



Thầy: Trịnh Xuân Đông

----- ∞o0o ∞ -----

Tài liệu Ôn cấp tốc
lý thuyết

VẬT LÝ 12

Luyện thi THPT Quốc gia

CHƯƠNG 1: DAO ĐỘNG CƠ HỌC

I. ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Các khái niệm cơ bản

- **Dao động** là chuyển động qua lại trên một đoạn đường xác định, quanh một vị trí cân bằng.
- **Dao động tuần hoàn** là dao động mà trạng thái chuyển động của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.
- **Chu kỳ** dao động là thời gian vật thực hiện được một dao động toàn phần gọi. Ký hiệu là T , đơn vị là giây (**s**).
- **Tần số** dao động là số dao động toàn phần mà vật thực hiện được trong một giây. Ký hiệu là f , $f = \frac{1}{T}$, đơn vị là héc (**Hz**).

2. Dao động điều hòa

là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian nhân với một hằng số.

Phương trình dao động: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\left\{ \begin{array}{l} x: \text{li độ dao động} \\ A: \text{biên độ dao động } (A = x_{\max}) \\ \omega: \text{tần số góc} \\ \omega t + \varphi: \text{pha dao động} \\ \varphi: \text{pha ban đầu (pha dao động khi } t=0) \end{array} \right.$$

- **Chu kỳ:** $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (s)

- **Tần số:** $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ (Hz)

3. Phương trình vận tốc: $v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

- $x = 0$ (VTCB) thì vận tốc có độ lớn cực đại:

$$v_{\max} = \omega A$$

- $x = \pm A$ (biên) thì $v = 0$

4. Phương trình gia tốc:

$$a = v' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

(*a ngược pha với li độ x*)

- $x = \pm A$ thì gia tốc có độ lớn cực đại:

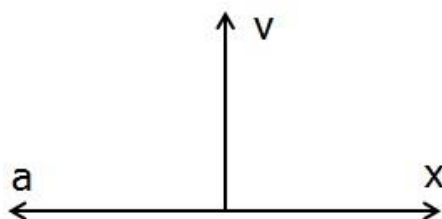
$$a_{\max} = \omega^2 A$$

$$+ x = A: a = -\omega^2 A$$

$$+ x = -A: a = +\omega^2 A$$

- $x = 0$ thì $a = 0$

Chú ý: Quan hệ về pha của x , v , a được biểu diễn ở hình bên dưới.



5. Hệ thức độc lập thời gian giữa x , v và a

Ta có: $\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{x^2}{A^2}$ (*); $\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{v^2}{\omega^2 A^2}$ (**); và $\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{a^2}{\omega^4 A^2}$ (***)

+ Cộng vế với vế (*) và (**) ta được:

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} = 1 \quad \text{hay} \quad A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \quad (\text{đồ thị } x - v \text{ là đường elip})$$

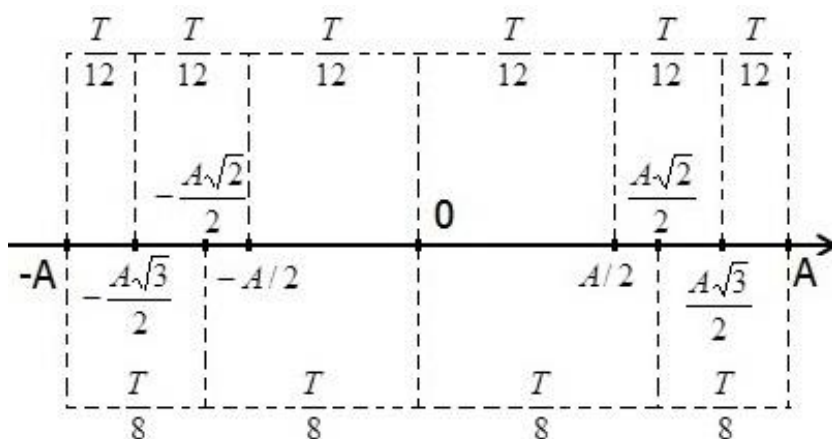
+ Cộng vế với vế (**) và (***) ta được:

$$\frac{x^2}{\omega^2 A^2} + \frac{a^2}{\omega^4 A^2} = 1 \quad \text{hay} \quad v_{\max}^2 = \omega^2 A^2 = v^2 + \frac{a^2}{\omega^2} \quad (\text{đồ thị } v - a \text{ là đường elip})$$

+ $a = -\omega^2 x$ (đồ thị $a - x$ là **đoạn thẳng**)

6. Thời gian ngắn nhất để vật đi từ x_1 đến x_2 (**)

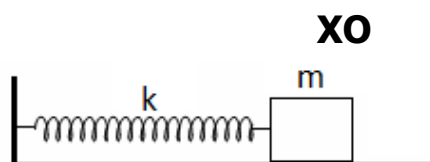
Độc chiêu:



II. CON LẮC LÒ

1. Tần số góc:

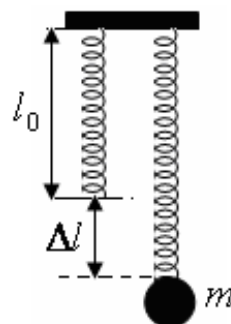
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}};$$



- Δl là độ biến dạng của lò xo khi vật cân bằng;
- k : độ cứng của lò xo (N/m);
- l_0 : chiều dài tự nhiên của lò xo.

+ Con lắc lò xo treo thẳng đứng:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2}$$



2. Chu kỳ và tần số

$$\begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \\ f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta l}} \end{cases}$$

3. Lực hồi phục

+ Hợp lực tác dụng lên vật gọi là **lực hồi phục** (lực kéo về)

Lực hồi phục (lực kéo về): $F_{hp} = -kx$.

+ Lực kéo về **luôn hướng về VTGB** (cùng chiều với gia tốc a) và có độ lớn tỉ lệ với độ lớn li độ x .

độ lớn: $F_{hp} = k|x|$

$$\begin{cases} F_{hp \max} = kA \\ F_{hp \min} = 0 \end{cases}$$

4. Năng lượng dao động của CLLX (Chọn gốc thế năng tại VTGB)

- **Động năng:** $W_d = \frac{1}{2}mv^2$

(**Động năng biến thiên tuần hoàn** theo thời gian với chu kỳ bằng $1/2$ chu kỳ dao động điều hoà ($T' = T/2$), tần số $f' = 2f$).

- **Thế năng:** $W_t = \frac{1}{2}kx^2$

(**Thế năng biến thiên tuần hoàn** theo thời gian với chu kỳ bằng $1/2$ chu kỳ dao động điều hoà ($T' = T/2$), tần số $f' = 2f$).

□--==→→→ Khoảng thời gian giữa 2 lần **$W_d = W_t$ liên tiếp** là $T/4$.

- **Cơ năng (năng lượng dao động):**

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

Cơ năng của CLLX dao động điều hoà **được bảo toàn** ($W \notin t$)

+ Vị trí của vật khi $W_d = nW_t$: $x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}}$

+ Vận tốc của vật lúc $W_d = nW_t$: $v = \pm \omega A \sqrt{\frac{n}{n+1}}$

III. CON LẮC ĐƠN

1. Tần số góc:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

2. Chu kì, tần số:

$$\begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \\ f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \end{cases}$$

(g là gia tốc rơi tự do, l là chiều dài dây treo con lắc.

3. Lực hồi phục

$$F_{hp} = -m\omega^2 s$$

4. Năng lượng dao động của CLĐ dao động điều hòa (α_0 nhỏ: $\alpha_0 < 10^\circ$)

+ Động năng:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2$$

+ Thế năng:

$$W_t = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$$

+ Cơ năng:

$$W = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$$

α_0 (rad) là biên độ góc của con lắc đơn, α (rad) là li độ góc của con lắc.

+ Vị trí của vật khi $W_d = nW_t$:

$$s = \pm \frac{S_0}{\sqrt{n+1}}$$

và

$$\alpha = \pm \frac{\alpha_0}{\sqrt{n+1}}$$

$$v = \pm \omega S_0 \sqrt{\frac{n}{n+1}}$$

5. Vận tốc – lực căng

Khi con lắc ở vị trí li độ góc α vận tốc và lực căng tương ứng của vật:

$$v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$$

$$T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

IV. DAO ĐỘNG TẮT DẦN, DAO ĐỘNG DUY TRÌ VÀ DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC

1. Dao động tắt dần

- Trong thực tế bất kỳ vật nào cũng dao động trong một môi trường và chịu tác dụng của lực cản của môi trường, lực cản này sinh công âm làm **giảm cơ năng (W)** của vật do đó biên độ **dao động (A)** **giảm dần** theo thời gian ta gọi dao động này là **dao động tắt dần**.

- Dao động tắt dần càng nhanh nếu lực cản của môi trường càng lớn và ngược lại.

Dao động tắt dần chậm

Nếu vật (hệ vật) dao động điều hòa với tần số góc ω_0 chịu thêm tác dụng của một lực cản rất nhỏ thì **biên độ của vật** (hệ vật) **giảm chậm**, khi ấy ta gọi dao động của vật là dao động **tắt dần chậm**. Chu kỳ của dao động tắt dần chậm có thể xem gần đúng bằng chu kỳ dao động riêng.

2. Dao động duy trì

Nếu ta cung cấp năng lượng cho vật dao động tắt dần (do ma sát) để bù lại sự tiêu hao vì ma sát mà **không làm thay đổi chu kỳ** dao động riêng của nó thì dao động kéo dài mãi mãi và được gọi là **dao động duy trì**.

3. Dao động cưỡng bức. Cộng hưởng

* Tác dụng lên vật đang ở VTCB một ngoại lực F biến đổi điều hòa $F = F_0 \cos(\omega t + \varphi)$, thì người ta đã chứng minh được rằng chuyển động của vật dưới tác dụng của ngoại lực gồm 2 giai đoạn:

+ **Giai đoạn chuyển tiếp:** dao động của vật chưa ổn định, giá trị của biên độ tăng dần.

+ **Giai đoạn ổn định:** giai đoạn này thì biên độ dao động của vật không thay đổi.

- Dao động của vật trong giai đoạn ổn định **gọi là dao động cưỡng bức**.

* Các đặc điểm của dao động cưỡng bức:

+ Dao động cưỡng bức **là dao động điều hòa** nhưng tần số góc của dao động cưỡng bức bằng tần số ω của ngoại lực (**chứ không bằng tần số riêng ω_0 của vật**).

+ **Biên độ** của dao động cưỡng bức **tỉ lệ thuận với biên độ F_0** của ngoại lực và **phụ thuộc vào ω , tần số dao động riêng ω_0** của vật và **lực cản** của môi trường.

* Cộng hưởng

- Thực nghiệm chứng tỏ biên độ A của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào tần số góc ω của ngoại lực: giá trị cực đại của biên độ A của dao động cưỡng bức đạt được khi tần số góc của ngoại lực (gần đúng) bằng tần số góc dao động riêng ω_0 của hệ dao động tắt dần.

- Khi biên độ của dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại, người ta nói rằng có hiện tượng cộng hưởng.

- Điều kiện xảy ra cộng hưởng là $\omega = \omega_0$.

* Ảnh hưởng của ma sát

- Với cùng một ngoại lực tuần hoàn tác dụng, nếu ma sát giảm thì giá trị cực đại của biên độ tăng. Hiện tượng cộng hưởng rõ nét hơn.

- Người ta ứng dụng hiện tượng cộng hưởng để chế tạo tần số kế, lên dây đàn ...

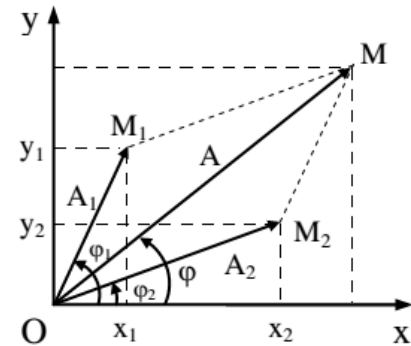
V. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

Phương pháp giản đồ Frexnel tổng hợp 2 dao động điều hoà cùng phương:

$$\begin{cases} x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) \\ x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \\ \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \end{cases}$$



Lưu ý: + Khi x_1 và x_2 **cùng pha** thì: $A = A_1 + A_2$

+ Khi x_1 và x_2 **ngược pha** thì: $A = |A_1 - A_2|$

+ Khi x_1 và x_2 **vuông pha** thì: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$

+ **Biên độ tổng hợp** thỏa mãn điều kiện: $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$

CHƯƠNG 2: SÓNG CƠ HỌC

I. ĐẠI CƯƠNG VỀ SÓNG CƠ

1. Sóng cơ và sự truyền sóng cơ

- **Sóng cơ học**: là những dao động cơ học lan truyền theo thời gian trong một môi trường vật chất

- Người ta dựa vào phương dao động của các phần tử vật chất và phương truyền sóng mà phân sóng cơ thành hai loại:

+ **Sóng ngang**: là sóng mà phương dao động của các phần tử vật chất **vuông góc** với phương truyền sóng.

+ **Sóng dọc**: là sóng mà phương dao động của các phần tử vật chất **cùng phương** với phương truyền sóng.

- Sóng ngang chỉ truyền trong chất rắn và bề mặt của chất lỏng, sóng dọc truyền được cả trong chất rắn, lỏng, khí. Sóng cơ không truyền được trong chân không.

- Sóng cơ được tạo thành và lan truyền trong môi trường vật chất nhờ lực liên kết đàn hồi giữa các phần tử của môi trường truyền dao động.

