

# Năng Lượng Tiềm Ẩn trong Điện Trường: Một Câu Chuyện Quen Thuộc?

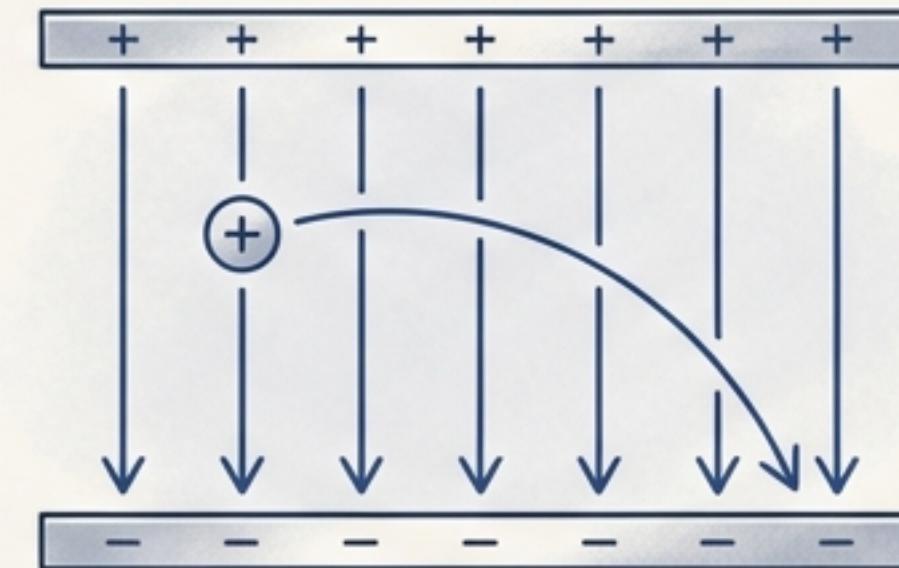


## Trọng Trường

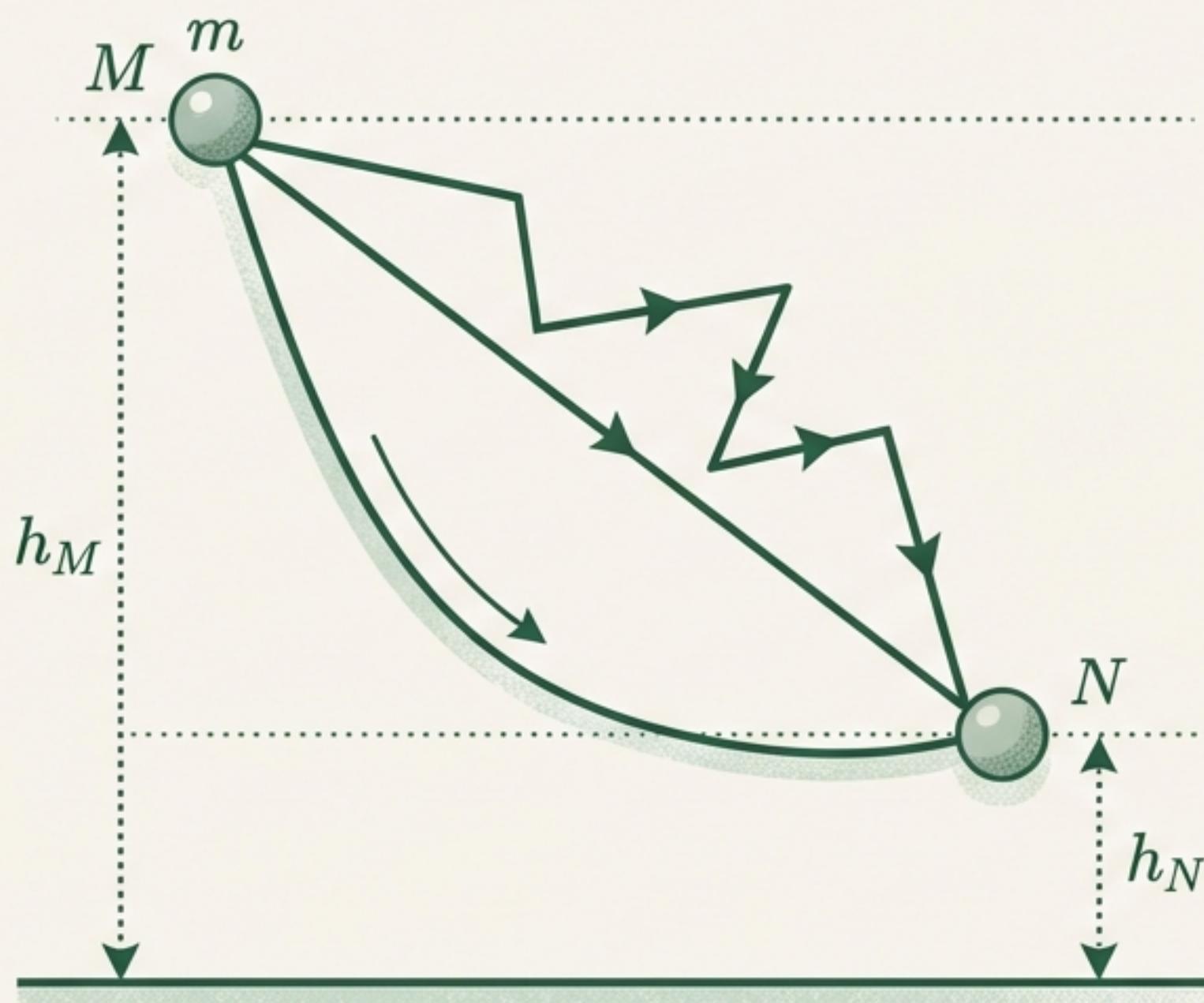
Chúng ta đều hiểu vì sao vật thể rơi. Công và năng lượng trong trọng trường là những khái niệm trực quan.

