



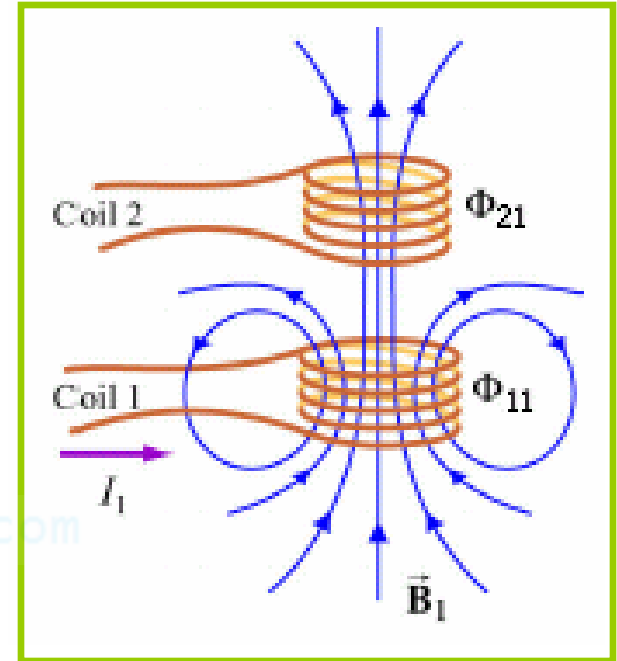
3.5 Inductance Calculation:

a) the self and mutual inductance :

❖ Xét 2 vòng dây, dòng I_1 chạy qua vòng dây 1 .

▪ Gọi Φ_{11} : từ thông gởi qua vòng dây 1 do dòng I_1 tạo ra .

▪ Gọi Φ_{21} : từ thông gởi qua vòng dây 2 do dòng I_1 tạo ra .



❖ Định nghĩa điện cảm (self inductance) :

$$L_1 = \Phi_{11} / I_1 \text{ (H)}$$

❖ Định nghĩa hồ cảm (mutual inductance) :

$$M = \Phi_{21} / I_1 \text{ (H)}$$

b) General Procedure to compute L or M :

i. Choose coordinate system for the given geometry.

ii. Assume a current I in the conducting wire .

iii. Find \vec{B} (or \vec{A}) from the current I .

iv. Find the flux linking Φ_m with each turn.

$$\Phi_m = \int_S \vec{B} d\vec{S} = \oint_C \vec{A} d\vec{\ell}$$

v. Find the flux linking Ψ_m by multiplying Φ_m by N turns .

vi. Compute $L = \Psi_m / I$.

c) P² dùng năng lượng trường từ :

$$W_m = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2\mu} \int_V B^2 dV = \frac{\mu}{2} \int_V H^2 dV \quad \rightarrow \quad \boxed{L = \frac{2W_m}{I^2}}$$

$$W_m = W_{mtr} + W_{mng} \quad \left\{ \begin{array}{l} W_{mtr}: \text{năng lượng trong miền chứa dòng.} \\ W_{mng}: \text{năng lượng ngoài miền chứa dòng.} \end{array} \right.$$

