

Ejercicios: cinemática, leyes de Newton, equilibrio y distancia de frenado

Once ejercicios graduados: movimiento uniforme y acelerado, caída libre, parejas de acción y reacción, plano inclinado con rozamiento, equilibrio de un cuerpo colgado y de una palanca, distancia de detención en ciudad, velocidad máxima en una curva, análisis crítico de un cálculo erróneo y la física del cinturón de seguridad.

DURACIÓN

2 sesiones de 55 min

AGRUPACIÓN

individual, con corrección en parejas

UNIDAD 15

Fuerzas en equilibrio y en movimiento: estática, dinámica y seguridad vial

MATERIALES

- Calculadora científica

ENCAJE CURRICULAR · Saberes E.2, E.3 · Comp. específicas CE2, CE4 · Comp. clave STEM, CCL, CPSAA, CC

Criterios: 2.3, 4.1, 4.2

Toma $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ y da los resultados con las cifras significativas que permitan los datos.

- 1. El móvil al volante.** Un coche circula a 120 km/h. a) Expresa la velocidad en m/s. b) ¿Qué distancia recorre mientras el conductor mira el móvil durante 2,0 s? ¿Qué parte de la distancia de detención aumenta?
- 2. Arrancar.** Un turismo de 1200 kg pasa de 0 a 100 km/h en 10,0 s con aceleración constante. a) Calcula la aceleración. b) ¿Qué distancia recorre en ese tiempo? c) ¿Qué fuerza neta actúa sobre él? ¿Quién la ejerce?
- 3. Caída libre.** Se deja caer una piedra desde 20,0 m. a) ¿Cuánto tarda en llegar al suelo, sin rozamiento con el aire? b) ¿Con qué velocidad llega? c) Si en lugar de una piedra fuera una pluma, ¿cambiaría el resultado sin aire? ¿Y con aire?
- 4. Acción y reacción.** Un libro está en reposo sobre una mesa. a) Identifica las dos fuerzas que actúan sobre el libro y la pareja de acción y reacción de cada una. b) El peso y la normal son iguales y opuestos. ¿Es por la tercera ley de Newton? Justifícalo. c) Valora esta frase: «Si el carro tira del caballo con la misma fuerza que el caballo tira del carro, el conjunto no puede avanzar».
- 5. Una caja en una rampa.** Una caja de 5,00 kg se deja sobre una rampa de 30,0°. Los coeficientes de rozamiento son $\mu_e = 0,50$ y $\mu_d = 0,30$. a) ¿Desliza? b) Si desliza, calcula su aceleración. c) ¿Cambiaría la respuesta con una caja de 10,0 kg?
- 6. Una maceta colgada.** Una maceta de 4,00 kg cuelga de dos cuerdas iguales que forman cada una 40,0° con la horizontal. a) Calcula la tensión de cada cuerda. b) ¿Por qué cada cuerda soporta más de la mitad del peso?
- 7. El balancín.** En un balancín, una niña de 30 kg se sienta a 2,0 m del eje. ¿A qué distancia del eje debe sentarse su hermano, de 40 kg, para que el balancín quede en equilibrio horizontal?

- 8. 30 o 50 km/h.** En una calle urbana un peatón cruza de repente. Como es una sorpresa, toma un tiempo de reacción de 1,5 s (Green, 2000) y $\mu = 0,70$. a) Calcula la distancia de detención a 30 km/h. b) Ídem a 50 km/h. c) Compara: ¿en qué situación está el coche que va a 50 km/h en el punto en que el de 30 km/h ya se ha parado?
- 9. Una curva.** a) ¿Cuál es la velocidad máxima a la que se puede tomar una curva plana de 80,0 m de radio con $\mu = 0,70$? b) ¿Y con la calzada mojada ($\mu = 0,50$)? c) ¿Tiene un camión una velocidad máxima menor por pesar más? Justifícalo.
- 10. Análisis crítico.** Un compañero calcula la distancia de frenado de un coche a 50 km/h con $\mu = 0,70$ así: $d = 50^2 / (2 \times 0,70 \times 9,81) = 182$ m. Encuentra el error, corrígelo y explica qué pistas deberían haberle hecho sospechar del resultado.
- 11. El cinturón.** Un coche a 50 km/h choca contra un muro y su parte delantera se deforma 0,50 m hasta pararse. Supón deceleración constante. a) Calcula la deceleración del habitáculo y el tiempo que dura la parada. b) ¿Qué fuerza debe hacer el cinturón sobre un ocupante de 70 kg para que se pare con el coche? Compárala con su peso. c) Explica con la primera ley qué pasa si no lleva el cinturón. d) Busca en el informe anual de la DGT de 2024 qué porcentaje de fallecidos en turismos y furgonetas en vías interurbanas no llevaba el cinturón.

