



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

Miércoles 6 de noviembre de 2002 (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.

---

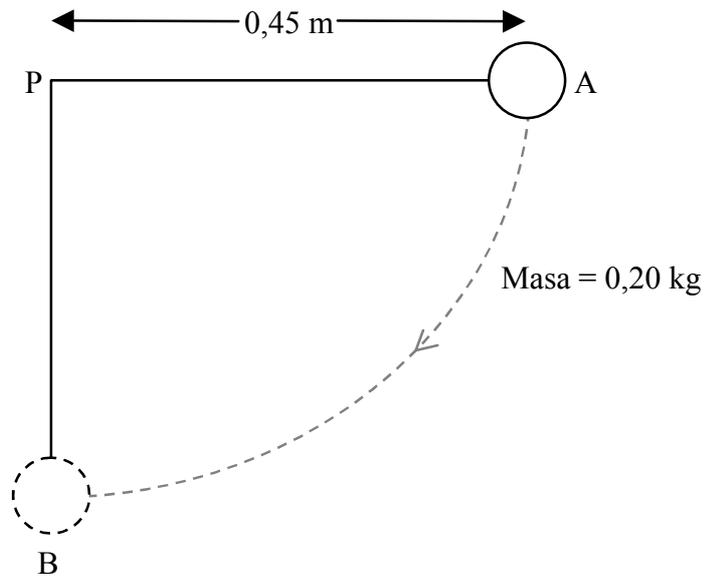
OPCIONES CONTESTADAS	EXAMINADOR	LÍDER DE EQUIPO	IBCA
	/20	/20	/20
	/20	/20	/20
	TOTAL /40	TOTAL /40	TOTAL /40

**OPCIÓN A — AMPLIACIÓN MECÁNICA**

**A1.** Esta pregunta trata de una bola que oscila.

El diagrama siguiente muestra una bola de masa 0,20 kg que está sujeta por una cuerda al punto P y se mantiene en la posición A, con la cuerda dispuesta en horizontal. La distancia del punto P hasta el centro de la bola es 0,45 m.

Se suelta la bola y esta oscila siguiendo un arco de círculo que pasa por el punto B, situado en la vertical de P.



Las siguientes cuestiones hacen referencia a la bola en el momento en que pasa por B.

Se puede tomar para la aceleración de la gravedad  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ .

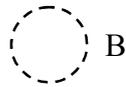
(a) Explique si la fuerza neta que actúa sobre la partícula es, o no, cero, cuando se encuentra en la posición B. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta A1: continuación)

- (b) En el espacio de más abajo, dibuje un diagrama de cuerpo libre con los elementos identificados que muestre las fuerzas que actúan sobre la bola cuando pasa por la posición B. [3]



- (c) Cuando la bola pasa por B
- (i) pruebe que su rapidez es de  $3,0 \text{ ms}^{-1}$ . [2]

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

- (ii) determine su aceleración. [2]

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

- (iii) determine la tensión de la cuerda. [3]

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

A2. Esta pregunta trata de las oscilaciones de una masa sujeta a un muelle.

El diagrama 1 muestra una masa  $M$  suspendida de un muelle dispuesto verticalmente. Se lleva la masa hacia abajo, hasta la posición señalada A, y entonces se abandona, de modo que oscila con movimiento armónico simple entre las posiciones A y B. La posición de equilibrio de la masa es la señalada como E.

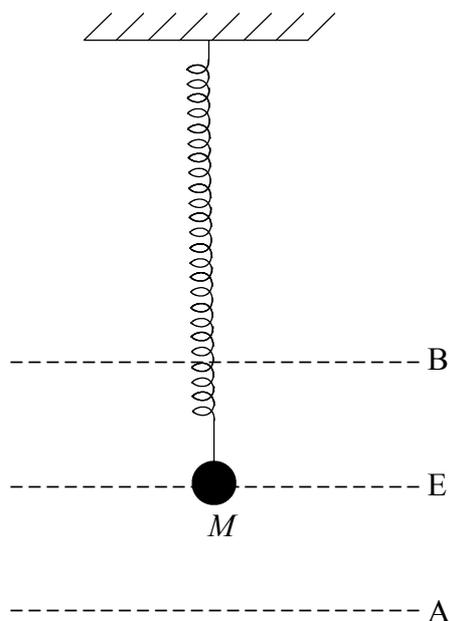


Diagrama 1

El periodo de oscilación es de 0,80 s. La gráfica esquematizada más abajo en el diagrama 2 muestra cómo varía la aceleración de la masa con el tiempo, durante un periodo.

