

Solución del examen de Física - PAU Andalucía 2026

Convocatoria extraordinaria. Resolución orientativa con desarrollo paso a paso.

El examen se estructura en cuatro bloques: Campo gravitatorio, Campo electromagnético, Vibraciones y ondas, y Física relativista, cuántica y de partículas. En los bloques con optatividad se incluyen las dos alternativas para que el documento sea completo.

A) Campo gravitatorio

Apartado a1

i) Trabajo total positivo y energía cinética

La afirmación es verdadera. Por el teorema de la energía cinética, el trabajo total realizado sobre una partícula es igual a la variación de su energía cinética:

$$W_{\text{total}} = \Delta E_c$$

Si el trabajo total es positivo, entonces la variación de la energía cinética también es positiva. Por tanto, la energía cinética final es mayor que la inicial.

Respuesta: verdadera. Si $W_{\text{total}} > 0$, entonces $\Delta E_c > 0$ y la energía cinética aumenta.

ii) Fuerza perpendicular a la trayectoria

La afirmación es verdadera. El trabajo elemental se define como el producto escalar entre la fuerza y el desplazamiento:

$$dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$$

Si la fuerza resultante es siempre perpendicular al desplazamiento, el producto escalar es nulo. En consecuencia, el trabajo total es cero y no varía la energía cinética.

La fuerza puede cambiar la dirección de la velocidad, como sucede en un movimiento circular uniforme, pero no su módulo.

Respuesta: verdadera. Si la fuerza es perpendicular al movimiento, no realiza trabajo y no cambia el módulo de la velocidad.

Apartado a2

Para un satélite en órbita circular alrededor de la Tierra se cumplen las expresiones:

$$\begin{aligned} E_c &= GMm/(2r) \\ E_p &= -GMm/r \\ E_m &= E_c + E_p = -GMm/(2r) \end{aligned}$$

i) Al aumentar el radio de la órbita, aumenta su energía cinética

La afirmación es falsa, porque la energía cinética es inversamente proporcional al radio orbital.

Respuesta: falsa. Si r aumenta, E_c disminuye.

ii) Al aumentar el radio de la órbita, aumenta su energía mecánica

La afirmación es verdadera. La energía mecánica es negativa y vale $-GMm/(2r)$. Al aumentar r , su valor se hace menos negativo, es decir, aumenta.

Respuesta: verdadera. La energía mecánica aumenta porque se aproxima a cero desde valores negativos.

Apartado b1

Datos: $m = 40 \text{ kg}$, $\theta = 30^\circ$, $h = 0,45 \text{ m}$, $F = 230 \text{ N}$, $\mu = 0,10$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

La longitud de la rampa se obtiene con:

$$L = h/\text{sen } 30^\circ = 0,45/0,5 = 0,90 \text{ m}$$

i) Fuerzas que actúan sobre el mueble

Actúan el peso, la normal, la fuerza aplicada y el rozamiento dinámico.

$$\begin{aligned} P &= mg = 40 \cdot 9,8 = 392 \text{ N} \\ P_{\text{parallel}} &= mg \text{ sen } 30^\circ = 392 \cdot 0,5 = 196 \text{ N} \\ N &= mg \text{ cos } 30^\circ = 392 \cdot 0,866 = 339,5 \text{ N} \\ F_r &= \mu N = 0,10 \cdot 339,5 = 33,95 \text{ N} \\ F_{\text{aplicada}} &= 230 \text{ N} \end{aligned}$$

La componente paralela del peso y el rozamiento se dirigen hacia abajo por la rampa. La fuerza aplicada se dirige hacia arriba por la rampa. La normal es perpendicular al plano.

ii) Trabajo de cada fuerza

$$\begin{aligned} W_F &= F \cdot L = 230 \cdot 0,90 = 207 \text{ J} \\ W_P &= -mgh = -40 \cdot 9,8 \cdot 0,45 = -176,4 \text{ J} \\ W_N &= 0 \text{ J} \\ W_r &= -F_r \cdot L = -33,95 \cdot 0,90 = -30,56 \text{ J} \\ W_{\text{total}} &= 207 - 176,4 - 30,56 = 0,04 \text{ J} \approx 0 \text{ J} \end{aligned}$$

Respuesta: el trabajo total es prácticamente nulo, lo que indica que el mueble sube casi con velocidad constante.

