

## PHẦN 1. NHIỆT

Đẳng nhiệt:  $P.V = \text{const}$

Đẳng tích:  $\frac{P}{T} = \text{const}$

Đẳng áp:  $\frac{V}{T} = \text{const}$

$$R = 8,31 \text{ J/mol.K}$$

$$1 \text{ atm} = 1,013.10^5 \text{ Pa (N/m}^2\text{)} = 760\text{mmHg}$$

$$1 \text{ at} = 9,81.10^4 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,32 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$$

$$T = t + 273 \text{ }^\circ\text{K}$$

Đoạn nhiệt:  $P.V^\gamma = \text{const}$  -  $T.V^{\gamma-1} = \text{const}$  -  $T.P^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const}$  (với  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ )

Phương trình trạng thái khí lý tưởng:  $P.V = n.R.T$  -  $P.V = N.K.T$

Phương trình động lực học phân tử chất khí:  $P = \frac{2}{3}.n_o.\overline{W} = n_o.K.T$

Trong đó:  $\overline{W} = \frac{3}{2}.K.T = \frac{1}{2}.m.v^2$  (J) -  $K = 1,38.10^{-23}$  (J/K)

P: Áp suất -  $n_o$ : Mật độ phân tử chất khí  $n_o = \frac{N}{V}$

Vận tốc trung bình toàn phương (căn nguyên phương):  $\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3.K.T}{m}} = \sqrt{\frac{3.R.T}{M}}$

Vận tốc xác suất:  $v_{sx} = \sqrt{\frac{8.K.T}{\pi.m}} = \sqrt{\frac{8.R.T}{\pi.M}}$

Vận tốc cực đại:  $v_{max} = \sqrt{\frac{2.R.T}{M}}$

*Động năng tịnh tiến*  
 $W = \frac{1}{2} N \cdot \overline{v^2} = \frac{1}{2} N \cdot \frac{3RT}{M} = N \cdot \frac{3}{2} RT$

**Nguyên lý 1** (chỉ áp dụng CT đối với KHÍ LÝ TƯỞNG)

$\Delta U = A + Q$  Đoạn nhiệt:  $Q = 0$  Đẳng áp:  $Q = n.C_p.\Delta T$

Q: Nhiệt lượng khí nhận được -  $\Delta U$ : Độ biến thiên nội năng

$\Delta U = n.C_v.\Delta T$  Đẳng nhiệt:  $\Delta U = 0$

$C_p$ ,  $C_v$  là nhiệt dung riêng đẳng áp, đẳng tích.

$C_v = \frac{i}{2}.R$  -  $C_p = \frac{i+2}{2}.R$  với  $i$  là bậc tự do của phân tử chất khí

$i = 3$ : đơn nguyên tử  $i = 5$ : lưỡng nguyên tử  $i = 6$ : đa nguyên tử

Hệ thức Mayer:  $C_p = C_v + R$

Tổng hợp: Trương Đức An

---

A: Công khí sinh ra trong chu trình

Đẳng tích:  $A = 0$

Đẳng áp:  $A = - p \cdot \Delta V = - n \cdot R \cdot \Delta T$

Đẳng nhiệt:  $A = - n \cdot R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

Đoạn nhiệt:  $A = \frac{P_2 \cdot V_2 - P_1 \cdot V_1}{\gamma - 1}$

Quy ước:  $Q < 0$  : khí tỏa nhiệt

$Q > 0$ : khí nhận nhiệt

$A < 0$ : khí sinh công

$A > 0$ : khí nhận công

**Nguyên lý 2:** Độ biến thiên Entropy của quá trình thuận nghịch thì bằng 0  $\Delta S = 0$ .

Quá trình cân bằng là quá trình thuận nghịch.

Công thức tính độ biến thiên entropy của quá trình bất thuận nghịch:

$$\Delta S = n \cdot C_v \cdot \ln\left(\frac{T \text{ sau}}{T \text{ đầu}}\right) + n \cdot R \cdot \ln\left(\frac{V \text{ sau}}{V \text{ đầu}}\right)$$

Đoạn nhiệt:  $\Delta S = 0$

Hiệu suất động cơ nhiệt Carnot:

$$H = 1 - \frac{T_L}{T_N} = 1 - \frac{Q_L}{Q_N} = \frac{A}{Q_N}$$

$$A = Q_N - Q_L$$

Hiệu suất máy lạnh (Carnot ngược):

$$H = \frac{1}{\frac{T_N}{T_L} - 1} = \frac{1}{\frac{Q_N}{Q_L} - 1} = \frac{Q_L}{A}$$

Nhiệt dung mol đẳng tích – đẳng áp (chất khí lý tưởng)

$$C_{mV} = \frac{1}{n} \frac{\delta Q}{dT} \Big|_V = \frac{1}{n} \frac{T \cdot dS}{dT} \Big|_V$$

$$C_{mP} = \frac{1}{n} \frac{\delta Q}{dT} \Big|_P = \frac{1}{n} \frac{T \cdot dS}{dT} \Big|_P$$

Nhiệt dung riêng (chất lỏng, chất rắn)

$$c = \frac{1}{m} \frac{\delta Q}{dT}$$

Đối với quá trình thuận nghịch thì:

$$\delta Q = T \cdot dS \leftrightarrow \Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} \text{ [J.K}^{-1}\text{]}$$

Đối với chất bất kì (khí, hơi, lỏng, rắn):

- Chất nhận nhiệt hay nhả nhiệt:  $\Delta S = m \cdot c \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$
- Chất bất kỳ chuyển pha:  $\Delta S = \frac{Q}{T} \quad \begin{cases} Q = m \cdot L \text{ (L: Nhiệt hóa hơi)} \\ Q = m \cdot \lambda \text{ (\lambda: Nhiệt nóng chảy)} \end{cases}$

Công thức thống kê của entropy:  $S = k_B \cdot \ln(\Omega) = \frac{R}{N_A} \cdot \ln(\Omega)$

$k_B$ : Hằng số Boltzman ( $k_B = R/N_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}^{-1}$ ).

$\Omega$ : Trọng thống kê nhiệt động của hệ

Hệ số đa biến  $k$  của quá trình:  $k = \frac{c_p - c_m}{c_v - c_m}$

## MỘT SỐ LÝ THUYẾT CẦN NHỚ:

- Nguyên lý I nhiệt động có bản chất là định luật bảo toàn năng lượng
- Nguyên lý II nhiệt động lực học nêu rõ chiều diễn biến của một quá trình xảy ra trong thực tế
- Nguyên lý I nhiệt động lực học mâu thuẫn với sự tồn tại của động cơ vĩnh cửu loại I
- Nguyên lý II nhiệt động lực học mâu thuẫn với sự tồn tại của động cơ vĩnh cửu loại II
- Nguyên lý I nhiệt động lực học không mâu thuẫn với nguyên lý II nhiệt động lực học.
- Động cơ vĩnh cửu loại I không mâu thuẫn với của động cơ vĩnh cửu loại II
- Chuyển động của phân tử càng mạnh thì nhiệt độ càng cao
- Áp suất của chất khí tác dụng lên thành bình phụ thuộc vào: thể tích của bình, số mol khí, nhiệt độ
- Áp suất của chất khí lên thành bình có nguyên nhân là do sự thay đổi động lượng của các phân tử khí khi va chạm vào thành bình
- Thông số đặc trưng cho trạng thái của một khối khí (xác định):  $p, V, T$ ,
- Thông số đặc trưng cho trạng thái của một khối khí bất kỳ :  $p, V, T, n$  (số mol)
- Entropy ( $S$ ): đặc trưng cho mức độ mất trật tự (mức độ hỗn loạn)

