

MỤC LỤC

0 MỞ ĐẦU

Mục lục

Lời mở đầu

1 DAO ĐỘNG CƠ

- Các loại dao động
- PT dao động
- Con lắc lò xo
- Con lắc đơn
- Các bài toán
- Tổng hợp dđ
- Dao động tắt dần

2 SÓNG ÂM - SÓNG CƠ HỌC

- Sóng cơ học
- Giao thoa sóng
- Sóng dừng
- Sóng âm

3 DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

- ĐC điện xoay chiều
- Mạch R - L - C
- Công suất
- Cực trị L - C - f
- Máy biến áp - Truyền tải điện
- Máy điện xoay chiều

4 SÓNG ĐIỆN TỬ

Mạch dao động

Sóng điện từ

7 HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

- Cấu tạo nguyên tử
- Hiện tượng phóng xạ
- Hạt nhân nguyên tử

6 LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

- Hiện tượng quang điện
- Tiên đề Bor

5 SÓNG ÁNH SÁNG

- Tán sắc ánh sáng
- Giao thoa ánh sáng
- Các loại quang phổ
- Bức xạ không nhìn thấy

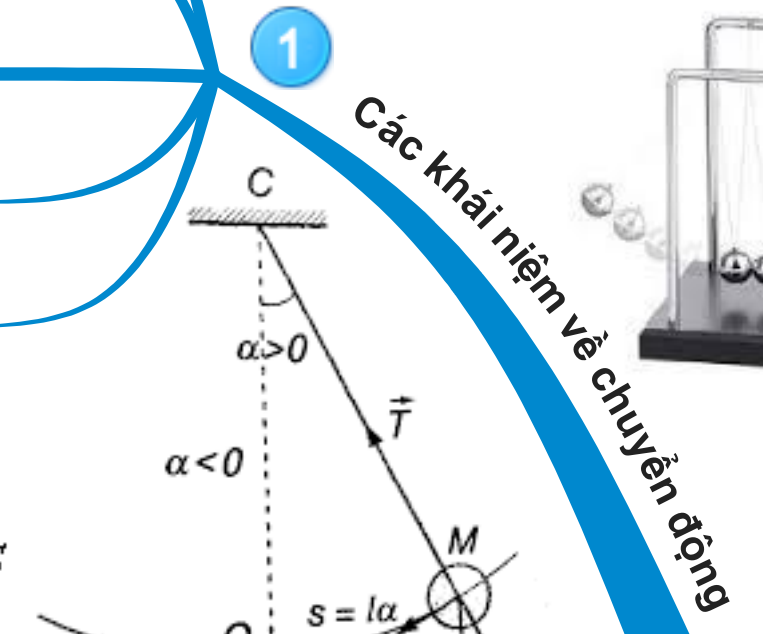
Sơ đồ 1: CÁC LOẠI DAO ĐỘNG

DAO ĐỘNG
Thầy TRUNGPM
01686098448

- Chuyển động là sự thay đổi vị trí của vật trong không gian theo thời gian.
- Chuyển động chỉ mang tính tương đối, nó phụ thuộc vào vật làm mốc.
- Hệ tọa độ gồm góc tọa độ, phương, chiều và độ lớn quy ước.
- Hệ quy chiếu là hệ tọa độ có gắn thêm mốc thời gian.
- VD: C/đ tịnh tiến, C/đ biến đổi đều (Nhanh dần, chậm dần), tròn đều, rơi tự do...

C/đ thẳng đều: $x = x_0 + v_0 t$ C/đ tròn đều: $v = R \cdot \omega$ Rơi tự do: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

C/đ biến đổi đều: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $v = v_0 + at$ $v^2 - v_0^2 = 2aS$



- Là sự chuyển động của 1 vật quanh 1 vị trí xác định gọi là VTCB
- là đđ mà trạng thái của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.
- Chu kì T(s) là khoảng thời gian ngắn nhất vật thực hiện được 1 đđ. $T = t / N$
- Tần số f(Hz) là số đđ vật thực hiện được trong 1 đơn vị thời gian. $f = N / t$



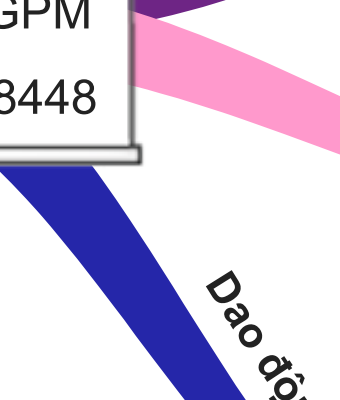
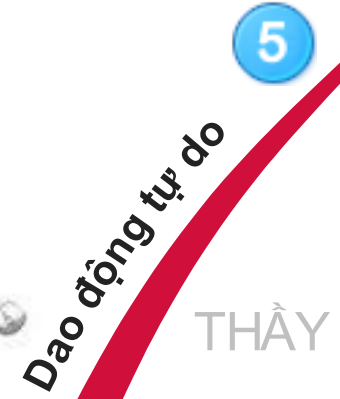
- Là đđ mà li độ đc biểu thị bằng hàm Sin hoặc Cos theo thời gian
- x: li độ đđ, là độ lệch của vật khỏi VTCB
- $A > 0$: biên độ đđ, $A = x_{max}$
- φ : pha ban đầu (Rad)
- $(\omega t + \varphi)$: pha đđ (Rad)
- $\omega > 0$: vận tốc góc (Rad/s)
- Là hình chiếu của 1 c/đ tròn đều lên trục nằm ngang

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

$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

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

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

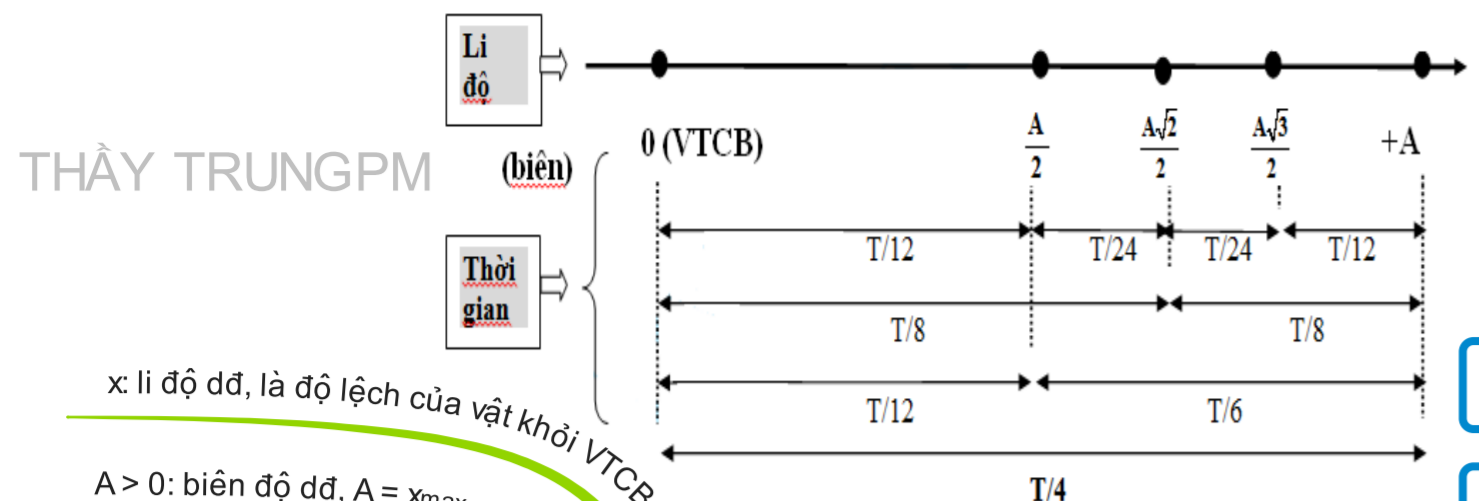


- Dao động tự do**
 - Là dao động mà chu kì chỉ phụ thuộc vào các đặc tính của hệ, ko phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.
 - Đối với con lắc lò xo: bỏ qua ma sát, vật c/đ trong giới hạn đàn hồi
 - Đối với con lắc đơn: bỏ qua lực cản môi trường, vật c/đ với li độ góc $< 10^\circ$
- Dao động duy trì**
 - Cung cấp cho vật phần NL bằng đúng phần NL bị mất do ma sát mà ko làm thay đổi chu kì dao động của vật.
 - A, T và f không đổi
 - W cung cấp = W mất đi trong mỗi chu kì
- Dao động cưỡng bức**
 - Là đđ chịu td của lực cưỡng bức tuần hoàn
 - Có tần số đđ bằng tần số của lực cưỡng bức
 - Có biên độ đđ ko đổi, phụ thuộc vào A_{cb} và f_{cb}
 - Khi $f_0 = f_{cb}$: xảy ra cộng hưởng (A_{max})
- HT cộng hưởng**
 - Là ht biên độ của đđ cưỡng bức tăng nhanh đột ngột đến 1 giá trị cực đại khi $f_{cb} = f_0$
 - Khi $F_{cản}$ nhỏ \rightarrow Cộng hưởng rõ (2)
 - Khi $F_{cản}$ lớn \rightarrow Cộng hưởng mờ (1)
- Dao động tắt dần**
 - Là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian
 - Nguyên nhân: do ma sát, do lực cản môi trường làm cơ năng giảm nên biên độ giảm.
 - Ma sát, độ nhớt, tần số càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh

THẦY TRUNGPM

Ứng dụng làm hệ thống giảm xóc trên xe

Sơ đồ 2: PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG



THẦY TRUNGPM
 (biên) x li độ đđ, là độ lệch của vật khỏi VTCB
 Thời gian
 $A > 0$: biên độ đđ, $A = x_{max}$
 φ : pha ban đầu (Rad)
 $(\omega t + \varphi)$: pha đđ (Rad)
 $\omega > 0$: vận tốc góc (Rad/s)

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

$$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$$

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

$$\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 = 1$$

$$\left(\frac{v}{v_m}\right)^2 + \left(\frac{a}{a_m}\right)^2 = 1$$

$$a = -\omega^2 x$$

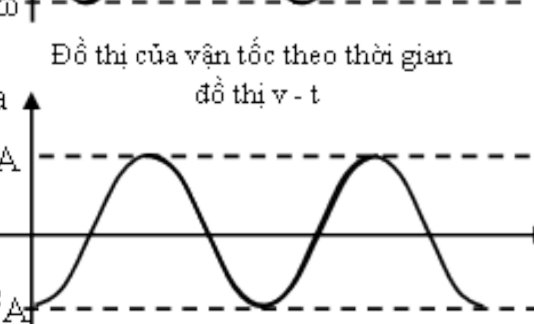
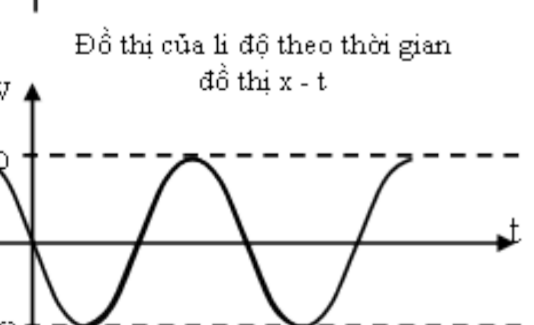
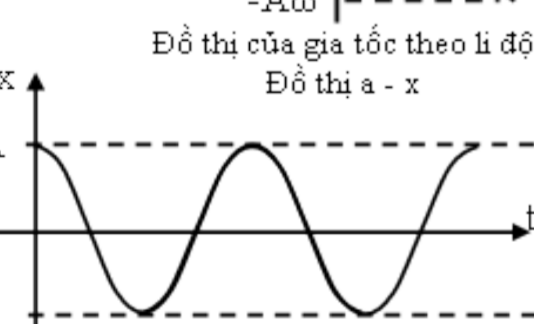
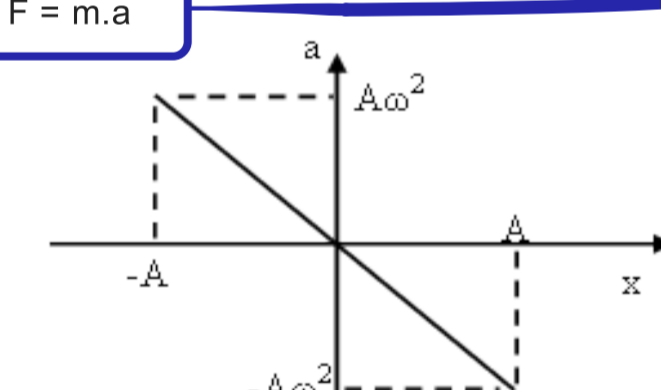
$$F = m \cdot a$$

THẦY TRUNGPM
 cùng chiều c/d và sớm pha hơn x góc 90 độ

THẦY TRUNGPM
 a sớm pha hơn v góc 90 độ

a và x luôn ngược pha

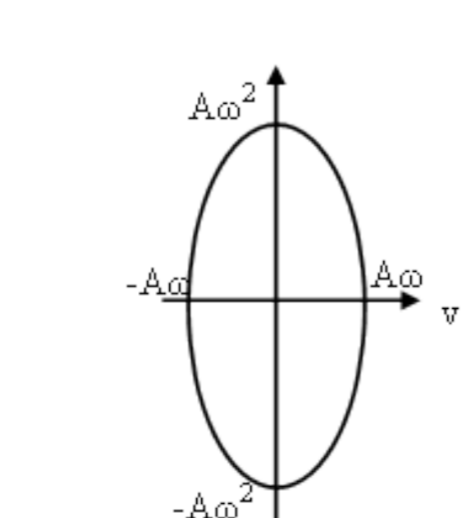
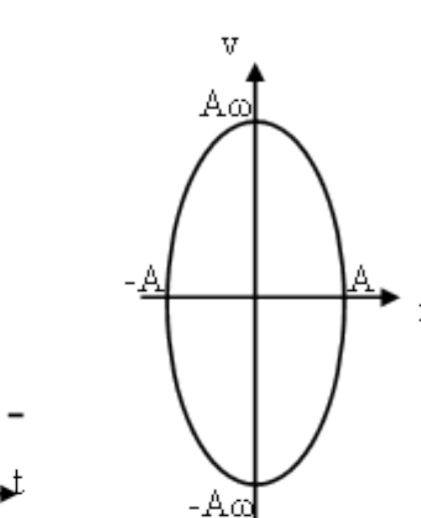
F và a cùng pha và luôn hướng về VTCB



THẦY TRUNGPM
 Dạng đường thẳng: $\{a, F\} \in x$

THẦY TRUNGPM
 Dạng sin: $\{x, v, a, F, W, W_t\} \in t$

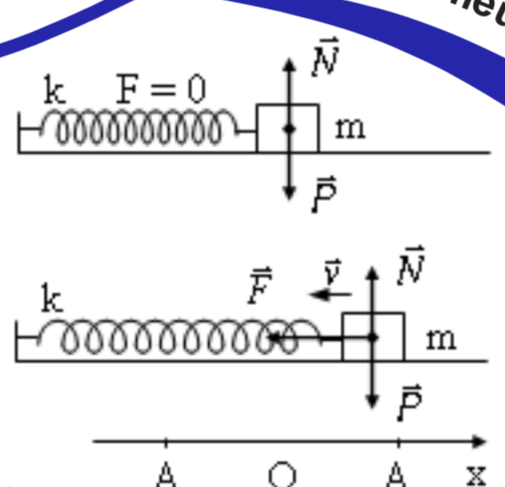
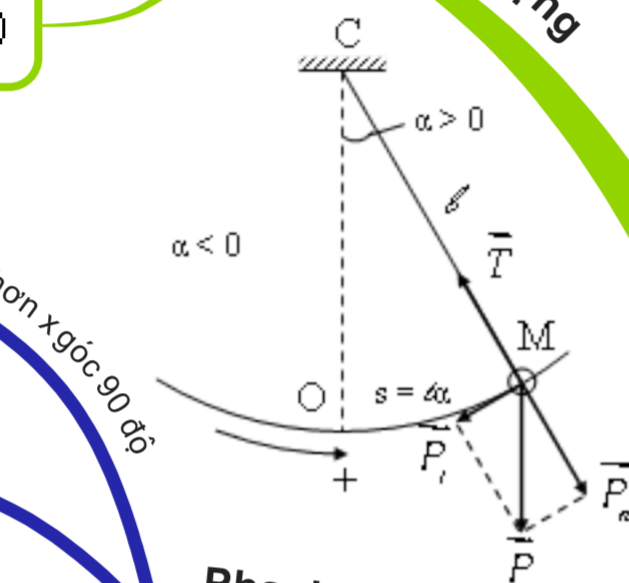
THẦY TRUNGPM
 Dạng elip: $\{v, x\}; \{a, v\}; \{F, v\}$



THẦY TRUNGPM
 Đồ thị của vận tốc theo li độ Đồ thị $v - x$
 Đồ thị của gia tốc theo vận tốc Đồ thị $a - v$

PT chuyển động

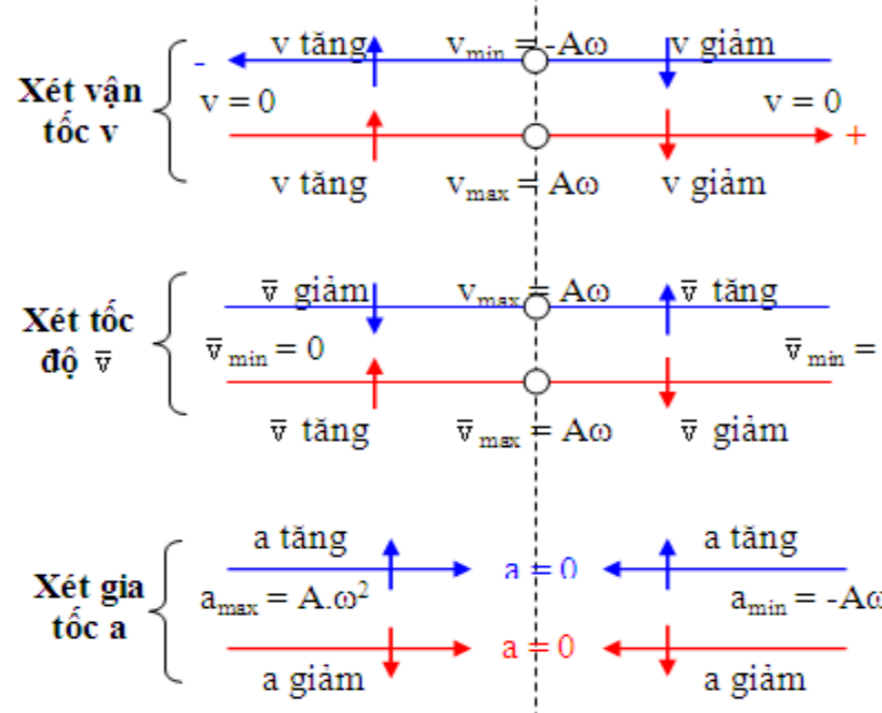
Pha đđ và chiều c/d



Sơ đồ 2: PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG

PT DAO ĐỘNG
 Thầy TRUNGPM
 01686098448

Đồ thị



Viết PT dao động

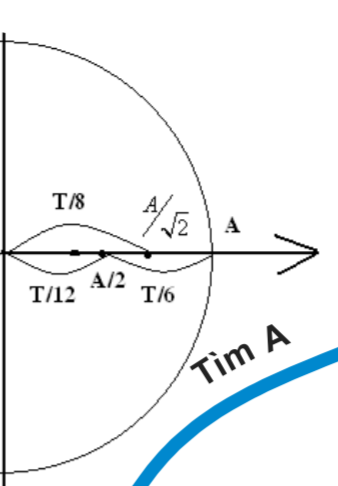
THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM



THẦY TRUNGPM
 Tìm φ
 $\cos \varphi = \frac{|x|}{A}$
 Chiều dương $\varphi < 0$
 Chiều âm $\varphi > 0$
 Thay $t = 0$ vào PTĐĐ
 Dùng vòng tròn lượng giác

THẦY TRUNGPM
 Tìm A
 Biết quỹ đạo L
 $A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2} = \frac{L}{2}$
 Biết quãng đường
 $A = \frac{S_{0,5T}}{2} = \frac{S_{xT}}{4n}$
 Thả nhẹ tại vị trí x_0 ($v_0 = 0$)
 $A = x_0$
 Kéo tới vị trí x rồi truyền vận tốc
 $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$
 Biết năng lượng W
 $A = \sqrt{\frac{2W}{k}}$
 $A = \sqrt{\frac{2W}{m \cdot \omega^2}}$
 Biết $F_{đh \max}$
 $A = \frac{F_{đh \max}}{k}$
 $A = \frac{F_{đh \max} - \Delta l}{k}$
 Biết v_{max}, a_{max}
 $A = \frac{v_{max}}{\omega}$
 $A = \frac{v_{max}^2}{a_{max}} = \frac{a_{max}}{\omega^2}$

THẦY TRUNGPM
 Tìm ω
 $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ Con lắc đơn
 $\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ Con lắc lò xo
 Biết T hoặc f
 $\omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$
 Biết x và v
 $\omega = \frac{|v|}{\sqrt{A^2 - x^2}}$

THẦY TRUNGPM
 Các đặc trưng c/d

THẦY TRUNGPM
 Tiến về biên
 a và v ngược chiều
 v giảm, a tăng, x tăng, F tăng
 Càng gần biên v càng chậm
 $W_{đ}$ giảm, W_t tăng

THẦY TRUNGPM
 Qua biên
 $x_{max} = A, W_t \max = W, a_{max} = \omega^2 A, F_{max} = k \cdot A$
 $v_{min} = 0, W_{đ \min} = 0$
 Vật đổi chiều chuyển động

THẦY TRUNGPM
 Qua VTCB
 $v_{max} = \omega A, W_{đ \max} = W$
 $x = 0, W_t = 0, a = 0$

THẦY TRUNGPM
 Tiến về VTCB
 a và v cùng chiều
 v tăng, a giảm, x giảm, F giảm
 Càng gần VTCB v càng nhanh
 $W_{đ}$ tăng, W_t giảm

Sơ đồ 3: CON LẮC Lò XO

CON LẮC Lò XO
Thầy TRUNGPM
01686098448

Lò xo thẳng đứng

Độ biến dạng tại VTCB

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

THẦY TRUNGPM

Tại VTCB

$$l_{cb} = l_0 + \Delta l$$

$$l_{cb} = l_{max} - A = l_{min} + A$$

$$l_{cb} = \frac{l_{max} + l_{min}}{2}$$

Tại vị trí bất kỳ

$$l = l_{cb} \pm x$$

Chiều dài
 Hình a ($A < \Delta l$): nén, giãn
 Hình b ($A > \Delta l$): nén, giãn

Lực đàn hồi

$$F_{dh\ max} = k.A$$

$$F_{dh} = k.x$$

$$F_{dh\ min} = 0$$

Lò xo nằm ngang

$$\begin{cases} l = l_0 \\ l_{max} = l_0 + A \\ l_{min} = l_0 - A \end{cases}$$

Phân biệt F_{dh} và F_{hp}

Lực đàn hồi
 Cực đại: $F_{max} = k(\Delta l + A)$
 Cực tiểu: $F_{min} = k(\Delta l - A)$ khi $\Delta l > A$
 $F_{min} = 0$ khi $\Delta l \leq A$

Lực hồi phục
 Cực đại: $F_{max} = k.A$
 Cực tiểu: $F_{min} = 0$

Lực đàn hồi là lực đưa vật về vị trí lò xo ko biến dạng
 Lực hồi phục là lực đưa vật về vị trí cân bằng

Thời gian nén, giãn

$T = t_{nén} + t_{giãn}$

Thời gian lò xo bị nén

$$t_{nén} = \frac{T}{\pi} \cdot \arccos \frac{\Delta l}{A}$$

THẦY TRUNGPM

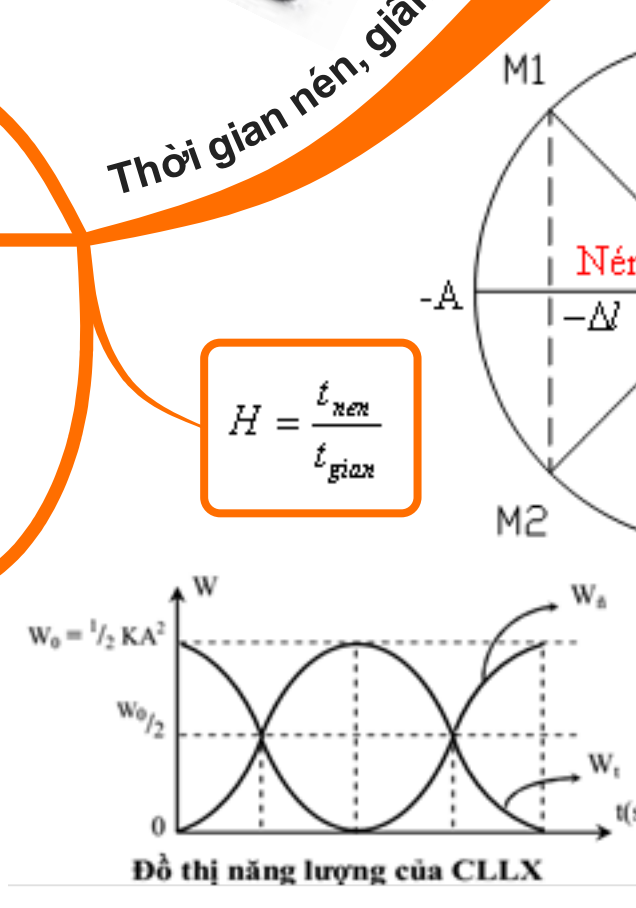
Chú ý

$H = 1/2$: $t_{nén} = \frac{T}{3}; \Delta l = \frac{A}{2}$

$H = 1/3$: $t_{nén} = \frac{T}{4}; \Delta l = \frac{A\sqrt{2}}{2}$

$H = 1/5$: $t_{nén} = \frac{T}{6}; \Delta l = \frac{A\sqrt{3}}{2}$

$H = \frac{t_{nén}}{t_{giãn}}$



Chu kỳ, tần số

Vận tốc góc

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

Chu kỳ

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Tần số

$$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Trong cùng khoảng t

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{f_2^2}{f_1^2} = \frac{N_2^2}{N_1^2}$$

Lò xo có cùng độ cứng k

$$\begin{cases} m = m_1 \pm m_2 \\ T = \sqrt{T_1^2 \pm T_2^2} \end{cases}$$

N - Số dao động vật thực hiện được trong t(s)

Cắt, ghép lò xo

THẦY TRUNGPM

Ghép //

$$\begin{cases} k = k_1 + k_2 \\ T = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot T_2^2}{T_1^2 + T_2^2}} \end{cases}$$

Ghép nối tiếp

$$\begin{cases} \frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \\ T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} \end{cases}$$

Cắt lò xo

$$k_0 l_0 = k_1 l_1 = k_2 l_2$$

Năng lượng

Động năng W_d

$$W_d = \frac{1}{2} m v^2$$

$$W_d = W \sin^2(\omega t + \varphi)$$

Thế năng W_t

$$W_t = \frac{1}{2} k x^2$$

$$W_t = W \cos^2(\omega t + \varphi)$$

Cơ năng W

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

Nếu $W_d = n \cdot W_t$ thì

$$x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}}$$

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

THẦY TRUNGPM

Sơ đồ 4: CON LẮC ĐƠN

CON LẮC ĐƠN
 Thầy TRUNGPM
 01686098448

THAY ĐỔI CHU KÌ

Trong thang máy c/d có gia tốc a

- $T' = T \sqrt{\frac{g}{g+a}}$ (Lên nhanh, xuống chậm)
- $T' = T \sqrt{\frac{g}{g-a}}$ (Lên chậm, xuống nhanh)

Trong xe ô tô c/d có gia tốc a

- $\cos \alpha = \frac{g}{g'}$
- $\tan \alpha = \frac{F_{qt}}{P} = \frac{a}{g}$
- $T' = T \sqrt{\cos \alpha}$ (Chu kì luôn giảm, đồng hồ luôn chạy nhanh)

Thay đổi nhiệt độ t

- $\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{1}{2} \lambda \Delta t$
- λ : Hệ số nở dài
- Nhiệt độ tăng → Chu kì tăng

Thay đổi độ cao h

- $\frac{\Delta T}{T} = \frac{h}{R}$ (Đưa lên độ cao h)
- $\frac{\Delta T}{T} = \frac{d}{2R}$ (Đưa xuống sâu d)
- R: Bán kính trái đất, R = 6400Km
- Càng lên cao, g càng giảm → Chu kì tăng, đồng hồ chạy chậm
- Càng xuống sâu, g càng tăng → Chu kì giảm, đồng hồ chạy nhanh

Thay đổi gia tốc g

- $\frac{\Delta T}{T_1} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g_1}$
- $T_{MấtTrọng} = T_{TráiĐất} \cdot \sqrt{5,9}$

THỜI GIAN CHẠY SAI

Trong điện trường đều (Khi E nằm ngang)

- $g' = g - \frac{|q|E}{m}$ (E lên, q > 0; E xuống, q < 0)
- $g' = g + \frac{|q|E}{m}$ (E lên, q < 0; E xuống, q > 0)
- $g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qE}{m}\right)^2}$

Thời gian chạy sai

- $\frac{\Delta T}{T} > 0$ → Đồng hồ chạy chậm $T_2 > T_1$
- $\frac{\Delta T}{T} < 0$ → Đồng hồ chạy nhanh $T_1 > T_2$
- Thời gian chạy sai trong 1 ngày đêm: $t = \frac{\Delta T}{T} \cdot 86400$

VẬN TỐC VÀ LỰC CĂNG DÂY

Vận tốc

- $v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$
- $v_{\max} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$
- Khi $\alpha_0 < 10^\circ$: $v = \sqrt{gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)}$, $v_{\max} = \sqrt{gl\alpha_0^2}$

Lực căng dây

- $T = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_0)$
- $T_{\max} = mg(3 - 2\cos \alpha_0)$
- $T_{\min} = mg \cos \alpha_0$
- Khi $\alpha_0 < 10^\circ$: $T = mgl(1 + \alpha_0^2 - \frac{3}{2}\alpha^2)$, $T_{\min} = mgl(1 - \frac{1}{2}\alpha_0^2)$, $T_{\max} = mgl(1 + \alpha_0^2)$

CHU KÌ, TẦN SỐ

Con lắc vướng đinh

- $T_{vd} = \frac{T_1 + T_2}{2}$
- Nếu $T_1 > T_2$ thì $n \cdot T_1 = (n+1)T_2$
- Nếu $T_1 < T_2$ thì $(n+1)T_1 = n \cdot T_2$

Con lắc trùng phùng

- $T_{Tr.Phung} = \frac{T_1 T_2}{|T_1 - T_2|}$

NĂNG LƯỢNG

Con lắc đơn đặt trong ô tô c/d nằm ngang

- Nếu cả 3 yếu tố cùng thay đổi thì: $\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \alpha \Delta t^0 + \frac{h}{R} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g}$

Con lắc đơn đặt trong điện trường E

THAY TRUNGPM

Chu kì

- $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Tần số

- $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$

Vận tốc góc

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

Tại cùng 1 vị trí địa lý

- $\frac{l_1}{l_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{f_2^2}{f_1^2} = \frac{N_2^2}{N_1^2}$
- $\begin{cases} l = l_1 \pm l_2 \\ T = \sqrt{T_1^2 \pm T_2^2} \end{cases}$

Tổng, hiệu chiều dài con lắc đơn

- N - Số dao động vật thực hiện được trong t(s)

PT DAO ĐỘNG

PT dao động

- $s = S_0 \cos(\omega t + \varphi)$
- $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Vmax và amax

- $v_{\max} = S_0 \cdot \omega = \alpha_0 l \cdot \omega = \alpha_0 \cdot \sqrt{gl}$
- $a_{\max} = \omega^2 \cdot S_0 = \omega^2 \alpha_0 l = g \alpha_0$

Mối quan hệ

- $\begin{cases} x \sim s \sim \alpha \\ A \sim S_0 \sim \alpha_0 \end{cases}$
- $S_0 = \alpha_0 l, s = \alpha l$
- $v^2 = gl(\alpha_0^2 - \alpha^2)$

Đồ thị năng lượng con lắc đơn

$W_0 = \frac{1}{2} kA^2$

Wd và Wt biến thiên với

- $T' = \frac{T}{2}, \omega' = 2\omega, f' = 2f$

Động năng Wd

- $W_d = \frac{1}{2} mv^2$
- $W_d = W \sin^2(\omega t + \varphi)$

Thế năng Wt

- $W_t = mgl(1 - \cos \alpha)$
- $W_t = W \cos^2(\omega t + \varphi)$

Cơ năng W

- $W = \frac{1}{2} m \omega^2 S_0^2 = \frac{1}{2} \frac{mg}{l} S_0^2 = \frac{1}{2} mgl \alpha_0^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 l^2 \alpha_0^2$

Nếu Wd = n.Wt thì

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

Cứ sau khoảng thời gian ngắn nhất T/4 thì Wd = Wt

Sơ đồ 5: CÁC BÀI TOÁN THƯỜNG GẶP

Chú ý:

Trong 1 chu kì T vật đi qua vị trí bất kì 2 lần.

