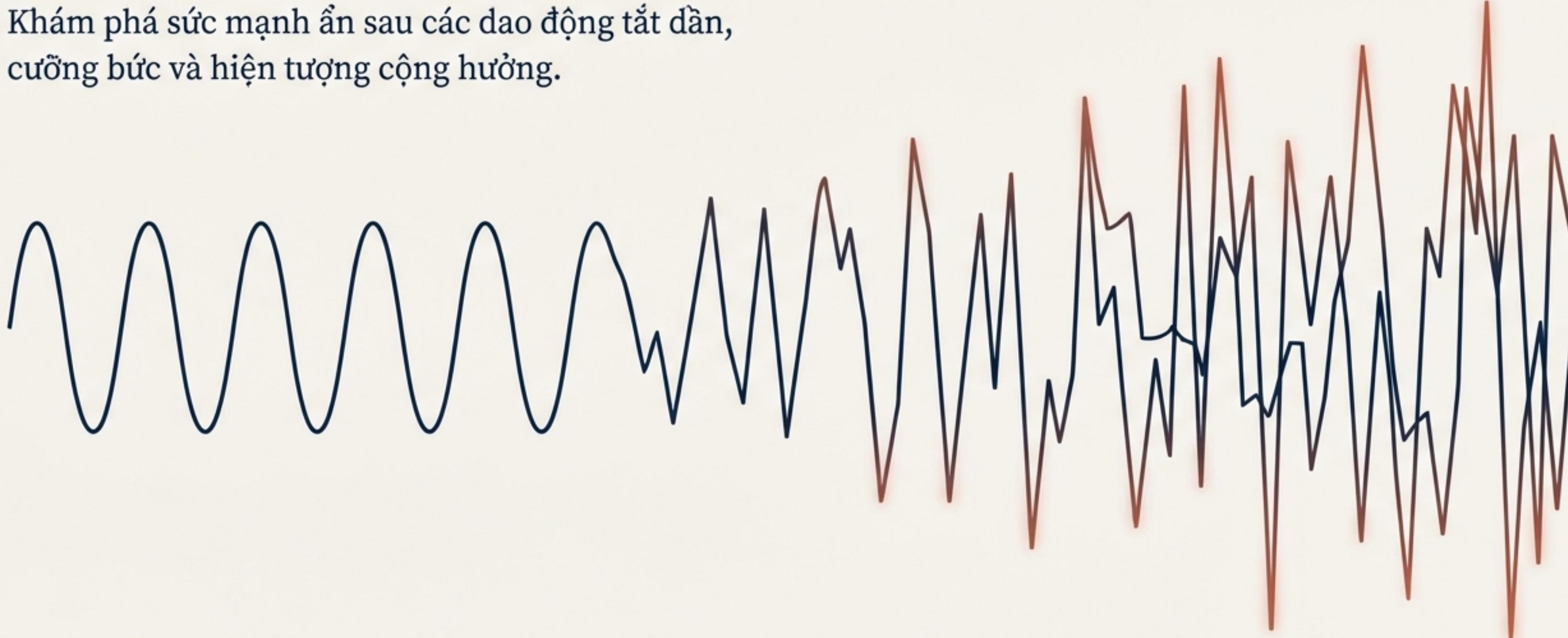


# Đạo Động Cơ Học: Khi Rung Động Trở Thành Thảm Họa

Khám phá sức mạnh ẩn sau các dao động tắt dần,  
cưỡng bức và hiện tượng cộng hưởng.



# 1940: Một Thảm Họa Kỹ Thuật Không Tưởng

Cầu Tacoma Narrows ở Mỹ, một kỳ quan kỹ thuật thời bấy giờ, có thể chịu được tải trọng của nhiều ô tô lớn.

