



FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Miércoles 5 de noviembre de 2008 (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 sobre el escalamiento.

Dos mamíferos, X e Y, tienen cuerpos de formas similares. La masa del mamífero X es de 40 kg, mientras que la masa del mamífero Y es de 10 kg.

(a) (i) Deduzca que el cociente

$$\frac{\text{longitud del mamífero X}}{\text{longitud del mamífero Y}}$$

tiene un valor de 1,6.

[2]

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

(ii) Indique **una** suposición hecha en el cálculo de (a)(i).

[1]

.....
.....

(b) Los mamíferos X e Y se encuentran expuestos a un entorno muy frío. Explique por qué la temperatura corporal del mamífero X debería disminuir más lentamente que la del mamífero Y.

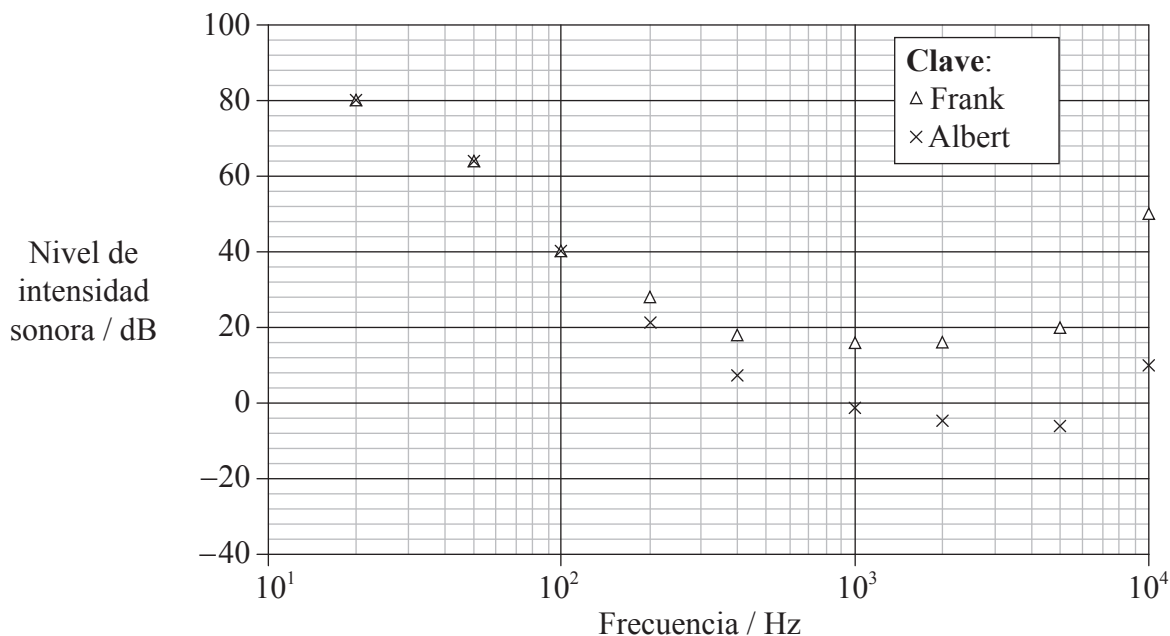
[3]

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



D2. Esta pregunta trata sobre el oído.

El gráfico siguiente muestra la variación con la frecuencia del umbral de audición para dos hermanos gemelos, Frank y Albert.



Frank y Albert han trabajado en puestos distintos durante muchos años. Un puesto de trabajo era muy tranquilo y el otro muy ruidoso.

(a) Haciendo referencia al gráfico, sugiera cuál de los hermanos parece haber trabajado en el puesto ruidoso. [2]

.....

.....

.....

(b) Para una frecuencia de 10 000 Hz, calcule el cociente [2]

$$\frac{\text{umbral de intensidad sonora justamente detectable por Frank}}{\text{umbral de intensidad sonora justamente detectable por Albert}}$$

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta D2: continuación)

- (c) Indique **una** característica del gráfico que sugiera que uno de los hermanos sufre de pérdida de audición sensorial. [1]

.....

.....

