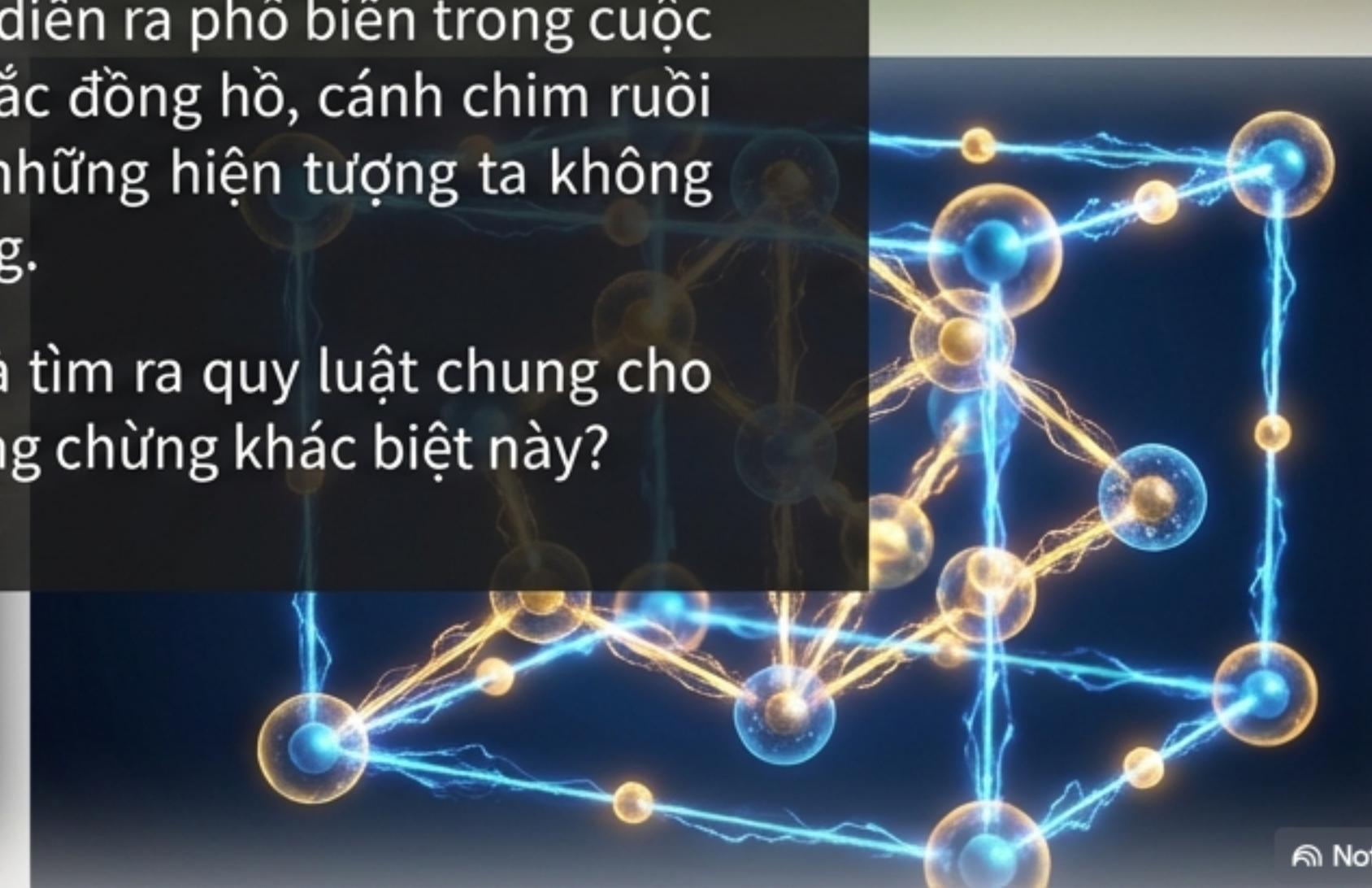
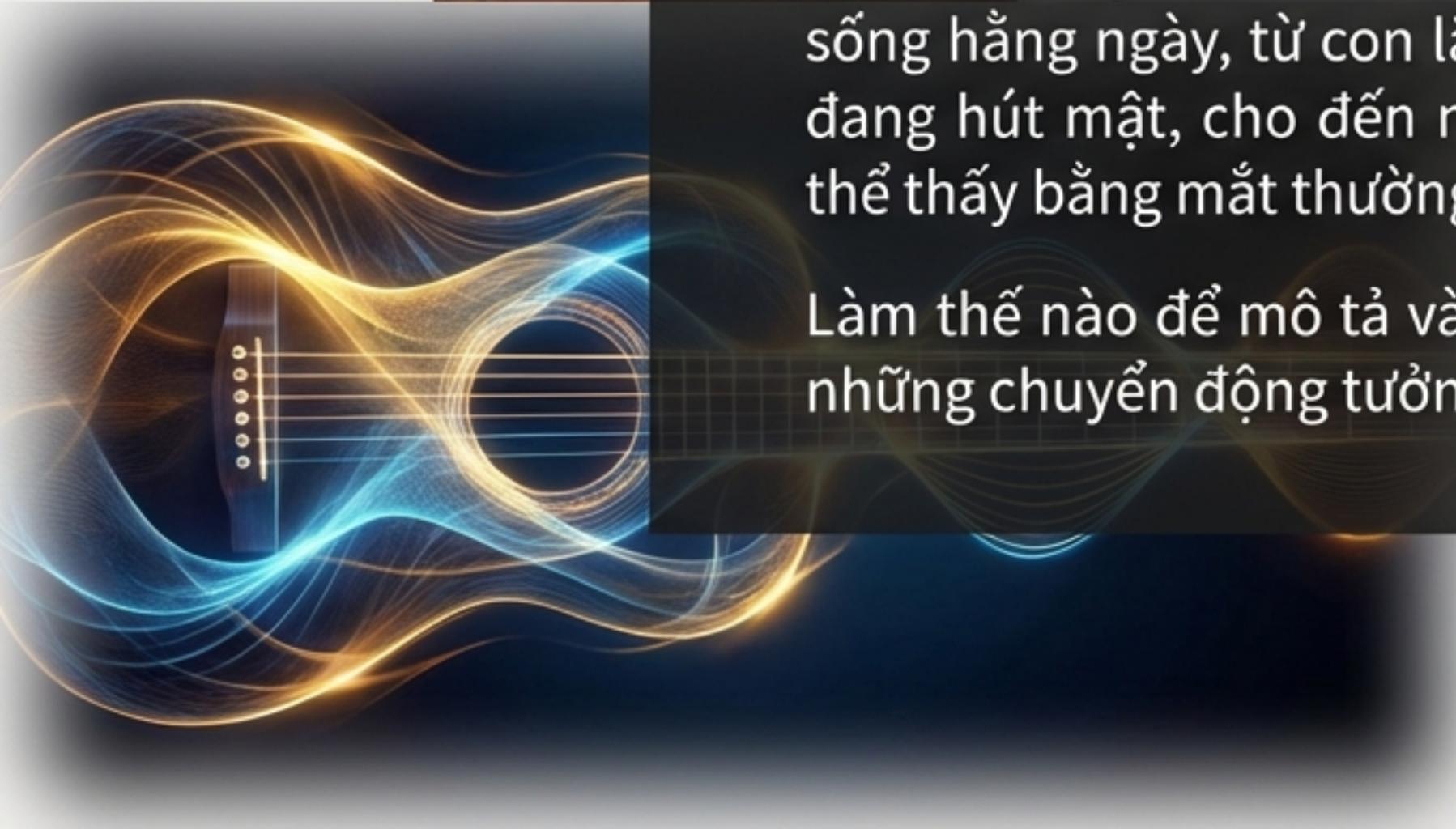