Solución orientativa

Para el profesorado: pasos de la resolución del ejercicio.

1. 1. a) $v = 120 \text{ km/h} / 3,6 = 33,3 \text{ m/s}$. b) MRU: $d = v t = 33,3 \text{ m/s} \times 2,0 \text{ s} = 67 \text{ m}$. Durante dos segundos mirando el móvil se recorren 67 m sin ver la carretera. La distracción no cambia la distancia de frenado, pero añade todo ese tramo a la de reacción.
2. 2. a) $v = 100 \text{ km/h} / 3,6 = 27,8 \text{ m/s}$; $a = (v - v_0) / t = 27,8 \text{ m/s} / 10,0 \text{ s} = 2,78 \text{ m/s}^2$. b) $x = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 2,78 \times (10,0)^2 \text{ m} = 139 \text{ m}$. c) $F_{\text{neta}} = m a = 1200 \text{ kg} \times 2,78 \text{ m/s}^2 = 3,33 \times 10^3 \text{ N}$. Es la fuerza neta: la que hace el suelo sobre las ruedas menos el rozamiento con el aire.
3. 3. a) $h = \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow t = \sqrt{2 h / g} = \sqrt{2 \times 20,0 / 9,81} \text{ s} = 2,02 \text{ s}$. b) $v = g t = 9,81 \times 2,02 \text{ m/s} = 19,8 \text{ m/s}$ (71 km/h). c) Sin aire, la misma: la aceleración de caída es g para todos los cuerpos (unidad 14). Con aire, la pluma cae mucho más despacio porque el rozamiento con el aire es comparable a su peso.
4. 4. a) Pareja del peso del libro (Tierra sobre libro): la atracción del libro sobre la Tierra. Pareja de la normal (mesa sobre libro): la fuerza del libro sobre la mesa. b) El peso y la normal se compensan porque el libro está en equilibrio (primera ley), no por la tercera ley: actúan sobre el mismo cuerpo. Si se empuja la mesa hacia arriba (por ejemplo, en un ascensor que acelera hacia arriba), la normal es mayor que el peso, pero cada pareja de acción y reacción sigue siendo de fuerzas iguales. c) La afirmación es falsa: el caballo tira del carro y el carro del caballo con fuerzas iguales, pero actúan sobre cuerpos distintos. El conjunto avanza porque el suelo empuja los cascos del caballo hacia delante con más fuerza que el rozamiento que frena el carro.
5. 5. a) Componente del peso paralela a la rampa: $m g \sin 30,0^\circ = 5,00 \times 9,81 \times 0,500 \text{ N} = 24,5 \text{ N}$. Normal: $N = m g \cos 30,0^\circ = 42,5 \text{ N}$. Rozamiento estático máximo: $\mu_e N = 0,50 \times 42,5 \text{ N} = 21 \text{ N}$. Como $24,5 \text{ N} > 21 \text{ N}$ (o, equivalentemente, $\tan 30,0^\circ = 0,577 > 0,50$), la caja desliza. b) Rozamiento dinámico: $0,30 \times 42,5 \text{ N} = 12,7 \text{ N}$. $a = (24,5 - 12,7) \text{ N} / 5,00 \text{ kg} = 2,4 \text{ m/s}^2$, igual a $g (\sin \theta - \mu_d \cos \theta) = 9,81 \times (0,500 - 0,260) = 2,4 \text{ m/s}^2$. c) No: con el doble de masa se duplican la componente del peso y el rozamiento; el ángulo crítico ($\tan \theta = \mu_e$) y la aceleración no dependen de la masa.
6. 6. a) $P = m g = 4,00 \times 9,81 \text{ N} = 39,2 \text{ N}$. Eje y: $2 T \sin 40,0^\circ = m g \rightarrow T = 39,24 / (2 \times 0,6428) \text{ N} = 30,5 \text{ N}$. b) Cada cuerda soporta menos que el peso total, pero más que la mitad (19,6 N), porque solo la componente vertical de la tensión sostiene la maceta. Si las cuerdas fueran verticales, cada una soportaría exactamente la mitad; cuanto más horizontales, más tensión.
7. 7. $\Sigma M = 0$ respecto al eje: $m_1 g d_1 = m_2 g d_2 \rightarrow d_2 = m_1 d_1 / m_2 = 30 \text{ kg} \times 2,0 \text{ m} / 40 \text{ kg} = 1,5 \text{ m}$. g se simplifica. El niño más pesado debe sentarse más cerca del eje. Unidades: $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{kg} = \text{m}$.
8. 8. a) $30 \text{ km/h} = 8,33 \text{ m/s}$; $d_r = 8,33 \text{ m/s} \times 1,5 \text{ s} = 12,5 \text{ m}$; $a = 0,70 \times 9,81 = 6,87 \text{ m/s}^2$; $d_f = (8,33)^2 / (2 \times 6,87) \text{ m} = 5,1 \text{ m}$; total $17,6 \text{ m} \approx 18 \text{ m}$. b) $50 \text{ km/h} = 13,9 \text{ m/s}$; $d_r = 13,9 \text{ m/s} \times 1,5 \text{ s} = 20,8 \text{ m}$; $d_f = (13,9)^2 / (2 \times 6,87) \text{ m} = 14,0 \text{ m}$; total $34,9 \text{ m} \approx 35 \text{ m}$. c) A 18 m del punto en que aparece el peatón, el coche que va a 50 km/h todavía no ha empezado a frenar (su distancia de reacción ya es 20,8 m): llega al punto donde el otro se ha detenido prácticamente a 50 km/h. Su energía cinética es $(50/30)^2 = 2,8$ veces la que tendría a 30 km/h. Es el argumento físico del límite de 30 km/h en calles de un carril por sentido (RD 970/2020).
9. 9. a) $v_{\text{máx}} = \sqrt{\mu g r} = \sqrt{0,70 \times 9,81 \times 80,0} \text{ m/s} = 23,4 \text{ m/s} = 84 \text{ km/h}$. b) $\sqrt{0,50 \times 9,81 \times 80,0} \text{ m/s} = 19,8 \text{ m/s} = 71 \text{ km/h}$. c) No: la masa se simplifica ($\mu m g = m v^2 / r$). Un vehículo más pesado necesita más fuerza centrípeta, pero el rozamiento máximo crece en la misma proporción. En la realidad influyen además el peralte, el estado de los neumáticos y la altura del centro de gravedad (riesgo de vuelco), que este modelo no incluye.
10. 10. El error es no pasar la velocidad a m/s: con $v = 50$ se obtiene $d_f = 50^2 / (2 \times 6,87) = 182 \text{ m}$, un resultado absurdo para un coche urbano. Correcto: $v = 50 / 3,6 = 13,9 \text{ m/s}$, $d_f = (13,9)^2 / (2 \times 6,87) \text{ m} = 14 \text{ m}$. Pistas que debían alertar: la distancia de frenado de 182 m supera con mucho la que la Norma 3.1-IC usa para el diseño a 50 km/h (unos 52 m, incluidos 2 s de reacción), y las unidades no cuadran si se

