



FÍSICA
NIVEL MEDIO
PRUEBA 3

Martes 20 de noviembre de 2001 (mañana)

1 hora

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 |
|----------------------|------------|-----------------|-----------|
| | /20 | /20 | /20 |
| | /20 | /20 | /20 |
| | TOTAL /40 | TOTAL /40 | TOTAL /40 |

OPCIÓN A – AMPLIACIÓN DE MECÁNICA

A1. En nuestro sistema solar, la Luna gira alrededor de la Tierra, mientras que ésta lo hace alrededor del Sol. Ambas órbitas son aproximadamente circulares.

El dibujo que sigue no está a escala.



Los cuadros que siguen presentan las masas del Sol, de la Tierra y de la Luna, así como las distancias que los separan:

| Cuerpo | Masa en kg |
|---------------|-----------------------|
| Sol | $1,99 \times 10^{30}$ |
| Tierra | $5,98 \times 10^{24}$ |
| Luna | $7,35 \times 10^{22}$ |

| Medición | Radio de la órbita en m |
|---|--------------------------------|
| Distancia media desde el Sol a la Tierra (y a la Luna): | $1,50 \times 10^{11}$ m |
| Distancia media desde la Tierra a la Luna: | $3,84 \times 10^8$ m |

(a) Enuncie la ley de la gravitación universal de Newton.

[2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A1: continuación)

(b) En el diagrama, añade **dos** flechas para indicar la dirección y el sentido de las fuerzas que actúan sobre la Luna. [2]

(c) Calcule la razón:

$$\frac{\text{fuerza de la gravedad sobre la Luna debida a la TIERRA}}{\text{fuerza de la gravedad sobre la Luna debida al SOL}} \quad [3]$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(d) Si la Tierra no estuviera presente ¿qué movimiento tendría la Luna? Razone su respuesta. [3]

.....

.....

.....

A2. Una bola de billar blanca que se desplaza a $0,5 \text{ m s}^{-1}$ choca contra una bola negra estacionaria. Véase el Diagrama 1. Como consecuencia del choque, la bola blanca cambia la dirección de su desplazamiento en 30° y su velocidad pasa a ser de $0,2 \text{ m s}^{-1}$. Véase el Diagrama 2.

La masa de cada bola de billar es de 200 g.

Antes:

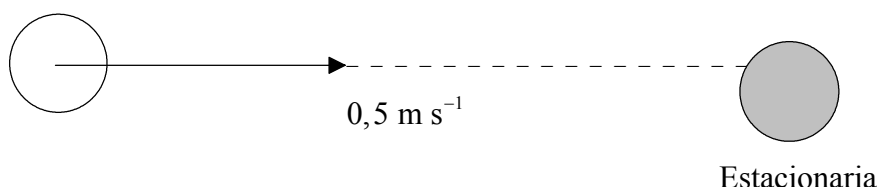


Diagrama 1

Después:

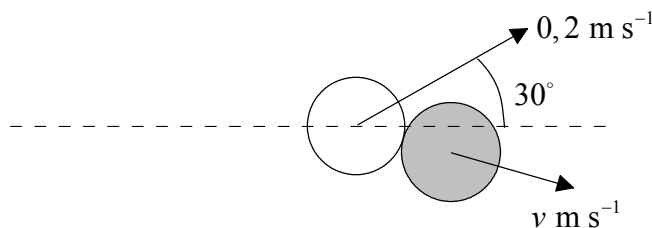


Diagrama 2

- (a) En el caso del diagrama 2 anterior, añade una flecha para indicar la dirección y el sentido de la **cantidad de movimiento total** de las dos bolas de billar después del choque. [1]
- (b) Calcule la *rapidez* y la *dirección y sentido* de la bola negra después del choque. [6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A2: continuación)

(c) Calcule la energía perdida en el choque.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

OPCIÓN B – AMPLIACIÓN DE FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR

B1. Un **microscopio electrónico** utiliza las propiedades de los electrones para estudiar objetos que son demasiado pequeños para poder ser observados con un microscopio óptico. Se hace uso de una diferencia de potencial para acelerar los electrones formando un haz.

Si la longitud de onda de de Broglie correspondiente a los electrones de un haz determinado es $1,0 \times 10^{-10}$ m,

(a) calcule la cantidad de movimiento de un electrón dentro del haz. [2]

