

Problema de dinámica resuelto

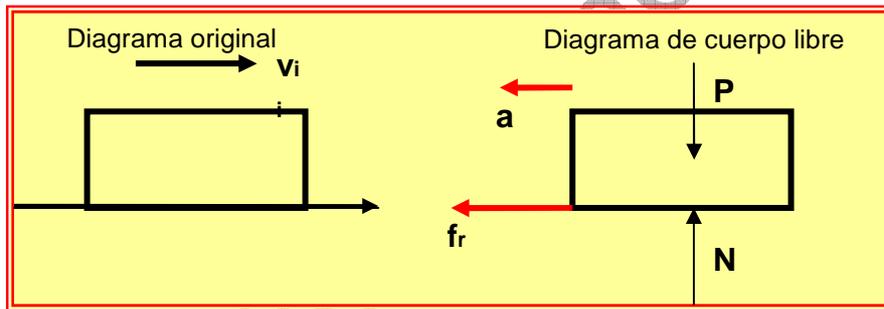
En un lago helado se lanza un trozo de hielo de 500 g a la velocidad de 20 m/s. Si el coeficiente de rozamiento es 0,04, calcula:

- La fuerza de rozamiento
- La aceleración del trozo de hielo
- A que distancia del punto de partida se detiene.

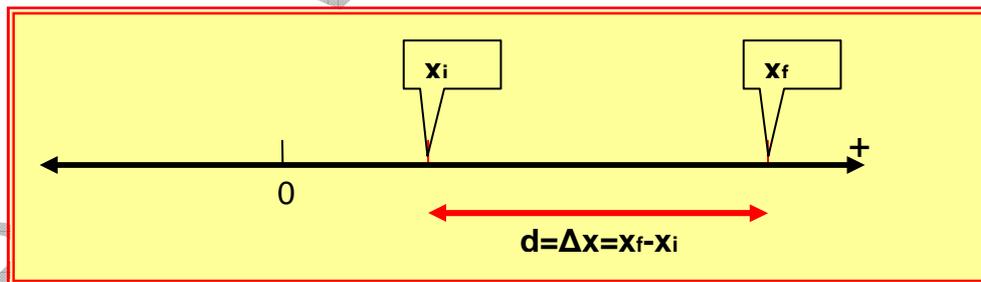
Planteo gráfico del sistema:

Supusimos que:

- El cuerpo se mueve hacia la derecha.
- La velocidad será un vector que apunta hacia la derecha.
- Tomamos como sentido positivo hacia la derecha.
- La fuerza de rozamiento que siempre se opone al movimiento apuntará hacia la izquierda.
- Solo la fuerza de rozamiento actúa sobre el eje x, luego se opone al movimiento, hay una aceleración negativa y el cuerpo frena.



Esquema en el sistema de coordenadas para el análisis cinemático.



Usamos el sistema internacional de unidades y armamos la tabla de datos e incógnitas, por comodidad hacemos coincidir x_i con 0, o sea $x_i = 0$

	$m = 0.5 \text{ kg}$	$g = 9.8 \text{ m/s}^2$	$\mu = 0.04$	
	x	v	t	a
	m	$\frac{m}{s}$	s	$\frac{m}{s^2}$
Inicial (i)	0	20		
final (f)		0		

a) Cálculo del módulo de la fuerza de rozamiento:

$$fr = \mu N \Rightarrow fr = 0.04 \times 0.500 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0.196 \text{ Nt}$$

b) Cálculo de la aceleración:

$$a = \frac{fr}{m} = \frac{-0.196 \text{ Nt}}{0.500 \text{ kg}} = -0,39 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Recordemos que el signo de la fuerza de rozamiento será negativo porque se opone al movimiento. El movimiento es frenado, luego la aceleración será negativa.

c) se puede usar la fórmula: $v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \left(0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) - \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)^2 = 2 \times \left(-0,39 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \times \Delta x$$
$$\Delta x = \frac{\left(0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) - \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)^2}{2 \times \left(-0,39 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} = \frac{-400 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)^2}{\left(-0,78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} = 1025.6\text{m}$$

También se puede usar la fórmula:

$$\Delta t = \frac{v_f - v_i}{a} \text{ y luego}$$

$$\Delta x = v_i (\Delta t) + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

Realizo los cálculos por los dos caminos posibles y coloco los valores que completan la tabla inicial en rojo. Naturalmente para resolver el problema sólo se necesita uno de los caminos, pero, cuando se está estudiando conviene usar los dos caminos, esto sirve para practicar, y además se puede usar para verificar.

