



FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 3

Número del alumno

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

Martes 20 de mayo de 2003 (mañana)

1 hora 15 minutos

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. Puede continuar con sus respuestas en hojas de respuestas. Escriba su número de alumno en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen las letras de las opciones que ha contestado y la cantidad de hojas de respuestas que ha utilizado.

Página en blanco

Opción D – Física Biomédica

D1. Esta pregunta versa sobre las escalas y contempla las razones por las que es peligroso para los insectos caer en el agua.

- (a) Una esfera de radio r y masa M se sumerge en agua completamente y después se saca de ella. Se adhiere a la superficie de la esfera una fina película de agua de grosor uniforme. Si suponemos que la masa m de la película es proporcional al área de la superficie de la esfera, deduzca que $\frac{m}{M}$ es proporcional a $\frac{1}{r}$. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

En el caso de una esfera de 0,80 m de radio, la razón anterior $\frac{m}{M}$ es igual a 2 %.

Un insecto que se acercó volando se posó en la superficie del agua de un vaso. Se hunde en el agua pero consigue arrastrarse hasta encaramarse al borde del vaso.

- (b) (i) Si suponemos que el cuerpo del insecto puede aproximarse a una esfera de radio 4,0 mm, estime la razón entre la masa de agua que lleva el insecto adherida a la superficie de su cuerpo y su masa. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Cite **una** suposición de la que haya hecho para realizar su estimación. [1]

.....

- (iii) Comente su respuesta de la parte (b)(i) anterior. [1]

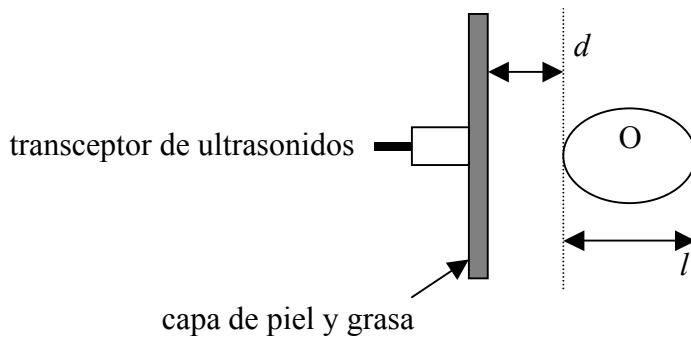
.....

D2. Esta pregunta versa sobre el barrido de exploración con ultrasonidos.

- (a) Indique un valor típico de la frecuencia de los ultrasonidos utilizados en los barridos de exploración de carácter médico. [1]

.....

El diagrama que sigue muestra un transceptor (transmisor y receptor) de ultrasonidos en contacto con la piel.

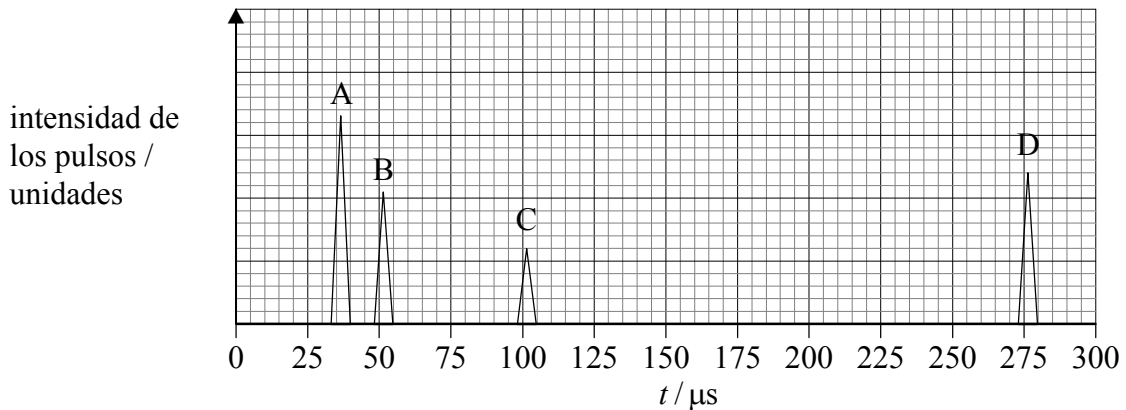


El fin de este barrido específico es averiguar la profundidad d y longitud l del órgano indicado como O debajo de la piel.

- (b) (i) Sugiera las razones por las que se aplica una capa de gel entre el transceptor y la piel. [2]

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

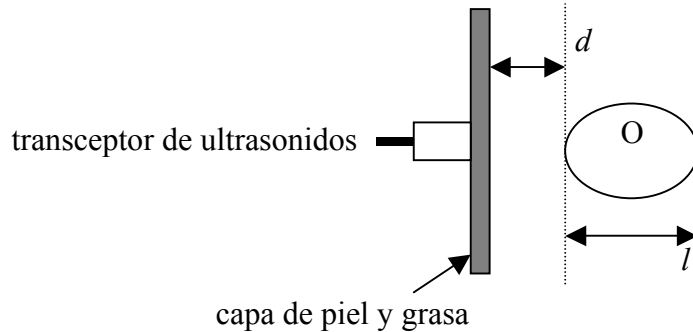
En el gráfico que sigue se representa la intensidad de los pulsos reflejados con respecto al tiempo t , donde t es el lapso de tiempo transcurrido entre el momento en el que se transmite el pulso y el momento en el que se le recibe de vuelta.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta D2(b): continuación)

- (ii) Indique en el diagrama que sigue el origen de los pulsos reflejados, A, B, C y D. [2]



- (iii) En el caso de este barrido de exploración, la velocidad media que alcanzan los ultrasonidos en los tejidos y músculos es de $1,5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$. Haciendo uso de los datos del gráfico anterior, estime la profundidad d y la longitud l del órgano que se encuentra tras la piel. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Al barrido de exploración antedicho se le denomina barrido A. Indique **una** forma en la que un barrido B difiere de un barrido A. [1]

.....

