Cómo es el examen de Física y las herramientas

Test de 10 preguntas y flashcards de este tema en **farmeandopau.com** ›

Última revisión: 1 de noviembre de 2026.

Escanea y haz el test del tema

LA IDEA EN 30 SEGUNDOS

La Física de la PAU es en toda España un examen de **90 minutos** con los **cuatro bloques** del Real Decreto 243/2022, pero cada comunidad lo arma a su manera: cuántas preguntas, cuáles son obligatorias, qué datos te dan y cuánto resta una unidad o una flecha olvidada. Aquí tienes esas reglas, comunidad por comunidad, y las **herramientas** que usarás en los 20 temas: vectores, unidades, cifras significativas y **datos experimentales**. Una tabla o gráfica de medidas con su recta y su pendiente **sale en 10 de las 68 convocatorias**, en 8 comunidades; los vectores y las unidades se corrigen en todas.

1 El examen de Física en las 17 comunidades

El Real Decreto 534/2024 fija lo común: cada ejercicio de la PAU «tendrá una duración de noventa minutos» (art. 13.4) y un «diseño competencial» (art. 13.1). El temario es el del Real Decreto 243/2022, con sus **cuatro bloques**: A. Campo gravitatorio; B. Campo electromagnético; C. Vibraciones y ondas (con la óptica); D. Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas. Todo lo demás —cuántas preguntas, cuáles son obligatorias, qué datos te dan— lo decide cada comisión. La tabla resume los documentos oficiales vigentes a 1 de noviembre de 2026.

- **Siempre 90 minutos, 10 puntos y los cuatro bloques**, cada uno con un peso de 1,5 a 3 puntos. Lo más habitual es una pregunta por bloque; las excepciones: Aragón (13 preguntas, contestas 9), Asturias (8 de 2 puntos, contestas 5), Castilla y León (dos preguntas de 1 punto de cualquier bloque más los cuatro bloques), Castilla-La Mancha (en los bloques B y C, una pregunta fija de 0,5 más otra a elegir), Canarias (en algunos bloques hay más de una pregunta), La Rioja (el Problema 5, obligatorio, es un segundo problema del bloque B o del C) y Navarra (óptica aparte).
- **Pregunta obligatoria con contexto real (competencial):** Galicia, Madrid, Extremadura y el País Vasco; en Murcia, Castilla-La Mancha e Illes Balears, el bloque gravitatorio, obligatorio y casi siempre con contexto. Canarias pone entre 1,5 y 3 puntos obligatorios en cualquier bloque (3 en todos los exámenes publicados; no siempre con contexto) y Andalucía, un ejercicio obligatorio que no conoces hasta abrir el examen.
- **Si contestas las dos opciones, casi siempre cuenta solo la primera** (en Castilla y León, la A; en Castilla-La Mancha, la primera por orden alfabético). Tacha lo que no quieras que se corrija.
- **Datos:** en Andalucía y el País Vasco **solo puedes usar los del examen**; en Murcia tienes que saber $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, 340 m/s para el sonido, $g = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$ y $n = 1$ del aire.

Comunidad (documento)	Preguntas y puntos	Qué eliges	Datos
Andalucía (Directrices 2026–27, 17-jun-2026)	4 de 2,5: a) cuestión 1 + b) problema 1,5. El A incluye trabajo y energía de 1.º (Tema 2).	Uno obligatorio, de cualquier bloque; en los otros, a1 o a2 y b1 o b2.	Solo los del enunciado de cada apartado.
Aragón (Estructura 2025–26)	13 preguntas: 2,5 + 2,5 + 3 + 2; contestas 9.	La primera de cada bloque, obligatoria; 1 de 2 en los bloques 1, 2 y 4 y 2 de 3 en el 3.	Todos, con las equivalencias de los múltiplos.
Asturias (ficha y acta 2025–26)	8 de 2 puntos, dos por bloque.	5 cualesquiera; nada obligatorio.	Tabla común en la cabecera.
Illes Balears (ficha y modelo 0 de 2027)	**Nuevo en 2027:** 4 preguntas (gravitatorio; eléctrico o magnético; ondas u óptica; moderna), de 2,5 en el modelo 0 (la ficha de la UIB da otros pesos).	La 1, obligatoria; en las otras, opción a o b.	Formulario fijo con trabajos de extracción; constantes en cada pregunta.
Canarias (Estructura y criterios PAU 2027)	2,5 + 3 + 3 + 1,5.	Entre 1,5 y 3 puntos «(Obligatorio)» en cualquier bloque (3 en todos los publicados); el resto, a elegir.	Tabla en la cabecera y el resto en el enunciado.
Cantabria (matriz de la UC, vigente)	7 preguntas en 4 apartados de 2,5.	Una por apartado; la de moderna (P7) es única.	Tabla «Constantes físicas» en la cabecera.
Castilla-La Mancha (modelo provisional 2026–27)	2 + 3 + 3 + 2.	A obligatorio; en B y C, 0,5 fijos y 1 de 2 de 2,5; en D, 1 de 2.	En cada pregunta; no dan g (usa 9,8 m/s²).
Castilla y León (Guía de calificación 2026)	C.1 y C.2 de 1 punto + 4 bloques de 2.	C.1 y C.2 obligatorias; A o B en cada bloque.	Tabla fija en la última página.
Cataluña (Orientacions PAU 2027)	4 de 2,5, con dos apartados de 1,25.	Todos obligatorios; en dos (no se sabe cuáles), opción A o B.	Al pie de cada ejercicio, a menudo con la fórmula.
Comunitat Valenciana (Documento de orientación 2026–27)	2 + 3 + 3 + 2, subapartados de 1.	Uno sin opciones (el 1 o el 2); A o B en los demás.	En cada enunciado, muchos en figuras y gráficas.
Extremadura (Criterios y modelo 2026–27)	4 de 2,5.	P1 (gravitatorio) obligatoria y competencial; 1 de 2 en los demás bloques.	Al pie de cada pregunta.
Galicia (Circular y Prácticas PAU 2027)	4 de 2,5; la P1 puede ser de gravitación o de ondas (hasta ahora, siempre gravitación).	P1 competencial obligatoria; en P2–P4, cuestión de 1 obligatoria y 1 de 2 problemas de 1,5.	En 2027, todas juntas al final.
La Rioja (Guía 2025–26)	Grupos de 2 + 1,5 o 3 + 1,5 o 3 + 2, más el Problema 5 (1,5).	Uno por grupo y el Problema 5, obligatorio.	Al pie de cada problema.
Madrid (Modelo 2027)	4 de 2,5.	P1 competencial obligatoria, de un bloque que cambia; A o B en las demás.	Al pie de cada pregunta.
Murcia (Especificaciones 2027)	2 + 3 + 3 + 2.	Bloque 1 obligatorio, con contexto real; A o B en los demás.	En cada pregunta, salvo c, 340 m/s, g y n del aire.

Comunidad (documento)	Preguntas y puntos	Qué eliges	Datos
Navarra (Guía 2025–26)	2,5 + 3 + 1,5 + 1,5 (óptica) + 1,5.	Uno sin opción (no predefinido); 1 de 2 en los demás.	En cada apartado.
País Vasco (presentación Fisika 2027)	4 de 2,5 (apartados de 1 + 1 + 0,5).	P1 y P2 obligatorias; a o b en P3 y P4.	Tabla común con datos que sobran a propósito.

Los puntos van en el orden de los bloques: gravitatorio, electromagnético, ondas (con óptica) y moderna. Donde el documento es de 2025–26, la comisión no había publicado otro a 1 de noviembre de 2026.

2 Cómo se corrige: unidades, vectores, cifras y razonamiento

Lo común: el **planteamiento vale más que el número** (60 % en la Comunitat Valenciana, 75 % en Galicia, 80 % en Cantabria) y, en las comunidades que lo regulan, un error arrastrado **no se penaliza dos veces** salvo que dé un absurdo. Lo que cambia son los descuentos:

Comunidad	Unidades	Vectores	Cifras y otras normas
Andalucía	-0,1 cada una (máx. -0,25 por apartado b)	-0,1 por flecha olvidada o puesta a un escalar (más de una vez)	Redondeo intermedio >5 %, prefijos, factor 10, dato mal copiado: -0,1
Aragón	-0,1 por resultado, también intermedios	-0,1	Redondeo y prefijos: -0,1
Asturias	-0,25 (criterios 2025); unidades también al sustituir	Sin cifra fija	-0,25 por error grave o suma de leves
Illes Balears	-0,1 por error y pregunta	-0,1 (falta o sobra más de una vez)	Redondeo >5 %, prefijos, factor 10: -0,1
Canarias	-0,1 en el resultado final	-0,1; confundir vector y escalar, grave	**2027: tres cifras**; -0,05 por error (máx. -0,1 por bloque)
Cantabria	-10 % del subapartado	**Solo el módulo: la mitad**	Planteamiento 80 %, resultado 20 %
Castilla-La Mancha	Falta leve	Falta leve	«hasta 3 faltas leves restan 0.25. De 4 a 6 restan 0.50 puntos»
Castilla y León	-0,1 (tope del 20 % por tipo)	-0,1; tratar un vector como escalar no es leve	Cifras desproporcionadas: -0,1; monosílabos: 0
Cataluña	-0,25 por problema	Módulo, dirección y sentido o componentes	**6 o más cifras, o solo 1: -0,10** por problema
Comunitat Valenciana	0,1 puntos	Puntos aparte por módulo, dirección y sentido	Planteamiento simbólico 60 %, resultado 40 %
Extremadura	**-50 % de la cuestión** (máx. 1 punto)	Módulo 50 %, dirección y sentido 50 %	Sin razonar: 0 en el apartado
Galicia	-0,25 (leves, máx. 30 % de la pregunta)	Sin flecha: leve; escalar como vector, nunca leve	Cifras: -0,25; planteamiento 75 %
La Rioja	Cada resultado vale 0,1 si las unidades están bien	El esquema puntúa (0,25–0,4)	Errores aritméticos: hasta -0,25 por pregunta
Madrid	Sin cifra fija: se valora el «uso correcto de las unidades en el Sistema Internacional»	Las soluciones dan $\vec{i}, \vec{j}$	Notas en múltiplos de 0,1

Comunidad	Unidades	Vectores	Cifras y otras normas
Murcia	−0,1 (máx. 20 % del apartado por tipo)	Leve; escalar como vector, nunca leve	Cifras como los datos: −0,1; sin razonar: −100 %
Navarra	−0,1 por error	−0,1 (falta o sobra más de una vez)	**Ley mal o sin razonar: 0 en la pregunta**
País Vasco	−0,1	−0,1; confundir escalar y vector, grave	Redondeo y cifras: −0,1

Criterios generales y específicos de cada comisión (los de la tabla anterior; Castilla-La Mancha, criterios de 2026; La Rioja, solucionario del modelo). El criterio de signos de la óptica está en el Tema 16.

