



LỚP
12

Chương II: **SÓNG VÀ SÓNG ÂM**

Chủ đề:

SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG



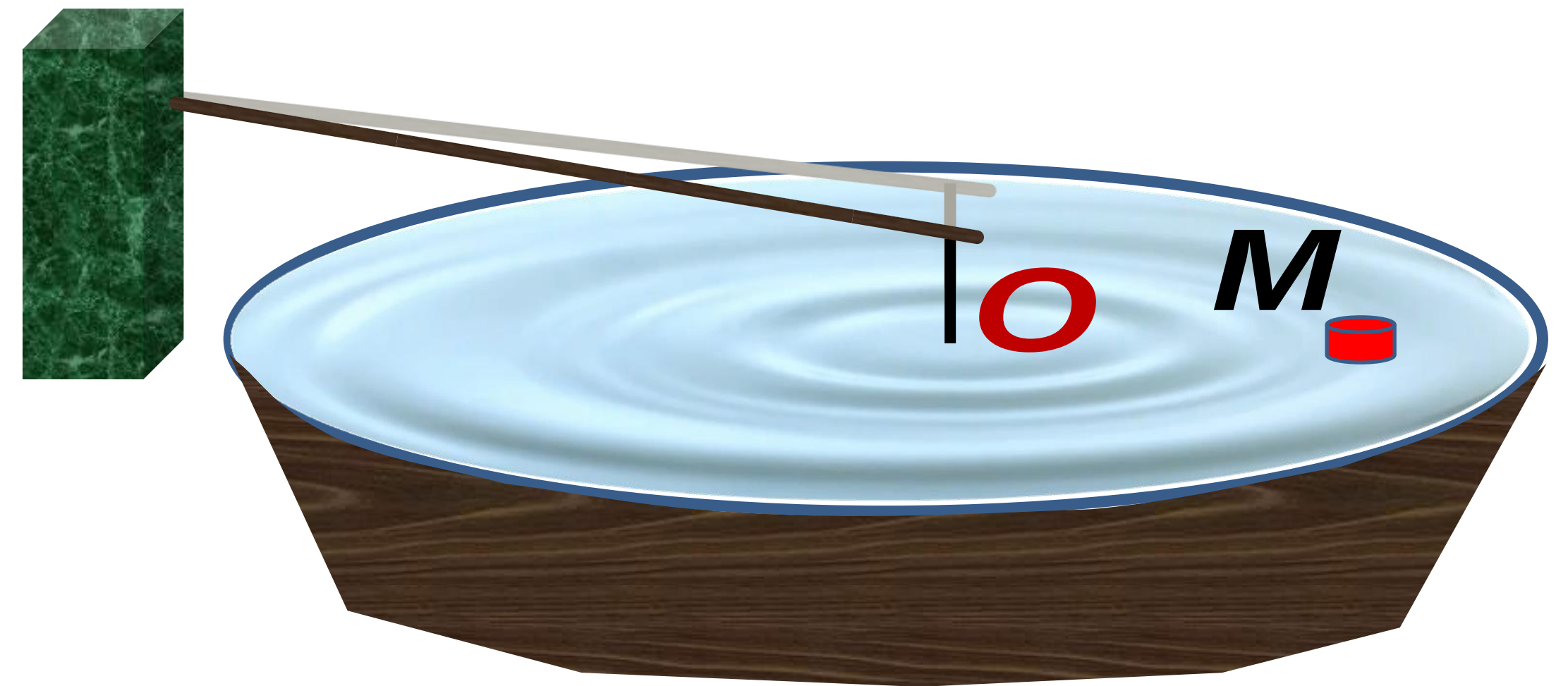
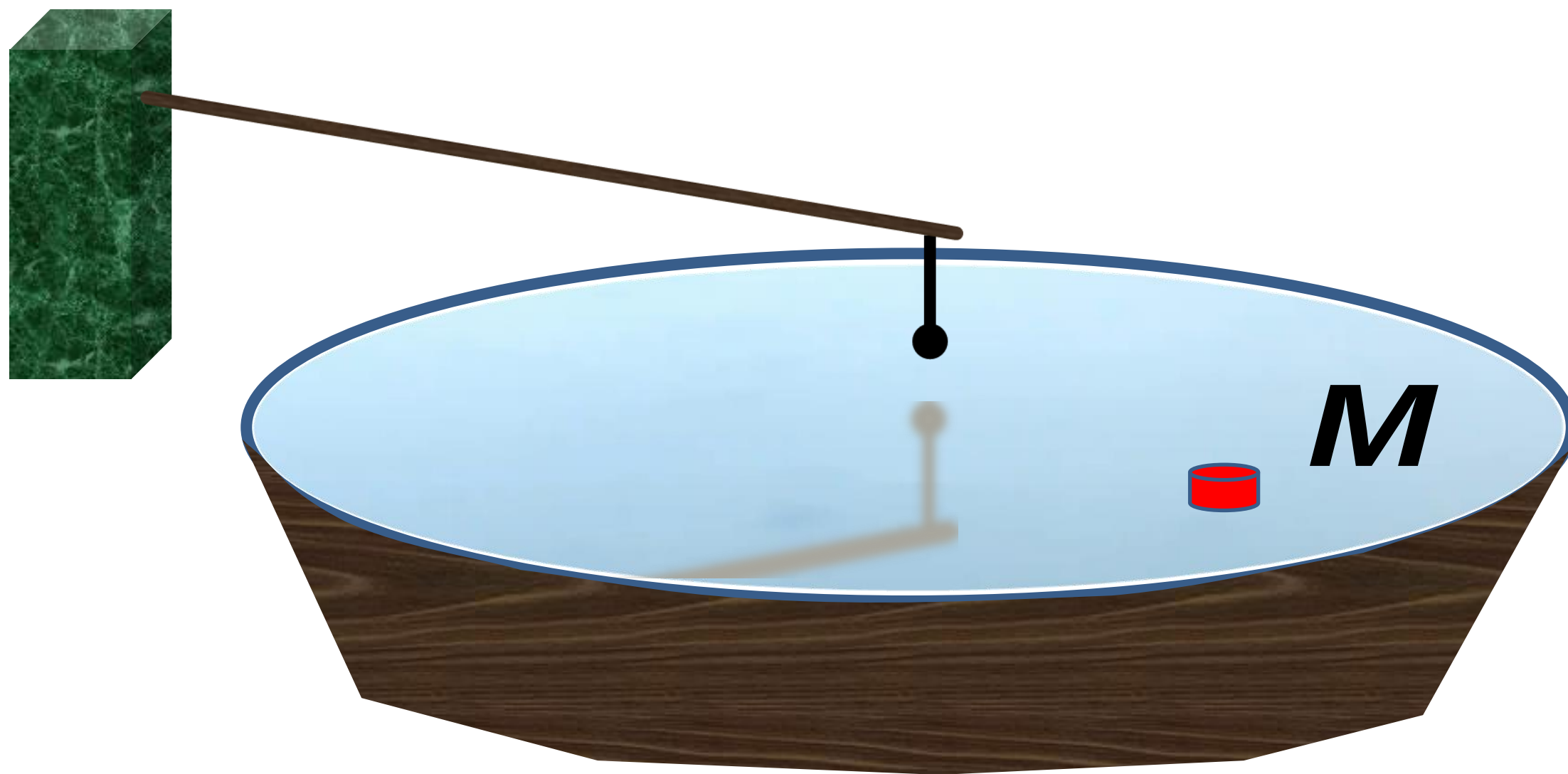
NỘI DUNG BÀI HỌC

I**SÓNG CƠ****II****GIAO THOA SÓNG****IV****BÀI TẬP VẬN DỤNG**

I SÓNG CƠ

1 *Thí nghiệm*

Một thanh thép mỏng, đàn hồi một đầu kẹp chặt, đầu kia gắn một mũi nhọn gọi là cần rung. Bên dưới có chậu nước rộng.



Vậy dao động tại **O** được truyền qua nước tới **M**. Ta nói đã có sóng trên mặt nước và **O** là nguồn.



LỚP
12

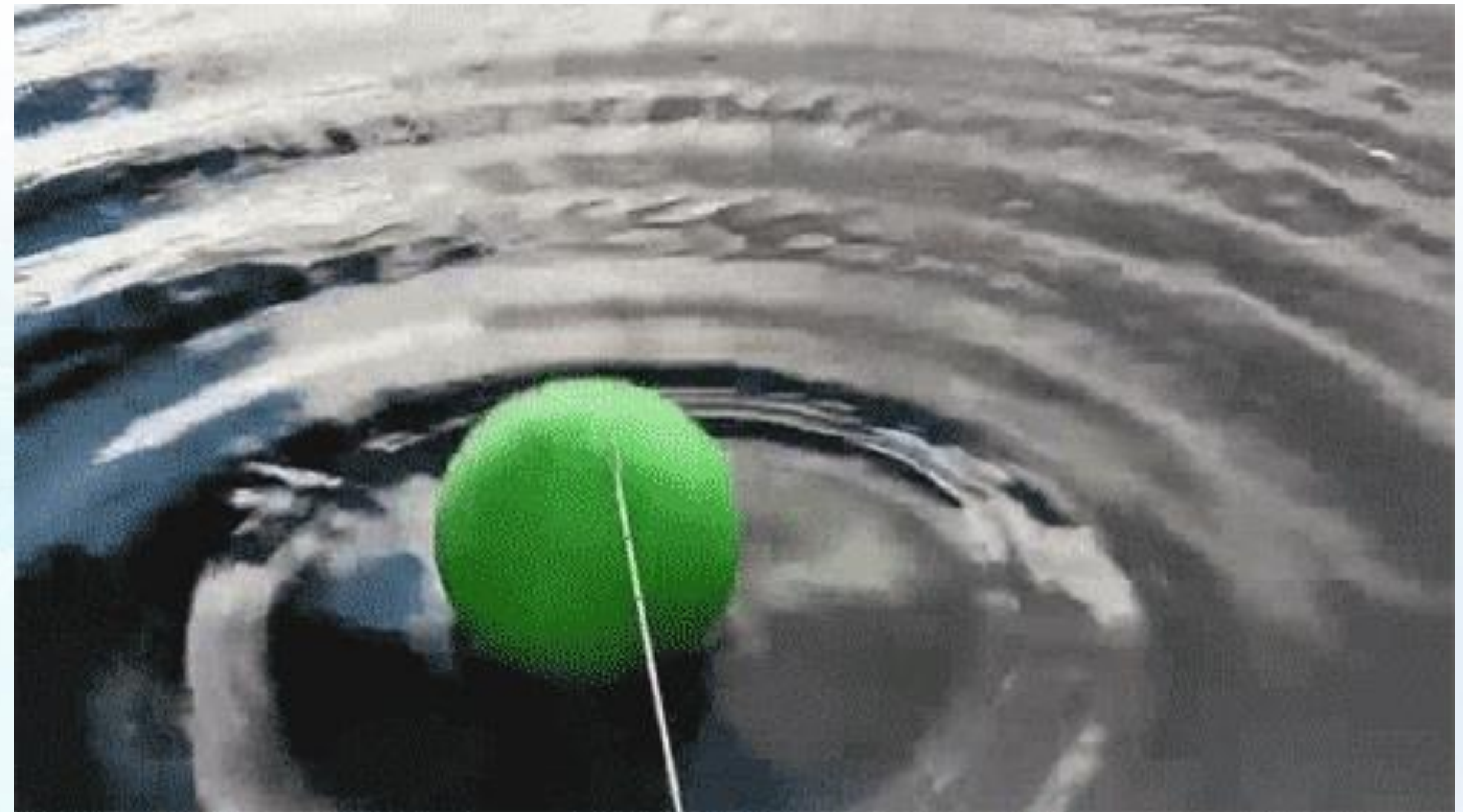
CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

2 Định nghĩa

Sóng cơ là dao động cơ
lan truyền trong
một môi trường.



