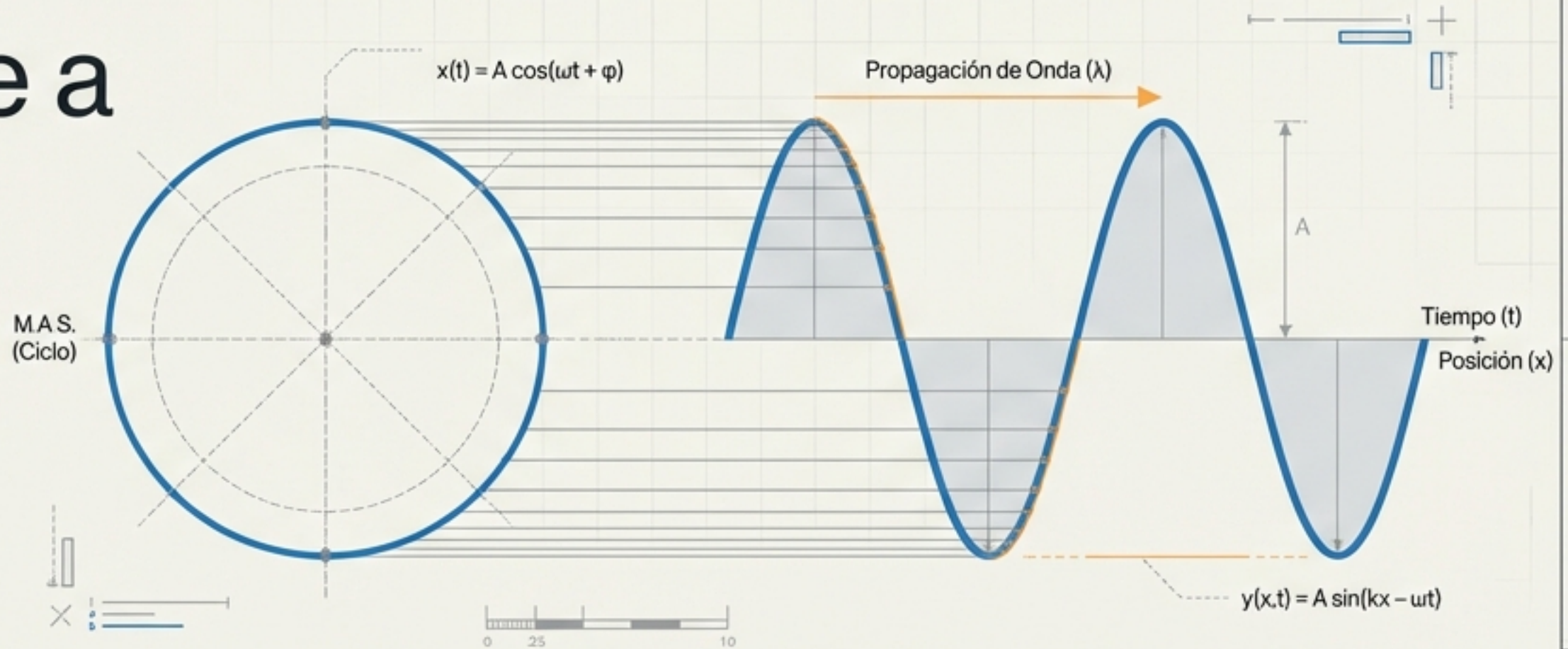


Vibraciones y Ondas: Del Movimiento Armónico Simple a la Propagación

Un análisis visual de la física del movimiento periódico y ondulatorio.

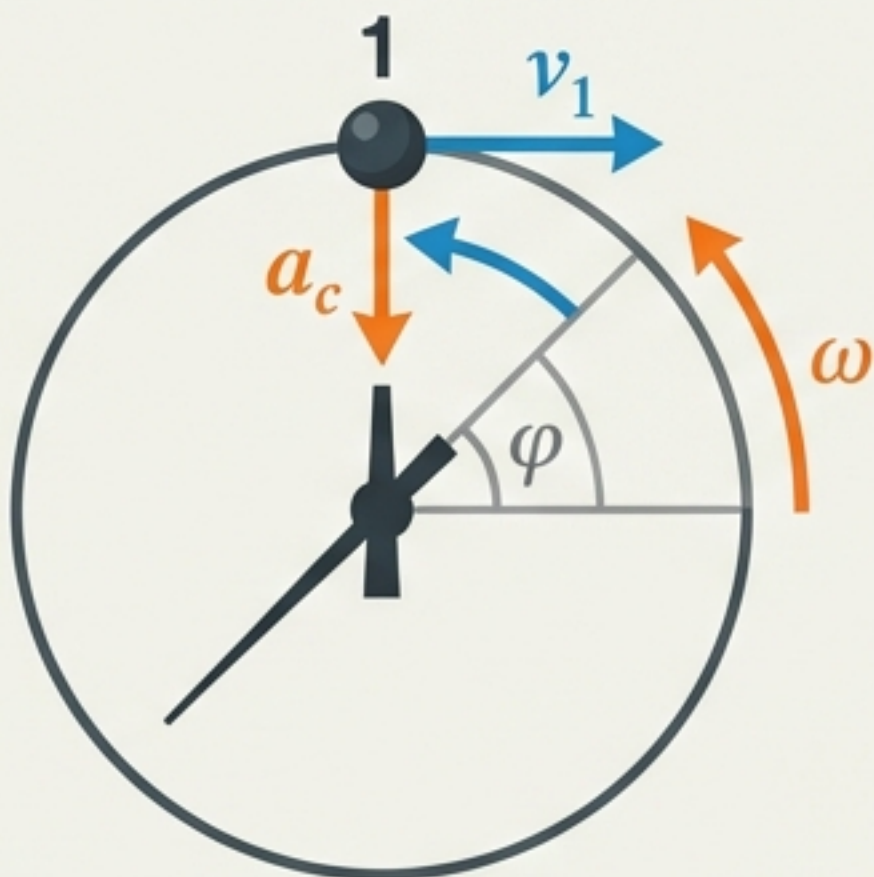
El universo vibra. Desde los átomos hasta las cuerdas de una guitarra, la física describe estos movimientos a través de un lenguaje común: el Movimiento Armónico Simple (M.A.S.).