## Điện Trường

Nhưng điều gì quyết định sự di chuyển của một điện tích? Liệu các quy luật tương tự có được áp dụng?



# Ôn tập: Công của Trọng Lực



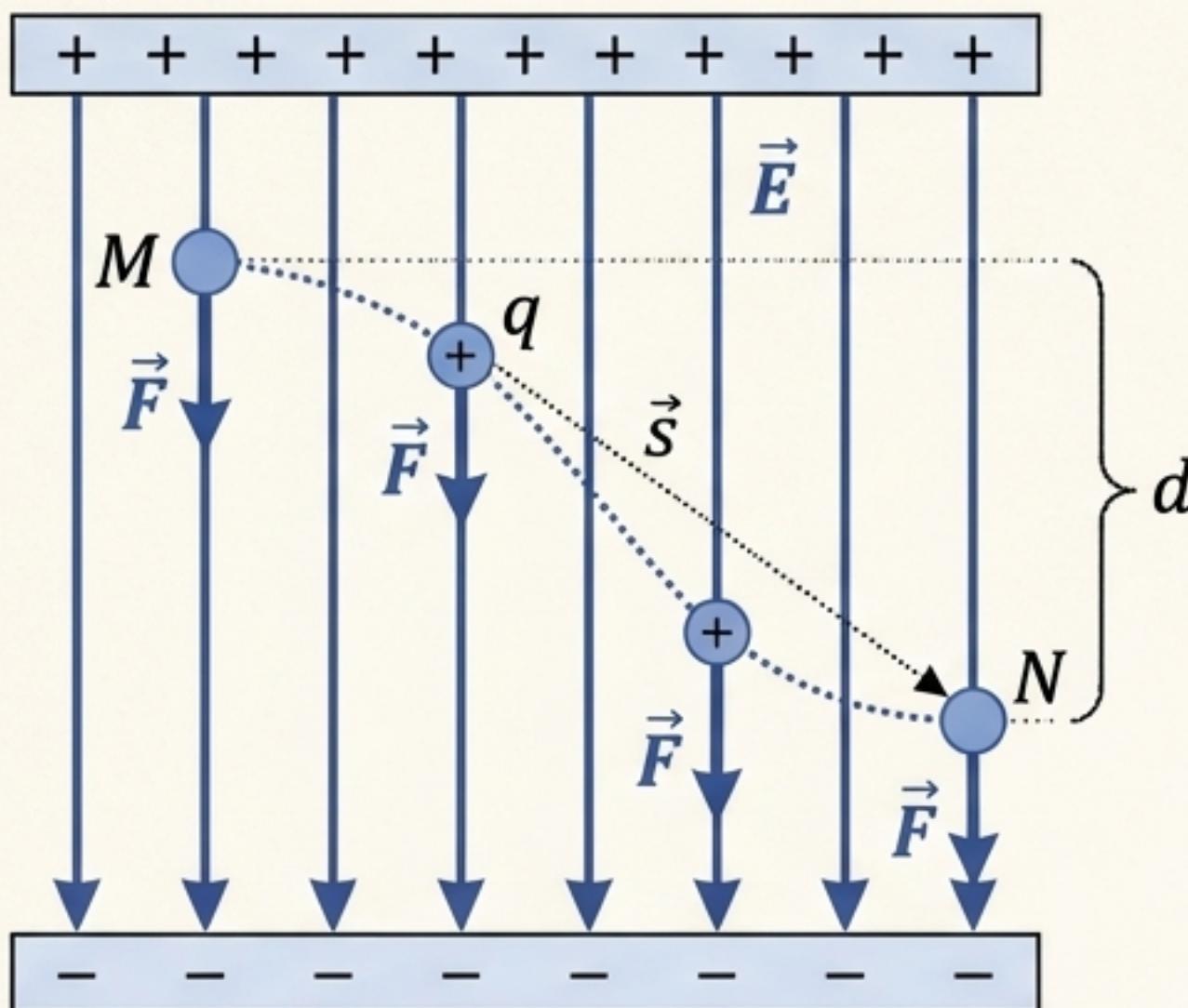
Công do trọng lực sinh ra khi một vật di chuyển từ  $M$  đến  $N$  chỉ phụ thuộc vào độ chênh lệch độ cao giữa hai điểm, không phụ thuộc vào hình dạng đường đi.

Đây là định nghĩa của một **lực thế** (**conservative force**).

$$A_{MN} = mg * (h_M - h_N)$$

Công  $A$  không đổi, bất kể bạn chọn con đường nào.

