



22136527

**FÍSICA**
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Número de convocatoria del alumno

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

Martes 7 de mayo de 2013 (tarde)

1 hora 15 minutos

Código del examen

2	2	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].



0148

Opción E — Astrofísica

E1. Esta pregunta trata de las estrellas.

(a) Defina *magnitud absoluta*.

[1]

.....

.....

(b) En la tabla se muestran datos para dos estrellas, X e Y.

	Brillo aparente / W m^{-2}	Magnitud absoluta
Estrella X	$2,5 \times 10^{-8}$	5,4
Estrella Y	$8,1 \times 10^{-9}$	3,6

Utilice estos datos para explicar qué estrella

(i) parece más brillante desde la Tierra.

[1]

.....

.....

(ii) está más cerca de la Tierra.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E1: continuación)

(c) La luminosidad de la estrella X es de $4,9 \times 10^{30} \text{ W}$ y su clase espectral es M.

(i) Determine la distancia a la estrella X desde la Tierra. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Estime el radio de la estrella X. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(iii) Sugiera el tipo de la estrella X. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E1: continuación)

- (d) Resuma cómo el estudio del espectro de la estrella X proporciona información sobre su composición química. [2]

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

E2. Esta pregunta trata de cosmología.

- (a) La radiación de fondo cósmico de microondas fue descubierta por Penzias y Wilson en 1964. Indique **dos** características de la radiación de fondo cósmico de microondas. [2]

1.

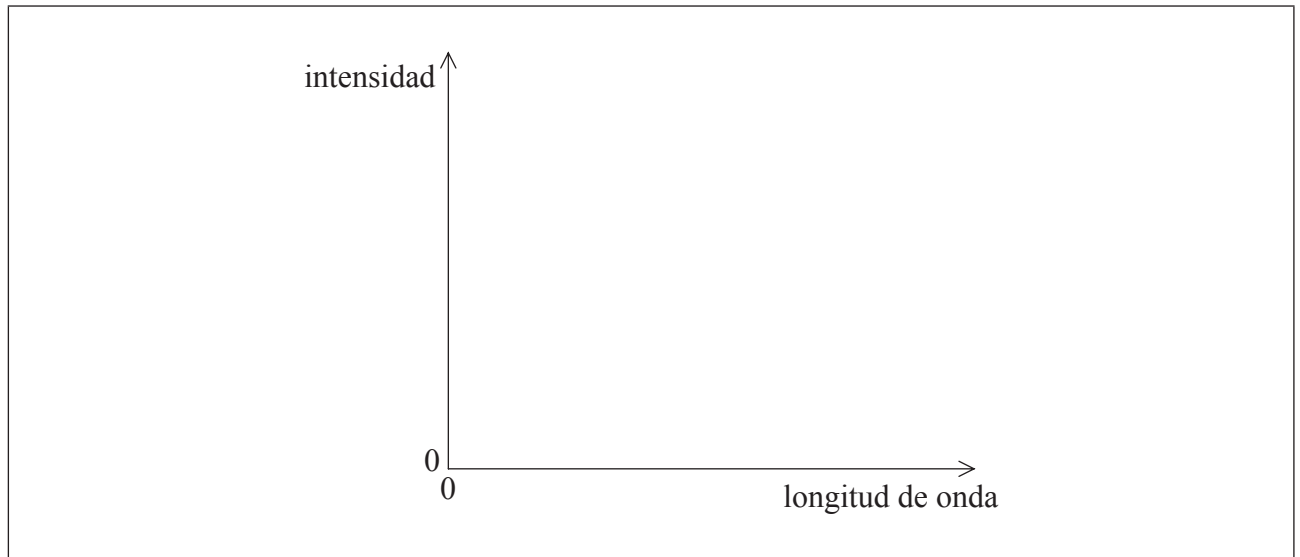
2.

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E2: continuación)

- (b) (i) Utilizando los siguientes ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación con la longitud de onda de la intensidad de la radiación de fondo cósmico. [2]



- (ii) Explique cómo se podría utilizar la gráfica para determinar la temperatura de la radiación de fondo cósmico. [2]

.....

.....

- (iii) Discuta cómo el descubrimiento de la radiación de fondo cósmico proporciona evidencia del Big Bang. [2]

.....

.....

.....

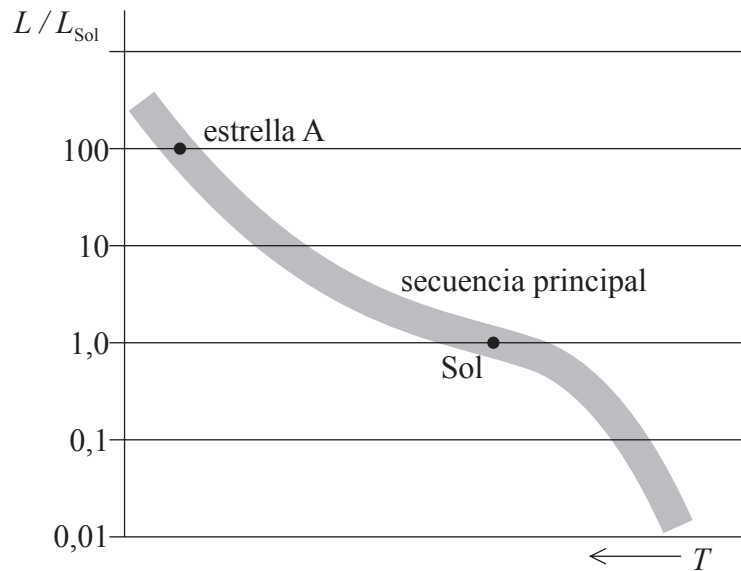
.....

.....



E3. Esta pregunta trata de la evolución estelar.

- (a) En el diagrama de Hertzsprung–Russell (HR) se muestran el Sol, una estrella A y la secuencia principal.



Utilizando la relación masa–luminosidad $L \propto M^{3,5}$, determine el cociente entre la masa de la estrella A y la masa del Sol.

[2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E3: continuación)

- (b) La estrella A acabará abandonando la secuencia principal convirtiéndose en una estrella de neutrones. Indique

- (i) el cambio en la estrella A que marca su salida de la secuencia principal. [1]

.....

.....

- (ii) el rango de masas de una estrella de neutrones. [1]

.....

.....



E4. Esta pregunta trata de la ley de Hubble.

(a) Indique la ley de Hubble.

[1]

.....

.....

(b) La luz procedente de la galaxia M31 recibida en la Tierra muestra un desplazamiento al azul correspondiente a un desplazamiento fraccional en la longitud de onda $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ de 0,001.