.....

- (d) Indique **una** ventaja y **una** desventaja de utilizar ultrasonidos para los diagnósticos médicos en comparación con utilizar rayos X. [2]

Ventaja:

.....

Desventaja:

.....

D3. Esta pregunta versa sobre la energía de los alimentos.

- (a) El valor calorífico de las patatas es de $2,5 \text{ MJ kg}^{-1}$. Calcule la masa de patatas que producirá la energía equivalente a la energía ganada por un objeto de 80 kg de masa izado en vertical a una altura de 3 000 m. [2]

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

- (b) Indique **una** razón por la que una persona tendría que comer mucho más que esta masa de patatas que se ha calculado para poder ascender una montaña de 3 000 m de altura. [1]

.....

D4. Esta pregunta versa sobre la radiación utilizada en medicina.

- (a) Defina los términos *exposición* y *dosis absorbida*. [2]

Exposición:

Dosis absorbida:

- (b) Explique, con referencia a la radiación α y γ , la distinción entre la dosis absorbida y la dosis equivalente. [3]

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

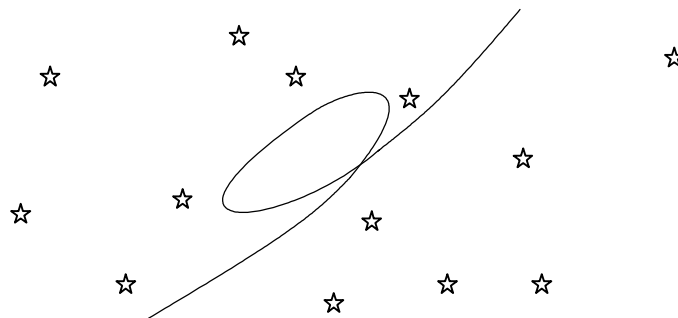
- (c) Explique las razones por las que al utilizar los elementos radioactivos trazadores en el tratamiento del cáncer es mejor utilizar isótopos radioactivos que tienen una larga semivida física y una corta semivida biológica. [2]

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

Opción E – Historia y desarrollo de la física

E1. Esta pregunta versa sobre el movimiento de Marte, según se ve desde la Tierra.

El diagrama que sigue muestra el trazado de la trayectoria que sigue Marte, durante un periodo de seis meses, según se observa desde la tierra, y teniendo como telón de fondo las estrellas fijas.



(a) Indique el nombre que se le da a este tipo de movimiento que se observa. [1]

.....

(b) Resuma cómo explicó este movimiento observado de Marte

(i) Tolomeo. [2]

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

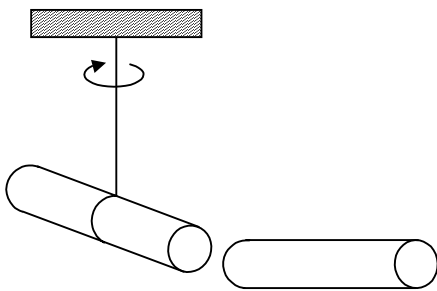
(ii) Copérnico. [2]

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

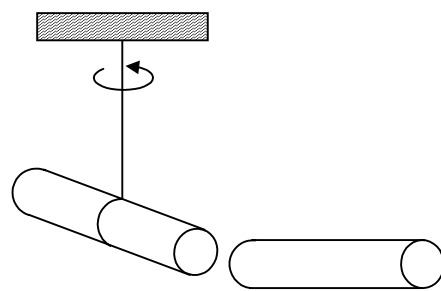
E2. Esta pregunta versa sobre la electrificación por contacto.

Benjamín Franklin demostró en el siglo dieciocho que la fricción producía dos tipos de electricidad. La demostración se llevó a cabo frotando varillas de ebonita con pieles, y varillas de vidrio con sedas. El diagrama que sigue muestra dos situaciones en las que una de las varillas queda suspendida verticalmente por un hilo y otra varilla se acerca a uno de los extremos de la varilla en suspensión. Ello ocasiona que ésta última gire. El sentido de giro de la varilla suspendida se muestra en ambos casos.

Situación 1



Situación 2



- (a) Identifique en cada caso los posibles tipos de varilla (ebonita o vidrio) marcándolas con la letra E para la de ebonita y con la letra G para la de vidrio. [2]
- (b) Franklin llamó electricidad *positiva* a la de un tipo y electricidad *negativa* a la de otro tipo. Sugiera las razones por las que les llamó así. [2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E2: continuación)

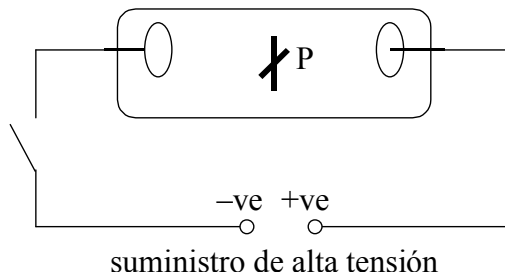
- (c) Rellene el cuadro que sigue y muestre cómo la teoría de Franklin sobre la naturaleza de la electricidad y la moderna teoría atómica pueden utilizarse para explicar el fenómeno que se mostró en el diagrama de la parte (a).