2. Các đại lượng đặc trưng của chuyển động sóng

a. Chu kỳ, tần số

Tất cả các phần tử của môi trường có sóng truyền qua đều dao động với cùng chu kỳ và tần số bằng chu kỳ và tần số của nguồn dao động gọi là chu kỳ và tần số của sóng.

b. Biên độ sóng

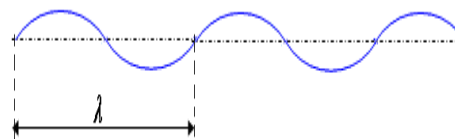
- Biên độ dao động của phần tử môi trường tại một điểm được gọi là biên độ sóng tại điểm đó.

- Trong thực tế càng xa tâm dao động thì biên độ sóng càng nhỏ.

c. Bước sóng

Có **hai định nghĩa** bước sóng:

- Bước sóng là quãng đường mà sóng truyền đi được trong một chu kỳ dao động. Bước sóng ký hiệu là λ (lambda). Đơn vị là mét (m).



- Bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên một phương truyền sóng dao động cùng pha.

d. Tốc độ truyền sóng

- Trong thời gian một chu kỳ T sóng truyền đi được quãng đường bằng bước sóng λ , vậy tốc độ truyền sóng là:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

- Tốc độ truyền sóng bằng tốc độ truyền pha dao động khác tốc độ dao động của các phần tử vật chất.

- Trong khi sóng truyền đi các đỉnh sóng (pha dao động) được truyền đi còn các **phần tử vật chất chỉ dao động tại chỗ** quanh vị trí cân bằng của nó.

e. Năng lượng sóng

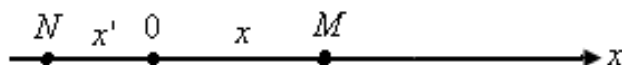
- Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

- Nếu sóng truyền đi theo đường thẳng thì biên độ sóng không thay đổi (năng lượng sóng được bảo toàn); nếu sóng truyền đi trong mặt phẳng (sóng nước chẳng hạn) thì năng lượng sóng tỷ lệ nghịch với khoảng cách tới nguồn; nếu sóng truyền đi trong không gian (sóng âm chẳng hạn) thì năng lượng sóng tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách tới nguồn.

3. Phương trình sóng

- Phương trình sóng là phương trình xác định li độ u của mỗi phần tử của môi trường tại điểm có tọa độ x vào một thời điểm t bất kỳ.

- Sóng truyền từ N qua O và đến M , giả sử biểu thức Sóng tại O có dạng:



$u_0 = A \cos(\omega t + \varphi)$, thì:

$$u_M = A \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

(M trễ pha hơn O)

$$u_N = A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{2\pi x'}{\lambda}\right)$$

(N sớm pha hơn O)

HỆ QUẢ:

Độ lệch pha của 2 điểm trên phương truyền sóng cách nhau một đoạn d :

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{d}{\lambda}$$

• **M, N cùng pha:** $\Delta\varphi = k2\pi$ hay $d = k\lambda$

• **M, N ngược pha:** $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ hay $d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

• **M, N vuông pha:** $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ hay $d = (2k+1)\frac{\lambda}{4}$

II. GIAO THOA SÓNG CƠ

✱ Điều kiện cần và đủ để hai sóng giao thoa được với nhau là hai sóng đó phải là hai **sóng kết hợp**:

- + hai nguồn dao động cùng phương
- + cùng tần số
- + Độ lệch pha không đổi theo thời gian.

✱ Nơi nào có giao thoa thì nơi đó có sóng, nơi có sóng **chưa chắc** đã có giao thoa (vì chưa biết chúng có **kết hợp không???**).

✱ Hiện tượng giao thoa là hiện tượng hai sóng kết hợp khi gặp nhau thì có những điểm, ở đó chúng luôn luôn tăng cường lẫn nhau; có những điểm ở đó chúng luôn luôn triệt tiêu nhau.

❶ **Hai nguồn cùng pha:** $u_1 = u_2 = A\cos\omega t$

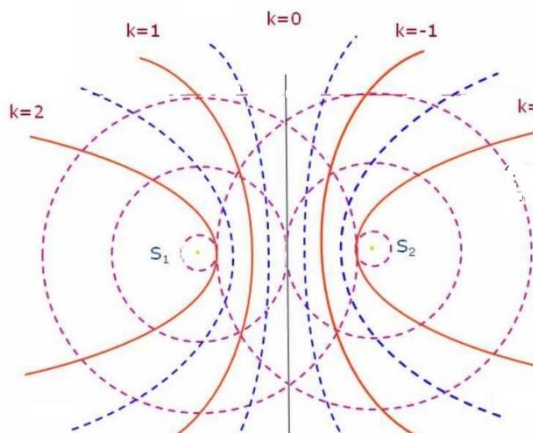
+ **M cực đại:** $d_2 - d_1 = k\lambda$

+ **M cực tiểu:** $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

Đường trung trực là đường CĐ

❶ **Hai nguồn ngược pha:**

+ **M cực đại:** $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$



+ M cực tiểu: $d_2 - d_1 = k\lambda$

Đường trung trực là đường CT

LƯU Ý: Nếu hai nguồn sóng có biên độ A_1 và A_2 thì biên độ của cực đại và cực tiểu là

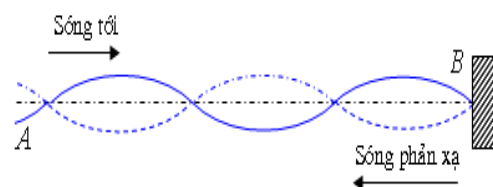
$$\begin{cases} A_{CD} = A_1 + A_2 \\ A_{CT} = |A_1 - A_2| \end{cases}$$

Biên độ của một điểm bất kỳ thỏa mãn: $A_1 - A_2 \leq A \leq A_1 + A_2$

III. SÓNG DỪNG

1. Phản xạ sóng

- Xét sóng truyền từ đầu A đến đầu B của một sợi dây đàn hồi mềm. Sóng truyền từ A đến B gọi là **sóng tới**, sau đó dao động được truyền ngược trở lại tạo thành **sóng phản xạ**.



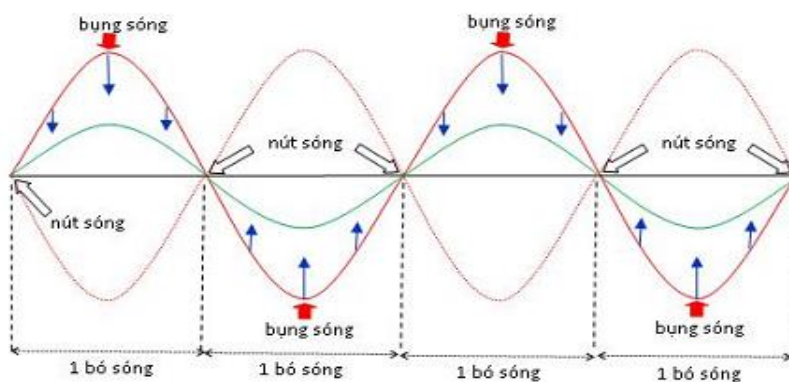
- Thực nghiệm chứng tỏ, sóng phản xạ có **cùng tần số** và **bước sóng** với sóng tới. Nếu **đầu phản xạ cố định** thì tại đó sóng tới và sóng phản xạ **ngược pha (nút sóng)**, nếu **đầu phản xạ tự do (bụng sóng)** thì tại đó sóng tới và sóng phản xạ **cùng pha**.

2. Sóng dừng

- Trên ví dụ trên một thời gian khi sự ổn định của sợi dây AB đạt được thì ta thấy trên dây có những điểm **đứng yên** xen kẽ với những điểm dao động với biên độ **khá lớn. Hiện tượng đó gọi là sóng dừng**. Những điểm đứng yên gọi là các **nút sóng**, những điểm dao động với biên độ cực đại gọi là những **bụng sóng**. Các nút và các bụng xen kẽ và cách đều nhau.

- Sóng dừng trên dây chính là kết quả của sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ trên dây.

- Khoảng cách giữa hai bụng liên tiếp bằng khoảng cách giữa hai nút liên tiếp và bằng $\frac{\lambda}{2}$; khoảng cách giữa một và một nút liên tiếp bằng $\frac{\lambda}{4}$



* Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây

✖ có 2 đầu cố định

$$\begin{cases} l = n \frac{\lambda}{2} \\ f_n = n \cdot \frac{v}{2l} \quad \left(f_0 = \frac{v}{2l} \right) \end{cases} \quad (n \in N^*) \quad (2.34)$$

+ Số nút trên dây là $n+1$; số bụng trên dây là n ;

+ f_n là tần số rung trên dây khi có sóng dừng; $f_0 = f_{n \min}$

✖ có một đầu cố định, một đầu tự do

$$\begin{cases} l = (2n+1) \frac{\lambda}{4} \\ f_n = (2n+1) \cdot \frac{v}{4l} \quad \left(f_0 = \frac{v}{4l} \right) \end{cases} \quad (n \in N) \quad (2.36)$$

+ Số nút trên dây là $n+1$; số bụng trên dây là $n+1$

+ f_n là tần số rung trên dây khi có sóng dừng; $f_0 = f_{n \min}$

IV. SÓNG ÂM

1. Sóng âm

- **Sóng âm** là những sóng cơ học truyền trong môi trường vật chất, có tần số từ **16Hz** đến **20000Hz** và gây ra cảm giác âm trong tai con người.

- Trong chất lỏng và khí sóng âm là sóng dọc, còn trong chất rắn sóng âm gồm cả sóng dọc và sóng ngang.

- Những sóng cơ học tần số nhỏ hơn 16Hz gọi là **sóng hạ âm**. Những sóng cơ học tần số lớn hơn 20000Hz gọi là **sóng siêu âm**.

- Sóng âm, sóng hạ âm, sóng siêu âm đều là những sóng cơ học lan truyền trong môi trường vật chất nhưng chúng có tần số khác nhau và tai người chỉ cảm thụ được sóng âm chứ không cảm thụ được sóng hạ âm và sóng siêu âm.

- **Sóng âm truyền được trong chất rắn, lỏng, khí, không truyền được trong chân không.**

- Vận tốc truyền âm phụ thuộc bản chất (mật độ và tính đàn hồi) của môi trường. Nói chung **$v_{\text{rắn}} > v_{\text{lỏng}} > v_{\text{khí}}$** . Vận tốc truyền âm còn thay đổi theo nhiệt độ.

Chú ý: Các kết luận về sóng cơ đều có thể áp dụng cho sóng âm (phương trình sóng, các đại lượng đặc trưng của sóng, giao thoa, sóng dừng, nhiễu xạ, phản xạ, khúc xạ).

2. Nhạc âm, tạp âm

- Những âm do các nhạc cụ phát ra thì ta nghe êm ái dễ chịu và đồ thị dao động của chúng có đặc điểm chung là những đường cong tuần hoàn có tần số xác định. Ta gọi chúng là **nhạc âm**.

- Còn những tiếng gõ tấm kim loại nghe chói tai, gây cảm giác khó chịu, đồ thị của chúng là những đường cong không tuần hoàn không có tần số xác định. Ta gọi chúng là **tạp âm**.

3. Những đặc trưng của âm

Các đặc trưng vật lý của âm (tần số, cường độ âm, mức cường độ âm, đồ thị dao động) gây ra một loạt cảm giác riêng, gọi là các đặc trưng sinh lý của âm (độ cao, độ to, âm sắc). Những đặc trưng sinh lý liên quan chặt chẽ với những đặc trưng vật lý của âm.

a. Độ cao

- Độ cao là đặc tính sinh lý của âm phụ thuộc vào tần số âm. Độ cao của âm tăng theo tần số.

- Âm có tần số càng cao thì nghe càng thanh (ví dụ âm do người đàn bà nói), âm có tần số càng thấp thì nghe càng trầm (ví dụ âm do người đàn ông nói).

b. Âm sắc

- Khi một nhạc cụ phát ra một âm có tần số f , thì nó đồng thời phát ra các âm có tần số $2f, 3f, 4f, \dots, nf$. Âm có tần số f gọi là **âm cơ bản**, các âm có tần số $2f, 3f, 4f, \dots$ gọi là các **họa âm** bậc 2, bậc 3, bậc 4, ... Âm mà chúng ta nghe được từ nhạc cụ chính là sự tổng hợp của âm cơ bản và các họa âm. Các nhạc cụ khác nhau cùng tấu lên một đoạn nhạc ở cùng độ cao nhưng chúng ta vẫn phân biệt được tiếng của từng nhạc cụ. Khi nghiên cứu đồ thị dao động của chúng ta thấy chúng có dạng khác nhau, do đó sóng âm tác động vào màng nhĩ của chúng ta theo những kiểu khác nhau, nên chúng ta thấy các âm đó có sắc thái khác nhau. Đặc tính đó gọi là **âm sắc**.

- Âm sắc khác nhau khi dạng đồ thị dao động của âm khác nhau.

- Âm sắc là đặc tính sinh lý của âm phụ thuộc các đặc tính vật lý là tần số và biên độ.

c. Độ to của âm. Cường độ âm. Mức cường độ âm

- **Cường độ âm** là năng lượng mà sóng âm truyền trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm. Cường độ âm kí hiệu là I , đơn vị là oát trên mét vuông (W/m^2).

- Cường độ âm càng lớn thì cảm giác nghe thấy âm càng to. Tuy nhiên độ to không tỷ lệ với cường độ âm.