- Một hệ ở trạng thái cân bằng lúc Entropy của nó cực đại.
- Một quá trình cân bằng KHÔNG có tính thuận nghịch nếu: tồn tại ma sát.
- Đối với hệ cô lập thực, entropy của hệ luôn tăng.
- Đối với hệ không cô lập, entropy có thể tăng, giảm hay không đổi.
- Hàm trạng thái: Nội năng, entropy,...
- Hàm quá trình: Nhiệt, công,...
- Chu trình Carnot: bao gồm 2 quá trình đẳng nhiệt thuận nghịch và 2 quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch.
- Động cơ nhiệt Carnot: thuận chiều kim đồng hồ ( $A > 0$ )
- Máy lạnh (Carnot ngược): ngược chiều kim đồng hồ ( $Q < 0$ )
- Máy lạnh làm việc theo nguyên tắc nhận công của bên ngoài, nhận nhiệt của nguồn lạnh và trả nhiệt lượng cho nguồn nóng
- Trong động cơ nhiệt, tác nhân biến đổi theo chu trình, qua đó thu nhiệt tại một nhiệt độ xác định: sau đó biến đổi một phần thành công, phần nhiệt còn lại tỏa ra ở nhiệt độ thấp hơn.
- Nguyên lý làm lạnh của máy lạnh phổ dụng hiện nay là: sử dụng đoạn nhiệt khí thực.
- Phát biểu định luật Claudius: “Nhiệt không thể truyền từ vật lạnh sang vật nóng hơn”
- Công có thể hoàn toàn biến thành nhiệt, còn nhiệt không thể hoàn toàn biến thành công.
- Hiệu suất của động cơ Carnot không phụ thuộc vào tác nhân cũng như cách chế tạo máy.
- Bậc tự do của 1 vật là số tọa độ độc lập và cần thiết để xác định vị trí của vật đó trong không gian
- Ở cùng một nhiệt độ, tất cả các phân tử trong cùng một chất khí có cùng động năng trung bình.
- Nội năng của một vật là tổng năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật.
- Nhiệt độ càng cao, chuyển động của phân tử càng mạnh
- Các phân tử luôn chuyển động hỗn loạn không ngừng. Các phân tử không tương tác với nhau, trừ lúc va chạm
- Đối với hệ cô lập, nội năng được bảo toàn.

Tổng hợp: Trương Đức An

---

- Độ tuyệt đối có thể được chỉ định như là nhiệt độ mà tại đó chuyển động các phân tử trong chất khí ở mức độ thấp nhất có thể được.
- Khí lý tưởng là khí mà thể tích các phân tử có thể bỏ qua, có thể gây áp suất lên thành bình, chỉ tương tác khi va chạm.



## PHẦN 2. ĐIỆN TRƯỜNG

Lực Culong tác dụng lên điện tích điểm:  $\vec{F} = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon \cdot r^2}$

Trong đó:  $K = 9 \cdot 10^9 = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0}$  N.m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup> -  $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12}$  C<sup>2</sup>/N.m<sup>2</sup>

Cường độ điện trường gây ra bởi điện tích điểm:  $\vec{E} = \frac{k \cdot |Q|}{\epsilon \cdot r^2}$

Cường độ điện trường gây ra bởi q đặt trong điện trường F:  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

Cường độ điện trường giữa 2 bản tụ:  $E = \frac{U}{d}$

Trong đó: U: hiệu điện thế (V) - d: khoảng cách giữa 2 bản tụ (m)

Điện thế gây ra bởi điện tích điểm:  $V = \frac{k \cdot |Q|}{\epsilon \cdot r}$

Thế năng:  $W = q \cdot V$   $W = \frac{1}{2} \sum q_i V_i$

Công:  $A = qEd = qU = q(V_A - V_B) = -\Delta W_t = \Delta W_d$

Điện dung của tụ điện:  $C = \frac{q}{U} = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d}$

Trong đó: S: diện tích 2 phần đối mặt (m<sup>2</sup>) - d: khoảng cách 2 bản tụ

Tụ mắc nối tiếp  $C = \sum C_i$  Tụ mắc song song  $\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i}$

Năng lượng điện trường giữa 2 bản tụ:  $W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} q U$

Mật độ năng lượng điện trường:  $w = \frac{1}{2\epsilon\epsilon_0} D^2 = \frac{1}{2} \epsilon\epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} E D$

Trong đó: D: véc tơ cảm ứng điện -  $D = E \cdot \epsilon\epsilon_0$

Momen lưỡng cực điện:  $P_e = q \cdot L$

Trong đó: L là khoảng cách giữa 2 cực và là véc tơ có hướng từ  $\ominus$  sang  $\oplus$

Momen quay:  $M = E \cdot P_e \cdot \sin(\vec{E}, \vec{P_e})$

Cường độ dòng điện:  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{Q}{t}$  (t là thời gian)

Công của dòng điện:  $A = U \cdot I \cdot t$  (t là thời gian)

Định lý Gauss đối với điện trường:

Thông lượng điện cảm:

$$\Phi_D = \oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_{i=1}^n q_i \text{ trong } (S) = \int_{(V)} \rho \cdot dV$$

Thông lượng điện trường:

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q \text{ trong } (S)}{\epsilon \cdot \epsilon_0} = \int_{(V)} \frac{\rho}{\epsilon \cdot \epsilon_0} \cdot dV$$

Dạng vi phân:  $\text{div} \vec{D} = \rho, \text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon \cdot \epsilon_0}$

Liên hệ giữa điện trường và điện thế:  $\vec{E} = -\text{grad} V$

Mật độ điện dài:  $\lambda = \frac{Q}{L}$  Mật độ điện mặt:  $\sigma = \frac{Q}{S}$  Mật độ điện tích:  $\rho = \frac{Q}{V}$

- S tròn =  $\pi r^2$  S bề mặt cầu =  $4\pi r^2$  V cầu =  $\frac{4}{3}\pi r^3$
- S hình vành khăn =  $\pi (r_2^2 - r_1^2)$  V trụ tròn =  $\pi r^2 \cdot h$

Hiệu điện thế giữa 2 điểm A – B trong điện trường

$$U_{AB} = V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Cường độ dòng điện gây ra bởi mặt phẳng rộng vô hạn tích điện đều  $\sigma$ :

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$$

Cường độ dòng điện gây ra bởi 2 mặt phẳng rộng vô hạn đặt song song tích điện trái dấu cùng độ lớn

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$$

Cường độ dòng điện gây ra bởi 2 mặt phẳng rộng vô hạn đặt song song tích điện cùng dấu cùng độ lớn

$$E = 0$$

Vectơ cường độ điện trường do một đĩa phẳng, tròn, bán kính a, tích điện đều với mật độ điện tích mặt là  $\sigma$ , gây ra tại điểm M trên trục của đĩa, cách tâm đĩa một đoạn x:

$\vec{E}$  luôn nằm trên trục đĩa (vuông góc mặt phẳng đĩa tròn)

Hướng ra xa đĩa nếu  $\sigma > 0$ , lại gần đĩa nếu  $\sigma < 0$

Có độ lớn:  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \left(1 - \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}\right)$

Vectơ cường độ điện trường do một đĩa phẳng, tròn, bán kính a, tích điện đều với mật độ điện tích mặt là  $\sigma$ , gây ra tại những điểm nằm ngoài đĩa, gần tâm O của đĩa:

$\vec{E}$  vuông góc mặt phẳng đĩa tròn

Hướng ra xa đĩa nếu  $\sigma > 0$ , lại gần đĩa nếu  $\sigma < 0$

Sợi dây bán kính  $a$ , nhiễm điện đều với mật độ điện dài  $\lambda$ , căng dọc theo trục của vỏ kim loại hình trụ bán kính  $b$  ( $a \ll b$ ). Hiệu điện thế giữa chúng là  $U$ , điện trường tại:

$$\text{Mặt sợi dây } E = \frac{U}{a(\ln(b/a))}$$

$$\text{Mặt trụ: } E = \frac{U}{b(\ln(b/a))}$$

Tương tự: Cho hai vỏ kim loại hình trụ đồng trục bán kính  $a$  và  $b$  ( $a < b$ ). Hiệu thế giữa chúng là  $U$ . Điện trường ở mặt vỏ trụ bên trong là:

$$E = \frac{2k\lambda}{a} \quad \lambda = \frac{U}{2k(\ln(b/a))}$$

Điện tích  $Q$  dương phân bố đều trên lớp vỏ hình cầu, bán kính trong  $R_1$  và bán kính ngoài  $R_2$ . Điện tích  $q$  đặt tại tâm quả cầu. Tính điện trường tại 1 điểm cách lõi tâm một khoảng  $r$  sao cho:

$$r < R_1: \quad E = q/4\pi\epsilon_0 r^2$$

$$r > R_2: \quad E = (q+Q)/4\pi\epsilon_0 r^2$$

$$R_1 < r < R_2: \quad E = 0$$

Cường độ điện trường bên trong và bên ngoài khối cầu biến thiên theo hai qui luật khác nhau:

+ Bên trong khối cầu, cường độ điện trường tỉ lệ bậc nhất với khoảng cách  $r$ .

+ Bên ngoài khối cầu, cường độ điện trường tỉ lệ nghịch với  $r^2$

Ngay tại mặt cầu, cường độ điện trường đạt giá trị lớn nhất:

$$E = \frac{k.Q}{\epsilon.r^2} = \frac{\rho.r}{3\epsilon\epsilon_0}$$

Đặt cố định hai điện tích điểm trong dầu có hằng số điện môi  $\epsilon$ , cách nhau một khoảng  $r$  thì lực tương tác giữa chúng là  $F$ . Khi đưa ra không khí nhưng muốn lực vẫn như trước thì phải dịch chúng ra xa nhau thêm một đoạn  $x$  bằng:

$$r.(\sqrt{\epsilon - 1})$$

Đặt cố định hai điện tích điểm trong không khí, cách nhau một khoảng  $r$  thì lực tương tác giữa chúng là  $F$ . Khi nhúng vào dầu có hằng số điện môi  $\epsilon$  nhưng muốn lực vẫn như trước thì phải dịch chúng ra xa nhau thêm một đoạn  $x$  bằng:

$$\frac{r.\sqrt{\epsilon - 1}}{\sqrt{\epsilon}}$$

Gắn cố định bi nhỏ tích điện  $+Q$ , đặt viên bi khác tích điện  $+q$  lên mặt bàn rồi buông ra thì nó chuyển động. Bỏ qua ma sát và sức cản không khí. Gia tốc của nó: giảm dần

Dây mảnh hình vòng cung, bán kính  $R$ , góc mở  $2\alpha_0$ , tích điện đều, mật độ điện dài  $\lambda$ . Độ lớn cường độ điện trường  $E$  tại tâm  $O$  là:



$$\frac{2k\lambda}{R} \sin \alpha_0$$

Đoạn dây thẳng AB tích điện đều, mật độ điện dài  $\lambda$ , trong không khí. Trị số của vectơ cường độ điện trường E tại một điểm trên đường trung trực, cách dây một đoạn h, nhìn AB dưới góc  $2\alpha$  là:

$$\frac{2k\lambda \sin \alpha}{h}$$

Một sợi dây dài vô hạn, đặt trong không khí, tích điện đều với mật độ điện tích dài  $\lambda$ . Cường độ điện trường do sợi dây này gây ra tại điểm M cách dây một đoạn h được tính bởi biểu thức:

$$\frac{2k\lambda}{h} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 h}$$

Hai điện tích điểm cùng dấu  $q_1 = q_2 = q$ , đặt tại A và B cách nhau một khoảng  $2a$ . Xét điểm M trên trung trực của AB, cách đường thẳng AB một khoảng x. Cường độ điện trường tại M đạt cực đại khi:

$$x = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

Vectơ cảm ứng điện D ở bên ngoài không khí, gần mặt của tấm phẳng, khá rộng, bề dày d, tích điện đều với mật độ điện khối  $\rho$  có trị số là:

$$\frac{\rho \cdot d}{2}$$

Điện tích Q phân bố đều với mật độ điện khối  $\rho$  trong khối cầu tâm O, bán kính R, đặt trong không khí. Chọn gốc điện thế ở vô cùng. Biểu thức tính điện thế tại điểm M cách tâm O một khoảng  $r > R$  là:

$$V = \frac{\rho R^3}{3\epsilon_0 \cdot r}$$

Đĩa tròn phẳng, bán kính a, tích điện đều, mật độ điện mặt  $\sigma > 0$ , trong không khí. Biết  $E_M = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \left(1 - \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}\right)$  là trị số cường độ điện trường tại điểm M trên trục của đĩa, cách tâm O một đoạn x. Chọn gốc điện thế ở vô cùng. Biểu thức điện thế tại M là:

$$V = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot (\sqrt{a^2 + x^2} - x)$$

Điện tích Q phân bố đều trên vòng dây tròn, mảnh, bán kính a trong không khí. Chọn gốc điện thế tại tâm O. Biểu thức điện thế tại điểm M trên đường thẳng đi qua O, vuông góc với mặt phẳng vòng dây, cách O một đoạn x là:

$$V = kQ \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{a^2 + x^2}} - \frac{1}{a}\right)$$