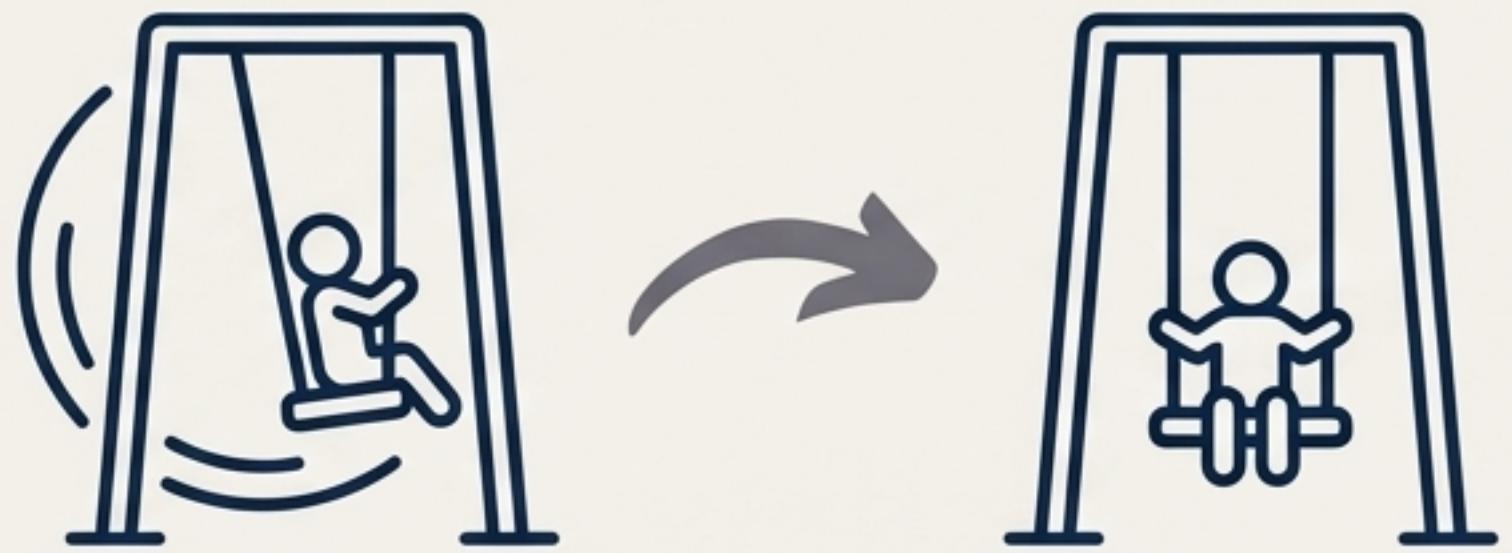
Tuy nhiên, nó đã sụp đổ chỉ sau vài tháng hoạt động dưới tác động của một cơn gió tương đối nhẹ.

Câu hỏi đặt ra: Tại sao một công trình kiên cố như vậy lại có thể bị phá hủy bởi gió? Lời giải đáp nằm ở các quy luật vật lý cơ bản về dao động.



