

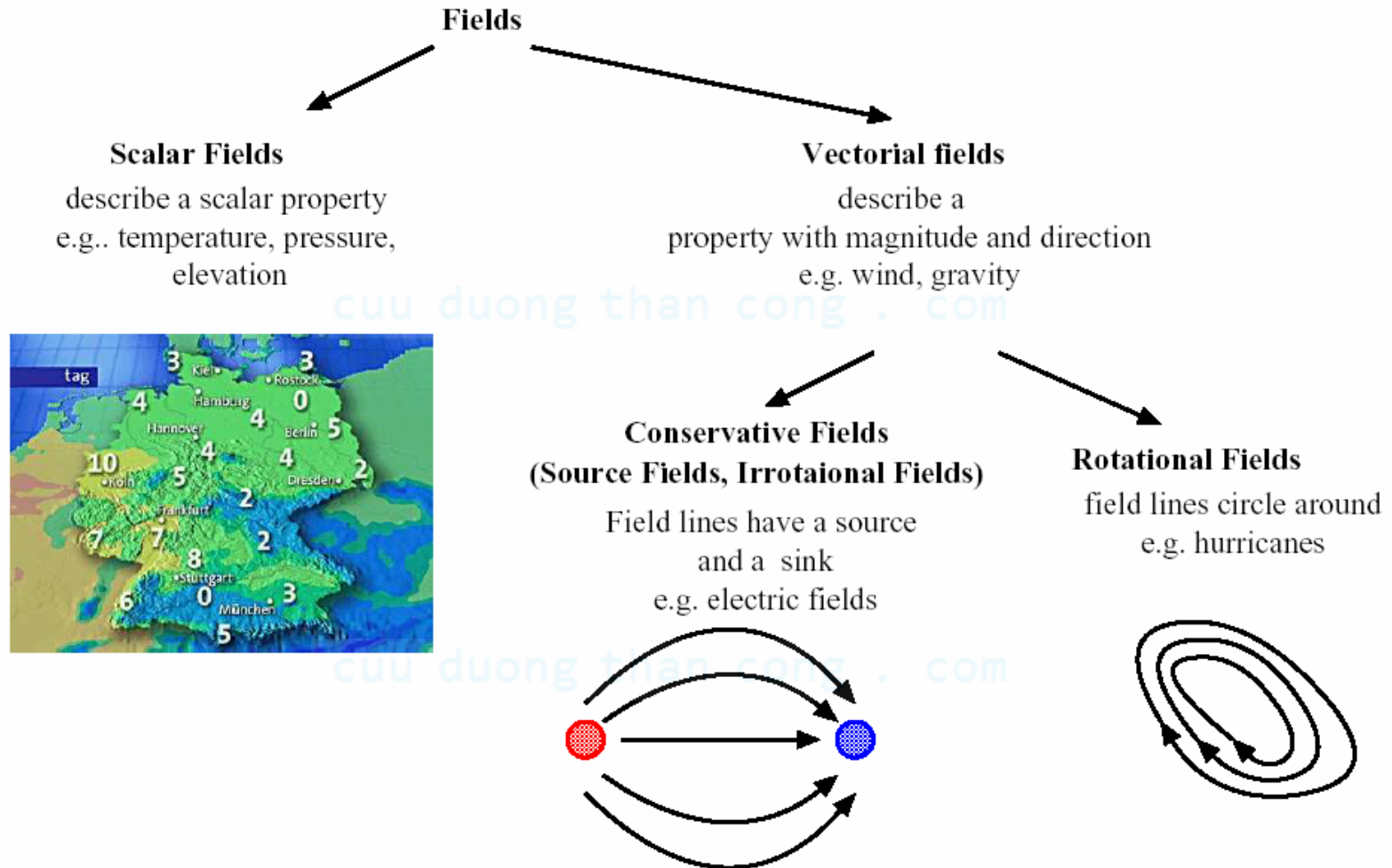


1.5:

# Electromagnetic Field

## a) Field :

**FIELD** is a description of how a physical quantity varies from one point to another in the region of the field (and with time).



## b) Electromagnetic Field :

❖ **Trường Điện từ:** 1 dạng vật chất , tồn tại xung quanh các vật mang điện tích đứng yên hay chuyển động.

❖ **Trường Điện & Trường Từ :** 2 mặt được phân chia của Trường điện từ.

❖ **Điện tích** { Đứng yên- > trường điện.  
Chuyển động- > trường từ.

❖ **Static Fields :** Fields not varying with time.

❖ **Dynamic Fields :** Fields varying with time.

