



**FÍSICA**  
**NIVEL MEDIO**  
**PRUEBA 3**

Número del alumno

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

Miércoles 5 de mayo de 2004 (mañana)

1 hora

---

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

- Escriba su número de alumno en la casilla 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.

Página en blanco

**Opción A — Ampliación de Mecánica**

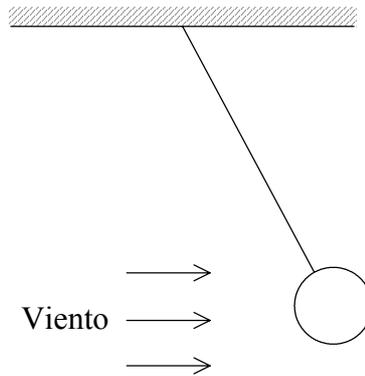
**A1.** Esta pregunta trata del equilibrio.

Explique si en cada uno de los siguientes casos se da una situación de equilibrio.

- (a) Un satélite en órbita con rapidez constante en torno a la Tierra. [2]

.....  
.....

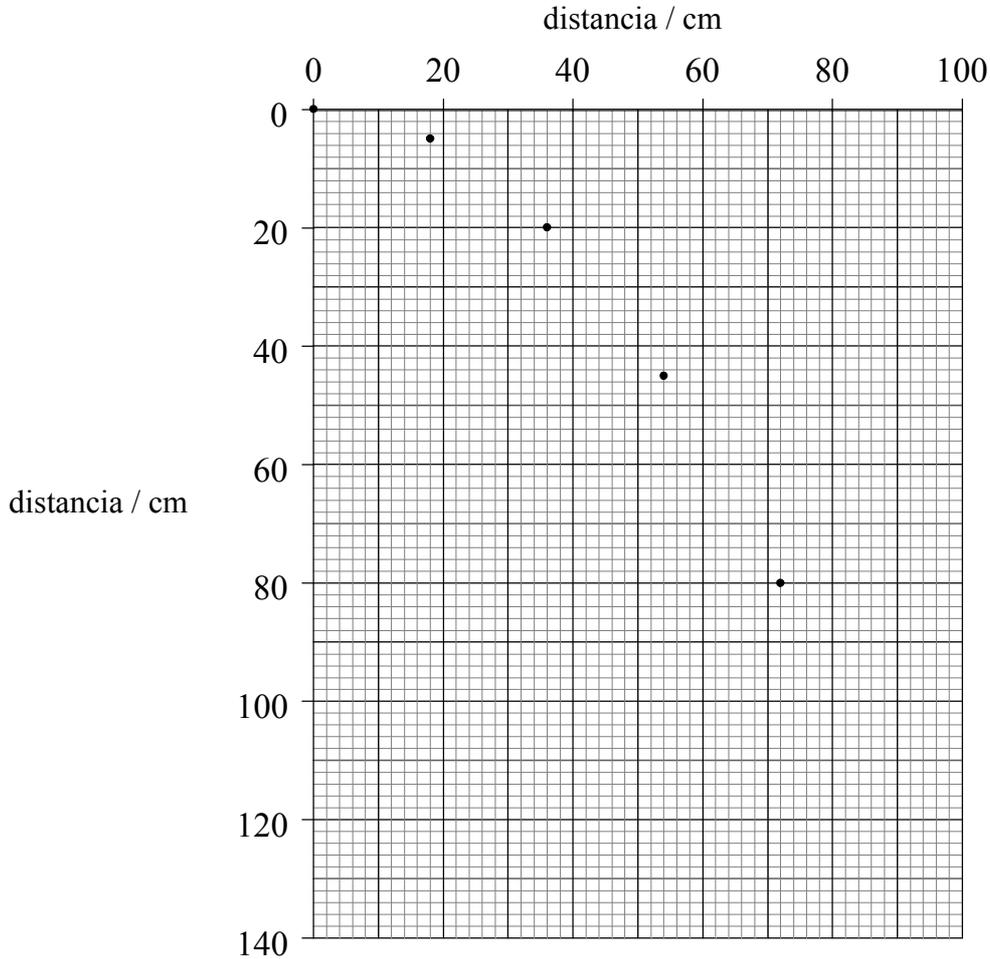
- (b) Un peso pequeño suspendido de una cuerda y desplazado hacia un lado por el viento de tal modo que la cuerda mantiene un ángulo constante con la vertical, como se muestra a continuación. [2]



.....  
.....

A2. Esta pregunta trata de movimiento de proyectiles.

Desde el borde de una mesa se lanza en horizontal una bola de acero pequeña. Se toma una serie de fotografías de la bola con un intervalo entre cada fotografía de 0,10 s. Las imágenes resultantes se muestran frente a una escala en el siguiente diagrama.



(a) Utilice el diagrama para determinar

(i) la velocidad horizontal constante de la bola.

[2]

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

(ii) la aceleración de la caída libre.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta A2: continuación)*

- (b) Marque sobre el diagrama la posición de la bola 0,50 s después de ser lanzada. [3]

En el espacio en blanco siguiente, lleve a cabo los cálculos necesarios para determinar con exactitud la posición de la bola.

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

- (c) Una segunda bola se lanza desde la mesa a la misma velocidad que la bola original. La bola tiene una masa pequeña, por lo que la resistencia del aire no se puede despreciar. Dibuje sobre el diagrama la forma aproximada de la trayectoria que esperaría que la siguiera bola. [3]

A3. Esta pregunta trata de la velocidad de escape y de la tercera ley de Kepler.

Júpiter y la Tierra son dos planetas que orbitan en torno al Sol.

La Tierra tiene una masa  $M_e$  y un diámetro  $D_e$ . La velocidad de escape desde la Tierra es de  $11,2 \text{ km s}^{-1}$ .

Los datos para Júpiter se ofrecen a continuación.

