



FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Lunes 13 de noviembre del 2000 (mañana)

1 hora 15 minutos

Nombre

--

Número

--	--	--	--	--	--	--	--

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

- Escriba su nombre, apellido(s) y número de alumno 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 de abajo las letras de las opciones que ha contestado.

OPCIONES CONTESTADAS	EXAMINADOR	LÍDER DE EQUIPO	IBCA
	/30	/30	/30
	/30	/30	/30
	TOTAL /60	TOTAL /60	TOTAL /60

Página en blanco

Opción D – Física biomédica

D1. El diagrama muestra parte de una arteria.



(a) Dibujando flechas de diferentes longitudes, mostrar cómo varía la velocidad de la sangre a través del diámetro de la arteria. [2]

(b) Describir **una** razón por la que el diámetro interno de la arteria podría disminuir con el tiempo. [1]

.....

.....

.....

.....

(c) Puesto que la velocidad media de la sangre es proporcional al $(\text{radio})^2$, explicar por qué el flujo de volumen es proporcional al $(\text{radio})^4$. [3]

.....

.....

.....

.....

(d) ¿Por qué factor cambia el flujo si el radio efectivo de la arteria se disminuye un 5 %, manteniendo constante la diferencia de presión a través de la arteria? [2]

.....

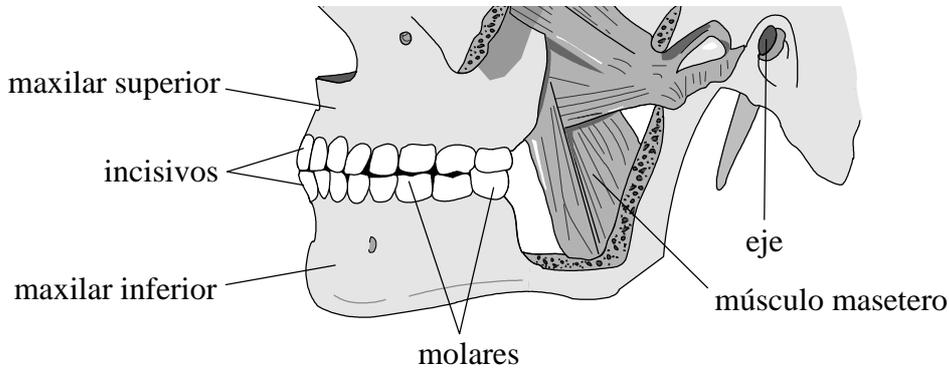
.....

.....

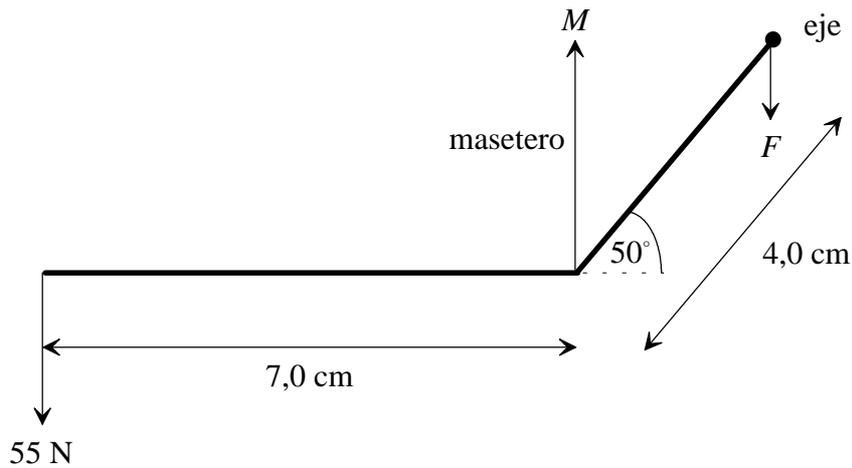
.....

.....

D2. El diagrama de abajo muestra la posición de los huesos maxilares de una persona. El maxilar inferior gira en un extremo. El músculo que le hace mover se llama músculo masetero.



Durante la masticación, el maxilar inferior puede representarse por el modelo simplificado mostrado abajo. Tiene una parte horizontal de 7,0 cm de longitud y una parte a un ángulo de 50° de la horizontal, que tiene una longitud de 4,0 cm. La fuerza del músculo masetero es vertical en la unión de las dos partes. El peso del maxilar inferior es despreciable.



Durante la masticación, hay una fuerza de 55 N en los incisivos al frente del maxilar inferior.

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta D2 continuación)

(a) Calcular el módulo de

(i) M , la fuerza aplicada por el músculo masetero; [2]

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

(ii) F , la fuerza en el eje. [2]

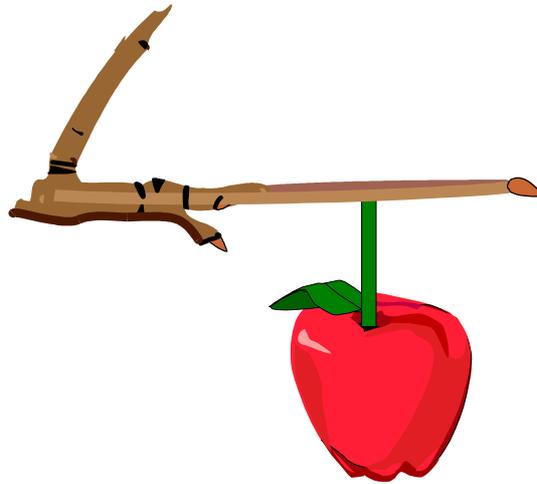
.....
.....
.....
.....

