



88136527

**FÍSICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 3**

Número de convocatoria del alumno

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

Jueves 7 de noviembre de 2013 (tarde)

Código del examen

1 hora 15 minutos

8	8	1	3	-	6	5	2	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**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 [60 puntos].

Opción	Preguntas
Opción E — Astrofísica	1 – 3
Opción F — Comunicaciones	4 – 7
Opción G — Ondas electromagnéticas	8 – 11
Opción H — Relatividad	12 – 14
Opción I — Física médica	15 – 18
Opción J — Física de partículas	19 – 22



48EP01

**No** escriba en esta página.

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



48EP02

**Opción E — Astrofísica**

1. Esta pregunta trata sobre estrellas de la constelación Canis Minor.

- (a) Un astrónomo situado en el hemisferio norte de la Tierra observa cómo Canis Minor asciende por el horizonte este y posteriormente se pone por el oeste. Explique el movimiento de Canis Minor tal y como lo observa el astrónomo. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Defina *magnitud absoluta*. [2]

.....

.....

.....

.....

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



48EP03

**Véase al dorso**

(Opción E, pregunta 1: continuación)

- (c) La estrella de Luyten y Gomeisa son dos estrellas vinculadas a la constelación Canis Minor. La tabla da datos de esas estrellas y del Sol.

	<b>Magnitud aparente</b>	<b>Magnitud absoluta</b>	<b>Temperatura superficial / K</b>
Estrella de Luyten	+9,9	+11,9	3100
Gomeisa	+2,9	-0,7	11000
Sol	-26,7	+4,8	5800

- (i) Haciendo referencia a los datos de magnitud de la tabla, explique por qué es posible utilizar la técnica de la paralaje estelar para determinar la distancia de la estrella de Luyten a la Tierra. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique, en parsecs, el rango de distancia en el que es posible usar la técnica de la paralaje espectroscópica para medir distancias de galaxias. [1]

.....

.....

(La opción E continúa en la página siguiente)



(Opción E, pregunta 1: continuación)

- (d) (i) Utilizando los datos de (c), calcule la distancia, en parsec, desde la Tierra hasta Gomeisa. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Gomeisa tiene un radio que es cuatro veces el del Sol. Utilice los datos de (c) para demostrar que el cociente

$$\frac{\text{luminosidad de Gomeisa}}{\text{luminosidad del Sol}}$$

es, aproximadamente, 200.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción E continúa en la página siguiente)



48EP05

Véase al dorso

*(Opción E, pregunta 1: continuación)*

(iii) Suponiendo que el valor de  $n$  en la ecuación masa–luminosidad es 3,5, calcule

$$\frac{\text{masa de Gomeisa}}{\text{masa del Sol}} \quad [2]$$

.....

.....

.....

.....

(iv) Haciendo referencia al límite de Chandrasekhar, resume el destino probable de Gomeisa. [2]

.....

.....

.....

.....

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

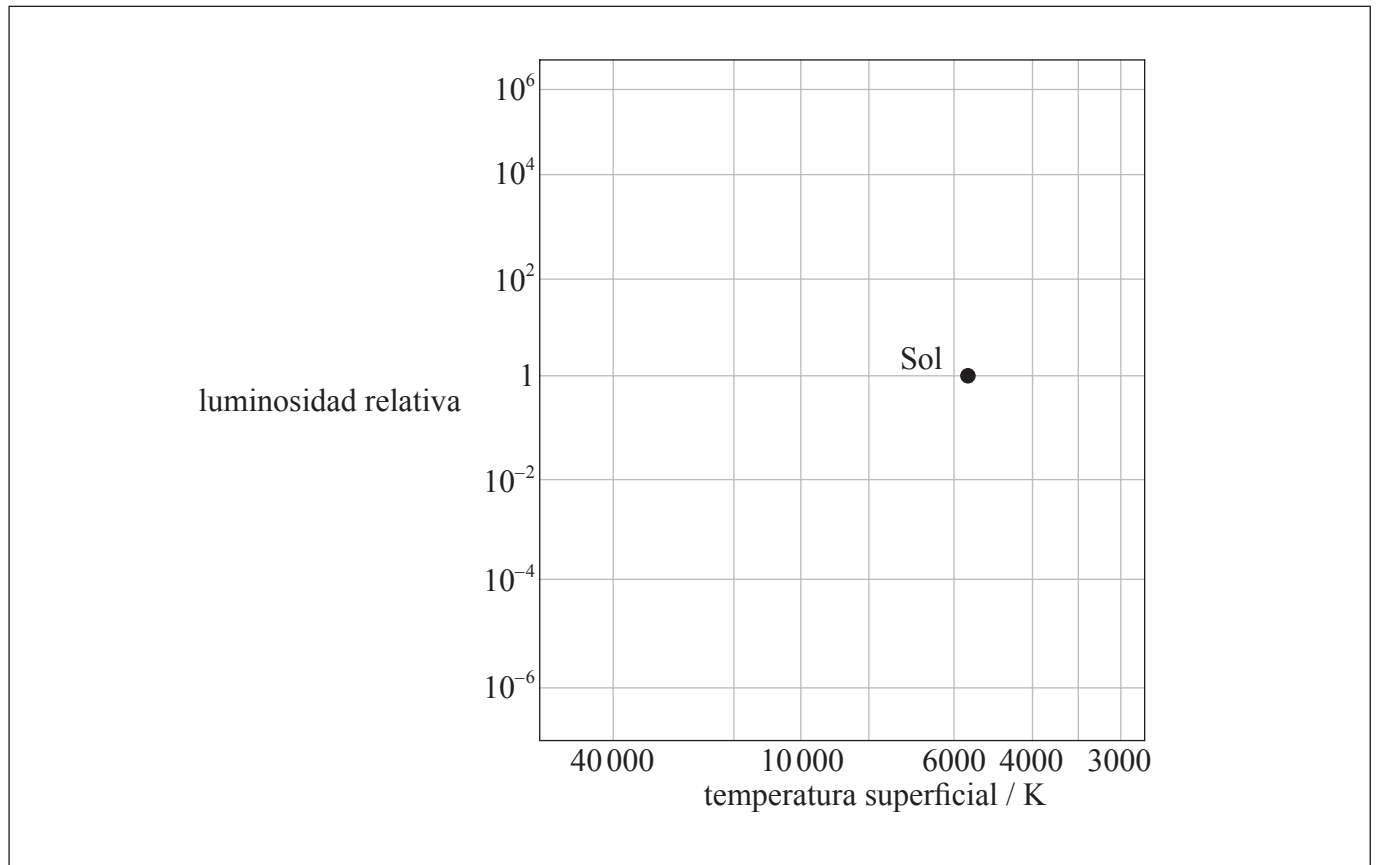


(Opción E, pregunta 1: continuación)

(e) Gomeisa, la estrella de Luyten y el Sol son estrellas de la secuencia principal. Sobre la cuadrícula del diagrama de Hertzsprung–Russell (HR), identifique la posición de

(i) Gomeisa, con la letra G. [1]

(ii) la estrella de Luyten, con la letra L. [1]



(f) Sobre el diagrama HR anterior, esquematice la probable traza evolutiva de la estrella de Luyten. [1]

(La opción E continúa en la página 9)



48EP07

Véase al dorso

**No** escriba en esta página.

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



48EP08



*(Opción E: continuación)*

2. Esta pregunta trata sobre el modelo newtoniano del universo.

Newton adoptó un modelo de universo que es estático e infinito.