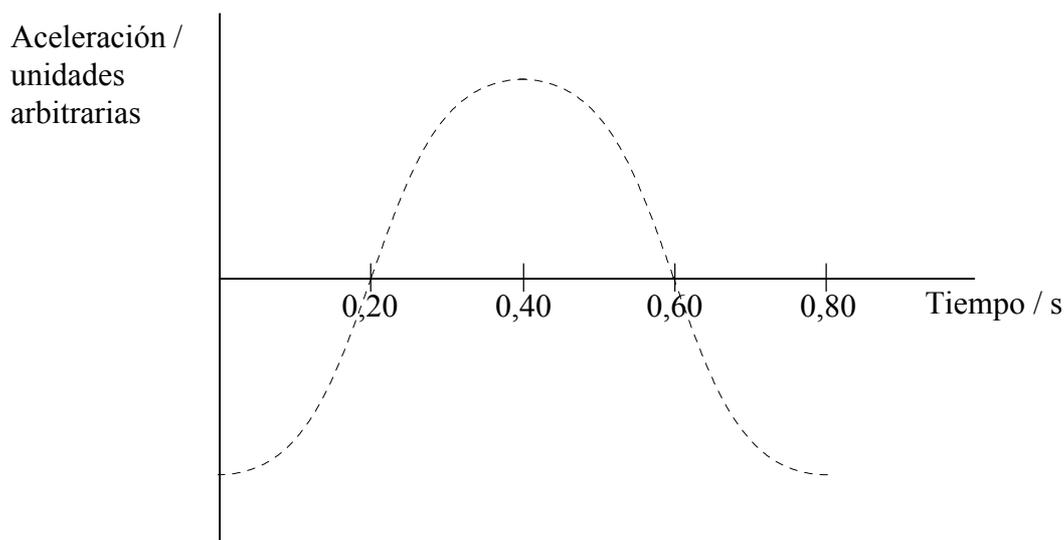


Diagrama 2

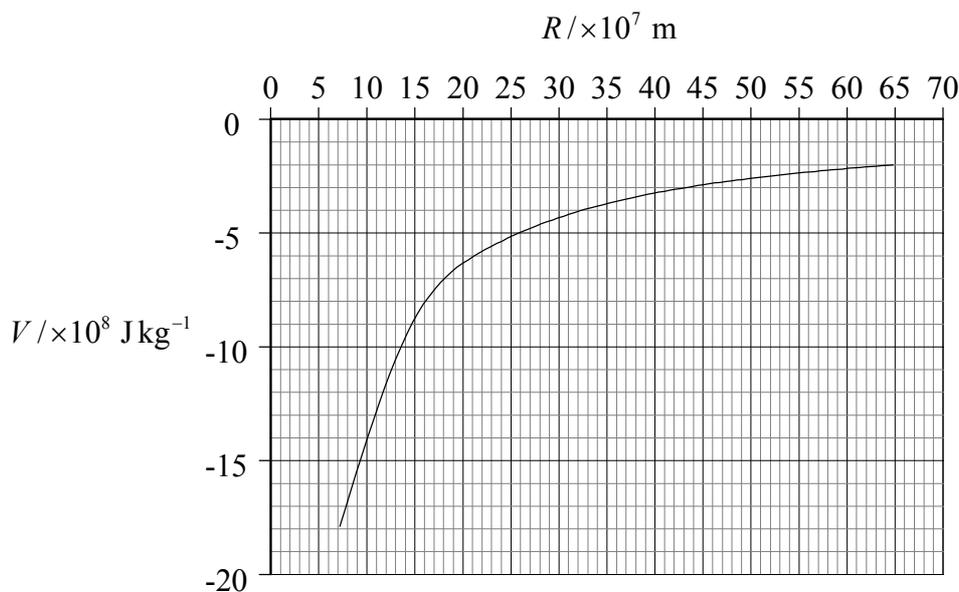
Marque sobre el gráfico anterior todos los puntos que correspondan a las posiciones A, B y E del diagrama 1.

[3]

A3. Esta pregunta trata sobre el potencial y el campo gravitatorios.

El gráfico de más abajo muestra cómo varía el potencial gravitatorio  $V$  por encima de la superficie de un planeta, en función de la distancia  $R$  al centro del planeta. No se han representado los valores del potencial entre el centro y la superficie del planeta.

El radio del planeta es  $7,2 \times 10^7$  m.



(a) Uno de los satélites del planeta dista  $22 \times 10^7$  m del centro del planeta. Una nave espacial de masa  $2,0 \times 10^4$  kg es lanzada desde la superficie del planeta hacia ese satélite.

Suponiendo que la masa del satélite es mucho más pequeña que la del planeta, utilice los datos del gráfico anterior para hallar la cantidad mínima de energía que necesitaría la nave espacial para llegar justamente hasta el satélite. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Si la masa del satélite **no** fuera pequeña en comparación con la del planeta, ¿necesitaría más o menos energía la nave espacial para alcanzar justamente el satélite? Explíquelo. [1]

.....

.....

.....

**OPCIÓN B — AMPLIACIÓN DE FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR**

**B1.** Esta pregunta trata sobre la desintegración radiactiva de un isótopo del uranio,  ${}^{235}_{92}\text{U}$ .

Cuando el núcleo  ${}^{235}_{92}\text{U}$  se desintegra, el núcleo resultante es radiactivo. Posteriormente pueden tener lugar una serie de sucesivas desintegraciones. La posición del  ${}^{235}_{92}\text{U}$  se muestra en el retículo de más abajo. El retículo está rotulado con los números  $N$ ,  $Z$  y con los símbolos de los núclidos asociados.

$N$	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu
143						${}^{235}_{92}\text{U}$ •		
142								
141								
140								
139								
138								
$Z$	87	88	89	90	91	92	93	94

(a) ¿Qué representa el número 143 para el núcleo  ${}^{235}_{92}\text{U}$ ? [1]

.....

