

CHƯƠNG 1: DAO ĐỘNG CƠ HỌC

Chủ đề 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Dao động – Dao động tuần hoàn – Dao động điều hòa:

a. Dao động – Dao động tuần hoàn:

- Dao động là chuyển động của một vật quanh một vị trí cân bằng xác định.
- Dao động tuần hoàn là dao động mà trạng thái của vật được lặp lại như cũ, theo hướng cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau xác định.

b. Dao động điều hòa:

- Dao động điều hòa là dao động mà li độ của vật được biểu thị bằng hàm cos hay sin theo thời gian.
- Phương trình dao động: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.
- Các đại lượng đặc trưng cho dao động điều hòa:
 - + x : Li độ dao động hay độ lệch khỏi vị trí cân bằng (cm, m, ...).
 - + A : Biên độ dao động hay li độ cực đại (cm, m, ...).
 - + ω : Tần số góc của dao động (rad/s).
 - + φ : Pha ban đầu của dao động ($t = 0$), giúp xác định trạng thái dao động của vật ở thời điểm ban đầu (rad).
 - + $(\omega t + \varphi)$: Pha dao động tại thời điểm t , giúp xác định trạng thái dao động của vật ở thời điểm bất kỳ t (rad).
- Chú ý:
 - + A, ω luôn là những hằng số dương.
 - + φ phụ thuộc vào cách chọn gốc thời gian, gốc tọa độ.
 - + Chiều dài quỹ đạo $L = 2A$.

2. Chu kỳ – Tần số trong dao động điều hòa:

a. Chu kỳ T (s):

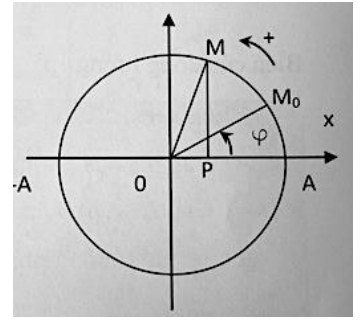
- Là khoảng thời gian ngắn nhất để vật thực hiện được một dao động toàn phần, hay là khoảng thời gian ngắn nhất để trạng thái dao động được lặp lại như cũ: $T = 2\pi/\omega$.
- Nếu trong khoảng thời gian Δt vật thực hiện được N dao động thì ta có: $T = \Delta t/N$.

b. Tần số f (Hz):

- Là số lần dao động trong một đơn vị thời gian, nó là đại lượng nghịch đảo của chu kỳ dao động: $f = \omega/2\pi = 1/T = N/\Delta t$.

3. Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều:

- Dao động điều hòa với tần số góc ω của chất điểm P trên trục Ox có thể coi là hình chiếu của chất điểm M chuyển động tròn đều với tốc độ ω lên trục Ox đó, với tâm của đường tròn O và bán kính bằng với biên độ A. $x = \overline{OP} = OM.\cos(\varphi_M) = R.\cos(\omega t + \varphi)$.



4. Vận tốc – Gia tốc – Động lượng – Lực kéo về trong dao động điều hòa:

a. Li độ x:

- Phương trình li độ: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$;
- Li độ cực đại bằng biên độ: $x_{\max} = A$.

b. Vận tốc v và động lượng p:

- Phương trình vận tốc: $v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$.
- Biên của vận tốc: $v_{\max} = \omega A$.
- Phương trình động lượng: $p = mv = m\omega A\cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$.
- Biên của động lượng: $p_{\max} = m\omega A$.
- Nhận xét:

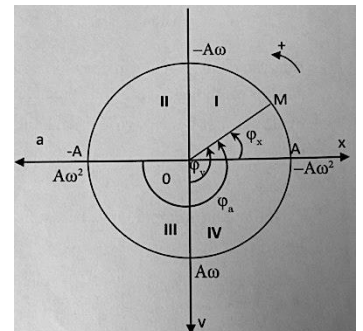
+ Vận tốc của vật luôn cùng hướng chuyển động.

+ Giá trị v, p biến thiên điều hòa cùng tần số của li độ, nhanh pha hơn li độ x góc $\pi/2$ rad (vuông pha).

+ Tại vị trí cân bằng ($x = 0$), vận tốc của vật có độ lớn cực đại $v_{\max} = \omega A$.

