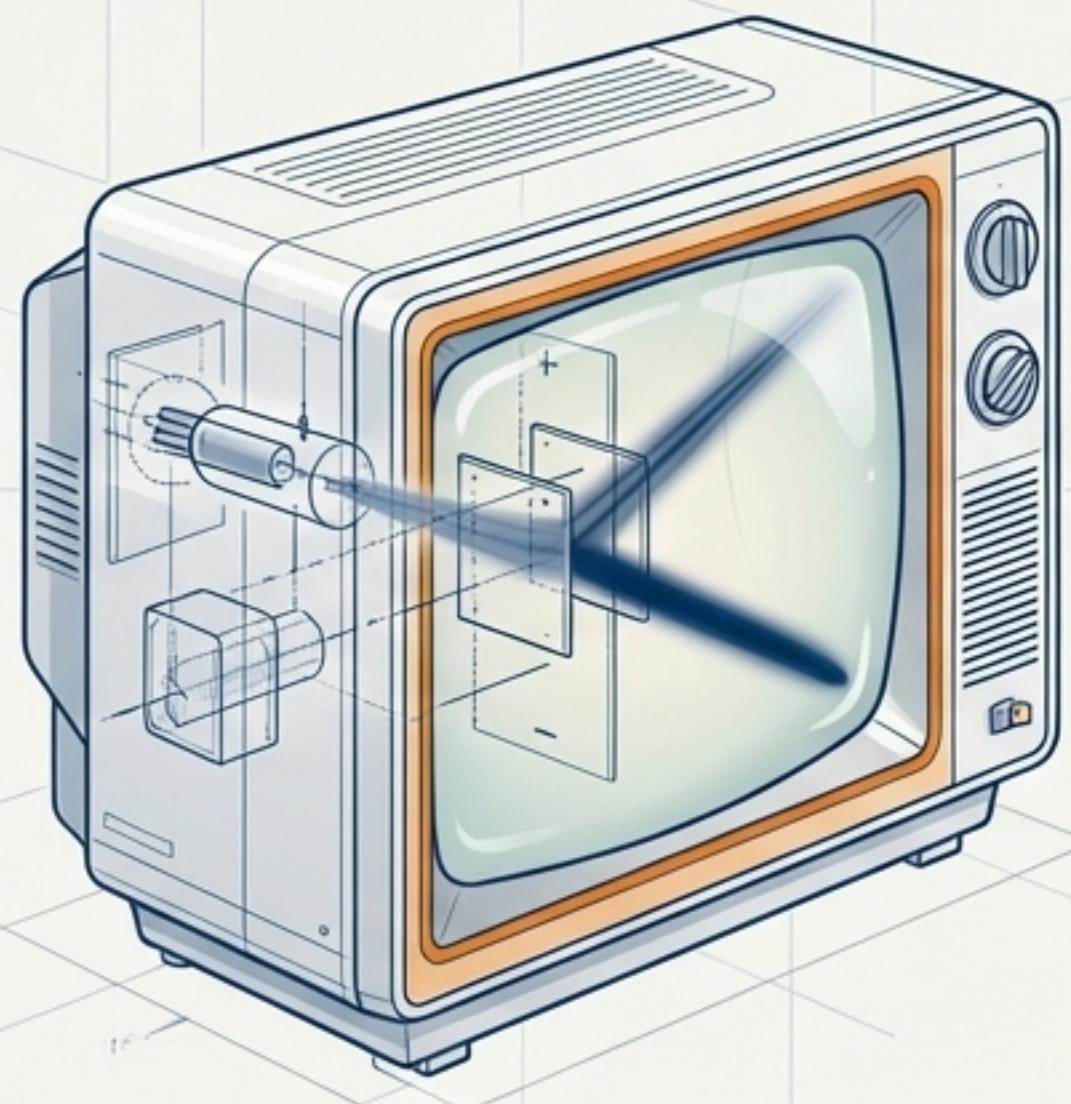


Từ TV cổ điển đến máy lọc không khí: Đâu là sợi dây liên kết vô hình?



Một bên là màn hình TV ống phóng tia cathode (CRT) từ quá khứ, có khả năng “vẽ” nên hình ảnh bằng cách điều khiển một chùm hạt vô hình. Một bên là máy lọc không khí ion âm hiện đại, lặng lẽ làm sạch không gian sống của chúng ta bằng cách loại bỏ những hạt bụi nhỏ nhất.