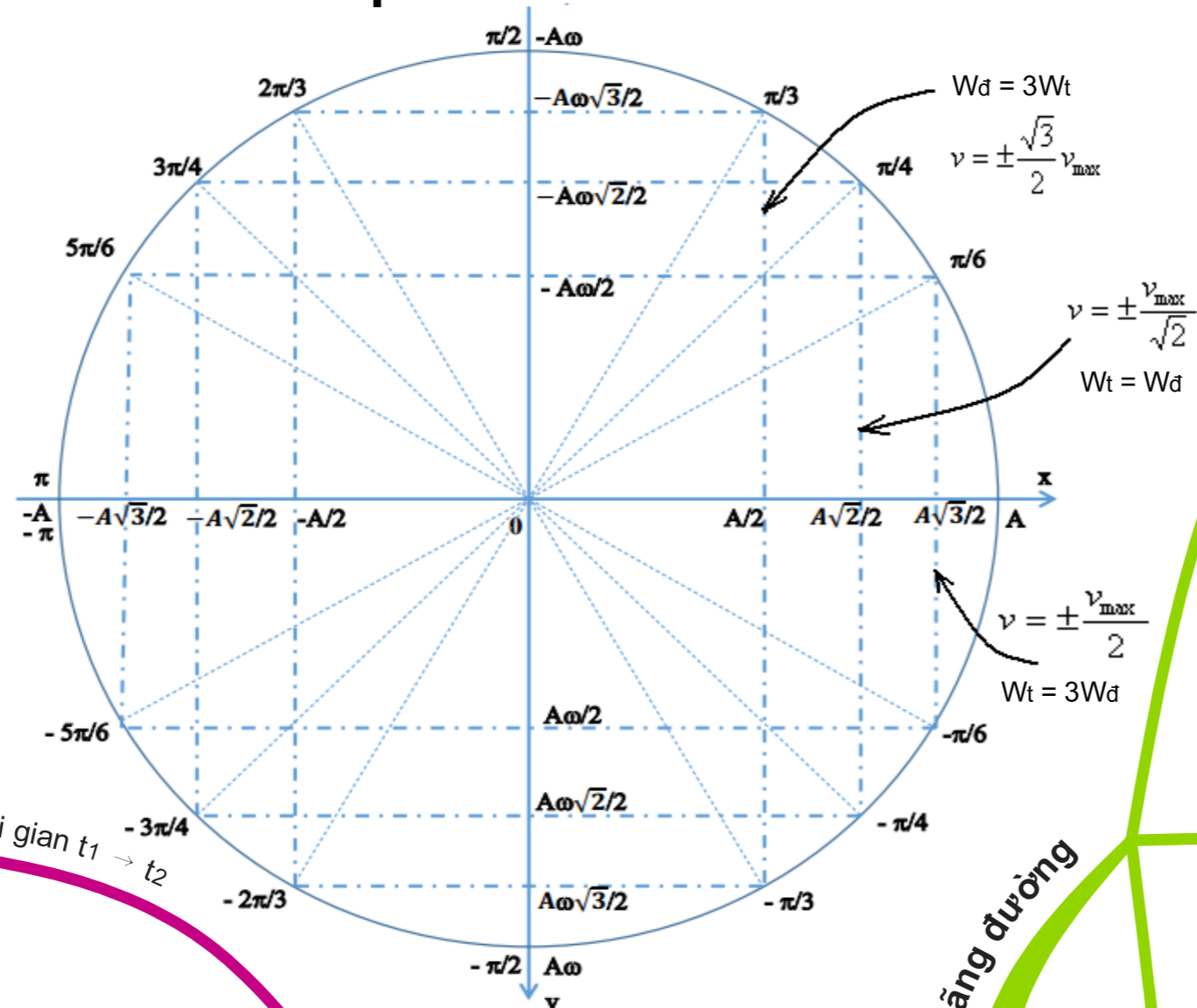
Bài toán xác định số lần vật đi qua trong khoảng thời gian t.

B1: Giải PT lượng giác tìm t > 0

B2: Từ t1 < t < t2 --> k1 < k < k2

B3: Số lần vật đi qua là tổng số giá trị k nguyên tìm được

Có thể tìm số lần vật đi qua trong 1 khoảng thời gian bằng trục tọa độ sẽ đơn giản hơn (Học trong bài giảng)



$$v_{tb} = \frac{S}{t_2 - t_1}$$

$$v_{tb\max} = \frac{S_{\max}}{\Delta t}$$

$$v_{tb\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t}$$

Max, Min

Tốc độ trung bình

$$v_{tb} = \frac{4A}{T} = \frac{2v_{\max}}{\pi}$$

Trong 1T hoặc 1/2T

THẦY TRUNGPM

$$N = \frac{t_2 - t_1}{T} = n + \frac{m}{T}$$

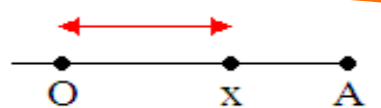
Trong n chu kì → S = n.4A

Trong nửa chu kì → S = 2A

Tính số chu kì

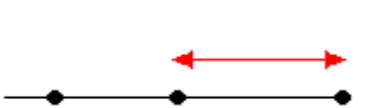
$$t = \frac{1}{\omega} \cdot \arcsin \frac{|x|}{A}$$

Đi từ VTCB đến x



$$t = \frac{1}{\omega} \cdot \arccos \frac{|x|}{A}$$

Đi từ x đến biên A



$$\begin{cases} \cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A} \\ \cos \varphi_2 = \frac{x_2}{A} \end{cases}$$

Khoảng thời gian ngắn nhất vật đi từ x1 đến x2

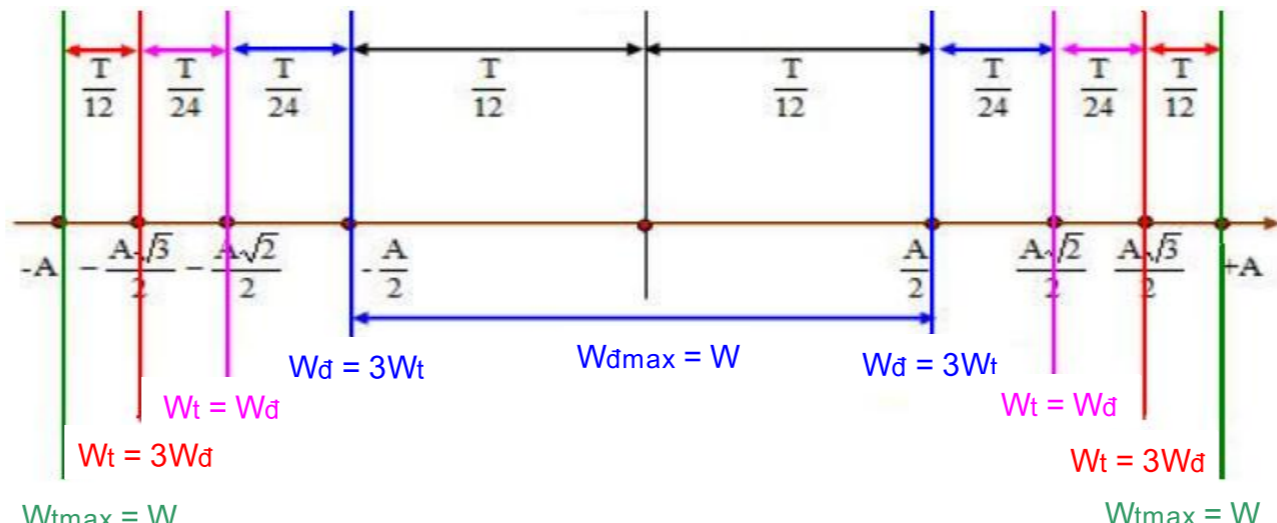
$$\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = \frac{|\varphi_2 - \varphi_1|}{\omega}$$

THẦY TRUNGPM

CÁC BÀI TOÁN
Thầy TRUNGPM
01686098448

BẢNG TÍNH NHANH CÁC GIÁ TRỊ CỰC ĐẠI - CỰC TIỂU CỦA QUANG ĐƯỜNG

Δt	T/6	T/4	T/3	T/2	2T/3	3T/4	5T/6	T
S _{max}	A	A√2	A√3	2A	2A+A	2A+A√2	2A+A√3	4A
S _{min}	2A-A√3	2A-A√2	A	2A	4A-A√3	4A-A√2	3A	4A



$$t = t_2 - t_1 = nT + \Delta t$$

Delta t → S2
S = S1 + S2

THẦY TRUNGPM

Tổng quát

Nếu v1.v2 > 0

$$\begin{cases} \Delta t < \frac{T}{2} \Rightarrow S_2 = |x_2 - x_1| \\ \Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow S_2 = 2A \\ \Delta t > \frac{T}{2} \Rightarrow S_2 = 4A - |x_2 - x_1| \end{cases}$$

Nếu v1.v2 < 0

$$\begin{cases} v_1 > 0 \Rightarrow S_2 = 2A - x_1 - x_2 \\ v_1 < 0 \Rightarrow S_2 = 2A + x_1 + x_2 \end{cases}$$

THẦY TRUNGPM

S_{max}

$$\Delta t \geq \frac{T}{2}$$

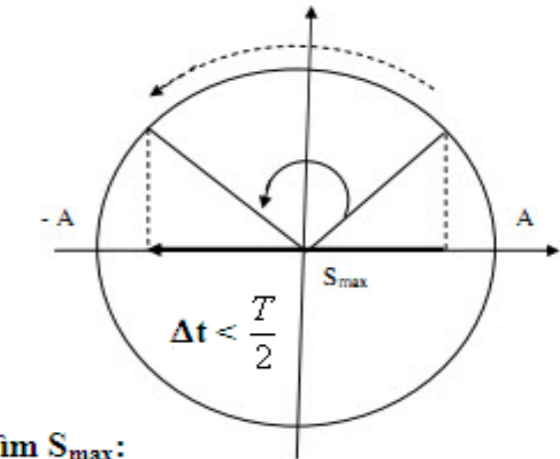
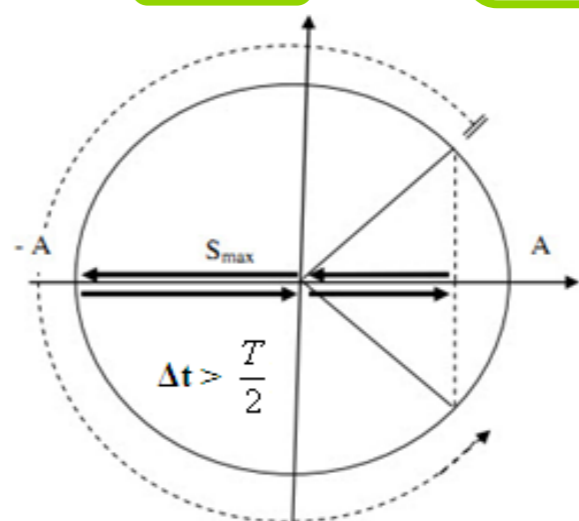
$$\Delta t = n \cdot \frac{T}{2} + \Delta t'$$

$$S = n \cdot 2A + S'$$

$$\Delta t < \frac{T}{2}$$

$$S_{\max} = 2A \sin \frac{\omega \Delta t}{2}$$

S' tính như S_{max}



Tìm S_{max}:

$$S_{\max} = 2A \left[1 + \cos \frac{2\pi - \Delta \varphi}{2} \right] \text{ với } \Delta \varphi = \omega \cdot \Delta t \quad S_{\max} = 2A \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \text{ với } \varphi = \omega \cdot \Delta t$$

S_{min}

$$\Delta t \geq \frac{T}{2}$$

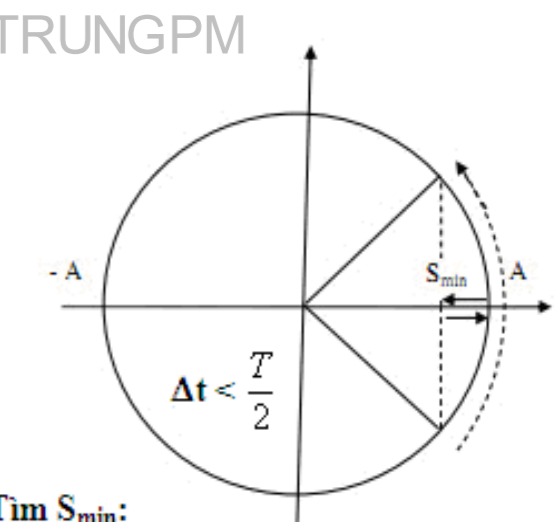
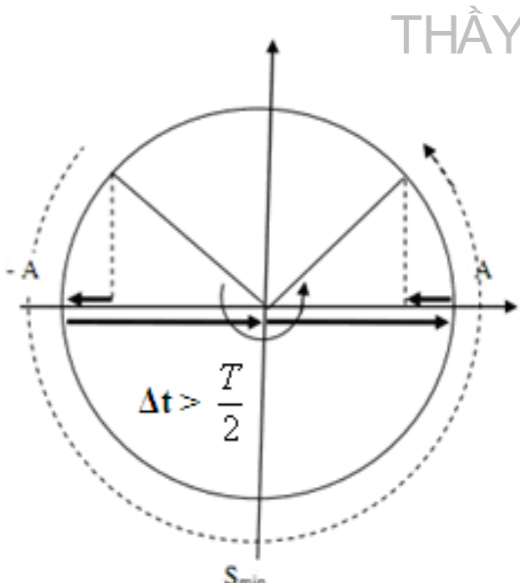
$$\Delta t = n \cdot \frac{T}{2} + \Delta t'$$

$$S = n \cdot 2A + S'$$

$$\Delta t < \frac{T}{2}$$

$$S_{\min} = 2A \left(1 - \cos \frac{\omega \Delta t}{2} \right)$$

S' tính như S_{min}



THẦY TRUNGPM

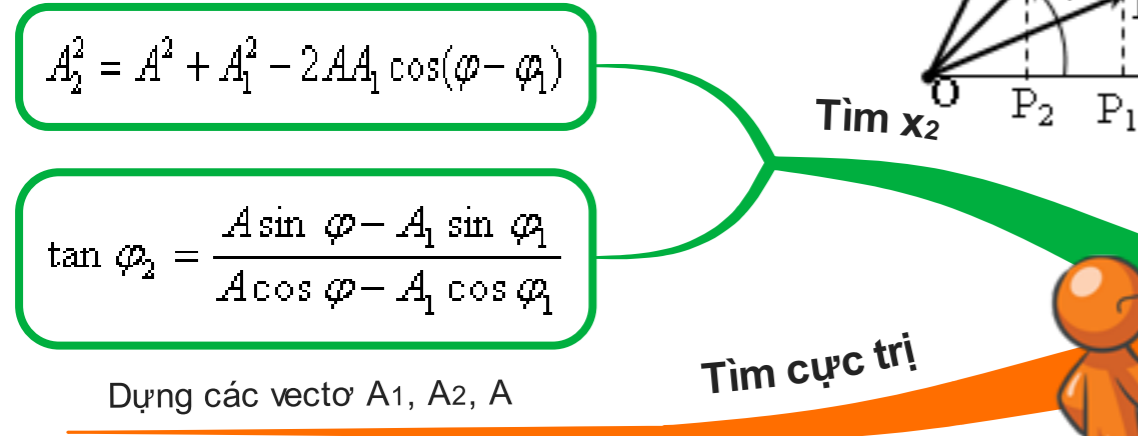
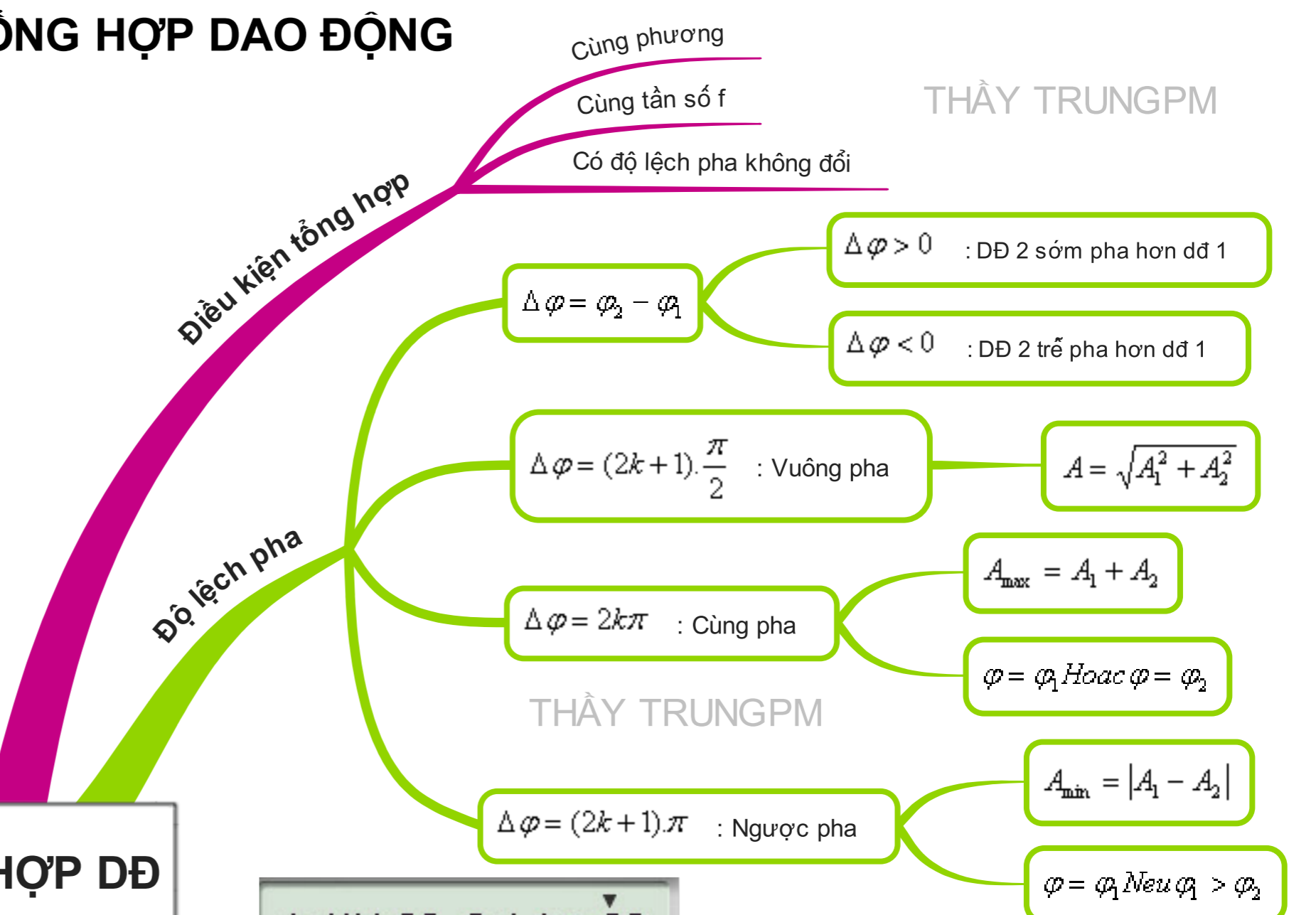
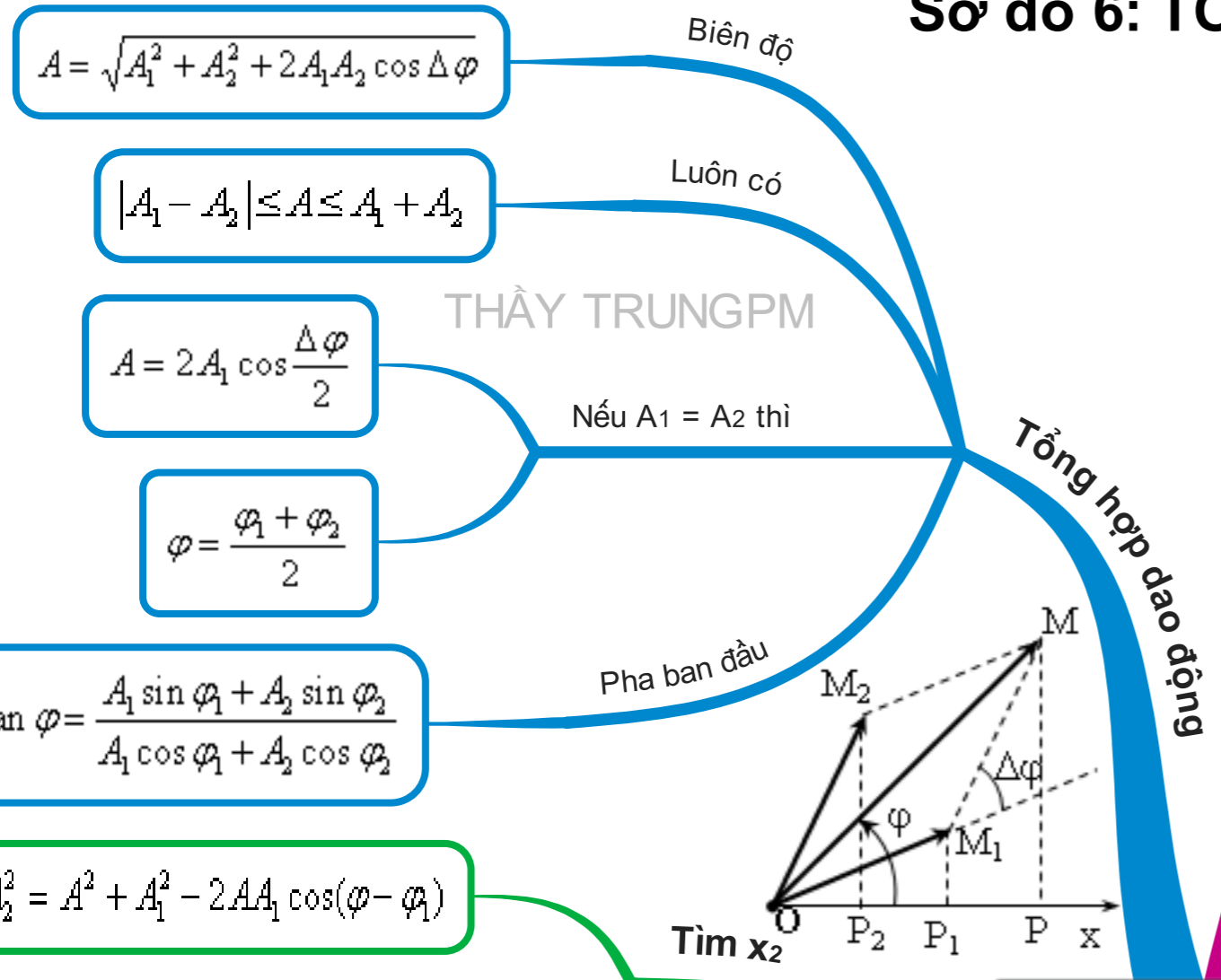
Tìm S_{min}:

$$S_{\min} = 2A \left(1 - \sin \frac{2\pi - \Delta \varphi}{2} \right) \text{ với } \Delta \varphi = \omega \cdot \Delta t \quad S_{\min} = 2A \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right) \text{ với } \varphi = \omega \cdot \Delta t$$

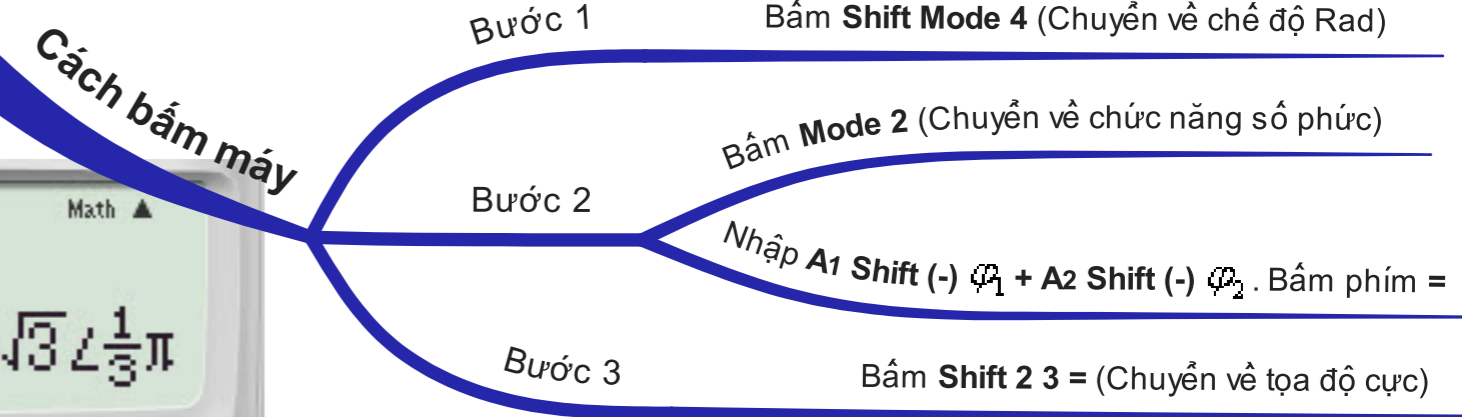
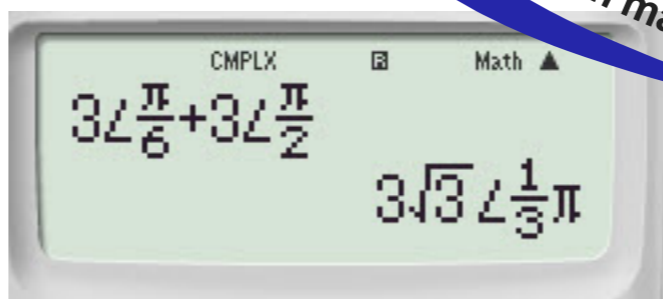
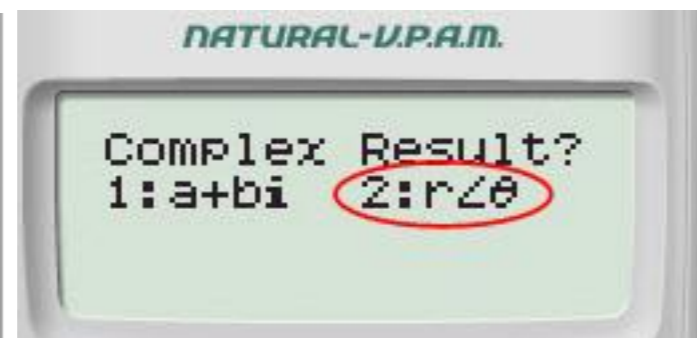
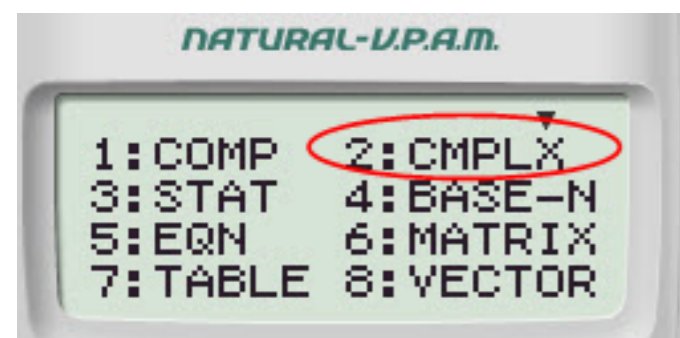
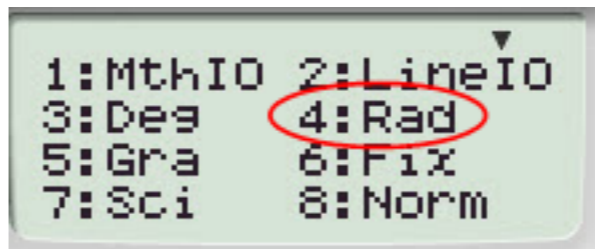
THẦY TRUNGPM

Thời gian

Sơ đồ 6: TỔNG HỢP DAO ĐỘNG



TỔNG HỢP ĐĐ
Thầy TRUNGPM
01686098448



Sơ đồ 7: DAO ĐỘNG TẮT DẦN

ĐỀ TẮT DẦN
 Thầy TRUNGPM
 01686098448

Dao động tắt dần

- Là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian
- Nguyên nhân: do ma sát, do lực cản môi trường làm cơ năng giảm nên biên độ giảm.
- Ma sát, độ nhớt, tần số càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh

THẦY TRUNGPM

Vận tốc max trong T/2 đầu tiên

- $x_0 = \frac{\mu mg}{k}$ Khi Fhồi phục = Fcản
- $S = A - x_0$
- $v_{max} = \omega(A - x_0)$
- $v_{max} = \sqrt{\frac{kA^2}{m} + \frac{m\mu^2 g^2}{k} - 2\mu gA}$
- Vmax khi thả nhẹ từ biên

THẦY TRUNGPM

Cơ năng

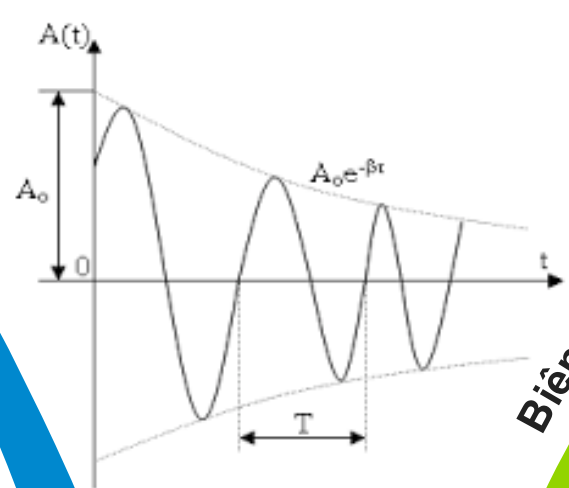
- Độ giảm W sau mỗi chu kì: $\Delta W = 1 - (1 - \Delta A\%)^2$
- %W bị mất sau 1 chu kì: $\frac{\Delta W}{W} = 2 \frac{\Delta A_T}{A}$
- %W còn lại sau N chu kì: $\frac{W_N}{W} = \left(\frac{A_N}{A}\right)^2$
- Công suất để duy trì đđ: $P = \frac{\Delta W}{t} = \frac{W_0 - W_N}{N.T}$

THẦY TRUNGPM

Va chạm

- Va chạm mềm: $m_1.v_1 + m_2.v_2 = (m_1 + m_2).V$
- Va chạm đàn hồi: $m_1.v_1 + m_2.v_2 = m_1.v_1' + m_2.v_2'$
- $V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$
- $v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2}$
- $v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2}$

THẦY TRUNGPM



Biên độ dao động

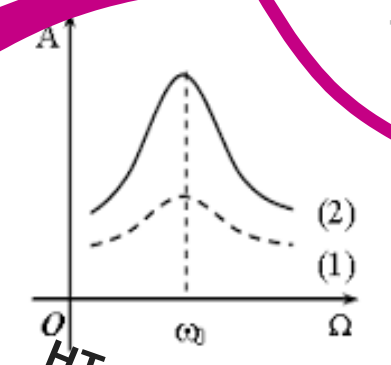
- Bị giảm sau nửa chu kì: $\Delta A_T = \frac{2\mu mg}{k} = \frac{2\mu g}{\omega^2}$
- Bị giảm sau 1 chu kì: $\Delta A_T = \frac{4\mu mg}{k} = \frac{4\mu g}{\omega^2}$
- Bị giảm sau N chu kì: $\Delta A_N = N \cdot \Delta A_T = N \cdot \frac{4\mu mg}{k}$
- %A bị giảm sau N chu kì: $H = \frac{\Delta A_N}{A} = \frac{A - A_N}{A}$