(a) Indique la otra suposición que hizo Newton sobre el universo. [1]

.....

.....

(b) Haciendo referencia al desplazamiento hacia el rojo, explique por qué no se cree que el universo sea estático. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



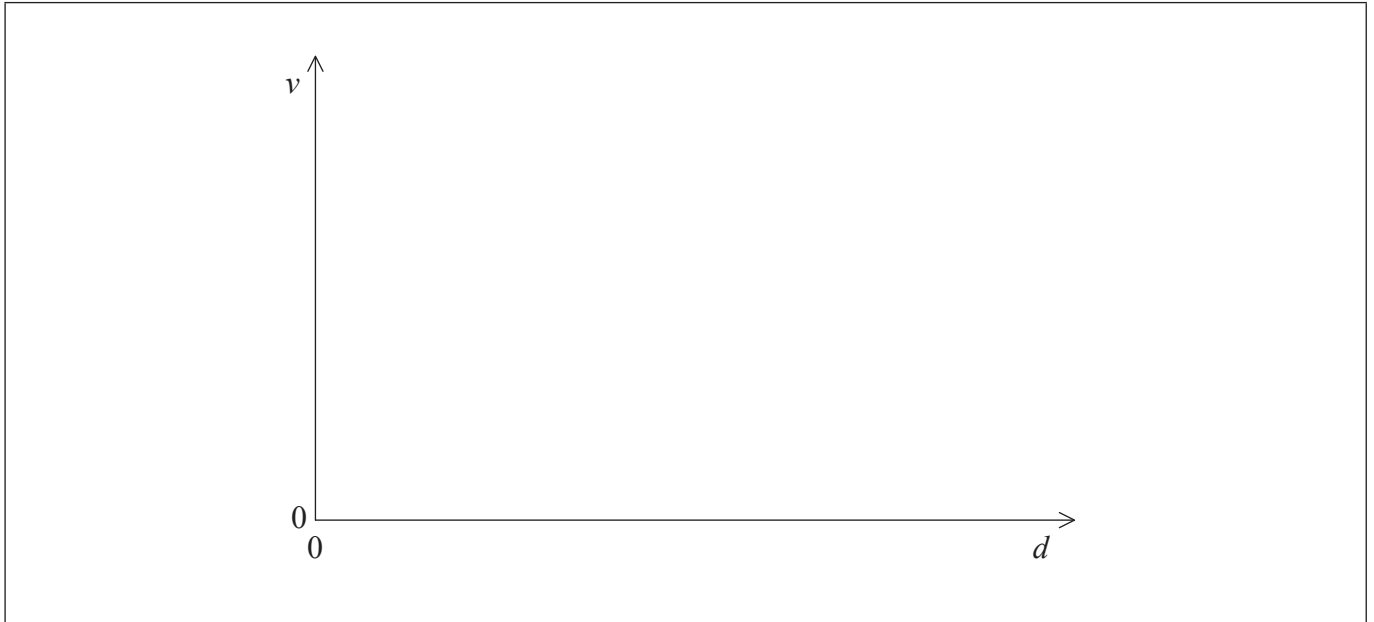
48EP09

**Véase al dorso**

(Opción E: continuación)

3. Esta pregunta trata sobre el desplazamiento hacia el rojo.

- (a) (i) Esquematice una gráfica en los ejes para mostrar cómo la rapidez de recesión de una galaxia  $v$  varía con la distancia  $d$  a la Tierra. [1]



- (ii) Resuma cómo puede usarse la gráfica de (a)(i) para determinar la edad del universo. [2]

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

(La opción E continúa en la página siguiente)



48EP10

(Opción E, pregunta 3: continuación)

- (b) Los astrónomos utilizan el factor  $z$  para dar cuenta del desplazamiento hacia el rojo de un objeto respecto a la Tierra, donde

$$z = \frac{\text{desplazamiento en la longitud de onda detectado por un observador en la Tierra}}{\text{longitud de onda de la luz emitida por el objeto}}$$

Se considera que el quásar 3C273 es el quásar más cercano a la Tierra y tiene un factor  $z=0,18$ . Suponiendo que la constante de Hubble es  $70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ , determine la distancia de ese objeto a la Tierra. [2]

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción E**



48EP11

Véase al dorso

**Opción F — Comunicaciones**

4. Esta pregunta trata sobre la modulación de frecuencia.

(a) Indique qué se entiende por modulación.

[2]

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

(b) Una onda portadora sinusoidal está modulada en frecuencia por una onda de señal, en un radiotransmisor. La tabla nos da información sobre las dos ondas.

	<b>Frecuencia de la onda / Hz</b>	<b>Amplitud de la onda / V</b>
Onda portadora	$9,4 \times 10^7$	9,0
Onda de señal	$6,0 \times 10^3$	1,5

La frecuencia de la onda portadora cambia 12 kHz cuando la amplitud de la onda de señal cambia en 1,0 V.

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



48EP12

*(Opción F, pregunta 4: continuación)*

Para la onda portadora modulada,

(i) indique cómo varía la amplitud con el tiempo. [1]

.....  
.....

(ii) determine cómo varía la frecuencia con el tiempo. [3]

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

(c) Calcule el ancho de banda de la señal transmitida en (b). [1]

.....  
.....

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



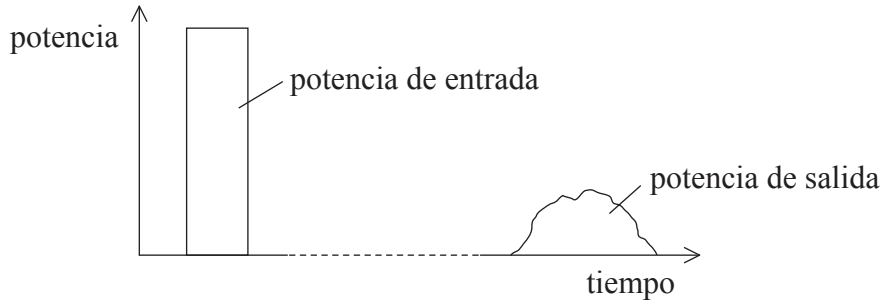
48EP13

**Véase al dorso**

(Opción F: continuación)

5. Esta pregunta trata sobre la transmisión de señales.

(a) Un único pulso digital se transmite a lo largo de una fibra óptica. La gráfica muestra la variación con el tiempo de la potencia de entrada a la fibra óptica y también la correspondiente potencia de salida, cuando el pulso ha alcanzado el final de la fibra.