(i) Calcule la velocidad de M31 con respecto a la Tierra.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) La distancia a M31 desde la Tierra es de 0,77 Mpc. Estime, utilizando su respuesta a (b)(i), un valor para la constante de Hubble.

[1]

.....

.....

(iii) Comente su respuesta a (b)(ii).

[2]

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

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



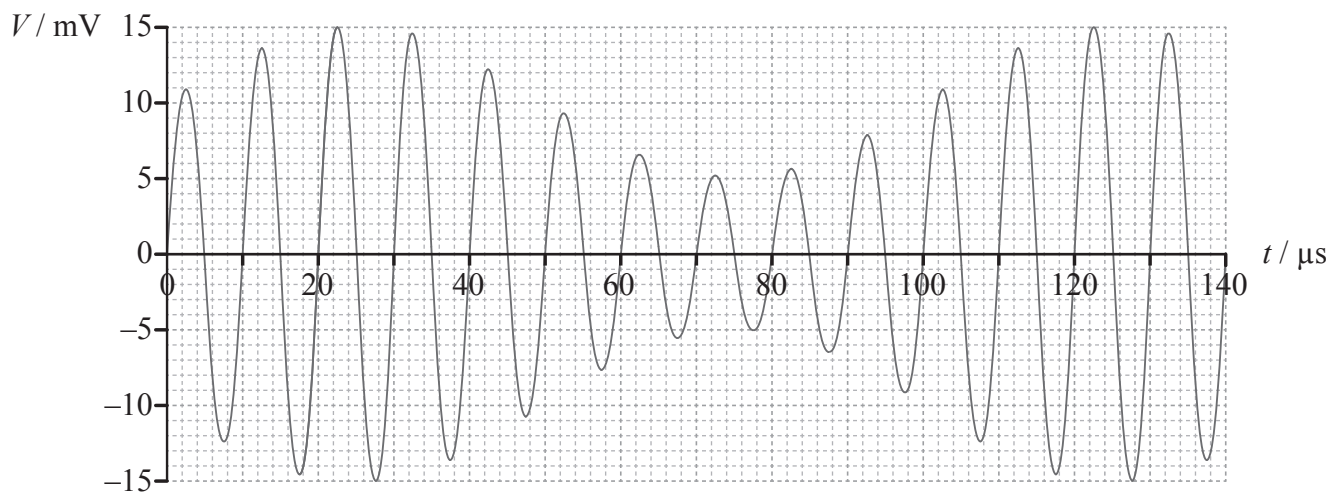
0948

Véase al dorso

Opción F — Comunicaciones

F1. Esta pregunta trata de la modulación.

- (a) En el diagrama se muestra la variación con el tiempo del voltaje de una onda portadora modulada en amplitud (AM).



Determine

- (i) la frecuencia de la onda portadora.

[2]

- (ii) la frecuencia de la onda de señal (información).

[2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F1: continuación)

(iii) el ancho de banda de la señal.

[1]

.....

.....

(iv) la amplitud de la onda de señal.

[2]

.....

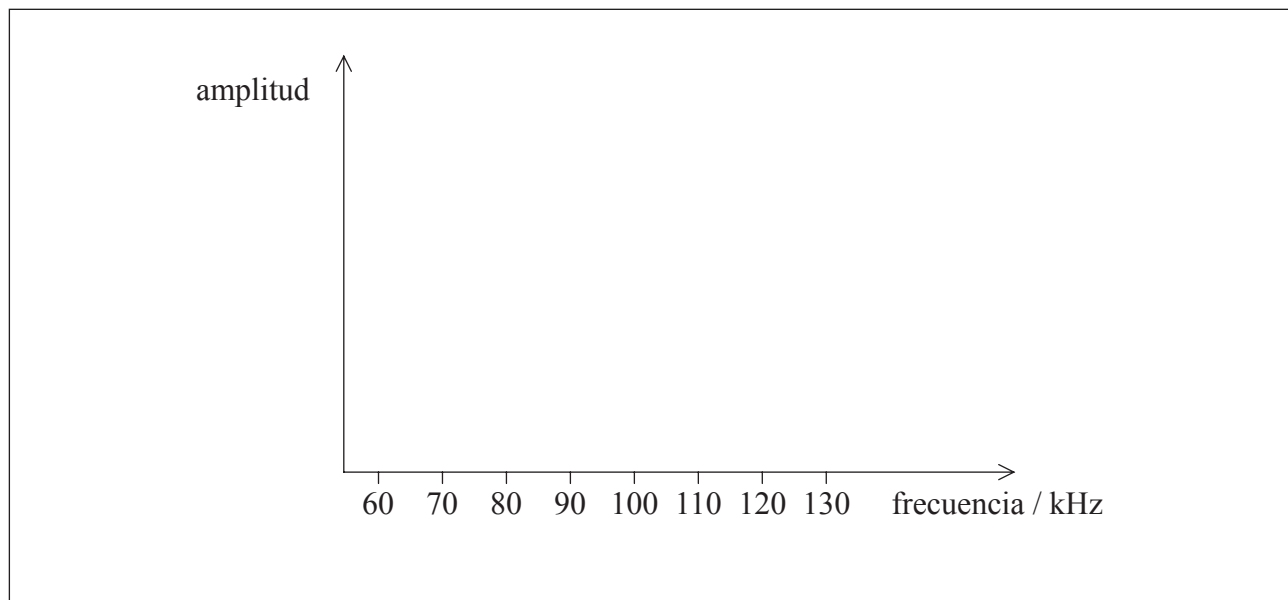
.....

.....

.....

(b) Utilizando los siguientes ejes, dibuje el espectro de potencia de la onda portadora modulada de (a).

[2]



F2. Esta pregunta trata de la transmisión digital.

La frecuencia de muestreo en un conversor analógico-digital (ADC) es de 44 kHz.

- (a) En relación con la reconstrucción de una señal analógica, indique y explique la frecuencia máxima que puede usar este sistema. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Si el ADC produce una salida en paralelo de 32 bits, calcule

- (i) la velocidad de transferencia de datos (*bitrate*) de la transmisión. [1]

.....

- (ii) la duración de un bit. [1]

.....



No escriba en esta página.

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



F3. Esta pregunta trata de la atenuación.

(a) Para un cable de cobre, indique

(i) qué se entiende por atenuación.

[1]

.....
.....

(ii) **una** causa de la atenuación en el cable de cobre.