- (d) Una persona con la cóclea dañada tendrá pérdida de audición en estrechos rangos de frecuencias determinados. Explique cómo este fenómeno conduce a una pérdida de discriminación del habla. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

D3. Esta pregunta trata sobre imágenes de rayos X.

- (a) Resuma cómo se produce una imagen de rayos X por TC (Tomografía Computerizada) e indique la naturaleza de la imagen. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Describa el uso del bario en imágenes de rayos X. [3]

.....

.....

.....

.....

.....



D4. Esta pregunta trata sobre la conversión y el consumo de energía en los seres humanos.

(a) Explique qué se entiende por tasa metabólica basal. [2]

.....
.....

(b) Sugiera por qué la tasa metabólica basal para un adolescente parece ser mayor que para un adulto de la misma masa. [1]

.....
.....

(c) Dos adultos, Suki y Ann, tienen igual masa. Suki está sentado a la sombra dentro de una habitación que se mantiene a 20 °C, mientras que Ann está sentada al sol donde la temperatura media es de 32 °C. La evaporación y la espiración son dos procesos que ayudan a regular la temperatura del cuerpo. Discuta la importancia relativa de esos dos procesos para Suki y para Ann.

(i) Evaporación: [2]

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

(ii) Espiración: [1]

.....
.....

D5. Esta pregunta trata de las semividas física y biológica.

Se inyecta cierto radioisótopo a un paciente. La semivida física del radioisótopo es de 10 días y su semivida biológica de 15 días. Calcule la fracción que continúa presente en el paciente después de 30 días. [4]

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



Opción E — Historia y desarrollo de la física

E1. Esta pregunta trata del movimiento de estrellas y planetas.

Tres observaciones que pueden hacerse, concernientes al movimiento relativo aparente de los planetas y las estrellas son:

- las estrellas no tienen movimiento relativo unas respecto a otras
- los planetas se mueven respecto a las estrellas fijas
- los planetas cambian el sentido de su movimiento.

(a) Con la ayuda de un diagrama, explique cómo el modelo de Aristóteles o el modelo de Ptolomeo dieron cuenta de esas tres observaciones.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Discuta las diferencias entre el modelo del sistema solar de Ptolomeo y el modelo de Kepler.

[3]

.....

.....

.....

.....



E2. Esta pregunta trata sobre la teoría del calórico.

(a) Describa cómo la teoría del calórico daba cuenta de la conducción térmica. [2]

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

(b) Discuta las observaciones y deducciones llevadas a cabo por el Conde Rumford, en 1798, que refutaron la teoría del calórico. [3]

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



E3. Esta pregunta trata sobre teorías acerca de la carga eléctrica.

(a) Cuando un trozo de plástico se frota con un paño, se carga eléctricamente. Resuma cómo explica este fenómeno

(i) el modelo de los dos fluidos de Du Fay. [2]

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

(ii) el modelo atómico moderno de la materia. [3]

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

(b) A finales del siglo XIX, J J Thomson midió la relación carga-masa de un electrón. Resuma cómo se llevó a cabo esa medida. [3]

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



E4. Esta pregunta trata sobre la deducción de la constante de Rydberg por Bohr.

Bohr dedujo una ecuación teórica que permitía calcular la energía E_n de un electrón en el nivel n -ésimo de energía de un átomo de hidrógeno. La ecuación de Bohr es

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV.}$$

(a) Indique los postulados que planteó Bohr para deducir esa ecuación. [2]

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

(b) Rydberg descubrió una ecuación empírica para calcular las diferentes longitudes de onda de las series espectrales del hidrógeno atómico. Utilice la ecuación de Bohr para deducir un valor numérico para la constante de Rydberg R_H . [4]

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



E5. Esta pregunta trata sobre el determinismo.

- (a) Resuma cómo el principio de incertidumbre de Heisenberg relativo al par energía-tiempo se aplica a un experimento diseñado para medir la energía de un electrón en movimiento, en un instante dado de tiempo. [2]

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

- (b) Resuma por qué el principio de incertidumbre de Heisenberg implica que las leyes fundamentales no pueden ser deterministas. [2]

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



Opción F — Astrofísica

F1. Esta pregunta trata sobre la medida de distancias estelares.