! CHÚ Ý

Sóng nước truyền theo mọi phương trên mặt nước với cùng tốc độ v .



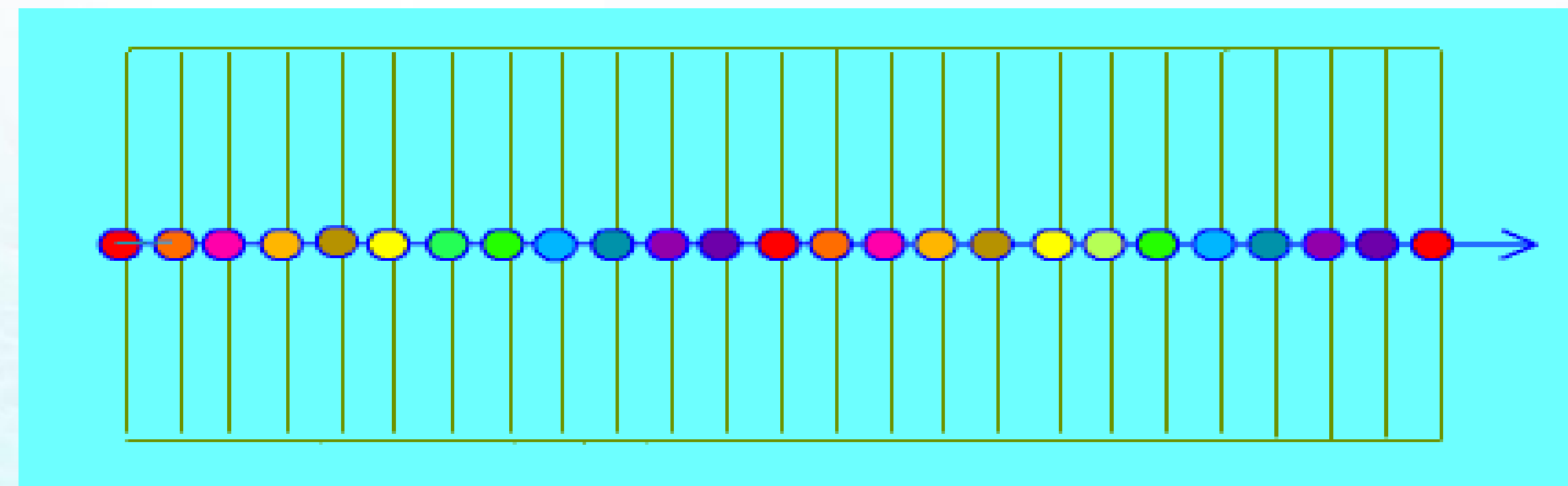
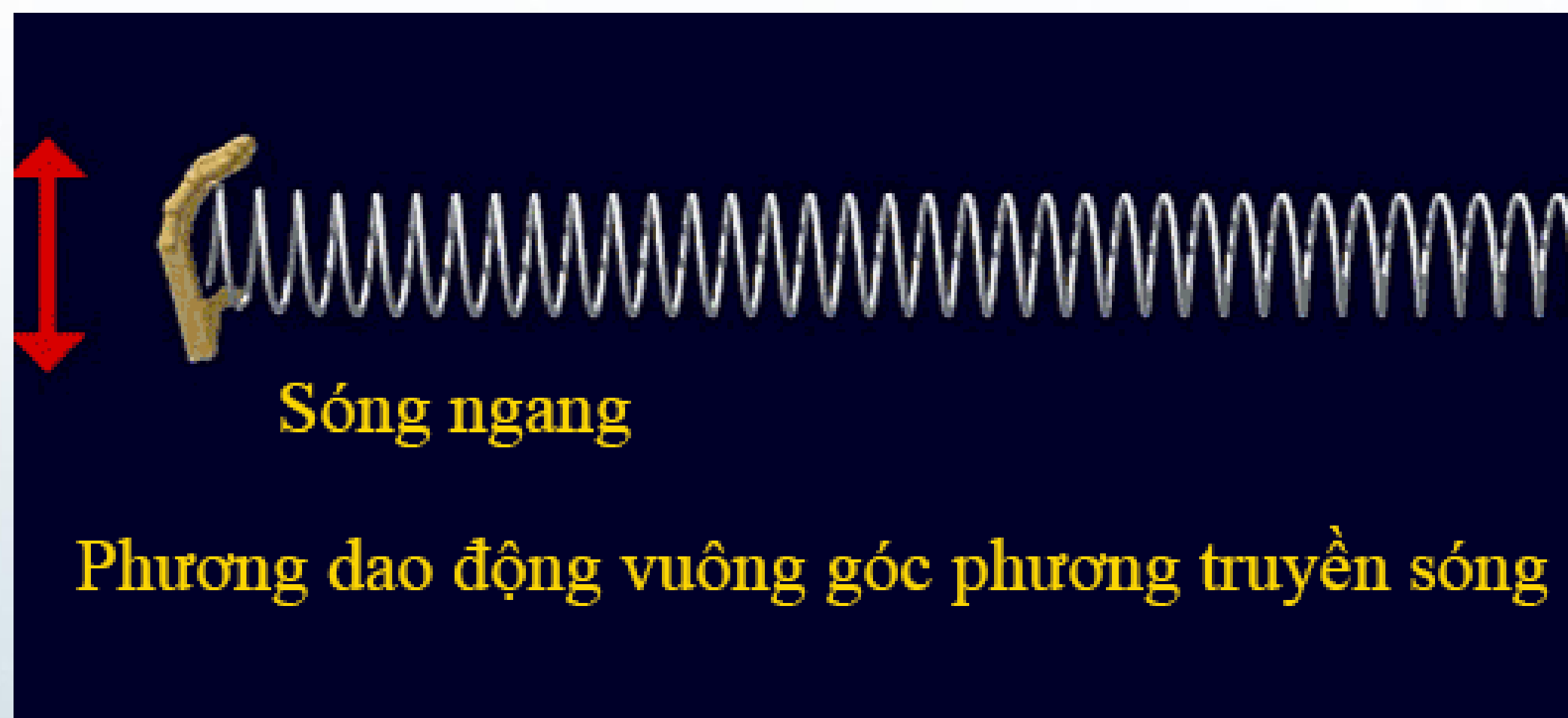
LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

3 *Phân loại sóng cơ*



Sóng ngang có phương dao động của các phân tử môi trường **vuông góc** với phương truyền sóng.

! CHÚ Ý

Sóng ngang chỉ truyền được trong chất rắn, trong trường hợp đặc biệt sóng ngang truyền trên mặt nước.



LỚP
12

CHƯƠNG II

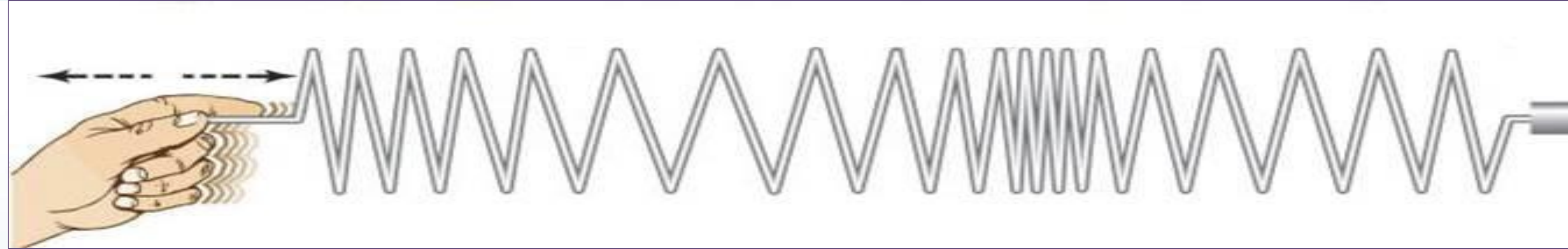
Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I

SÓNG CƠ

3

Phân loại sóng cơ



Sóng dọc

Phương dao động trùng với phương truyền sóng

Sóng dọc có phương dao động của các phân tử môi trường **trùng** với phương truyền sóng.



CHÚ Ý

- » Sóng dọc truyền được trong chất khí, lỏng, rắn.
- » Sóng cơ **không** truyền được trong chân không.