(b) Explicar por qué puede proporcionarse más fuerza en los molares, durante la masticación, que en los incisivos. [2]

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

D3. Esta pregunta es sobre escalas.

Una manzana, A, cuelga verticalmente de una rama y está sostenida por su tallo como se indica abajo.



El tallo no se separará de la rama siempre que el *esfuerzo* en el tallo permanezca inferior a $4,5 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$. El *esfuerzo* se define así:

$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{Fuerza tensora}}{\text{Superficie sección transversal}}$$

Si la masa de A es 0,08 kg y el diámetro del tallo es 2,0 mm,

(a) calcular el esfuerzo en el tallo; [2]

.....

.....

.....

(b) calcular el nuevo esfuerzo si las dimensiones lineales de la manzana y el tallo se aumentan proporcionalmente por un factor de 2. [2]

.....

.....

.....

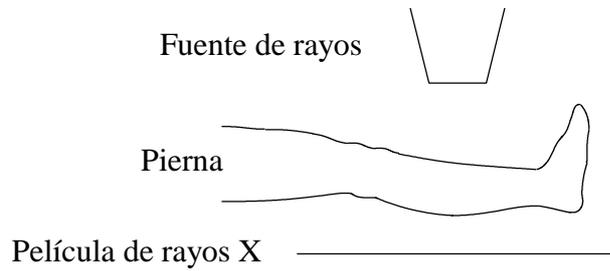
(c) En realidad, una manzana de tamaño doble que el de A puede permanecer en su árbol. Explicar cómo es esto posible. [2]

.....

.....

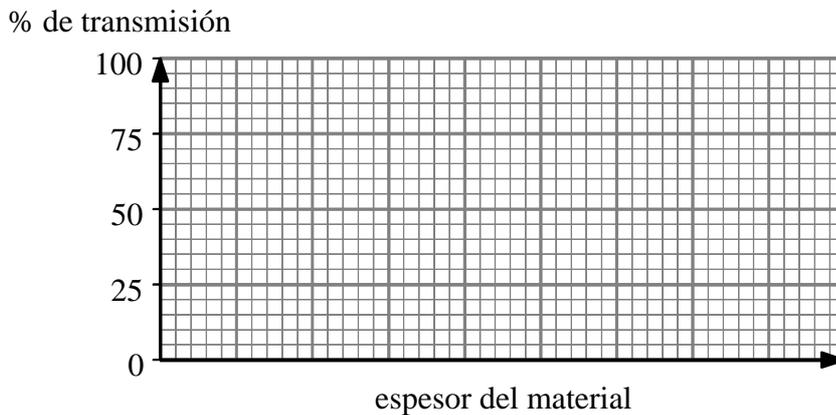
.....

D4. Se hace la radiografía de una pierna, como se indica abajo. Con el fin de obtener una imagen clara debe elegirse la correcta exposición. La cantidad de atenuación puede investigarse.



La transmisión de rayos X por la materia depende de diversos factores. Uno de ellos es el espesor del material en la trayectoria de los rayos X.

(a) (i) En los ejes abajo, dibujar cómo se esperaría que el porcentaje (%) de transmisión dependa del espesor del material. [2]



(ii) Utilizar el gráfico para explicar el término 'espesor de semiatenuación'. [2]

.....

.....

.....

.....

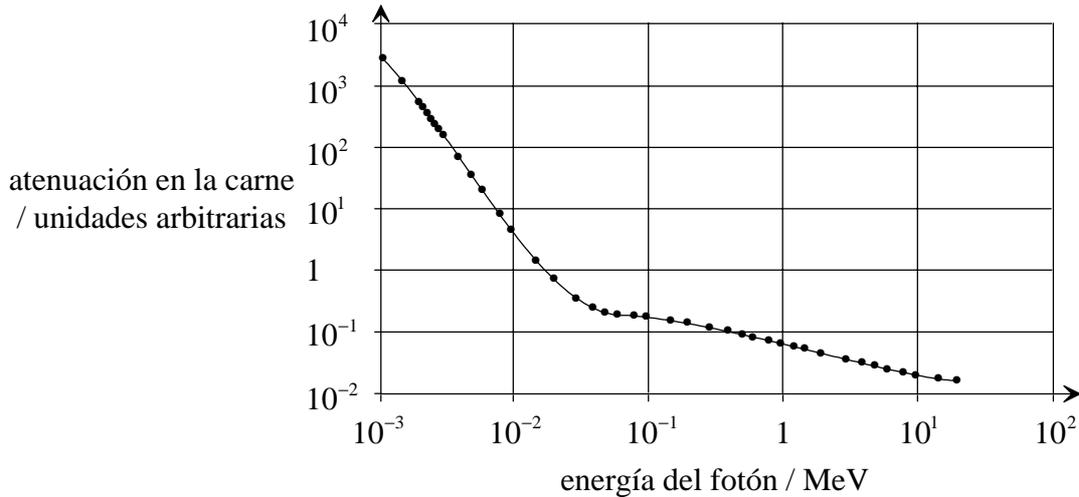
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta D4 continuación)