+ Tại biên ($x = \pm A$), vận tốc của vật bằng 0.

+ Giá trị nhỏ nhất của vận tốc $v_{\min} = -\omega A$.



c. Gia tốc a và lực kéo về (lực hồi phục) F:

- Phương trình gia tốc: $a = v' = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = \omega^2 A\cos(\omega t + \varphi + \pi) = -\omega^2 x$.
- Biên của gia tốc: $a_{\max} = \omega^2 A$.
- Phương trình lực kéo về: $F = ma = m\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi + \pi) = -m\omega^2 x$.
- Biên của lực kéo về: $F_{\max} = m\omega^2 A$.
- Nhận xét:

- Giá trị a, F biến thiên điều hòa cùng tần số của li độ, nhanh pha hơn v, p góc $\pi/2$ rad (vuông pha), nhanh pha hơn x góc π rad (ngược pha).

- Giá trị $a_{\max} = \omega^2 A$ tại biên âm ($x = -A$).
- Giá trị $a_{\min} = -\omega^2 A$ tại biên dương ($x = A$).
- Giá trị $a = 0$ tại vị trí cân bằng.

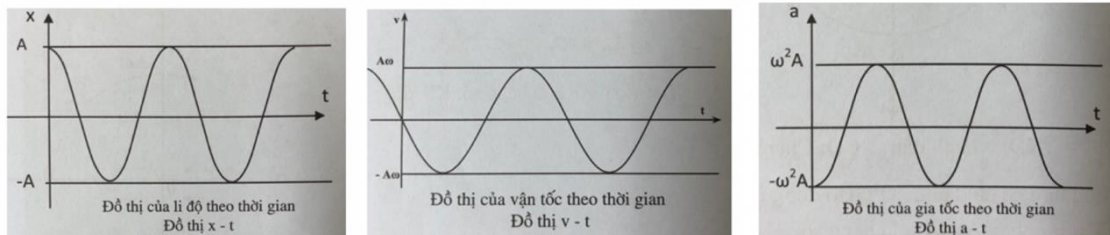
5. Các hệ thức độc lập thời gian của các đại lượng:

- Hệ thức giữa v và x : $\left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{x}{A}\right)^2 = 1 \Rightarrow x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = A^2$.
- Hệ thức giữa v và a : $\left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = 1 \Rightarrow \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} = A^2$.
- Hệ thức giữa A và a : $a = -\omega^2 A$.
- Hệ thức giữa F và a , F và x : $F = ma = -m\omega^2 x$.

6. Sự đổi chiều của các đại lượng:

- Các vectơ $\vec{a}$ đổi chiều khi vật qua VTCB.
- Các vectơ $\vec{v}$ đổi chiều khi vật qua vị trí biên.
- Vật chuyển động **nhANH đĂN** khi đi từ: Biên về VTCB; Vật chuyển động **chẬM đĂN** khi đi từ: VTCB ra biên.

7. Một số đồ thị cơ bản:



Chủ đề 2: ỨNG DỤNG VÒNG TRÒN LƯỢNG GIÁC TRONG GIẢI TOÁN DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Bài toán viết phương trình dao động điều hòa:

Bước 1: Phương trình dao động: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

Bước 2:

- Tìm A : $A = \frac{L}{2} = \frac{S_{(T)}}{4} = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{\frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}} = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{a_{\max}}{\omega^2}$.

Trong đó:

+ L là chiều dài quỹ đạo của dao động.

+ $S_{(T)}$ là quãng đường vật đi được trong một chu kỳ.

- Tìm ω : $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{\sqrt{a_{\max}}}{A} = \frac{v_{\max}}{A} = \frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \sqrt{\frac{v^2}{A^2 - x^2}}$.