- Tai con người có thể nghe được âm có cường độ nhỏ nhất bằng $10^{-12} (W/m^2)$ ứng với âm chuẩn ở 1000Hz (gọi là cường độ âm chuẩn I_0) và cường độ âm lớn nhất là $10 W/m^2$. **Cường độ âm chuẩn phụ thuộc vào tần số của âm.**

- Để so sánh độ to của một âm với độ to âm chuẩn, người ta dùng đại lượng mức cường độ âm, mức cường độ âm kí hiệu là L đơn vị là ben (B) :

$$L(B) = \lg \frac{I}{I_0}$$

$$\text{Nếu dùng đơn vị đêxiben thì : } L(dB) = 10 \lg \frac{I}{I_0} ; \quad 1B = 10dB$$

- Mức cường độ âm có giá trị trong khoảng $0 \div 130dB$.

- Độ to của âm là đặc tính sinh lý phụ thuộc vào **tần số** và **mức cường độ âm**.

d. Giới hạn nghe của tai người

- Để gây được cảm giác âm, mức cường độ âm phải lớn hơn một giá trị cực tiểu nào đó gọi là ngưỡng nghe. **Ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số của âm.**
- Khi cường độ âm tăng đến 10 W/m^2 ứng với mức cường độ âm 130dB thì sóng âm với mọi tần số gây cho tai ta cảm giác nhức nhối, đau đớn. Giá trị cực đại của cường độ âm mà tai ta có thể chịu đựng được gọi là ngưỡng đau. **Ngưỡng đau hầu như không phụ thuộc vào tần số.**

e. Hộp cộng hưởng

Là bộ phận có thể cộng hưởng với nhiều tần số khác nhau và tăng cường những âm có tần số đó. Hộp cộng hưởng có tác dụng tăng cường cường độ âm lên một cách rõ rệt.

CHƯƠNG 3: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

I – ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Suất điện động xoay chiều

Xét một khung dây dẫn có N vòng dây, mỗi vòng dây có diện tích S , quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục vuông góc với các đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ \vec{B} . Thời điểm ban đầu véc tơ pháp tuyến của khung dây hợp với \vec{B} một góc φ .

- Chu kì và tần số quay của khung:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = \frac{1}{n}$$

(n vòng/s là tốc độ quay của khung dây)

- Biểu thức của **từ thông** qua khung dây:

$$\Phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Từ thông cực đại gửi qua khung dây:

$$\Phi_0 = NBS$$

- Biểu thức của **suất điện động** xuất hiện trong khung dây dẫn:

$$e = -\Phi' = \omega NBS \sin(\omega t + \varphi) = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Suất điện động cực đại xuất hiện trong khung:

$$E_0 = \omega NBS = \omega \Phi_0$$

2. Điện áp (hiệu điện thế) xoay chiều. Dòng điện xoay chiều

- Hiệu điện thế xoay chiều: $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$ (V)

- Dòng điện xoay chiều: $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$ (A)

Độ lệch pha của u so với i :

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

- + Nếu $\varphi > 0$ thì u sớm pha so với i một góc φ
- + Nếu $\varphi < 0$ thì u trễ pha so với i $|\varphi|$
- + Nếu $\varphi = 0$ thì u cùng (đồng) pha so với i .

Lưu ý:

+ Nếu dòng điện xoay chiều dao động với tần số f thì trong $1s$ nó đổi chiều:

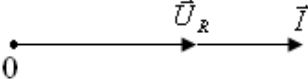
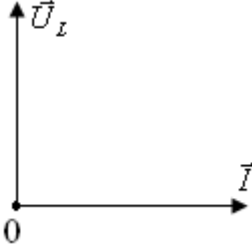
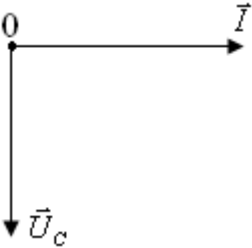
- ☑ $2f$ lần (nếu ban đầu $i \neq 0$),
- ☑ $(2f - 1)$ lần (nếu ban đầu $i = 0$).

+ Nam châm điện được tạo ra bằng dòng điện xoay chiều có tần số f thì nó làm cho sợi dây thép căng gần nó rung với tần số $f' = 2f$, từ trường của nó biến thiên tuần hoàn với tần số $f' = 2f$.

3. Các giá trị hiệu dụng

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}, E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$

4. Dòng điện xoay chiều trong mạch chỉ có điện trở thuần R; chỉ có cuộn dây thuần cảm L và chỉ có tụ điện C

	Chỉ có R	Chỉ có L	Chỉ có C
Định luật Ôm	$U_{0R} = I_0 R, U_R = IR$	$U_{0L} = I_0 Z_L, U_L = IZ_L$	$U_{0C} = I_0 Z_C, U_C = IZ_C$
Trở kháng	R	$Z_L = \omega L$	$Z_C = \frac{1}{\omega C}$
Độ lệch pha (u và i)	u cùng pha với i ($\varphi = 0$)	u nhanh pha với i ($\varphi = \frac{\pi}{2}$)	u chậm pha với i ($\varphi = -\frac{\pi}{2}$)
Giản đồ véc tơ			
Liên hệ giữa u và i:	$\frac{u}{U_0} - \frac{i}{I_0} = 0$	$\frac{u^2}{U_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1$	$\frac{u^2}{U_0^2} + \frac{i^2}{I_0^2} = 1$

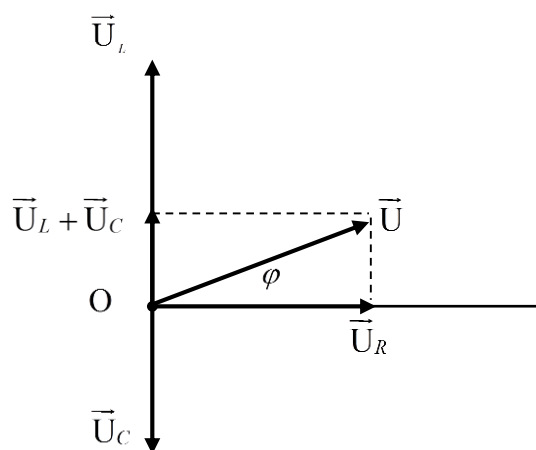
II. MẠCH ĐIỆN RLC NỐI TIẾP

1. Liên hệ giữa các điện áp

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

$$U_0 = \sqrt{U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2}$$

với $U_R = IR$; $U_L = IZ_L$; $U_C = IZ_C$



2. Tổng trở

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

3. Định luật Ôm

$$I = \frac{U}{Z}; \quad I_0 = \frac{U_0}{Z}$$

4. Độ lệch pha của điện áp u và dòng điện i

$$\tan \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

+ Nếu $Z_L > Z_C$ thì $\varphi > 0$, điện áp u nhanh pha so với dòng điện i

→ mạch có tính **cảm kháng**.

+ Nếu $Z_L < Z_C$ thì $\varphi < 0$, điện áp u chậm pha so với dòng điện i

→ mạch có tính **dung kháng**.

5. Cộng hưởng điện

Nếu giữ nguyên giá trị của điện áp hiệu dụng U giữa hai đầu mạch và thay đổi tần số góc ω sao cho $Z_L = Z_C$ hay $\omega L = \frac{1}{\omega C}$, thì:

+ **Tổng trở** của mạch đạt giá trị nhỏ nhất $Z_{\min} = R$.

+ **Cường độ dòng điện** qua mạch đạt giá trị cực đại $I_{\max} = \frac{U}{R}$.

+ **Các điện áp tức thời** ở hai đầu tụ điện và hai đầu cuộn cảm có biên độ bằng nhau nhưng ngược pha nên triệt tiêu lẫn nhau, điện áp hai đầu điện trở bằng điện áp hai đầu đoạn mạch. Đó gọi là hiện tượng **cộng hưởng điện**.

Điều kiện để xảy ra cộng hưởng là

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$$

6. Công suất điện

- Công thức tính công suất của mạch điện xoay chiều bất kỳ:

$$\boxed{P = UI \cos \varphi}$$

$\cos \varphi$ là hệ số công suất.

- Riêng với mạch nối tiếp RLC:

$$\boxed{P = I^2 R}$$

hoặc $\boxed{P = \frac{U^2}{R} \cos^2 \varphi}$

- Hệ số công suất của đoạn mạch nối tiếp RLC:

$$\boxed{\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{R}{Z}}$$

Lưu ý

+ Trong mạch điện xoay chiều công suất **chỉ được tiêu thụ trên điện trở thuần R**.

IV. MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều

- Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều **dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ** : khi từ thông gửi qua khung dây dẫn biến thiên điều hòa thì trong dây dẫn xuất hiện suất điện động cảm ứng xoay chiều.

- **Có hai cách** tạo ra suất điện động xoay chiều thường dùng trong các máy phát điện :

- + Từ trường cố định, các vòng dây quay trong từ trường.
- + Từ trường quay, các vòng dây đặt cố định.

2. Máy phát điện xoay chiều một pha

a. Các bộ phận chính

Máy phát điện xoay chiều có hai bộ phận chính là phần cảm và phần ứng.

- **Phần cảm** : là nam châm điện hoặc nam châm vĩnh cửu, nó có tác dụng tạo ra từ trường.

- **Phần ứng** : là những cuộn dây, trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng khi máy hoạt động.

- Một trong hai bộ phận đặt cố định gọi là **stato**, bộ phận còn lại quay gọi là **roto**.

- Tần số dòng điện xoay chiều do máy phát phát ra:

$$f = np$$

trong đó: **p** số cặp cực, **n** số vòng quay của roto trong một giây.

b. Hoạt động

- Các máy phát điện xoay chiều một pha có thể được cấu tạo theo hai cách:

+ **Cách một**: phần ứng quay, phần cảm cố định.

+ **Cách hai**: phần cảm quay, phần ứng cố định.

- Các máy có cấu tạo theo cách thứ nhất có stato là nam châm đặt cố định, roto là khung dây quay quanh trục. Để dẫn dòng điện ra ngoài, người ta dùng hai vành khuyên bằng đồng đặt đồng trục và cùng quay với khung dây. Mỗi vành khuyên có một thanh quét tì vào. Khi khung dây quay hai vành khuyên trượt trên hai thanh quét, dòng điện từ khung qua hai thanh quét ra ngoài.

- Các máy có cấu tạo theo cách thứ hai có roto là nam châm, thường là nam châm điện; stato gồm nhiều cuộn dây có lõi thép xếp thành một vòng tròn.

V – Động cơ không đồng bộ ba pha

- **Nguyên tắc hoạt động** của động cơ không đồng bộ **dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và sử dụng từ trường quay**.

- Từ trường có các đường sức quay trong không gian gọi là **từ trường quay**.

- Nếu đặt kim nam châm trong không gian có từ trường quay thì kim nam châm sẽ quay với tốc độ góc bằng tốc độ góc của từ trường quay. Ta gọi sự quay của kim nam châm là **sự quay đồng bộ**.

- Nếu thay kim nam châm trong từ trường như trên bằng một khung dây (giả sử đặt khung dây sao cho trục quay của khung dây trùng với trục quay của từ trường) thì khung dây sẽ quay theo chiều quay của từ trường và chúng ta có thể sử dụng định luật Len-xơ để giải thích hiện tượng này theo đó chúng ta cũng chứng minh **tốc độ góc của khung dây** nhỏ hơn **tốc độ góc của từ trường**. Ta gọi đó là **sự quay không đồng bộ**.

- Nhờ có hiện tượng cảm ứng điện từ và tác dụng của từ trường quay mà khung dây quay và sinh công cơ học. Động cơ hoạt động theo nguyên tắc trên gọi là động cơ không đồng bộ (động cơ cảm ứng).

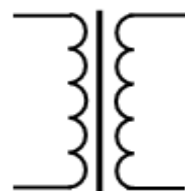
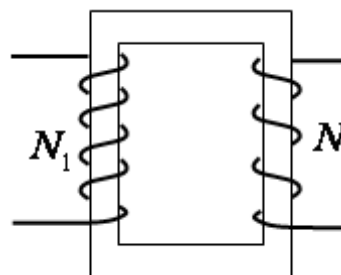
- Chúng ta có thể sử dụng dòng điện xoay chiều ba pha để tạo ra từ trường quay với tốc độ góc bằng tốc độ góc của dòng điện xoay chiều.

VI. MÁY BIẾN ÁP VÀ TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

1. Máy biến áp (MBA)

a. Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động

- Máy biến áp có hai cuộn dây có số vòng khác nhau quấn trên một lõi thép kín. Lõi thép thường làm bằng các lá sắt hoặc thép pha silic, ghép cách điện với nhau **để giảm hao phí do dòng điện Fu-cô**. Các cuộn dây làm bằng đồng và được quấn các vòng dây cách điện với nhau và cách điện với lõi thép.



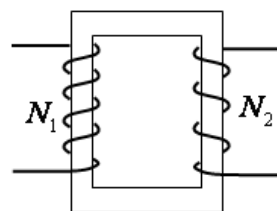
- Máy biến áp hoạt động **dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ**. Một trong hai cuộn dây được nối với nguồn điện xoay chiều, ta gọi đó là **cuộn sơ cấp**, cuộn thứ hai được nối với tải tiêu thụ, ta gọi đó là **cuộn thứ cấp**. Dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn sơ cấp tạo ra từ thông biến thiên qua cuộn thứ cấp làm xuất hiện trong cuộn thứ cấp một suất điện động xoay chiều.

- Ký hiệu MBA như hình vẽ.

b. Sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện qua máy biến áp

✧ **Nếu điện trở các cuộn dây không đáng kể:**

Gọi U_1 và U_2 là điện áp hiệu dụng xuất hiện ở hai đầu của cuộn sơ cấp và thứ cấp; I_1 và I_2 là cường độ hiệu dụng dòng điện của mạch sơ cấp và thứ cấp khi mạch kín. H là hiệu suất của MBA.