# Mọi Chuyển Động Đều Có Xu Hướng Dừng Lại

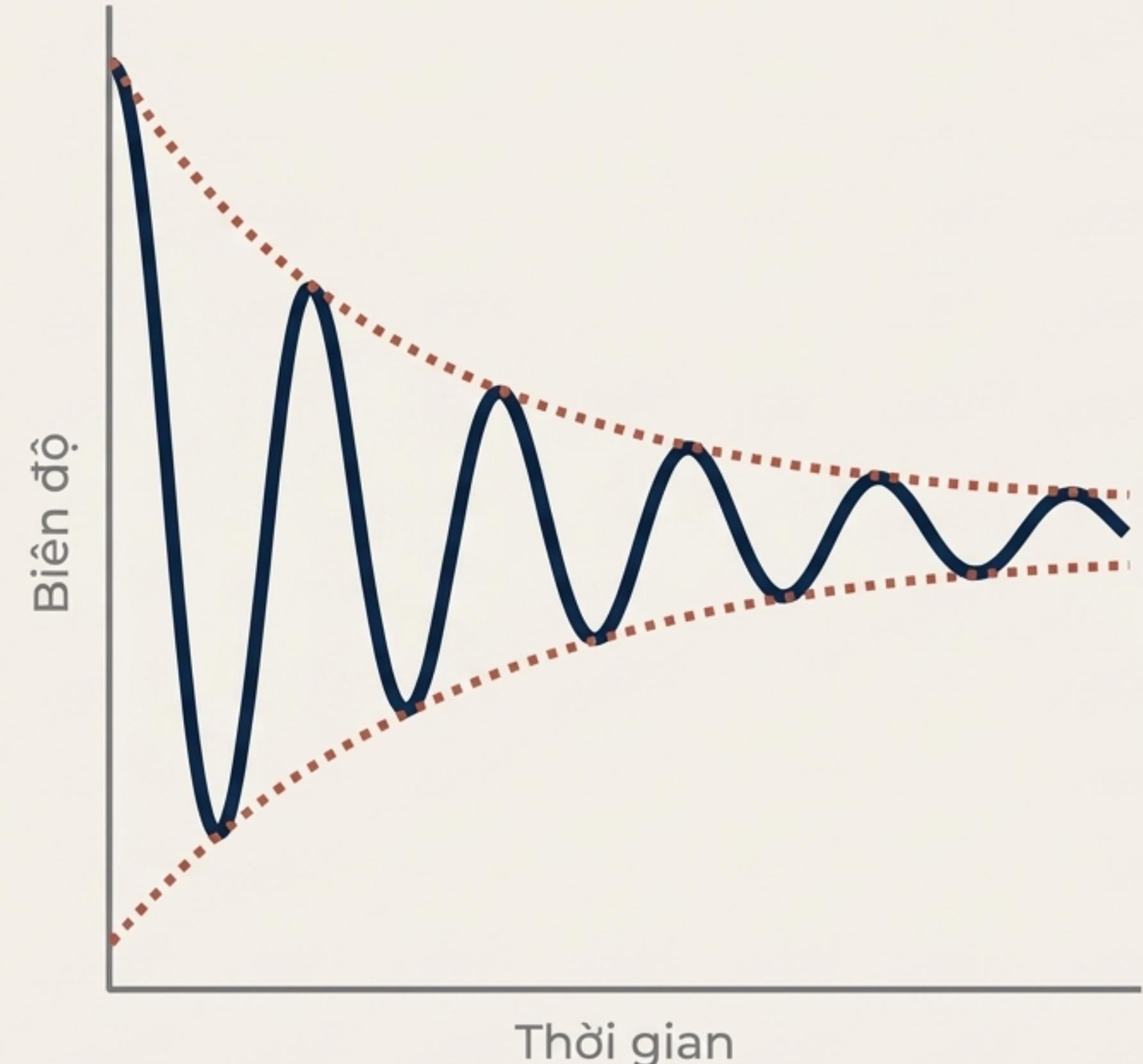
Hãy tưởng tượng một em bé đang chơi xích đu. Nếu không có người mẹ thỉnh thoảng đẩy nhẹ, dao động của em bé sẽ yếu dần rồi dừng hẳn. Trong thực tế, mọi dao động đều chịu tác động của lực ma sát và lực cản từ môi trường. Hiện tượng này được gọi là **dao động tắt dần**.



# Định Nghĩa Dao Động Tắt Dần

Dao động có biên độ giảm dần theo thời gian được gọi là **dao động tắt dần**.

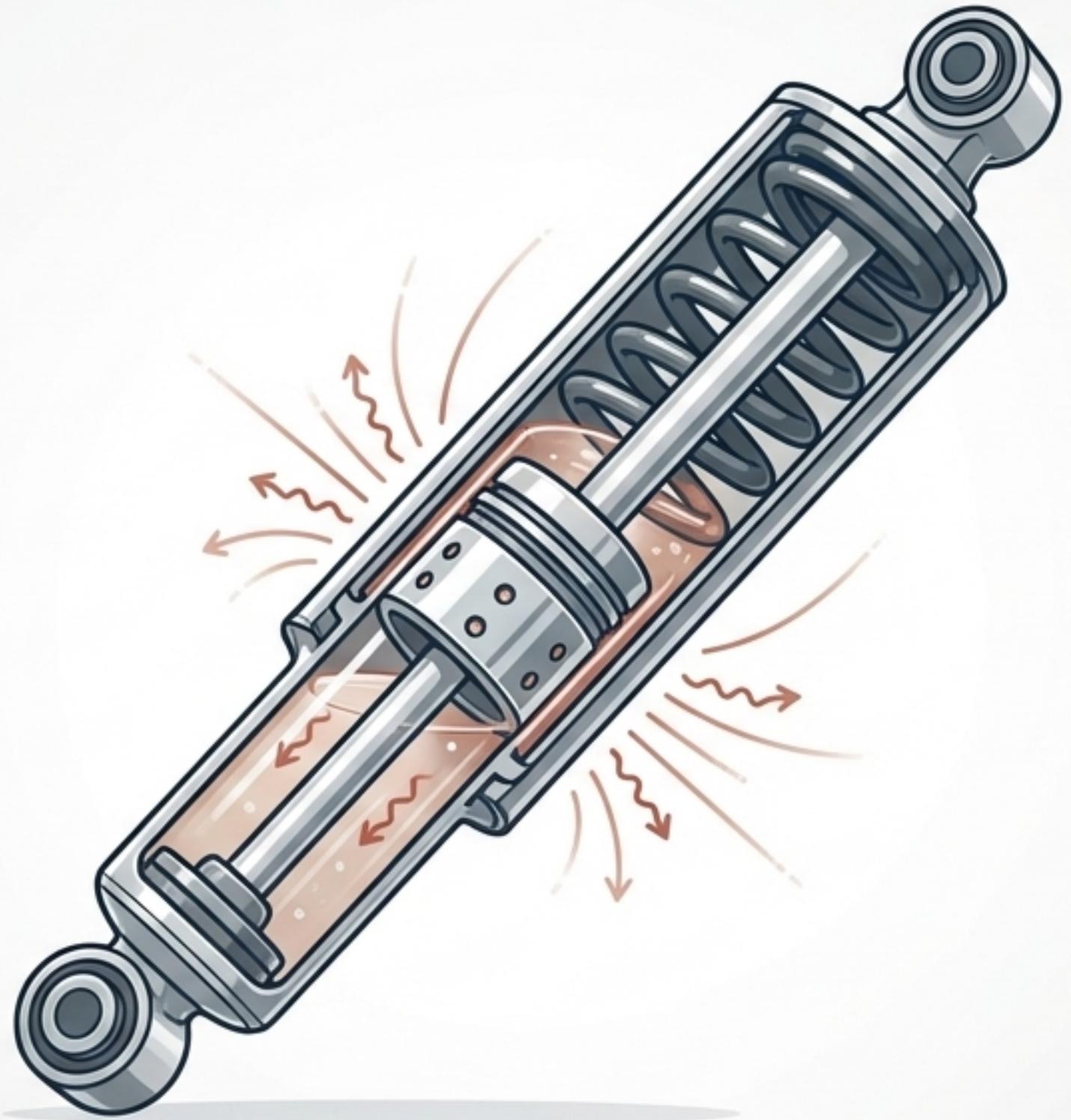
Do lực ma sát và lực cản của môi trường, một phần cơ năng của con lắc chuyển hóa thành nhiệt năng, làm biên độ giảm dần và cuối cùng dừng lại.



