

# Điện Trở & Định Luật Ohm

Khám phá những quy luật cơ bản điều khiển dòng điện trong thế giới của chúng ta.

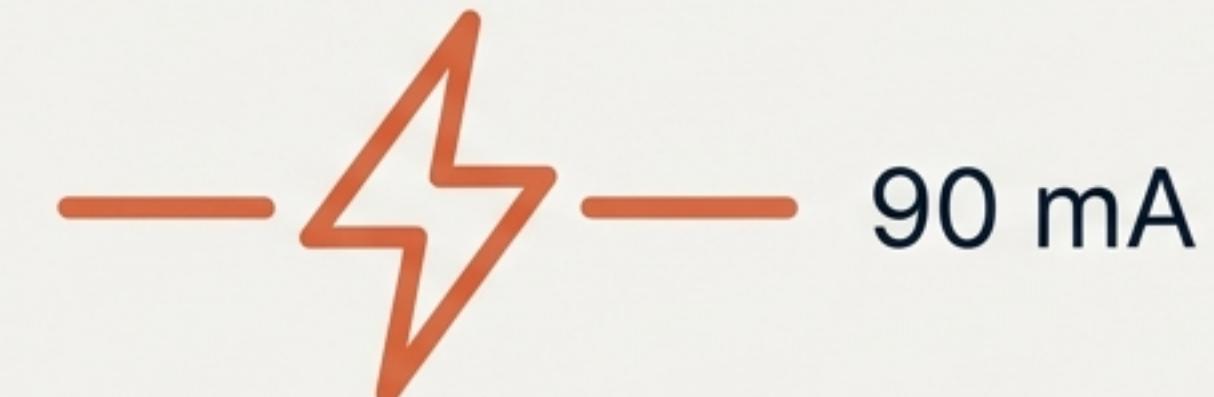
# Tại sao một dòng điện nhỏ có thể vô hại, nhưng một dòng điện khác lại nguy hiểm?

Khi vô tình chạm vào đoạn dây có điện bị hở lớp vỏ cách điện, một thợ sửa chữa bị điện giật nhẹ vì có một dòng điện cỡ 10 mA chạy qua người. Nhưng một người khác cũng chạm vào đoạn dây trên thì có thể **nguy hiểm đến tính mạng** do có dòng điện 90 mA chạy qua người.

Điều gì tạo nên sự khác biệt này? Câu trả lời nằm ở một khái niệm vật lý cơ bản: **điện trở**.



An toàn



Nguy hiểm

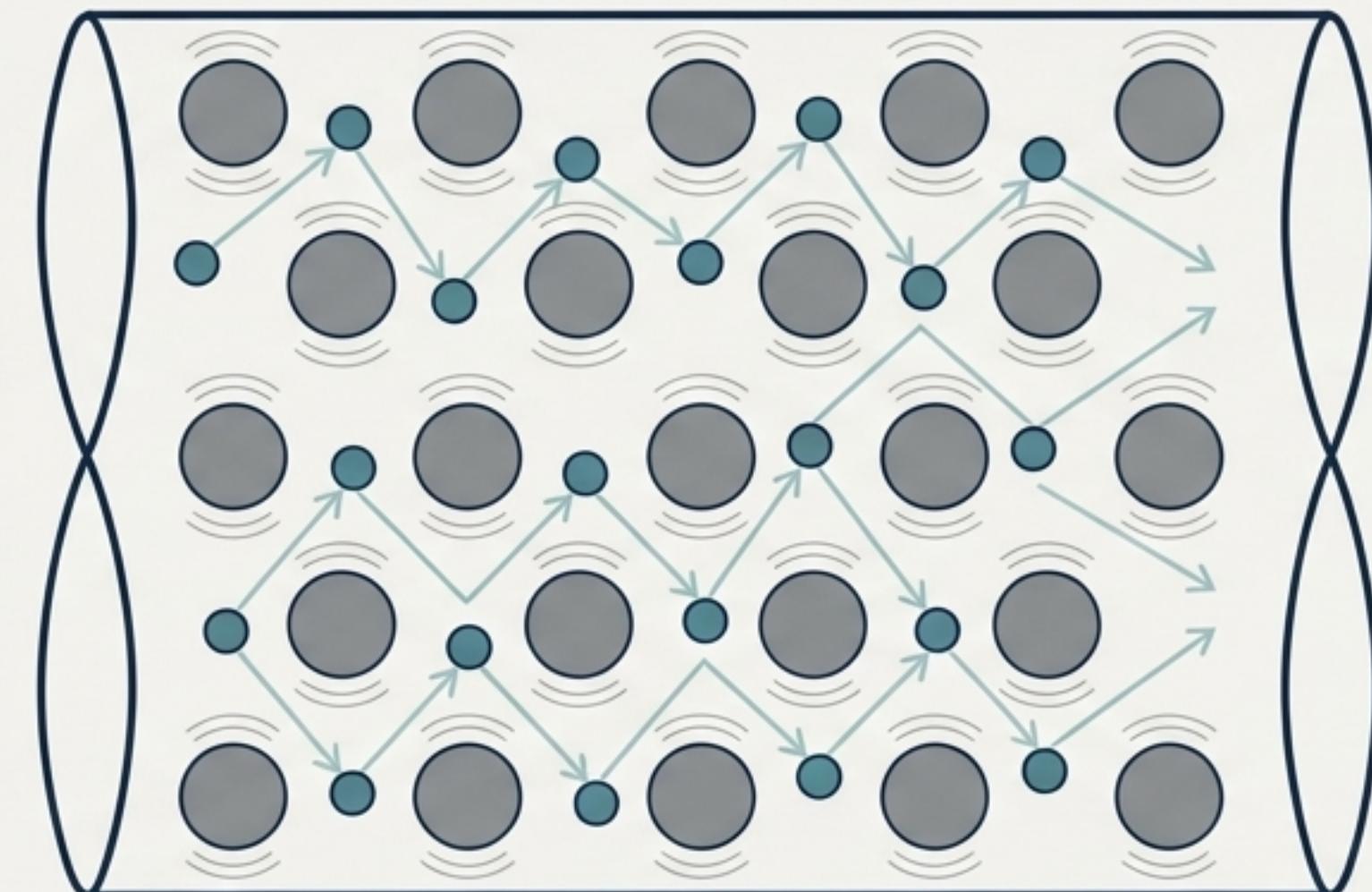
# Điện Trở: Sự Cản Trở Tự Nhiên Của Dòng Điện