(i) Haciendo referencia a los efectos que ocurren en la fibra, sugiera por qué el pulso de salida tiene una duración más larga que el pulso de entrada. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Resuma por qué la gráfica indica que el pulso se atenúa a medida que viaja a lo largo de la fibra. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción F continúa en la página siguiente)



48EP14

*(Opción F, pregunta 5: continuación)*

- (b) Los canales de comunicación por fibra óptica utilizan a menudo la multiplexación por división de tiempo. Resuma por qué la multiplexación por división de tiempo puede utilizarse para hacer más rentable el canal. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



48EP15

**Véase al dorso**

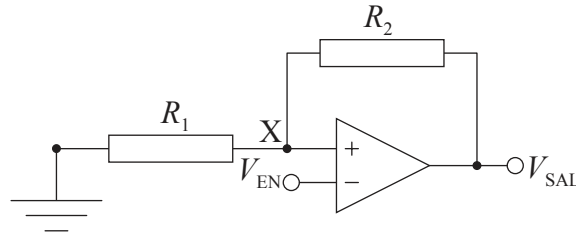




(Opción F: continuación)

6. Esta pregunta trata sobre el disparador de Schmitt.

El diagrama muestra el circuito de un disparador de Schmitt.



Los voltajes suministrados al amplificador operacional son +15 V y -15 V. Los resistores tienen valores de  $R_1 = 47 \text{ k}\Omega$  y  $R_2 = 420 \text{ k}\Omega$ .

(a) Indique un uso para este circuito.

[1]

.....  
.....

(b) Haciendo referencia a los voltajes  $V_{EN}$  y  $V_{SAL}$  y al voltaje en X, explique el funcionamiento de este circuito.

[4]

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

(La opción F continúa en la página siguiente)



48EP17

Véase al dorso

(Opción F, pregunta 6: continuación)

(c) Determine los voltajes de conmutación para este circuito.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Esta pregunta trata sobre los teléfonos móviles.

Un pasajero en un tren utiliza un teléfono móvil para hablar con un amigo. Durante la conversación, el teléfono se mueve entre varias células de la red telefónica. La comunicación no se interrumpe. Haciendo referencia a la comunicación celular y a las estaciones base, resuma cómo es posible lograrlo.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción F**

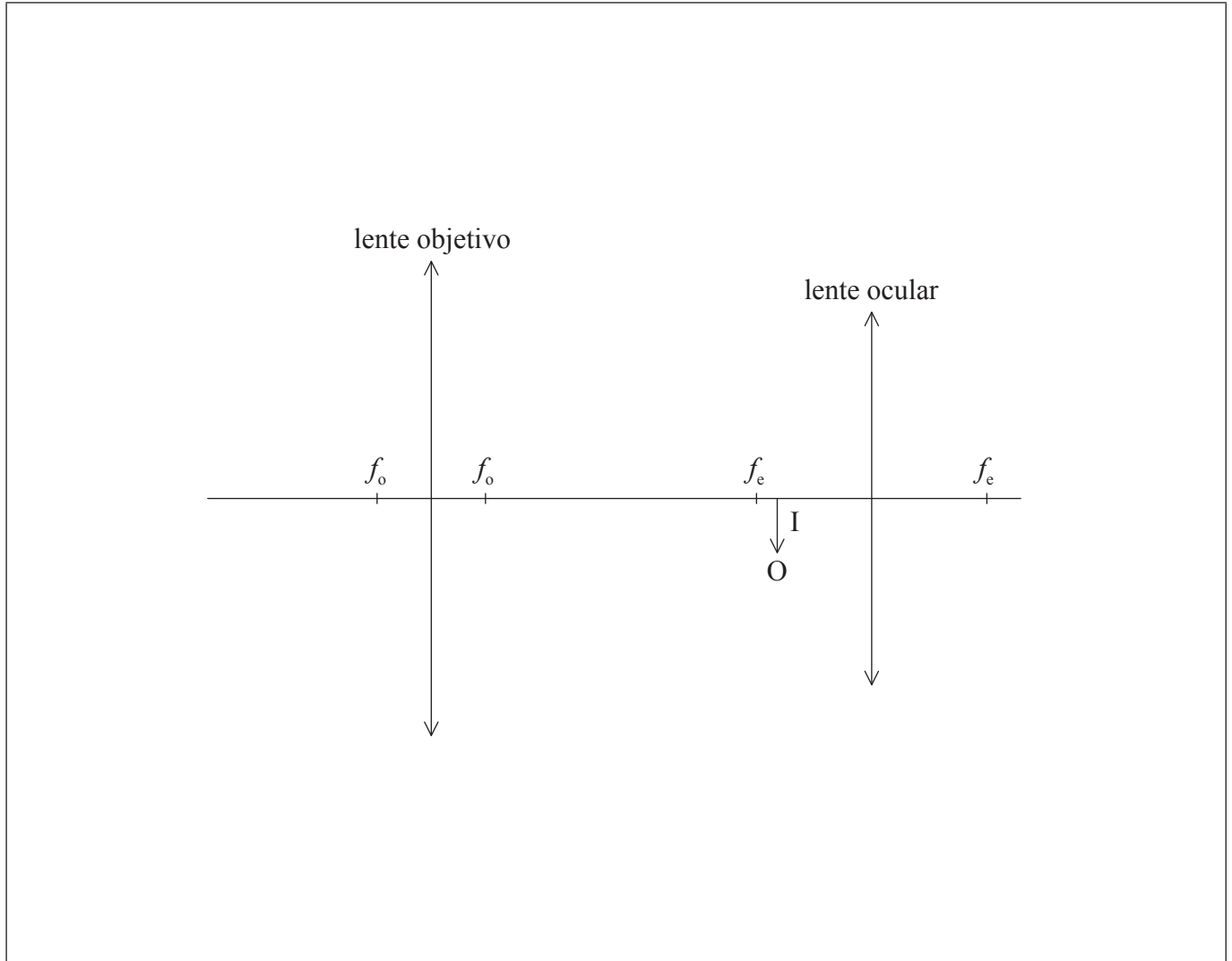


48EP18

**Opción G — Ondas electromagnéticas**

8. Esta pregunta trata sobre un microscopio óptico.

Un microscopio compuesto, con ajuste normal, consta de dos lentes, una lente objetivo de distancia focal  $f_o$  y una lente ocular de distancia focal  $f_e$ . El diagrama muestra la posición de la imagen intermedia I formada por la lente objetivo del microscopio.



(a) Construya sobre el diagrama los rayos que muestren cómo se forma la imagen final. [2]

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



48EP19

Véase al dorso

(Opción G, pregunta 8: continuación)

(b) La imagen intermedia se forma a 14,8 cm de la lente objetivo. La distancia entre las lentes es de 18,1 cm. La distancia focal de la lente ocular es 3,8 cm.

