



22116527

**FÍSICA**
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Jueves 12 de mayo de 2011 (mañana)

1 hora 15 minutos

Número de convocatoria del alumno

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

Código del examen

2	2	1	1	–	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.



0140

Opción E — Astrofísica

E1. Esta pregunta trata de las propiedades de una estrella.

(a) Describa qué se entiende por

(i) constelación.

[2]

.....

.....

.....

(ii) cúmulo estelar.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E1: continuación)

- (b) A continuación se dan algunos datos para la estrella variable Betelgeuse.

Magnitud absoluta media $= -5,1$

Magnitud aparente media $= +0,60$

Brillo aparente medio $= 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ W m}^{-2}$

Radio $= 790$ radios solares

La luminosidad del Sol es de $3,8 \cdot 10^{26} \text{ W}$ y su temperatura superficial es de 5700 K .

- (i) Demuestre que la distancia de la Tierra a Betelgeuse es de alrededor de $4 \cdot 10^{18} \text{ m}$. [3]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Determine, en función de la luminosidad del Sol, la luminosidad de Betelgeuse. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Calcule la temperatura superficial de Betelgeuse. [2]

.....

.....

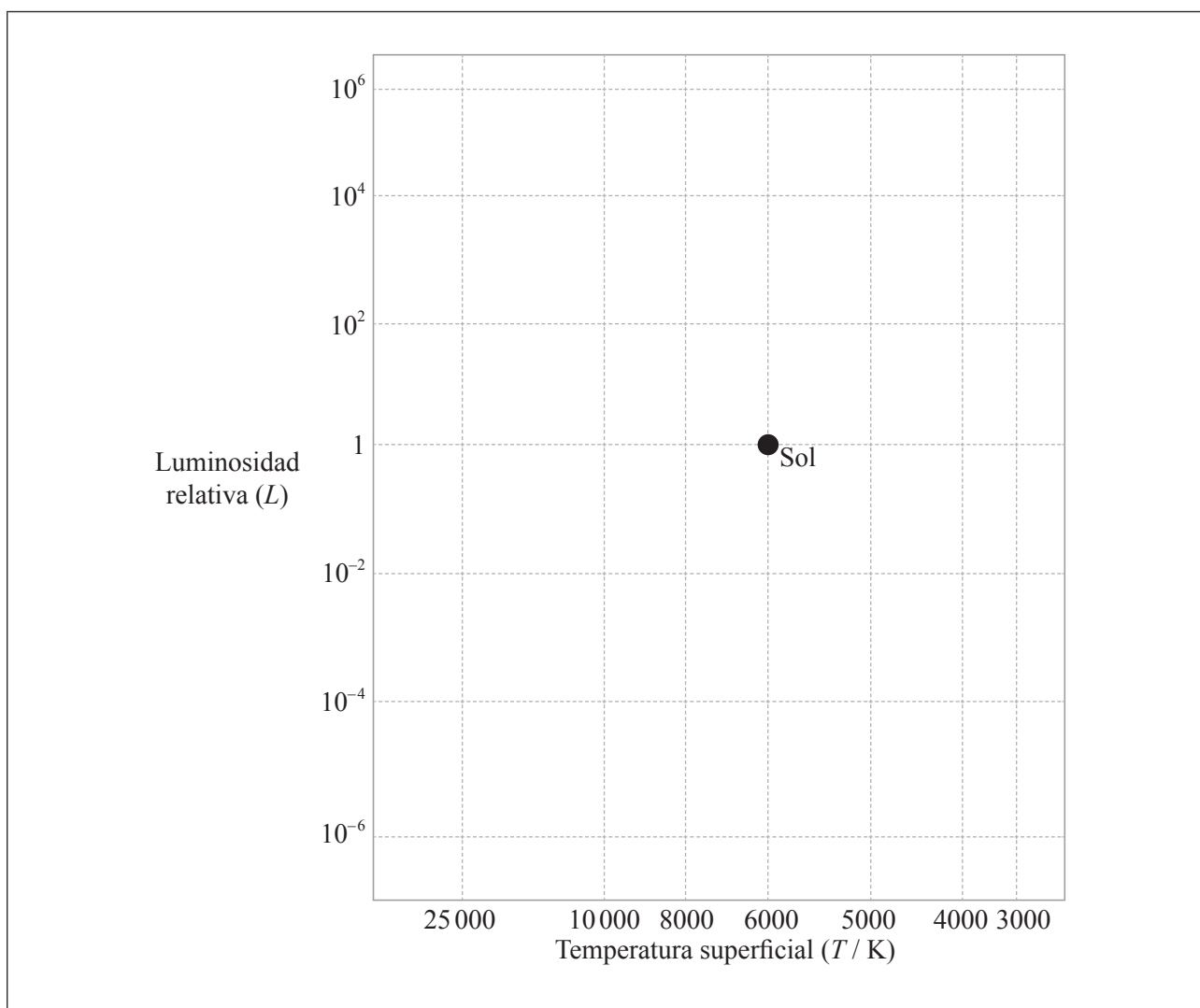
.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E1: continuación)