Clasificación del Movimiento

Movimiento Periódico

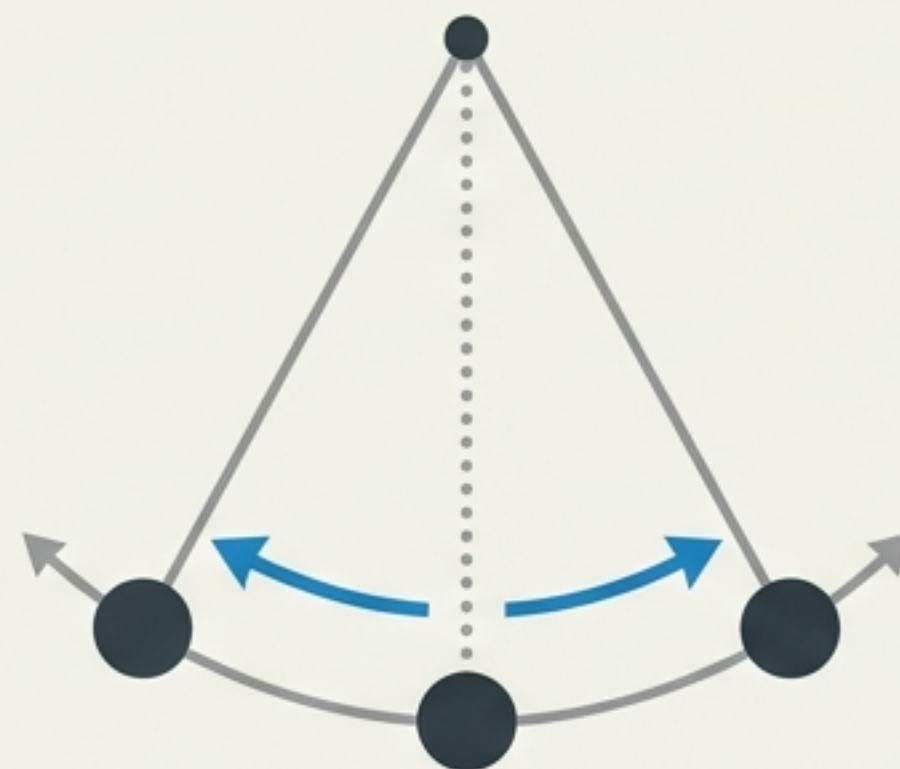
Se repite a intervalos iguales de tiempo (T).



Ejemplos: Movimiento Periódico.
Aguja de un reloj, movimiento circular uniforme.

Movimiento Oscilatorio / Vibratorio

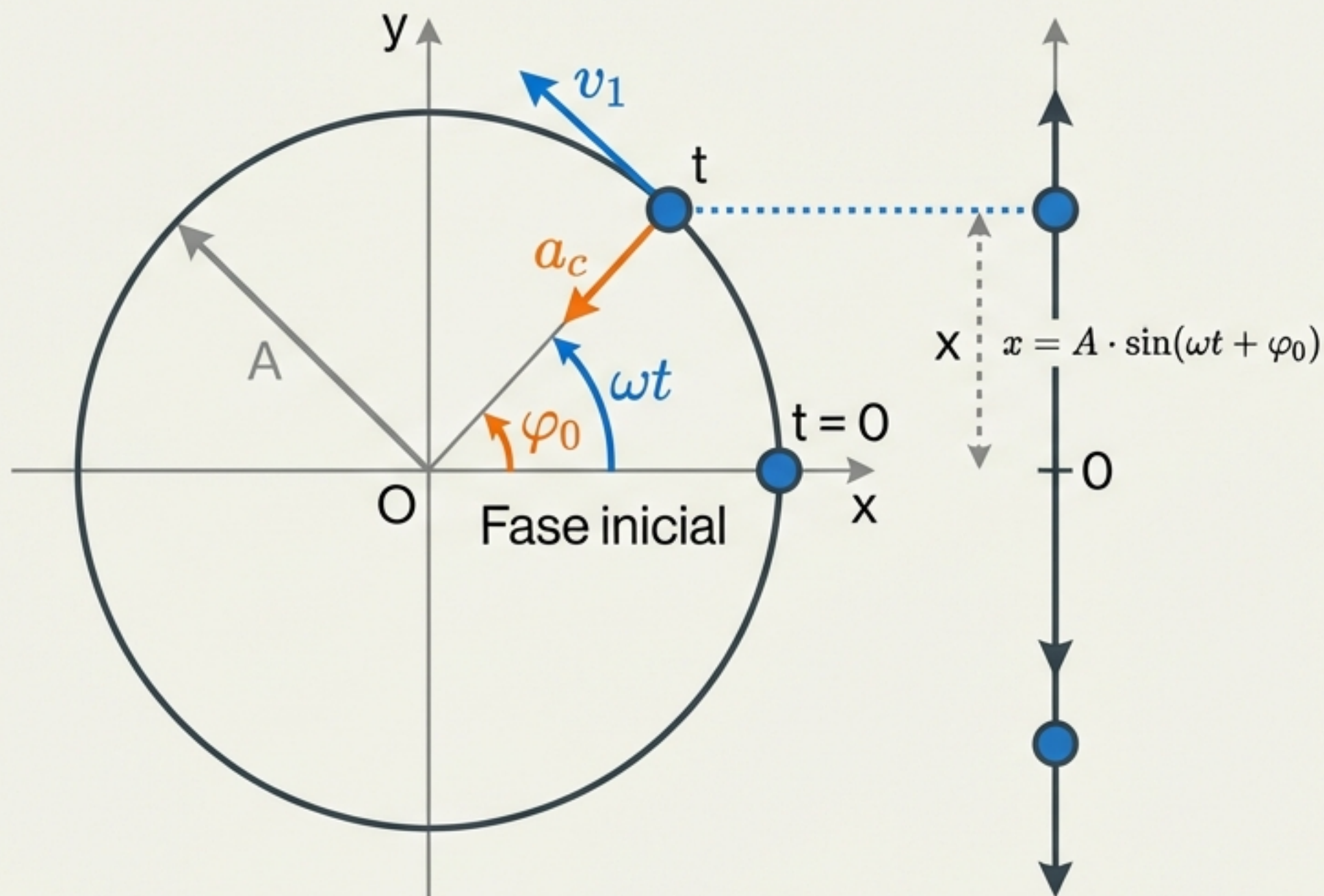
Movimiento periódico que ocurre a un lado y otro de una **posición de equilibrio estable**.



Ejemplos: Oscilatorio / Vibratorio.
Péndulo, membrana de tambor, cuerda de guitarra.