## Định nghĩa:

Điện trở là đại lượng vật lý đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện của một vật dẫn.

## Nguyên nhân vi mô:

- Khi có **điện trường**, các hạt mang điện tự do (**electron**) chuyển động có hướng, tạo thành dòng điện.
- Quá trình này luôn bị cản trở bởi sự tương tác và va chạm của các electron với các **ion ở nút mạng tinh thể** đang dao động.
- Sự cản trở này chính là nguyên nhân gây ra **điện trở** của vật dẫn.



# Đo Lường Sự Cản Trở: Công Thức Tính Điện Trở



$$R = U / I$$

**Đơn vị:**

- Trong hệ SI, đơn vị của điện trở là **ohm**, kí hiệu là  $\Omega$ .
- **Định nghĩa 1  $\Omega$ :**  $1 \Omega$  là điện trở của một vật dẫn mà khi đặt một hiệu điện thế  $1 V$  vào hai đầu vật dẫn thì dòng điện chạy qua có cường độ  $1 A$ .

# Các Yếu Tố Ảnh Hưởng Đến Điện Trở Của Dây Dẫn Kim Loại

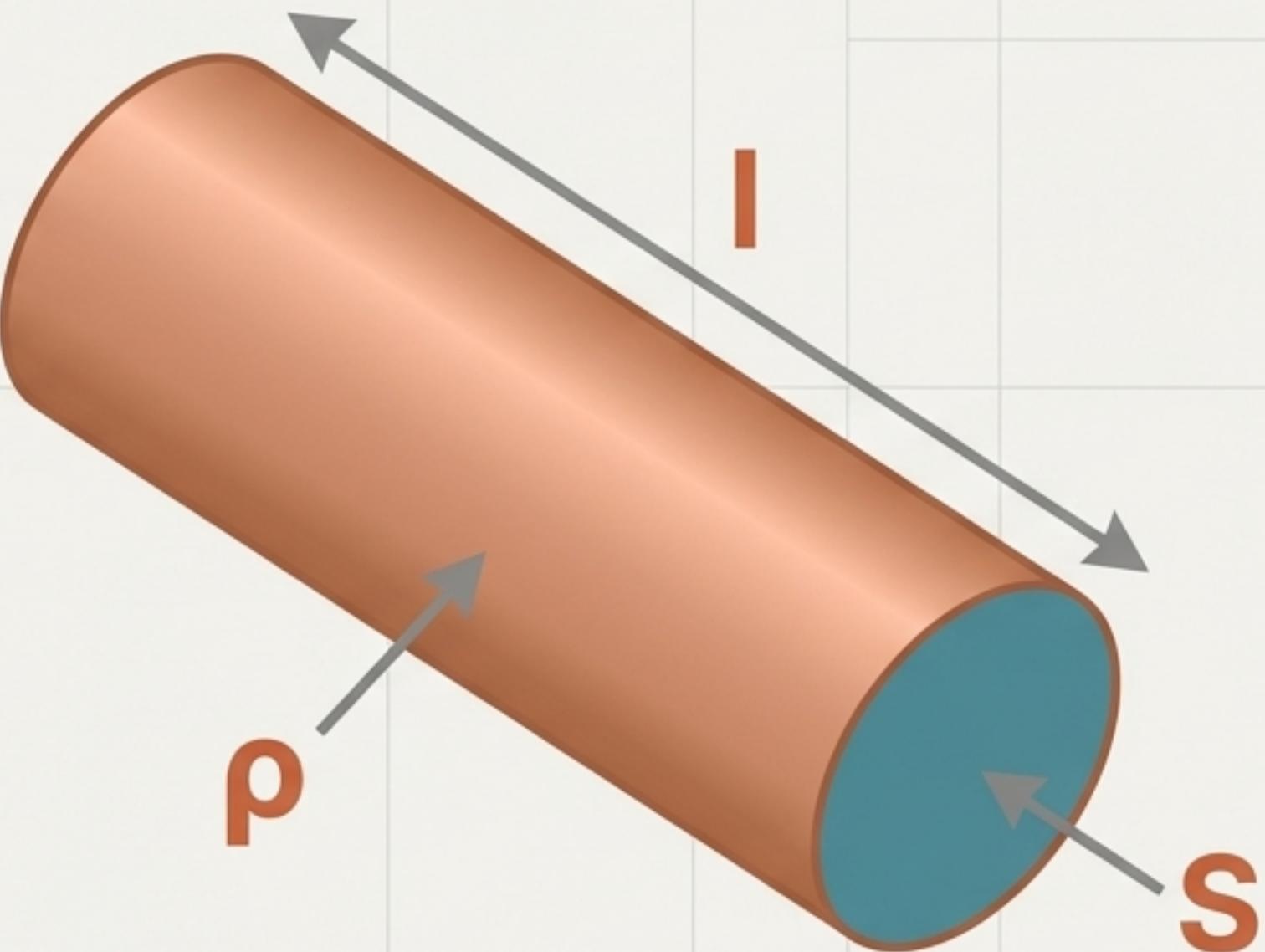
Điện trở của một đoạn dây dẫn kim loại hình trụ, đồng chất phụ thuộc vào hình dạng, kích thước và bản chất vật liệu của nó.