El  ${}^{235}_{92}\text{U}$  se desintegra en el isótopo radiactivo  $P$ , por emisión alfa.  
 A continuación,  $P$  se desintegra en otro núcleo radiactivo  $Q$ , por emisión beta negativa.  
 Por último,  $Q$  se desintegra en un núcleo  $R$ , por emisión alfa.

(b) Marque sobre el retículo de más arriba las posiciones de los núclidos  $P$ ,  $Q$  y  $R$ . [3]

(c) ¿Cuáles son los números atómico y másico del núcleo  $R$ ? [2]

.....

**B2.** Esta pregunta trata sobre la naturaleza corpuscular de la luz y sobre la naturaleza ondulatoria de los electrones.

(a) En el efecto fotoeléctrico se observa que la energía de los electrones emitidos desde la superficie del metal, depende de la frecuencia de la luz incidente. Explique por qué esta observación no es consistente con las propiedades ondulatorias asociadas con la luz. [2]

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

(b) Sobre la superficie de un metal incide luz de longitud de onda 400 nm. La función de trabajo del metal es 2,0 eV.

(i) Defina el término *función de trabajo*. [2]

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

(ii) Demuestre que la energía cinética máxima de los electrones emitidos desde la superficie del metal es de  $1,8 \times 10^{-19}$  J. [5]

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

(c) Demuestre que la longitud de onda de De Broglie de los electrones con esa energía cinética máxima será del orden de 1 nm. [5]

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

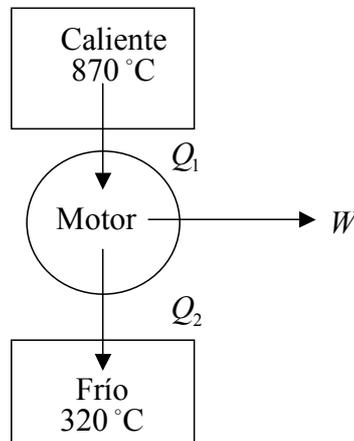
**OPCIÓN C — AMPLIACIÓN DE ENERGÍA**

**C1.** Esta pregunta trata sobre un motor térmico.

(a) Explique la diferencia entre un *motor térmico* y una *bomba de calor*. [3]

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

El diagrama siguiente representa un motor térmico ideal. El motor opera siguiendo un ciclo de Carnot entre un foco caliente a la temperatura de  $870^{\circ}\text{C}$  y un foco frío a la temperatura de  $320^{\circ}\text{C}$ .



Durante un ciclo,  $Q_1$  es la energía transferida desde el foco caliente,  $Q_2$  la energía transferida al foco frío y  $W$  el trabajo realizado por el motor.

(b) Nombre la ley que determina la relación entre  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $W$ . [1]

.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta C1: continuación)*

(c) La potencia de salida del motor es de 100 kW. Determine la tasa de transferencia de energía

(i) desde el foco caliente.

[4]

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

(ii) al foco frío.

[2]

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

C2. Esta pregunta trata sobre un calentador solar activo que usa paneles solares.

(a) Resuma el principio de funcionamiento de un calentador solar activo que usa paneles solares. [3]

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

(b) Utilizando los datos siguientes, estime el área de paneles solares requerida para elevar 25 K la temperatura de 1000 kg de agua, en 3,0 horas.

Potencia solar media recibida por unidad de área =  $1000 \text{ W m}^{-2}$   
Calor específico del agua =  $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Suponga que se emplea el 60 % de la energía solar en calentar el agua. [5]

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

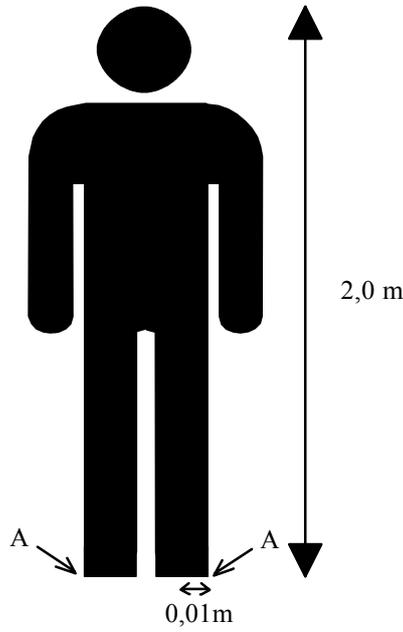
(c) Indique **dos** desventajas al usar paneles solares para calentar agua. [2]

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

**OPCIÓN D — FÍSICA BIOMÉDICA**

**D1.** Esta pregunta plantea si la existencia de un ser humano gigante es, o no, una posibilidad física.

El peso de una persona de pie debe ser soportado por los dos huesos de las piernas, en los puntos identificados por A del diagrama siguiente.



Los huesos experimentan un esfuerzo de compresión, donde el esfuerzo se define como  $\frac{\text{fuerza}}{\text{área}}$ .