1. Internal Inductance :

$$L_{tr} = \frac{2W_{mtr}}{I^2}$$

2. External Inductance :

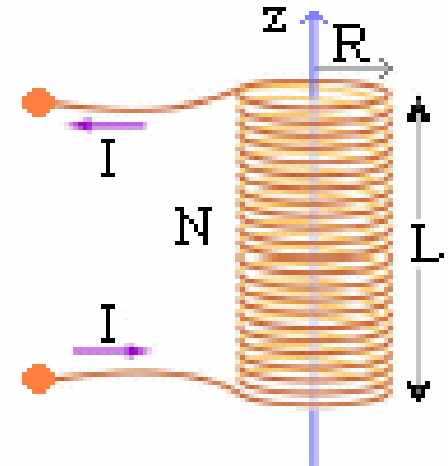
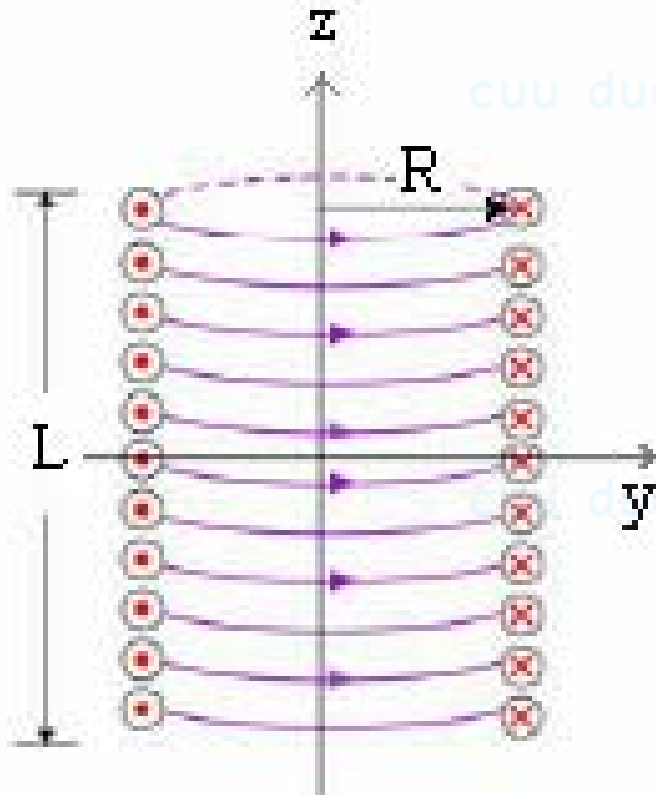
$$L_{ng} = \frac{2W_{mng}}{I^2}$$

d) Các ví dụ tính điện cảm & hồ cảm

VD1: Tính điện cảm riêng L_0 của solenoid không khí, dài L , tiết diện A (hình tròn bán kính R), gồm N vòng dây mang dòng I ?

Giải

❖ Mặt cắt dọc solenoid: 2 mặt mang dòng.



❖ Trường từ chỉ tồn tại bên trong solenoid :

$$B = \mu_0 H = \mu_0 J_s = \mu_0 \frac{NI}{L}$$

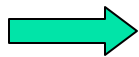
❖ VD1: Tính điện cảm solenoid.

❖ Từ thông gửi qua N vòng của solenoid :

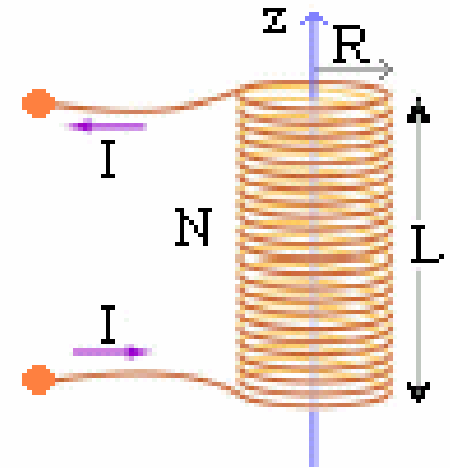
$$\psi = N\Phi = N.B.A \quad ; \quad (A = \pi R^2)$$

❖ Điện cảm của solenoid :