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

**$\rho$  (rho)**: Điện trở suất - một hệ số tỉ lệ phụ thuộc vào bản chất của vật liệu.

**$l$** : Chiều dài của dây dẫn.

**$s$** : Tiết diện của dây dẫn.



# Điện Trở In Trở Suất: “Dấu Vân Tay” Của Vật Liệu

**Điện trở suất ( $\rho$ )** là đại lượng đặc trưng cho khả năng cản trở dòng điện của mỗi vật liệu. Vật liệu có điện trở suất càng nhỏ thì dẫn điện càng tốt.

Vật liệu	Biểu tượng	Điện trở suất ( $\Omega\text{m}$ ) ở 20 °C
Bạc		★ $1,62 \cdot 10^{-8}$
Đồng		★ $1,69 \cdot 10^{-8}$
Vàng		$2,44 \cdot 10^{-8}$
Nhôm		$2,75 \cdot 10^{-8}$
Sắt		$9,68 \cdot 10^{-8}$

**Nhận xét:** Bạc, đồng, vàng là những chất dẫn điện tốt nhất. Đồng thường được sử dụng rộng rãi vì chi phí hợp lý.

# Định Luật Ohm: Mối Quan Hệ Vàng Giữa U, I, và R



Ở một nhiệt độ nhất định, điện trở  $R$  của một đoạn dây kim loại có giá trị hầu như không phụ thuộc vào hiệu điện thế  $U$  giữa hai đầu dây hay **cường độ dòng điện  $I$**  chạy qua nó.

**Nói cách khác:** Cường độ dòng điện  $I$  chạy qua một đoạn dây dẫn tỉ lệ thuận với hiệu điện thế  $U$  đặt vào hai đầu đoạn dây và tỉ lệ nghịch với điện trở  $R$  của đoạn dây đó.

$$I = U / R$$

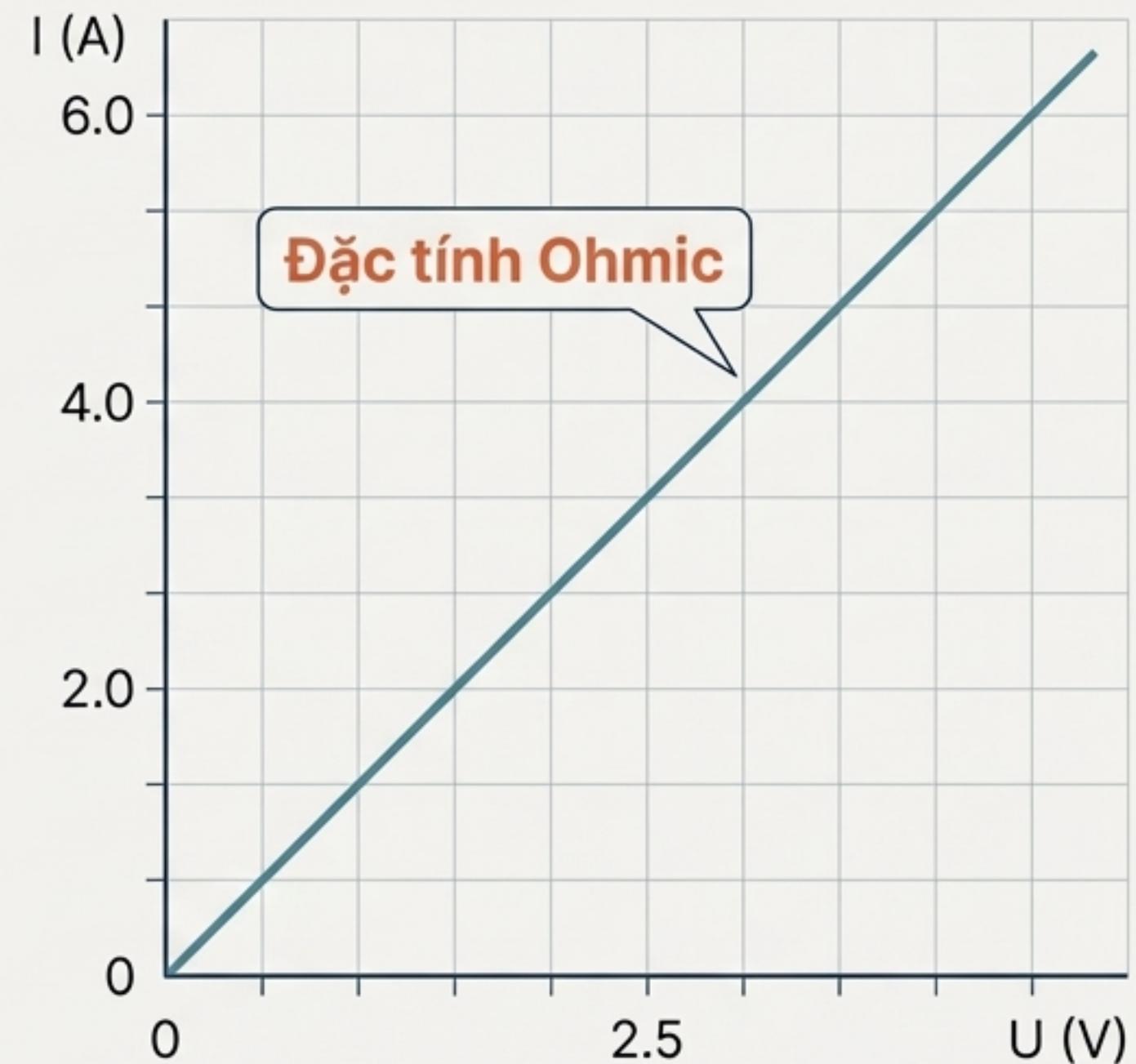
# Đường Đặc Trưng Vôn-Ampe: Hình Ảnh Hóa Định Luật Ohm

