



88046509

**FÍSICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 3**

Código del colegio

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

Lunes 8 de noviembre 2004 (mañana)

1 horas 15 minutos

Código del alumno

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

---

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

- Escriba el código del colegio y su código 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 correspondientes de la portada de su examen las letras de las opciones que ha contestado.

**Opción D — Física Biomédica**

**D1.** Esta pregunta trata sobre el escalamiento y compara los diferentes métodos por los que absorben oxígeno una ameba y un pez de colores.

Tanto la ameba como el pez de colores viven en agua y necesitan oxígeno para sobrevivir. Una ameba es un animal muy pequeño constituido por una única célula, mientras que un pez de colores está constituido por muchas células.

Se dispone de la siguiente información.

El ritmo al cuál un animal consume oxígeno es proporcional a su masa.

El ritmo de absorción de oxígeno por una ameba es proporcional a su área superficial.

Una ameba típica mide  $8,0 \times 10^{-5}$  m de longitud.

Un pez de colores típico mide 5,0 cm de longitud.

Una ameba no puede vivir si su ritmo de absorción de oxígeno, por unidad de masa, disminuye por debajo del 10 % de su ritmo normal.

(a) Explique cómo se escalan las siguientes cantidades con la dimensión lineal  $L$  de una ameba.

(i) El área superficial. [1]

.....

(ii) El ritmo de absorción de oxígeno a través de la superficie de la membrana celular. [1]

.....  
.....

(iii) El ritmo de absorción de oxígeno por unidad de masa. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta D1: continuación)*

- (b) Considérese una ameba “gigante” de igual longitud que el pez de colores. Calcule la razón

$$\frac{\text{ritmo de absorción de oxígeno, por unidad de masa, para la ameba "gigante"}}{\text{ritmo de absorción de oxígeno, por unidad de masa, para una ameba típica}} \quad [2]$$

.....

.....

.....

.....

- (c) En relación con su respuesta a (b), sugiera **una** razón por la que un pez de colores debe tener un procedimiento diferente al de la ameba para proporcionarse oxígeno. [2]

.....

.....

.....

**D2.** Cuando se utilizan rayos X con propósito de diagnóstico, la energía de los haces es aproximadamente de 30 keV. Esto da como resultado un buen contraste en la radiografía, porque el mecanismo de atenuación más importante no es la dispersión simple.

(a) Resuma el mecanismo más importante de atenuación que ocurre a esta energía. [2]

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

(b) Explique los siguientes términos.

(i) *Coefficiente de atenuación* [2]

.....  
.....

(ii) *Espesor hemirreductor* [2]

.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta D2: continuación)

- (c) El coeficiente de atenuación a 30 keV varía con el número atómico de la siguiente forma.

$$\text{Coeficiente de atenuación} \propto Z^3$$

Los valores siguientes indican valores medios del número atómico  $Z$  para diferentes materiales biológicos.

material biológico	número atómico $Z$
grasa	5,9
músculo	7,4
hueso	13,9

- (i) Calcule la razón

$$\frac{\text{coeficiente de atenuación para huesos}}{\text{coeficiente de atenuación para músculos}} \quad [2]$$

.....

.....

.....

- (ii) Sugiera la razón por la que los rayos X de 30 keV de energía resultan útiles para diagnosticar una fractura de huesos, pero debe usarse una técnica diferente para examinar la frontera músculo-grasa. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta D2: continuación)*

Un paciente de masa 60 kg recibe una dosis equivalente de 3 30  $\mu\text{Sv}$  al hacerse una radiografía de tórax. El factor de calidad (eficiencia biológica relativa) de los rayos X es 1.

(d) (i) Calcule la dosis absorbida recibida por el paciente. [1]

.....  
.....

(ii) Estime la energía total recibida por el paciente. [2]

.....  
.....

(e) Resuma **dos** precauciones que debe tomar el operador de un aparato de rayos X para minimizar su exposición a dichos rayos. [2]

1. ....  
.....
2. ....  
.....

(f) Indique **dos** posibles efectos biológicos para el operador de un aparato de rayos X, de no tomar las debidas precauciones. [2]

1. ....  
.....
2. ....  
.....

Los rayos X pueden usarse también en la radioterapia. Los rayos X utilizados son de mucha mayor intensidad que los empleados para tomar una radiografía de tórax.

(g) (i) Sugiera una situación en la que deba usarse la radioterapia. [1]

.....

(ii) Resuma las bases de la radioterapia de rayos X. [2]

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

Página en blanco

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

**E1.** Esta pregunta trata sobre los rayos catódicos y sus propiedades.

Lo que sigue está tomado de la introducción a un artículo escrito en 1895 por Jean Perrin. El artículo describe un experimento sobre los recientemente descubiertos “rayos catódicos”.