# Lợi Ích Của Sứ Tắt Dần: Công Nghệ Giảm Xóc

Bộ phận giảm xóc của xe máy, ô tô là một ứng dụng quan trọng của **dao động tắt dần**. Khi xe đi qua chỗ mấp mô, dao động mạnh sẽ được dập tắt nhanh chóng nhờ bộ giảm xóc.

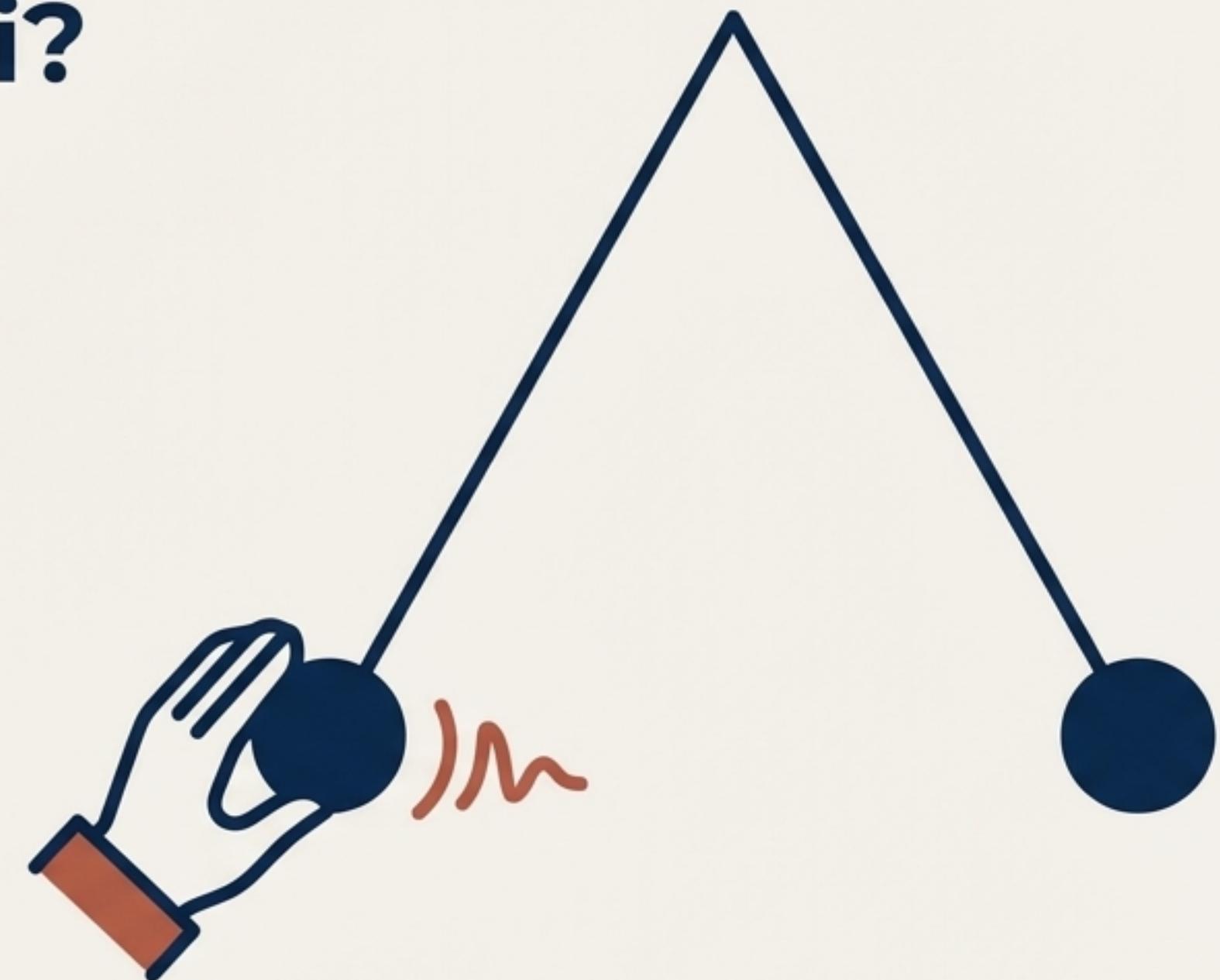
Điều này giúp người ngồi trên xe không bị nảy lên và cảm thấy khó chịu, đảm bảo sự vận hành êm ái và an toàn.



