

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA ALUMNOS DE
BACHILLERATO LOGSE

Junio 2009

FÍSICA. CÓDIGO 59

ORIENTACIONES

Comente sus planteamientos demostrando que entiende lo que hace. Utilice dibujos o esquemas en la medida de lo posible. Recuerde expresar todas las magnitudes físicas con sus unidades.

PREGUNTAS TEÓRICAS. Conteste a todo el bloque A o a todo el bloque B (no mezcle bloques)

Bloque A

- A.1 Inducción electromagnética. (1 punto)
A.2 Clases de ondas. (1 punto)

Bloque B

- B.1 Carga eléctrica. Ley de Coulomb. (1 punto)
B.2 Interacciones fundamentales. (1 punto)

CUESTIONES. Conteste a todo el bloque C o a todo el bloque D (no mezcle bloques)

Bloque C

- C.1 Explique en qué dirección a lo largo del suelo (Norte-Sur, Este-Oeste u otras) ha de colocar un cable recto por el que circula corriente eléctrica para que la fuerza ejercida sobre él por el campo magnético terrestre sea máxima, y diga qué dirección tiene la fuerza. (1 punto)
C.2 La fusión nuclear en el Sol produce Helio a partir de Hidrógeno según la reacción:
 $4 \text{ protones} + 2 \text{ electrones} \rightarrow 1 \text{ núcleo He} + 2 \text{ neutrinos} + \text{Energía}$
¿Cuánta energía se libera en la reacción (en MeV)? (1 punto)

Masas: núcleo de He = 4.0015 u, protón = 1.0073 u, electrón = 0.0005 u, neutrino = 0
Dato: 1 u = 931.50 MeV/c²

Bloque D

- D.1 Diga si la siguiente afirmación es correcta o incorrecta y por qué: "El nivel de intensidad acústica producido por tres violines que suenan a la vez, todos con la misma potencia, es el triple que el nivel que produce un solo violín". (1 punto)
D.2 En una tormenta de polvo en la superficie de Marte la nube de partículas tiene una densidad de carga de 10 electrones/cm³. Calcule el campo eléctrico (en módulo) que crea una nube de 100 m³ a una distancia de 5 m del centro de la misma. (1 punto)

Datos: $|e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

PROBLEMAS. Conteste únicamente a dos de los tres problemas siguientes:

P.1 Los cuatro satélites de Júpiter descubiertos por Galileo son: Ío (radio = 1822 km, masa = $8.9 \cdot 10^{22}$ kg, radio orbital medio = 421600 km), Europa, Ganímedes y Calisto (radio = 2411 km, masa = $10.8 \cdot 10^{22}$ kg).

a) Calcule la velocidad de escape en la superficie de Calisto. (1 punto)

b) Obtenga los radios medios de las órbitas de Europa y Ganímedes, sabiendo que el período orbital de Europa es el doble que el de Ío y que el período de Ganímedes es el doble que el de Europa. (1 punto)

c) Sean dos puntos en la superficie de Ío: uno en la cara que mira a Júpiter y otro en la cara opuesta. Calcule el campo gravitatorio total (es decir: el creado por la masa de Ío más el producido por la atracción de Júpiter) en cada uno de esos dos puntos. (1 punto)

Datos: masa de Júpiter = $1.9 \cdot 10^{27}$ kg, $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²

P.2 En la tabla se indica la longitud de onda central de la radiación emitida por tres estrellas y la distancia a la cual se encuentran de la Tierra.

	Longitud de onda (nm)	Distancia a la Tierra (km)
Sol	500	$150 \cdot 10^6$
Sirio	300	$8.14 \cdot 10^{13}$
Betelgeuse	900	$6.17 \cdot 10^{15}$

a) Calcule cuántos años tarda la luz de Betelgeuse en llegar a nosotros. (1 punto)

b) Obtenga, para cada estrella, la energía de un fotón correspondiente a la luz central emitida. (1 punto)

c) La intensidad de la radiación solar recibida en la Tierra vale 1366 W/m². Calcule la potencia radiada por el Sol y el número de fotones que emite cada segundo. (1 punto)

Dato: $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$ J·s

P.3 Uno de los telescopios originales de Galileo consta de dos lentes, Objetivo y Ocular, hechas del mismo vidrio, con las siguientes características:

- Objetivo: plano-convexa con distancia focal imagen de 980 mm y cara convexa con radio de curvatura de 535 mm.