# Vũ điệu lặp lại của vạn vật: Chúng có điểm gì chung?

Sự dao động của các vật diễn ra phổ biến trong cuộc sống hằng ngày, từ con lắc đồng hồ, cánh chim ruồi đang hút mật, cho đến những hiện tượng ta không thể thấy bằng mắt thường.

Làm thế nào để mô tả và tìm ra quy luật chung cho những chuyển động tưởng chừng khác biệt này?



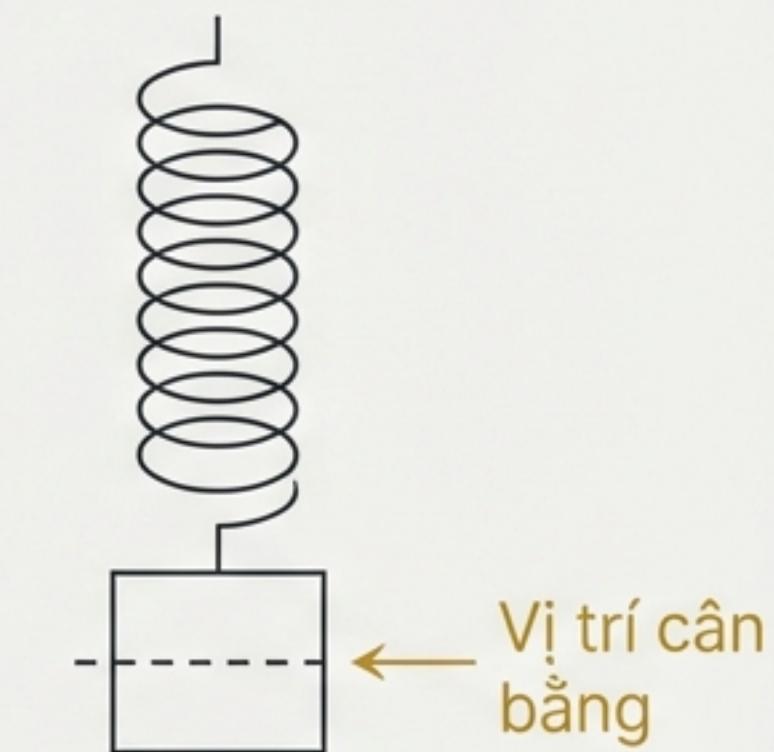
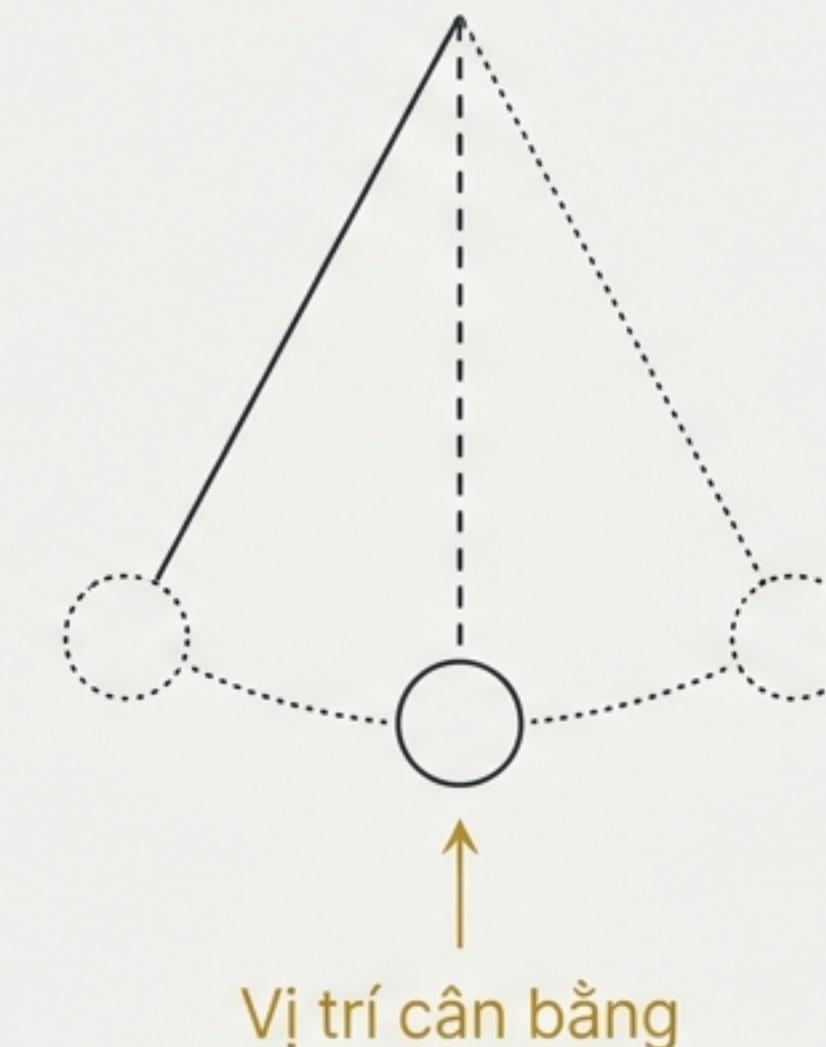
# Nền tảng của chuyển động: Dao động cơ học