(a) Juan es una persona corpulenta de 2,0 m de altura y peso 1000 N. Si el radio del hueso de la pierna de Juan en el punto A es 0,01 m, demuestre que el esfuerzo sobre uno de los huesos de sus piernas, cuando está de pie, es de  $1,6 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$ . [2]

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

(b) Cuando Juan corre rápidamente el esfuerzo sobre los huesos de sus piernas es cinco veces mayor que cuando está de pie. ¿Cuál es el esfuerzo que soportan los huesos de las piernas de Juan cuando corre rápidamente? [1]

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta D1: continuación)

(c) Supóngase ahora que existiera una persona cuyas dimensiones lineales fueran  $x$  veces mayores que las de Juan, de modo que la altura de esa persona fuera  $2,0x$  m. Deduzca, en función de  $x$ , expresiones para

(i) el peso de esa persona. [2]

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

(ii) el esfuerzo sobre uno de los huesos de sus piernas, cuando está de pie. [3]

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

(d) El esfuerzo de ruptura del hueso es  $1,0 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ .

(i) Estime la altura máxima que puede tener esa persona, de modo que sus piernas no se quiebren cuando **corra** rápidamente. [2]

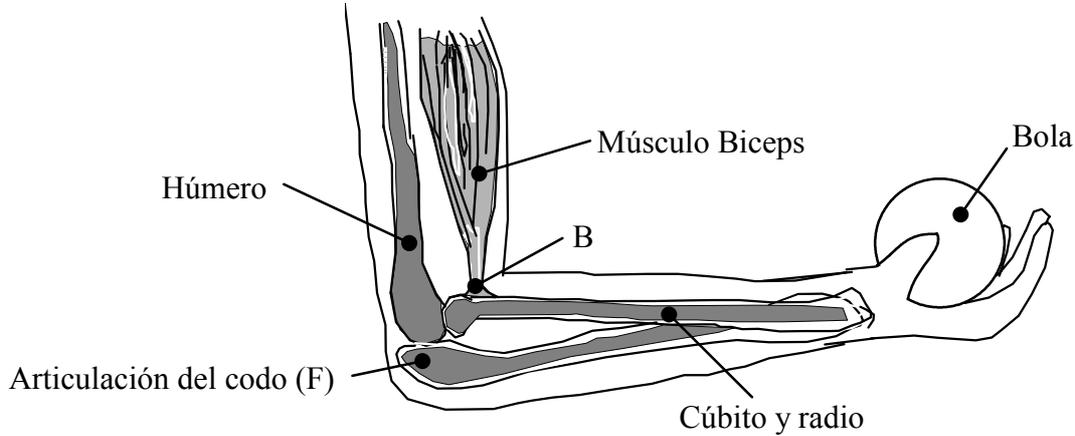
.....  
.....

(ii) Indique **una** razón por la que, en realidad, la altura máxima que puede tener un ser humano será probablemente más pequeña que el valor estimado antes. [1]

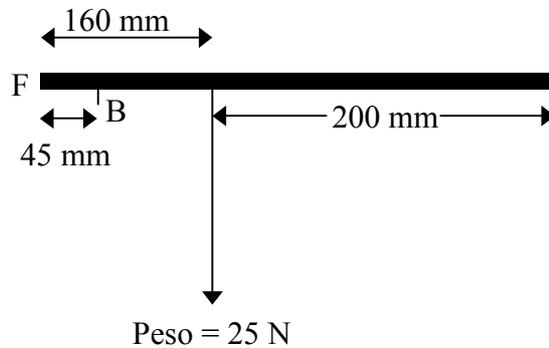
.....  
.....

D2. Esta pregunta trata de las fuerzas y del brazo.

El diagrama siguiente muestra el brazo de una persona sosteniendo una bola en la palma de su mano, con el antebrazo horizontal. El peso del antebrazo es 25 N y el de la bola 8,0 N.



El diagrama siguiente representa el antebrazo y muestra algunas distancias de interés. B es el punto en el que los músculos del bíceps se unen con el antebrazo.



(a) Sobre el diagrama anterior, trace flechas identificadas para representar todas las fuerzas que actúan sobre el antebrazo, cuando se sostiene la bola en la mano. (Una de ellas, el peso, ya se ha trazado). [3]

(b) Calcule la fuerza que ejercen los músculos del bíceps sobre el antebrazo. [2]

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

**D3.** Esta pregunta trata sobre la pérdida de audición.

(a) Explique los términos *conducción aérea* y *pérdida de audición conductora*. [2]

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

(b) Como resultado de una pérdida de audición conductora, cierta persona sufre una pérdida en la audición de 50 dB a una frecuencia de 1000 Hz. Una persona con audición normal consigue justamente oír un sonido de intensidad  $10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ , a una frecuencia de 1000 Hz. Calcule la intensidad del sonido de frecuencia 1000 Hz que consigue justamente oír la persona que sufre esa pérdida de audición. [2]

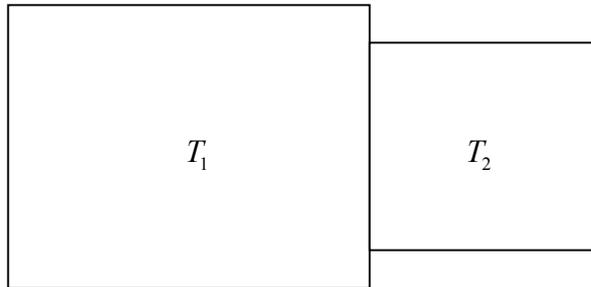
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**OPCIÓN E — FÍSICA HISTORICA**

**E1.** Esta pregunta trata sobre las teorías del calor.

Antes de aproximadamente 1840 los fenómenos asociados con el calentamiento se explicaban en términos de la teoría del calórico.

