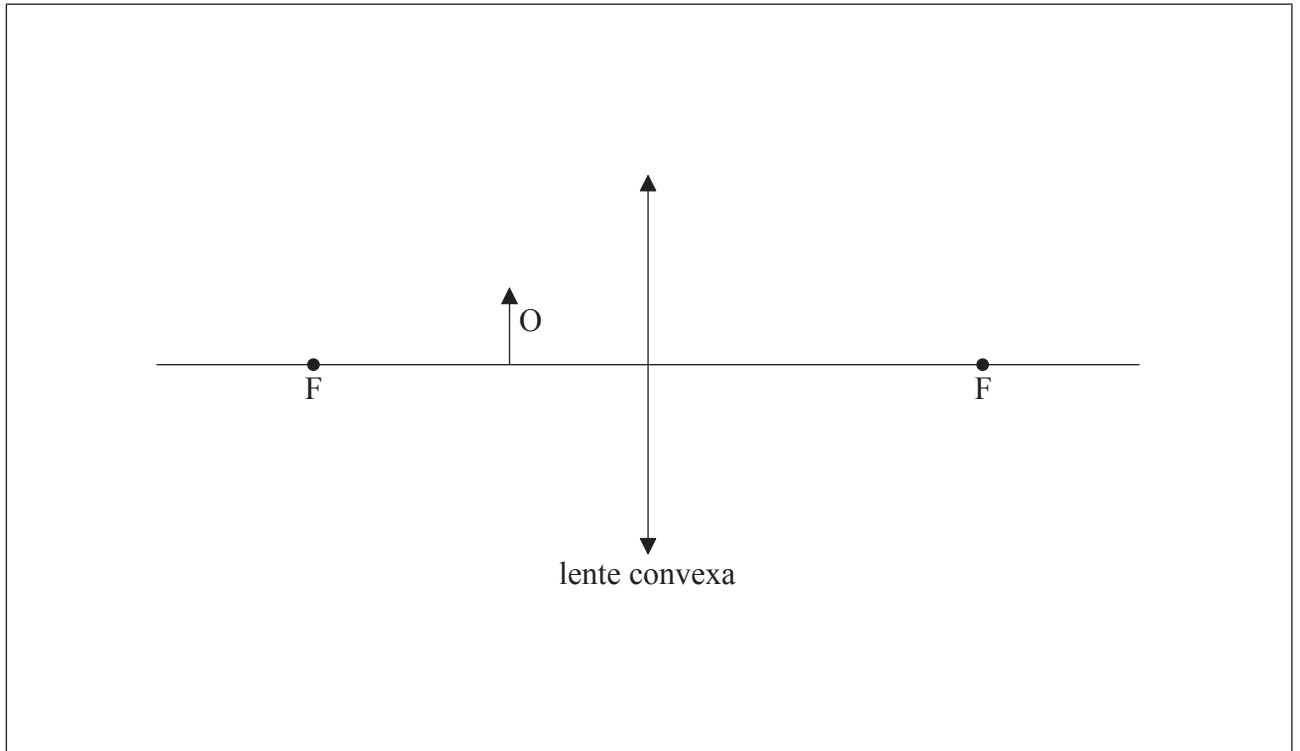
40EP33

Véase al dorso

**Opción G — Ondas electromagnéticas**

18. Esta pregunta trata de una lupa y de un telescopio.

- (a) Se utiliza como lupa una lente delgada convergente (convexa). Se coloca un objeto O entre un punto focal de la lente y el centro de la lente. Se muestran los puntos focales de la lente, marcados con la letra F.



(i) Defina el término *punto focal*.

[2]

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

(ii) Sobre el diagrama, construya rayos que sitúen la posición de la imagen del objeto. Rotule con I la imagen.

[3]

(La opción G continúa en la página siguiente)



40EP34

(Continuación: opción G, pregunta 18)

(b) Se modifica la posición de la lente de (a) de modo que la imagen virtual del objeto se forma en el punto próximo del ojo. El ojo está muy cerca de la lente.

(i) Defina el término *punto próximo*. [1]

.....  
.....

(ii) Resuma la ventaja de formar la imagen en la posición del punto próximo del ojo. [1]

.....  
.....

(c) La lente de (a) tiene una longitud focal de 6,0 cm y pasa a utilizarse como ocular de un telescopio astronómico. La lente objetivo del telescopio tiene una longitud focal de 90 cm. El telescopio se utiliza con ajuste normal.

(i) Indique la separación entre la lente objetivo y la lente ocular. [1]

.....  
.....

(ii) Determine la amplificación angular del telescopio. [2]

.....  
.....

(La opción G continúa en la página siguiente)



40EP35

Véase al dorso

(Opción G: continuación)

19. Esta pregunta trata de la interferencia.

La luz de un láser incide sobre dos rendijas paralelas idénticas. La luz, al pasar por las dos rendijas, produce un patrón de franjas sobre una pantalla.



En C se produce una franja brillante central. La siguiente franja brillante se produce en A y hay una franja oscura en B.

(a) La luz del láser es coherente y monocromática. Resuma qué se entiende por los términos

(i) coherente. [1]

.....  
.....

(ii) monocromático. [1]

.....  
.....

(La opción G continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción G, pregunta 19)

- (b) Indique la diferencia de fase entre las ondas lumínicas de las dos rendijas que se juntan en B. [1]

.....  
.....

- (c) La distancia desde las dos rendijas hasta la pantalla es de 1,5 m. La distancia BC es de 1,8 mm y la distancia entre las rendijas es de 0,30 mm.

- (i) Demuestre que el láser produce luz con longitud de onda igual a 720 nm. [3]

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

- (ii) Indique la diferencia de camino, en metros, entre las ondas que se juntan en B. [1]

.....  
.....

(La opción G continúa en la página siguiente)

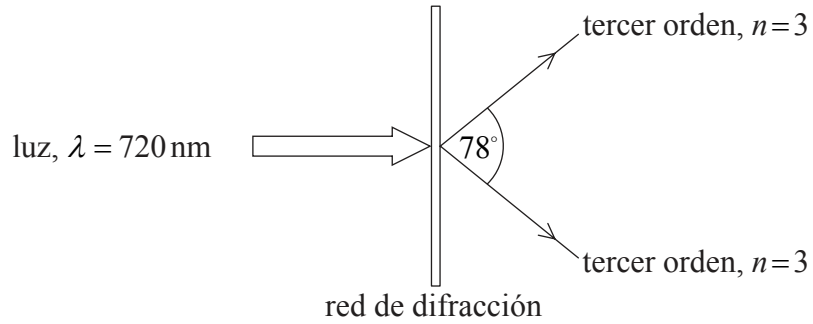


40EP37

Véase al dorso

(Continuación: opción G, pregunta 19)

- (d) La luz del láser pasa a incidir en perpendicular sobre una red de difracción. El ángulo entre los máximos de intensidad de tercer orden es de  $78^\circ$ .



Determine el número de líneas por metro de la red de difracción.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción G**



40EP38

**No** escriba en esta página.

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



40EP39

**No** escriba en esta página.

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



40EP40