THẦY TRUNGPM

Vật dừng lại

- Thời gian đđ: $\Delta t = N.T = \frac{A.k.T}{4\mu mg} = \frac{\pi \omega A}{2\mu g}$
- Số đđ N: $N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{A.k}{4\mu mg} = \frac{A.\omega^2}{4\mu g}$
- Quãng đường: $S = \frac{k.A^2}{2\mu mg} = \frac{\omega^2 . A^2}{2\mu g}$

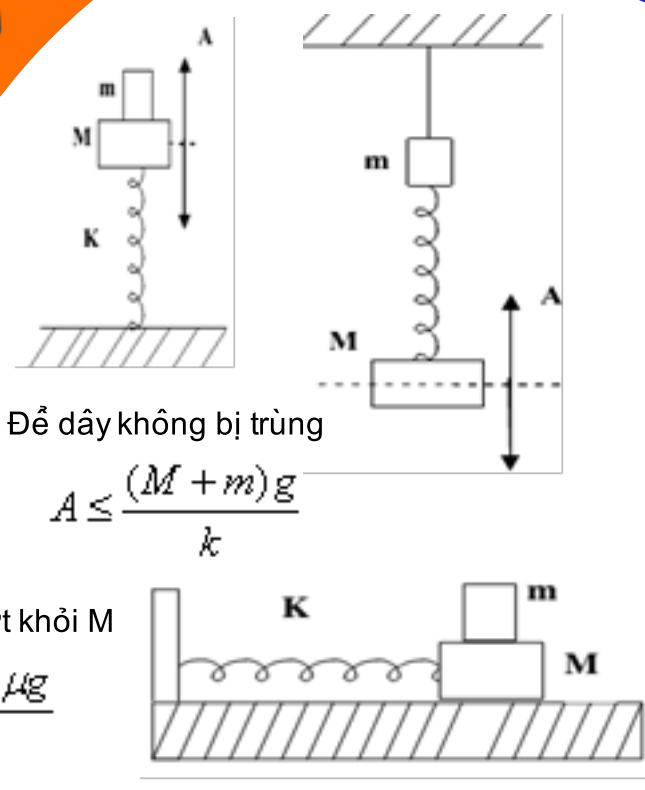
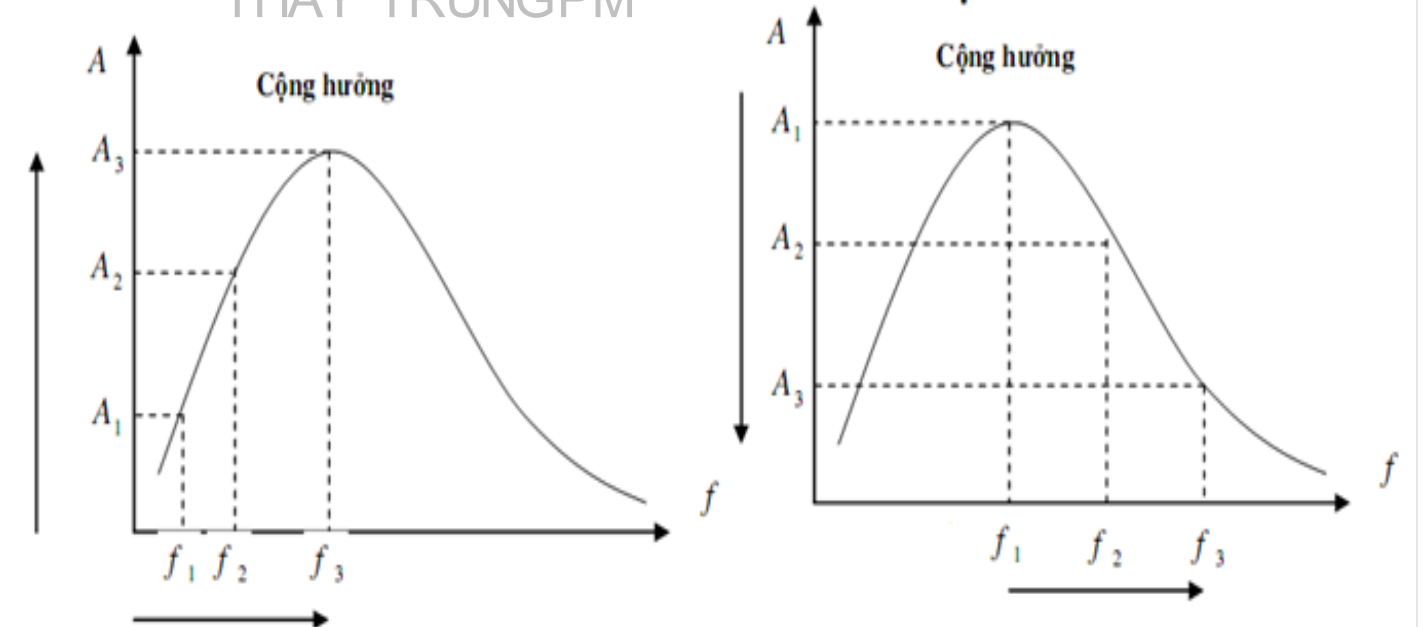
THẦY TRUNGPM



HT cộng hưởng

- V của xe hoặc tàu khi cộng hưởng: $v = \frac{S}{t}$
- S: Khoảng cách giữa 2 lần xe bị xóc
- So sánh A, f trước và sau cộng hưởng

THẦY TRUNGPM



Các TH khác

Sơ đồ 8: SÓNG CƠ HỌC

SÓNG CƠ HỌC
Thầy TRUNGPM
01686098448

Khái niệm

Định nghĩa: Sóng cơ là những dao động cơ học lan truyền trong ko gian theo thời gian trong 1 môi trường vật chất.

THẦY TRUNGPM

Phương đđ trùng với phương truyền sóng

MT: rắn, lỏng, khí

VD: sóng âm, sóng trên lò xo, sóng dừng trên dây...

THẦY TRUNGPM

Phương đđ vuông góc với phương truyền sóng

MT: rắn, bề mặt chất lỏng

VD: sóng trên mặt nước, sóng trên dây cao su...

THẦY TRUNGPM

Sóng cơ ko truyền đc trong chân ko

Quá trình truyền sóng là quá trình truyền pha đđ, các phần tử vật chất đứng yên, chúng chỉ đđ xung quanh VTCB cố định.

Sóng bắt đầu từ gió
Gió bắt đầu từ đâu?
Em cũng không biết nữa
Khi nào ta yêu nhau.
Xuân Quỳnh



THẦY TRUNGPM

Các đại lượng đặc trưng

Biên độ sóng A

Là biên độ đđ của các phần tử vật chất trong MT khi có sóng truyền qua

Sóng truyền càng xa, biên độ A càng giảm

Chu kì T

Là khoảng thời gian để sóng lan truyền đc 1 bước sóng

Số chu kì T = số ngọn sóng - 1

Tần số f

Là số bước sóng mà sóng lan truyền đc trong 1s

Vận tốc truyền sóng V

Là vận tốc truyền pha đđ

Phụ thuộc vào bản chất MT (tính đàn hồi, mật độ MT...)

$V_{rắn} > V_{lỏng} > V_{khí}$

$V_{truyền sóng} \neq V_{dao động}$

Bước sóng

Là k/c giữa 2 điểm đđ cùng pha gần nhau nhất trên phương truyền sóng

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

Khi sóng truyền chỉ có f và T ko đổi, còn v và bước sóng thay đổi.

Số bước sóng $Landa = \text{số ngọn sóng} - 1$

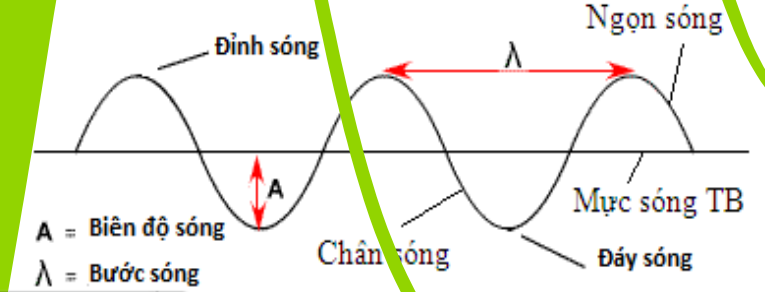
Năng lượng E

Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng

Năng lượng sóng tỉ lệ với bình phương biên độ đđ

Sóng trên mặt nước E giảm tỉ lệ nghịch với khoảng cách

Sóng âm E giảm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách



Độ lệch pha

$\Delta \varphi = \omega(t_2 - t_1)$ Độ lệch pha tại 1 vị trí ứng với 2 thời điểm

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

Cùng pha

$d = k \cdot \lambda (k \geq 1)$

$\Delta \varphi = 2k\pi$

Ngược pha

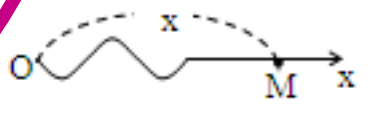
$d = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$

$\Delta \varphi = (2k+1)\pi$

Vuông pha

$d = (2k+1) \frac{\lambda}{4}$

$\Delta \varphi = (2k+1) \frac{\pi}{2}$



A : biên độ của sóng (cm,m)
 ω : tần số góc (rad/s)
 x : tọa độ tại vị trí M (cm,m)
 λ : bước sóng (m)
 T : chu kỳ (s)

THẦY TRUNGPM

PT nguồn sóng: $u_O = A \cos \omega t$

PT sóng

PT sóng tại M: $u_M = A \cos \omega(t - \frac{x}{v}) = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) = A \cos(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda})$

THẦY TRUNGPM

Sóng tại M luôn trễ pha so với sóng tại O

Thời gian sóng truyền đến M: $\Delta t \geq S/v$

Từ PT sóng tại M suy ra PT sóng tại O thì cộng thêm Delta phi

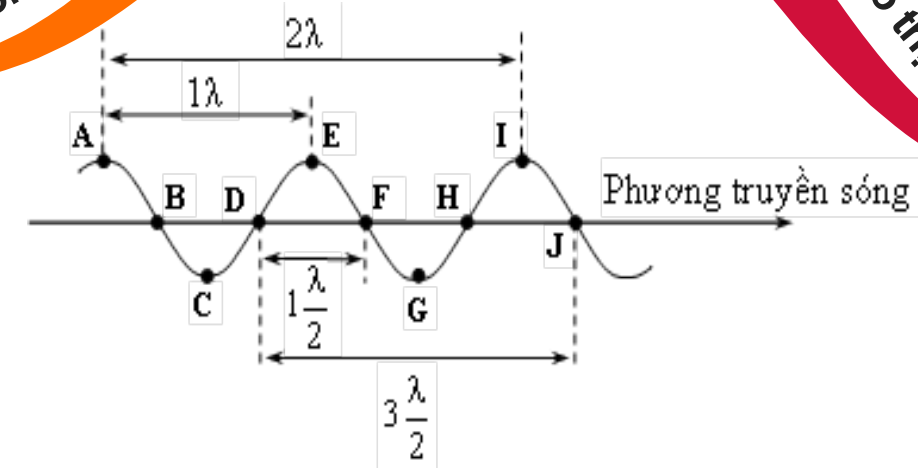
Chú ý

Chú ý:

Vận tốc truyền sóng là vận tốc truyền pha dao động $v = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T}$

Vận tốc dao động là vận tốc của phần tử vật chất đđ xung quanh VTCB $v_{max} = \omega \cdot A$

Đồ thị sóng



Chiều truyền sóng

Từ 2 đỉnh A, B gần C nhất về mũi tên hướng về C. Mũi tên nào cắt chiều đđ tại C thì đó là chiều truyền sóng.

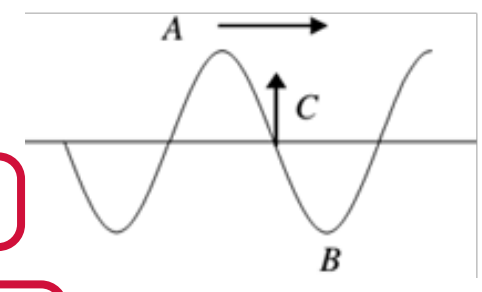
$\varphi_A > \varphi_B$: Sóng truyền từ A đến B

Xác định U

A, B cùng pha: $U_A = U_B$

A, B ngược pha: $U_A = -U_B$

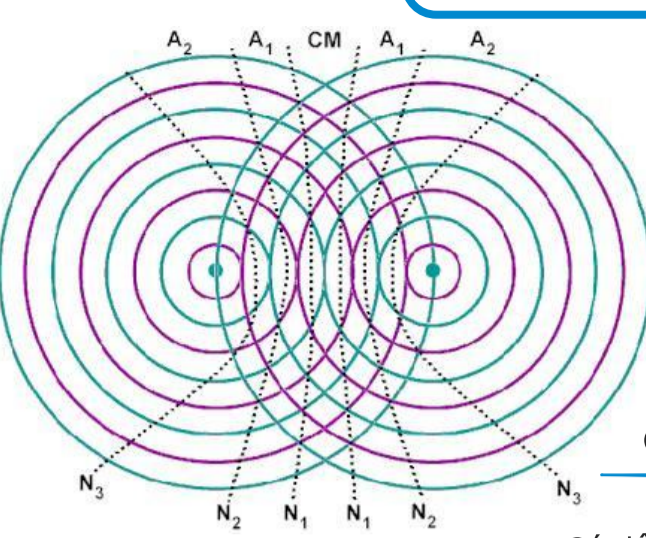
A, B vuông pha: $U_{A \text{ Max}} \text{ thì } U_B = 0$



THẦY TRUNGPM

Sơ đồ 9: GIAO THOA SÓNG

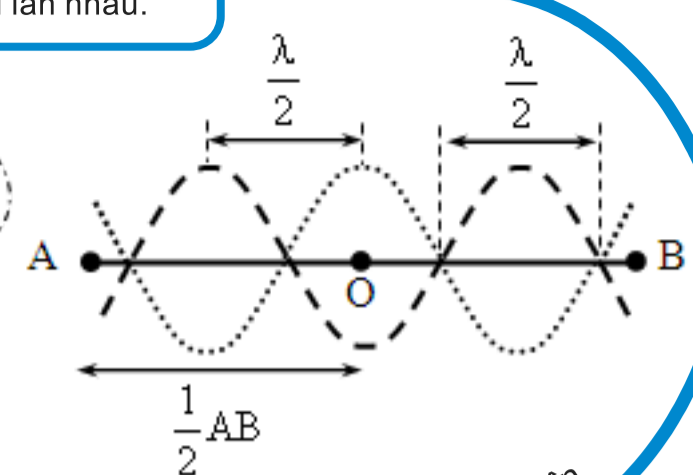
Là hiện tượng 2 sóng có cùng tần số và có độ lệch pha ko đổi khi gặp nhau tại 1 điểm có thể tăng cường hoặc triệt tiêu lẫn nhau.



Có cùng tần số
Có độ lệch pha ko đổi

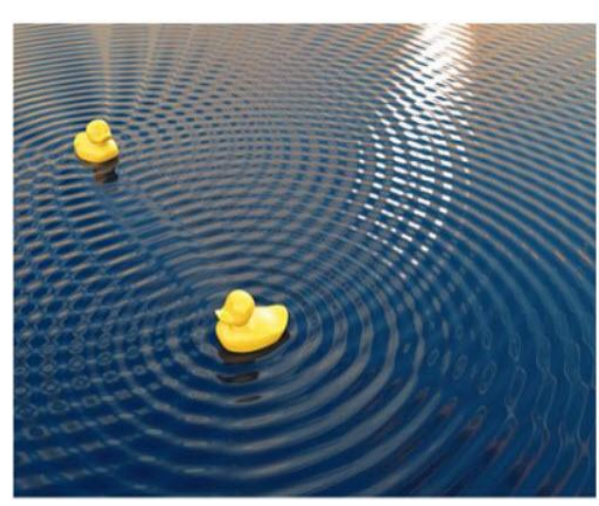
Phải là 2 sóng kết hợp

Định nghĩa



Điều kiện

Khái niệm



THẦY TRUNGPM

GIAO THOA SÓNG
Thầy TRUNGPM
01686098448

Số vân giao thoa

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

$$u_{2M} = U_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

$$u_{1M} = U_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)$$

$$u_M = 2U_0 \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) \cos\left(\omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda}\right)$$

$$u_M = u_{1M} + u_{2M}$$

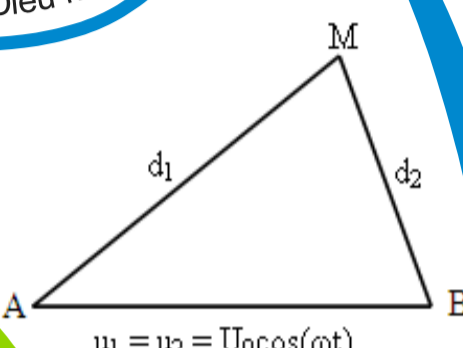
THẦY TRUNGPM

PT giao thoa

PT 2 nguồn A, B

$$u = U_0 \cos \omega t$$

PT do 2 nguồn truyền tới M



$$u_1 = u_2 = U_0 \cos(\omega t)$$

Là các đường Hypebol nhận S1, S2 là tiêu điểm, ở giữa là đường thẳng

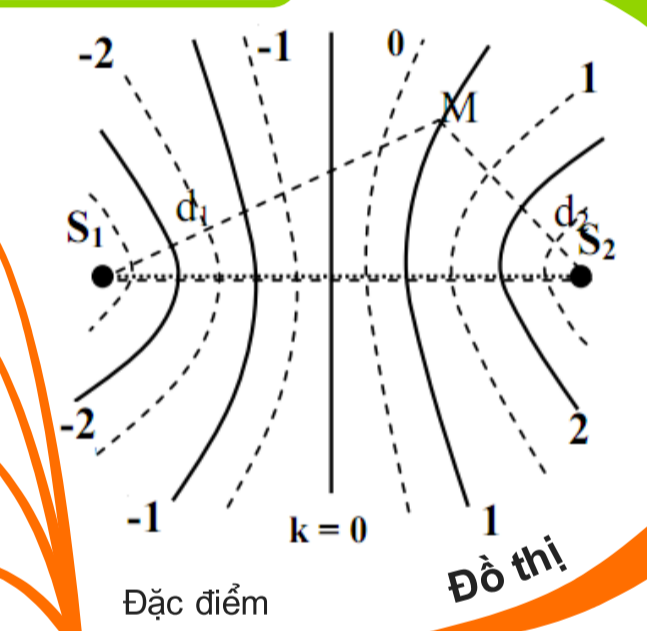
Nếu 2 nguồn cùng pha → ở giữa là đường cực đại, AM = 2U0

Nếu 2 nguồn ngược pha → ở giữa là đường cực tiểu, AM = 0

Nếu 2 nguồn vuông pha → ở giữa là đường có AM = U0 . √2

Nếu 2 nguồn lệch pha pi/3 → ở giữa là đường có AM = U0 . √3

Nếu 2 nguồn lệch pha 2pi/3 → ở giữa là đường có AM = U0



Đặc điểm

Đồ thị

Nếu 2 nguồn lệch pha 2pi/3 → ở giữa là đường có AM = U0

K/c giữa 2 CD hoặc 2 CT liên tiếp là Landa/2

THẦY TRUNGPM

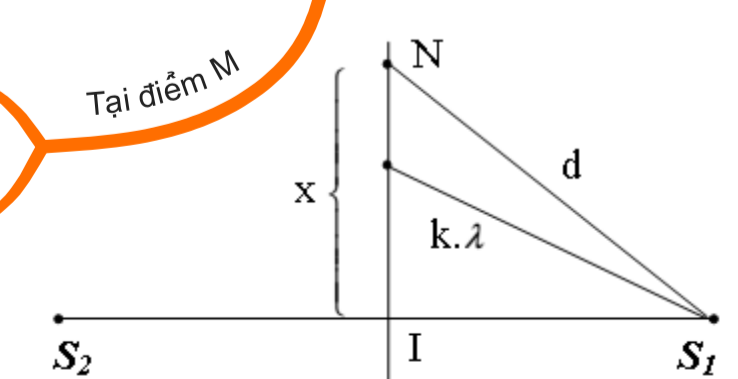
K/c giữa CD và CT liên tiếp là Landa/4

THẦY TRUNGPM

Tính chất khoảng cách

Tại điểm M
 $d_2 - d_1 = k \cdot \lambda \rightarrow M$ là cực đại thứ k

$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \rightarrow M$ là cực tiểu thứ (k + 1)



Số CD, CT nằm trên đường tròn hoặc elip bằng 2 lần số CD, CT trong khoảng S1S2.

Nếu điểm M nằm trên đường CD và giữa đường trung trực của S1S2 với M còn có n đường khác thì M nằm trên đường thứ k=n+1.

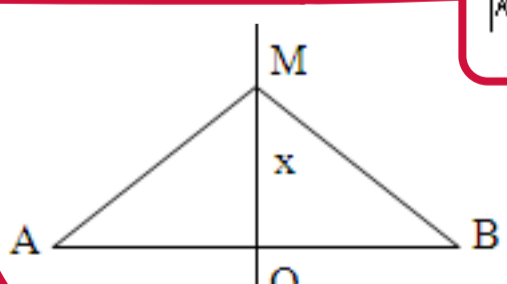
$$d = \sqrt{x^2 + \left(\frac{S_1 S_2}{2}\right)^2}$$

$$\frac{S_1 S_2}{2\lambda} \leq k \leq \frac{d}{\lambda}$$

Các BT khác

CD trên AB

$$|k| \leq \frac{AB \cdot (\sqrt{2} - 1)}{\lambda}$$



K/c ngắn nhất

$$x_{\min} = \sqrt{d_{\min}^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2}$$

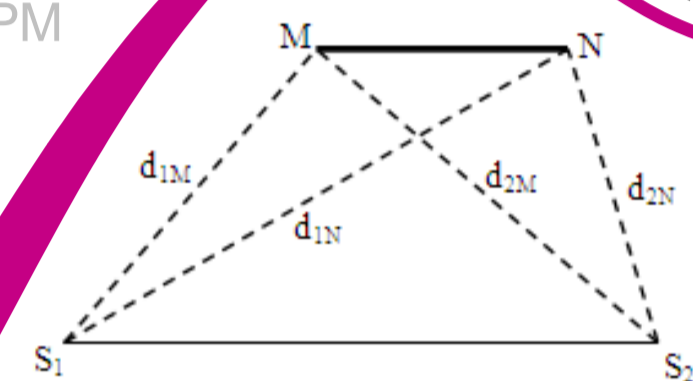
$$k_{\min} = \left[\frac{AB}{2\lambda}\right] + 1$$

$$d_{\min} = k_{\min} \cdot \lambda$$

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

Cực trị giữa M, N



2 nguồn cùng pha

Cực đại $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

Cực tiểu $\Delta d_M < \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda < \Delta d_N$

2 nguồn ngược pha

Cực đại $\Delta d_M < \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda < \Delta d_N$

Cực tiểu $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$

2 nguồn vuông pha

nCD = nCT $\Delta d_M < \left(k + \frac{1}{4}\right)\lambda < \Delta d_N$

Cùng pha 2 nguồn

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k + 1)\lambda \\ d_2 + d_1 = S_1 S_2 \\ 0 < d_1, d_2 < S_1 S_2 \end{cases}$$

Ngược pha 2 nguồn

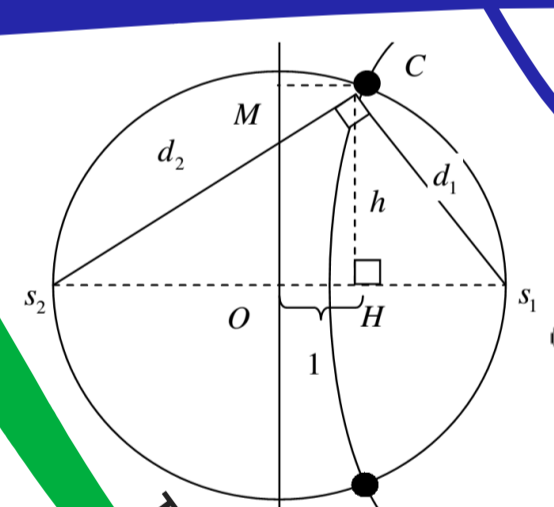
$$\begin{cases} d_2 - d_1 = 2k\lambda \\ d_2 + d_1 = S_1 S_2 \\ 0 < d_1, d_2 < S_1 S_2 \end{cases}$$

Cùng pha với 1 nguồn

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k + 1,5)\lambda \\ d_2 + d_1 = S_1 S_2 \\ 0 < d_1, d_2 < S_1 S_2 \end{cases}$$

Cùng pha nguồn 2

$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k + 0,5)\lambda \\ d_2 + d_1 = S_1 S_2 \\ 0 < d_1, d_2 < S_1 S_2 \end{cases}$$



$$OH = \frac{d_2^2}{S_1 S_2} - \frac{S_1 S_2}{2}$$

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

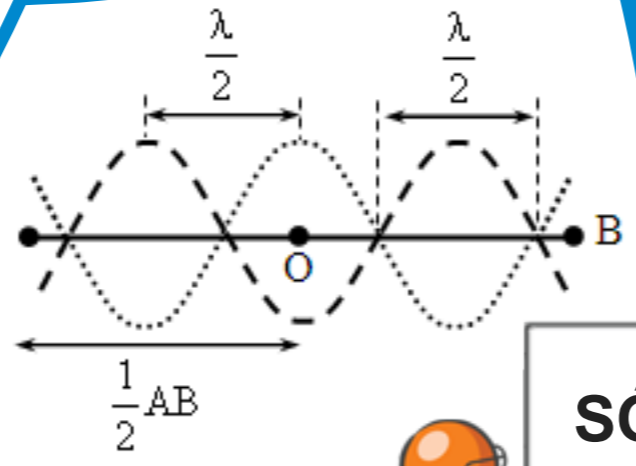
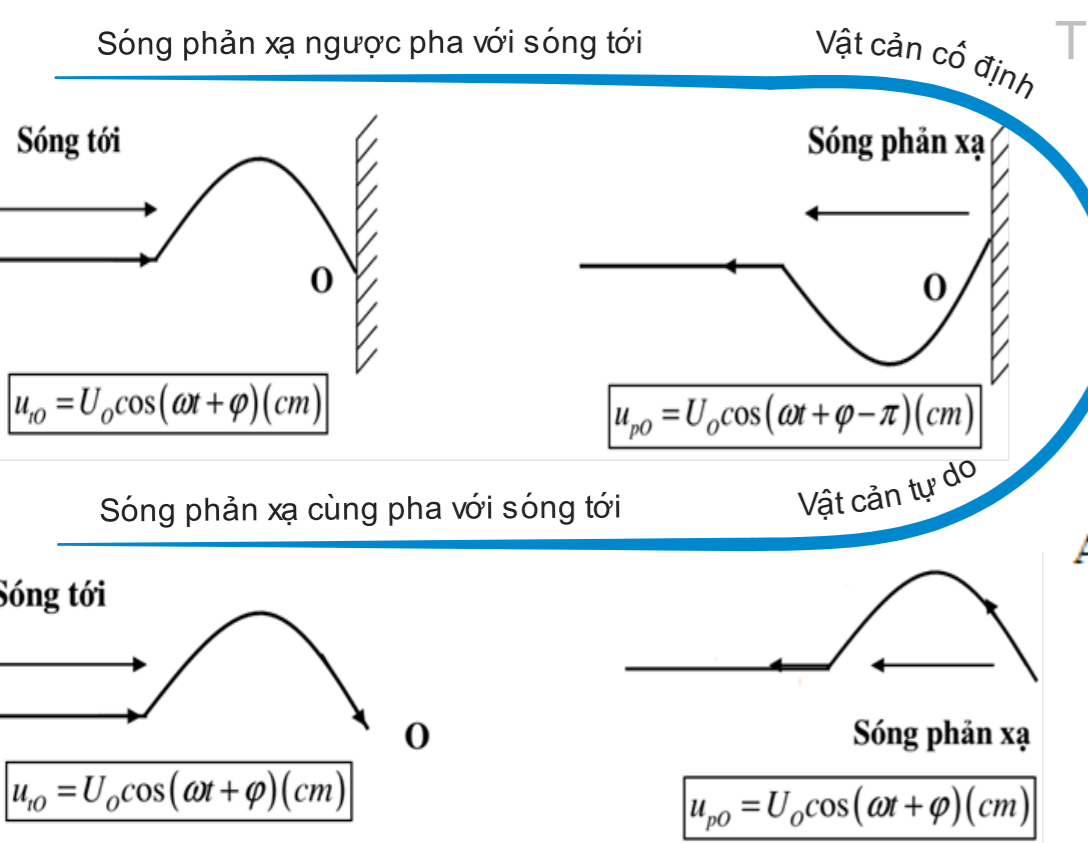
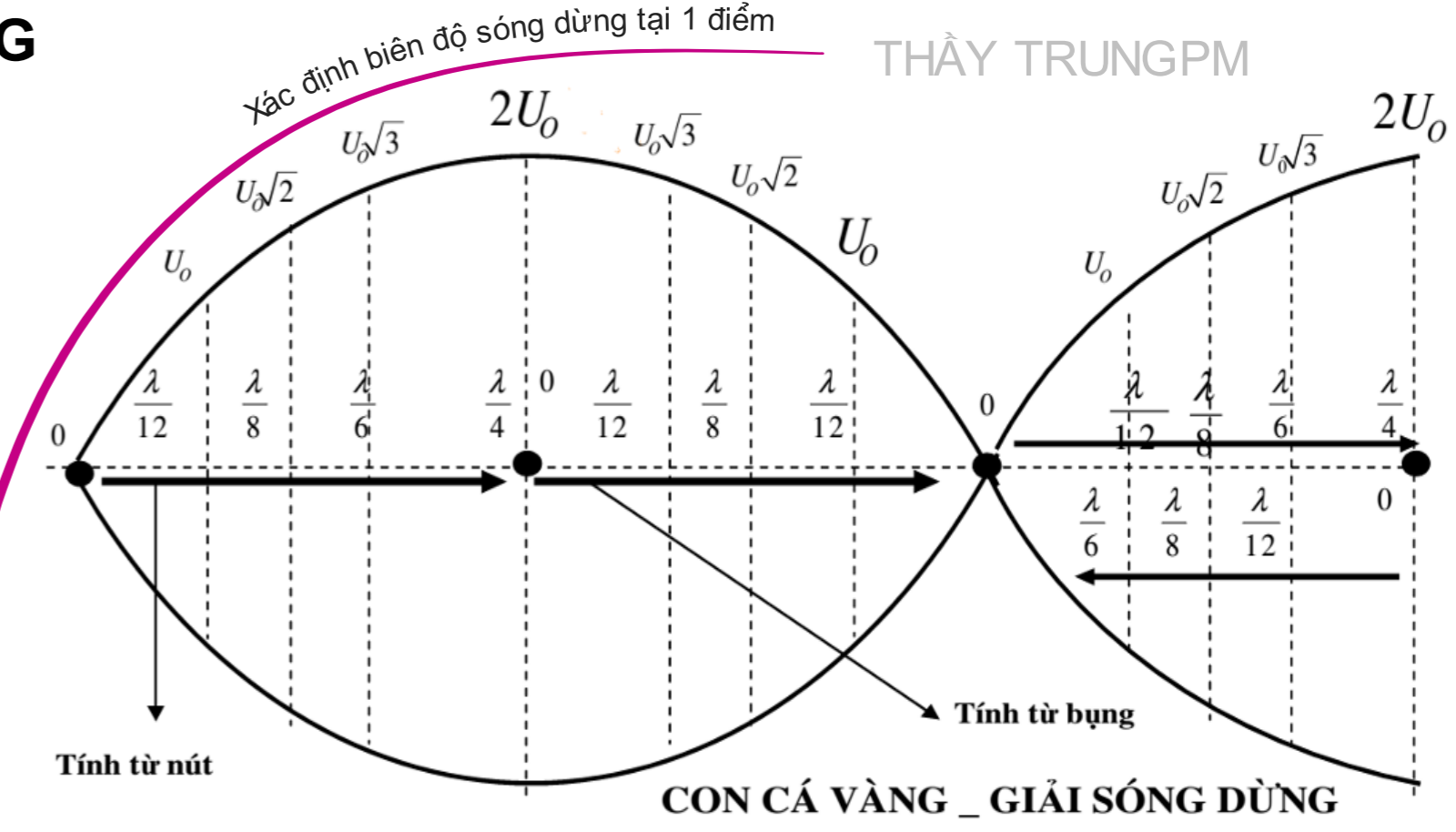
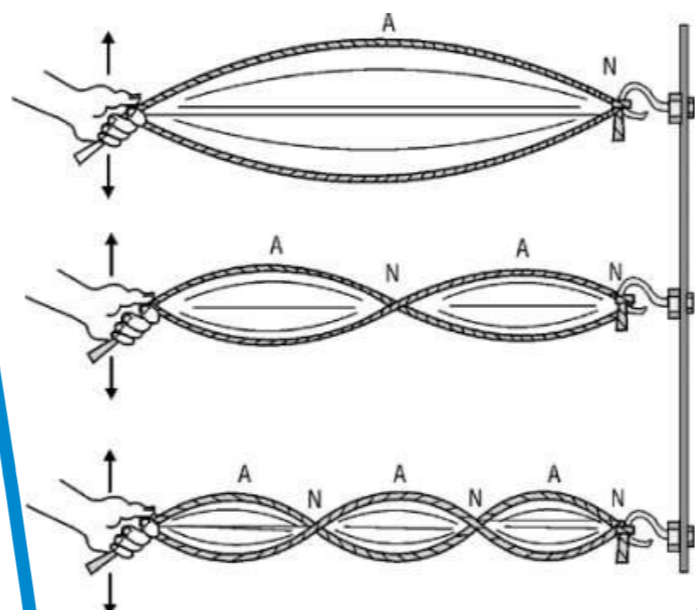
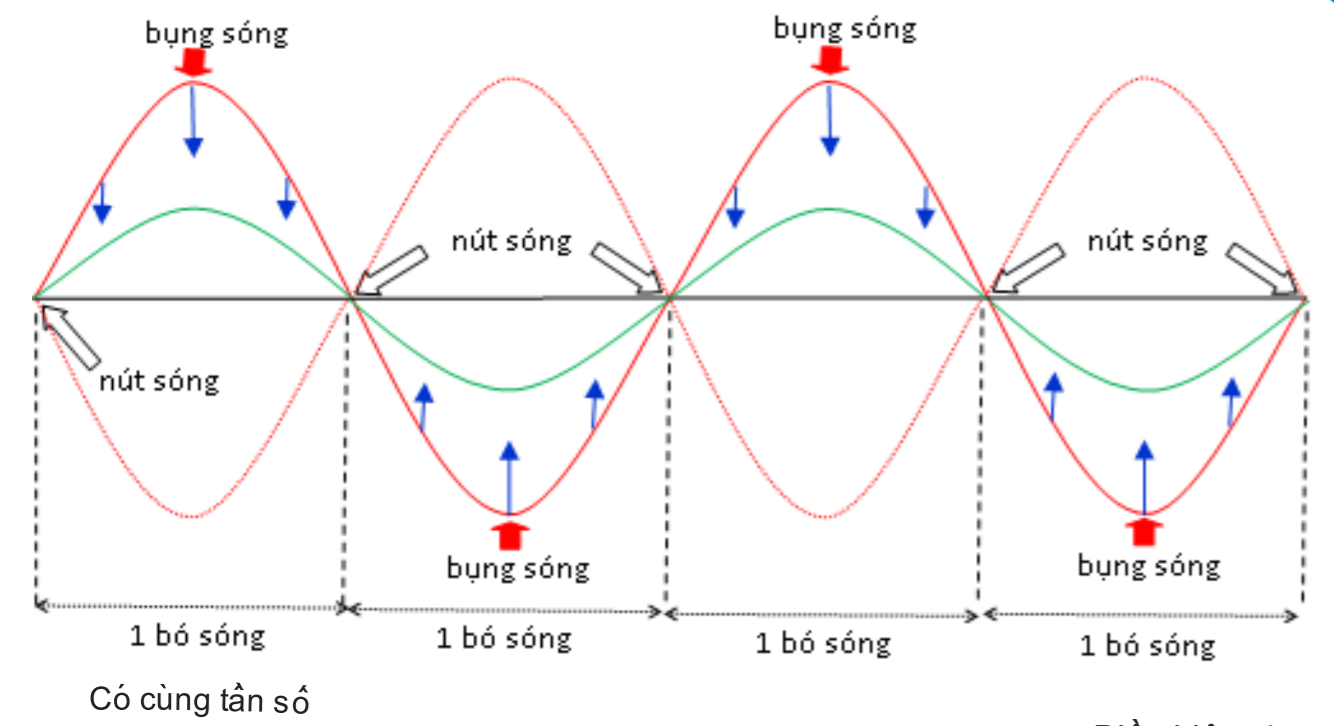
THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