Tổng hợp: Trương Đức An

---

Điện tích  $Q$  phân bố đều trong khối cầu bán kính  $R$ . Hằng số điện môi trong và ngoài mặt cầu đều bằng 1. Chọn gốc điện thế ở vô cùng thì điện thế tại tâm  $O$  của khối cầu là:

$$V = \frac{3kQ}{2R}$$

Hiệu điện thế giữa 2 mặt cầu đồng tâm mang điện đều, bằng nhau, trái dấu:

$$U = V_1 - V_2 = \frac{kQ(R_2 - R_1)}{R_1 R_2}$$



### PHẦN 3. TỪ TRƯỜNG

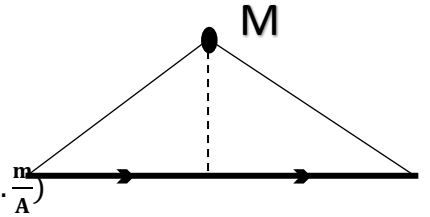
#### CẢM ỨNG TỪ:

1. Cảm ứng từ gây ra bởi 1 đoạn dây dẫn có khoảng cách từ điểm đang xét đến dây là  $R$ , cường độ dòng điện là  $I$ .

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R} (\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2)$$

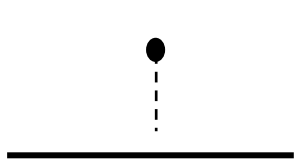
(T) hoặc  $\frac{Wb}{m^2}$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \left(T \cdot \frac{m}{A}\right)$$



\*TH sợi dây dài vô hạn:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi R}$$

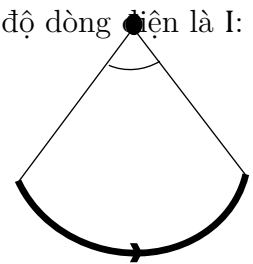


$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R}$$



2. Cảm ứng từ do một vòng dây có bán kính  $R$ , góc ở tâm là  $\alpha$  (rad), cường độ dòng điện là  $I$ :

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R} \alpha$$

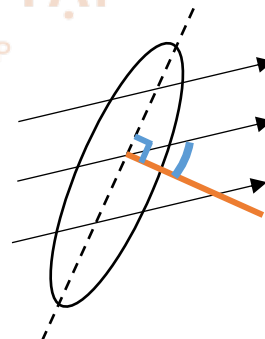


3. Cảm ứng từ do  $N$  vòng dây; chiều dài  $l$ , cường độ dòng điện  $I$ :

$$B = \frac{\mu\mu_0 N I}{l}$$

TỪ THÔNG:  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\theta$  với  $\theta = [\vec{n}, \vec{B}]$

(Wb hay  $T \cdot m^2$ )



#### ĐỊNH LÝ AMPERE:

Cường độ từ trường:  $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu\mu_0}$  (A/m)

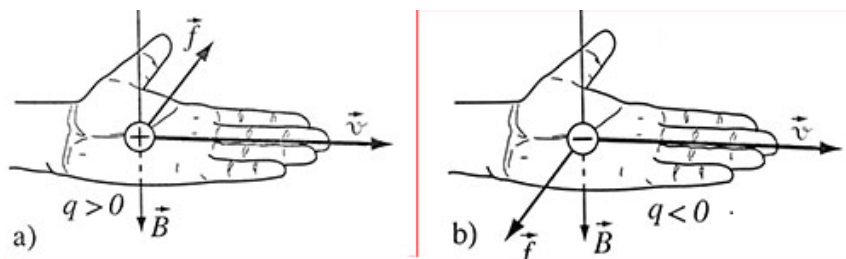
$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu\mu_0 \cdot \sum I$$

#### LỰC LORENTZ: CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỆN TÍCH TRONG TỪ TRƯỜNG

Lực Lorentz: Lực từ tác dụng lên các hạt mang điện chuyển động.

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \cdot \sin(\vec{B}; \vec{v})$$



TH:  $q > 0; \vec{v} \perp \vec{B}$

Ta có:  $F = q \cdot v \cdot B = m \cdot a = m \cdot \frac{v^2}{R}$        $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v}$ ;  $a = \frac{v^2}{R}$

$$\rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{P}{q \cdot B} = \frac{\sqrt{2 \cdot m \cdot K}}{q \cdot B} \quad \rightarrow T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{q \cdot B}$$

P: động lượng

K: động năng

LỰC TỪ:

1. Lực từ tác dụng 1 đoạn dây dẫn thẳng l:

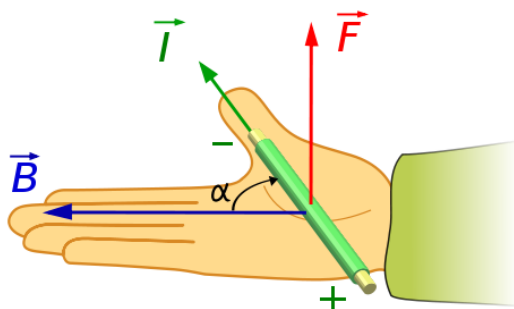
$$\vec{F} = \vec{B} \cdot I \cdot l \cdot \sin(\vec{B}; \vec{I})$$

2. Lực từ tác dụng bởi 1 cung tròn, bán kính R ( $\varphi$ : góc ở tâm chia 2)

$$\vec{F} = 2 \cdot \vec{B} \cdot I \cdot R \cdot \sin \varphi$$

3. Lực từ tác dụng bởi 2 đoạn dây (1 dây dài vô hạn, 1 dây hữu hạn có chiều dài  $l_0$  cách nhau 1 đoạn a đặt vuông góc nhau:

$$F = \frac{\mu\mu_0 \cdot I \cdot I_0}{2\pi} \cdot \ln\left(\frac{a + l_0}{a}\right)$$



I: cường độ dòng điện dây dài vô hạn

$I_0$ : cường độ dòng điện dây  $l_0$

LỰC TƯƠNG TÁC GIỮA 2 DÂY DÀI VÔ HẠN  $I_1; I_2$  (đặt song song)

$$F = \frac{\mu\mu_0 \cdot I_1 I_2}{2\pi \cdot R}$$

R: khoảng cách 2 dây

Dòng điện: cùng chiều  $\rightarrow$  hút nhau

ngược chiều  $\rightarrow$  đẩy nhau

Bài toán về tính công:  $A = \int F \cdot d \cdot r$

### ĐỊNH LUẬT LENZ:

Là hệ quả của quá trình bảo toàn năng lượng.  $\Phi$  biến thiên, sinh ra dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ thông mà nó sinh ra chống lại nguyên nhân đã sinh ra nó.

