

The background of the image features a tall, multi-tiered electrical transmission tower standing against a dramatic sunset or sunrise sky. The sky is filled with horizontal bands of orange, yellow, and blue, with darker clouds at the top. The tower's intricate lattice structure and multiple cross-arms are silhouetted against the bright sky.

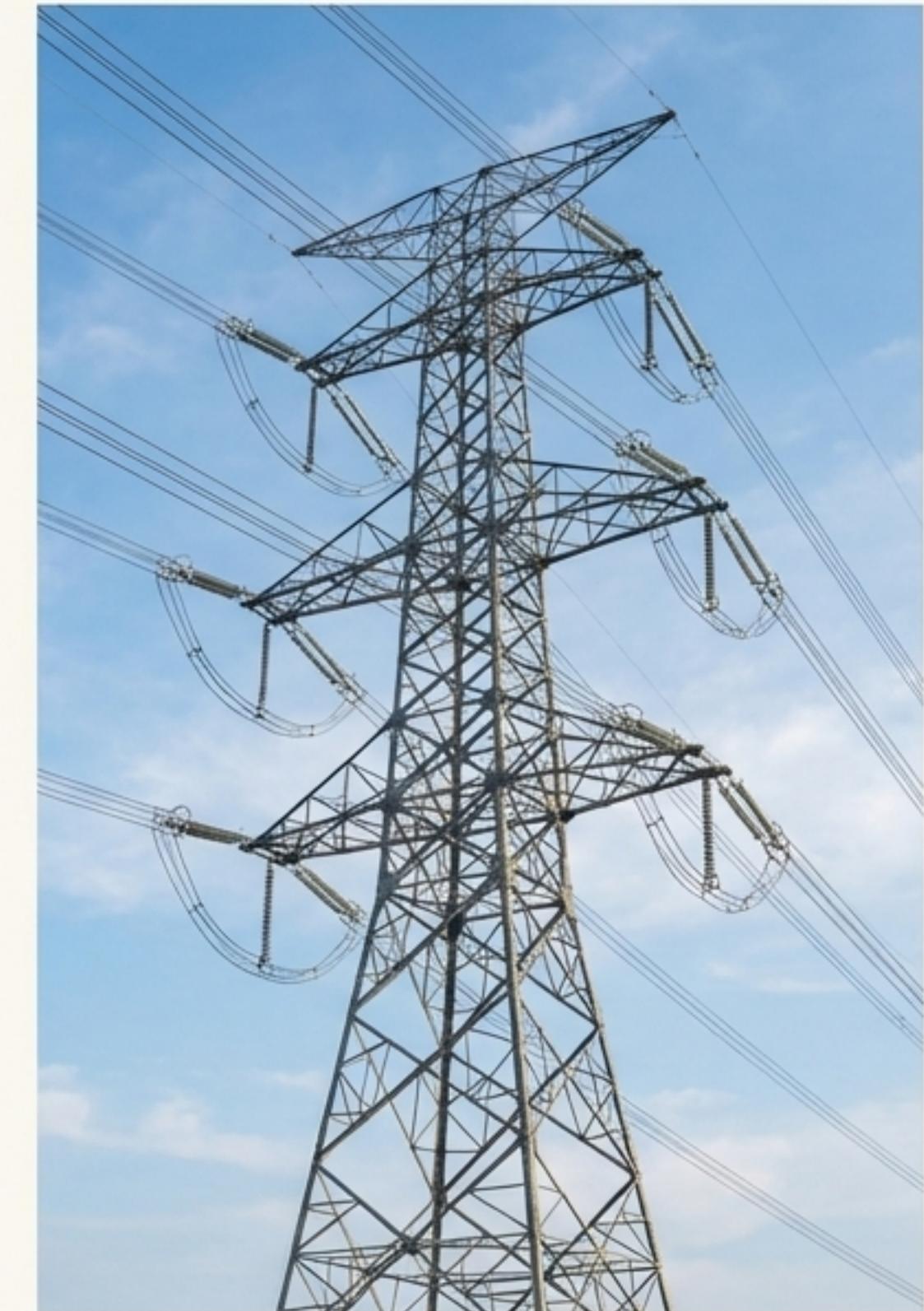
ĐIỆN THẾ & THẾ NĂNG ĐIỆN

Hé Mở Năng Lượng Vô Hình Của Điện Trường

Câu Chuyện Bắt Đầu Từ Một Cột Mốc Lịch Sử

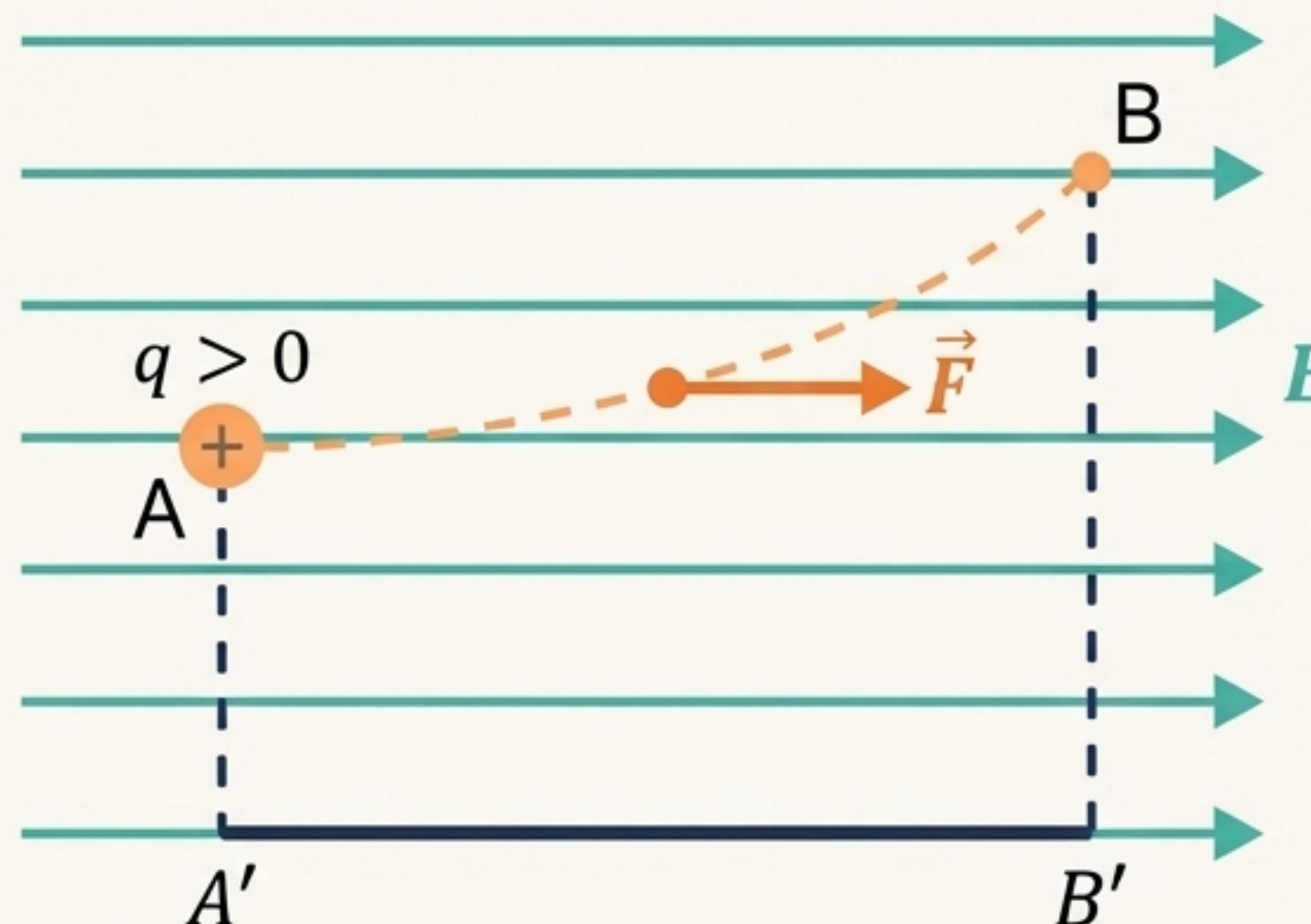
Ngày 27/5/1994, đường dây cao thế 500 kV Bắc – Nam chính thức đi vào vận hành. Sự kiện này không chỉ là một kỳ tích kỹ thuật, mà còn đặt ra một câu hỏi vật lý nền tảng:

**Từ ‘thế’ trong cụm từ
‘cao thế’ thực sự có
nghĩa là gì?**



Đường dây 500 kV Bắc – Nam tại tỉnh Thanh Hoá

Nền Tảng #1: Công Của Lực Điện



Khi một điện tích q di chuyển từ A đến B trong một điện trường đều E , lực điện $\vec{F} = qE$ sẽ thực hiện một công.

Lực điện sinh công khi một điện tích di chuyển trong điện trường.

Công của lực
diện khi q di
chuyển từ A
đến B.

Độ lớn
diện
tích.

Cường độ
diện
trường.

Hình chiếu của
quãng đường AB
lên phương của
đường sức điện.

$$A_{AB} = qEA'B'$$

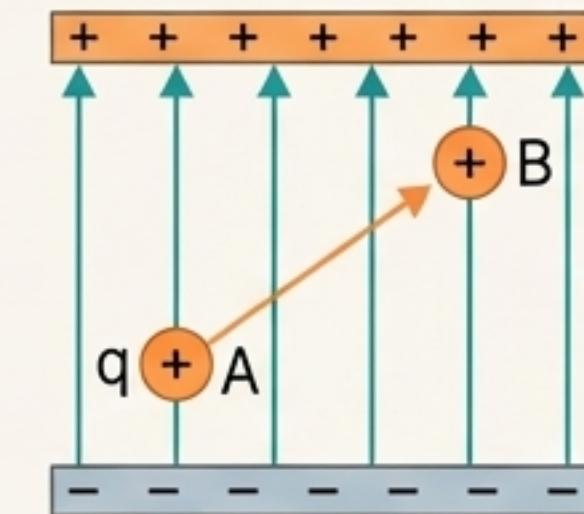
Nền Tảng #2: Thế Năng Điện - Năng Lượng Được “Lưu Trữ”