El diagrama de más abajo muestra dos objetos a diferentes temperaturas  $T_1$  y  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ) que acaban de ser colocados en contacto térmico.



(a) Describa cómo explicó la teoría del calórico el hecho de que los dos cuerpos alcancen finalmente la misma temperatura. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Cuando nos frotamos las manos, se nos calientan. ¿Cómo explicó este hecho la teoría del calórico? [1]

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta E1: continuación)

(c) James Joule, un científico del siglo XIX, sugirió que el calor no es calórico sino una forma de energía. Al objeto de probar su idea, midió la temperatura del agua en la cima y en el fondo de una cascada.

(i) ¿Por qué esperaba Joule que hubiera una diferencia de temperaturas entre el agua de la cima y el del fondo de la cascada? [2]

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

(ii) Estime la altura de una cascada para la cual la diferencia de temperaturas fuera de 1 °C. (Calor específico del agua = 4200 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> y g = 10 ms<sup>-2</sup>.) [3]

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

**E2.** Esta pregunta trata sobre los modelos de Universo.

- (a) Muchas veces los astrónomos se refieren a las estrellas como “estrellas fijas”. Dado el hecho de que muchas estrellas se mueven de este a oeste a través del cielo nocturno, ¿qué quieren decir los astrónomos con el término *estrellas fijas*? [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) La configuración nocturna de las estrellas fijas cambia, así como la anual. Tanto el modelo aristotélico de Universo, como el copernicano, ofrecen diferentes explicaciones para esos cambios observados. Complete la tabla siguiente, describiendo cómo cada modelo explica cada cambio observado. [8]

<b>Observación</b>	<b>Explicación de la observación en términos del modelo de Aristóteles</b>	<b>Explicación de la observación en términos del modelo de Copérnico</b>
Cambio en la configuración de las estrellas fijas a lo largo de una noche	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....
Cambio en la configuración de las estrellas fijas a lo largo de un año	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....

**OPCIÓN F — ASTROFÍSICA**

**F1.** Esta pregunta trata sobre la magnitud aparente, el brillo aparente y la luminosidad de dos estrellas.

La tabla de más abajo proporciona información sobre dos estrellas, Aldebarán y Procyon B.

Estrella	Distancia a la Tierra (años-luz)	Magnitud aparente	Brillo aparente $\text{W m}^{-2}$
Aldebarán	65,1	+ 0,87	$3,0 \times 10^{-10}$
Procyon B	11,4	+ 10,7	$1,5 \times 10^{-14}$

(a) Explique la diferencia entre *magnitud aparente* y *brillo aparente*. [3]

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

(b) Explique cuál de las estrellas de la tabla anterior aparecerá como más brillante, al ser observada desde la Tierra. [2]

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

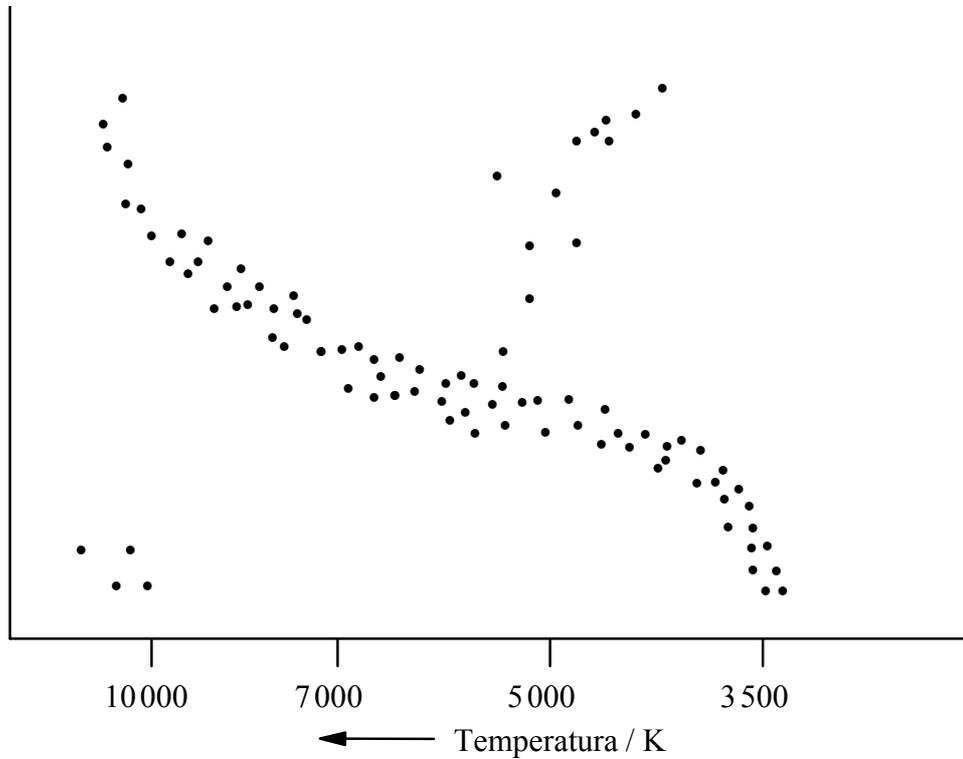
(c) Explique cuál de las estrellas tiene mayor luminosidad. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta F1: continuación)

(d) A continuación se muestra un diagrama de Hertzsprung-Russell.