**Định nghĩa:** Biểu đồ biểu diễn sự phụ thuộc của cường độ dòng điện ( $I$ ) vào hiệu điện thế ( $U$ ) được gọi là đường đặc trưng Vôn-Ampe.

## Vật liệu tuân theo định luật Ohm:

- Đối với vật dẫn kim loại ở nhiệt độ không đổi, đường đặc trưng là một đường thẳng đi qua gốc toạ độ.
- Những vật liệu có đặc tính này được gọi là **vật liệu tuân theo định luật Ohm (Ohmic)**.

**Vật liệu không tuân theo định luật Ohm (Non-ohmic):** Các vật liệu không có tính chất này.



# Khi Nhiệt Độ Thay Đổi Cuộc Chơi: Điện Trở Của Đèn Sợi Đốt

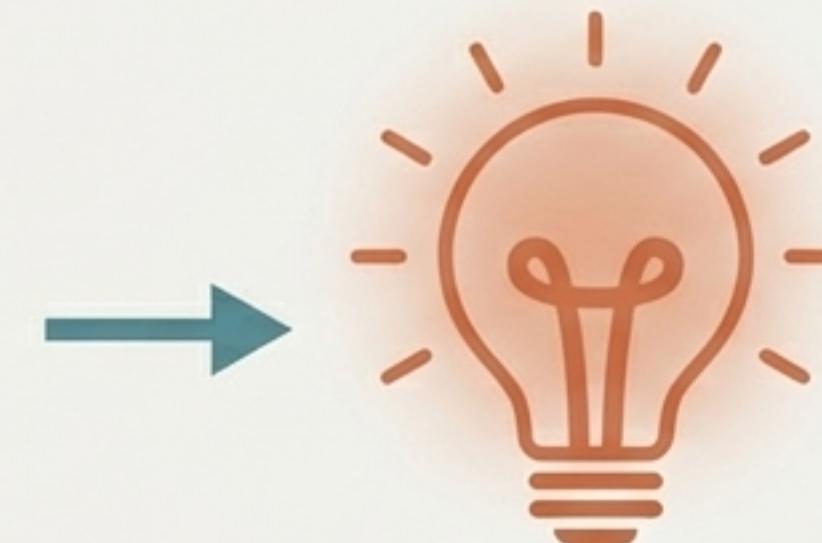
**Hiện tượng:** Khi dòng điện chạy qua, dây tóc đèn sợi đốt nóng lên.

**Giải thích vi mô:** Nhiệt độ tăng làm các ion kim loại ở nút mạng dao động mạnh hơn. Sự dao động này làm tăng mức độ cản trở chuyển động của các electron.



Nhiệt độ thấp

Điện trở  
thấp ( $R \downarrow$ )



Nhiệt độ cao

Điện trở  
cao ( $R \uparrow$ )

