



22056527

FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Viernes 20 de mayo de 2005 (mañana)

1 hora 15 minutos

Número de convocatoria del alumno

0	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 en los espacios provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen las letras de las opciones que ha contestado.



Opción D — Física Biomédica

D1. Esta pregunta trata de escalas.

Dos pelotas A y B están hechas del mismo material. La pelota A tiene masa M_A y radio R_A . La pelota B tiene masa M_B y radio R_B .

(a) Escriba una expresión del cociente $\frac{M_A}{M_B}$ en función de los radios de las pelotas R_A y R_B . [1]

.....
.....

Se calientan ahora las pelotas hasta que la temperatura de su superficie es la misma. La pérdida de potencia térmica de la pelota A es Q_A y la de la pelota B es Q_B .

(b) Indique una expresión para el cociente $\frac{Q_A}{Q_B}$ en función de R_A y R_B . [1]

.....
.....

La pérdida de potencia por unidad de masa de la pelota A es P_A y la de la pelota B es P_B .

(c) Utilice sus respuestas en (a) y (b) para determinar una expresión para el cociente $\frac{P_A}{P_B}$ en función de R_A y R_B . [3]

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

(d) Utilice su respuesta a (c) para sugerir por qué los bebés corren un mayor riesgo que los adultos de morir por exposición al clima frío. [1]

.....
.....



D2. Esta pregunta trata de pérdida de audición y audiogramas.

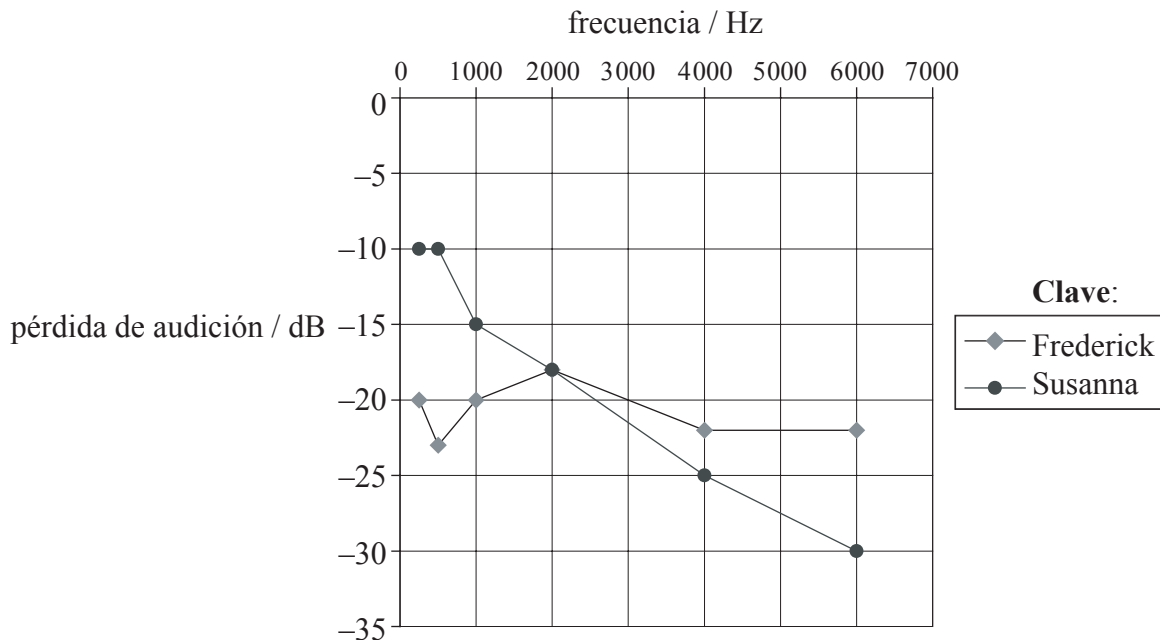
(a) Distinga entre pérdida de audición conductiva y sensorial.

[2]

Conductiva:

Sensorial:

El diagrama siguiente muestra los audiogramas para dos personas, Frederick y Susanna, ambos de los cuales sufren pérdida de audición. La pérdida de audición se mide en decibelios, unidad que mide el nivel de intensidad del sonido.



(b) Resuma cómo están relacionados el nivel de intensidad del sonido con la intensidad del sonido.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta D2: continuación)

- (c) Sugiera el tipo de pérdida auditiva por la que cada persona puede estar afectada e indique una causa posible de la pérdida de audición. [4]

Frederick:

.....

.....

.....

.....

Susanna:

.....

.....

.....

.....

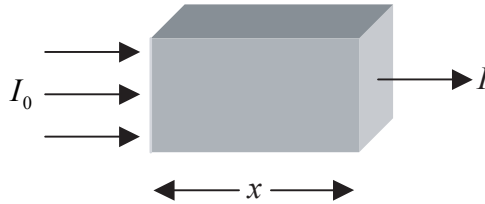


D3. Esta pregunta trata de los rayos X.

(a) Indique qué quiere decir calidad de rayos X. [1]

.....
.....