- Tìm φ :

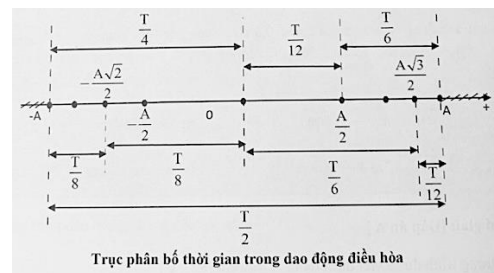
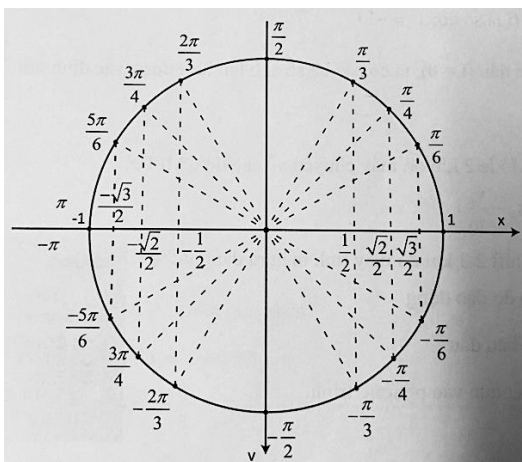
- + A, ω luôn là những hằng số dương.
- + φ phụ thuộc vào cách chọn gốc thời gian, gốc tọa độ.
- + Chiều dài quỹ đạo $L = 2A$.

Bước 3:

Cách 1: Khi $t = 0$ ta có hệ phương trình
$$\begin{cases} \cos\varphi = \frac{x_0}{A} \\ \sin\varphi = -\frac{v_0}{A\omega} \end{cases}$$

- Lưu ý: Khi $\varphi > 0$ thì $v < 0$; Khi $\varphi < 0$ thì $v > 0$.
- Nếu trong khoảng thời gian Δt vật thực hiện được N dao động thì ta có: $T = \Delta t/n$.

Cách 2: Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.



2. Ứng dụng vòng tròn lượng giác trong giải toán dao động điều hòa:

- Bảng tương quan giữa DĐĐH và CĐTĐ:

Dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$	Chuyển động tròn đều ($O, R = A$)
A là biên độ	$R = A$ là bán kính
ω là tần số góc	ω là tốc độ góc
$(\omega t + \varphi)$ là pha dao động	$(\omega t + \varphi)$ là tốc độ góc
$v_{\max} = \omega A$ tốc độ cực đại	$v = \omega R$ tốc độ dài
$a_{\max} = \omega^2 A$ gia tốc cực đại	$a_{ht} = \omega^2 R$ gia tốc hướng tâm
$F_{ph\max} = m\omega^2 A$ hợp lực cực đại tác dụng lên vật	$F_{ph} = m\omega^2 R$ hợp lực hướng tâm tác dụng lên vật

Bước 1: Vẽ đường tròn ($O, R = A$).

Bước 2: Tại $t = 0$, xem vật đang ở đâu và bắt đầu chuyển động theo chiều âm hay chiều dương.

- Nếu $\varphi > 0$: Vật chuyển động **theo chiều âm** (về biên âm).

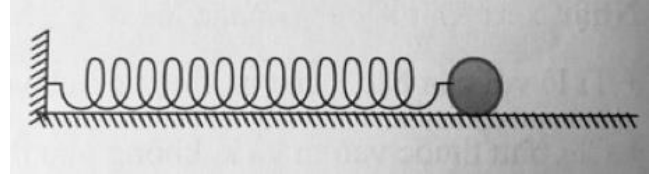
- Nếu $\varphi < 0$: Vật chuyển động **theo chiều dương** (về biên dương).

Bước 3: Xác định điểm tới để xác định góc quét $\Delta\varphi$, từ đó xác định thời gian và quãng đường chuyển động.

Chủ đề 3: CON LẮC Lò XO

1. Phương trình dao động:

- Khi bỏ qua ma sát, lực cản môi trường thì dao động của con lắc lò xo quanh vị trí cân bằng là một dao động điều hòa.



- Phương trình dao động của con lắc có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

2. Chu kỳ – Tần số - Tần số góc và độ biến dạng:

- Tần số góc ω (rad/s): $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

+ Với m là khối lượng vật nặng (kg), $k = m\omega^2$ là độ cứng của lò xo (N/m).

- Chu kỳ T (s): Thời gian để con lắc thực hiện một dao động: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\Delta t}{N}$.

- Tần số f (Hz): Số dao động con lắc thực hiện được trong 1 s: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} =$

$\frac{N}{\Delta t}$.