(i) Determine la distancia de la imagen final a la lente ocular. [3]

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

(ii) La amplificación angular de la lente objetivo es  $\times 6$ . Calcule la amplificación angular del microscopio. [2]

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

(c) Resuma cómo pueden reducirse los efectos de la aberración cromática en el ocular del microscopio, iluminando los objetos con luz que tenga un estrecho rango de longitudes de onda. [2]

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

(La opción G continúa en la página siguiente)



48EP20

*(Opción G: continuación)*

9. Esta pregunta trata sobre las ondas.

(a) Indique el principio de superposición.

[2]

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

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

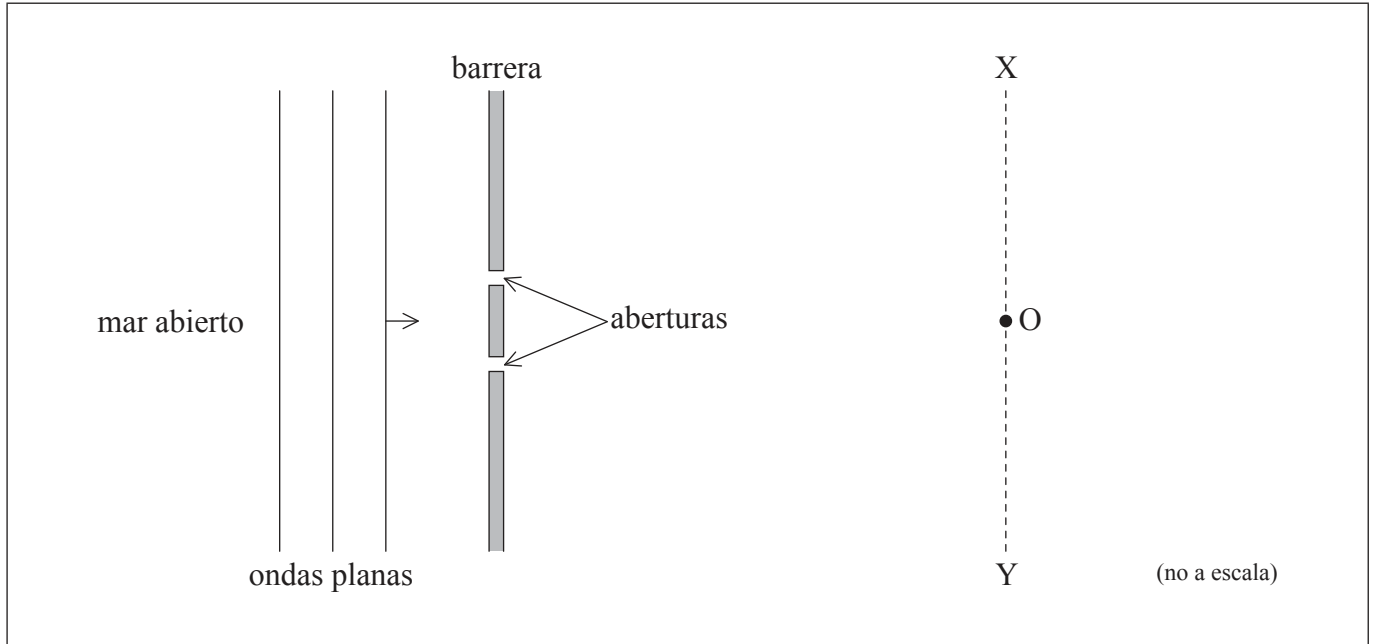


48EP21

Véase al dorso

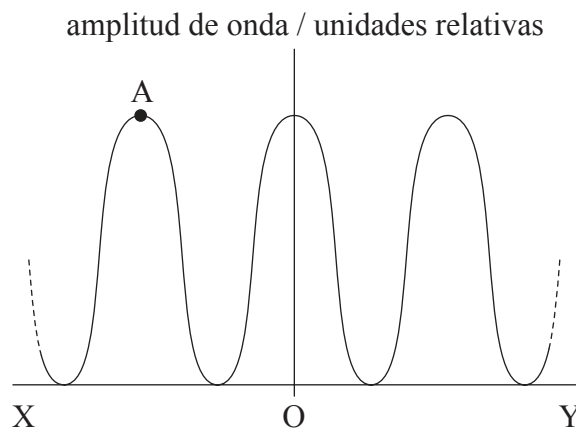
(Opción G, pregunta 9: continuación)

- (b) El diagrama muestra el plano de un puerto con una barrera flotante que tiene dos aberturas de igual anchura.



Ondas planas de agua procedentes del mar abierto inciden sobre la barrera, y las aberturas actúan como fuentes puntuales de ondas. La distancia desde las aberturas hasta XOY es mucho mayor que la longitud de onda de las ondas. El punto O equidista de las aberturas.

La gráfica muestra la variación del valor de la amplitud de onda que se observa a lo largo de la línea XOY.



(La opción G continúa en la página siguiente)



48EP22

(Opción G, pregunta 9: continuación)

- (i) Explique cómo surge la perturbación en el punto A. Se puede dibujar sobre el diagrama **del puerto** para aclarar la respuesta. [3]

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

- (ii) Se duplica la longitud de onda de las ondas. Indique y explique el efecto que este cambio tendrá sobre la gráfica. [3]

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

- (c) El puerto de (b) se modifica para tener muchas aberturas mas estrechas. La anchura total de las aberturas permanece igual. Resuma **dos** modos en que la variación en la amplitud de onda a lo largo de XY, cambia respecto a lo que muestra la gráfica de (b). [2]

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

(La opción G continúa en la página siguiente)



48EP23

Véase al dorso

(Opción G: continuación)

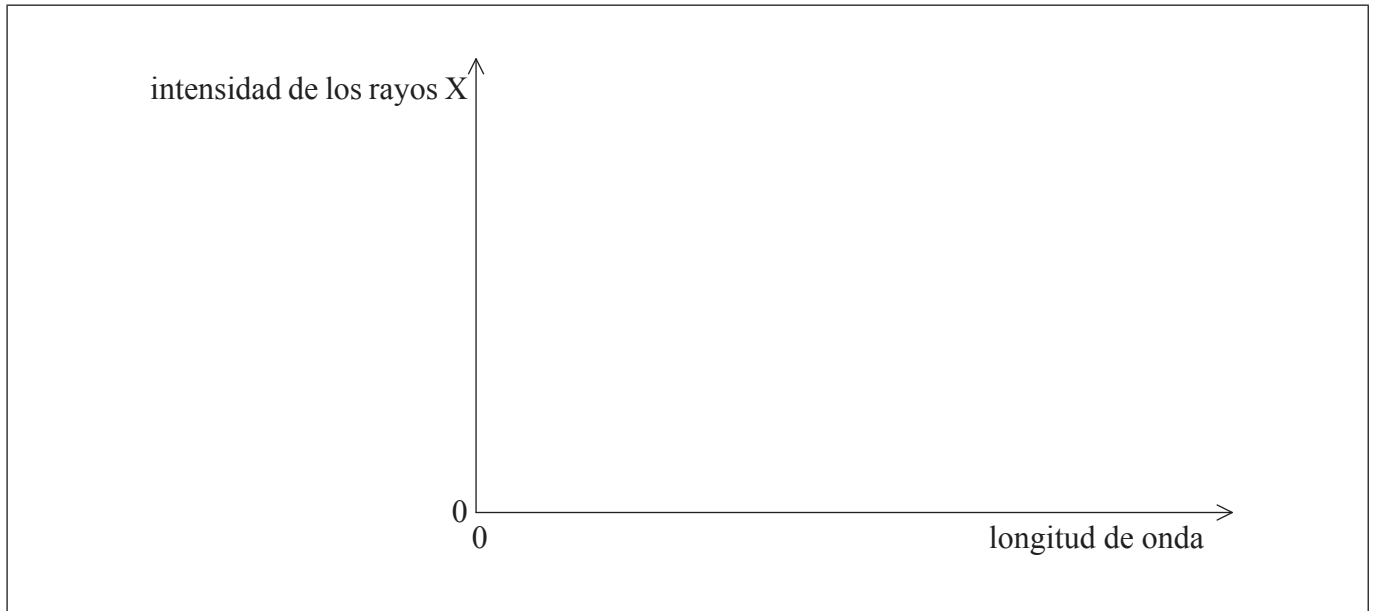
10. Esta pregunta trata sobre los rayos X.