[6]

	Hipótesis / teoría	Explicación
Franklin	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Teoría moderna atómica	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

E3. Esta pregunta versa sobre los rayos catódicos.

El diagrama que sigue muestra un tubo de descarga eléctrica con aire a baja presión. Entre los electrodos se coloca un objeto P en forma de cruz.



Al conectar el suministro eléctrico el tubo se ilumina con un resplandor verdoso. El objeto P proyecta también una sombra distintiva.

(a) Marque en el diagrama la región en la que aparece esta sombra. [1]

(b) En 1876 Eugen Goldstein propuso que estas sombras las causaban los *rayos catódicos*.

(i) Explique por qué utilizó Eugen Goldstein este término. [1]

.....
.....

(ii) En 1895, Jean Baptiste Perrin mostró que la carga eléctrica de estos rayos era de signo negativo. Utilizando el diagrama anterior, describa cómo consiguió hacerlo. [2]

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

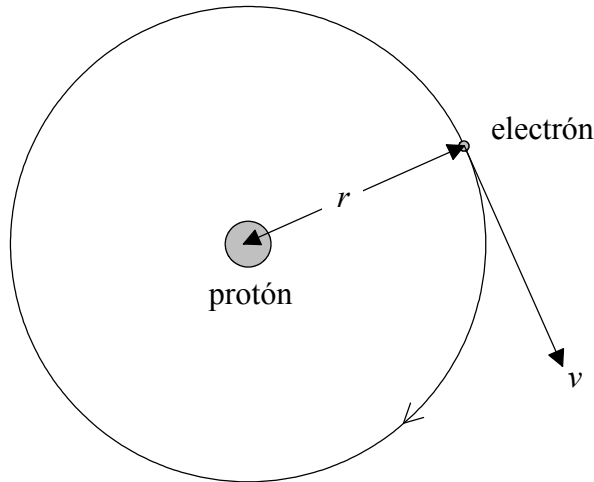
(iii) Indique la naturaleza real de los rayos catódicos. [1]

.....

Página en blanco

E4. Esta pregunta versa sobre los modelos del átomo de hidrógeno.

En 1913 Neils Bohr publicó su teoría del átomo de hidrógeno en la que proponía que un electrón giraba alrededor de un protón, tal y como se muestra seguidamente.



La teoría incluye dos postulados a los que se conoce como los *Postulados de Bohr*.

Si los electrones giran con un radio r y su velocidad orbital es v , el primer postulado de Bohr puede expresarse matemáticamente como sigue:

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

donde m es la masa del electrón.

Con arreglo a dicho postulado, el electrón puede moverse solamente en órbitas definidas por $n = 1, 2, 3$ etc. Bohr denominó a estas órbitas permitidas como *órbitas estables*.

(a) Explique por qué Bohr denominó a estas órbitas permitidas *órbitas estables* y por qué tales órbitas contradicen la Teoría Clásica de Electromagnetismo. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta E4: continuación)

El segundo postulado de Bohr puede enunciarse matemáticamente como sigue.

$$E_{n_2} - E_{n_1} = hf$$

- (b) Remitiéndose al término n utilizado en el primer postulado, explique los siguientes términos. [4]

E_{n_2}

.....

E_{n_1}

.....

f

.....

Utilizando ambos postulados Bohr consiguió obtener la *ecuación de Rydberg*. Esta ecuación puede escribirse como sigue.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

Cuando $n = 2$, esta ecuación permite determinar los valores de las longitudes de onda de la serie espectral de Balmer.

- (c) Si $R_H = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$, determine el valor de la mayor longitud de onda presente en la serie de Balmer. [2]