(c) Sobre el anterior diagrama de Hertzsprung–Russell,

(i) rotule la posición de Betelgeuse con la letra B. [1]

(ii) esquematice la trayectoria evolutiva probable. [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E1: continuación)

- (d) Algunas estrellas, como Betelgeuse, tienen una estrella compañera con la que forman un sistema binario espectroscópico. Describa y explique las características de un sistema binario espectroscópico. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E2. Esta pregunta trata de la densidad del universo.

- (a) Explique, en relación con el posible destino final del universo, el significado de la densidad crítica de materia en el universo. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Sugiera **una** razón por la cual es difícil estimar la densidad de materia en el universo. [2]

.....

.....

.....

.....



E3. Esta pregunta trata de la evolución de las estrellas.

(a) Indique qué se entiende por

(i) el límite de Chandrasekhar.

[1]

.....
.....

(ii) el límite de Oppenheimer–Volkoff.

[1]

.....
.....

(b) Sugiera de qué manera se pueden utilizar sus respuestas de (a) para predecir el destino final de una estrella de la secuencia principal.

[3]

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



E4. Esta pregunta trata de la constante de Hubble.

- (a) Resuma las mediciones que deben hacerse para determinar un valor para la constante de Hubble. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Una estimación de la constante de Hubble es de $60 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Cygnus A es una radiogalaxia a una distancia de $6,0 \cdot 10^8$ años luz de la Tierra. Calcule, en km s^{-1} , la velocidad de recesión de Cygnus A con respecto a la Tierra. [2]

.....

.....

.....

.....



Opción F — Comunicaciones

F1. Esta pregunta trata de la modulación.

- (a) Resuma qué se entiende por modulación de una onda.

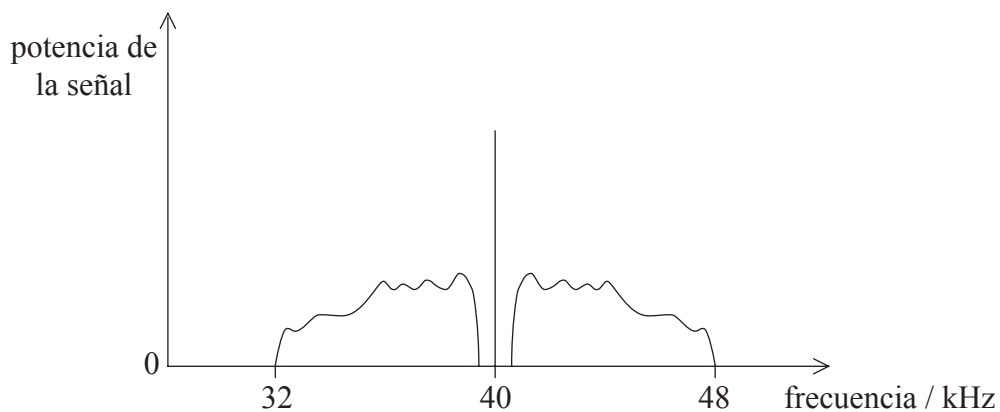
[2]

.....

.....

.....

- (b) A continuación se muestra el espectro de frecuencias de la señal procedente de un transmisor de radio.



- (i) Indique el nombre de esta forma de transmisión de radio.

[1]

.....

- (ii) Indique la frecuencia de la onda portadora.

[1]

.....

- (iii) Determine el ancho de banda de esta señal.

[1]

.....



F2. Esta pregunta trata de una red de telefonía móvil (celular).

Describa el papel del intercambio celular cuando se hace una llamada desde un teléfono móvil. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