Masa:	$1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$	$(318 M_e)$
Diámetro medio:	$1,38 \times 10^5 \text{ km}$	$(10.8 D_e)$

(a) (i) Indique qué se entiende por *velocidad de escape*. [1]

.....  
.....

(ii) La velocidad de escape  $v$  viene dada por la expresión

$$v = \sqrt{\left(\frac{2GM}{R}\right)}$$

Determine la velocidad de escape desde Júpiter. [2]

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

(b) (i) Indique la tercera ley de Kepler. [1]

.....  
.....

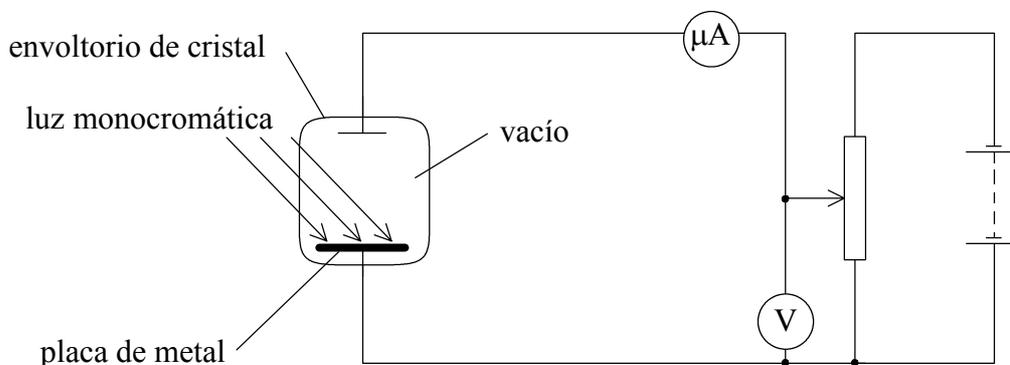
(ii) En 1610, se descubrió la luna Ganímedes, que orbita en torno a Júpiter. Se encontró que su órbita tenía un radio de  $15,0 R$  y un período de 7,15 días, donde  $R$  es el radio de Júpiter. Otra luna de Júpiter, Lisitea, se descubrió en 1938, y se encontró que su órbita tenía un radio de  $164 R$  y un período de 260 días. Demuestre que estos datos están de acuerdo con la tercera ley de Kepler. [2]

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

**Opción B — Física Cuántica y Física Nuclear**

**B1.** Esta pregunta trata del efecto fotoeléctrico.

Para demostrar el efecto fotoeléctrico, se utiliza el aparato que se muestra a continuación.



La luz monocromática incide sobre la placa de metal. El potenciómetro se ajusta para que dé el mínimo voltaje para el cual el microamperímetro marca cero.

(a) Indique y explique qué cambio, si lo hubiera, se dará en la lectura del microamperímetro cuando

(i) la intensidad de la luz incidente aumenta pero la frecuencia permanece sin cambios. [2]

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

(ii) la frecuencia de la luz aumenta manteniendo la intensidad constante. [2]

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

(b) Para la luz con longitud de onda de 540 nm, la lectura mínima en el voltímetro para una corriente nula es de 1,9 V.

(i) Indique la relación entre la energía del fotón y la energía del electrón emitido. [1]

.....  
 .....

(ii) A partir del resultado anterior, calcule la función de trabajo de la superficie de la placa. [3]

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

**B2.** Esta pregunta trata de un modelo atómico.

El modelo atómico de Schrödinger trata a los electrones como nubes de carga negativa en torno al núcleo. La distribución de la carga y la masa puede representarse por una onda estacionaria tridimensional.

(a) Identifique la característica de las ondas estacionarias que da la probabilidad de encontrar al electrón en una posición concreta. [2]

.....  
.....

Un electrón de masa  $m$  en un átomo tiene una energía total  $E$ , energía potencial  $E_p$  y energía cinética  $E_k$ .

(b) Escriba las expresiones para

(i) la relación entre  $E$ ,  $E_p$  y  $E_k$ . [1]

.....

(ii) el momento lineal  $p$ , del electrón en función de  $E_k$ . [1]

.....

(iii) la longitud de onda asociada  $\lambda$  del electrón en función de su energía total  $E$ . [2]

.....  
.....

**B3.** Esta pregunta trata de la desintegración radiactiva.

El cerio 145 es un isótopo radiactivo con una semivida de 3,0 minutos. Emite partículas  $\beta^-$  y también antineutrinos.

- (a) Dé una razón por la cual se postuló la existencia del neutrino para poder explicar la desintegración  $\beta$ . [1]

.....  
.....

- (b) Indique la clase de partícula a la que pertenece el neutrino. [1]

.....

- (c) Determine la probabilidad de la desintegración de un núcleo de cerio 145 en un tiempo de 1,0 minuto. [2]