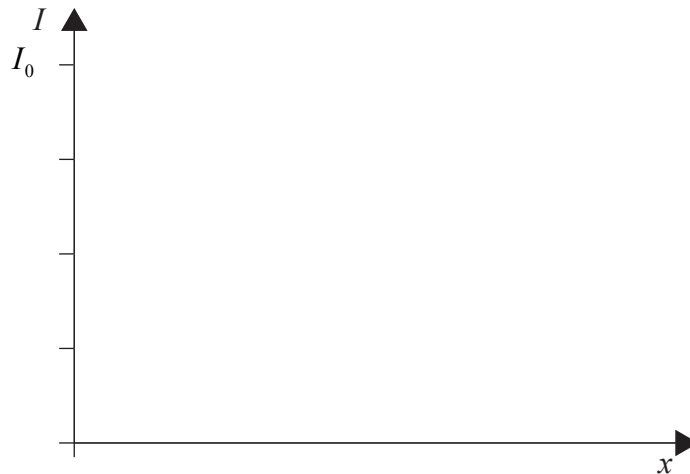
Un haz paralelo de rayos X de intensidad I_0 incide sobre un material de grosor x tal como se muestra a continuación. La intensidad el haz emergente es I .



(b) Defina *espesor hemirreductor*. [1]

.....
.....

(c) Utilizando los ejes siguientes, dibuje un bosquejo de gráfico que muestre la variación con x de la intensidad I . [2]



(d) Anote sobre su gráfico el espesor hemirreductor $x_{\frac{1}{2}}$. [1]

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

(e) Indique el nombre de **uno** de los mecanismos responsables de la atenuación de los rayos X en la materia. [1]

.....



D4. Esta pregunta trata de la conservación de la temperatura corporal.

Una persona toma el sol en un lugar de clima cálido.

- (a) Complete la tabla siguiente para mostrar el porcentaje de energía perdida por el cuerpo en un segundo debido a los diversos mecanismos disponibles. [2]

Mecanismo	% pérdida
Conducción y convección	10
Radiación	8
	80
	2

Con el fin de mantener una temperatura corporal constante, una persona que toma el sol necesita ceder alrededor de 320 J de energía térmica a su entorno cada segundo a través del sudor.

- (b) Estime la cantidad de sudor evaporado de la piel de la persona que toma el sol cada hora. (El calor latente del sudor es de alrededor de 2400 kJ kg^{-1} .) [2]

.....

.....

.....

.....

.....



D5. Esta pregunta trata de dosimetría.

(a) Describa qué quiere decir el término *eficiencia biológica relativa* (factor de calidad). [2]

.....
.....

El cuerpo completo de una persona de masa 70 kg es expuesto a rayos X monocromáticos con energía de 200 keV. Como resultado de esta exposición, la persona recibe una dosis equivalente de 500 μ sv en 2,0 minutos.

(b) Deduzca que la persona absorbe alrededor de 10^{10} fotones de rayos X por segundo. [4]

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



Opción E — Historia y Desarrollo de la Física

E1. Esta pregunta trata de los modelos del universo.

He aquí dos observaciones sobre las estrellas y la luna.

- I. Las estrellas se desplazan sobre el cielo nocturno pero la disposición global de éstas no varía.
- II. La luna se desplaza sobre el cielo nocturno pero su posición respecto a la disposición fija de las estrellas cambia continuamente.

(a) Explique cómo explica el modelo ptolomeico estas observaciones. [4]

Observación I:

.....

.....

.....

Observación II:

.....

.....

.....

(b) Indique la diferencia fundamental entre los modelos copernicano y ptolomeico del universo. [1]

.....



E2. Esta pregunta trata de conceptos de movimiento y fuerza.

Un bloque de piedra es arrastrado por el suelo a velocidad constante.

(a) Indique cómo propuso Aristóteles que la fuerza que arrastra el bloque estaría relacionada con la velocidad de éste. [1]

.....
.....

(b) Indique la teoría de Galileo que relaciona una única fuerza que actúa sobre el objeto con la velocidad de éste. [1]

.....
.....

(c) Describa cómo la teoría de Galileo explicaba el movimiento del bloque de piedra arrastrado a velocidad constante por el suelo. [2]

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

(d) Compare los métodos que llevaron a Aristóteles y Galileo a alcanzar sus conclusiones. [2]

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



E3. Esta pregunta trata del átomo y el núcleo.

Cuando se descubrieron los rayos catódicos, algunos físicos, como Hertz, pensaron que se trataba de ondas. Sin embargo, otros físicos, como J J Thompson, pensaron que se trataba de partículas.

- (a) Resuma la prueba sobre la cual Hertz y Thompson basaron sus conclusiones. [2]

Hertz:

.....

.....

Thompson:

.....

.....

- (b) En lo que se refiere a los electrones, compare la principal diferencia entre el modelo de Thompson del átomo y el modelo de Rutherford. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

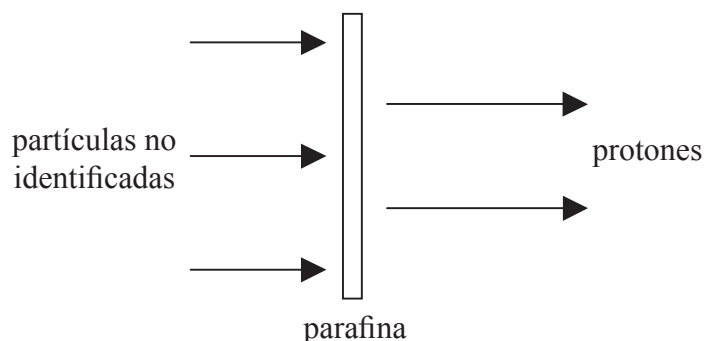


(Pregunta E3: continuación)

En 1932 Chadwick llevó a cabo un experimento en el cual descubrió el neutrón midiendo la masa de una partícula no identificada.

