

Chương I và II: Dao động cơ học và sóng cơ học

1/ Dao động điều hoà

- Li độ: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

- Vận tốc: $v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$.

** Vận tốc v sớm pha hơn li độ x một góc $\frac{\pi}{2}$.*

Vận tốc có độ lớn đạt giá trị cực đại $v_{\max} = \omega A$ khi $x = 0$.

Vận tốc có độ lớn có giá trị cực tiểu $v_{\min} = 0$ khi $x = \pm A$.

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

** Gia tốc a ngược pha với li độ x (a luôn trái dấu với x).*

- Gia tốc của vật dao động điều hoà luôn hướng về vị trí cân bằng và có độ lớn tỉ lệ với li độ.

- Gia tốc có độ lớn đạt giá trị cực đại $a_{\max} = \omega^2 A$ khi $x = \pm A$.

- Gia tốc có độ lớn có giá trị cực tiểu $a_{\min} = 0$ khi $x = 0$.

- Liên hệ tần số góc, chu kì và tần số: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$.

- Tần số góc có thể tính theo công thức: $\omega = \frac{v}{\sqrt{A^2 - x^2}}$;

- Lực tổng hợp tác dụng lên vật dao động điều hoà (gọi là lực hồi phục): $F = -m\omega^2 x$; $F_{\max} = m\omega^2 A$.

- Dao động điều hoà đổi chiều khi lực hồi phục đạt giá trị cực đại.

- Trong một chu kỳ vật dao động điều hoà đi được quãng đường $4A$.

trong $\frac{1}{4}$ chu kỳ vật đi được quãng đường bằng A .

Vật dao động điều hoà trong khoảng có chiều dài $L = 2A$.

2. Con lắc lò xo

- Phương trình dao động: x Trong một chu kỳ vật dao động điều hoà đi được quãng đường $4A$.

trong $\frac{1}{4}$ chu kỳ vật đi được quãng đường bằng A .

Vật dao động điều hoà trong khoảng có chiều dài $2A$.

2. Con lắc lò xo

$$x = A \cos(\omega t + \varphi).$$

- Với: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$; $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$; $\cos \varphi = \frac{x_0}{A}$ (lấy nghiệm góc nhọn

nếu $v_0 < 0$; góc tù nếu $v_0 > 0$); (với x_0 và v_0 là li độ và vận tốc tại thời điểm ban đầu $t = 0$).

- Chọn gốc thời gian lúc $x = A$ (tại vị trí biên độ Dương) thì $\varphi = 0$

- Chọn gốc thời gian lúc $x = -A$ (tại vị trí biên độ Âm) thì $\varphi = \pi$

- Chọn gốc thời gian lúc vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương thì $\varphi = -\frac{\pi}{2}$, lúc vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều ngược chiều với

chiều dương thì $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

- Thế năng: $E_t = \frac{1}{2} kx^2$. Động năng: $E_d = \frac{1}{2} mv^2$.

- Cơ năng: $E = E_t + E_d = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$

- Lực đàn hồi của lò xo: $F = k(l - l_0) = k\Delta l$

- Lò xo ghép nối tiếp: $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots$. Độ cứng giảm, tần số giảm.

- Lò xo ghép song song: $k = k_1 + k_2 + \dots$. Độ cứng tăng, tần số tăng.

- Con lắc lò xo treo thẳng đứng: $\Delta l_0 = \frac{mg}{k}$; $\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}}$.

Chiều dài cực đại của lò xo: $l_{\max} = l_0 + \Delta l_0 + A$.

Chiều dài cực tiểu của lò xo: $l_{\min} = l_0 + \Delta l_0 - A$.

Lực đàn hồi cực đại: $F_{\max} = k(A + \Delta l_0)$.

Lực đàn hồi cực tiểu:

$F_{\min} = 0$ nếu $A > \Delta l_0$; $F_{\min} = k(\Delta l_0 - A)$ nếu $A < \Delta l_0$.

Lực đàn hồi ở vị trí có li độ x (gốc O tại vị trí cân bằng):

$F = k(\Delta l_0 + x)$ nếu chọn chiều dương hướng xuống.

$F = k(\Delta l_0 - x)$ nếu chọn chiều dương hướng lên.

3. Con lắc đơn

- Phương trình dao động : $s = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$ hay $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$.

Với $s = \alpha \cdot l$; $S_0 = \alpha_0 \cdot l$ (α và α_0 tính ra rad)

- Tần số góc và chu kỳ : $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$; $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

- Động năng : $E_d = \frac{1}{2}mv^2$.