- Ocular: bicóncava simétrica de -47.5 mm de distancia focal imagen.

a) Calcule la potencia de cada lente. (1 punto)

b) Halle el índice de refracción del vidrio y determine los dos radios de curvatura de la lente Ocular. (1 punto)

c) El foco objeto del Ocular está justo en el foco imagen del Objetivo. Halle la longitud del telescopio (distancia entre lentes) y encuentre dónde se forma la imagen de una estrella (en infinito) a través del telescopio. (1 punto)



PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA ALUMNOS DE LOGSE

Junio 2009

FÍSICA. CÓDIGO 59

CRITERIOS DE VALORACIÓN

Modelo de examen

El ejercicio consta de tres partes, cuyos contenidos y puntuación pasamos a describir:

Preguntas teóricas

Dos bloques de preguntas a elegir uno. Cada bloque está formado por dos preguntas teóricas, entresacadas de una lista prefijada, con una puntuación de un punto cada una de ellas.

Cuestiones

Dos bloques de cuestiones a elegir uno. Cada bloque está constituido por dos cuestiones, con una puntuación de un punto cada una de ellas. Estas cuestiones poseerán por lo general una respuesta breve.

Problemas

Dos problemas a elegir de un total de tres. Cada uno de ellos consta de tres apartados, que valen un punto cada uno.

Criterios de evaluación

- El núcleo de cada pregunta teórica valdrá 0.5 puntos. Esta puntuación ascenderá hasta 0.8 si se contextualiza y completa la respuesta (p.ej., con datos, consecuencias, ejemplos, dibujos, etc., según proceda). Si además la redacción es correcta y precisa, la pregunta se calificará con 1 punto.
- Un error en las unidades, u omitirlas, o el no expresar correctamente el carácter vectorial de las magnitudes supondrá la sustracción de 0.2 puntos por cada error cometido, hasta un máximo de 0.6 puntos de descuento en la nota global.
- Cada error de cálculo trivial (p.ej., un error de transcripción numérica a/desde la calculadora) supondrá la reducción de 0.2 puntos en la nota. Las consecuencias no repercutirán en la nota de los apartados siguientes.
- Un error de cálculo no trivial (p.ej., un error al despejar de una ecuación) reducirá a la mitad la nota del apartado. Sus consecuencias no repercutirán en la nota de los apartados siguientes.

CORRESPONDENCIA CON EL PROGRAMA OFICIAL

Preguntas teóricas

- A.1: 3.3
- A.2: 2.2
- B.1: 3.1
- B.2: 1.2, 3.1 y 5.3

Cuestiones

- C.1: 3.2
- C.2: 5.3
- D.1: 2.4
- D.2: 3.1

Problemas

- P.1: 1.2, 1.4 y 1.5
- P.2: 2.2, 4.1 y 5.2
- P.3: 4.2



Resolución de la Prueba de Acceso a la Universidad

FÍSICA. Junio de 2009

PREGUNTAS TEÓRICAS

Consultar la redacción disponible en la página *web*.

CUESTIONES

- C.1** Las cargas eléctricas que circulan por el cable se ven sometidas a la fuerza de Lorentz producida por el campo magnético terrestre: $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$. Esta fuerza es máxima cuando las cargas se mueven perpendicularmente al campo magnético. Como el campo tiene dirección Norte-Sur, hay que colocar el cable **en la dirección Este-Oeste**.

La fuerza sobre el cable es vertical (**perpendicular al suelo**).

- C.2** La energía, E , liberada en la reacción se calcula teniendo en cuenta el defecto de masa entre los productos y los reactivos: $4M_p + 2M_e = M_{He} + 0 + E/c^2$. Con los datos de las masas en unidades de masa atómica y el factor de conversión a MeV obtenemos:

$$E = (4 \times 1.0073 + 2 \times 0.0005 - 4.0015) \times 931.5 = \mathbf{26.73 \text{ MeV}}$$

- D.1** El nivel de intensidad acústica crece con el logaritmo de la intensidad (y, por tanto, de la potencia) del sonido. Entonces, si triplicamos la potencia, NO se triplica el nivel de intensidad. La afirmación es **INCORRECTA**.