Trọng trường g



Công thăng trọng lực → Tăng thế năng hấp dẫn

Điện trường E



Công thăng lực điện → Tăng thế năng điện

Công của lực điện có thể được biểu diễn qua sự thay đổi thế năng:

$$A_{AB} = W_A - W_B$$

Thế năng điện của q tại điểm A. Thế năng điện của q tại điểm B.

Thế năng điện của q tại điểm A. Thế năng điện của q tại điểm B.

Định nghĩa: Thế năng điện của một điện tích q tại một điểm M đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường khi dịch chuyển q từ điểm M đó ra xa vô cùng.

$$W_M = A_{M\infty}$$
 (Chọn mốc thế năng ở vô cùng)

Giống như trọng lực, lực điện là một lực thế. Công của nó không phụ thuộc vào hình dạng quỹ đạo, chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối.



Thế năng điện **W** phụ thuộc vào điện tích **q** được đặt vào.

Vậy, làm thế nào để mô tả khả năng sinh công của **bản thân điện trường** tại một điểm, mà không cần đến một điện tích thử cụ thể?

Khái Niệm #3: Điện Thế (V) - Đặc Trưng Năng Lượng Của Điện Trường

- Điện thế tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho điện trường về phương diện tạo ra thế năng khi đặt tại đó một điện tích.
- Nó là thế năng trên một đơn vị điện tích.

Điện thế tại điểm M (đơn vị: Volt - V).

$$V_M = \frac{W_M}{q}$$

Thế năng của điện tích q tại M.