[1]

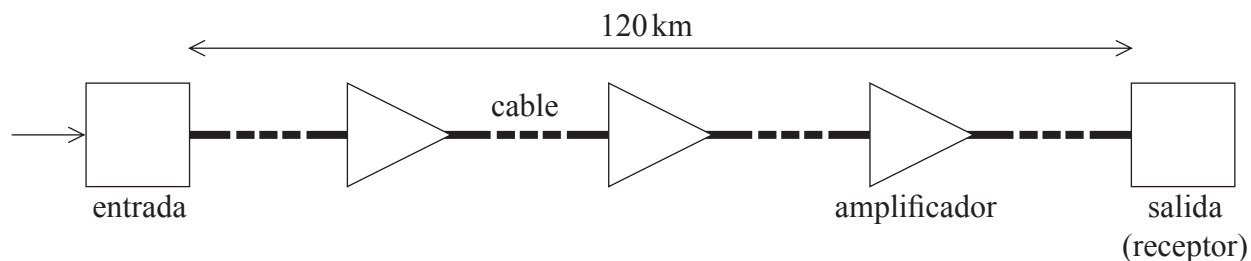
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F3: continuación)

- (b) Un cable de cobre con longitud de 120 km se usa para transmitir una señal. La atenuación por unidad de longitud del cable es de 15 dB km^{-1} . Se colocan amplificadores, cada uno de 52 dB de ganancia, en intervalos iguales a lo largo del cable.



La potencia de la señal de entrada es de 240 mW. La potencia de la señal de salida no debe bajar de los 12 mW.

- (i) Estime el número total de amplificadores que se necesitan. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique **una** ventaja de reemplazar el cable con una fibra óptica. [1]

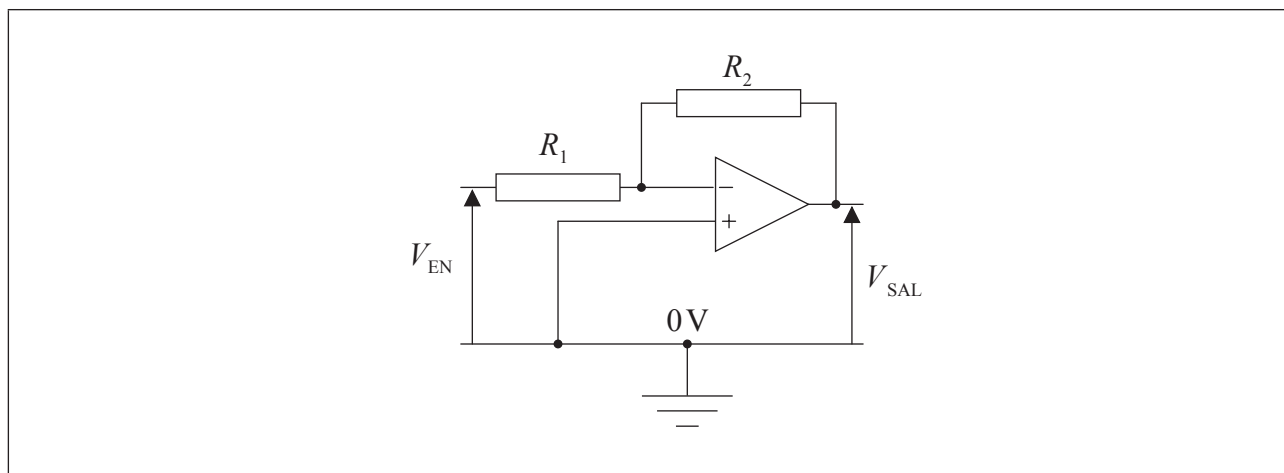
.....

.....



F4. Esta pregunta trata del amplificador operacional (AO).

(a) En el diagrama se muestra el circuito de un amplificador inversor.



(i) Indique qué se entiende por amplificador inversor.

[1]

.....

.....

(ii) Sobre el anterior diagrama, rotule, con la letra V, el punto en el circuito al que se denomina tierra virtual.

[1]

(iii) Demuestre que la ganancia G del amplificador viene dada por la expresión $G = -\frac{R_2}{R_1}$.

[3]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F4: continuación)

- (b) En el circuito de (a) la resistencia de R_1 es $6,0\text{k}\Omega$ y la resistencia de R_2 es $60\text{k}\Omega$. El amplificador funciona con una fuente de $\pm 12\text{V}$. Calcule el valor del voltaje de salida V_{SAL} para un voltaje de entrada V_{EN} de

(i) $0,30\text{V}$.

[1]

.....
.....

(ii) $3,0\text{V}$.

[1]

.....
.....

F5. Esta pregunta trata del sistema de telefonía móvil.

Una persona efectúa una llamada telefónica utilizando un teléfono móvil. Explique la función de las estaciones de base y del intercambio celular durante la llamada telefónica.

[3]

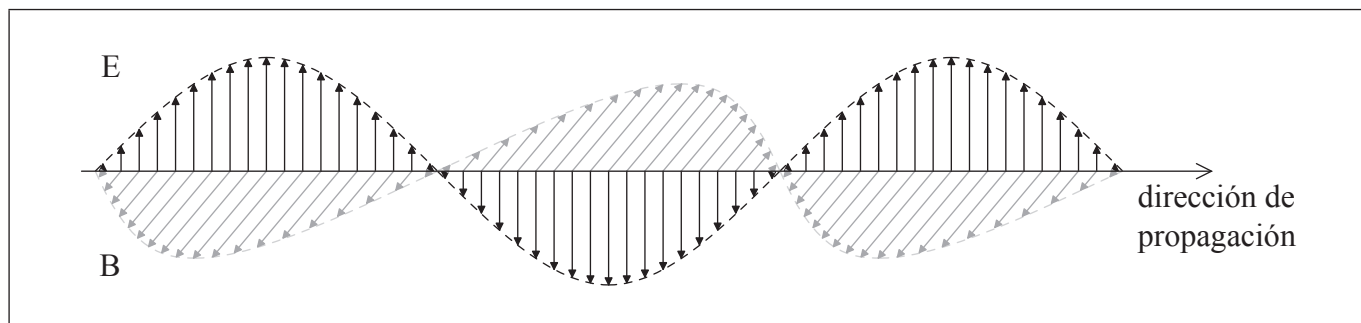
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Opción G — Ondas electromagnéticas

G1. Esta pregunta trata de la luz.

- (a) El diagrama es una representación de los campos eléctrico (E) y magnético (B) oscilantes de una onda electromagnética en el vacío. Los campos son perpendiculares entre sí.



- (i) Indique la variación, si la hay, en el ángulo entre E y B cuando la onda entra en un medio transparente desde el vacío. [1]

.....

.....