- Thế năng : $E_t = mgl(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2}mgl\alpha^2$.

- Cơ năng : $E = E_d + E_t = mgl(1 - \cos\alpha_0) = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2$.

- Gia tốc rơi tự do trên mặt đất, ở độ cao ($h > 0$), độ sâu ($h < 0$)

$$g = \frac{GM}{R^2} ; g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}.$$

- Chiều dài biến đổi theo nhiệt độ : $l = l_0(1 + \alpha t)$.

- Chu kỳ T_h ở độ cao h theo chu kỳ T ở mặt đất: $T_h = T \frac{R+h}{R}$.

- Chu kỳ T' ở nhiệt độ t' theo chu kỳ T ở nhiệt độ t : $T' = T \sqrt{\frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t}}$.

- Thời gian nhanh chậm của đồng hồ quả lắc trong t giây :

$$\Delta t = t \frac{|T' - T|}{T'}$$

- Nếu $T' > T$: đồng hồ chạy chậm ; $T' < T$: Chạy nhanh.

4. Tổng hợp dao động

- Tổng hợp 2 dao động điều hoà cùng phương cùng tần số

Nếu : $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ thì dao động tổng hợp là: $x = x_1 + x_2 = A \sin(\omega t + \varphi)$ với A và φ được xác định bởi

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

+ Khi $\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi$ (hai dao động thành phần cùng pha): $A = A_1 + A_2$

+ Khi $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k + 1)\pi$: $A = |A_1 - A_2|$

+ Nếu độ lệch pha bất kỳ thì: $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$.

5. Sóng cơ học

-Liên hệ giữa bước sóng, vận tốc, chu kỳ và tần số sóng:

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

-Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng dao động cùng pha là λ , khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng dao động ngược pha là $\frac{\lambda}{2}$

-Nếu phương trình sóng tại A là $u_A = a \cos(\omega t + \varphi)$ thì phương trình sóng tại M trên phương truyền sóng cách A một đoạn x là :

$$u_M = a_M \cos \omega(t - \frac{x}{v}) = a_M \cos(2\pi f t - 2\frac{\pi}{\lambda} x) = a_M \cos(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

-Dao động tại hai điểm A và B trên phương truyền sóng lệch pha nhau một góc $\Delta\varphi = \frac{2\pi f x}{v} = \frac{2\pi x}{\lambda}$.

-Nếu tại A và B có hai nguồn phát ra hai sóng kết hợp $u_A = u_B = a \cos \omega t$ thì dao động tổng hợp tại điểm M ($AM = d_1$; $BM = d_2$) là:

$$u_M = 2a \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \sin(\omega t - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{\lambda})$$

Tại M có cực đại khi $d_1 - d_2 = k\lambda$.

Tại M có cực tiểu khi $d_1 - d_2 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$.

-Khoảng cách giữa 2 nút hoặc 2 bụng liên kế của sóng dừng là $\frac{\lambda}{2}$.

-Khoảng cách giữa nút và bụng liên kế của sóng dừng là $\frac{\lambda}{4}$.

-Khoảng cách giữa n nút sóng liên tiếp là $(n - 1) \frac{\lambda}{2}$.

-Để có sóng dừng trên dây với một đầu là nút, một đầu là bụng thì chiều dài của sợi dây: $l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$; với k là số bụng sóng (nút sóng) và (k - 1) là số bó sóng

-Để có sóng dừng trên sợi dây với hai điểm nút ở hai đầu dây thì chiều dài của sợi dây: $l = k \frac{\lambda}{2}$, với k là số bụng sóng (bó sóng) và

(k + 1) là số nút sóng

II. Chương III : Dòng điện Xoay chiều, dao động điện từ:

I/ Dòng điện xoay chiều

-Cảm kháng của cuộn dây: $Z_L = \omega L$.

-Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{1}{\omega C}$.

-Tổng trở của đoạn mạch RLC: $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

-Định luật Ôm: $I = \frac{U}{Z}$; $I_0 = \frac{U_0}{Z}$.

-Các giá trị hiệu dụng: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$; $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$; $U_R = IR$; $U_L = IZ_L$; $U_C = IZ_C$

-Độ lệch pha giữa u và i: $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$.

-Công suất: $P = UI \cos \varphi = I^2 R = \frac{U^2 R}{Z^2}$. -Hệ số công suất: $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$

-Điện năng tiêu thụ ở mạch điện: $W = A = P.t$

-Nếu $i = I_0 \cos \omega t$ thì $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$.