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

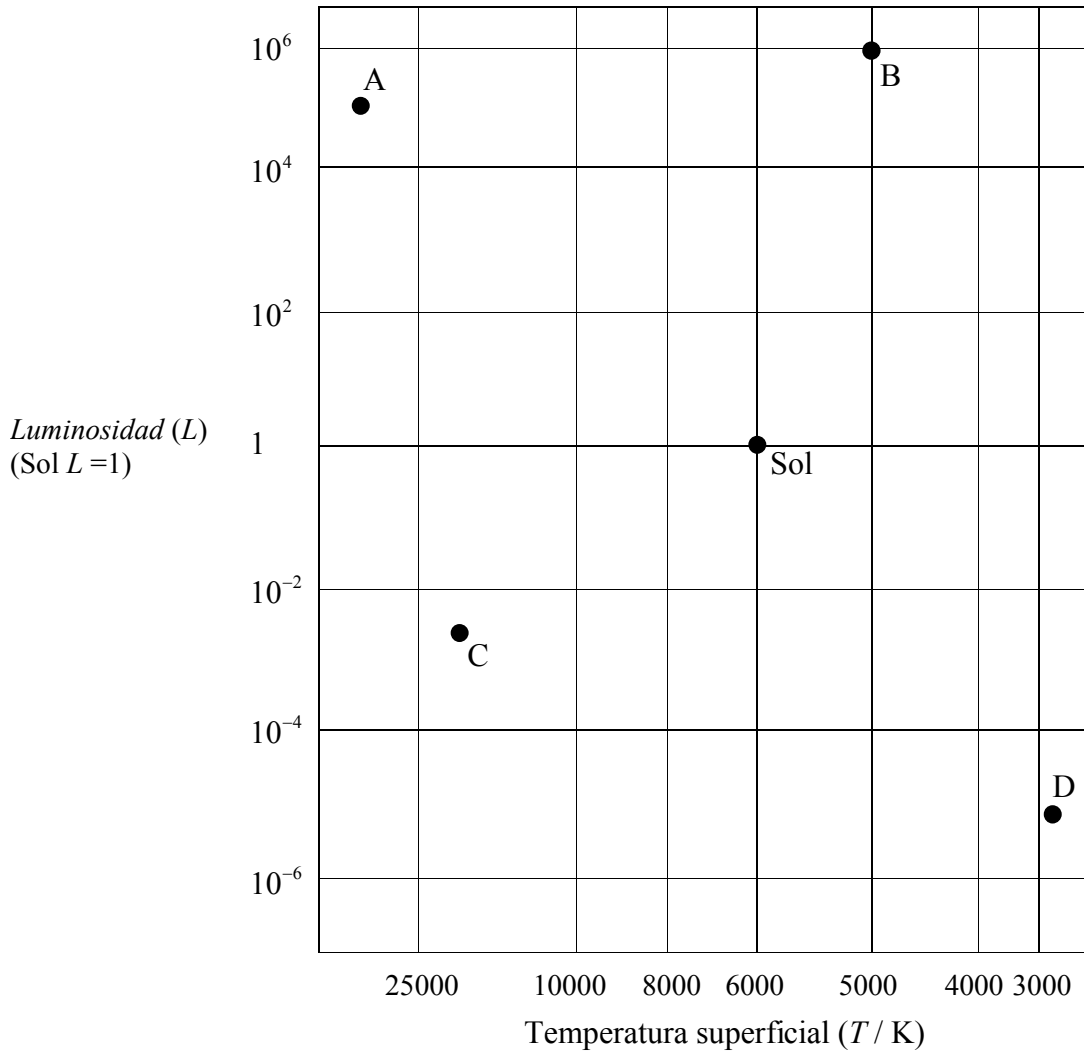
- (d) Indique **dos** formas en las que el modelo del átomo de hidrógeno propuesto por Schrödinger difiere del modelo propuesto por Bohr. [2]

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

Opción F – Astrofísica

F1. Esta pregunta versa sobre la naturaleza de ciertas estrellas en el diagrama Hertzsprung-Russell y la determinación de la distancia estelar.

El diagrama que sigue muestra la cuadrícula del diagrama Hertzsprung-Russell (H-R) en la que se muestran las posiciones del Sol y de otras estrellas A, B, C y D.



(a) Indique otra forma de identificar el

(i) eje de las X [1]

(ii) eje de las Y [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta F1: continuación)

(b) Rellene el cuadro que sigue.

[4]

Estrella	Tipo de estrella
A	
B	
C	
D	

(c) Utilizando la información que ofrece el diagrama H-R y sin hacer cálculo alguno, explique cómo pueden los astrónomos deducir que la estrella **B** es más grande que la estrella **A**.

[3]

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

(d) Utilizando los datos que siguen y la información del diagrama H-R, muestre que la estrella **B** se encuentra a una distancia de 700 pc de la Tierra aproximadamente.

[4]

Brillo aparente del Sol = $1,4 \times 10^3 \text{ W m}^{-2}$
 Brillo aparente de la estrella B = $7,0 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2}$
 Distancia media al Sol desde la Tierra = 1,0 AU
 1 parsec = $2,1 \times 10^5 \text{ AU}$

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

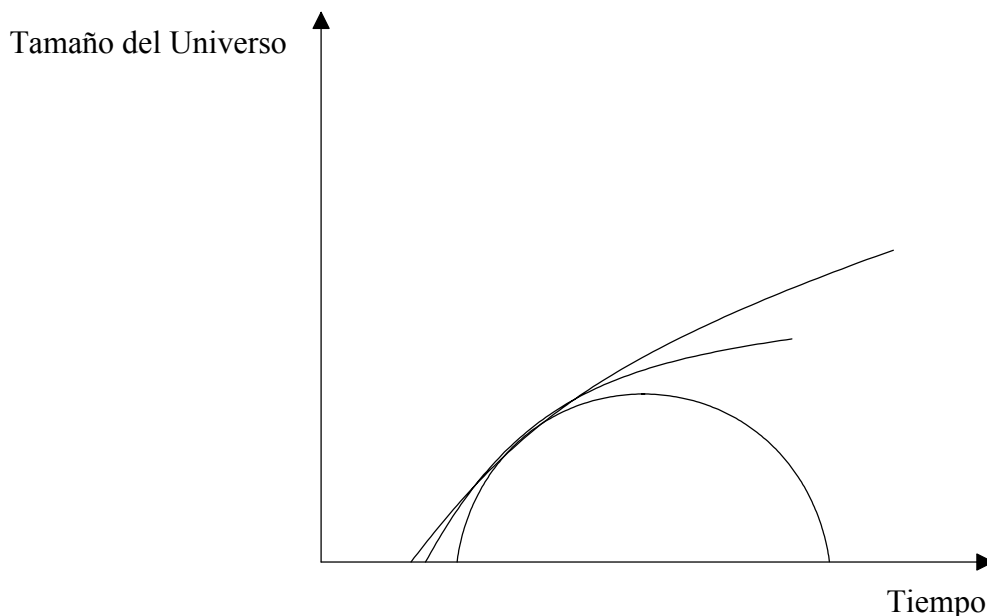
(e) Explique por qué la distancia de la estrella **B** desde la Tierra no puede determinarse por el método del paralaje estelar.

[1]

.....
.....

F2. Esta pregunta versa sobre la posible evolución del Universo.