- (ii) Sobre el diagrama, rotule una distancia que sea igual a una longitud de onda de esta onda electromagnética. [1]

- (b) Indique **una** propiedad común a todas las ondas electromagnéticas. [1]

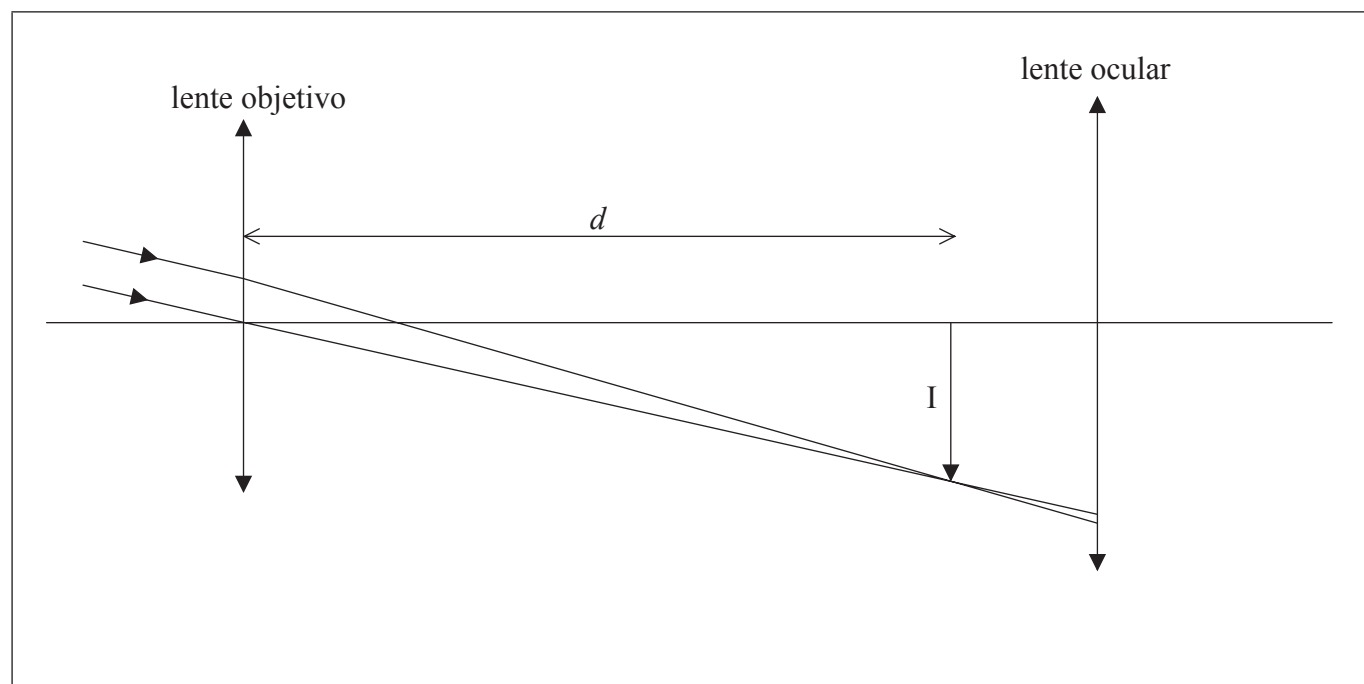
.....

.....



G2. Esta pregunta trata de un telescopio astronómico.

(a) Este es un diagrama de rayos parcialmente completado para un telescopio astronómico.



La lente objetivo forma la imagen I de una estrella situada a una distancia d de la lente objetivo. La imagen final de la estrella se forma en el infinito.

(i) Demuestre que la distancia d es igual a la longitud focal de la lente objetivo. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Sobre el diagrama, rotule los **dos** puntos focales de la lente ocular con las letras F_1 y F_2 respectivamente. [1]

(iii) Sobre el diagrama, construya líneas que muestren cómo se forma en el infinito la imagen final de la estrella. [3]

(iv) El aumento angular del telescopio se define como $M = \frac{\theta_2}{\theta_1}$. Sobre el diagrama, rotule los ángulos θ_1 y θ_2 . [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G2: continuación)

- (b) En un telescopio astronómico concreto en ajuste normal, la longitud focal de la lente objetivo es de 26 cm y la longitud focal de la lente ocular es de 4,0 cm. Se utiliza el telescopio para contemplar un globo meteorológico lejano cuyo diámetro angular a ojo descubierto es de $2,2^\circ$. Determine el diámetro angular de la imagen del globo meteorológico formada por el telescopio.

[2]

.....

.....

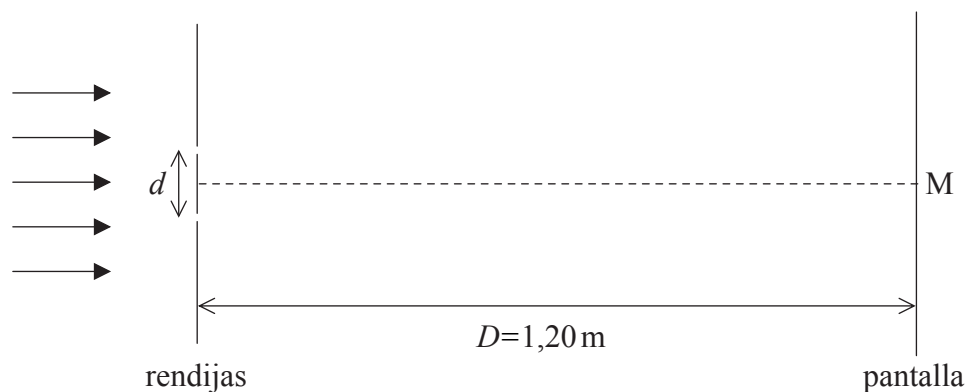
.....

.....



G3. Esta pregunta trata de la interferencia.

- (a) Sobre dos rendijas paralelas muy estrechas cuya anchura es pequeña en comparación con su separación incide en perpendicular luz monocromática coherente. Tras pasar a través de las rendijas, la luz incide sobre una pantalla. El punto central de la pantalla se encuentra en M.



La distancia D entre las rendijas y la pantalla es de 1,20 m. La separación d entre las rendijas es de 0,150 mm.