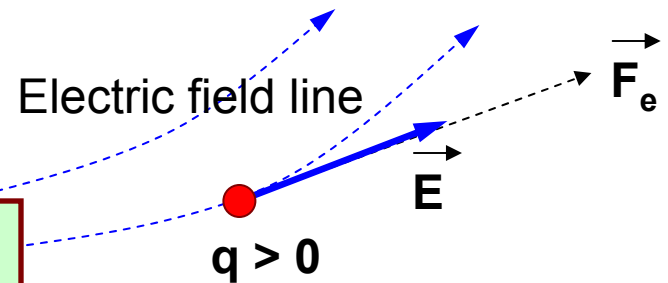
*Ex:* Temperature in a room,  $T(x, y, z; t)$

## c) Electric Field:

### ❖ Electric Field Intensity $\vec{E}$ :

- Một điện tích điểm đặt bên cạnh vật mang điện , chịu tác dụng một lực .

Vật MĐ



- Ta nói bên ngoài vật mang điện tồn tại một **trường điện** , đặc trưng bởi :

- Electric Field Intensity = lực điện / đvị điện tích .

$$\vec{E} = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{\vec{F}_e}{q} \quad [V / m]$$

# ❖ Electric Flux Density $\vec{D}$ :

- Môi trường chân không :  $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} \quad [C/m^2]$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} 10^{-9} [F/m] = \text{hằng số điện .}$$

- Môi trường điện môi:  $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \quad [C/m^2]$

(Vector phân cực điện)

- ✓ Nếu điện môi đẳng hướng & tuyến tính :  $\vec{P} = \varepsilon_0 \chi_e \vec{E}$

$$\Rightarrow \vec{D} = \varepsilon_0 (1 + \chi_e) \vec{E} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \vec{E} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{D} = \varepsilon \vec{E}}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r = \text{độ thấm điện tuyệt đối của môi trường [F/m].} \\ \varepsilon_r = \text{độ thấm điện tương đối ; } \chi_e = \text{độ cảm điện . Cả 2 có thứ nguyên [0].} \end{array} \right.$

## ▪ Độ thẩm điện tương đối (hằng số điện môi) :

Approximate dielectric constant and dielectric strength of some materials

Dielectric material	Dielectric constant	Dielectric strength (kV/m)
Air	1.0	3,000
Bakelite	4.5	21,000
Ebonite	2.6	60,000
Epoxy	4	35,000
Glass (Pyrex)	4.5	90,000
Gutta-percha	4	14,000
Mica	6	60,000
Mineral oil	2.5	20,000
Paraffin	2.2	29,000
Polystyrene	2.6	30,000
Paranol	5	20,000
Porcelain	5	11,000
Quartz (fused)	5	30,000
Rubber	2.5–3	25,000
Transformer oil	2–3	12,000



# The Charge:

- **Concentrated Charge:** Khi điện tích tập trung tại tâm của vật mang điện : ta dùng mô hình **điện tích tập trung  $q$  (C)**.
- **Distributed Charge:** Khi điện tích phân bố theo kích thước của vật mang điện, ta có các mô hình **điện tích phân bố** , đặc trưng bởi **mật độ điện tích phân bố** .

## ▪ Mật độ điện tích phân bố :

**i. Line Charge Density:**

$$\rho_{\ell} = \lim_{\Delta \ell \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta \ell} = \frac{dq}{d\ell} [\text{C/m}]$$

**ii. Surface Charge Density:**

$$\rho_S = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta S} = \frac{dq}{dS} [\text{C/m}^2]$$

**iii. Volume Charge Density:**

$$\rho_V = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta V} = \frac{dq}{dV} [\text{C/m}^3]$$

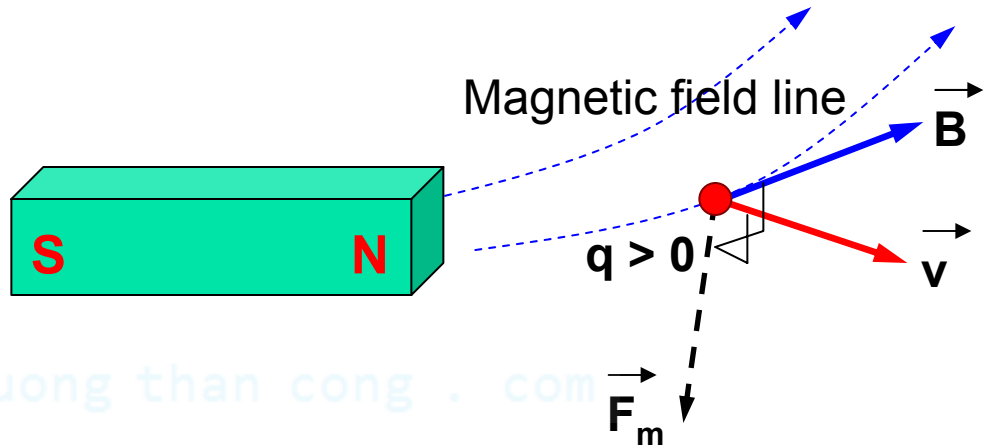
▪ **Total Charge :**  $Q = \int_L \rho_{\ell} d\ell \text{ or } \int_S \rho_S dS \text{ or } \int_V \rho_V dV \text{ [C]}$



## d) Magnetic Field :

### ❖ Magnetic Flux Density $\vec{B}$ :

▪ Điện tích điểm nếu chuyển động bên cạnh một nam châm: chịu tác dụng một lực.