*Todo movimiento vibratorio es periódico, pero no todo movimiento periódico es vibratorio.
La clave es la fuerza recuperadora hacia el equilibrio.*

El Origen Geométrico: La Proyección del Círculo



- Arco circular: $\varphi = \omega t$
- Proyección: $x = A \cdot \sin(\omega t)$

• Ecuación General: $x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$

Términos Clave:

A : Amplitud (Radio del círculo)

ω : Frecuencia angular (Velocidad angular del círculo)

φ_0 : Fase inicial

La Ecuación de Posición y la Fase

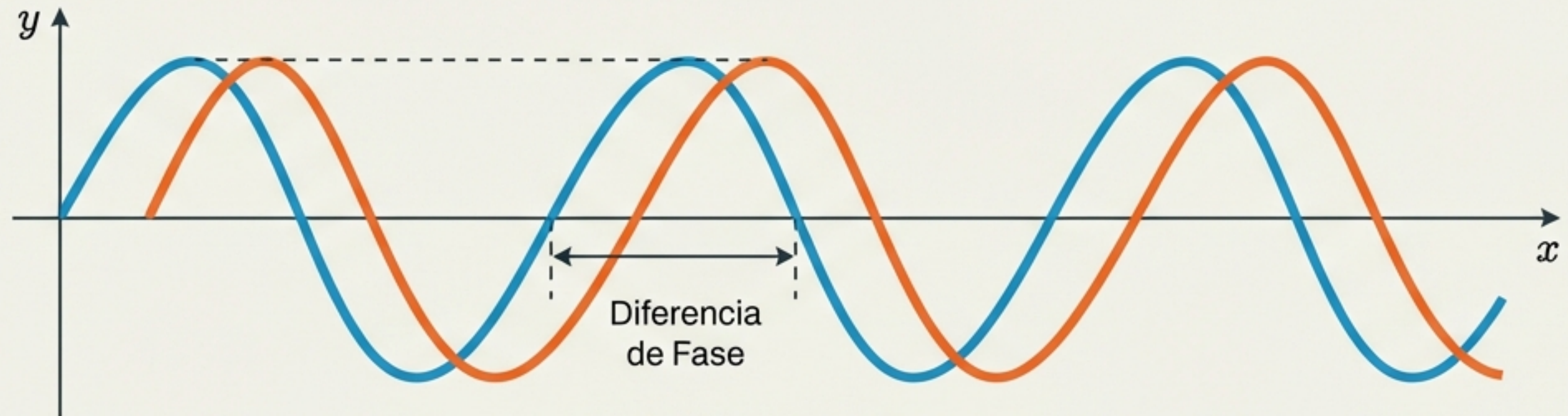
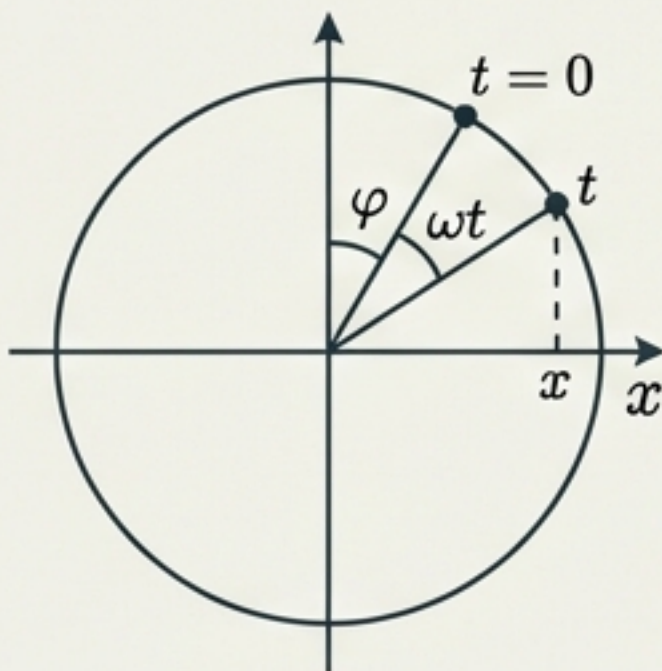
Elongación (x): Posición en cualquier instante respecto al equilibrio.

Fase Total ($\omega t + \varphi$): Estado de vibración en radianes.

Amplitud (A): Desplazamiento máximo.

Fase Inicial (φ): Determina dónde empieza el movimiento en $t = 0$.

$$x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$



Cinemática: Velocidad y Aceleración

Posición

$$x = A \sin(\omega t + \varphi)$$



Velocidad ($v = dx/dt$)

$$v = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

La velocidad está desfasada $\pi/2$ (90°) respecto a la posición.



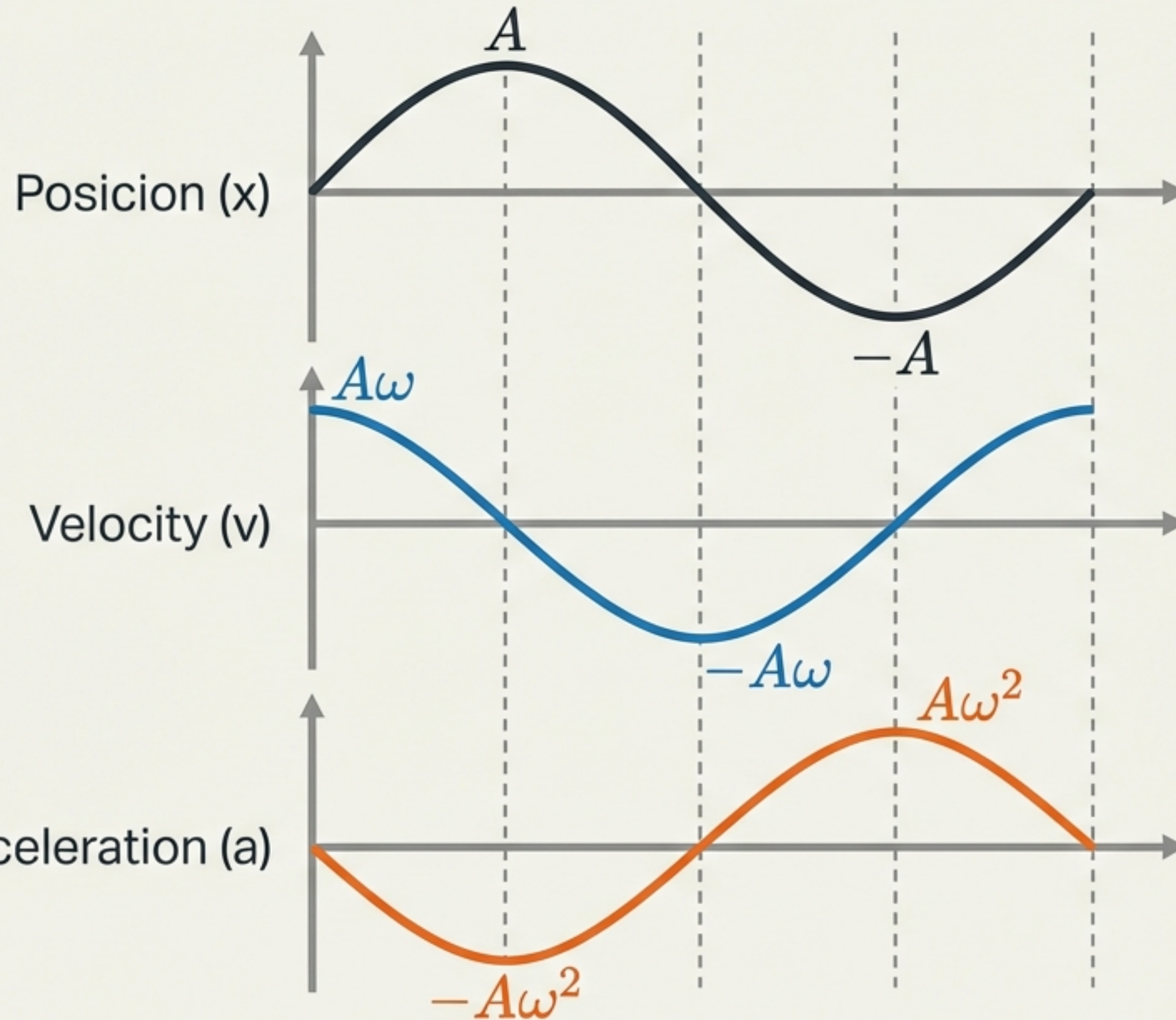
Aceleración ($a = dv/dt$)