**Kết quả:** Điện trở của dây tóc tăng lên đáng kể khi nhiệt độ tăng.

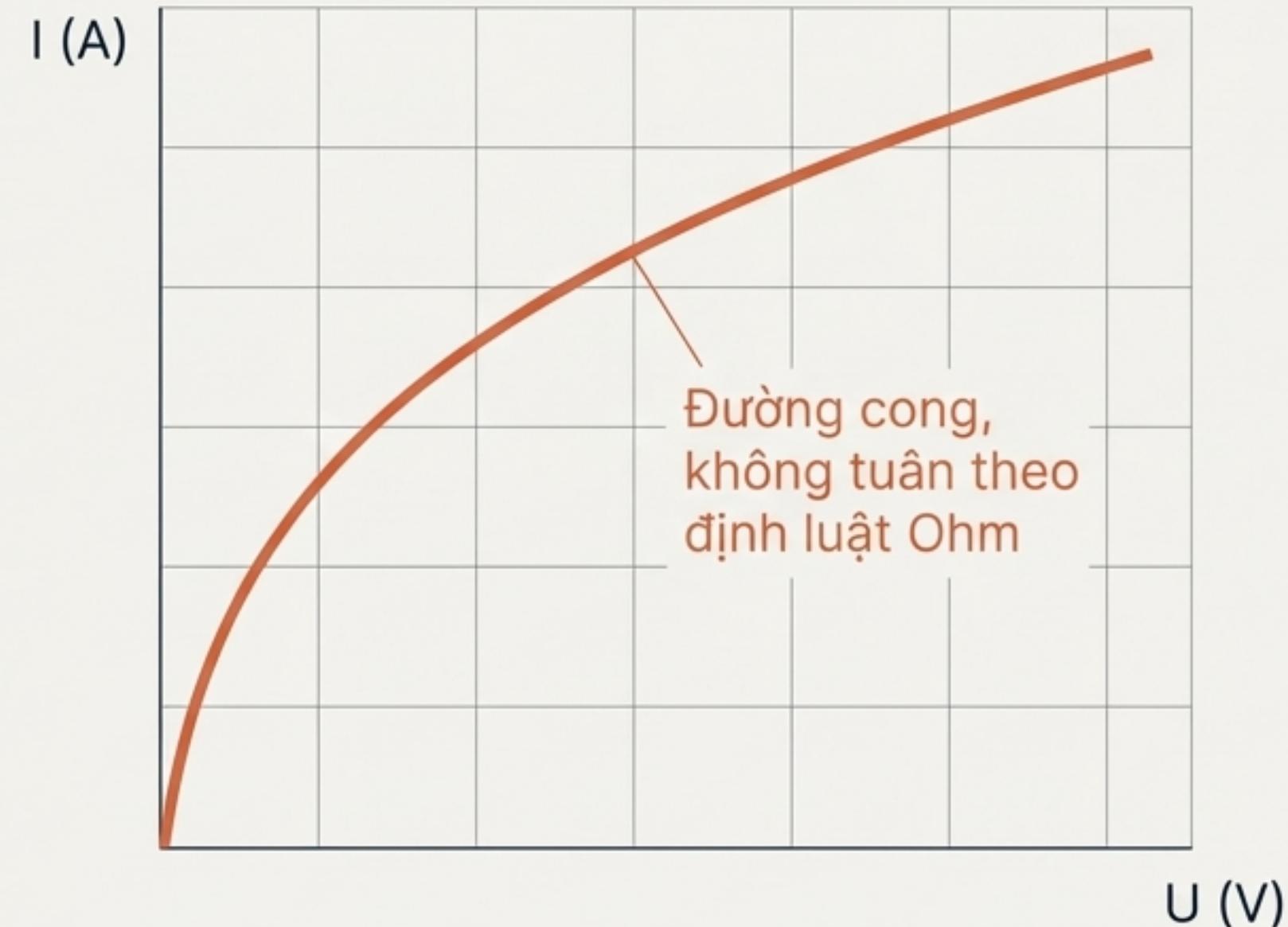
**Kết luận:** Đèn sợi đốt là một ví dụ điển hình của thiết bị **không tuân theo định luật Ohm**, vì điện trở của nó thay đổi theo nhiệt độ.

# Bằng Chứng Trực Quan: Đặc Tính Của Dây Tóc Đèn

R vs.  $t^\circ$  graph



I vs. U graph (V-A characteristic)



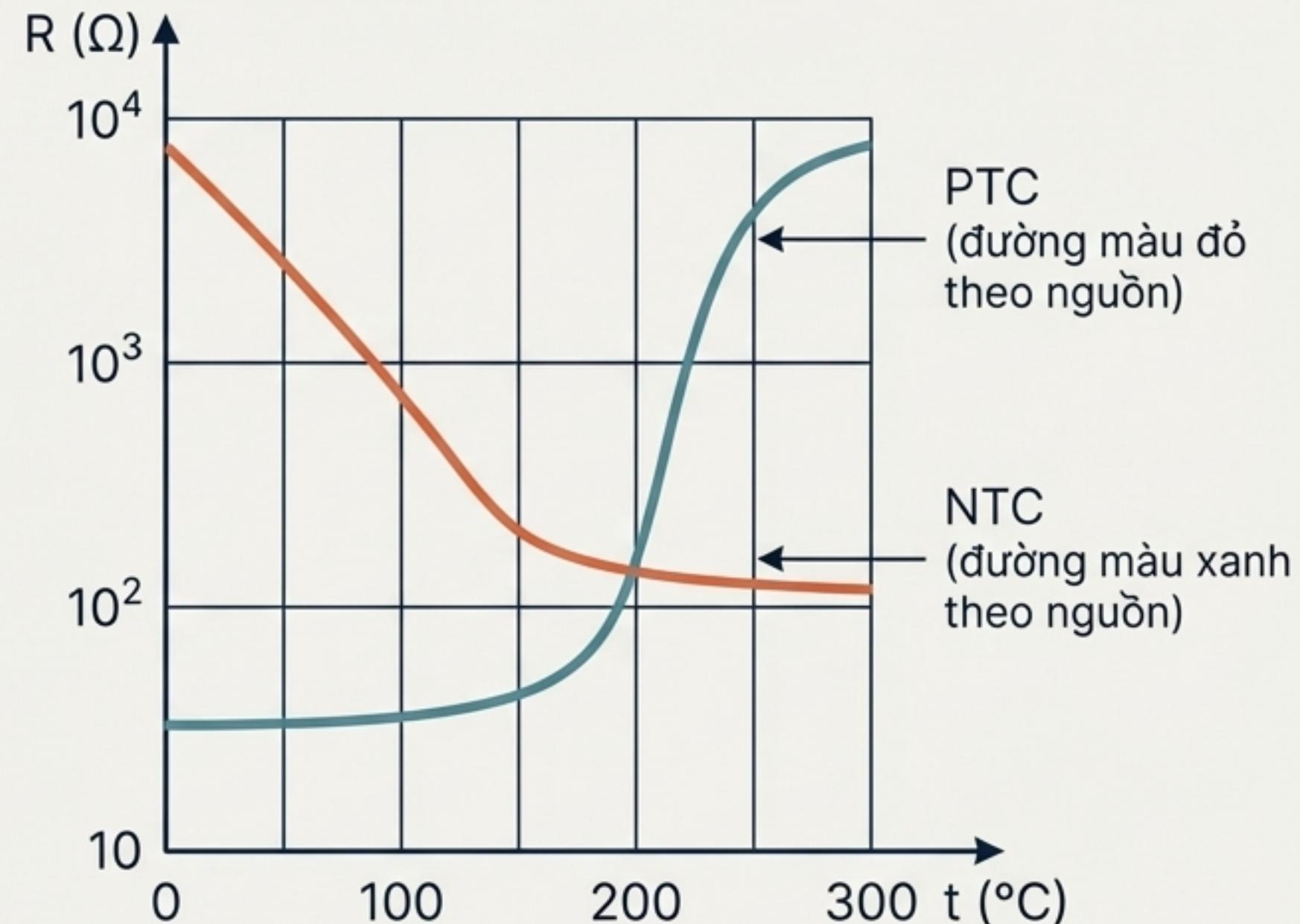
**Phân tích đồ thị:** Các đồ thị cho thấy điện trở của dây tóc đèn tăng không tuyến tính theo nhiệt độ, khẳng định đây là một thiết bị không tuân theo định luật Ohm.