I

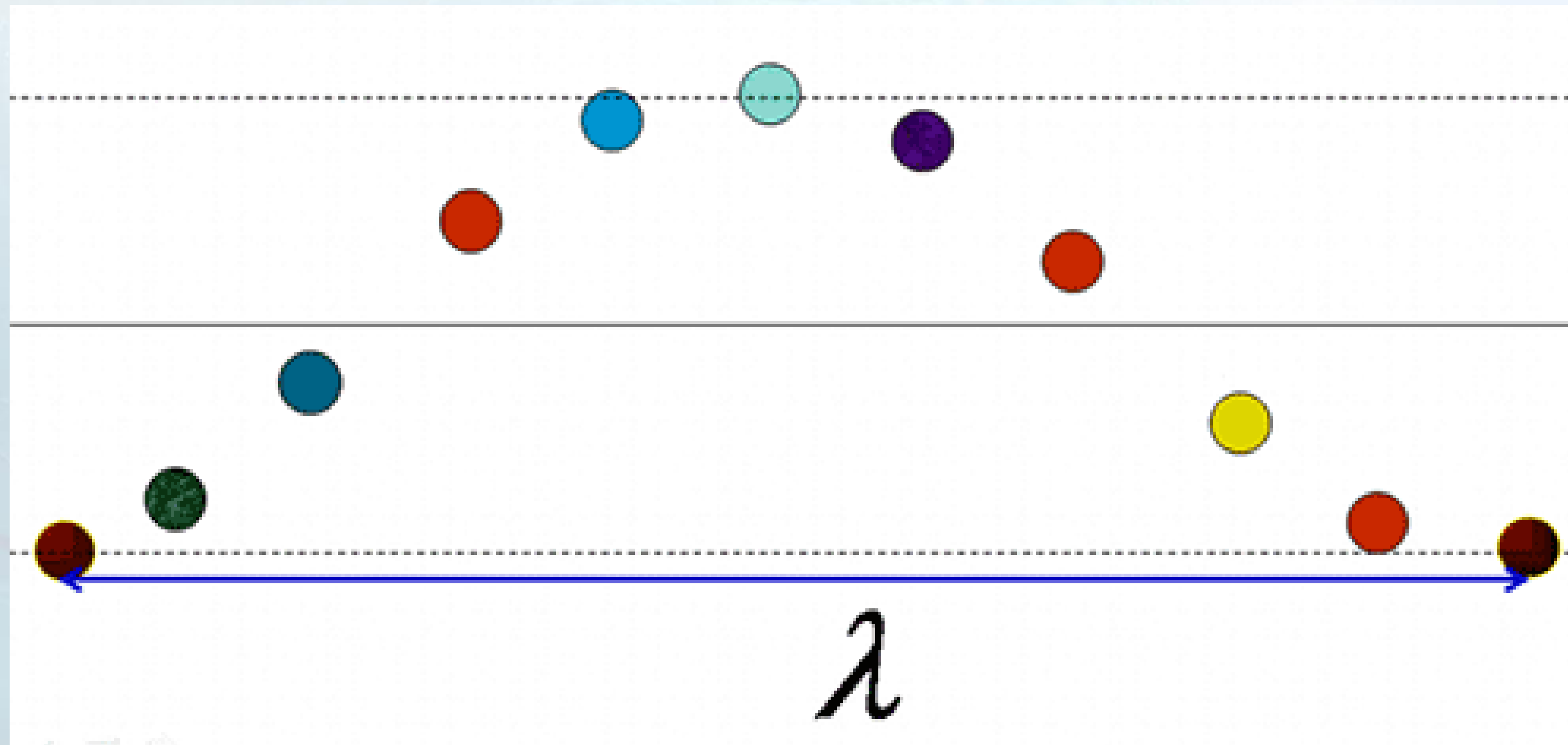
SÓNG CƠ

4

Các đặc trưng của một sóng hình sin

Sự truyền sóng cơ: nhờ lực liên kết giữa các phần tử trong môi trường

→ phần tử cạnh nguồn sẽ giao động nhưng trể pha.





LỚP
12

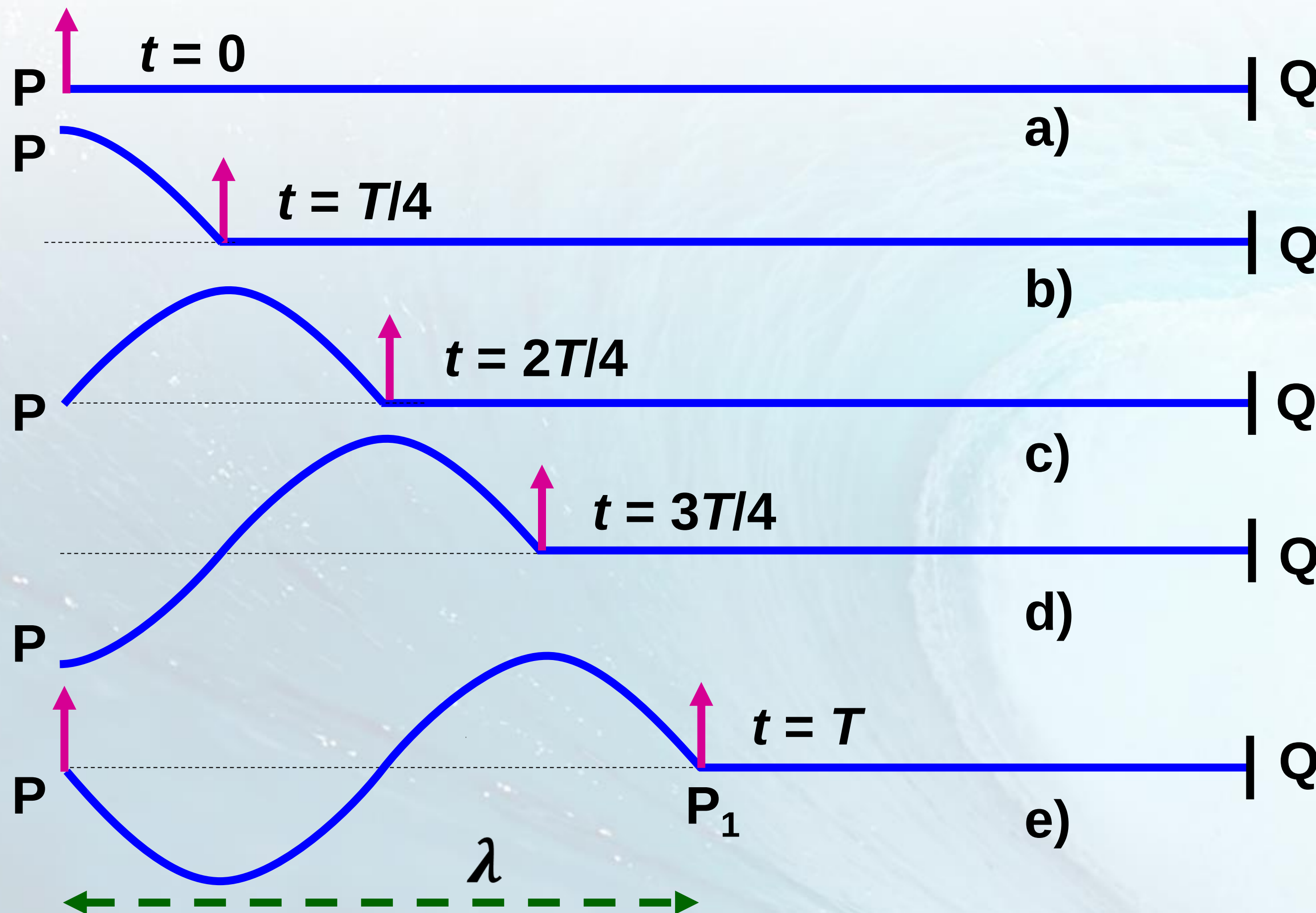
CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

4 Các đặc trưng của một sóng hình sin

Dùng một sợi dây dài, mềm, căng ngang, đầu Q cố định, đầu P gắn vào cần rung.



Ta thấy sau thời gian một chu kỳ (T) dao động của P. Dao động tại P đã truyền đến P_1 cách P một đoạn:

$PP_1 = \lambda = vT$ và P_1 dao động hoàn toàn giống P. Dao động từ P_1 tiếp tục lan xa hơn, ta được một **sóng hình sin**.



LỚP
12

CHƯƠNG II

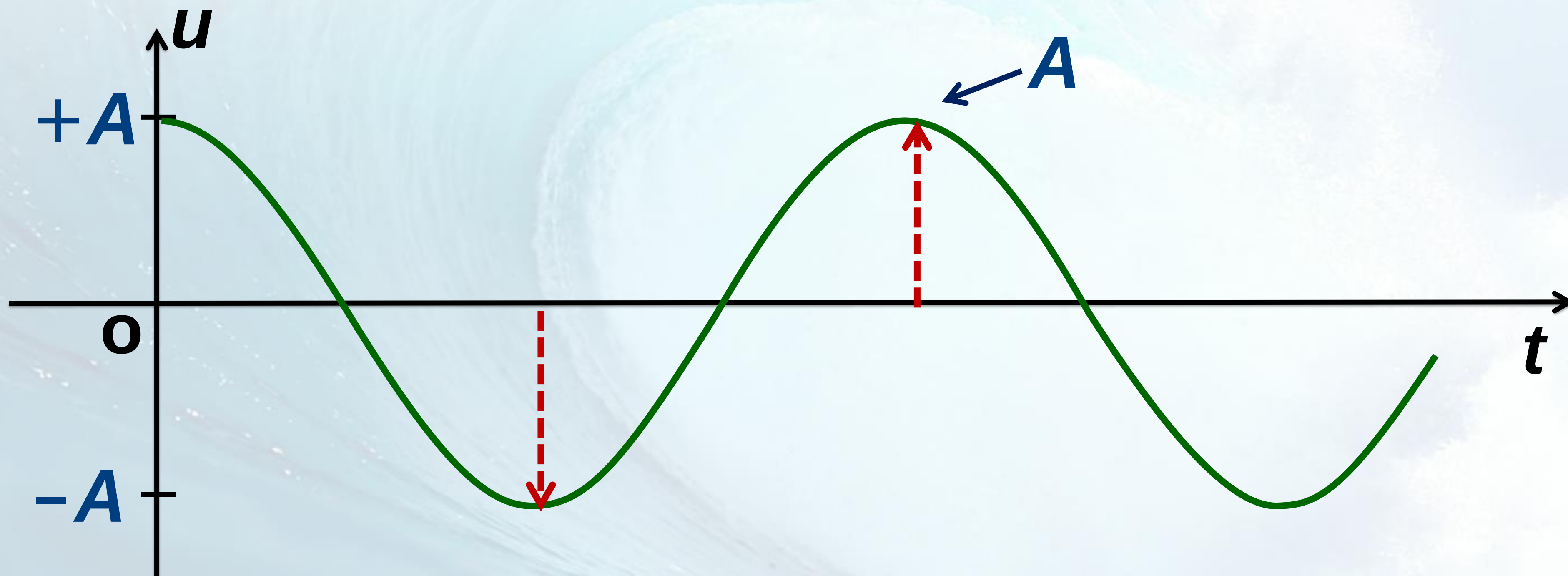
Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

4 Các đặc trưng của một sóng hình sin

a) Biên độ sóng

Là biên độ dao động của các phần tử vật chất của môi trường có sóng truyền qua.