- (i) Explique por qué la intensidad luminosa en M es un máximo. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) El punto P es el punto más próximo a M sobre la pantalla en el que la intensidad luminosa es un mínimo. La distancia MP es 2,62 mm. Calcule la longitud de onda de la luz. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

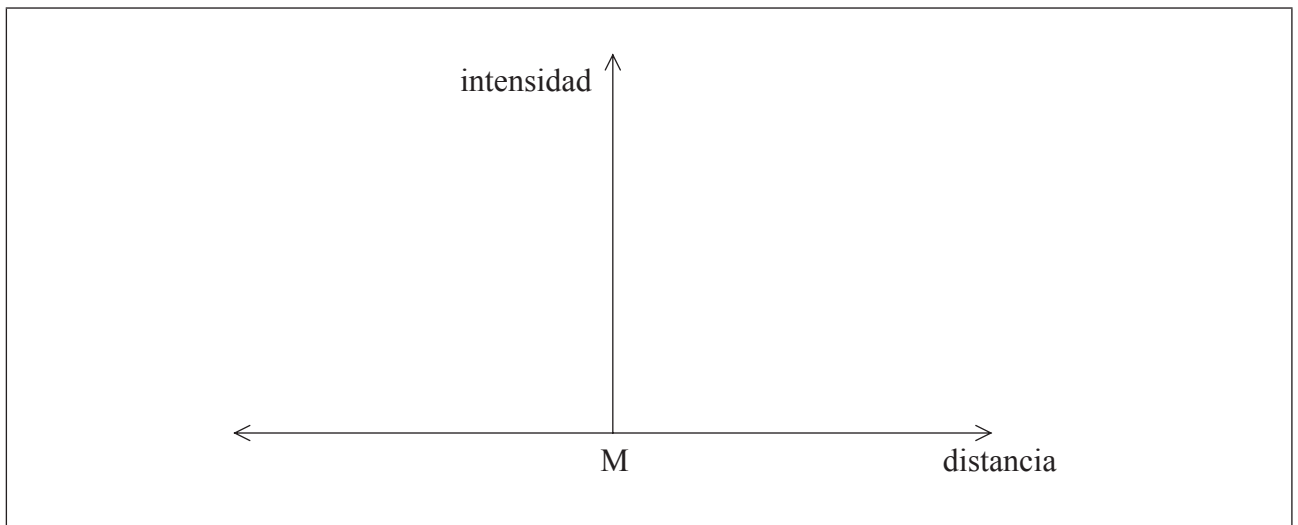
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G3: continuación)

- (b) Utilizando los siguientes ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación de la intensidad luminosa con la distancia a lo largo de la pantalla. [2]



- (c) Se incrementa ampliamente el número de rendijas, cada una con la misma separación que en (a). Describa las diferencias, si las hay, en la distribución de intensidades de (b). [2]

.....

.....

.....

.....



G4. Esta pregunta trata de los rayos X.

- (a) (i) Un tubo de rayos X funciona con un voltaje acelerador de 28 kV. Demuestre que la longitud de onda mínima λ_{\min} de los rayos X producidos es de $4,4 \times 10^{-11}$ m. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique por qué en este tubo de rayos X no se producen rayos X con longitud de onda menor que λ_{\min} . [1]

.....

.....

- (b) Sobre un plano de cristal inciden rayos X con longitud de onda $\lambda = 4,4 \times 10^{-11}$ m. Cuando los rayos X forman un ángulo de 11° con el plano del cristal, se observa un haz intenso de rayos X de reflexión de primer orden. Calcule la separación de los planos del cristal. [2]

.....

.....

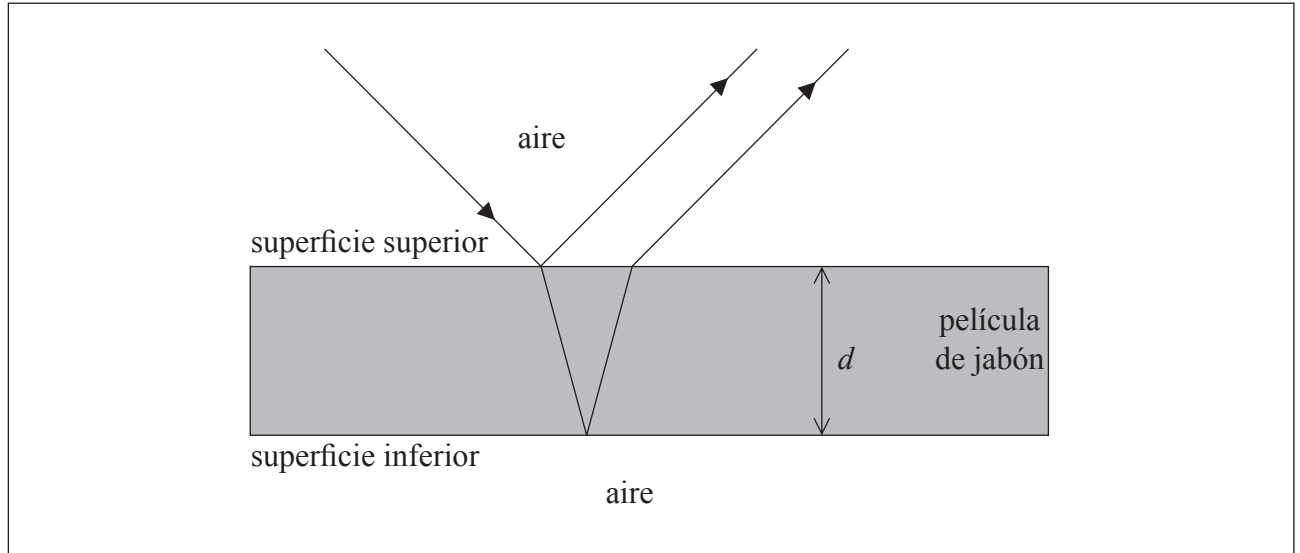
.....

.....



G5. Esta pregunta trata de las interferencias de película delgada.

- (a) Sobre una película fina de jabón suspendida en el aire incide un rayo de luz monocromática. El diagrama muestra la reflexión de este rayo desde las superficies superior e inferior de la película.



Sobre el diagrama, rotule, con la letra P, el punto en el que se da una diferencia de fase de π .

[1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G5: continuación)

- (b) Sobre la película de jabón incide en perpendicular luz blanca. El grosor d de la película de jabón es de 225 nm y su índice de refracción es de 1,34.

- (i) Demuestre que la mayor longitud de onda λ de la luz en el aire para la cual los rayos reflejados interfieren de forma destructiva es 603 nm. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Explique por qué se verá coloreada la película de jabón. [2]

.....

.....

.....

.....



Opción H — Relatividad

H1. Esta pregunta trata de la cinemática relativista.

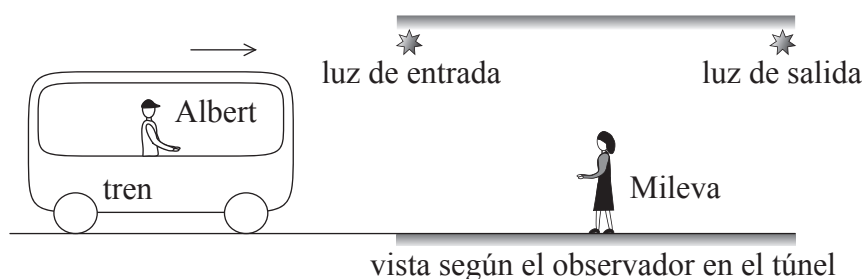
- (a) Defina *longitud propia*.