Calculadora y regla: mira tu comunidad

Todas permiten calculadora científica y casi todas prohíben las programables, las gráficas y las que guardan o transmiten datos (**Castilla-La Mancha** solo excluye las que almacenan mucha información o se comunican sin cables), con letra pequeña distinta: la nota de la Universidad de Oviedo para 2026 (**Asturias**) no admite la Casio fx-570 SP CW ni la fx-991 SP CW; **Cantabria** admite la Classwiz fx-991SPX; **Aragón**, **Asturias**, **Madrid**, **Murcia** (lista de la COPAU de 2026) y el **País Vasco** prohíben las que resuelven ecuaciones. Pregunta en tu centro. **Aragón**: «No se podrá usar regla».

3 Qué expresiones hay que deducir antes de usarlas

Es la diferencia más cara entre comunidades. La regla segura: **si el enunciado dice «deduce» o «demuestra», parte de la ley** (segunda ley de Newton, conservación de la energía) y llega a la fórmula paso a paso.

Comunidad	Qué dice el documento oficial
Andalucía	13 expresiones que «siempre se deben deducir» (en el aviso) y, «en caso de duda, se debe deducir la expresión».
Aragón	Todo «justificado paso a paso»; la velocidad de escape sin deducir valió 0,2 de 1 (2026).
Asturias	La concreción pide «deducir» las relaciones de las órbitas, Kepler y la fuerza entre conductores; en 2025–2026 no ha caído como apartado aparte.
Illes Balears	Sin lista en 2026–27; nombra el principio y escribe la ecuación.
Canarias	La matriz pide deducir la velocidad orbital, la de lanzamiento y la de escape; han caído deducciones de 1 y 1,5 puntos.
Cantabria	«No será válido el planteamiento de la 3ª ley de Kepler sin aportar explicaciones adicionales»; $g = Gm/d^2$ o la ecuación de las lentes, sin demostrar.
Castilla-La Mancha	Si se pide, se puntúa aparte; si no, vale la fórmula directa.
Castilla y León	Sin lista; las C.1 y C.2 pueden ser de «deducción de expresiones».
Cataluña	Deducciones frecuentes con puntos propios (0,75 de 1,25 en 2026); justificar Kepler desde la gravitación.
Comunitat Valenciana	«Deduce razonadamente»: 0,6 la deducción y 0,4 el cálculo de cada punto.
Extremadura	Sin demostrar valen la velocidad orbital, la energía en órbita y $v_{\max}$ y $a_{\max}$ del MAS.
Galicia	No se valoran deducciones no pedidas; si pone «Deduza», sí.
La Rioja	«En los problemas de la prueba no se pedirán demostraciones» (guía 2025-26; pendiente de confirmar para 2027); si piden «deducir de forma razonada», no basta la fórmula.

Comunidad	Qué dice el documento oficial
Madrid	Demostraciones expresas de 1 punto (aumento lateral, periodo, escape); si no, fórmulas directas.
Murcia	«Deducir y aplicar la expresión de la velocidad orbital», la de escape por energías y el trabajo sobre una carga.
Navarra	Sin lista; ley mal identificada o desarrollo sin explicar: 0 en la pregunta.
País Vasco	Deducciones dentro de los problemas; «La aplicación directa de una fórmula sin justificaciones adecuadas no será suficiente para obtener la puntuación completa» (2025).

Andalucía: la lista literal (Directrices 2026–27, apartado 4.2)

«Expresiones que siempre se deben deducir antes de su aplicación: Velocidad orbital, velocidad de escape, energía mecánica en la órbita circular, tercera ley de Kepler, periodo orbital, radio de giro de una partícula cargada, fuerza por unidad de longitud en hilos de corrientes, velocidad de una carga cuando se acelera o frena mediante una diferencia de potencial (potencial de frenado), localización de nodos y vientres en ondas estacionarias, diferencia de fase entre dos puntos de un medio alcanzados por un onda progresiva, velocidad máxima de vibración de una partícula, aceleración máxima de vibración de una partícula y ángulo límite de refracción.» Cada deducción la tienes en su tema (4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 15 y 18).

4 Cómo resolver un problema y una cuestión razonada

Los correctores puntúan por pasos. Si los escribes en orden, cada paso suma aunque el número final salga mal; si solo das el número, puede valer cero: en Cataluña «Una resposta correcta sense raonament ni justificació pot ser valorada amb un 0 si el corrector o correctora no és capaç de veure d'on ha sortit el resultat» [una respuesta correcta sin razonamiento ni justificación puede valer 0 si el corrector no ve de dónde sale].

- **Una cuestión razonada** tiene tres piezas: la **respuesta**, la **ley** que la justifica y el **razonamiento** que une las dos. Sin justificación vale 0 en casi todas (Galicia, Murcia y Navarra lo tratan como error grave; Castilla y León no da nada por los monosílabos). En Galicia también vale justificar descartando las opciones falsas.
- **Comprueba el orden de magnitud** y, si un resultado es absurdo, dilo: en Extremadura un error arrastrado «solo se penaliza la primera vez, salvo que su aplicación posterior conduzca a un resultado físicamente absurdo que el alumno no advierta, al menos, con un comentario».

Dibuja

un esquema con ejes, los cuerpos, los vectores (con su dirección y sentido) y los datos, ya pasados al SI. En Navarra el dibujo y el sistema de referencia valen hasta un 10 % de la pregunta.

↓

Nombra la ley

«aplico la conservación de la energía», «segunda ley de Newton con la fuerza gravitatoria como centrípeta», «ley de Faraday-Lenz».

↓

Escribe la ecuación en letras y despeja la incógnita antes de meter números (Murcia lo define así: despejar «antes de sustituir valores numéricos»).

↓

Sustituye con unidades y calcula sin redondear los pasos intermedios.

↓

Da el resultado con sentido físico

unidad, cifras adecuadas, vector si lo es, y una frase que diga qué significa (el signo del trabajo, si la carga se acerca o se aleja, si el valor es razonable).

CUESTIÓN RAZONADA

Si se duplica la longitud de un péndulo simple, ¿se duplica su periodo? Razona la respuesta.

Respuesta modelo

No: se multiplica por $\sqrt{2} \approx 1{,}41$. Para pequeñas oscilaciones el periodo del péndulo simple es $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ (Tema 12), así que T es proporcional a $\sqrt{L}$. Con $L' = 2L$: $T' = 2\pi\sqrt{2L/g} = \sqrt{2}\,T$.

Por qué puntúa. Respuesta + ley con su fórmula + razonamiento. Decir solo «no» vale 0.

VERDADERO O FALSO CON VECTORES

Verdadero o falso: el módulo de la suma de dos vectores es la suma de sus módulos.

Respuesta modelo

Falso (salvo que los dos vectores tengan la misma dirección y el mismo sentido). El módulo de la suma depende del ángulo θ entre ellos: $|\vec{a}+\vec{b}|^2 = a^2 + b^2 + 2ab\cos\theta$, que solo vale $(a+b)^2$ si $\cos\theta = 1$. Por ejemplo, con $\vec{a} = 3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}$ y $\vec{b} = 2\vec{\imath} - \vec{\jmath}$: $|\vec{a}+\vec{b}| = \sqrt{34} = 5{,}83$, mientras que $|\vec{a}| + |\vec{b}| = 5 + \sqrt{5} = 7{,}24$.

Por qué puntúa. Lo recuerda el acta de Física de las Illes Balears de 2024: «La suma dels mòduls dels vectors no dona el mòdul del vector suma». Es el error de quien suma campos de varias cargas o masas sin descomponerlos.

Cómo repartir los 90 minutos

Unos 8 minutos por punto y 10 minutos de margen: 5 al principio para leer el examen entero y elegir opciones (y marcar en la portada las que eliges si te lo piden, como en Cataluña), y 5 al final para repasar unidades, flechas y signos. Una pregunta de 2,5 puntos son unos 20 minutos; una de 1,5, unos 12. Empieza por la que mejor sepas y no dejes ninguna en blanco: el planteamiento ya puntúa. Si te atascas en un apartado, usa un valor razonable y sigue: el error arrastrado no se vuelve a penalizar en casi ninguna comunidad.

5 Vectores: componentes, módulo, vector unitario y suma

Fuerzas, campos, velocidades y aceleraciones son **magnitudes vectoriales**: tienen módulo, dirección y sentido. Masa, energía, trabajo, potencial, carga o flujo son **escalares**: solo un número con su unidad. Escribir la flecha en las primeras y nunca en las segundas es lo primero que miran los correctores.

- **Componentes:** $\vec{a} = a_x\vec{\imath} + a_y\vec{\jmath} + a_z\vec{k}$, con $\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}$ los unitarios de los ejes. Con el módulo a y el ángulo α con el eje x: $a_x = a\cos\alpha$, $a_y = a\,\mathrm{sen}\,\alpha$.
- **Módulo:** $|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$; **dirección:** $\mathrm{tg}\,\alpha = a_y/a_x$, mirando el cuadrante.
- **Vector unitario:** $\vec{u}_a = \vec{a}/|\vec{a}|$, de módulo 1 y sin unidades. En $\vec{g} = -\dfrac{GM}{r^2}\vec{u}_r$ o $\vec{E} = \dfrac{kq}{r^2}\vec{u}_r$, $\vec{u}_r$ apunta **desde la masa o carga que crea el campo hacia el punto** (de $A(x_1, y_1)$ a $P(x_2, y_2)$: $\vec{r} = (x_2 - x_1)\vec{\imath} + (y_2 - y_1)\vec{\jmath}$ y $\vec{u}_r = \vec{r}/r$).
- **Suma componente a componente** (en el dibujo, regla del paralelogramo). Nunca sumes módulos de vectores con distinta dirección. Y $k\vec{a}$ cambia de sentido si $k < 0$: $\vec{F} = q\vec{E}$ va al revés que $\vec{E}$ si la carga es negativa.