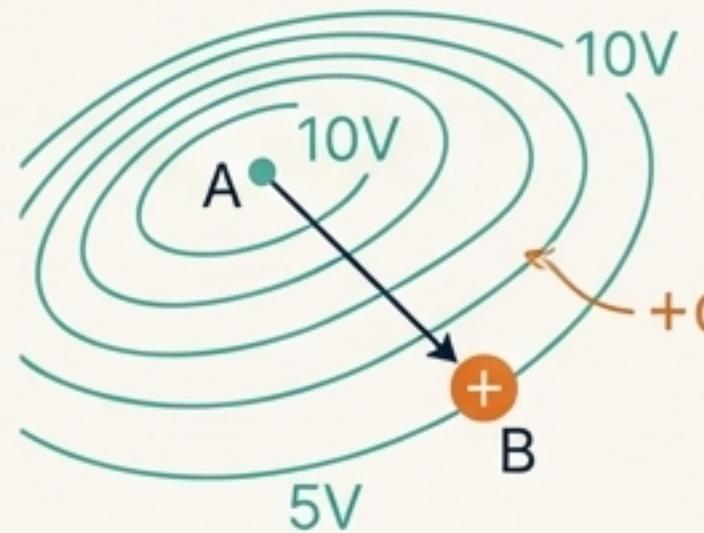
Điện tích thử.

Hoặc: $V_A = A_{A\infty}/q$

Điện thế tại một điểm được đo bằng công mà ta cần thực **hiện để dịch chuyển một đơn vị điện tích dương** từ vô cực về điểm đó.

Điện thế (V) mô tả ‘**bản đồ năng lượng**’ của không gian do điện trường tạo ra, độc lập với bất kỳ điện tích nào được đặt vào đó.

Khái Niệm #4: Hiệu Điện Thế (U) - Sự Chênh Lệch Về Điện Thế



Hiệu điện thế giữa hai điểm A và B, ký hiệu U_{AB} , là hiệu số điện thế giữa A và B.

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

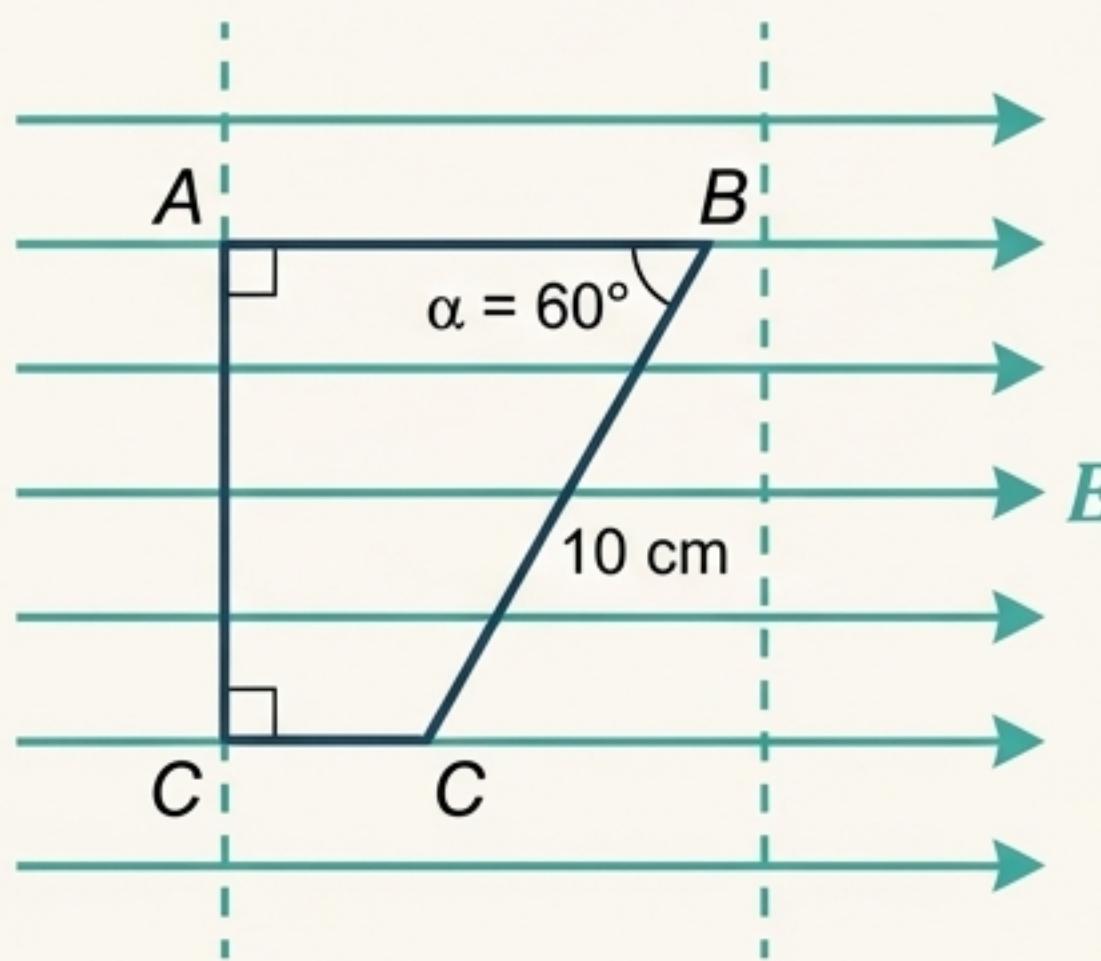
Kết hợp các công thức đã học, ta có mối liên hệ trực tiếp giữa công và hiệu điện thế:

$$U_{AB} = \frac{A_{AB}}{q}$$

Ý nghĩa: Hiệu điện thế giữa hai điểm đặc trưng cho khả năng thực hiện công của điện trường khi dịch chuyển một đơn vị điện tích giữa hai điểm đó.

Hiệu điện thế (còn gọi là điện áp) là “lực đẩy” điện, là nguyên nhân tạo ra dòng điện trong một mạch kín.