El diagrama que sigue es un dibujo a mano alzada que muestra tres formas posibles en las que podría cambiar el tamaño del Universo con el tiempo.



En función de cómo cambia con el tiempo, el Universo se denomina *abierto* o *plano* o *cerrado*.

(a) Identifique en el diagrama cada tipo de Universo. [3]

(b) Rellene todo el cuadro que sigue para demostrar cómo la densidad media ρ de cada tipo de Universo está relacionada con la densidad crítica ρ_0 . [3]

Tipo de Universo	Relación entre ρ y ρ_0
Abierto	
Plano	
Cerrado	

F3. Esta pregunta versa sobre las enanas blancas y las estrellas de neutrones

(a) Indique la propiedad que determina que una estrella termine su vida como una enana blanca o como una estrella de neutrones. [1]

.....

(b) Defina el *limite de Chandrasekhar* y utilice este concepto para explicar la diferencia entre una enana blanca y un estrella de neutrones. [3]

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

(c) Indique el nombre que se da a una estrella de neutrones giratoria. [1]

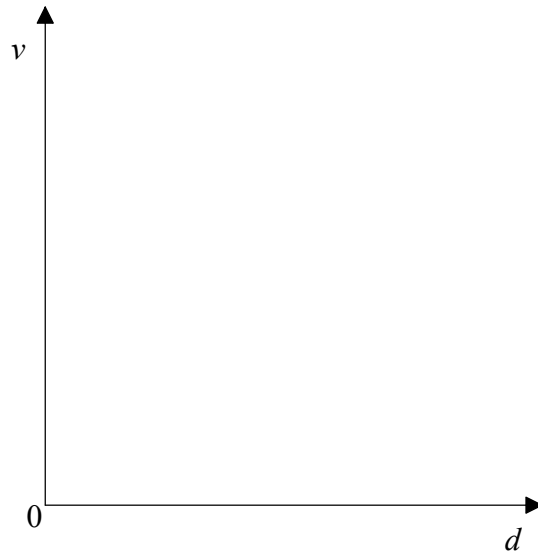
.....

F4. Esta pregunta versa sobre el desplazamiento galáctico hacia el rojo, la constante de Hubble y la edad del Universo.

- (a) Indique como se explica el desplazamiento hacia el rojo de la luz que procede de muchas de las galaxias distantes. [1]

.....

- (b) Utilizando para ello los ejes que se muestran seguidamente, trace un gráfico en el que se indique cómo la velocidad v a la que las galaxias retroceden entre sí varía con la distancia d entre ellas. (Tenga a bien observar que se le pide trazar tan sólo un bosquejo; no tiene que añadir ningún valor numérico). [1]



- (c) Indique cómo puede determinarse la constante de Hubble partiendo del gráfico que ha trazado. [1]

.....

- (d) A la constante de Hubble se le puede dar el valor de $100 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Utilice este valor para estimar la edad del Universo expresada en años. (1 Mpc $\approx 3 \times 10^{19}$ km, 1 año $\approx 3 \times 10^7$ s) [2]

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

Opción G – Relatividad

G1. Esta pregunta versa sobre un experimento mental que Einstein fue el primero en proponer.

- (a) Defina los términos *tiempo propio* y *longitud propia*. [2]

Tiempo propio:

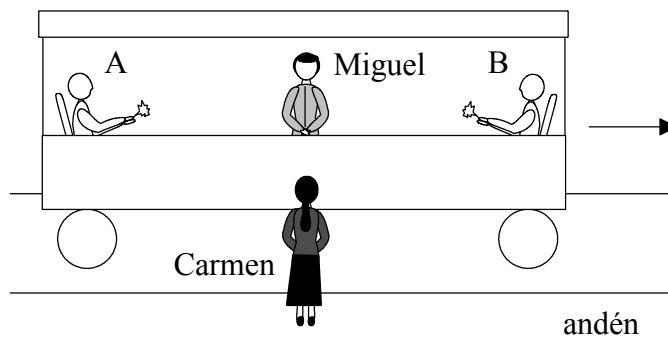
.....

Longitud propia:

.....

En el diagrama que sigue Miguel se encuentra en un vagón que viaja en línea recta con velocidad uniforme con respecto a Carmen, la cual se encuentra de pie y parada en el andén.

Miguel se encuentra a igual distancia de dos personas sentadas una frente a la otra en el vagón.



En el momento en que Miguel y Carmen se encuentran uno directamente frente al otro, las personas en el extremo A y en el extremo B del vagón encienden una cerilla cada una de ellas.

Según Miguel, ambos sucesos ocurren al mismo tiempo.

- (b) (i) Discute si desde la posición de Carmen ambos sucesos parecen ocurrir al mismo tiempo. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G1(b): continuación)

- (ii) Miguel mide la distancia entre A y B, la cual resulta ser 20,0 m. No obstante, Carmen mide esta distancia, la cual resulta ser 10,0 m. Determine la velocidad del vagón con respecto a Carmen. [2]

