FICHA D1-P04

La nave que se aleja del planeta

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
D.1 Campos gravitatorios	Secundaria	●●● (3 / 3)	7 pts · –	14 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: sí — energía potencial gravitatoria, Tema D.1.

PRERREQUISITOS

- Energía potencial gravitatoria de una masa m en el campo de una masa M, a una distancia r de su centro: Ep = −GMm/r
- El signo negativo indica que el sistema está "ligado": hace falta aportar energía externa para separar las masas hasta el infinito
- El trabajo mínimo para mover una masa de un punto a otro, contra el campo, es igual al cambio de energía potencial: W = ΔEp

TIEMPO DE REFERENCIA

Media de la clase ≈ 8 min. Es una referencia para situarte, no un cronómetro — resolver rápido con el resultado mal no vale nada. Esta ficha es de repaso — retoma ideas ya trabajadas en D1-P01 y D1-P03.

ENUNCIADO

Una nave espacial de masa m se aleja de un planeta de masa M. Inicialmente la nave está a una distancia r1 del centro del planeta; más tarde, a una distancia r2 = 2r1 (el doble).

M (planeta) = **$4{,}0\times10^{22}$ kg** m (nave) = **200 kg**

r1 = **$2{,}0\times10^{6}$ m** r2 = **$4{,}0\times10^{6}$ m**

a) Escribe la fórmula de la energía potencial gravitatoria de la nave en el campo del planeta. [1]

b) Calcula la energía potencial gravitatoria de la nave cuando está a distancia r1. [2]

c) Calcula la energía potencial gravitatoria de la nave cuando está a distancia r2, y compara el resultado con el del apartado b). [2]

d) Calcula el trabajo mínimo necesario para mover la nave desde r1 hasta r2. [2]

FICHA D1-P04

La nave que se aleja del planeta

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — la energía potencial gravitatoria es siempre NEGATIVA (o cero, en el infinito) — no te asustes con el signo, es parte normal del resultado.
2	Apartado a) — busca en el Cuadernillo la fórmula de energía potencial gravitatoria.
3	Apartado a), fórmula — $E_p = -GMm/r$.
4	Apartado b) — sustituye los valores de M, m y r1 directamente.
5	Apartado b), cifras — $E_{p1} = -6{,}67\times10^{-11} \times 4{,}0\times10^{22} \times 200 / 2{,}0\times10^{6} \approx -2{,}7\times10^{8}$ J.
6	Apartado c) — sustituye ahora con $r_2 = 4{,}0\times10^{6}$ m (el doble de r1).
7	Apartado c), cifras — $E_{p2} = -6{,}67\times10^{-11} \times 4{,}0\times10^{22} \times 200 / 4{,}0\times10^{6} \approx -1{,}3\times10^{8}$ J. Fíjate: al duplicarse r, la MAGNITUD de Ep se ha reducido a la mitad (no a la cuarta parte, como pasaba con la fuerza — Ep depende de 1/r, no de $1/r^2$).
8	Apartado d) — el trabajo mínimo para alejar la nave es igual al cambio de energía potencial: $W = E_{p2} - E_{p1}$ (con su signo).
9	Apartado d), cifras — $W = (-1{,}3\times10^{8}) - (-2{,}7\times10^{8}) \approx +1{,}3\times10^{8}$ J (positivo: hay que APORTAR energía para alejar la nave, tiene sentido porque hay que vencer la atracción gravitatoria).

TEORÍA BÁSICA

- Energía potencial gravitatoria: $E_p = -GMm/r$. — Cuadernillo de datos, Tema D.1.
- A diferencia de la fuerza ($F \propto 1/r^2$), la energía potencial depende de 1/r — al duplicar r, $|E_p|$ se reduce a la mitad, no a la cuarta parte.
- Trabajo mínimo para mover una masa entre dos puntos del campo: $W = \Delta E_p = E_p(\text{final}) - E_p(\text{inicial})$.
- Un valor positivo de W significa que hay que aportar energía externa (el campo "se opone" al movimiento); uno negativo significa que el campo realiza trabajo a favor.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic D.1 Gravitational fields, energía potencial gravitatoria.

CUADERNILLO Cuadernillo de datos de Física — Tema D.1, $E_p = -GMm/r$.

VÍDEO IB Wave — "Gravitational potential energy" (Topic D.1).

SOLUCIÓN RAZONADA

a) $E_p = -GMm/r$.

b) $E_{p1} = -(6{,}67\times10^{-11})(4{,}0\times10^{22})(200) / 2{,}0\times10^{6} \approx -2{,}7\times10^{8}$ J.

c) $E_{p2} = -(6{,}67\times10^{-11})(4{,}0\times10^{22})(200) / 4{,}0\times10^{6} \approx -1{,}3\times10^{8}$ J — la magnitud es la mitad de Ep1, coherente con la dependencia 1/r (no $1/r^2$) de la energía potencial.

d) $W = E_{p2} - E_{p1} = (-1{,}3\times10^{8}) - (-2{,}7\times10^{8}) \approx +1{,}3\times10^{8}$ J.

RESUMEN — CON TUS PROPIAS PALABRAS

La idea clave de este problema era:

La relación o fórmula que usé:

Si me vuelvo a atascar en un problema parecido, lo primero que miro es:

REGISTRO DE INTENTOS

Fecha	H. inicio	H. fin	Resultado	Pistas	Unid. OK	Orden mag. OK	¿Repetir?

ESPACIO DE TRABAJO ADICIONAL