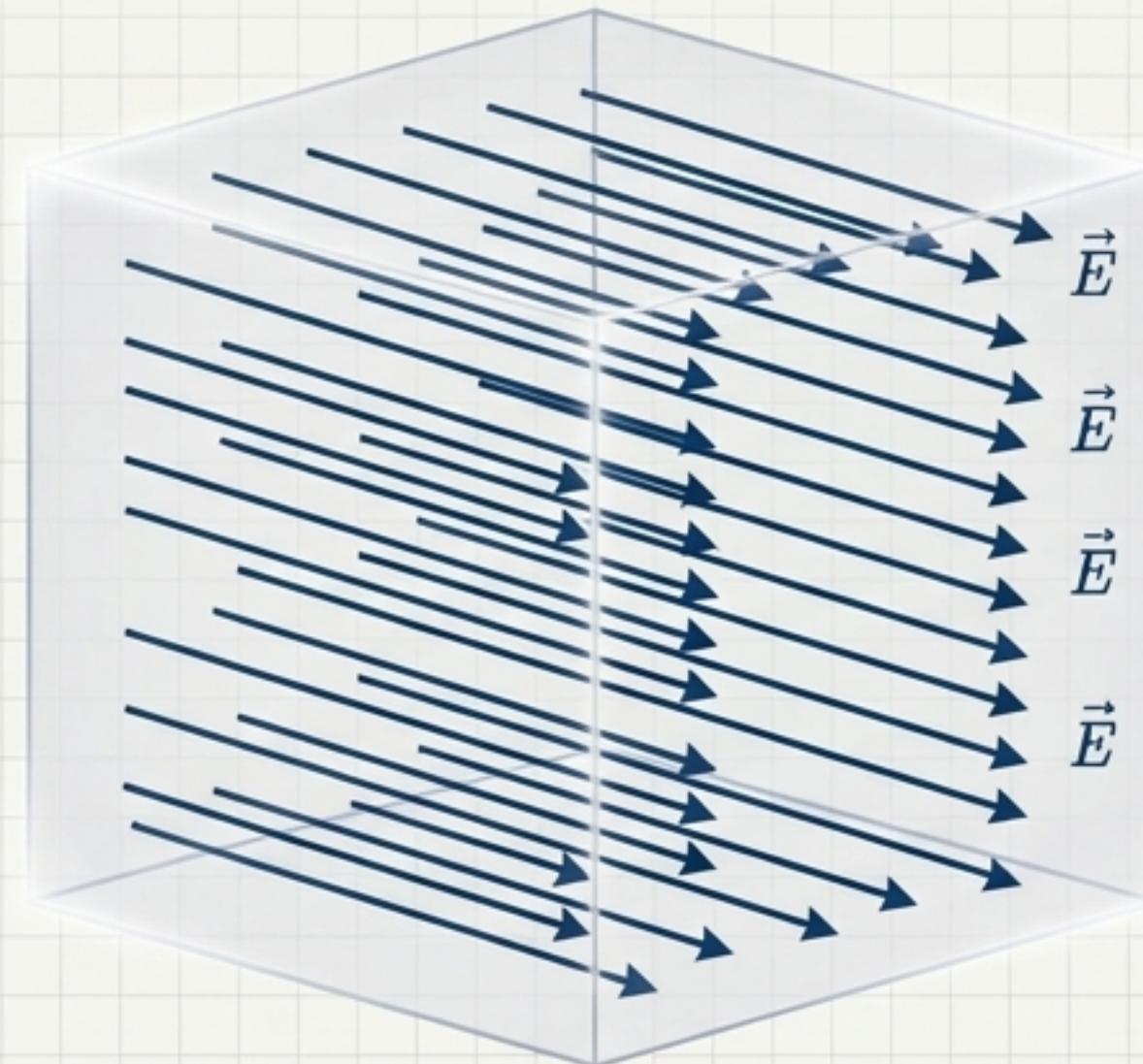
Hai công nghệ này có chung một nguyên tắc vật lý i nền tảng: khả năng điều khiển chính xác chuyển động của các hạt mang điện. Nguyên tắc đó chính là **điện trường**.



Bản thiết kế: Định nghĩa về Trật tự Tuyệt đối

Điện trường đều là gì?

Là một vùng không gian mà tại mọi điểm, vector cường độ điện trường \vec{E} đều có cùng phương, cùng chiều và cùng độ lớn.



Ý nghĩa:

Trong một điện trường đều, lực tác dụng lên một điện tích là không đổi, dù nó ở bất kỳ vị trí nào. Điều này tạo ra một môi trường hoàn hảo để điều khiển chuyển động một cách có thể dự đoán được.

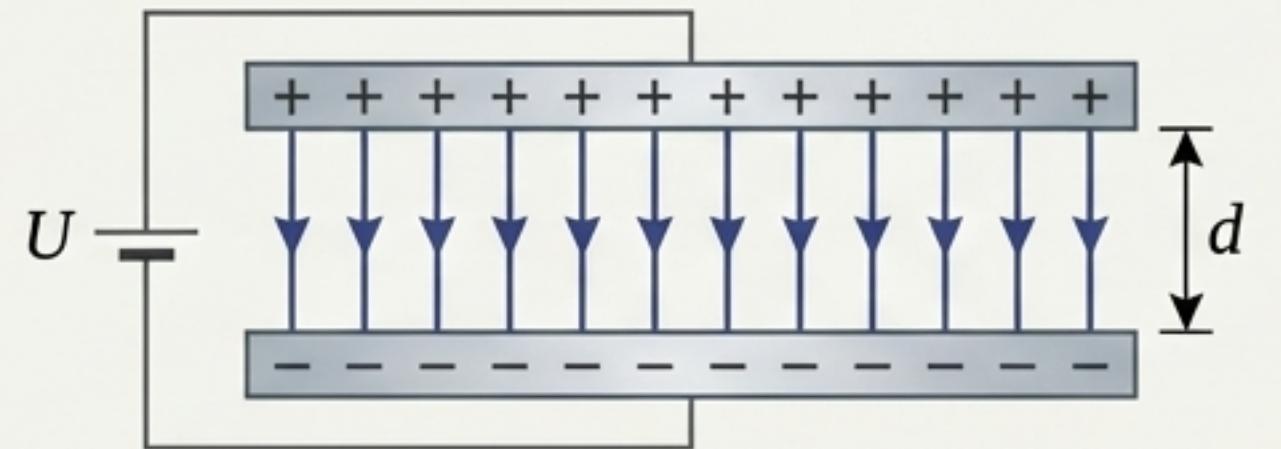
Đặc điểm nhận dạng:

Các đường sức điện là những đường thẳng song song, cách đều nhau.

Xây dựng Điện trường: Bộ công cụ của Kỹ sư

Phương pháp:

Cách phổ biến nhất để tạo ra điện trường đều là sử dụng hai bản kim loại phẳng, nhiễm điện trái dấu, đặt song song và gần nhau.