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

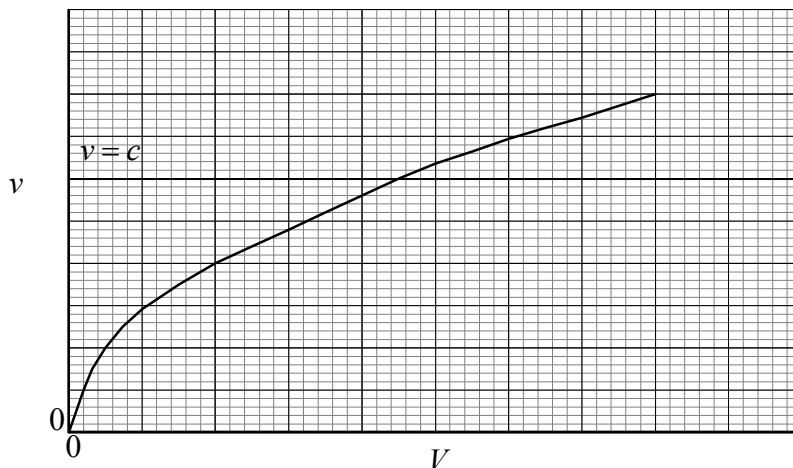
- (iii) Explique cuál de los **dos** observadores mide la distancia correcta entre A y B, en caso de que haya alguno. [2]

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

G2. Esta pregunta versa sobre electrones que viajan a velocidades relativistas.

Un haz de electrones se acelera en un vacío por la influencia de una diferencia de potencial V .

El gráfico a mano alzada que sigue muestra cómo la velocidad v de los electrones, determinada por la mecánica no relativista, varía con el potencial V (respecto al laboratorio). La velocidad c de la luz se muestra como referencia.



(a) En la cuadrícula anterior, trace un gráfico que muestre cómo varía la velocidad de los electrones para el mismo rango de V determinada mediante la mecánica relativista. (*Esto es un bosquejo a mano alzada; no tiene usted que añadir ningún valor*). [2]

(b) Explique brevemente la forma general del gráfico que ha trazado. [3]

.....

(c) Al acelerar electrones a través de una diferencia de potencial de $1,50 \times 10^6$ V éstos alcanzan una velocidad de $0,97c$ con respecto al laboratorio.

Para un electrón acelerado, determine,

(i) su masa. [3]

.....

(ii) su energía total. [2]

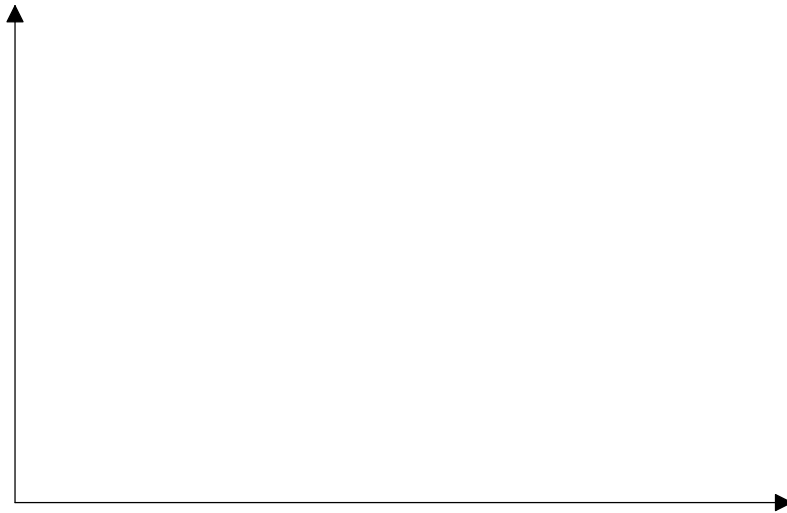
.....

G3. Esta pregunta versa sobre el espacio-tiempo, la gravedad y los agujeros negros.

- (a) Tanto en la teoría especial de la relatividad como en la teoría general de la relatividad, Einstein introdujo la idea del *espacio-tiempo*.

Considere una partícula que se encuentra a mucha distancia de una gran masa. La partícula se mueve a velocidad constante en la dirección del eje de las x .

Utilice este ejemplo y los ejes que siguen para describir el significado de *espacio-tiempo*. [3]



.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta G3: continuación)

- (b) La teoría general de la relatividad sugiere que a muy grandes distancias de grandes masas el espacio-tiempo es plano. El efecto de las grandes masas es curvar el espacio-tiempo. Explique brevemente cómo utilizó Einstein esa idea para describir, por ejemplo, la atracción gravitatoria entre la Tierra y un satélite que se encuentre en una órbita de ésta.

[3]

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

- (c) Describa el significado de *agujero negro*.

[2]

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

- (d) Estime el radio que tendría que tener el Sol para poder convertirse en un agujero negro. (Masa del Sol $\approx 2 \times 10^{30}$ kg)

[2]

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

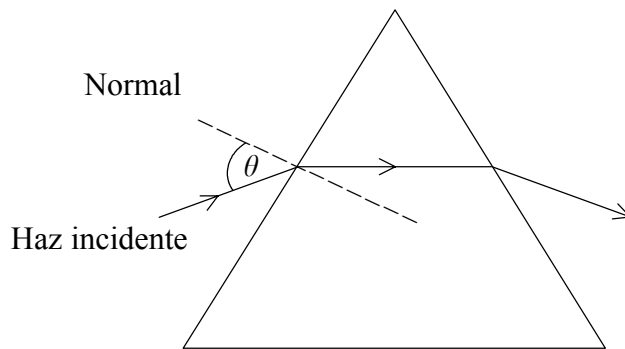
Opción H – Óptica

H1. Esta pregunta versa sobre la refracción.

- (a) Sirviéndose de un diagrama adecuado al caso, defina el término *índice de refracción* según se aplica a un material óptico. [2]

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

El siguiente diagrama muestra la trayectoria que sigue un rayo de luz roja que incide en una cara de un prisma de cristal, formando un ángulo θ con respecto a la normal.