## Định nghĩa Dao động cơ học

- Chuyển động của một vật lặp đi lặp lại quanh một vị trí đặc biệt được gọi là **vị trí cân bằng**.
- Vị trí cân bằng là vị trí mà vật đứng yên khi không có ngoại lực tác dụng.

## Ví dụ

- Con lắc đồng hồ dao động quanh vị trí cân bằng là vị trí thấp nhất của nó.
- Pít-tông trong động cơ xe máy dao động trong xi-lanh.



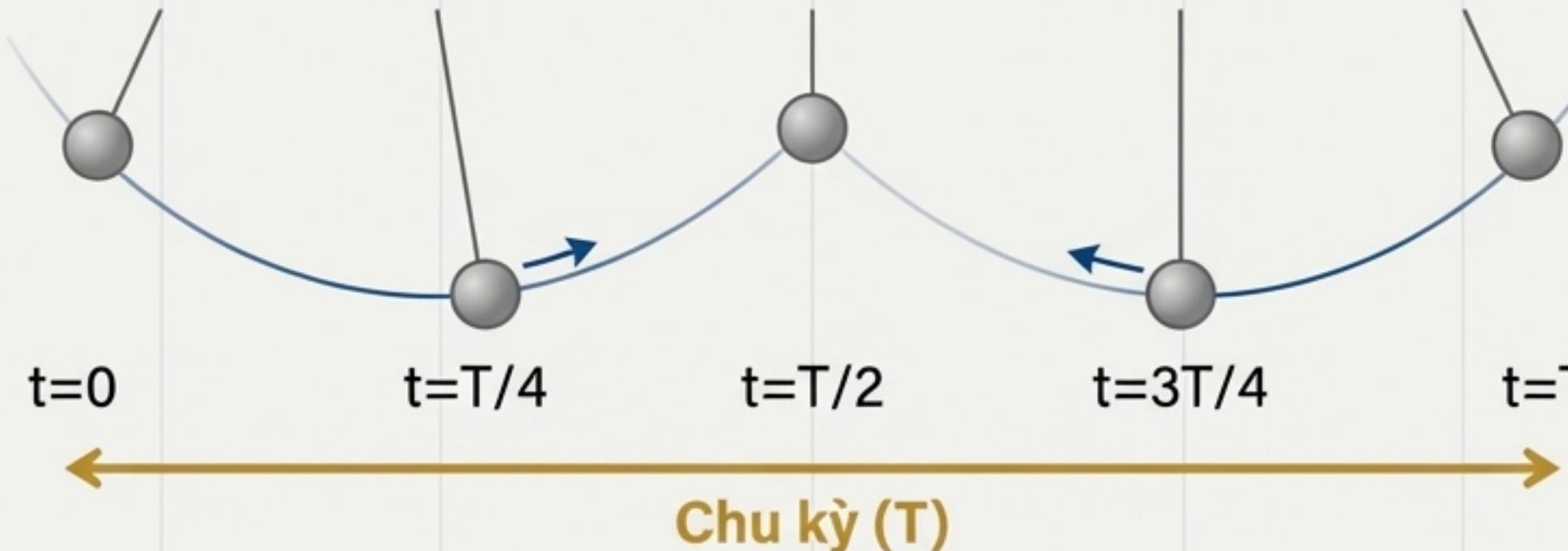
# Khi sự lặp lại có quy luật: Dao động tuần hoàn

## Dao động tuần hoàn là gì?

- Là dao động mà trạng thái chuyển động của vật (vị trí và vận tốc) được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.
- Khoảng thời gian này được gọi là **chu kỳ dao động**.

## Phân loại quan trọng

- **Dao động tự do (dao động riêng)**: Xảy ra dưới tác dụng của nội lực. Đây là trọng tâm của bài học. Ví dụ: Con lắc lò xo, con lắc đơn.
- **(For context)** Các loại dao động khác bao gồm dao động tắt dần, duy trì, và cưỡng bức.