[Matemáticamente: $L_A = 10 \log(I / I_0)$ y $L_B = 10 \log(3I / I_0) = 10 \log 3 + L_A \neq 3L_A$]

- D.2** La carga total encerrada en la nube es el producto del volumen por la densidad de carga:

$$Q = (100 \cdot 10^6 \text{ cm}^3) \times (10 \text{ electrones/cm}^3) \times (1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C/electrón}) = \mathbf{1.6 \cdot 10^{-10} \text{ C}}$$

Suponiendo que la nube tiene simetría esférica, el campo eléctrico es:

$$E = K \frac{Q}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{1.6 \cdot 10^{-10}}{5^2} = \mathbf{0.058 \text{ N/C}}$$

PROBLEMAS

- P.1 a)** La velocidad de escape en la superficie del satélite Calisto es

$$v = \sqrt{\frac{2GM_{\text{Calisto}}}{R_{\text{Calisto}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 10.8 \cdot 10^{22}}{2411000}} = \mathbf{2444.5 \text{ m/s}}$$

- b)** Según el enunciado: $T_{\text{Ganímedes}} = 2T_{\text{Europa}} = 2(2T_{\text{Io}}) = 4T_{\text{Io}}$

Por la tercera ley de Kepler el cuadrado del período de revolución es proporcional al cubo del radio medio de la órbita. Así:

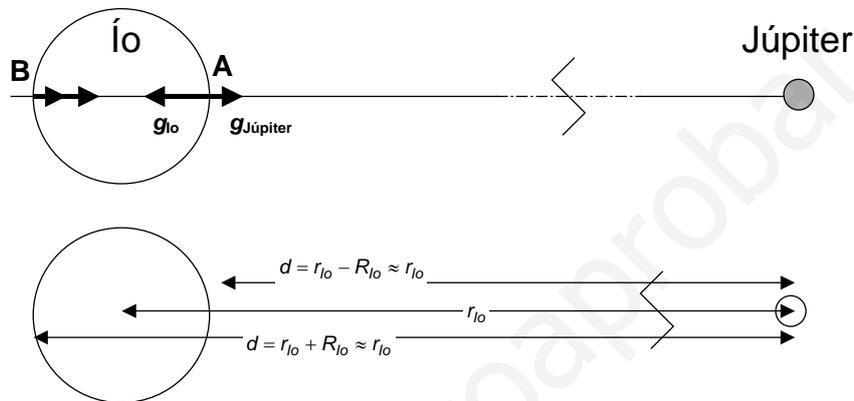
$$\left(\frac{T_{Europa}}{T_{Io}}\right)^2 = \left(\frac{r_{Europa}}{r_{Io}}\right)^3 \rightarrow r_{Europa} = r_{Io} \left(\frac{T_{Europa}}{T_{Io}}\right)^{2/3} = 421600 \cdot 2^{2/3} = \mathbf{669248 \text{ km}}$$

$$r_{Gan\u00edmedes} = r_{Io} \left(\frac{T_{Gan\u00edmedes}}{T_{Io}}\right)^{2/3} = 421600 \cdot 4^{2/3} = \mathbf{1062365 \text{ km}}$$

c) En el punto A (cara que mira a J\u00fabiter) el campo gravitatorio total es la diferencia entre el campo creado por \u00cdo y el creado por J\u00fabiter. Operando en m\u00f3dulo:

$$g = g_{Io} - g_{J\u00fabiter} = G \frac{M_{Io}}{R_{Io}^2} - G \frac{M_{J\u00fabiter}}{d^2} = 6.67 \cdot 10^{-11} \left(\frac{8.9 \cdot 10^{22}}{1822^2} - \frac{1.9 \cdot 10^{27}}{(421600 + 1822)^2} \right) 10^{-6} =$$

$$= 1.79 - 0.72 = \mathbf{1.07 \text{ m/s}^2, \text{ hacia el interior de } \u00cdo.}$$



En el punto B: $g = g_{Io} + g_{J\u00fabiter} = 1.79 + 0.71 = \mathbf{2.5 \text{ m/s}^2, \text{ hacia el interior de } \u00cdo.}$

(El resultado es pr\u00e1cticamente el mismo si tomamos aproximadamente la distancia d a los puntos A y B como la distancia orbital de \u00cdo.)