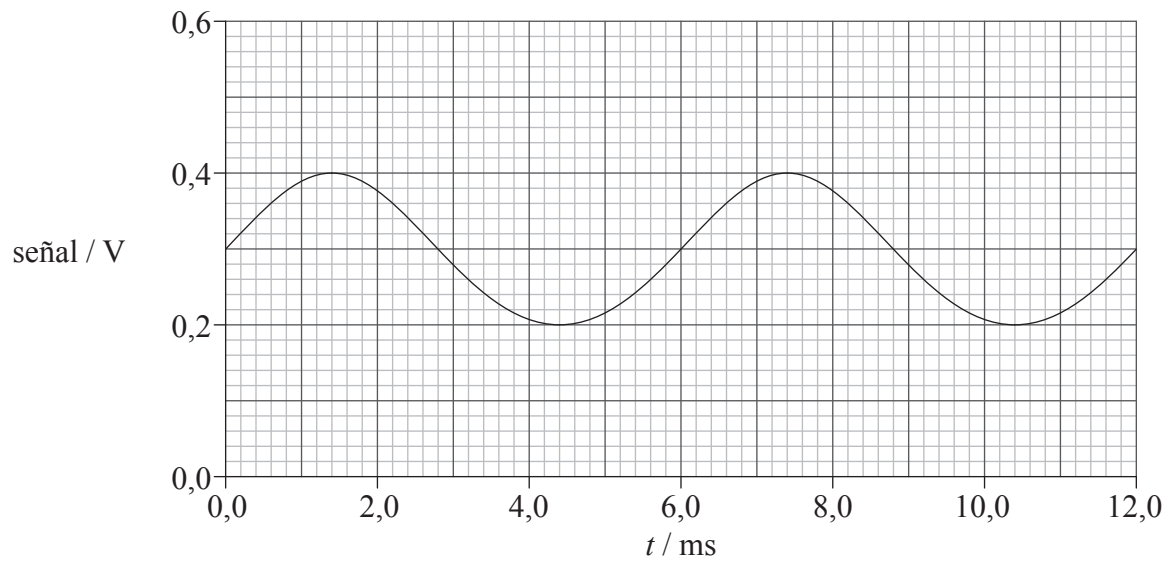
.....

.....



F3. Esta pregunta trata de la transmisión de señales.

La señal de un micrófono se amplifica y a continuación se transmite a un receptor distante. A continuación se muestra la variación con el tiempo t de la señal amplificada antes de la transmisión.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



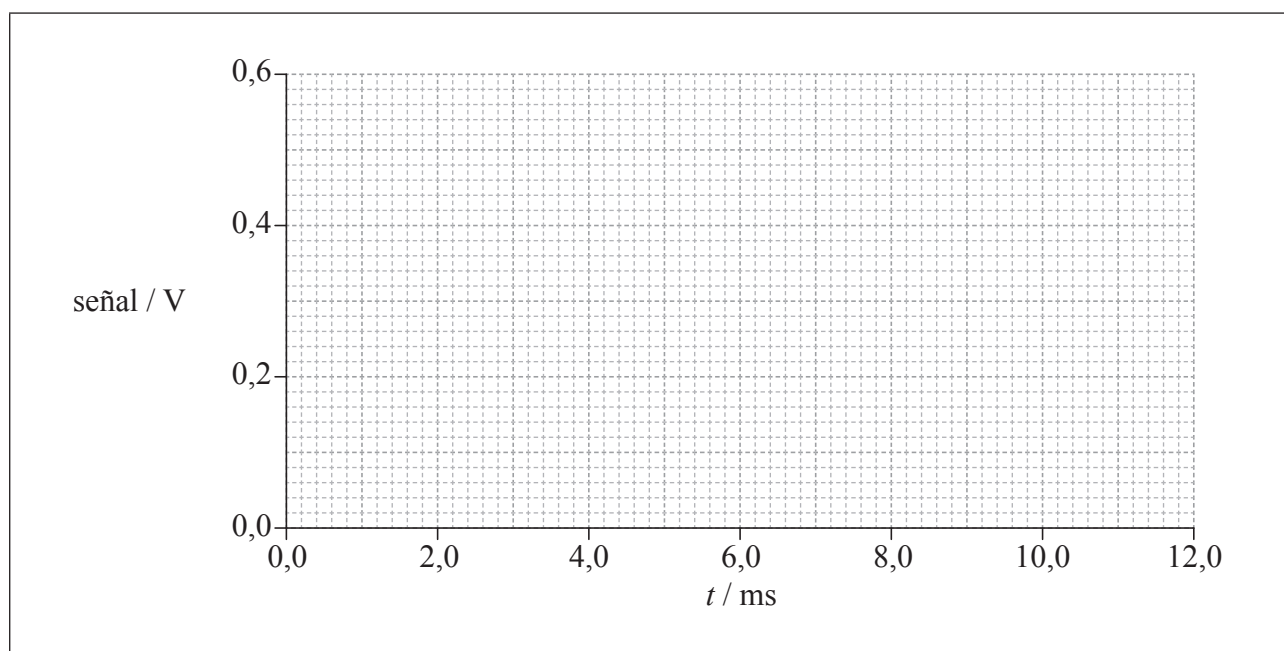
(Pregunta F3: continuación)

- (a) La señal amplificada se transmite mediante un cable coaxial, como se indica.



Sobre los siguientes ejes, esquematice la forma de onda de la señal en el punto X después de la transmisión por el cable coaxial.