# Điều Gì Xảy Ra Khi Có Lực Tác Động Từ Bên Ngoài?

Để duy trì dao động cho xích đu, người mẹ phải tác động một lực đẩy tuần hoàn. Lực đẩy từ bên ngoài này cung cấp năng lượng để bù vào phần đã mất do ma sát.

Khi một hệ dao động dưới tác dụng của một ngoại lực tuần hoàn, ta gọi đó là **dao động cưỡng bức**.



# Đặc Điểm Của Dao Động Cưỡng Bức



Ngoại lực tuần hoàn ( $f$ )

Hệ dao động ( $f_0$ )

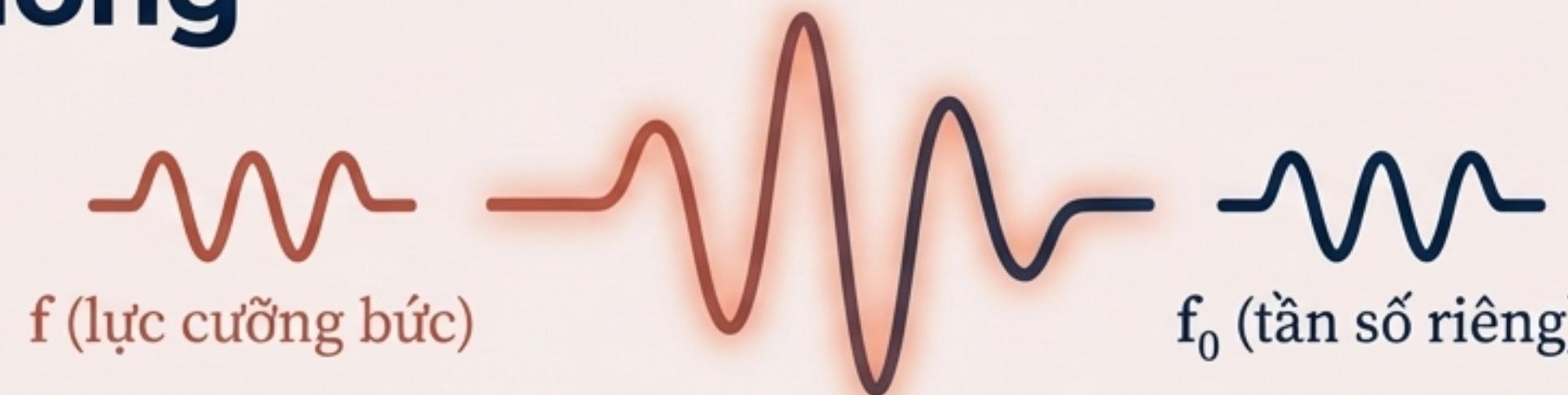
Dao động ổn định

Dao động chịu tác dụng của một ngoại lực **tuần hoàn** có tần số  $f$  không đổi gọi là **dao động cưỡng bức**.