- + Với N là số dao động vật thực hiện được trong khoảng thời gian Δt .

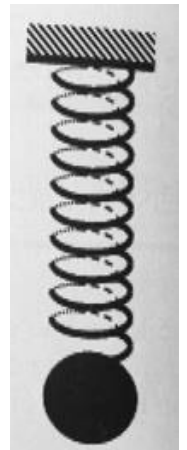
- Trường hợp con lắc lò xo hợp treo thẳng đứng: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} \Rightarrow \Delta l_0 =$

$\frac{mg}{k}$.

- Nhận xét: Chu kì của con lắc lò xo:

+ Tỷ lệ với căn bậc 2 của m , tỷ lệ nghịch với căn bậc 2 của k .

+ Chỉ phụ thuộc vào m và k , không phụ thuộc vào A (sự kích thích ban đầu).



3. Trong cùng một khoảng thời gian, hai con lắc thực hiện N_1, N_2 dao động:

- Công thức: $\frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$

4. Chu kì và sự thay đổi khối lượng:

- Gắn lò xo k vào vật m_1 được chu kỳ T_1 , vào vật m_2 được T_2 :

+ Gắn lò xo k này vào vật có khối lượng $m_3 = m_1 + m_2$ được chu kỳ T_3 : $T_3^2 = T_1^2 + T_2^2$.

+ Gắn lò xo k này vào vật có khối lượng $m_4 = |m_1 - m_2|$ được chu kỳ T_4 : $T_4^2 = |T_1^2 - T_2^2|$.

5. Chiều dài lò xo:

- Chiều dài con lắc lò xo trong dao động điều hòa:

+ Chiều dài lò xo ở VTCB: $l_{vtcb} = l_0 + \Delta l_0$.

+ Chiều dài của lò xo ở vị trí li độ x : $l_x = l_{vtcb} + x = l_0 + \Delta l_0 + x$.

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

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

+ Với: l_0 là chiều dài tự nhiên, T là chu kỳ, A là biên độ, Δl_0 là độ biến dạng của lò xo ở VTCB.

- Trường hợp con lắc lò xo nằm ngang:

+ $\Delta l_0 = 0$.

+ $l_{vtcb} = l_0$.

+ $l_{max} = l_0 + A$.

+ $l_{min} = l_0 - A$.

+ $l = l_0 + x$.

- Trường hợp con lắc lò xo theo chiều thẳng đứng:

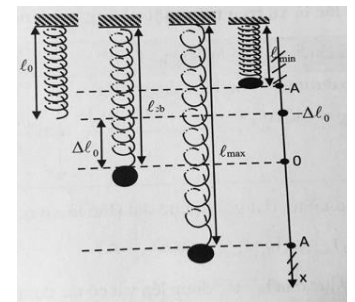
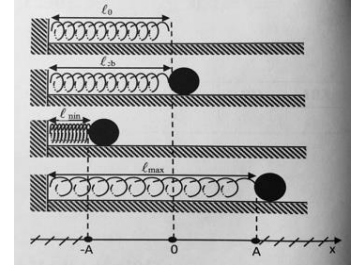
+ $\Delta l_0 = \frac{mg}{k}$.

+ $l_{vtcb} = l_0 + \frac{mg}{k}$.

+ $l_{max} = l_0 + A + \frac{mg}{k}$.

+ $l_{min} = l_0 + \frac{mg}{k} - A$.

+ $l = l_0 + x + \frac{mg}{k}$.



6. Lực hồi phục, lực đàn hồi trong dao động điều hòa của con lắc:

a. Lực hồi phục (lực kéo về):

- Là lực hoặc hợp lực có tác dụng kéo vật về VTCB.

- Biểu thức:

+ $F_{hp} = -kx = -m\omega^2x$.

+ $F_{hpmin} = 0$ tại vị trí cân bằng ($x = 0$).

+ $F_{hpmax} = kA$ tại vị trí biên ($x = \pm A$).

- Đặc điểm:

+ Là lực gây ra dao động điều hòa.

+ Chiều luôn hướng về vị trí cân bằng.