$$L_0 = \frac{\psi}{I}$$



$$L_0 = \mu_0 \frac{N^2 A}{L}$$

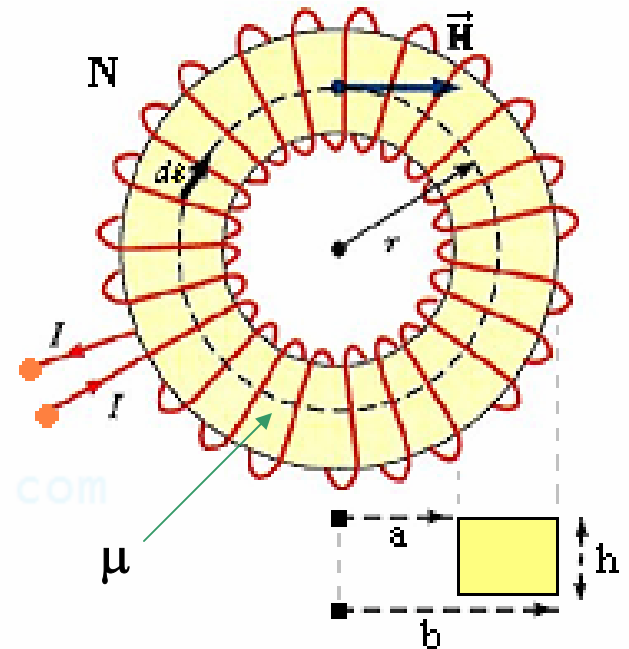
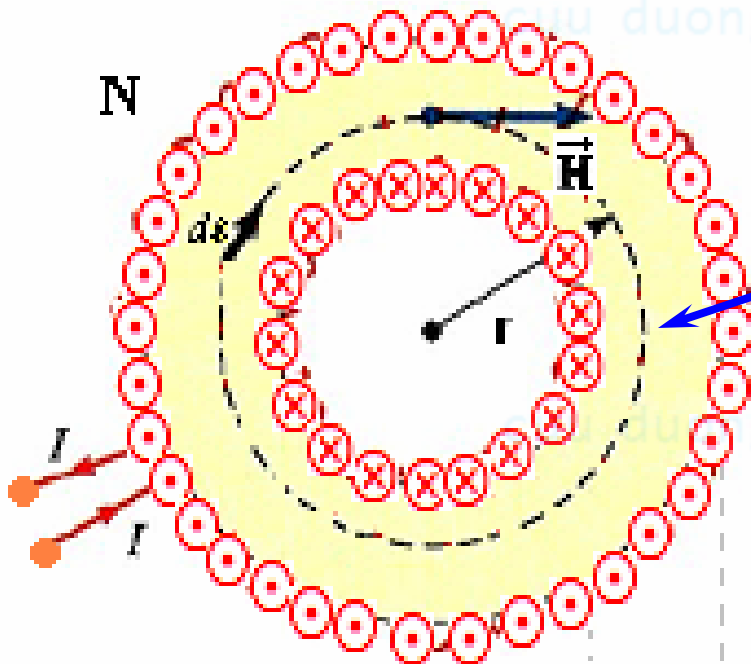


❖ Ví dụ2: Tính điện cảm & hồ cảm

Tính điện cảm riêng L_0 của toroid ?

Giải

❖ Mặt cắt ngang toroid:



❖ Đường Ampère:

❖ Trường từ chỉ tồn tại trong toroid , và :

$$B \cdot 2\pi r = \mu NI$$

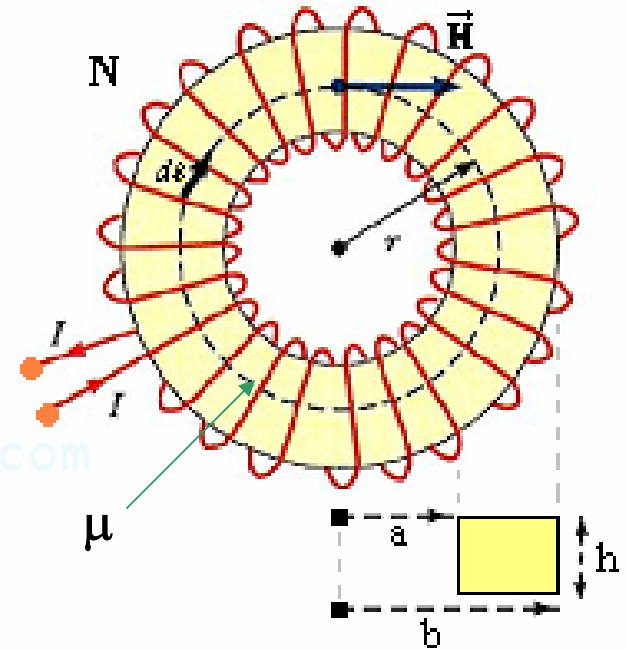
❖ Ví dụ2: Tính điện cảm & hồ cảm

❖ Từ thông gửi qua N vòng dây toroid :

$$\psi = N\Phi = N \int_S B dS = \frac{\mu N^2 I}{2\pi} \int_a^b \int_0^h \frac{dr \cdot dz}{r}$$

$$\rightarrow \psi = N\Phi = \frac{\mu N^2 I}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \cdot h$$