[1]

.....

.....

- (b) Albert se encuentra en reposo en un tren que se acerca a un túnel. Mileva se encuentra en el túnel a medio camino entre la luz de entrada y la luz de salida al final del túnel.



La longitud propia del tren es de 120 m y la longitud propia del túnel es de 72 m. Si el tren se desplaza con rapidez de $0,80c$ con respecto al túnel, calcule

- (i) el factor gamma para una rapidez de $0,80c$.

[1]

.....

.....

- (ii) la longitud del tren según Mileva.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H1: continuación)

(iii) la longitud del túnel según Albert.

[1]

.....
.....

(c) Se encienden las luces del túnel. Según Mileva, las luces se encienden simultáneamente. Explique por qué, según Albert, la luz de entrada se enciende después que la luz de salida.

[3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H1: continuación)

- (d) Los diagramas siguientes muestran dos sucesos. En el suceso 1 el tren de (b) está a punto de salir del túnel y en el suceso 2 el tren acaba de salir del túnel. La longitud propia del tren es de 120 m y la longitud propia del túnel es de 72 m.



Determine el tiempo entre estos dos sucesos según

- (i) Mileva.

[1]

.....

.....

.....

- (ii) Albert.

[2]

.....

.....

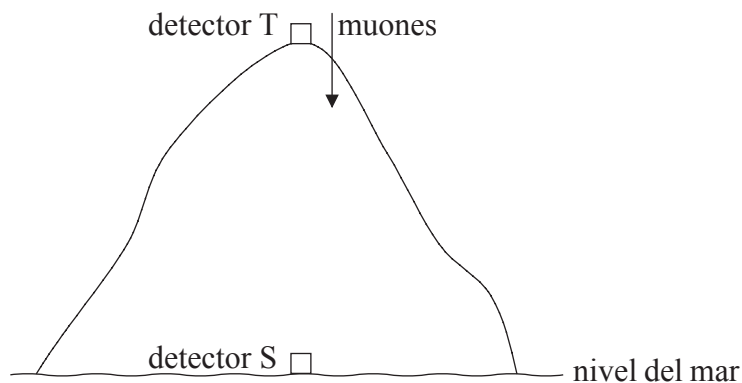
.....

.....



H2. Esta pregunta trata de los experimentos de desintegración de muones.

Los muones creados a gran altura en la atmósfera caen en vertical hacia la superficie de la Tierra. Se coloca un detector de muones T en lo alto de una montaña y se coloca otro, el detector S, a nivel del mar.



El detector T detecta 570 muones por hora. En el sistema en reposo de los muones, su semivida es de $1,5\mu\text{s}$. Según un observador, en reposo en la montaña, los muones tardan $6,0\mu\text{s}$ en desplazarse desde el detector T hasta el detector S.

- (a) Demuestre que, si los muones se desplazan con una rapidez no relativista, el número de muones detectados a nivel del mar sería aproximadamente 36 por hora.

[2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H2: continuación)

- (b) Los muones de (a) se desplazan hacia la superficie de la Tierra con una rapidez relativista de $0,968c$.

- (i) Determine la semivida de los muones según el observador que está en reposo en la montaña. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) El número de muones observado en el detector S es 285 por hora. Explique, a partir de sus respuestas a (a) y (b)(i), cómo esta observación proporciona evidencia de la dilatación temporal. [2]

.....

.....

.....

.....



H3. Esta pregunta trata de la mecánica relativista.

Un protón, después de acelerar desde el reposo por medio de una diferencia de potencial V , tiene un momento de 1600 MeV c^{-1} .

(a) Calcule el valor de V .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Calcule la rapidez del protón después de la aceleración.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

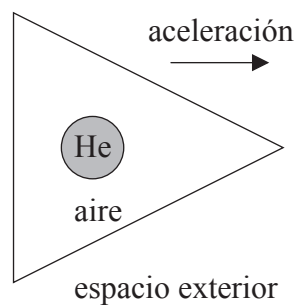


H4. Esta pregunta trata de la relatividad general.

(a) Indique el principio de equivalencia.

[1]

(b) Un globo lleno de helio flota en el aire dentro de una nave espacial en el espacio exterior. La nave espacial comienza a acelerar hacia la derecha.



Explique, en relación con el principio de equivalencia, el movimiento, si lo hay, del globo de helio respecto a la nave espacial.

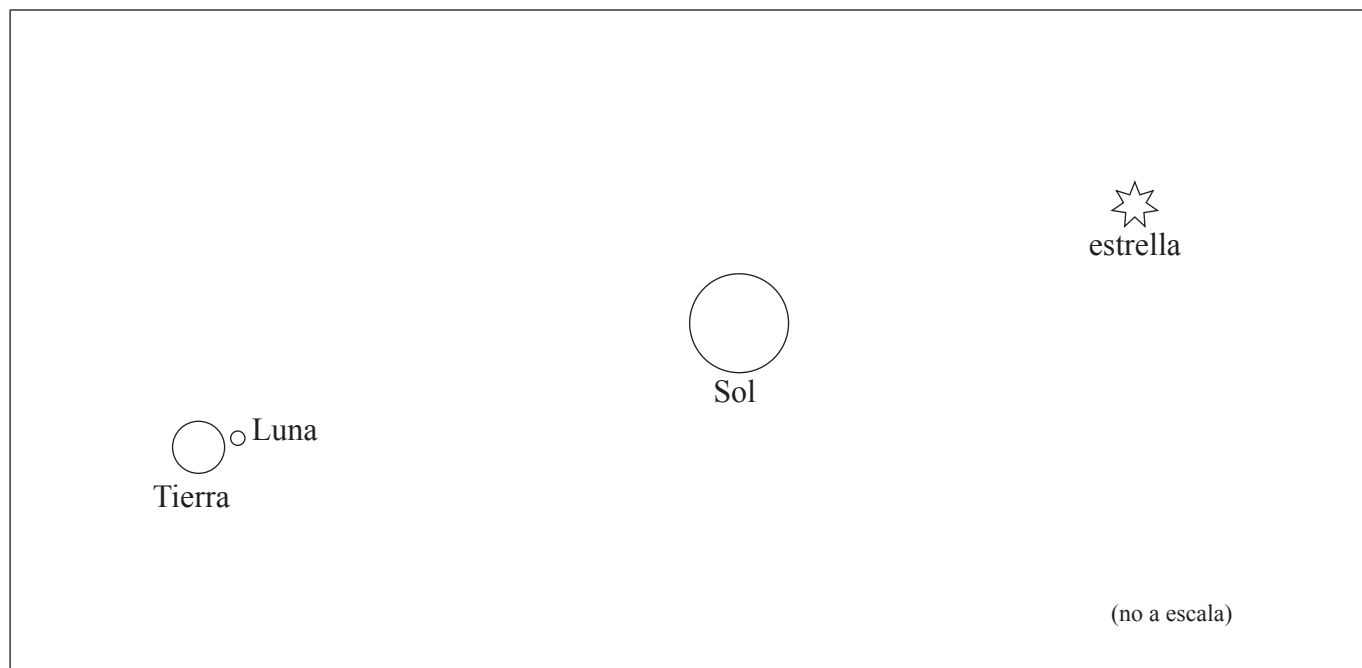
[3]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H4: continuación)