# Điện Trở Nhiệt (Thermistor): Linh Kiện "Thông Minh" Nhạy Cảm Với Nhiệt

**Định nghĩa:** Thermistor là một linh kiện mà điện trở của nó có thể biến thiên rất nhanh theo nhiệt độ. Chúng thường được dùng làm cảm biến nhiệt.

## Phân loại:

- **Điện trở nhiệt hệ số dương (PTC):** Điện trở tăng khi nhiệt độ tăng.
- **Điện trở nhiệt hệ số âm (NTC):** Điện trở giảm khi nhiệt độ tăng.



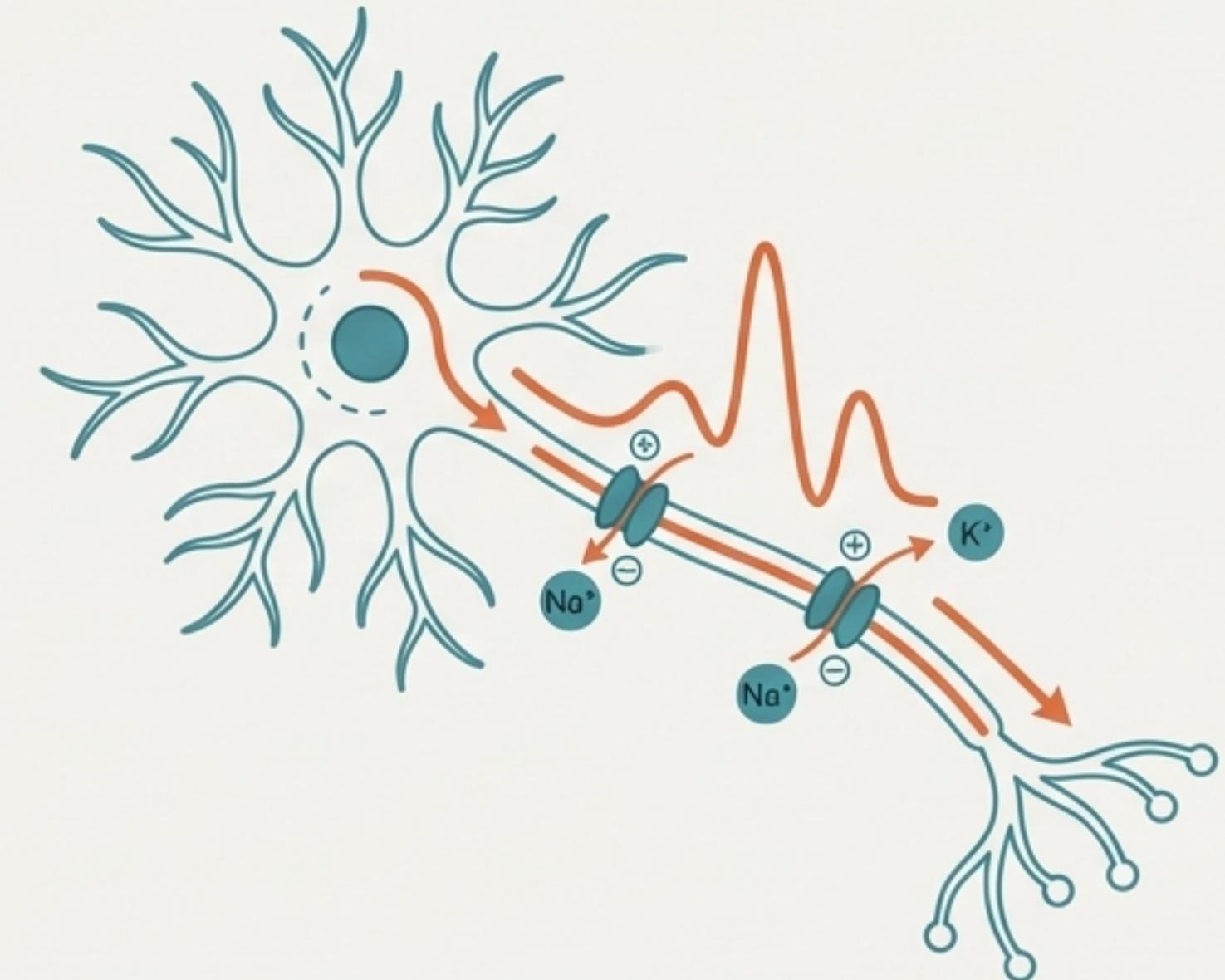
# Một Kết Nối Bất Ngờ: Dòng Điện Trong Hệ Thần Kinh Người

**Bối cảnh:** Dòng điện đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong sinh vật sống, đặc biệt là trong hệ thần kinh, giúp con người nhận thức thế giới và điều khiển cơ thể.