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

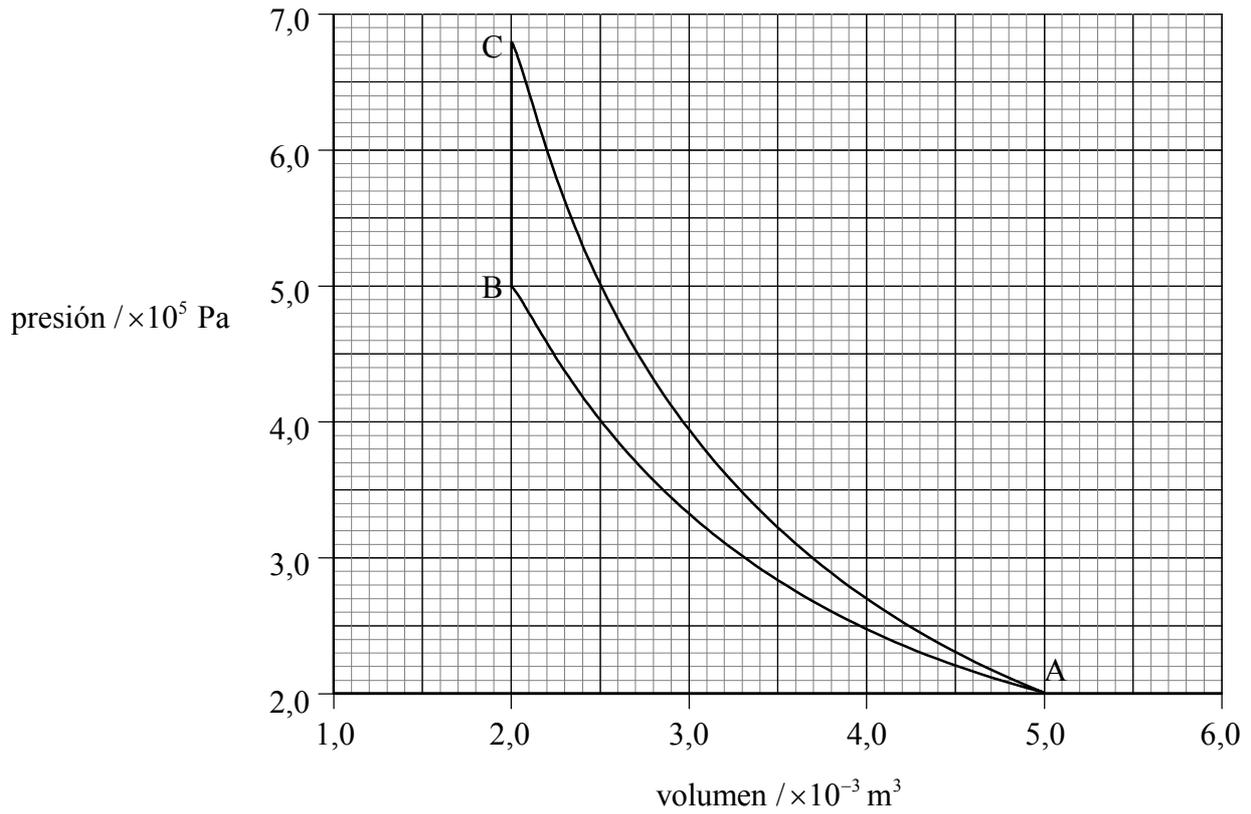
- (d) Determine el tiempo necesario para que la actividad de una muestra concreta de cerio 145 se reduzca a una fracción  $\frac{1}{10}$  de su actividad inicial. [2]

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

**Opción C — Ampliación de Energía**

**C1.** Esta pregunta trata de diagramas  $p-V$ .

El siguiente gráfico muestra la variación con el volumen de la presión de una masa fija de gas cuando ésta se comprime adiabáticamente, y también cuando la misma muestra de gas se comprime isotérmicamente.



(a) Indique y explique qué línea, AB o AC, representa la compresión isotérmica. [2]

.....  
 .....

(b) Sobre el gráfico, sombree el área que representa la diferencia en trabajo efectuado en el cambio adiabático y en el cambio isotérmico. [1]

(c) Determine la diferencia en trabajo efectuado, según se ha identificado en (b). [3]

.....  
 .....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta C1: continuación)*

- (d) Utilice la primera ley de la termodinámica para explicar el cambio en la temperatura durante la compresión adiabática. [3]

.....

.....

.....

.....

**C2.** Esta pregunta trata de fuentes de energía.

- (a) A pesar de que los combustibles fósiles se producen de manera continua en la Tierra, éstos se clasifican como no renovables. Resuma por qué los combustibles fósiles se clasifican como no renovables. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Algunos consultores de energía sugieren que la solución al problema de la contaminación por dióxido de carbono consistiría en utilizar energía nuclear para la generación de energía eléctrica. Identifique **dos** desventajas del uso de la fisión nuclear para la generación de energía eléctrica, en comparación con la quema de combustibles fósiles. [2]

1. ....

.....

2. ....

.....

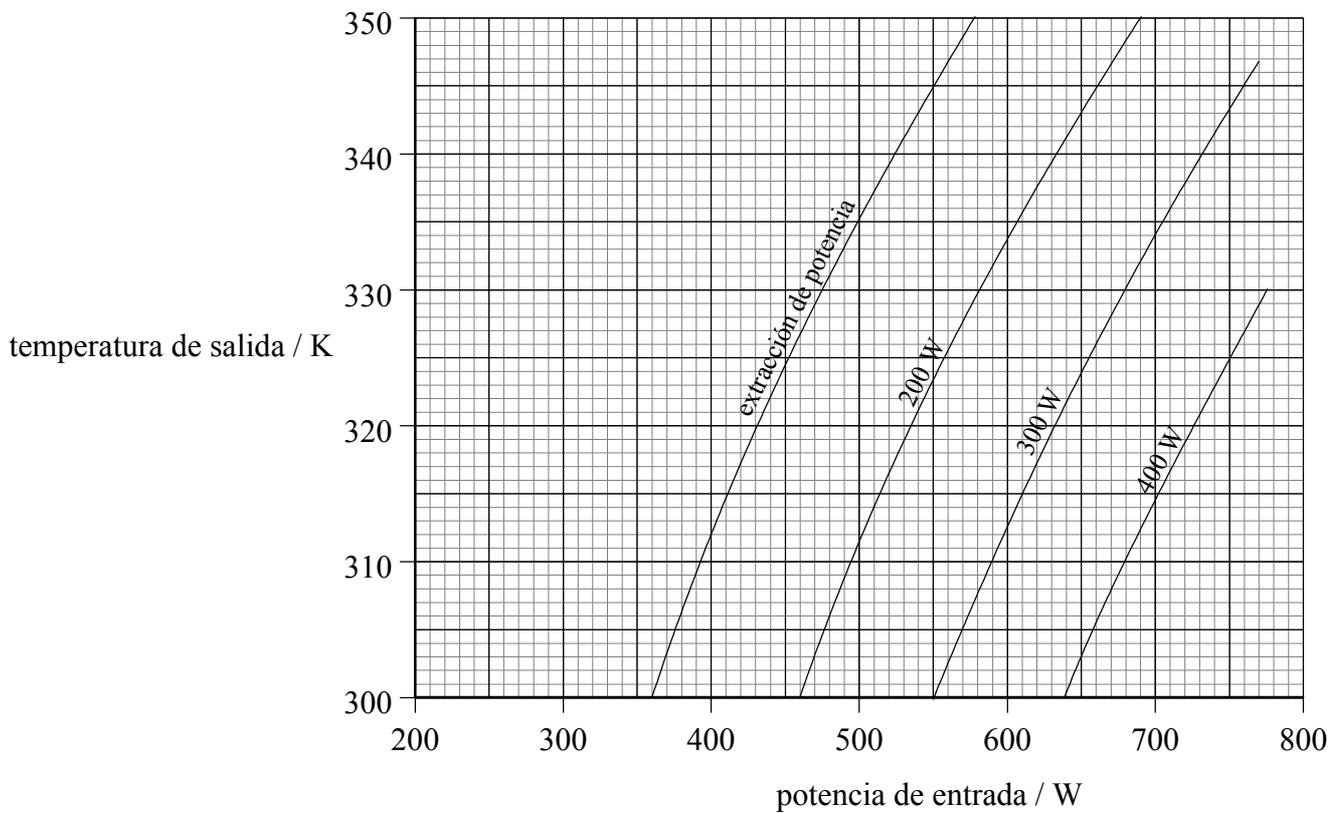
C3. Esta pregunta trata de la energía solar.