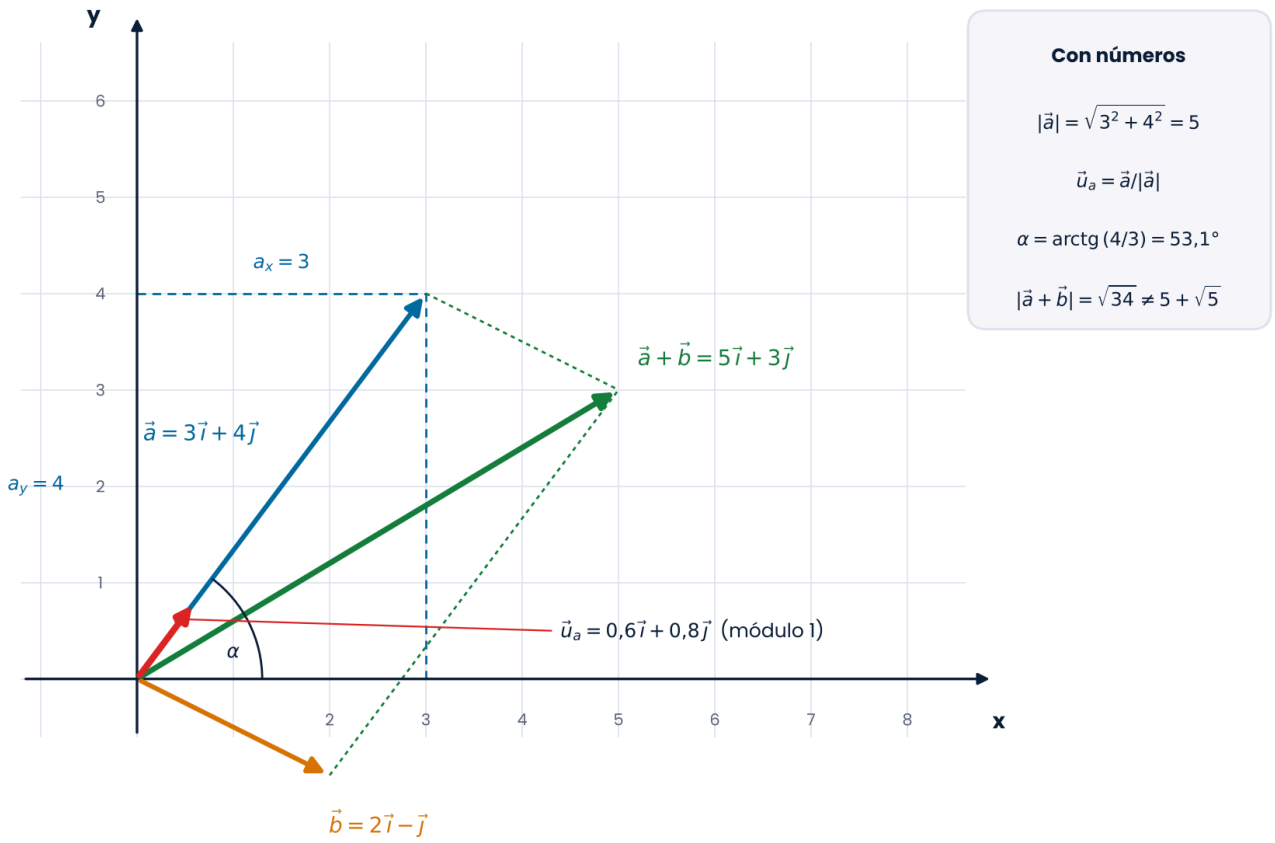
SUMA DE DOS CAMPOS

En un punto actúan $\vec{E}_1 = 3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}$ N/C y $\vec{E}_2 = 2\vec{\imath} - \vec{\jmath}$ N/C. Da el campo total, su módulo y el ángulo con el eje x.

Respuesta modelo

$\vec{E} = 5\vec{\imath} + 3\vec{\jmath}$ N/C; $E = \sqrt{34} = 5{,}83$ N/C; $\alpha = \operatorname{arctg}(3/5) = 31{,}0^\circ$ sobre el eje x positivo.

Por qué puntúa. Da el vector; si te piden el módulo, añádelo. Solo el módulo vale la mitad en Cantabria y Extremadura.



Componentes, vector unitario y suma. $\vec{a} = 3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}$ tiene módulo 5 y forma 53,1° con el eje x; su unitario es $0{,}6\,\vec{\imath} + 0{,}8\,\vec{\jmath}$. La suma con $\vec{b} = 2\vec{\imath} - \vec{\jmath}$ se hace componente a componente (o con el paralelogramo) y su módulo, $\sqrt{34}$, no es la suma de los módulos.

6 Producto escalar y producto vectorial

Dos formas de multiplicar vectores con resultados muy distintos: el **producto escalar** da un número (trabajo, flujo) y el **producto vectorial** da un vector perpendicular a los dos (fuerza de Lorentz, momento angular, fuerza sobre una corriente).

- **Producto escalar:** $\vec{a} \cdot \vec{b} = a\,b\cos\theta = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$; nulo si son perpendiculares. Da el trabajo, $W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r}$ (Tema 2), y el flujo, $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$ (Tema 11). Despejando, $\cos\theta = \dfrac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{a\,b}$.
- **Producto vectorial:** $\vec{a} \times \vec{b}$ tiene **módulo** $a\,b\,\operatorname{sen}\theta$, **dirección** perpendicular a los dos y **sentido** de la regla de la mano derecha (o del sacacorchos); nulo si son paralelos.
- **Con componentes:** $\vec{a} \times \vec{b} = (a_y b_z - a_z b_y)\,\vec{\imath} + (a_z b_x - a_x b_z)\,\vec{\jmath} + (a_x b_y - a_y b_x)\,\vec{k}$ (el determinante con $\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}$ en la primera fila). $\vec{\imath} \times \vec{\jmath} = \vec{k}$, $\vec{\jmath} \times \vec{k} = \vec{\imath}$, $\vec{k} \times \vec{\imath} = \vec{\jmath}$.

- **El orden importa:** $\vec{b} \times \vec{a} = -\vec{a} \times \vec{b}$, así que no es lo mismo $\vec{v} \times \vec{B}$ que $\vec{B} \times \vec{v}$. En el papel, $\odot$ es un vector que sale y $\otimes$, uno que entra.

ESCALAR, ÁNGULO Y VECTORIAL

Con $\vec{a} = 3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath}$ y $\vec{b} = 2\vec{\imath} - \vec{\jmath}$, calcula $\vec{a} \cdot \vec{b}$, el ángulo que forman y $\vec{a} \times \vec{b}$.

Respuesta modelo

$\vec{a} \cdot \vec{b} = 3 \cdot 2 + 4 \cdot (-1) = 2$. $\cos\theta = \dfrac{2}{5 \cdot \sqrt{5}} = 0{,}179$, $\theta = 79{,}7^\circ$. $\vec{a} \times \vec{b} = (3 \cdot (-1) - 4 \cdot 2)\,\vec{k} = -11\,\vec{k}$: entra en el papel.

Por qué puntúa. Comprueba el módulo: $a\,b\,\operatorname{sen}\theta = 5 \cdot \sqrt{5} \cdot \operatorname{sen} 79{,}7^\circ = 11{,}0$.

FUERZA SOBRE UN PROTÓN

Un protón ($q = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C) entra con $\vec{v} = 2{,}0 \cdot 10^5\,\vec{\imath}$ m/s en un campo $\vec{B} = 0{,}50\,\vec{k}$ T. ¿Qué fuerza magnética sufre?

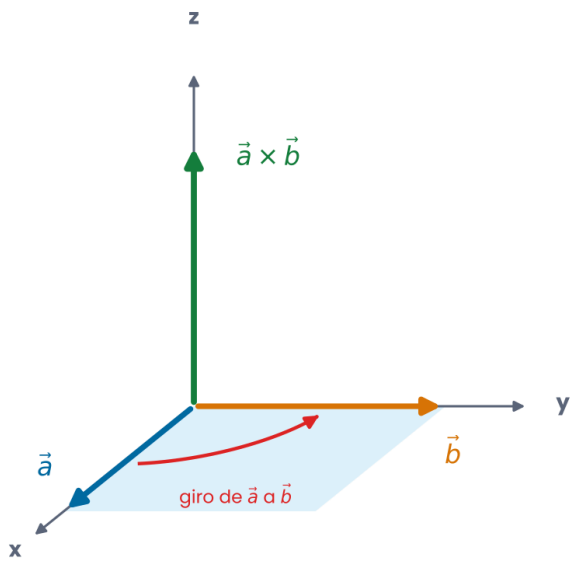
Respuesta modelo

$\vec{F} = q\,\vec{v} \times \vec{B} = q\,v\,B\,(\vec{\imath} \times \vec{k}) = -\,q\,v\,B\,\vec{\jmath} = -1{,}6 \cdot 10^{-14}\,\vec{\jmath}$ N.

Por qué puntúa. $\vec{\imath} \times \vec{k} = -\vec{\jmath}$ porque $\vec{k} \times \vec{\imath} = \vec{\jmath}$. Con un electrón la fuerza iría en $+\vec{\jmath}$. El movimiento que provoca lo ves en el Tema 9.

Aragón y Cataluña

El currículo de **Aragón** (Orden ECD/1173/2022) recomienda la «regla del tornillo o del sacacorchos» y dice que «es recomendable evitar la "regla de la mano derecha"»: dan el mismo sentido, usa la que manejes mejor y nómbrala. Las orientaciones de **Cataluña** 2026–27 piden operar con vectores (suma, resta, producto escalar y vectorial con módulo, dirección y sentido) y manejar coordenadas cartesianas y polares.



Producto vectorial

Módulo: $|\vec{a} \times \vec{b}| = a\,b\,\operatorname{sen}\theta$

Dirección: perpendicular al plano de $\vec{a}$ y $\vec{b}$

Sentido: mano derecha (o sacacorchos)

- los dedos giran de $\vec{a}$ hacia $\vec{b}$ por el ángulo menor
- el pulgar marca el sentido de $\vec{a} \times \vec{b}$
- un sacacorchos que gira igual avanza hacia $\vec{a} \times \vec{b}$
- $\vec{a} \times \vec{b}$ es perpendicular a $\vec{a}$ y a $\vec{b}$

$$\vec{i} \times \vec{j} = \vec{k} \quad \vec{j} \times \vec{k} = \vec{i} \quad \vec{k} \times \vec{i} = \vec{j}$$

$$\vec{b} \times \vec{a} = -\vec{a} \times \vec{b} \qquad \vec{a} \times \vec{a} = \vec{0}$$

Regla de la mano derecha. Si $\vec{a}$ va por el eje x y $\vec{b}$ por el y, $\vec{a} \times \vec{b}$ va por el z: los dedos giran de $\vec{a}$ hacia $\vec{b}$ por el ángulo menor y el pulgar (o el avance de un sacacorchos) da el sentido.

