



Material en revisión por el autor. Si ves un error, [avísanos](#).

CIENCIAS GENERALES · COMUNITAT VALENCIANA E ILLES
BALEARS

Preparación *PAU*

Ciencias Generales

Esta guía resume cómo es el ejercicio de Ciencias Generales de la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU) en las dos comunidades cuyas comisiones de materia han publicado documentos que hemos podido leer: la **Comunitat Valenciana** y las **Illes Balears**. El resumen es de redacción propia y se cerró en **octubre de 2026** a partir de los documentos que se citan en cada caso. La estructura puede cambiar de un curso a otro: antes de la convocatoria, consulta el acta o las orientaciones vigentes de tu comunidad.

Aviso: si te presentas en otra comunidad, la estructura y la puntuación pueden ser distintas. De Andalucía existe un documento de orientaciones (curso 2023-2024), pero no se pudo descargar y su contenido no está verificado; del resto de comunidades no hemos revisado todavía ningún documento.

Lo común: un ejercicio competencial

El Real Decreto 534/2024, de 11 de junio, establece que los ejercicios de la PAU tienen un diseño competencial y evalúan las competencias específicas de cada materia a través de sus criterios de evaluación, los del Real Decreto 243/2022 en el caso de Ciencias Generales (art. 13.1; [texto consolidado en el BOE](#)). La estructura concreta (cuántas preguntas, cuánto vale cada bloque, qué optatividad hay) la decide cada comunidad.

En las dos comunidades revisadas se repiten tres rasgos:

- El examen se organiza **por bloques de saberes**, y el bloque A (*Construyendo ciencia: método, medida, comunicación*) **no tiene pregunta propia**: se evalúa dentro de los demás, en cómo se plantea un problema, cómo se trabaja con unidades y cifras significativas y cómo se argumenta.
- Los dos bloques fisicoquímicos, **B** (*Un universo de materia y energía*) y **E** (*Las fuerzas que nos mueven*), valen **la mitad del examen**.
- La optatividad es **interna a cada bloque**: no se elige entre dos exámenes completos, sino entre preguntas del mismo bloque. Solo algunos bloques tienen, además, una pregunta obligatoria (en la Comunitat Valenciana, Sistema Tierra y Biología; en las Illes Balears, B y C); en los demás se elige una de dos, sin parte obligatoria.

Comunitat Valenciana

Fuente: [acta de la reunión de coordinación de Ciencias Generales, noviembre de 2025, para la PAU 2026](#) (Conselleria y universidades valencianas). La estructura de la PAU 2025 se mantiene en 2026, pero el acta advierte de que **puede cambiar para la PAU 2027**; en ese caso, la comisión celebraría una segunda reunión con el profesorado durante el curso 2025-2026.

La comisión valenciana numera los bloques a su manera, y es la numeración que verás en los enunciados reales: **Bloque 1, Las fuerzas que nos mueven** (bloque E del currículo estatal); **Bloque 2, Un universo de materia y energía** (B); **Bloque 3, El sistema Tierra**

(C); **Bloque 4, Biología para el siglo XXI** (D). Cada uno corresponde al apartado del mismo número del examen. En este cuaderno se usan las letras del Real Decreto 243/2022.

La misma acta remite a un documento de la comisión, [Matizaciones al currículo establecido en el Decreto 108/2022](#), que delimita los contenidos evaluables. Es válido solo para el curso 2025-2026 y está en revisión continua: consúltalo antes de estudiar.

APARTADO	PESO	OPTATIVIDAD
Fuerzas (bloque E)	25 % (2,5 puntos)	Elegir 1 de 2 actividades
Materia y energía (bloque B)	25 % (2,5 puntos)	Elegir 1 de 2 actividades
Sistema Tierra (bloque C)	25 % (2,5 puntos)	1 actividad obligatoria + elegir 1 de 2
Biología del siglo XXI (bloque D)	25 % (2,5 puntos)	1 actividad obligatoria + elegir 1 de 2

Los puntos entre paréntesis son el 25 % de una calificación sobre 10. No hay preguntas específicas del bloque de método científico: se evalúa de forma transversal.

Illes Balears

Fuente: [acta de la reunión de coordinación de Ciències Generals de la Universitat de les Illes Balears, 23 de octubre de 2024](#), referida a la PAU 2025. Es el último documento que hemos leído; comprueba si hay uno posterior. El acta enlaza la [matriz de especificaciones de la materia](#) y un [modelo de examen con la nueva estructura](#), los dos de la UIB.

APARTADO	PUNTOS	OPTATIVIDAD
Bloque B (materia y energía)	3	3 preguntas: 1 obligatoria + elegir 1 de 2
Bloque C (sistema Tierra)	3	3 preguntas: 1 obligatoria + elegir 1 de 2
Bloque D (biología)	2	Elegir 1 de 2
Bloque E (fuerzas)	2	Elegir 1 de 2

Otros acuerdos del acta: se permite una **calculadora científica básica**, se entrega una **tabla periódica** y se pueden descontar **hasta 1 punto por la corrección lingüística**. Tampoco hay preguntas específicas del bloque A.

Qué contiene, por ahora, este cuaderno

Las secciones siguientes son **series de preguntas de estilo PAU para los bloques B y E**, que cubren la mitad del examen en las dos comunidades. Todas las preguntas son **originales**: siguen la estructura que describen las actas, pero no reproducen ningún examen. Cada una lleva su solución desarrollada y unos criterios de corrección orientativos, que son nuestros y no los de ningún tribunal.

SECCIÓN	COMUNIDAD	BLOQUE	UNIDADES DEL LIBRO
Materia y energía	Comunitat Valenciana	B	2, 3, 4 y 5
Fuerzas	Comunitat Valenciana	E	14 y 15
Bloque B	Illes Balears	B	2, 3 y 4
Bloque E	Illes Balears	E	14 y 15

Todavía no hay preguntas de los bloques C (sistema Tierra) y D (biología). Las unidades de esos bloques están en preparación, y las preguntas llegarán con ellas. La unidad 6 (el universo y la Tierra), ya publicada, pertenece al bloque C y por eso tampoco tiene preguntas aquí.