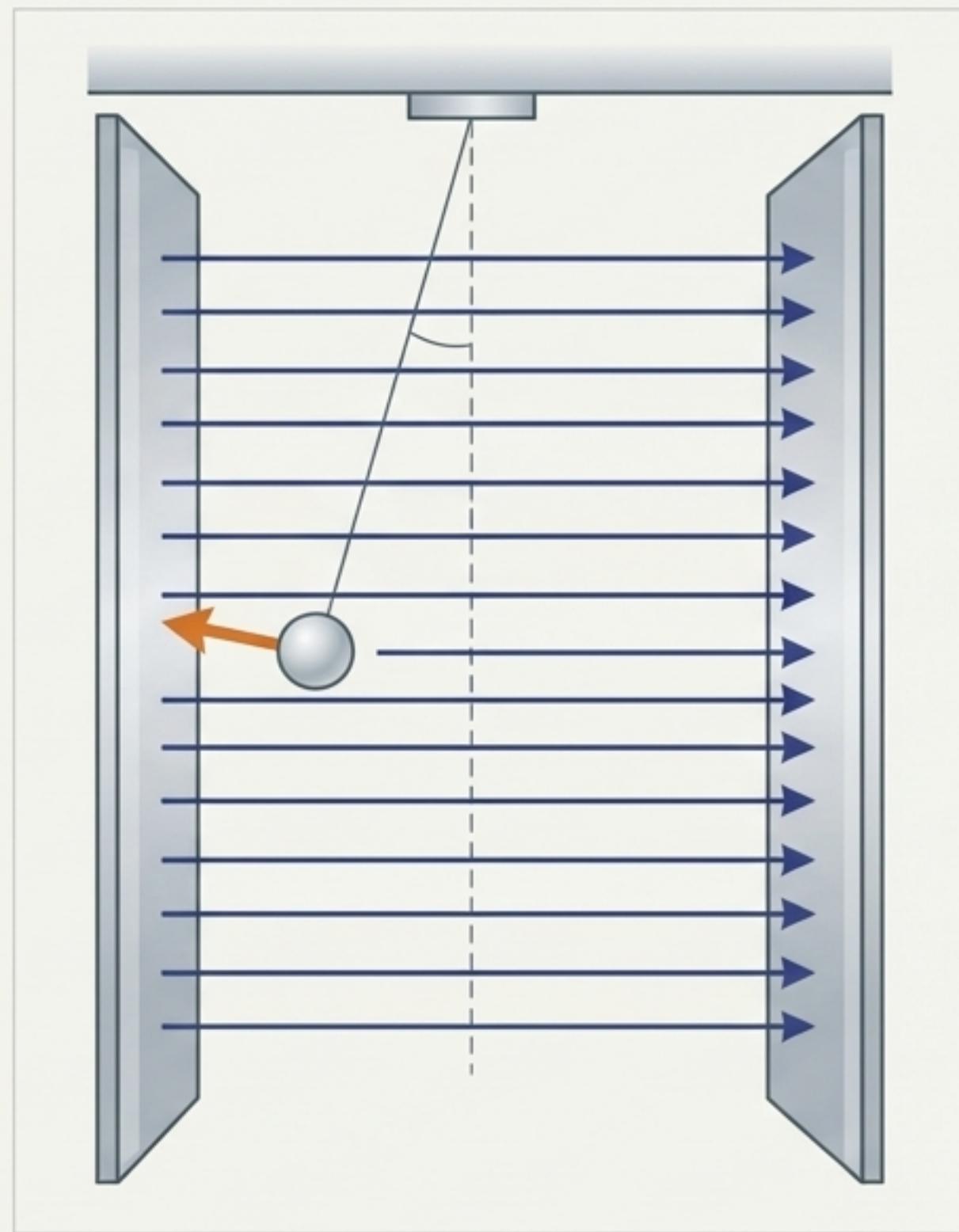
Công thức Vàng:

Mối liên hệ giữa cường độ điện trường (E), hiệu điện thế (U) và khoảng cách (d) giữa hai bản kim loại được mô tả bởi công thức:

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

Các "Tay nắm điều khiển":

- **U (Hiệu điện thế):** Tăng U để làm tăng độ mạnh của điện trường.
- **d (Khoảng cách):** Giảm d để làm tăng độ mạnh của điện trường.
- Công thức này cho phép chúng ta "thiết kế" và tinh chỉnh điện trường theo đúng yêu cầu kỹ thuật.



Thử nghiệm đầu tiên: Tác dụng Lực lên Điện tích

Khi một điện tích điểm q được đặt vào điện trường đều \vec{E} , nó sẽ chịu tác dụng của một lực điện không đổi:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Lực này có phương và chiều phụ thuộc vào dấu của q :

- Nếu $q > 0$, \vec{F} cùng chiều với \vec{E} .
- Nếu $q < 0$, \vec{F} ngược chiều với \vec{E} .

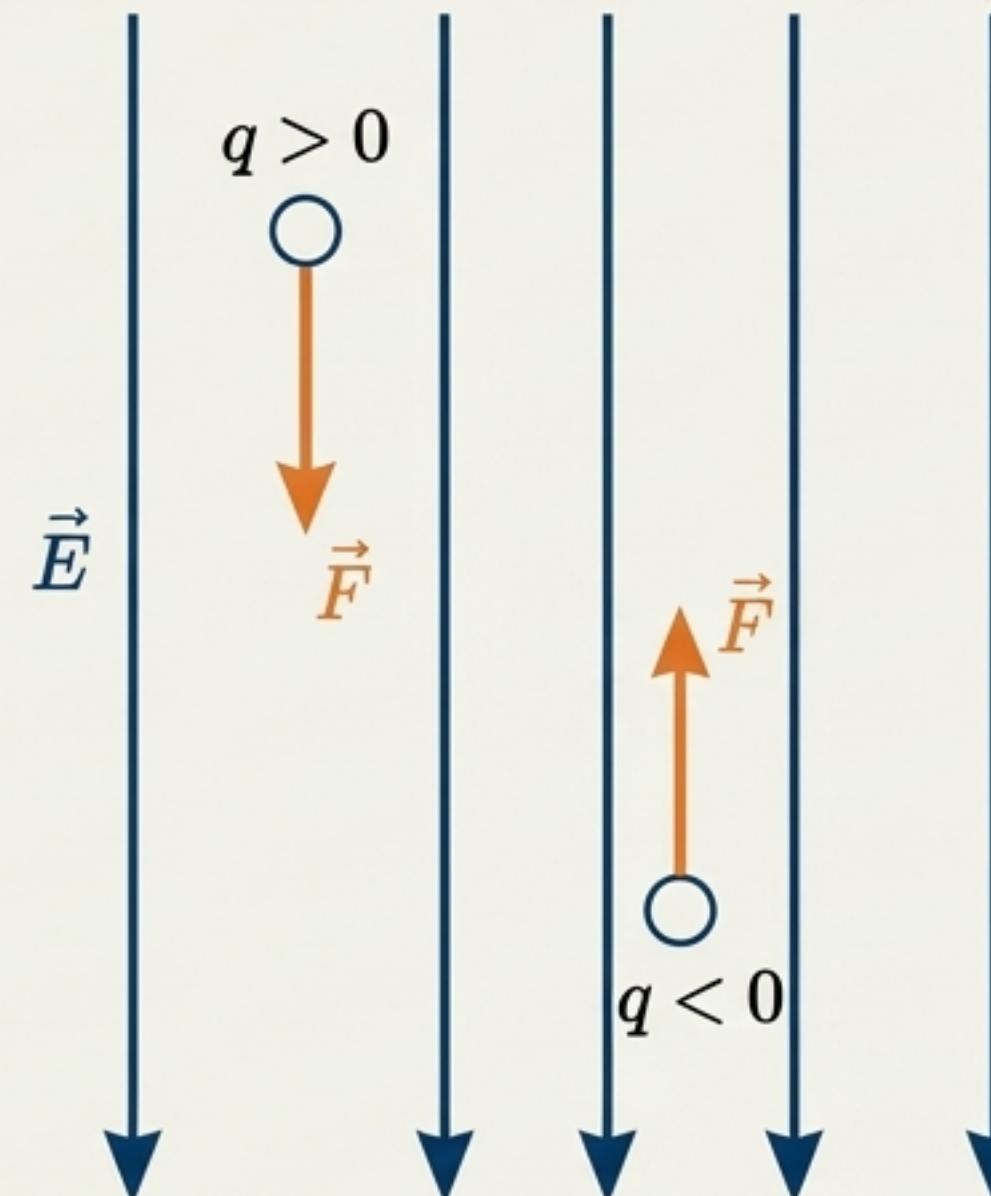
Ví dụ tính toán:

- Xét hai bản phẳng cách nhau $d = 20 \text{ cm} (0,2 \text{ m})$, hiệu điện thế $U = 1000 \text{ V}$.

Cường độ điện trường: $E = \frac{1000V}{0.2m} = 5000 \text{ V/m}$.

Lực tác dụng lên một hạt bụi có điện tích $q = 16 \cdot 10^{-19} \text{ C}$:

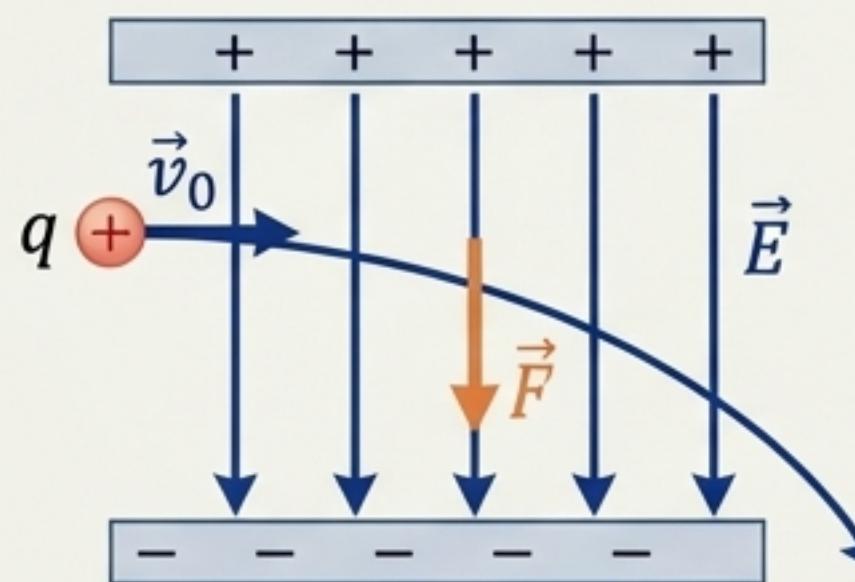
$$F = qE = (16 \cdot 10^{-19})(5000) = 8 \cdot 10^{-15} \text{ N.}$$



Một Quy luật chung: Chuyển động trong Trường Lực không đổi

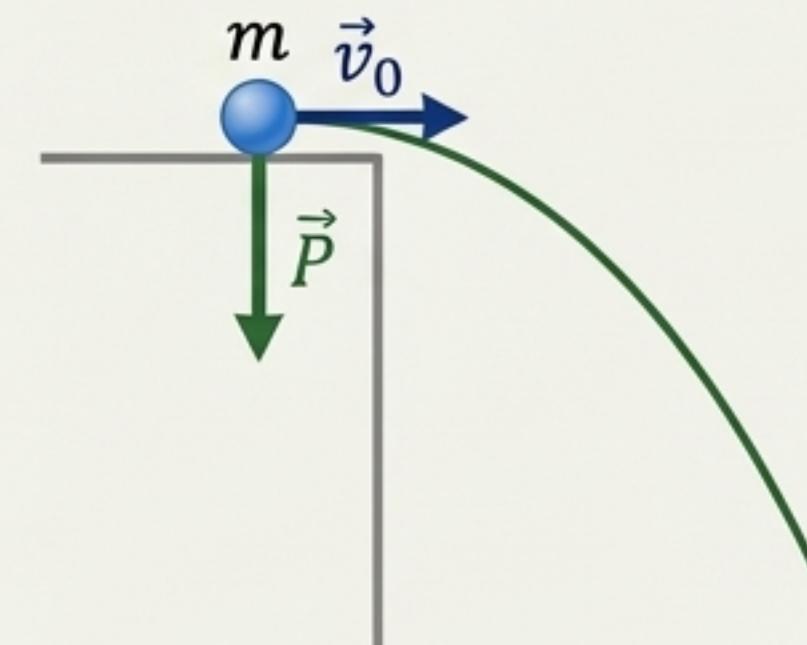
Chuyển động của một điện tích bay vào điện trường đều (vuông góc với đường sức) có sự tương tự đáng kinh ngạc với chuyển động của một vật bị ném ngang trong trọng trường.