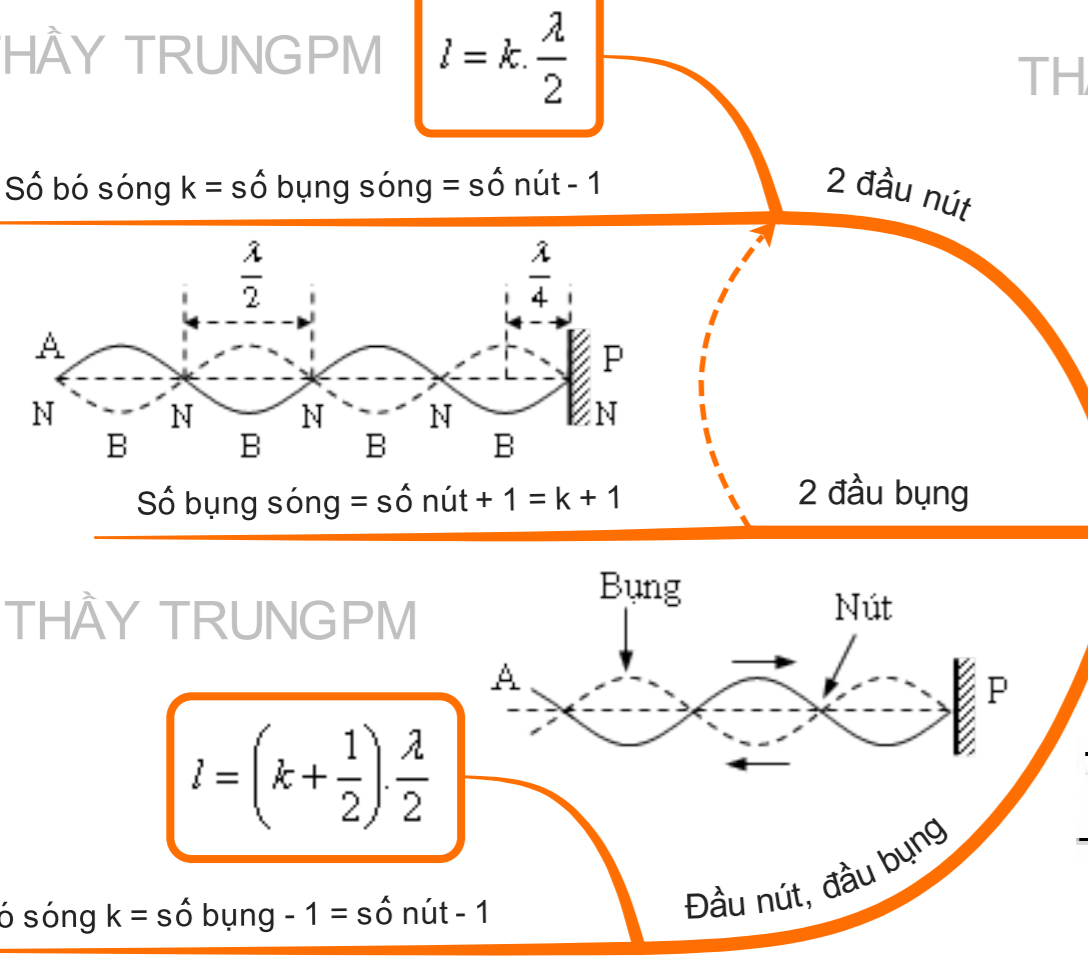
THẦY TRUNGPM

Sơ đồ 10: SÓNG DỪNG

Định nghĩa
Sóng dừng là sóng có các nút và bụng cố định trong ko gian, nó là sự giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ.



SÓNG DỪNG
Thầy TRUNGPM
01686098448



Các bài toán

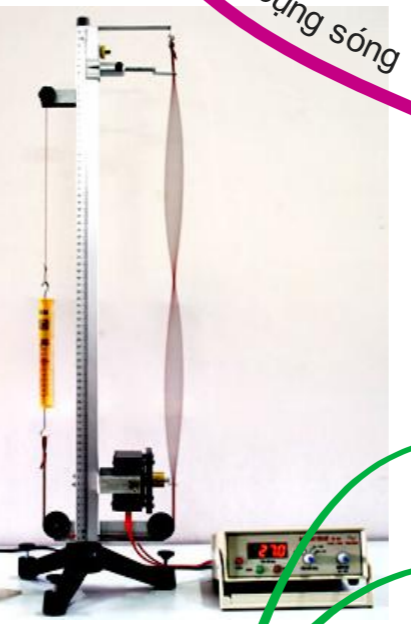
THẦY TRUNGPM

Biên độ tại điểm M

- M cách nút 1 khoảng d: $A_M = 2U_0 \left| \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \right|$
- M cách bụng 1 khoảng d: $A_M = 2U_0 \left| \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right) \right|$

Tần số f1 có n1 bụng sóng

- f2 có n2 bụng sóng: $\frac{f_1}{n_1} = \frac{f_2}{n_2}$
- Tăng thêm delta f có n2 bụng sóng: $f_1 = \frac{n_1 \Delta f}{n_2 - n_1}$
- Giảm bớt delta f có n2 bụng sóng: $f_1 = \frac{n_1 \Delta f}{n_1 - n_2}$

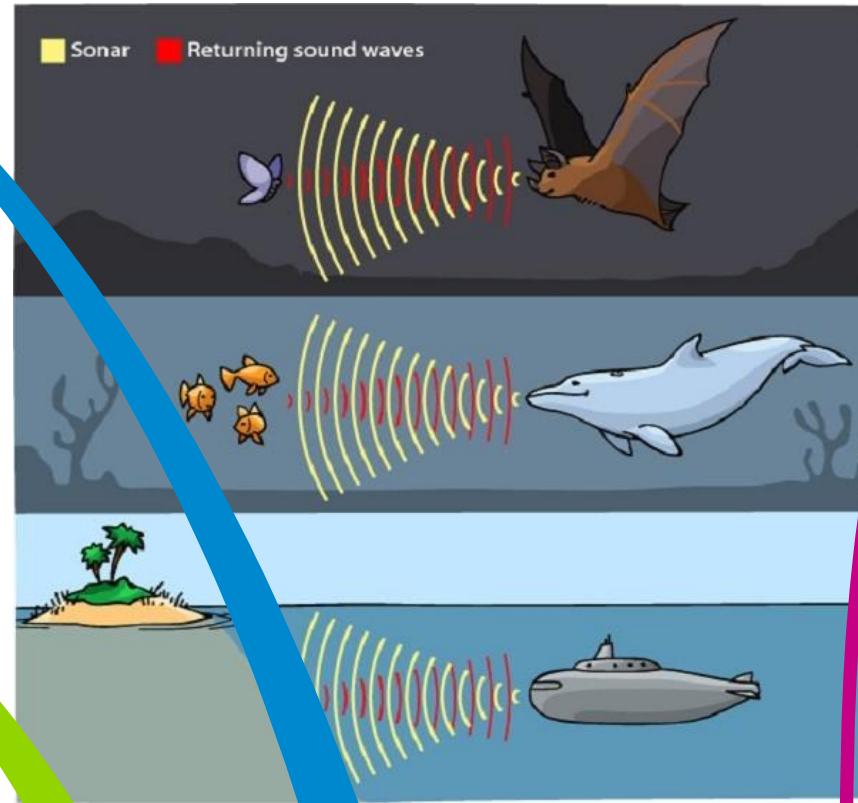


Chú ý

- Nút là điểm ko dao động
- Bụng là điểm đđ với biên độ lớn nhất
- K/c giữa 2 nút hoặc 2 bụng liên tiếp: $\lambda/2$
- K/c giữa nút và bụng liên tiếp: $\lambda/4$
- Bề rộng bụng sóng là $4U_0$
- Điểm đầu dây đđ, điểm gắn với âm thoa được coi là nút sóng
- Khoảng thời gian giữa 2 lần dây căng ngang hoặc duỗi thẳng liên tiếp là $T/2$
- Nếu dòng điện có tần số là f thì dây sẽ rung với tần số là 2f
- Tần số nhỏ nhất tạo ra sóng dừng $f_{min} = f_1 - f_2$
- Điểm M, N, P dao động cùng biên độ. +M, N ngược pha (đối xứng qua nút). +N, P cùng pha (đối xứng qua bụng)

Sơ đồ 11: SÓNG ÂM

SÓNG ÂM
Thầy TRUNGPM
01686098448



Khái niệm

- Là những sóng cơ học lan truyền trong môi trường vật chất rắn, lỏng, khí
- Sóng âm là sóng dọc (chủ yếu truyền trong ko khí)
- Sóng âm ko truyền được trong chân ko
- Nguồn âm là những vật đđ phát ra âm

Bên nhận: Màng nhĩ rung theo sóng âm



Bên phát: Dùng lưới tạo ra sóng âm, phát vào không gian

THẦY TRUNGPM

Phân loại

- Âm nghe được có $f = 16 \rightarrow 20000\text{Hz}$
- Sóng hạ âm có $f < 16\text{Hz}$
- Sóng siêu âm có $f > 20000\text{Hz}$

THẦY TRUNGPM

Sự truyền âm

- Sóng âm truyền được trong rắn, lỏng, khí
- Tốc độ sóng âm phụ thuộc bản chất MT, nhiệt độ, áp suất...
- Khi nhiệt độ tăng thì tốc độ truyền âm cũng tăng
- Vrắn > Vlỏng > Vkhí
- Khi âm truyền sang MT khác thì f ko đổi
- Vật liệu cách âm: VD: bông, len, xốp
- Cách chống phản xạ âm: các bề mặt nhám



Đặc trưng vật lý

Đặc trưng sinh lí	Đặc trưng vật lí
Độ cao	f
Âm sắc	A, f
Độ to	L, f

Tần số f

- f càng lớn âm càng cao \rightarrow âm bổng
- f càng nhỏ âm càng thấp \rightarrow âm trầm
- Nhạc âm: là âm có tần số xác định, đồ thị âm là đường sin. VD: tiếng đàn, sáo, kèn...
- Tạp âm: là âm có tần số ko xác định, đồ thị âm phức tạp. VD: tiếng xe chạy, tiếng ồn thi công...

THẦY TRUNGPM

Âm cơ bản - Hòa âm

- 1 nhạc cụ phát ra âm có tần số f_0 thì cũng có khả năng phát ra âm có tần số $2f_0, 3f_0, \dots$
- Âm có tần số f_0 là âm cơ bản
- Âm có tần số $2f_0, 3f_0, \dots$ là các họa âm



Cường độ âm I (W/m²)

P (W): công suất nguồn phát âm
 S (m²): diện tích vùng ko gian sóng truyền qua

$$I = \frac{W}{S \cdot t} = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$I_A \cdot R_A^2 = I_B \cdot R_B^2$$

Trong ko gian: $S = 4\pi R^2$
Trong mặt phẳng: $S = \pi R^2$

Mức cường độ âm L(B, dB)

$$L = \lg \frac{I}{I_0} (B) \quad L = 10 \lg \frac{I}{I_0} (dB)$$

$$L_A - L_B = 10 \lg \frac{I_A}{I_B} = 10 \lg \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 (dB)$$

Tai người nghe đc các âm từ $0 \rightarrow 130\text{dB}$

R (m): k/c từ điểm nhận âm đến nguồn phát
 I_0 : cường độ âm chuẩn, $I_0 = 10^{-12} \text{W/m}^2$

Đồ thị đđ âm

- Tập hợp các họa âm gọi là phổ của nhạc âm hay đồ thị đđ âm
- Các âm có thể có cùng tần số nhưng đồ thị đđ âm lại khác nhau (khác A).

Các bài toán

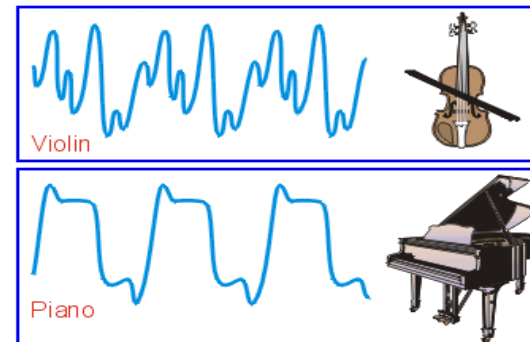
Đo k/c

$$t_{kk} = \frac{L}{v_{kk}} \quad \text{: Trong ko khí}$$

$$t_r = \frac{L}{v_r} \quad \text{: Trên thanh ray}$$

v truyền sóng trên dây

$$v = \sqrt{\frac{T}{m}}$$



Đặc trưng sinh lí

Độ cao

- Đặc trưng cho tính trầm hay bổng của âm
- Độ cao phụ thuộc vào f , ko phụ thuộc vào năng lượng âm

Độ to

- Đặc trưng cho tính to hay nhỏ của âm
- Độ to phụ thuộc vào f và mức cường độ âm
- Ngưỡng nghe có $L = 0\text{dB}$; Ngưỡng đau có $L = 130\text{dB}$

Âm sắc

- Đặc trưng cho sắc thái riêng của âm, giúp phân biệt 2 âm có cùng độ cao và độ to.
- Âm sắc phụ thuộc vào dạng đồ thị đđ âm (f, A)

$$f' = \frac{v + v_M}{v} \cdot f \quad \text{: Lại gần nguồn}$$

$$f' = \frac{v - v_M}{v} \cdot f \quad \text{: Ra xa nguồn}$$

$$f' = \frac{v}{v - v_s} \cdot f \quad \text{: Lại gần người}$$

$$f' = \frac{v}{v + v_s} \cdot f \quad \text{: Ra xa người}$$

Nguồn âm đứng yên

Lại gần nguồn âm sẽ nghe đc âm có tần số lớn hơn

Ra xa nguồn âm sẽ nghe đc âm có tần số bé hơn

Máy thu đứng yên

v : vận tốc sóng truyền
 v_M : vận tốc máy thu
 v_s : vận tốc nguồn âm

$$t_{roi} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{: Thời gian rơi}$$

$$t_{ax} = \frac{h}{v_{ax}} \quad \text{: Thời gian p/xạ âm}$$

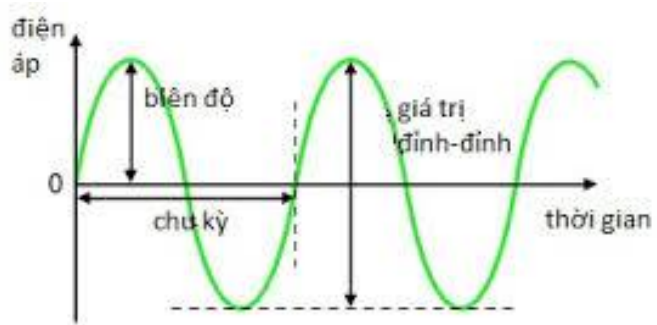


THẦY TRUNGPM

T (N): lực căng dây
 m (Kg/m): khối lượng dài của dây

Sơ đồ 12: ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Là dòng điện có chiều và cường độ biến thiên điều hòa theo thời gian.



Chu kỳ
 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} (s)$

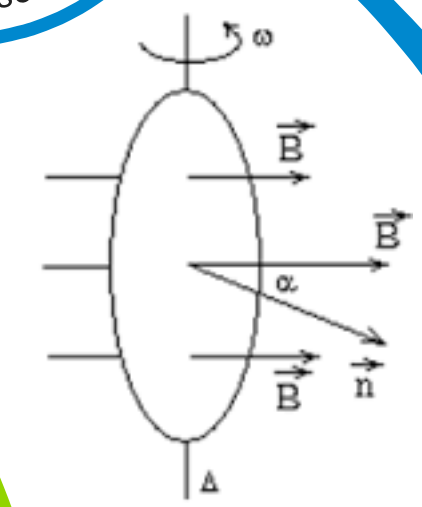
Tần số
 $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} (Hz)$

Định nghĩa

Chu kỳ

Tần số

Đại cương về dòng điện xoay chiều



- $1\mu F = 10^{-6} F$
- $1nF = 10^{-9} F$
- $1pF = 10^{-12} F$
- $1mH = 10^{-3} H$
- $1K\Omega = 10^3 \Omega$
- $1KW = 10^3 W$
- $1KWh = 3,6 \cdot 10^6 J$
- $1J = 0,24 Cal$

Mạch chỉ có điện trở R

Định luật Ôm: $U = I.R$

u cùng pha với i

Công suất (W): $P = R.I^2$

Nhiệt lượng (J): $Q = P.t = R.I^2.t$

Mạch chỉ có cuộn cảm L

Định luật Ôm: $U = I.Z_L$

Cảm kháng: $Z_L = \omega.L$

u sớm pha 90 độ so với i

Công suất $P = 0 (W)$

Cảm kháng ngăn dòng cao tần nhưng không có tác dụng đối với dòng điện 1 chiều.

Khi cho dòng 1 chiều đi qua thì cuộn dây có tác dụng như 1 điện trở

Mạch chỉ có tụ điện C

Định luật Ôm: $U = I.Z_C$

Dung kháng: $Z_C = \frac{1}{\omega.C}$

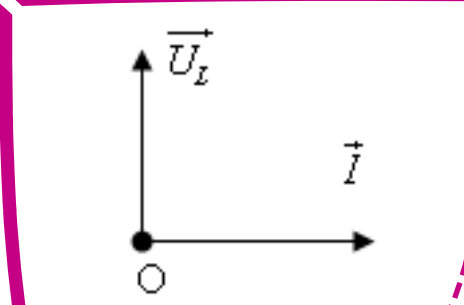
u trễ pha 90 độ so với i

Công suất $P = 0 (W)$

Dung kháng ít ngăn dòng cao tần nhưng ngăn không cho dòng điện 1 chiều đi qua.

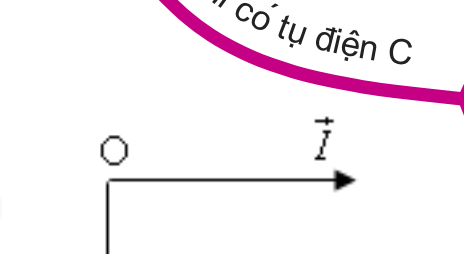
THẦY TRUNGPM

Mạch chỉ có cuộn cảm L



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

Mạch chỉ có tụ điện C



THẦY TRUNGPM

Nguyên tắc
 Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ

Máy phát 1 pha
 $f = \frac{n.p}{60} (Hz)$
 n: Tốc độ vòng quay (Vòng/phút)
 p: Số cặp cực (2 cuộn dây tạo thành 1 cặp cực)

Máy phát 3 pha
 B: Cảm ứng từ (T)
 N: Số vòng dây (Vòng)
 S: Diện tích vòng dây (m2)
 C: Điện dung tụ điện (F)
 L: Độ tự cảm (H)

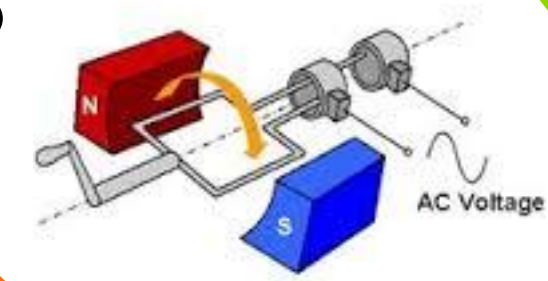
Từ thông
 $\phi = \phi_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Suất điện động
 $e = E_0 \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$
 $E_0 = \omega.N.B.S$
 $\phi_0 = N.B.S$
 e trễ pha hơn từ thông 1 góc 90 độ

THẦY TRUNGPM

Máy phát 3 pha

B: Cảm ứng từ (T)
 N: Số vòng dây (Vòng)
 S: Diện tích vòng dây (m2)
 C: Điện dung tụ điện (F)
 L: Độ tự cảm (H)



ĐIỆN XOAY CHIỀU
 Thầy TRUNGPM
 01686098448

Biểu thức
 $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$
 $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$

Độ lệch pha
 $\Delta\varphi > 0$ thì u sớm pha hơn i (Mạch có tính cảm kháng)
 $\Delta\varphi < 0$ thì u trễ pha hơn i (Mạch có tính dung kháng)
 $\Delta\varphi = 0$ thì u cùng pha với i (Mạch chỉ có R hoặc xảy ra cộng hưởng)

$\Delta\varphi = |\varphi_u - \varphi_i|$

Quan hệ u, i

Giá trị cực đại - hiệu dụng

Cường độ dòng điện: $I_0 = I.\sqrt{2}$

Hiệu điện thế: $U_0 = U.\sqrt{2}$

Suất điện động: $E_0 = E.\sqrt{2} = \omega.\phi_0$

Số chỉ của các dụng cụ đo là giá trị hiệu dụng

Tính q
 $q = \int_{t_1}^{t_2} i dt$

THẦY TRUNGPM

Giá trị cực đại - hiệu dụng

Suất điện động

Số chỉ của các dụng cụ đo là giá trị hiệu dụng

Số lần i đổi chiều

Trong 1s đầu tiên

Trong 1 chu kỳ đổi chiều 2 lần

Nếu $\varphi = 0$ hoặc π thì đổi chiều $2f - 1$ lần

Thời gian sáng - tắt trong 1T

t sáng

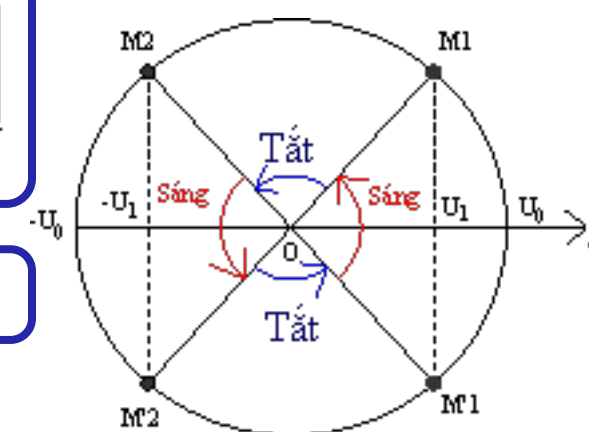
t tối

$t_{sáng} = \frac{4 \cdot \arccos\left|\frac{U}{U_0}\right|}{\omega}$

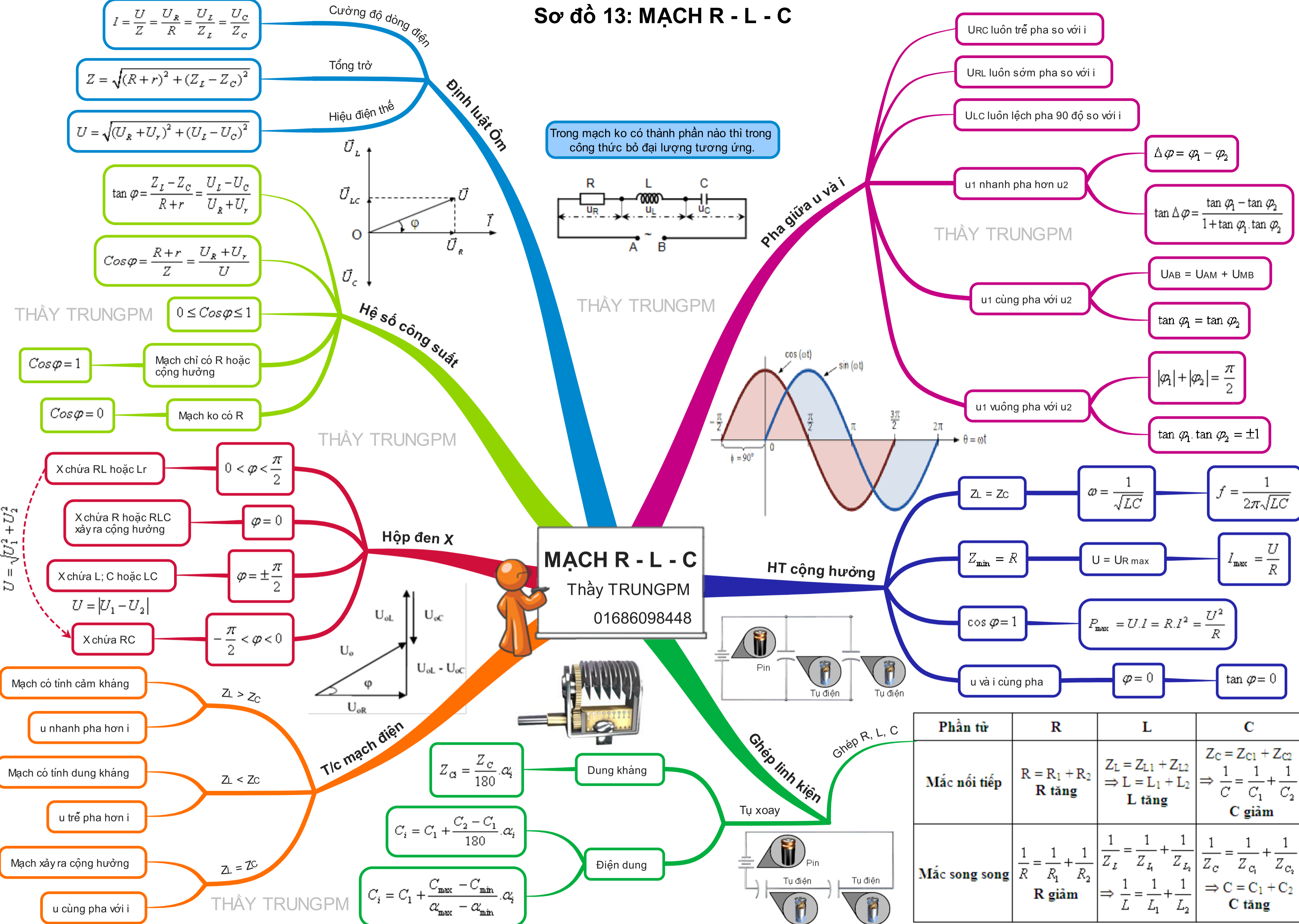
t Tắt = T - t sáng

$t_{sáng} = \frac{4 \cdot \arccos\left|\frac{U}{U_0}\right|}{\omega}$

t Tắt = T - t sáng

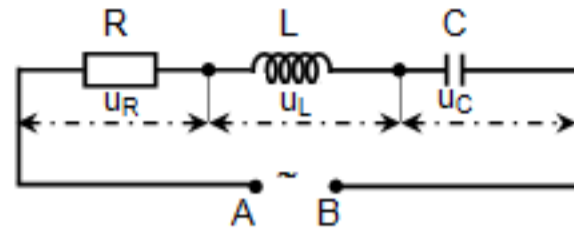


Sơ đồ 13: MẠCH R - L - C



Sơ đồ 14: CÔNG SUẤT

Trong mạch ko có thành phần nào thì trong công thức bỏ đại lượng tương ứng.