# Làm thế nào để mô tả chuyển động này một cách chính xác bằng ngôn ngữ của toán học?

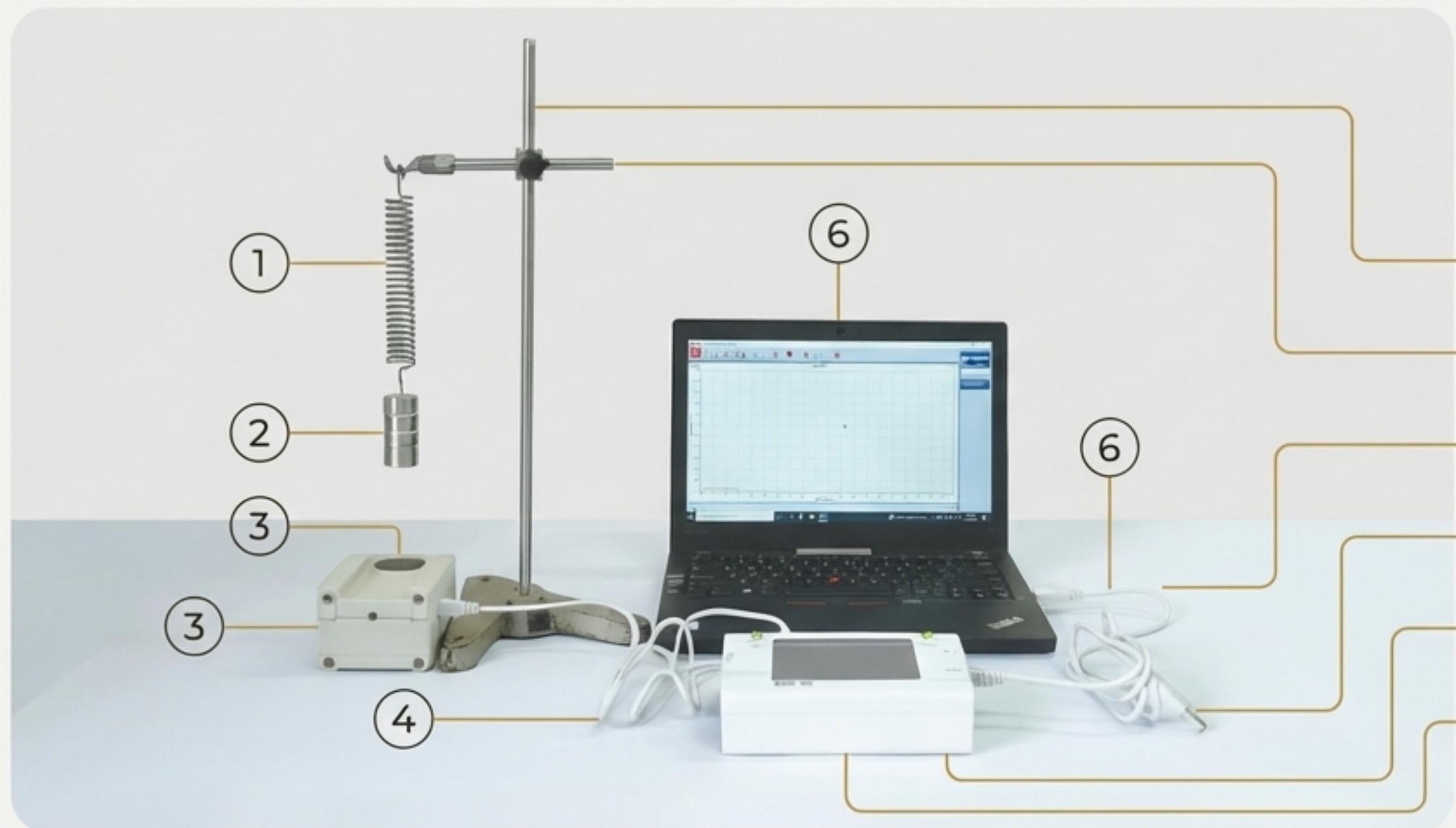
Quan sát bằng mắt thường là chưa đủ. Để khám phá quy luật tự nhiên, chúng ta cần những số liệu cụ thể.

Hãy tiến hành một thí nghiệm để ghi lại sự thay đổi vị trí (tọa độ) của vật dao động theo thời gian.

# Thiết lập thí nghiệm: Ghi lại tần số dao động

## Mục đích

Khảo sát sự phụ thuộc của tần số dao động theo thời gian.



## Dụng cụ chính:

1. Giá đỡ
2. Con lắc lò xo
3. Cảm biến khoảng cách
4. Dây cáp nối cảm biến
5. Bộ ghi số liệu
6. Máy tính

# Dữ liệu thô: Những con số từ thực nghiệm

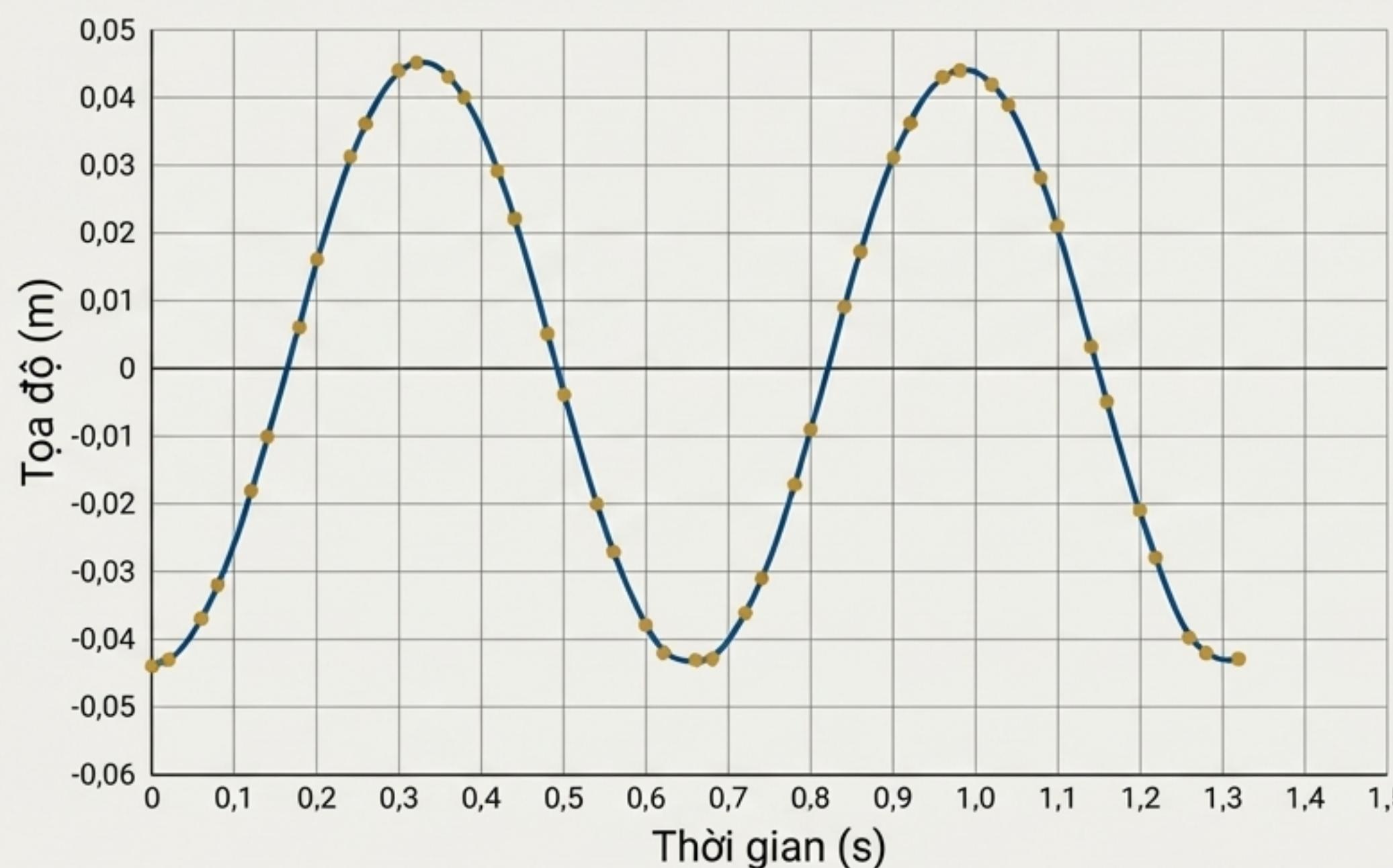
Sau khi cho con lắc dao động và bật bộ ghi số liệu, máy tính sẽ thu thập và hiển thị vị trí ( $x$ ) của vật tại các thời điểm ( $t$ ) khác nhau.

