Adaptado — Colegio Internacional de Levante, 2º BI, 2ª evaluación, Paper 1A (EXAMEN_P1A), Pregunta 23 (opción múltiple ampliada a desarrollo)

FICHA E5-P01

La luminosidad de una estrella

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
E.5 Fusión y estrellas	Principal	●●○ (2 / 3)	7 pts · –	13 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: sí — ley de Stefan-Boltzmann, $L = \sigma A T^4$ (Tema B.1); constante de Stefan-Boltzmann σ en las constantes.

PRERREQUISITOS

- Ley de Stefan-Boltzmann: la luminosidad de un cuerpo negro es $L = \sigma A T^4$, con A su superficie y T su temperatura absoluta
- Superficie de una esfera: $A = 4\pi R^2$
- Las magnitudes estelares se pueden expresar en unidades solares ($L_\odot$, $R_\odot$, $T_\odot$), lo que simplifica las razones

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.

ENUNCIADO

Una estrella de la secuencia principal tiene un radio de 3 veces el radio del Sol ($R_\odot$) y una temperatura superficial igual a la mitad de la temperatura del Sol ($T_\odot$). Se considera que ambas se comportan como cuerpos negros.

luminosidad del Sol $L_\odot$ = **$3{,}8 \times 10^{26}$ W**

a) Escribe la expresión de la luminosidad de una estrella esférica en función de su radio y de su temperatura. [1]

b) Deduce la razón $L/L_\odot$ en función de $R/R_\odot$ y $T/T_\odot$. [2]

c) Calcula $L/L_\odot$ para esta estrella y su luminosidad en vatios. [2]

d) La estrella tiene un radio mayor que el del Sol y, sin embargo, es menos luminosa. Explica cómo es posible. [2]

FICHA E5-P01

La luminosidad de una estrella

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — expresa L para la estrella y para el Sol con la misma fórmula y divide una entre otra: σ y 4π se cancelan.
2	Apartado a) — $L = \sigma A T^4$ con $A = 4\pi R^2$, es decir, $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$.
3	Apartado b) — $L/L_\odot = (R^2T^4)/(R_\odot^2 T_\odot^4) = (R/R_\odot)^2(T/T_\odot)^4$.
4	Apartado c) — sustituye $R/R_\odot = 3$ y $T/T_\odot = 0{,}5$.
5	Apartado c), cifras — $L/L_\odot = 3^2 \times 0{,}5^4 = 9 \times 0{,}0625 = 0{,}5625 \approx 0{,}56$; $L = 0{,}5625 \times 3{,}8 \times 10^{26} \approx 2{,}1 \times 10^{26}$ W.
6	Apartado d) — compara cómo influye cada factor: el radio entra al cuadrado y la temperatura a la cuarta potencia.

TEORÍA BÁSICA

- Luminosidad de un cuerpo negro: $L = \sigma A T^4 = 4\pi R^2 \sigma T^4$. — Cuadernillo de datos, Tema B.1.
- Al comparar con el Sol: $L/L_\odot = (R/R_\odot)^2(T/T_\odot)^4$.
- La temperatura pesa mucho más que el radio, porque entra a la cuarta potencia.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic E.5 Fusion and stars; Topic B.1, ley de Stefan-Boltzmann.

CUADERNILLO Cuadernillo de datos de Física — Tema B.1 ($L = \sigma A T^4$).

VÍDEO YouTube — "Ley de Stefan-Boltzmann" (explicación general de la ley) — youtube.com/watch?v=qn3-FC3k8AU

SOLUCIÓN RAZONADA

a) $L = \sigma A T^4 = 4\pi R^2 \sigma T^4$.

b) $L/L_\odot = (4\pi R^2 \sigma T^4)/(4\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4) = (R/R_\odot)^2(T/T_\odot)^4$.

c) $L/L_\odot = 3^2 \times 0{,}5^4 = 9 \times 0{,}0625 = 0{,}5625 \approx 0{,}56$. $L \approx 0{,}5625 \times 3{,}8 \times 10^{26} \approx 2{,}1 \times 10^{26}$ W.

d) La luminosidad crece con el cuadrado del radio (×9), pero con la cuarta potencia de la temperatura (que baja a la mitad: ×1/16). El efecto de la temperatura domina, así que la estrella, aun siendo mayor, es menos luminosa que el Sol.

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