

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO
149 FÍSICA. JUNIO 2015

Escoge uno de los dos exámenes propuestos (opción A u opción B) y contesta a todas las preguntas planteadas (dos teóricas, dos cuestiones y dos problemas)

OPCIÓN A

PREGUNTAS DE TEORÍA

- T1** Relatividad especial. Postulados y repercusiones. (1 punto)
- T2** Momento lineal y conservación. (1 punto)

CUESTIONES

- C1** Colgamos dos masas idénticas de dos muelles A y B de igual longitud pero distinta constante elástica. La constante del muelle A es el triple que la del B. Razona si, tras la elongación, la longitud del muelle A es: el triple que la del muelle B, la tercera parte, o ninguna de las dos. (1 punto)
- C2** La edad de la Tierra es 4.5 mil millones de años. El período de semidesintegración del uranio-235 es 704 millones de años. ¿Qué porcentaje de uranio-235 natural hay en la actualidad en la Tierra respecto a la cantidad inicial? (1 punto)

PROBLEMAS

- P1** Veamos algunos aspectos gravitatorios basados en la película de ciencia ficción *Interstellar* (Óscar de 2015 a los mejores efectos visuales, asesorada por el físico teórico Kip Thorne).
- a)** La película comienza con el viaje de la nave espacial Endurance hacia Saturno. Calcula el período orbital de Saturno alrededor del Sol. (1 punto)
- b)** La gravedad en el planeta Miller es el 130% de la gravedad de la Tierra. Si suponemos que la masa de Miller es la misma que la de nuestro planeta, calcula a cuántos radios terrestres equivale el radio de Miller. (1 punto)
- c)** Gargantúa es un agujero negro supermasivo cuya masa es 100 millones de veces la masa del Sol. Determina el radio máximo que puede tener Gargantúa sabiendo que del agujero negro no puede escapar la luz. (1 punto)

Datos: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; masa del Sol = $1.99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$; radio orbital de Saturno = $1.43 \cdot 10^{12} \text{ m}$

- P2** Vamos a extraer algo de física del reciente festival SOS 4.8 de Murcia.
- a)** En la iluminación había un LED azul de 460 nm y un láser rojo de 780 nm. Indica qué fotón de esas dos luces posee mayor energía, y determina cuántas veces es más energético uno que otro. (1 punto)
- b)** La bobina de un altavoz tiene 5 cm de longitud y consta de 200 espiras. Por ella circula una corriente de 5 A. Calcula el campo magnético creado en el interior de la bobina. (1 punto)
- c)** Había 30.000 personas aplaudiendo a Morrissey. El aplauso de cada persona era de 40 dB. ¿Cuántos decibelios produjo el aplauso de todas a la vez? (1 punto)

Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A}$

OPCIÓN B

PREGUNTAS DE TEORÍA

- T1** Ley de la gravitación universal. (1 punto)
T2 Interacciones fundamentales. (1 punto)

CUESTIONES

- C1** Queremos aumentar la potencia de una lente biconvexa simétrica. Para conseguirlo, describe razonadamente cómo deberíamos modificar (aumentando o disminuyendo) tanto su radio de curvatura como su índice de refracción. (1 punto)
C2 El terremoto de Nepal del pasado abril desencadenó en el Everest una enorme avalancha de nieve. Calcula la energía de 10 000 toneladas de nieve tras caer desde los 7 000 m de altura a los 6 500 m. (1 punto)

PROBLEMAS

- P1** Charles Townes, fallecido en enero de este año, fue laureado con el premio Nobel de Física en 1964 por la invención del máser, un aparato precursor del láser que emite radiación de microondas cuya longitud de onda es 1.26 cm.
- a)** Si un máser emite ondas esféricas con una potencia de 10^{-10} W, calcula la intensidad a 50 cm del punto emisor. (1 punto)
 - b)** La radiación se produce en una cavidad metálica dentro de la cual se forman ondas estacionarias. Indica dos posibles valores para la longitud de la cavidad. (1 punto)
 - c)** Se emite radiación (un fotón) cuando una molécula de amoníaco realiza una transición entre dos niveles energéticos. Calcula la diferencia de energía, en eV, entre dichos niveles y el momento lineal de un fotón de microondas. (1 punto)

Datos: $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

- P2** Campo eléctrico, y Año Internacional de la Luz. En el llamado "efecto Kerr" al aplicar un campo eléctrico a un material éste presenta dos índices de refracción distintos.
- a)** Calcula el valor del campo eléctrico en el interior de dos placas de un condensador conectadas a una diferencia de potencial de 10^5 V y separadas 1 cm. (1 punto)
 - b)** Halla el valor del campo eléctrico en el punto medio entre dos cargas opuestas de +3 y -3 mC que están separadas 50 cm. Calcula también el potencial eléctrico en dicho punto. (1 punto)
 - c)** Debido al efecto Kerr un material adquirió valores de 1.62 y 1.53 para sus dos índices de refracción. Calcula las dos velocidades de la luz en el material, y las dos longitudes de onda en el material para una luz de 700 nm en el vacío. (1 punto)