Đặc điểm chính

- **Tần số:** Dao động ổn định với tần số bằng tần số  $f$  của lực cưỡng bức.
- **Biên độ:** **Biên độ** không đổi và phụ thuộc vào sự chênh lệch giữa tần số lực ( $f$ ) và tần số dao động riêng của hệ ( $f_0$ ).

# Điểm Gặp Gỡ Nguy Hiểm: Hiện Tượng Cộng Hưởng



## Định nghĩa

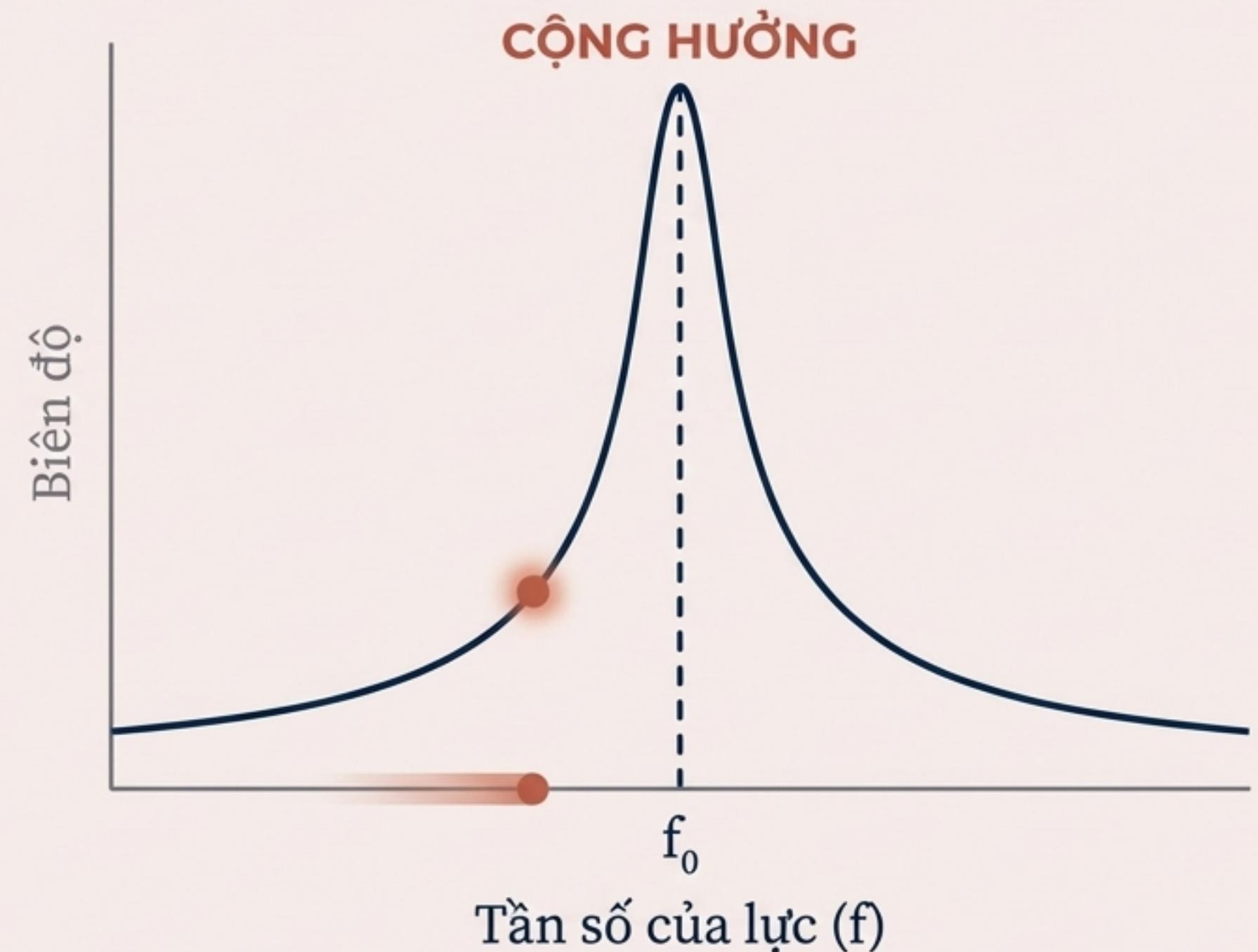
Hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng đến giá trị cực đại khi tần số của lực cưỡng bức ( $f$ ) tiến đến bằng tần số dao động riêng của hệ ( $f_0$ ) được gọi là **hiện tượng cộng hưởng**.  
Source Serif Pro Regular hravy độ cá dai dao động cộng hưởng là Source Serif Pro Regular.