-Nếu $u = U_0 \cos \omega t$ thì $i = I_0 \cos(\omega t - \varphi)$

- $Z_L > Z_C$ thì u nhanh pha hơn i ; $Z_L < Z_C$ thì u chậm pha hơn i ;

- $Z_L = Z_C$ hay $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ thì u cùng pha với i, có cộng hưởng điện và khi

đó: $I = I_{\max} = \frac{U}{R}$; $P = P_{\max} = \frac{U^2}{R}$

-Công suất tiêu thụ trên mạch có biến trở R của đoạn mạch RLC cực đại khi $R = |Z_L - Z_C|$ và công suất cực đại đó là $P_{\max} = \frac{U^2}{2 \cdot |Z_L - Z_C|}$.

-Nếu trên đoạn mạch RLC có biến trở R và cuộn dây có điện trở thuần r , công suất trên biến trở cực đại khi $R = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ và công suất cực đại đó là $P_{R\max} = \frac{U^2 \cdot R}{(R + r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

-Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản tụ trên đoạn mạch RLC có điện dung biến thiên đạt giá trị cực đại khi $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$ và hiệu điện thế cực

đại đó là $U_{C\max} = \frac{U^2 Z_C}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

-Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thuần cảm có độ tự cảm biến thiên trên đoạn mạch RLC đạt giá trị cực đại khi $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$ và

hiệu điện thế cực đại đó là $U_{L\max} = \frac{U^2 Z_L}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.

-Máy biến thế: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

-Công suất hao phí trên đường dây tải: $\Delta P = RI^2 = R\left(\frac{P}{U}\right)^2 = P^2 \frac{R}{U^2}$.

Khi tăng U lên n lần thì công suất hao phí ΔP giảm đi n^2 lần.

2/Dao động và sóng điện từ

-Chu kỳ, tần số, tần số góc của mạch dao động

$$T = 2\pi\sqrt{LC}; f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}; \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

-Mạch dao động thu được sóng điện từ có: $\lambda = \frac{c}{f} = 2\pi c \sqrt{LC}$.

-Điện tích trên hai bản tụ: $q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$

-Cường độ dòng điện trong mạch: $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$

-Hiệu điện thế trên hai bản tụ: $u = U_o \cos(\omega t + \varphi)$

-Năng lượng điện trường, từ trường: $W_d = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$; $W_t = \frac{1}{2} L i^2$

-Năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường khi:

$$q = \frac{Q_o}{\sqrt{2}} \text{ hoặc } i = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$$

-Năng lượng điện từ: $W_o = W_d + W_t = \frac{1}{2} \frac{Q_o^2}{C} = \frac{1}{2} C U_o^2 = \frac{1}{2} L I_o^2$

-Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên điều hoà với tần số góc $\omega' = 2\omega = \frac{2}{\sqrt{LC}}$, với chu kỳ $T' = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{LC}$ còn năng lượng điện từ thì không thay đổi theo thời gian.

-Liên hệ giữa Q_o , U_o , I_o : $Q_o = C U_o = \frac{I_o}{\omega} = I_o \sqrt{LC}$

-Bộ tụ mắc nối tiếp: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$

-Bộ tụ mắc song song: $C = C_1 + C_2 + \dots$

III. Chương V và VI: Tính chất sóng của ánh sáng và Lượng tử ánh sáng

-Vị trí vân sáng, vân tối, khoảng vân:

$$x_s = k \frac{\lambda D}{a} ; x_t = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2a} ; i = \frac{\lambda D}{a} ; \text{ với } k \in \mathbb{Z}.$$

-Thí nghiệm giao thoa thực hiện trong không khí đo được khoảng vân là i thì khi đưa vào trong môi trường trong suốt có chiết suất n sẽ đo được khoảng vân là $i' = \frac{i}{n}$.

-Giữa n vân sáng (hoặc vân tối) liên tiếp là $n - 1$ khoảng vân.