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

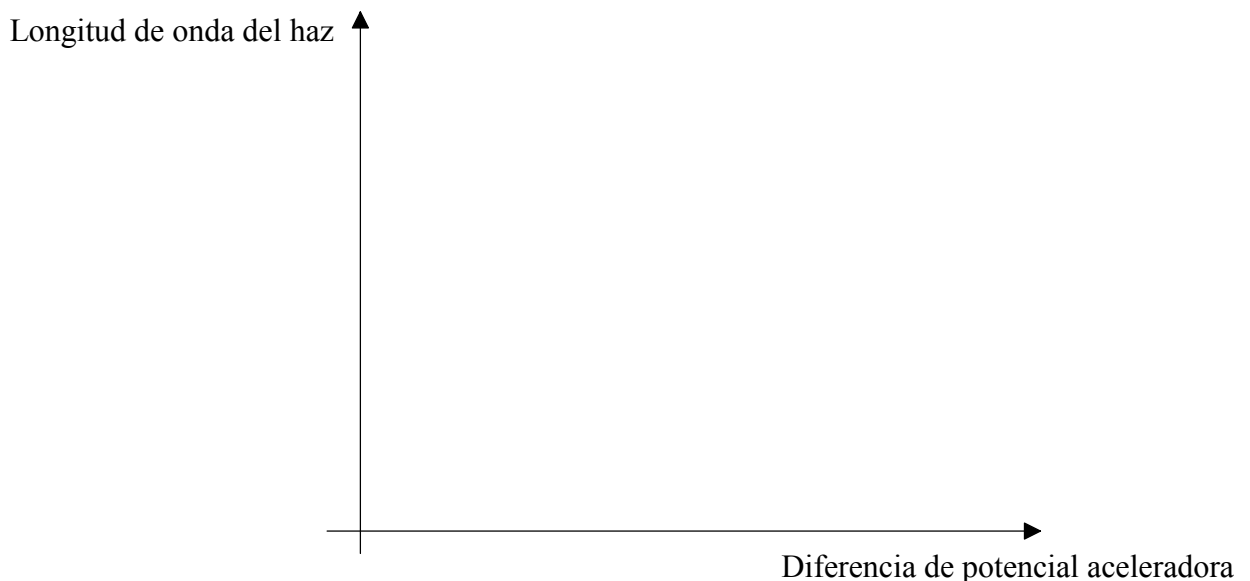
(b) calcule la energía cinética de un electrón dentro del haz. [3]

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

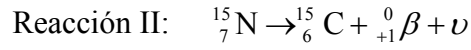
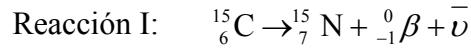
(c) calcule la diferencia de potencial aceleradora. [2]

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

(d) Bosqueje en los ejes que siguen un gráfico cualitativo que muestre cómo la longitud de onda del haz varía con la diferencia de potencial aceleradora. Sólo hay que trazar la forma general, sin los valores. [3]



B2. El Carbono 15 y el Nitrógeno 15 tienen los dos el mismo número másico y, en principio, pueden transformarse el uno en el otro como se expone seguidamente:



Sus masas nucleares se dan en el cuadro que sigue:

| Isótopo | Masa nuclear / u |
|-----------------------------------|------------------|
| Carbono 15, ${}^{15}_6\text{C}$ | 15,007 306 |
| Nitrógeno 15, ${}^{15}_7\text{N}$ | 14,996 265 |

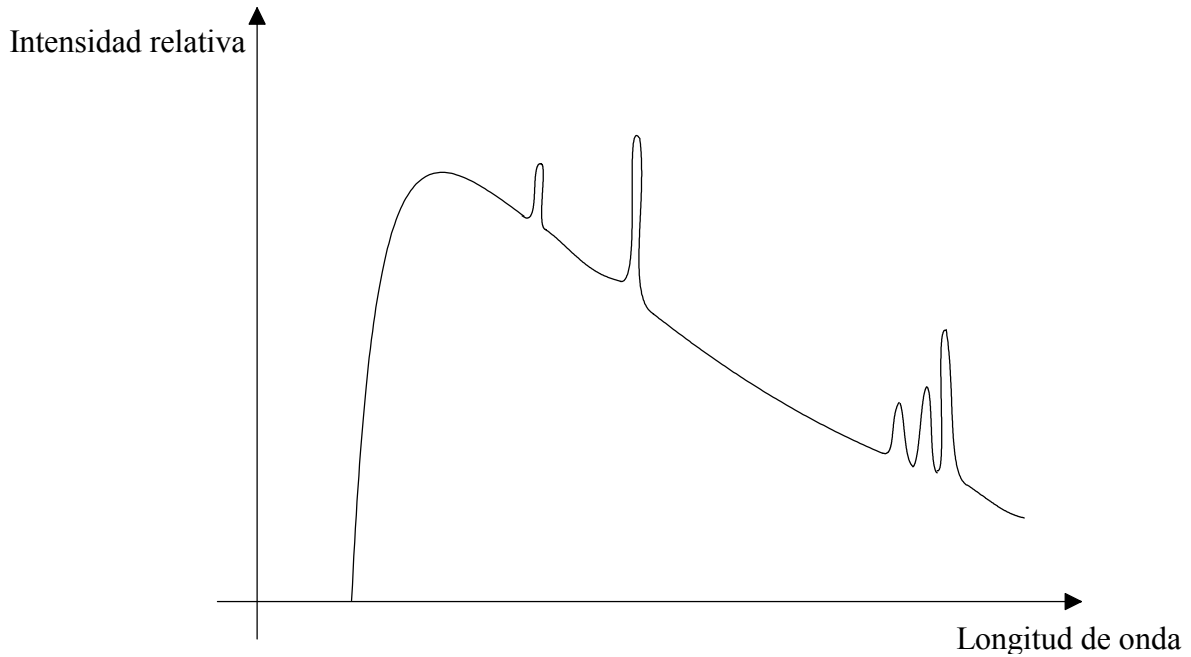
(a) Explique, sin efectuar cálculo alguno, qué reacción puede ocurrir espontáneamente [2]

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

(b) Calcule la energía liberada en la reacción espontánea [4]

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

B3. Al acelerar los electrones a través de una diferencia de potencial y chocar contra un objetivo metálico, se obtiene el espectro de rayos X que sigue.