THẦY TRUNGPM



Công suất tức thời

$$\begin{cases} i = I_0 \cos(\omega t) \\ u = U_0 \cos(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

$$\begin{cases} p = ui \\ p = UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t + \varphi) \end{cases}$$

p biến thiên với chu kì T/2

Thời gian trong 1 chu kì mạch thực hiện công âm $t = \frac{2\varphi}{\omega}$

Công suất trung bình

$$\begin{cases} P = UI \cos \varphi = (R+r)I^2 \\ P = \frac{(R+r)U^2}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} \end{cases}$$

Công suất trên điện trở

$$\begin{cases} P_R = R I^2 = \frac{U^2 R}{Z^2} \\ P_r = r I^2 = \frac{U^2 r}{Z^2} \end{cases}$$

Không tiêu thụ công suất

Mạch chỉ có L; C hoặc LC

Pmax do cộng hưởng

$$\begin{cases} P_{\max} = UI = (R+r)I^2 \\ P_{\max} = \frac{U^2}{R+r} \end{cases}$$

THẦY TRUNGPM

HT cộng hưởng

$$Z_L = Z_C \rightarrow \varphi = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$Z_{\min} = R \rightarrow U = UR \max \rightarrow I_{\max} = \frac{U}{R}$$

$$\cos \varphi = 1 \rightarrow \tan \varphi = 0 \rightarrow u \text{ và } i \text{ cùng pha}$$

Trường hợp thay đổi L, C hoặc f để Pmax xem trong sơ đồ 15

Mắc //

$$C_{\delta} = C_1 + C_2$$

Mắc nối tiếp

$$C_{\delta} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$Z_L < Z_C$ để xảy ra cộng hưởng cần giảm $Z_C \rightarrow$ Mắc song song

$Z_L > Z_C$ để xảy ra cộng hưởng cần tăng $Z_C \rightarrow$ Mắc nối tiếp



THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

$$0 \leq \cos \varphi \leq 1$$

$\cos \varphi = 1$ Mạch chỉ có R hoặc cộng hưởng

$\cos \varphi = 0$ Mạch ko có R

Hệ số công suất

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

$$\cos \varphi = \frac{R+r}{Z} = \frac{U_R + U_r}{U}$$

NHÂN NĂNG LƯỢNG

1 2 3 4 5

NHIỀU SAO HƠN - TIẾT KIỆM HƠN

Có 2 giá trị của R cho cùng 1 P

$$P = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$$

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P} \\ R_1 R_2 = (Z_L - Z_C)^2 \end{cases}$$

$$P_{\max} = \frac{U^2}{2\sqrt{R_1 R_2}}$$

Bạn hãy **TẮT** các thiết bị điện khi ra khỏi phòng

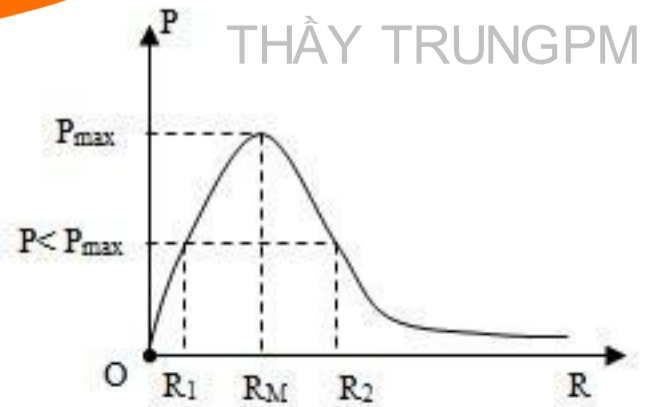
SỬ DỤNG ĐIỆN **HỢP LÝ**

TIẾT KIỆM ĐIỆN **MỘT THÓI QUEN CẦN THIẾT**

$$\begin{cases} \tan \varphi = 1 \\ \cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \varphi = \pm \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z = (R+r)\sqrt{2} \\ U = (U_R + U_r)\sqrt{2} \\ R+r = |Z_L - Z_C| \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_{\max} = \frac{U^2}{2(R+r)} \\ P_{\max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} \end{cases}$$



Đồ thị công suất phụ thuộc vào R

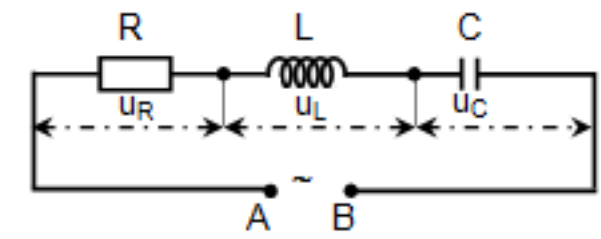
CÔNG SUẤT
Thầy TRUNGPM
01686098448

Mắc bộ tụ để Pmax

Mắc //

Mắc nối tiếp

Sơ đồ 15: CỰC TRỊ L; C; f



Khi L; C; f; w thay đổi để UR max; UL min = 0 → Cộng hưởng

Thay đổi C để UR max; UL max → Cộng hưởng

Thay đổi L để UR max; UC max → Cộng hưởng

CỰC TRỊ L; C; f
 Thầy TRUNGPM
 01686098448

Cộng hưởng

$L = \frac{1}{\omega^2 C}$

- $I_{max}; Z_{min} = R; Z_L = Z_C$
- $U = U_R max; U_C max; U_R C max$
- P_{max}
- u và i cùng pha
- $\tan \varphi = 0$
- $\cos \varphi = 1$
- UL sớm pha 90 độ so với uAB

UL max

$Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$

$U_{Lmax} = \frac{U \cdot \sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$

URL max

Để URL ko phụ thuộc R thì

$Z_L = \frac{Z_C + \sqrt{4R^2 + Z_C^2}}{2}$

$U_{RLmax} = \frac{2UR}{\sqrt{4R^2 + Z_C^2} - Z_C}$

$Z_C = 2Z_L$

Có 2 giá trị của L để

- UL max: $L = \frac{2L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$
- Pmax: $L = \frac{L_1 + L_2}{2}$
- Cùng công suất: $Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}$

Có 2 giá trị của f để

- Cùng UL: $\omega = \frac{\sqrt{2} \cdot \omega_1 \cdot \omega_2}{\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}}$
- Cùng UC: $\omega = \sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2}{2}}$

Cộng hưởng

$C = \frac{1}{\omega^2 L}$

- $I_{max}; Z_{min} = R; Z_L = Z_C$
- $U = U_R max; U_L max; U_R L max$
- P_{max}
- u và i cùng pha
- $\cos \varphi = 1$
- $\tan \varphi = 0$
- UC trễ pha 90 độ so với uAB

UC max

$Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$

$U_{Cmax} = \frac{U \cdot \sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$

URC max

Để URC ko phụ thuộc R thì

$Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2}$

$U_{RCmax} = \frac{2U \cdot R}{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L}$

$Z_L = 2Z_C$

Có 2 giá trị của C để

- UC max: $C = \frac{C_1 + C_2}{2}$
- Pmax: $C = \frac{2C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$
- Cùng công suất: $Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}$

Có 2 giá trị của f để I max; P max; UR max

- $\omega = \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2}$
- $f = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$

Trong mạch ko có thành phần nào thì trong công thức bỏ đại lượng tương ứng.

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

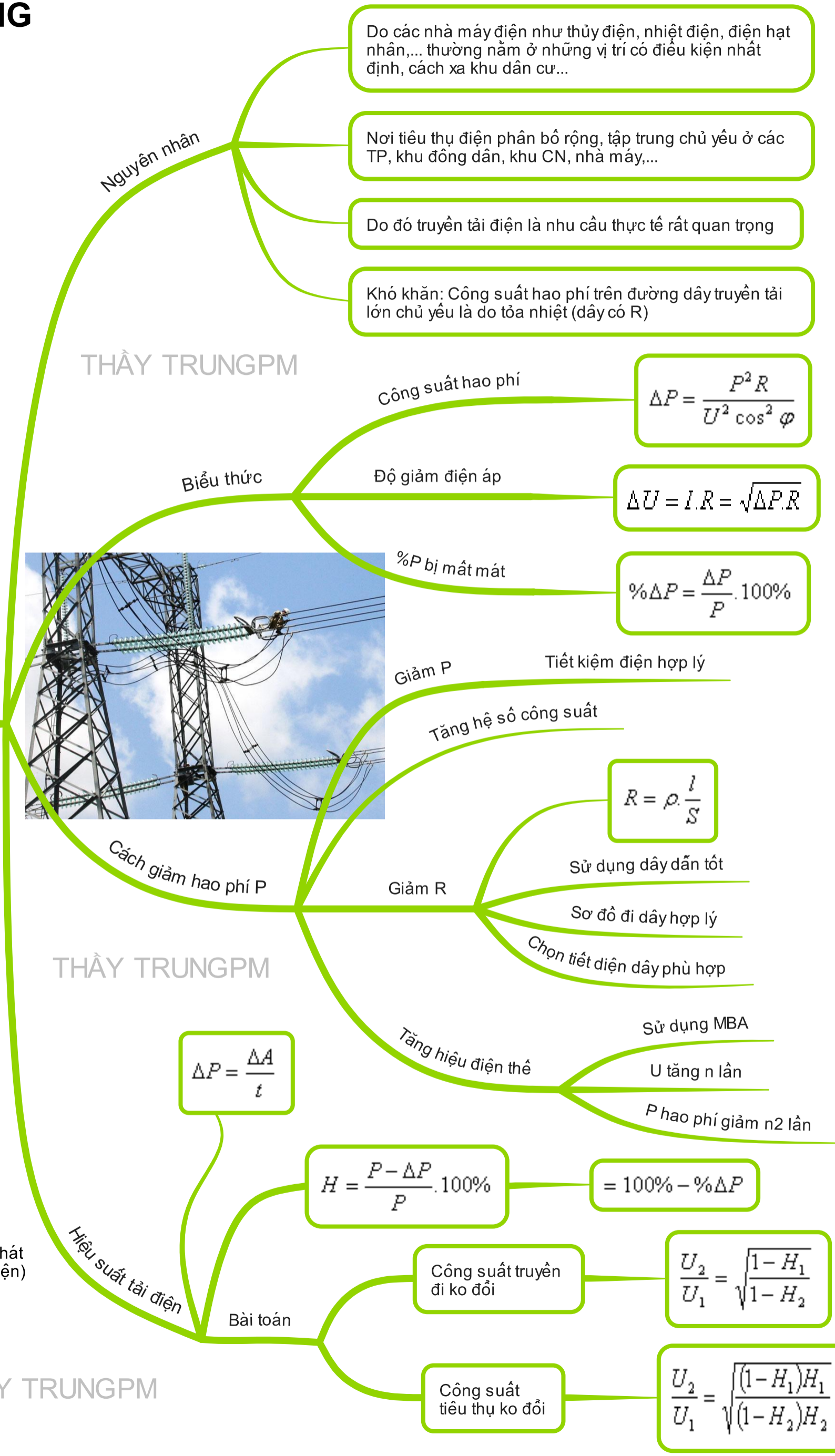
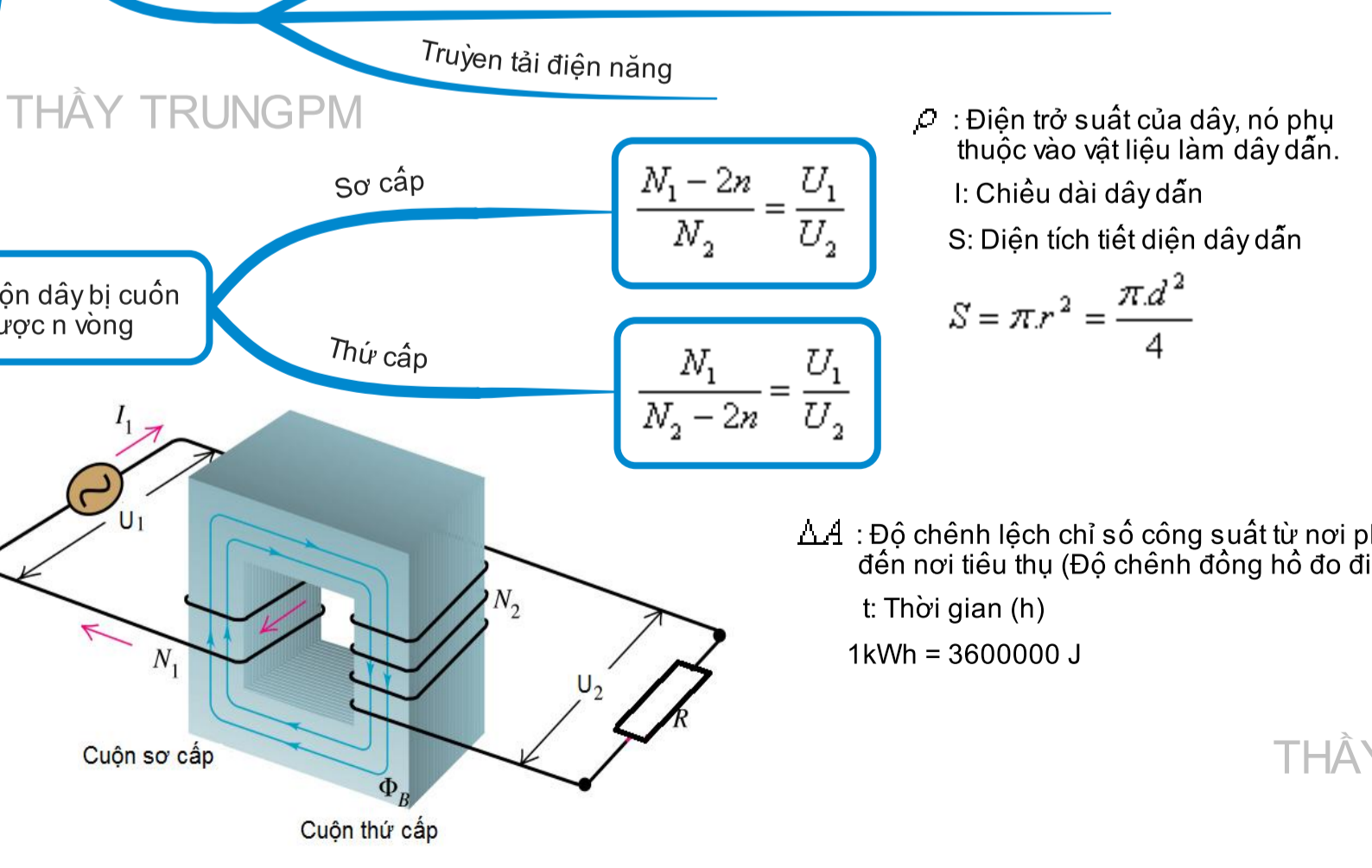
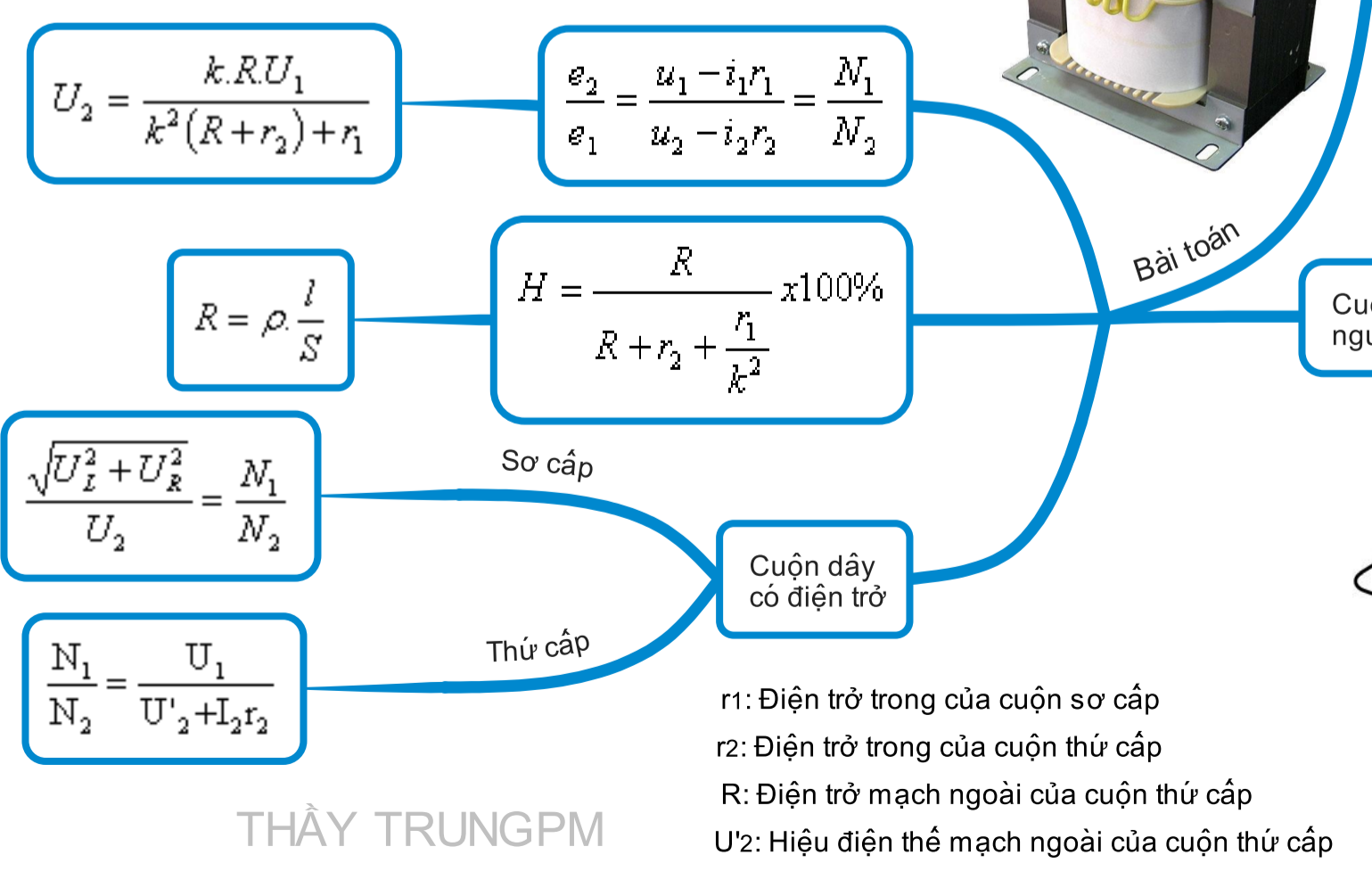
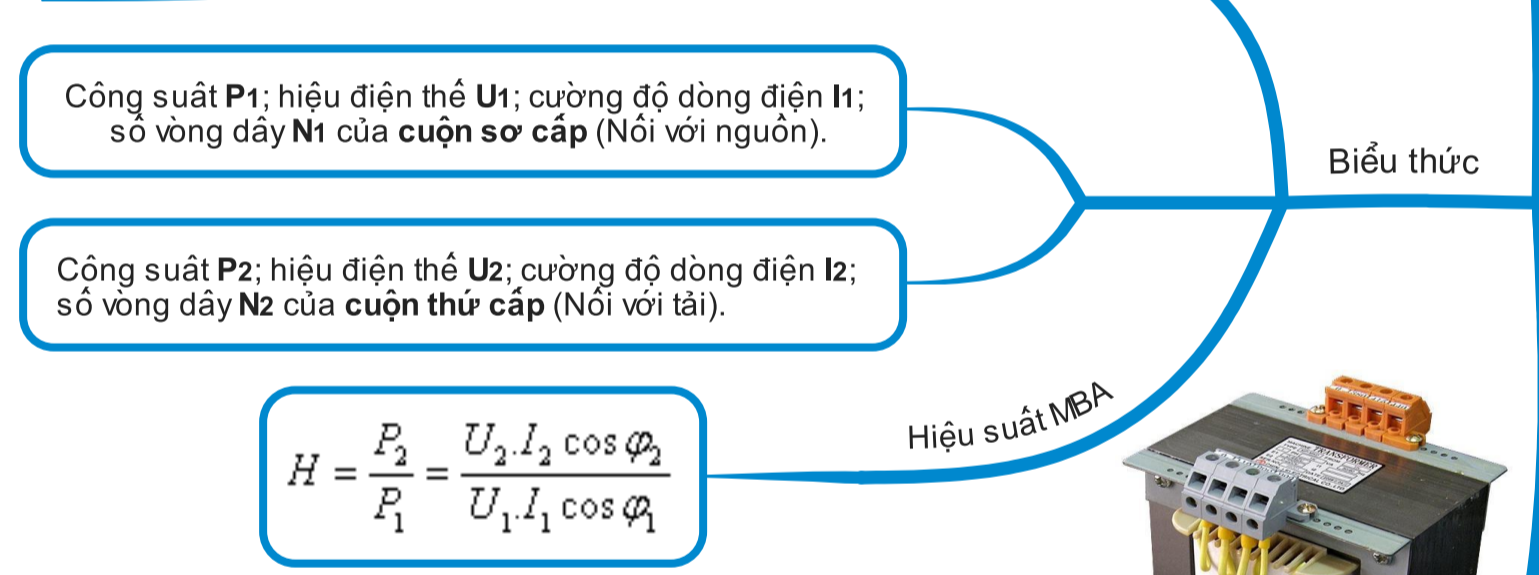
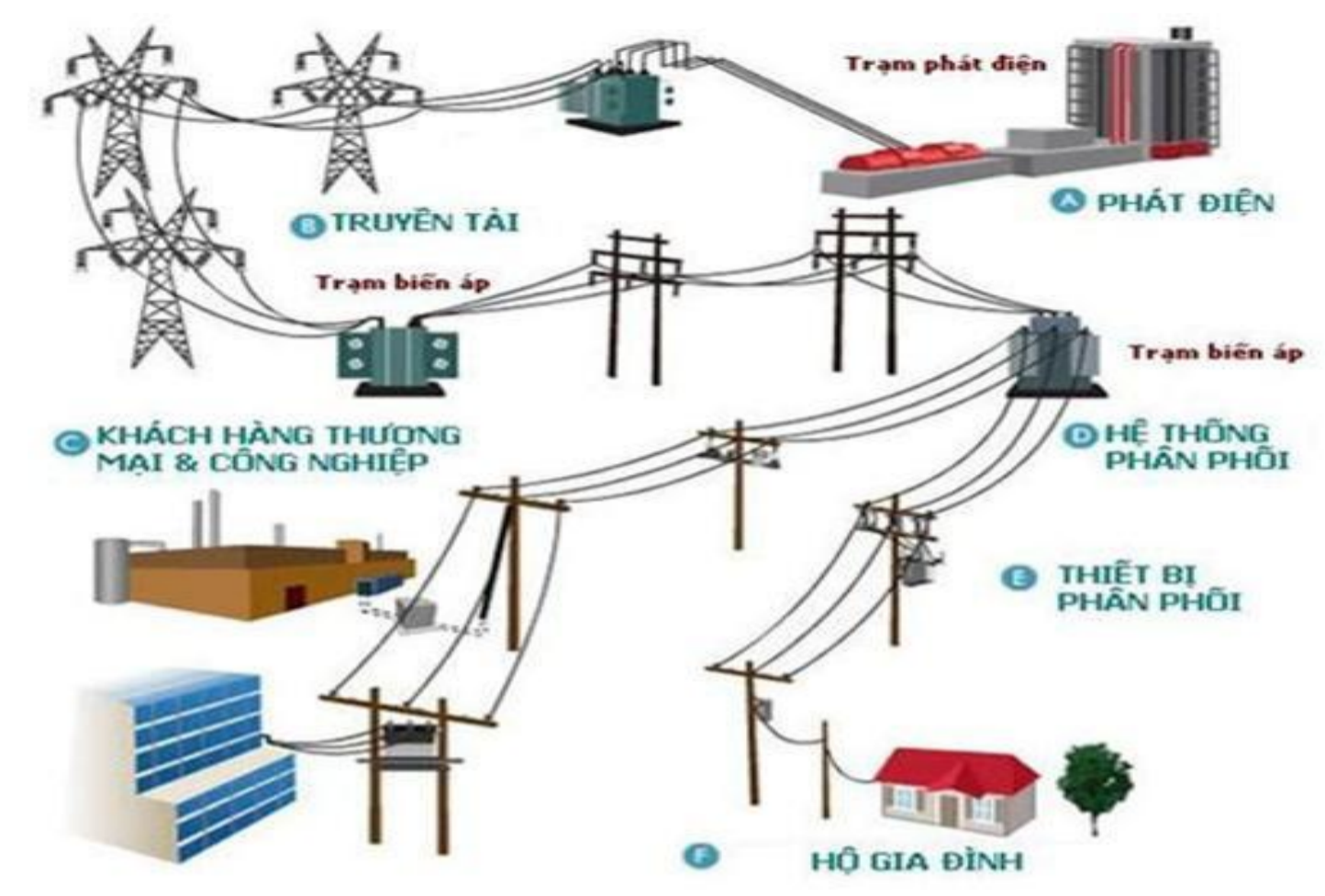
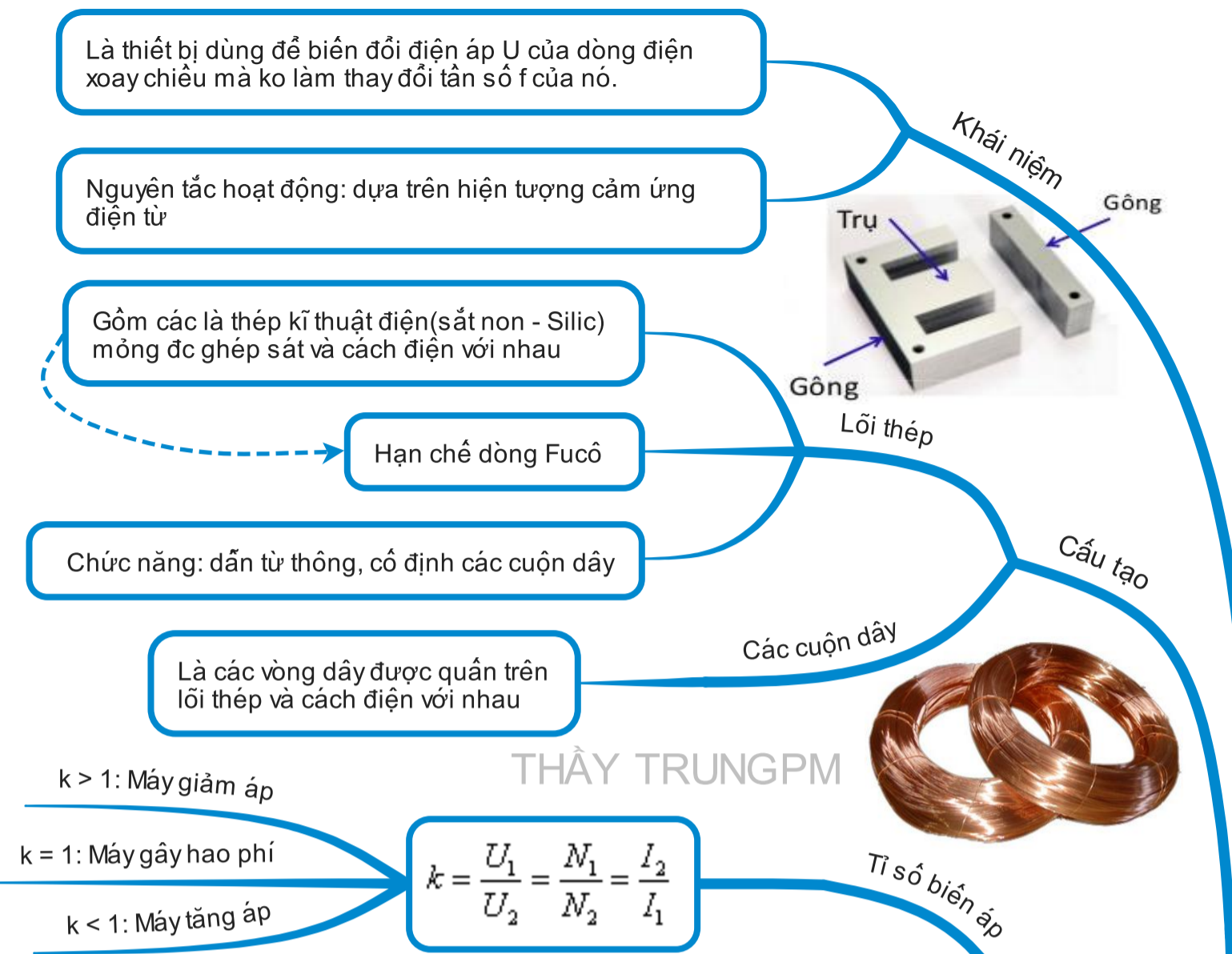
THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM



Sơ đồ 16: MÁY BIẾN ÁP - TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG



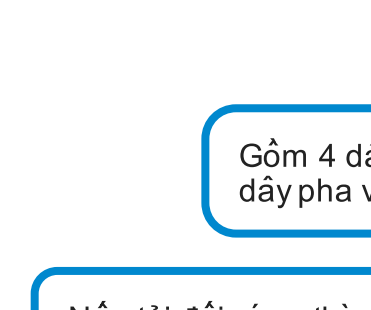
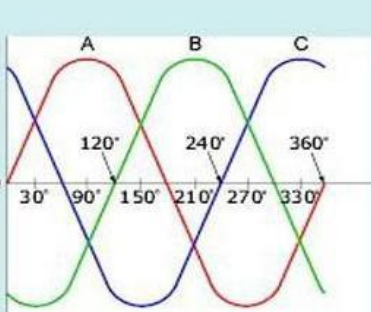
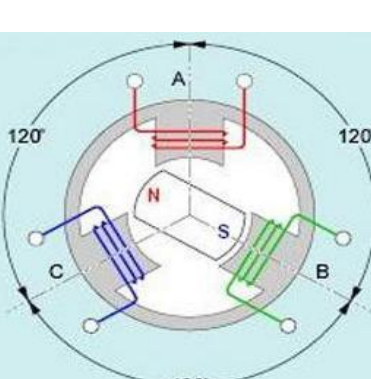
Sơ đồ 17: MÁY ĐIỆN XOAY CHIỀU

MÁY ĐIỆN
Thầy TRUNGPM
01686098448

Nguyên tắc hoạt động
Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ

Cấu tạo
Phân cảm - Rôto
Phản ứng - Stato
Là các nam châm quay quanh trục cố định
Gồm 3 cuộn dây giống nhau cuốn trên lõi thép lệch nhau 1 góc 120 độ.

Ưu điểm
Tiết kiệm dây dẫn
Dòng điện đối xứng cho hiệu suất cao
Để tạo từ trường quay



Biểu thức dòng điện

$$i_1 = I_0 \cos \omega t$$

$$i_2 = I_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$i_3 = I_0 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

Công suất
 1 pha

$$P_{pha} = U_p I_p \cos \varphi$$

$$P_{pha} = R \cdot \frac{U_{pha}^2}{Z_{pha}^2}$$

3 pha

$$P = 3 \cdot P_{pha}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_d I_d \cos \varphi$$

Cách mắc
 Mắc hình sao
 Gồm 4 dây, trong đó có 3 dây pha và 1 dây trung hòa
 Nếu tải đối xứng thì chỉ cần 3 dây pha

$$U_d = \sqrt{3} \cdot U_p$$

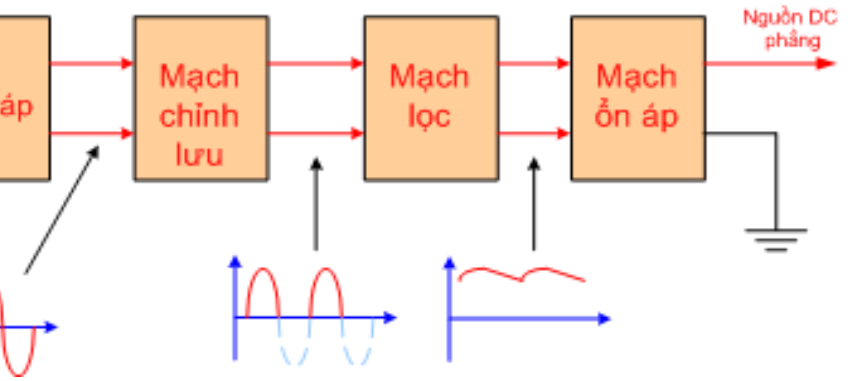
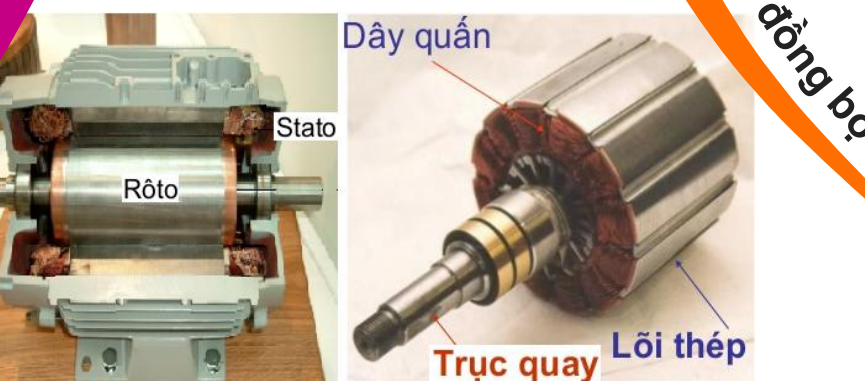
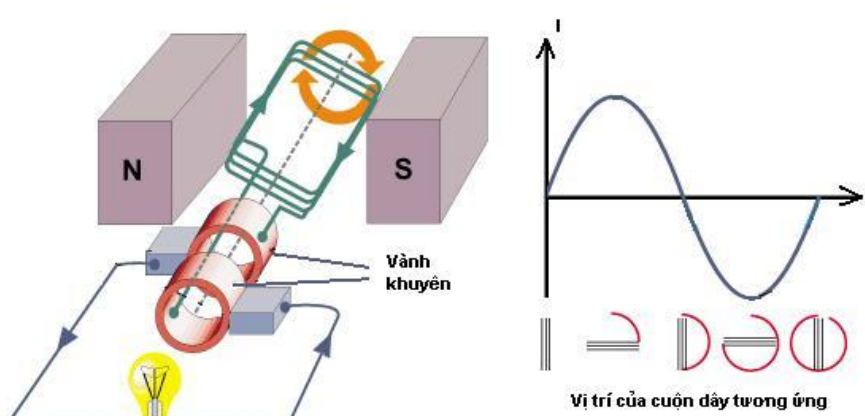
$$I_d = I_p$$

Mắc tam giác
 Gồm 3 dây, tải phải đối xứng

$$U_d = U_p$$

$$I_d = \sqrt{3} \cdot I_p$$

Chỉnh lưu dòng điện
 Là cách biến đổi dòng điện xoay chiều thành 1 chiều
 Dùng 1 diốt để chỉnh lưu nửa chu kì
 Dùng 4 diốt để chỉnh lưu 2 nửa chu kì
 Đặc điểm: Dòng điện sau chỉnh lưu là dòng nhấp nháy, để giảm nhấp nháy người ta sử dụng thêm bộ lọc.
 Ưu điểm: thuận tiện, để tạo ra dòng 1 chiều.