mezclan km/h con m/s². Lección: comprobar unidades y comparar con un valor de referencia antes de dar un resultado por bueno.

11. 11. a) $v = 13,9 \text{ m/s}$. $a = v^2 / (2 d) = (13,9)^2 / (2 \times 0,50) \text{ m/s}^2 = 1,9 \times 10^2 \text{ m/s}^2$, unas 20 veces g. Tiempo de la parada: $t = v / a = 0,072 \text{ s}$. b) $F = m a = 70 \text{ kg} \times 193 \text{ m/s}^2 = 1,4 \times 10^4 \text{ N}$, unas 20 veces su peso (687 N). c) Sin cinturón, el ocupante sigue a 13,9 m/s (primera ley) mientras el coche se para, y se detiene contra el volante o el parabrisas en unos pocos centímetros: la deceleración y la fuerza serían mucho mayores. El cinturón le obliga a frenar junto con el habitáculo, a lo largo de los 0,50 m que se deforma la parte delantera. d) Según la DGT, en 2024 el 26 % de las personas fallecidas en turismos y furgonetas en vías interurbanas no llevaba el cinturón (porcentaje calculado sobre los casos en que se conoce el uso).

Material abierto de profedefyq.es · Licencia Creative Commons BY-NC-SA · Currículo LOMLOE