7 Magnitudes, unidades del SI y análisis dimensional

En España las unidades legales son las del **Sistema Internacional** (Real Decreto 2032/2009, adaptado al SI de 2019 por el Real Decreto 493/2020). Desde 2019 las siete unidades básicas se definen fijando el valor exacto de siete constantes: el segundo, con la frecuencia del cesio 133; el metro, con c; el kilogramo, con h; el amperio, con e; el kelvin, el mol y la candela, con otras tres.

- **Unidades básicas:** m, kg, s, A, K, mol y cd. Derivadas: N = kg·m/s², J = N·m, W = J/s, C = A·s, V = J/C, T = N/(A·m), Wb = T·m², Hz = Bq = s^{-1}.
- **Prefijos de pico a tera:** p 10^{-12}, n 10^{-9}, μ 10^{-6}, m 10^{-3}, c 10^{-2}, k 10^{3}, M 10^{6}, G 10^{9}, T 10^{12}. Un prefijo mal usado resta en casi todas; Castilla y León exige de nano a giga.
- **Pasa todo al SI antes de sustituir:** 72 km/h = 20 m/s; 35 786 km = $3{,}5786 \cdot 10^{7}$ m; 250 nm = $2{,}50 \cdot 10^{-7}$ m; 4,2 eV = $6{,}7 \cdot 10^{-19}$ J. Si el enunciado pide otra unidad (eV, horas), da el resultado en esa.
- **Análisis dimensional:** con longitud L, masa M y tiempo T, $[v] = \mathrm{L\,T^{-1}}$, $[F] = \mathrm{M\,L\,T^{-2}}$, $[E] = \mathrm{M\,L^{2}\,T^{-2}}$, $[G] = \mathrm{M^{-1}\,L^{3}\,T^{-2}}$. Los dos lados de una ecuación tienen las mismas dimensiones y el argumento de un seno, un logaritmo o una exponencial no tiene ninguna. Sirve para pillar errores, no para hallar constantes como el 2π.

Constante	Valor (CODATA 2018 y SI de 2019)	Lo que suelen dar los exámenes
Velocidad de la luz, c	$299\,792\,458$ m/s (exacta)	$3 \cdot 10^{8}$ m/s
Constante de Planck, h	$6{,}626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$ J·s (exacta)	$6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s
Carga elemental, e	$1{,}602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ C (exacta)	$1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C
Gravitación, G	$6{,}674 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²	$6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²
Coulomb, $K = 1/(4\pi\varepsilon_0)$	$8{,}988 \cdot 10^{9}$ N·m²/C²	$9 \cdot 10^{9}$ (Cataluña, $8{,}99 \cdot 10^{9}$)
Permeabilidad del vacío, μ_0	$1{,}257 \cdot 10^{-6}$ N/A² $\approx 4\pi \cdot 10^{-7}$ (ya no es exacta)	$4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m/A

Constante	Valor (CODATA 2018 y SI de 2019)	Lo que suelen dar los exámenes
Masa del electrón y del protón	$9{,}109 \cdot 10^{-31}$ kg y $1{,}673 \cdot 10^{-27}$ kg	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$ y $1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg
Unidad de masa atómica, u	$1{,}661 \cdot 10^{-27}$ kg $= 931{,}5$ MeV/c^2	$1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg; 931,5 MeV/c^2
Electronvoltio, eV	$1{,}602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ J (exacto)	$1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J

CODATA 2018 (NIST) y Real Decreto 2032/2009 en su redacción de 2020. En los ejercicios usa **siempre** los del enunciado.

DETECTAR UNA FÓRMULA IMPOSIBLE

Un compañero escribe $v = \sqrt{GMr}$. ¿Puede ser correcta?

Respuesta modelo

No. $[GMr] = \mathrm{M}^{-1}\mathrm{L}^{3}\mathrm{T}^{-2} \cdot \mathrm{M} \cdot \mathrm{L} = \mathrm{L}^{4}\mathrm{T}^{-2}$, y su raíz da $\mathrm{L}^{2}\mathrm{T}^{-1}$ (m²/s), que no es una velocidad. La correcta es $v = \sqrt{GM/r}$.

Por qué puntúa. Treinta segundos de análisis dimensional te salvan un apartado entero.

Análisis dimensional según la comunidad

Cantabria lo pone en su matriz: «Efectúa el análisis dimensional de las ecuaciones que relacionan las diferentes magnitudes en un proceso físico». **Castilla y León** lo incluye en los cuatro bloques de su matriz. **Murcia** aclara que es una competencia transversal que «no se planteará como una pregunta independiente», aunque hay que dominarla (acta de 17-sep-2026).

8 Notación científica, cifras significativas y redondeo

Un resultado de Física es un número con unidad y con **las cifras que permiten los datos**: ni todas las de la calculadora ni una sola. Varias comunidades lo puntúan.

- **Notación científica:** $a \cdot 10^{n}$ con $1 \le a < 10$. Úsala para lo muy grande o muy pequeño: $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg, $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s. En la calculadora, la tecla EXP o ×10ˣ; escribe 10^{-19}, nunca «E-19».
- **Qué cifras cuentan:** todas las distintas de cero, los ceros entre ellas y los ceros finales tras la coma; los ceros iniciales no. $0{,}00340$ tiene 3; 6371 km tiene 4; $1{,}50 \cdot 10^{7}$ m tiene 3; $2{,}0 \cdot 10^{5}$ tiene 2.
- **Al multiplicar o dividir**, el resultado lleva las cifras del dato que menos tiene; **al sumar o restar**, los decimales del menos preciso. Los números exactos (2π, $\frac{1}{2}$, las 10 oscilaciones que cuentas) no limitan.
- **Redondeo:** si la primera cifra que quitas es 5 o más, la anterior sube: 3,456 → 3,46; 2,449 → 2,4. **No redondees los pasos intermedios**: guarda una o dos cifras de más (en Andalucía, Illes Balears y Navarra resta si el redondeo intermedio cambia el valor más de un 5 %).
- **Lo normal en la PAU:** los datos traen 2 o 3 cifras, así que da **2 o 3** en el resultado.

CUÁNTAS CIFRAS DAR

Con $g = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$ y $h = 1{,}25$ m, calcula $v = \sqrt{2gh}$.

Respuesta modelo

$v = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}25} = \sqrt{24{,}5} = 4{,}9497\ldots \Rightarrow v = 4{,}9$ m/s.

Por qué puntúa. g tiene 2 cifras y manda: 4,9 m/s. Dar 4,9497 m/s (cinco cifras) resta en las comunidades que penalizan las cifras desproporcionadas (Castilla y León, Galicia, Murcia…); copiar el 4,949747 de la calculadora (siete cifras) resta además 0,10 en Cataluña, que castiga 6 o más.

Normas de cifras por comunidad

Canarias (2027): tres cifras significativas en los resultados; los datos «0,2 o 2 o 22 se entenderán como 0,200 o 2,00 o 22,0»; -0,05 por error, como mucho -0,1 por bloque. **Cataluña:** «Un o més resultats amb un nombre molt elevat de xifres significatives (6 xifres significatives o més) o amb només una xifra significativa es penalitzen amb 0,10 punts en aquest problema» [uno o más resultados con 6 o más cifras, o con solo una, restan 0,10 en ese problema]. **Galicia:** no más cifras que los datos (-0,25). **Castilla y León**, **Murcia** y el **País Vasco:** -0,1. **Asturias:** el alumno «no puede expresar los resultados con todas las cifras decimales que puedan aparecer en la calculadora».

9 Datos experimentales: tablas, gráficas y linealización

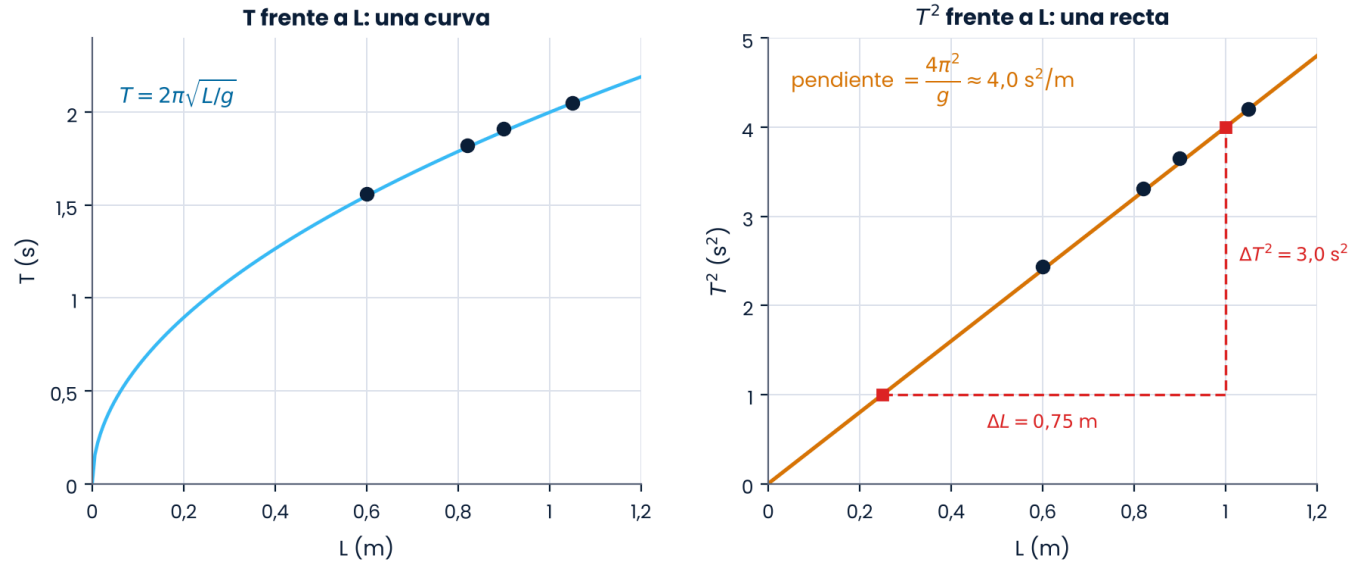
El Real Decreto 243/2022 tiene un criterio de evaluación propio: «Obtener relaciones entre variables físicas, midiendo y tratando los datos experimentales, determinando los errores y utilizando sistemas de representación gráfica» (5.1). En la PAU se traduce en **una tabla o una gráfica de medidas de la que sacas una constante con una recta**. Es un apartado dentro de un problema de otro tema (péndulo, satélites, fotoeléctrico, radiactividad, lentes), pero el método es siempre el mismo.