Nguyên tắc hoạt động
Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ

Cấu tạo
Phân cảm - Rôto
Phản ứng - Stato
Là các nam châm có tác dụng tạo ra từ trường
Là các cuộn dây có tác dụng tạo ra dòng điện xoay chiều
Phân cảm có bao nhiêu cặp cực thì phản ứng có bấy nhiêu cuộn dây

Bộ góp
Gồm 2 chổi quét tì lên 2 vành khuyên để đưa điện ra ngoài

Nhược điểm
Nếu công suất lớn sẽ tạo ra các tia lửa điện gây nguy hiểm

Ứng dụng
Chỉ dùng cho các máy có công suất nhỏ

Biểu thức tần số f

$$f = np; n (\text{vòng/giay})$$

$$f = \frac{np}{60}; n (\text{vòng/phút})$$
 p: Số đôi cặp cực
 n: Tốc độ quay của roto

Từ thông

$$\Phi = \Phi_0 \cdot \cos(\omega t + \alpha)$$

$$\Phi_0 = N \cdot B \cdot S \text{ (Wb)}$$
 B: Cảm ứng từ (T)
 N: Số vòng dây (vòng)
 S: Diện tích khung dây (m2)

$$\alpha = 90 - \beta$$

$$\beta: \text{Góc tạo bởi mặt phẳng khung dây và B}$$

Suất điện động

$$e = \Phi' = E_0 \cdot \cos(\omega t + \alpha - \frac{\pi}{2})$$
 e trễ pha hơn phi 1 góc 90 độ

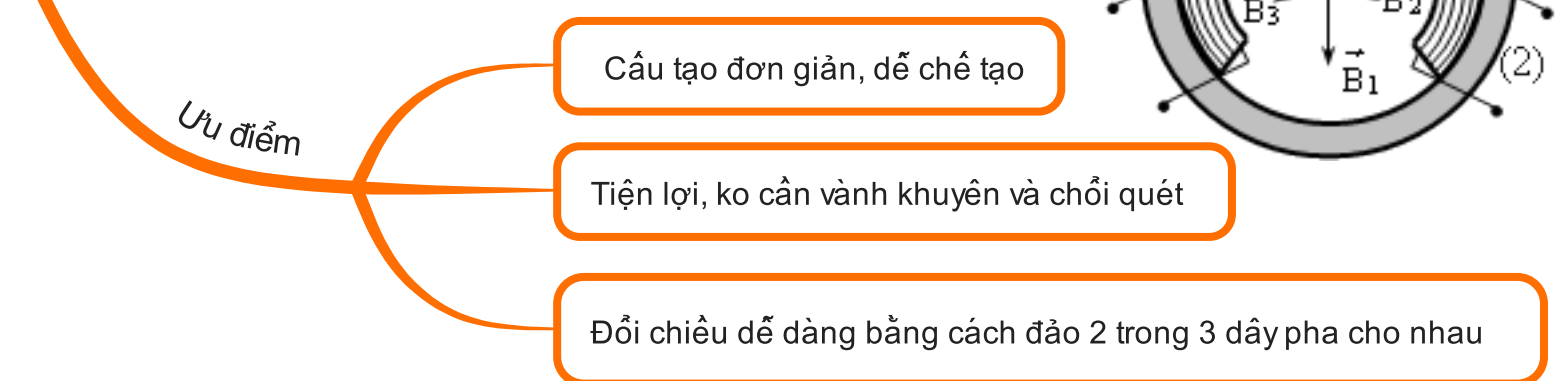
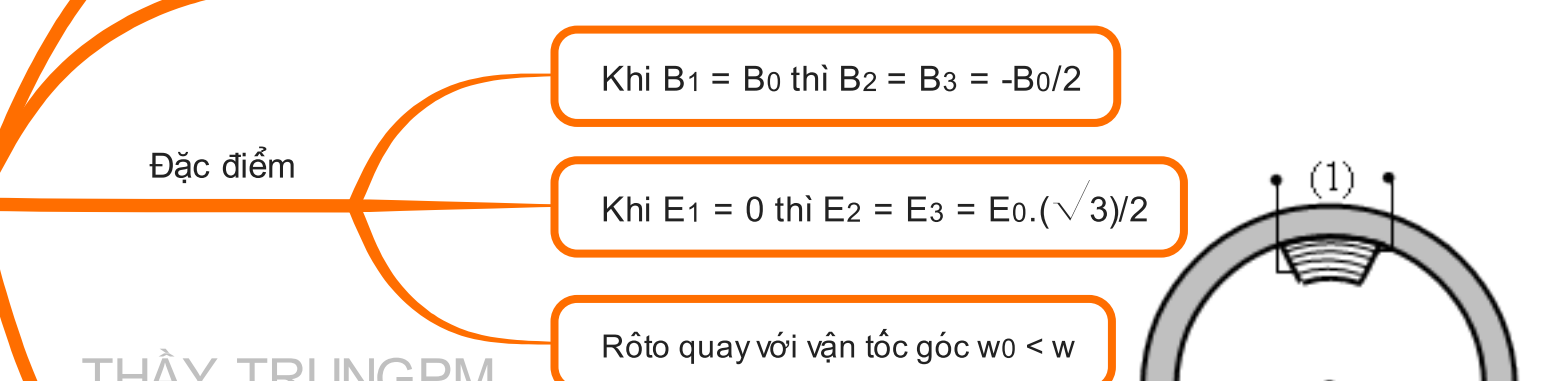
$$E_0 = \omega \cdot N \cdot B \cdot S$$

Nguyên tắc hoạt động
Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay

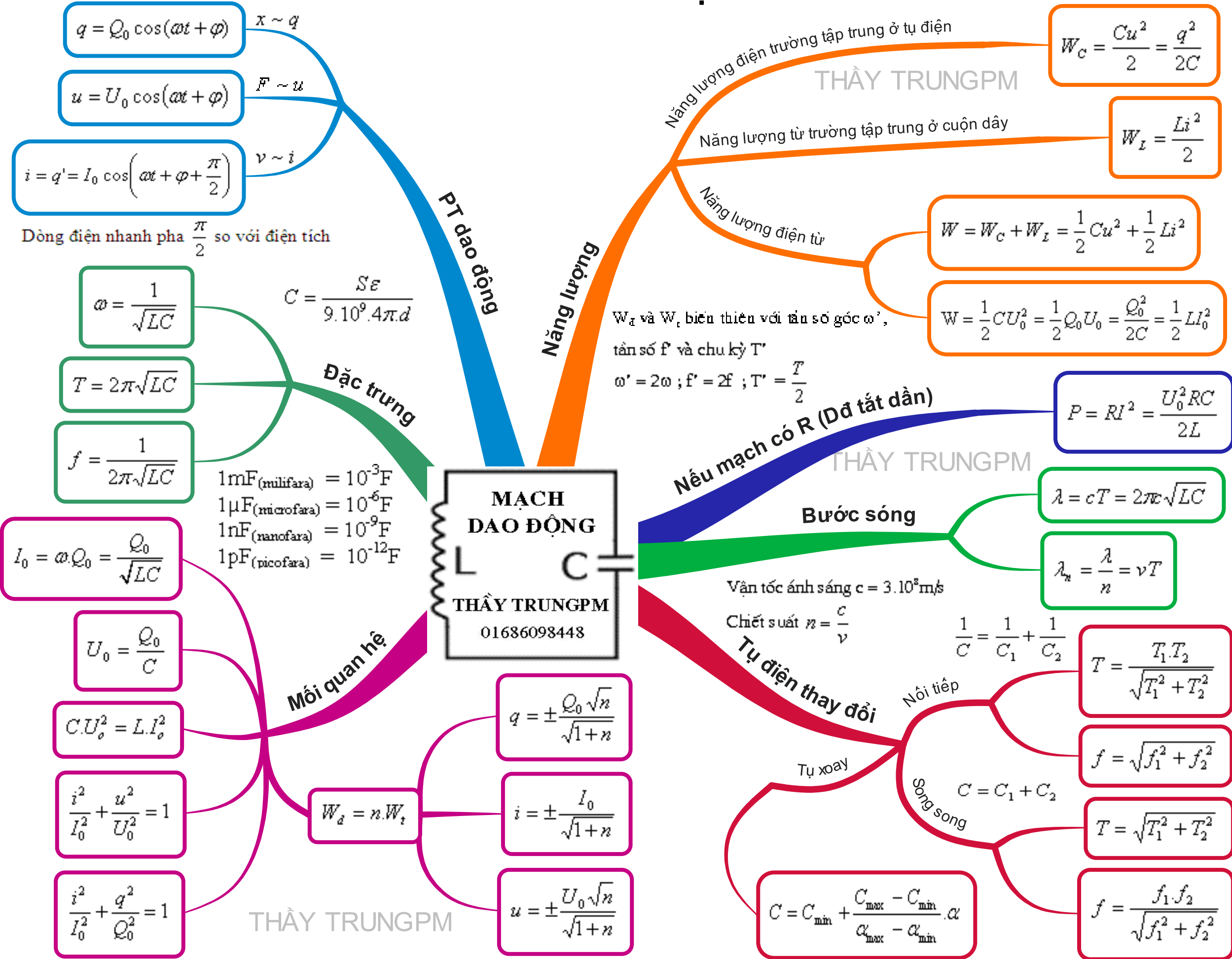
Cấu tạo
Giống máy phát điện

Đặc điểm
 Khi $B_1 = B_0$ thì $B_2 = B_3 = -B_0/2$
 Khi $E_1 = 0$ thì $E_2 = E_3 = E_0 \cdot (\sqrt{3})/2$
 Rôto quay với vận tốc góc $\omega_0 < \omega$

Ưu điểm
 Cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo
 Tiện lợi, ko cần vành khuyên và chổi quét
 Đổi chiều dễ dàng bằng cách đảo 2 trong 3 dây pha cho nhau

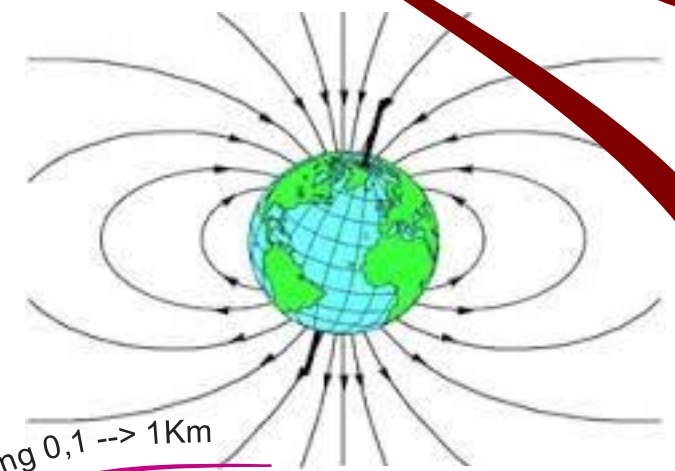
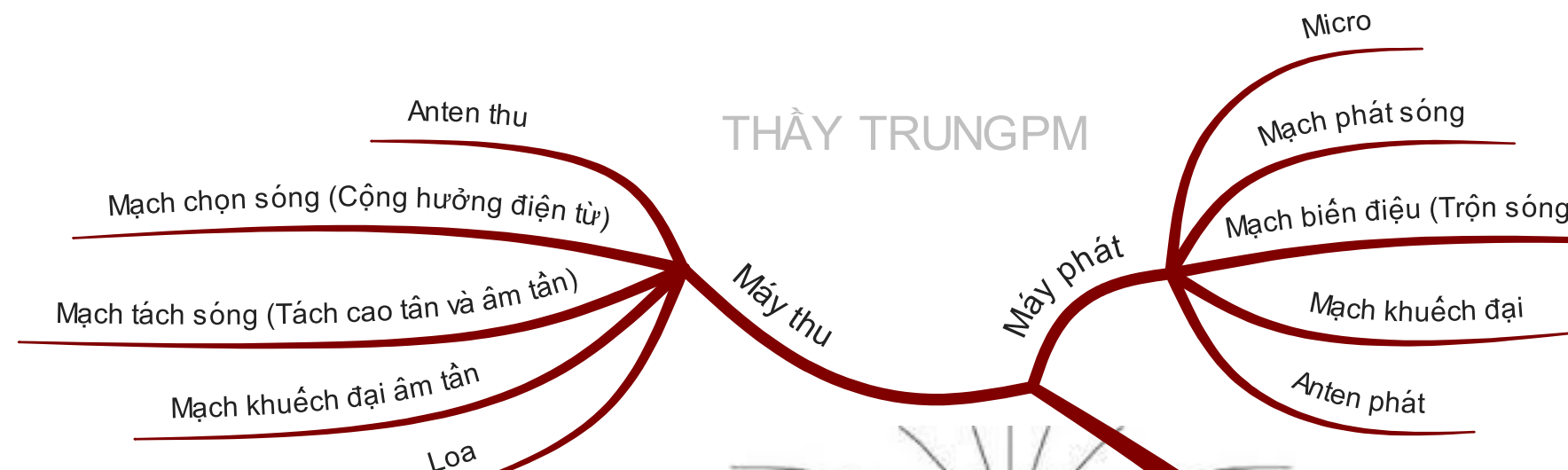


Sơ đồ 18: MẠCH DAO ĐỘNG

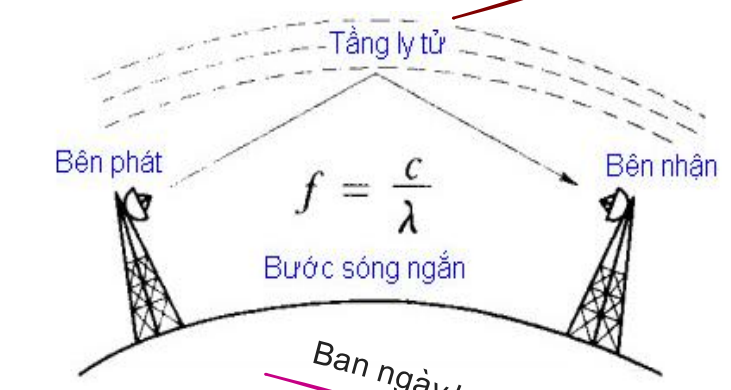


Sơ đồ 19: SÓNG ĐIỆN TỪ

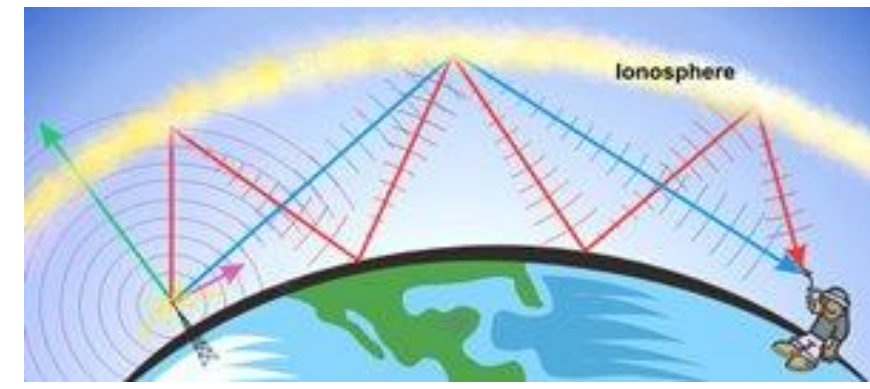
THẦY TRUNGPM



THẦY TRUNGPM



Truyền thông liên lạc



THẦY TRUNGPM

Môi trường truyền sóng: Rắn, lỏng, khí, chân không ($v=c$)

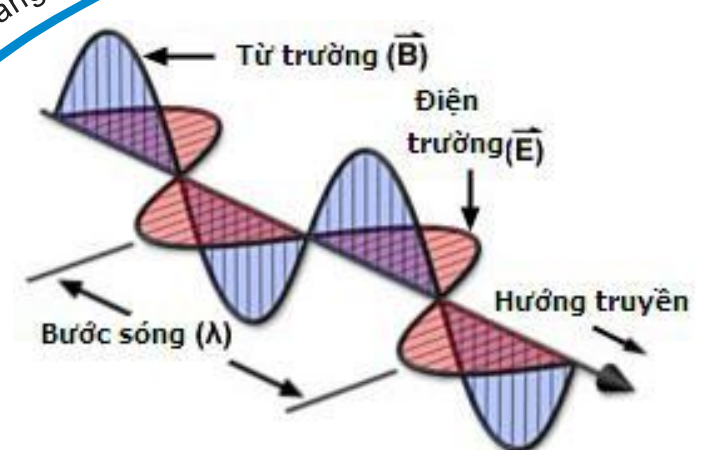
Dao động của điện trường và từ trường luôn cùng pha.

Tuân theo ĐL phản xạ, khúc xạ, giao thoa...

Mang năng lượng, $f > \rightarrow W >$

Là điện từ trường biến thiên lan truyền

Là sóng ngang (Các vector E, B và v vuông góc lẫn nhau)



Đặc điểm



THẦY TRUNGPM

Sơ đồ 20: TÁN SẮC ÁNH SÁNG



TÁN SẮC ÁNH SÁNG
 Thầy TRUNGPM
 01686098448

ĐN: Là hiện tượng chùm a/s trắng khi qua lăng kính bị tách thành các dải sáng có màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

Nguyên nhân: Do chiết suất của môi trường với các bước sóng a/s đơn sắc khác nhau.

Nhiều xạ: là hiện tượng tia sáng đi vòng ra phía sau vật cản (Tại mép phân cách)

Có màu xác định ứng với mỗi bước sóng

Ko bị tán sắc khi qua lăng kính, lệch về phía đáy

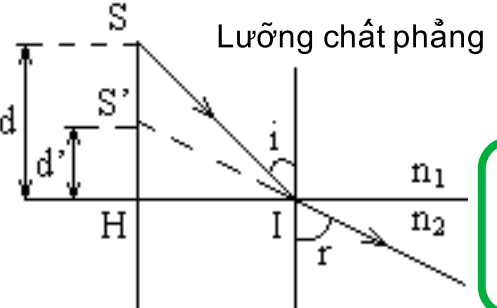
Có f không đổi khi truyền qua các môi trường

Là tập hợp của vô số a/s đơn sắc nhìn thấy có màu biến đổi từ đỏ đến tím

Có lambda từ 0,38 (Tím) đến 0,76.10⁻⁶m (Đỏ)

Bị tách thành nhiều màu khi đi qua lăng kính

Chiết suất tăng từ đỏ (n_{đỏ} min) đến tím (n_{tím} max)

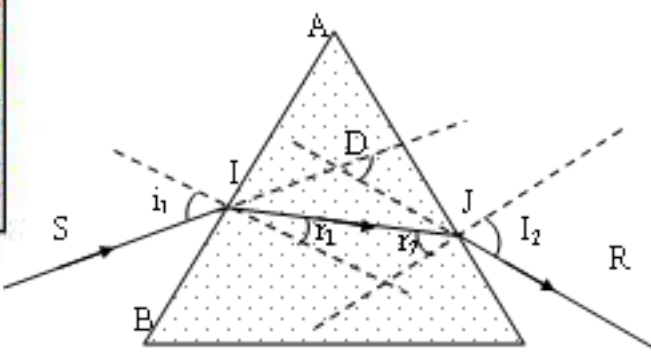
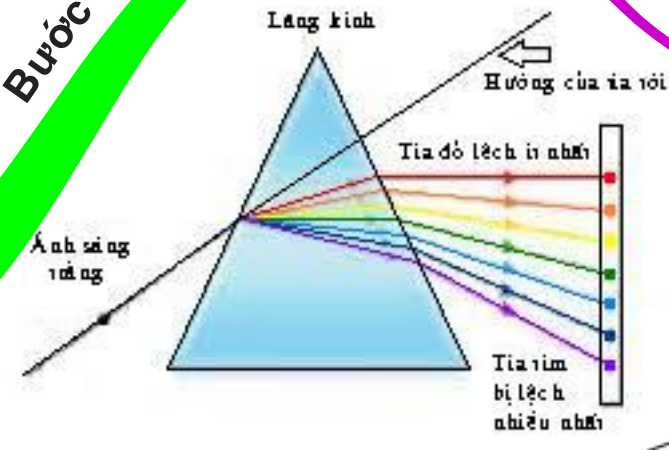


$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Tán sắc ánh sáng

Bước sóng và màu sắc

- Đỏ: 0,64 μm đến 0,76 μm
- Cam: 0,59 μm đến 0,65 μm
- Vàng: 0,57 μm đến 0,60 μm
- Lục: 0,50 μm đến 0,58 μm
- Lam: 0,45 μm đến 0,51 μm
- Chàm: 0,43 μm đến 0,46 μm
- Tím: 0,38 μm đến 0,44 μm



A/s đơn sắc

A/s qua Lăng kính

A/s trắng

Phản xạ toàn phần: $i > i_{gh}$

Góc lệch cực tiểu: $i = i'$; $r = r' = A/2$; $D_{min} = 2i - A$

$$\sin i_1 = n \cdot \sin r_1; \sin i_2 = n \cdot \sin r_2$$

$$\text{Góc chiết quang: } A = r_1 + r_2$$

$$\text{Góc lệch: } D = i_1 + i_2 - A = (n - 1)A$$

$$\text{Độ rộng quang phổ: } d = L(n_t - n_d) \cdot A$$

L: khoảng cách từ lăng kính đến màn
 Độ tụ $D = \frac{1}{f} = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

Bổ sung

Chiết suất

$$n = \frac{c}{v}$$

$$\lambda_n = \frac{v}{f} = \frac{\lambda}{n}$$

$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{d'}{d}$$

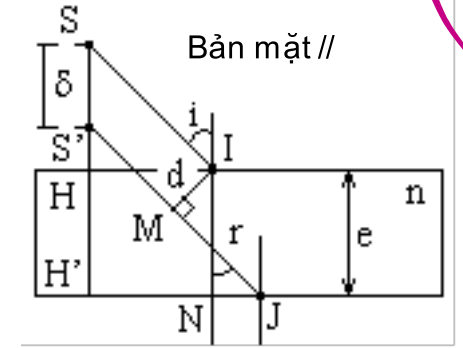
$$\delta = SS' = e \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

$$d = e \frac{\sin(i - r)}{\cos r}$$

Độ dời ảnh

K/c từ vật tới ảnh

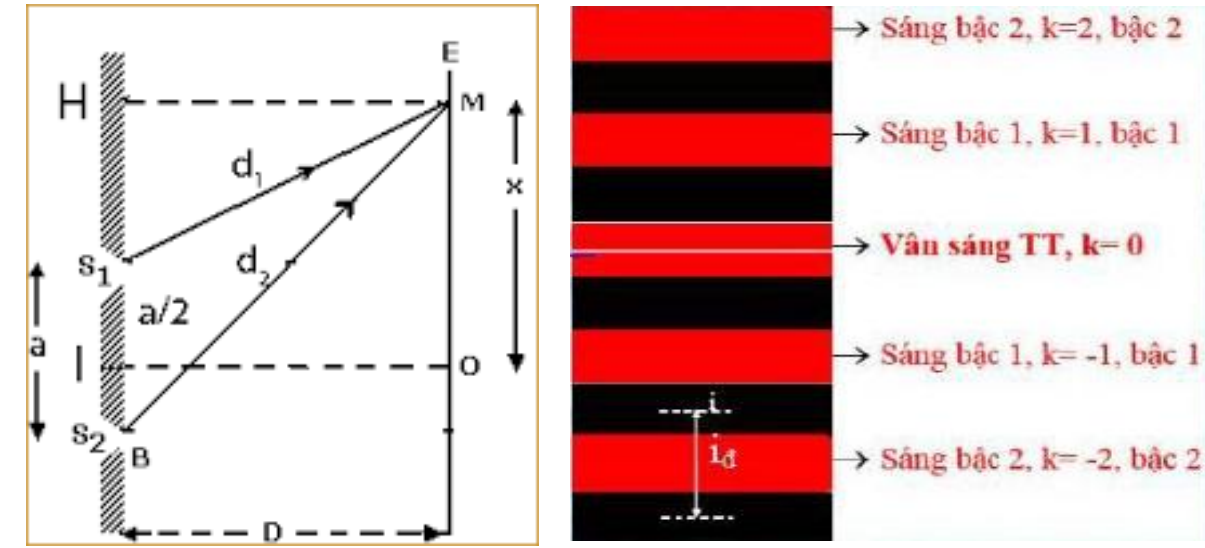
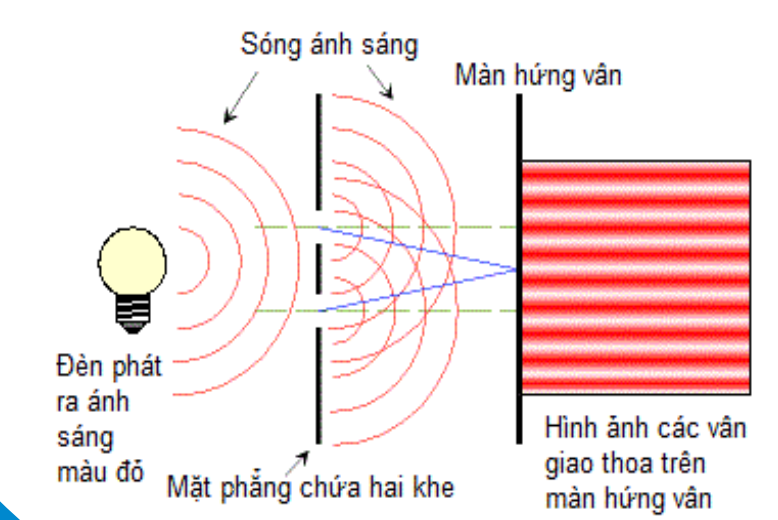
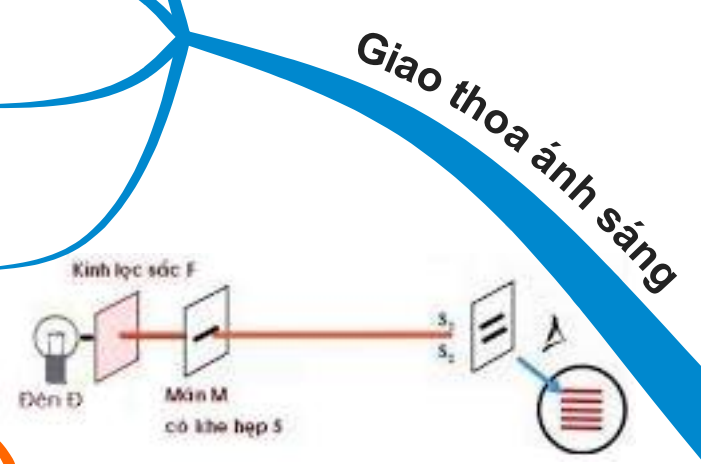
Bản mặt //



Góc lệch $D = i - r$

Sơ đồ 21: GIAO THOA ÁNH SÁNG

- Hiện tượng:** Có các vạch sáng và tối xen kẽ đều đặn với nhau.
- ĐN:** là sự tổng hợp của 2 hay nhiều sóng kết hợp.
- ĐK:** là sóng kết hợp tức là có cùng f và có độ lệch pha ko đổi
- TN giao thoa a/s của Young:** hằng định a/s có t/c sóng. Dùng để đo bước sóng của a/s



- Ở giữa là vạch sáng trắng gọi là vân trung tâm
- Hai bên là những dải màu cong vòng biên thiên theo thứ tự "Tím trong đỏ ngoài"

Đặc điểm

THẦY TRUNGPM

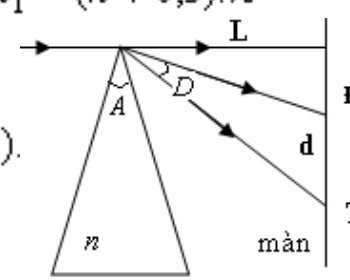
GIAO THOA ÁNH SÁNG
Thầy TRUNGPM
01686098448

Ánh sáng trắng

- $0,38\mu m \leq \lambda \leq 0,76\mu m$ Bước sóng
- $\Delta = \frac{k \cdot D}{a} (\lambda_2 - \lambda_1)$ Bề rộng quang phổ bậc k
- Vân sáng: $k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 = \dots$ Sự trùng nhau của các bức xạ
- Vân tối: $(k_1 + 0,5) \lambda_1 = (k_2 + 0,5) \lambda_2 = \dots$
- Số vân sáng, vân tối tại 1 vị trí
- $x = k \frac{\lambda D}{a} \rightarrow \lambda = \frac{a \cdot x}{k D}$
- $x = (k + 0,5) \frac{\lambda D}{a} \rightarrow \lambda = \frac{a \cdot x}{(k + 0,5) D}$

Hiệu quang trình

$$\begin{cases} d = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D} \\ d_2 - d_1 = k \cdot \lambda \\ d_2 - d_1 = (k + 0,5) \cdot \lambda \end{cases}$$



TN với lăng kính

Góc lệch

$$D = (n - 1) \cdot d$$

Độ rộng quang phổ

$$d = L \cdot (n_1 - n_2) \cdot A$$

THẦY TRUNGPM

Ánh sáng đơn sắc

Ánh sáng đơn sắc

- $\Delta x = |x - x'|$ K/c giữa 2 vân
- $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$ MT có chiết suất n
- $k = \frac{x}{i}$ T/c của 1 vân
- + k chẵn: vân sáng bậc k
- + k lẻ: vân tối bậc k + 1
- Đặt bản thủy tinh: $x_0 = \frac{(n-1)eD}{a}$
- Hệ vân dịch chuyển về phía có đặt bản e: chiều dày bản thủy tinh
- n: chiết suất bản thủy tinh
- Vị trí vân:
 - Vân sáng: $x_s = k \cdot i = k \cdot \frac{\lambda D}{a}$
 - Vân tối: $x_t = (k + \frac{1}{2}) \cdot i = (k + \frac{1}{2}) \cdot \frac{\lambda D}{a}$
 - Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$
- Xác định số vân:
 - Số vân sáng: $n_s = 2 \left[\frac{L}{2i} \right] + 1$ (Luôn lẻ)
 - Số vân tối: $n_t = 2 \left[\frac{L}{2i} + \frac{1}{2} \right]$ (Luôn chẵn)
- Dịch chuyển hệ vân: $x_0 = \frac{D}{D_1} \cdot d$
- Dịch chuyển nguồn sáng:
 - Hệ vân dịch chuyển ngược chiều dịch chuyển nguồn sáng
 - d: độ dịch chuyển nguồn sáng
 - D1: k/c từ nguồn sáng tới 2 khe

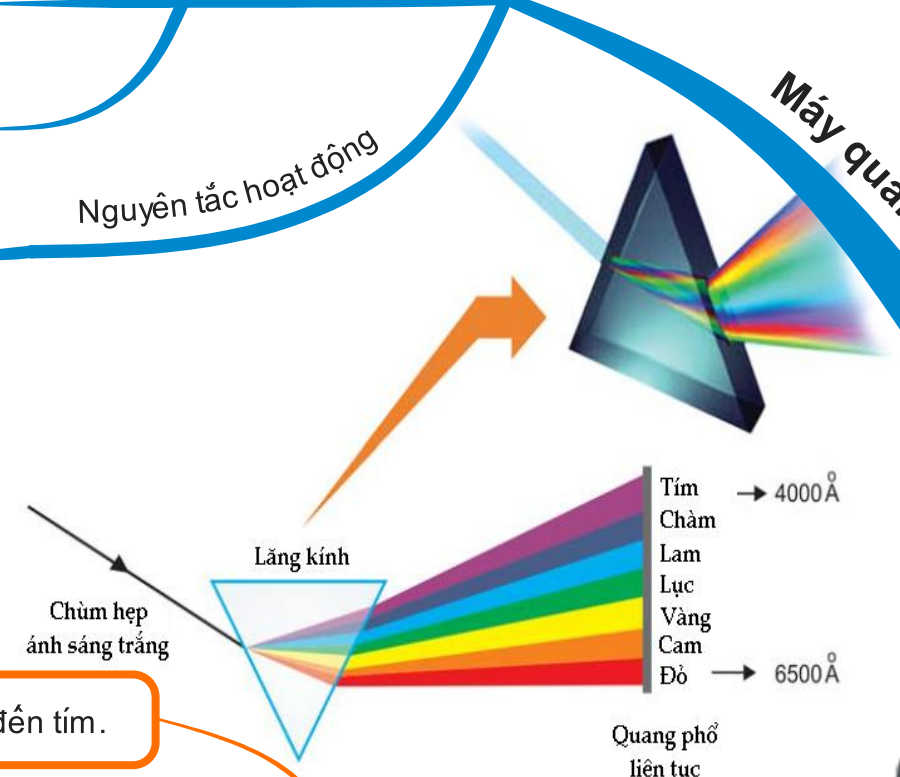
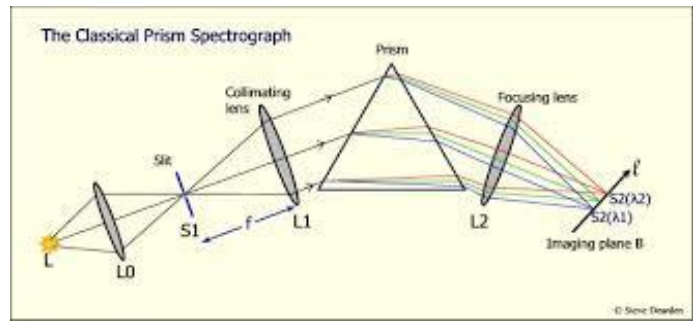
THẦY TRUNGPM

Sơ đồ 22: CÁC LOẠI QUANG PHỔ

Khái niệm
Là dụng cụ dùng để phân tích chùm sáng phức tạp thành các sóng đơn sắc khác nhau.