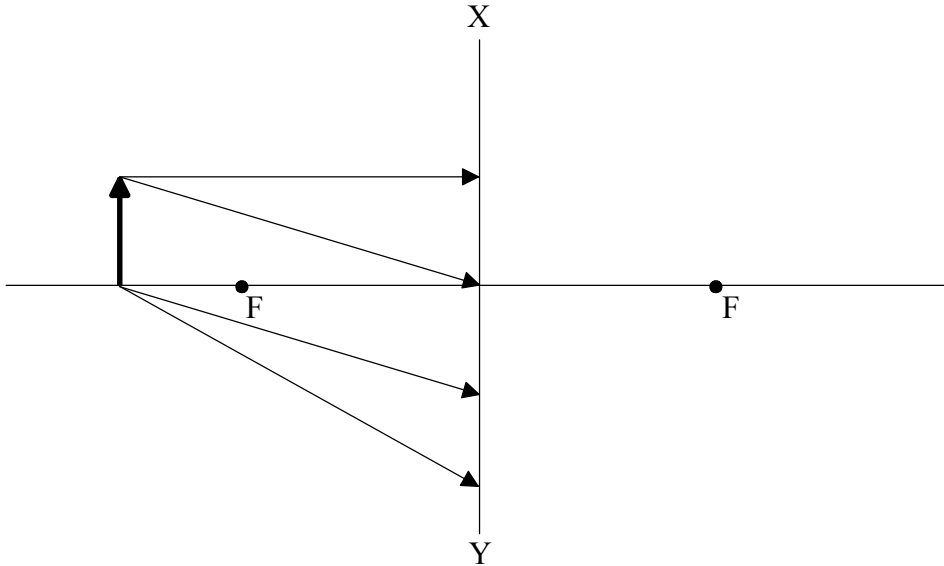
- (b) (i) A continuación se sustituye la luz roja por la luz azul. Trabajando en el diagrama, trace la trayectoria correspondiente que sigue un rayo de luz azul que incide con el mismo ángulo θ . [3]

- (ii) Indique y explique si el índice de refracción de la luz roja en el cristal es mayor, igual o menor que el índice de refracción correspondiente a la luz azul. [1]

.....
.....

H2. Esta pregunta versa sobre una lente cóncava (divergente).

El diagrama que sigue muestra cuatro rayos de luz que emanan de un objeto O y que inciden en una lente **cóncava (divergente)** delgada. Los puntos indicados por F son los *puntos focales* de la lente, la cual se representa por la línea XY.



(a) Defina el término *punto focal*. [2]

.....
.....

(b) Trabajando en el diagrama,
(i) complete las trayectorias de los cuatro rayos para localizar la posición de la imagen formada por la lente. [4]

(ii) muestre dónde hay que colocar el ojo para ver la imagen. [1]

(c) Indique y explique si la imagen es real o virtual. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H2: continuación)

- (d) La distancia focal de la lente es de 50,0 cm. Determine la ampliación lateral de un objeto colocado a 75,0 cm de la lente.

[3]

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

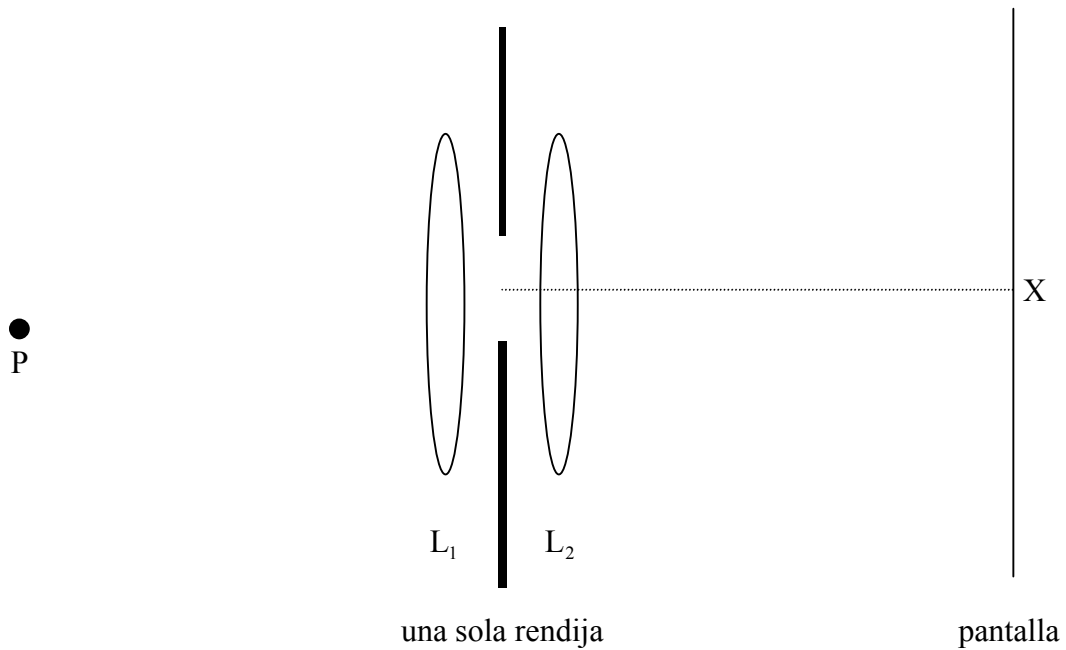
- (e) A continuación se cubre la mitad de la lente de forma que tan sólo inciden en ella los rayos procedentes de un lado del eje principal. Describa los efectos, si los hubiera, que ello tendrá en la ampliación lateral y en el aspecto de la imagen.