- (a) Identifique la parte **característica** del espectro. [1]
- (b) Explique el mecanismo por el que se produce la parte **característica** del espectro. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

Página en blanco

OPCIÓN C – AMPLIACIÓN DE ENERGÍA

C1. Un generador eólico convierte la energía del viento en energía eléctrica. El origen de esta energía eólica puede hallarse en la energía solar que llega a la superficie de la Tierra.

(a) Reseñe las transformaciones energéticas involucradas en la conversión de la energía solar en energía eólica. [2]

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

(b) Enuncie **una** ventaja y **una** desventaja de usar generadores eólicos. [2]

Ventaja:

.....
.....

Desventaja:

.....
.....

La expresión correspondiente a la potencia teórica máxima, P , que se produce en un generador eólico es

$$P = \frac{1}{2} A \rho v^3$$

donde A es la superficie que barren las aspas,
 ρ es la densidad del aire y
 v es la velocidad del viento.

(c) Calcule la potencia teórica máxima, P , para un generador eólico cuyas aspas sean de 30 m de longitud cuando sople un viento de 20 m s^{-1} . La densidad del aire es de $1,3 \text{ kg m}^{-3}$. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta C1: continuación)

(d) En la práctica, y bajo estas condiciones, este generador aporta solo 3 MW de potencia eléctrica.

[2]

(i) Calcule el rendimiento de este generador.

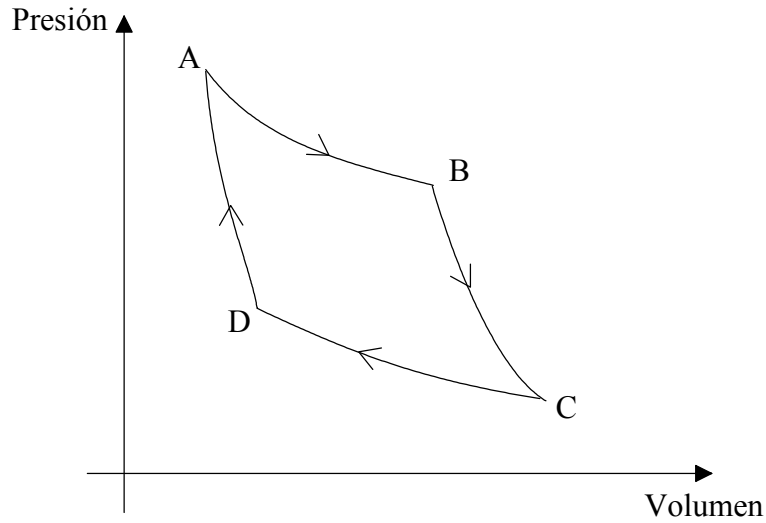
.....
.....
.....

(ii) Dé **dos** razones por las que la potencia real de salida es inferior a la máxima teórica.

[2]

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

C2. El diagrama que sigue muestra un gas ideal sometido a un ciclo de Carnot en una máquina térmica.



(a) ¿Qué tramos rotulados del ciclo son

(i) isotérmicos?

[1]

.....
.....

(ii) adiabáticos?

[1]

.....
.....

(b) ¿En qué procesos existe trabajo hecho **por** el gas?

[1]

.....

(c) Los procesos isotérmicos tienen lugar a 200 °C y a 400 °C. ¿Cuál es el máximo rendimiento teórico de esta máquina?

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta C2: continuación)

(d) En uno de esos procesos se absorben 1.000 J de energía de un foco caliente.

(i) ¿Durante qué proceso tiene lugar tal absorción de energía? [1]

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

(ii) Calcule la producción de trabajo durante el ciclo. [2]

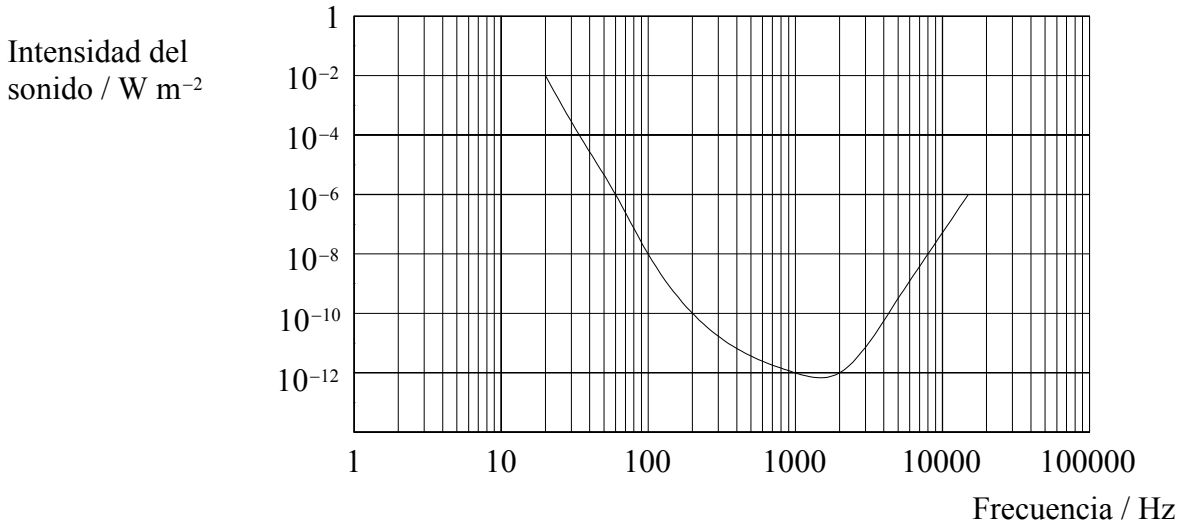
.....
.....
.....