Ta có các liên hệ:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

+ $N_2 > N_1$ thì $U_2 > U_1$, ta gọi MBA là **máy tăng thế**.

+ $N_2 < N_1$ thì $U_2 < U_1$, ta gọi MBA là **máy hạ thế**.

✧ Hiệu suất của MBA

$$H = \frac{U_2 I_2 \cos \varphi_2}{U_1 I_1 \cos \varphi_1}$$

với $\cos \varphi_1$ và $\cos \varphi_2$ là hệ số công suất của mạch sơ cấp và thứ cấp.

CHÚ Ý: nếu mạch thứ cấp là mạch R, L, C nối tiếp thì $\cos \varphi_2 = \frac{R}{Z}$.

2. Truyền tải điện năng

- Gọi R là điện trở dây tải, P là công suất truyền đi, U là điện áp nơi phát, $\cos \varphi$ là hệ số công suất của mạch điện, thì **công suất hao phí** trên dây truyền tải là:

$$\Delta P = I^2 R = \frac{P^2}{(U \cos \varphi)^2} R$$

- Đối với hệ thống truyền tải điện thì $\cos \varphi$ và P xác định. Để giảm hao phí ΔP , có thể giảm R hoặc tăng U . Trong thực tế người ta chọn cách **tăng hiệu điện thế U** trước khi truyền tải điện đi xa. Việc này rất đơn giản bằng cách ta dùng máy biến áp tăng thế.

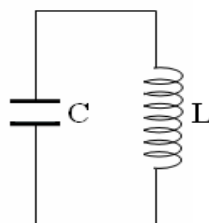
CHƯƠNG 4: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

I. CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN

1. Tần số góc

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\omega = \frac{I_0}{Q_0}$$



I_0, Q_0 lần lượt là điện dòng điện cực đại qua L và điện tích cực đại của tụ điện C

2. Chu kỳ, tần số dao động riêng của mạch LC

$$\begin{cases} T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi \frac{Q_0}{I_0} \\ f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \end{cases}$$

3. Biểu thức u, q, i trong mạch LC

★ Biểu thức điện tích của tụ điện:

$$q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad (C)$$

★ Biểu thức hiệu điện thế hai đầu tụ điện:

$$u = \frac{q}{C} = U_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad (V)$$

→ **q và u cùng pha**

$$Q_0 = CU_0$$

★ Biểu thức cường độ dòng điện chạy trong cuộn dây:

$$i = q' = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (A)$$

$$I_0 = \omega Q_0$$

→ **i sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với q và u**

4. Biểu thức độc lập thời gian giữa q, u và i

★ *i vuông pha với q và u, nên:*

$$\frac{i^2}{I_0^2} + \frac{q^2}{Q_0^2} = 1 \Rightarrow Q_0^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2}$$

$$\frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_0^2} = 1$$

★ *q và u cùng pha, nên:*

$$q = Cu$$

II. NĂNG LƯỢNG CỦA MẠCH DAO ĐỘNG LC

1. Năng lượng điện trường (W_d)

Là năng lượng tích lũy trong tụ điện, tính bởi công thức:

$$W_d = \frac{1}{2} Cu^2 = \frac{q^2}{2C} \quad (4.13)$$

2. Năng lượng từ trường (W_t)

Là năng lượng tích lũy trong cuộn cảm, tính bởi công thức:

$$W_t = \frac{1}{2} Li^2 \quad (4.14)$$

3. Năng lượng điện từ (W)

+ *Là tổng của năng lượng điện trường trong tụ C và năng lượng từ trường trong cuộn dây L tại từng thời điểm:*

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2} Cu^2 + \frac{1}{2} Li^2$$

+ *Năng lượng điện từ bằng năng lượng điện trường cực đại và cũng bằng năng lượng từ trường cực đại:*

$$W = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}LI_0^2$$

Vậy: Trong quá trình dao động của mạch LC lý tưởng, năng lượng từ trường và năng lượng điện trường **luôn chuyển hóa lẫn nhau**, nhưng **tổng năng lượng** điện từ là **không đổi**.

+ Khi $W_t = nW_d$ thì khi đó:

$$\begin{cases} q = \pm \frac{Q_0}{\sqrt{n+1}} \\ u = \pm \frac{U_0}{\sqrt{n+1}} \\ i = \pm I_0 \sqrt{\frac{n}{n+1}} \end{cases}$$

Lưu ý:

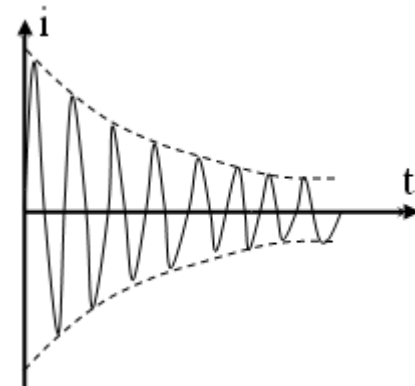
+ W_d và W_t biến thiên tuần hoàn với chu kỳ bằng $\frac{1}{2}$ chu kỳ dao động điện từ ($T' = T/2$) tần số $f' = 2f$.

+ Khoảng thời gian ngắn nhất giữa 2 lần $W_d = W_t$ liên tiếp là $T/4$.

III. MẠCH LC DAO ĐỘNG TẮT DẦN, DAO ĐỘNG DUY TRÌ, DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC. CỘNG HƯỞNG

1. Dao động điện từ tắt dần

Trong các mạch dao động luôn có sự tiêu hao năng lượng do **năng lượng bị mất mát trên điện trở** của dây dẫn và **bức xạ điện từ** ra môi trường. Vì vậy dao động sẽ dừng lại khi năng lượng bị tiêu hao hết. Hiện tượng này gọi là **dao động điện từ tắt dần**. Giá trị của **R càng lớn** thì sự **tắt dần càng nhanh**.



2. Dao động điện từ duy trì. Hệ tự dao động

- Muốn duy trì được dao động ta phải bù đủ và đúng phần năng lượng bị tiêu hao trong mỗi chu kỳ . Ta **sử dụng Tranzito** để thực hiện công việc này.
- Dao động của mạch LC được duy trì ổn định với tần số góc riêng ω_0 của mạch, ta gọi đây là một **hệ tự dao động**.

3. Dao động điện từ cưỡng bức. Sự cộng hưởng

- Mắc mạch LC có tần số dao động riêng ω_0 nối tiếp với một nguồn điện ngoài biến thiên theo thời gian $u = U_0 \cos \omega t$. Lúc này trong mạch LC bắt buộc phải biến thiên theo tần số góc ω của nguồn điện ngoài chứ không thể dao động theo tần số riêng được nữa. Quá trình này được gọi là **dao động cưỡng bức**.
- Giữ nguyên biên độ hiệu điện thế và thay đổi tần số góc ω của nguồn điện ngoài thì biên độ của dao động điện (biểu hiện qua cường độ dòng điện) trong khung thay đổi theo, đến khi $\omega = \omega_0$ thì biên độ dao động trong khung đạt giá trị cực đại. Hiện tượng này gọi là **sự cộng hưởng**.
- Với R lớn thì đỉnh của cộng hưởng thấp (gọi là cộng hưởng tù) và ngược lại với R nhỏ thì đỉnh của cộng hưởng cao (gọi là cộng hưởng nhọn).
- Hiện tượng cộng hưởng được ứng dụng trong mạch lọc, mạch chọn sóng, mạch khuếch đại.

4. Sự tương tự giữa dao động điện và dao động cơ.

Đại lượng cơ	Đại lượng điện	Dao động cơ	Dao động điện
x	q	$x'' = -\omega^2 x$	$q'' = -\omega^2 q$
v	i	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
m	L	$x = A \cos(\omega t + \varphi)$	$q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$
k	$1/C$	$v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$	$i = -\omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi)$
F	u	$A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$	$Q_0^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2}$
μ	R	$W = W_d + W_t = \frac{1}{2} k A^2$	$W = W_L + W_C = \frac{Q_0^2}{2C}$
W_d	W_L	$W_d = \frac{1}{2} m v^2$	$W_L = \frac{1}{2} L i^2$
W_t	W_C	$W_t = \frac{1}{2} k x^2$	$W_C = \frac{q^2}{2C}$

IV. SÓNG ĐIỆN TỪ

Điện trường xoáy là điện trường mà các đường sức điện là những đường cong khép kín.

1. Giả thuyết Maxwell

Giả thuyết 1: Từ trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện một điện trường xoáy.

Giả thuyết 2: Điện trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện một từ trường xoáy.

- **Dòng điện dịch dẫn** là dòng điện chạy trong vật dẫn; **dòng điện dịch** là dòng điện chạy qua tụ điện.

- **Điện từ trường:** Điện trường và từ trường có thể chuyển hóa cho nhau, liên hệ mật thiết với nhau. Chúng là hai mặt của một trường thống nhất gọi là điện từ trường.

2. Sóng điện từ

Sóng điện từ là quá trình truyền đi trong không gian của điện từ trường biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

3. Đặc điểm và tính chất của sóng điện từ

- Sóng điện từ truyền đi trong chân không với tốc độ bằng tốc độ của ánh sáng ($v \approx c = 3.10^8 \text{ m/s}$).

- Sóng điện từ **là sóng ngang** (các véc tơ \vec{B} , \vec{E} và \vec{c} đôi một vuông góc với nhau và nếu đặt cái đinh ốc dọc theo phương của \vec{c} và quay nó sao cho nó tiến theo chiều của \vec{c} thì nó sẽ quay theo chiều từ \vec{E} sang \vec{B})

- Sóng điện từ **truyền** được trong **môi trường vật chất** và cả trong **chân không**.

- Sóng điện từ mang năng lượng.

- Sóng điện từ tuân theo định luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ, giao thoa, nhiễu xạ, ...

- Sóng điện từ truyền trong các **môi trường vật chất khác nhau** có **vận tốc khác nhau**.

V. TRUYỀN THÔNG BẰNG SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Anten

Anten là một dạng mạch dao động hở, là công cụ hữu ích để bức xạ sóng điện từ. Anten có nhiều dạng khác nhau tùy theo tần số sóng và nhu cầu sử dụng.

2. Nguyên tắc truyền thông bằng sóng điện từ

- Để truyền được các thông tin như âm thanh, hình ảnh ... đến nơi xa, người ta áp dụng một quy trình chung:

+ Biến các âm thanh (hình ảnh ...) muốn truyền đi thành các dao động điện tần số thấp gọi là các **tín hiệu âm tần**.

+ Dùng sóng điện từ tần số cao (cao tần) mang tín hiệu âm tần đi xa qua anten phát.

+ Dùng máy thu và anten thu để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần.

+ Tách tín hiệu ra khỏi sóng cao tần rồi dùng loa để nghe âm thanh đã truyền tới (hoặc dùng màn hình để xem hình ảnh)

* Sơ đồ máy phát và máy thu (âm thanh):

+ **Máy phát thanh** gồm:

Ổng nói, máy phát cao tần, biến điệu, khuếch đại cao tần và anten phát.

- Máy phát cao tần: tạo ra dao động điện từ tần số cao.

- Ổng nói: biến âm thanh thành dao động điện âm tần.

- Biến điệu: trộn dao động âm thanh và dao động cao tần thành dao động cao tần biến điệu.

- Khuếch đại cao tần: khuếch đại dao động cao tần biến điệu để đưa ra anten phát

- Anten phát: phát xạ sóng điện từ cao tần biến điệu ra không gian.

+ **Máy thu thanh** gồm:

Anten thu, chọn sóng, tách sóng, khuếch đại âm tần và loa.

- *Anten thu*: cảm ứng với nhiều sóng điện từ.

- *Chọn sóng*: chọn lọc sóng muốn thu nhờ cộng hưởng.

- *Tách sóng*: lấy ra sóng âm tần từ sóng cao tần biến điệu đã thu được.

- *Khuếch đại âm tần*: khuếch đại âm tần rồi đưa ra loa tái lập âm thanh.

3. Sự truyền sóng điện từ quanh trái đất

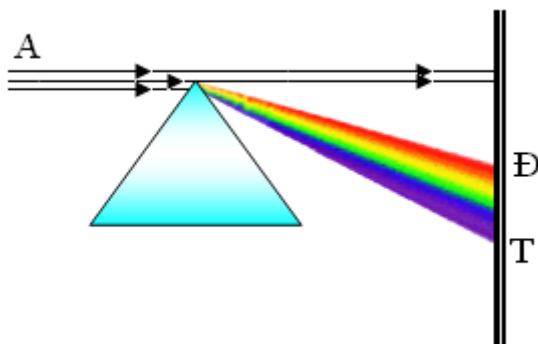
Phân loại và đặc tính của sóng điện từ:

Loại sóng	Bước sóng	Đặc tính
Sóng dài	>1000m	Năng lượng nhỏ, ít bị nước hấp thụ. Nên được dùng trong thông tin liên lạc dưới nước.
Sóng trung	1000m – 100m	Ban ngày tầng điện li hấp thụ mạnh nên không truyền được đi xa trên mặt đất, ban đêm tầng điện li phản xạ nên nghe đài bằng sóng trung ban đêm rõ hơn nghe ban ngày.
Sóng ngắn	100m – 10m	Năng lượng lớn, bị tầng điện li và mặt đất phản xạ nhiều lần nên được dùng để truyền thanh và truyền hình trên mặt đất.
Sóng cực ngắn	10m – 0,01m	Có năng lượng rất lớn, không bị tầng điện li hấp thụ, truyền theo đường thẳng, nên được sử dụng để thông tin cự li vài chục kilômet hoặc truyền thông qua vệ tinh .