$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

Sustitución: $a = -\omega^2 x$

La aceleración es proporcional al desplazamiento pero de sentido contrario. Esta es la condición fundamental del M.A.S.

La Danza de las Gráficas

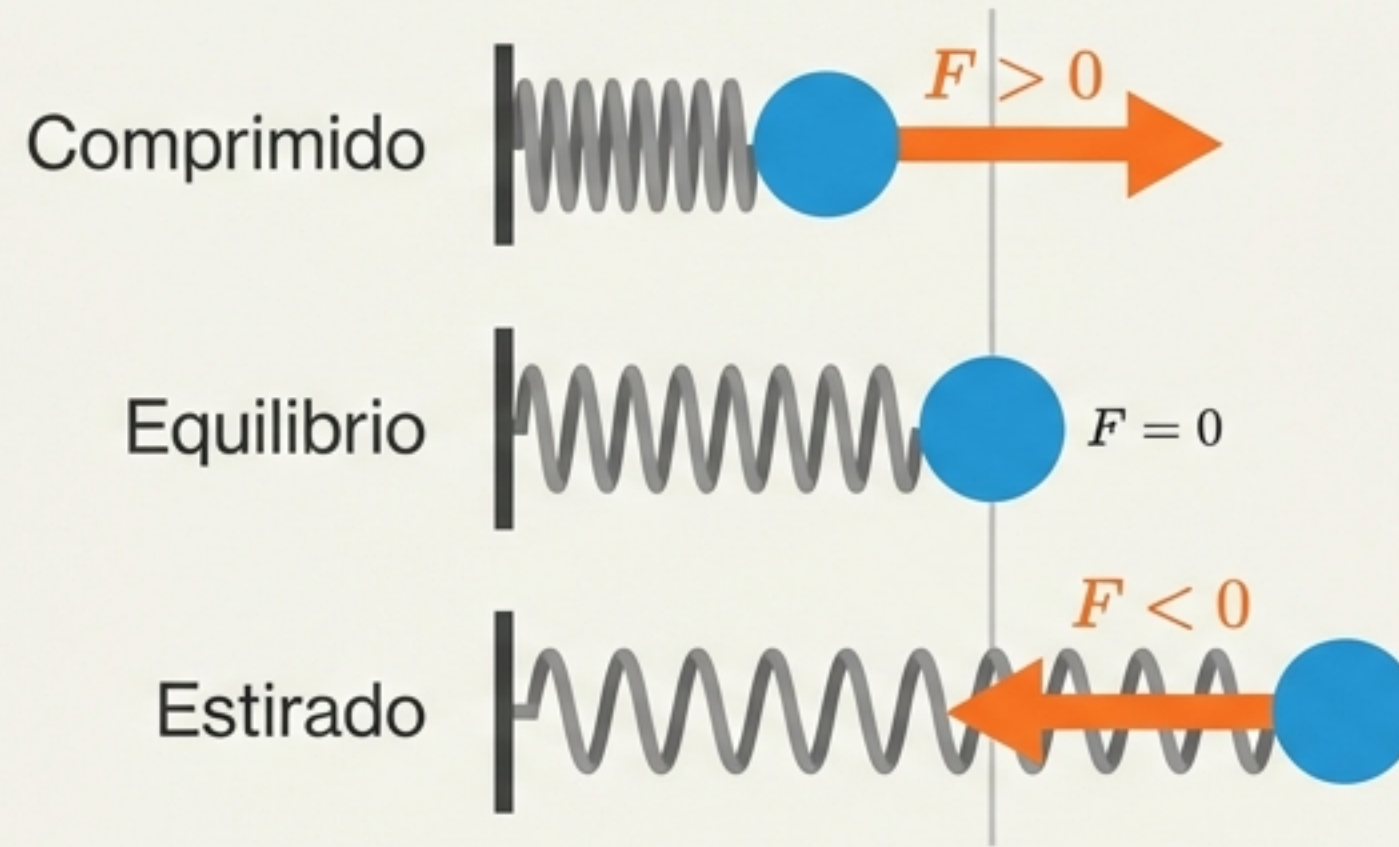


Estados Clave

Equilibrio ($x=0$): $v = \text{máx}$, $a = 0$

Extremos ($x=\pm A$): $v = 0$, $a = \text{máx}$

Dinámica: La Fuerza Recuperadora