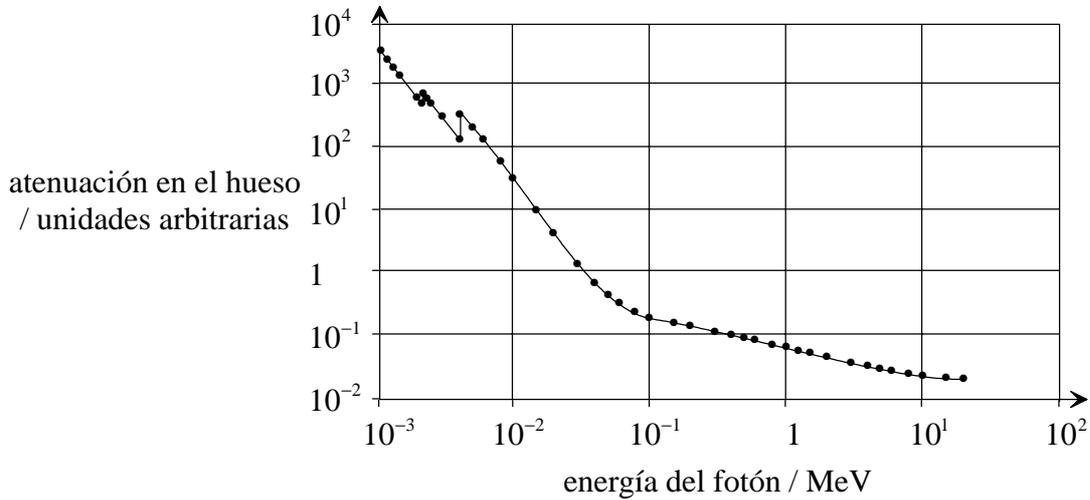
La atenuación de los rayos X por la materia depende del tipo de material, y **también de la energía de los fotones de rayos X.**

Los siguientes gráficos muestran cómo la atenuación de rayos X (en unidades arbitrarias) para la carne y el hueso depende de la energía del fotón.

Atenuación de rayos X en la carne



Atenuación de rayos X en el hueso



(b) En conjunto, la forma general de los gráficos es una curva decreciente. ¿Qué nos dice esto sobre la **transmisión** de rayos X a diferentes energías? [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta D4 continuación)

- (c) Explicar por qué los rayos X de energía alrededor de 10^{-2} MeV serían buenos para distinguir claramente entre carne y hueso y por qué otras energías no lo serían. [2]

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

- (d) Indicar **dos** precauciones, tanto para el paciente como el operador, que reducen el riesgo médico al utilizar los rayos X. [2]

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

Opción E – Física histórica

E1. Esta pregunta es sobre el concepto del cuanto.

Una biografía de Schrödinger contiene la siguiente frase: “Poco después de que de Broglie introdujera el concepto de *ondas de materia* en 1924, Schrödinger empezó a desarrollar una nueva teoría atómica”.

(a) Explicar el término ‘*ondas de materia*’. Decir qué cantidad determina la longitud de onda de tales ondas. [2]

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

(b) La difracción electrónica proporciona evidencia para apoyar la existencia de ondas de materia. ¿Qué es difracción electrónica? [2]

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

(c) Calcular la longitud de onda de de Broglie de los electrones con una energía cinética de 30 eV. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta *El* continuación)

(d) ¿Cómo se aplica el concepto de *ondas de materia* a los electrones dentro de un átomo?

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E2. Las figuras abajo representan dos modelos diferentes del universo.