# Công của Lực Điện trong Điện Trường Đều



- Tương tự như trọng lực, lực điện  $F = qE$  tác dụng lên điện tích  $q$  cũng là một lực không đổi trong điện trường đều. Khi điện tích  $q$  di chuyển từ  $M$  đến  $N$ , lực điện sinh ra một công  $A_{MN}$ .

$$A_{MN} = qEd$$

" $q$ ": Điện tích (tương tự khối lượng  $m$ )

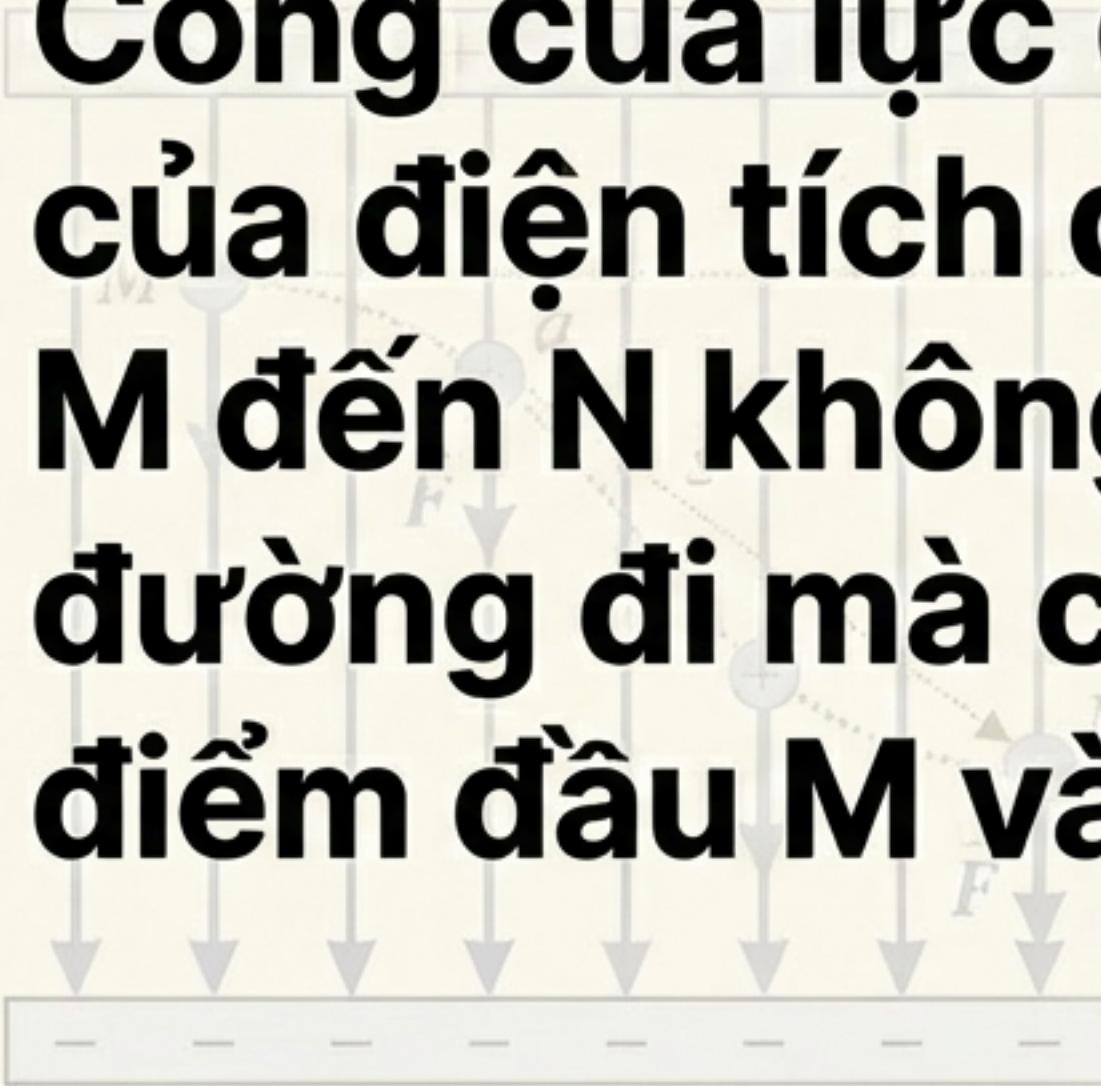
" $E$ ": Cường độ điện trường (tương tự gia tốc trọng trường  $g$ )

" $d$ ": Hình chiếu của quãng đường lênh phương của đường sức điện (tương tự độ cao  $h$ )