[3]

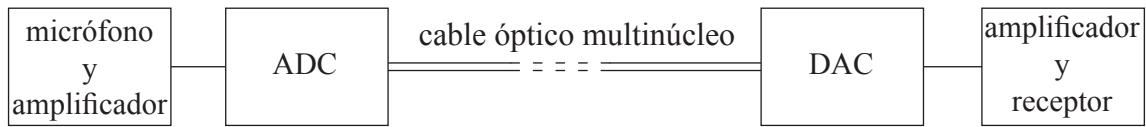


(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F3: continuación)

- (b) Un segundo sistema de transmisión, mostrado a continuación, utiliza un cable que contiene muchas fibras separadas (cable óptico multinúcleo).



- (i) Sugiera por qué se necesita un cable óptico multinúcleo en lugar de una fibra óptica de un solo núcleo. [1]

.....

- (ii) Indique qué circuitos deberían ser incluidos en el sistema de transmisión para que se pudiera usar una fibra óptica de un solo núcleo. [1]

.....

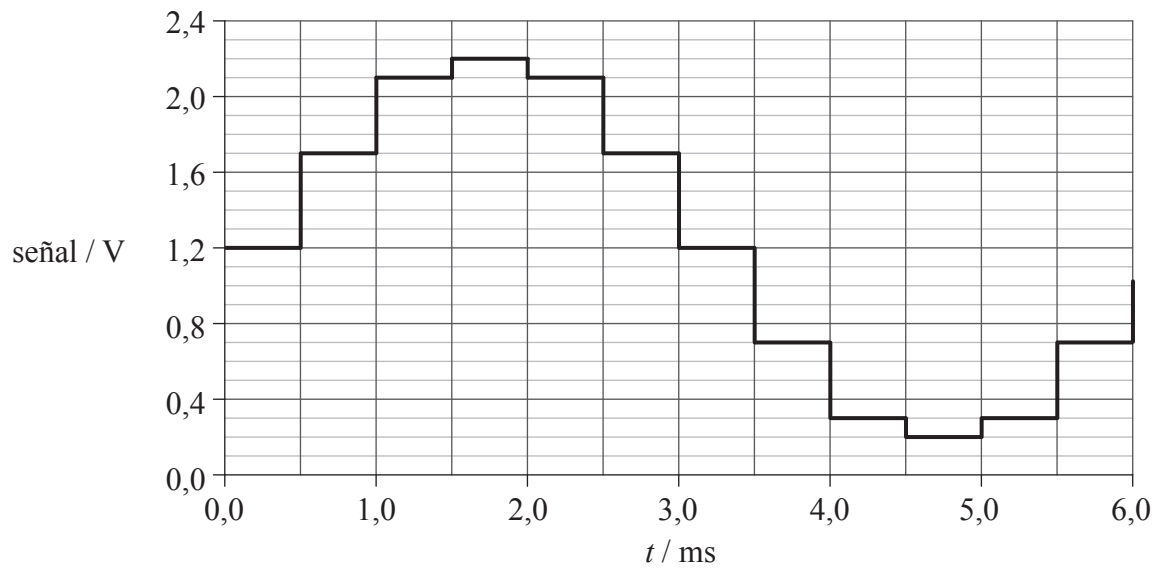
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F3: continuación)

(c) A continuación se muestra la señal recibida del segundo sistema de transmisión.



Calcule

(i) el número mínimo de bits de salida del ADC.

[2]

.....

.....

(ii) la frecuencia de muestreo del ADC.

[2]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F3: continuación)

- (d) Indique **una** ventaja y **un** inconveniente del cable coaxial de transmisión en comparación con el cable de fibra óptica. [2]

Ventaja:

Inconveniente:

F4. Esta pregunta trata de la potencia de señal y de la atenuación.

Una fibra óptica en un sistema telefónico tiene una longitud de 48 km. La potencia de ruido en la fibra óptica es de $2,5 \cdot 10^{-18} \text{ W}$.

- (a) La relación señal/ruido no ha de caer por debajo de los 25 dB. Demuestre que la potencia de señal mínima en la fibra es $7,9 \cdot 10^{-16} \text{ W}$. [2]