LỚP
12

CHƯƠNG II

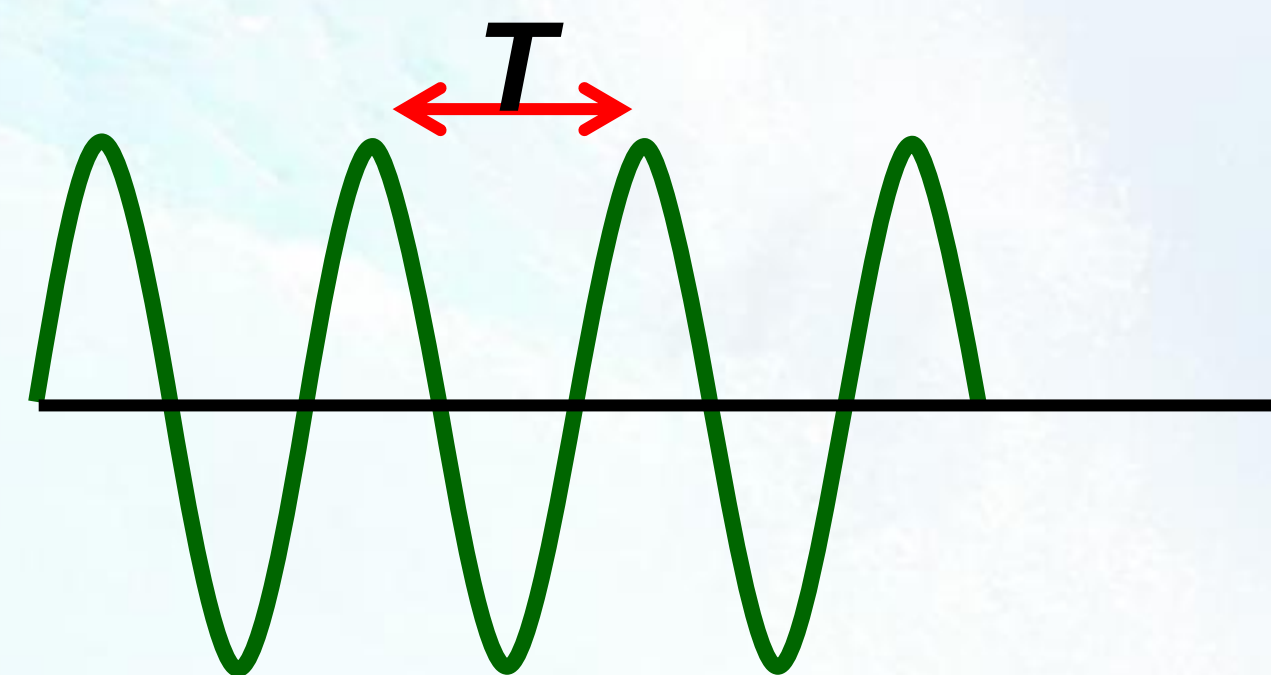
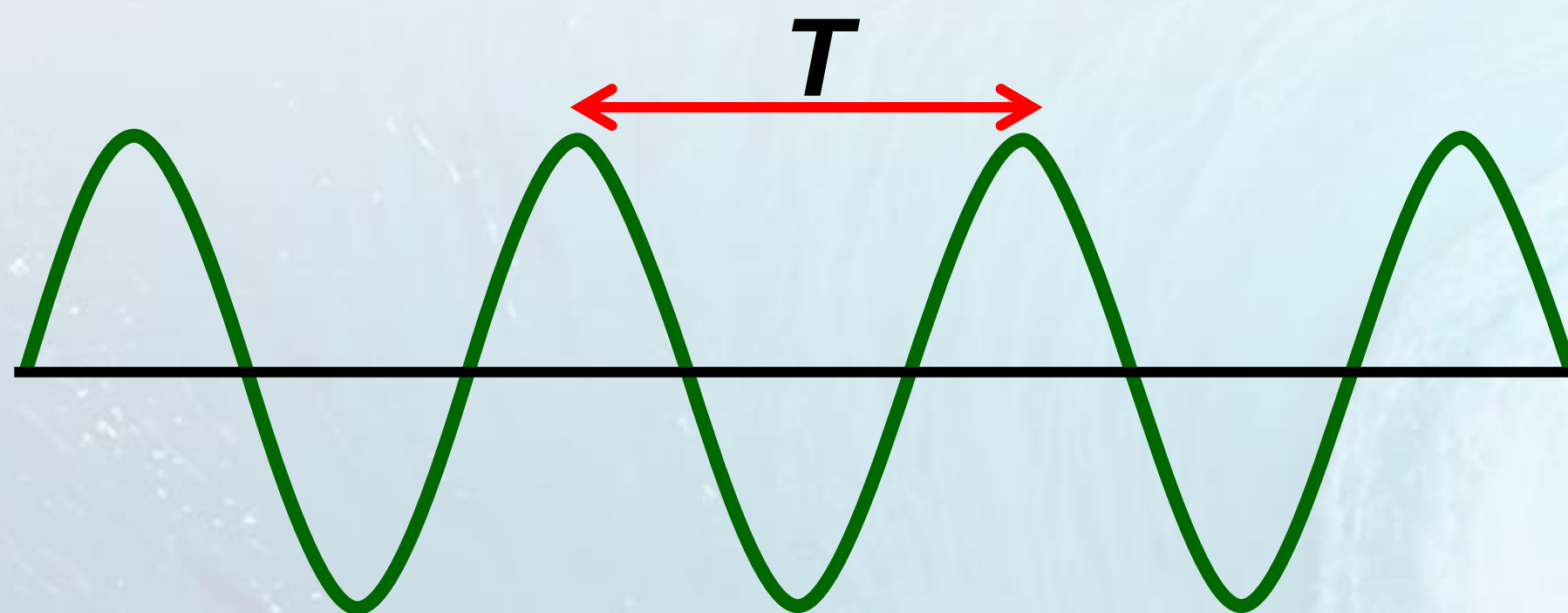
Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

4 Các đặc trưng của một sóng hình sin

b) Chu kỳ, tần số sóng

Chu kỳ T là chu kỳ dao động của các phần tử vật chất của môi trường có sóng truyền qua và bằng chu kỳ của nguồn (không đổi khi truyền qua các môi trường).



Tần số f là đại lượng nghịch đảo của chu kỳ (không đổi khi truyền qua các môi trường).

$$f = \frac{1}{T}$$



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

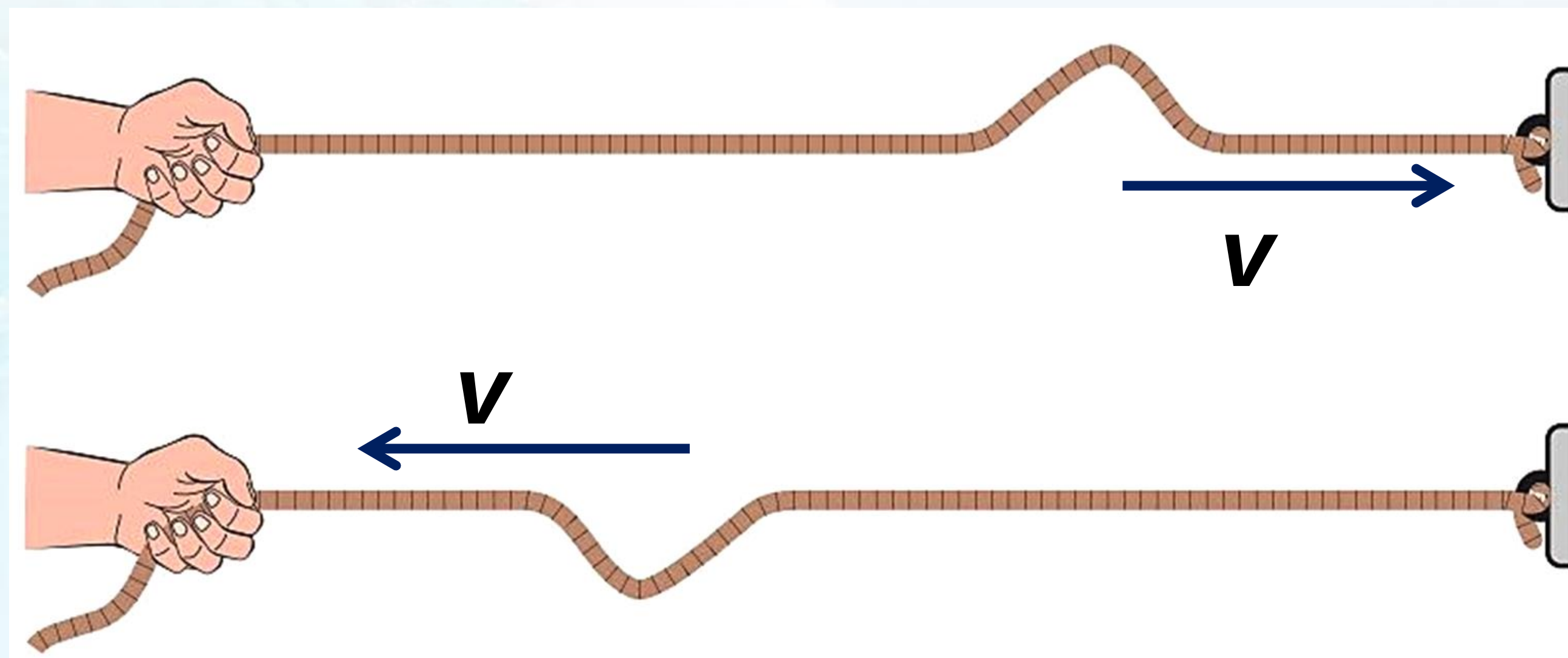
I SÓNG CƠ

4 Các đặc trưng của một sóng hình sin

c) Tốc độ truyền sóng (v)

Là tốc độ lan truyền dao động trong môi trường.
Trong một môi trường v không đổi.