# Ý Tưởng Lớn: Công Không Phụ Thuộc Vào Đường Đi

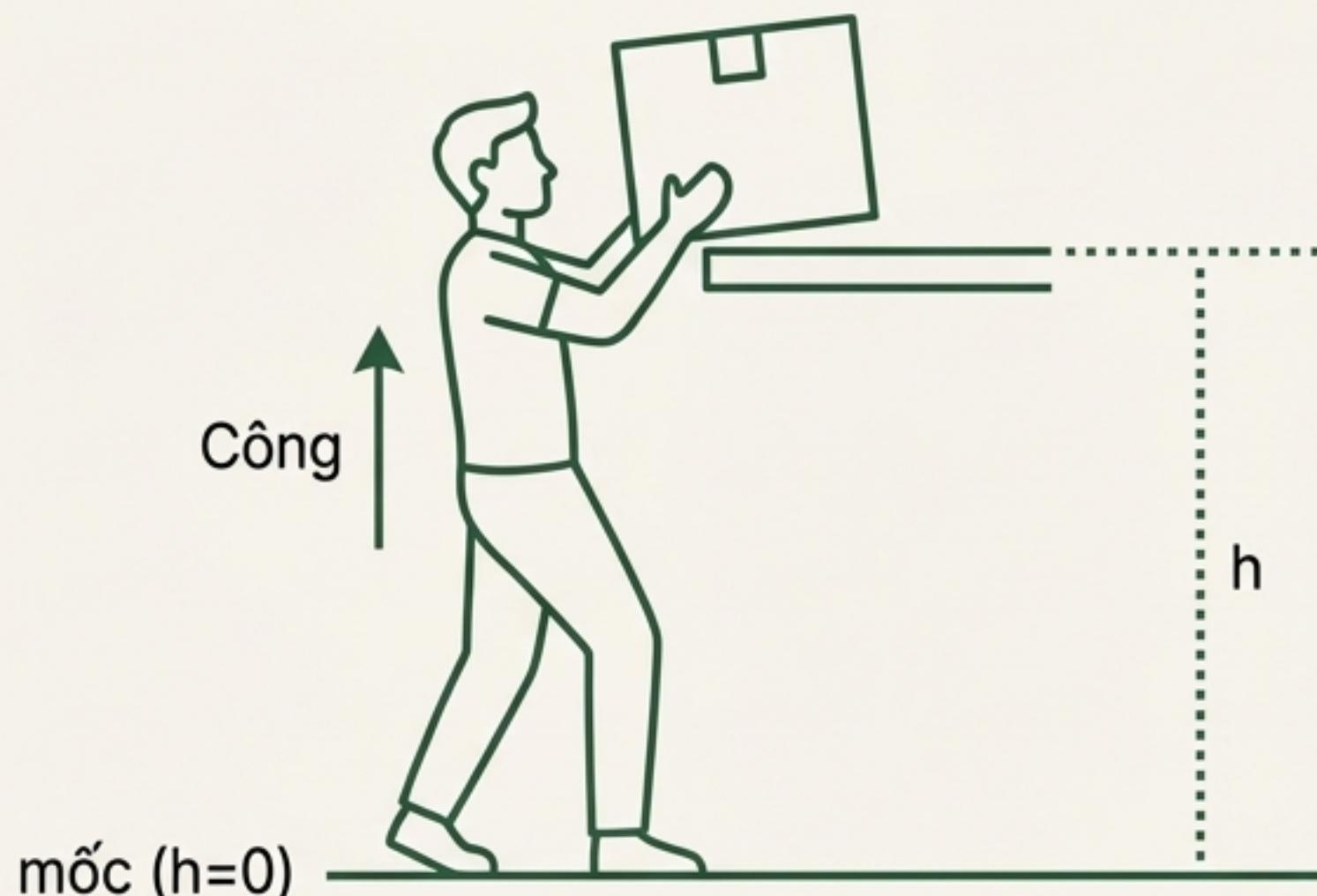
**Công của lực điện trong sự dịch chuyển  
của điện tích q trong điện trường đều từ  
M đến N không phụ thuộc vào hình dạng  
đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của  
điểm đầu M và điểm cuối N.**

$$A_1 = A_2$$



“Đây là tính chất chung của một số trường lực như trường tĩnh điện, trường trọng lực,...”

# Từ Công đến Thế Năng: Câu Chuyện của Trọng Trường



Công mà chúng ta thực hiện để nâng một vật lên cao được lưu trữ dưới dạng **Thế năng trọng trường**.

Thế năng này đặc trưng cho khả năng sinh công của trọng trường khi vật được thả ra.