Dato: $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$



PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO
149 FÍSICA. JUNIO 2015

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- La nota del examen es la suma de las diez puntuaciones parciales correspondientes a las dos preguntas teóricas, las dos cuestiones y los seis apartados de los problemas. Las puntuaciones parciales son independientes entre sí (es decir, la incorrección de un apartado no influye en la evaluación de los otros).
- 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.
- No puntúan las cuestiones cuya respuesta no esté acompañada de un razonamiento o justificación, en los casos en que se pida dicho razonamiento.
- La omisión o incorrección de unidades al expresar las magnitudes y la incorrección al expresar el carácter vectorial de alguna magnitud se penalizarán con una reducción de la puntuación de hasta 0.2 puntos por cada fallo cometido, hasta un máximo de 0.6 puntos de descuento en la nota global.
- Cada error de cálculo trivial supondrá una reducción de hasta 0.2 puntos en la nota, sin repercusión en la puntuación de los cálculos posteriores. Son ejemplos de estos errores triviales: un error en la transcripción numérica a/desde la calculadora o desde los datos del enunciado, un intercambio de valores siempre que no suponga un error conceptual, un redondeo exagerado que lleva a un resultado inexacto, etc.
- Un error de cálculo no trivial reducirá a la mitad la nota del apartado. Los errores no triviales son del tipo: despejar mal la incógnita de una ecuación, interpretación y/o uso conceptualmente incorrectos de un signo, etc.
- Los errores conceptuales invalidarán toda la pregunta. Por ejemplo, la aplicación de una fórmula incorrecta para una ley física.

**Resolución de la Prueba de Acceso a la Universidad**
FÍSICA. Junio de 2015

OPCIÓN A

CUESTIONES

- C1** Según la ley de Hooke, la elongación es proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la constante elástica. Por tanto, la elongación del muelle A será la tercera parte que la del muelle B.

Sin embargo, la longitud final del muelle es igual a la longitud inicial más la elongación y, por tanto, **la longitud de A no es ni el triple y tampoco es la tercera parte** (salvo que la longitud inicial fuera 0, lo que significaría que no hay muelle).

[* Matemáticamente:

$$F = mg = K_A \Delta L_A = K_B \Delta L_B = 3K_B \Delta L_A \quad \rightarrow \quad \Delta L_A = \Delta L_B / 3$$

$$L_A = L_0 + \Delta L_A = L_0 + \Delta L_B / 3$$

$$L_B = L_0 + \Delta L_B = L_0 + \Delta L_B$$

- C2** Según la ley de desintegración radiactiva:

$$N(t) = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t}$$

El tiempo transcurrido es la edad de la Tierra: $t = 4500 \cdot 10^6$ años

El período de semidesintegración es $T_{1/2} = 704 \cdot 10^6$ años

Por tanto: $N / N_0 = \mathbf{0.0119}$, que equivale a un **1.2% de la cantidad inicial**.

PROBLEMAS

- P1 a)** Con la tercera ley de Kepler: $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_T} r^3$, y utilizando los datos del radio orbital de Saturno y la masa del Sol, resulta el período: **$T = 9.326 \cdot 10^8 \text{ s} = 29.6 \text{ años}$** .

[* La ley de Kepler se puede escribir de memoria si se conoce o deducir igualando la fuerza centrípeta o gravitatoria].

- b)** El problema dice que $g_M = 1.3 \cdot g_T$. Por otro lado, si las masas de Tierra y Miller son iguales tendremos: $g_M = G \frac{M_M}{R_M^2} = G \frac{M_T}{R_M^2} = g_T \frac{R_T^2}{R_M^2} = \frac{g_M}{1.3} \frac{R_T^2}{R_M^2} \rightarrow R_M^2 = \frac{R_T^2}{1.3}$

Por tanto, **el radio de Miller es igual a 0.88 radios terrestres**.

[* Habrá quien utilice de forma intermedia el valor de la gravedad terrestre 9.8 m/s^2].