Mối Liên Hệ Vàng: Cường Độ Điện Trường (E) và Hiệu Điện Thế (U)



Hình 13.3

Từ các công thức $A_{AB} = qEA'B'$ và $A_{AB} = qU_{AB}$, ta suy ra:

$$U_{AB} = E * A'B'$$

Trong trường hợp tổng quát cho điện trường đều:

$$E = \frac{U}{d}$$

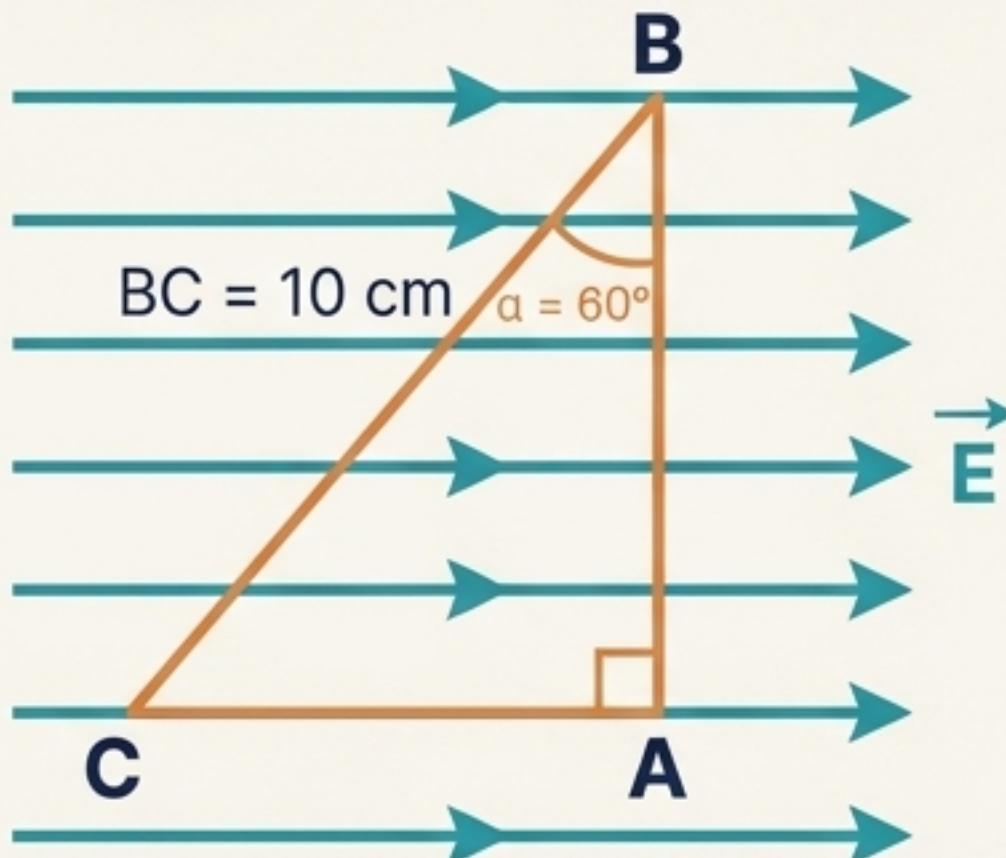
E: Cường độ điện trường (V/m).

U: Hiệu điện thế giữa hai điểm trên một đường súc.

d: Khoảng cách giữa hai điểm đó.

Nơi nào điện thế thay đổi nhanh nhất, nơi đó có điện trường mạnh nhất.
Điện trường luôn hướng từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp.

Vận Dụng: Bài Toán Tam Giác



Bài toán:

Xét tam giác vuông ABC trong điện trường đều E . Cạnh AB song song đường sức.

Cho:

$BC = 10 \text{ cm}$, $\alpha = 60^\circ$,
Hiệu điện thế $U_{BC} = 100 \text{ V}$.

Yêu cầu:

- Tính độ lớn cường độ điện trường E .
- Tính hiệu điện thế U_{AC} và U_{AB} .

Bài giải:

a) Tính E :

Từ công thức liên hệ giữa U và E , ta có:

$$U_{BC} = E \cdot d_{BC} = E \cdot BC \cdot \cos(\alpha)$$

Suy ra:

$$E = \frac{U_{BC}}{BC \cdot \cos(\alpha)}$$

Thay số:

$$E = \frac{100}{0.1 \cdot \cos(60^\circ)} = \frac{100}{0.05}$$

$$E = 2000 \text{ V/m}$$

b) Tính U_{AC} và U_{AB} :

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm A, C:

$$U_{AC} = E \cdot d_{AC} = 0 \text{ V} \quad (\text{Ghi chú: Vì } AC \perp E)$$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B:

$$U_{AB} = -U_{BA}. \quad (\text{Vì B và C cùng nằm trên})$$

$$U_{AB} = E \cdot d_{AB} = E \cdot BA \cdot \cos(180^\circ) = -E \cdot BA.$$

Ta có $BA = BC \cdot \sin(\alpha)$.

$$U_{AB} = -E \cdot BC \cdot \sin(\alpha)$$

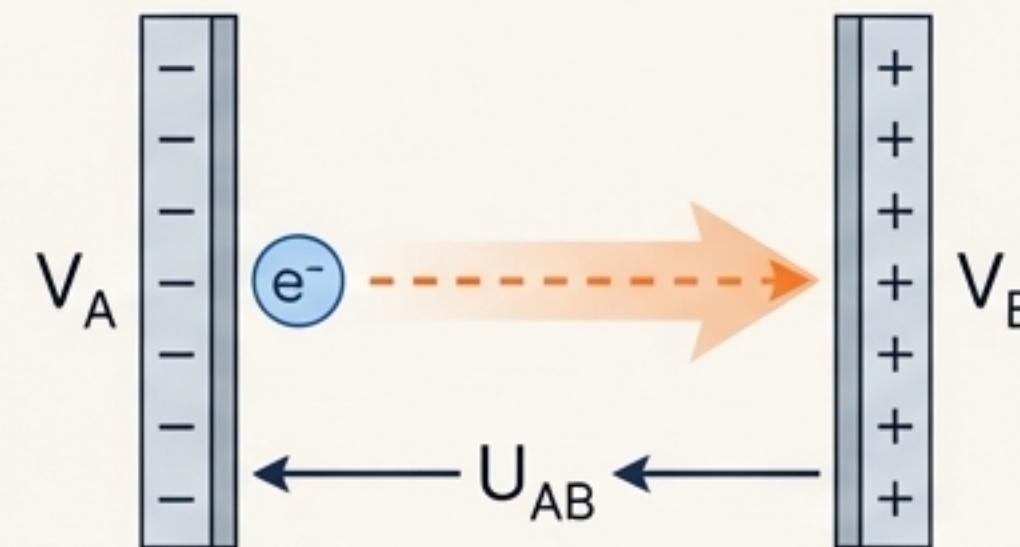
$$\text{Thay vào } E: U_{AB} = -\frac{U_{BC}}{BC \cdot \cos(\alpha)} \cdot BC \cdot \sin(\alpha)$$