Tại M có vân sáng khi: $\frac{x_M}{i} = \frac{\overline{OM}}{i} = k$, đó là vân sáng bậc k

Tại M có vân tối khi: $\frac{x_M}{i} = (2k + 1) \frac{1}{2}$, đó là vân tối bậc $k + 1$

-Giao thoa với ánh sáng trắng ($0,40\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m}$)

* Ánh sáng đơn sắc cho vân sáng tại vị trí đang xét nếu:

$$x = k \frac{\lambda D}{a} ; k_{\min} = \frac{ax}{D\lambda_d} ; k_{\max} = \frac{ax}{D\lambda_t} ; \lambda = \frac{ax}{Dk} ; \text{với } k \in \mathbb{Z}$$

* Ánh sáng đơn sắc cho vân tối tại vị trí đang xét nếu:

$$x = (2k+1) \frac{\lambda D}{2a} ; k_{\min} = \frac{ax}{D\lambda_d} - \frac{1}{2} ; k_{\max} = \frac{ax}{D\lambda_t} - \frac{1}{2} ; \lambda = \frac{2ax}{D(2k+1)}$$

-Gọi L là bề rộng miền giao thoa ánh sáng, thì số vân sáng và vân tối chứa trong miền giao thoa đó được tính như sau: $\frac{L}{2l} = k + \frac{m}{n}$

$$+ \text{Số vân sáng là: } N_0 = 2k+1$$

$$N = 2k \left(\frac{m}{n} < 0,5 \right);$$

+Số vân tối là

$$N = 2k + 2 \left(\frac{m}{n} > 0,5 \right)$$

$$\text{-Năng lượng của photon ánh sáng: } \varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}.$$

-Khi ánh sáng truyền từ môi trường trong suốt này sang môi trường trong suốt khác thì vận tốc của ánh sáng thay đổi nên bước sóng ánh sáng thay đổi còn năng lượng của photon không đổi nên tần số của photon ánh sáng không đổi.

-Công thức Anhstanh, giới hạn quang điện, hiệu điện thế hãm:

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{\max}^2 ; \lambda_0 = \frac{hc}{A} ; U_h = - \frac{E_{d\max}}{|e|}$$

-Điện thế cực đại quả cầu kim loại cô lập về điện đạt được khi chiếu chùm sáng có $\lambda \leq \lambda_0$ vào nó: $V_{\max} = \frac{E_{d\max}}{|e|}.$

-Công suất của nguồn sáng, cường độ dòng quang điện bão hòa, hiệu suất lượng tử: $P = n_\lambda \frac{hc}{\lambda} ; I_{bh} = n_e |e| ; H = \frac{n_e}{n_\lambda}.$

$$\text{-Lực Lorrenxơ, lực hướng tâm: } F = qvB\sin\alpha ; F = ma_{tr} = \frac{mv^2}{R}$$

- Quang phổ vạch của nguyên tử hydro: $E_m - E_n = hf = \frac{hc}{\lambda}$.

IV. Chương VII: Vật lý hạt nhân:

- Hạt nhân ${}_Z^AX$. Có A nuclon; Z proton; N = (A - Z) neutron.

- Định luật phóng xạ: $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$; $m = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}$.

$$H = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = H_0 e^{-\lambda t}; \text{ với } \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$$

- Gọi $\Delta N, \Delta m, \Delta H$ là số nguyên tử, khối lượng chất phóng xạ, độ phóng xạ đã bị phân rã, thì ta luôn có: $\lambda t \ll 1; \Delta N \approx N_0 \lambda t$
 $\Delta m \approx m_0 \lambda t; \Delta H \approx H_0 \lambda t$

- Số hạt trong m gam chất đơn nguyên tử: $N = \frac{m}{A} N_A$.

- Năng lượng nghỉ: $E = mc^2$.

- Độ hụt khối của hạt nhân: $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{hạt}}$.

- Năng lượng liên kết: $\Delta E = \Delta mc^2$.

- Năng lượng liên kết riêng: $\varepsilon = \frac{\Delta E}{A}$.

Năng lượng liên kết riêng càng lớn thì hạt nhân càng bền vững.

- Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân: $a + b \rightarrow c + d$

Bảo toàn số nuclon (số khối): $A_a + A_b = A_c + A_d$.

Bảo toàn điện tích: $Z_a + Z_b = Z_c + Z_d$.

Bảo toàn động lượng: $m_a \vec{v}_a + m_b \vec{v}_b = m_c \vec{v}_c + m_d \vec{v}_d$

Bảo toàn năng lượng:

$$(m_a + m_b)c^2 + \frac{m_a v_a^2}{2} + \frac{m_b v_b^2}{2} = (m_c + m_d)c^2 + \frac{m_c v_c^2}{2} + \frac{m_d v_d^2}{2}$$

- Nếu $M_0 = m_a + m_b > M = m_c + m_d$ ta có phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng, nếu $M_0 < M$ ta có phản ứng hạt nhân thu năng lượng. Năng lượng tỏa ra hoặc thu vào: $E = |M_0 - M|c^2$.

*Trong phản ứng hạt nhân không có sự bảo toàn khối lượng.