+ Biến thiên điều hòa với tần số bằng tần số li độ; ngược pha với li độ.

b. Lực đàn hồi:

- Là lực xuất hiện khi lò xo bị biến dạng và có tác dụng đưa lò xo về chiều dài tự nhiên l_0 .

- Biểu thức:

+ Trường hợp con lắc lò xo nằm ngang:

* $F_{đh} = -kx = -m\omega^2x$.

* Lực đàn hồi cực tiểu: $F_{đhmin} = 0$ tại vị trí cân bằng ($x = 0$).

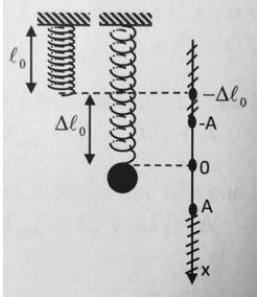
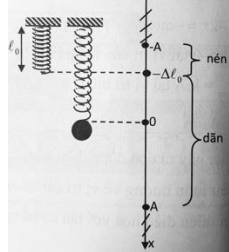
* Lực đàn hồi cực đại: $F_{đh\max} = kA$ tại vị trí biên ($x = \pm A$).

+ Trường hợp con lắc lò xo trên mặt phẳng nghiêng hoặc thẳng đứng

* $F_{đh} = -k(x + \Delta l_0)$.

* Lực đàn hồi cực đại (lúc lò xo ở vị trí thấp nhất): $F_{đh\max} = F_{kéo\max} = -k(A + \Delta l_0)$.

* Lực đàn hồi cực tiểu:

$A < \Delta l_0$	$A > \Delta l_0$
- Trong quá trình dao động, lò xo luôn bị giãn. $F_{đh\min} = F_{kéo\min} = k(\Delta l_0 - A)$ 	- Trong quá trình dao động, có lúc lò xo bị giãn, có lúc lò xo bị nén. + $F_{đh\min} = 0$ lúc vật qua vị trí lò xo dài tự nhiên. + $F_{đẩy\max} = k(A - \Delta l_0)$. + $F_{kéo\max} = k(\Delta l_0 + A)$. + $F_{đẩy\max} < F_{kéo\max}$. 

7. Năng lượng con lắc lò xo:

a. Động năng của vật nặng:

$$- W_d = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2) = \frac{1}{2} k(A^2 - x^2).$$

b. Thế năng của lò xo:

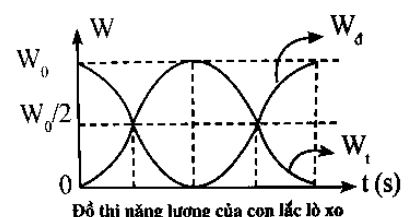
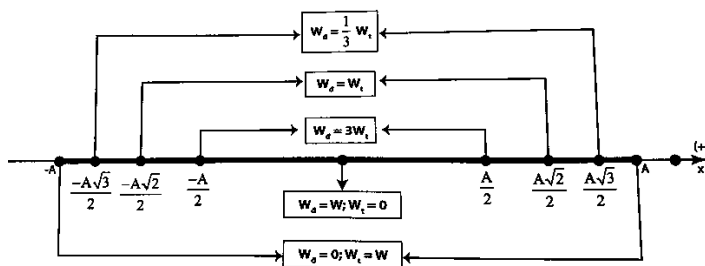
$$- W_t = \frac{kx^2}{2} = \frac{m\omega^2 x^2}{2} = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi).$$

$$- \text{Khi } W_d = nW_t \Rightarrow \begin{cases} x = \pm A \frac{1}{\sqrt{n+1}} \\ v = \pm v_{\max} \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n+1}} \end{cases}; \text{ Khi } W_t = nW_d \Rightarrow \begin{cases} x = \pm A \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n+1}} \\ v = \pm v_{\max} \frac{1}{\sqrt{n+1}} \end{cases}.$$

c. Cơ năng:

$$- W = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = \text{const.}$$

d. Quan hệ giữa động năng, thế năng ở những vị trí đặc biệt:



- Nhận xét:

+ Trong suốt quá trình dao động, cơ năng của một con lắc lò xo là không đổi và tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.

+ Cơ năng của con lắc phụ thuộc vào sự kích thích ban đầu.