(iii) Calcule la energía cedida al foco frío durante el ciclo. [2]

.....

OPCIÓN D — FÍSICA BIOMÉDICA

D1. El diagrama que sigue muestra cómo varía con la frecuencia el umbral típico de audición en el caso de una persona joven normal.



[Fuente: Martin Hollins, *Medical Physics*, Figura 3.4, página 44]

(a) Reseñe cómo podrían obtenerse los datos para este gráfico. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) ¿A qué frecuencia aproximada del sonido es más sensible el oído humano? [1]

.....

(c) ¿En qué gama de frecuencias puede oírse un sonido de intensidad 10^{-10} W m⁻²? [1]

.....

.....

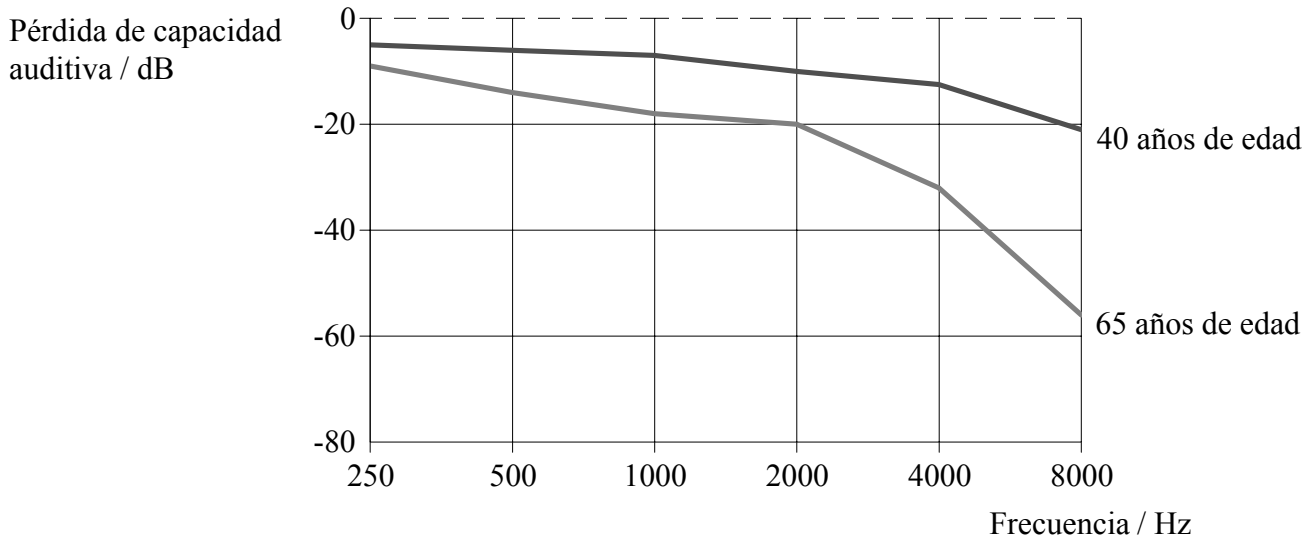
.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta D1: continuación)

El diagrama que sigue muestra los audiogramas típicos de personas de 40 y de 65 años, cuya disminución de capacidad auditiva se debe solamente al envejecimiento.



- (d) Utilice la información del diagrama para describir los cambios de capacidad auditiva que acontecen por el envejecimiento. [2]

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

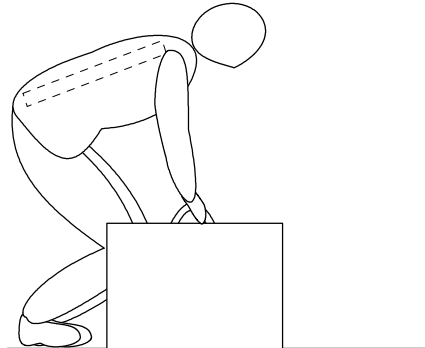
- (e) En el caso de una persona de 65 años, ¿cuál es la intensidad del sonido en $W m^{-2}$ que justo comienza a oírse a una frecuencia de 2.000 Hz? [3]

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

- (f) ¿Debería amplificar por igual todas las frecuencias un dispositivo para sordos destinado a una persona de 65 años? Razone sus respuestas. [2]

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

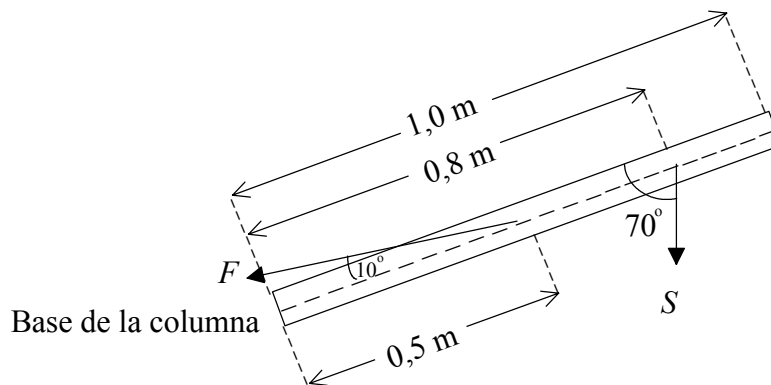
D2. La columna vertebral experimenta grandes esfuerzos adicionales cuando una persona levanta una maleta. En el marco de un modelo simplificado de la situación, la columna puede considerarse cual si fuera una barra rígida.