Repito la tabla inicial, los valores en negro son los datos y los valores en rojo son las respuestas

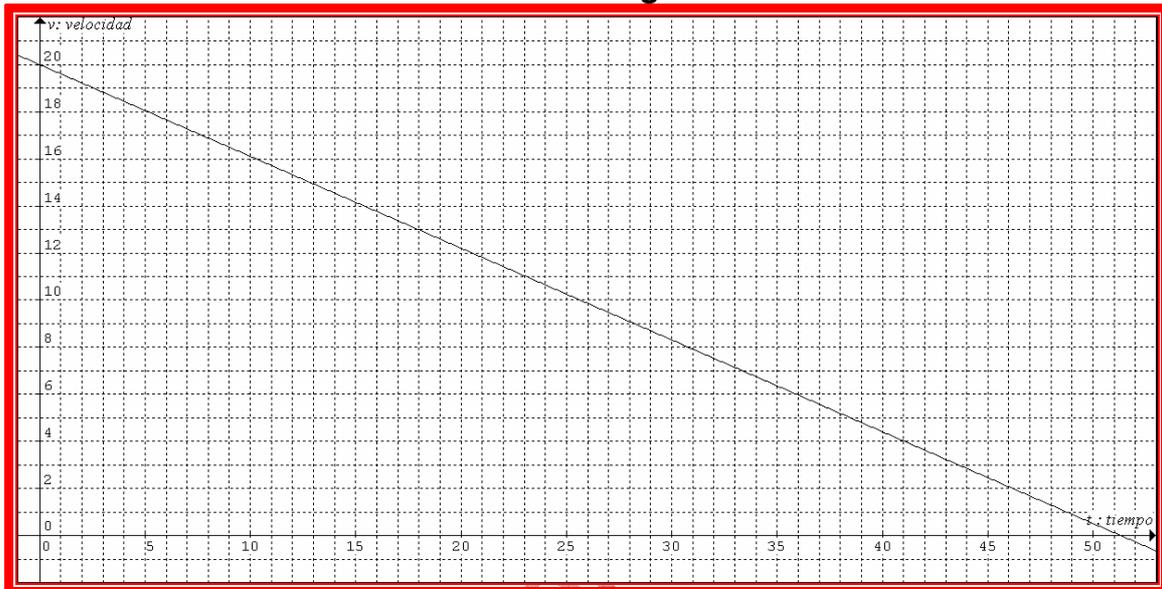
	m = 0.5 kg	g = 9.8 m/s²	μ = 0.04		
	x	v	t	a	fr
	m	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	s	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Nt = kg $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
inicial	0	20	0	-0.39	-0.196
final	512.82	0	51.28	-0.39	-0.196

Algunos profesores prefieren usar **g = 10 m/s²** lo cual da una aproximación al resultado.

En efecto, los resultados para $g = 10 \text{ m/s}^2$ están en la siguiente tabla:

	$m = 0.5 \text{ kg}$	$g = 10 \text{ m/s}^2$	$\mu = 0.04$		
	x	v	t	a	fr
	m	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	s	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$\text{Nt} = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
inicial	0	20	0	-0.4	-0.2
final	500	0	50	-0.4	-0.2

Gráfico Cinemático $g = 9.8 \text{ m/s}^2$



SOLUCIÓN USANDO ENERGÍA

La única forma de energía mecánica que varía es la cinética, entonces podemos aplicar la siguiente propiedad: *la variación de energía cinética es igual al trabajo de la fuerza resultante*:

$$\Delta E_c = L_{fres} \quad (1)$$

La fuerza resultante es la fuerza de rozamiento, entonces calculamos la variación de energía cinética:

$$\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} \cdot 0.5 \text{ kg} [(0 \text{ m/s})^2 - (20 \text{ m/s})^2] = -100 \text{ J}$$

Por otro lado calculamos el trabajo de la fuerza de rozamiento:

$$L_{fres} = fr \Delta x \cos(180^\circ) = 0.2 \text{ Nt} \Delta x \cos(180^\circ) = 0.2 \text{ Nt} \Delta x (-1) = -0.2 \text{ Nt} \Delta x$$

Ahora aplicando la fórmula (1) y reemplazando los valores calculados tendremos:

$$\Delta E_c = L_{fres} \Rightarrow -100 \text{ J} = -0.2 \text{ Nt} \Delta x$$

Despejando la única incógnita que es Δx llegamos a:

$$\Delta x = (-100 \text{ J}) / (-0.2 \text{ Nt}) = 500 \text{ m}$$

Resultado que coincide con el calculado en forma dinámica (sin usar energía) y tomando para la aceleración de la gravedad $g = 10 \text{ m/s}^2$