Điện trường đều



- **Hạt:** Điện tích q
- **Lực:** Lực điện \vec{F} không đổi.
- **Gia tốc:** $a = \frac{F}{m} = \frac{|q|E}{m}$

Trọng trường đều



- **Hạt:** Vật có khối lượng m
- **Lực:** Trọng lực \vec{P} không đổi.
- **Gia tốc:** $a = g$ (gia tốc rơi tự do)

Trong cả hai trường hợp, khi **vận tốc ban đầu vuông góc với lực**, quỹ đạo thu được đều là một đường **parabol**.

"Vẽ" nên Quỹ đạo: Phương trình Parabol của sự Kiểm soát

Bằng cách phân tích chuyển động theo hai phương độc lập (Ox và Oy), chúng ta có thể thiết lập phương trình quỹ đạo cho một điện tích bay vào điện trường đều.

**Phân tích chuyển động:

Theo phương Ox (song song với vận tốc ban đầu \vec{v}_0): Chuyển động thẳng đều.

$$x = v_0 t \quad (1)$$

Theo phương Oy (vuông góc với \vec{v}_0): Chuyển động thẳng biến đổi đều với gia tốc $a_y = \frac{|q|E}{m}$.

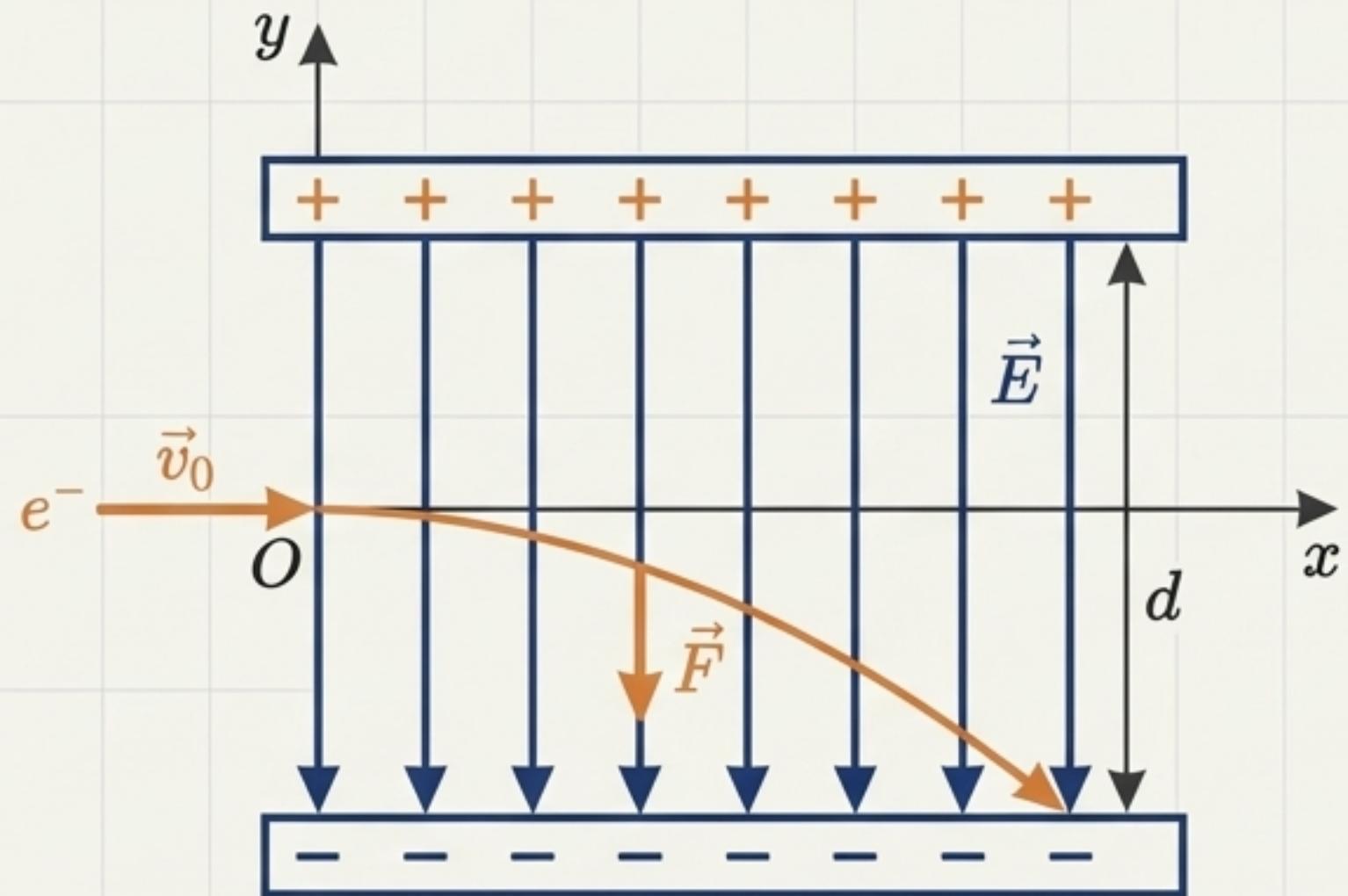
$$y = \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{|q|E}{2m} t^2 \quad (2)$$

**Phương trình quỹ đạo:

Từ (1) và (2), ta có:

$$y = \left(\frac{|q|E}{2mv_0^2} \right) x^2$$

Đây là phương trình của một đường parabol, chứng tỏ chúng ta có thể kiểm soát hoàn hảo quỹ đạo bằng cách thay đổi E hoặc v_0 .