## Cơ chế hoạt động:

- Tế bào thần kinh (neuron) ở trạng thái "nghỉ" có một hiệu điện thế màng khoảng từ  $-60$  mV đến  $-90$  mV.
- Khi bị kích thích, các kênh ion mở ra, cho phép các ion ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) di chuyển, làm thay đổi đột ngột hiệu điện thế (lên đến  $+40$  mV).
- Sự thay đổi này tạo ra một xung điện lan truyền dọc theo sợi trực thần kinh với tốc độ lên đến  $150$  m/s.

**Kết luận:** Các nguyên tắc về hiệu điện thế và dòng ion, nền tảng của định luật Ohm, cũng đang vận hành bên trong chính cơ thể chúng ta.



# Vận Dụng Kiến Thức: Phân Tích Đường Đặc Trưng

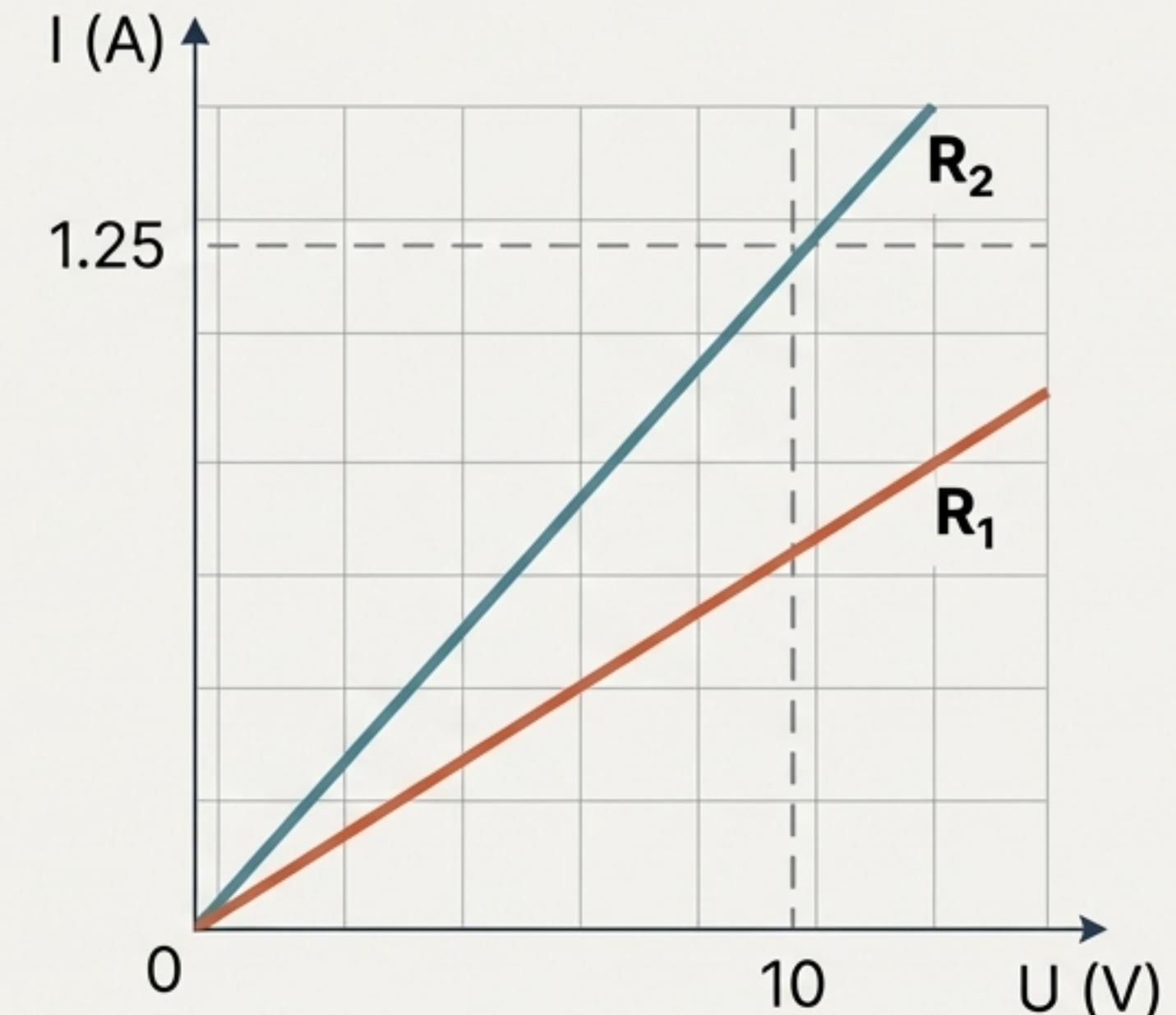
**Bài toán:** Cho đường đặc trưng vôn-ampe của hai điện trở  $R_1$  và  $R_2$  như hình vẽ.

**Câu hỏi:**

- a) Luận lập để xác định điện trở nào có giá trị lớn hơn.
- b) Tính giá trị mỗi điện trở.