Đây là một phần kết quả thu được:

$t$ (s)	$x$ (m)	$t$ (s)	$x$ (m)	$t$ (s)	$x$ (m)
0,30	0,044	0,60	-0,038	0,90	0,031
0,32	0,045	0,62	-0,042	0,92	0,036
0,36	0,043	0,66	-0,043	0,96	0,043
...	...	...	...	...	...

Bảng số liệu này chưa đựng quy luật chuyển động.  
Nhưng để nhìn thấy nó, chúng ta cần trực quan hóa dữ liệu.

# Từ dữ liệu đến đồ thị: Khám phá quy luật ẩn giấu



Khi biểu diễn các điểm dữ liệu lên đồ thị toạ độ – thời gian, một dạng hình học quen thuộc và hoàn hảo hiện ra: **đường hình sin**.

Chuyển động có đồ thị toạ độ theo thời gian là một đường hình sin (hoặc cosin) được gọi là **DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ**.

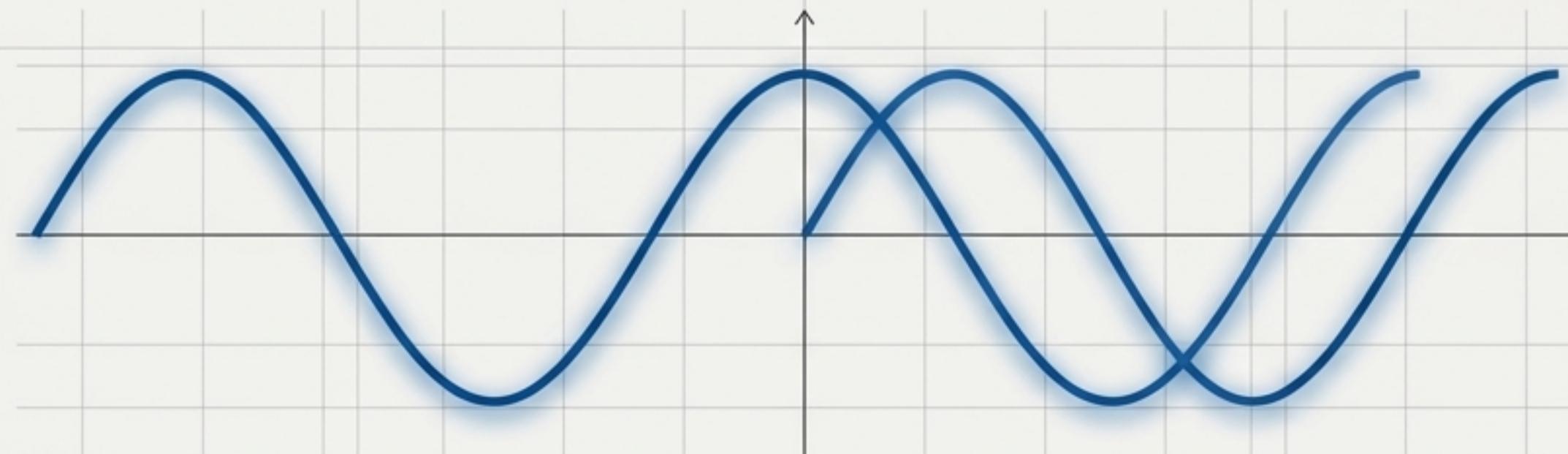
# Phương trình của Đao động Điều hoà

Đao động điều hoà là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hoặc sin) của thời gian. Phương trình tổng quát mô tả li độ  $x$  tại thời điểm  $t$ :

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

Trong đó:  $x$ : li độ (vị trí so với VTCB),  $A$ ,  $\omega$ ,  $\varphi$ : là các hằng số.

Chúng ta sẽ khám phá ý nghĩa của từng đại lượng ngay sau đây.