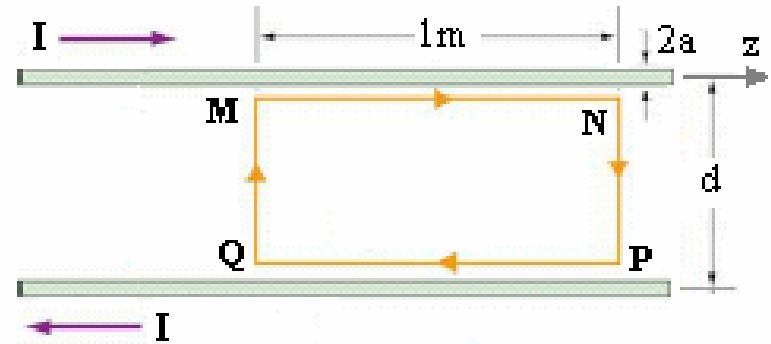
$$\rightarrow L_0 = \frac{\mu N^2 h}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$



❖ Ví dụ 3: Tính điện cảm đơn vị đường dây

Điện cảm đơn vị L_0 của ddây song hành?

Giải



❖ Định nghĩa: $L_0 = \Phi_0 / I$

❖ Có: $\Phi_0 = \oint_{MNPQ} \vec{A} \cdot d\vec{l} = A^+ - A^-$, với:
$$\begin{cases} A^+ = \frac{\mu I}{2\pi} \ln \frac{d-a}{a} \\ A^- = \frac{\mu I}{2\pi} \ln \frac{a}{d-a} \end{cases}$$

→
$$\Phi_0 = \frac{\mu I}{\pi} \ln \frac{d-a}{a}$$

→
$$L_0 = \frac{\mu}{\pi} \ln \frac{d-a}{a}$$

❖ Ví dụ 4: Tính điện cảm đơn vị đường dây

Điện cảm đơn vị L_0 của cáp đồng trục ?

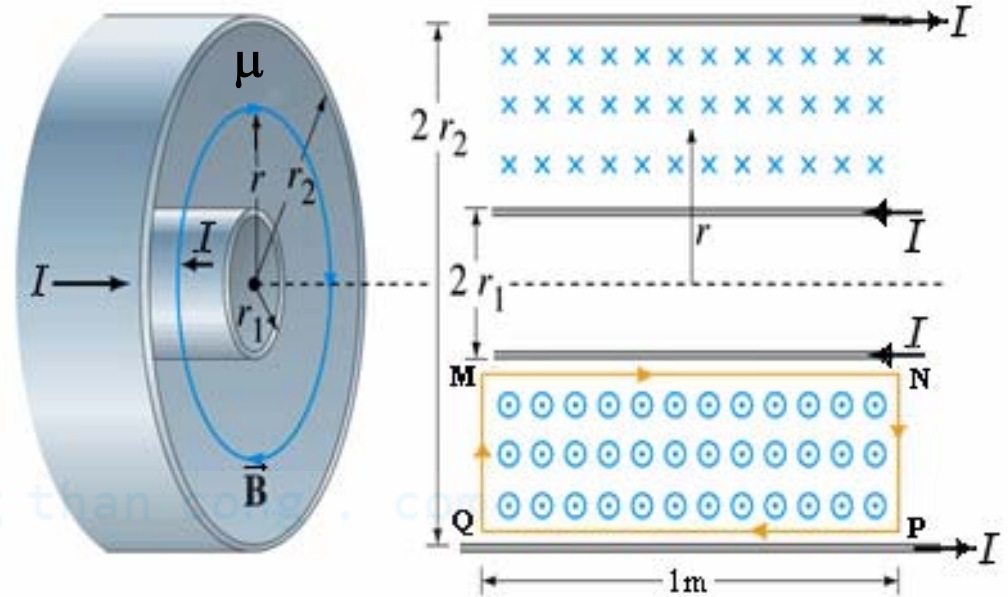
Giải

❖ Dùng: $L_0 = \Phi_0 / I$

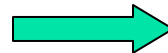
$$\Phi_0 = \oint_{MNPQ} \vec{A} d\vec{l}$$