- **Representar bien puntúa:** magnitud y unidad en cada eje, escala uniforme, puntos sin unir y **una sola recta** entre ellos. La pauta de Cataluña de la extraordinaria de 2025 pide «Representació gràfica correctament escalada, amb títols i unitats» (en su Sèrie 0 de 2025: -0,10 sin título en un eje, -0,2 sin unidades, -0,25 con mala escala).
- **Linealizar** es elegir qué representar para que la ley sea una recta $y = mx + n$: T frente a L es una curva, T^2 frente a L es una recta de pendiente $4\pi^2/g$.
- **La pendiente se saca de la recta, no de dos medidas:** dos puntos **de la recta**, lejos uno de otro, y $m = \Delta y/\Delta x$ **con unidades** (así lo indica el documento de prácticas de Galicia para 2027). La pendiente suele dar la constante (g, h, GM, λ) y la ordenada, otra magnitud (trabajo de extracción). Si la teoría dice que pasa por el origen, trázala por el origen.
- **La regresión de la calculadora** sirve para comprobar, pero el corrector quiere ver la gráfica. Murcia (Especificaciones 2027) y Castilla-La Mancha (orientación de la Crue; 2025-26, pendiente de confirmar para 2027) limitan las gráficas que dibujas a «un máximo de 5 parejas de datos».

Ley	Representas	Pendiente	Ordenada en el origen
Péndulo simple: $T = 2\pi\sqrt{L/g}$	T^2 frente a L	$4\pi^2/g$	0
Muelle: $T = 2\pi\sqrt{m/k}$	T^2 frente a m	$4\pi^2/k$	0 (muelle de masa despreciable)
Ley de Hooke colgando masas: $mg = k\,\Delta x$	Δx frente a m	g/k	0
Tercera ley de Kepler (órbita circular): $T^2 = \dfrac{4\pi^2}{GM} r^3$	T^2 frente a r^3	$4\pi^2/(GM)$	0
Fotoeléctrico: $eV_f = hf - W$	V_f frente a f	h/e	$-W/e$ (corta el eje f en f_0)
Fotoeléctrico: $E_{c,\max} = \dfrac{hc}{\lambda} - W$	$E_{c,\max}$ frente a $1/\lambda$	hc	$-W$ (corta el eje en $1/\lambda_0$)
Desintegración: $N = N_0 e^{-\lambda t}$ (vale igual con la masa o la actividad)	$\ln N$ frente a t	$-\lambda$	$\ln N_0$

Ley	Representas	Pendiente	Ordenada en el origen
Lente delgada (DIN): $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$	$1/s'$ frente a $1/s$	1	$1/f' = P$
Snell: $n_1 \operatorname{sen}\theta_1 = n_2 \operatorname{sen}\theta_2$	$\operatorname{sen}\theta_2$ frente a $\operatorname{sen}\theta_1$	n_1/n_2	0

Cada ley la tienes en su tema: péndulo y muelle (12), Kepler (5 y 6), fotoeléctrico (18), desintegración (19), lentes (16), Snell (15).



Por qué se representa T^2. Con las cuatro medidas del péndulo de Galicia 2025, T frente a L es una curva (izquierda); T^2 frente a L es una recta por el origen (derecha) cuya pendiente, sacada con dos puntos de la recta, vale unos 4,0 s²/m y da $g = 4\pi^2/4{,}0 = 9{,}9$ m/s².

10 Incertidumbre, error y datos anómalos

Ninguna medida es exacta: el cronómetro aprecia centésimas, tú reaccionas tarde, el hilo no es ideal. La **incertidumbre** dice cuánto te puedes fiar de un valor. En la PAU se pide poco (el acta de Asturias dice que no hace falta el cálculo de errores: 2025-26, pendiente de confirmar para 2027), pero Galicia la exige en sus prácticas de 2027.

- **Incertidumbre absoluta** Δx, en las unidades de la medida ($T = 1{,}56 \pm 0{,}01$ s); **relativa**, $\Delta x/x$ en %, para comparar medidas distintas.
- **Medidas repetidas:** das la **media** $\bar{x} = \sum x_i/n$ y, como incertidumbre, la **desviación típica** $s = \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2/(n-1)}$ (σ_{n-1} en la calculadora), con una o dos cifras; el valor se redondea a esa misma posición. Se cronometran **10 oscilaciones** para que el error de poner en marcha y parar el cronómetro se reparta entre 10.
- **Error respecto a un valor de referencia:** $|x - x_{\text{ref}}|/x_{\text{ref}}$. Mide la **exactitud**; la desviación típica mide la **precisión**.
- **Dato anómalo:** el punto que se sale de la recta. Se señala, se explica y **no se usa** para la pendiente ni para la media (País Vasco 2026).

MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA

Con las cuatro medidas del péndulo de Galicia 2025 se obtiene $g = 4\pi^2 L/T^2$ para cada una: 9,733; 9,773; 9,739 y 9,864 m/s². Expresa el resultado.

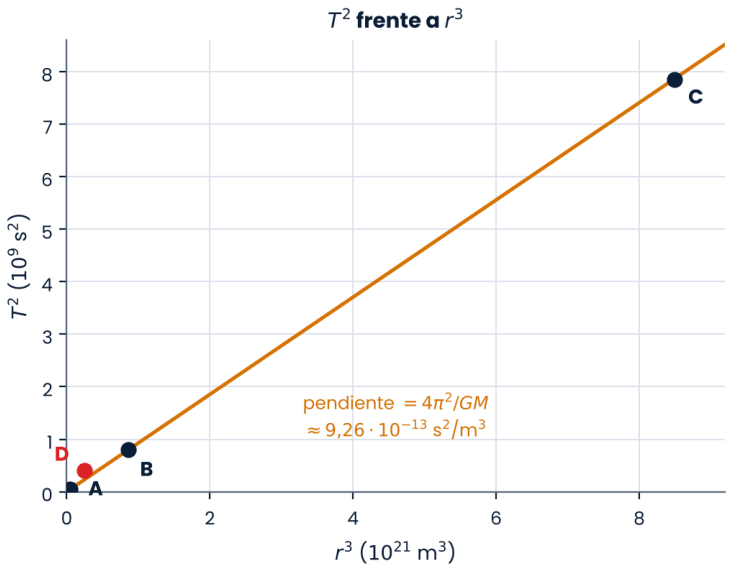
Respuesta modelo

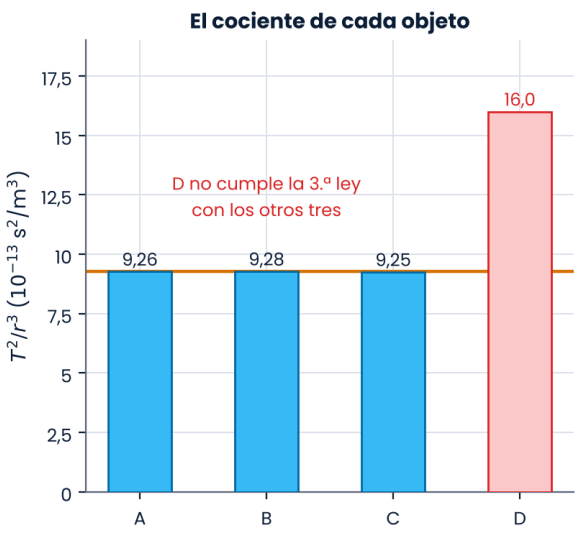
$\bar{g} = 9{,}777$ m/s²; $s = 0{,}060$ m/s². Resultado: $g = (9{,}78 \pm 0{,}06)$ m/s², una incertidumbre relativa del 0,6 %. Respecto a la gravedad normal, $g_n = 9{,}80665$ m/s², el error relativo es del 0,3 %.

Por qué puntúa. Es la forma que pide el documento de prácticas de Galicia 2027: magnitud, valor medio con sus cifras, desviación típica como incertidumbre y unidad.

Incertidumbres: lo que dice cada comunidad

Galicia (Prácticas PAU 2027, 20-oct-2026) evalúa «a magnitude que se mide, o valor numérico coas súas cifras significativas e un tratamento sinxelo das incertezas (será suficiente dar como resultado o valor medio das medidas coa súa desviación típica como incerteza), e as unidades correspondentes» [la magnitud, el valor con sus cifras significativas, un tratamiento sencillo de las incertidumbres —basta la media con su desviación típica — y las unidades]. **Asturias** (acta de 11-nov-2025): «no es necesario introducir a los estudiantes en el estudio de cálculo de errores» (2025-26; pendiente de confirmar para 2027). En el resto, el criterio 5.1 está en los documentos, pero en 2025–2026 no ha caído ningún cálculo de incertidumbres.





Un dato anómalo. Con los cuatro objetos que orbitan Marte en el examen del País Vasco de 2026, A, B y C caen sobre la recta $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ y tienen el mismo cociente $T^2/r^3 \approx 9{,}26 \cdot 10^{-13}$ s²/m³; D se sale (1,60·10⁻¹² s²/m³).

11 Ejercicio resuelto: g con un péndulo, representando T² frente a L (Galicia 2025)

PAU GALICIA 2025 · CONVOCATORIA ORDINARIA · PREGUNTA 3, PROBLEMA 3.2.2 (A ELEGIR ENTRE 3.2.1 Y 3.2.2; 1,5 PUNTOS)

3.2.2. Se quiere obtener la aceleración de la gravedad mediante un péndulo simple a partir de las siguientes medidas. [Tabla del examen; en la versión en castellano los rótulos siguen en gallego: «Lonxitude do péndulo (m)»: 0,60 | 0,82 | 0,90 | 1,05; «Tempo de 10 oscilacións (s)»: 15,6 | 18,2 | 19,1 | 20,5.]

a) Represente el cuadrado del periodo frente a la longitud del péndulo. (1 punto)

b) Determine la aceleración a partir de la gráfica. (0,5 puntos)

Apartado a)

1. **La idea:** para pequeñas oscilaciones, $T = 2\pi\sqrt{L/g}$. Elevando al cuadrado, $T^2 = \dfrac{4\pi^2}{g}\,L$: si represento T^2 frente a L debo obtener una **recta que pasa por el origen** con pendiente $4\pi^2/g$. Por eso piden T^2 y no T.
2. **Periodo:** la tabla da el tiempo de **10** oscilaciones, así que $T = t/10$: 1,56 s; 1,82 s; 1,91 s; 2,05 s.
3. **Periodo al cuadrado:** T^2 = 2,43 s²; 3,31 s²; 3,65 s²; 4,20 s² (para 0,60; 0,82; 0,90 y 1,05 m). Los mismos valores que la solución oficial.
4. **La gráfica:** eje horizontal L (m) de 0 a 1,2; eje vertical T^2 (s²) de 0 a 5; los cuatro puntos marcados y una recta que pasa por el origen y entre los puntos (la tienes en la figura de la sección de datos experimentales).