Cómo se corrige un problema de ciencias

Las actas no publican un baremo pregunta a pregunta, pero sí dejan claro qué se valora: en los problemas numéricos, el **método de resolución** y la **valoración del resultado**; en las preguntas argumentativas, el **uso correcto del lenguaje científico**. En la práctica eso significa:

- **Plantea antes de sustituir.** Escribe la ley o la ecuación con letras ($pV = nRT$, $F = ma$), después sustituye con unidades. Un resultado correcto sin planteamiento puede no puntuar entero; un planteamiento correcto con un error de cálculo suele conservar buena parte de la nota.
- **Trabaja en el SI y escribe las unidades.** Pasa km/h a m/s, °C a K, L a m³ (o usa R en atm L mol⁻¹ K⁻¹ de forma coherente). Un número sin unidad no es un resultado.
- **Redondea con sentido.** El resultado no puede tener más cifras significativas que el dato menos preciso. Arrastra una o dos cifras más en los pasos intermedios y redondea al final.
- **Valora el resultado en una frase.** ¿Es razonable el orden de magnitud? ¿Cuadra con la conservación de la masa o de la energía? Un rendimiento mayor del 100 % o una velocidad absurda indican un error, y decirlo también puntúa.
- **En las preguntas de razonar, usa el vocabulario preciso:** calor no es temperatura, peso no es masa, una pareja de acción y reacción actúa sobre cuerpos distintos. En las Illes Balears, además, la corrección lingüística puede restar hasta un punto.
- **Si eliges entre dos preguntas, responde solo a una** y deja claro cuál es.

Materia y energía: actividades de estilo PAU (Comunitat Valenciana)

En la Comunitat Valenciana el apartado de materia y energía vale el 25 % del examen (2,5 puntos) y se responde **una de dos actividades** (acta de coordinación de noviembre de 2025; véase la guía). Las dos actividades de esta sección son originales y siguen ese formato: cada una mezcla un problema numérico con una parte de razonamiento. El reparto de puntos de cada apartado es una propuesta nuestra para practicar.

Cómo usar esta sección. Elige una actividad, como en el examen, y resuélvela sin mirar la solución. Después compara método, unidades, cifras significativas y la frase final de valoración, no solo el número.

Datos para las dos actividades: $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; masas atómicas (CIAAW): $H = 1,0080$; $C = 12,011$; $O = 15,999$; capacidad calorífica específica del agua líquida, $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$.

Actividad 1. La bombona de butano (2,5 puntos)

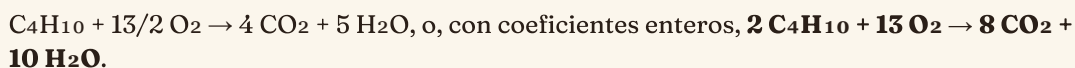
Enunciado

Una bombona doméstica contiene 12,5 kg de butano, C_4H_{10} , que se quema por completo con el oxígeno del aire y forma dióxido de carbono y agua.

- Escribe y ajusta la ecuación química de la combustión. (0,5 puntos)
- Calcula la masa de dióxido de carbono que se emite al quemar toda la bombona y comprueba que se cumple la ley de conservación de la masa. (1 punto)
- ¿Qué volumen de oxígeno, medido a $20,0^\circ \text{C}$ y $101\,325 \text{ Pa}$, se consume? Si el aire contiene un 21 % de oxígeno en volumen, ¿qué volumen de aire hace falta? (0,5 puntos)
- Si la combustión es incompleta por falta de aire, se forma CO , un gas tóxico. Nombra este compuesto y formula o nombra, según corresponda: CaO , SO_3 , hidróxido de calcio, peróxido de hidrógeno. (0,5 puntos)

Solución

a) Se ajusta primero el carbono, después el hidrógeno y por último el oxígeno:



Comprobación: $C, 8 = 8$; $H, 20 = 20$; $O, 26 = 16 + 10$.

b) Masas molares: $M(C_4H_{10}) = 4 \times 12,011 + 10 \times 1,0080 = 58,124 \text{ g/mol}$; $M(CO_2) = 44,009 \text{ g/mol}$; $M(O_2) = 31,998 \text{ g/mol}$; $M(H_2O) = 18,015 \text{ g/mol}$.

- $n(C_4H_{10}) = m / M = 12\,500 \text{ g} / 58,124 \text{ g mol}^{-1} = 215,06 \text{ mol}$.
- Por la ecuación, 2 mol de butano dan 8 mol de CO_2 : $n(CO_2) = 4 \times 215,06 \text{ mol} = 860,2 \text{ mol}$.

- $m(\text{CO}_2) = 860,2 \text{ mol} \times 44,009 \text{ g/mol} = 3,786 \times 10^4 \text{ g} = \mathbf{37,9 \text{ kg}}$.

Conservación de la masa: se consumen $(13/2) \times 215,06 = 1397,9 \text{ mol}$ de O_2 (44,73 kg) y se forman $5 \times 215,06 = 1075,3 \text{ mol}$ de H_2O (19,37 kg). Reactivos: 12,5 kg + 44,73 kg = 57,23 kg. Productos: 37,86 kg + 19,37 kg = 57,23 kg. Las dos sumas coinciden.

c) Con la ecuación de los gases ideales, $T = 20,0 + 273,15 = 293,15 \text{ K}$:

$$V(\text{O}_2) = n R T / p = 1397,9 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 293,15 \text{ K} / 101\,325 \text{ Pa} = \mathbf{33,6 \text{ m}^3}.$$

Como el oxígeno es el 21 % del volumen de aire: $V(\text{aire}) = 33,6 \text{ m}^3 / 0,21 = \mathbf{1,6 \times 10^2 \text{ m}^3}$ (dos cifras significativas, las del 21 %).

d) CO: **monóxido de carbono** (aquí el prefijo «mono» se mantiene). CaO: **óxido de calcio** (el calcio solo tiene número de oxidación +2, así que no se indica). SO_3 : **trióxido de azufre**. Hidróxido de calcio: Ca^{2+} y $\text{OH}^- \rightarrow \mathbf{\text{Ca}(\text{OH})_2}$. Peróxido de hidrógeno: **H_2O_2** (el grupo O_2^{2-} no se simplifica).

Análisis de unidades: $\text{g} / (\text{g mol}^{-1}) = \text{mol}$; $\text{mol} \times \text{g mol}^{-1} = \text{g}$; $\text{mol} \cdot \text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot \text{K} / \text{Pa} = \text{J} / (\text{N m}^{-2}) = \text{N m} / (\text{N m}^{-2}) = \text{m}^3$.

Valoración: la masa de CO_2 (37,9 kg) es unas tres veces la del butano porque cada molécula de CO_2 incorpora dos átomos de oxígeno tomados del aire; no hay contradicción con la conservación de la masa, como muestra el balance. El volumen de aire necesario equivale al de un local de 60 m^2 de planta y 2,7 m de altura (162 m^3): de ahí la importancia de ventilar los locales con aparatos de gas.