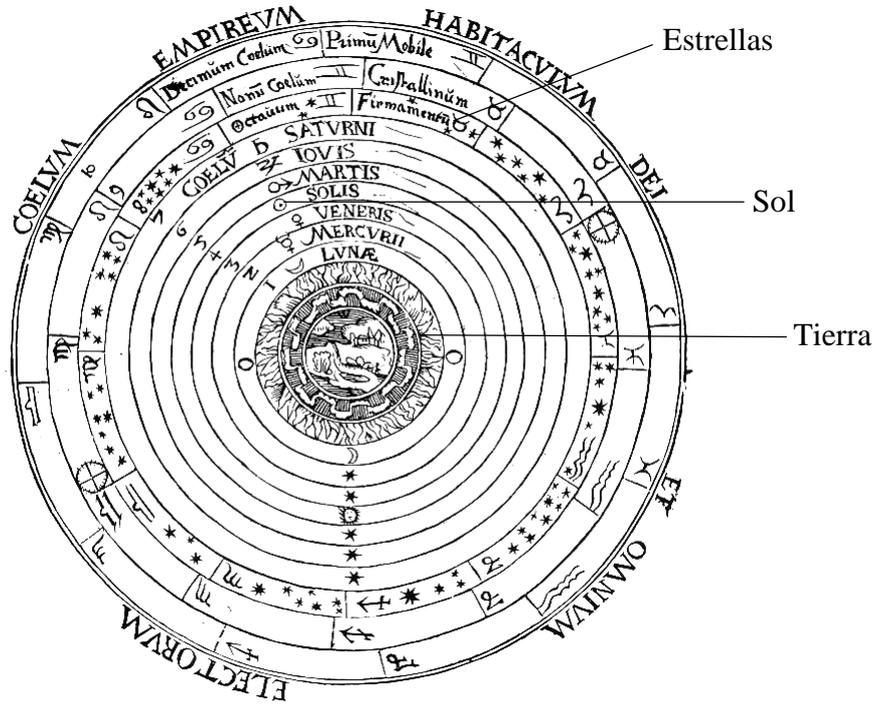


Figura A

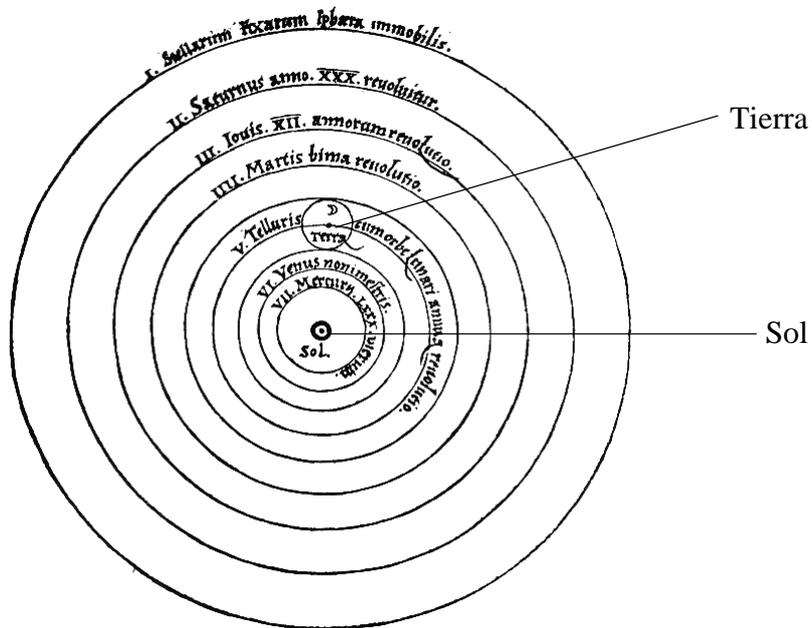


Figura B

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E2 continuación)

- (a) ¿Qué figura representa el modelo de Copérnico del universo y cuál el modelo de Aristóteles del universo? [1]

.....

.....

En una noche determinada, el movimiento **general** observado de las estrellas y planetas parece ser una rotación alrededor de la Tierra. Si se observa más de una noche, los planetas muestran también movimientos retrógrados.

Ambos modelos pueden explicar este movimiento **general** de las estrellas y los planetas. Sólo el modelo B puede explicar los *movimientos retrógrados observados de los planetas* sin más modificaciones.

- (b) Explicar lo que se entiende por los '*movimientos retrógrados observados de los planetas*'. [2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E2 continuación)

(c) Las siguientes preguntas son sobre el modelo en la **Figura A.**

(i) ¿Cómo da cuenta del movimiento *general* observado de las estrellas y los planetas? [2]

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

(ii) Explicar las modificaciones necesarias para que este modelo básico pueda explicar el movimiento retrógrado. [2]

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

(d) Las siguientes preguntas son sobre el modelo en la **Figura B.**

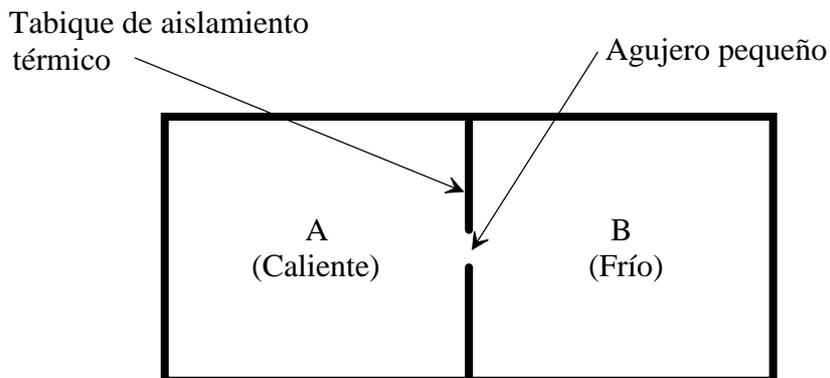
(i) ¿Cómo da en cuenta del movimiento *general* observado de las estrellas y los planetas? [2]

.....
.....

(ii) Explicar cómo este modelo es capaz de explicar el movimiento retrógrado. [2]

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

E3. Dos gases, A y B, están térmicamente aislados de su entorno y separados por un tabique de aislamiento térmico con un pequeño agujero en el mismo como se indica abajo. La temperatura de A es inicialmente más alta que la de B. Se deja que el sistema alcance equilibrio térmico.



(a) En términos del movimiento molecular, explicar el mecanismo por el cual el sistema alcanza el equilibrio térmico. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Explicar cómo y por qué la entropía del sistema cambia como resultado de este proceso. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E3 continuación)

(c) Supóngase que hay una pequeña tapa para el agujero que puede abrirse o cerrarse por el ‘demonio de Maxwell’. El fin del demonio es llevar el sistema a su estado inicial, es decir, con la temperatura en A superior a la de B.