(a) En un tubo de rayos X, los electrones se aceleran, desde el reposo, a través de una diferencia de potencial de 50 kV, hasta chocar contra un blanco metálico.

(i) Determine la longitud de onda mínima de los rayos X producidos. [2]

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

(ii) Utilizando los ejes de más abajo, dibuje y anote el espectro de rayos X producido. El potencial acelerador es suficientemente grande como para producir un espectro característico. [2]



(La opción G continúa en la página siguiente)



48EP24



*(Opción G, pregunta 10: continuación)*

(b) Explique el origen del espectro característico.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



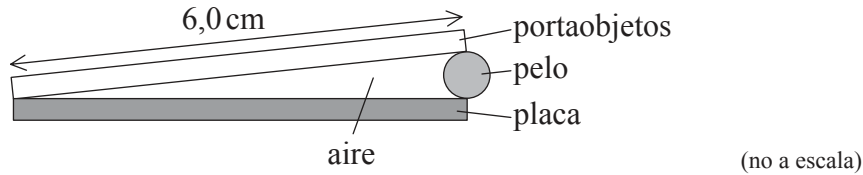
48EP25

**Véase al dorso**

(Opción G: continuación)

11. Esta pregunta trata sobre franjas producidas por una cuña.

El portaobjetos de vidrio de un microscopio, de longitud 6,0 cm, se sitúa sobre una placa de vidrio y se ilumina utilizando una fuente de luz monocromática de longitud de onda 590 nm. Un pelo es atrapado en un extremo del portaobjetos, formando una cuña de aire entre la placa de vidrio y el portaobjetos.



(a) Un observador que vea el portaobjetos del microscopio, con incidencia próxima a la normal, mide un espaciamento entre franjas de 0,29 mm. Calcule el espesor del pelo. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

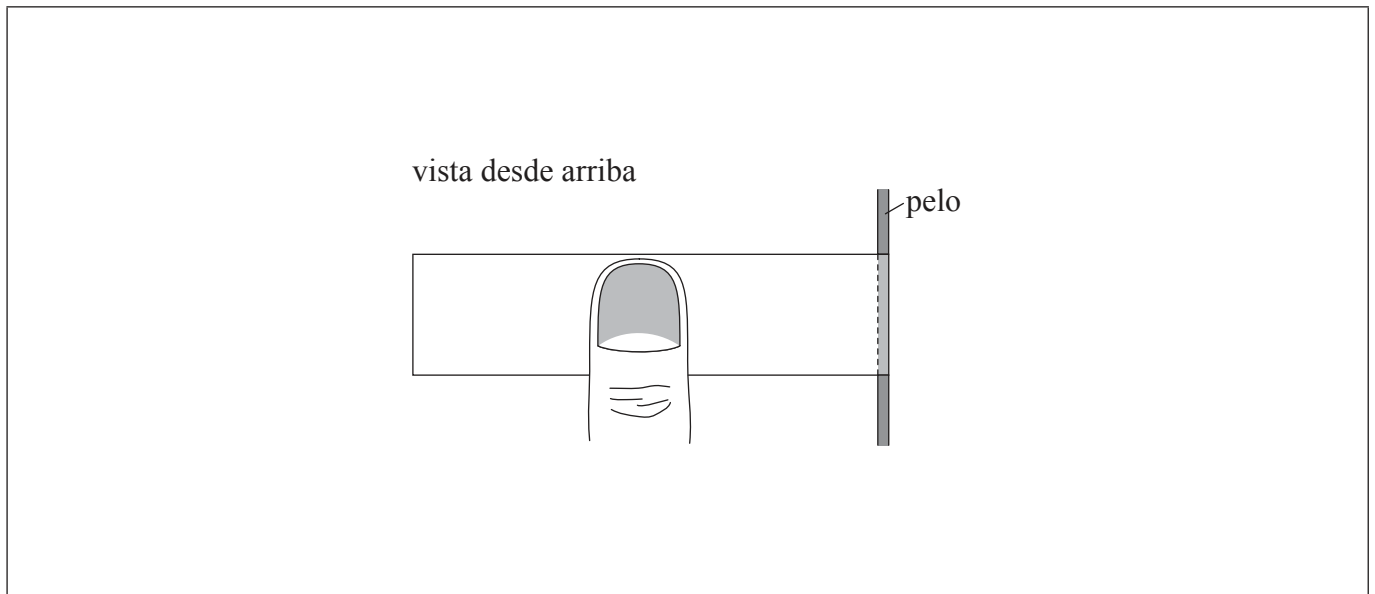
.....

(La opción G continúa en la página siguiente)



(Opción G, pregunta 11: continuación)

(b) El observador aprieta en el medio del portaobjetos se curva ligeramente.



Sobre el diagrama, esquematice el nuevo patrón de franjas que verá el observador.

[1]

**Fin de la opción G**



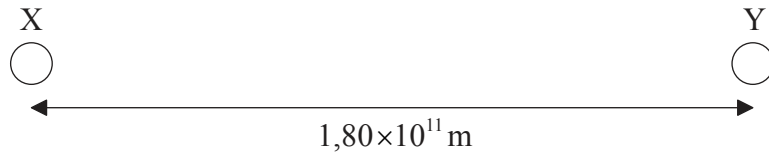
48EP27

Véase al dorso

**Opción H — Relatividad**

12. Esta pregunta trata sobre la dilatación del tiempo y la masa relativista.

- (a) Dos estaciones espaciales X e Y se encuentran en reposo relativo una respecto de la otra. La separación entre X e Y medida en su sistema de referencia es  $1,80 \times 10^{11}$  m.



Indique qué se entiende por sistema de referencia.

[1]

.....

.....

.....