En el experimento, las partículas fueron producidas bombardeando berilio con partículas α . Con el fin de determinar la masa de las partículas, Chadwick las hizo colisionar con los átomos de dos elementos diferentes. Después, midió las velocidades de estos átomos como resultado de estas colisiones.

En primer lugar, dirigió las partículas hacia una placa de parafina, de modo que colisionaran con los átomos de hidrógeno en la parafina produciendo un haz de protones.



(c) (i) Describa cómo midió Chadwick la velocidad de los protones. [2]

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

A continuación, Chadwick hizo que las partículas entraran en una cámara de burbuja de nitrógeno donde éstas colisionaran con átomos de nitrógeno.

(ii) Indique cómo midió Chadwick las velocidades de los átomos de nitrógeno después de que las partículas no identificadas colisionaran con aquéllos. [1]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E3: continuación)

Al conocer las velocidades de los protones y de los átomos de nitrógeno así como de sus masas, Chadwick pudo aplicar dos leyes de la física con el fin de determinar la masa de las partículas no identificadas.

(iii) Identifique las **dos** leyes aplicadas por Chadwick. [2]

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

E4. Esta pregunta trata de los modelos del átomo de hidrógeno.

En 1913 Niels Bohr desarrolló un modelo del átomo de hidrógeno que explicó con éxito muchos aspectos del espectro del hidrógeno atómico.

(a) Indique **un** aspecto del espectro del hidrógeno atómico que el modelo de Bohr no explicó. [1]

.....
.....

Bohr propuso que el electrón sólo podía tener ciertas órbitas estables. Estas órbitas vienen dadas por la relación

$$mvr = \frac{nh}{2\pi} \text{ con } n = 1, 2, 3, \dots$$

donde *m* es la masa del electrón, *v* es su velocidad, *r* el radio de la órbita y *h* la constante de Planck. Esto se conoce a veces como el primer postulado de Bohr.

(b) Enuncie el otro postulado propuesto por Bohr. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta E4: continuación)

Utilizando la segunda ley de Newton y la ley de Coulomb en combinación con el primer postulado, puede demostrarse que

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k e^2}$$

donde $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.

También puede demostrarse que la energía total E_n del electrón en una órbita estable viene dada por

$$E_n = -\frac{ke^2}{2r}$$

(c) Utilizando estas dos expresiones, deduzca que la energía total E_n puede expresarse como

$$E_n = -\frac{K}{n^2}$$

donde K es una constante.

[3]

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

(d) Indique y explique a qué cantidad física corresponde la constante K .

[2]

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

(e) Resuma cómo el modelo de Schrödinger del átomo de hidrógeno desemboca en el concepto de niveles de energía.

[2]

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



Opción F — Astrofísica

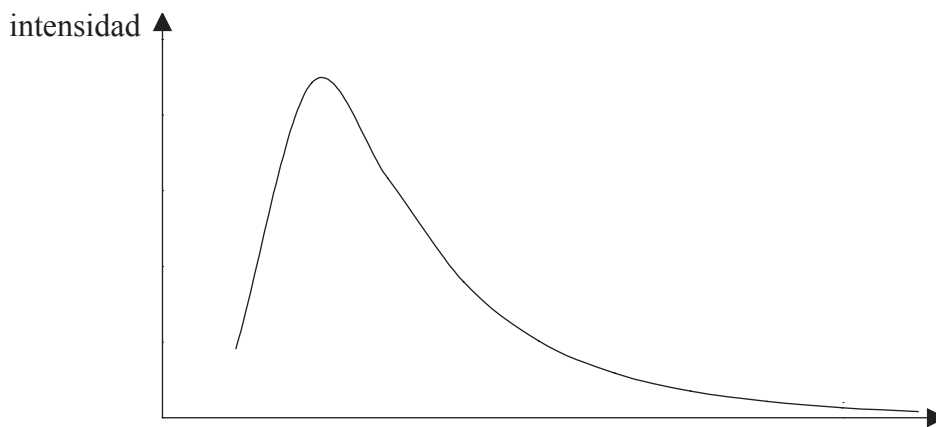
F1. La pregunta trata de la radiación estelar y de la estrella Betelgeuse.

- (a) Explique la expresión *radiación de cuerpo negro*. [1]

.....

.....

El diagrama siguiente es un bosquejo de gráfico del espectro de radiación de cuerpo negro de una cierta estrella.



- (b) Etiquete el eje x del gráfico. [1]
- (c) Sobre el gráfico, bosqueje el espectro de radiación de cuerpo negro de una estrella que tenga una menor temperatura superficial y menor brillo aparente que ésta. [2]

La estrella Betelgeuse en la constelación de Orión emite una radiación de cuerpo negro que alcanza su máxima intensidad en la longitud de onda de $0,97 \mu\text{m}$.