(a) Describa qué se entiende por

(i) brillo aparente. [1]

.....
.....

(ii) magnitud aparente. [2]

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

(iii) magnitud absoluta. [1]

.....
.....

(b) Indique qué propiedad de una estrella está más íntimamente relacionada con su magnitud absoluta. [1]

.....

(c) La estrella Ross 128 tiene una magnitud aparente que es menor que su magnitud absoluta. Haciendo referencia a la anterior afirmación, explique por qué el método de la paralaje estelar puede utilizarse para medir la distancia de Ross 128 a la Tierra. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F1: continuación)

- (d) Describa cómo puede utilizarse el espectro observado de estrellas muy lejanas para estimar su magnitud absoluta. [4]

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

- (e) El brillo aparente de Ross 128 es $7,9 \times 10^{-15} \text{ W m}^{-2}$ y su luminosidad es $1,1 \times 10^{21} \text{ W}$. Determine la distancia en parsecs de Ross 128 a la Tierra. [3]

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



F2. Esta pregunta trata sobre el desplazamiento Doppler y la expansión del universo.

Cuando se analiza la luz procedente de galaxias lejanas, se observa que las líneas espectrales presentan un desplazamiento Doppler.

(a) Indique la razón de este desplazamiento Doppler. [1]

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

(b) Penzias y Wilson descubrieron que había una fuente uniforme de radiación de microondas procedente de todas las direcciones del universo. Explique cómo este descubrimiento apoya la teoría del universo en expansión. [2]

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

(c) Se sugiere que el ritmo de expansión del universo ha podido ir aumentando gradualmente desde el Big Bang. Indique y describa el efecto, si lo hay, que esta teoría predeciría sobre el desplazamiento Doppler observado de la luz procedente de galaxias lejanas. [2]

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

(d) Una línea concreta del espectro de absorción del helio tiene una longitud de onda de 468,6 nm, medida en el laboratorio. La línea medida en el espectro de una estrella de una galaxia distante tiene una longitud de onda de 502,1 nm. Determine la rapidez de la estrella respecto de la Tierra. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta F2: continuación)

(e) Una estrella en otra galaxia distinta tiene una velocidad de recesión de $2,3 \times 10^3 \text{ km s}^{-1}$. La galaxia se encuentra a 31 Mpc de la Tierra. Utilice este dato para estimar

(i) un valor para la constante de Hubble H_0 . [2]

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

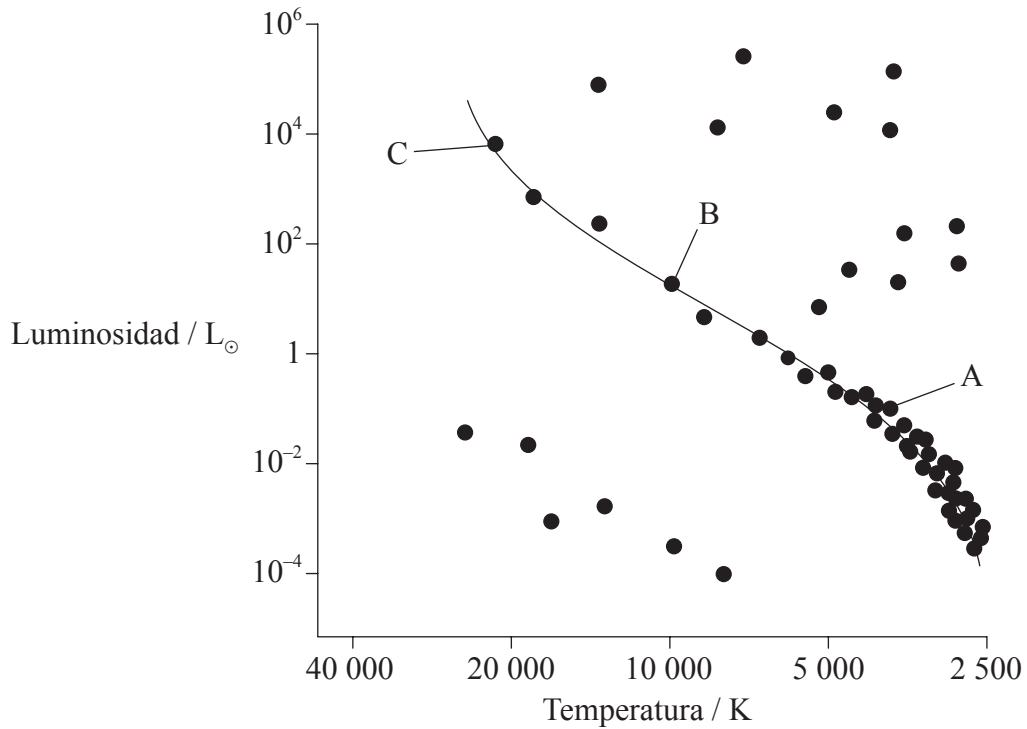
(ii) la edad del universo en segundos. [2]