Criterios de corrección orientativos

- a) Ecuación correcta y ajustada: 0,5. Fórmulas correctas mal ajustadas: 0,25.
- b) Paso a moles y relación estequiométrica: 0,5; masa de CO_2 con unidades: 0,25; balance de masas: 0,25.
- c) Uso correcto de $p V = n R T$ con T en kelvin: 0,25; volumen de aire: 0,25.
- d) 0,1 por cada fórmula o nombre correcto.

Actividad 2. Un termo eléctrico y una máquina térmica (2,5 puntos)

Enunciado

Un termo eléctrico de 1500 W calienta 80,0 L de agua desde $15,0^\circ\text{C}$ hasta $60,0^\circ\text{C}$. El 90,0 % de la energía eléctrica que consume llega al agua. Toma la densidad del agua como $1,00 \text{ kg/L}$.

- Calcula la energía que recibe el agua, en julios y en kWh. (0,5 puntos)
- Calcula la energía eléctrica consumida, el tiempo que tarda en calentar el agua y el coste si el kWh cuesta 0,150 € (precio supuesto). (1 punto)
- Un estudiante afirma: «Cuando el agua está a 60°C , el termo tiene más calor que cuando está a 15°C ». Corrige la frase utilizando con precisión los conceptos de calor, temperatura y energía interna. (0,5 puntos)
- La electricidad que alimenta el termo puede venir de una central térmica. Calcula el rendimiento máximo de una máquina térmica que trabaja entre 600°C y 25°C y explica por qué el rendimiento real es menor. (0,5 puntos)

Solución

a) $m = 80,0 \text{ L} \times 1,00 \text{ kg/L} = 80,0 \text{ kg}$; $\Delta T = 60,0^\circ\text{C} - 15,0^\circ\text{C} = 45,0 \text{ K}$.

$Q = m c \Delta T = 80,0 \text{ kg} \times 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 45,0 \text{ K} = \mathbf{1,50 \times 10^7 \text{ J}}$. En kWh: $1,505 \times 10^7 \text{ J} / 3,6 \times 10^6 \text{ J kWh}^{-1} = \mathbf{4,18 \text{ kWh}}$.

b) Del rendimiento, $\eta = E_{\text{útil}} / E_{\text{consumida}}$:

- $E_{\text{consumida}} = 1,505 \times 10^7 \text{ J} / 0,900 = \mathbf{1,67 \times 10^7 \text{ J} = 4,64 \text{ kWh}}$.
- $t = E / P = 1,672 \times 10^7 \text{ J} / 1500 \text{ W} = 1,11 \times 10^4 \text{ s} = \mathbf{3,10 \text{ h}}$ (unas 3 h y 6 min).
- Coste = $4,644 \text{ kWh} \times 0,150 \text{ €/kWh} = \mathbf{0,70 \text{ €}}$.

c) Un cuerpo no «tiene» calor. El calor es la energía que se **transfiere** de un cuerpo a otro por una diferencia de temperatura. La frase correcta sería: «A 60°C el agua tiene **mayor temperatura y más energía interna** que a 15°C , porque ha **recibido calor** de la resistencia eléctrica». La temperatura indica el grado de agitación de las partículas; la energía interna es la energía total de esas partículas.

d) Con las temperaturas en kelvin, $T_{\text{c}} = 873,15 \text{ K}$ y $T_{\text{f}} = 298,15 \text{ K}$:

$\eta_{\text{máx}} = 1 - T_{\text{f}} / T_{\text{c}} = 1 - 298,15 \text{ K} / 873,15 \text{ K} = 0,659$, es decir, **65,9 %**.

Es el límite de una máquina ideal (segundo principio): ninguna máquina que funcione por ciclos convierte en trabajo todo el calor que recibe, porque una parte se cede siempre al foco frío. Las máquinas reales se quedan por debajo porque, además, hay rozamientos, pérdidas de calor por las paredes y procesos irreversibles. La energía no desaparece: se degrada a formas menos aprovechables.

Análisis de unidades: $\text{kg} \cdot \text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot \text{K} = \text{J}$; $\text{J} / \text{W} = \text{J} / (\text{J s}^{-1}) = \text{s}$; $\text{kWh} \times \text{€/kWh} = \text{€}$; K / K se cancela en el rendimiento.

Valoración: el rendimiento del termo (90 %) es alto porque la resistencia está dentro del agua; la energía que falta calienta el depósito y el aire. Calentar 80 L de agua para duchas consume en una sola vez tanta energía como una bombilla LED de 9 W encendida unas 500 h ($4,64 \text{ kWh} / 0,009 \text{ kW} = 516 \text{ h}$), lo que explica el peso del agua caliente en la factura doméstica.

Criterios de corrección orientativos

- a) $Q = m c \Delta T$ con ΔT correcto: 0,25; conversión a kWh: 0,25.
- b) Energía consumida a partir del rendimiento: 0,4; tiempo: 0,3; coste: 0,3.
- c) Distingue calor (transferencia) de temperatura y energía interna (propiedades): 0,5. Sin vocabulario preciso: 0,25 como máximo.
- d) Cálculo con temperaturas absolutas: 0,25 (con $^\circ\text{C}$, 0); explicación: 0,25.

Fuerzas: actividades de estilo PAU (Comunitat Valenciana)

El apartado de fuerzas vale el 25 % del examen (2,5 puntos) y se responde **una de dos actividades** (acta de coordinación de noviembre de 2025). Las dos actividades son originales; el reparto de puntos de cada apartado es una propuesta nuestra para practicar.

Datos para las dos actividades: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ en la superficie terrestre; $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; producto $G M$ de la Tierra, $GM = 3,9860 \cdot 10^{14} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$; radio medio de la Tierra, $R = 6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$ (NASA); $k = 8,988 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$; $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ (CODATA 2022).

Actividad 1. Una curva con la calzada mojada (2,5 puntos)

Enunciado

Un turismo de 1200 kg se aproxima a una curva plana (sin peralte) de 80,0 m de radio. La calzada está mojada y el coeficiente de rozamiento entre neumáticos y asfalto que se toma como prudente es $\mu = 0,50$.