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



48EP28

(Opción H, pregunta 12: continuación)

(b) Se envía una señal de radio a ambas estaciones espaciales de (a) desde el punto medio entre ellas. Al recibir la señal, un reloj en X y otro en Y se ponen marcando cero. Una nave espacial S viaja entre X e Y con una rapidez de  $0,750c$ , tal y como la miden X e Y. En el sistema de referencia de S, la estación X pasa frente a S en el instante en que el reloj de X marca cero. Un reloj de S se pone también a cero en ese instante.

(i) Calcule el intervalo de tiempo que tarda S en viajar de X a Y, medido por el reloj de X. [2]

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

(ii) Calcule el intervalo de tiempo que tarda S en viajar de X a Y, medido por el reloj de S. [2]

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

(iii) Explique si es el reloj de X o el de S el que mide el tiempo propio. [2]

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

(La opción H continúa en la página siguiente)



48EP29

Véase al dorso

(Opción H, pregunta 12: continuación)

- (iv) Explique por qué, según S, la puesta a cero del reloj de X y la puesta a cero del reloj de Y no suceden simultáneamente. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) La nave espacial S de (b) se está moviendo con rapidez  $0,750c$  según la miden X e Y, y tiene una energía total de  $2,72 \times 10^{20}$  J según la miden X e Y.

- (i) Determine la masa en reposo de la nave espacial S. [2]

.....

.....

.....

.....

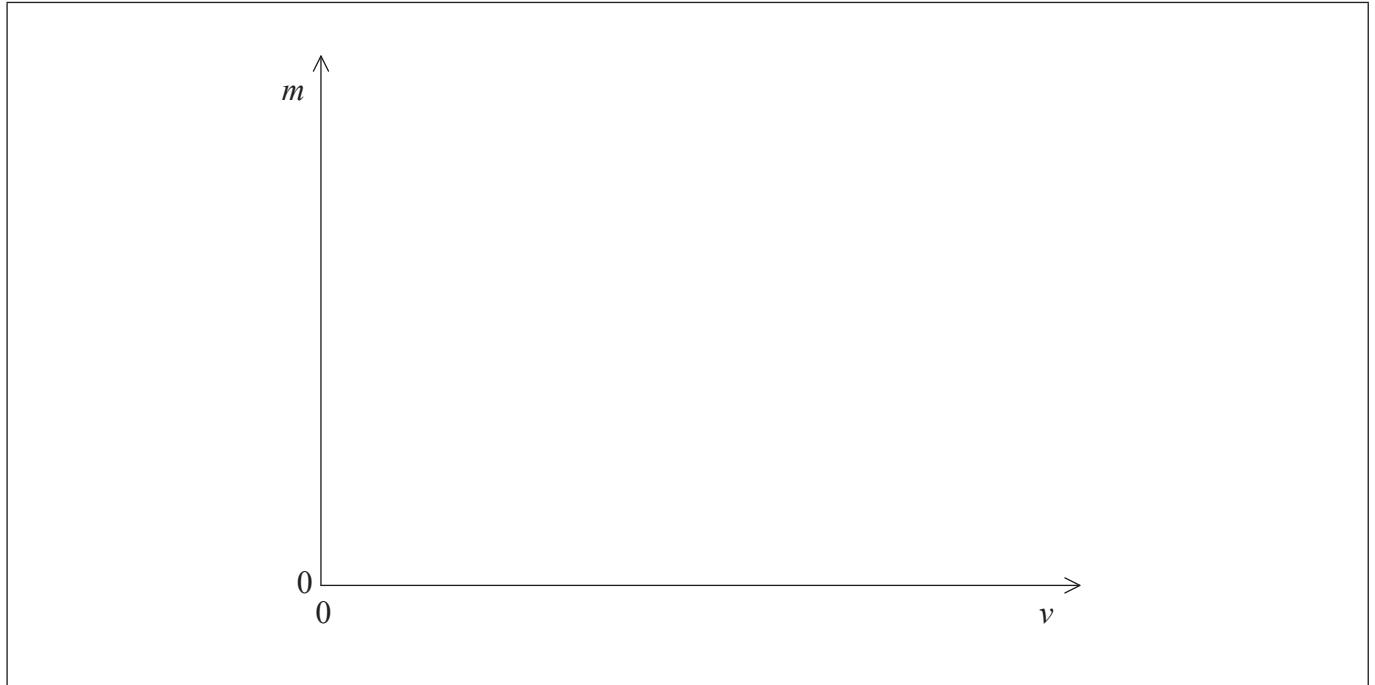
(La opción H continúa en la página siguiente)



48EP30

(Opción H, pregunta 12: continuación)

- (ii) Utilizando los ejes de más abajo, esquematice una gráfica para mostrar cómo la masa  $m$  de la nave espacial S cambia con la rapidez  $v$ . La gráfica debe identificar la masa en reposo  $m = m_0$  y la rapidez  $v = c$ . [2]



- (d) Los muones se producen en la atmósfera superior de la Tierra y viajan hacia la superficie de la Tierra, donde son detectados. Haciendo referencia a la situación descrita en (b), explique cómo la producción y detección de muones proporciona una prueba de la dilatación del tiempo. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción H continúa en la página siguiente)



48EP31

Véase al dorso

*(Opción H: continuación)*

13. Esta pregunta trata sobre la energía y el momento relativistas.

- (a) Se acelera un protón, desde el reposo, a través de una diferencia de potencial  $V$ . Después de la aceleración, la masa del protón es igual a cuatro veces su masa en reposo. Determine el valor de  $V$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Para el protón de (a), después de la aceleración, calcule

- (i) su rapidez. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) su momento. [1]

.....

.....

.....

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



48EP32



*(Opción H: continuación)*

14. (a) Describa qué se entiende por espacio-tiempo. [2]

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

(b) Resuma cómo el concepto de espacio-tiempo explica

(i) el movimiento orbital de la Tierra alrededor del Sol. [3]

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

(ii) la naturaleza de un agujero negro. [2]

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

**Fin de la opción H**



48EP33

**Véase al dorso**

**Opción I — Física médica**

15. Esta pregunta trata sobre la audición.

(a) Defina *nivel de intensidad sonora*.