+ Vật dao động điều hòa thì x , v , a biến thiên điều hòa với cùng ω , cùng T , cùng f .
Còn động năng, thế năng biến thiên tuần hoàn với cùng ω' , cùng T' , cùng f' . Với $\omega' = 2\omega$, $T' = \frac{T}{2}$, $f' = 2f$.

+ Trong một chu kỳ dao động có 4 lần $W_d = W_t$; Khi đó $x = \pm \frac{A}{\sqrt{2}}$.

+ Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp để $W_d = W_t$ là $\Delta t = \frac{T}{4}$.

Chủ đề 4: CON LẮC ĐƠN

1. Thí nghiệm:

- Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng góc α_0 rồi buông tay không vận tốc đầu trong môi trường không có ma sát (mọi lực cản không đáng kể) thì con lắc đơn dao động được coi gần đúng là dao động điều hòa với biên độ góc α_0 ($\alpha_0 < 10^\circ$).

2. Phương trình dao động:

- Phương trình dao động của con lắc đơn:

$$+ \begin{cases} s = s_0 \cos(\omega t + \varphi) \\ \alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi) \end{cases}, \text{ với } s = l\alpha; s_0 = l\alpha_0.$$

+ Trong đó:

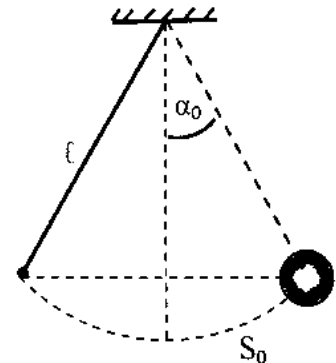
* s : Li độ dài, li độ cong (cm, m, ...);

* s_0 : Biên độ (cm, m, ...);

* α : Li độ góc (rad);

* α_0 : Biên độ góc (rad);

* $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ (rad/s) (g là gia tốc trọng trường và l là chiều dài dây treo).



3. Phương trình vận tốc – gia tốc:

a. Phương trình vận tốc:

$$- v = x' = -\omega s_0 \sin(\omega t + \varphi) = \omega s_0 \cos(\omega t + \varphi + \pi/2) \Rightarrow v_{\max} = \omega s_0.$$

b. Phương trình gia tốc:

$$- a = v' = x'' = -\omega^2 s_0 \cos(\omega t + \varphi) = \omega^2 s_0 \cos(\omega t + \varphi + \pi) = -\omega^2 s \Rightarrow a_{\max} = \omega^2 s_0.$$

4. Chu kỳ – Tần số:

$$- \text{Chu kỳ } T \text{ (s): } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{2\pi}{\omega}.$$

- Tần số f (Hz): $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = \frac{\omega}{2\pi}$.

5. Chu kì và sự thay đổi chiều dài:

- Con lắc đơn có chiều dài l_1 thì dao động với chu kì T_1 .

- Con lắc đơn có chiều dài l_2 thì dao động với chu kì T_2 .

+ Con lắc đơn có chiều dài $l = l_1 + l_2$ được chu kỳ $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$.

+ Con lắc đơn có chiều dài $l = |l_1 - l_2|$ được chu kỳ $T = \sqrt{|T_1^2 - T_2^2|}$.

6. Công thức độc lập với thời gian:

- Hệ thức giữa v và s : $s^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = s_0^2$.

- Hệ thức giữa v và a : $s_0^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2}$.

- Hệ thức giữa v và α : $\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{gl}$.

7. Bài toán con lắc vướng đỉnh về một phía:

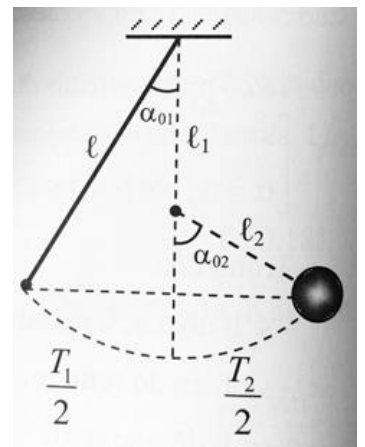
a. Biên độ góc của con lắc sau khi vướng đỉnh: $\frac{1 - \cos \alpha_{02}}{1 - \cos \alpha_{01}} = \frac{l}{l - l_1}$.

b. Chu kỳ dao động của con lắc sau khi vướng đỉnh:

- Chu kỳ của hệ: $T' = \frac{T_1 + T_2}{2}$.