- Calcula la velocidad máxima, en m/s y en km/h, a la que puede tomar la curva sin derrapar, y la fuerza de rozamiento que actúa sobre el coche a esa velocidad. (0,75 puntos)
- El coche circula a 90 km/h. ¿Qué distancia mínima necesita, frenando con la máxima deceleración que permite el rozamiento, para llegar a la curva a la velocidad del apartado anterior? (0,75 puntos)
- En la curva, un pasajero dice que «la fuerza centrífuga le empuja contra la puerta». Explica lo que ocurre con las leyes de Newton e identifica la fuerza que hace girar al coche y su pareja de acción y reacción. (0,75 puntos)
- Con la calzada seca ($\mu = 0,70$), ¿cuál sería la velocidad máxima en la misma curva? ¿Depende de la masa del vehículo? (0,25 puntos)

Solución

a) Para describir la curva, la fuerza neta sobre el coche debe apuntar al centro y valer $m v^2 / r$. En una curva plana esa fuerza solo puede darla el rozamiento, cuyo valor máximo es $\mu N = \mu m g$:

$$m v^2 / r = \mu m g \rightarrow v_{\text{máx}} = \sqrt{(\mu g r)} = \sqrt{(0,50 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 80,0 \text{ m})} = \mathbf{19,8 \text{ m/s} \approx 71 \text{ km/h.}$$

A esa velocidad el rozamiento es el máximo: $F_r = \mu m g = 0,50 \times 1200 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{5,9 \times 10^3 \text{ N}}$, dirigido hacia el centro de la curva.

b) Velocidad inicial: 90 km/h / 3,6 = 25,0 m/s. Deceleración máxima: $a = \mu g = 0,50 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 4,91 \text{ m/s}^2$. Del MRUA, $v^2 = v_0^2 - 2 a \Delta x$:

$$\Delta x = (v_0^2 - v^2) / (2 a) = [(25,0 \text{ m/s})^2 - (19,8 \text{ m/s})^2] / (2 \times 4,91 \text{ m/s}^2) = (625 - 392) \text{ m}^2/\text{s}^2 / 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{24 \text{ m.}}$$

Tarda $(25,0 - 19,8) \text{ m/s} / 4,91 \text{ m/s}^2 = 1,1 \text{ s}$. A esa distancia hay que sumar la de reacción del conductor: con 1 s de reacción, 25 m más.

c) Visto desde la carretera, ninguna fuerza empuja al pasajero hacia fuera. Por la **primera ley** (inercia), el pasajero tiende a seguir en línea recta; el coche gira y la puerta se encuentra con él, y es **la puerta la que empuja al pasajero hacia dentro**, hacia el centro de la curva, proporcionándole la fuerza centrípeta. La «fuerza centrífuga» solo aparece como fuerza ficticia si se describe el movimiento desde el propio coche, que es un sistema acelerado.

La fuerza que hace girar al coche es el **rozamiento estático que el asfalto ejerce sobre los neumáticos**, hacia el centro. Su pareja (**tercera ley**) es la fuerza que los neumáticos ejercen sobre el asfalto, del mismo módulo y sentido contrario, hacia fuera. Actúan sobre cuerpos distintos, por eso no se anulan.

d) $v_{\text{máx}} = \sqrt{(0,70 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 80,0 \text{ m})} = 23,4 \text{ m/s} \approx \mathbf{84 \text{ km/h}}$. No depende de la masa: aparece en los dos miembros de $m v^2 / r = \mu m g$ y se simplifica.

Análisis de unidades: $\sqrt{(m \text{ s}^{-2} \cdot m)} = m/s$; $kg \cdot m \text{ s}^{-2} = N$; $(m^2 \text{ s}^{-2}) / (m \text{ s}^{-2}) = m$. El coeficiente μ tiene dos cifras significativas, y por eso los resultados se dan con dos (salvo 19,8 m/s, que se arrastra con una más para el apartado b).

Valoración: con agua, la velocidad máxima baja de 84 a 71 km/h. Un coche que llega a 90 km/h necesita empezar a frenar al menos 24 m antes de la curva, y bastante antes si se cuenta el tiempo de reacción. El modelo es optimista: supone el agarre máximo durante toda la maniobra.

Criterios de corrección orientativos

- a) Igualar el rozamiento máximo a la fuerza centrípeta: 0,4; velocidad en las dos unidades: 0,2; fuerza: 0,15.
- b) Conversión a m/s: 0,15; deceleración μg : 0,2; ecuación del MRUA y resultado: 0,4.
- c) Inercia y fuerza hacia el centro: 0,4; rozamiento y su pareja sobre cuerpos distintos: 0,35.
- d) 0,15 el cálculo y 0,1 la justificación.

Actividad 2. Gravedad en órbita y fuerzas en el átomo (2,5 puntos)

Enunciado

La Estación Espacial Internacional orbita a unos 420 km sobre la superficie terrestre. Considera una órbita circular a esa altura.

a) Calcula la intensidad del campo gravitatorio terrestre a esa altura y el peso de un astronauta de 75,0 kg dentro de la estación. Compáralo con su peso en la superficie y explica por qué el astronauta flota. (0,75 puntos)

b) Calcula la velocidad orbital de la estación y el tiempo que tarda en dar una vuelta. (0,75 puntos)

c) En un átomo de hidrógeno, el electrón y el protón están separados una distancia típica de $5,29 \times 10^{-11} \text{ m}$. Calcula la fuerza eléctrica y la fuerza gravitatoria entre ellos y su cociente. (0,75 puntos)

d) Si la repulsión eléctrica entre protones es tan grande, ¿qué interacción mantiene unidos los núcleos atómicos? Indica dos de sus características. (0,25 puntos)

Solución

a) Distancia al centro de la Tierra: $r = R + h = 6,371 \times 10^6 \text{ m} + 0,420 \times 10^6 \text{ m} = 6,791 \times 10^6 \text{ m}$.

$$g(h) = GM / r^2 = 3,9860 \times 10^{14} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} / (6,791 \times 10^6 \text{ m})^2 = \mathbf{8,64 \text{ m/s}^2}.$$

Peso en la estación: $P = m g(h) = 75,0 \text{ kg} \times 8,64 \text{ m/s}^2 = \mathbf{648 \text{ N}}$, frente a $75,0 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 736 \text{ N}$ en la superficie: un 88 %. El astronauta flota no porque no haya gravedad, sino porque él y la estación **caen juntos** alrededor de la Tierra con la misma aceleración: el suelo de la estación no tiene que sostenerlo.

b) La atracción gravitatoria es la fuerza centrípeta: $GMm / r^2 = mv^2 / r$, de donde

$$v = \sqrt{(GM / r)} = \sqrt{(3,9860 \times 10^{14} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} / 6,791 \times 10^6 \text{ m})} = \mathbf{7,66 \times 10^3 \text{ m/s}} \text{ (unos } 27\,600 \text{ km/h)}.$$

$$T = 2\pi r / v = 2\pi \times 6,791 \times 10^6 \text{ m} / 7,661 \times 10^3 \text{ m/s} = 5,57 \times 10^3 \text{ s} \approx \mathbf{92,8 \text{ min}}.$$

c) Fuerza eléctrica (ley de Coulomb):

$$F_e = k e^2 / r^2 = 8,988 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times (1,602 \times 10^{-19} \text{ C})^2 / (5,29 \times 10^{-11} \text{ m})^2 = \mathbf{8,24 \times 10^{-8} \text{ N}},$$
 de atracción.