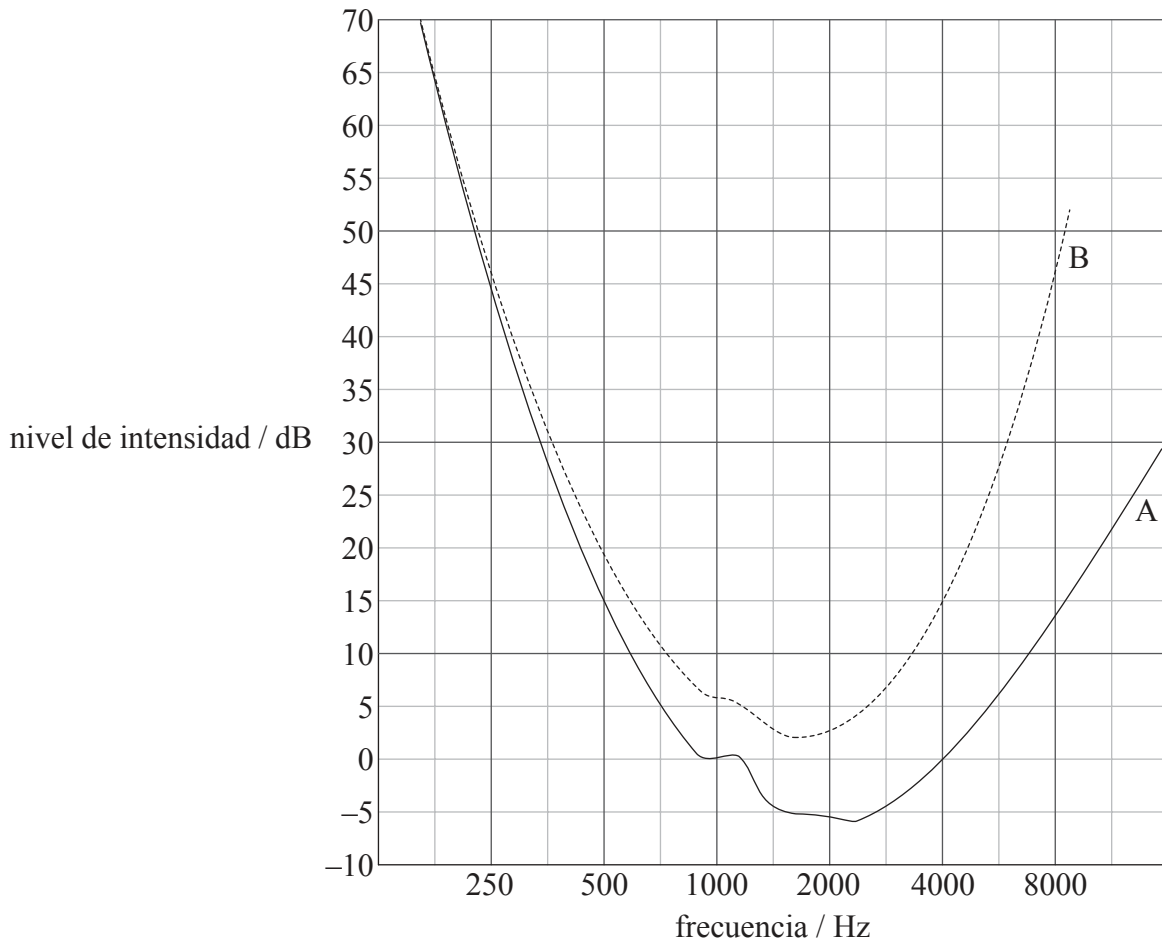
[1]

.....

.....

.....

(b) Claudia y su abuelo realizan pruebas de audición. Las gráficas A y B muestran la variación de su nivel de intensidad sonora con la frecuencia, para el umbral de audición.



(La opción I continúa en la página siguiente)



48EP34

(Opción I, pregunta 15: continuación)

- (i) Explique qué gráfica muestra con mayor probabilidad los resultados de la prueba de audición del abuelo. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Una fuente puntual emite un sonido de frecuencia 4,0kHz. Claudia escucha el sonido en el umbral de su audición, cuando se encuentra a 30m de la fuente. Utilice la gráfica para determinar la distancia a la cual debería situarse su abuelo para que el sonido esté en su umbral de audición. La intensidad del sonido  $I$  a una distancia  $d$  de una fuente puntual, de potencia  $P$ , está dada a continuación. [4]

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción I continúa en la página siguiente)



48EP35

Véase al dorso

(Opción I: continuación)

16. Esta pregunta trata sobre imágenes en medicina.

(a) Defina *coeficiente de atenuación*.

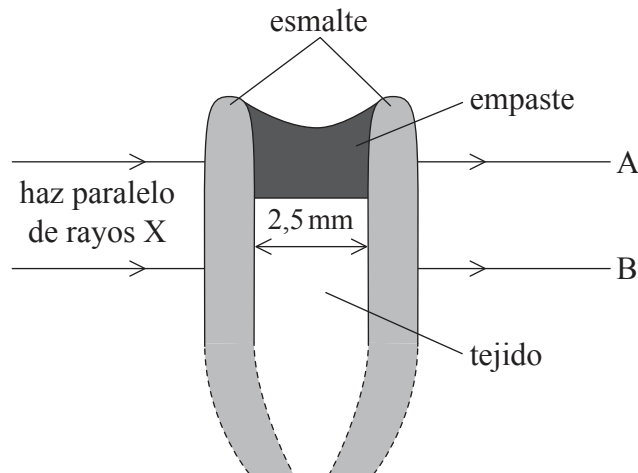
[2]

.....

.....

.....

(b) Los rayos X se utilizan en odontología para poner de manifiesto caries dentro de los dientes. En un estudio de investigación, un diente se rellenó parcialmente con un nuevo material con base de vidrio para reemplazar el tejido cariado. Se hicieron radiografías de rayos X del diente.



- Coeficiente de atenuación del empaste =  $6,3 \text{ mm}^{-1}$
- Coeficiente de atenuación del esmalte =  $0,46 \text{ mm}^{-1}$
- Coeficiente de atenuación del tejido =  $0,30 \text{ mm}^{-1}$
- Anchura del tejido =  $2,5 \text{ mm}$
- Anchura del empaste =  $2,5 \text{ mm}$

Un haz paralelo de rayos X incide sobre el diente. Los rayos X que salen por A han atravesado solamente el esmalte y el empaste, los que emergen por B han atravesado solamente el esmalte y el tejido del diente.

(La opción I continúa en la página siguiente)



48EP36

(Opción I, pregunta 16: continuación)

(i) Demuestre que el cociente

$$\frac{\text{intensidad de los rayos X en A}}{\text{intensidad de los rayos X en B}}$$

es, aproximadamente  $3 \times 10^{-7}$ .

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) El tiempo de exposición a los rayos X es tal que permite revelar detalles finos en el esmalte, por medio de los rayos X que emergen por B. Haciendo referencia al cociente de (b)(i), sugiera por qué el contraste en B es mucho mayor que el contraste en A.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción I continúa en la página siguiente)



48EP37

Véase al dorso

(Opción I, pregunta 16: continuación)

- (c) Un registro dental completo de todos los dientes de la boca de un paciente requiere alrededor de 20 radiografías distintas de rayos X. Actualmente, en odontología se utilizan intensificadores de imagen que permiten formar una única imagen de todos los dientes con una sola radiografía. Resuma las ventajas que todo esto le aporta al paciente. [2]

.....

.....

.....

.....

- (d) La tabla muestra los datos sobre la impedancia acústica de ciertos materiales que podrían estar involucrado en la transmisión de ultrasonidos a través de un diente.

Material	Impedancia acústica / unidades relativas
tejido	1,7
tejido cariado	1,6
esmalte	7,8
aire	$4,0 \times 10^{-4}$

Sin llevar a cabo cálculos, resuma **dos** razones por las que no se usan ultrasonidos para detectar la presencia de caries dentro de un diente. [2]

1. ....