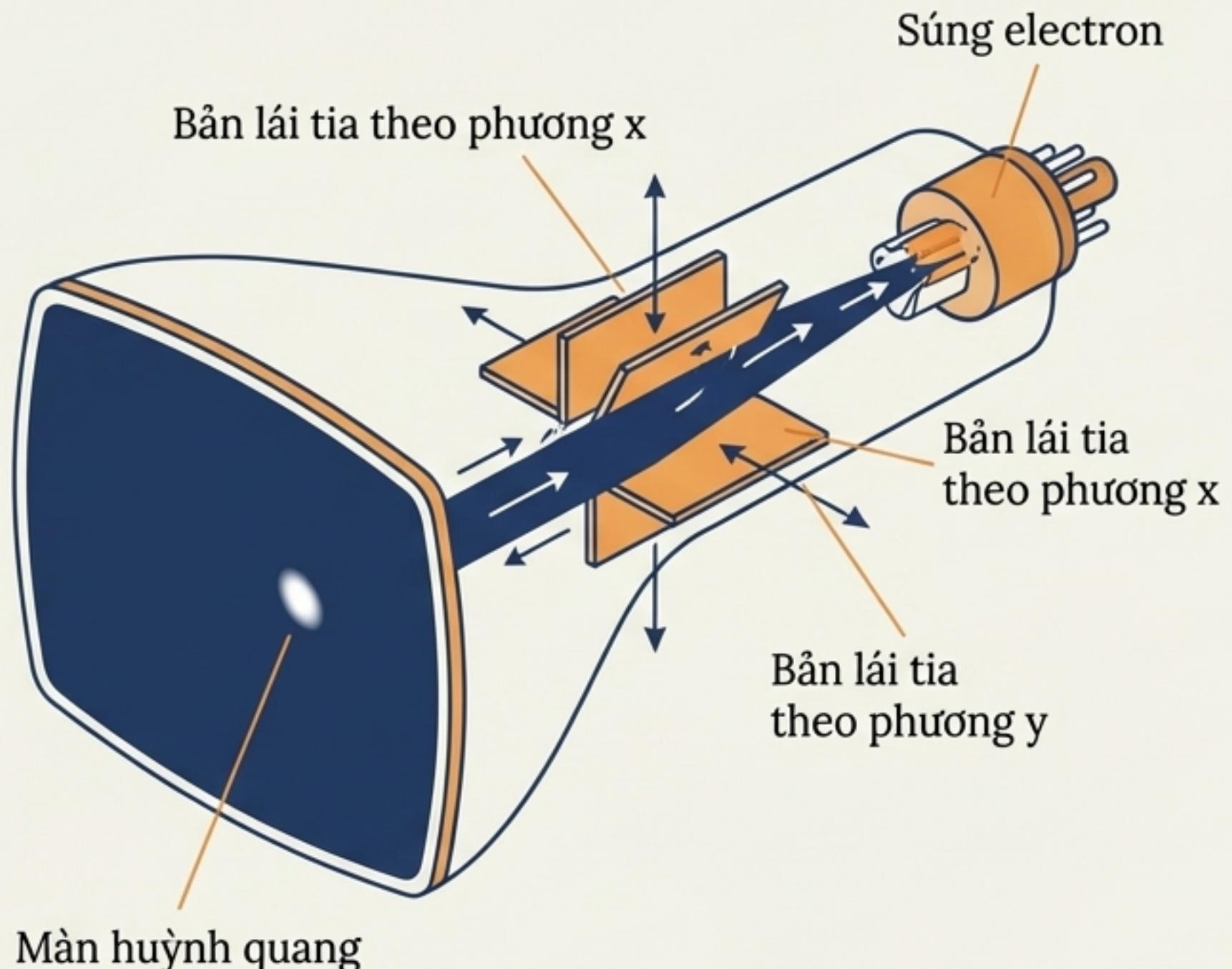


Công nghệ trong Chuyển động (I): "Vẽ" bằng Chùm electron

Ống phóng tia điện tử (CRT), trái tim của TV và màn hình máy tính cũ, là một ứng dụng kinh điển của điện trường đều.

Cấu tạo và Nguyên lý:

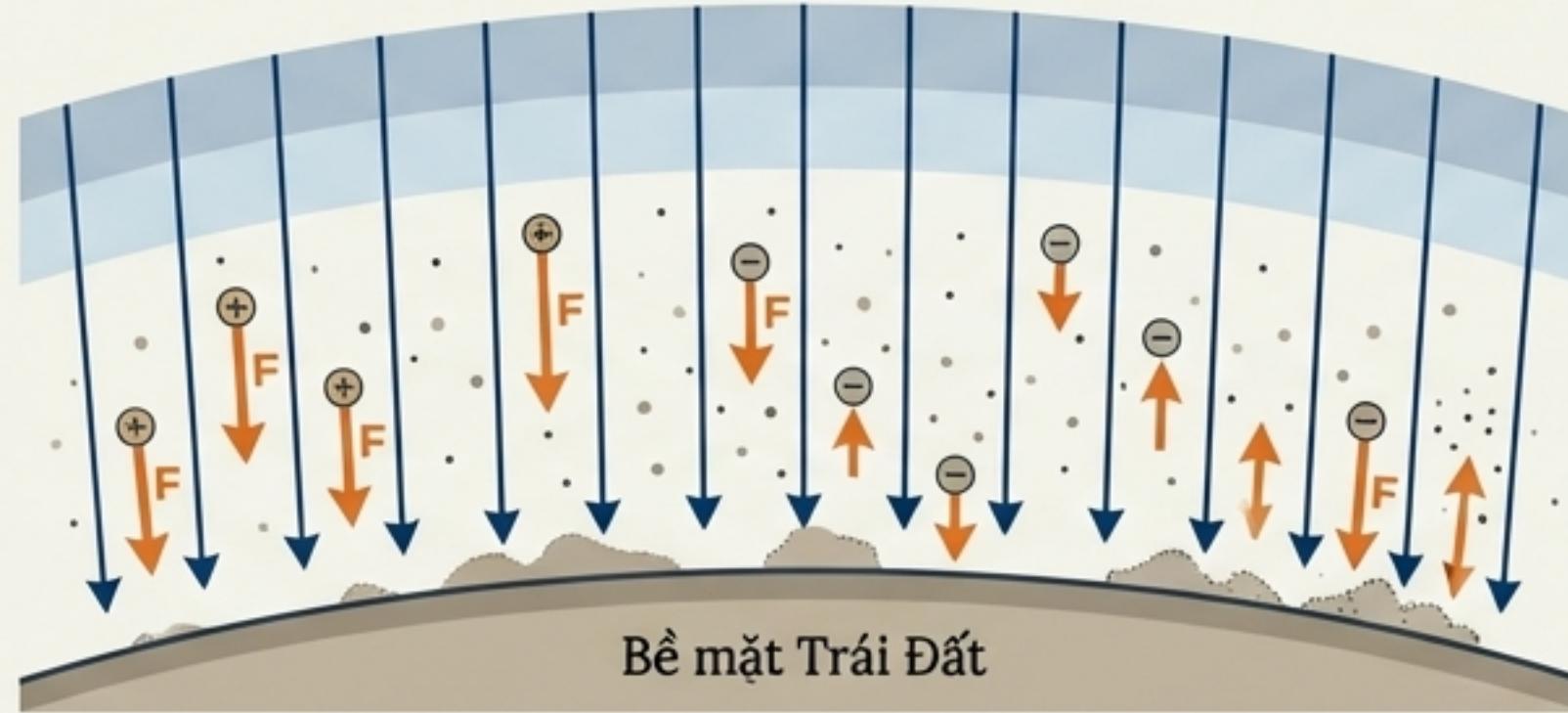
- Súng electron:** Phát ra một chùm electron tốc độ cao.
- Hệ thống lái tia:** Gồm hai cặp bản kim loại (lái tia theo phương x và phương y). Mỗi cặp tạo ra một điện trường đều.
- Điều khiển:** Bằng cách thay đổi hiệu điện thế (U) trên các cặp bản lái tia, ta có thể điều khiển chính xác góc lệch của chùm electron.
- Màn huỳnh quang:** Chùm electron đập vào màn, tạo ra điểm sáng. Bằng cách quét chùm tia cực nhanh trên toàn bộ màn hình, hình ảnh được tạo ra.