- c)** Igualamos la velocidad de escape de Gargantúa a la velocidad de la luz:

$$v_{\text{escape}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = c \rightarrow R_{\text{max}} = \frac{2GM}{c^2}$$

La masa de Gargantúa es $M = 100 \cdot 10^6 \cdot M_{\text{Sol}}$

El radio máximo resulta $R_{\text{max}} = 2.96 \cdot 10^{11} \text{ m} \approx 300 \text{ millones de km}$

- P2 a)** $\lambda_1 = 460 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 780 \text{ nm}$

La energía de un fotón es $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$. Tiene **más energía el fotón del LED azul**.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{hc}{\lambda_1} \frac{\lambda_2}{hc} = \frac{780}{460} = 1.7 \text{ veces más energético que el del láser rojo.}$$

- b)** El campo magnético será el que crea un solenoide de 5 cm y 200 espiras recorrido por una corriente de 5 A:

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I = 0.025 \text{ T}$$

- c)** El nivel de intensidad del aplauso de una persona es: $L_1 = 10 \log(I_1 / I_o) = 40 \text{ dB}$

La intensidad de 30000 personas es 30000 veces la de una persona: $I_{30000} = 30000 I_1$

Entonces, el nivel de intensidad de todos juntos es:

$$L_{30000} = 10 \log(30\,000 I_1 / I_o) = 10 \log 30\,000 + 10 \log(I_1 / I_o) = 44.77 + L_1 = 84.77 \text{ dB}$$

[* Habrá quien despeje $I_1 / I_o = 10^4 \rightarrow L_{30000} = 10 \log(30\,000 \cdot 10^4) = 84.77$

o quien utilice el valor de $I_o = 10^{-12} \text{ W/m}^2$]

OPCIÓN B

CUESTIONES

C1 La potencia de una lente simétrica es: $P = \frac{2(n-1)}{R}$, donde n es el índice de la lente y R su radio de curvatura.

Para aumentar la potencia de la lente debemos **aumentar el índice y/o disminuir el radio**.

C2 - Interpretación 1. Suponiendo que no ha habido fricción en la caída, por conservación de la energía sabemos que la energía mecánica de la masa de nieve es la misma a 7000 m que a 6500 m:

$$E_{7000} = mgh_1, \text{ donde } h_1 = 7000 \text{ m}$$

$$E_{6500} = mgh_2 + E_c, \text{ donde } h_2 = 7000 \text{ m y } E_c = mg(h_1 - h_2)$$

$$E_{7000} = E_{6500} = \mathbf{6.66 \cdot 10^{11} \text{ J}}$$

- Interpretación 2. Podemos entender el enunciado como la energía cinética que gana la masa de nieve:

$$E_c = mg(h_1 - h_2) = \mathbf{4.9 \cdot 10^{10} \text{ J}}$$

* Damos por válidas cualquiera de las dos respuestas.

PROBLEMAS

P1 a) La intensidad es: $I = \frac{P}{4\pi R^2}$. A una distancia de 0.5 m del punto emisor el resultado es:

$$\mathbf{3.18 \cdot 10^{-11} \text{ W/m}^2}$$

b) Para que existan ondas estacionarias la longitud de la cavidad debe ser un número entero de semilongitudes de onda, puesto que en los extremos han de haber nodos.

Dos posibles valores son los dos más bajos: $\lambda/2 = \mathbf{0.63 \text{ cm}}$ y $\lambda = \mathbf{1.26 \text{ cm}}$

c) La diferencia de energía entre niveles será la energía del fotón emitido: $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$.

Para la longitud de onda del enunciado resulta: $E = \mathbf{1.58 \cdot 10^{-23} \text{ J}} = \mathbf{9.87 \cdot 10^{-5} \text{ eV}}$

El momento lineal de un fotón es $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$. Resulta un valor de $\mathbf{5.26 \cdot 10^{-32} \text{ kg}\cdot\text{m/s}}$

P2 a) El campo eléctrico en el interior de las placas es $E = \frac{\Delta V}{\Delta x} = \mathbf{10^7 \text{ V/m}}$

b) El campo eléctrico producido por las dos cargas puntuales, separadas $d = 0.5 \text{ m}$, es:

$$E = k \frac{q}{r^2} - k \frac{(-q)}{r^2} = 2k \frac{q}{r^2}, \text{ donde } q = 0.003 \text{ C y } r = d/2 = 0.25 \text{ m.}$$

El **campo** vale $\mathbf{8.64 \cdot 10^8 \text{ N/C}}$

El **potencial eléctrico** es $V = k \frac{q}{r} + k \frac{(-q)}{r} = \mathbf{0}$

c) La velocidad $n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n}$. Con el valor de los dos posibles índices de refracción obtenemos las velocidades: $\mathbf{1.96 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$ y $\mathbf{1.85 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

Las longitudes de onda dentro del material se calculan como $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$. Se obtienen los valores: $\mathbf{457.5 \text{ nm}}$ y $\mathbf{432.1 \text{ nm}}$