I. TÁN SẮC ÁNH SÁNG

1. Định nghĩa hiện tượng tán sắc ánh sáng

- Hiện tượng một chùm ánh sáng trắng sau khi qua lăng kính không những bị khúc xạ về phía đáy của lăng kính, mà còn **bị tách** ra thành nhiều chùm ánh sáng có màu sắc khác nhau gọi là hiện tượng tán sắc ánh sáng.



- **Trường hợp tổng quát** ta có thể định nghĩa hiện tượng tán sắc như sau: là hiện tượng ánh sáng bị tách thành nhiều thành phần có màu sắc khác nhau khi đi qua mặt phân cách của hai môi trường trong suốt.

2. Ánh sáng trắng và ánh sáng đơn sắc

- **Ánh sáng đơn sắc** là ánh sáng không bị tán sắc mà chỉ bị lệch khi đi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc **có 1 tần số đặc trưng xác định**. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một **màu sắc xác định** gọi là màu đơn sắc. Màu sắc của ánh sáng sẽ không thay đổi khi ánh sáng truyền qua các môi trường khác nhau (mặc dù bước sóng ánh sáng đó thay đổi).

- **Ánh sáng trắng** là ánh sáng được tổng hợp từ vô số ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Ánh sáng trắng là một trường hợp của ánh sáng phức tạp, hay ánh sáng đa sắc.

3. Nguyên nhân của hiện tượng tán sắc

Do **chiết suất** của một môi trường trong suốt đối với **các ánh sáng** đơn sắc có màu sắc khác nhau là **khác nhau** nên các tia sáng đơn sắc khác nhau bị khúc xạ dưới các góc khúc xạ khác nhau. Kết quả, sau khi qua lăng kính, chúng **bị tách** nhau ra và **gây ra** hiện tượng tán sắc.

4. Ứng dụng của sự tán sắc

- Hiện tượng tán sắc ánh sáng được **ứng dụng trong máy quang phổ ...**, giải thích nhiều hiện tượng quang học trong khí quyển như **cầu vồng ...**

II. GIAO THOA ÁNH SÁNG

1. Nhiễu xạ ánh sáng

Hiện tượng ánh sáng không tuân theo định luật truyền thẳng, quan sát được khi ánh sáng truyền qua lỗ nhỏ hoặc gần mép những vật khác.

2. Giao thoa ánh sáng

a. Định nghĩa

- Giao thoa ánh sáng là hiện tượng khi hai chùm sáng kết hợp gặp nhau thì trong vùng gặp nhau có những điểm có cường độ sáng được tăng cường và có những điểm cường độ sáng triệt tiêu, tạo thành các **vân sáng** và **vân tối** nằm xen kẽ lẫn nhau.

- Hiện tượng giao thoa là bằng chứng thực nghiệm khẳng định **ánh sáng có tính chất sóng**.

b. Khảo sát hiện tượng giao thoa

- **Hiệu đường đi** từ hai nguồn đến điểm M trên màn ảnh:

$$\sigma = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$$

với **a** là khoảng cách giữa hai nguồn sáng S_1 và S_2 , **D** là khoảng cách từ hai khe đến màn ảnh, **x** là khoảng cách từ vân sáng trung tâm đến điểm M.

- **Vị trí vân sáng:** để M là vị trí vân sáng thì: $d_2 - d_1 = k\lambda$ (với $k \in \mathbb{Z}$)

$$\Rightarrow x = k \frac{\lambda D}{a}$$

($k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) với λ là bước sóng của ánh sáng

+ $k = 0 \Rightarrow x = 0$ (gọi là vân sáng trung tâm (vân sáng chính giữa)).

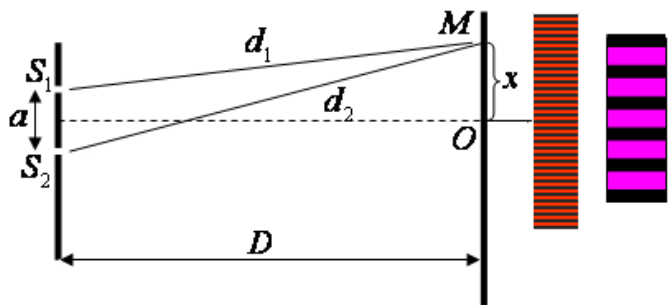
+ Ở 2 bên vân trung tâm là vân sáng bậc 1 ($k = \pm 1$), vân sáng bậc 2 ($k = \pm 2$),

...

- **Vị trí vân tối:** để M là vị trí vân tối thì: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ (với $k \in \mathbb{Z}$)

$$x_t = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}$$

+ $k = 0; k = -1: x_{t1} = \pm \frac{1}{2} \frac{\lambda D}{a}$: 2 vân tối thứ nhất



$$+ k = 1 ; k = -2: x_{t_2} = \pm \frac{3 \lambda D}{2 a} : 2 \text{ vân tối thứ hai, ...}$$

- Các vân sáng và các vân tối cách đều nhau.

- **Khoảng vân:** là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp:

$$i = (k+1) \frac{\lambda D}{a} - k \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$$

- Nếu thí nghiệm được tiến hành trong môi trường trong suốt có chiết suất n thì bước sóng và khoảng vân:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n} \text{ và } i_n = \frac{i}{n}$$

3. Bước sóng và màu sắc ánh sáng

- Mỗi ánh sáng đơn sắc có **một tần số xác định**.

- Mọi ánh sáng đơn sắc mà ta nhìn thấy đều có bước sóng trong chân không (hoặc không khí) trong khoảng chừng từ $0,38 \mu m$ đến $0,76 \mu m$.

- Trong miền ánh sáng nhìn thấy ta gọi đó là miền **quang phổ khả kiến**, trong thực tế mắt ta chỉ phân biệt được vài trăm màu và người ta đã phỏng chừng khoảng bước sóng của bảy màu chính trên quang phổ mặt trời.

Màu ánh sáng	Bước sóng $\lambda (\mu m)$ (trong chân không)
Đỏ	$0,640 \div 0,760$
Cam	$0,590 \div 0,650$
Vàng	$0,570 \div 0,600$
Lục	$0,500 \div 0,575$
Lam	$0,450 \div 0,510$
Chàm	$0,430 \div 0,460$
Tím	$0,380 \div 0,440$

- Chiết suất của ánh sáng đối với ánh sáng càng dài thì có giá trị càng nhỏ và ngược lại theo quy luật:

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

trong đó A và B là hằng số và phụ thuộc bản chất của môi trường.

III. MÁY QUANG PHỔ LĂNG KÍNH. CÁC LOẠI QUANG PHỔ

1. Máy quang phổ lăng kính

a. Định nghĩa: là thiết bị **dùng để phân tích** một chùm sáng phức tạp thành các thành phần đơn sắc khác nhau. Hay nói khác đi nó được dùng để nhận biết thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp do một nguồn sáng phát ra.

b. Cấu tạo: gồm ba bộ phận chính:

- **Ống chuẩn trực:** bộ phận chính là thấu kính hội tụ, có tác dụng làm cho chùm sáng đi vào máy trở thành chùm tia sáng song song.

- **Hệ tán sắc:** là một hoặc vài lăng kính (với loại máy quang phổ ứng dụng hiện tượng tán sắc), có tác dụng phân tích chùm tia song song từ ống chuẩn trực chiếu tới thành nhiều chùm tia đơn sắc song song.

- **Buồng tối** (buồng ảnh): là một hộp kín trong đó có một thấu kính đặt chắn chùm tia đã bị tán sắc sau khi qua hệ tán sắc và một tấm kính ảnh để chụp ảnh quang phổ đặt tại tiêu diện của thấu kính của buồng tối. Buồng tối là nơi quan sát hình ảnh quang phổ của chùm sáng hoặc nơi đặt phim để chụp hình ảnh quang phổ.

c. Hoạt động: hoạt động dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng (với loại máy quang phổ ứng dụng hiện tượng tán sắc).

2. Các loại quang phổ

a. Quang phổ liên tục

+ **Định nghĩa:** Quang phổ liên tục là một dải màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

+ **Nguồn gốc phát sinh:** Các vật **rắn, lỏng, khí** (có áp suất lớn) khi bị nung nóng sẽ phát ra quang phổ liên tục.

+ **Đặc điểm:**

- Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào **hiệt độ** của nguồn sáng.

- Nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về vùng ánh sáng có bước sóng ngắn của quang phổ liên tục.

+ **Ứng dụng:** Dựa vào quang phổ liên tục để xác định nhiệt độ các vật sáng do nung nóng.

Ví dụ: xác định nhiệt độ lò nung, hồ quang, Mặt Trời, các vì sao, ...

b. Quang phổ vạch phát xạ

+ **Định nghĩa:** Quang phổ vạch phát xạ là quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.

+ **Nguồn phát:** Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện...) phát ra quang phổ vạch phát xạ.

+ **Đặc điểm:** Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về: số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

Ví dụ: Trong vùng ánh sáng nhìn thấy, Na cho 2 vạch vàng; Hyđrô: cho 4 vạch đỏ, lam, chàm, tím.

Như vậy, **mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.**

+ **Ứng dụng:** Ứng dụng để nhận biết được sự có mặt của một nguyên tố trong các hỗn hợp hay trong hợp chất; xác định thành phần cấu tạo của vật.

c. Quang phổ vạch hấp thụ

+ **Định nghĩa:** Quang phổ vạch hấp thụ là một hệ thống các vạch tối nằm trên nền quang phổ liên tục.

+ **Nguồn gốc phát sinh:** Chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi sẽ thu được quang phổ vạch hấp thụ.

Điều kiện để thu được quang phổ vạch hấp thụ là nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải bé hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

+ **Đặc điểm:** Vị trí các vạch tối nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của chất khí hay hơi đó.

+ **Sự đảo vạch quang phổ:** khảo sát thí nghiệm cho quang phổ vạch hấp thụ, bây giờ ta tắt nguồn sáng trắng đi thì nền quang phổ liên tục biến thành nền tối và các vạch tối của quang phổ vạch hấp thụ biến thành các vạch sáng. Hiện tượng đó gọi là sự đảo vạch quang phổ.

+ **Ứng dụng:** Ứng dụng để nhận biết được sự có mặt của một nguyên tố trong các hỗn hợp hay trong hợp chất.

IV. TIA HỒNG NGOẠI. TIA TỬ NGOẠI

Người ta đã chứng tỏ rằng ở ngoài miền ánh sáng nhìn thấy còn có những bức xạ nào đó, không nhìn thấy được nhưng cũng có tác dụng nhiệt giống như các bức xạ nhìn thấy. Ta gọi đó là các **bức xạ không nhìn thấy được**.

1. Tia hồng ngoại

a. Định nghĩa: những bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng lớn hơn bước sóng ánh sáng đỏ và nhỏ hơn bước sóng của sóng vô tuyến điện (có bước sóng lớn hơn $0,76 \mu\text{m}$ và đến vài mm) được gọi là tia hồng ngoại (hay bức xạ hồng ngoại)

b. Bản chất: Tia hồng ngoại có bản chất là **sóng điện từ**.

c. Nguồn phát sinh: Do các vật bị nung nóng phát ra (các vật có nhiệt độ $>0\text{K}$).

d. Tính chất và tác dụng:

- Tác dụng nổi bật nhất là tác dụng nhiệt.
- Tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại.
- Tia hồng ngoại có thể gây ra hiện tượng quang điện trong ở một số chất bán dẫn.
- Có thể biến điệu được sóng điện từ cao tần.

e. Ứng dụng:

- Chủ yếu để sấy hay sưởi trong công nghiệp, nông nghiệp, y tế,...
- Sử dụng trong bộ điều khiển từ xa của tivi, thiết bị nghe nhìn,...
- Chụp ảnh bằng kính ảnh hồng ngoại.

2. Tia tử ngoại

a. Định nghĩa: Là các bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng ngắn hơn bước sóng ánh sáng tím (từ $0,38 \mu\text{m}$ đến cỡ 10^{-9}m) được gọi là tia tử ngoại (hay bức xạ tử ngoại).

b. Bản chất: Tia tử ngoại có bản chất là **sóng điện từ**.

c. Nguồn phát sinh: Do các vật bị nung ở nhiệt độ cao (trên 2000°C) như Mặt Trời, hồ quang điện, đèn hơi thủy ngân, ... phát ra. Ánh sáng mặt trời là nguồn phát tia tử ngoại (khoảng 9% công suất).

d. Tính chất và tác dụng:

- Tác dụng mạnh lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, làm ion hóa không khí, gây một số phản ứng quang hóa, quang hợp, có tác dụng sinh học, ...
- Bị nước và thủy tinh hấp thụ mạnh.

- Có tác dụng sinh lý như hủy diệt tế bào, làm da rám nắng, hại mắt, diệt khuẩn, diệt nấm mốc...
- **Trong công nghiệp:** dùng để phát hiện các vết nứt nhỏ, các vết trầy xước trên bề mặt sản phẩm.
- **Trong y học:** dùng để trị bệnh còi xương, ...

V. TIA X (tia rơn-ghen). Thuyết điện từ ánh sáng. Thang sóng điện từ.

1. Tia X.

- Bức xạ có bước sóng từ 10^{-8}m đến 10^{-11}m (ngắn hơn bước sóng của tia tử ngoại và lớn hơn bước sóng của tia gama) được gọi là tia X (hay tia Rơn-ghen).
- **Có hai loại tia X:** tia X cứng (có bước sóng ngắn) và tia X mềm (có bước sóng dài hơn)

a. Nguồn phát: nguồn phát tia X là ống Rơn-ghen. Nguyên nhân là chùm tia catốt có năng lượng lớn đập vào tấm kim loại (hoặc chất lỏng) **có nguyên tử lượng lớn.**

b. Bản chất: Bản chất của tia rơnghen là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn.

c. Tính chất:

- Tính chất đáng chú ý là khả năng đâm xuyên mạnh.
- Có tác dụng mạnh lên kính ảnh, làm ion hóa chất khí.
- Làm phát quang nhiều chất.
- Có thể gây ra hiện tượng quang điện ở hầu hết các kim loại.
- Có tác dụng sinh lí, hủy diệt tế bào, diệt vi khuẩn,...