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





LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

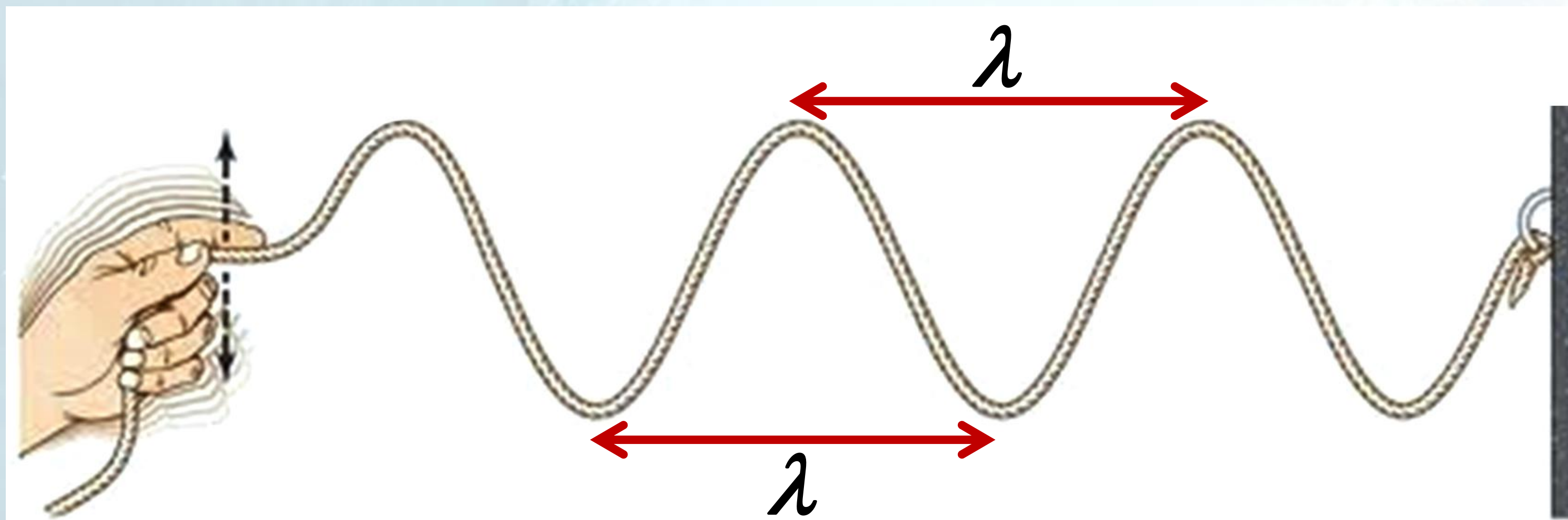
I SÓNG CƠ

4 Các đặc trưng của một sóng hình sin

d) Bước sóng (λ)

Là quãng đường sóng truyền trong một chu kỳ. Hai phần tử cách nhau một bước sóng thì dao động đồng pha (cùng pha).

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





LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I

SÓNG CƠ

4

Các đặc trưng của một sóng hình sin

e) Năng lượng sóng

Là năng lượng dao động của các phần tử môi trường có sóng truyền qua.





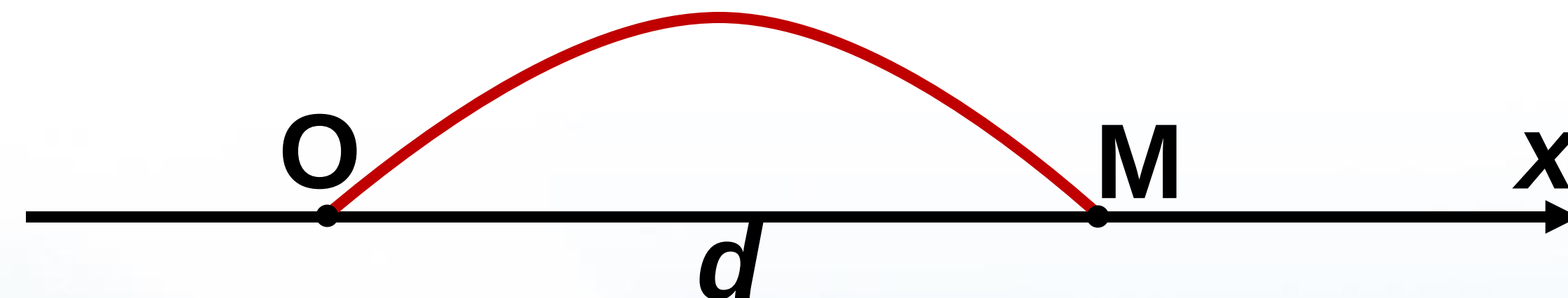
LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

5 Phương trình truyền sóng



- Phương trình sóng tại nguồn O là: $u_o = A \cos(\omega t)$
- Gọi Δt là thời gian sóng truyền từ O đến M: $\Delta t = \frac{d}{v}$
- Dao động tại M luôn muộn hơn dao động tại O một khoảng Δt .
- Dao động tại M vào thời điểm t giống dao động tại O vào thời điểm $t_1 = t - \Delta t$
- Phương trình dao động tại M là: $u_M = A \cos \omega(t - \Delta t)$
- Thay $\Delta t = \frac{d}{v}$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$ vào $\lambda = v.T \Rightarrow u_M = A \cos \omega(t - \frac{d}{v}) = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{d}{vT})$

$$\Rightarrow u_M = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda}) \text{ hay}$$

$$u_M = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d}{\lambda})$$



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

5 Phương trình truyền sóng

$$u_0 = A \cos(2\pi ft)$$
$$u_P = A \cos\left(2\pi ft + \frac{2\pi}{\lambda} d_2\right)$$
$$u_M = A \cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi}{\lambda} d_1\right)$$

Phương trình sóng tại M cho thấy sóng có tính **tuần hoàn theo thời gian** và không gian.



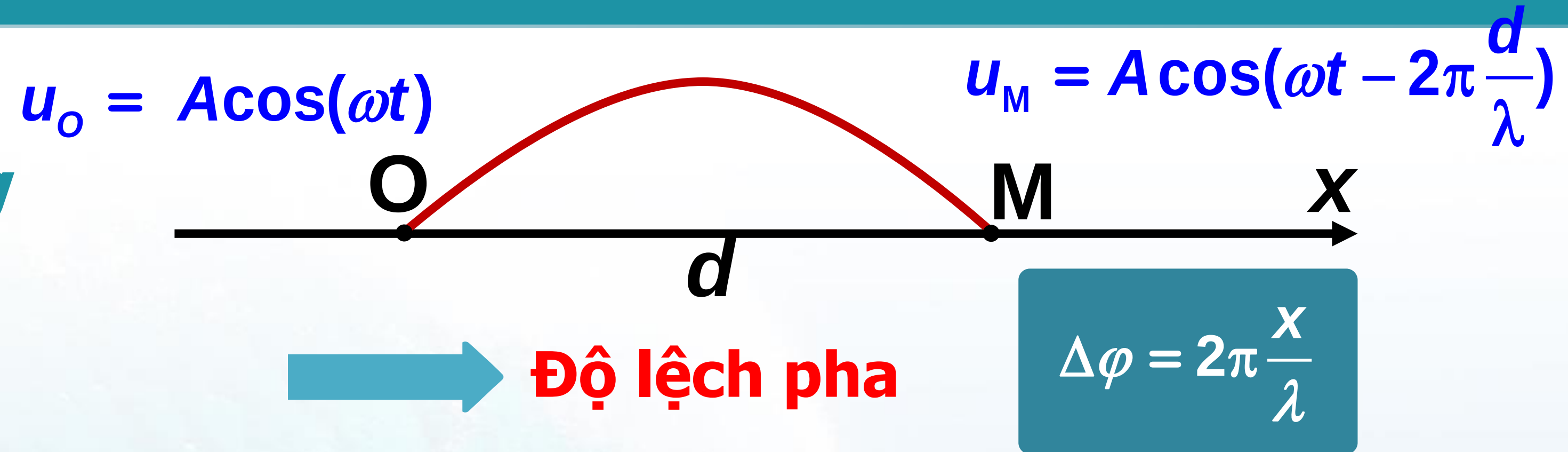
LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I SÓNG CƠ

5 Phương trình truyền sóng



» Những điểm trên phương truyền sóng dao động **cùng pha** với nhau khi:

$$\Delta \varphi = k2\pi \Rightarrow 2\pi \frac{d}{\lambda} = k2\pi \Rightarrow \boxed{d = k\lambda} \quad (k \text{ nguyên})$$

» Những điểm trên phương truyền sóng dao động **ngược pha** với nhau khi:

$$\Delta \varphi = (2k + 1)\pi \Rightarrow 2\pi \frac{d}{\lambda} = (2k + 1)\pi \Rightarrow \boxed{d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}} \quad (k \text{ nguyên})$$

» Những điểm trên phương truyền sóng dao động **vuông pha** với nhau khi:

$$\Delta \varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow 2\pi \frac{d}{\lambda} = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow \boxed{d = (2k + 1)\frac{\lambda}{4}} \quad (k \text{ nguyên})$$



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I

SÓNG CƠ



Ví dụ 1

Một sợi dây cao su căng thẳng rất dài đầu A dao động điều hòa theo phương trình: $u = 2\cos(2\pi t)$

- Tính bước sóng truyền trên dây, biết tốc độ sóng truyền trên dây là 2 m/s.
- Viết phương trình dao động tại hai điểm M, N trên dây cách A lần lượt 2 m, 3 m. So sánh pha dao động tại M, N với pha dao động tại A.
- Hai điểm B, C trên dây cách nhau $x = 0,5$ m có hiệu số pha là bao nhiêu? Nếu tại B có ly độ 2 cm thì dao động tại C có ly độ là bao nhiêu?



Gợi ý

$$a) \omega = 2\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 1 \Rightarrow \lambda = v.T = 2 \text{ m}$$

$$b) u_M = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_M}{\lambda} \right) = 2 \cos 2\pi \left(\frac{t}{1} - \frac{2}{2} \right) = 2 \cos(2\pi t - 2\pi) \Rightarrow u_M = 2 \cos(2\pi t) \text{ cm}$$

$$u_N = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_N}{\lambda} \right) = 2 \cos 2\pi \left(\frac{t}{1} - \frac{3}{2} \right) = 2 \cos(2\pi t - 3\pi) \Rightarrow u_N = 2 \cos(2\pi t - \pi) \text{ cm}$$



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I

SÓNG CƠ

So sánh pha dao động tại M, N với pha dao động tại A

$$\Delta\varphi_{AM} = \varphi_A - \varphi_M = 0 \Rightarrow A, M \text{ cùng pha}$$

$$\Delta\varphi_{AN} = \varphi_A - \varphi_N = \pi \Rightarrow A, N \text{ ngược pha}$$

c) Hiệu số pha giữa hai điểm B, C: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{x}{\lambda} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$

Chọn điều kiện thích hợp để phương trình sóng tại B là

$$u_B = 2\cos(2\pi t) \text{ cm}$$

Thì phương trình sóng tại C là

$$u_C = 2\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm} = 2\sin(2\pi t) \text{ cm}$$

Khi $u_B = 2 \text{ cm}$ thì $\cos(2\pi t) = 1 \Rightarrow \sin(2\pi t) = 0 \Rightarrow u_C = 0$



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

I

SÓNG CƠ

 **Ví dụ 2** Một người quan sát một chiếc phao trên mặt biển, thấy nó nhô lên cao 10 lần trong khoảng thời gian 36 s và đo được khoảng cách giữa hai đỉnh sóng lân cận là 10 m. Tính tốc độ truyền sóng trên mặt biển.