SOLUCIÓN Los cuatro puntos están alineados con el origen: T^2 es proporcional a L, como predice $T^2 = (4\pi^2/g)\,L$.

Apartado b)

1. **La pendiente**, con dos puntos **de la recta** separados, $(0;\ 0)$ y $(1{,}00\ \text{m};\ 4{,}0\ \text{s}^2)$: $m = \dfrac{4{,}0 - 0}{1{,}00 - 0} = 4{,}0\ \text{s}^2/\text{m}$.
2. **Despejo g:** $m = \dfrac{4\pi^2}{g} \Rightarrow g = \dfrac{4\pi^2}{m} = \dfrac{4\pi^2}{4{,}0\ \text{s}^2/\text{m}} = 9{,}87\ \text{m/s}^2$.
3. **Cuánto te puedes fiar:** con cuatro puntos la pendiente depende de cómo trazas la recta. La regresión por el origen da 4,03 s²/m ($g = 9{,}79$ m/s²); la libre, 3,95 s²/m con ordenada 0,07 s² ($g = 10{,}0$ m/s²); con g de cada medida, $(9{,}78 \pm 0{,}06)$ m/s². Todo cabe en dos cifras.
4. **La solución oficial** toma la pendiente 4 s²/m y escribe $g = 9{,}8$ m/s²; $4\pi^2/4 = 9{,}87$ redondeado a dos cifras es 9,9. Los dos valores son coherentes con estas medidas.

SOLUCIÓN $g \approx 9{,}9\ \text{m/s}^2$ (la solución oficial da 9,8 m/s²): la gravedad del lugar, con una diferencia de menos del 1 % respecto a $9{,}81$ m/s².

Lo que puntúa. Criterios oficiales (CiUG, 2025 ordinaria): «Por la representación gráfica: hasta 1 punto» y «Por la determinación de la aceleración de la gravedad: hasta 0,5 puntos». Los criterios generales vigentes (PAU 2026) dan el 75 % al planteamiento y el 25 % al cálculo, y restan 0,25 por unidades que faltan o por cifras significativas inadecuadas. Para 2027, el documento de prácticas de Galicia pide sacar la pendiente con dos puntos de la recta y dar el resultado con su incertidumbre.

Error típico que te quita puntos. Usar 15,6 s como periodo (es el tiempo de 10 oscilaciones): T^2 sale cien veces mayor y g, cien veces menor (0,1 m/s²). Otros fallos que quitan puntos: representar T en lugar de T^2, unir los puntos con una línea quebrada, ejes sin magnitud o sin unidades y calcular la pendiente con dos medidas en lugar de con la recta.

12 Ejercicio resuelto: la tercera ley de Kepler con datos de Marte y un dato anómalo (País Vasco 2026)

PAU PAÍS VASCO 2026 · CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA · PROBLEMA A1 (BLOQUE A, OBLIGATORIO; 2,5 PUNTOS), APARTADO C (1 PUNTO)

A1.- Una sonda de masa m=420 kg orbita Marte en dos fases: una órbita baja de cartografía, h_1=250 km; y una órbita alta de comunicaciones, h_2=6000 km. Las distancias se miden desde la superficie marciana. [...] c) La tabla recoge datos orbitales de 4 objetos en torno a Marte: (1.00 punto) [Tabla: Objeto | r (10^6 m) | T (10^3 s) — A | 3.70 | 6.85 — B | 9.50 | 28.2 — C | 20.4 | 88.6 — D | 6.30 | 20.0.] (Dato de la tabla de constantes del examen: G=6.67 × 10^{-11} Nm^2kg^{-2}. Los apartados a y b, de órbitas, son del Tema 5.)

c.1) Comprueba si T^2/r^3 es aproximadamente constante y estima la masa de Marte. (0,50 puntos)

c.2) Identifica el objeto que no se ajusta a la relación T^2/r^3. (0,25 puntos)

c.3) Usa la constante T^2/r^3 obtenida para predecir el periodo orbital para una órbita circular de radio r=1.50 × 10^7 m alrededor de Marte. (0,25 puntos)

Apartado c.1)

1. **La idea:** en una órbita circular la gravedad hace de fuerza centrípeta: $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$. Para todos los cuerpos que giran alrededor de Marte, T^2/r^3 debe valer lo mismo (tercera ley de Kepler); es la **pendiente de la recta T^2 frente a r^3**.
2. **Cociente de A**, con todo en el SI: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{(6{,}85\cdot10^3)^2}{(3{,}70\cdot10^6)^3} = \frac{4{,}692\cdot10^7}{5{,}065\cdot10^{19}} = 9{,}26\cdot10^{-13}\ \mathrm{s^2/m^3}$.
3. **B y C:** $9{,}28\cdot10^{-13}$ y $9{,}25\cdot10^{-13}$ s²/m³. Los tres coinciden en la tercera cifra: **T^2/r^3 es constante** y su media es $9{,}26\cdot10^{-13}$ s²/m³.
4. **Masa de Marte:** $M = \frac{4\pi^2}{G\,(T^2/r^3)} = \frac{4\pi^2}{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot9{,}26\cdot10^{-13}} = 6{,}39\cdot10^{23}$ kg.

SOLUCIÓN $T^2/r^3 \approx 9{,}26\cdot10^{-13}$ s²/m³ para A, B y C; $M_{\text{Marte}} \approx 6{,}4\cdot10^{23}$ kg, el mismo valor que trae la tabla de constantes del examen ($6{,}39\cdot10^{23}$ kg).

Apartado c.2)

1. **Cociente de D:** $\frac{(2{,}00\cdot10^4)^2}{(6{,}30\cdot10^6)^3} = \frac{4{,}00\cdot10^8}{2{,}500\cdot10^{20}} = 1{,}60\cdot10^{-12}$ s²/m³, un 73 % mayor que el de los demás.
2. **Comprobación:** un cuerpo en órbita circular a $r = 6{,}30\cdot10^6$ m tendría $T = \sqrt{9{,}26\cdot10^{-13}\cdot(6{,}30\cdot10^6)^3} = 1{,}52\cdot10^4$ s, no $2{,}00\cdot10^4$ s.

SOLUCIÓN **El objeto D** no cumple la relación: o el dato está mal medido o su órbita no es circular de ese radio. No se usa para la media.

Apartado c.3)

1. **Despejo** T de la constante: $T = \sqrt{(T^2/r^3)\,r^3} = \sqrt{9{,}26\cdot10^{-13}\cdot(1{,}50\cdot10^7)^3}$.
2. $(1{,}50\cdot10^7)^3 = 3{,}375\cdot10^{21}$ m³, así que $T = \sqrt{3{,}125\cdot10^9} = 5{,}59\cdot10^4$ s.

SOLUCIÓN $T \approx 5{,}59 \cdot 10^4$ s (unas 15,5 h), como la solución oficial.

Lo que puntúa. Solucionario oficial (UPV/EHU, extraordinaria 2026): c.1 vale 0,50 = 0,25 por el «Cálculo de k=T²/r³ para A, B, C» y 0,25 por la «Estimación masa» (≈ 6,4·10²³ kg); c.2, 0,25 por identificar el objeto D; c.3, 0,25 por la predicción (≈ 5,59·10⁴ s). Criterios generales: «Unidades ausentes o incorrectas: -0.1 puntos» y «Errores de redondeo y cifras significativas: -0.1 puntos».

Error típico que te quita puntos. Meter el objeto D en la media (la masa sale mal) o calcular el cociente con las potencias de 10 olvidadas: r viene en 10^6 m y T en 10^3 s, y al elevar al cubo y al cuadrado se convierten en 10^{18} y 10^6. También es un error sumar el radio de Marte: aquí r ya se mide desde el centro.

13 Ejercicio resuelto: trabajo de extracción con la recta Ec frente a 1/λ (Illes Balears 2026)

PAU ILLES BALEARS 2026 · CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (JULIO) · PREGUNTA 5, BLOQUE A.1 (A ELEGIR ENTRE A.1 Y A.2; 2,5 PUNTOS): APARTADOS (I) Y (III)

Traducido del catalán (el examen solo se publica en catalán). Una placa del **elemento e_1** se ilumina con seis ondas monocromáticas y se mide la energía cinética de los electrones emitidos por **efecto fotoeléctrico**. Al iluminar una placa del **elemento e_2** con las mismas ondas, solo se emiten electrones en cuatro casos. Los **puntos del gráfico** representan la energía cinética de los electrones emitidos en función del inverso de la longitud de onda de las ondas monocromáticas. [Figura: gráfica de E_c (eV), de 0 a 1,0, frente a λ^{-1} (m⁻¹), de unos 3,6·10⁶ a 5,0·10⁶, con cuadrícula cada 0,2·10⁶ m⁻¹ y cada 0,2 eV. Seis puntos negros (elemento e_1) sobre una recta discontinua que corta el eje horizontal hacia 3,8·10⁶ m⁻¹; cuatro puntos blancos (elemento e_2), de unos 0,15 a 0,62 eV, sobre otra recta discontinua paralela que corta el eje horizontal en 4,0·10⁶ m⁻¹.] (Formulario del examen: $h = 6{,}62607015 \cdot 10^{-34}$ J s; $c = 299\,792\,458$ m/s; $e = 1{,}602176634 \cdot 10^{-19}$ C. El apartado (ii), qué elemento tiene mayor trabajo de extracción, es teoría del Tema 18.)

i) Explicad por qué los puntos del mismo elemento están alineados. (0,75 puntos)

iii) Calculad el trabajo de extracción del elemento e_2 a partir de la línea discontinua dibujada siguiendo los puntos. (1 punto)

Apartado i)

1. **La idea:** la ecuación de Einstein (Tema 18), $hf = W + E_{c,\max}$, con $f = c/\lambda$, queda $E_{c,\max} = hc \cdot \frac{1}{\lambda} - W$: con $y = E_{c,\max}$ y $x = 1/\lambda$ es **una recta** de pendiente hc y ordenada $-W$.
2. La pendiente hc es la misma para todos los metales: por eso las dos rectas son **paralelas**; el corte con el eje depende de W. En la gráfica, la recta de e_2 sube 0,62 eV entre $4{,}0 \cdot 10^6$ y $4{,}5 \cdot 10^6$ m⁻¹: $0{,}62/(0{,}5 \cdot 10^6) = 1{,}24 \cdot 10^{-6}$ eV·m, que es hc.