# Giải phẫu một con sóng (P1): Biên độ và Chu kỳ

## Biên độ (A)

**Định nghĩa:** Lí độ cực đại của vật.

**Ý nghĩa:** Cho biết 'cường độ' hay 'mức độ' của dao động. Vật dao động càng mạnh, biên độ càng lớn.

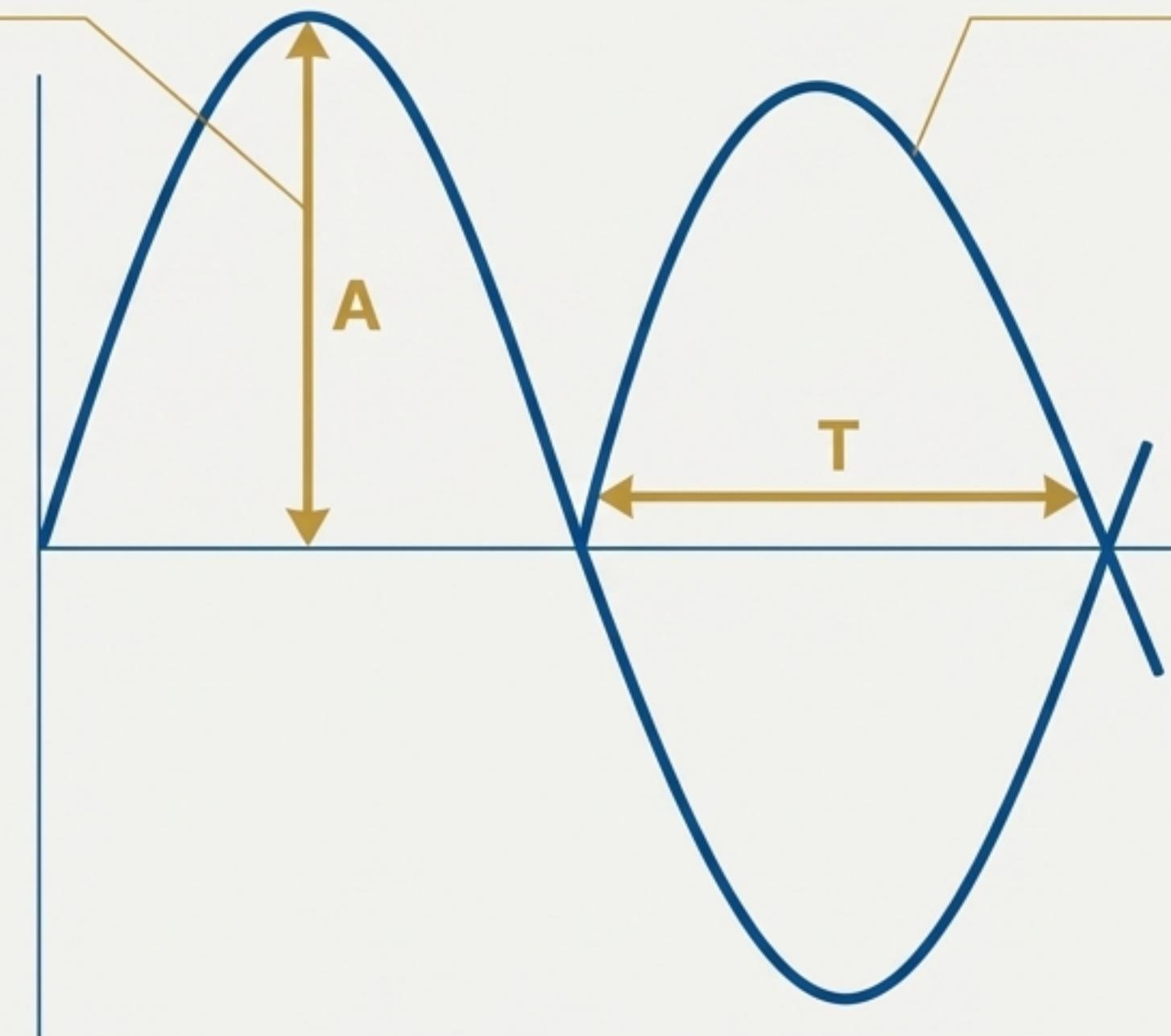
**Đơn vị:** mét (m).

## Chu kỳ (T)

**Định nghĩa:** Khoảng thời gian ngắn nhất để để vật thực hiện một dao động toàn phần (lặp trạng thái chuyển động).

**Ý nghĩa:** Cho biết 'thời gian' của một chu trình dao động.

**Đơn vị:** giây (s).



# Giải phẫu một con sóng (P2): Tần số và Tần số góc

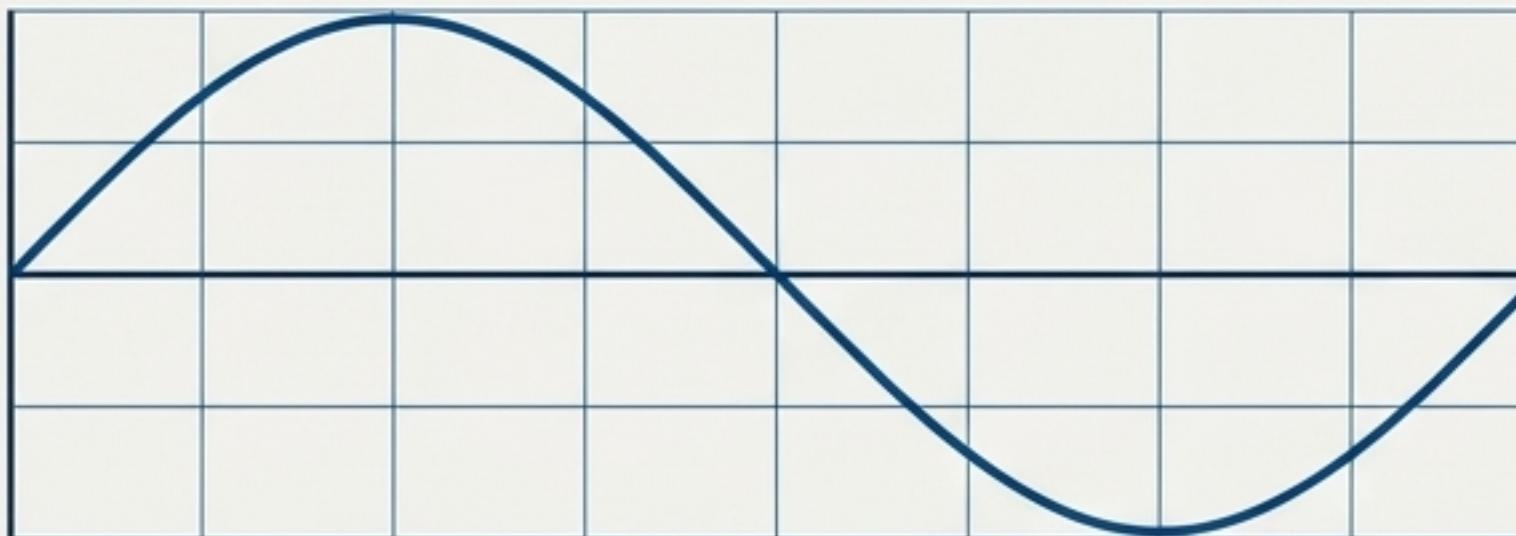
## Tần số (f)