Cấu tạo
Ống chuẩn trực: dùng để tạo chùm sáng song song trước lăng kính
Hệ tán sắc (Lăng kính): tán sắc ánh sáng
Buồng tối: hứng các chùm sáng từ hệ tán sắc
Dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng

Nguyên tắc hoạt động



CÁC LOẠI QUANG PHỔ
Thầy TRUNGPM
01686098448

ĐN: là dải sáng có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.



Nguồn phát: do các chất rắn, lỏng, khí có áp suất lớn phát ra khi bị nung nóng.

Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo nguồn sáng.

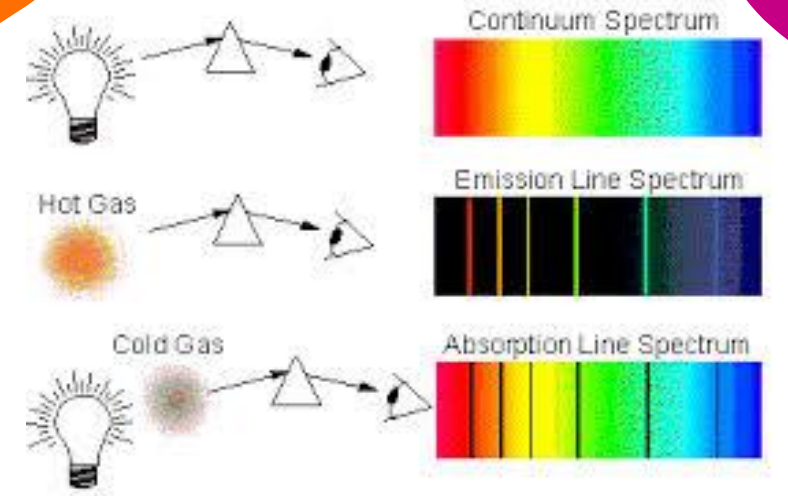
Chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ nguồn sáng.

Nhiệt độ càng cao, bước sóng phát ra càng ngắn.

Ứng dụng: đo nhiệt độ nguồn sáng. VD: nhiệt độ lò nung, hồ quang, mặt trời, vì sao...

Đặc điểm

Quang phổ liên tục



Quang phổ vạch phát xạ

ĐN: là 1 hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên nền tối.



Nguồn phát: Chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích phát sáng

Đặc điểm

- Khác nhau về số lượng vạch
- Khác nhau về vị trí các vạch
- Khác nhau về màu sắc các vạch
- Khác nhau về độ sáng giữa các vạch

Ứng dụng: dùng để xác định sự có mặt của các nguyên tố.

ĐN: là hệ thống các vạch tối nằm trên nền màu



Nguồn phát: chất khí hay hơi có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ nguồn phát

Đặc điểm

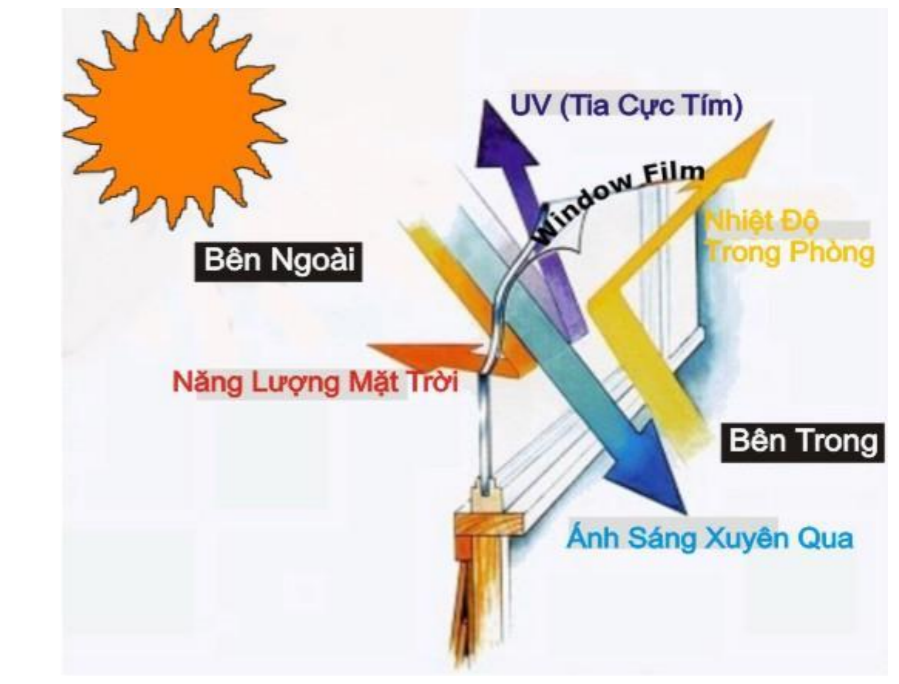
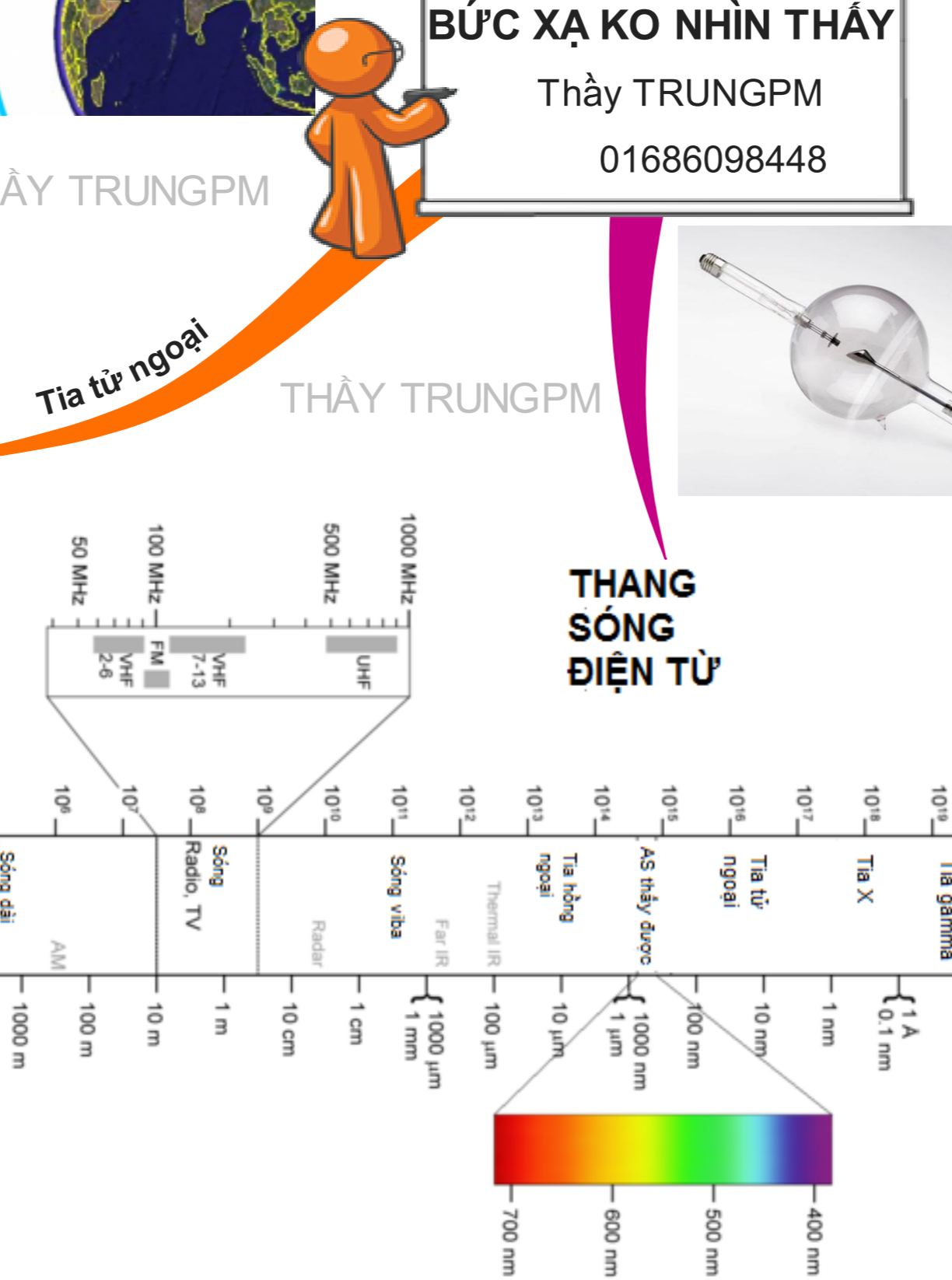
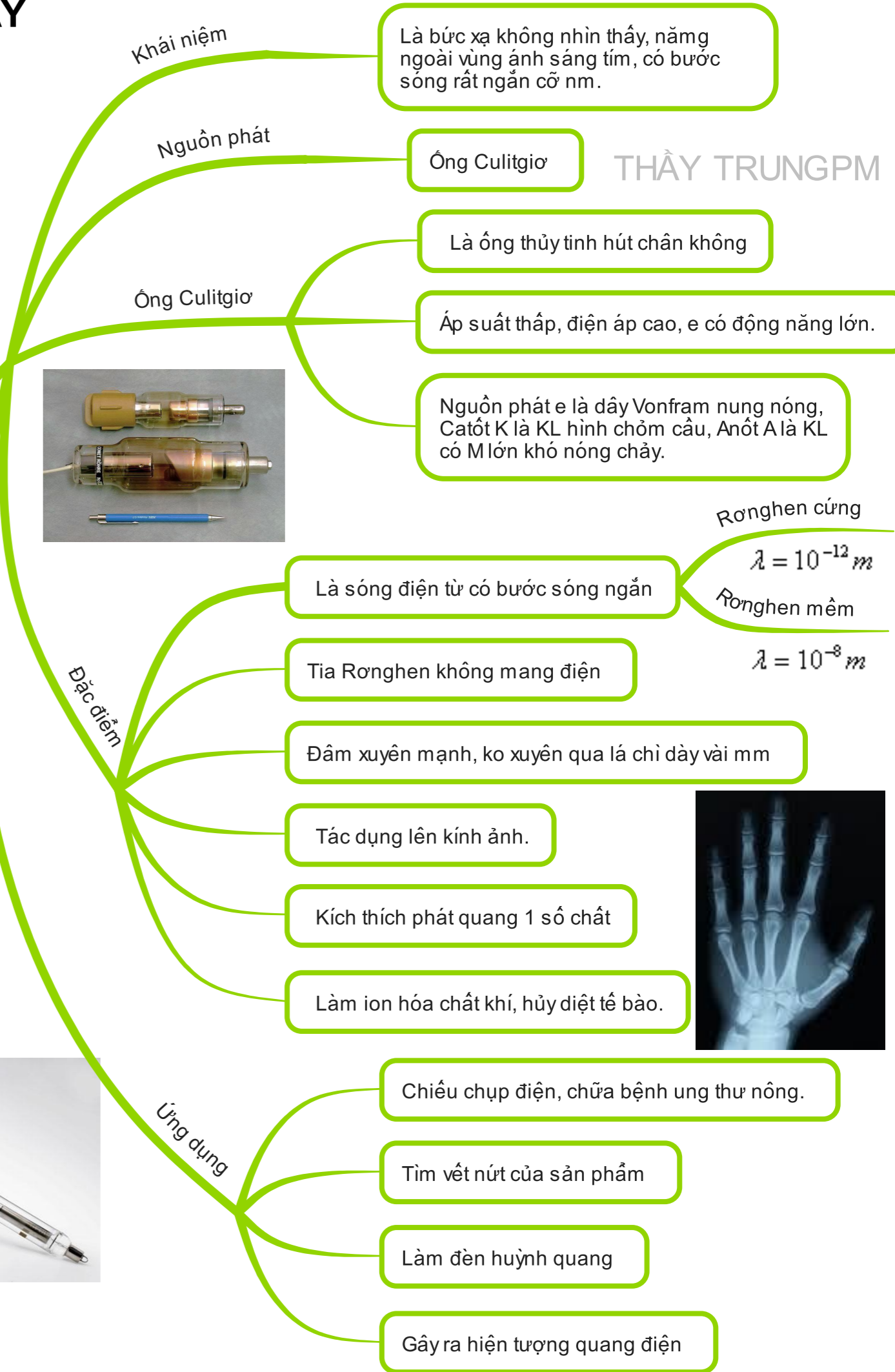
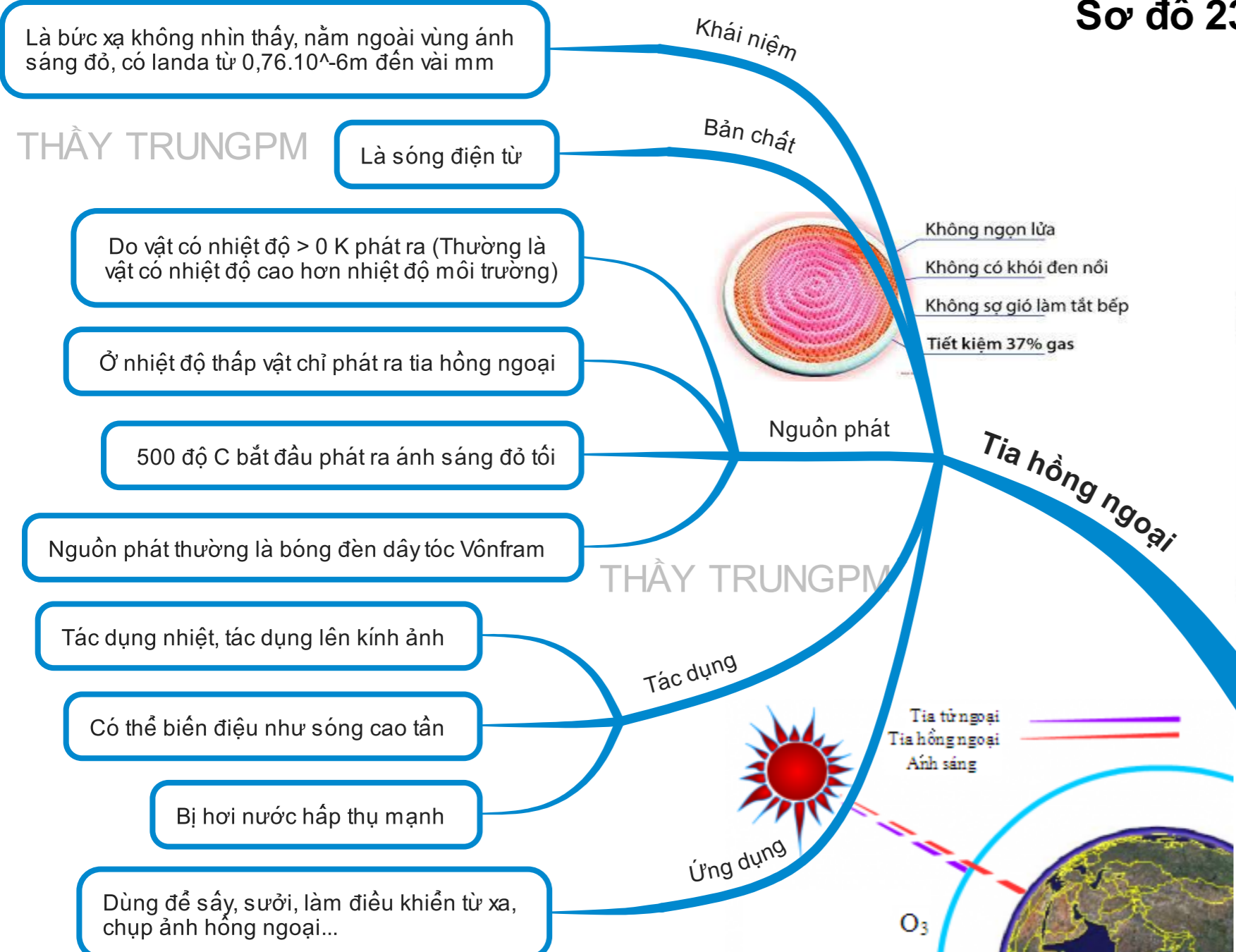
Vị trí các vạch tối nằm ở đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của nó

Hiện tượng đảo sắc

là hiện tượng khi tắt nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục thì các vân tối trong quang phổ hấp thụ trở thành các vạch màu trong quang phổ liên tục.

THẦY TRUNGPM

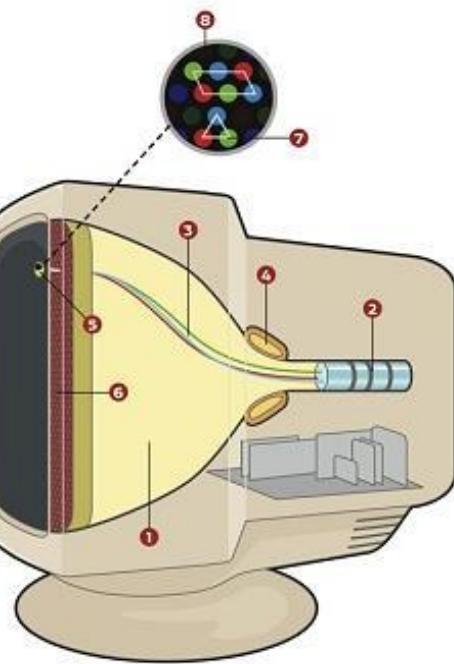
Sơ đồ 23: BỨC XẠ KHÔNG NHÌN THẤY



THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

Sơ đồ 24: HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN



Hiện tượng quang điện

Hiện tượng e bị bật ra khỏi bề mặt KL khi được chiếu sáng thích hợp.

Chiếu a/s vào tấm kẽm tích điện âm, thấy có dòng điện trong mạch, gọi là HT quang điện ngoài, e bật ra gọi là e quang điện.

Đặt tấm thủy tinh chắn tia sáng thì hiện tượng trên không xảy ra do thủy tinh hấp thụ các tia tử ngoại gây quang điện..

Dùng tấm kẽm tích điện dương thì hiện tượng trên vẫn xảy ra nhưng không có dòng điện trong mạch do e bật ra bị hút trở lại.

ĐL1: HT quang điện chỉ xảy ra khi bước sóng a/s kích thích nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện của KL làm katốt.

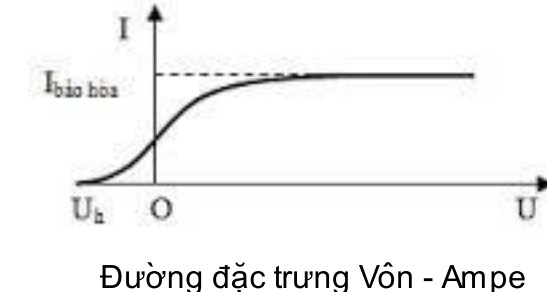
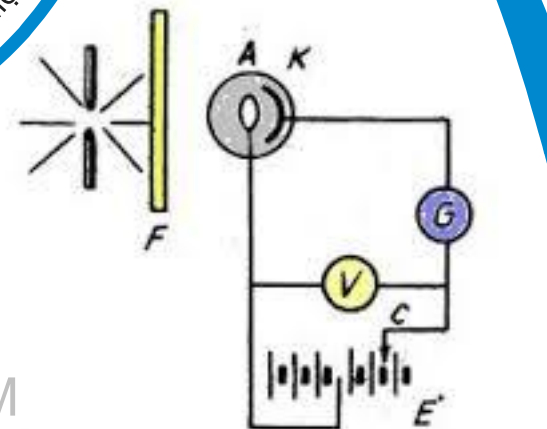
ĐL2: Cường độ dòng quang điện bão hòa tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.

ĐL3: Động năng ban đầu cực đại không phụ thuộc cường độ chùm sáng kích thích, chỉ phụ thuộc vào bước sóng a/s kích thích và bản chất KL dùng làm katốt



Thí nghiệm Hécxơ

Định luật quang điện



THẦY TRUNGPM

THẦY TRUNGPM

Giải thuyết Plăng



Thuyết lượng tử - Anhxtanh



Lượng tính sóng hạt



Cường độ sáng giảm theo hàm mũ

NT hay PT không hấp thụ hay bức xạ năng lượng 1 cách liên tục mà thành từng phần riêng rẽ, gián đoạn.

Lượng tử năng lượng $E = hf$

Chùm sáng là chùm các photon (các hạt)

Mỗi photon có năng lượng xác định $E = hf$

Các photon bay dọc theo tia sáng, $v = c$

Hấp thụ, phát xạ a/s là hấp thụ, phát xạ photon

A/s vừa có t/c sóng, vừa có t/c hạt

T/c sóng: bước sóng càng lớn t/c sóng càng rõ (giao thoa, nhiễu xạ, tán sắc...)

T/c hạt: bước sóng càng ngắn t/c hạt càng rõ (quang điện, đâm xuyên, phát quang...)

Là hiện tượng vật chất hấp thụ 1 photon và phát ra 1 photon khác

ĐĐ: A/s phát ra có bước sóng dài hơn bước sóng a/s kích thích

Huỳnh quang: HT phát quang tắt ngay sau khi ngưng chiếu sáng kích thích, xảy ra với chất lỏng và chất khí.

Lân quang: HT phát quang còn kéo dài sau khi ngưng chiếu sáng kích thích, xảy ra với chất rắn.

THẦY TRUNGPM

LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG
Thầy TRUNGPM
01686098448

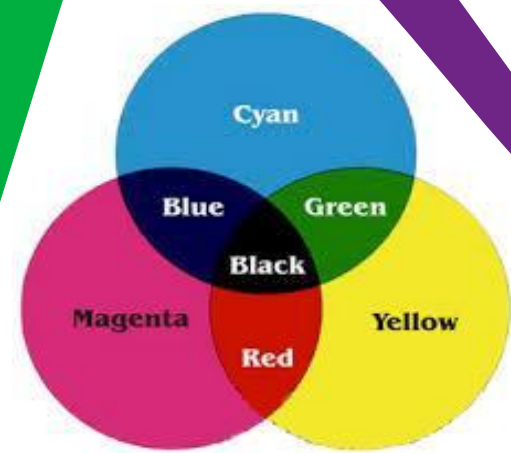
Thuyết lượng tử a/s

HT quang - phát quang

Hấp thụ - p/xạ ánh sáng

Phản xạ a/s

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



Vật trong suốt: không hấp thụ a/s

Vật trong suốt có màu: hấp thụ a/s có chọn lọc

Vật tối: hấp thụ hoàn toàn mọi a/s nhìn thấy.

Vật màu đỏ chiếu a/s trắng cho màu đỏ

Vật màu đỏ chiếu a/s lam hoặc tím cho màu đen.

Hiện tượng

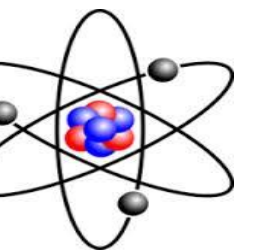
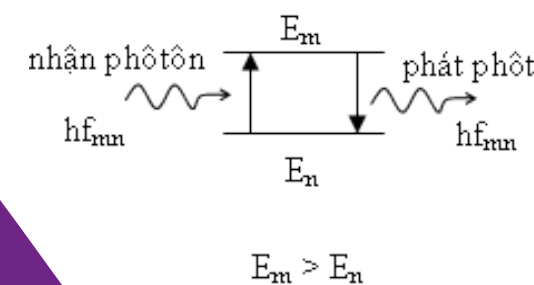
Quang dẫn

Quang trở

Pin quang điện

Mô hình NT: các e c/d xung quanh hạt nhân theo quỹ đạo tròn hoặc elip.

Tiên đề B



THẦY TRUNGPM

Định nghĩa

Đặc điểm

Phân loại

Ứng dụng

Là hiện tượng e trong chất bán dẫn bị bật ra khỏi liên kết tạo thành e dẫn và lỗ trống khi được chiếu sáng thích hợp.

Là hiện tượng giảm điện trở khi được a/s thích hợp chiếu vào.

Là 1 điện trở làm bằng chất quang dẫn.

Có điện trở thay đổi khi được chiếu sáng.

Biến đổi quang năng thành điện năng

Hoạt động dựa trên HT quang điện trong

Hiệu suất thấp khoảng 10%

NT chỉ tồn tại ở trạng thái có E xác định gọi là trạng thái dừng.

Ở trạng thái dừng NT không bức xạ hay hấp thụ năng lượng

Các e c/d trên quỹ đạo xác định gọi là quỹ đạo dừng.

NT chuyển từ $E_{thấp}$ lên E_{cao} hấp thụ photon

NT chuyển từ E_{cao} về $E_{thấp}$ phát xạ photon

Khuyếch đại a/s bằng sự phát xạ cảm ứng.

Tính đơn sắc cao

Tính định hướng cao

Tính kết hợp cao

Có cường độ lớn

Laser khí: He - Ne; CO₂; N₂...

Laser rắn: hồng ngọc (rubi)...

Laser bán dẫn: Ga - Al - As...

Dùng làm dao mổ, định vị, liên lạc, khoan cắt, đo khoảng cách...

THẦY TRUNGPM

Sơ đồ 25: BIỂU THỨC ANHXTANH - TIÊN ĐỀ BO

BÀI TẬP LƯỢNG TỬ
 Thầy TRUNGPM
 01686098448

Các hằng số

- Hằng số Plăng: $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- Vận tốc a/s: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Electron: $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$
- Đơn vị: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

Tia Ronghen (Tia X)

$\lambda_{\min} = \frac{hc}{E_d} = \frac{hc}{eU}$

$E_d = \frac{mv^2}{2} = |e|U$

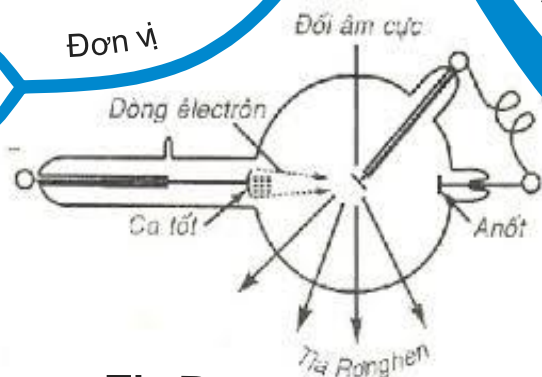
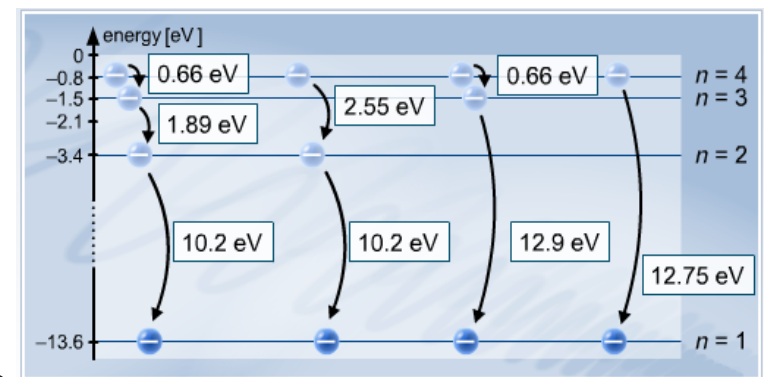
E_d : Động năng của e khi đập vào đối Katốt
 U: Hiệu điện thế giữa Anốt và Katốt

ĐK xảy ra quang điện

$h\nu \geq A$

$\lambda \leq \lambda_0$ (Bước sóng)
 $f \geq f_0$ (Tần số)
 $A = \frac{hc}{\lambda_0}$ (Công thoát)
 $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ (Giới hạn quang điện)

λ ; f : Bước sóng và tần số a/s kích thích
 λ_0 ; f_0 : Bước sóng và tần số giới hạn của vật liệu làm Katốt



Công thức Anhxtanh

Năng lượng Photon: $\epsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = A + W_{d\max} = A + e|U_k|$

Hiệu điện thế hãm: $e|U_k| = W_{d\max} = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \Rightarrow |U_k| = \frac{mv_{0\max}^2}{2e}$

Vận tốc max: $v_{0\max} = \sqrt{\frac{2W_{d\max}}{m}} = \sqrt{\frac{2e|U_k|}{m}} = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)}$

Trong từ trường: $A = W_{a2} - W_{a1} = F.d = e.E.d = eU$
 $F_{kt} = F_{Lorenzo} \Leftrightarrow e.v_0.B = \frac{m.v_0^2}{R} = m.\omega^2.R$

Khi chiếu đồng thời nhiều bức xạ thì U_h tính theo Landamin hoặc f_{\max}
 d: Quãng đường e đi được, (m)
 R: Bán kính quỹ đạo cong của e, (m)
 F: Hợp lực tác dụng lên e, $F = m.a$, (N)

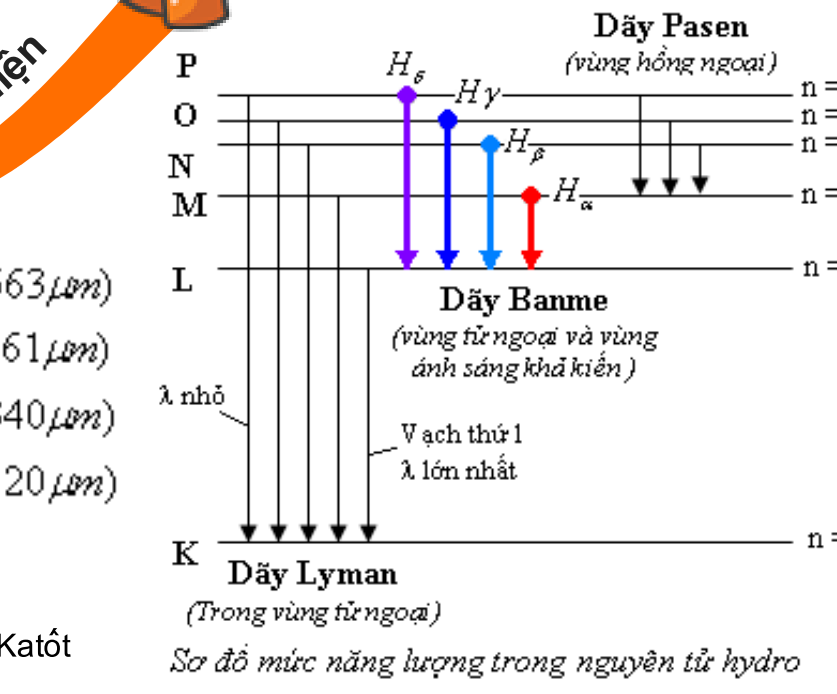
Hiệu suất lượng tử

Số e bật ra: $n_e = \frac{q}{e} = \frac{I_{\text{bật}}.t}{e}$

Số photon tới: $n_p = \frac{P}{\epsilon} = \frac{P.\lambda}{hc}$

Hiệu suất lượng tử: $H = \frac{n_e}{n_p} \cdot 100\%$

I_{bh} : Cường độ dòng quang điện bão hòa, (A)
 P: Công suất của nguồn bức xạ, (W)