$$\Phi_0 = A_{r=r_1} - A_{r=r_2}$$

❖ Mà:
$$\begin{cases} A_{r=r_1} = \frac{\mu I}{2\pi} \ln \frac{C}{r_1} \\ A_{r=r_2} = \frac{\mu I}{2\pi} \ln \frac{C}{r_2} \end{cases}$$



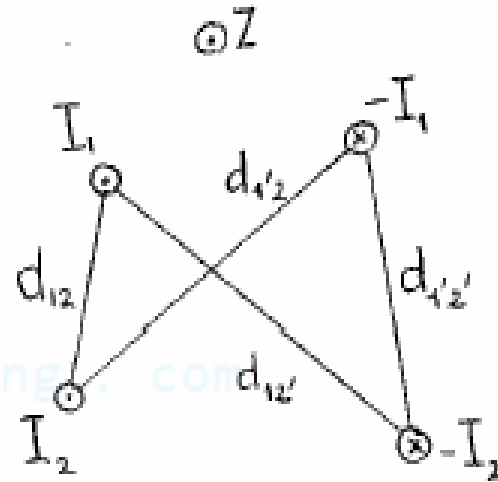
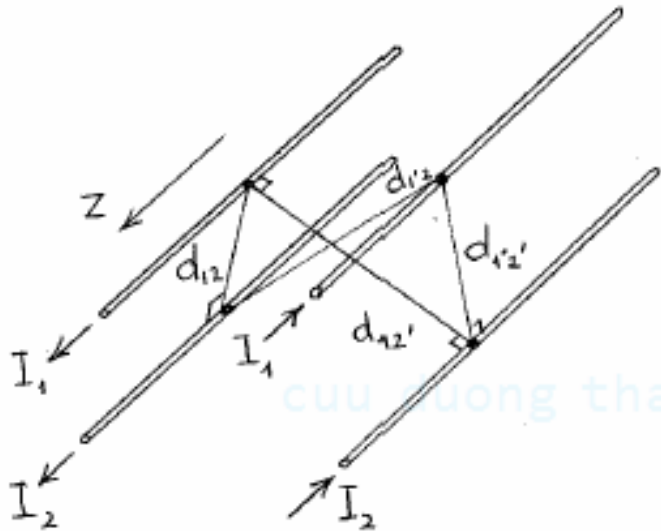
$$\longrightarrow \Phi_0 = \frac{\mu I}{2\pi} \ln \frac{r_2}{r_1}$$



$$L_0 = \frac{\mu}{2\pi} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

❖ Ví dụ 5: Tính hồ cảm hệ nhiều dây

Hồ cảm đơn vị của 2 hệ trục mang dòng song song ?



$$\vec{A} = A \vec{i}_z \Rightarrow M_0 = \frac{\Phi_{12}}{I_2} \quad ; \quad \Phi_{12} = \oint_{C_1} \vec{A}_2 d\vec{l} = A_2^+ - A_2^-$$

$$\begin{cases} A_2^+ = \frac{\mu I_2}{2\pi} \ln \frac{d_{12'}}{d_{12}} \\ A_2^- = \frac{\mu I_2}{2\pi} \ln \frac{d_{12'}}{d_{12}} \end{cases} \Rightarrow \Phi_{12} = \frac{\mu I_2}{2\pi} \ln \frac{d_{12}' d_{12}}{d_{12} d_{12}'} \Rightarrow M = \frac{\mu}{2\pi} \ln \frac{d_{12}' d_{12}}{d_{12} d_{12}'}$$