En este marco, y al levantar la maleta, en la columna actúan tres fuerzas adicionales que tienen que estar en equilibrio.

- La fuerza adicional debida al levantamiento de la maleta, S .
- La fuerza adicional debida a los músculos, F .
- La fuerza adicional que se ejerce sobre la base de la columna, R .

El diagrama que sigue expone la dirección, el sentido y el punto de aplicación de S y de F , pero no de R .



(a) Cite las **dos** condiciones para que S , F y R estén en equilibrio. [2]

.....

.....

.....

(b) Añada una flecha al diagrama para indicar la dirección y el sentido aproximado de R , la fuerza adicional que se ejerce sobre la base de la columna. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta D2: continuación)

- (c) Escriba una expresión para el momento de la fuerza S con respecto a la base de la columna. [2]

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

- (d) Muestre que la fuerza F es, aproximadamente, nueve veces la fuerza S , es decir, la fuerza del músculo es nueve veces el peso de la maleta que se levanta. [2]

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

OPCIÓN E — FÍSICA HISTÓRICA

E1. Las teorías de Aristóteles y Galileo sobre el movimiento aportan diferentes interpretaciones de las observaciones de cada día. Las diferentes teorías a veces producen diferentes predicciones

En las situaciones que siguen, explique brevemente cómo se aplicarían las teorías de Aristóteles y de Galileo sobre el movimiento para contestar a la pregunta.

(a) ¿Por qué cae una piedra al suelo si se suelta, mientras que el humo asciende por el aire? [3]

Aristóteles

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

Galileo

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

(b) ¿Qué ocurriría si un objeto de 10 kg y otro de 100 kg se soltaran desde la misma altura y al mismo tiempo? [2]

Aristóteles

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

Galileo

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E1: continuación)

- (c) ¿Cuales son las fuerzas que actúan sobre una bala de cañón después de que éste haya disparado y la bala se encuentre moviéndose en el aire?

[2]

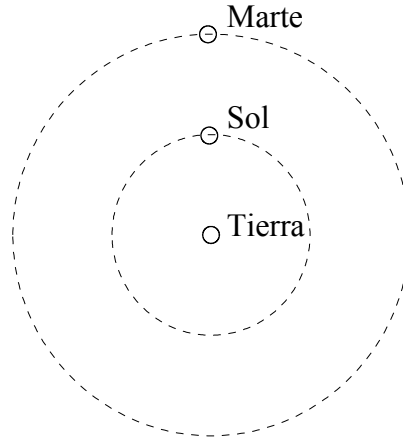
Aristóteles

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

Galileo

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

E2. Los diversos modelos del Universo han podido explicar los movimientos que se observan del Sol, de las estrellas y de los planetas. El diagrama que sigue representa parte de un sencillo modelo geocéntrico tal como lo propuso Tolomeo.



(a) Muestre en el diagrama la posición de Venus y las estrellas con arreglo a este modelo. [3]

.....
.....

(b) Se ha observado que el planeta Marte muestra movimiento retrógrado. Explique, con la ayuda del diagrama anterior, cómo Tolomeo dio cuentas de este movimiento retrógrado. [2]

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

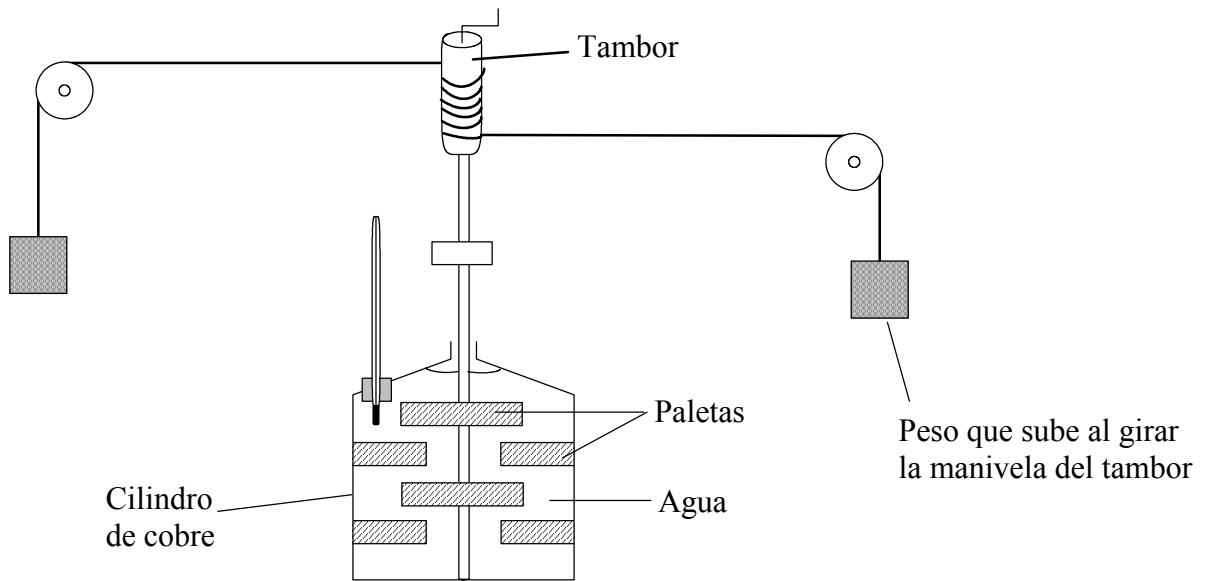
E3. Al principio del siglo dieciocho, los científicos consideraban que el calor era un fluido.