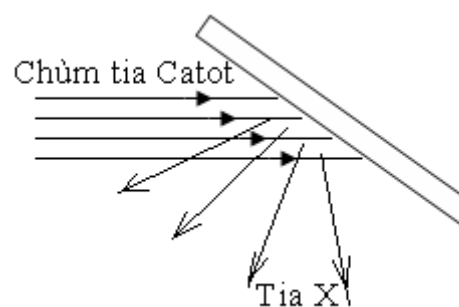
d. Công dụng:

- Trong y học: dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông,...
- Trong công nghiệp: dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc.
- Dùng trong màn huỳnh quang, máy đo liều lượng tia rơnghen, ...

2. Thuyết điện từ về ánh sáng

- Giả thuyết của Mắc-xoen về bản chất của ánh sáng: ánh sáng là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (so với sóng vô tuyến điện) lan truyền trong không gian.
- Mỗi liên hệ giữa tính chất điện và tính chất quang của môi trường:

$$\frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu}$$



trong đó c là tốc độ của ánh sáng trong chân không, v là tốc độ của ánh sáng trong môi trường có hằng số điện môi ϵ và độ từ thẩm μ .

- Chiết suất của môi trường: $n = \sqrt{\epsilon\mu}$

- Lo-ren-xơ còn chứng tỏ được rằng ϵ phụ thuộc vào tần số của ánh sáng, nhờ đó ông giải thích được sự tán sắc ánh sáng.

3. Thang sóng điện từ

Miền sóng điện từ	Bước sóng (m)	Tần số (Hz)
Sóng vô tuyến	$3.10^4 \div 10^{-4}$	$10^4 \div 3.10^{12}$
Tia hồng ngoại	$10^{-3} \div 7,6.10^{-7}$	$3.10^{11} \div 4.10^{14}$
Ánh sáng nhìn thấy	$7,6.10^{-7} \div 3,8.10^{-7}$	$4.10^{14} \div 8.10^{14}$
Tia tử ngoại	$3,8.10^{-7} \div 10^{-9}$	$8.10^{14} \div 3.10^{17}$
Tia X	$10^{-8} \div 10^{-11}$	$3.10^{16} \div 3.10^{19}$
Tia gama	Dưới 10^{-11}	Trên 3.10^{19}

CHƯƠNG 6: LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

I. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI. CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

1. Hiện tượng quang điện ngoài

- Hiện tượng ánh sáng (bức xạ điện từ nói chung) có bước sóng thích hợp làm bật các electron ra khỏi **bề mặt kim loại** gọi là **hiện tượng quang điện ngoài**. Gọi tắt là hiện tượng quang điện.

- Các electron bị bật ra ngoài khi bị chiếu sáng gọi là các **quang electron** (electron quang điện).

2. Các định luật quang điện

a. Định luật I (định luật về giới hạn quang điện)

Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra với những ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng λ_0 , λ_0 được gọi là giới hạn quang điện của kim loại đó: $\lambda \leq \lambda_0$.

b. Định luật II (định luật về dòng quang điện bão hòa)

Đối với mỗi ánh sáng thích hợp (có $\lambda \leq \lambda_0$), cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ với cường độ của chùm sáng kích thích.

c. Định luật III (định luật về động năng cực đại của quang electron)

Động năng ban đầu cực đại của các quang electron không phụ thuộc cường độ của chùm sáng kích thích mà chỉ phụ thuộc bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất kim loại.

II. THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG. LƯỢNG TÍNH SÓNG - HẠT

1. Giả thuyết năng lượng (của Plăng)

Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hay phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định, gọi là lượng tử năng lượng. Lượng tử năng lượng ký hiệu là ε có giá trị bằng:

$$\varepsilon = hf$$

trong đó f là tần số của ánh sáng bị hấp thụ hay phát ra;

h là một hằng số gọi là hằng số Plăng, $h = 6,625.10^{-34} J.s$

2. Thuyết lượng tử ánh sáng (của Anh-xtanh). Photon

- Chùm sáng **là một chùm hạt**, mỗi hạt gọi là một **photon** (lượng tử ánh sáng). Mỗi photon có **năng lượng xác định** $\varepsilon = hf$. Với mỗi ánh sáng đơn sắc có tần số f , các photon đều giống nhau (và **không phụ thuộc** vào khoảng cách từ photon đến nguồn sáng), mỗi photon mang năng lượng bằng hf . **Cường độ của chùm sáng tỷ lệ với số photon phát ra trong 1 giây.**

- Mỗi lần một nguyên tử hay phân tử phát xạ hay hấp thụ ánh sáng thì chúng phát ra hay hấp thụ một photon.

- Photon bay với tốc độ $c = 3.10^8 \text{m/s}$ dọc theo các tia sáng. Không có photon ở trạng thái nghỉ.

★ **Công thức Anh – xtanh** dùng để giải thích các định luật quang điện:

$$\varepsilon = hf = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2$$

3. Lượng tính sóng - hạt của ánh sáng

- Ánh sáng vừa có **tính chất sóng**, vừa có **tính chất hạt**.

- Bước sóng càng dài tính chất sóng càng rõ hơn tính chất hạt. Bước sóng càng ngắn tính chất hạt càng rõ hơn tính chất sóng.

- **Tính hạt:** Thể hiện ở hiện tượng quang điện, làm phát quang các chất, đâm xuyên, ion hóa...

- **Tính sóng:** Thể hiện ở hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, tán sắc...

III. HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG. QUANG ĐIỆN TRỞ VÀ PIN QUANG ĐIỆN.

1. Hiện tượng quang điện trong

a. Hiện tượng quang điện trong

Hiện tượng ánh sáng (bức xạ điện từ nói chung) có bước sóng thích hợp chiếu vào **chất bán dẫn** làm giải phóng các electron liên kết để chúng trở thành các **electron dẫn** đồng thời sinh ra **lỗ trống** (mang điện dương) cùng tham gia vào quá trình dẫn điện gọi là hiện tượng quang điện trong.

- Năng lượng cần thiết để giải phóng electron trong chất bán dẫn thường nhỏ hơn công thoát A của electron từ mặt kim loại nên giới hạn quang điện của chất bán dẫn thường lớn hơn giới hạn quang điện của kim loại. Giới hạn quang điện của nhiều chất bán dẫn nằm trong vùng ánh sáng hồng ngoại.

b. Hiện tượng quang dẫn

- **Chất quang dẫn** là chất dẫn điện kém khi không bị chiếu sáng và trở thành dẫn điện tốt khi bị chiếu ánh sáng thích hợp.

- **Hiện tượng quang dẫn** là hiện tượng giảm mạnh điện trở suất tức tăng độ dẫn điện của chất bán dẫn khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.

2. Quang điện trở

Là một điện trở làm bằng chất quang dẫn. Điện trở của quang điện trở có thể thay đổi từ vài megaôm khi không được chiếu sáng xuống đến vài chục ôm khi được chiếu ánh sáng thích hợp.

3. Pin quang điện (pin mặt trời)

Là một nguồn điện chạy bằng năng lượng ánh sáng. **Biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng.** Hiệu suất trên dưới 10%. Pin hoạt động dựa vào hiện tượng quang điện trong xảy ra bên cạnh một lớp chặn.

* **Cấu tạo:** Pin có 1 tấm bán dẫn loại n, bên trên có phủ một lớp màng bán dẫn loại p, trên cùng là một lớp kim loại rất mỏng. Dưới cùng là một đế kim loại. Các kim loại này đóng vai trò các điện cực trơ. Giữa p và n hình thành một lớp tiếp xúc p-n. Lớp này ngăn không cho e khuếch tán từ n sang p và lỗ trống khuếch tán từ p sang n → **gọi là lớp chặn.**

* **Hoạt động :** Khi chiếu ánh sáng có $\lambda \leq \lambda_0$ sẽ gây ra hiện tượng quang điện trong. Electron đi qua lớp chặn xuống bán dẫn n, lỗ trống bị giữ lại → Điện cực kim loại mỏng ở trên nhiễm điện (+) → điện cực(+), còn đế kim loại nhiễm điện (-) → điện cực (-).

- Suất điện động của pin quang điện từ **0,5V → 0,8V**

IV. MẪU NGUYÊN TỬ BO. QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HIĐRÔ

1. Mẫu nguyên tử Bo

a. Tiên đề về trạng thái dừng

- Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số **trạng thái có năng lượng xác định** E_n , gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.

- Bình thường, nguyên tử chỉ tồn tại ở trạng thái có năng lượng thấp nhất gọi là **trạng thái cơ bản**. Khi hấp thụ năng lượng thì nguyên tử chuyển lên các trạng thái dừng có mức năng lượng cao hơn, gọi là **trạng thái kích thích**. Thời gian sống trung bình của các nguyên tử trên trạng thái kích thích rất ngắn chỉ cỡ $10^{-8}s$. Sau đó nguyên tử chuyển về các trạng thái dừng có năng lượng thấp hơn và **cuối cùng về trạng thái cơ bản**.

- Trong các trạng thái dừng của nguyên tử thì các electron chuyển động trên các quỹ đạo tròn có bán kính hoàn toàn xác định, gọi là các quỹ đạo dừng. Bán kính quỹ đạo dừng thứ n được xác định:

$$r_n = n^2 r_0$$

Trong đó r_0 gọi là **bán kính quỹ đạo Bo** – đó là bán kính của electron khi nguyên tử ở trạng thái cơ bản và $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} m$.

b. Tiên đề về bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử

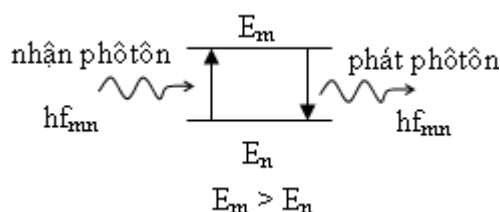
- Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_m sang trạng thái dừng có năng lượng E_n nhỏ hơn (với $E_m > E_n$) thì nguyên tử phát ra một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_m - E_n$:

$$\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n$$

(f_{mn} : tần số ánh sáng ứng với photon đó).

- Ngược lại nếu nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_n thấp mà hấp thụ 1 photon có năng lượng hf_{mn} đúng bằng hiệu $E_m - E_n$ thì nó chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng E_m lớn hơn.

$$\varepsilon = hf_{mn} = E_m - E_n$$

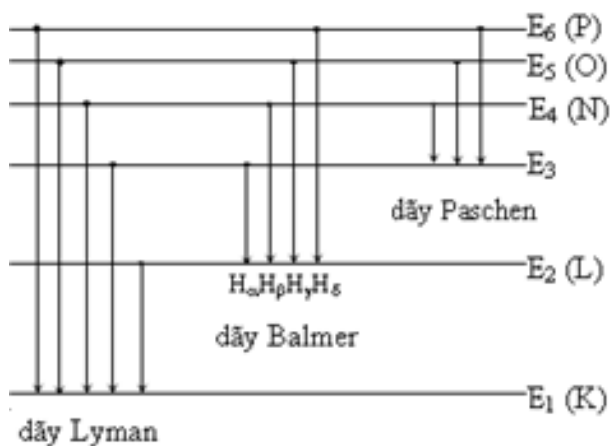


2. Quang phổ vạch của nguyên tử Hidrô

Gồm nhiều vạch xác định, tách rời nhau (xem hình vẽ).

Ở trạng thái bình thường (trạng thái cơ bản) nguyên tử H có năng lượng thấp nhất, electron chuyển động trên quỹ đạo K.

Khi được kích thích, các electron chuyển lên các quỹ đạo cao hơn (L, M, N, O, P...). Nguyên tử chỉ tồn tại một thời gian rất bé (10^{-8} s) ở trạng thái kích thích sau đó chuyển về mức thấp hơn và phát ra photon tương ứng.



- Khi chuyển về mức **K** tạo nên quang phổ vạch của **dãy Lyman** (Laiman)
- Khi chuyển về mức **L** tạo nên quang phổ vạch của **dãy balmer** (Banme)
- Khi chuyển về mức **M**: tạo nên quang phổ vạch của **dãy Paschen** (Pasen)

* Sơ đồ mức năng lượng:

- **Dãy Laiman:** Nằm trong vùng tử ngoại. Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo K

Lưu ý: Vạch dài nhất λ_{LK} khi e chuyển từ L \rightarrow K

Vạch ngắn nhất $\lambda_{\infty K}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow$ K.

- **Dãy Banme:** có 4 vạch nằm trong vùng ánh sáng nhìn thấy: $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ và phần lớn còn lại nằm trong vùng tử ngoại, ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo L

Vùng ánh sáng nhìn thấy có 4 vạch:

Vạch đỏ H_α ứng với e: M \rightarrow L

Vạch lam H_β ứng với e: N \rightarrow L

Vạch chàm H_γ ứng với e: O \rightarrow L

Vạch tím H_δ ứng với e: P \rightarrow L

Lưu ý: Vạch dài nhất λ_{ML} (Vạch đỏ H_α)

Vạch ngắn nhất $\lambda_{\infty L}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow$ L.