**Định nghĩa:** Số dao động toàn phần vật thực hiện được trong một giây.

**Ý nghĩa:** Đặc trưng cho sự 'nhanh' hay 'chậm' của dao động.

**Đơn vị:** Héc (Hz).

**Công thức:**  $f = 1/T$



Dao động chậm (f thấp)

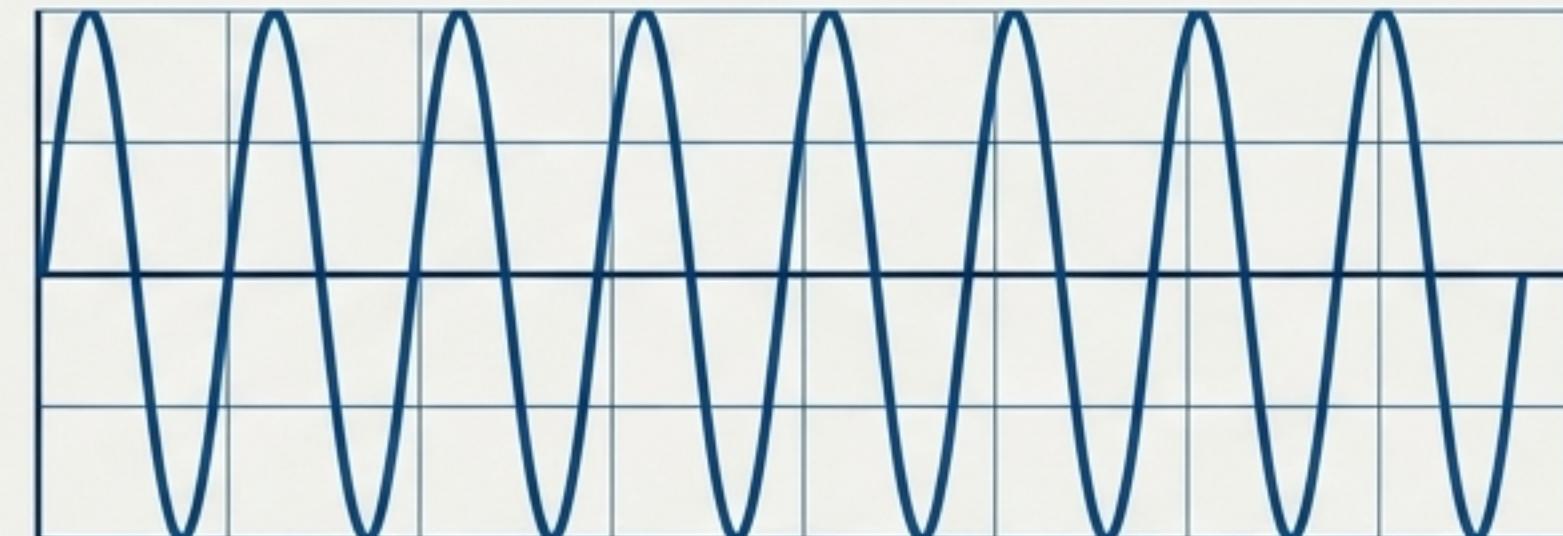
## Tần số góc (ω)

**Định nghĩa:** Một đại lượng đặc trưng cho tốc độ biến thiên của pha dao động.

**Ý nghĩa:** Là 'nhịp điệu' của dao động, liên quan trực tiếp đến tần số.

**Đơn vị:** radian trên giây (rad/s).

**Công thức:**  $\omega = 2\pi / T = 2\pi f$



Dao động nhanh (f cao)

## Giải phẫu một con sóng (P3): Pha và Độ lệch pha

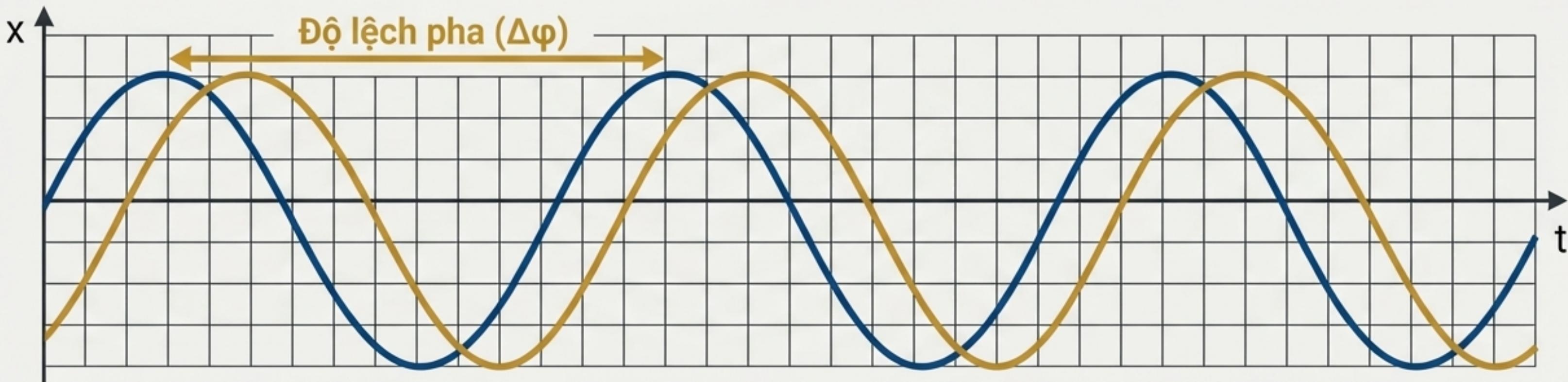
**Pha dao động ( $\omega t + \varphi$ ):** Đặc trưng cho trạng thái dao động (gồm cả vị trí và chiều chuyển động) của vật tại thời điểm  $t$ .