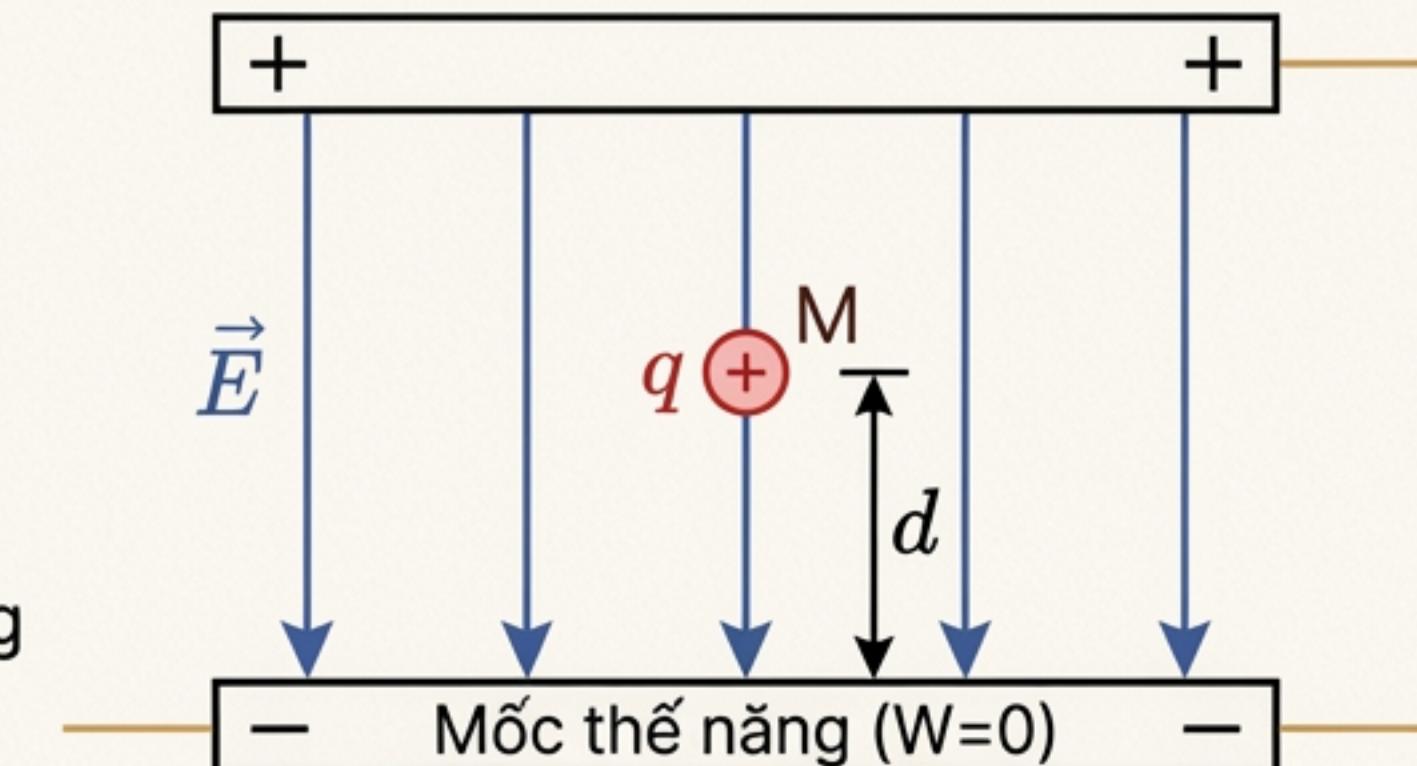
Nó luôn được xác định so với một **mốc** (ví dụ: mặt đất).

$$U = mgh$$

Thế năng là công mà trọng trường có thể sinh ra khi vật di chuyển từ độ cao ' $h$ ' về mốc.

# Định nghĩa Thế Năng Điện trong Điện Trường Đều

Thế năng tại M được đo bằng công của lực điện khi  $q$  di chuyển từ M tới một điểm mốc được chọn.



$$W_M = A_{M \rightarrow \text{mốc}} = qEd$$

(Trong đó  $d$  là khoảng cách từ M đến bản cực âm).

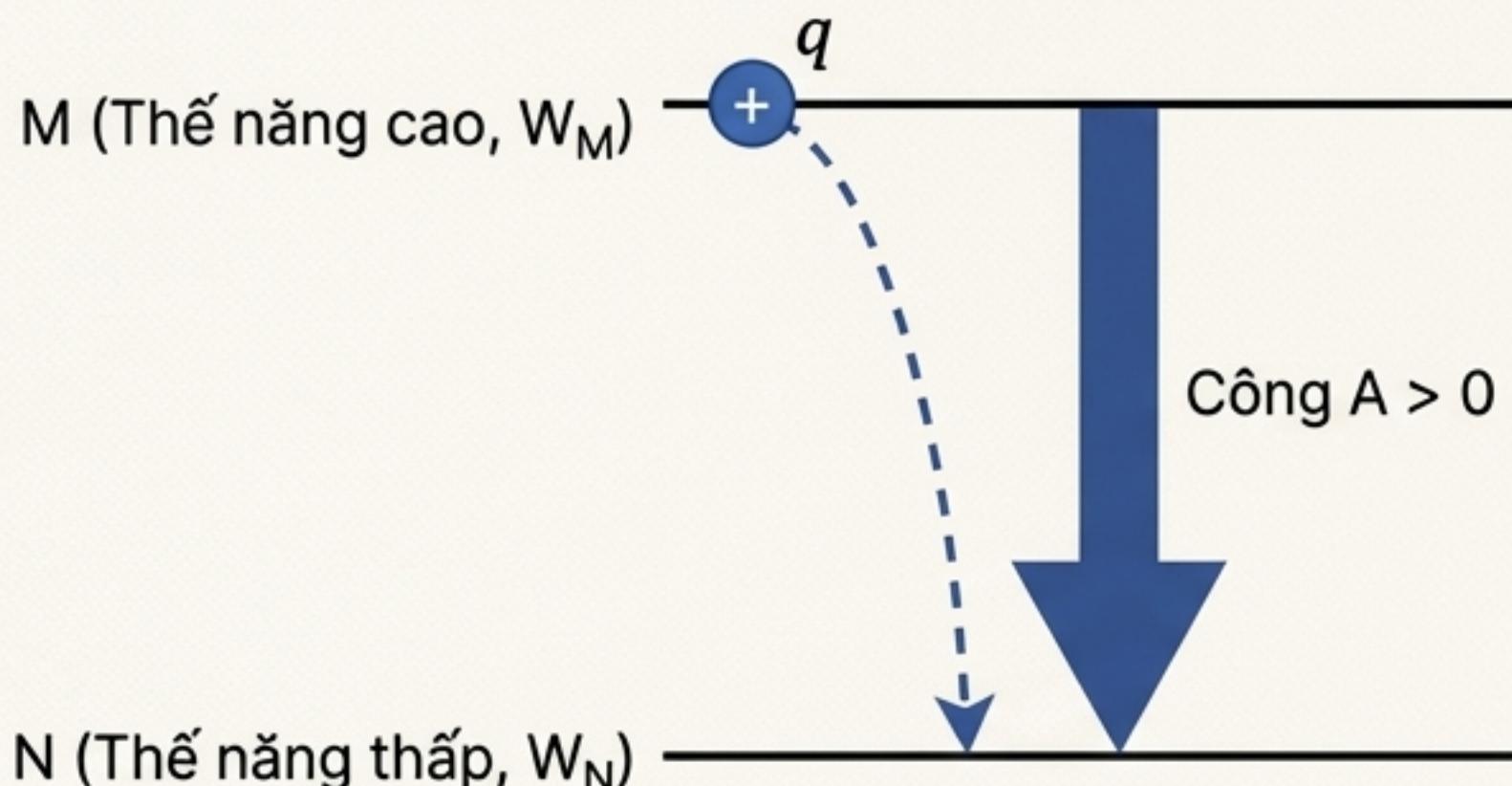
Tương tự, **Thế năng điện**  $W_M$  của một điện tích  $q$  tại điểm M đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường khi điện tích  $q$  đặt tại điểm đó.