- (c) En un experimento, para verificar la curvatura de la luz cuando pasa cerca del Sol, se midió la posición de una estrella durante un eclipse solar total.



- (i) Explique por qué la medida de la posición de la estrella se ha hecho durante un eclipse solar total.

[1]

.....

.....

- (ii) Sobre el diagrama anterior, dibuje las líneas que determinan la posición aparente de la estrella tal como se ve desde la Tierra.

[1]

- (iii) Indique qué otra medida deberá tomarse para determinar el ángulo bajo el cual se curvan los rayos de la estrella por efecto del Sol.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H4: continuación)

- (iv) El ángulo de curvatura de un rayo de luz procedente de la estrella y que roza la superficie del Sol es θ . Indique y explique el efecto sobre θ , si lo hubiera, de que se cambiara el Sol por otra estrella de igual radio pero con mayor masa.

[2]

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



Opción I — Física médica

II. Esta pregunta trata de la audición.

(a) Defina *nivel de intensidad del sonido*.

[1]

.....

.....

(b) Un estudiante se encuentra a una distancia de 12 m de un grupo de rock en un concierto. El nivel de intensidad del sonido en el oído del estudiante es de 105 dB. El área del tímpano del estudiante es de 58 mm².

(i) Demuestre que la potencia que incide sobre el tímpano del estudiante es de 1,8 μW.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Calcule la distancia hasta el grupo a la que debería situarse el estudiante para que el nivel de intensidad del sonido se reduzca a 90 dB.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



I2. Esta pregunta trata de los rayos X.

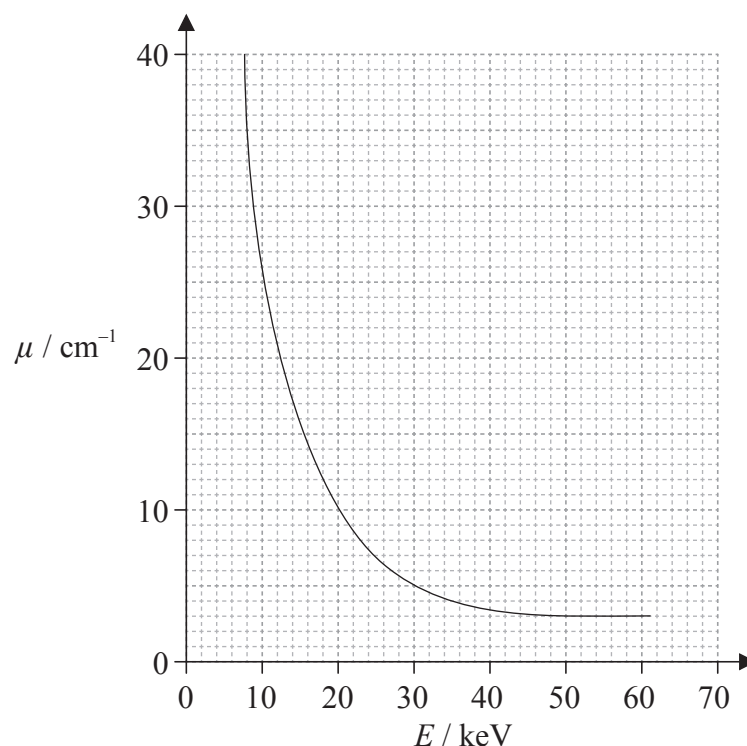
(a) Defina *coeficiente de atenuación*.

[1]

.....

.....

(b) En la gráfica se muestra como varía el coeficiente de atenuación μ del músculo con respecto a la energía E de los fotones.



Al tomar imágenes por rayos X, se filtran los fotones por energía, eliminando del haz los de menos de 20 keV.

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta I2: continuación)

- (i) Explique, a partir de la gráfica, por qué esto no afecta de manera significativa a la calidad de la imagen de rayos X producida. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique la ventaja para el paciente de eliminar del haz de rayos X los fotones de baja energía. [1]

.....

.....

- (iii) Calcule la fracción de la intensidad transmitida a través de 3,0 mm de músculo para unos rayos X con energía de 50 keV. [2]

.....

.....

.....

.....



I3. Esta pregunta trata de la toma de imágenes por resonancia magnética nuclear (RMN).

(a) Resuma los principios físicos de la toma de imágenes por RMN.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Indique **dos** ventajas de la toma de imágenes por RMN frente a la toma de imágenes por tomografía computarizada (TC).

[2]

1.

.....

2.

.....



No escriba en esta página.

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



I4. Esta pregunta trata de las radiaciones y la dosimetría.

- (a) Sugiera por qué es deseable que un radioisótopo sea un emisor gamma si se va a usar para diagnósticos. [2]

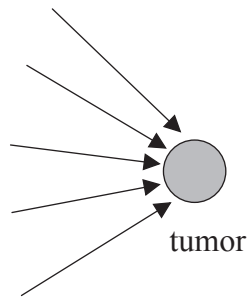
.....

.....

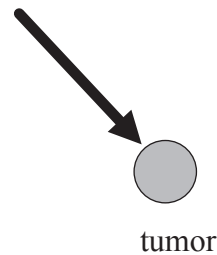
.....

.....

- (b) Hay dos métodos de terapia de radiaciones que se basan en los rayos gamma. En el método 1, se irradia el tumor con numerosos haces finos desde muchas direcciones diferentes. En el método 2, se irradia el tumor con un único haz con energía total igual a la de los haces del método 1.



método 1



método 2

Sugiera y explique una ventaja para el paciente del método 1 sobre el método 2. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta I4: continuación)

- (c) A un paciente se le inyecta una cantidad de tecnecio-99^m. El tecnecio se desintegra por emisión de fotones gamma. La semivida física del tecnecio es de 6,0 horas y su semivida biológica es de 60 horas.