$$U_{AB} = -100 \cdot \tan(60^\circ) = -100\sqrt{3} \text{ V}$$

Hoặc đơn giản hơn, $U_{AB} = V_A - V_B$. Vì 0 V

$$U_{AB} = V_C - V_B = -(V_B - V_C) = -U_{BC} = -100 \text{ V}.$$

Chuyển Hóa Năng Lượng: Từ Thế Năng Thành Động Năng



Một electron (e^-) bay từ bản âm (A) sang bản dương (B) của một tụ điện. Hiệu điện thế giữa hai bản là $U_{AB} = 25$ V.

Áp dụng định lý động năng: Công của lực điện bằng độ biến thiên động năng.

$$A = W_{\text{đ_sau}} - W_{\text{đ_trước}}$$

$$|q|U_{AB} = (1/2)mv^2 - 0$$

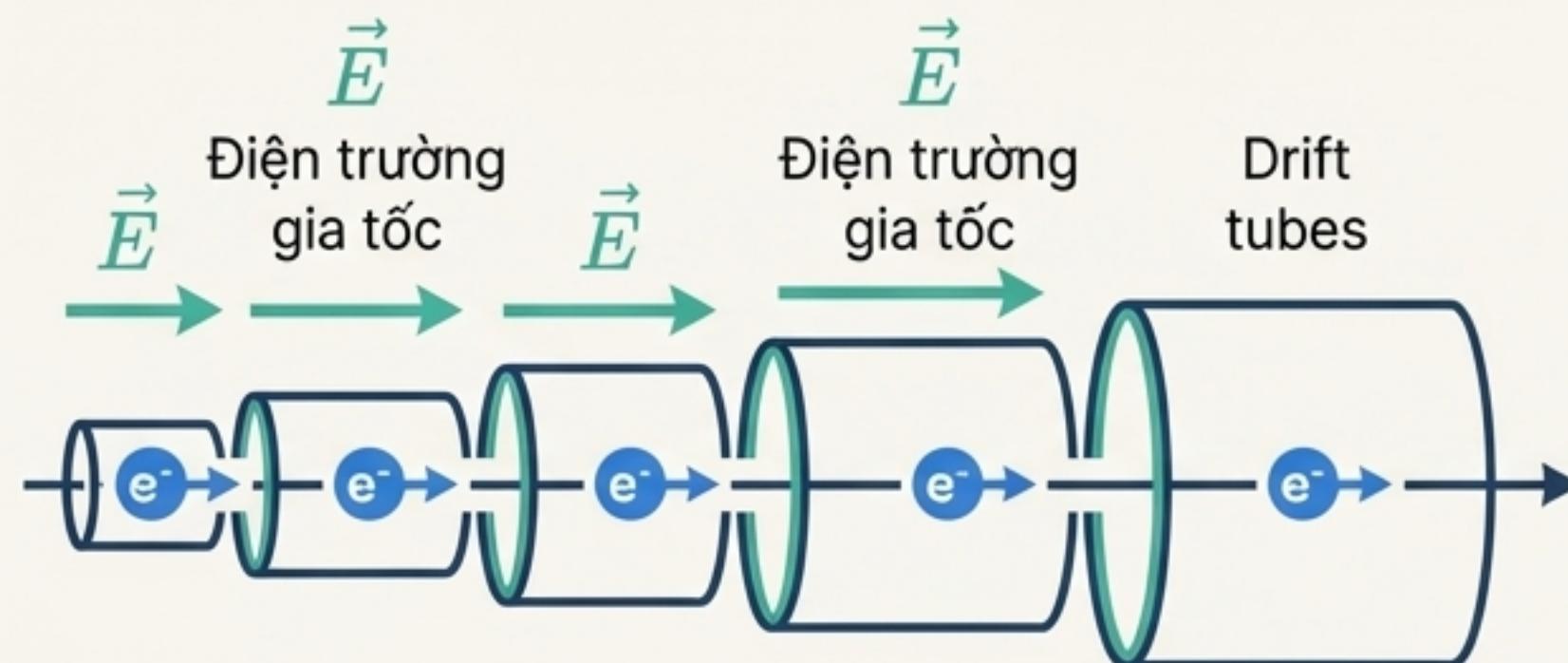
$$v = \sqrt{2|q|U_{AB} / m_e}$$

$$v = \sqrt{2 * (1.6 * 10^{-19}) * (25) / (9.1 * 10^{-31})}$$

$$v \approx 2.96 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

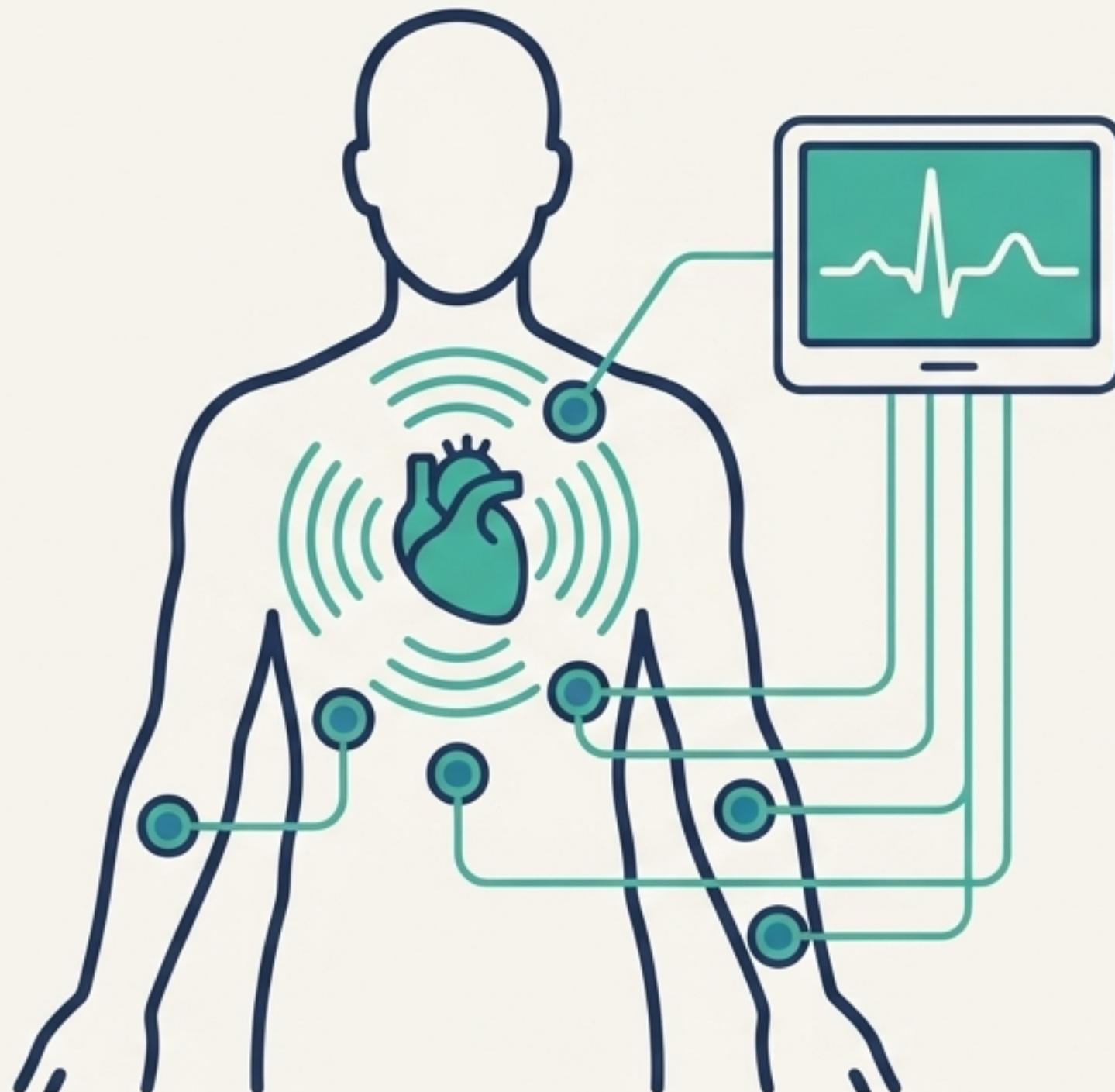
Hiệu điện thế là một cách trực tiếp để cung cấp năng lượng cho các hạt mang điện.