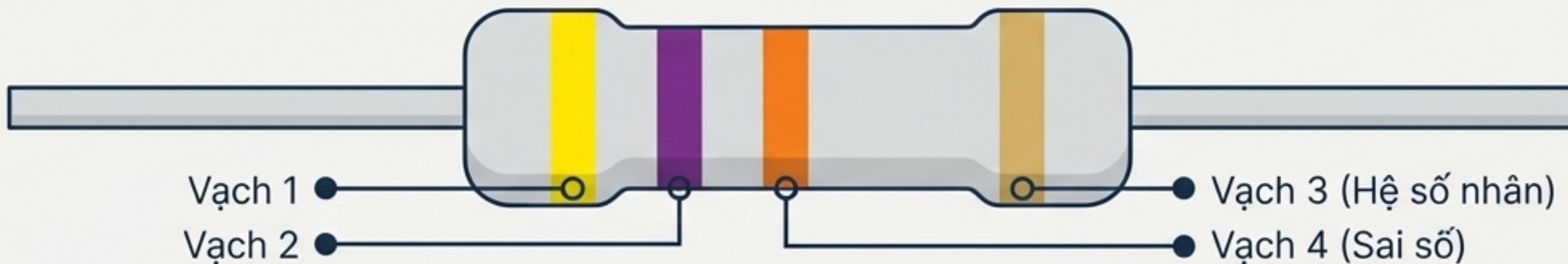
**Gợi ý phân tích:**

- Theo định luật Ohm,  $R = U/I$ . Với cùng một giá trị  $U$ , dòng điện  $I$  càng nhỏ thì điện trở  $R$  càng lớn.
- Trên đồ thị, đường có độ dốc ( $I/U$ ) càng thấp thì có điện trở càng lớn.
- Áp dụng:** Tại  $U = 10V$ , ta có thể đọc giá trị  $I_1$  và  $I_2$  để tính  $R_1$  và  $R_2$ .



Hình 17P.1. Đường đặc trưng vôn – ampe của hai điện trở

# Giải Mã Ngôn Ngữ Màu Sắc Của Điện Trở



MÀU	Vạch 1	Vạch 2	Vạch 3	Sai số
Black	0	0	1	-
Brown	1	1	10	±1%
Red	2	2	$10^2$	±2%
Orange	3	3	$10^3$	-
Yellow	4	4	$10^4$	-
Green	5	5	$10^5$	±0.5%
Blue	6	6	$10^6$	±0.25%
Purple	7	7	$10^7$	±0.1%
Grey	8	8	$10^8$	±0.05%
White	9	9	$10^9$	-
Gold	-	-	0.1	±5%
Silver	-	-	0.01	±10%

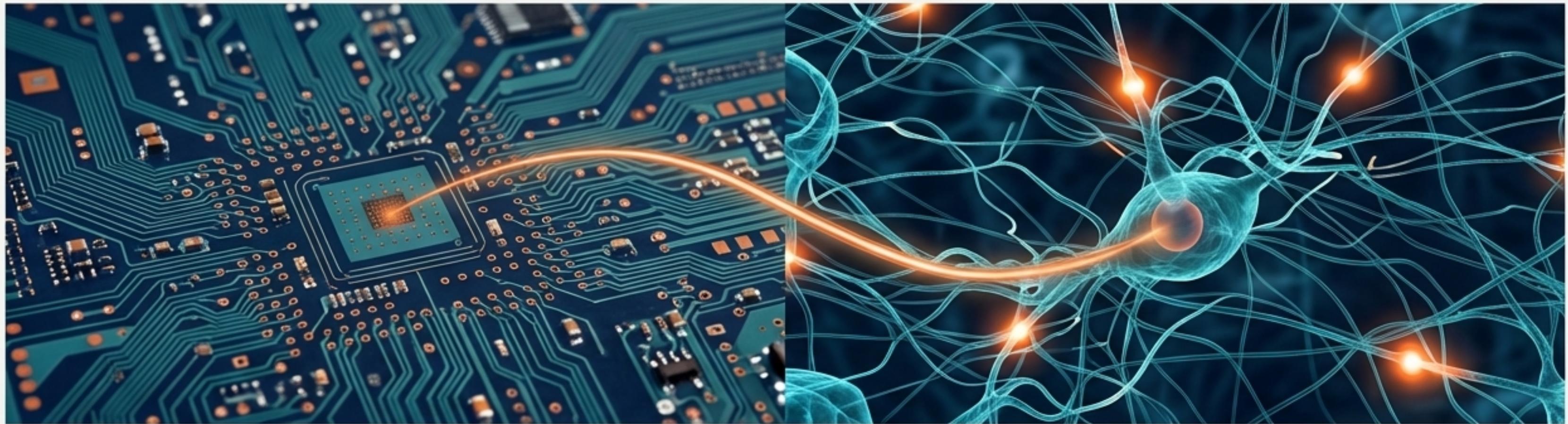
## Ví dụ:

Một điện trở có các vạch:  
Vàng - Tím - Cam - Kim nhũ (Gold).

Tra bảng: 4 - 7 -  $10^3$  - ±5%

Giá trị:  $47 \times 10^3 \Omega \pm 5\% = 47 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ .

# Từ Nguyên Tử Đến Nhận Thức: Sức Mạnh Của Những Quy Luật Vô Hình



## Tổng kết hành trình:

- **Khởi đầu:** Chúng ta bắt đầu với sự va chạm của các electron bên trong vật liệu, nguồn gốc của điện trở.
- **Định lượng:** Chúng ta đã định lượng sự cản trở này bằng công thức  $R = U/I$  và định luật Ohm.
- **Khám phá:** Chúng ta thấy rằng mối quan hệ này không phải lúc nào cũng đơn giản, đặc biệt khi nhiệt độ thay đổi, dẫn đến các ứng dụng như thermistor.
- **Kết nối:** Cuối cùng, chúng ta nhận ra chính những quy luật này cũng điều khiển các xung thần kinh cho phép chúng ta suy nghĩ, cảm nhận và hành động.

**Những quy luật vật lý cơ bản không chỉ tồn tại trong sách giáo khoa hay phòng thí nghiệm, mà còn là nền tảng vận hành của cả thế giới công nghệ và sự sống.**