## Điều kiện cộng hưởng

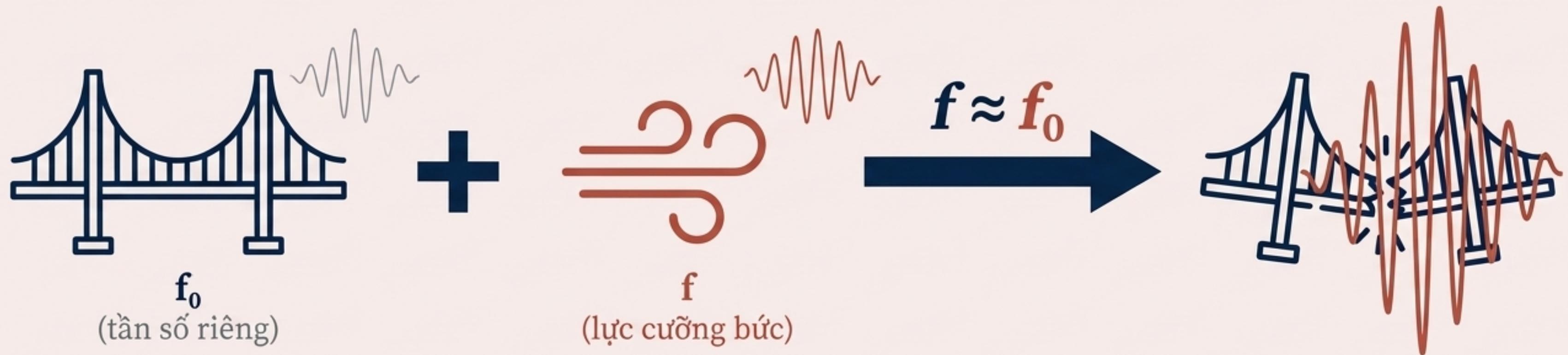
$f = f_0$  Khi điều kiện này xảy ra, hệ thống hấp thụ năng lượng từ ngoại lực một cách hiệu quả nhất, khiến biên độ dao động tăng vọt.

# Biểu Đồ Cộng Hưởng: Khi Biên Độ Tăng Vọt

Đường cong này cho thấy mối quan hệ giữa biên độ dao động và tần số của lực cưỡng bức. Khi tần số lực  $f$  còn xa tần số riêng  $f_0$ , biên độ dao động nhỏ. Khi  $f$  tiến gần đến  $f_0$ , biên độ tăng lên đột ngột và đạt cực đại tại  $f = f_0$ .



# Lời Giải Cho Thảm Họa Tacoma Narrows



## Phân tích

1. **Hệ dao động:** Cây cầu có **tần số dao động riêng** ( $f_0$ ).
2. **Lực cưỡng bức:** Gió thổi qua eo biển tạo ra các xoáy không khí, gây ra một **lực tuần hoàn** có **tần số** ( $f$ ).
3. **Cộng hưởng:** Vào ngày định mệnh đó, **tần số** của lực do gió tạo ra ( $f$ ) **đã trùng khớp** một cách nguy hiểm với **tần số riêng** của cây cầu ( $f_0$ ).
4. **Kết quả:** **Hiện tượng cộng hưởng** xảy ra, biên độ dao động của cây cầu **tăng lên** đến mức **phá vỡ** kết cấu, dẫn đến **sụp đổ**.

# Cộng Hưởng: Con Dao Hai Lưỡi

Hiện tượng cộng hưởng có mặt ở khắp nơi trong cuộc sống. Tùy từng trường hợp, nó có thể mang lại lợi ích hoặc gây ra tác hại nghiêm trọng.



TÁC HẠI



LỢI ÍCH

# Tác Hại Của Cộng Hưởng

**Kiến trúc & Xây dựng:** Sập cầu Tacoma (1940) là ví dụ điển hình. Một cây cầu khác ở Saint Petersburg, Nga cũng từng bị sập do một trung đội bộ binh đi đều bước qua cầu, tạo ra **dao động cường bức** có tần số bằng tần số riêng của cầu.