[2]

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

H3. Esta pregunta versa sobre la difracción con una sola rendija.

El diagrama que sigue muestra una disposición experimental para observar la difracción de Fraunhofer con una sola rendija. Tras pasar por la lente convexa L_1 , la luz monocromática procedente de una fuente puntual P incide sobre una rendija estrecha y rectangular. Después de pasar por ella, la luz se enfoca en la pantalla mediante la lente L_2 . La fuente puntual P se encuentra en el punto focal de la lente L_1 .



El punto X de la pantalla se encuentra justo enfrente del punto central de la rendija.

(a) Explique cualitativamente cómo el principio de Huygens explica el fenómeno de la difracción con una sola rendija. [2]

.....

.....

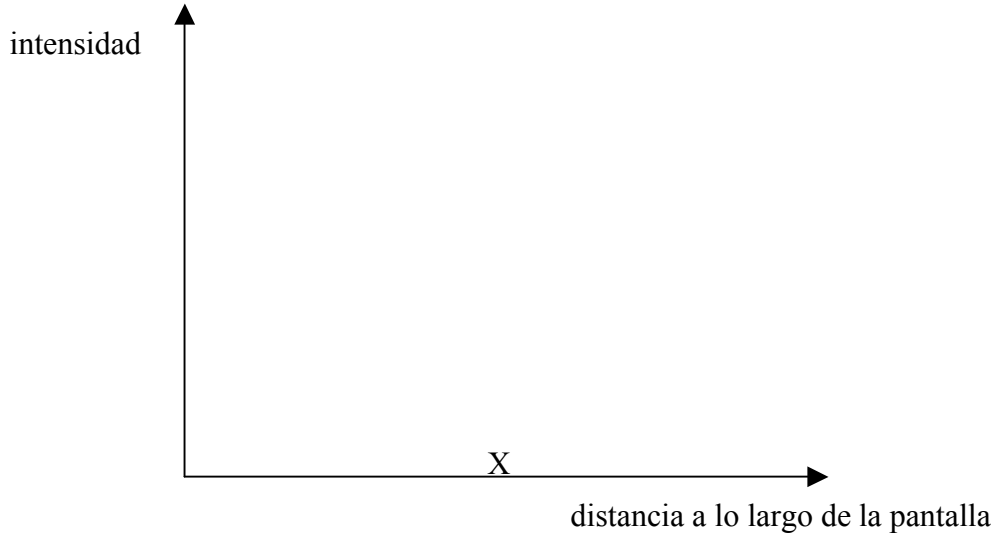
.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H3: continuación)

- (b) Haciendo uso de los ejes que se muestran a continuación, dibuje un gráfico que indique cómo la intensidad de la figura varía con la distancia a lo largo de la pantalla. El punto X de la pantalla se muestra como un punto de referencia. *(Esto es un bosquejo a mano alzada; no tiene usted que añadir ningún valor).* [3]



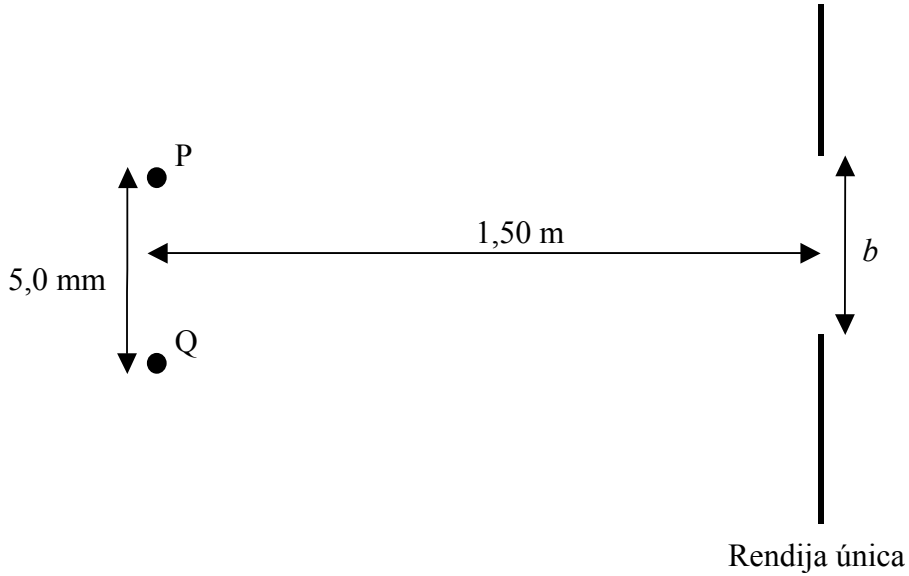
- (c) En el caso del experimento que nos ocupa, la luz tiene una longitud de onda de 500 nm y la anchura del máximo central de intensidad en la pantalla es de 10,0 mm. Si se utiliza una luz de longitud de onda λ desconocida, la anchura del máximo central de intensidad es de 13,0 mm. Determine el valor de λ . [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta H3: continuación)

La lente L_1 se retira y a 5,0 mm de P se instala otra fuente puntual Q de luz de la misma longitud de onda que la fuente P (500 nm), y las dos fuentes se disponen como se muestra seguidamente.



La distancia entre las fuentes y la rendija es de 1,50 m.

- (d) (i) Indique la condición necesaria para que justo se resuelven la imagen de P y la de Q que se forman en la pantalla. [1]

.....
.....

- (ii) Determine la anchura mínima b de la rendija para que justo se resuelven las dos imágenes. [2]

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