.....

.....

.....

.....

2. ....

.....

.....

.....

.....

(La opción I continúa en la página siguiente)



48EP38

*(Opción I: continuación)*

17. Esta pregunta trata sobre el uso de láseres.

Resuma cómo la luz laser puede utilizarse para determinar el porcentaje de oxígeno en la sangre. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



48EP39

**Véase al dorso**

*(Opción I: continuación)*

**18.** Esta pregunta trata sobre la radiación empleada en medicina.

En un tipo de terapia de radiación, el bismuto-213 se sitúa en o cerca de un tumor en el cuerpo. El bismuto-213 es un núclido inestable que se desintegra tanto por la emisión de partículas alfa, como de partículas beta de baja energía. El núclido tiene una semivida física de 45 minutos y una semivida biológica de 5 días.

(a) (i) Indique por qué la semivida biológica del bismuto-213 tiene poca importancia médica. [1]

.....

.....

.....

(ii) Resuma las ventajas de un núclido tal y como el bismuto-213 en la terapia de radiación. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

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



48EP40



(Opción I, pregunta 18: continuación)

- (b) El bismuto-213 se utiliza para irradiar tumores cancerígenos.

Se dispone de los siguientes datos.

Masa del tumor	$= 4,5 \times 10^{-2} \text{ kg}$
Actividad inicial de la fuente	$= 7,2 \times 10^8 \text{ Bq}$
Energía de las partículas alfa emitidas	$= 6,0 \text{ MeV}$
Factor de calidad de la radiación alfa	$= 10$

- (i) Demuestre que tienen lugar alrededor de  $10^{12}$  desintegraciones en los primeros 45 minutos después de que el bismuto se haya insertado en el tumor. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Determine la dosis equivalente durante los primeros 45 minutos después de que el bismuto se haya insertado en el tumor. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción I**



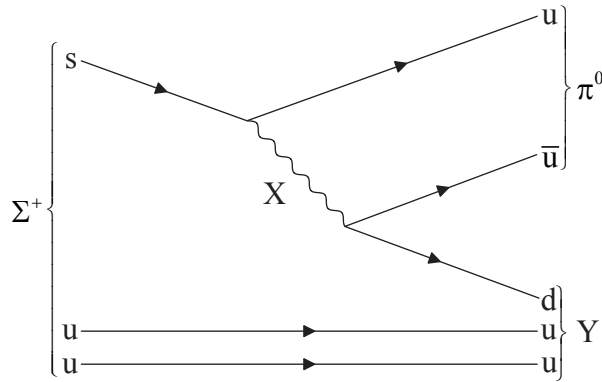
48EP41

Véase al dorso

**Opción J — Física de partículas**

19. Esta pregunta trata sobre las partículas.

- (a) La partícula  $\Sigma^+$  puede desintegrarse en una partícula  $\pi^0$  y en otra partícula Y, tal y como muestra el diagrama de Feynman.



- (i) Identifique la partícula de intercambio X. [1]

.....

- (ii) Identifique la partícula Y. [1]

.....

- (iii) Resuma la naturaleza del  $\pi^0$ . [2]

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

(La opción J continúa en la página siguiente)



48EP42

(Opción J, pregunta 19: continuación)

- (b) La partícula de intercambio X de (a) tiene un alcance de 1,2 fm. Determine la masa de X, en  $\text{MeV } c^{-2}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) La partícula  $\pi^0$  puede desintegrarse con la emisión de dos rayos gamma, cada uno de los cuales puede, posteriormente, producir un electrón y un positrón.

- (i) Indique el proceso por el cual se producen el electrón y el positrón. [1]

.....

- (ii) Esquematice el diagrama de Feynman para el proceso de (c)(i). [2]

(La opción J continúa en la página siguiente)



48EP43

Véase al dorso

*(Opción J, pregunta 19: continuación)*

(d) Discuta si se conserva la extrañeza en

(i) la desintegración de la partícula  $\Sigma^+$  de (a).

[1]

.....  
.....

(ii) la creación de un electrón y un positrón en (c).

[1]

.....  
.....

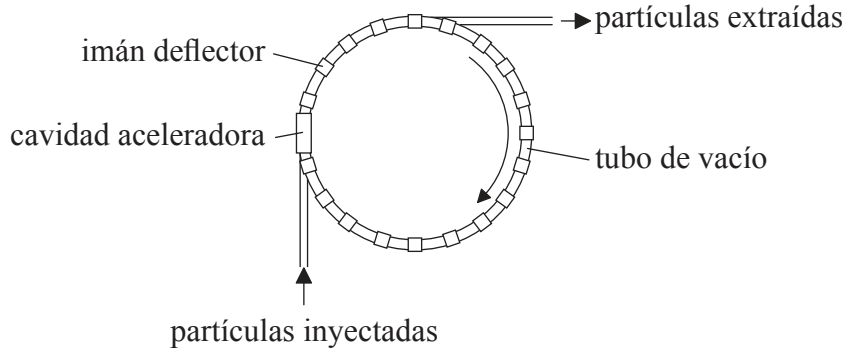
*(La opción J continúa en la página siguiente)*



(Opción J: continuación)

20. Esta pregunta trata sobre un sincrotrón.

(a) El diagrama muestra parte de un sincrotrón.



(i) Resuma el papel de los campos eléctricos y de los campos magnéticos en el funcionamiento de esta parte del sincrotrón. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Explique por qué los campos eléctrico y magnético deben variar cuando las partículas se aceleran. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción J continúa en la página siguiente)



Véase al dorso

(Opción J, pregunta 20: continuación)

- (b) La densidad de flujo magnético  $B$  requerida para mantener a una partícula de masa  $m$  y carga  $q$  en una trayectoria circular de radio  $r$ , con una rapidez  $v$ , es la siguiente.

$$B = \frac{mv}{qr}$$

El radio del anillo principal de un sincrotrón tiene una circunferencia de 27 km. Protones de energía 400 GeV viajan alrededor del anillo principal con casi la rapidez de la luz. Estime la densidad de flujo magnético requerida para mantener a los protones en esa órbita. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Indique **dos** ventajas de la cooperación internacional para la investigación utilizando instalaciones tales como las del CERN en Ginebra. [2]

1. ....

.....

2. ....

.....

(La opción J continúa en la página siguiente)



*(Opción J: continuación)*

**21.** Esta pregunta trata sobre experimentos de dispersión.

Explique cómo los protones de alta energía pueden utilizarse en experimentos de dispersión para proporcionar pruebas de la naturaleza de los quarks. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



48EP47

**Véase al dorso**

(Opción J: continuación)

22. Esta pregunta trata sobre nucleosíntesis.

La nucleosíntesis ocurrió en el universo primitivo durante un periodo aproximado de 17 minutos.

(a) Explique qué se entiende por nucleosíntesis. [1]

.....

.....

.....

.....

(b) Resuma las condiciones que determinan la escala temporal para la nucleosíntesis. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Fin de la opción J**



48EP48