- (a) Refiriéndose a las transformaciones de energía, distinga entre un panel solar y una célula solar.

[2]

.....  
.....

Varios estudiantes llevan a cabo una investigación sobre un panel solar. Miden la temperatura de salida del agua para varias potencias solares de entrada diferente y para diferentes ritmos de extracción de energía térmica. Los resultados se muestran a continuación.



- (b) Utilice los datos del gráfico para responder a las siguientes cuestiones.

- (i) El panel solar provee agua a 340 K mientras que extrae energía a un ritmo de 300 W cuando la intensidad de la luz solar que incide perpendicularmente sobre el panel es de  $800 \text{ W m}^{-2}$ . Calcule el área efectiva del panel que se necesita.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta C3: continuación)*

- (ii) Deduzca el rendimiento total del panel para una potencia de entrada de 500 W a una temperatura de salida de 320 K.

[3]

.....

.....

.....

.....

**Opción D — Física Biomédica**

**D1.** Esta pregunta trata de escalas.

Fernando tiene una masa de 70 kg y mide 175 cm de altura. Jorge tiene la misma constitución y una masa de 85 kg.

(a) Estime

(i) la altura de Jorge.

[2]

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

(ii) el cociente  $\frac{\text{área superficial de Jorge}}{\text{área superficial de Fernando}}$ .

[2]

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

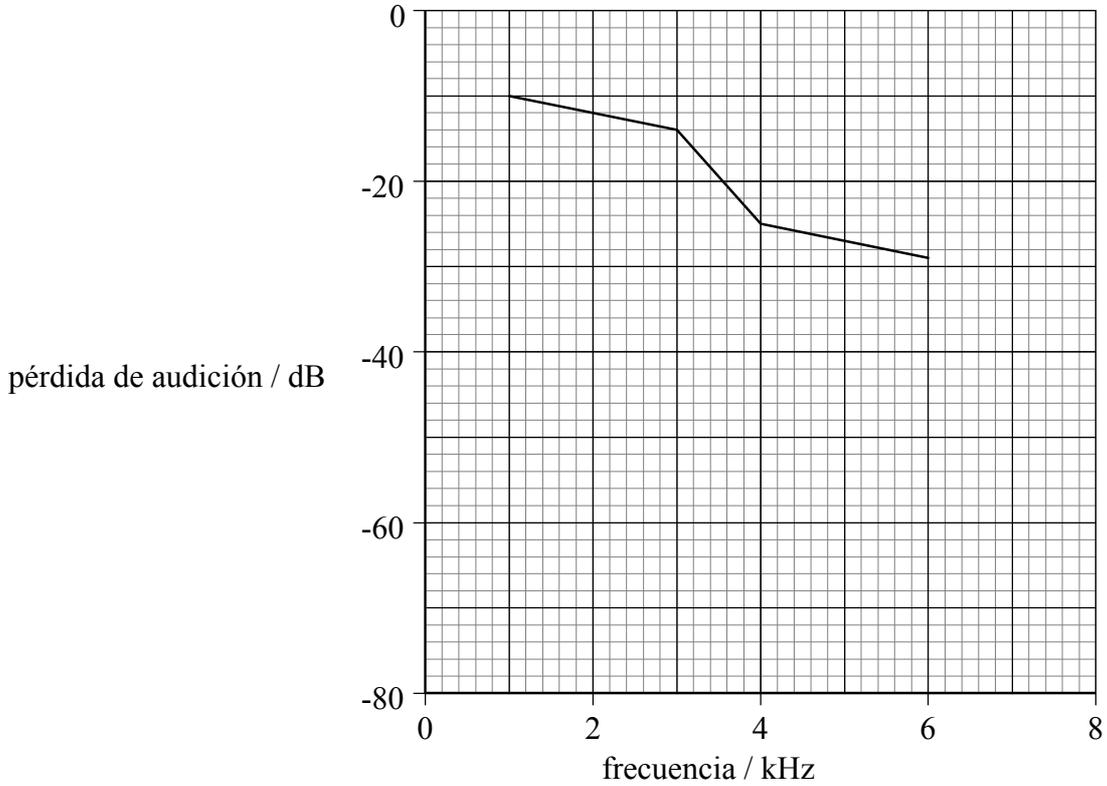
(b) Fernando y Jorge tienen el mismo ritmo de producción de energía térmica por unidad de masa corporal. Explique en términos cuantitativos cómo la diferencia en masa corporal afecta al ritmo de pérdida de calor por unidad de área, si ambos deben mantener la misma temperatura corporal.