Gợi ý

Thấy phao nhô lên cao 10 lần trong 36 s. Tức là 9 chu kỳ trong 36 s

$$9.T = 36 \text{ s} \Rightarrow T = 4 \text{ s}$$

Khoảng cách giữa hai đỉnh sóng lân cận là bước sóng

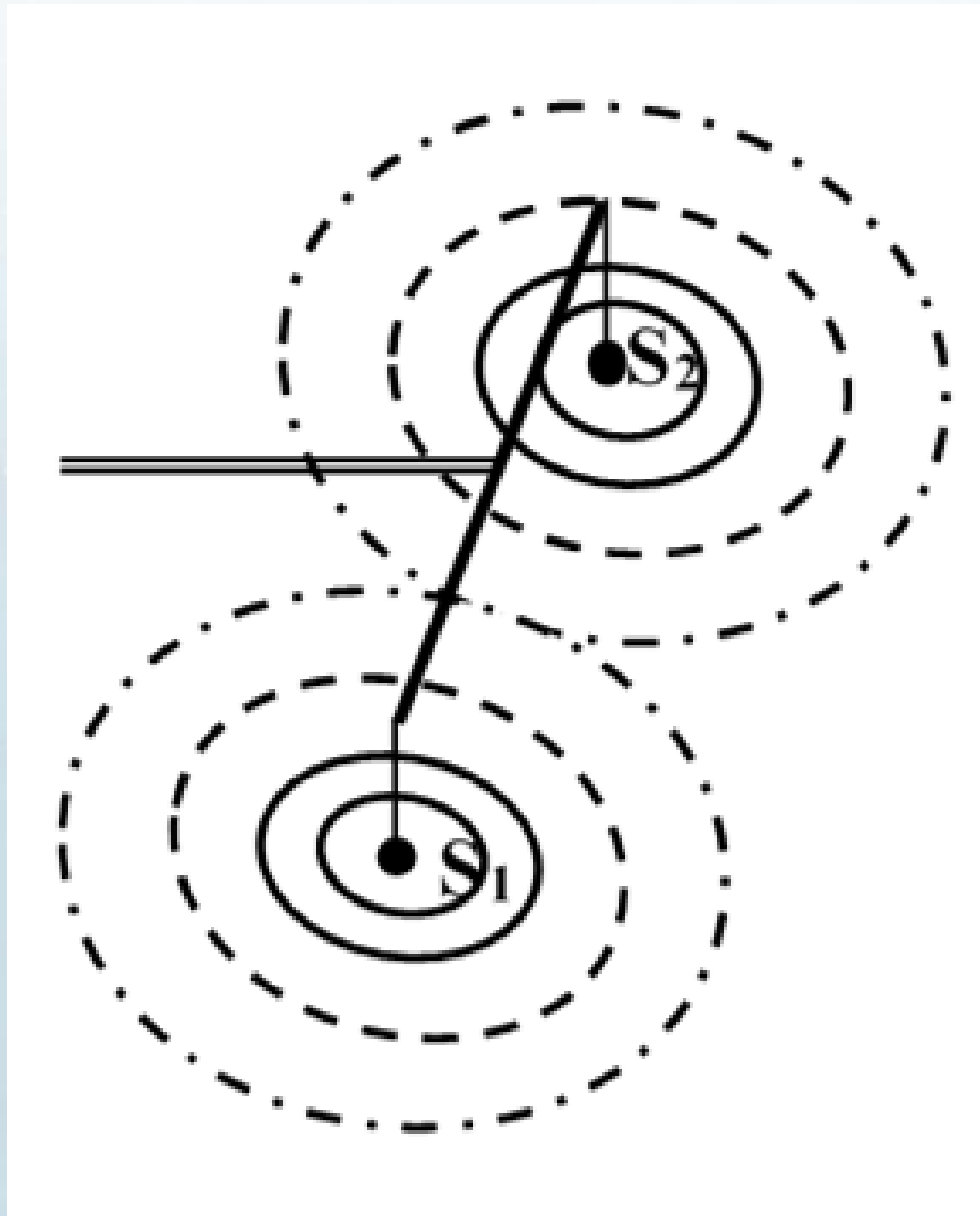
$$\lambda = 10 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ m/s}$$

II GIAO THOA SÓNG

1 *Thí nghiệm*

Dụng cụ: Cần rung có gắn hai mũi nhọn S_1, S_2 (2 nguồn sóng) cách nhau vài cm, chậu nước.



Hình minh họa 8.1





LỚP
12

CHƯƠNG II

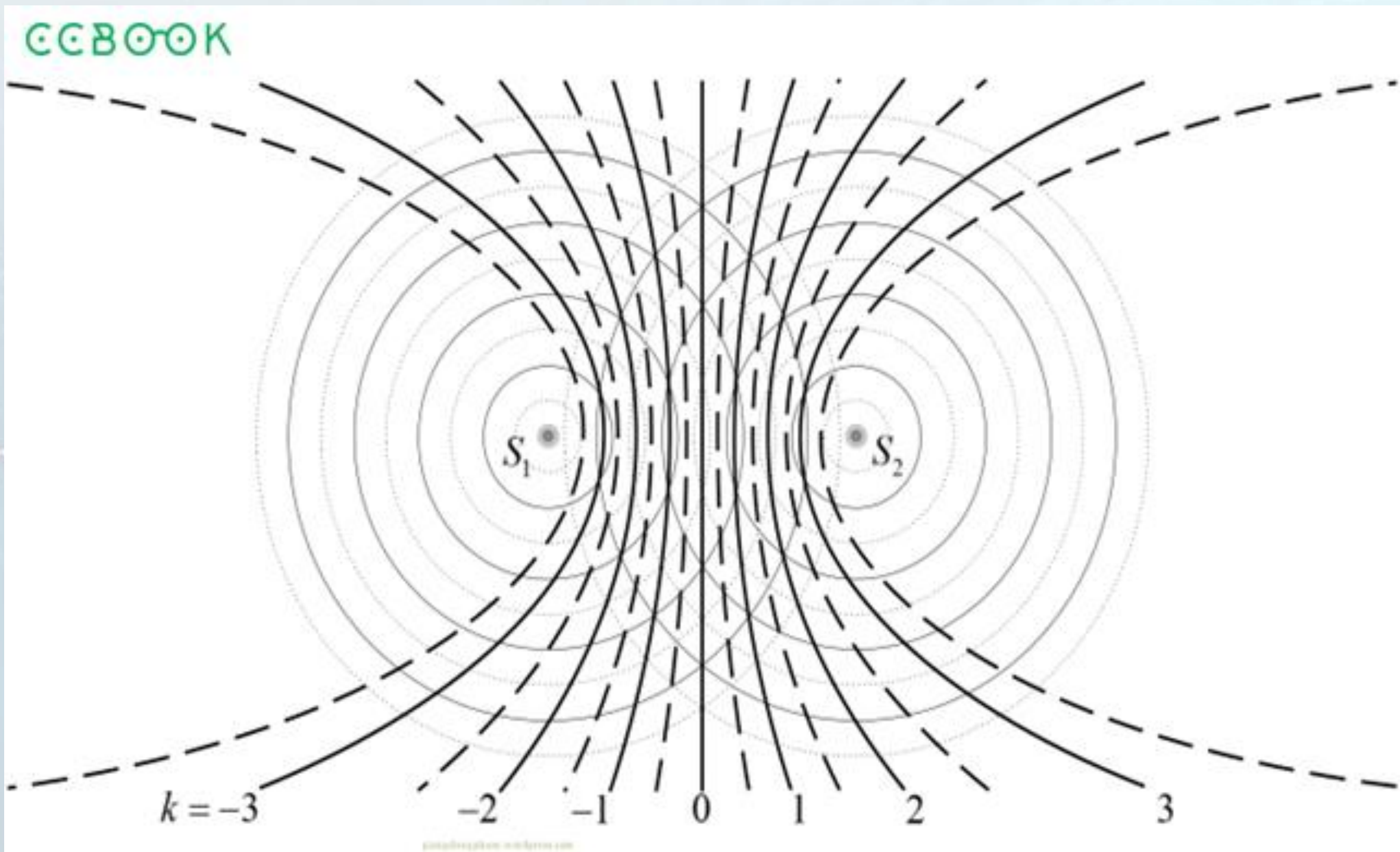
Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

II GIAO THOA SÓNG

1 *Thí nghiệm*

Kết quả

Trên mặt nước có những gợn sóng ổn định hình các đường hypebol (gợn lồi và gợn lõm) và có tiêu điểm là S_1 và S_2