(a) ¿Qué nombre se le dio a este fluido?

[1]

.....

(b) El diagrama que sigue representa el aparato utilizado por Joule en un experimento que sirvió para cambiar lo que los científicos pensaban del calor. El experimento se repitió muchas veces antes de llegar a una conclusión.



(i) ¿Cuál fue el objetivo del experimento?

[1]

.....

(ii) Enumere todas las mediciones que se registraron.

[4]

.....

(iii) ¿De qué forma los resultados de este experimento cambiaron la forma de pensar de los científicos sobre la naturaleza del calor?

[2]

.....

OPCIÓN F — ASTROFÍSICA

F1. El cuadro que sigue aporta información sobre dos estrellas cercanas.

| Estrella | Magnitud aparente | Distancia en años luz |
|--|--------------------------|------------------------------|
| Fomalhaut (<i>α-Piscis Austrini</i>) | 1,2 | 22 |
| Aldebaran (<i>α-Tauri</i>) | 0,9 | 68 |

(a) ¿Qué estrella aparecería como la más brillante a un observador situado en la Tierra? Justifique su respuesta. [2]

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

(b) Explique la diferencia entre las magnitudes **aparentes** y **absolutas**. [2]

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

(c) Qué estrella tendría una magnitud **absoluta** de menor valor numérico. Justifique su respuesta. [2]

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

(d) El ángulo de paralaje para Fomalhaut es de 0,148 segundos de arco. Confirme que la distancia es de 22 años luz. [2]

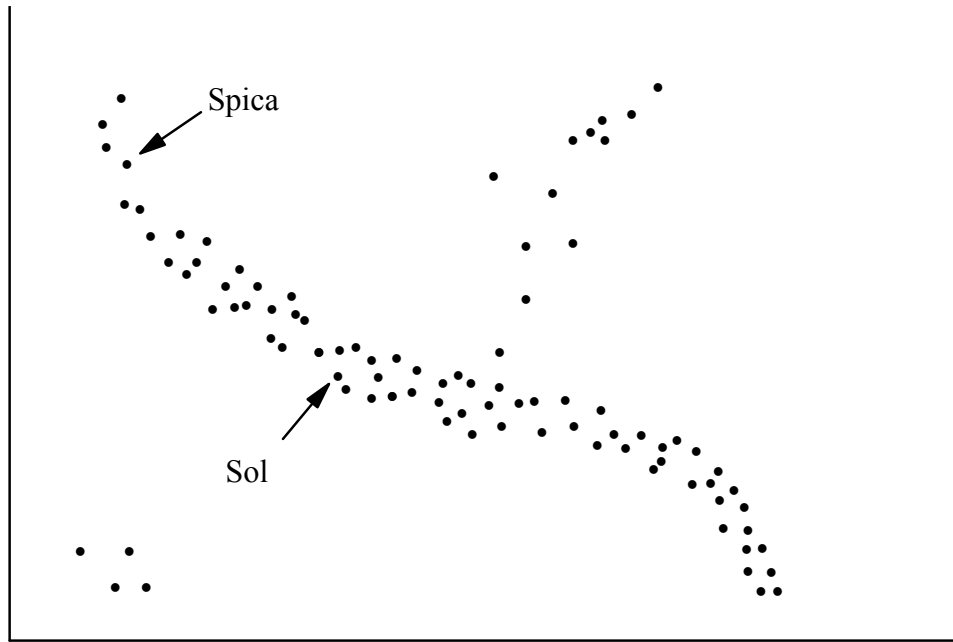
.....
.....
.....
.....

(e) ¿Prevé que Aldebaran tenga un ángulo de paralaje mayor o menor que Fomalhaut? Explique su respuesta. [2]

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

Página en blanco

F2. El diagrama que sigue representa un diagrama de Hertzsprung-Russell simplificado, en el que se identifica una estrella específica (Spica) y el Sol.



(a) Rotule los ejes. [2]

(b) ¿Cómo es Spica con respecto a nuestro Sol en los siguientes aspectos? Razone sus respuestas.

(i) Temperatura superficial. [1]

.....
.....