“Se han publicado dos hipótesis para explicar las propiedades de los rayos catódicos. Algunos piensan que este fenómeno, al igual que la luz, resulta de las vibraciones del éter o, aún, que se trata de luz de pequeña longitud de onda... Otros piensan que esos rayos están formados por materia que se mueve a gran velocidad...”

(a) Resuma cómo se descubrieron los rayos catódicos. [2]

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

(b) El resultado del experimento de Perrin indicaba que los rayos catódicos portaban una carga negativa. Indique y explique cuál de las hipótesis anteriores resulta apoyada por este resultado. [2]

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

(c) Hertz llevó a cabo experimentos que parecían indicar que los rayos catódicos no eran desviados por un campo eléctrico. Indique y explique cuál de las hipótesis resulta apoyada por este resultado. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta E1: continuación)*

Dos años después de que Hertz llevara a cabo sus experimentos, se emprendieron otros experimentos que permitían medir la relación carga-masa de las partículas de los rayos catódicos.

(d) (i) Indique quién era responsable de esos experimentos. [1]

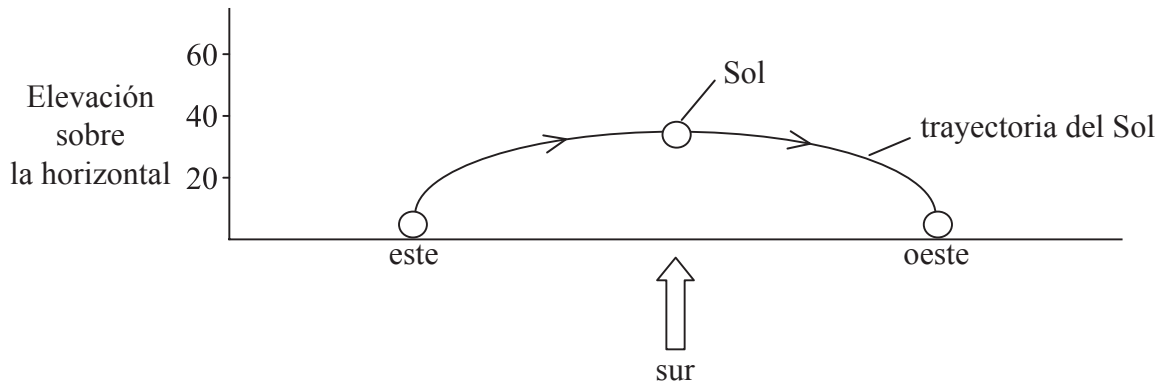
.....

(ii) Resuma el procedimiento experimental que permitió medir la relación carga-masa de las partículas. [3]

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

E2. Esta pregunta trata sobre las observaciones astronómicas y su explicación.

El diagrama siguiente representa el movimiento observado del Sol en un día de **invierno**, tal y como lo ve un observador **que mire hacia el sur**.



(a) Indique y explique en qué hemisferio está situado el observador. [1]

.....  
.....

(b) Sobre el diagrama anterior, dibuje una posible trayectoria del movimiento del Sol en un día de verano, tal y como se vería desde ese emplazamiento. [2]

(c) Explique el trayecto que haya dibujado en (b), en términos de

(i) el modelo de universo de Aristóteles/Ptolomeo. [2]

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

(ii) el modelo de universo de Aristarco/Copérnico. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta E2: continuación)*

- (d) (i) Resuma **una** similitud y **una** diferencia entre el movimiento observado de las estrellas y el de los planetas.

Similitud: ..... [1]  
.....

Diferencia: ..... [1]  
.....

- (ii) Indique la evidencia en que Kepler basó sus leyes del movimiento planetario. [1]

.....  
.....

**E3.** En un artículo científico publicado en 1895, Balmer describió el descubrimiento de una fórmula que permitía representar las longitudes de onda de una serie del espectro de líneas del átomo de hidrógeno (en la parte visible del espectro electromagnético). Más tarde se descubrieron otras series para el espectro del hidrógeno atómico. Las frecuencias de las líneas espectrales en esas series se ajustaban todas ellas a una fórmula empírica general.