- (i) Distinga entre semivida física y biológica.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Demuestre que la semivida efectiva del tecnecio es de 5,5 horas.

[1]

.....

.....

- (iii) Se dispone de los siguientes datos para un paciente al que se ha inyectado tecnecio.

Masa del paciente	=72 kg
Actividad media del tecnecio	=350 MBq
Energía de cada fotón emitido	=140 keV
Factor de calidad para la radiación gamma	=1

Determine la dosis equivalente recibida por el paciente en 5,5 horas.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Opción J — Física de partículas

J1. Esta pregunta trata de los quarks y las interacciones.

- (a) Distinga entre la estructura de quarks de un barión y de un mesón. [1]

.....

.....

- (b) Calcule la magnitud del espín mínimo no nulo que puede tener una partícula. [1]

.....

.....

- (c) (i) Indique el principio de exclusión de Pauli. [1]

.....

.....

- (ii) El hadrón Δ^{++} consta de tres quarks u y tiene espín $\frac{3}{2}$.

Explique cómo es posible que los quarks en Δ^{++} no violen el principio de Pauli. [2]

.....

.....

.....

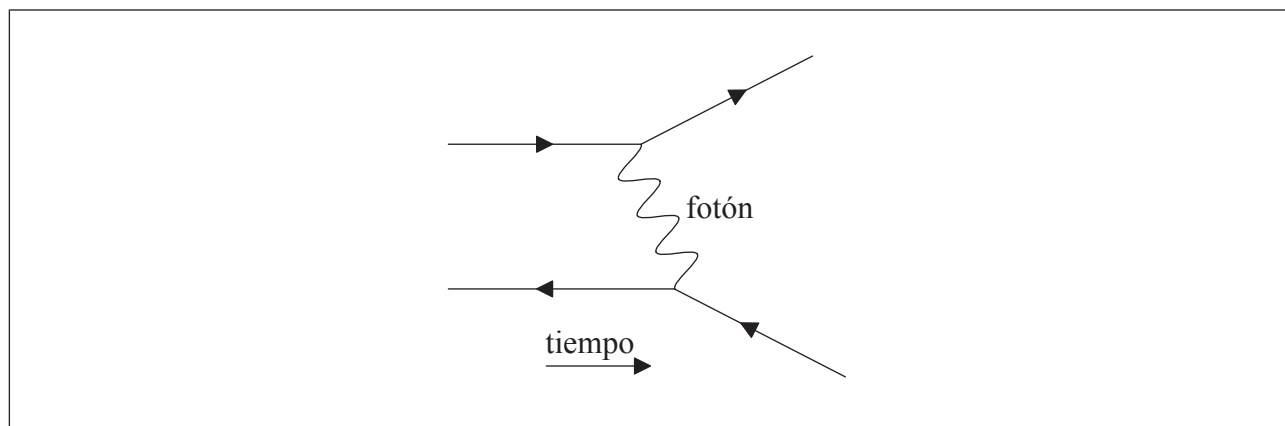
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta J1: continuación)

- (d) Este diagrama de Feynman representa la dispersión electromagnética de un electrón y un positrón.



- (i) Identifique un positrón sobre el diagrama rotulándolo con e^+ . [1]
- (ii) Indique y explique el rango de la interacción. [2]

.....

.....

- (e) Las siguientes reacciones no se han observado nunca. Para cada reacción indique **una** ley de conservación que se violaría si ocurrieran tales reacciones. [2]

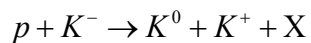
$e^+ + e^+ \rightarrow p^+ + p^+$

$e^- + \nu \rightarrow e^+ + \bar{\nu}$



J2. Esta pregunta trata de la producción de partículas.

- (a) En un experimento concreto, mesones K (kaones) en movimiento colisionan con protones estacionarios. Se produce la siguiente reacción



en donde X es una partícula desconocida. En este proceso interviene la interacción fuerte. La estructura de quarks de los kaones es $K^- = \bar{u}s$, $K^0 = d\bar{s}$, y $K^+ = u\bar{s}$.

- (i) Indique la extrañeza de la partícula desconocida X. [1]

.....

.....

- (ii) Si la partícula X es un hadrón, indique y explique si X es un mesón o un barión. [2]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta J2: continuación)

- (b) Las masas de las partículas que intervienen en la reacción son las siguientes.

$$\begin{aligned} p &= 938 \text{ MeV c}^{-2} \\ K^- &= 494 \text{ MeV c}^{-2} \\ K^0 &= 498 \text{ MeV c}^{-2} \\ K^+ &= 494 \text{ MeV c}^{-2} \end{aligned}$$

Para que se dé la reacción, el K^- debe acelerarse hasta una energía total mínima E de aproximadamente 3170 MeV. Determine la masa de la partícula X.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Las partículas producidas por colisiones como las de (a) pueden detectarse mediante una cámara de hilos. Resuma el funcionamiento de una cámara de hilos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



J3. Esta pregunta trata del modelo estándar de partículas.

(a) Resuma qué se entiende por libertad asintótica.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Describa la evidencia experimental de la libertad asintótica.

[2]

.....

.....

.....

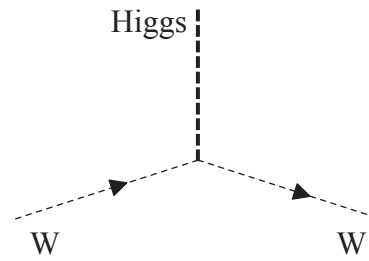
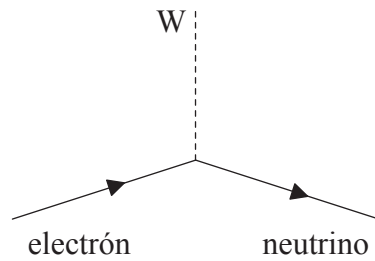
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta J3: continuación)

- (c) Los siguientes dos diagramas representan vértices de interacción débil en los que interviene el hipotético bosón de Higgs.



Los bosones de Higgs y W son partículas inestables. Utilice los vértices de interacción para construir un diagrama de Feynman para la desintegración de un bosón de Higgs en partículas estables.

[2]

Higgs



J4. Esta pregunta trata del universo primitivo.

- (a) Determine la temperatura a la cual las fluctuaciones térmicas podrían crear un par electrón-positrón a partir de un vacío. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Los pares electrón-positrón se producen a temperaturas menores que la de la respuesta a (a). Explique esta observación. [2]

.....

.....

.....

.....