[4]

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

D2. Esta pregunta trata de defectos en la audición.

El gráfico siguiente muestra un audiograma para una persona que **no** ha estado expuesta a niveles altos de ruido.



(a) Sugiera el defecto de audición que sufre la persona afectada. [1]

.....

Una persona con audición normal puede detectar un sonido de intensidad  $1,0 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$  a la frecuencia de 3,0 kHz.

(b) Utilice datos del gráfico para determinar la **intensidad** mínima a 3,0 kHz que puede ser detectada por la persona con el defecto de audición. [2]

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

(c) En el gráfico, dibuje una segunda línea que ilustre la pérdida de audición provocada por muchos años de exposición a niveles altos de ruido en el lugar de trabajo. [2]

**D3.** Esta pregunta trata de la diagnosis médica.

Indique y explique el uso de

(a) la papilla de bario en el diagnóstico mediante rayos X. [2]

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

(b) el gel sobre la piel durante las sesiones de imágenes por ultrasonidos. [2]

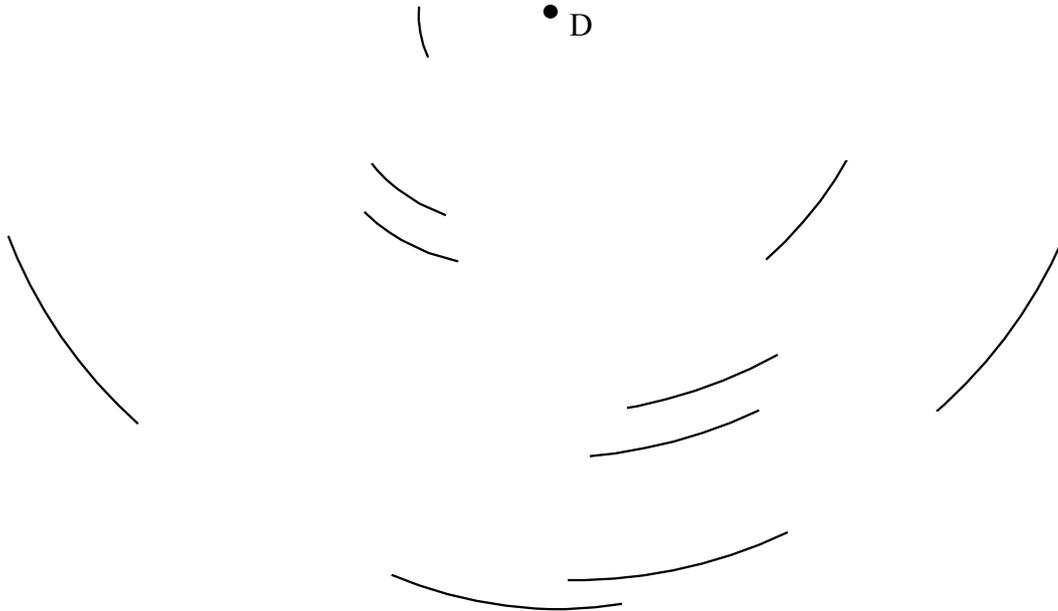
.....  
.....  
.....

(c) un campo magnético no uniforme superpuesto sobre un campo constante mucho mayor, en la diagnosis mediante resonancia magnética nuclear. [3]

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

**Opción E — Historia y Desarrollo de la Física**

**E1.** Un estudiante ha fotografiado el cielo nocturno colocando una cámara sobre un trípode y dejando abierto el obturador de la cámara durante 90 minutos. El siguiente diagrama ilustra la fotografía obtenida. Sólo se muestran algunas de las líneas más brillantes.



(a) Identifique el punto brillante designado por D. [1]

.....

(b) Describa, en términos cualitativos, cómo se puede deducir de la fotografía la rotación de la Tierra. [2]

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

(c) Tomando medidas sobre el diagrama, deduzca un valor para el período de rotación de la Tierra. [3]

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

**E2.** Esta pregunta trata de la teoría del calórico.

La teoría del calor aceptada por la mayor parte de los científicos hasta bien entrado el siglo XIX es la “teoría del calórico”.

(a) Indique cómo los siguientes fenómenos se pueden explicar de acuerdo con la teoría del calórico.

(i) El enfriamiento de un cuerpo [1]

.....

(ii) La conducción de calor [2]

.....  
.....

(iii) Las diferencias en calor específico [1]

.....

(b) Sugiera cómo las observaciones del Conde Rumford en 1798 llevaron a que se pusiera en duda la validez de la teoría del calórico. [3]

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

**E3.** Esta pregunta trata de los primeros modelos atómicos.

- (a) Sugiera cómo el modelo de Rutherford del átomo puede utilizarse para explicar que los átomos en un gas ideal se comportan como esferas sólidas. [3]

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

La existencia en el núcleo de una partícula neutra con una masa aproximadamente igual a la del protón fue sugerida en 1920. No obstante, el neutrón no se descubrió hasta 1932.

- (b) (i) Sugiera por qué la presencia del neutrón fue difícil de detectar. [1]

.....

- (ii) Resuma cómo la radiación resultante del bombardeo de boro o berilio con partículas  $\alpha$  condujo al descubrimiento del neutrón. [3]

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

**Opción F — Astrofísica**

**F1.** Esta pregunta trata de diversos cuerpos en el universo.

(a) Describa brevemente qué es una estrella. [2]

.....  
.....

(b) Distinga entre constelación y galaxia. [4]

Constelación: .....

.....

Galaxia: .....

.....

**F2.** Esta pregunta trata de la densidad media de materia en el universo.

- (a) Explique la relevancia de la *densidad crítica* de materia en el universo con respecto al destino final posible de éste. [3]

.....

.....

.....

.....