- (d) Deduzca que la temperatura superficial de Betelgeuse es de alrededor de 3000 K. [1]

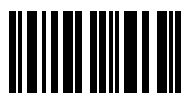
.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F1: continuación)

El brillo aparente de Betelgeuse es de $2,10 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2}$ y su luminosidad es $4,10 \times 10^4$ veces la del Sol. El brillo aparente del Sol es de $1,37 \times 10^3 \text{ W m}^{-2}$.

(e) Describa lo que quieren decir

(i) *luminosidad.* [1]

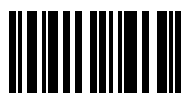
.....
.....

(ii) *brillo aparente.* [2]

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

(iii) Determine, utilizando los datos anteriores, la distancia en UA de la Tierra a la estrella Betelgeuse. [4]

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



F2. Esta pregunta trata de la paradoja de Olbers.

Newton hizo tres conjeturas sobre la naturaleza del universo. Una de estas conjeturas es que el universo es estático.

(a) Indique las otras **dos** conjeturas. [2]

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

(b) Explique, utilizando un razonamiento cuantitativo, cómo llevaron estas conjeturas a la paradoja de Olbers. [4]

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

(c) Describa **una** prueba que sugiera que el universo no es estático. [2]

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

(La opción F continúa en la página 18)



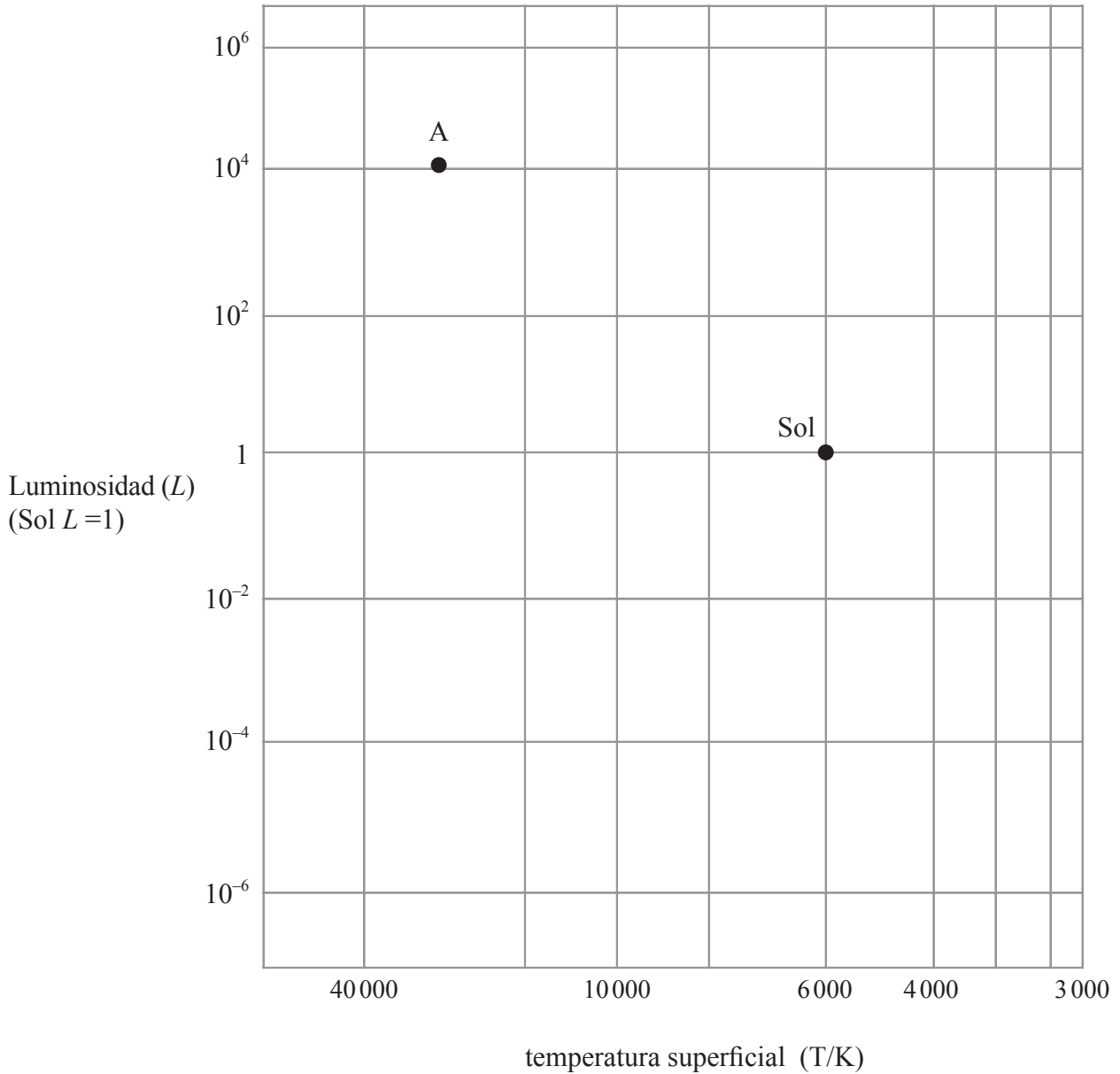
Página en blanco



(La opción F: continuación)

F3. Esta pregunta trata de la evolución de las estrellas.

El diagrama siguiente muestra un retículo en el cual se puede dibujar un diagrama de Hertzsprung-Russell. Se indican las posiciones actuales del Sol y de otra estrella A de la Secuencia Principal.