Suất điện động cảm ứng:  $\mathcal{E} = \frac{-d\Phi}{dt}$

Suất điện động cảm ứng của 1 thanh, chiều dài  $l$ , chuyển động vận tốc  $v$ ,  $\alpha = [\vec{v} \cdot \vec{B}]$

$$\mathcal{E} = B \cdot l \cdot v \cdot \sin \alpha$$

Hiệu điện thế (suất điện động) do 1 thanh chiều dài  $l$ , quay quanh 1 đầu thanh với  $\omega$  không đổi

$$\mathcal{E} = \frac{B \cdot l^2 \cdot \omega}{2}$$

Hiệu điện thế của đĩa quay đặt trong từ trường

$$U = \frac{B \cdot R^2 \cdot \omega}{2}$$

Hiệu điện thế đĩa quay không có từ trường

$$U = \frac{m \cdot R^2 \cdot \omega^2}{2q}$$

### TỪ CẢM:

Hiện tượng từ cảm là trường hợp nhỏ của cảm ứng điện từ:  $L = \frac{\Phi}{I}$

Độ từ cảm của cuộn dây:

$$L = \mu\mu_0 \cdot \frac{N^2}{l} S = \mu \cdot \mu_0 \cdot n^2 \cdot V$$

S: tiết diện ống dây

l: chiều dài ống dây

N: số vòng dây

n: mật độ vòng trên chiều dài

V: thể tích

**NĂNG LƯỢNG TỪ TRƯỜNG:**

$$W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

**MẬT ĐỘ NĂNG LƯỢNG TỪ TRƯỜNG:**

$$w = \frac{1}{2} \cdot \mu \mu_0 \cdot H^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{B^2}{\mu \mu_0}$$

**MOMEN LỰC TÁC DỤNG LÊN KHUNG DÂY:**

$$M = N \cdot B \cdot S \cdot I \cdot \sin \alpha$$

$\alpha = [\vec{B}, \vec{I}]$  góc quay từ  $S \rightarrow B$

**MOMEN ĐỘNG LƯỢNG:**

$$L = m \cdot v \cdot r \cdot \sin(\vec{v}, \vec{R})$$

**MOMEN TỪ:**

$$P_m = I \cdot S$$



## CÁC ĐỊNH LUẬT THỰC NGHIỆM VỀ CHẤT KHÍ

### A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

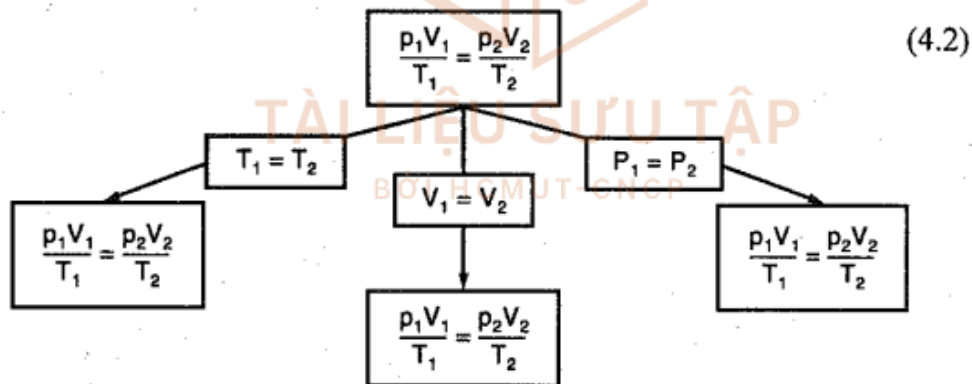
#### 1. Phương trình trạng thái của khí lý tưởng

$$pV = \frac{m}{M}RT = nRT \quad (4.1)$$

trong đó:

$p, V, T$  - áp suất, thể tích và nhiệt độ của khí lý tưởng.

$m, n, M$  - khối lượng, số mol và khối lượng mol của khối khí lý tưởng đó.



#### 2. Thuyết động học phân tử

##### a) Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử

$$p = \frac{2}{3} n_0 \overline{W} \quad (4.3)$$

trong đó:  $n_0$  - mật độ phân tử khí.

$\overline{W}$  - động năng tịnh tiến trung bình:

$$\overline{W} = \frac{1}{2} m_0 \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT \quad (4.4)$$

với:  $m_0$  - khối lượng của một phân tử khí.

$\overline{v^2}$  - trung bình bình phương vận tốc của các phân tử khí.

$T$  - nhiệt độ của hệ khí.

$k$  - hằng số Boltzmann, có giá trị  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K.

**b) Vận tốc căn nguyên phương**

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (4.5)$$

**c) Mật độ phân tử khí**

$$n_0 = \frac{p}{kT} \quad (4.6)$$

**d) Định luật Dalton**

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_{i=1}^n p_i \quad (4.7)$$

với:  $p_i$  - áp suất riêng phần của chất khí thứ  $i$ .

**3. Nội năng khí lý tưởng**

$$U = \frac{m}{M} \frac{i}{2} RT \quad (4.8)$$

với:  $i$  - bậc tự do của các phân tử khí.

$m, M$  - khối lượng và khối lượng phân tử của cả hệ khí.

$T$  - nhiệt độ của hệ khí.



## CÁC NGUYÊN LÝ NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

### A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

#### 1. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động học

$$\Delta U = Q + A \begin{cases} Q, A > 0: & \text{Hệ nhận vào} \\ Q, A < 0: & \text{Hệ sinh ra} \end{cases} \quad (5.1)$$

$$dU = \delta Q + \delta A = \delta Q - P dV \quad (5.2)$$

- Công trong quá trình biến đổi cân bằng

$$A_{12} = - \int_{V_1}^{V_2} P dV ; \delta A = -P dV \quad (5.3)$$

- Nhiệt trong quá trình biến đổi cân bằng

➤ Nhiệt dung riêng (chất lỏng, chất rắn):

$$c = \frac{1}{m} \frac{\delta Q}{dT} \left[ \text{J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \right] \quad (5.4)$$

Với:  $m$  - khối lượng vật,  $T$  - biến nhiệt độ.

➤ Nhiệt dung mol (chất khí lý tưởng)

- Hằng tích:

$$c_{mv} = \left. \frac{1}{n} \frac{\delta Q}{dT} \right|_{V=\text{const}} = \frac{i}{2} R = \frac{R}{\gamma - 1} \left[ \text{J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \right] \quad (5.5)$$

- Hằng áp:

$$c_{mP} = \left. \frac{1}{n} \frac{\delta Q}{dT} \right|_{P=\text{const}} = \frac{i+2}{2} R = \frac{R\gamma}{\gamma - 1} \left[ \text{J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \right] \quad (5.6)$$

với  $n$  - số mol khí.

$i$  - bậc tự do hệ khí (đơn nguyên tử  $i = 3$ , lưỡng nguyên tử  $i = 5$ ).

$\gamma$  - chỉ số đoạn nhiệt,  $\gamma = c_{mP} / c_{mV}$

$R$  - hằng số khí lý tưởng ( $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ).

Hệ thức Mayer:

$$c_{mP} = c_{mV} + R \quad (5.7)$$

- Một số quá trình biến đổi cân bằng đặc biệt:

Quá trình	Biểu thức	A	Q	$\Delta U$
Đẳng tích	$V = \text{const}$	0	$nc_{mV}\Delta T$	$nc_{mV}\Delta T$
Đẳng áp	$P = \text{const}$	$-nR\Delta T$	$nc_{mP}\Delta T$	$nc_{mV}\Delta T$
Đẳng nhiệt	$PV = \text{const}$	$-nRT \ln(V_2 / V_1)$	$nRT \ln(V_2 / V_1)$	0
Đoạn nhiệt	$PV^\gamma = \text{const}$	$nc_{mV}\Delta T$	0	$nc_{mV}\Delta T$