(i) Identifique el eje vertical de este diagrama. [1]

(ii) Aldebarán es una gigante roja y Procyon B una enana blanca. Señale sobre el diagrama anterior la posición aproximada de esas dos estrellas. [2]

(e) El brillo aparente del Sol es  $1,4 \times 10^3 \text{ W m}^{-2}$ . Usando la información de la tabla del principio de la pregunta, demuestre que el Sol es casi  $2 \times 10^5$  veces más luminoso que Procyon B. (1 año luz =  $6,3 \times 10^4 \text{ UA}$ ). [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

F2. Esta pregunta trata sobre las galaxias.

- (a) La mayor parte de las galaxias se están **alejando** de la Tierra. ¿Cómo deducen los astrónomos que las galaxias se están moviendo? ¿Cómo deducen que se están alejando de la Tierra?

[3]

.....

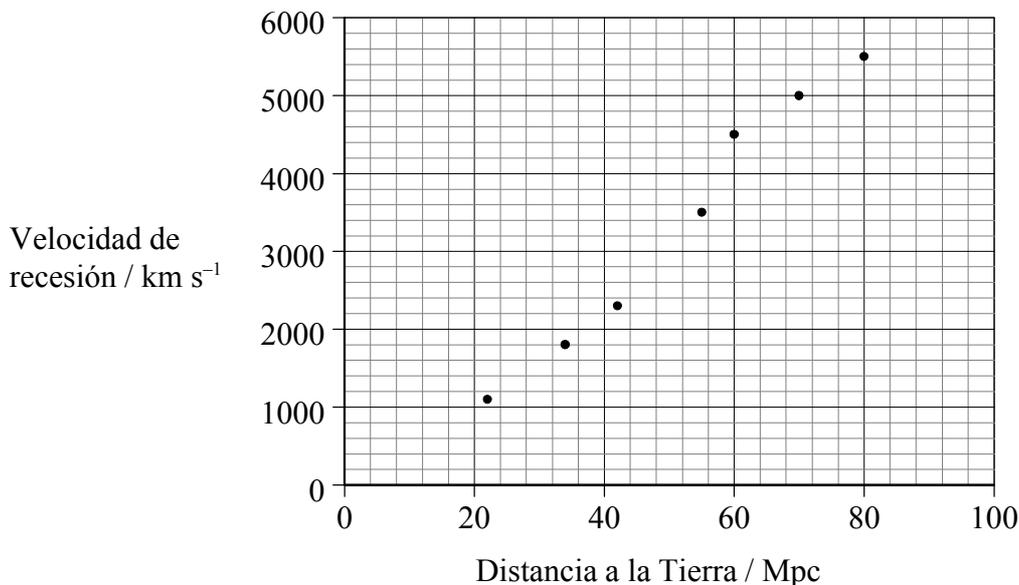
.....

.....

.....

.....

En la gráfica siguiente se representa la velocidad de recesión de algunas galaxias frente a su distancia a la Tierra.



- (b) Dibuje la línea de mejor ajuste y, a partir de ella, determine el valor de la constante de Hubble.

[3]

.....

.....

.....

.....

Página en blanco

**OPCIÓN G — RELATIVIDAD ESPECIAL Y GENERAL**

**G1.** Esta pregunta trata sobre el movimiento relativista de las partículas denominadas piones.

(a) Uno de los dos postulados de la Teoría Especial de la Relatividad de Einstein puede ser enunciado como: *todos los observadores inerciales medirán el mismo valor para la velocidad de la luz en el espacio libre.*

(i) Explique el significado del término *observador inercial*. [1]

.....  
.....

(ii) Enuncie el otro postulado de la Relatividad Especial. [1]

.....  
.....

(b) El acelerador del Brookhaven National Laboratory produce un haz de piones. Los piones son inestables y viven, en promedio,  $2,55 \times 10^{-8}$  s antes de desintegrarse. Este tiempo es tiempo propio. Explique el significado del término *tiempo propio* en este contexto. [1]

.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta G1: continuación)*

- (c) Después de ser producidos, los piones viajan a lo largo de un tubo con una velocidad de  $0,98c$ , medida en el sistema de referencia del laboratorio.

Determine, tal y como se mide en el sistema de referencia del laboratorio,

- (i) el tiempo medio que viven los piones antes de desintegrarse. [3]

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

- (ii) la distancia media que viajan los piones a lo largo del tubo antes de desintegrarse [2]

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

- (d) Desde el punto de vista de los piones, ellos permanecen estacionarios y es el tubo el que se mueve hacia atrás. Utilizando valores apropiados de distancia y tiempo, confirme mediante cálculos que la rapidez del tubo respecto a los piones es la misma que la rapidez de los piones respecto al sistema de referencia del laboratorio. [5]

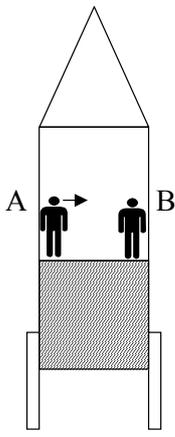
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**G2.** Esta pregunta trata sobre el principio de equivalencia.