La masa de la estrella A es alrededor de 15 veces la del Sol.

- (a) Sobre el diagrama anterior, dibuje la trayectoria evolutiva del Sol y la trayectoria evolutiva de la estrella A a partir del momento en que ambas estrellas abandonan la Secuencia Principal.

[4]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F3: continuación)

- (b) Cuando las estrellas con masas alrededor de ocho veces la del Sol abandonan la Secuencia Principal, éstas pueden acabar en la misma región del diagrama Hertzsprung-Russell que el Sol cuando éste abandona la Secuencia Principal. Explique, basándose en el límite de Chandrasekhar, por qué esto es así. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Indique **dos** cambios fundamentales que tienen lugar en la nucleosíntesis cuando una estrella de alrededor de ocho veces la masa solar abandona la Secuencia Principal. [2]

.....

.....

.....

.....



Opción G — Relatividad

G1. Esta pregunta trata de sistemas de referencia.

(a) Explique qué quiere decir *sistema de referencia*.

[2]

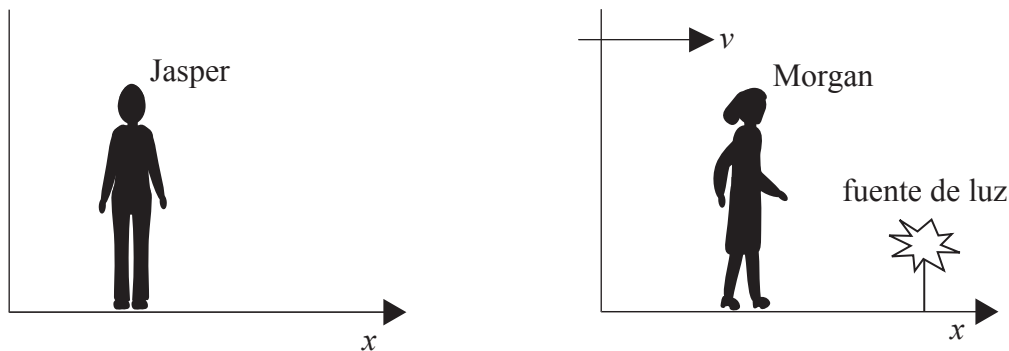
.....

.....

.....

.....

En el diagrama siguiente, Jasper considera que su sistema de referencia está en reposo y que el sistema de referencia de Morgan se está alejando de él a velocidad constante v en la dirección x .



Morgan lleva a cabo un experimento para medir la velocidad de la luz procedente de una fuente que se encuentra en reposo en su sistema de referencia. El valor que obtiene para la velocidad es c .

(b) Aplicando una transformación de Galileo a la situación, indique el valor que se esperaría que Jasper obtuviera para la velocidad de la luz procedente de la fuente.

[1]

.....

(c) Indique el valor que se esperaría que Jasper obtuviera para la velocidad de la luz procedente de la fuente basándose en la teoría de Maxwell de la radiación electromagnética.

[1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G1: continuación)

- (d) Deduzca, utilizando la ecuación relativista para la adición de velocidades, que Jasper obtendrá realmente un valor para la velocidad de la luz procedente de la fuente consistente con el predicho por la teoría de Maxwell. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

En el experimento de Morgan para medir la velocidad de la luz, ella utiliza una chispa como fuente de luz. Según ella, la chispa dura un intervalo de tiempo de $1,5 \mu s$. En esta situación concreta, la duración temporal de la chispa medida por Morgan se conoce en la Teoría de la Relatividad Especial como tiempo propio.

- (e) (i) Explique qué quiere decir *tiempo propio*. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Según Jasper, la chispa dura un intervalo de tiempo de $3,0 \mu s$. Calcule la velocidad relativa entre Jasper y Morgan. [3]

.....

.....

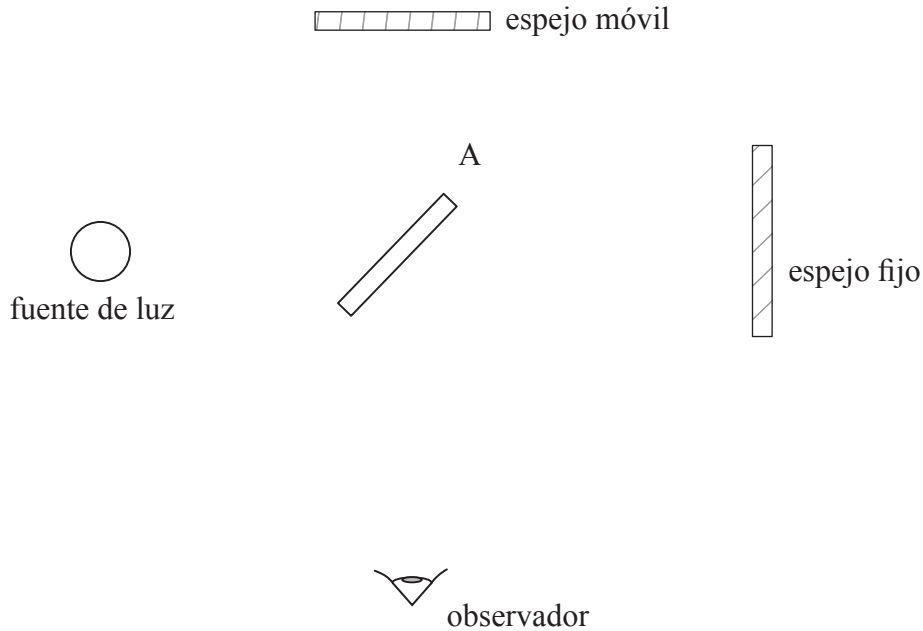
.....