+ T_1 là chu kỳ dao động ban đầu của con lắc (chiều dài l).

+ T_2 là chu kỳ dao động còn lại của con lắc (chiều dài $l_2 = l - l_1$).



8. Bài toán con lắc đơn trùng phùng:

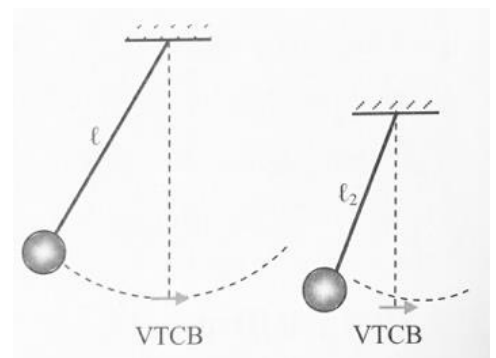
- Gọi θ là thời gian giữa hai lần trùng phùng liên tiếp. Ta có: $\theta = nT_1 = (n + 1)T_2 = \frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2}$.

+ T_1 là chu kỳ của con lắc lớn hơn.

+ T_2 là chu kỳ của con lắc nhỏ hơn.

+ n là số chu kỳ đến lúc trùng phùng mà con lắc lớn thực hiện.

+ $n + 1$ là số chu kỳ con lắc nhỏ thực hiện để trùng phùng.



9. Năng lượng con lắc đơn:

a. Động năng của con lắc đơn:

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

- $W_{d\max} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = W_{t\max} = W$.

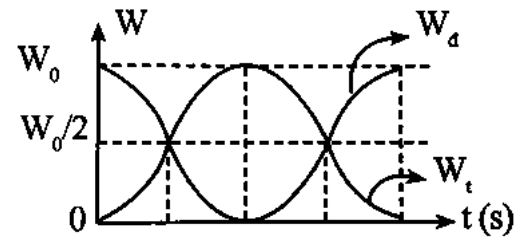
b. Thế năng của con lắc đơn:

- $W_{t\max} = W_{d\max} = W$.

c. Cơ năng:

- $W = W_d + W_t$.

- Vật dao động điều hòa thì s , α , v , a biến thiên điều hòa với cùng ω , cùng T , cùng f . Còn động năng, thế năng biến thiên tuần hoàn với cùng ω' , cùng T' , cùng f' .
Với $\omega' = 2\omega$, $T' = \frac{T}{2}$, $f' = 2f$. Còn cơ năng thì không đổi.



Đồ thị năng lượng con lắc đơn

d. Đồ thị năng lượng con lắc đơn:

Chủ đề 5: TỔNG HỢP DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Phương trình dao động tổng hợp:

- Có: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$.

- Phương trình dao động tổng hợp: $x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$.

+ Biên độ dao động tổng hợp: $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$.

+ Pha của dao động tổng hợp: $\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$.

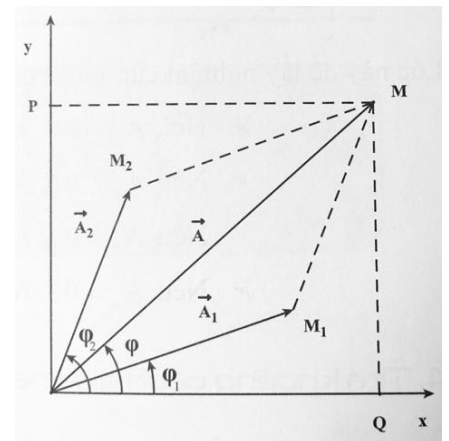
- Độ lệch pha của hai dao động $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1$:

+ Hai dao động cùng pha: $\Delta \varphi = 2k\pi \Rightarrow A = A_1 + A_2$.

+ Hai dao động ngược pha: $\Delta \varphi = (2k + 1)\pi \Rightarrow A = |A_1 - A_2|$.