➤ Ta nói bên ngoài nam châm tồn tại một **trường từ**, đặc trưng bởi :

▪ Magnetic Flux Density:

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}_{m(\max)} \times \vec{a}_m}{q \cdot v} [Wb / m^2] \text{ or } [T]$$

với:  $\begin{cases} \vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B}) \\ \vec{a}_m = \text{vectơ đơn vị của } \vec{v} \text{ khi } \vec{F}_m \rightarrow (\max) \end{cases}$

# ❖ Magnetic Field Intensity $\vec{H}$ :

- Môi trường chân không :  $\vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{B} \quad [A/m]$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} [H/m] = \text{hằng số từ}.$$

- Môi trường từ môi :  $\vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{B} - \vec{M} \quad [A/m]$

*(Vectơ phân cực từ)*

✓ Nếu từ môi đẳng hướng & tuyến tính :  $\vec{M} = \chi_m \vec{H}$

$$\Rightarrow \vec{B} = \mu_0 (1 + \chi_m) \vec{H} = \mu_0 \mu_r \vec{H} \Rightarrow \boxed{\vec{B} = \mu \vec{H}}$$

$\mu = \mu_0 \mu_r$  = độ thẩm từ tuyệt đối của môi trường [H/m].

$\mu_r$  = độ thẩm từ tương đối [0].

$\chi_m$  = độ cảm từ [0].

## ▪ Độ thẩm từ tương đối một số vật liệu:

Type	Material	$\mu_r$
Diamagnetism	Silver	0,999921
	Lead	0,999984
	Copper	0,99999
Paramagnetism	Vacuum	1
	Air	1,00000035
	Aluminum	1,000024
	Tungsten	1,000067
	Platinum	1,000256
Ferromagnetism	Iron	$\gg 1000$

Table 7.1: Relative Permeabilities of Some Materials



# The Electric Current :

- Defined as the rate :  $I = \frac{dq}{dt} \text{ (A)}$
- At a point, the current density concept is more useful than the current. There are two models.

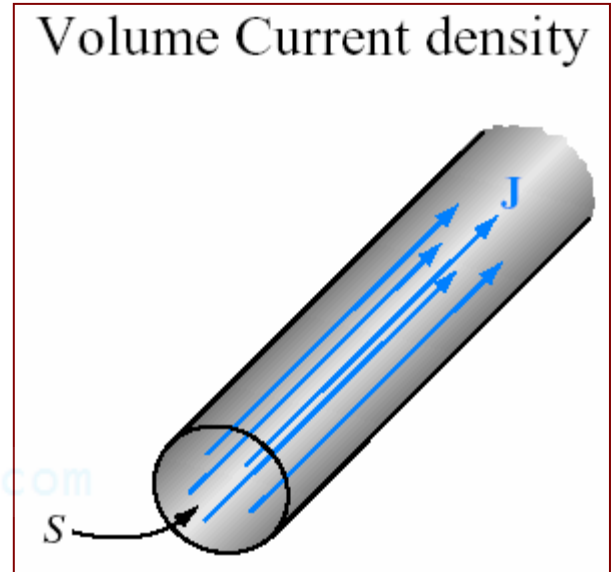
cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

## i. Volume current density :

- Đặc điểm của vectơ mật độ dòng khối :

- + chiều trùng chiều dòng.
- + module  $J = dI/dS$



- Dòng điện chạy qua diện tích  $S$  :  $I = \int_S \vec{J} \cdot d\vec{S}$

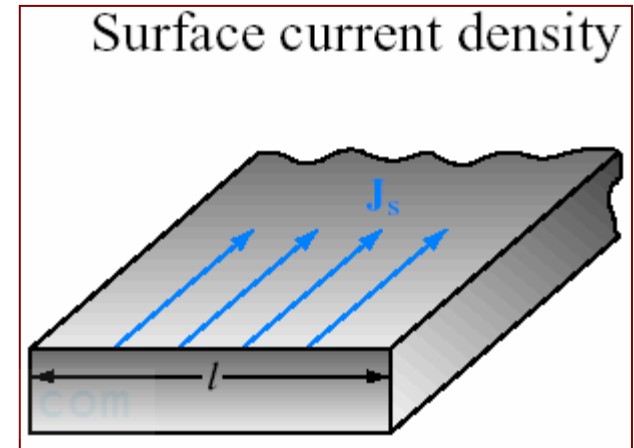
- ❖ Định luật Ohm:  $\vec{J} = \sigma \vec{E}$

$\sigma$  : độ dẫn điện  $[S/m][1/\Omega m]$

## ii. Surface Current Density :

- Đặc điểm của vectơ mật độ dòng mặt :

{ + chiều trùng chiều dòng.  
+ module  $J_s = dI/d\ell$



- Dòng điện chạy qua đường L :  $I = \int_L J_s dl$