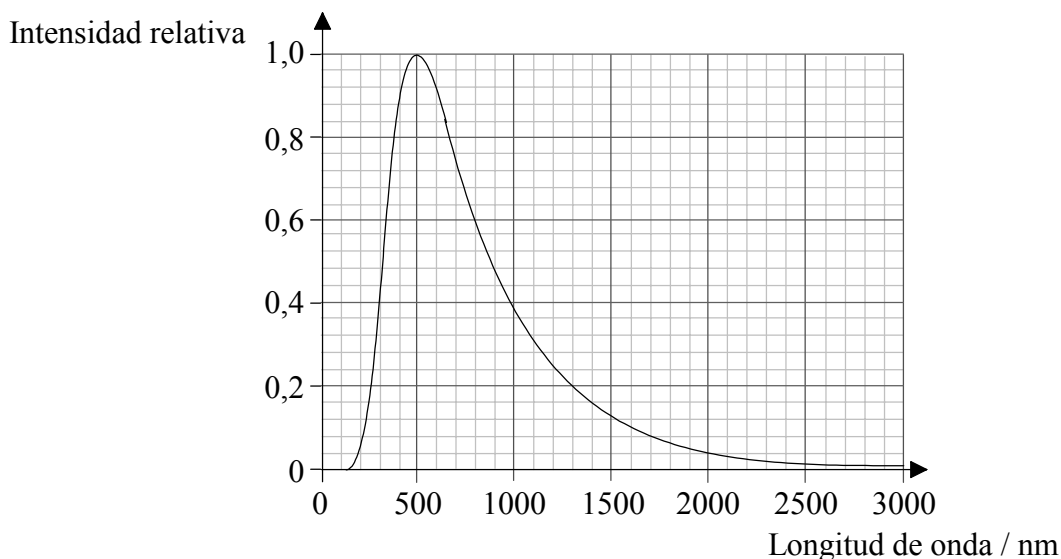
(ii) Masa. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta F2: continuación)

(c) El espectro de la luz procedente del Sol es como sigue.



[Fuente: Dobson, Grace and Lovett, *Physics*, página 623]

Utilice este espectro para estimar la temperatura en la superficie del Sol.

[2]

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

(d) Reseñe cómo pueden determinarse, en principio, las siguientes cantidades, partiendo del espectro de una estrella.

(i) Los elementos presentes en sus capas exteriores.

[2]

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

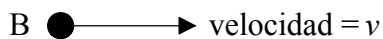
(ii) Su velocidad con respecto a la Tierra.

[2]

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

OPCIÓN G — RELATIVIDAD ESPECIAL Y GENERAL

G1. Dos observadores inerciales, A y B, acuerdan comparar sus mediciones del tiempo. Cada uno de ellos lleva un reloj de funcionamiento preciso. Durante el experimento, A observa que B se desplaza a una velocidad constante, v , como se expone seguidamente.



A ● en reposo

A y B observan dos sucesos. Para el primer suceso, B midió un **tiempo propio** de 6 segundos mientras que A midió 10 segundos.

(a) ¿Qué es lo que se quiere decir por **tiempo propio**? [1]

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

(b) Calcule el factor de dilatación del tiempo, γ , correspondiente al reloj de B según lo observa A. [1]

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

(c) Según A, ¿cuán rápido se mueve B para producir este factor de dilatación del tiempo? [2]

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

(d) Según B, ¿cuán rápido se mueve A? [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G1: continuación)

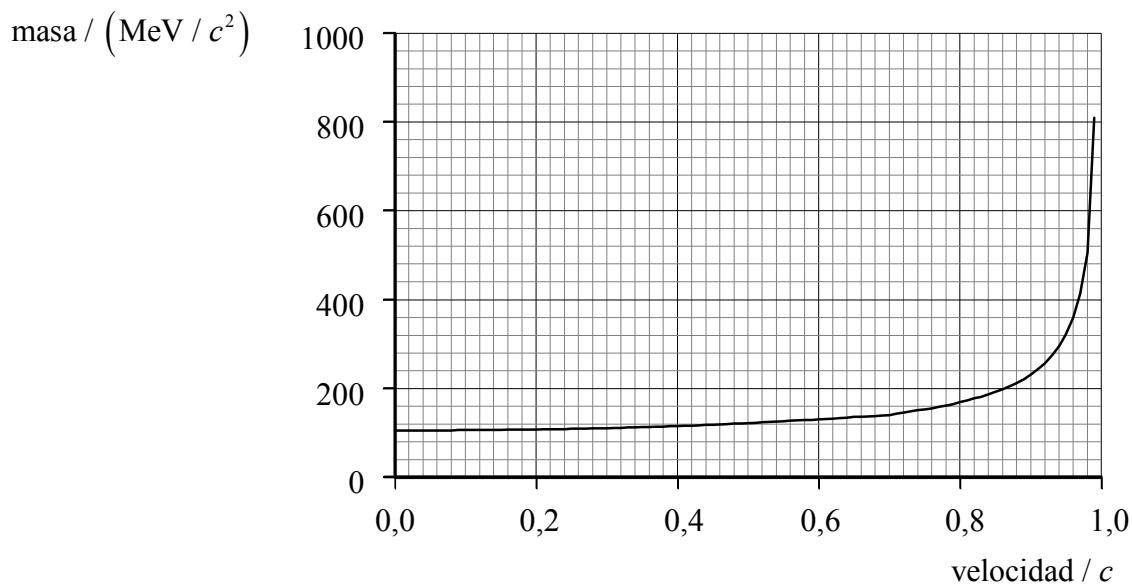
- (e) El segundo suceso está en reposo con respecto al observador A. El observador B mide 6 segundos para este suceso. ¿Qué intervalo de tiempo mide A? [3]

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

- (f) ¿Qué versión del tiempo es ‘correcta’? Razone su respuesta. [2]

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

G2. El gráfico que sigue presenta la masa de una partícula, a la que se denomina *muón*, en función de su velocidad.