La densidad crítica  $\rho_0$  de materia en el universo viene dada por la expresión

$$\rho_0 = \frac{3H_0^2}{8\pi G},$$

en donde  $H_0$  es la constante de Hubble y  $G$  es la constante gravitatoria.

Un valor aproximado de  $H_0$  es  $2,7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ .

- (b) (i) Calcule un valor para  $\rho_0$ . [1]

.....

.....

.....

- (ii) A partir del resultado anterior, determine el número equivalente de nucleones por unidad de volumen a esta densidad crítica. [1]

.....

.....

F3. Esta pregunta trata de las variables cefeidas.

Las características de una variable cefeida fueron observadas por vez primera en 1784.

(a) (i) Describa las características por las cuales se puede identificar desde la Tierra una variable cefeida. [2]

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

(ii) Resuma la causa de esta característica. [2]

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

Una variable cefeida concreta resulta tener un valor medio de su magnitud aparente de 5,2 y un período de pulsación de 50 días. La magnitud aparente  $m$  está relacionada con la magnitud absoluta  $M$  y con la distancia  $d$  (medida en parsecs) por la expresión

$$m - M = 5 \lg d - 5.$$

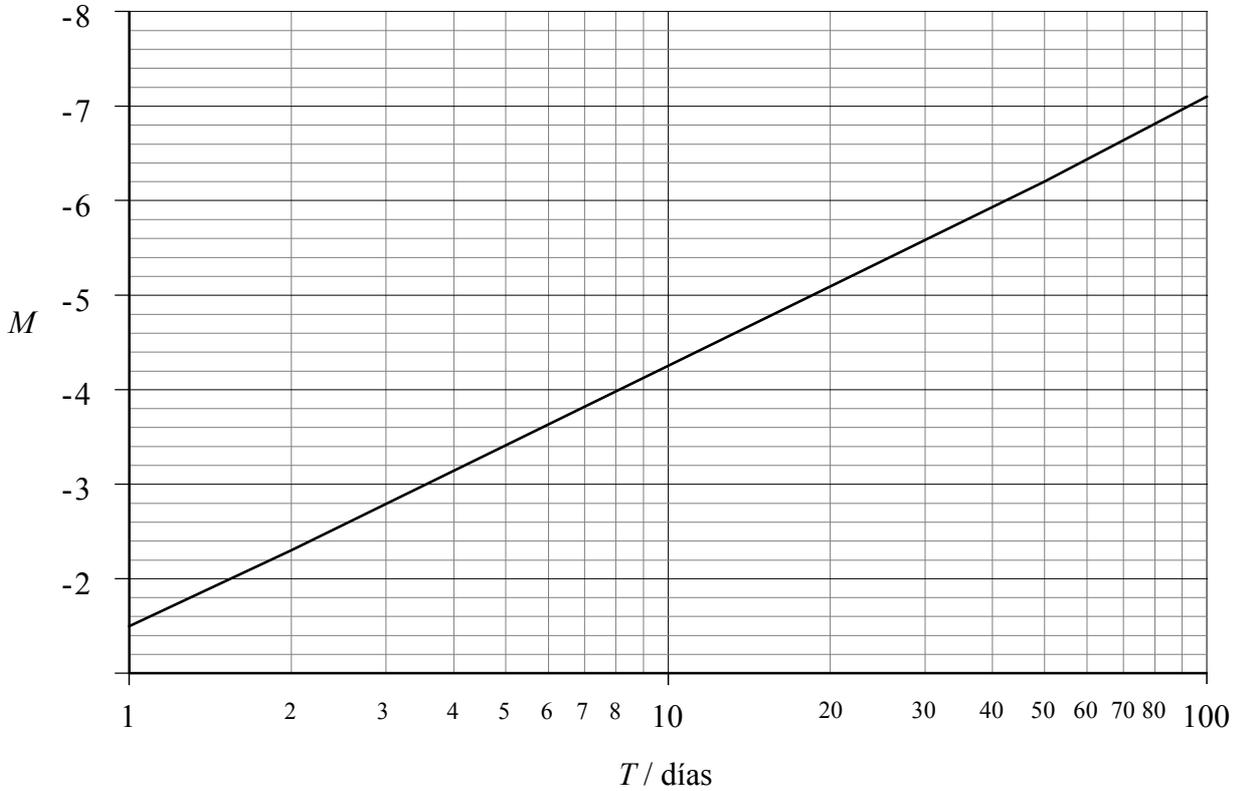
(b) (i) Distinga entre *magnitud aparente* y *magnitud absoluta*. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta F3: continuación)

El gráfico siguiente muestra cómo varía con el período de pulsación  $T$  la magnitud absoluta  $M$  de algunas variables cefeidas.



- (ii) Utilice la gráfica para obtener un valor para la magnitud absoluta de esta variable cefeida y, a partir de este valor, determine su distancia a la Tierra. [3]

.....

.....

.....

.....

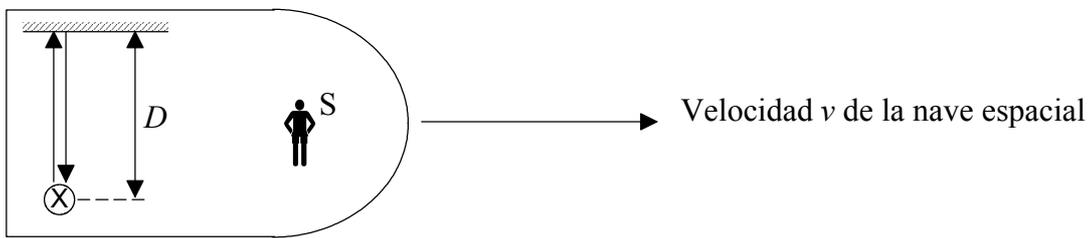
**Opción G — Relatividad**

**G1.** Esta pregunta trata de la dilatación temporal.

- (a) Indique qué se entiende por sistema *inercial* de referencia. [1]

.....  
 .....