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



F3. Esta pregunta trata sobre la evolución estelar.

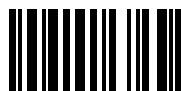
El diagrama siguiente es un diagrama de Hertzsprung-Russell (HR). Las tres estrellas identificadas en él (A, B y C) se encuentran en la secuencia principal.



(a) Explique cuál de esas estrellas evolucionará con mas probabilidad hacia una estrella enana blanca. [2]

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

(b) Dibuje y rotule el camino evolutivo de la estrella a medida que evoluciona hacia una estrella enana blanca. [1]

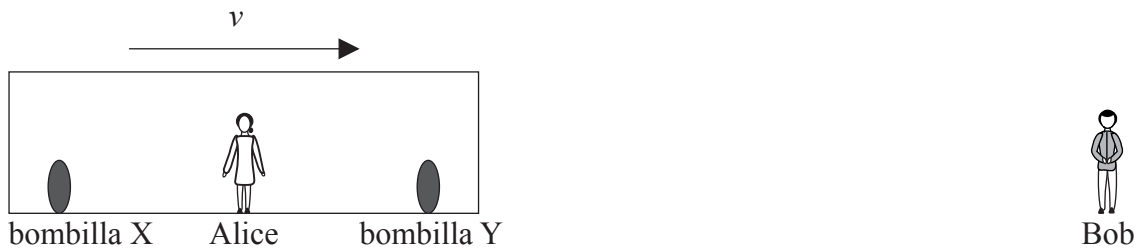


Opción G — Relatividad

G1. Esta pregunta trata sobre la Relatividad Especial.

Dos observadores inerciales, Alice y Bob, se están moviendo uno hacia el otro a lo largo de la misma línea recta, con una rapidez relativa constante v . A ambos lados de Alice, y a igual distancia de ella, hay dos bombillas, X e Y, que están en reposo en el sistema de referencia de Alice.

El diagrama siguiente representa la situación según el sistema de referencia de Bob.



Alice tiene un interruptor que controla cada bombilla. Las bombillas están inicialmente apagadas.

(a) Describa que se entiende por sistema inercial de referencia. [1]

.....
.....

(b) Alice conecta el interruptor produciendo una señal electromagnética que viaja desde ella a las bombillas. Cuando cualquiera de las bombillas recibe la señal electromagnética, se enciende. Indique y explique el orden en el que la señal llega a las bombillas (primero X, primero Y o simultáneamente)

(i) según Alice. [2]

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

(ii) según Bob. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G1: continuación)

- (c) Explique en términos del camino seguido por las ondas electromagnéticas desde el interruptor hasta Bob, por qué Bob recibe la luz de la bombilla Y antes que la luz procedente de la bombilla X. [2]

.....

.....

.....

.....

- (d) Dos sucesos están definidos como sigue:
 - suceso P: se cierra el interruptor de la bombilla X
 - suceso Q: la luz de la bombilla X llega a Alice.

Alice mide un tiempo t_A y Bob mide un tiempo t_B entre esos dos sucesos.

- (i) Haciendo referencia al tiempo propio, discuta la diferencia entre los valores t_A y t_B . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique y explique si su respuesta a (d)(i) sería diferente para la situación en la que Alice estuviera alejándose de Bob con una rapidez v , tal como es medida por Bob. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta G1: continuación)

(e) La distancia que Alice mide entre las bombillas es de 30,0 m. La rapidez v es 0,90 c .