- **Dãy Pasen:** Nằm trong vùng hồng ngoại. Ứng với e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo M

Lưu ý: Vạch dài nhất λ_{NM} khi e chuyển từ N \rightarrow M.

Vạch ngắn nhất $\lambda_{\infty M}$ khi e chuyển từ $\infty \rightarrow$ M.

V. HẤP THỤ VÀ PHẢN XẠ LỌC LỰA ÁNH SÁNG. MÀU SẮC CÁC VẬT

1. Hấp thụ ánh sáng

- Hiện tượng môi trường vật chất làm giảm cường độ của chùm sáng truyền qua nó gọi là hiện tượng hấp thụ ánh sáng.

* Định luật về sự hấp thụ ánh sáng

Cường độ I của chùm sáng đơn sắc khi truyền qua môi trường hấp thụ, giảm theo định luật hàm số mũ của độ dài của đường đi của tia sáng:

$$I = I_0 e^{-\alpha d}$$

Với I_0 là cường độ của chùm sáng tới môi trường, α là hệ số hấp thụ của môi trường.

* Hấp thụ lọc lựa

Ánh sáng có bước sóng khác nhau thì bị môi trường hấp thụ nhiều hay ít khác nhau. Nói cách khác sự hấp thụ của ánh sáng của một môi trường có tính chọn lọc.

- Những chất hầu như không hấp thụ ánh sáng trong miền nào của quang phổ được gọi gần suốt với miền quang phổ đó.

- Những vật không hấp thụ ánh sáng trong miền nhìn thấy của quang phổ được gọi là vật trong suốt không màu. Những vật hấp thụ hoàn toàn ánh sáng nhìn thấy thì có màu đen.

2. Phản xạ (hoặc tán xạ) lọc lựa. Màu sắc các vật

- Ở một số vật, khả năng phản xạ (hoặc tán xạ) ánh sáng mạnh yếu khác nhau phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng tới. Đó là phản xạ (hoặc tán xạ) lọc lựa.

- **Màu sắc các vật phụ thuộc vào vật liệu cấu tạo của vật và màu sắc của ánh sáng rọi vào nó.**

VI. SỰ PHÁT QUANG. SƠ LƯỢC VỀ LAZE

1. Hiện tượng phát quang

- Có một số chất (ở thể rắn, lỏng hoặc khí) khi hấp thụ năng lượng dưới một dạng nào đó thì có khả năng phát ra các bức xạ điện từ trong miền nhìn thấy. Các hiện tượng đó gọi là **sự phát quang**.

- **Mỗi chất phát quang có một quang phổ đặc trưng cho nó**; sau khi ngừng kích thích, sự phát quang của một số chất còn tiếp tục kéo dài thêm một khoảng thời gian nào đó rồi mới ngừng hẳn. Khoảng thời gian từ lúc ngừng kích thích đến lúc ngừng phát quang gọi là **thời gian phát quang**.

- Tùy theo thời gian phát quang người ta chia làm **2 loại phát quang**:

+ **Huỳnh quang**: là sự phát quang có thời gian phát quang ngắn (dưới 10^{-8} s), nghĩa là ánh sáng phát quang hầu như tắt ngay sau khi tắt ánh sáng kích thích. Nó thường **xảy ra với chất lỏng và chất khí**.

+ **Lân quang**: Là sự phát quang có thời gian phát quang dài (10^{-8} s trở lên). Nó thường **xảy ra với chất rắn**. Các chất rắn phát quang loại này gọi là chất lân quang.

*** Định luật Xtốc về sự phát quang**: $\lambda_{pq} > \lambda_{kt}$.

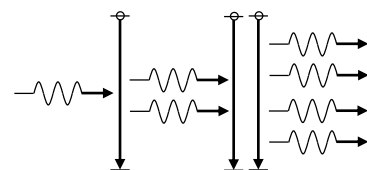
*** Ứng dụng**: các loại hiện tượng phát quang có rất nhiều ứng dụng trong khoa học, kĩ thuật và đời sống như sử dụng trong các đèn ống để thắp sáng, trong các đèn màn hình của dao động ký điện tử, của tivi, máy tính, sử dụng sơn phát quang quét lên các biển báo giao thông.

2. Sơ lược về Laze

a. Sự phát xạ cảm ứng

- Nếu một nguyên tử đang ở trạng thái kích thích, sẵn sàng phát ra một photon có năng lượng $\varepsilon = hf$, bắt gặp một photon có năng lượng ε' đúng bằng hf bay lướt qua nó, thì lập tức nguyên tử này cũng phát ra photon ε có cùng năng lượng và bay cùng phương với photon ε' .

- Sóng điện từ ứng với photon ε hoàn toàn cùng pha và dao động trong một mặt phẳng song song với mặt phẳng dao động của sóng điện từ ứng với photon ε' .



b. Laze và đặc điểm

- Laze là một nguồn phát ra một chùm sáng cường độ lớn dựa trên việc ứng dụng của hiện tượng phát xạ cảm ứng.

- Đặc điểm:**
- Tính đơn sắc rất cao
 - Là chùm sáng kết hợp
 - Có tính định hướng cao.
 - Có cường độ lớn.

c. Các loại laze

- Laze khí, như laze He – Ne, laze CO_2 .
- Laze rắn, như laze rubi.
- Laze bán dẫn, như laze Ga – Al – As.

Laze bán dẫn là loại Laze sử dụng phổ biến hiện nay.

d. Một vài ứng dụng của laze

- Thông tin liên lạc: sử dụng trong vô tuyến định vị, liên lạc vệ tinh, truyền tin bằng cáp quang ...
- Y học: dao mổ trong phẫu thuật mắt, chữa bệnh ngoài da, ...
- Dùng trong các đầu đọc đĩa CD, bút trổ bảng, ...
- Dùng để khoan, cắt, tôi, ... chính xác các vật liệu công nghiệp.

CHƯƠNG 7: HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

I. CẤU TẠO CỦA HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ. ĐỘ HỤT KHỐI

1. Cấu tạo hạt nhân. Nuclon

- Hạt nhân được cấu tạo từ các hạt nhỏ hơn được gọi là các **nuclon**.

- Có **hai loại nuclon**:

+ **Proton** (kí hiệu là p) có khối lượng $m_p = 1,67262kg$ mang điện tích nguyên tố dương $+e$. Proton chính là hạt nhân nguyên tử hiđrô.

+ **Nơtron** (kí hiệu là n), có khối lượng $m_n = 1,67493kg$ không mang điện.

- Số proton trong hạt nhân bằng số thứ tự Z của nguyên tử trong bảng hệ thống tuần hoàn Men-đê-lê-ép.

- Tổng số nuclon trong hạt nhân gọi là **số khối A**:

$$A = Z + N$$

- Người ta dùng kí hiệu hóa học để **đặt tên cho hạt nhân**: ${}_Z^AX$; AX hoặc XA .

Ví dụ: ${}_{12}^{24}Mg$, ${}^{24}Mg$, $Mg24$.

- **Kích thước hạt nhân**: có thể coi hạt nhân nguyên tử như quả cầu bán kính R, phụ thuộc số khối A theo công thức gần đúng:

$$R = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{\frac{1}{3}} (m)$$

2. Đồng vị

- **Đồng vị** là những nguyên tử mà hạt nhân có cùng số proton Z (có cùng vị trí trong bảng tuần hoàn), nhưng khác số nơtron N, do đó số khối A cũng khác nhau.

- Ví dụ:

+ **Hiđrô** có ba đồng vị: ${}_1^1H$ (hiđrô thường), ${}_1^2H$ (hiđrô nặng – đơtri - ${}_1^2D$) và ${}_1^3H$ (hiđrô siêu nặng – triti - ${}_1^3T$). Đơtri kết hợp với oxi tạo thành nước nặng D_2O là nguyên liệu trong công nghệ nguyên tử

+ **Urani** có hai đồng vị: ${}_{92}^{235}U$ và ${}_{92}^{238}U$, trong đó đồng vị ${}_{92}^{238}U$ chiếm 99,3% urani thiên nhiên.

+ **Cacbon** có ba đồng vị chính là ${}^{12}C$, ${}^{13}C$ và ${}^{14}C$, trong đó đồng vị ${}^{12}C$, ${}^{13}C$ là đồng vị bền chiếm khoảng 99% cacbon thiên nhiên.

3. Đơn vị khối lượng nguyên tử (đ.v.C)

+ Đơn vị các bon (u): $1u = 1,66055.10^{-27} (kg)$

+ Đơn vị theo năng lượng: $1u = 931,5 MeV / c^2$

4. Năng lượng liên kết

a. Lực hạt nhân

- Lực tương tác (lực hút) giữa các nuclon trong hạt nhân, gọi là **lực hạt nhân**.
- Lực hạt nhân **không phải là lực tĩnh điện**, nó không phụ thuộc vào điện tích của nuclon. Lực hạt nhân là lực tương tác mạnh có cường độ rất lớn (mạnh nhất trong các lực tự nhiên đã biết: lực điện từ, lực hấp dẫn).
- **Bán kính tác dụng** tầm $10^{-15} m$ (bằng kích thước của hạt nhân).

b. Độ hụt khối. Năng lượng liên kết

✖ **Độ hụt khối của hạt nhân** ${}^A_Z X$

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_X$$

(m_p, m_n và m lần lượt là khối lượng của proton, notron và hạt nhân ${}^A_Z X$)

✖ **Năng lượng liên kết**

$$W_{lk} = \Delta m.c^2 \quad (MeV)$$

✖ **Năng lượng liên kết riêng:** là năng lượng liên kết tính cho 1 nuclon, kí hiệu ε

$$\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A} \quad (MeV/nucleon)$$

Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì **càng bền vững**.

- Đối với các hạt nhân có số khối **50 đến 70** năng lượng liên kết riêng của chúng có giá trị lớn nhất.

II. PHÓNG XẠ

1. Hiện tượng phóng xạ

- Hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác gọi là hiện tượng phóng xạ.
- Hiện tượng phóng xạ do các **nguyên nhân bên trong** gây ra nó **không chịu tác động của các yếu tố bên ngoài** như nhiệt độ, áp suất, ...
- Quy ước hạt nhân phóng xạ gọi là hạt nhân mẹ và hạt nhân sản phẩm phân rã là hạt nhân con.

2. Các tia phóng xạ

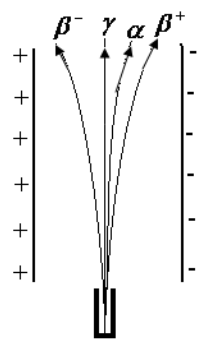
- Tia phóng xạ **không nhìn thấy được** nhưng có những tác dụng như: kích thích một số phản ứng hóa học, ion hóa không khí, làm đen kính ảnh, phá hủy tế bào, xuyên thấu các vật chất mỏng, ...
- Có **ba loại** phóng xạ chính có bản chất khác nhau là tia anpha (α), tia beta (β) và tia gama (γ) tương ứng với sự phân rã anpha, phân rã beta và phân rã gama.

* Tia α

- Bản chất là chùm hạt nhân nguyên tử hêli ${}^4_2\text{He}$.
- Hạt α được phóng ra với tốc độ khoảng **2.10^7m/s** . Tia α ion hóa mạnh không khí nên năng lượng bị mất nhanh và chỉ đi được tối đa **8cm** trong không khí và không xuyên qua được **tấm bìa dày 1mm**.

* Tia β

- tia β được phóng ra với tốc độ **xấp xỉ tốc độ ánh sáng**. Tia β cũng làm ion hóa không khí nhưng yếu hơn tia α vì vậy tia β đi được quãng đường dài hơn tới **vài mét** trong không khí và có thể xuyên qua được **lớp nhôm dày cỡ milimet**.



- Có hai loại tia β :

- + Loại phổ biến là β^- . Đó chính là các electron (kí hiệu là ${}^0_{-1}e$ hay e^-).
- + Loại hiếm hơn là β^+ . Đó chính là các pozitron, hay các electron dương (kí hiệu là ${}^0_{+1}e$ hay e^+) có cùng khối lượng như electron, nhưng mang điện tích nguyên tố dương.

✱ Tia γ

- Bản chất tia γ là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (dưới 10^{-11}m). Tia γ có khả năng xuyên thấu lớn hơn nhiều so với tia α và β .
- Phóng xạ γ là phóng xạ đi kèm với phóng xạ α và β .

3. Quy tắc dịch chuyển của sự phóng xạ

+ Phóng xạ α (${}^4_2\text{He}$): ${}_Z^AX \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{Z-2}^{A-4}Y$

So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng tuần hoàn và có số khối giảm 4 đơn vị.

+ **Phóng xạ β^-** (${}^{-1}_0e$): ${}_Z^AX \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{Z+1}^AY$

So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.

Thực chất của phóng xạ β^- là một hạt nơtrôn biến thành một hạt prôtôn, một hạt electrôn và một hạt nơtrinô:

$$n \rightarrow p + e^- + \nu$$

Lưu ý: hạt nơtrinô (ν) không mang điện, không khối lượng (hoặc rất nhỏ) chuyển động với vận tốc của ánh sáng và hầu như không tương tác với vật chất.

+ **Phóng xạ β^+** (${}^{+1}_0e$): ${}_Z^AX \rightarrow {}_{+1}^0e + {}_{Z-1}^AY$

So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.

Thực chất của phóng xạ β^+ là một hạt prôtôn biến thành một hạt nơtrôn, một hạt pôzitron và một hạt nơtrinô:

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu$$

+ **Phóng xạ γ (hạt phôtôn)**

Hạt nhân con sinh ra ở trạng thái kích thích có mức năng lượng E_1 chuyển xuống mức năng lượng E_2 đồng thời phóng ra một phôtôn có năng lượng

$$\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_1 - E_2$$

Lưu ý: Trong phóng xạ γ **không có sự biến đổi hạt nhân**, phóng xạ γ thường đi kèm theo phóng xạ α và β .