.....



G2. Esta pregunta trata del experimento de Michelson-Morley.

El diagrama siguiente muestra las características fundamentales del aparato utilizado en el experimento de Michelson-Morley.



A es un espejo semiplataado.

(a) Indique el propósito del experimento. [1]

.....
.....

(b) En el diagrama anterior, dibuje líneas que muestren las trayectorias de la luz desde la fuente que producen el patrón de interferencia visto por el observador. [3]

(c) Como parte del experimento, todo el aparato fue rotado 90°. Explique por qué. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G2: continuación)

(d) Explique la función del espejo móvil. [1]

.....
.....

(e) Describa los resultados del experimento y explique cómo el resultado respalda la Teoría Especial de la Relatividad. [2]

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



G3. Esta pregunta trata de dinámica relativista.

- (a) Una partícula cargada de masa en reposo m_0 y que tiene una carga e , es acelerada desde el reposo mediante una diferencia de potencial V . Deduzca que

$$\gamma = 1 + \frac{Ve}{m_0c^2}$$

donde $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ y c es la velocidad de la luz en el vacío.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Calcule la velocidad, en función de c , alcanzada por un protón acelerado desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 500 MV. (Masa en reposo de un protón = $938 \text{ MeV}c^{-2}$.)

[2]

.....

.....

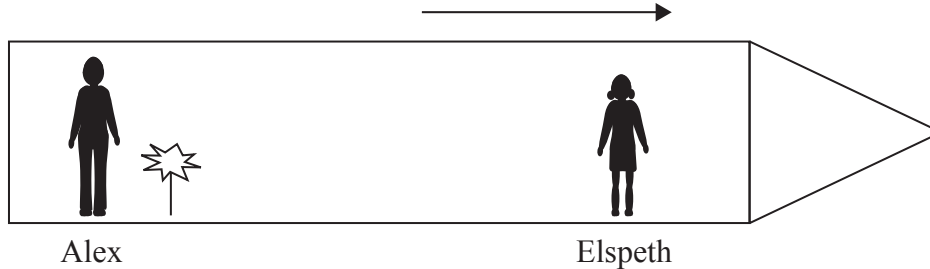
.....

.....



G4. Esta pregunta trata del corrimiento al rojo gravitatorio.

Alex y Elspeth se encuentran en una nave espacial que se desplaza con velocidad constante en la dirección mostrada. Cerca de Alex se encuentra una fuente de luz fija al suelo de la nave. Tanto Alex como Elspeth miden el mismo valor para la frecuencia de la luz emitida por la fuente.



La nave espacial comienza entonces a acelerar.

- (a) Explique qué, para Elspeth, se observará que la luz procedente de la fuente cercana a Alex emite luz de menor frecuencia. [3]

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

- (b) Resuma cómo la situación descrita en (a) desemboca en la idea del corrimiento al rojo gravitatorio. [2]

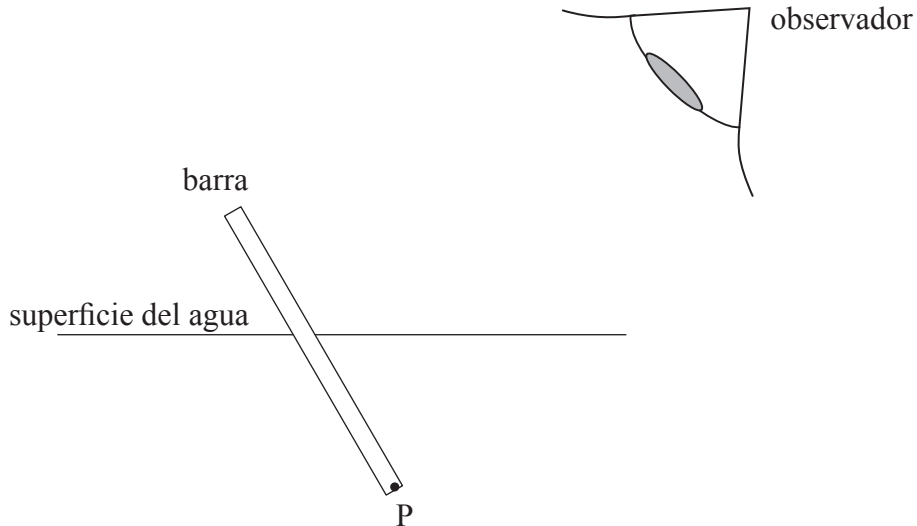
.....
.....
.....
.....