(i) Explicar lo que tendría que hacer el ‘demonio de Maxwell’ para alcanzar esto. [2]

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

(ii) Explicar qué efecto tendría este cambio en la entropía total del sistema. [2]

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

(iii) Decir por qué el ‘demonio de Maxwell’ no podría tener éxito. [2]

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

Opción F – Astrofísica

F1. El espectro de la luz desde galaxias distantes muestra un *desplazamiento al rojo*.

(a) (i) Describir lo que se entiende por '*desplazamiento al rojo*'. [1]

.....

(ii) Describir, en términos de longitud de onda y movimiento relativo, por qué ocurre un desplazamiento al rojo. [2]

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

(b) Explicar cómo el desplazamiento al rojo de la luz desde distintas galaxias distantes apoya el modelo del Big Bang del origen del Universo. [2]

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

(c) **No** debe esperarse que la luz del Sol muestre un desplazamiento al rojo. Explicar por qué. [1]

.....
.....

(d) En realidad, el espectro de un limbo ('borde') del Sol muestra un pequeño desplazamiento al rojo, mientras que el otro limbo del Sol muestra un pequeño desplazamiento al azul. Explicar lo que nos dice esto acerca del Sol. [2]

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

F2. Una estrella vista desde la Tierra no es siempre un objeto simple, constante. Muchas estrellas en la *secuencia principal* son, en efecto, *estrellas binarias*. Por ejemplo, β -Persei es una *binaria eclipsante*. Se sabe que las estrellas cambian con el tiempo. Algunas acabarán como *estrellas de neutrones* o incluso *agujeros negros*.

(a) Qué se entiende por:

(i) *secuencia principal*; [3]

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

(ii) *estrellas binarias*; [1]

.....
.....

(iii) *binaria eclipsante*; [1]

.....
.....

(iv) *estrella de neutrones*; [1]

.....
.....

(v) *agujero negro*. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta F2 continuación)

- (b) Identificar los procesos físicos por los que una estrella de secuencia principal se convierte en una estrella de neutrones. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) ¿Qué evidencia hay para la existencia de las estrellas de neutrones? [2]

.....

.....

.....

.....

- (d) ¿Que propiedad determina si una estrella podría convertirse en una estrella de neutrones o un agujero negro? Explicar brevemente cómo se podría usar esta propiedad para predecir el resultado. [2]

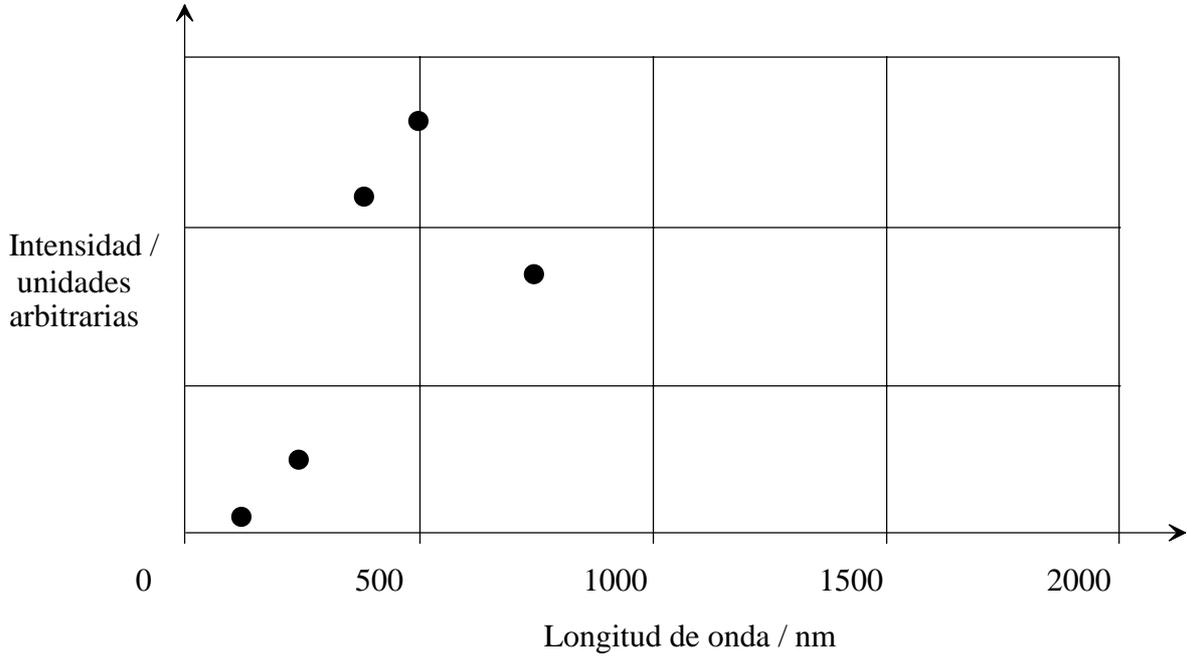
.....

.....

.....

.....

F3. Se mide la intensidad de la luz de una estrella a distintas longitudes de onda y cinco de los valores se representan en un gráfico como se indica abajo.



(a) Suponiendo que la estrella radia como un cuerpo negro, añadir una curva adecuada para mostrar la probable forma del gráfico completo. [2]

.....
.....