Các phương trình quan trọng của quá trình đoạn nhiệt

$$PV^\gamma = \text{const}; TV^{\gamma-1} = \text{const}; TP^{(1-\gamma)/\gamma} = \text{const}. \quad (5.8)$$

$$A_{12} = (P_2 V_2 - P_1 V_1) / (\gamma - 1) \quad (5.9)$$

## 2. Nguyên lý thứ hai của nhiệt động học

### a) Máy nhiệt

Máy nhiệt	Chu trình trong P-V, T-S	Hiệu suất (hệ số thiết bị) đối với thiết bị 2 nguồn nhiệt - nguồn nóng ( $T_1, Q_1$ ), nguồn lạnh ( $T_2, Q_2$ ) - Công sinh ra: $A' = -A$
Động cơ	Thuận chiều kim đồng hồ	$\eta = \frac{A'}{Q_1} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1} \leq 1 - \frac{T_2}{T_1} < 1$
Máy lạnh	Nghịch chiều kim đồng hồ	$\epsilon_F = -\frac{Q_2}{A'} = -\frac{1}{1 + Q_1/Q_2} \leq -\frac{1}{1 - T_1/T_2}$
Bơm nhiệt	Nghịch chiều kim đồng hồ	$\epsilon = \frac{Q_1}{A'} = \frac{1}{1 + Q_2/Q_1} \leq \frac{1}{1 - T_2/T_1}$

- Chu trình Carnot:
  - 02 quá trình đẳng nhiệt ( $T_1, Q_1$ ), ( $T_2, Q_2$ ).
  - 02 quá trình đoạn nhiệt
- Định lý Carnot (động cơ):

$$1 + \frac{Q_2}{Q_1} \leq 1 - \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0 \begin{cases} =: \text{Chu trình thuận nghịch} \\ <: \text{Chu trình bất thuận nghịch} \end{cases} \quad (5.10)$$

**b) Biểu thức định lượng nguyên lý 2 NDH**

$$\sum_i \frac{Q_i}{T_i} = \oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0 \begin{cases} = \text{Chu trình thuận nghịch} \\ < \text{Chu trình bất thuận nghịch} \end{cases} \quad (5.11)$$

**c) Entropy**

- Hàm trạng thái, có tính cộng được.
- Với quá trình biến đổi thuận nghịch nguyên tố của hệ kín:

$$\delta Q = T dS \Leftrightarrow S = \int_0^T \frac{\delta Q}{T} [J.K^{-1}] \quad (5.12)$$

với  $\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$  (nguyên lý Nersnt).

- Đối với hệ cô lập, trong biến đổi thuận nghịch:  $\Delta S = 0$ ; trong biến đổi bất thuận nghịch:  $\Delta S > 0$ .

❖ **Mở rộng**

- Độ biến thiên entropy của hệ bao gồm 2 thành phần:

$$\Delta S = S_{td} + S_{tr} \quad (5.13)$$

Với:

- $S_{td}$  biểu thị lượng entropy trao đổi với bên ngoài. Khi hệ tiếp xúc với nguồn điều nhiệt với nhiệt độ  $T_s$ ,  $S_{td}$  có thể tính bằng biểu thức:

$$S_{td} = \int \frac{\delta Q}{T_s} \quad (5.14)$$

-  $S_{tr}$  là lượng entropy tạo ra do quá trình biến đổi nội tại:

$$S_{tr} \geq 0 \begin{cases} =: \text{Biến đổi thuận nghịch} \\ >: \text{Biến đổi bất thuận nghịch} \end{cases} \quad (5.15)$$

• Biến thiên entropy khí lý tưởng:

$$dU = -PdV + TdS \Leftrightarrow dS = \frac{dU}{T} + \frac{PdV}{T} \quad (5.16)$$

$$\begin{aligned} \Delta S &= nc_{mV} \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \\ &= nc_{mP} \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - nR \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) \\ &= nc_{mV} \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) + nc_{mP} \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \end{aligned} \quad (5.17)$$

• Công thức thống kê của entropy:

$$S = k_B \ln(\Omega) \quad (5.18)$$

với:  $k_B$  - hằng số Boltzmann ( $k_B = R/N_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$ ).

$\Omega$  - trọng thống kê nhiệt động của hệ.

## Chương 6

## ĐIỆN TRƯỜNG TĨNH

## A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Lực tĩnh điện giữa hai điện tích điểm (lực Coulomb):

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r} \quad (6.1)$$

trong đó:  $r$  - khoảng cách giữa các điện tích điểm.

$\epsilon_0$  - hằng số điện ( $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ ).

Hoặc ta cũng thường hay dùng cách viết đơn giản hóa:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r} \quad (6.2)$$

trong đó  $k$ : là hằng số Coulomb ( $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ).

Chiều của lực là hút hay đẩy phụ thuộc tương quan dấu của hai điện tích điểm.

Đơn vị của điện tích là C, của  $r$  là m, của  $F$  là N.

**Cường độ của điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho khả năng tác dụng lực lên một điện tích điểm khác được đặt trong điện trường ở điểm đang xét.**

Nếu lực tác động của điện trường lên điện tích điểm  $q$  đang đặt tại điểm  $M$  trong điện trường là  $F$  thì cường độ của điện trường tại  $M$  sẽ là:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (6.3)$$

Cường độ điện trường của một điện tích điểm là:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \frac{\vec{r}}{r} \quad (6.4)$$

Vector cảm ứng điện:

$$\vec{D} = \epsilon\epsilon_0 \vec{E} \quad (6.5)$$

**Đường sức điện trường** là đường cong mà tại mỗi điểm của nó vector cường độ điện trường trùng với vector tiếp tuyến của đường cong. Chiều của đường sức tại mỗi điểm là chiều của vector cường độ điện trường tại đó. Vì chiều của đường sức trùng với chiều của vector cường độ điện trường, nên các đường sức bắt đầu (đi ra) từ các điện tích dương, kết thúc (đi vào) ở các điện tích âm. Trong trường hợp chỉ có các điện tích âm hoặc các điện tích dương thì các đường sức bắt đầu hoặc kết thúc ở vô cực. Như vậy đường sức của điện trường (tĩnh) không khép kín.

**Nguyên lý chồng chất điện trường:** Điện trường tại một điểm trong không gian bằng tổng cường độ của các điện trường thành phần gây ra tại điểm đó.

**Thông lượng điện trường** qua một mặt S được định nghĩa bằng:

$$\Phi = \int \vec{E} d\vec{S} \quad (6.6)$$

**Định lý Ostrograskii-Gauss:** Tổng thông lượng điện trường thông qua một **mặt kín** chỉ phụ thuộc lượng điện tích **chứa bên trong mặt kín** đó theo công thức:

$$\begin{aligned} \Phi_E &= \oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{\int dq}{\epsilon\epsilon_0} \\ \Phi_D &= \oint \vec{D} d\vec{S} = \int dq \end{aligned} \quad (6.7)$$

**Nguyên lý chồng chất điện trường**

Hệ điện tích điểm (phân bố rời rạc):

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{F}_i}{q_0} = \sum_{i=1}^n \frac{\vec{F}_i}{q_0} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i \quad (6.8)$$



Hệ điện tích phân bố liên tục:

$$\begin{aligned} \vec{E} &= \int d\vec{E} \\ d\vec{E} &= \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \frac{\vec{r}}{r} \end{aligned} \quad (6.9)$$

**Công của lực tĩnh điện**

$$A_{MN} = W_M - W_N \quad (6.10)$$

$W_M, W_N$  là thế năng điện trường tại M và N ứng với điện tích điểm đang xem xét.