Trong điện trường đều, chúng ta thường chọn **bản cực âm** làm mốc thế năng ( $W=0$ ).

# Mối Liên Hệ Giữa Công và Thế Năng

$$A_{MN} = W_M - W_N$$

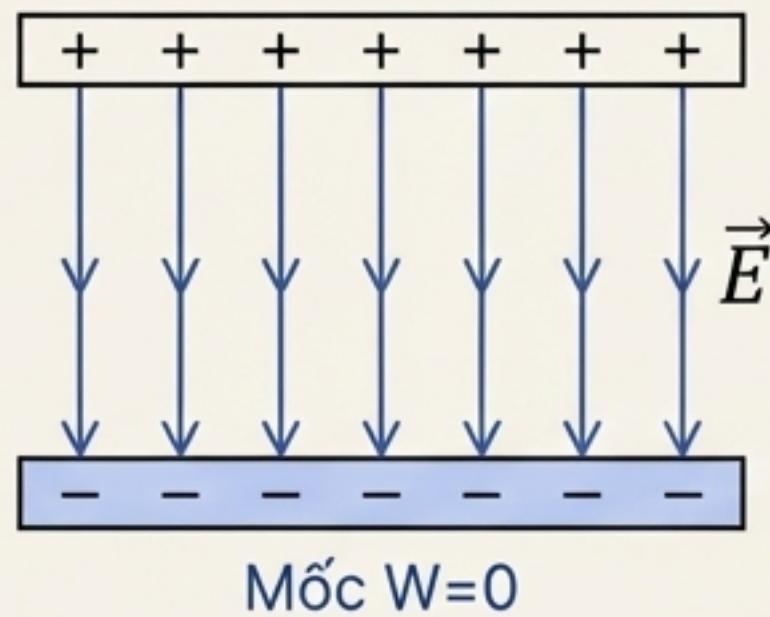
Công do lực điện sinh ra khi điện tích di chuyển từ điểm M đến điểm N bằng độ giảm thế năng điện của điện tích trong điện trường.



- Nếu  $A_{MN} > 0$  (lực điện sinh công dương):  
Thế năng giảm ( $W_M > W_N$ ). Điện tích di chuyển theo chiều điện trường.
- Nếu  $A_{MN} < 0$  (lực điện sinh công âm):  
Thế năng tăng ( $W_M < W_N$ ). Điện tích di chuyển ngược chiều điện trường.