Tiên đề Bo

Tiên đề về hấp thụ và phát xạ: $\epsilon = hf_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_m - E_n$

Hằng số Ritbet: $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

Bán kính quỹ đạo dừng thứ n: $r_n = n^2 r_0$

Bán kính Bo: $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

Năng lượng e ở trạng thái dừng n: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$

Xác định bước sóng: $\frac{1}{\lambda_{13}} = \frac{1}{\lambda_{12}} + \frac{1}{\lambda_{23}}$

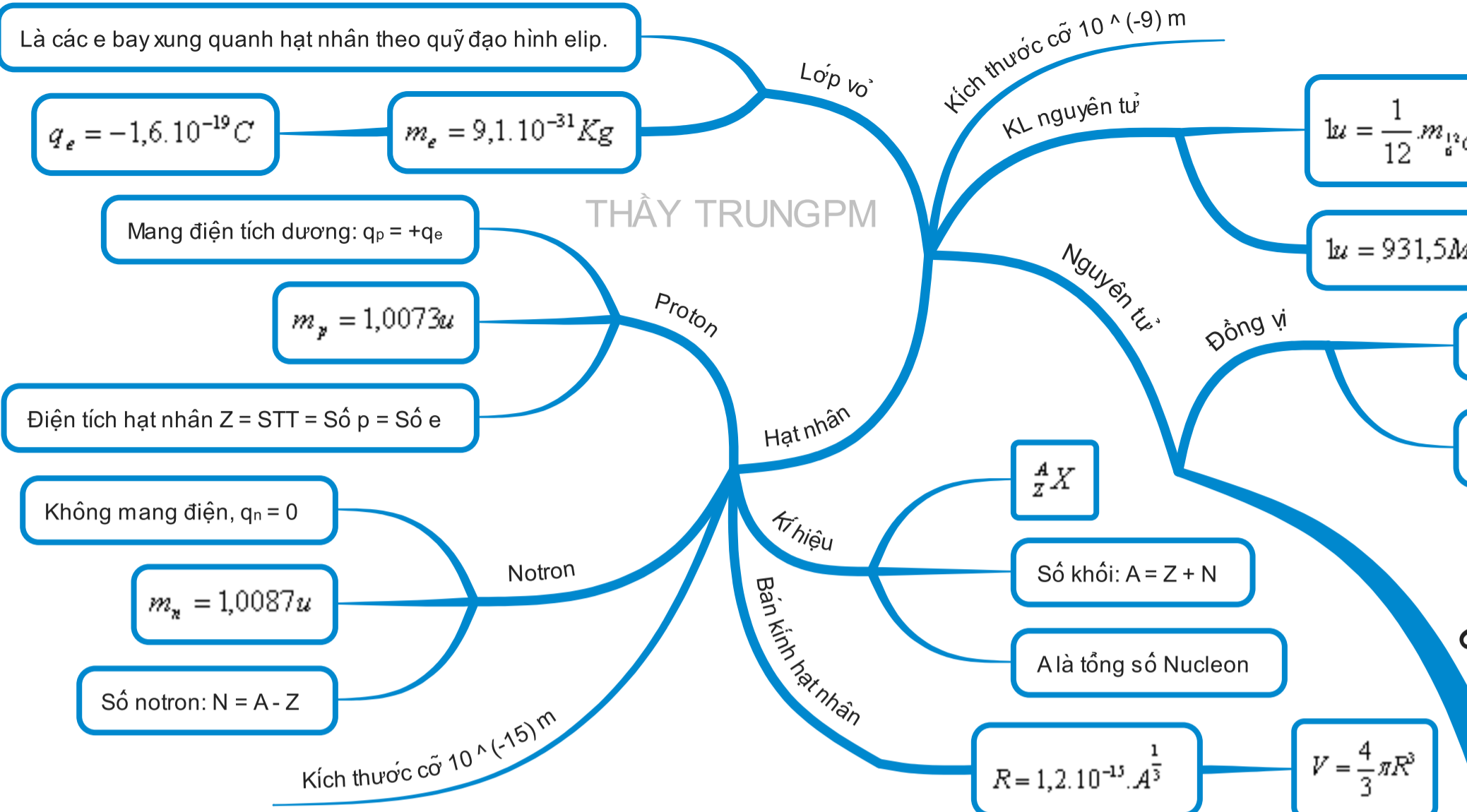
Số vạch phát ra: $N = C_n^2$

nhận photon hf_{mn} \rightarrow E_m \rightarrow E_n \rightarrow phát photon hf_{mn}

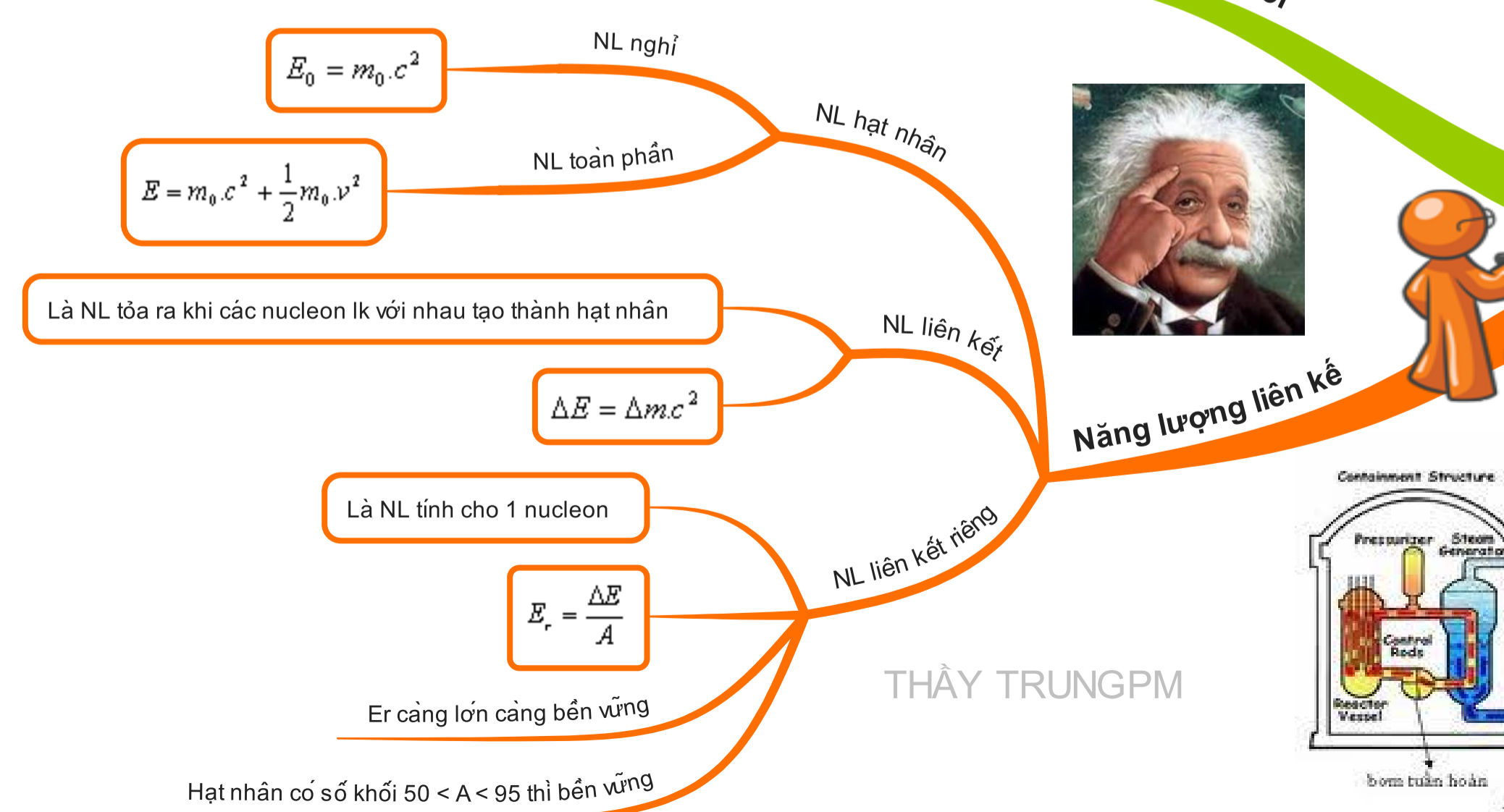
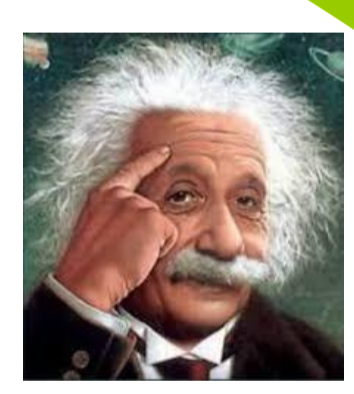
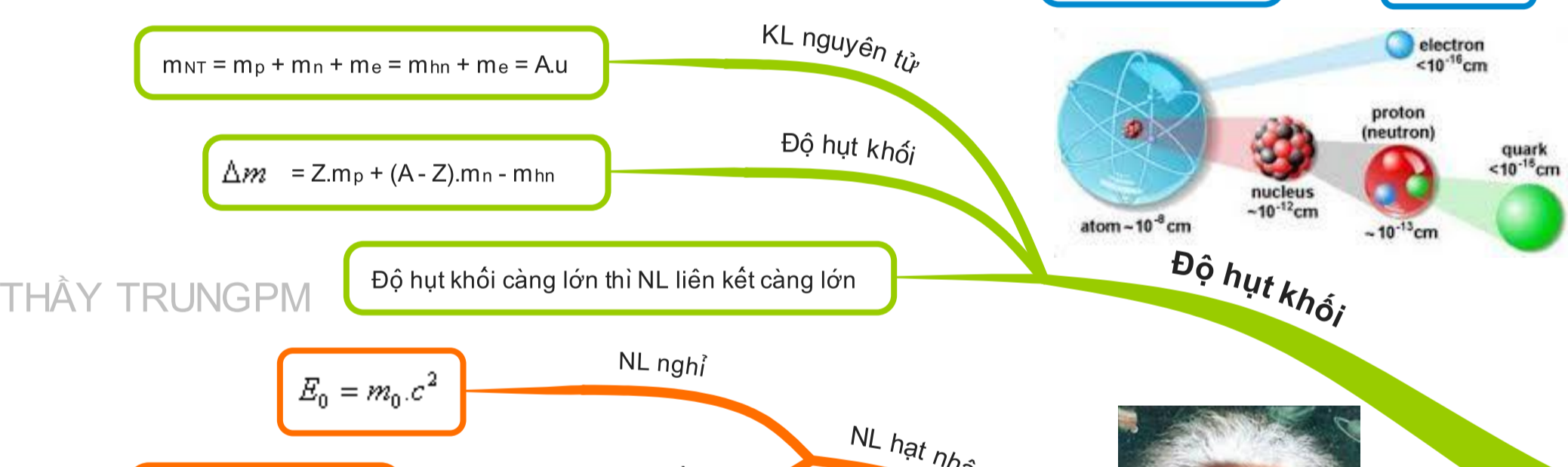
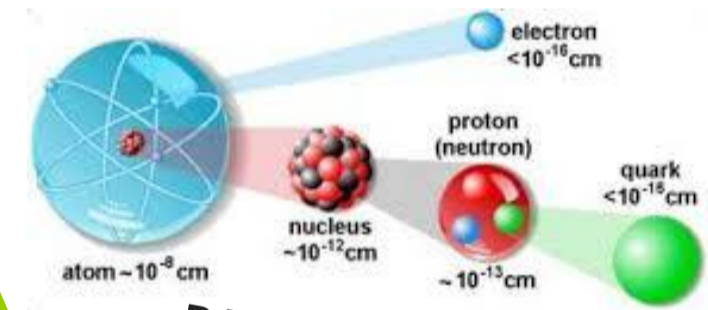
Sơ đồ mức năng lượng trong nguyên tử hydro

Sơ đồ 26: HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

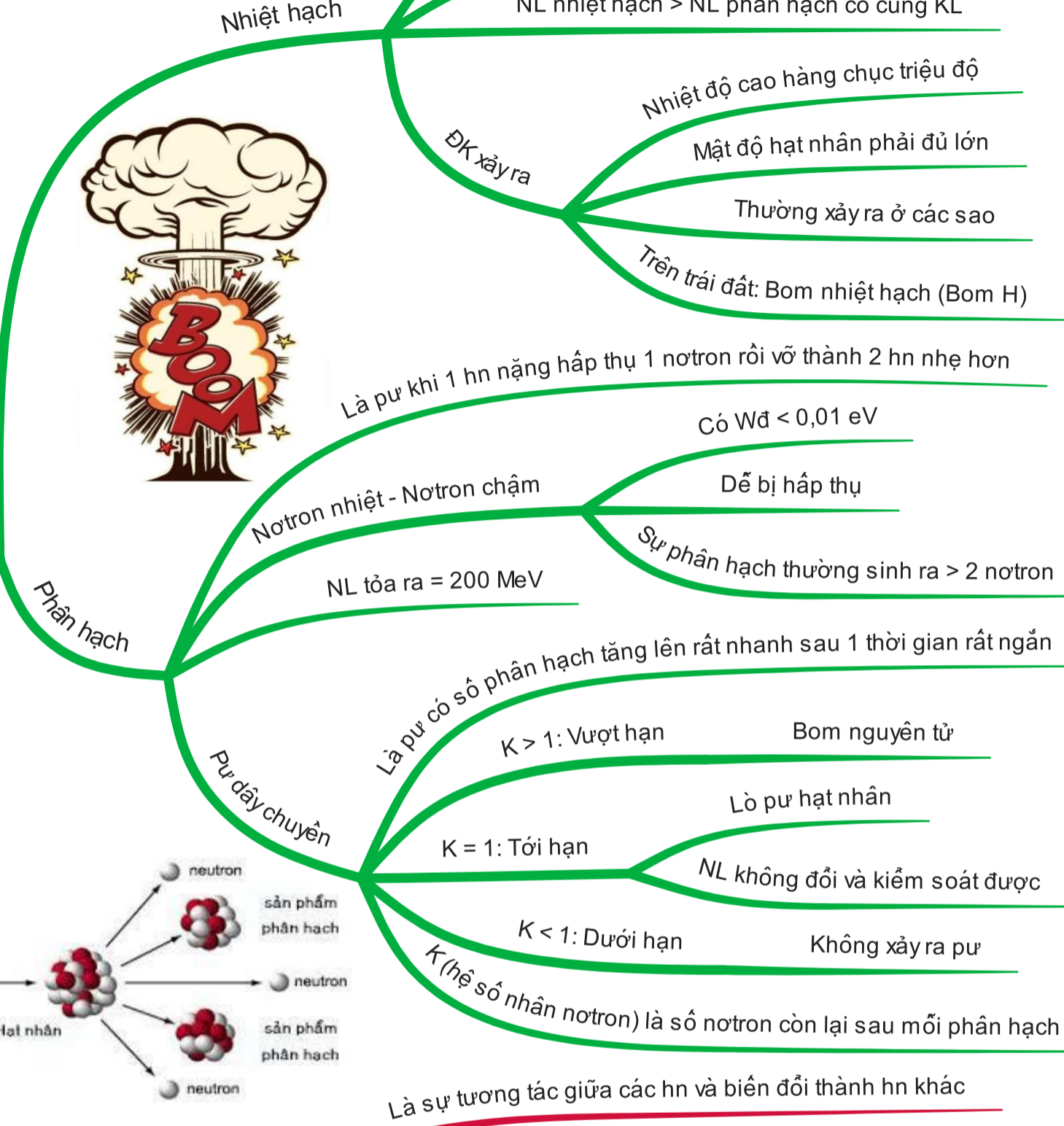
HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ
Thầy TRUNGPM
01686098448



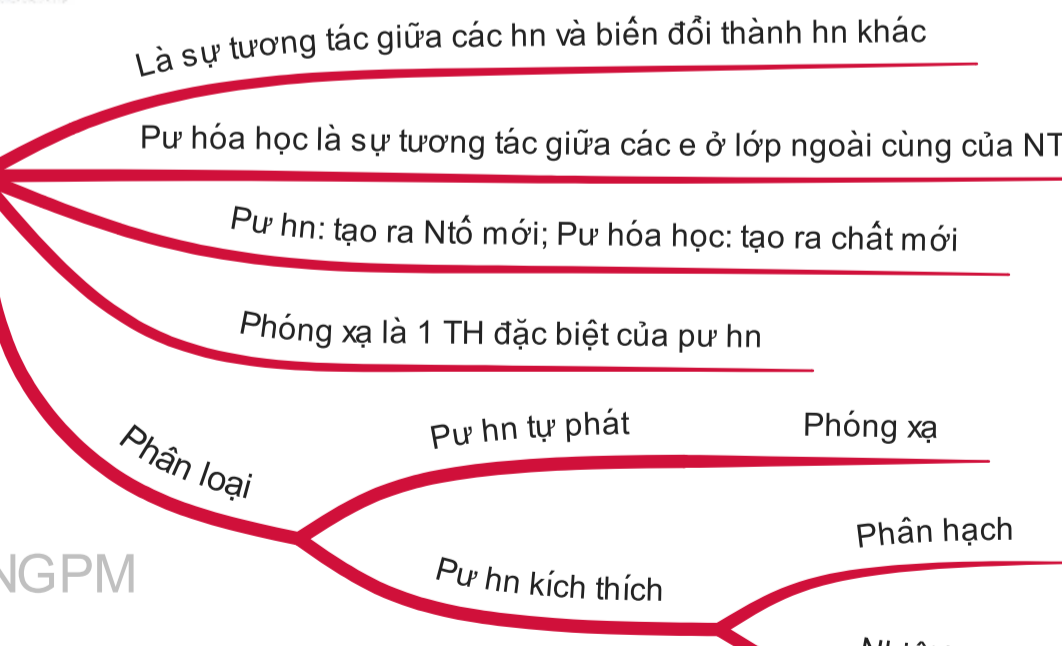
Cấu tạo hạt nhân



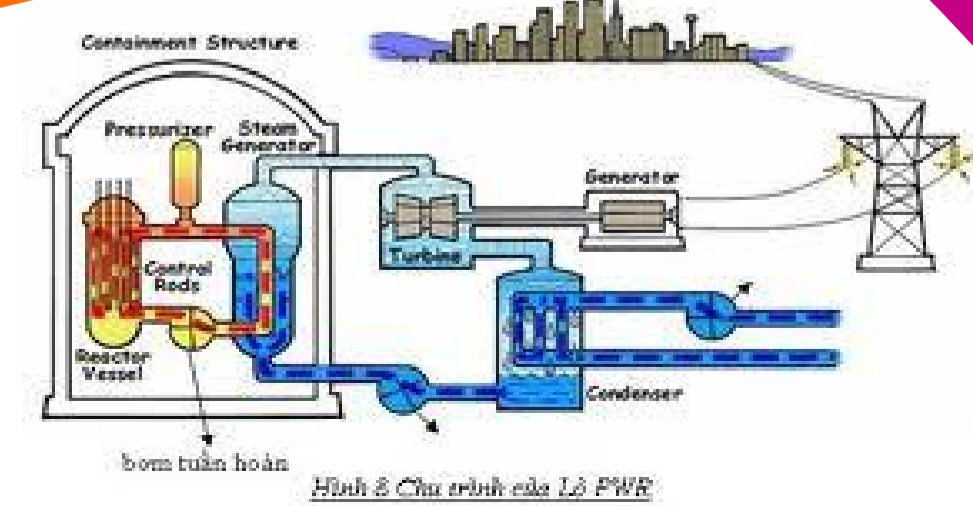
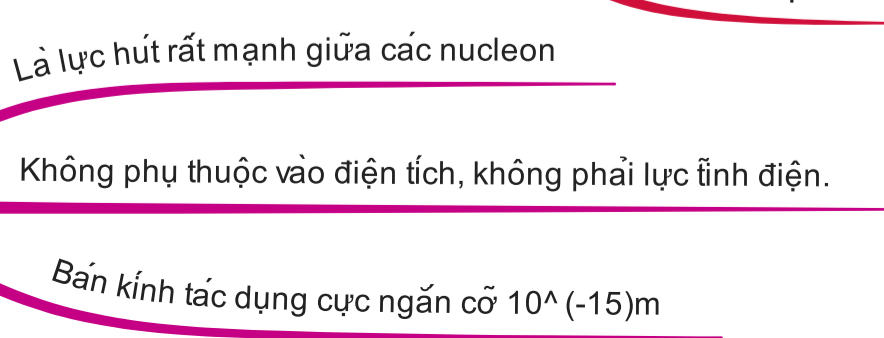
Các loại phản ứng hạt nhân



Pu hạt nhân



Lực hạt nhân



Sơ đồ 27: HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

HT PHÓNG XẠ
Thầy TRUNGPM
01686098448

Khái niệm
Số hn p/xạ giảm theo thời gian với quy luật hàm mũ có số mũ âm

Đặc điểm
Là 1 quá trình biến đổi hn
Tự phát, không điều khiển được
Ngẫu nhiên, không chịu tác động của bên ngoài
Landa là hằng số p/xạ, nó đặc trưng cho mỗi chất p/xạ
Chu kì bán rã T là khoảng thời gian mà số lượng hn giảm 50%

Định luật phóng xạ

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

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

Độ phóng xạ
Đặc trưng cho tính p/xạ mạnh hay yếu của chất p/xạ
$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$$

$$N = m \frac{N_A}{A}$$

$$\Delta N = N_0 \cdot (1 - \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}})$$

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

Các ĐL bảo toàn

Bảo toàn số nucleon (A) $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

Bảo toàn điện tích (Z) $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

Bảo toàn động lượng (P) $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4$

Bảo toàn năng lượng (E) $E_1 + E_2 = E_3 + E_4$
 $(m_1 + m_2)c^2 + K_1 + K_2 = (m_3 + m_4)c^2 + K_3 + K_4$

Phóng xạ gamma

Là sóng điện từ có bước sóng ngắn $< 10^{-11}m$

Là chùm photon có năng lượng cao

Không bị lệch trong điện trường và từ trường

Đi được vài m trong bê tông và vài cm trong chì

Phóng xạ alpha

Nguyên tử phóng xạ

Năng lượng

Hạt cơ bản

Phóng xạ beta -

Phóng xạ beta +

Tính chất giống nhau

Là h/tn không bền tự phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến thành hn khác

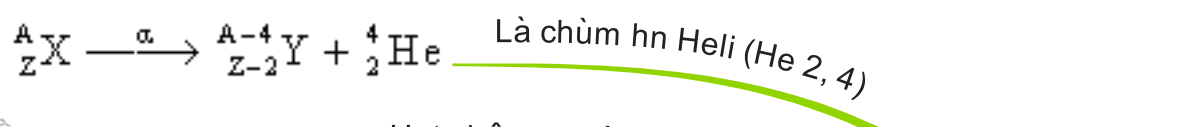
Do các nguyên nhân bên trong gây ra

Không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài như nhiệt độ, áp suất, xúc tác...

Tỏa năng lượng

Xảy ra ngẫu nhiên, không điều khiển được

$A (Mẹ) \rightarrow B (Phóng\ xạ) + C (Con)$



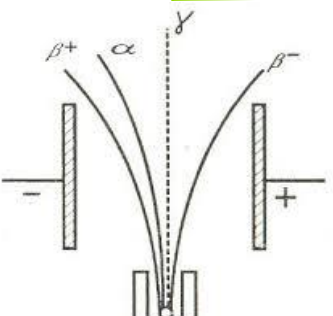
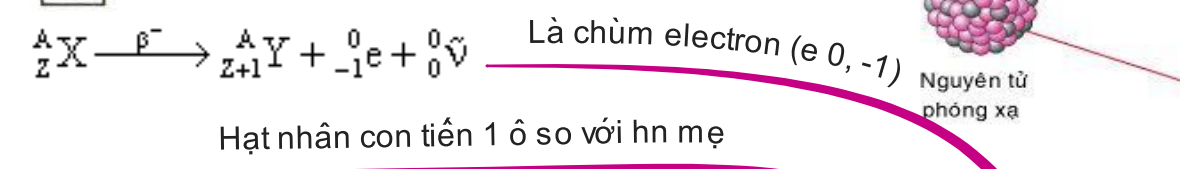
THẦY TRUNGPM Hạt nhân con lùi 2 ô so với hn mẹ

Bị lệch trong điện trường và từ trường (Lệch về bản âm)

Làm ion hóa không khí, mất NL nhanh

Đi được 8cm trong không khí

Vận tốc khoảng $2 \cdot 10^7$ m/s

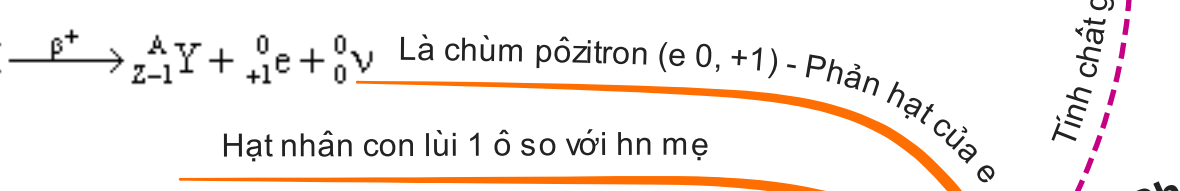



Bị lệch trong điện trường và từ trường (Lệch về bản dương)

Làm ion hóa không khí nhưng yếu hơn p/xạ He

Đi được vài m trong không khí, vài mm trong kim loại

Vận tốc bằng vận tốc a/s trong chân không



Bị lệch trong điện trường và từ trường (Lệch về bản âm)

- $\alpha \Leftrightarrow {}^4_2 He$
 - $\beta^+ \Leftrightarrow {}^0_1 e$
 - $\beta^- \Leftrightarrow {}^0_{-1} e$
 - $\gamma (gamma) \Leftrightarrow \nu$
 - Proton $\Leftrightarrow {}^1_1 p$
 - Noton $\Leftrightarrow {}^1_0 n$
- ${}^A_Z X (hatnhanme) \xrightarrow{Phong\ xạ} {}^A_{Z'} Y (hatnhancon)$

Sơ đồ 28: BÀI TẬP HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

N_0, m_0, H_0 : số hn, khối lượng hn, độ phóng xạ ban đầu
 N_t, m_t, H_t : số hn, khối lượng hn, độ phóng xạ tại thời điểm t
T: chu kỳ bán rã (s)
 ΔN : Số NT bị phân rã = Số NT tạo thành
 Δm : Khối lượng NT bị phân rã

Chú ý: Không có ĐL bảo toàn KL
Để tính KL chất tạo thành phải tính số NT tạo thành trước

BT HẠT NHÂN NT
Thầy TRUNGPM
01686098448

Các hằng số

- $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$
- Số Avogadro: $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ hạt/mol}$
- $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$
- $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- Curi: $1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$
- Béccoren: $1\text{Bq} = 1 \text{ phân rã}/1\text{s}$

Cấu tạo hạt nhân

- Lớp vỏ**
 - $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 - $m_e = 0,0006\text{u}$
- Proton**
 - Mang điện tích dương: $q_p = +q_e$
 - $m_p = 1,0073\text{u}$
- Notron**
 - Không mang điện, $q_n = 0$
 - $m_n = 1,0087\text{u}$
- Bán kính hạt nhân**
 - Điện tích hạt nhân $Z = \text{STT} = \text{Số p} = \text{Số e}$
 - Số notron: $N = A - Z$
 - $V = \frac{4}{3} \pi R^3$
 - $R = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{\frac{1}{3}}$

Độ hụt khối

- KL nguyên tử**
 $m_{NT} = m_p + m_n + m_e = m_{hn} + m_e = A\text{u}$
- Độ hụt khối**
 $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{hn}$

Năng lượng liên kết

- NL nghỉ**
 $E_0 = m_0 \cdot c^2$
- NL toàn phần**
 $E = m_0 \cdot c^2 + \frac{1}{2} m_0 \cdot v^2$
- NL liên kết**
 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$
- NL liên kết riêng**
 $E_r = \frac{\Delta E}{A}$

Thuyết tương đối Anhtanh

- KL tăng**
 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
- Thời gian giảm**
 $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
- Chiều dài giảm**
 $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Định luật phóng xạ

ΔN : số xung ứng với t_1
 $\Delta N'$: số xung ứng với t_2

V: Thể tích ban đầu ứng với H_0
v: Thể tích lấy ra ứng với H

$$V = \frac{H_0 v}{He^{-\lambda t_0}}$$

M_0 : Tổng KL các chất trước phản ứng
 M : Tổng KL các chất sau phản ứng
Nếu đề cho độ hụt khối thì phải đổi dấu khi tính delta M

Pư hạt nhân

- Chú ý:** Bài toán va chạm áp dụng ĐL bảo toàn NL và động lượng
- $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4$
- $Q + K_1 + K_2 = K_3 + K_4$
- Bài toán va chạm: ${}^A_{Z_1} X_1 + {}^A_{Z_2} X_2 \rightarrow {}^A_{Z_3} X_3 + {}^A_{Z_4} X_4$
- X1 đứng yên: $\frac{m_4}{m_3} = \frac{K_3}{K_4} = \frac{v_3}{v_4}$
- X3, X4 cùng động năng: $p_1 = 2p_3 \cdot \cos \alpha = 2p_4 \cdot \cos \alpha$
- X3 bay cùng hướng X4: $\begin{cases} m_1 v_1 = m_3 v_3 + m_4 v_4 \\ \frac{m_3}{m_4} = \frac{K_3}{K_4} \end{cases}$
- X3 bay vuông góc X4: $\begin{cases} m_1 K_1 = m_3 K_3 + m_4 K_4 \\ p_1^2 = p_3^2 + p_4^2 \end{cases}$

- Số NT trong m(g)**
 $N = m \frac{N_A}{A}$ (A: Số khối của NT)
- Hằng số p/xạ**
 $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$
- Số NT còn lại**
 $N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ ($N_t \approx N_0 \cdot (1 - \lambda t)$)
- Số NT bị phân rã**
 $\Delta N = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t})$ ($\Delta N \approx N_0 \cdot \lambda t$)
- KL NT còn lại**
 $m = m_0 e^{-\lambda t} = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ ($m_t \approx m_0 \cdot (1 - \lambda t)$)
- KL bị phân rã**
 $\Delta m = m_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t})$ ($\Delta m \approx m_0 \cdot \lambda t$)
- Độ phóng xạ**
 $H = H_0 e^{-\lambda t} = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ ($H = \lambda \cdot N$, $H_0 = \lambda \cdot N_0$)
- Tính thời gian (tuổi)**
 $e^{-\lambda t} = \frac{m}{m_0} = \frac{N}{N_0}$ ($t = \frac{T}{\ln 2} \ln \left(1 + \frac{A_{me} m_{con}}{A_{con} m_{me}} \right)$)
- Máy đếm xung**
 $\frac{\Delta N}{\Delta N'} = e^{\lambda t_0} \cdot \frac{1 - e^{-\lambda t_1}}{1 - e^{-\lambda t_2}}$ ($t = \frac{T}{\ln 2} \ln \left(1 + \frac{N_{con}}{N_{me}} \right)$)
- Tần số máy xiclotron**
 $f = \frac{|q|B}{2\pi m}$

- Khối lượng**
 $\Delta M = M_0 - M$ (> 0 : Tỏa NL, < 0 : Thu NL)
- Năng lượng**
 $Q = \Delta M \cdot c^2 \text{ (J)}$ ($\Delta M \cdot 931,5 \text{ (MeV)}$)
- Động lượng p = m.v**
 $p^2 = 2m \cdot K$ (q: Năng suất tỏa nhiệt (J/Kg), C: Nhiệt dung riêng (J/Kg.Độ))
- Nhiệt lượng**
 $Q = q \cdot m = m \cdot C \cdot \Delta t^0$
- Tổng NL tiêu thụ**
A = Ptoàn phần . t
- Hiệu suất nhà máy**
 $H = \frac{P_i}{P_T}$
- Delta E: NL tỏa ra trong 1 phân hạch (J)**
Số phân hạch: $\Delta N = \frac{A}{\Delta E} = \frac{P_T \cdot t}{\Delta E}$