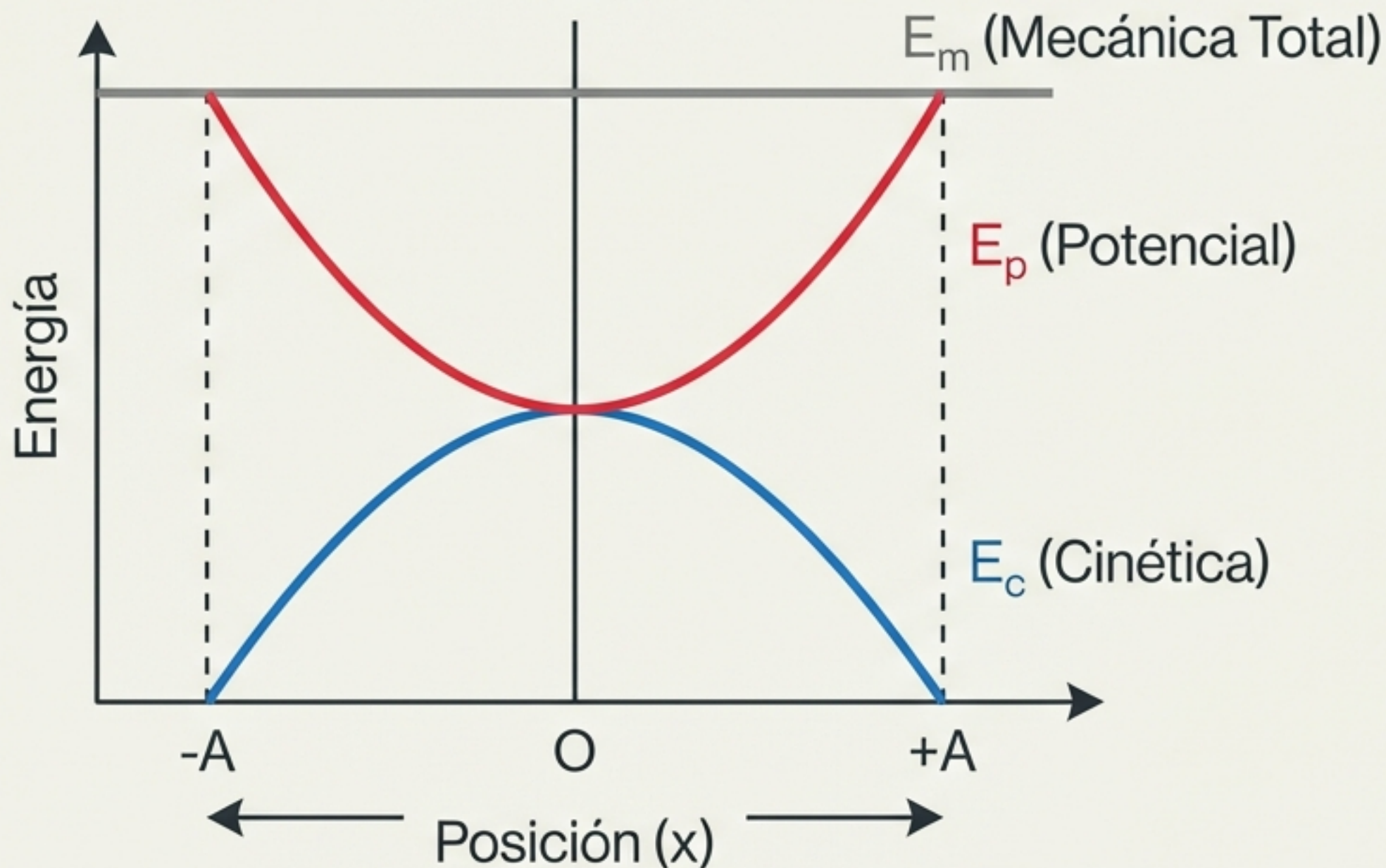
Para que exista un M.A.S., debe haber una fuerza que tire siempre hacia el centro.

$$F = -k \cdot x$$

$$k = m\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m}$$

La Conservación de la Energía Mecánica

Energy Well



Equations Column

Cinética:

$$E_c = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$$

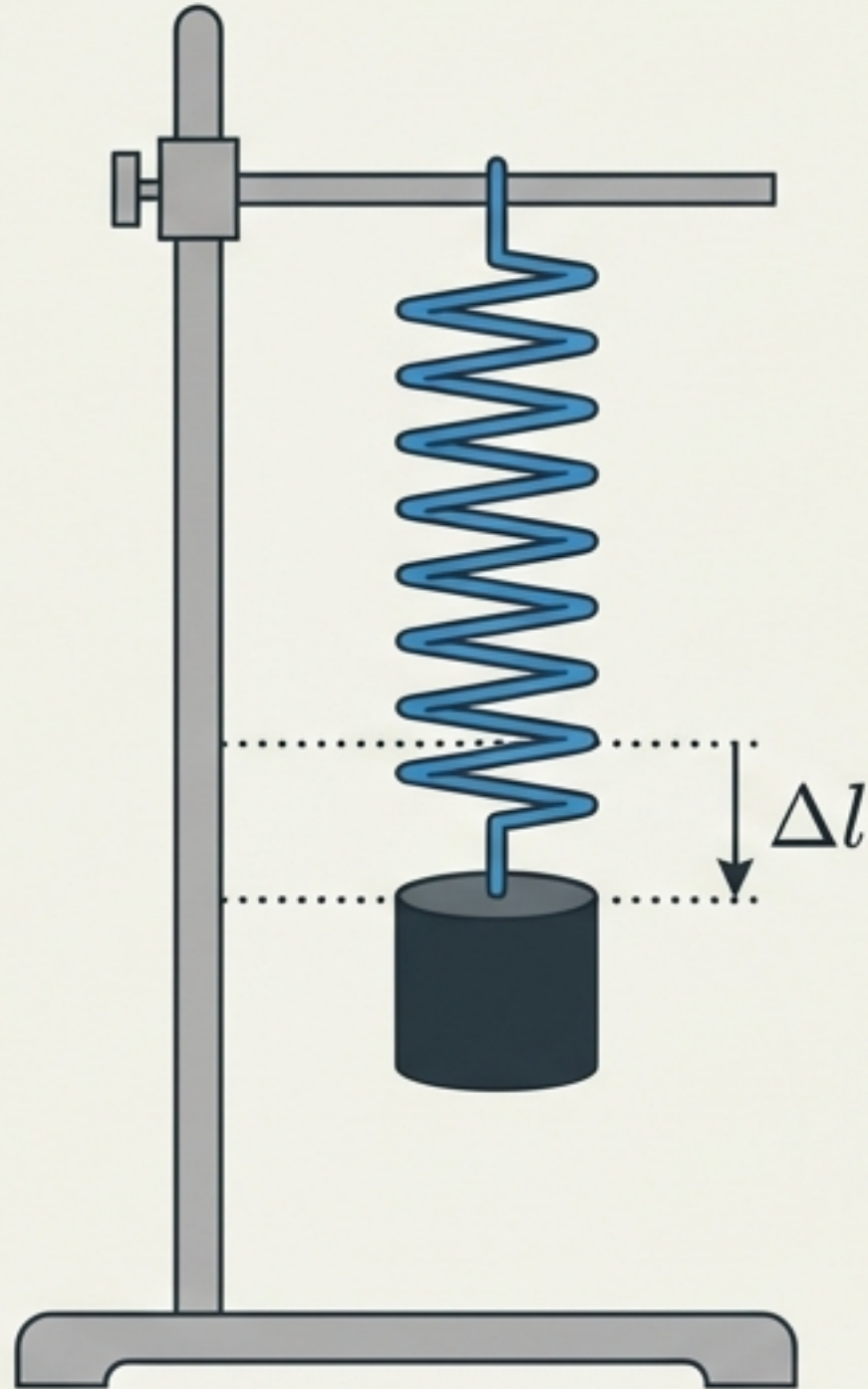
Potencial:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