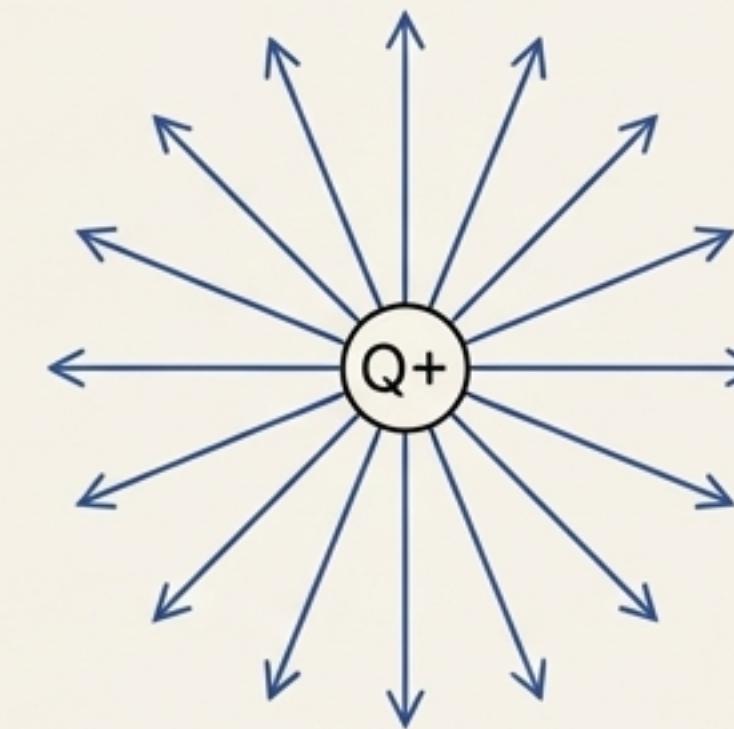
# Vấn Đề Chọn Mốc: ‘Mặt Đất’ ở Đâu trong Không Gian?

## Điện trường đều



Dễ dàng! Chúng ta có thể chọn bản cực âm làm mốc ‘W=0’.

## Điện trường bất kỳ



Ở đây thì sao? Không có 'bản cực'. Chúng ta cần một quy ước chung cho mọi trường hợp.

# Quy Ước Mới: Chọn Mốc ở Vô Cực

Đối với một điện trường bất kỳ (ví dụ: do một điện tích điểm gây ra), các nhà vật lý chọn mốc thế năng ở một điểm rất xa, gọi là **vô cực**.



Tại vô cực, lực điện gần như bằng không, vì vậy việc đặt thế năng bằng không ( $W_\infty = 0$ ) là một lựa chọn tự nhiên và thuận tiện.

**Định nghĩa tổng quát:** Thế năng của một điện tích  $q$  tại điểm  $M$  trong điện trường bất kỳ bằng công của lực điện tác dụng lên  $q$  khi  $q$  di chuyển từ  $M$  ra vô cực.

$$W_M = A_{M\infty}$$

# Điện Thé (V) - Đặc Trưng Riêng của Điện Trường

## The Observation

Thực nghiệm cho thấy thế năng  $W_M$  tại một điểm luôn tỉ lệ thuận với điện tích thử  $q$ .

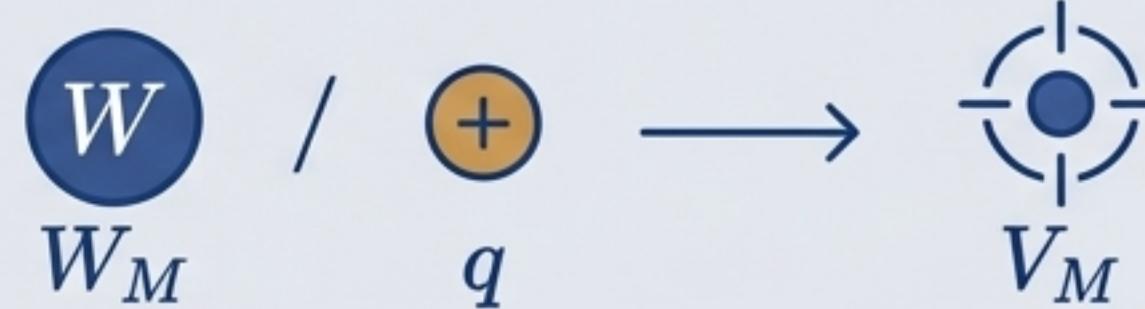
$$W_M \sim q$$

## The Abstraction

Điều này cho phép chúng ta định nghĩa một đại lượng mới không phụ thuộc vào  $q$ , mà chỉ đặc trưng cho điện trường tại điểm M. Đó là **Điện thế  $V_M$** .

### The Definition

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

$$\frac{W}{W_M} / \frac{+}{q} \longrightarrow \frac{V}{V_M}$$


## The Interpretation

Điện thế là thế năng trên một đơn vị diện tích.

Đơn vị: Vôn (V).