**Tính chất thế của trường tĩnh điện**

$$\oint_{(C)} \vec{E} d\vec{s} = 0 \quad (6.11)$$

**Điện thế tại một điểm** là đại lượng vô hướng đặc trưng cho năng lượng của điện trường tại điểm ấy, nó có độ lớn bằng thế năng điện trường mà một đơn vị điện tích điểm (1 C) có được khi nằm tại điểm đang xét, hoặc bằng công mà điện trường bỏ ra để đưa một đơn vị điện tích điểm dương từ vô cùng về điểm ấy. Đơn vị của điện thế là Voltage (V).

**Hiệu điện thế giữa hai điểm M và N**

$$U_{MN} = V_M - V_N = \int_M^N \vec{E} d\vec{s} \quad (6.12)$$

**Liên hệ giữa điện thế và vector cường độ điện trường**

$$\vec{E} = -\nabla V \quad (6.13)$$

**Lưỡng cực điện** là một hệ gồm hai điện tích điểm cùng giá trị nhưng trái dấu cách nhau một khoảng cách  $l$  không lớn. Vector  $l$  đi từ điện tích âm sang điện tích dương. Vector moment lưỡng cực được định nghĩa là:

$$\vec{p} = ql \quad (6.14)$$

## VẬT DẪN TRONG ĐIỆN TRƯỜNG TĨNH – ĐIỆN MÔI

### A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

#### 1. Điện môi

a) *Vector phân cực điện môi trong trường hợp điện môi cấu tạo từ các phân tử không tự phân cực điện*

$$\vec{P} = \chi_e \epsilon_0 \vec{E} \quad (7.1)$$

trong đó:  $\chi_e$  - hệ số phân cực điện môi (không có thứ nguyên).

$$(\chi_e = \epsilon - 1),$$

$\epsilon_0$  - hằng số điện môi trong chân không.

b) *Mật độ điện tích liên kết trên mặt chất điện môi đặt trong điện trường*

$$\sigma' = P_n = \chi_e \epsilon_0 E_n \quad (7.2)$$

trong đó:  $P_n$  và  $E_n$  là hình chiếu của vector phân cực điện môi và vector cường độ điện trường lên phương pháp tuyến ngoài của mặt có điện tích xuất hiện.

c) *Mối liên hệ giữa cảm ứng điện trường và cường độ điện trường*

$$\vec{D} = \epsilon_0 \epsilon \vec{E} \quad (7.3)$$

trong đó:  $\epsilon$  là hằng số điện môi của môi trường (không có thứ nguyên).



**d) Định lý Gauss trong điện môi**

$$\oint \vec{D} d\vec{S} = \sum_i q_i \quad (7.4)$$

**2. Vật dẫn, tụ điện****a) Điện dung của vật dẫn cô lập**

$$C = \frac{Q}{V} \quad (7.5)$$

trong đó:  $Q$  - điện tích của vật dẫn.

$V$  - điện thế của vật dẫn.

Đơn vị của điện dung  $C$  là Farad, viết tắt là F.

**b) Điện dung của tụ điện**

$$C = \frac{Q}{U} \quad (7.6)$$

trong đó:  $U$  là hiệu điện giữa hai bản tụ.

- Khi mắc  $n$  tụ song song thì điện dung của hệ.

$$C = \sum_{i=1}^n C_i \quad (7.7)$$

- Khi mắc  $n$  tụ nối tiếp thì điện dung của hệ.

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \quad (7.8)$$

**c) Điện dung của một số tụ điện**

- Tụ điện phẳng

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \quad (7.9)$$

trong đó:  $S$  - diện tích của bản tụ.

$d$  - khoảng cách giữa hai bản tụ.

- Tụ điện cầu

$$C = \frac{4\pi \epsilon_0 \epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1} \quad (7.10)$$

trong đó:  $R_1$  - bán kính quả cầu nhỏ.

$R_2$  - bán kính quả cầu lớn.

- Tụ điện trụ

$$C = \frac{2\pi \epsilon_0 \epsilon L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \quad (7.11)$$

trong đó:  $R_1$  - bán kính hình trụ nhỏ.

$R_2$  - bán kính hình trụ lớn.

$L$  - chiều dài hình trụ.

#### d) Năng lượng

- Vật dẫn cô lập

$$W = \frac{QV}{2} = \frac{CV^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} \quad (7.12)$$

- Tụ điện

$$W = \frac{QU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} \quad (7.13)$$

#### e) Mật độ năng lượng điện trường

$$w = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2} = \frac{ED}{2} \quad (7.14)$$

## TỪ TRƯỜNG TĨNH

## A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

## 1. Định luật Biot-Savart

Vector cảm ứng từ tại điểm M gây ra bởi phần tử dòng điện  $I \cdot d\vec{\ell}$  tại điểm P là

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{(I \cdot d\vec{\ell} \times \vec{r})}{r^3} \quad (\text{Tesla}) \quad (8.1)$$

Với  $\vec{r} = \overline{PM}$ : vector vẽ từ phần tử dòng điện  $I \cdot d\vec{\ell}$  đến điểm cần tính từ trường.

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

$\mu$  - độ từ thẩm tương đối của môi trường.

## 2. Nguyên lý chồng chất từ trường

Vector cảm ứng từ gây bởi cả dòng điện là

$$\vec{B} = \int_{\text{cả dòng điện}} \vec{dB} = \int_{\text{cả dòng điện}} \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{(I d\vec{\ell} \times \vec{r})}{r^3} \quad (8.2)$$

Vector cảm ứng từ gây bởi nhiều dòng điện:

$$\vec{B} = \sum_i \vec{B}_i \quad (8.3)$$

## 3. Vector cường độ từ trường

Trong môi trường đồng nhất, đẳng hướng và tuyến tính, vector cường độ từ trường cùng chiều với vector cảm ứng từ.

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0 \mu} \quad (8.4)$$

#### 4. Định lý Gauss đối với từ trường

Thông lượng của vector cảm ứng từ  $\vec{B}$  gửi qua mặt kín  $S$  bất kỳ thì luôn luôn bằng không.

$$\oint_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \Leftrightarrow \text{div} \vec{B} = 0 \quad (8.5)$$

Từ trường là trường xoáy. Đường sức từ trường là các đường cong kín.

#### 5. Định lý Ampere về dòng điện toàn phần

Lưu số của vector  $\vec{H}$  dọc theo đường cong kín  $(C)$  thì bằng tổng cường độ dòng điện đi qua diện tích  $S$  giới hạn bởi đường cong  $(C)$ .

$$\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = \sum_i I_i \Leftrightarrow \text{rot} \vec{H} = \vec{j} \quad (8.6)$$

trong đó:

$I_i > 0$  khi chiều dòng điện thuận chiều, lấy tích phân dọc theo đường cong  $C$ .

$I_i < 0$  khi chiều dòng điện ngược chiều, lấy tích phân dọc theo đường cong  $C$ .