Fuerza gravitatoria (ley de Newton):

$$F_g = G m_p m_e / r^2 = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg} \times 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg} / (5,29 \times 10^{-11} \text{ m})^2 = \mathbf{3,63 \times 10^{-47} \text{ N}},$$
 de atracción.

Cociente: $F_e / F_g = 8,24 \times 10^{-8} / 3,63 \times 10^{-47} = \mathbf{2,27 \times 10^{39}}$. No depende de la distancia, porque las dos fuerzas disminuyen con $1/r^2$.

d) La **interacción nuclear fuerte**. Es atractiva y, a distancias del orden del tamaño de un núcleo (10^{-15} m), mucho más intensa que la repulsión eléctrica; pero tiene un alcance muy corto y es despreciable fuera del núcleo.

Análisis de unidades: $(\text{m}^3 \text{ s}^{-2}) / \text{m}^2 = \text{m s}^{-2}$; $\sqrt{(\text{m}^3 \text{ s}^{-2} / \text{m})} = \text{m/s}$; $\text{m} / (\text{m s}^{-1}) = \text{s}$; $(\text{N m}^2 \text{ C}^{-2}) \cdot \text{C}^2 / \text{m}^2 = \text{N}$; $(\text{N m}^2 \text{ kg}^{-2}) \cdot \text{kg}^2 / \text{m}^2 = \text{N}$.

Valoración: g a 420 km sigue siendo casi el 90 % del valor en superficie, lo que desmiente la idea de que «en órbita no hay gravedad». En el átomo, la gravedad es unas 10^{39} veces más débil que la fuerza eléctrica: la química y la estructura de la materia son cosa de la interacción electromagnética, y la gravedad solo domina a gran escala, donde la materia es eléctricamente neutra y las masas se suman.

Criterios de corrección orientativos

- a) r medido desde el centro de la Tierra: 0,25; g y peso: 0,25; explicación de la ingravidez: 0,25.
- b) Igualdad gravitatoria-centrípeta: 0,3; velocidad: 0,2; período: 0,25.
- c) 0,3 cada fuerza; 0,15 el cociente.
- d) Nombre de la interacción: 0,1; dos características: 0,15.

Bloque B: preguntas de estilo PAU (Illes Balears)

En las Illes Balears el bloque B vale 3 puntos y tiene **tres preguntas: una obligatoria y dos para elegir una** (acta de coordinación de la UIB de 23 de octubre de 2024). El acta fija el total del bloque, no el reparto entre preguntas; aquí se reparte a partes iguales (1,5 + 1,5 puntos) solo para practicar. Las preguntas son originales.

Cómo usar esta sección. Resuelve la pregunta obligatoria y elige una de las otras dos, como en el examen. En la prueba se entrega una tabla periódica y se usa una calculadora científica básica: practica con las mismas condiciones.

Datos para las tres preguntas: $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$; masas atómicas (CIAAW): $\text{Al} = 26,982$; $\text{Cl} = 35,45$.

Pregunta 1 (obligatoria). Una botella de buceo (1,5 puntos)

Enunciado

Una botella de buceo de 12,0 L contiene aire a 200 bar y 20,0 °C. Considera el aire como un gas ideal.

- Calcula la cantidad de aire, en moles, que contiene la botella. (0,4 puntos)
- ¿Qué volumen ocuparía ese aire a 1,013 bar y a la misma temperatura? (0,3 puntos)
- La botella se deja al sol y el aire alcanza 50,0 °C. Calcula la nueva presión y explica, con el modelo cinético-molecular, por qué aumenta. (0,5 puntos)
- Clasifica como elemento, compuesto o mezcla (homogénea o heterogénea): el aire de la botella, el nitrógeno puro y el agua destilada. ¿Por qué el aire no es un compuesto, aunque su composición sea casi constante? (0,3 puntos)

Solución

a) Datos en el SI: $p = 200 \times 10^5 \text{ Pa} = 2,00 \times 10^7 \text{ Pa}$; $V = 12,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; $T = 20,0 + 273,15 = 293,15 \text{ K}$.

$n = p V / (R T) = 2,00 \times 10^7 \text{ Pa} \times 12,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 293,15 \text{ K}) = \mathbf{98,5 \text{ mol}}$.

b) Con n y T constantes se cumple la ley de Boyle, $p_1 V_1 = p_2 V_2$:

$V_2 = p_1 V_1 / p_2 = 200 \text{ bar} \times 12,0 \text{ L} / 1,013 \text{ bar} = \mathbf{2,37 \times 10^3 \text{ L}}$ (2,37 m³).

c) Con n y V constantes, p / T es constante (ley de Gay-Lussac), con T en kelvin ($T_2 = 323,15 \text{ K}$):

$p_2 = p_1 T_2 / T_1 = 200 \text{ bar} \times 323,15 \text{ K} / 293,15 \text{ K} = \mathbf{220 \text{ bar}}$.

Según el modelo cinético-molecular, al subir la temperatura aumenta la energía cinética media de las partículas del gas: se mueven más deprisa, chocan con las paredes con más frecuencia y con más fuerza, y la fuerza por unidad de superficie, la presión, aumenta. Como el recipiente es rígido, el volumen no puede crecer para compensarlo.

d) El aire es una **mezcla homogénea** (una disolución gaseosa, sobre todo de nitrógeno y oxígeno). El nitrógeno puro es un **elemento** (una sustancia pura formada por moléculas N_2). El agua destilada es un **compuesto** (sustancia pura con hidrógeno y oxígeno unidos en proporción fija, H_2O). El aire no es un compuesto porque sus componentes no están unidos químicamente: cada gas conserva sus propiedades, la proporción puede variar (por ejemplo, el vapor de agua) y se pueden separar por métodos físicos, como la destilación del aire licuado.