- (a) Enuncie el principio de equivalencia de Einstein, según se utiliza en su Teoría General de la Relatividad. [2]

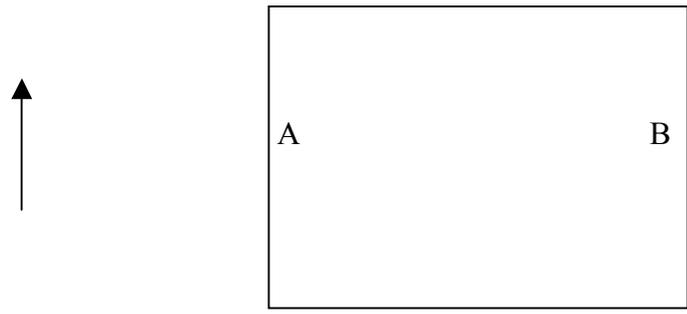
.....  
.....

El diagrama siguiente muestra una nave espacial que está muy lejos de cualesquiera objetos masivos, tales como planetas o estrellas. El astronauta que está en la posición A lanza una bola hacia otro astronauta situado en la posición B.

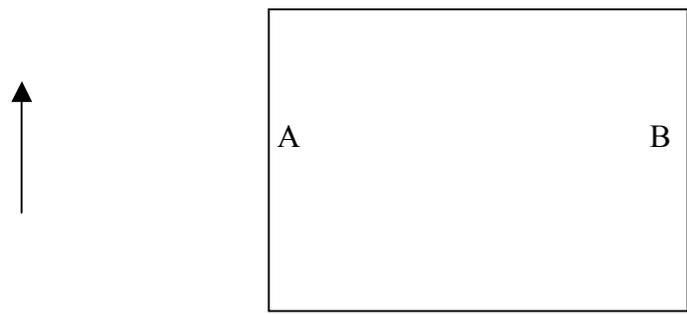


- (b) Sobre los siguientes diagramas, trace la trayectoria que sigue la bola tal y como la ven los astronautas, si la nave espacial

- (i) se está moviendo con rapidez constante en la dirección indicada por la flecha. [1]



- (ii) se está moviendo con aceleración positiva en la dirección indicada por la flecha. [2]



*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta G2: continuación)*

- (c) En realidad, los astronautas observan la trayectoria seguida por la bola cuando la nave espacial está acelerando. Sin embargo, ellos llegan a la conclusión de que la nave espacial no está acelerando, sino que permanece estacionaria sobre la superficie de un planeta. ¿Pueden tener razón los astronautas? Explíquelo.

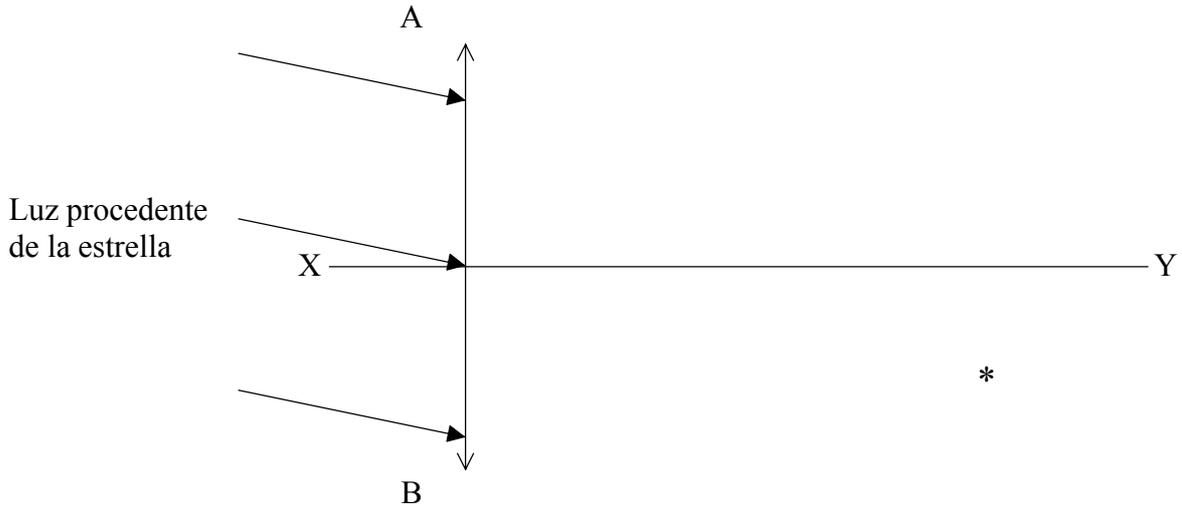
[2]

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

**OPCIÓN H — ÓPTICA**

**H1.** Esta pregunta trata sobre un telescopio astronómico.

- (a) La luz procedente de una estrella incide sobre una lente biconvexa, AB. El diagrama siguiente muestra tres rayos de luz procedentes de la estrella, incidiendo sobre la lente. La imagen de la estrella se forma en el punto marcado \*.

