FICHA A2-P04

El vagón de la montaña rusa

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
A.2 Fuerzas y momento	Secundaria	●●● (3 / 3)	7 pts · –	15 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: no hace falta para este problema — la fórmula de fuerza centrípeta debes manejarla ya.

PRERREQUISITOS

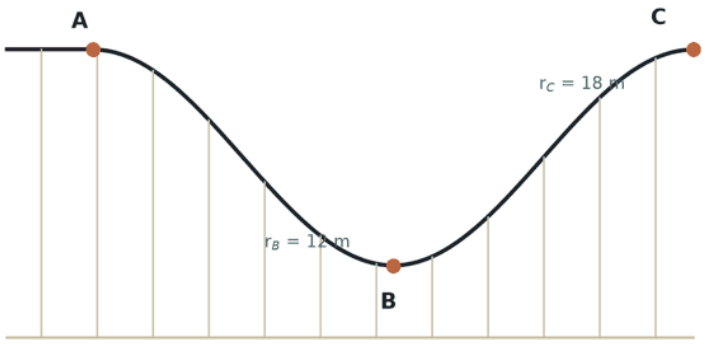
- Ficha A2-P02 y A2-P03 — mismo tipo de razonamiento de fuerza centrípeta, aplicado ahora en un plano vertical
- En un movimiento circular, la fuerza neta apunta siempre hacia el centro (fuerza centrípeta)
- En el punto más alto de un bucle vertical, tanto el peso como la normal pueden apuntar hacia el centro (hacia abajo)
- La velocidad máxima en un punto se alcanza cuando la fuerza normal llega a su valor mínimo posible (cero)

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

Un vagón de montaña rusa con una masa de 80 kg se mueve sobre la pista que se muestra en el diagrama, comenzando desde el punto A. En los puntos B y C la pista se aproxima a una trayectoria circular, de modo que los radios en B y C son 12 m y 18 m respectivamente.



a) Compare la fuerza normal ejercida por la pista sobre el vagón en los puntos B y C. [2]

b) Dibuje y etiquete el diagrama de cuerpo libre del vagón en el punto C. [2]

c) Calcule la velocidad máxima del vagón en el punto C para que pueda permanecer en la pista. [3]

FICHA A2-P04

El vagón de la montaña rusa

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — en B el vagón está en el fondo de una curva (como el valle de la montaña rusa); en C está en la cima de una curva convexa. La dirección hacia 'el centro' de la trayectoria circular es distinta en cada punto: en B es hacia arriba, en C es hacia abajo.
2	Apartado a) — en B, la normal y la fuerza centrípeta apuntan ambas hacia arriba (hacia el centro), así que la normal tiene que ser mayor que el peso. En C, la normal apunta hacia arriba pero el centro está hacia abajo, así que es el peso quien colabora con la fuerza centrípeta.
3	Apartado a), plantea las ecuaciones — en B: $N_B - mg = mv^2/r_B$. En C: $mg - N_C = mv^2/r_C$. Sin necesitar más datos, ¿cuál de las dos normales tiene que ser mayor?
4	Apartado b) — en C solo hay dos fuerzas sobre el vagón: el peso (hacia abajo) y la normal (también hacia abajo, porque la pista está por encima del vagón en ese punto). Dibuja ambas flechas apuntando hacia abajo.
5	Apartado c) — la velocidad es máxima en C cuando la normal llega a su mínimo posible: $N_C = 0$. En ese caso, todo el peso se convierte en la fuerza centrípeta.
6	Apartado c), plantea la igualdad — con $N_C = 0$: $mg = mv^2/r_C$. Fíjate en que la masa se cancela.
7	Apartado c), despeja — $v = \sqrt{(g \cdot r_C)}$.
8	Apartado c), cifras — con $g \approx 9.81$ m s^{-2} y $r_C = 18$ m, deberías obtener una velocidad máxima de unos 13 m s^{-1}.

TEORÍA BÁSICA

- Fuerza centrípeta: $F_c = mv^2/r$, siempre dirigida hacia el centro de la trayectoria circular en ese instante. — En el Cuadernillo, p. 6 (Tema A.2), como $a = v^2/r$.
- En un valle (como en B): la normal y el peso actúan en sentidos opuestos, y la normal 'gana' porque debe sobrar fuerza neta hacia el centro (arriba): $N - mg = mv^2/r$.
- En una cima (como en C): la normal y el peso actúan en el mismo sentido hacia el centro (abajo): $mg - N = mv^2/r$.
- Velocidad máxima en una cima = la velocidad a la que la normal se anula ($N = 0$) — concepto, no es una fórmula aparte del cuadernillo.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic A.2 Forces and momentum, movimiento circular vertical.

CUADERNILLO Cuadernillo de datos de Física — Tema A.2, p. 6 (fuerza centrípeta).

VÍDEO Pendiente — IB Wave no tiene vídeo específico de circular vertical; buscar más adelante.

SOLUCIÓN RAZONADA

a) En B: $N_B = mg + mv^2/r_B$. En C: $N_C = mg - mv^2/r_C$. La normal en B es mayor que en C (en B se suma al peso, en C se resta).

b) En C, dos fuerzas sobre el vagón, ambas hacia abajo: el peso mg y la normal N (la pista empuja hacia abajo porque está por encima del vagón en ese punto de la trayectoria).

c) La velocidad máxima en C es cuando $N = 0$: $mg = mv^2/r_C \rightarrow v = \sqrt{(g \cdot r_C)} = \sqrt{(9.81 \times 18)} \approx 13.3$ m s^{-1}.

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