(i) Explique si la longitud propia entre las dos bombillas es mayor, igual o menor que 30,0 m. [1]

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

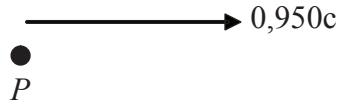
(ii) Calcule la distancia entre las bombillas, tal como la mide Bob. [2]

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



G2. Esta pregunta trata sobre la suma relativista de velocidades y sobre masa relativista.

Una partícula, P , se está moviendo a lo largo del eje x con una velocidad constante de $0,950c$, respecto al sistema inercial de referencia del laboratorio. El diagrama de más abajo representa esta situación según el sistema de referencia del laboratorio.



La partícula se desintegra. Uno de los productos de la desintegración es una partícula mas pequeña, Q , de masa en reposo $940 \text{ MeV } c^{-2}$ que es expulsada a velocidad $0,900c$ a lo largo del eje x , respecto al sistema de referencia de P .

El diagrama siguiente representa la situación según el sistema de referencia de P . No se muestran los demás productos de la desintegración.



(a) Calcule la velocidad de la particular Q tal como es medida en el sistema de referencia del laboratorio. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Calcule la diferencia entre la masa de la partícula Q en el sistema de referencia de P y en el sistema de referencia del laboratorio. [3]

.....

.....

.....

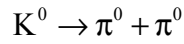
.....

.....



G3. Esta pregunta trata sobre energía y momento.

Una partícula estacionaria K^0 se desintegra en dos piones π^0 , como se indica en la siguiente ecuación.



Se dispone de los siguientes datos.

$$\text{Masa en reposo del } K^0 = 498 \text{ MeV c}^{-2}$$

$$\text{Masa en reposo del } \pi^0 = 135 \text{ MeV c}^{-2}$$

(a) Deduzca que el momento lineal de cada uno de los piones es 209 MeV c^{-1} . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Utilizando su respuesta a (a), calcule la rapidez de cada uno de los piones. [3]

.....

.....

.....

.....

.....



G4. Esta pregunta trata sobre el espacio-tiempo y los agujeros negros.

(a) Indique

(i) qué significa espacio-tiempo. [1]

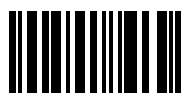
.....
.....

(ii) la trayectoria seguida por una masa puntual moviéndose a través del espacio-tiempo. [1]

.....
.....

(b) Utilice sus respuestas a (a)(i) y (ii) para describir qué se entiende por agujero negro. [2]

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

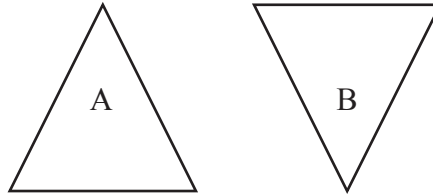


Opción H — Óptica

H1. Esta pregunta trata de la dispersión.

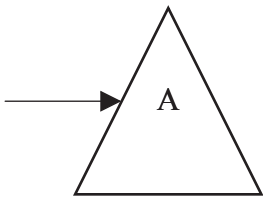
Diagrama 1 muestra dos prismas idénticos A y B. El prisma B está invertido respecto del prisma A.

Diagrama 1



Se hace incidir sobre el prisma de vidrio A un estrecho haz de luz blanca, tal y como se muestra en diagrama 2.

Diagrama 2



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H1: continuación)

Toda la luz incidente sobre el prisma A atraviesa el prisma B.