$\vec{j}$  là vector mật độ dòng điện dẫn

#### 6. Tác dụng của từ trường lên dòng điện - Lực Ampere

Phần tử dòng điện  $I d\vec{\ell}$  đặt trong từ trường  $\vec{B}$  sẽ chịu tác dụng của từ lực  $d\vec{F}$ :

$$d\vec{F} = I d\vec{\ell} \times \vec{B} \quad (8.7)$$

7. Lực tác dụng trên 1 đơn vị chiều dài giữa 2 dòng điện thẳng song song dài vô hạn và cách nhau một đoạn  $d$ .

$$\frac{F_{1 \rightarrow 2}}{\ell} = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2}{2\pi d} \quad (8.8)$$

2 dòng điện song song cùng chiều: Hút nhau.

2 dòng điện song song ngược chiều: Đẩy nhau.

### 8. Vector momen từ của mạch điện kín

$$\vec{p}_m = I\vec{S} \quad (8.9)$$

Với  $I$  là dòng điện trong mạch, vector diện tích  $\vec{S}$  được xác định theo chiều tiến của vận tốc quay khi xoay theo chiều dòng điện.

### 9. Tác dụng của từ trường đều lên một mạch kín

Khi mạch điện kín đặt trong từ trường thì mạch sẽ chịu tác dụng của ngẫu lực làm quay khung cho đến khi vector momen từ  $\vec{p}_m$  song song với vector  $\vec{B}$ .

Vector momen lực:

$$\vec{M} = \vec{p}_m \wedge \vec{B} \quad (8.10)$$

### 9. Thế năng của khung dây điện trong từ trường $\vec{B}$ là

$$U = -\vec{p}_m \cdot \vec{B} \quad (8.11)$$

khi  $\vec{p}_m \uparrow \vec{B}$  thì thế năng là cực tiểu.

### 10. Công của từ lực làm quay khung dây điện có dòng điện $I$ trong từ trường $\vec{B}$ là

$$W_m = -\Delta U = I(\Phi_2 - \Phi_1) \quad (8.12)$$

Với  $\Phi_1, \Phi_2$  là từ thông qua khung lúc đầu và lúc cuối.

### 11. Tác dụng của từ trường lên hạt điện chuyển động

Lực Lorentz:

$$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (8.13)$$

### 12. Quỹ đạo của hạt điện tích $q$ chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ trong từ trường $\vec{B}$

Có 2 trường hợp:

(a) vận tốc hạt điện thẳng góc với từ trường  $\vec{B}$ : Quỹ đạo hạt là đường tròn, trục theo phương từ trường, chu kỳ không phụ thuộc vào vận tốc. Các hạt có cùng tỉ số  $m/q$  sẽ có cùng chu kỳ.

Bán kính quỹ đạo:

$$R = \frac{mv}{qB} \quad (8.14)$$

Tần số góc của chuyển động:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{qB}{m} \quad (8.15)$$

\* Tần số này cũng được biết đến như là tần số Cyclotron trong máy gia tốc hạt Cyclotron.

Chu kỳ chuyển động:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB} \quad (8.16)$$

(b) vận tốc hạt điện làm với từ trường  $\vec{B}$  một góc  $\alpha$ : Quỹ đạo là đường xoắn ốc, trục theo phương từ trường.

Bán kính quỹ đạo:

$$R = \frac{mv_{\perp}}{qB} \quad (8.17)$$

Chu kỳ:

$$T = \frac{2\pi R}{v_{\perp}} = \frac{2\pi m}{qB} \quad (8.18)$$

Bước của đường xoắn ốc:

$$h = v_{\parallel} \cdot T = \frac{2\pi m v \cos \alpha}{qB} \quad (8.19)$$

**Một số công thức:**

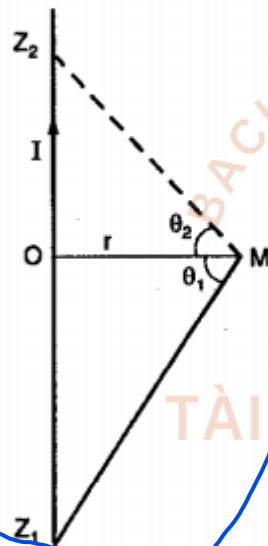
- Từ trường gây bởi đoạn dây điện thẳng tại điểm M (hình 8.1)

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} (\sin \theta_2 - \sin \theta_1) \quad (8.20)$$

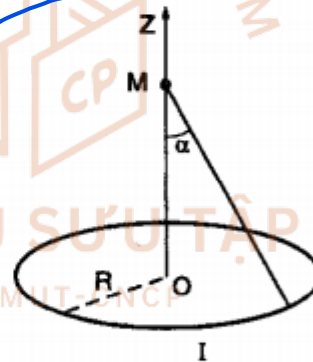
với  $\tan \theta_2 = \frac{z_2}{r}$ ;  $\tan \theta_1 = \frac{z_1}{r}$

- Từ trường gây bởi dòng điện thẳng dài vô hạn tại điểm cách dây 1 đoạn r

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (8.21)$$



Hình 8.1



Hình 8.2

- Từ trường gây bởi dòng điện tròn bán kính R tại 1 điểm M trên trục z, thẳng góc với mặt phẳng vòng dây (Hình 8.2):

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \sin^3 \alpha \vec{k} \quad (8.22)$$

hay :

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 2I\pi R^2}{4\pi(R^2 + z^2)^{3/2}} \vec{k} = \frac{\mu_0 2\vec{p}_m}{4\pi(R^2 + z^2)^{3/2}} \quad (8.23)$$



hay: 
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + z^2)^{3/2}} \vec{k} \quad (8.24)$$

Với  $\vec{p}_m = I\vec{S} = I\pi R^2 \vec{k}$  : vectơ moment từ

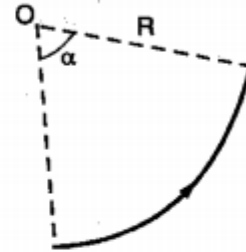
Với  $\sin \alpha = \frac{R}{\sqrt{z^2 + R^2}}$

- Từ trường gây bởi cung dây điện tròn tại tâm O (Hình 8.3)

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} [\alpha] \quad (8.25)$$

Với  $[\alpha]$  tính bằng radian.

- Từ trường gây bởi hình trụ bán kính R, dài vô hạn có phân bố dòng điện đều tại điểm bên trong và bên ngoài hình trụ:



Hình 8.3

$$B = \begin{cases} \frac{\mu_0 j r}{2} & r < R \\ \frac{\mu_0 j R^2}{2r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & r > R \end{cases} \quad (8.26)$$

Với mật độ dòng điện:

$$j = \frac{I}{\pi R^2}$$

- Từ trường gây bởi ống dây điện thẳng dài vô hạn có n vòng dây trên một đơn vị dài:

$$B = \begin{cases} \mu_0 n I & r < R \\ 0 & r > R \end{cases} \quad (8.27)$$

- Từ trường gây bởi ống dây điện hình xoắn ốc N vòng dây điện, bán kính ống dây xoắn  $R_1, R_2$ :

$$B = \begin{cases} \frac{\mu_0 N I}{2\pi r} & R_1 < r < R_2 \\ 0 & r < R_1 \text{ hay } r > R_2 \end{cases} \quad (8.28)$$