+ Hai dao động vuông pha: $\Delta \varphi = (2k + 1)\frac{\pi}{2} \Rightarrow \begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \\ \left(\frac{x_1}{A_1}\right)^2 + \left(\frac{x_2}{A_2}\right)^2 = 1 \end{cases}$.

+ Ta luôn có: $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$.



2. Phương trình dao động thành phần:

- Có: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

- Phương trình dao động thành phần: $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$.

+ Biên độ dao động thành phần: $A_2^2 = A_1^2 + A^2 - 2A_1A \cos(\varphi - \varphi_1)$.

+ Pha của dao động thành phần: $\tan \varphi_2 = \frac{A \sin \varphi - A_1 \sin \varphi_1}{A \cos \varphi - A_1 \cos \varphi_1}$.

3. Dùng máy tính Casio:

- Với $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ ta có thể viết theo kiểu $A \angle \varphi \Rightarrow$ Để thực hiện dấu " $\angle$ " bấm: Shift (-).

+ Bước 1: Bấm MODE 2 $\rightarrow$ màn hình hiện CMPLX (chức năng số phức).

+ Bước 2: Bấm: Shift MODE 4 $\rightarrow$ màn hình hiện chữ R (chuyển về chế độ RAD). Nếu đơn vị đo là góc ta bấm: Shift MODE 3.

+ Bước 3: Nhập dữ liệu, đọc và ghi kết quả.

- Lưu ý cách này chỉ dùng cho bài toán có biên độ và pha ban đầu của các dao động.

Chủ đề 6: CÁC LOẠI DAO ĐỘNG

1. Các loại dao động:

a. Dao động tuần hoàn:

- Là dao động mà trạng thái của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian như nhau.

b. Dao động tự do:

- Là dao động mà chu kỳ của hệ chỉ phụ thuộc vào đặc tính bên trong của hệ.

c. Dao động tắt dần:

- Là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian, nguyên nhân của sự tắt dần là do ma sát với môi trường. Ma sát càng lớn thì tắt dần càng nhanh.

d. Dao động duy trì:

- Là dao động có biên độ không đổi theo thời gian trong đó sự cung cấp thêm năng lượng để bù lại sự tiêu hao do ma sát mà không làm thay đổi chu kỳ riêng của nó thì dao động kéo dài mãi mãi và gọi là dao động duy trì.

e. Dao động cưỡng bức:

- Là dao động chịu sự tác dụng của ngoại lực biến đổi điều hòa $F = F_0 \cos \Omega t$.

- Dao động cưỡng bức là dao động điều hòa có dạng hàm số cos theo thời gian.

- Tần số của dao động cưỡng bức bằng tần số góc Ω của ngoại lực.

- Biên độ của dao động cưỡng bức của ngoại lực tỉ lệ thuận với biên độ F_0 của ngoại lực, phụ thuộc vào tần số góc của ngoại lực và lực cản môi trường.

- Hiện tượng cộng hưởng:

+ Xảy ra khi tần số góc của ngoại lực bằng tần số góc riêng ω_0 của hệ dao động tắt dần.

+ Lúc đó biên độ A của dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại.

+ Hiện tượng này càng rõ nét khi lực cản càng nhỏ.

2. Bài tập về dao động tắt dần:

- Biên độ còn lại sau chu kì đầu tiên: $A_1 = A - \Delta A$.

+ Với A là biên độ ban đầu của vật, ΔA là độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ.

- Số dao động đến lúc dừng hẳn: $N = \frac{A}{\Delta A}$.

- Thời gian đến lúc dừng hẳn: $t = T.N = \frac{T.A}{\Delta A}$.

- Năng lượng còn lại sau chu kì đầu tiên: $W_1 = \frac{1}{2}kA_1^2$.

- Phần năng lượng mất đi trong chu kì đầu tiên: $\Delta W = W - W_1 = \Delta W = 1 - (1 - \Delta A)^2$.

3. Bài tập về sự cộng hưởng:

- Điều kiện cộng hưởng: $T_0 = T_{cb}$.
 - + Trong đó: T_0 là chu kì riêng, T_{cb} là chu kì cưỡng bức.
- Vận tốc của vật để con lắc dao động mạnh nhất: $v = \frac{L}{T_0}$.
 - + Trong đó: L là quãng đường vật đi được trong một chu kì riêng.