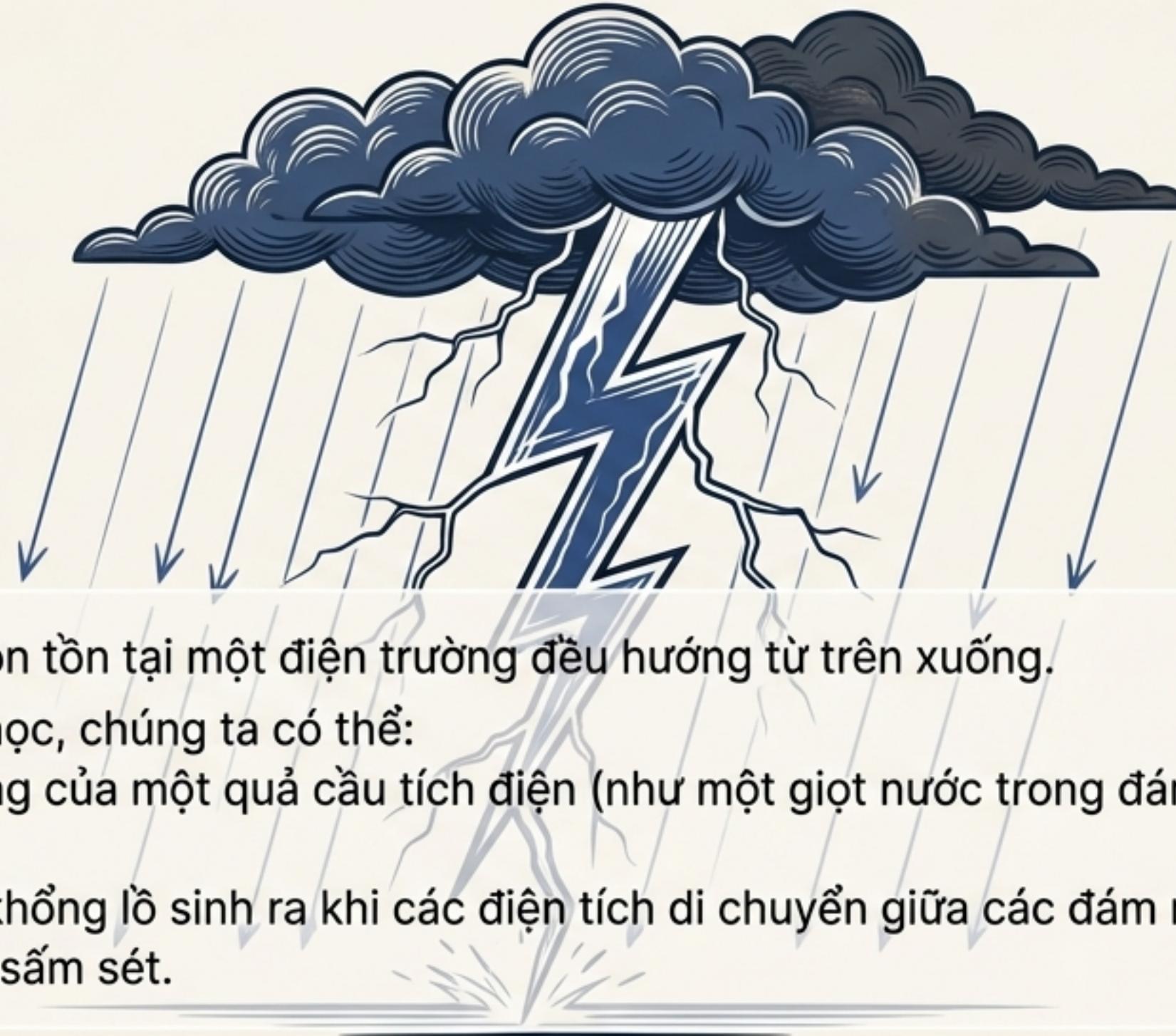
# Tổng Hợp: Hai Lĩnh Vực, Một Câu Chuyện

Đặc Điểm	Trọng Trường (Gravity)	Điện Trường Tĩnh (Electrostatics)
Nguồn gốc	Khối lượng $m$ 	Điện tích $q$ 
Lực	Lực hấp dẫn: $F_g = mg$ (gần mặt đất)	Lực điện: $F_E = qE$
Tính chất Lực	Lực thế (Công không phụ thuộc đường đi)	Lực thế (Công không phụ thuộc đường đi)
Thể Năng	$U = mgh$ (Phụ thuộc khối lượng)	$W = qV$ (Phụ thuộc điện tích)
Đại lượng riêng của trường	Thể hấp dẫn (liên quan đến $g$ và $h$ )	Điện thế $V = \frac{W}{q}$ (Không phụ thuộc điện tích thử $q$ )
Công	$A_{MN} = U_M - U_N$ (Độ giảm thể năng)	$A_{MN} = W_M - W_N$ (Độ giảm thể năng)

# Những Gì Bạn Đã Học

- ✓ Công của lực điện trong sự dịch chuyển của điện tích  $q$  không phụ thuộc vào hình dạng của đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của điểm đầu  $M$  và điểm cuối  $N$ .
- ✓ Thế năng của một điện tích  $q$  trong điện trường đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường khi điện tích  $q$  đặt tại điểm đang xét.
- ✓ Công thức cho trường đều:  $W_M = qEd$
- ✓ Công thức cho trường bất kỳ (mốc ở vô cực):  $W_M = A_{M\infty}$

# Từ Lý Thuyết đến Thực Tế: Năng Lượng trong Khí Quyển



Bầu khí quyển Trái Đất luôn tồn tại một điện trường đều hướng từ trên xuống.

Với những kiến thức vừa học, chúng ta có thể:

- Xác định được thế năng của một quả cầu tích điện (như một giọt nước trong đám mây) trong điện trường của Trái Đất.
- Tính toán được công khổng lồ sinh ra khi các điện tích di chuyển giữa các đám mây hoặc giữa mây và đất, tạo ra hiện tượng sấm sét.

Vật lý không chỉ là công thức, đó là cách để hiểu năng lượng tiềm ẩn đang vận hành quanh ta.