Apartado b2

Datos: $R_M = 0,532 R_T$, $M_M = 0,107 M_T$, $R_T = 6370 \text{ km} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$, $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$.

i) Peso en la superficie de Marte

$$\begin{aligned} g_M &= g_T \cdot (M_M/M_T)/(R_M/R_T)^2 \\ g_M &= 9,8 \cdot 0,107/(0,532)^2 \approx 3,70 \text{ m/s}^2 \\ m &= 400/9,8 = 40,82 \text{ kg} \\ P_M &= m g_M = 40,82 \cdot 3,70 \approx 151 \text{ N} \end{aligned}$$

Respuesta: el peso del objeto en Marte es aproximadamente 151 N.

ii) Velocidad de escape en Marte

$$\begin{aligned} v_e &= \sqrt{2GM/R} = \sqrt{2g_M R_M} \\ R_M &= 0,532 \cdot 6,37 \cdot 10^6 = 3,39 \cdot 10^6 \text{ m} \\ v_e &= \sqrt{2 \cdot 3,70 \cdot 3,39 \cdot 10^6} \approx 5,01 \cdot 10^3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Respuesta: la velocidad de escape desde Marte es aproximadamente $5,0 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

B) Campo electromagnético

Apartado a1

La corriente inducida aparece si cambia el flujo magnético que atraviesa la espira. Por la ley de Faraday:

$$\varepsilon = -d\Phi/dt$$

El campo magnético creado por un hilo recto largo disminuye con la distancia al hilo:

$$B = \mu_0 I / (2\pi r)$$

i) Espira moviéndose paralela al hilo

Si la espira se mueve paralela al hilo, no cambia la distancia de la espira al hilo. Por tanto, el flujo magnético permanece constante.

$$d\Phi/dt = 0 \rightarrow \varepsilon = 0$$

Respuesta: no se induce corriente.

ii) Espira alejándose perpendicularmente del hilo

Si la espira se aleja perpendicularmente del hilo, aumenta la distancia al hilo y disminuye el campo magnético que atraviesa la espira. Por tanto, cambia el flujo magnético y se induce corriente.

El sentido se determina por la ley de Lenz: la corriente inducida se opone a la variación del flujo. Si el flujo entrante disminuye, la corriente inducida crea un campo entrante; si el flujo saliente disminuye, crea un campo saliente.

Respuesta: sí se induce corriente. Su sentido se opone a la disminución del flujo magnético.

Apartado a2

i) Movimiento del protón

El protón tiene carga positiva. La fuerza eléctrica sobre una carga en un campo uniforme es:

$$F = qE$$

Como $q > 0$, la fuerza tiene el mismo sentido que el campo eléctrico.

Respuesta: el protón se moverá en el sentido del campo eléctrico.

ii) Energías potencial y cinética

Al desplazarse en el sentido de la fuerza eléctrica, el campo realiza trabajo positivo sobre el protón. Por tanto, aumenta su energía cinética. Como el protón se desplaza hacia potenciales menores, su energía potencial eléctrica disminuye.

Respuesta: la energía potencial disminuye y la energía cinética aumenta. Si solo actúa la fuerza eléctrica, la energía mecánica total se conserva.

Apartado b1

Datos: $B(t) = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ sen}(2\pi ft)$ T, $f = 25 \text{ kHz} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Hz}$, $r = 0,12 \text{ m}$, $R = 0,4 \Omega$.

$$S = \pi r^2 = \pi(0,12)^2 = 0,04524 \text{ m}^2$$
$$\Phi(t) = B(t)S$$

i) Fuerza electromotriz inducida

$$\varepsilon(t) = -d\Phi/dt$$
$$\varepsilon(t) = -S \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi f \cdot \cos(2\pi ft)$$
$$\varepsilon(t) \approx -8,53 \cos(5 \cdot 10^4 \pi t) \text{ V}$$

Respuesta: $\varepsilon(t) \approx -8,53 \cos(5 \cdot 10^4 \pi t) \text{ V}$.

ii) Intensidad inducida y valor máximo

$$I(t) = \varepsilon(t)/R$$
$$I(t) = -8,53/0,4 \cdot \cos(5 \cdot 10^4 \pi t)$$
$$I(t) \approx -21,3 \cos(5 \cdot 10^4 \pi t) \text{ A}$$
$$I_{\text{max}} = 21,3 \text{ A}$$

Respuesta: $I(t) \approx -21,3 \cos(5 \cdot 10^4 \pi t) \text{ A}$; $I_{\text{max}} \approx 21,3 \text{ A}$.

iii) Disminución de la frecuencia en un factor 10

La fem máxima es proporcional a la frecuencia, y la intensidad máxima también lo es:

$$\varepsilon_{\text{max}} = S B_0 2\pi f$$
$$I_{\text{max}} = \varepsilon_{\text{max}}/R$$

Si la frecuencia disminuye en un factor 10, la intensidad máxima también disminuye en un factor 10.

$$I'_{\text{max}} = 21,3/10 = 2,13 \text{ A}$$

Respuesta: la intensidad máxima pasaría a ser aproximadamente 2,13 A.