Análisis de unidades: $Pa \cdot m^3 / (J \text{ mol}^{-1} K^{-1} \cdot K) = (N \text{ m}^{-2} \cdot m^3) / (J \text{ mol}^{-1}) = J / (J \text{ mol}^{-1}) = \text{mol}$. En b y c, las unidades de presión o de temperatura se cancelan: basta con usar las mismas en los dos estados (en c, obligatoriamente kelvin).

Valoración: 12 L de botella equivalen a unos $2,4 \text{ m}^3$ de aire a presión atmosférica, el volumen de un armario grande: por eso la botella permite respirar bajo el agua durante un tiempo razonable. A 200 bar el aire ya no es un gas ideal perfecto, así que los resultados son una aproximación. El aumento de presión al sol (un 10 %) explica por qué las botellas no deben dejarse expuestas al calor.

Criterios de corrección orientativos

- a) Conversión de unidades y T en kelvin: 0,2; resultado: 0,2.
- b) Ley de Boyle bien aplicada: 0,3.
- c) Cálculo: 0,25 (0 si se usa $^{\circ}C$); explicación microscópica: 0,25.
- d) 0,05 por cada clasificación; 0,15 la justificación.

Pregunta 2 (opcional). El cloro: átomo, enlace y nomenclatura (1,5 puntos)

Enunciado

El cloro ($Z = 17$) tiene dos isótopos estables: ^{35}Cl , de masa 34,968 853 u y abundancia 75,76 %, y ^{37}Cl , de masa 36,965 903 u y abundancia 24,24 %. Las masas son las de la CIAAW. La CIAAW publica hoy las abundancias como intervalos ([75,5 %; 76,1 %] y [23,9 %; 24,5 %]), porque varían de una muestra natural a otra. Los valores del enunciado son la composición isotópica representativa de la IUPAC (Berglund y Wieser, *Isotopic compositions of the elements 2009*, Pure Appl. Chem. 83, 397-410, 2011) y caen dentro de esos intervalos.

- a) Indica el número de protones, neutrones y electrones de cada isótopo en el átomo neutro y calcula la masa atómica media del cloro. (0,4 puntos)
- b) Escribe la configuración electrónica del cloro, indica su grupo y su periodo, y justifica qué ion forma con más facilidad. (0,35 puntos)
- c) Explica qué tipo de enlace hay en el cloruro de sodio, en el cloro (Cl_2) y en el cloruro de hidrógeno, y por qué a temperatura ambiente el cloruro de sodio es un sólido que funde a temperatura alta y el cloro es un gas. (0,45 puntos)
- d) Formula o nombra, según corresponda: MgCl_2 , OCl_2 , cloruro de hierro(III), FeCl_2 . (0,3 puntos)

Solución

a) Los dos tienen $Z = 17$: **17 protones** y, en el átomo neutro, **17 electrones**. Neutrones, $N = A - Z$: **18** en el ^{35}Cl y **20** en el ^{37}Cl .

Masa atómica media, ponderada por las abundancias:

$$A_r(\text{Cl}) = 34,968\,853 \times 0,7576 + 36,965\,903 \times 0,2424 = \mathbf{35,45}.$$

b) **$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$** . El último nivel ocupado es el 3: **periodo 3**. Tiene 7 electrones de valencia ($3s^2 3p^5$): **grupo 17** (halógenos). Le falta un electrón para completar el octeto y tiene una electronegatividad alta, así que tiende a ganar un electrón y formar el ion **cloruro, Cl^-** , con la configuración del argón.

c)

- **NaCl , enlace iónico**: el sodio (metal, electronegatividad baja) cede un electrón al cloro (no metal, electronegatividad alta). Se forman iones Na^+ y Cl^- que se atraen en todas direcciones y forman una red cristalina. Para fundirlo hay que vencer esas atracciones entre iones, que son fuertes: por eso es sólido y funde a temperatura alta.
- **Cl_2 , enlace covalente** (apolar): dos átomos iguales comparten un par de electrones. El enlace dentro de la molécula es fuerte, pero las moléculas se atraen entre sí muy débilmente, así que basta poca energía para separarlas: a temperatura ambiente es un gas.
- **HCl , enlace covalente polar**: comparten un par de electrones, pero el cloro, más electronegativo, lo atrae más; la molécula tiene un extremo parcialmente negativo (Cl) y otro positivo (H). También es un gas a temperatura ambiente, por las mismas razones que el Cl_2 .

d) MgCl_2 : **cloruro de magnesio** (o dicloruro de magnesio; el magnesio solo tiene +2). OCl_2 : **dicloruro de oxígeno** (según las recomendaciones de la IUPAC de 2005, el oxígeno se escribe antes que los halógenos). Cloruro de hierro(III): **FeCl_3** . FeCl_2 : **cloruro de hierro(II)** o **dicloruro de hierro**.

Valoración: la masa media (35,45) está más cerca de 35 que de 37 porque el ^{35}Cl es unas tres veces más abundante; coincide con el valor de la tabla periódica. Que no sea un número entero no es un error: es una media ponderada de isótopos.

Criterios de corrección orientativos

- a) Partículas: 0,15; masa media ponderada: 0,25.
- b) Configuración: 0,15; grupo y periodo: 0,1; ion y justificación: 0,1.
- c) 0,1 por cada tipo de enlace bien explicado; 0,15 la comparación de propiedades.
- d) 0,075 por cada fórmula o nombre.

Pregunta 3 (opcional). Aluminio y ácido clorhídrico (1,5 puntos)

Enunciado

Se echan 5,40 g de aluminio en polvo en 500 mL de ácido clorhídrico (HCl en disolución acuosa) de concentración 1,00 mol/L. Se forman cloruro de aluminio en disolución e hidrógeno gaseoso.

a) Escribe y ajusta la ecuación química y nombra el cloruro de aluminio que se forma. (0,3 puntos)

b) Determina el reactivo limitante. (0,4 puntos)

c) Calcula el volumen de hidrógeno que se obtiene, medido a 25,0 °C y 101 325 Pa, y la masa del reactivo en exceso que sobra. (0,5 puntos)

d) Si se recogen 5,50 L de hidrógeno en esas condiciones, ¿cuál es el rendimiento? ¿Qué indicaría un rendimiento mayor del 100 %? (0,3 puntos)

Solución

a) $2 \text{ Al} + 6 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ AlCl}_3 + 3 \text{ H}_2$. Comprobación: Al, 2 = 2; H, 6 = 6; Cl, 6 = 6. AlCl_3 : **cloruro de aluminio** (el aluminio solo tiene número de oxidación +3, así que no se indica; con prefijos, tricloruro de aluminio).

b) Cantidades de partida:

- $n(\text{Al}) = 5,40 \text{ g} / 26,982 \text{ g mol}^{-1} = 0,2001 \text{ mol}$.
- $n(\text{HCl}) = c V = 1,00 \text{ mol/L} \times 0,500 \text{ L} = 0,500 \text{ mol}$.