Haga uso de la información que aporta el gráfico para contestar a las siguientes preguntas

(a) ¿Cuál es la masa en reposo del muón? [1]

.....

(b) ¿A qué velocidad tendría que desplazarse el muón para que su masa fuera **dos veces** la que tiene en reposo? [2]

.....

(c) Si se aplica una fuerza constante al muón, ¿podría esta fuerza alguna vez acelerarlo a una velocidad mayor que la de la luz? Razone su respuesta. [2]

.....

G3. Una predicción de la Teoría General de la Relatividad es el **desplazamiento gravitacional al rojo**. Explique lo que significa este término y reseñe un experimento que pudiera poner de manifiesto el efecto.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

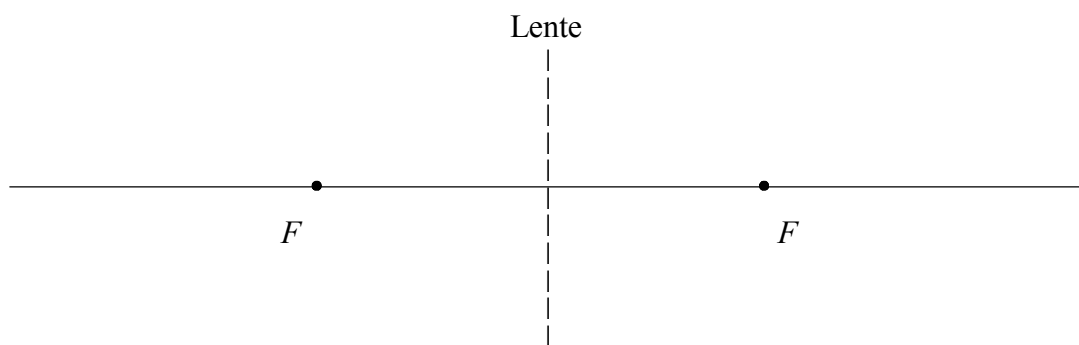
OPCIÓN H — ÓPTICA

H1. Un estudiante utiliza una sencilla lente **convergente** de distancia focal 12 cm para producir una imagen **virtual** ampliada.

(a) Muestre las posiciones aproximadas del objeto, de la lente y del ojo para poder producir este tipo de imagen. Añada los rayos al diagrama e identifique con una etiqueta

- (i) el objeto.
- (ii) la imagen.
- (iii) el ojo.

[4]



(b) Si la altura del objeto es 1,5 cm y la ampliación lineal es de +2,0, calcule

- (i) la altura de la imagen.

[1]

.....
.....

- (ii) la distancia de la lente al objeto.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H1: continuación)

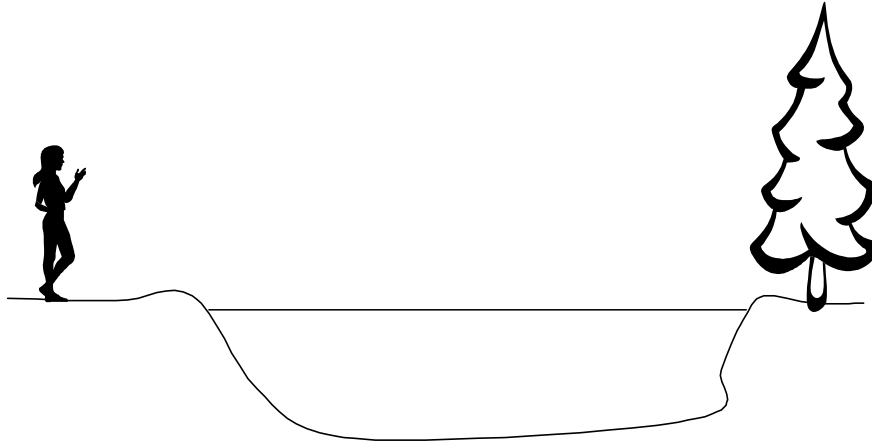
- (c) Si la lente se **alejara** lentamente del objeto, ¿aumentaría o disminuiría inicialmente la ampliación? Explique su razonamiento. [2]

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

- (d) ¿Dónde se formaría la imagen si el objeto se colocara a la distancia focal? Explique su razonamiento. [2]

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

H2. Carolina está contemplando una laguna como se indica. Al otro lado de la laguna hay un árbol. Cuando mira en **una dirección determinada** puede ver el fondo de la laguna y el reflejo de la copa del árbol al otro lado de la laguna.



- (a) Añada rayos al diagrama para mostrar cómo llega la luz a sus ojos desde
 - (i) la copa del árbol.
 - (ii) el fondo de la laguna.

[2]

Carolina observa que el fondo de la laguna se hace más claro cuando se pone **gafas de sol con cristales Polaroid**.

- (b) Explique por qué.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

H3. La luz puede comportarse como partículas y como ondas. Esboce un experimento que demuestre

(a) la naturaleza de partícula de la luz. [2]

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

(b) la naturaleza de onda de la luz. [2]

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