P.2 a) El tiempo que emplea la luz en llegar de Betelgeuse a la Tierra es igual al espacio recorrido dividido por la velocidad de la luz:

$$t = e/c = (6.17 \cdot 10^{18} \text{ m}) / (3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) = 2.057 \cdot 10^{10} \text{ s} = \mathbf{652.16 \text{ a\u00f1os}}$$

b) La energ\u00eda de un fot\u00f3n es $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$. Para la longitud de onda central que emite el Sol: $E = 6.63 \cdot 10^{-34} \cdot (3 \cdot 10^8) / (500 \cdot 10^{-9}) = \mathbf{3.978 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$

Para Sirio: $E = \mathbf{6.63 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$

Para Betelgeuse: $E = \mathbf{2.21 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$

c) La intensidad de la radiación solar es la potencia radiada dividida por la superficie esf\u00e9rica en la que se reparte la onda al llegar a la Tierra:

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{P}{4\pi (150 \cdot 10^9)^2} = 1366 \text{ W/m}^2$$

Despejando: $P = \mathbf{3.86 \cdot 10^{26} \text{ W}}$

El n\u00famero de fotones emitidos en un segundo es:

$$N^{\circ} = \frac{E_{total}}{E_{fot\u00f3n}} = \frac{P \cdot t}{E_{fot\u00f3n}} = \frac{3.86 \cdot 10^{26}}{3.98 \cdot 10^{-19}} \approx \mathbf{10^{45} \text{ fotones/segundo}}$$

P.3 a) La potencia es la inversa de la distancia focal imagen:

$$P_{\text{objetivo}} = 1/0.980 = \mathbf{1.02 \text{ dioptrías}} \text{ (es convergente)}$$

$$P_{\text{ocular}} = 1/(-0.0475) = \mathbf{-21.05 \text{ dioptrías}} \text{ (divergente)}$$

b) La potencia de una lente delgada en función de sus radios de curvatura e índice de refracción es: $P = (n - 1)(1/R_1 - 1/R_2)$.

Para la lente Objetivo (plano-convexa) conocemos los radios:

$$R_1 = \infty \text{ y } R_2 = -535 \text{ mm (o bien: } R_1 = 535 \text{ mm y } R_2 = \infty \text{ ; es indiferente)}$$

Entonces: $P_{\text{objetivo}} = 1.02 = (n - 1)\left(0 - \frac{1}{-0.535}\right) = 1.869(n - 1)$, y despejando el índice:

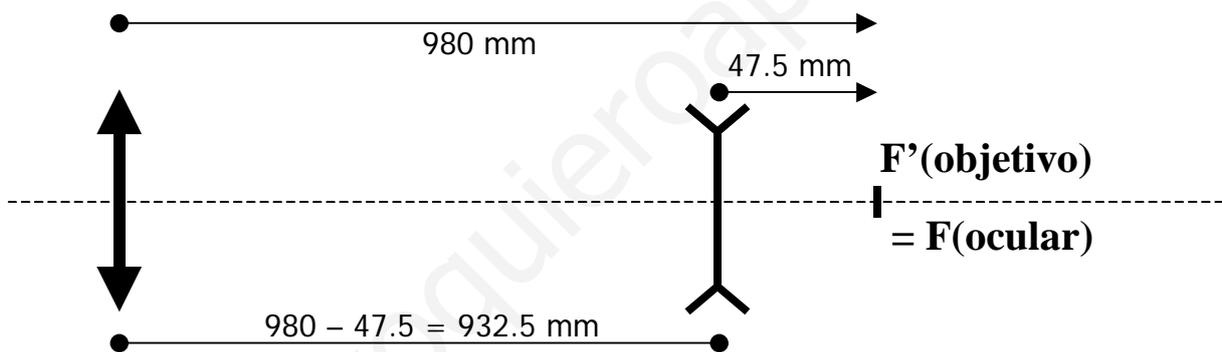
$$n = 1 + (1.02 / 1.869) = \mathbf{1.546}$$

Ahora podemos calcular, con la misma ecuación, los radios de la **lente ocular**:

$$P_{\text{ocular}} = -21.05 = (1.546 - 1)(1/R_1 - 1/(-R_1)) = 0.546 \cdot 2/R_1 \rightarrow R_1 = \mathbf{-51.876 \text{ mm}}$$

y $R_2 = -R_1 = \mathbf{51.876 \text{ mm}}$ (ya que la lente es simétrica).

c) La longitud del telescopio (distancia entre lentes) es la suma de las dos distancias focales según se aprecia en el dibujo.



Como la estrella está en el infinito, el objetivo hace converger los rayos a su foco imagen. Como dicho foco coincide con el foco objeto del ocular, los rayos que vienen de ese punto emergen hacia el infinito al salir del ocular. Por tanto, la imagen final formada tras atravesar la luz las dos lentes está de nuevo en el **infinito**.