Para consumir todo el aluminio harían falta $3 \times 0,2001 = 0,600 \text{ mol}$ de HCl, y solo hay 0,500 mol. **El limitante es el HCl**; el aluminio está en exceso.

c) Con el HCl como limitante, 6 mol de HCl dan 3 mol de H_2 : $n(\text{H}_2) = 0,500 \text{ mol} / 2 = 0,250 \text{ mol}$. Con $T = 298,15 \text{ K}$:

$V(\text{H}_2) = n R T / p = 0,250 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298,15 \text{ K} / 101 325 \text{ Pa} = 6,12 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = \mathbf{6,12 \text{ L}}$.

Aluminio que reacciona: $n(\text{Al}) = 0,500 \text{ mol} / 3 = 0,1667 \text{ mol}$, es decir, $0,1667 \text{ mol} \times 26,982 \text{ g/mol} = 4,50 \text{ g}$. Sobran $5,40 \text{ g} - 4,50 \text{ g} = \mathbf{0,90 \text{ g de aluminio}}$.

d) Rendimiento = $5,50 \text{ L} / 6,12 \text{ L} \times 100 = \mathbf{89,9 \%}$. Un rendimiento mayor del 100 % sería imposible: indicaría un error de medida (por ejemplo, el gas recogido contiene vapor de agua o aire) o un error en los cálculos.

Análisis de unidades: $\text{mol/L} \times \text{L} = \text{mol}$; $\text{mol} \cdot \text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot \text{K} / \text{Pa} = \text{m}^3$; en el rendimiento, L / L se cancela.

Valoración: el reactivo limitante no es el que menos pesa, ni siquiera el que menos moles tiene (hay más moles de HCl que de Al): hay que comparar con los coeficientes. El aluminio sobrante (0,90 g, una sexta parte del inicial) se vería como polvo metálico en el fondo del recipiente al terminar la reacción.

Criterios de corrección orientativos

- a) Ecuación ajustada: 0,2; nombre: 0,1.
- b) Moles de cada reactivo: 0,2; comparación con los coeficientes: 0,2.
- c) Volumen de H_2 : 0,3; masa en exceso: 0,2.
- d) Rendimiento: 0,2; interpretación: 0,1.

Bloque E: preguntas de estilo PAU (Illes Balears)

En las Illes Balears el bloque E vale 2 puntos y se responde **una de dos preguntas** (acta de coordinación de la UIB de 23 de octubre de 2024). Las dos preguntas son originales; el reparto de puntos de cada apartado es una propuesta nuestra para practicar.

Dato para las dos preguntas: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Pregunta 1. Un bloque en un plano inclinado (2 puntos)

Enunciado

Un bloque de madera de 4,00 kg se deja en reposo sobre una tabla de madera inclinada $30,0^\circ$ respecto a la horizontal. Para madera sobre madera, el coeficiente de rozamiento estático es $\mu_e = 0,5$ y el dinámico, $\mu_d = 0,3$ (valores aproximados).

- Dibuja las fuerzas que actúan sobre el bloque, calcula la fuerza normal y justifica si el bloque empieza a deslizar. (0,5 puntos)
- Calcula la aceleración con la que baja y su velocidad después de recorrer 2,00 m por la tabla. (0,6 puntos)
- Comprueba el resultado de b con un balance de energía e indica qué ocurre con la energía mecánica que se pierde. (0,5 puntos)
- ¿A partir de qué ángulo empezaría a deslizar el bloque? ¿Dependería de su masa? Relaciona este resultado con la estabilidad de las laderas. (0,4 puntos)

Solución

a) Actúan tres fuerzas: el **peso**, vertical hacia abajo; la **normal**, perpendicular a la tabla; y el **rozamiento**, paralelo a la tabla y hacia arriba (opuesto a la tendencia a deslizar). Con ejes paralelo y perpendicular a la tabla:

- Peso: $P = m g = 4,00 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 39,2 \text{ N}$. Componentes: paralela, $m g \sin 30,0^\circ = 19,6 \text{ N}$; perpendicular, $m g \cos 30,0^\circ = 34,0 \text{ N}$.
- Normal: no hay movimiento perpendicular a la tabla, así que $N = m g \cos 30,0^\circ = \mathbf{34,0 \text{ N}}$.
- Rozamiento estático máximo: $\mu_e N = 0,5 \times 34,0 \text{ N} \approx 17 \text{ N}$.

Como la componente paralela del peso (19,6 N) supera el rozamiento estático máximo (unos 17 N), **el bloque desliza**. Equivale a comprobar que $\tan 30,0^\circ = 0,577 > \mu_e = 0,5$.

b) Una vez en movimiento actúa el rozamiento dinámico, $\mu_d N$. Segunda ley en la dirección de la tabla:

$$m g \sin \theta - \mu_d m g \cos \theta = m a \rightarrow a = g (\sin \theta - \mu_d \cos \theta) = 9,81 \text{ m/s}^2 \times (0,500 - 0,3 \times 0,866) = \mathbf{2,4 \text{ m/s}^2}.$$

Partiendo del reposo, $v^2 = 2 a \Delta x$: $v = \sqrt{(2 \times 2,36 \text{ m/s}^2 \times 2,00 \text{ m})} = \mathbf{3,1 \text{ m/s}}$.

c) Altura que desciende: $h = 2,00 \text{ m} \times \sin 30,0^\circ = 1,00 \text{ m}$.

- Energía potencial perdida: $m g h = 4,00 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 1,00 \text{ m} = 39,24 \text{ J}$.

- Trabajo del rozamiento (en valor absoluto): $\mu_d N d = 0,3 \times 33,98 \text{ N} \times 2,00 \text{ m} = 20,39 \text{ J}$.
- Energía cinética final: $39,24 \text{ J} - 20,39 \text{ J} = 18,85 \text{ J}$, y $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 4,00 \text{ kg} \times (3,070 \text{ m/s})^2 = 18,85 \text{ J}$. Coincide (con las cifras significativas de los datos, unos 19 J).