**Pha ban đầu ( $\varphi$ ):** Là pha dao động tại thời điểm  $t = 0$ . Cho biết trạng thái ban đầu của vật.

**Độ lệch pha ( $\Delta\varphi$ ):** Dùng để so sánh hai dao động điều hòa cùng chu kỳ.

Nếu  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ , ta biết được dao động nào **sớm pha hơn** (nhanh hơn) hay **trễ pha hơn** (chậm hơn) dao động kia.

Ví dụ: Hai dao động vuông pha khi  $\Delta\varphi = \pi/2$ .



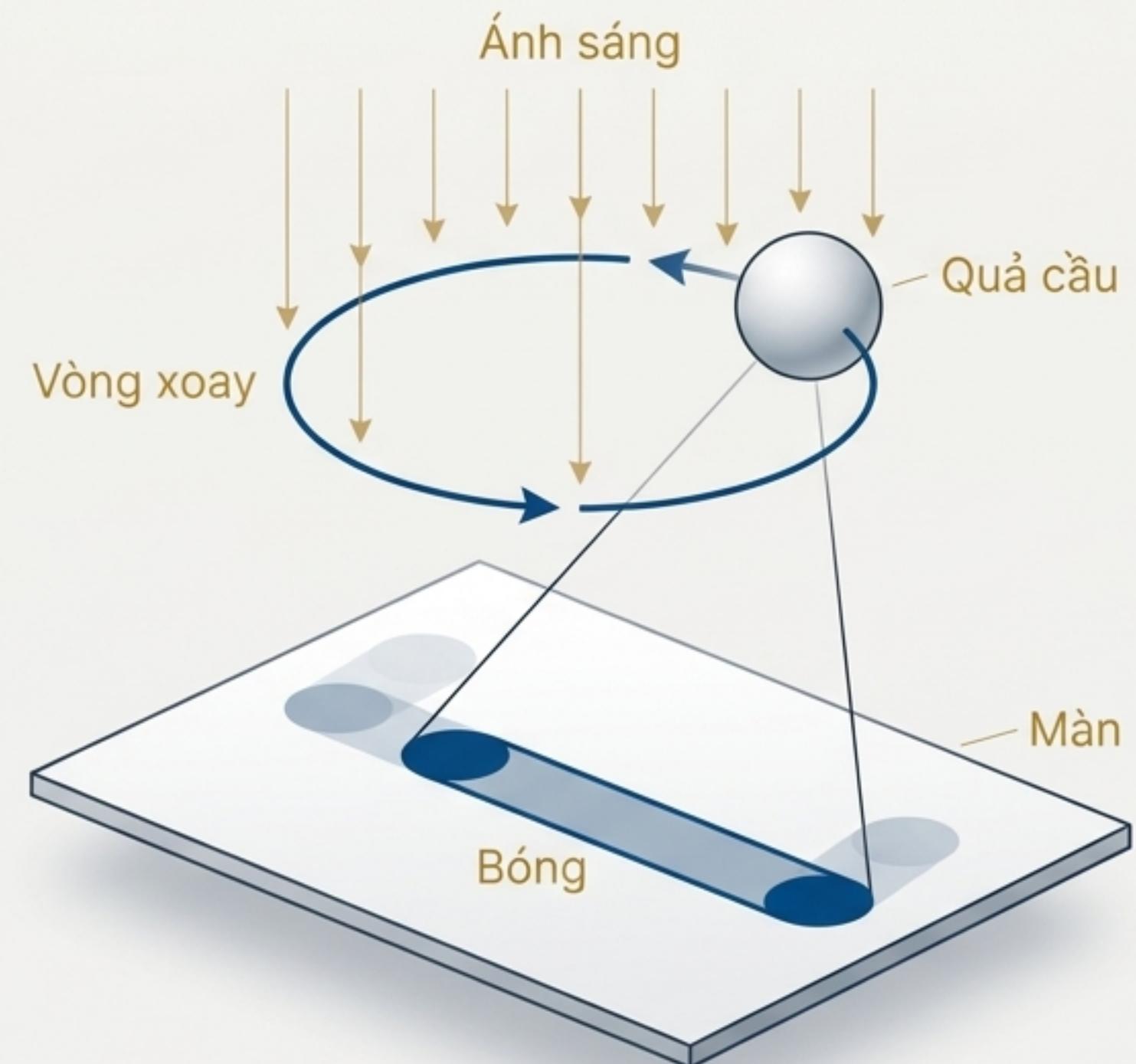
# Liệu có một cách nhìn đơn giản hơn cho chuyển động phức tạp này không?

Phương trình  $x = \mathbf{Acos}(\omega t + \varphi)$  mô tả dao động một cách hoàn hảo,  
nhưng bản chất của nó là gì?

Hãy khám phá một mối liên hệ bất ngờ giữa dao động trên một đường  
thẳng và chuyển động trên một đường tròn.

# Sự thật bất ngờ: Dao động điều hoà là hình chiếu của chuyển động tròn đều.

- Hãy tưởng tượng một quả cầu chuyển động tròn đều.
- Khi chiếu ánh sáng vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo, **bóng của quả cầu** trên màn chắn sẽ thực hiện một **dao động điều hoà**.
- Dao động điều hoà có thể được xem như hình chiếu của một chuyển động tròn đều lên một đường thẳng nằm trong mặt phẳng quỹ đạo.



# Bảng tham chiếu: Ngôn ngữ của Chuyển động tròn và Dao động

Mỗi liên hệ này không chỉ là một sự tương đồng về hình ảnh mà còn là một sự tương đương chặt chẽ về mặt toán học. Mỗi đại lượng của dao động điều hoà đều có một đại lượng tương ứng trong chuyển động tròn đều.

DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ (Chuyển động của bóng)	CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU (Chuyển động của vật)
Biên độ A	Bán kính quỹ đạo R
Tần số góc $\omega$	Tốc độ góc $\omega$
Pha dao động ( $\omega t + \varphi$ )	Toạ độ góc $\theta$
Chu kỳ T	Chu kỳ T
Tần số f	Tần số f

# Ngôn ngữ của Rung động

Từ nhịp điệu của con lắc, dao động của dây đàn, đến quỹ đạo của các thiên thể, giờ đây chúng ta có chung một ngôn ngữ toán học để mô tả và thấu hiểu những vũ điệu phô quát của tự nhiên.