SOLUCIÓN Los puntos están alineados porque $E_{c,\max}$ depende linealmente de $1/\lambda$: $E_{c,\max} = hc\,(1/\lambda) - W$, recta de pendiente hc.

Apartado iii)

1. **El corte con el eje horizontal** es donde $E_{c,\max} = 0$: la radiación umbral. En la gráfica, la recta de e_2 corta en $1/\lambda_u = 4{,}0 \cdot 10^6$ m⁻¹, es decir, $\lambda_u = 2{,}5 \cdot 10^{-7}$ m (250 nm).

2. **En el umbral** toda la energía del fotón se gasta en arrancar el electrón: $W = \dfrac{hc}{\lambda_u} = hc \cdot \dfrac{1}{\lambda_u} = 6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}998 \cdot 10^{8} \cdot 4{,}0 \cdot 10^{6} = 7{,}95 \cdot 10^{-19}$ J.
3. **En electronvoltios:** $W = \dfrac{7{,}95 \cdot 10^{-19}}{1{,}602 \cdot 10^{-19}} = 4{,}96$ eV.
4. **La solución oficial** da $W = 7{,}95 \cdot 10^{-19}$ J o 4,97 eV: el 4,97 sale de dividir entre $1{,}60 \cdot 10^{-19}$; con la e exacta del formulario son 4,96 eV. Como la lectura de la gráfica $(4{,}0 \cdot 10^{6})$ solo tiene dos cifras, $W \approx 5{,}0$ eV es igual de correcto.

SOLUCIÓN $W_{e_2} = 7{,}95 \cdot 10^{-19}$ J $\approx 4{,}96$ eV (oficial: 4,97 eV): la energía mínima para arrancar un electrón de e_2.

Lo que puntúa. Criterios oficiales de la UIB (julio 2026), traducidos: en (i), +0,35 por escribir $E_{c,\max} = hc\,\lambda^{-1} - W$, +0,2 por decir que la representación es una línea recta y +0,2 por su pendiente hc, y «pueden ser correctas otras justificaciones»; en (iii), +0,25 por leer $1/\lambda_u = 4{,}0 \cdot 10^{6}$ m⁻¹, +0,25 por $\lambda_u = 2{,}5 \cdot 10^{-7}$ m, +0,25 por $W = hc/\lambda_u$ y +0,25 por el resultado. La ficha de la UIB resta 0,1 por pregunta por cada error de unidades, de prefijos o de una potencia de 10.

Error típico que te quita puntos. Confundir el corte del eje, que es $1/\lambda_u$, con la longitud de onda: con «$\lambda = 4{,}0 \cdot 10^{6}$ m» sale $W \approx 5 \cdot 10^{-32}$ J, un absurdo. También restan las unidades del eje mal leídas (m⁻¹ no es m) y dar W sin pasar a eV si el enunciado lo pide en eV.

Conceptos clave

Magnitud vectorial
La que necesita módulo, dirección y sentido (fuerza, campo, velocidad). Lleva flecha; las escalares (energía, potencial, carga, flujo), nunca.

Vector unitario
Vector de módulo 1 y sin unidades que marca una dirección y un sentido: $\vec{u}_a = \vec{a}/|\vec{a}|$.

Producto escalar
$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab\cos\theta$: un número, nulo si los vectores son perpendiculares (trabajo, flujo).

Producto vectorial
$\vec{a} \times \vec{b}$: vector de módulo $ab\,\mathrm{sen}\,\theta$, perpendicular a los dos, con el sentido de la mano derecha (Lorentz, momento angular).

Sistema Internacional (SI)
Sistema legal de unidades en España (Real Decreto 2032/2009): m, kg, s, A, K, mol y cd, definidas desde 2019 por constantes exactas.

Análisis dimensional
Comprobar que los dos lados de una ecuación tienen las mismas dimensiones (L, M, T). Detecta fórmulas imposibles.

Cifras significativas
Las cifras de un resultado que permiten los datos: las distintas de cero, los ceros intermedios y los finales tras la coma.

Linealizar
Elegir qué representar para que una ley sea una recta: T^2 frente a L, T^2 frente a r^3, $\ln N$ frente a t.

Pendiente
$\Delta y/\Delta x$ entre dos puntos de la recta, con unidades; en una ley linealizada da una constante física.

Ordenada en el origen
Valor de la recta en $x = 0$; en el fotoeléctrico, $-W$ (o $-W/e$).

Incertidumbre

Margen de una medida: absoluta ($\pm\Delta x$, con unidades) o relativa ($\Delta x/x$, en %).

Desviación típica

Dispersión de medidas repetidas; con la media da el resultado, $\bar{x} \pm s$.

Dato anómalo

Medida que se aparta claramente de las demás; se señala y no se usa en el ajuste.

Pregunta competencial

La que aplica la física a un contexto real (misión, hospital, laboratorio); el Real Decreto 534/2024 pide «diseño competencial».

MODO PAU

Siete claves que valen puntos

Elige bien

Lee todo el examen antes de empezar. Si contestas las dos opciones, casi siempre **solo cuenta la primera**: tacha la que no quieras.

Ley y letras

Nombra la ley y escribe la ecuación **en letras** antes de los números: el planteamiento vale el **60–80 %** (Comunitat Valenciana, Galicia, Cantabria).

Unidades

En **todos** los resultados, también los intermedios. En Extremadura un fallo de unidades cuesta el **50 %** de la cuestión; en Cataluña, 0,25 por problema.

Vectores

Flecha en los vectores y nunca en los escalares; da **componentes** o módulo, dirección y sentido. Solo el módulo vale **la mitad** en Cantabria y Extremadura.

Cifras

Las de los datos, normalmente **2 o 3**. Canarias exige **tres** en 2027; Cataluña resta 0,10 con 6 o más, o con 1.

Gráficas

Ejes con **magnitud y unidad**, escala uniforme, puntos sin unir y una recta; la **pendiente con dos puntos de la recta**, lejos uno de otro.

Justifica

Afirmación + ley + razonamiento. **Sin justificar no puntúa** en casi ninguna comunidad (en Navarra, 0 en toda la pregunta).

Cómo te lo pueden preguntar

- Tabla o gráfica de medidas con recta y pendiente para sacar una constante: sale en **10 de las 68 convocatorias** ordinarias y extraordinarias de 2025 y 2026, en **8 comunidades** (Illes Balears, Cataluña, Comunitat Valenciana, Extremadura, Galicia, Murcia, Navarra y País Vasco), siempre como apartado de un problema de otro tema.
- Gráfica del efecto fotoeléctrico ($E_{c,\max}$ o V_f frente a f o a $1/\lambda$): la pendiente da h o hc y el corte, W o f_0. Son 5 de esas 10 convocatorias: Illes Balears 2026 (ordinaria y extraordinaria), Comunitat Valenciana 2026 ordinaria, Extremadura 2026 ordinaria y Navarra 2025 ordinaria.
- Péndulo simple, T^2 frente a L para hallar g: 2 de las 10 (Galicia 2025 ordinaria y Cataluña 2025 extraordinaria); vuelve en el modelo 2027 de Galicia.
- Una vez cada una: potencia de una lente con una tabla (s, s') (Galicia 2025 extraordinaria), periodo de semidesintegración con una tabla masa–tiempo (Murcia 2025 extraordinaria) y T^2/r^3 con un dato anómalo (País Vasco 2026 extraordinaria).

- En Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Castilla y León, La Rioja y Madrid no ha caído en las ordinarias y extraordinarias de 2025–2026 (Madrid sí lo ha puesto en sus modelos y en sus exámenes coincidentes). Vectores, unidades y cifras no son una pregunta propia: se corrigen en todas.

No lo confundas

- **Pendiente con cociente de un punto:** la pendiente es $\Delta y/\Delta x$ entre dos puntos de la recta; y/x de una medida solo coincide si la recta pasa por el origen y el punto está sobre ella.
- **Producto escalar con producto vectorial:** el primero da un número ($ab\cos\theta$) y se anula con vectores perpendiculares; el segundo da un vector ($ab\,\mathrm{sen}\,\theta$, perpendicular a los dos) y se anula con vectores paralelos.
- **Módulo de la suma con suma de módulos:** solo coinciden si los vectores tienen la misma dirección y sentido. Los campos de varias cargas o masas se suman por componentes.
- **Cifras significativas con decimales:** $6{,}37 \cdot 10^6$ m y $0{,}00637$ m tienen las dos 3 cifras significativas aunque tengan distintos decimales.
- **Precisión con exactitud:** medidas precisas son las que se parecen entre sí (desviación típica pequeña); exactas, las que se acercan al valor verdadero (error pequeño).
- **Incertidumbre de una medida con el principio de incertidumbre:** la primera es el margen de error de un experimento; el segundo es una ley de la física cuántica (Tema 18).

Ponte a prueba

PAU Comunidad de Madrid, Modelo 2027 (curso 2026–2027), Pregunta 1, apartado b (0,5 puntos; bloque Vibraciones y ondas; pregunta competencial obligatoria, sin opcionalidad; la misma que en el modelo 2026). Pregunta 1.- Un sistema óptico está compuesto por un foco luminoso, un objeto iluminado por éste, una lente y una pantalla. Se va cambiando la distancia s entre el objeto y la lente y se busca la posición de la pantalla en la que la imagen está enfocada. La gráfica adjunta muestra la relación entre el aumento lateral M y la distancia s' entre la lente y la pantalla. [Figura: «Aumento lateral, M», de 0,0 a -4,5, frente a «Distancia lente - pantalla, s' (cm)», de 0 a 50; puntos alineados sobre una recta discontinua que baja desde M ≈ 0 en s' ≈ 8 cm, pasa por (16; -1,0), (20; -1,5) y (24; -2,0) y llega a (40; -4,0).] a) (1 punto) Demuestre que el aumento lateral, M, tiene la siguiente expresión en función de la distancia focal imagen, f' y de la posición de la imagen, s': $M = 1 - \frac{s'}{f'}$ b) (0,5 puntos) Con los datos de la gráfica, determine la distancia focal de la lente, razonando si es convergente o divergente. (Aquí se pide solo el b; la expresión del a la puedes usar. La demostración del a y el apartado c, con el trazado de rayos, son del Tema 16.)