(a) Indique esta fórmula general y explique todos los símbolos utilizados. [3]

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

(b) Describa cómo puede utilizarse dicha fórmula para determinar las longitudes de onda de las líneas espectrales de la serie de Balmer. [2]

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

(c) Utilice la fórmula de (a) para mostrar que la energía de ionización del hidrógeno es de 13,6 eV, aproximadamente. La constante de Rydberg para el hidrógeno es  $1,10 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ . [3]

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

(d) Niels Bohr propuso un modelo para el átomo de hidrógeno que permitía deducir la fórmula empírica de (a). Indique **dos** limitaciones de ese modelo. [2]

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

Página en blanco

**Opción F — Astrofísica**

**F1.** Esta pregunta trata sobre las propiedades de la estrella Arturo.

Los siguientes datos corresponden a la estrella Arturo.

<b>Distancia desde la Tierra / m</b>	<b>Magnitud aparente</b>	<b>Magnitud absoluta</b>	<b>Tipo espectral</b>	<b>Luminosidad / W</b>
$3,39 \times 10^{17}$	- 0,1	- 0,3	K	$3,8 \times 10^{28}$

(a) Explique la diferencia entre *magnitud aparente* y *magnitud absoluta*. [2]

.....

.....

.....

(b) Indique y explique, teniendo presente los datos, si Arturo resulta visible en una noche clara, sin ayuda de telescopio. [1]

.....

.....

Las técnicas para determinar distancias estelares abarcan la utilización de la paralaje estelar, la paralaje espectroscópica y las variables Ceféidas.

(c) (i) Calcule la distancia, en pc, de la Tierra a la estrella Arturo. [1]

.....

.....

(ii) Indique y explique qué técnica sería preferible para determinar la distancia a Arturo. [2]

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta F1: continuación)*

- (iii) Resuma el método que haya elegido en su respuesta a (c) (ii). [4]

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

- (d) Indique cómo puede deducirse, a partir de los datos, que la temperatura superficial de Arturo es menor que la del Sol. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta F1: continuación)*

La temperatura de Arturo es de 4000 K.

(e) Calcule

(i) el área de la superficie de Arturo. [2]

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

(ii) el radio de Arturo. [2]

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

(iii) la longitud de onda a la que la luz procedente de Arturo presenta su máxima intensidad. [2]

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

(f) Utilizando sus respuestas a (e), deduzca el tipo estelar al que pertenece Arturo. [2]

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



**F2.** Una de las fuentes más intensas conocidas por los radioastrónomos es la Galaxia NGC5128. Las fotografías de larga exposición muestran que se trata de una galaxia elíptica gigante, atravesada por una banda de polvo oscuro. Dista aproximadamente  $1,5 \times 10^7$  años luz de la Tierra.

(a) Describa alguna diferencia entre ésta galaxia y la Vía Láctea. [2]

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

La ley de Hubble predice que NGC5128 está alejándose de la Tierra.

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

.....  
.....

(ii) Indique y explique qué mediciones experimentales es preciso realizar para determinar la constante de Hubble. [3]

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

(c) Un posible valor para la constante de Hubble es  $60 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ . Utilice este valor para estimar

(i) la velocidad de recesión de NGC5128. [2]

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

(ii) la edad del universo. [2]

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

**Opción G — Relatividad**

**G1.** Esta pregunta trata sobre los postulados de la relatividad.

- (a) Indique los **dos** postulados de la relatividad especial. [2]

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

- (b) Indique y explique cuál de los postulados puede predecirse a partir de la teoría electromagnética de la luz, de Maxwell. [2]

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

- (c) Resuma **una** prueba de evidencia experimental que apoye a la teoría especial de la relatividad. [3]

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

**G2.** Esta pregunta trata del movimiento relativista.

La desintegración radiactiva de un núcleo de actinio-228 involucra la emisión de una partícula  $\beta$  que tiene una **energía total** de 2,51 MeV, medida en el sistema de referencia del laboratorio. Esta energía total es significativamente mayor que la **masa-energía en reposo** de una partícula  $\beta$ .

(a) Explique la diferencia entre *energía total* y *masa-energía en reposo*. [2]

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

(b) Deduzca que el factor de Lorentz para la partícula  $\beta$ , en esa desintegración, es 4,91, medido en el sistema de referencia del laboratorio. [3]

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

A una distancia de 37 cm de la fuente de actinio, medida en el sistema de referencia del laboratorio, se coloca un detector.

(c) Calcule, para el sistema de referencia del laboratorio,  
(i) la velocidad de la partícula  $\beta$ . [2]

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

(ii) el tiempo transcurrido hasta que la partícula  $\beta$  alcanza al detector. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta G2: continuación)

Los sucesos descritos en (c) pueden describirse, en el sistema de referencia de la partícula  $\beta$ .

(d) Para este sistema de referencia,

(i) identifique el objeto móvil. [1]

.....

(ii) indique la velocidad del objeto móvil. [1]

.....