Un observador S en una nave espacial ve un destello de luz. La luz se refleja en un espejo, a distancia  $D$  del destello, y regresa a la fuente del destello como se ilustra a continuación. La velocidad de la luz es  $c$ .



- (b) Escriba una expresión, en función de  $D$  y  $c$ , para el tiempo  $T_0$  que el destello de luz invierte en regresar a su posición original, tal como lo mediría el observador S, que se encuentra en reposo respecto a la nave espacial. [1]

.....

La nave espacial se mueve a velocidad  $v$  relativa al observador designado por E en el diagrama. La velocidad de la luz es  $c$ .

- (c) (i) Dibuje la trayectoria de la luz tal como la vería el observador E. Marque la posición F de la que parte la luz, y la posición R en la que la luz regresa a la fuente del destello. [1]

- (ii) El tiempo necesario para que la luz viaje de F a R, medido por el observador E, es  $T$ . Escriba una expresión, en función de la velocidad  $v$  de la nave espacial y de  $T$ , para la distancia FR. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G1: continuación)

- (iii) Utilizando la respuesta en (ii), determine, en función de  $v$ ,  $T$  y  $D$ , la longitud  $L$  de la trayectoria de la luz tal como la vería el observador E. [2]

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

- (iv) A partir del resultado anterior, deduzca una expresión para  $T$  en función de  $T_0$ ,  $v$  y  $c$ . [4]

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

**G2.** Esta pregunta trata de la semivida de los muones.

La semivida de los muones es de  $3,1 \times 10^{-6}$  s, medida en un sistema de referencia estacionario respecto a los muones.

Se produce un pulso de muones tal que los muones tienen una velocidad de  $2,8 \times 10^8$  ms<sup>-1</sup> respecto a un observador estacionario.

Determine la distancia recorrida por el pulso, tal como la mediría el observador, cuando la mitad de los muones se haya desintegrado. [3]

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

**G3.** Esta pregunta trata de masa-energía.

(a) Defina *masa en reposo*.

[2]

.....  
.....

(b) Un electrón con masa en reposo  $m_0$  se acelera a través de una diferencia de potencial  $V$ . Explique por qué, para valores grandes de  $V$ , la fórmula

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = eV$$

no es adecuada para determinar la velocidad  $v$  del electrón acelerado.

[3]

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

(c) Un electrón se acelera a través de una diferencia de potencial de  $5,0 \times 10^6$  V. Determine la equivalencia en masa de la variación en energía cinética del electrón.

[2]

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

**Opción H — Óptica**

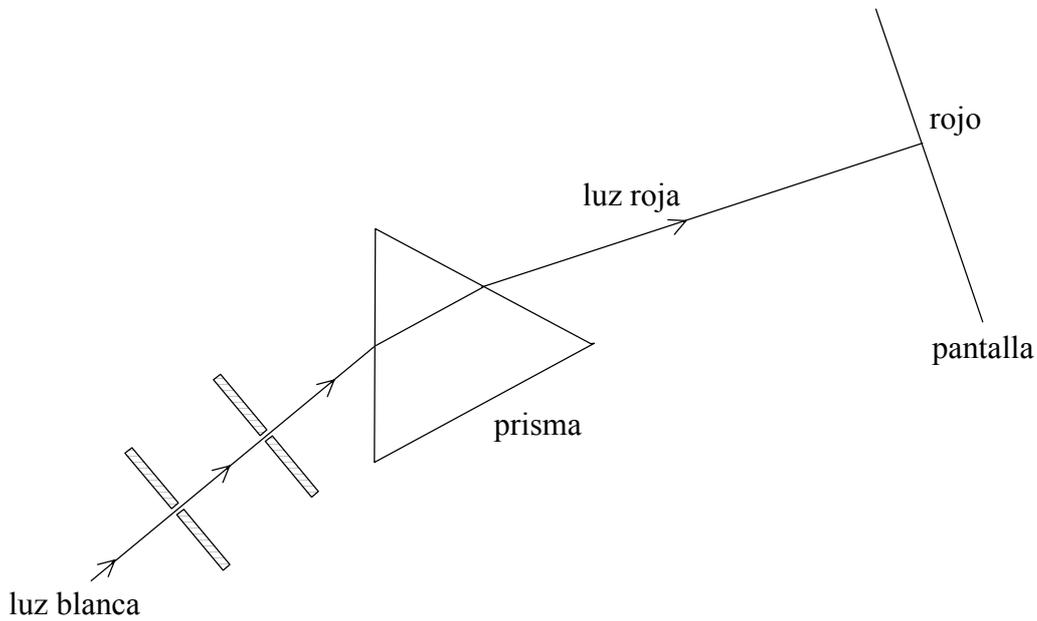
**H1.** Esta pregunta trata de un espectro.

(a) Describa qué se entiende por espectro de la luz blanca.

[2]

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

Un estudiante ha utilizado el montaje indicado a continuación para mostrar el espectro de la luz blanca.



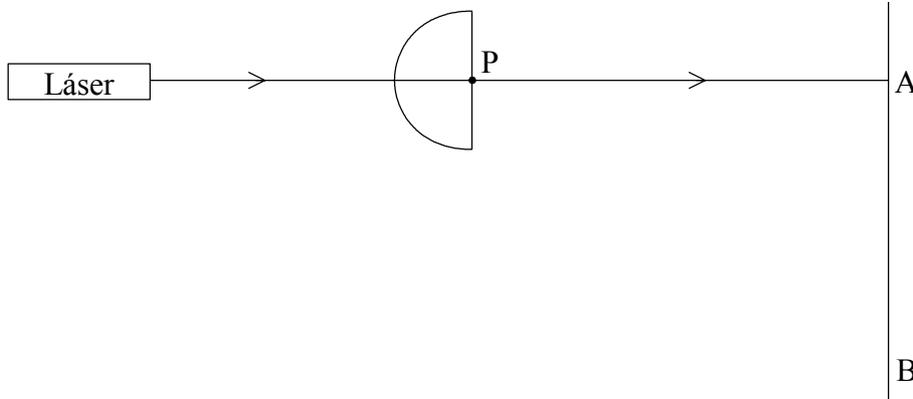
(b) Complete el diagrama para mostrar el trayecto de la luz azul a través del prisma y hacia la pantalla.