4. Định luật phóng xạ

a. Định luật phóng xạ

- Sau những khoảng thời gian bằng nhau và bằng T, lượng chất phóng xạ (khối lượng, số hạt nhân) giảm đi một nửa. T được gọi là chu kỳ bán rã.

Phương trình phóng xạ: $X \rightarrow Y + Z$ (tia phóng xạ)

Gọi N_0, m_0 là số hạt và khối lượng ban đầu của chất phóng xạ X; N, m là số hạt và khối lượng còn lại của X tại thời điểm t

★ Số hạt nhân X còn lại

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

(8.6)

★ Khối lượng X còn lại

$$m = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

(8.7)

λ là hằng số phóng xạ:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

(8.8)

Trong quá trình phóng xạ, số hạt nhân phóng xạ giảm theo thời gian **theo định luật hàm số mũ**.

b. Độ phóng xạ

- Độ phóng xạ (hoạt độ phóng xạ) là đại lượng đặc trưng cho sự phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, được xác định bằng số hạt nhân phân rã trong một giây.

$$H = \lambda N = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

Trong đó: $H_0 = \lambda N_0$

H₀ là độ phóng xạ ban đầu

Đơn vị của độ phóng xạ là becơren, kí hiệu là Bq. Trong thực tế ta còn dùng đơn vị khác là **curi**, kí hiệu Ci:

$$1Ci = 3,7 \cdot 10^{10} Bq, \text{ xấp xỉ bằng độ phóng xạ của 1g Radi.}$$

5. Đồng vị phóng xạ và các ứng dụng

a. Đồng vị phóng xạ

- Ngoài các đồng vị phóng xạ có sẵn trong thiên nhiên (gọi là đồng vị phóng xạ tự nhiên), người ta cũng chế tạo được nhiều đồng vị phóng xạ gọi là đồng vị phóng xạ nhân tạo.
- Các đồng vị phóng xạ nhân tạo thường thấy thuộc loại phân rã β , γ .
- Các đồng vị phóng xạ của một nguyên tố hóa học có cùng tính chất hóa học như đồng vị bền của nguyên tố đó.

b. Ứng dụng của đồng vị phóng xạ

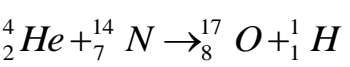
- **Trong y học:** người ta dùng phương pháp nguyên tử đánh dấu, để biết chính xác nhu cầu với các nguyên tố khác nhau của cơ thể trong từng thời kỳ phát triển của nó và tình trạng bệnh lí của các bộ phận khác nhau trong cơ thể, khi thừa hoặc thiếu nguyên tố nào đó.
- **Trong khảo cổ học:** Xác định tuổi của các mẫu cổ vật gốc sinh vật khai quật được.

III. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

1. Phản ứng hạt nhân

a. Thí nghiệm Rơ-dơ-pho

- Năm 1909, nhà bác học Rơ-dơ-pho đã có phát minh nổi tiếng, đó là tạo ra sự biến đổi hạt nhân. Ông dùng chùm hạt α phóng ra từ nguồn phóng xạ polini (^{210}Po), bắn phá Nitơ có trong không khí:

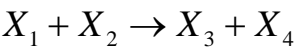


Kết quả Nitơ bị phân rã và biến đổi thành ôxi và hiđrô. Quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân như vậy gọi là **phản ứng hạt nhân**.

Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân

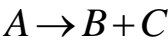
- Phản ứng hạt nhân thường **chia làm hai loại**:
 - + Phản ứng tự phân rã (phóng xạ) của một hạt nhân không bền vững thành các hạt khác.
 - + Phản ứng trong đó các hạt nhân tương tác với nhau, dẫn đến sự biến đổi của chúng thành các hạt khác (phản ứng hạt nhân nhân tạo).

- Phản ứng hạt nhân viết dưới dạng tổng quát như sau:



Trong đó X_1, X_2 là các hạt tương tác, còn X_3 và X_4 là các hạt sản phẩm.

Trường hợp phóng xạ:

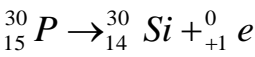
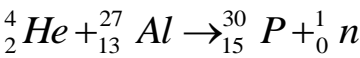


Trong đó A là **hạt nhân mẹ**, B là **hạt nhân con** và C là hạt α hoặc β .

- Phản ứng hạt nhân phổ biến nhất là phản ứng trong đó có một hạt nhẹ X_1 (gọi là đạn) tương tác với hạt nhân X_2 (gọi là bia) và sản phẩm cũng là một hạt nhẹ X_3 và một hạt nhân X_4 , các hạt X_3 và X_4 có thể là nuclon, photon ...

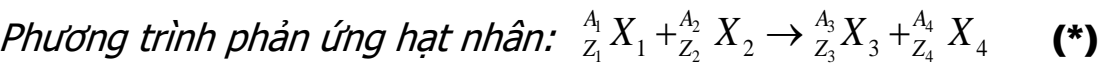
b. Phản ứng hạt nhân tạo nên đồng vị phóng xạ

- Lần đầu tiên, năm 1934 hai ông bà Giô-li-ô Quy-ri đã tạo được đồng vị phóng xạ nhân tạo $^{30}_{15}P$ (phóng xạ β^+) nhẹ dùng hạt α bắn phá lá nhôm:



- Từ đó đến nay người ta đã tạo ra rất nhiều đồng vị phóng xạ nhờ phản ứng hạt nhân.

2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân



+ Định luật **bảo toàn số khối** (số nuclon A):

$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

+ **Bảo toàn điện tích:**

$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

+ Định luật **bảo toàn động lượng:**

$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_3 + \vec{P}_4$

☑ Liên hệ giữa động lượng **P** và động năng **W**:

$P^2 = 2mW$

W là động năng của hạt nhân.

+ Định luật **bảo toàn năng lượng toàn phần**:

$$(m_1 + m_2)c^2 + W_1 + W_2 = (m_3 + m_4)c^2 + W_3 + W_4$$

Trong đó: $(m_1 + m_2)c^2$ là năng lượng nghỉ trước phản ứng

W_1, W_2 là động năng của X_1 và X_2

$(m_3 + m_4)c^2$ là năng lượng nghỉ sau phản ứng

W_3, W_4 là động năng của X_3 và X_4 .

Chú ý: Trong phản ứng hạt nhân **không có định luật bảo toàn: khối lượng, số proton và số neutron.**

3. Năng lượng trong phản ứng hạt nhân

Trong phản ứng (*) gọi tổng khối lượng của các hạt nhân ban đầu là m_0 và tổng khối lượng các hạt nhân sinh ra là m

Đặt : $\Delta m = m_0 - m$

NẾU:

★ $m_0 > m$ ($\Delta m > 0$) → **Phản ứng tỏa năng lượng**

Năng lượng tỏa ra của 1 phản ứng:

$$W = (m_0 - m)c^2 = (W_3 + W_4) - (W_1 + W_2)$$

W gọi là năng lượng hạt nhân.

★ $m_0 < m$ ($\Delta m < 0$) → **Phản ứng thu năng lượng**

$$W_{thu} = (m - m_0)c^2$$

Đối với phản ứng thu năng lượng thì **năng lượng kích thích** phản ứng chính là năng lượng mà phản ứng thu vào:

$$W_{kt} = W_{thu}$$

IV. PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH. PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

1. Phản ứng phân hạch

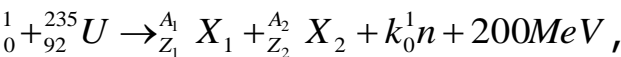
a. Định nghĩa.

Phản ứng phân hạch là hiện tượng một **hạt nhân nặng** hấp thụ một **notron chậm** (hay notron nhiệt – có năng lượng dưới 0,1eV) rồi vỡ thành hai hạt nhân có số khối A vào loại trung bình (cùng cỡ - có A vào khoảng 80 đến 160).

- **Notron chậm** dễ bị hấp thụ hơn notron nhanh. ^{238}U hấp thụ notron chậm không xảy ra phân hạch.

- Phản ứng phân hạch **có thể xảy ra theo nhiều cách vỡ** khác nhau có nghĩa là sản phẩm của sự phân hạch cùng một hạt nhân trong các thời điểm khác nhau có thể khác nhau.

Ví dụ sự phân hạch của đồng vị tự nhiên urani 235 :



k là số hạt notron trung bình được sinh ra.

b. Phản ứng phân hạch dây chuyền

- Các notron sinh ra sau mỗi phân hạch của urani lại có thể bị hấp thụ bởi các hạt nhân urani khác ở gần đó, và cứ thế sự phân hạch tiếp diễn thành một dây chuyền. Số phân hạch tăng lên rất nhanh trong một thời gian ngắn, ta có phản ứng **phân hạch dây chuyền**.

- Trong thực tế không phải notron nào sinh ra cũng có thể gây ra sự phân hạch, bởi vì các notron mất mát đi do nhiều nguyên nhân khác nhau : bị hấp thụ bởi các tạp chất trong nhiên liệu hạt nhân, hoặc bị ^{238}U hấp thụ mà không gây ra phản ứng phân hạch hoặc bay ra ngoài thể tích khối urani, ... Thành thử muốn có phản ứng dây chuyền thì phải xét đến số ntron trung bình k còn lại sau mỗi phân hạch **còn gọi là hệ số nhân notron**.

+ $k < 1$ thì phản ứng dây chuyền không xảy ra.

+ $k = 1$ thì phản ứng dây chuyền xảy ra với mật độ notron không đổi. Đó là phản ứng dây chuyền điều khiển được (kiểm soát được) xảy ra trong lò phản ứng hạt nhân.

+ $k > 1$ thì dòng notron liên tục tăng theo thời gian với cấp số nhân, dẫn đến vụ **nổ nguyên tử**. Đó là phản ứng dây chuyền không điều khiển được.

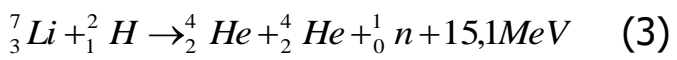
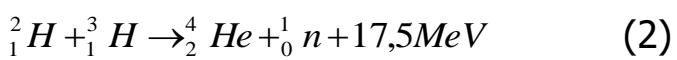
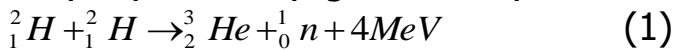
- Để giảm số notron bị mất ra ngoài nhằm đảm bảo $k \geq 1$ (điều kiện để phản ứng dây chuyền xảy ra) thì khối lượng nhiên liệu phải có một giá trị tối thiểu, gọi là khối

lượng tới hạn m_{th} . Muốn phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra thì cũng cần có điều kiện $m > m_{th}$.

2. Phản ứng nhiệt hạch

a. Định nghĩa

Phản ứng nhiệt hạch là sự kết hợp của hai hạt nhân rất nhẹ ($A < 10$) như hiđrô, heli,... thành một hạt nhân nặng hơn. Ví dụ :



- Vì các hạt nhân đều là những điện tích dương, nên muốn phản ứng xảy ra thì ta phải cung cấp cho chúng một động năng đủ lớn để thắng lực đẩy Culông giữa chúng và cho chúng tiến lại gần đến mức mà lực hạt nhân phát huy tác dụng, làm chúng kết hợp với nhau.

- Thực nghiệm chứng tỏ muốn có một động năng lớn như vậy khí phải có nhiệt độ lớn cỡ 10^9K . Chính vì phản ứng **xảy ra ở nhiệt độ rất cao** nên ta gọi phản ứng này là **phản ứng nhiệt hạch**.

- Muốn phản ứng nhiệt hạch xảy ra cần phải có điều kiện nữa là : mật độ hạt nhân n phải đủ lớn đồng thời thời gian duy trì nhiệt độ cao cũng phải đủ dài. Lawson đã chứng minh điều kiện : $n\Delta t \geq 10^{14} s / cm^3$.

b. Phản ứng nhiệt hạch trong vũ trụ

Phản ứng nhiệt hạch trong lòng mặt trời và các ngôi sao là nguồn gốc năng lượng của chúng.

- Trên trái đất con người đã thực hiện được phản ứng nhiệt hạch dưới dạng không kiểm soát được. Vì năng lượng tỏa ra trong phản ứng nhiệt hạch lớn hơn năng lượng tỏa ra trong phản ứng phân hạch rất nhiều (cùng khối lượng nhiên liệu), và vì nhiên liệu của phản ứng nhiệt hạch **sạch** có thể coi là **vô tận** trong thiên nhiên nên vấn đề đặt ra là làm sao thực hiện được phản ứng nhiệt hạch dưới dạng kiểm soát được để cung cấp năng lượng lâu dài cho nhân loại.

- Trong nước thường của sông ngòi, đại dương, ... bao giờ cũng có lẫn 0,015% nước nặng D_2O về khối lượng, từ đó có thể lấy ra đơtri.

----- ♪ **Hết** ♪ -----

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: DAO ĐỘNG CƠ HỌC.....	3
CHƯƠNG 2: SÓNG CƠ HỌC.....	11
CHƯƠNG 3: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU	19
CHƯƠNG 4: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ	28
CHƯƠNG 5: SÓNG ÁNH SÁNG	35
CHƯƠNG 6: LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG	43
CHƯƠNG 7: HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ.....	51

Thầy TAIÊ chúc các em một mùa thi thành công!!!

*Và hãy nhớ số điện thoại của thầy khi cần sự trợ giúp: **0965.147.898***