Los 20 J de energía mecánica «perdida» no desaparecen: se transforman en energía interna del bloque y de la tabla, que se calientan ligeramente.

d) El bloque empieza a deslizar cuando $m g \sin \theta > \mu_e m g \cos \theta$, es decir, cuando $\tan \theta > \mu_e$: $\theta_{\text{crítico}} = \arctg 0,5 = 27^\circ (26,6^\circ)$. **No depende de la masa**, porque aparece en los dos miembros y se simplifica. Con una ladera ocurre lo mismo: una masa de roca o de suelo se mantiene mientras la componente del peso a lo largo de la pendiente no supere la resistencia al deslizamiento; si el agua de una lluvia intensa reduce esa resistencia (en el modelo, un μ menor), el ángulo crítico baja y la ladera puede deslizar.

Análisis de unidades: $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = \text{N}$; $\text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot (\text{adimensional}) = \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$; $\sqrt{(\text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m})} = \text{m/s}$; $\text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$; $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \text{J}$.

Valoración: los coeficientes de rozamiento tienen una sola cifra significativa, así que la aceleración y la velocidad se dan con dos (en los pasos intermedios se arrastra una cifra más). Más de la mitad de la energía potencial (20,4 de 39,2 J, el 52 %) se disipa por rozamiento: sin rozamiento el bloque llegaría a $\sqrt{(2 g h)} = 4,4 \text{ m/s}$.

Criterios de corrección orientativos

- a) Diagrama con las tres fuerzas bien orientadas: 0,2; normal: 0,15; justificación del deslizamiento: 0,15.
- b) Segunda ley con μ_d (no μ_e): 0,35; velocidad: 0,25.
- c) Balance correcto: 0,35; destino de la energía: 0,15.
- d) Ángulo: 0,15; independencia de la masa: 0,1; relación con las laderas: 0,15.

Pregunta 2. Una carretilla: momentos, leyes de Newton e interacciones (2 puntos)

Enunciado

Una carretilla cargada tiene una masa total de 60,0 kg. Su centro de gravedad está a 0,40 m (en horizontal) del eje de la rueda, y una persona la sostiene por los mangos, a 1,20 m del eje, con una fuerza vertical. La carretilla está en reposo, con los mangos levantados.

- Calcula la fuerza vertical que debe hacer la persona y la fuerza que el suelo ejerce sobre la rueda. (0,8 puntos)
- ¿Qué fuerza haría falta si la carga se colocara de modo que el centro de gravedad quedara a 0,20 m del eje? Explica por qué conviene cargar la carretilla cerca de la rueda. (0,3 puntos)
- La persona empuja la carretilla por un camino horizontal con una fuerza horizontal de 45 N y la carretilla avanza con velocidad constante. ¿Cuánto vale la resistencia total al avance? Justifícalo con las leyes de Newton. (0,4 puntos)
- La fuerza del suelo sobre la rueda y el rozamiento son fuerzas de contacto. ¿A qué interacción fundamental se deben? Si la interacción gravitatoria es la más débil de las cuatro, ¿por qué es la que notamos como peso? (0,5 puntos)

Solución

a) Peso total: $P = m g = 60,0 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 588,6 \text{ N}$. Sobre la carretilla actúan el peso (en el centro de gravedad), la fuerza F de la persona (en los mangos, hacia arriba) y la fuerza N del suelo sobre la rueda (en el eje, hacia arriba).

Suma de momentos respecto al eje de la rueda (la fuerza N no tiene momento respecto a ese punto):

$$F \times 1,20 \text{ m} - P \times 0,40 \text{ m} = 0 \rightarrow F = 588,6 \text{ N} \times 0,40 \text{ m} / 1,20 \text{ m} = \mathbf{196 \text{ N}}.$$

$$\text{Suma de fuerzas verticales: } F + N - P = 0 \rightarrow N = 588,6 \text{ N} - 196,2 \text{ N} = \mathbf{392 \text{ N}}.$$

La persona sostiene un tercio del peso y la rueda, dos tercios.

b) $F = 588,6 \text{ N} \times 0,20 \text{ m} / 1,20 \text{ m} = \mathbf{98,1 \text{ N}}$, la mitad. Cuanto más cerca de la rueda está la carga, menor es el brazo del peso respecto al eje y menor el momento que debe compensar la persona; la carretilla es una palanca en la que la rueda es el punto de apoyo.

c) A velocidad constante la aceleración es cero y, por la **primera ley** (o por la segunda con $a = 0$), la fuerza neta es nula: la resistencia total al avance (rozamiento de rodadura, rozamiento en el eje) vale **45 N**, en sentido contrario al empuje. Que la carretilla se mueva no exige una fuerza neta hacia delante: la fuerza neta determina la aceleración, no la velocidad.

d) Las fuerzas de contacto se deben a la **interacción electromagnética**: cuando dos superficies se aprietan, las nubes electrónicas de sus átomos se repelen (normal), y las atracciones y repulsiones entre los átomos de las dos superficies se oponen al deslizamiento (rozamiento).

La gravitatoria es la más débil, pero siempre es atractiva y se suma: cada kilogramo de la Tierra contribuye al peso. La electromagnética es mucho más intensa, pero la materia ordinaria es casi exactamente neutra y las atracciones y repulsiones se compensan a gran escala. Las interacciones nucleares, por su parte, solo actúan a distancias del tamaño de un núcleo. Por eso, a la escala de los cuerpos y los astros, la gravedad es la que se manifiesta como peso.

Análisis de unidades: $\text{kg} \cdot \text{m s}^{-2} = \text{N}$; $\text{N} \cdot \text{m}$ es la unidad de momento; $(\text{N} \cdot \text{m}) / \text{m} = \text{N}$.

Valoración: 196 N equivalen a sostener unos 20 kg, una carga razonable para una persona; la rueda soporta el resto. Que las fuerzas de la persona y de la rueda sumen exactamente el peso es la comprobación de que el equilibrio está bien planteado.

Criterios de corrección orientativos

- a) Fuerzas identificadas y punto de giro bien elegido: 0,2; ecuación de momentos y F : 0,35; N : 0,25.
- b) Cálculo: 0,15; explicación: 0,15.
- c) Resultado: 0,15; justificación con la primera ley: 0,25.
- d) Origen electromagnético de las fuerzas de contacto: 0,2; explicación del predominio de la gravedad a gran escala: 0,3.