Solución: Es una recta: $M = 1 - \frac{s'}{f'}$ dice que M frente a s' es una recta de pendiente $-1/f'$ y ordenada en el origen 1. **Pendiente** con dos puntos de la recta alejados, $(20\ \text{cm};\ -1{,}5)$ y $(40\ \text{cm};\ -4{,}0)$: $m = \frac{-4{,}0 - (-1{,}5)}{40 - 20} = -0{,}125\ \text{cm}^{-1}$, así que $f' = -1/m = 8{,}0$ cm $= 0{,}080$ m. Comprobación: la ordenada en el origen sale $-1{,}5 + 0{,}125 \cdot 20 = 1{,}0$, como predice la ecuación, y la recta corta el eje ($M = 0$) en $s' = f' = 8$ cm. La solución oficial usa un punto de la recta, $(40\ \text{cm};\ -4)$: $f' = \frac{s'}{1 - M} = \frac{40}{5} = 8$ cm. **Convergente:** con normas DIN, $f' > 0$ es una lente convergente (y además forma imágenes reales en la pantalla, $s' > 0$, e invertidas, $M < 0$, que una lente divergente no da con un objeto real). Su potencia es $P = 1/f' = 12{,}5$ D. Madrid puntúa en múltiplos de 0,1 y valora «el uso correcto de las unidades en el Sistema Internacional».

PAU Región de Murcia 2025 (extraordinaria), Bloque 4, opción 4-B, apartado a) (1,25 puntos; a elegir entre las opciones 4-A y 4-B). En un hospital especializado en tratamientos de medicina nuclear, se utilizan dos isótopos radiactivos comunes en diagnóstico y tratamiento: Iodo-123 (^{123}I) y Tecnecio-99 (*^{99}Tc*). Un físico de radiología ha preparado muestras de 10 mg de cada radioisótopo y ha medido la masa restante (en mg) de cada uno en función del tiempo, recogiéndolo en la siguiente tabla (los valores están expresados en mg): [Tabla: 2 horas | 4 horas | 6 horas | 8 horas | 10 horas | 12 horas | 14 horas — ^{123}I: 9.00 | 8.11 | 7.30 | 6.57 | 5.91 | 5.33 | 4.79 — ^{99}Tc*: 7.94 | 6.30 | 5.00 | 3.97 | 3.15 | 2.50 | 1.98.] a) [1.25p] Para cada isótopo, obtener su periodo de semidesintegración (aproximándolo a un número de horas entero) a partir de los datos de la tabla.

Solución: La masa sigue $m = m_0 e^{-\lambda t}$ con $m_0 = 10$ mg; $T_{1/2}$ es el tiempo en que queda la mitad. **Tecnecio-99m:** a las 6 h quedan 5,00 mg (y a las 12 h, 2,50 mg): $T_{1/2} = 6$ h. **Yodo-123:** la mitad no está en la tabla; con el dato de 14 h, $\lambda = \dfrac{\ln(10/4{,}79)}{14\ \text{h}} = 0{,}0526\ \text{h}^{-1}$ y $T_{1/2} = \ln 2/\lambda = 13{,}2$ h ≈ 13 h (cualquier columna da entre 13,16 y 13,24 h; la recta $\ln m$ frente a t tiene pendiente $-0{,}0525$ h^{-1}). Coinciden con los valores tabulados, 13,22 h y 6,01 h (IAEA). Murcia no ha publicado la solución.

PAU Extremadura 2026 (ordinaria), Pregunta 6, apartados a) y c) (bloque D; a elegir entre las preguntas 6 y 7; 0,5 + 0,5 de los 2,5 puntos de la pregunta). En un experimento de efecto fotoeléctrico se ilumina una placa metálica con radiación de distintas frecuencias. Para cada frecuencia (f) se mide el potencial de frenado (Vf), resultando la tabla que se adjunta. [Tabla: Frecuencia f (×10^{14} Hz): 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00; Potencial de frenado Vf (V): 0,20 | 0,60 | 1,00 | 1,40.] Si representamos gráficamente el potencial de frenado frente a la frecuencia, se obtiene la figura siguiente que, como ves, se ajusta, muy aproximadamente, a una recta de pendiente positiva: [Figura: «Potencial de frenado en función de la frecuencia», Vf (V) de 0 a 1,6 frente a f (Hz) de 0 a 1·10^{15}; los cuatro puntos sobre una recta discontinua que corta el eje de frecuencias hacia 4,5·10^{14} Hz.] a) (0,5 puntos) Completa la tabla del enunciado con una fila adicional con los valores de la energía cinética máxima, en julios, para las frecuencias dadas. Considera la carga del electrón |e| = 1,6·10^{-19} C. […] c) (0,5 puntos) A partir de dos puntos de la tabla, determina el valor experimental de la constante de Planck h.

Solución: a) $E_{c,\max} = |e|\,V_f$: $3{,}2 \cdot 10^{-20}$; $9{,}6 \cdot 10^{-20}$; $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ y $2{,}24 \cdot 10^{-19}$ J. **c)** De $|e|V_f = hf - W$: $V_f = \dfrac{h}{|e|} f - \dfrac{W}{|e|}$, recta de pendiente $h/|e|$. Con $(5{,}00 \cdot 10^{14};\ 0{,}20)$ y $(8{,}00 \cdot 10^{14};\ 1{,}40)$: $\dfrac{1{,}20\ \text{V}}{3{,}00 \cdot 10^{14}\ \text{Hz}} = 4{,}0 \cdot 10^{-15}$ V·s y $h = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 4{,}0 \cdot 10^{-15} = 6{,}4 \cdot 10^{-34}$ J·s, un 3,5 % menos que el $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s de la nota del examen. Criterios oficiales: a) 0,2 la ecuación y 0,3 los valores; c) 0,3 identificar h y 0,2 sustitución y resultado.

Fuentes

1. Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, enseñanzas mínimas del Bachillerato (Física: bloques de saberes y criterios de evaluación 3.2 y 5.1)
2. Real Decreto 534/2024, de 11 de junio, requisitos de acceso y admisión a la universidad (art. 13: diseño competencial y 90 minutos)
3. Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, unidades legales de medida (texto consolidado)
4. Real Decreto 493/2020, de 28 de abril, que adapta las unidades legales al SI de 2019
5. BIPM: The International System of Units (SI Brochure, 9.ª edición)
6. NIST: CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants (2018)
7. IAEA: Live Chart of Nuclides (periodos del yodo-123 y del tecnecio-99m)

8. Andalucía: Directrices y orientaciones PAU Física 2026–27 (17-jun-2026)
9. Aragón: Física, estructura básica y criterios generales PAU 2025–2026 (Universidad de Zaragoza)
10. Asturias: Información sobre la PAU 2025/2026, Física (Universidad de Oviedo)
11. Asturias: Acta de la reunión de Física PAU 2025–2026 (11-nov-2025)
12. Illes Balears: Matèries PAU, Física (UIB: estructura, criterios y formulario 2027)
13. Canarias: Estructura y criterios de corrección de la prueba de Física, PAU 2027 (2-oct-2026)
14. Cantabria: FÍSICA, saberes, concreciones, criterios y estructura (Universidad de Cantabria)
15. Castilla-La Mancha: Modelo provisional PAU 2026/2027, Física (UCLM)
16. Castilla-La Mancha: Criterios de corrección Física PAU 2025/2026 (UCLM)
17. Castilla y León: Guía de calificación de Física, PAU 2026
18. Cataluña: Orientacions per a l'examen de Física, PAU 2027
19. Cataluña: Materias PAU, Física (ficha oficial en castellano, 5-oct-2026)
20. Comunitat Valenciana: Documento de orientación de Física (PAU) 2026–27
21. Extremadura: Física, criterios generales de evaluación PAU 2026–2027 (UEx)
22. Galicia: Circular informativa de Física, PAU 2027 (CiUG, 22-sep-2026)
23. Galicia: PAU 2027, Prácticas de Física de 2.º de Bacharelato (CiUG, 20-oct-2026)
24. Galicia: Criterios de avaliación de Física, PAU 2026 (CiUG)
25. La Rioja: PAU, exámenes y criterios (guía y estructura de Física 2025–2026)
26. Madrid: Modelo 2027 de Física con criterios y soluciones (UCM)
27. Murcia: Especificaciones para el ejercicio de Física PAU 2027
28. Murcia: Criterios generales de evaluación PAU2027, Física
29. Navarra: Guía PAU de Física 2025–2026 (UPNA)
30. País Vasco: Fisika 2027 · USaP, presentación de la coordinación de Física (UPV/EHU)
31. Examen Galicia 2025 (ordinaria), versión en castellano
32. Criterios Galicia 2025 (ordinaria), en castellano
33. Solución PAU Física Galicia 2025 (ordinaria), en gallego
34. Examen País Vasco 2026 (extraordinaria)
35. Solucionario y criterios PAU Física País Vasco 2026 (extraordinaria)
36. Examen Illes Balears 2026 (extraordinaria), en catalán
37. Criterios Illes Balears 2026 (extraordinaria), en catalán
38. Pauta de corrección PAU Física Cataluña 2025 (extraordinaria), en catalán (criterio de las gráficas)
39. Pauta de corrección PAU Física Cataluña 2025, Sèrie 0 (modelo), en catalán
40. Examen, criterios y soluciones PAU Física Madrid, Modelo 2027
41. Examen y criterios PAU Física Murcia 2025 (extraordinaria)
42. Examen Extremadura 2026 (ordinaria)
43. Criterios Extremadura 2026 (ordinaria)

Imágenes: Farmeando PAU: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia (Python y matplotlib). · Farmeando PAU: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia (Python y matplotlib). · Farmeando PAU: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia (Python y matplotlib) con las medidas del examen PAU Galicia 2025 ordinaria (problema 3.2.2). · Farmeando PAU: Farmeando PAU, esquema de elaboración propia (Python y matplotlib) con la tabla del examen PAU País Vasco 2026 extraordinaria (problema A1 c).

Apuntes de Farmeando PAU · farmeandopau.com · Revisados frente a fuentes. Última revisión: 1 de noviembre de 2026. Licencia CC BY-NC-ND 4.0: puedes copiarlo y compartirlo citándonos, sin uso comercial ni cambios (las imágenes, con su propia licencia). ¿Un error? Avísanos desde la página del tema. Cómo los hacemos: farmeandopau.com/metodologia.