Apartado b2

Datos: $q_1=q_2=+2 \mu\text{C}=2\cdot 10^{-6} \text{ C}$, A(2,0), B(0,3), C(2,3), $k=9\cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$.

i) Campo eléctrico en C

La carga en A está a 3 m de C, y su campo en C apunta hacia arriba. La carga en B está a 2 m de C, y su campo en C apunta hacia la derecha.

$$\begin{aligned}E_A &= kq/r^2 = 9\cdot 10^9 \cdot 2\cdot 10^{-6} / 3^2 = 2000 \text{ N/C} \\E_A &= (0, 2000) \text{ N/C} \\E_B &= kq/r^2 = 9\cdot 10^9 \cdot 2\cdot 10^{-6} / 2^2 = 4500 \text{ N/C} \\E_B &= (4500, 0) \text{ N/C} \\E_C &= (4500, 2000) \text{ N/C} \\|E_C| &= \text{sqrt}(4500^2 + 2000^2) \approx 4924 \text{ N/C}\end{aligned}$$

Respuesta: $E_C = (4500, 2000) \text{ N/C}$, con módulo aproximado $4,92\cdot 10^3 \text{ N/C}$.

ii) Potencial en el punto medio

$$\begin{aligned}M &= ((2+0)/2, (0+3)/2) = (1, 1,5) \\r &= \text{sqrt}((1-2)^2 + (1,5-0)^2) = \text{sqrt}(3,25) \approx 1,803 \text{ m} \\V &= 2kq/r \\V &= 2 \cdot 9\cdot 10^9 \cdot 2\cdot 10^{-6} / 1,803 \approx 1,997\cdot 10^4 \text{ V}\end{aligned}$$

Respuesta: $V \approx 2,0\cdot 10^4 \text{ V}$.

C) Vibraciones y ondas

Apartado a

i) Energías en función de la posición en un MAS

En un movimiento armónico simple:

$$\begin{aligned}E_p &= (1/2)kx^2 \\E_c &= (1/2)k(A^2 - x^2) \\E_m &= (1/2)kA^2\end{aligned}$$

La energía potencial es una parábola abierta hacia arriba, mínima en $x=0$ y máxima en $x=\pm A$. La energía cinética es máxima en $x=0$ y nula en $x=\pm A$. La energía mecánica es constante y se representa como una línea horizontal.

Respuesta: E_p aumenta con x^2 , E_c disminuye al acercarse a los extremos y E_m permanece constante.

ii) Duplicar la frecuencia angular

$$\begin{aligned}E_m &= (1/2)kA^2 \\k &= m\omega^2 \\E_m &= (1/2)m\omega^2 A^2\end{aligned}$$

Si se duplica ω , manteniendo constantes masa y amplitud:

$$E'_m = (1/2)m(2\omega)^2 A^2 = 4E_m$$

Respuesta: no se duplicaría; se cuadruplicaría.

Apartado b

La onda viene dada por:

$$y(x,t) = 0,6 \text{ sen}(3,125\cdot 10^{-7} x - 1,25\cdot 10^{-3} t)$$

Comparando con $y(x,t) = A \text{ sen}(kx - \omega t)$:

$$\begin{aligned}A &= 0,6 \text{ m} \\k &= 3,125\cdot 10^{-7} \text{ rad/m} \\ \omega &= 1,25\cdot 10^{-3} \text{ rad/s}\end{aligned}$$

i) Longitud de onda, frecuencia y velocidad

$$\lambda = 2\pi/k = 2\pi/(3,125 \cdot 10^{-7}) \approx 2,01 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$f = \omega/(2\pi) = 1,25 \cdot 10^{-3}/(2\pi) \approx 1,99 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}$$

$$v = \omega/k = 1,25 \cdot 10^{-3}/(3,125 \cdot 10^{-7}) = 4000 \text{ m/s}$$

Respuesta: $\lambda \approx 2,01 \cdot 10^7 \text{ m}$, $f \approx 1,99 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}$ y $v = 4000 \text{ m/s}$.

ii) Tiempo de llegada y velocidad máxima de oscilación

$$d = 400 \text{ km} = 4 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$t = d/v = 4 \cdot 10^5 / 4000 = 100 \text{ s}$$

$$v_{\text{max}} = A\omega = 0,6 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

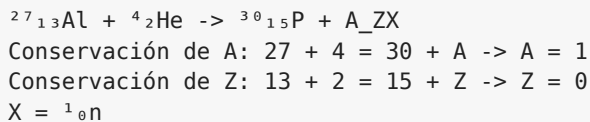
Respuesta: los efectos se perciben tras 100 s y las partículas oscilan con velocidad máxima $7,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