Ứng Dụng Thực Tế #1: Máy Gia Tốc Tuyến Tính



- **Nguyên lý hoạt động:** Các electron được 'đẩy' qua một chuỗi các hiệu điện thế lớn.
- Tại mỗi khe, electron được gia tốc bởi điện trường, nhận thêm một lượng động năng tương ứng: $\Delta W_d = |q|U$.
- Quá trình lặp lại nhiều lần, tạo ra các chùm electron năng lượng cực cao.
- **Ứng dụng:**
 - Y học (xạ trị ung thư)
 - Nghiên cứu vật lý cơ bản

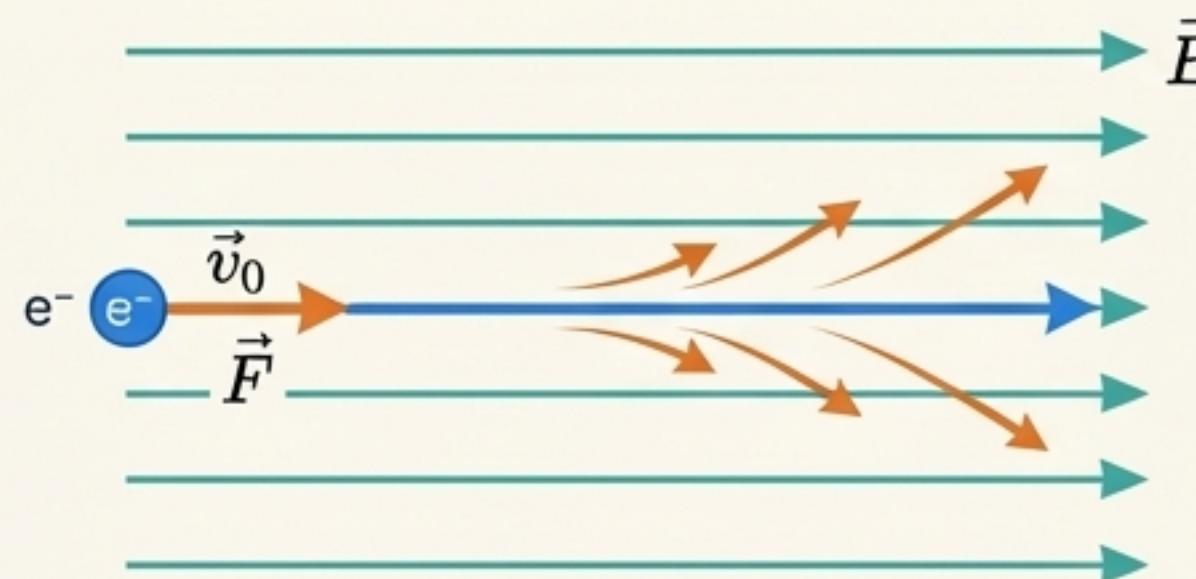
Ứng Dụng Thực Tế #2: Máy Đo Điện Tim (ECG)



- Hoạt động co bóp của tim là một quá trình điện-sinh học, tạo ra các điện trường thay đổi trong cơ thể.
- Máy đo điện tim (ECG) không đo dòng điện, mà đo những **hiệu điện thế** rất nhỏ (cỡ mV) xuất hiện trên bề mặt da.
- Sự thay đổi của các hiệu điện thế này theo thời gian phản ánh chính xác hoạt động của các buồng tim, giúp bác sĩ chẩn đoán các bệnh lý tim mạch.