**Thiết kế máy móc:** Các tòa nhà, động cơ, và bệ máy đều có tần số riêng. Các thiết kế phải tránh để các lực tác động bên ngoài hoạt động ở tần số này để ngăn ngừa rung lắc phá hủy.



# Lợi Ích Của Cộng Hưởng

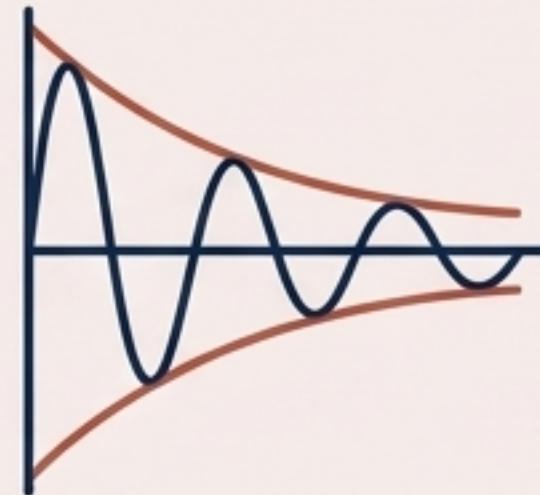
**Âm nhạc:** Hộp đàn của các loại đàn ghi ta, violon là những hộp cộng hưởng. Khi dây đàn dao động, nó làm cho không khí bên trong hộp đàn dao động với cùng tần số. Hiện tượng cộng hưởng xảy ra làm cho âm thanh được khuếch đại, to và rõ hơn.

**Công nghệ:** Lò vi sóng, mạch chọn sóng trong radio và tivi cũng là những ứng dụng quen thuộc của hiện tượng cộng hưởng.



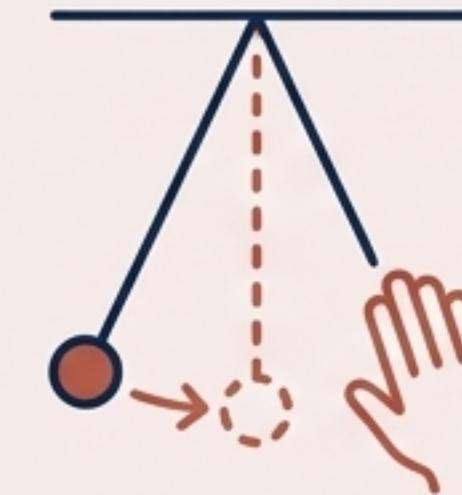
Hộp cộng  
hưởng

# Kết Nối Tri Thức: Những Điều Cần Ghi Nhớ



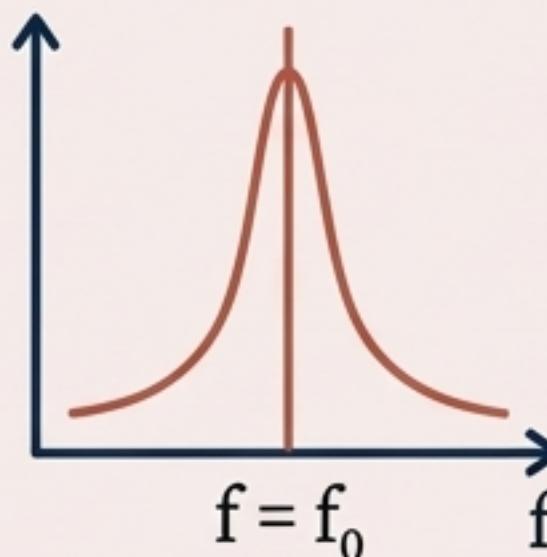
## Đao động tắt dần:

Biên độ giảm dần do ma sát và lực cản.



## Đao động cường bức:

Đao động dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn; có tần số bằng tần số của lực.



## Hiện tượng cộng hưởng:

Biên độ dao động cường bức đạt cực đại khi tần số lực bằng tần số riêng của hệ ( $f = f_0$ ).



**Ứng dụng:** Hiện tượng cộng hưởng có thể có lợi (hộp đàn) hoặc có hại (sập cầu).



## Từ Thảm Họa Đến Tuyệt Tác: Sức Mạnh Của Sự Thấu Hiểu

Hiểu rõ các quy luật dao động là chìa khóa để làm chủ sức mạnh của tự nhiên—từ việc xây dựng những công trình bền vững có khả năng chống lại sự phá hủy, đến việc tạo ra những nhạc cụ với âm thanh tuyệt mỹ.