Công nghệ trong Chuyển động (II): Từ Điện trường Trái Đất đến Không khí Sạch

Điện trường của Trái Đất:

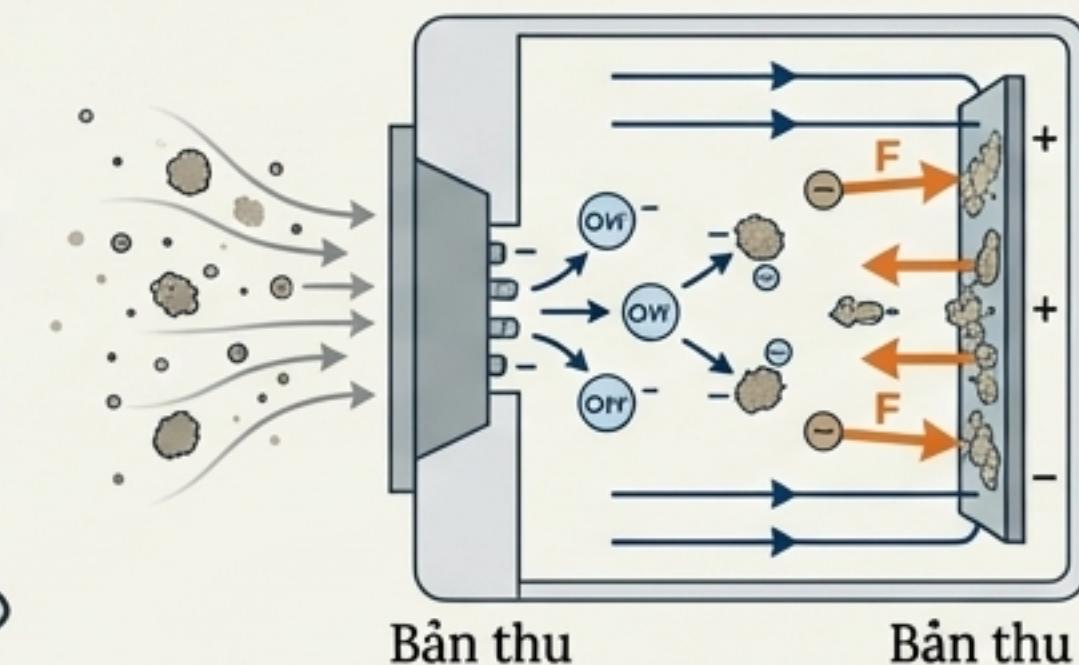
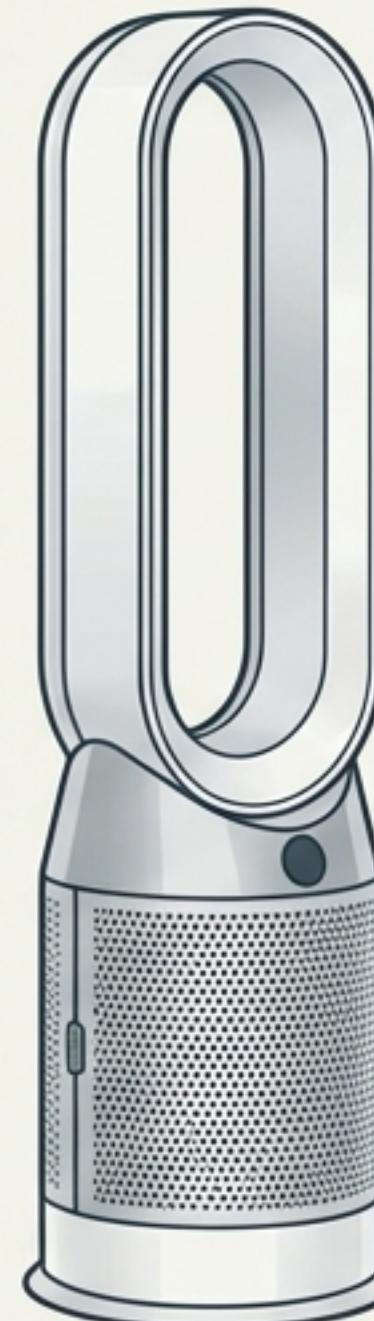
Bề mặt Trái Đất tồn tại một điện trường đều tự nhiên, hướng thẳng đứng từ trên xuống, với cường độ khoảng 100 V/m - 200 V/m.