Mecánica:

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2 = \text{Constante}$$

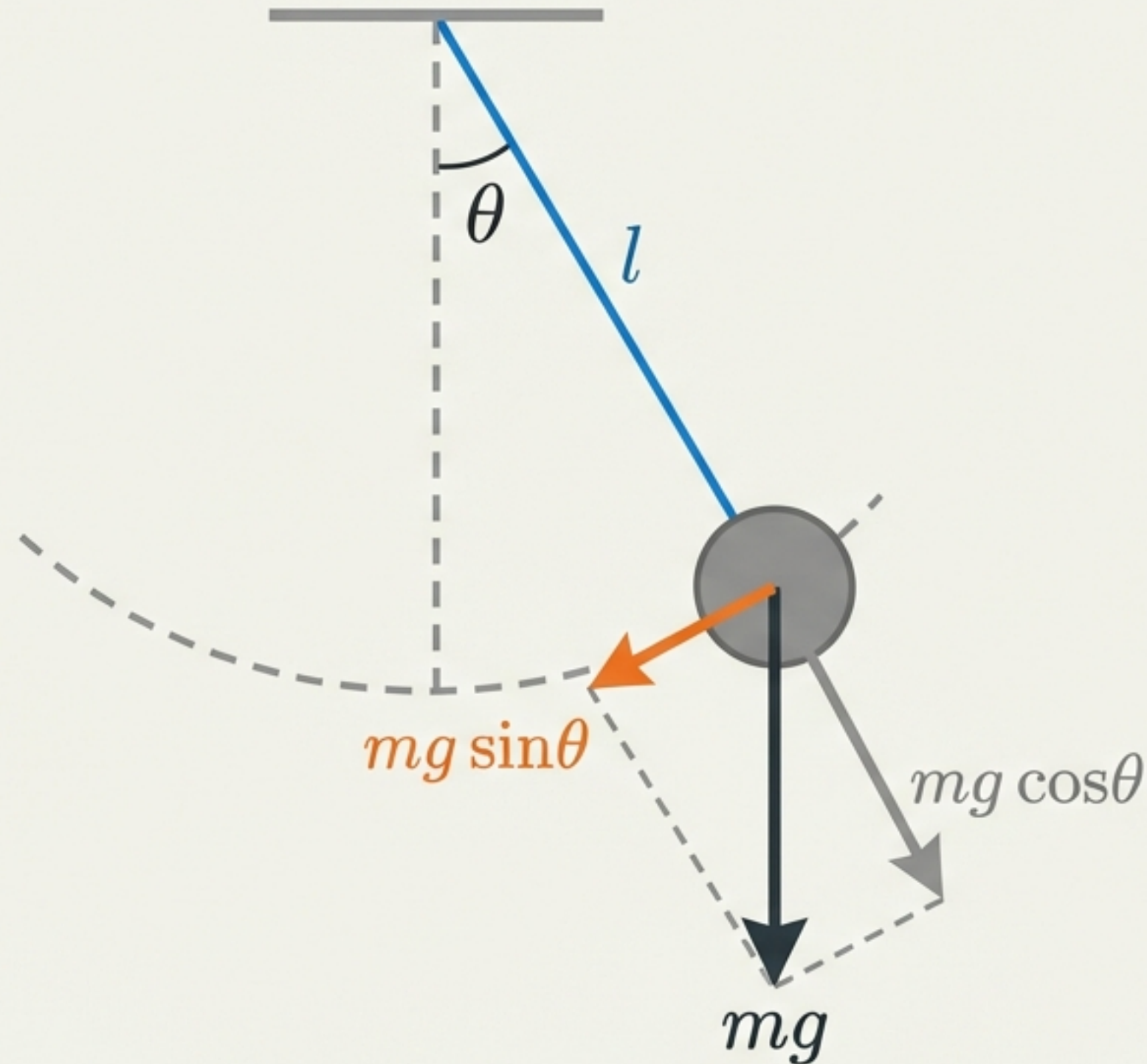
Caso Práctico A: El Sistema Masa-Resorte



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

- El periodo depende de la masa (m) y la rigidez (k).
- **No depende de la amplitud (Isocronismo).**
- Un resorte tarda lo mismo en oscilar 1 cm que 10 cm (dentro del límite elástico).