(b) Utilizar el gráfico para estimar la temperatura de la superficie de la estrella. [3]

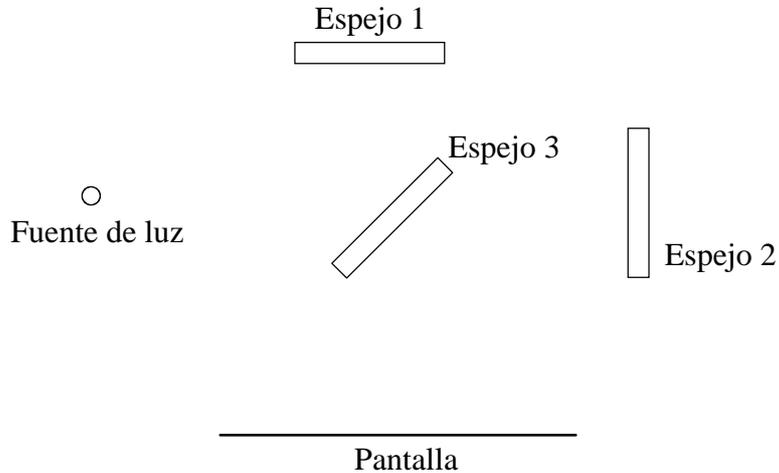
.....
.....
.....
.....
.....

(c) Utilizar el valor de la temperatura estimada para estimar la energía radiada por unidad de superficie de la estrella. [2]

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

Opción G – Relatividad especial y general

G1. El diagrama abajo muestra algunas de las características esenciales del aparato utilizado en el experimento de Michelson-Morley.



(a) ¿Cuál de los espejos está **semiplateado**? [1]

.....

(b) Dibujar en el diagrama las dos trayectorias seguidas por la luz que producen un patrón de interferencia en la pantalla. [2]

(c) ¿Cuál era el propósito del experimento de Michelson-Morley? [2]

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

(d) ¿Cuál fue el resultado del experimento y cómo se explica este resultado? [2]

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

G2. Un electrón se desplaza a velocidad constante en el vacío. Un observador de laboratorio mide su velocidad, la cual es el 95 % de la velocidad de la luz y la longitud de su recorrido que es 100 m.

(a) Mostrar que para estos electrones, $\gamma = 3,2$. [1]

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

(b) ¿Cuál es la longitud del recorrido en el marco de referencia del **electrón**? [1]

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

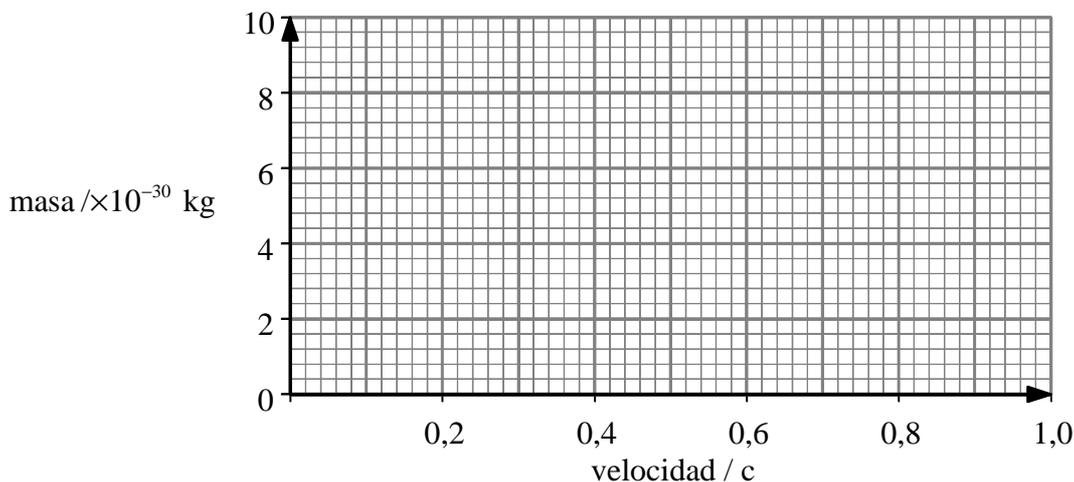
(c) ¿Cuál es el tiempo tardado para este recorrido en el marco de referencia del **electrón**? [2]

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

(d) ¿Cuál es la masa del electrón según el observador del **laboratorio**? [2]

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

(e) Utilizar los ejes abajo para mostrar cómo cambiará la masa observada del electrón con la velocidad medida por el observador del laboratorio. No se necesita realizar más cálculos. [3]



G3. Con el fin de ayudar a verificar la Teoría General de la Relatividad, el astrónomo Arthur Eddington realizó algunas medidas durante un eclipse total del Sol en 1919. ¿Qué medidas realizó y cómo proporcionaron las mismas apoyo experimental para la teoría General de la Relatividad?

[4]

.....

.....

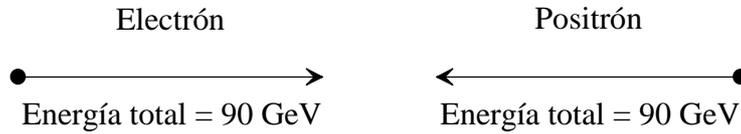
.....