Hiệu ứng tự nhiên:

Điện trường này tác dụng lực lên các hạt bụi, phấn hoa, khói... thường bị nhiễm điện trong không khí, khiến chúng có xu hướng lâng xuống mặt đất.

Ứng dụng trong Máy lọc không khí:



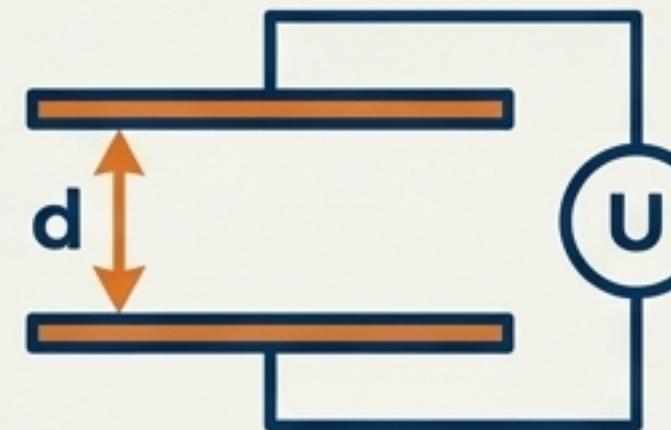
1. Các máy lọc không khí ion âm phát ra các ion âm (ví dụ OH^-).
2. Các ion này tích điện cho các hạt bụi mịn lơ lửng.
3. Một điện trường nhân tạo bên trong máy (hoặc điện trường Trái Đất) sẽ hút các hạt bụi đã nhiễm điện này vào các bản thu hoặc làm chúng lâng xuống, giúp làm sạch không khí.

Những Nguyên tắc Vàng của Kỹ sư Điện trường



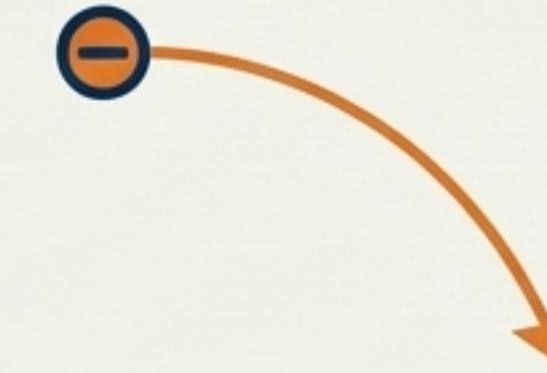
1.

Điện trường đều là môi trường có trật tự tuyệt đối. Vector cường độ điện trường tại mọi điểm là như nhau.



2.

Có thể "chế tạo" điện trường **đều**. Công cụ chính là hai bản phẳng song song, nhiễm điện trái dấu. Cường độ được kiểm soát bởi công thức $E = U/d$.



3.

Quỹ đạo Parabol là kết quả của sự kiểm soát. Một điện bay vào điện trường đều theo phương vuông góc với đường sút sẽ luôn chuyển động theo quỹ đạo parabol có thể dự đoán và tính toán được.

Thách thức Tư duy: Định hình Quỹ đạo của Ion

Bạn đã nắm vững các công cụ. Nay giờ, hãy áp dụng chúng.

Bài toán:

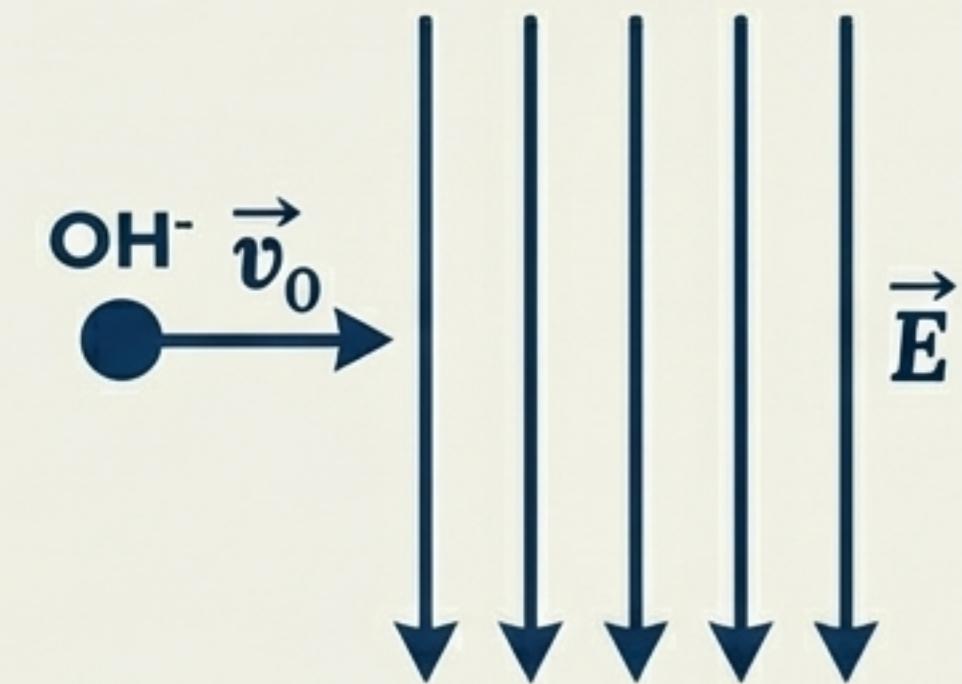
Một máy lọc không khí phát ra ion OH^- có các thông số:

 **Khối lượng (m):** $2,833 \cdot 10^{-26}$ kg

 **Điện tích (q):** $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C

 **Vận tốc ban đầu (v_0):** 20 m/s, song song với mặt đất.

 **Điện trường Trái Đất (E):** 114 V/m, hướng xuống.



Câu hỏi:

1. Lực điện tác dụng lên ion này có hướng như thế nào?
2. Hãy mô tả quỹ đạo chuyển động của nó.
3. Làm thế nào để thay đổi quỹ đạo này một cách có chủ đích?