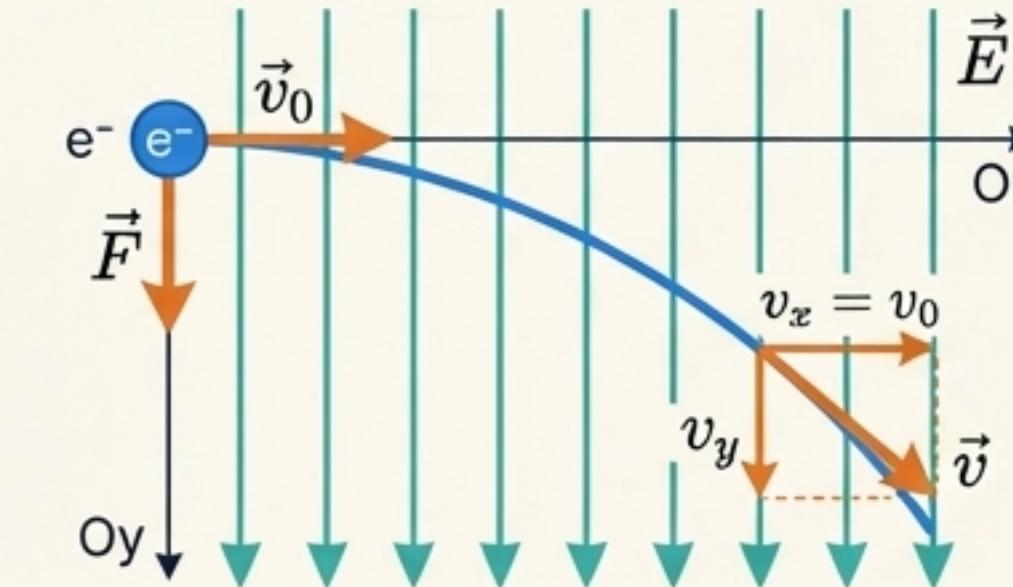
Chuyển Động Của Điện Tích Trong Điện Trường Đều

Vận Tốc Ban Đầu Song Song Với \vec{E}



Lực điện $\vec{F} = q\vec{E}$ cùng phương chuyển động. Điện tích chuyển động thẳng, nhanh dần đều hoặc chậm dần đều.

Vận Tốc Ban Đầu Vuông Góc VỚI \vec{E}



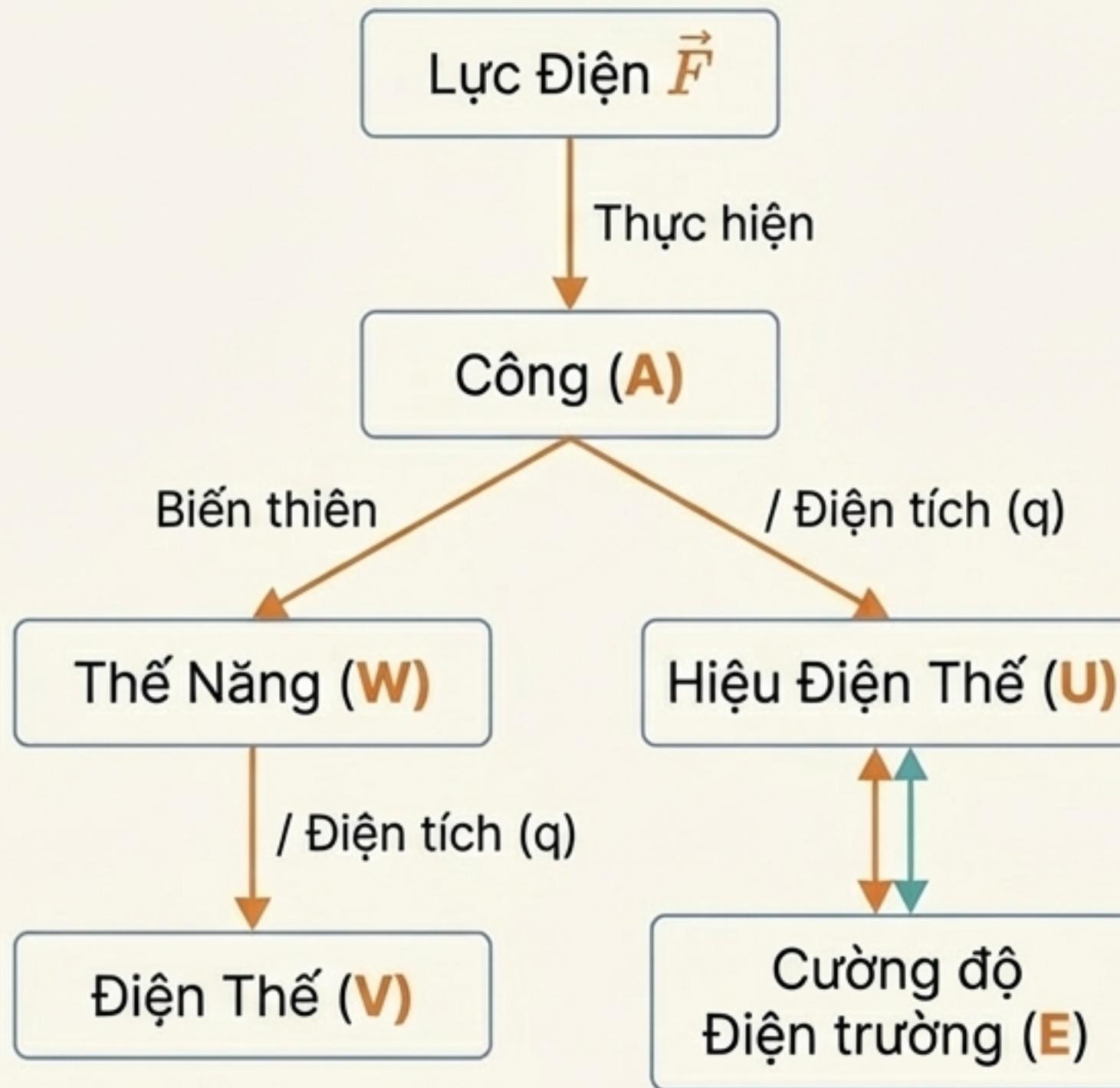
Chuyển động được phân tích thành 2 thành phần:

Theo phương Ox (vuông góc \vec{E}): Chuyển động thẳng đều.