.....

.....

.....

G4. El gran acelerador de colisiones Electrón/Positrón (LEP) en el Centro Europeo para Investigación Nuclear (CERN) acelera electrones a energías totales de 90 GeV aproximadamente. Estos electrones chocan entonces con *positrones* que se mueven en **sentido opuesto** como se indica abajo. Los positrones son idénticos en masa en reposo a los electrones pero llevan una carga positiva. Los positrones tienen la **misma energía** que los electrones.



(a) Emplear las ecuaciones de la relatividad especial para calcular,

(i) la velocidad de un electrón (con respecto al laboratorio); [2]

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

(ii) la cantidad de movimiento de un electrón (con respecto al laboratorio). [2]

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

(b) Para estas dos partículas, estimar su velocidad de aproximación relativa. [2]

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

(c) ¿Cuál es la cantidad de movimiento total del sistema (las dos partículas) antes del choque? [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G4 continuación)

(d) El choque hace que se creen nuevas partículas.

(i) Estimar la máxima masa en reposo total posible para las nuevas partículas. [2]

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

(ii) Dar **una** razón de por qué su respuesta es un *máximo*. [1]

.....
.....

Opción H – Óptica

H1. Una estudiante recibe dos lentes convergentes, A y B, y un tubo con el fin de hacer un telescopio.

- (a) Describir un método sencillo para que pueda determinar la longitud focal de cada lente. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H1 continuación)

(b) Halla que las longitudes focales son las siguientes:

Longitud focal de la lente A 10 cm

Longitud focal de la lente B 50 cm

Dibujar un diagrama para mostrar cómo deben disponerse las lentes en el tubo con el fin de hacer un telescopio. El diagrama deberá incluir:

- (i) identificación para cada lente;
- (ii) los puntos focales para cada lente;
- (iii) la posición del ojo al emplear el telescopio.

[4]

(c) En el diagrama, marcar la situación de la imagen intermedia formada en el tubo.

[1]

(d) ¿Es la imagen vista a través del telescopio derecha o invertida?

[1]

.....

(e) ¿Qué longitud deberá tener el tubo del telescopio, aproximadamente?

[1]

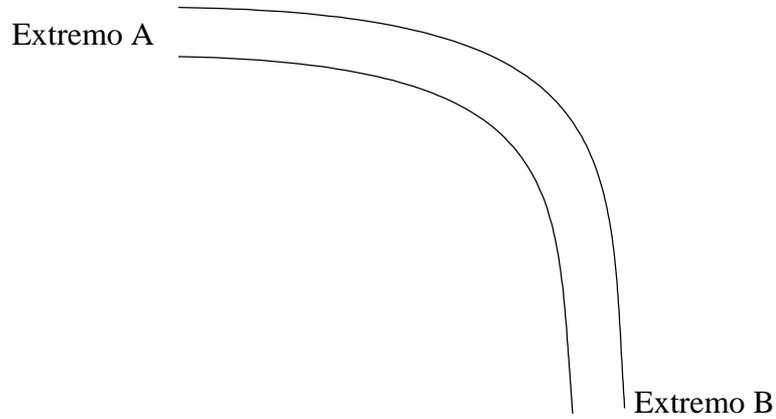
.....

.....

H2. Las fibras ópticas permiten transmitir la luz a lo largo de su longitud sin casi ninguna pérdida, incluso si está doblada la fibra.

- (a) Con ayuda del diagrama de abajo, explicar cómo puede ser transmitida la luz a lo largo de una fibra óptica incluso cuando está doblada.

[2]



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

- (b) Explicar, con ayuda de un diagrama, por qué no funcionará este método si la curva es demasiado extrema.

[3]

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

(c) Indicar **una** aplicación práctica para las fibras ópticas.

[1]

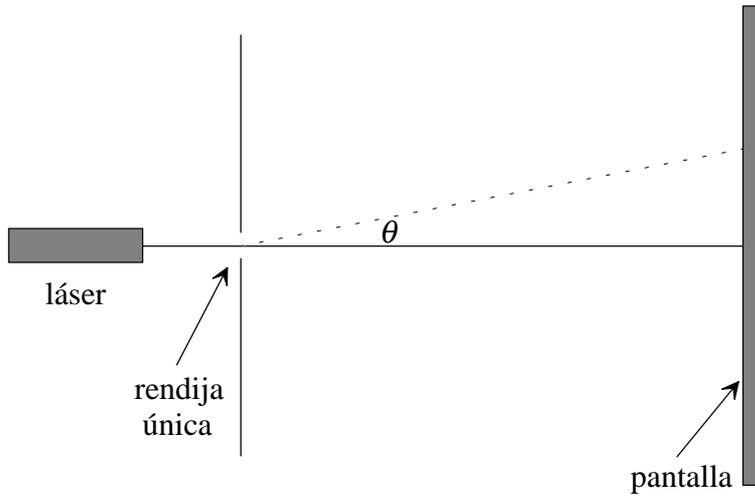
.....

.....

.....

.....