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

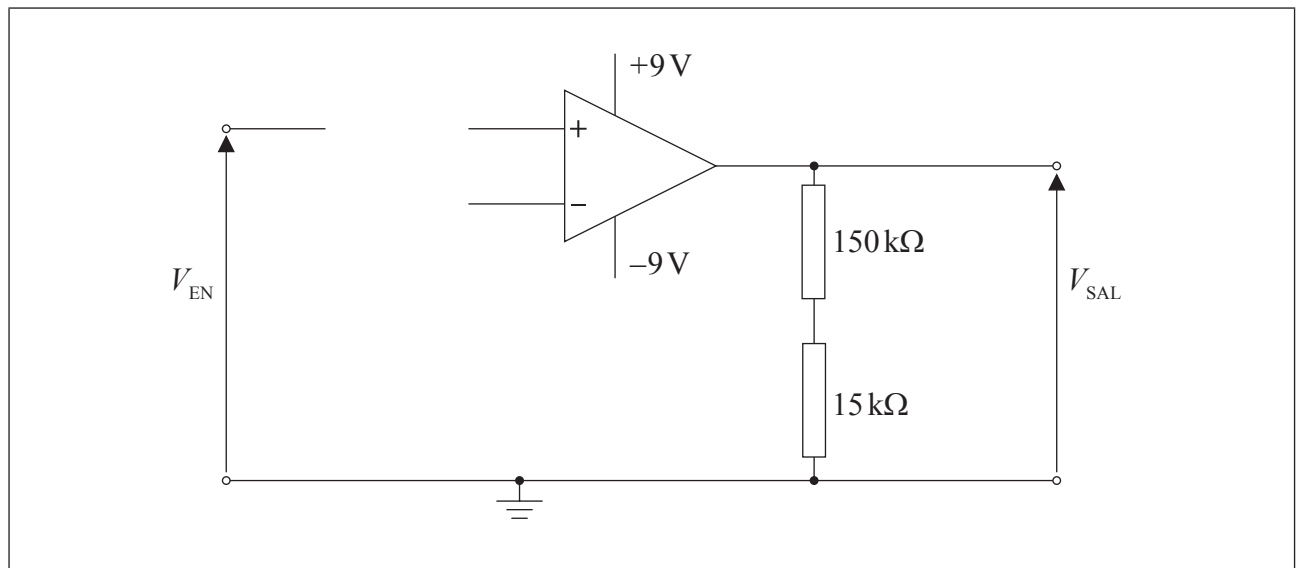
- (b) La atenuación por unidad de longitud de la señal en la fibra es de $2,7 \text{ dB km}^{-1}$. Utilice los datos de (a) para determinar la potencia de la señal de entrada en la fibra para que la relación señal/ruido no caiga por debajo de los 25 dB. [2]

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



F5. Esta pregunta trata del circuito de un amplificador operacional (AO).

El diagrama muestra un circuito incompleto.



El amplificador operacional se considera ideal.

- (a) Sobre el anterior diagrama incompleto, diseñe un circuito para un amplificador no inversor. [2]
- (b) Calcule
- (i) la ganancia del circuito del amplificador. [2]

.....

.....

.....

- (ii) el potencial de entrada V_{EN} para el cual se satura el amplificador. [2]

.....

.....

.....



Opción G — Ondas electromagnéticas

G1. Esta pregunta trata de las propiedades de las ondas electromagnéticas.

- (a) Indique **dos** propiedades comunes a todas las ondas electromagnéticas. [2]

1.
2.

- (b) Se utiliza una lente única para formar una imagen real aumentada de un objeto. Explique, en relación con la dispersión de la luz, por qué la imagen presenta bordes de color. [3]

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

- (c) Resuma por qué un cielo despejado tiene color azul. [2]

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



G2. Esta pregunta trata de una lente convergente.

(a) Defina *amplificación angular*.

[2]

.....

.....

.....

(b) Se utiliza como lupa una lente convergente delgada con longitud focal de 4,5 cm. El observador sitúa la lente cerca de su ojo. La distancia mínima de visión distinta es de 24 cm.

(i) Demuestre que la distancia del objeto a la lente es de 3,8 cm.

[1]

.....

.....

.....

(ii) Determine la amplificación angular producida por la lente.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G2: continuación)

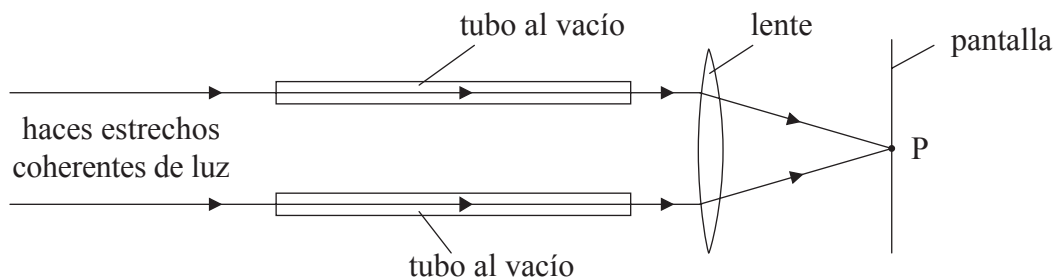
- (c) Sugiera **dos** razones por las cuales, para aumentos (amplificaciones) grandes, se utiliza una combinación de varias lentes en lugar de una única lente. [2]

1.

2.

G3. Esta pregunta trata de la interferencia de la luz.