(a) (i) Sobre **diagrama 2** de la página anterior, dibuje líneas que muestren el camino de un rayo de luz roja y el de un rayo de luz azul atravesando el prisma A y emergiendo de él. Rotule las trayectorias con *R* para el rojo y *B* para el azul. [2]

(ii) Sobre **diagrama 2** de la página anterior, dibuje el prisma B en el camino de la luz que ha pasado a través del prisma A. Dibuje las líneas, trazadas en (a), para que muestren la trayectoria del rayo de luz roja y del rayo de luz azul atravesando el prisma B y emergiendo de él. [2]

(b) Se sitúa una pantalla en el camino de la luz emergente del prisma B. Describa el aspecto que presenta la luz sobre la pantalla. [2]

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

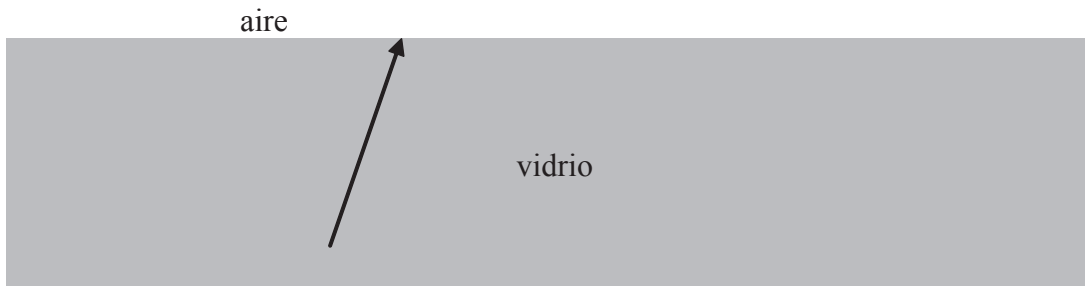


H2. Esta pregunta trata sobre la reflexión y la refracción de la luz de un láser.

(a) Defina *índice de refracción*. [1]

.....
.....

(b) Un haz de luz láser incide sobre una superficie de separación vidrio-aire.



(i) Sobre el diagrama anterior, dibuje rayos que muestren el rayo reflejado (rotúlelo con L) y el rayo refractado (rotúlelo con R). [1]

(ii) Se aumenta gradualmente el ángulo de incidencia del haz. Deduzca cómo cambiará el trayecto de la luz láser para ángulos de incidencia de hasta 80°. El índice de refracción del vidrio es 1,5. [4]

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

(Esta opción continúa en la página 26)



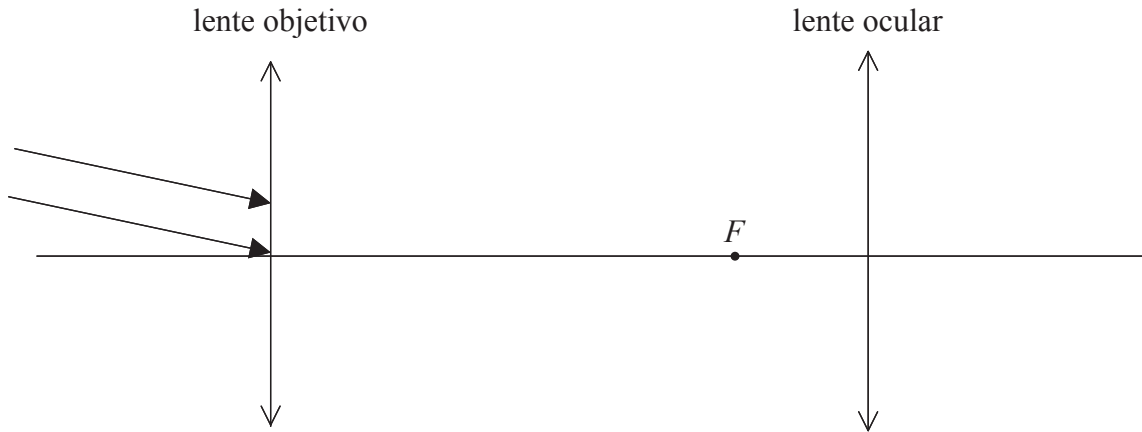
Página en blanco



(Opción H: continuación)

H3. La pregunta siguiente trata sobre el telescopio astronómico.

Un telescopio, ajustado normalmente, se apunta hacia un objeto distante. Sobre la lente objetivo inciden rayos de luz paralelos, como se muestra en la figura.



Se disponen las lentes de modo que sus puntos focales coincidan en la misma posición, rotulada como F en el diagrama.