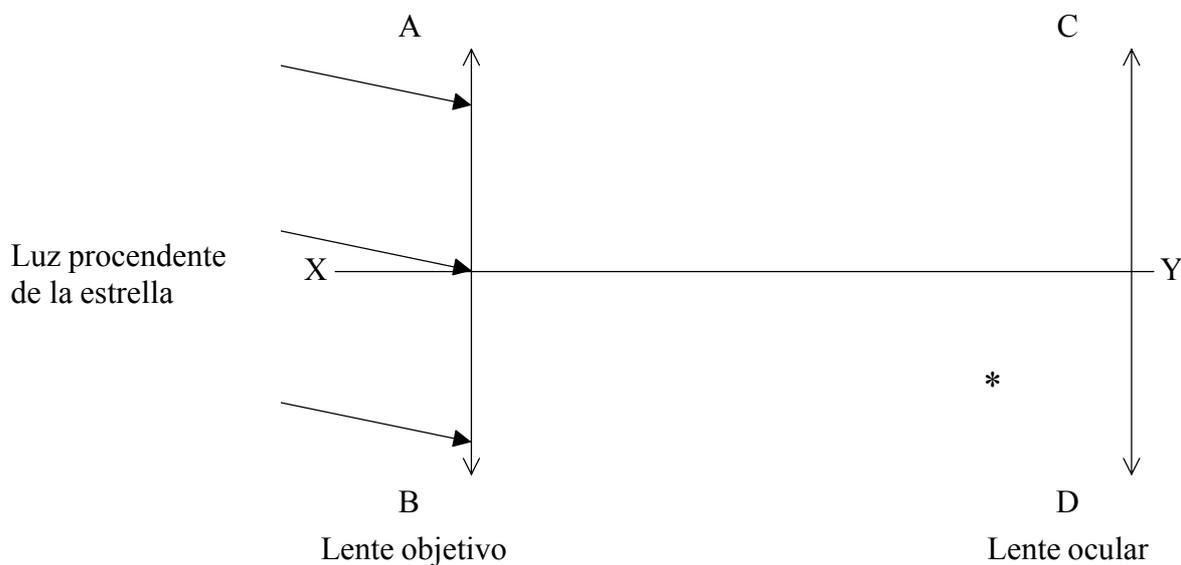


- (i) Explique por qué los rayos procedentes de la estrella son esencialmente paralelos. [1]  
.....  
.....
- (ii) Complete el diagrama de rayos para mostrar el camino de los tres rayos después de haber atravesado la lente. [1]
- (iii) Marque sobre el eje XY la posición del foco principal F de la lente. [1]

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta H1: continuación)

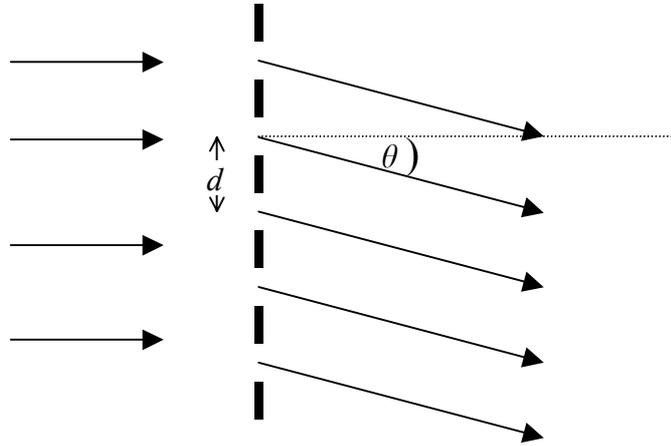
- (b) La lente AB del apartado (a) se utiliza como lente objetivo de un telescopio astronómico. El diagrama siguiente muestra las posiciones relativas del objetivo y el ocular, CD, así como la posición de la imagen \* formada por el objetivo cuando el telescopio se utiliza para ver la estrella.



- (i) Sabiendo que la imagen final de la estrella se forma en el infinito, marque sobre el eje XY las posiciones del foco principal  $F_E$  del ocular y del foco principal  $F_O$  del objetivo. [1]
- (ii) Complete el diagrama de rayos para determinar la orientación que presenta la imagen final. [3]
- (iii) Muestre sobre el diagrama anterior dónde debe situarse el ojo para ver la imagen final. [1]

**H2.** Esta pregunta trata sobre una red de difracción.

El diagrama siguiente muestra algunas de las rendijas de una red de difracción sobre la que incide un haz de rayos paralelos de luz monocromática, formando un ángulo de  $90^\circ$  con la red. También se muestra la luz refractada por las rendijas, con un ángulo  $\theta$ .



(a) Después de atravesar las rendijas, la luz es enfocada sobre una pantalla.

- (i) Marque sobre el diagrama la diferencia de caminos entre dos rayos adyacentes cualesquiera. [1]
  
- (ii) A partir de lo anterior, demuestre que la luz difractada con un ángulo  $\theta$  formará un máximo principal si se cumple la condición  $d \sin \theta = n\lambda$ , donde  $d$  es la separación entre rendijas. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta H2: continuación)

(b) La longitud de onda de la luz incidente es 500 nm y la red de difracción tiene 800 rendijas por milímetro.

(i) Determine el ángulo para el cuál se forma el primer máximo principal. [3]

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

(ii) Determine el número de máximos principales que se producirán sobre la pantalla, a ambos lados del máximo central, cuando incide sobre la red un haz de rayos de luz paralelos como el mostrado en el diagrama de la página anterior. [3]

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

(iii) Usando los ejes dibujados más abajo, trace un diagrama para mostrar la distribución de intensidad de luz sobre la pantalla. (Observe que se trata de esbozar un gráfico; no es necesario indicar valores sobre los ejes). [3]