Dos haces estrechos coherentes de luz pasan a través de dos tubos al vacío idénticos, como se muestra a continuación.



Se focalizan los dos haces estrechos coherentes sobre el punto P en una pantalla.

- (a) Indique qué se entiende por coherencia. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G3: continuación)

- (b) Indique, en relación con la longitud de onda, la condición que deberá cumplirse para que una franja brillante se forme sobre la pantalla en el punto P.

[1]

.....

.....

- (c) Se deja entrar aire poco a poco en uno de los tubos al vacío. Se ve cómo el brillo de la luz en el punto P disminuye y vuelve a aumentar de manera repetida.

- (i) Indique el efecto sobre la longitud de onda de la luz en el tubo al vacío cuando penetra el aire.

[1]

.....

- (ii) Sugiera por qué se da una variación en el brillo de la luz en el punto P.

[1]

.....

.....



G4. Esta pregunta trata de la difracción de rayos X.

Un tubo de rayos X provisto de un blanco de cobre emite radiación con una longitud de onda característica de $1,54 \times 10^{-10} \text{ m}$.

- (a) Explique por qué la longitud de onda característica depende del material del blanco. [3]

.....

.....

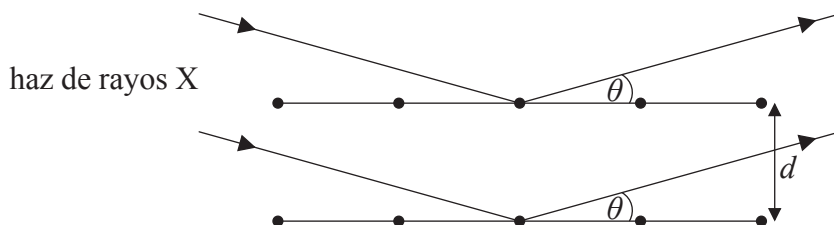
.....

.....

.....

.....

- (b) El haz de rayos X incide sobre un cristal de cloruro de sodio. El ángulo mínimo θ para el cual los rayos X de longitud de onda $1,54 \times 10^{-10} \text{ m}$ se refuerzan de manera constructiva cuando son dispersados por un plano de átomos en el cristal es de $15,9^\circ$, tal como se muestra a continuación.



- (i) Calcule la distancia d entre planos de átomos vecinos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G4: continuación)

- (ii) Determine los demás valores de θ para los cuales se da la máxima intensidad para el haz de rayos X dispersado por el cristal. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Indique por qué es preferible medir más de un ángulo θ para determinar el espaciado entre los planos de átomos. [2]

.....

.....

.....

.....

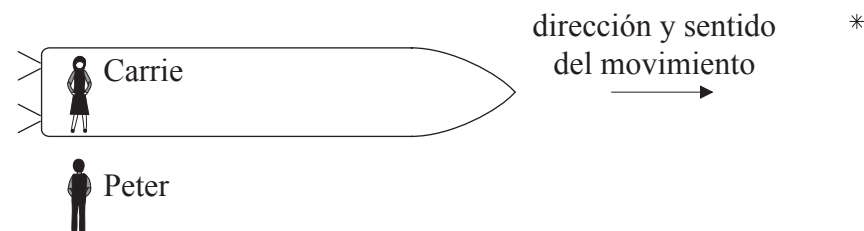


Opción H — Relatividad

H1. Esta pregunta trata de la relatividad.

Carrie se encuentra en una nave espacial que viaja hacia una estrella en línea recta a velocidad constante según la observa Peter. Peter está en reposo respecto a la estrella.

- (a) Carrie mide la longitud de su nave espacial como 100 m. Peter mide la longitud de la nave espacial de Carrie como 91 m.



- (i) Explique por qué Carrie es quien mide la longitud propia de la nave espacial. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Demuestre que Carrie viaja con una rapidez de aproximadamente $0,4c$ respecto a Peter. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H1: continuación)

- (b) Según Carrie, a la estrella le llevará 10 años llegar hasta ella. Utilizando su respuesta a (a)(ii), calcule la distancia a la estrella tal como la mediría Peter. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Según Peter, cuando Carrie pasa por la estrella ella envía una señal de radio. Determine el tiempo, tal como lo mediría Carrie, que tardará el mensaje en llegar a Peter. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

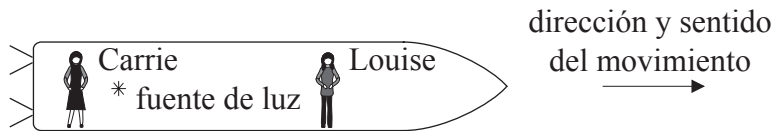
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H1: continuación)

- (d) Carrie y Louise, dos observadores en una nave espacial, contemplan una fuente de luz situada cerca de Carrie. Mientras la nave espacial viaja a velocidad constante, ambas miden la frecuencia de la fuente de luz y obtienen valores idénticos.