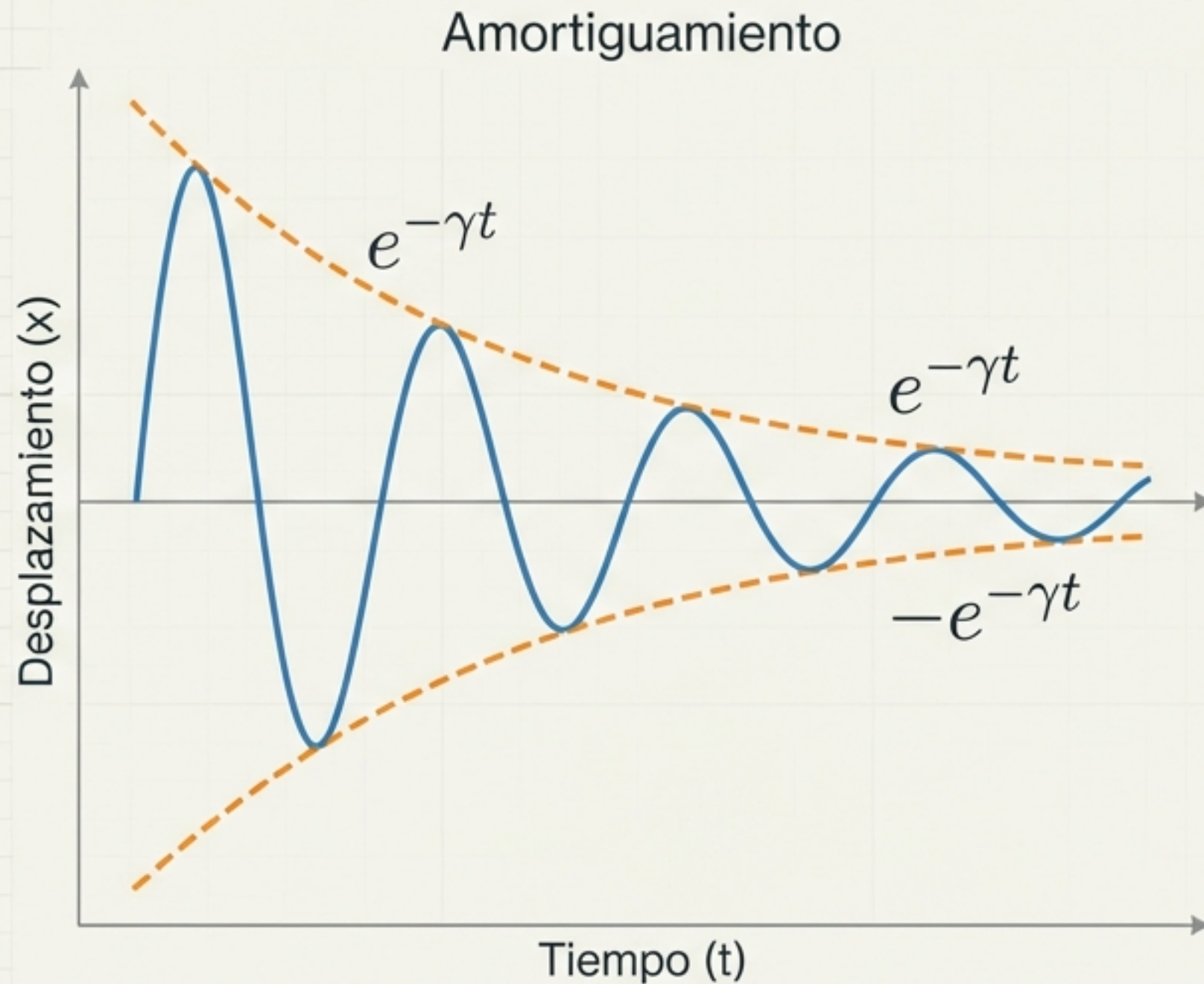
Caso Práctico B: El Péndulo Simple



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- **Aproximación de Ángulo Pequeño:**
Para $\theta < 15^\circ$, $\sin \theta \approx \theta$.
- **Conclusión:** A diferencia del resorte, el periodo **no depende de la masa**, solo de la longitud (l) y la gravedad (g).

La Realidad: Amortiguamiento y Resonancia



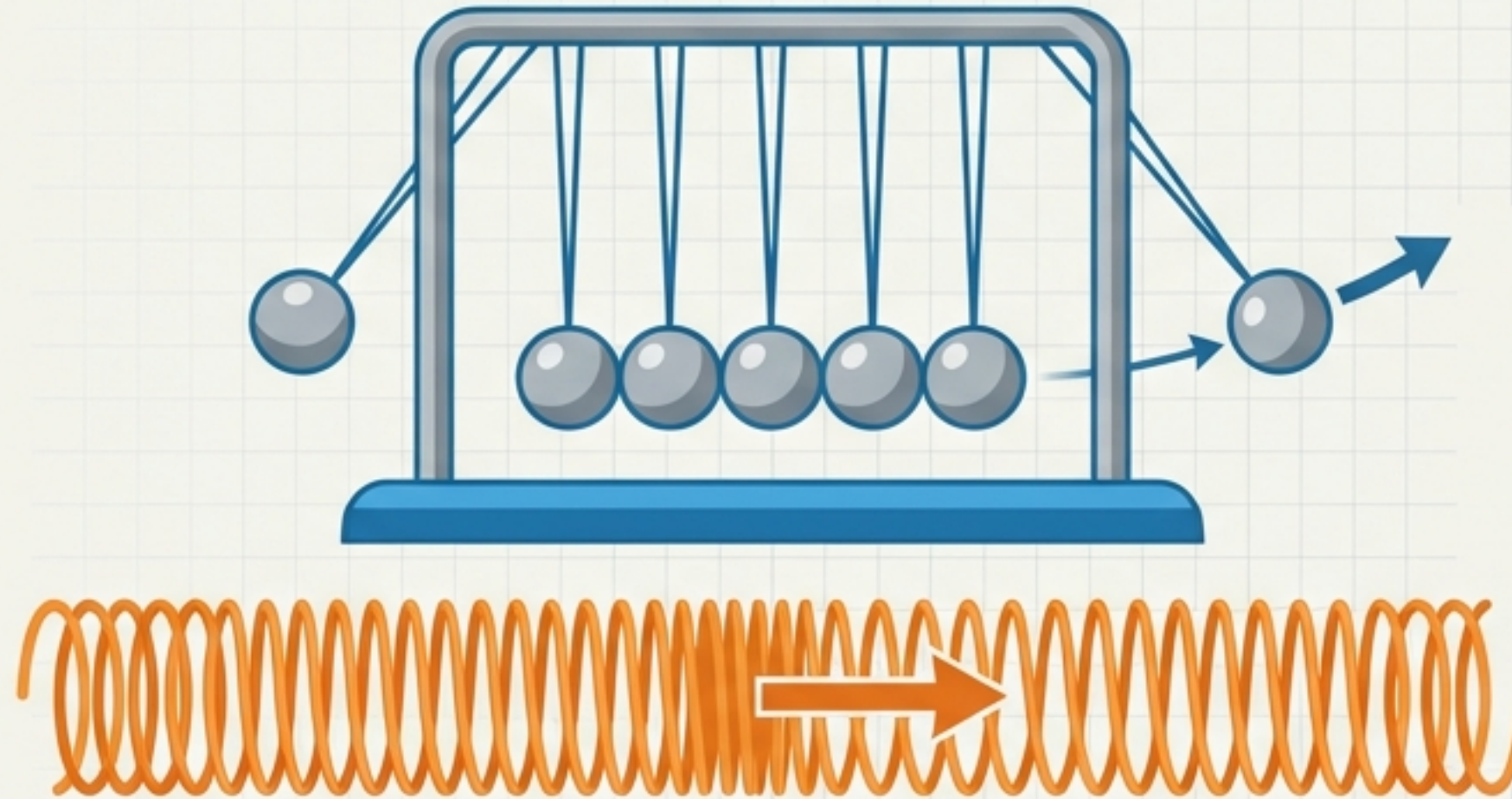
Amortiguamiento:

En sistemas reales, la fricción disipa la energía mecánica.