Opción H — Óptica

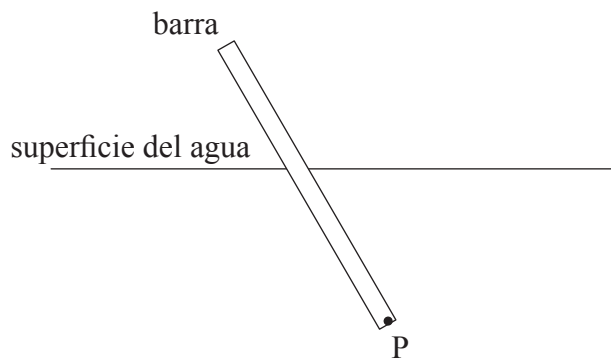
H1. Esta pregunta trata de refracción y ángulo crítico.

El diagrama siguiente muestra una barra que está parcialmente sumergida en el agua.



- (a) Sobre el diagrama anterior,
 - (i) dibuje rayos que sitúen la posición de la imagen del extremo P de la barra. [2]
 - (ii) dibuje la forma aparente de la barra tal como la vería el observador. [1]

- (b) Sobre el diagrama siguiente, dibuje la trayectoria de un rayo de luz que procede del extremo P de la barra, e incide sobre la superficie de agua con el ángulo crítico. Sobre su diagrama, señale con una letra C el ángulo crítico para este rayo de luz. [2]



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H1: continuación)

- (c) Un pez nada a una profundidad de 2,0 m bajo la superficie del agua. Determine el radio del campo de visión circular que tiene el pez del “mundo” que hay por encima de la superficie de agua. (Índice de refracción del agua = 1,3)

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

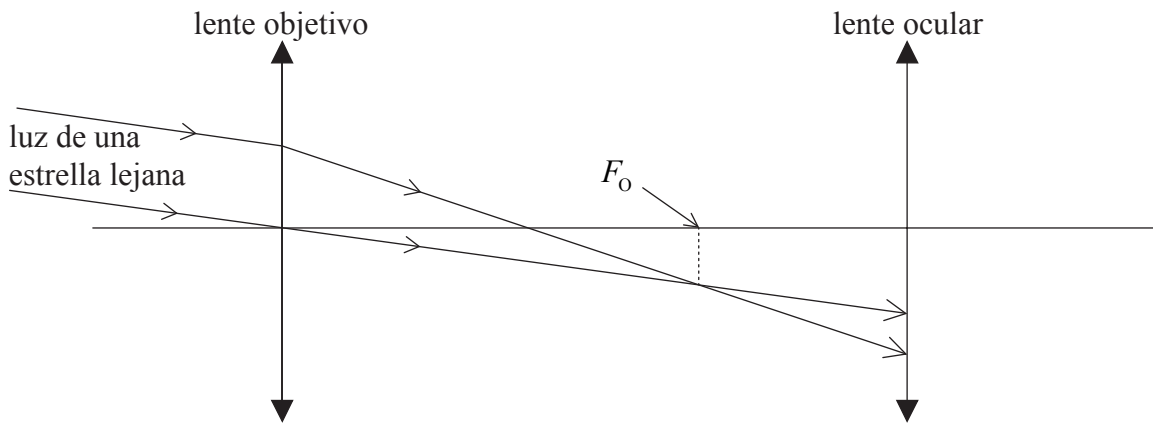


H2. Esta pregunta trata de un telescopio astronómico.

(a) Defina el punto focal de una lente convexa (convergente). [2]

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

El diagrama siguiente muestra dos rayos de luz procedentes de una estrella lejana que inciden sobre la lente objetivo de un telescopio astronómico. Las trayectorias de los rayos se muestran también después de que éstos pasan a través de la lente objetivo incidiendo sobre la lente ocular del telescopio.



El foco principal de la lente objetivo es F_o .

(b) Sobre el diagrama anterior, marque

(i) la posición del foco principal de la lente ocular (señale éste como F_e). [1]

(ii) la posición de la imagen de la estrella formada por la lente objetivo (señale ésta como I). [1]

(c) Indique dónde se forma la imagen final cuando el telescopio se encuentra en ajuste normal. [1]

.....

(d) Complete el diagrama anterior señalando la dirección en la que se forma la imagen final de la estrella para el telescopio en ajuste normal. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H2: continuación)

El anillo ocular de un telescopio astronómico es un aparato que se coloca fuera de la lente ocular del telescopio en la posición donde se forma la imagen de la lente objetivo por la lente ocular. El diámetro del anillo ocular es el mismo que el diámetro de la imagen de la lente objetivo. Esto garantiza que toda la luz que pasa por el telescopio pasa por el anillo ocular.

- (e) Un telescopio astronómico concreto tiene una lente objetivo de longitud focal 98,0 cm y una lente ocular de longitud focal 2,00 cm (es decir, $f_o = 98,0\text{cm}$, $f_e = 2,00\text{cm}$). Determine la posición del anillo ocular. [4]

.....

.....

.....