El módulo de la velocidad de la nave espacial aumenta.

Indique y explique los cambios en la frecuencia de la fuente de luz, tal como los mediría Louise, que ocurrirán durante la aceleración.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



H2. Esta pregunta trata de la mecánica relativista.

- (a) Calcule la diferencia de potencial a través de la cual ha de acelerarse a un protón, que parte del reposo, para que su masa-energía pase a ser igual a tres veces su masa energía en reposo. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Calcule el momento del protón tras la aceleración. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



H3. Esta pregunta trata del experimento de Michelson–Morley.

(a) (i) Resuma el objetivo del experimento.

[1]

.....

.....

.....

(ii) Indique y explique por qué Michelson y Morley rotaron el aparato 90° .

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Indique y explique el significado del resultado del experimento.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



H4. Esta pregunta trata del espacio-tiempo.

(a) Describa qué se entiende por espacio-tiempo.

[2]

.....

.....

.....

(b) Indique la forma de la trayectoria de un cuerpo en el espacio-tiempo

(i) cuando se mueve a velocidad constante.

[1]

.....

.....

(ii) cuando orbita en torno a la Tierra.

[1]

.....

.....

(c) Explique cómo se utiliza el espacio-tiempo para describir la atracción gravitatoria entre la Tierra y un satélite que orbita en torno a la Tierra.

[2]

.....

.....

.....

.....



Opción I — Física médica

II. Esta pregunta trata de la audición.

(a) Indique qué se entiende por

(i) la intensidad I de una onda de sonido.

[1]

.....

.....

(ii) la intensidad umbral I_0 de audición.

[2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta II: continuación)

- (b) Un taladro neumático produce ruido con un nivel de intensidad de 98 dB en el oído de un trabajador.

- (i) Calcule la intensidad del ruido en el oído.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) El nivel de intensidad en el que se siente incomodidad es 108 dB. Se utilizan al mismo tiempo varios taladros neumáticos, cada uno produciendo un nivel de intensidad de ruido de 98 dB en el oído. Determine el número de taladros que serán necesarios para que el trabajador, sin protección auditiva, sufra incomodidad.

[3]

.....

.....

.....

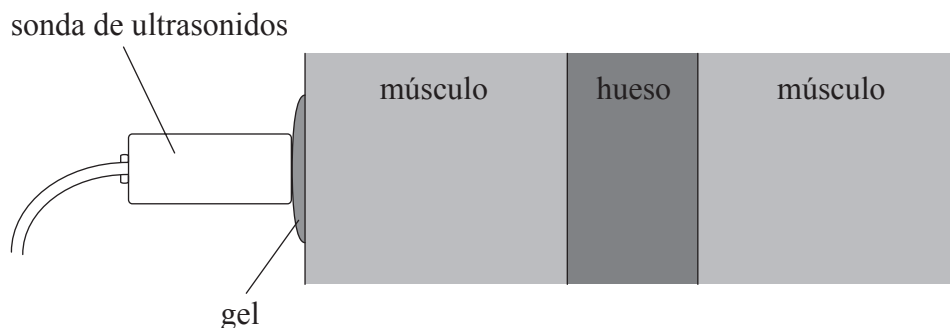
.....

.....



I2. Esta pregunta trata de los ultrasonidos.

En el diagrama se muestra parte de una sección transversal de la pierna de un paciente que se somete a una exploración con ultrasonidos.



A continuación se muestran los datos para la velocidad c del ultrasonido en diferentes medios, junto a valores para la impedancia acústica Z .

	$c / \text{m s}^{-1}$	$Z / \text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$
aire	$3,3 \cdot 10^2$	$4,3 \cdot 10^2$
gel	$1,5 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^6$
músculo	$1,5 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^6$
hueso	$4,1 \cdot 10^3$	$7,8 \cdot 10^6$

(a) Utilice los datos de la tabla para calcular un valor de la densidad de hueso.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta I2: continuación)

- (b) La fracción F de la intensidad de una onda de ultrasonidos reflejada en la frontera entre dos medios con impedancias acústicas Z_1 y Z_2 viene dada por la siguiente ecuación.

$$F = \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

Determine la fracción F para la frontera entre

- (i) aire y músculo.

[2]

.....

.....

.....

- (ii) gel y músculo.

[2]

.....

.....

.....

- (c) Utilice sus respuestas de (b) para explicar la necesidad de aplicar gel sobre la piel del paciente.

[2]

.....

.....

.....

.....



- I3.** Resuma los principios de la producción de una imagen mediante tomografía computarizada (TC). [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- I4.** Esta pregunta trata de la exposición a la radiación.