Theo phương Oy (song song \vec{E}): Chuyển động thẳng, nhant dần đều với gia tốc $a = \frac{|q|E}{m}$.

Kết quả: Quỹ đạo là một đường parabol, tương tự như chuyển động ném ngang trong trọng trường.

Sơ Đồ Tổng Kết & Các Công Thức Cốt Lõi



Công của lực điện: $A_{AB} = qEd$

Liên hệ Công - Thể năng: $A_{AB} = W_A - W_B$

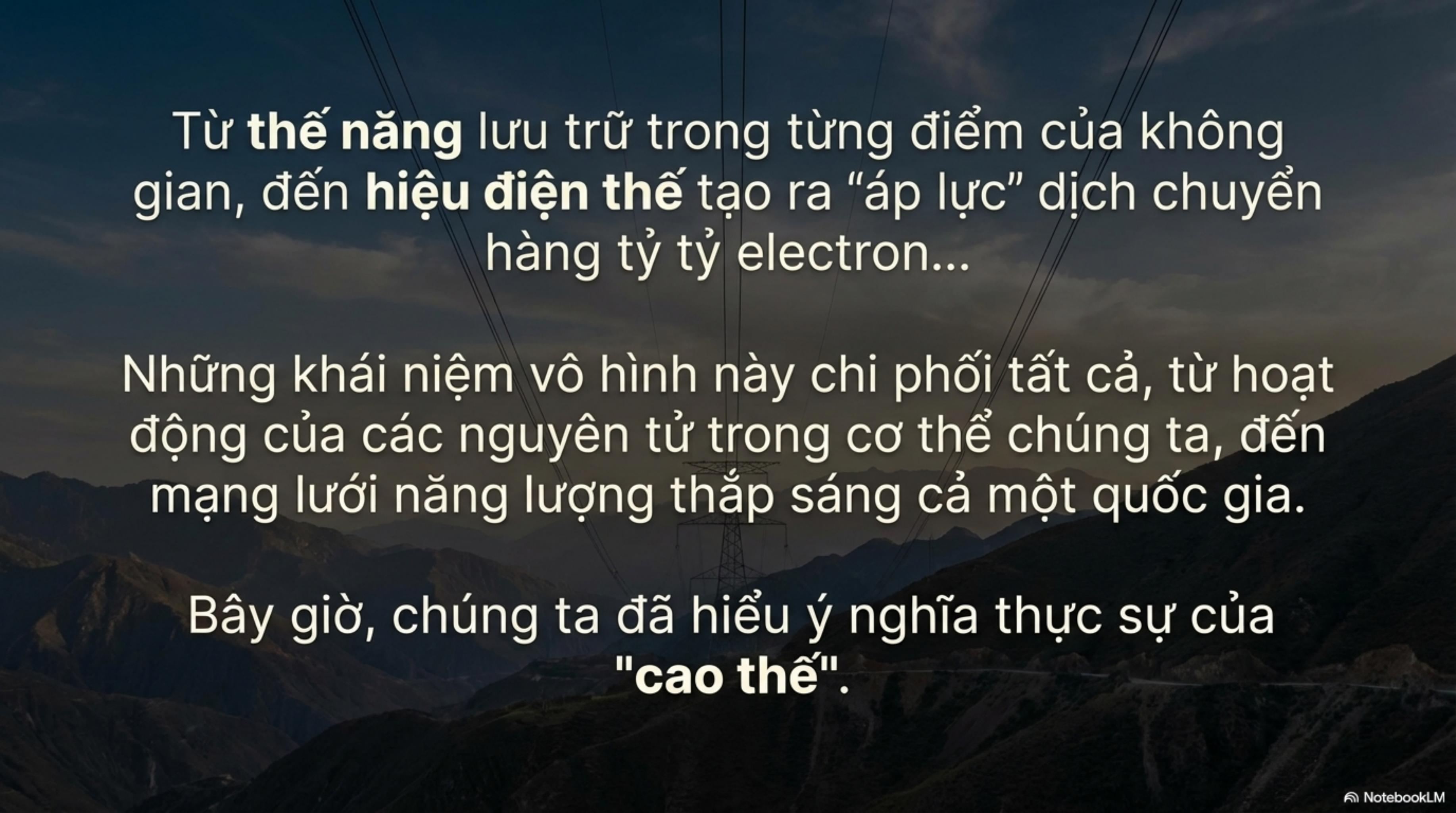
Điện thế: $V_M = \frac{W_M}{q} = \frac{A_{M\infty}}{q}$

Hiệu điện thế: $U_{AB} = V_A - V_B = \frac{A_{AB}}{q}$

Liên hệ E và U: $E = \frac{U}{d}$

Định lý động năng:

$$A = \Delta W_d = \frac{1}{2}m\mathbf{v}_{\text{sau}}^2 - \frac{1}{2}m\mathbf{v}_{\text{trước}}^2$$



Từ **thế năng** lưu trữ trong từng điểm của không gian, đến **hiệu điện thế** tạo ra “áp lực” dịch chuyển hàng tỷ electron...

Những khái niệm vô hình này chi phối tất cả, từ hoạt động của các nguyên tử trong cơ thể chúng ta, đến mạng lưới năng lượng thắp sáng cả một quốc gia.

Bây giờ, chúng ta đã hiểu ý nghĩa thực sự của **“cao thế”**.