(iii) calcule la distancia recorrida por el objeto móvil. [2]

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

**G3.** Un electrón, cuya masa en reposo es  $m_0$ , se acelera a través de una diferencia de potencial  $V$ . La masa total del electrón es  $3,0 m_0$ .

(a) Determine el momento lineal del electrón acelerado, tal y como es medido en el sistema de referencia del laboratorio. [2]

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

(b) Después de acelerado, el electrón choca con otro electrón estacionario. Discuta si es posible que se cree un par electron-positron adicional, como resultado del choque. Debe considerar tanto el momento lineal como la energía. [3]

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

**G4.** Una predicción de la teoría de la relatividad general de Einstein es el efecto de “lente gravitacional”. Este efecto puede predecirse a partir del principio de equivalencia.

(a) Indique el *principio de equivalencia*. [1]

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

(b) Utilice dicho principio para explicar la *lente gravitacional*. [4]

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

**Opción H — Óptica**

**H1.** Esta pregunta trata sobre el ojo humano.

El ojo humano produce imágenes de objetos que están situados entre el punto próximo y el punto lejano del ojo.

(a) Explique qué se entiende por

(i) *punto próximo.* [1]

.....  
.....

(ii) *punto lejano.* [1]

.....  
.....

El funcionamiento óptico del ojo puede modelizarse como una única lente de distancia focal variable. En este modelo, cuando el ojo enfoca un objeto lejano que no está sobre el eje principal, la lente del ojo tiene una distancia focal de 1,7 cm.

(b) (i) Dibuje un diagrama de rayos rotulado que muestre cómo la lente del ojo forma una imagen del objeto lejano. (**Observación:** se trata de un esquema y no es necesario dibujarlo a escala.) [3]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta H1: continuación)*

- (ii) Indique la distancia de la lente a la imagen. [1]

.....

Para enfocar un objeto distante 50 cm del ojo, la lente del ojo, en el modelo considerado, cambia de forma para cambiar su distancia focal. Esto permite que la distancia imagen permanezca sin cambio para todas las distancias objeto.

- (c) (i) Determine la nueva distancia focal de la lente del ojo. [2]

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

- (ii) Sugiera qué cambios tienen lugar, según este modelo, en la forma de la lente. Explique su respuesta. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta H1: continuación)

En el ojo humano, la mayor parte de la refracción tiene lugar realmente como consecuencia del cambio de medio, del aire a la córnea (la estructura transparente en la frontal del ojo). Se conocen los siguientes índices de refracción.

Material	Índice de refracción
aire	1,00
córnea	1,34
agua	1,33

(d) (i) Explique qué se entiende por *índice de refracción*. [2]

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

(ii) Utilice la información anterior para sugerir la razón por la que resulta imposible para una persona ver objetos con nitidez, cuando nada bajo el agua. [2]

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



**H2.** Esta pregunta trata sobre ondas.

(a) Explique qué se entiende por

(i) *monocromática*.

[1]

.....  
.....

(ii) *coherente*.

[1]

.....  
.....

(b) La tabla siguiente compara ondas de diferentes fuentes. Las dos primeras filas se han completado como ejemplo. Complete las tres últimas filas de la tabla. [3]

	electromagnética	monocromática	coherente
luz de un láser	Sí	Sí	Sí
sonido de un altavoz	No	No	No
luz de una lámpara de filamento			
rayos $\gamma$ de una fuente radiactiva			
ayos infrarrojos procedentes del Sol			

(c) Indique una aplicación de la luz láser.

[1]

.....  
.....

**H3.** Un estudiante utiliza una red de difracción para observar la parte visible del espectro de emisión del sodio.

(a) Explique cómo la red de difracción es capaz de descomponer la luz en las longitudes de onda componentes. [3]

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

(b) Luz de sodio incide en perpendicular sobre una red que tiene 6000 líneas por centímetro. Calcule el ángulo en que se observará el espectro de primer orden de la luz de longitud de onda 589,6 nm. [2]

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

**H4.** Un estudiante mira hacia dos fuentes puntuales de luz lejanas. La longitud de onda de cada una de las fuentes es 590 nm. La separación angular entre ellas es de  $3,6 \times 10^{-4}$  radianes subtendidos en el ojo. Las imágenes de las dos fuentes se forman en la retina del ojo.

- (a) Indique el criterio de Rayleigh para que se resuelvan justamente las dos imágenes sobre la retina. [2]

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

- (b) Estime el diámetro del orificio circular del ojo. [1]

.....

- (c) Utilice su estimación en (b) para determinar si el estudiante puede resolver esas dos fuentes. Explique su respuesta. [2]

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