D) Física relativista, cuántica y de partículas

Apartado a1

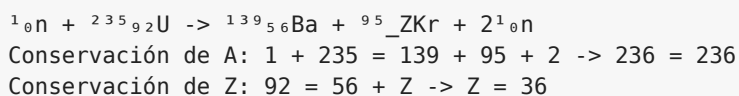
Para ajustar reacciones nucleares se aplican la conservación del número másico A y la conservación del número atómico Z.

i) Reacción con aluminio y helio



Respuesta: ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}$.

ii) Fisión del uranio



Respuesta: ${}^1_0\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{139}_{56}\text{Ba} + {}^{95}_{36}\text{Kr} + 2{}^1_0\text{n}$.

Apartado a2

La longitud de onda de De Broglie es:

$$\lambda = h/p \rightarrow p = h/\lambda$$

Si la longitud de onda se reduce a la mitad:

$$\lambda' = \lambda/2$$

$$p' = h/(\lambda/2) = 2p$$

La energía cinética no relativista es:

$$E_c = p^2/(2m)$$

Si el momento lineal se duplica, la energía cinética se cuadruplica:

$$E'_c = (2p)^2/(2m) = 4E_c$$

Respuesta: la afirmación es falsa. Al reducir a la mitad la longitud de onda, la energía cinética se cuadruplica, no se duplica.

Apartado b1

i) Reacción nuclear



Se conserva el número másico: $2+3=4+1$. También se conserva la carga: $1+1=2+0$.

Respuesta: la reacción es ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$.

ii) Energía liberada

$$\begin{aligned}m_i &= m({}^2_1\text{H}) + m({}^3_1\text{H}) = 2,014102 + 3,016049 = 5,030151 \text{ u} \\m_f &= m({}^4_2\text{He}) + m_n = 4,002603 + 1,008665 = 5,011268 \text{ u} \\ \Delta m &= 5,030151 - 5,011268 = 0,018883 \text{ u} \\ \Delta m &= 0,018883 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 3,1346 \cdot 10^{-29} \text{ kg} \\ E &= \Delta mc^2 = 3,1346 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2,82 \cdot 10^{-12} \text{ J}\end{aligned}$$

Respuesta: la energía liberada es aproximadamente $2,82 \cdot 10^{-12}$ J por núcleo de helio formado.

iii) Energía de enlace por nucleón del helio-4

$$\begin{aligned}m_{\text{nucleones}} &= 2m_p + 2m_n \\m_{\text{nucleones}} &= 2(1,007276) + 2(1,008665) = 4,031882 \text{ u} \\ \Delta m &= 4,031882 - 4,002603 = 0,029279 \text{ u} \\ \Delta m &= 0,029279 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 4,8603 \cdot 10^{-29} \text{ kg} \\ E_e &= \Delta mc^2 = 4,8603 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 4,37 \cdot 10^{-12} \text{ J} \\ E_{\text{por nucleón}} &= 4,37 \cdot 10^{-12} / 4 = 1,09 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}\end{aligned}$$

Respuesta: la energía de enlace por nucleón es aproximadamente $1,09 \cdot 10^{-12}$ J/nucleón, equivalente a unos 6,8 MeV/nucleón.

Apartado b2

Datos: $\lambda = 3 \cdot 10^{-11}$ m, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s, $m_{\text{He}} = 6,64 \cdot 10^{-27}$ kg, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Un núcleo de helio tiene carga $q = 2e = 3,2 \cdot 10^{-19}$ C.

i) Velocidad y energía cinética

$$\begin{aligned}\lambda &= h/p \\ p &= h/\lambda = mv \\ v &= h/(m\lambda) \\ v &= 6,63 \cdot 10^{-34} / (6,64 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^{-11}) = 3,33 \cdot 10^3 \text{ m/s} \\ E_c &= (1/2)mv^2 \\ E_c &= 0,5 \cdot 6,64 \cdot 10^{-27} \cdot (3,33 \cdot 10^3)^2 \approx 3,68 \cdot 10^{-20} \text{ J}\end{aligned}$$

Respuesta: $v \approx 3,33 \cdot 10^3$ m/s y $E_c \approx 3,68 \cdot 10^{-20}$ J.

ii) Diferencia de potencial aplicada

$$\begin{aligned}E_c &= q\Delta V \\ \Delta V &= E_c/q \\ \Delta V &= 3,68 \cdot 10^{-20} / 3,2 \cdot 10^{-19} \approx 0,115 \text{ V}\end{aligned}$$

Respuesta: la diferencia de potencial aplicada es aproximadamente 0,115 V.

Nota final

Estas soluciones han sido resueltas con ayuda de la Inteligencia Artificial.