- (a) Un trabajador se ve de manera accidental expuesto a una fuente de radiación. Indique por qué es más fácil medir la exposición que la dosis absorbida que ha sufrido el trabajador. [2]

.....

.....

.....

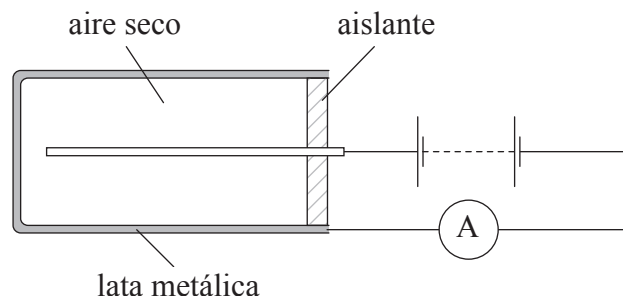
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta I4: continuación)

- (b) La exposición a la radiación γ puede medirse utilizando una pequeña lata metálica. La lata contiene $3,6 \cdot 10^{-3}$ g de aire seco a presión atmosférica. Se coloca un cable de metal, aislado de la lata, sobre el eje de esta, como se muestra a continuación.



A continuación se aplica una diferencia de potencial entre la lata y el cable central. La lata se ve expuesta a radiación γ durante un tiempo de 90 s. Durante este intervalo, el amperímetro sensible registra una corriente de $4,8 \cdot 10^{-7}$ A.

- (i) Determine la exposición producida por la radiación γ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) La energía requerida para producir un par de iones en el aire es de 34 eV. Determine, en vatios (*watt*), el ritmo de deposición de energía en el aire en la lata. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

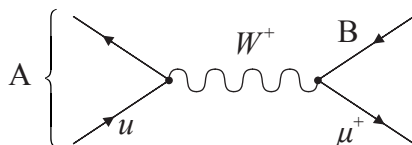


Opción J — Física de partículas

J1. Esta pregunta trata de los quarks.

El contenido en quarks de un mesón π^+ incluye un quark arriba.

El diagrama de Feynman representa la desintegración de un mesón π^+ .



(a) Identifique las partículas marcadas como A y B. [2]

<p>A:</p> <p>B:</p>

(b) Indique, en relación con sus propiedades, **dos** diferencias entre un fotón y un bosón W. [2]

<p>1.</p> <p>.....</p> <p>2.</p> <p>.....</p>

(c) El alcance aproximado de la interacción débil es de 10^{-18} m. Determine, en kg, la masa probable del bosón W. [2]

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



J2. Esta pregunta trata de un sincrotrón.

(a) Indique y explique cómo se aceleran las partículas en el haz de un sincrotrón. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta J2: continuación)

(b) En un sincrotrón, los haces de protones y antiprotones alcanzan energías de 1400 GeV. El radio del sincrotrón es de 4,9 km.

(i) La intensidad de campo magnético en el sincrotrón es de 0,95 T. Determine, indicando cualquier suposición que haga, la masa de un protón del haz. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Resuma por qué, incluso a las altísimas energías de este haz de partículas, es improbable que las colisiones provoquen la creación de un quark aislado no ligado. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta J2: continuación)

- (c) Resume **dos** beneficios de la cooperación internacional en la construcción y uso de aceleradores de partículas de alta energía.

[2]

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



J3. Esta pregunta trata de la extrañeza (*strangeness*).

(a) Resuma **dos** propiedades de la extrañeza.

[2]

1.

2.

(b) Se considera la siguiente interacción de partículas.

$$p + \pi^- \rightarrow K^- + \pi^+$$

En esta interacción se conserva la carga.

Indique, en relación con la conservación del número bariónico y de la extrañeza, si será posible la interacción.

[2]

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



J4. Esta pregunta trata de la dispersión inelástica profunda.

(a) Resuma qué se entiende por dispersión inelástica profunda.

[1]

.....

.....

(b) Sugiera, en relación con la libertad asintótica, por qué los experimentos de dispersión inelástica profunda indican que los quarks se comportan como partículas libres dentro de un nucleón.

[2]

.....

.....

.....

.....



J5. Esta pregunta trata de las condiciones en el universo primitivo.

En un cierto momento en el universo primitivo la energía media de las partículas fue de 500 keV. Se piensa que la nucleosíntesis habría sido el mecanismo dominante de la interacción de partículas en aquel momento.

- (a) Demuestre que la temperatura del universo para la cual ocurría la nucleosíntesis sería de $4 \cdot 10^9$ K. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) La nucleosíntesis solamente fue dominante durante un período breve de tiempo en el universo primitivo. Explique por qué ese período de tiempo fue breve y por qué no ha vuelto a ocurrir la nucleosíntesis. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