Resonancia:

- Definición: Cuando una fuerza externa actúa con una frecuencia coincidente con la **frecuencia natural** del oscilador.
- Efecto: La amplitud aumenta drásticamente (máxima absorción de energía).
- Ejemplo: El empuje sincronizado en un columpio.

Del Oscilador Aislado a la Onda



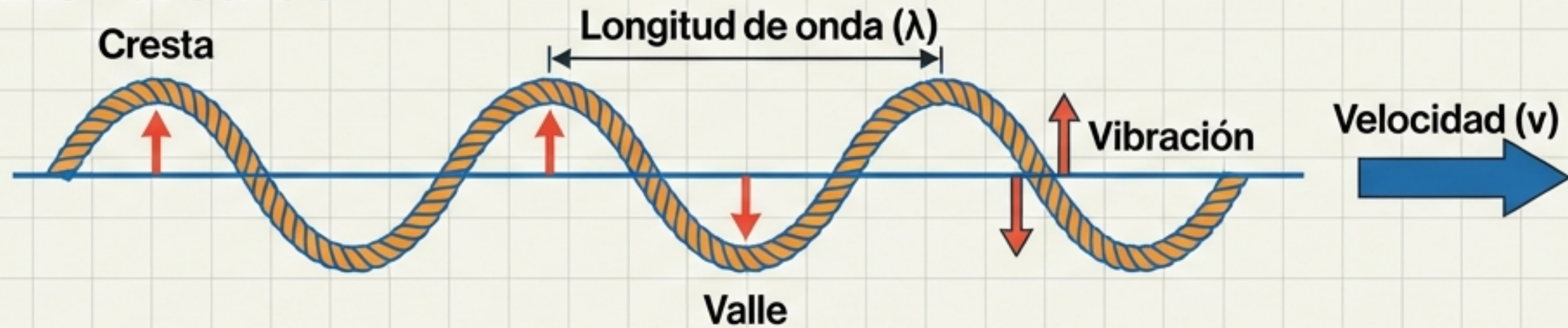
Una onda es la propagación de una perturbación (energía) a través de un medio.

La energía viaja, la materia no.

- **Pulso:** Una perturbación única.
- **Tren de ondas:** Una sucesión continua de pulsos.

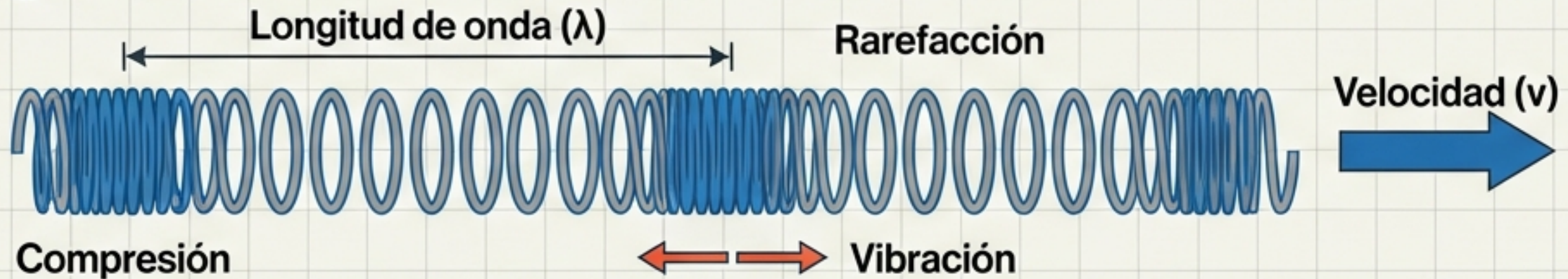
Anatomía y Clasificación

Ondas Transversales



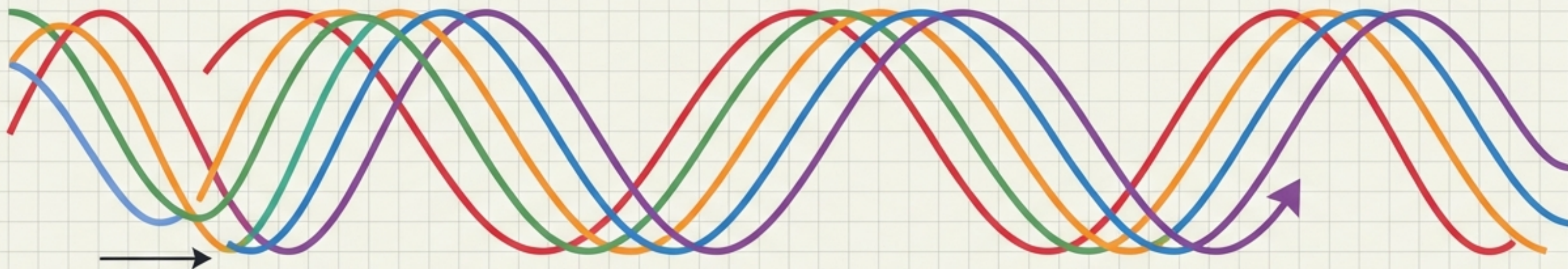
Vibración perpendicular a la propagación. (Ej: Luz, Cuerdas).

Ondas Longitudinales



Vibración paralela a la propagación. (Ej: Sonido).

La Ecuación de Onda



$$y(x, t) = A \cdot \sin \left(\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \right)$$

1. Una partícula en la posición x vibra igual que el foco ($x = 0$)...
2. ...pero con un **retraso** temporal (t_r).
3. $t_r = x/v$

La Fórmula de Conexión

$$v = \lambda \cdot f$$

Conecta el espacio (λ) con el tiempo (f).

Síntesis: La Unidad del Movimiento



La onda es simplemente la transmisión de energía a través de infinitos osciladores armónicos acoplados. Entender la partícula individual es la clave para entender la propagación en el universo.