- (a) (i) Sobre el diagrama anterior, construya un diagrama de rayos para localizar la imagen final. [3]
- (ii) Sobre el diagrama anterior, rotule con la letra E el lugar donde se debe situar el ojo para visualizar la imagen. [1]
- (iii) Indique, con una breve explicación, la localización de la imagen final. [1]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta H3: continuación)

(b) Utilice su diagrama para explicar por qué la imagen producida por el telescopio está

(i) ampliada. [2]

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

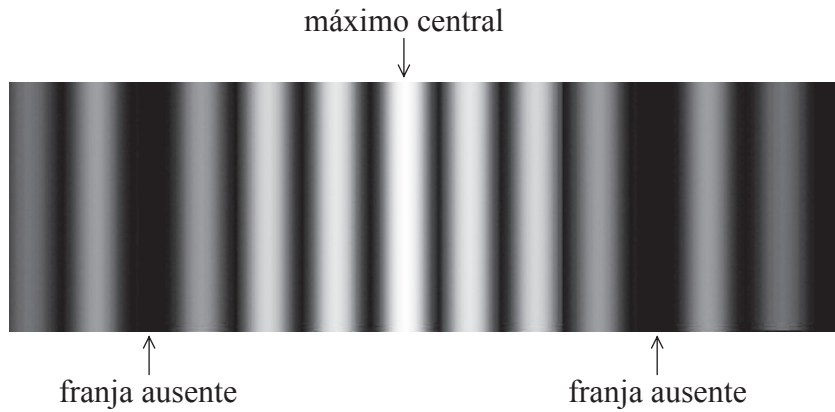
(ii) invertida. [1]

.....
.....



H4. Esta pregunta trata sobre la difracción por una rendija doble y por una rendija múltiple.

En un típico experimento de Young de doble rendija, la luz de un láser de longitud de onda 650nm incidió sobre dos rendijas. Más abajo se muestra el patrón de franjas resultante sobre una pantalla situada mas allá de las rendijas. La separación entre rendijas es de $1,4 \times 10^{-4} \text{m}$.



(a) (i) Explique la razón para que haya franjas ausentes. [2]

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

(ii) Calcule la anchura de cada rendija. [2]

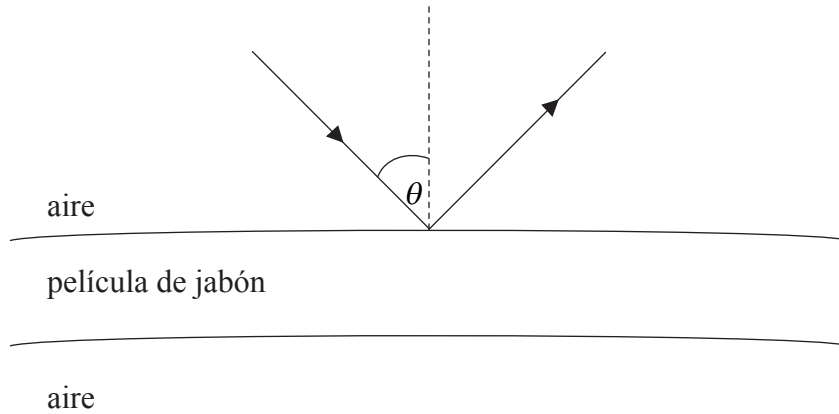
.....
.....
.....

(b) Se reemplaza la doble rendija por un número muy grande de rendijas. Cada una de las rendijas tiene una anchura menor que las de la doble rendija anterior, pero su separación es la misma que en (a). Describa y explique cualquier cambio en la apariencia del patrón de franjas que se muestra en (a). [3]

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

H5. Esta pregunta trata sobre interferencia en películas delgadas.

El diagrama siguiente muestra un rayo de luz de longitud de onda λ que es reflejado en la superficie superior de una película de jabón.



Para luz de longitud de onda λ la interferencia constructiva tiene lugar para un ángulo θ .

- (a) Sobre el diagrama anterior, dibuje el camino seguido por el rayo tras entrar en la película de jabón. [1]

- (b) Sobre el diagrama anterior, identifique con la letra "X" algún punto en el que tenga lugar un cambio de fase- π . Explique su elección. [2]

.....
.....