[3]

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

H2. Esta pregunta trata del índice de refracción.

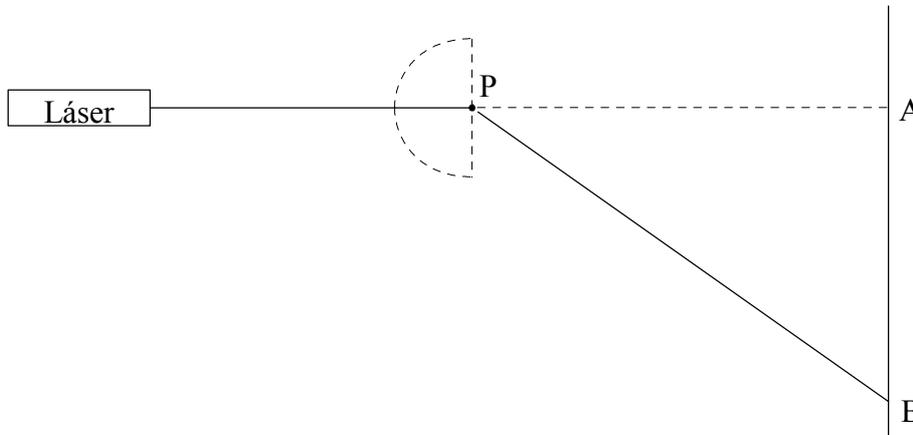
La luz de un láser se orienta hacia un bloque de vidrio semicircular. La luz pasa sin desviarse a través del bloque, y llega a una pantalla, formando una mancha en A, como muestra la figura.



Si se hace rotar el bloque semicircular alrededor del punto P, la mancha de luz sobre la pantalla se mueve hacia abajo. Cuando la mancha llega al punto B, ésta desaparece.

- (a) Complete el diagrama siguiente para mostrar la posición del bloque semicircular cuando la mancha se encuentra en el punto B. La posición original del bloque se muestra como una línea a trazos.

[1]



En un experimento concreto, la distancia PA es de 120 cm, y la distancia AB es de 138 cm.

- (b) Calcule el índice de refracción del vidrio del bloque.

[3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta H2: continuación)*

Se reemplaza el láser por otro que emite luz de mayor frecuencia. Entonces se repite el experimento.

(c) Indique y explique si la distancia AB será mayor o menor que 138 cm. [3]

.....

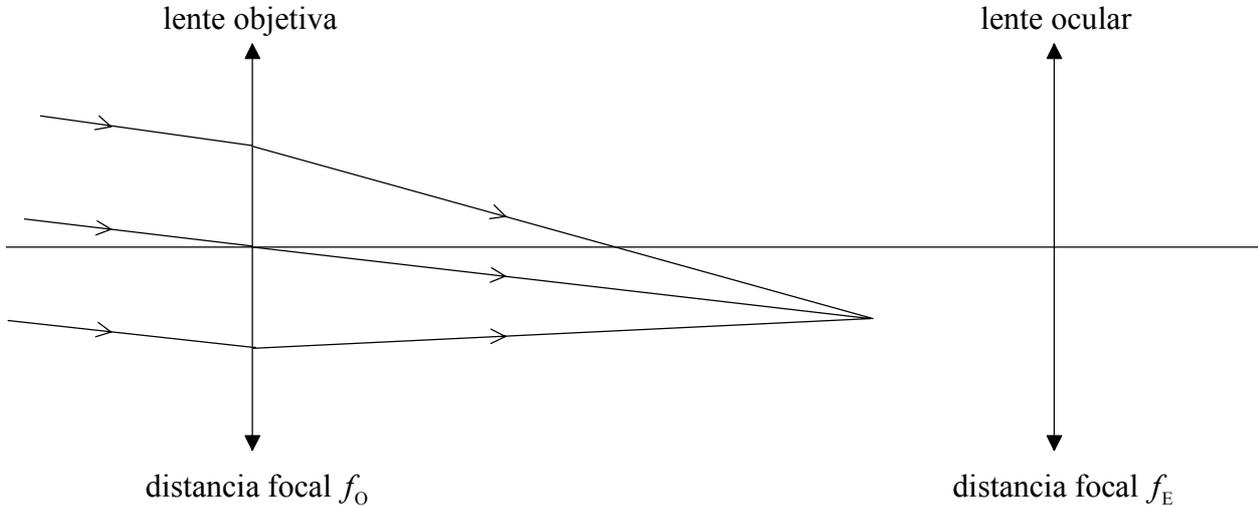
.....

.....

.....

H3. Esta pregunta trata de un telescopio.

El diagrama siguiente muestra dos lentes dispuestas de modo que forman un telescopio astronómico. Las dos lentes están representadas como líneas rectas.



Las longitudes focales de la lente objetiva y de la lente ocular son  $f_o$  y  $f_e$  respectivamente. Se muestra la luz de un objeto distante enfocada sobre el plano focal de la lente objetiva. La imagen final se debe formar en el infinito.

(a) Complete el diagrama de rayos para mostrar la formación de la imagen final. [2]

(b) (i) Indique qué se entiende por aumento angular. [1]

.....  
.....

(ii) Utilizando el anterior diagrama completado, deduzca una expresión en función de  $f_o$  y  $f_e$  para el aumento angular de un telescopio astronómico. Suponga que la imagen final está en el infinito. [4]

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

(c) Al dar las especificaciones de un telescopio astronómico, es frecuente citar el diámetro de la lente objetiva. Sugiera una razón para citar dicho diámetro. [1]

.....  
.....