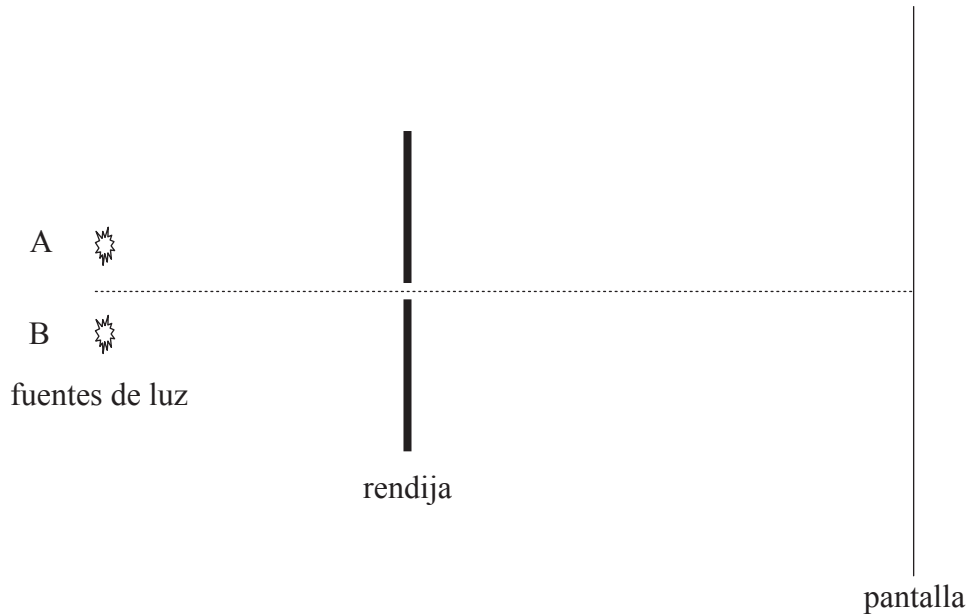
.....

.....



H3. Esta pregunta trata de resolución óptica.

Las dos fuentes puntuales que se muestran en el diagrama siguiente (que no está a escala) emiten luz de la misma frecuencia. La luz incide sobre una rendija rectangular y estrecha y, tras pasar por la rendija, acaba enfocada sobre la pantalla.



Se tapa la fuente B.

- (a) Utilizando los ejes siguientes, dibuje un bosquejo de gráfico que muestre cómo la intensidad I de la luz procedente de A varía con la distancia a lo largo de la pantalla. Marque la curva que ha dibujado como A. [2]



Se destapa ahora la fuente B. Las imágenes de A y B son apenas resueltas sobre la pantalla.

- (b) Utilizando los mismos ejes que en (a), dibuje un bosquejo de gráfico que muestre cómo la intensidad I de la luz procedente de B varía con la distancia a lo largo de la pantalla. Marque esta curva como B. [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H3: continuación)

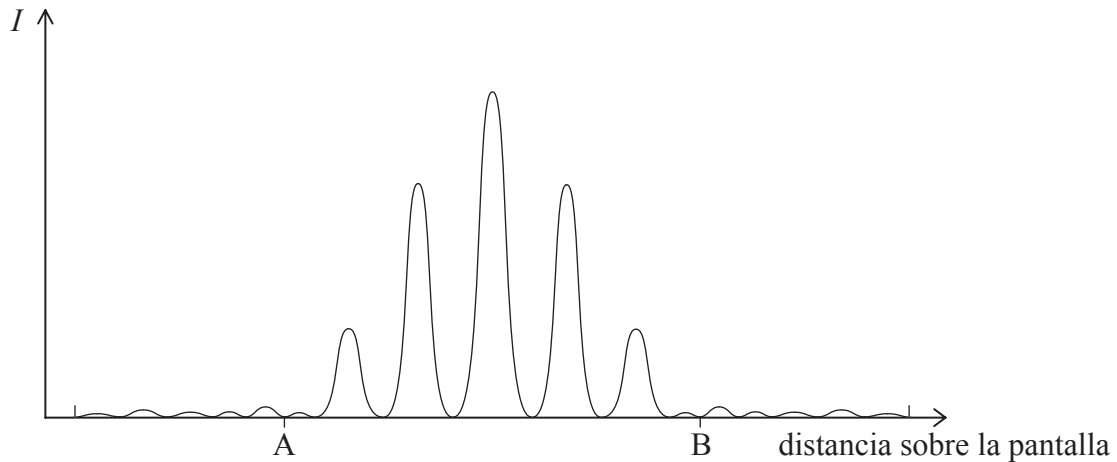
La estrella brillante Sirio A está acompañada de una estrella mucho más tenue, Sirio B. La distancia media de las estrellas a la Tierra es de $8,1 \times 10^{16}$ m. Bajo condiciones atmosféricas ideales, un telescopio con un diámetro de lente objetiva de 25 cm puede resolver apenas las estrellas como dos imágenes separadas.

- (c) Suponiendo que la longitud de onda media emitida por las estrellas es de 500 nm, estime la separación lineal y aparente de las dos estrellas. [3]

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



H4. Una luz paralela monocromática incide sobre dos rendijas de igual anchura y próximas entre sí. Tras pasar por las rendijas, la luz queda enfocada sobre la pantalla. El diagrama siguiente muestra la distribución de intensidad de la luz sobre la pantalla.



- (a) La luz procedente de la misma fuente incide también sobre muchas rendijas de la misma anchura que las rendijas anteriores. Dibuje sobre el siguiente diagrama una nueva distribución de intensidad posible de la luz sobre la pantalla entre los puntos A y B de la pantalla. [2]

Un haz paralelo de luz de longitud de onda de 450 nm incide en perpendicular sobre una red de difracción. El espacio entre rendijas de la red de difracción es de $1,25 \times 10^{-6}$ m.

- (b) Determine el ángulo formado por el máximo central y el máximo principal de primer orden formado por la red. [2]

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