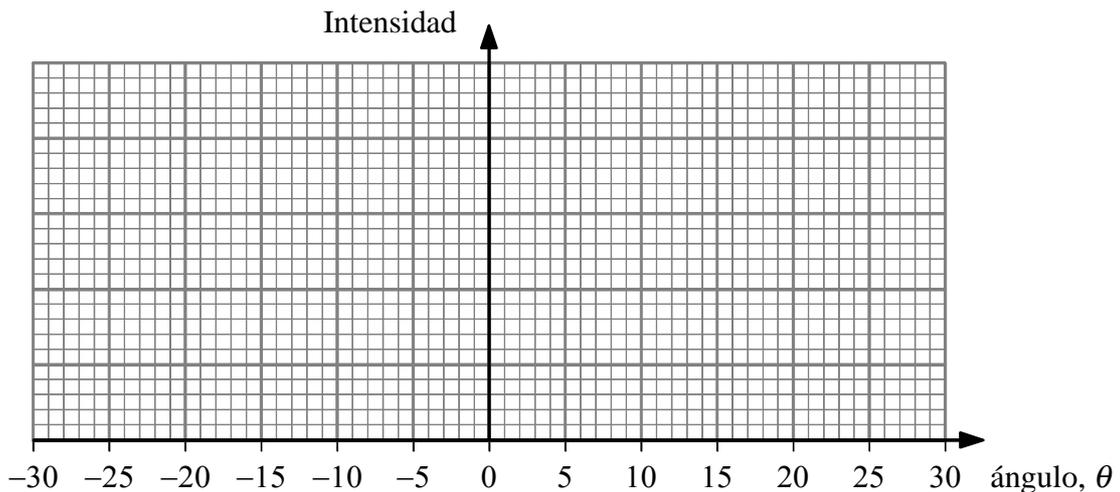
H3. En un experimento, una luz monocromática de 400 nm de longitud incide sobre una rendija única 1600 nm de anchura. Se observan franjas en una pantalla como se indica en el diagrama de abajo.



(a) Calcular los dos primeros ángulos a los que la intensidad de la luz es **mínima**. [2]

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

(b) Utilizar los ejes de abajo para dibujar un gráfico de cómo varía la intensidad de la luz en función de un ángulo de hasta $\theta = 30^\circ$. [3]



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

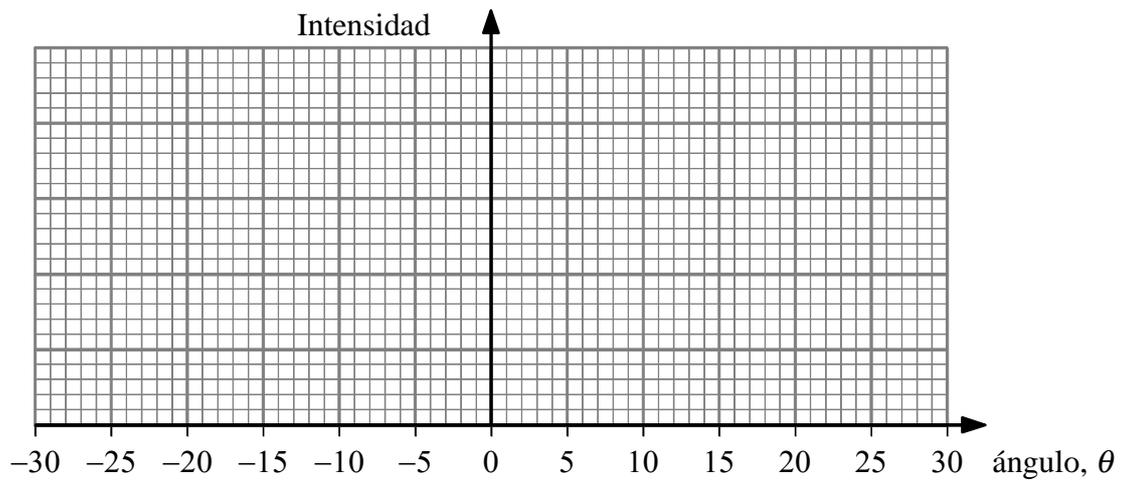
(Pregunta H3 continuación)

La rendija se reemplaza ahora por dos rendijas separadas por 3200 nm (centro a centro). Cada rendija es idéntica en anchura a la rendija única (400 nm).

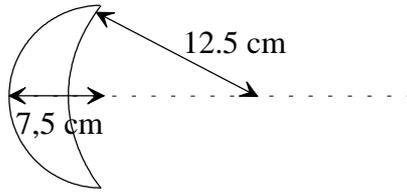
- (c) Calcular **todos** los ángulos hasta 30° a los que ocurrirá una interferencia máxima. [2]

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

- (d) Utilizar las respuestas para dibujar un gráfico, en los ejes abajo, de cómo varía la intensidad de la luz como función de un ángulo de hasta $\theta = 30^\circ$. [3]



H4. Abajo se muestra una lente delgada para utilizar en las gafas.



Las superficies de la lente se amuelan para obtener unos radios de curvatura de 7,5 cm y 12,5 cm como se indica.

(a) ¿Es esta una lente convergente o divergente? [1]

.....

(b) ¿Se utilizaría este tipo de lente por personas que sean cortas de vista o largas de vista? Justificar la respuesta. [2]

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

(c) Suponiendo que la lente se hace de cristal con un índice de refracción de 1,51, calcular su longitud focal. [2]

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