LỚP
12

CHƯƠNG II

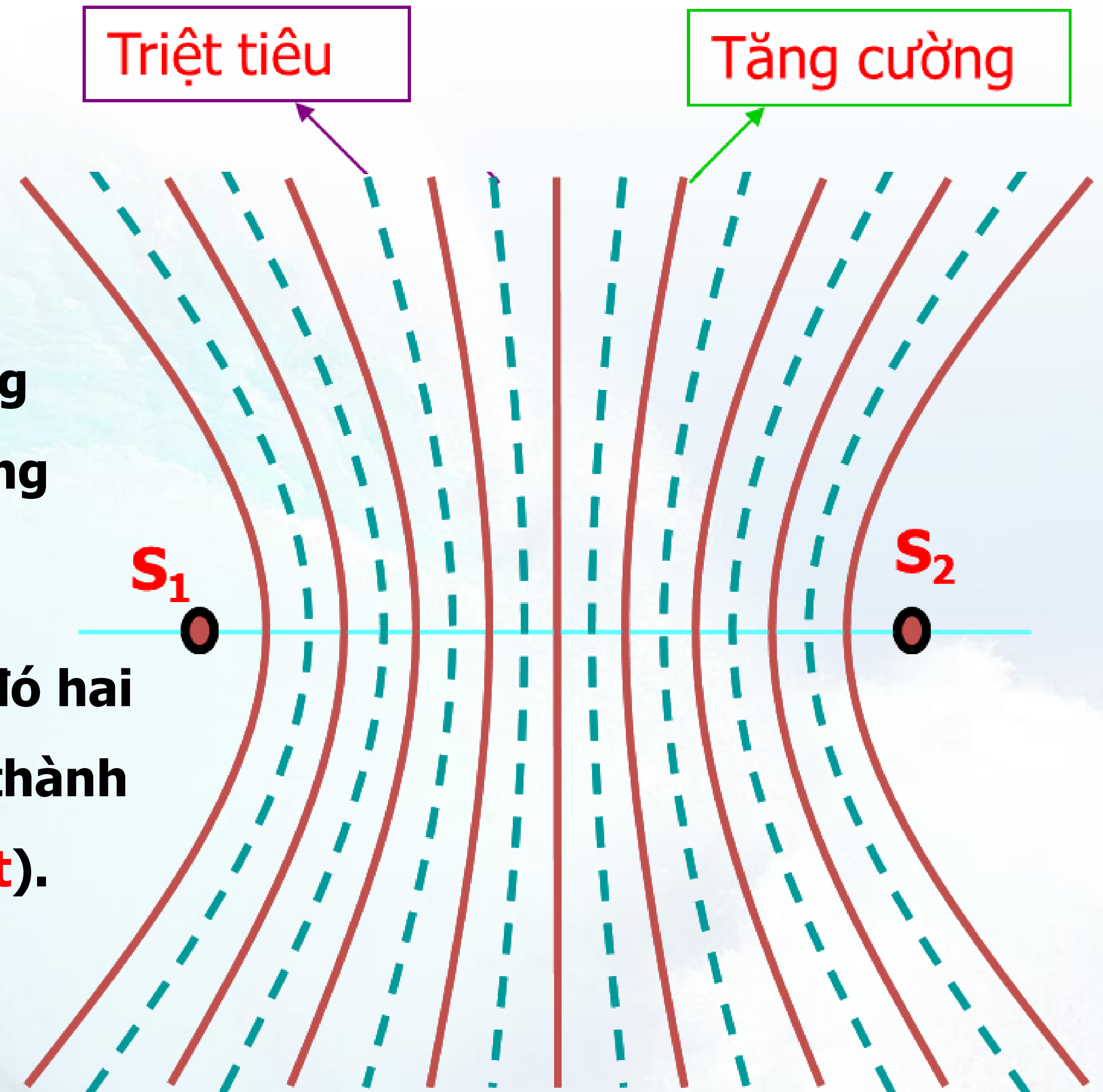
Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

II GIAO THOA SÓNG

1 Thí nghiệm

Giải thích:

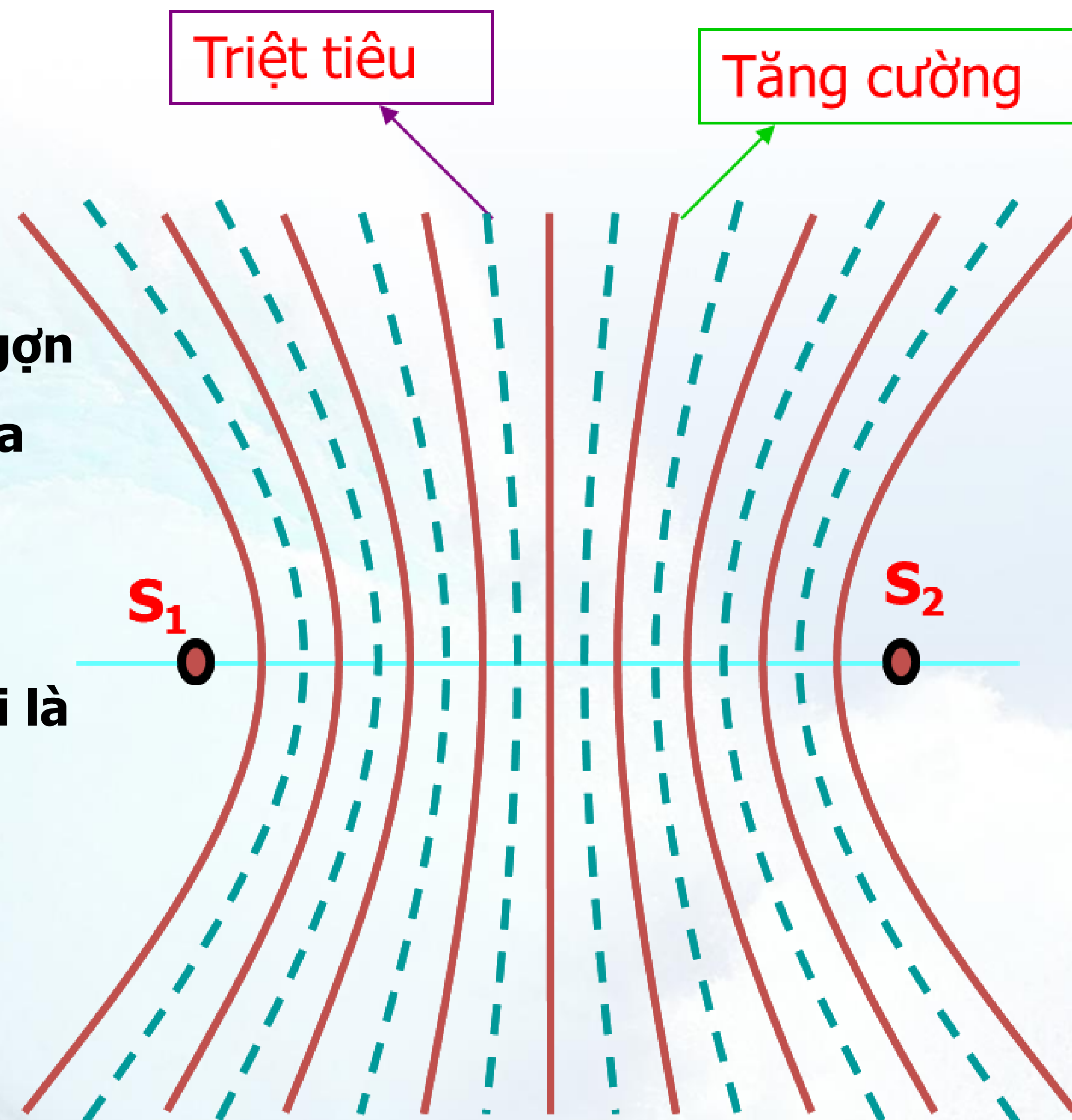
- Trong miền hai sóng gặp nhau :
 - + Có những điểm đứng yên do ở đó hai sóng (**ngược pha**) **triệt tiêu** nhau hợp thành đường hypebol nét đứt (có **biên độ bằng không**)
 - + Có những điểm dao động rất mạnh do ở đó hai sóng (**cùng pha**) **tăng cường** lẫn nhau hợp thành đường hypebol nét liền (có **biên độ lớn nhất**).



II GIAO THOA SÓNG

1 *Thí nghiệm*

- ✓ Hiện tượng hai sóng gặp nhau tạo nên các gợn sóng ổn định gọi là hiện tượng giao thoa của hai sóng.
- ✓ Các gợn sóng có hình các đường hypebol gọi là các vân giao thoa.





LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

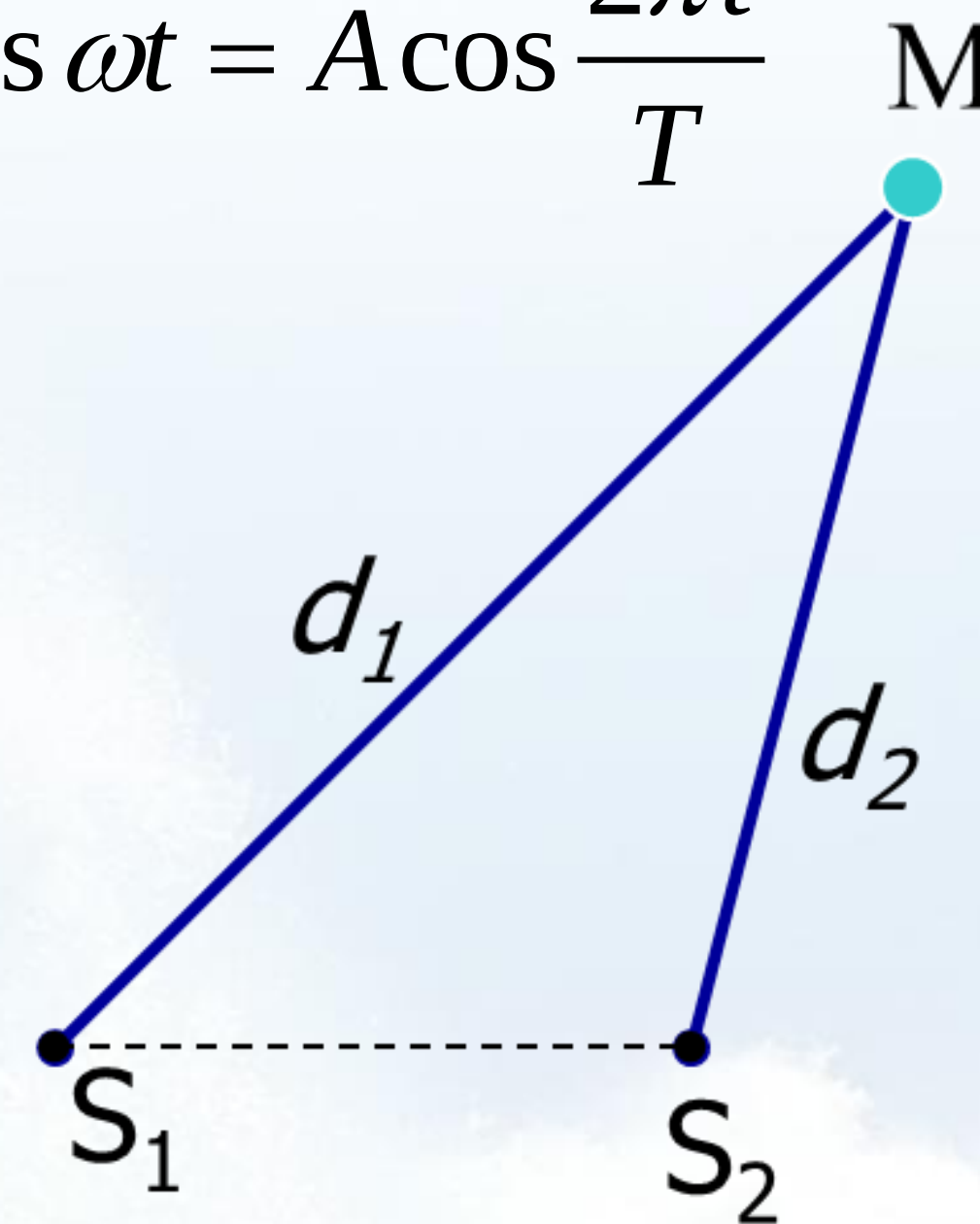
II GIAO THOA SÓNG

2 Dao động của một điểm trong vùng giao thoa

- Xét 2 hai nguồn sóng S_1, S_2 có phương trình dao động là: $u_1 = u_2 = A \cos \omega t = A \cos \frac{2\pi t}{T}$
- Phương trình dao động của các phần tử tại M do:

+ Sóng từ S_1 truyền tới : $u_{1M} = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_1}{\lambda} \right)$

+ Sóng từ S_2 truyền tới : $u_{2M} = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_2}{\lambda} \right)$



→ Dao động của phần tử tại M là tổng hợp hai dao động u_{1M} và u_{2M}

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_1}{\lambda} \right) + A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_2}{\lambda} \right) = A \left[\cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_1}{\lambda} \right) + \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_2}{\lambda} \right) \right]$$
$$\Rightarrow u_M = 2A \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \right) \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_1 + d_2}{2\lambda} \right)$$



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

II GIAO THOA SÓNG

2 Dao động của một điểm trong vùng giao thoa

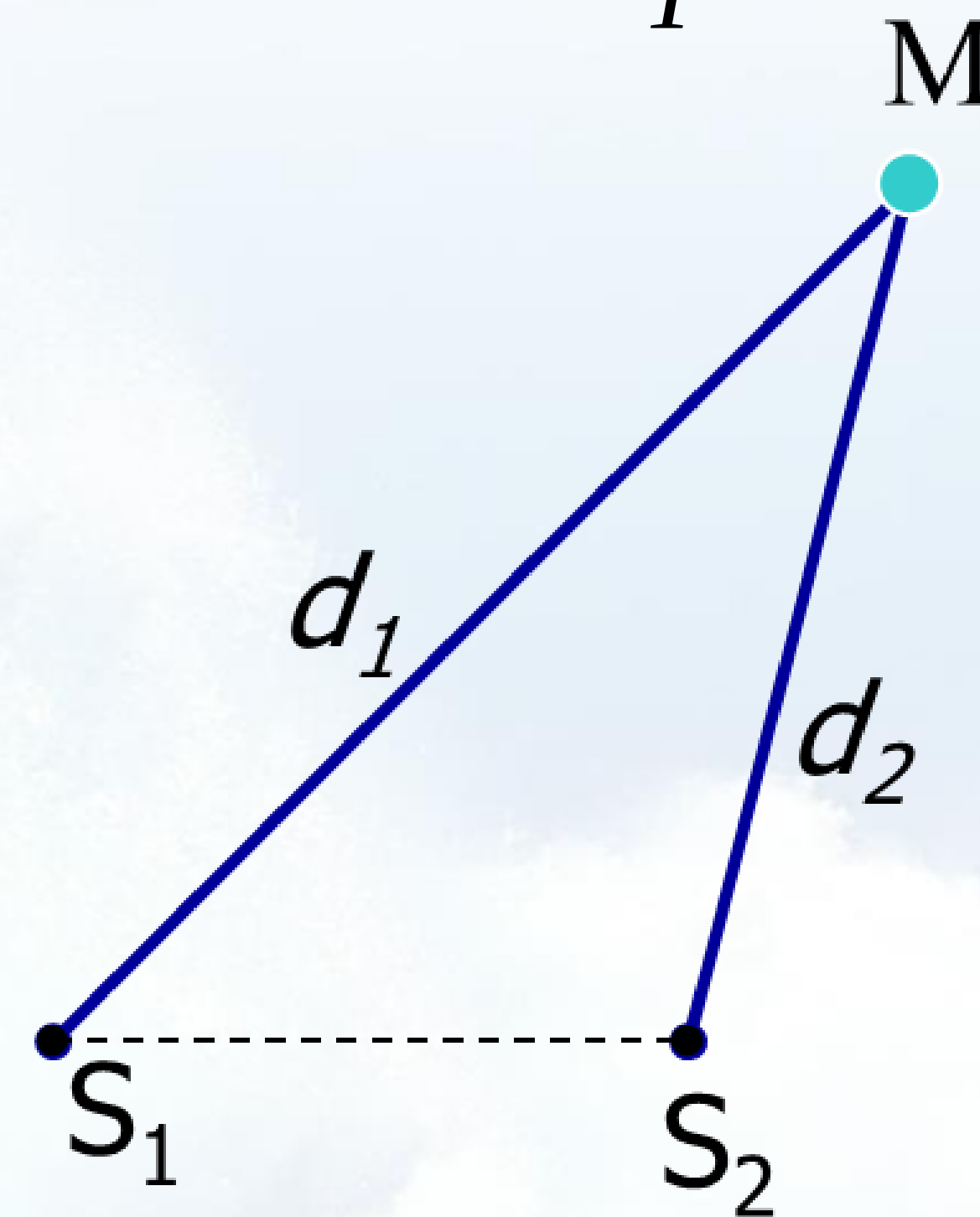
- Xét 2 hai nguồn sóng S_1, S_2 có phương trình dao động là: $u_1 = u_2 = A \cos \omega t = A \cos \frac{2\pi t}{T}$

→ Dao động của phần tử tại M là tổng hợp hai dao động u_{1M} và u_{2M}

$$\Rightarrow u_M = 2A \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \right) \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_1 + d_2}{2\lambda} \right)$$

Vậy: Dao động của phần tử tại M là dao động điều hòa cùng chu kì với hai nguồn và có biên độ dao động là

$$A_M = 2A \left| \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \right) \right|$$





LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

II GIAO THOA SÓNG

2 Dao động của một điểm trong vùng giao thoa

$$A_M = 2A \left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) \right|$$

b. Vị trí cực đại và cực tiểu giao thoa

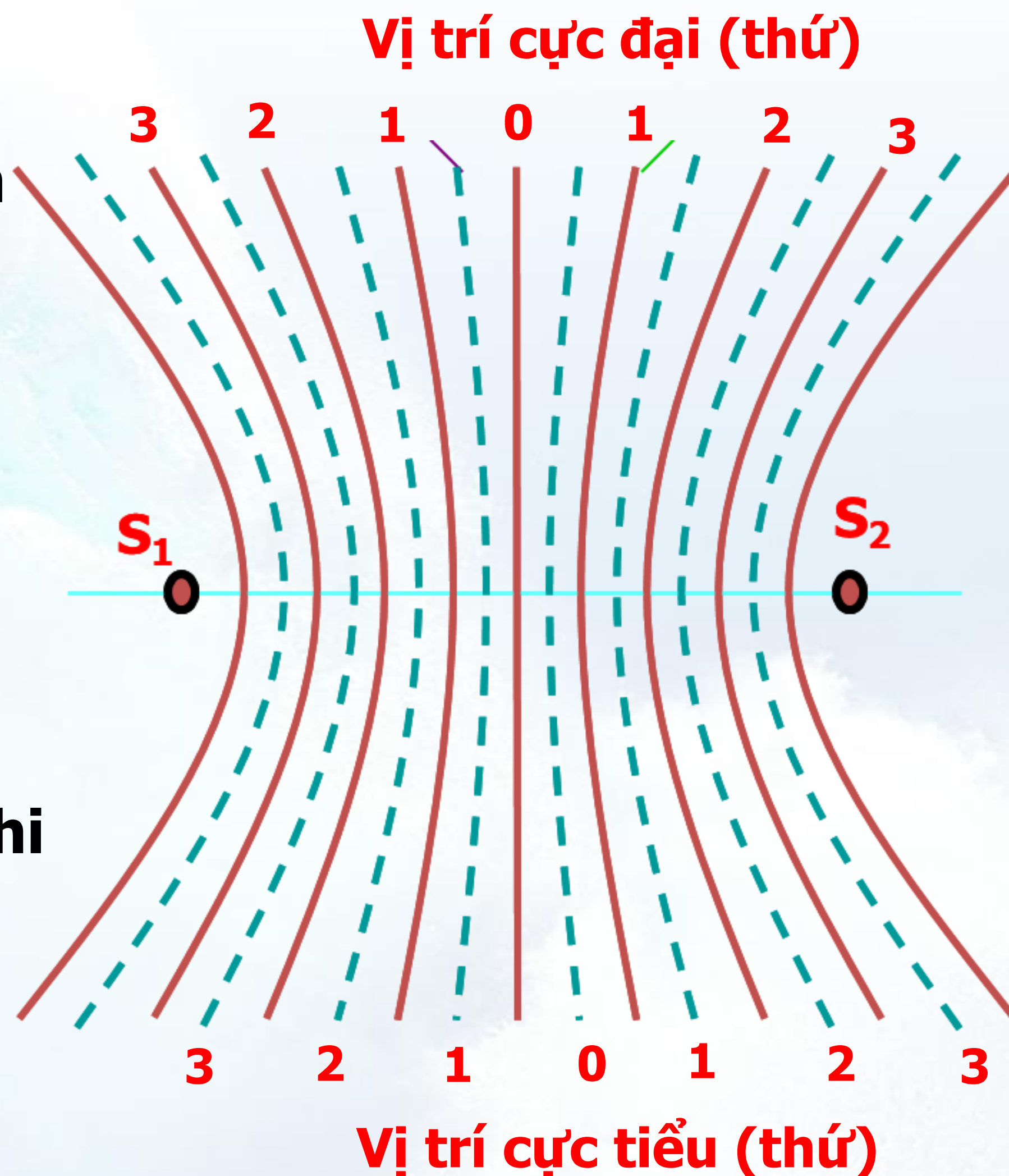
❖ **Vị trí cực đại giao thoa:** Là những điểm dao động với biên độ cực đại ($A_{\text{max}} = 2A$) khi

$$\left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) \right| = 1 \Rightarrow \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) = \pm 1$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda \quad (k \in \mathbb{Z})$$

❖ **Vị trí cực tiểu giao thoa:** là những điểm đứng ($A_M = 0$) khi

$$\left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) \right| = 0 \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})$$





LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

II GIAO THOA SÓNG

2 Dao động của một điểm trong vùng giao thoa

$$A_M = 2A \left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) \right|$$

b. Vị trí cực đại và cực tiểu giao thoa

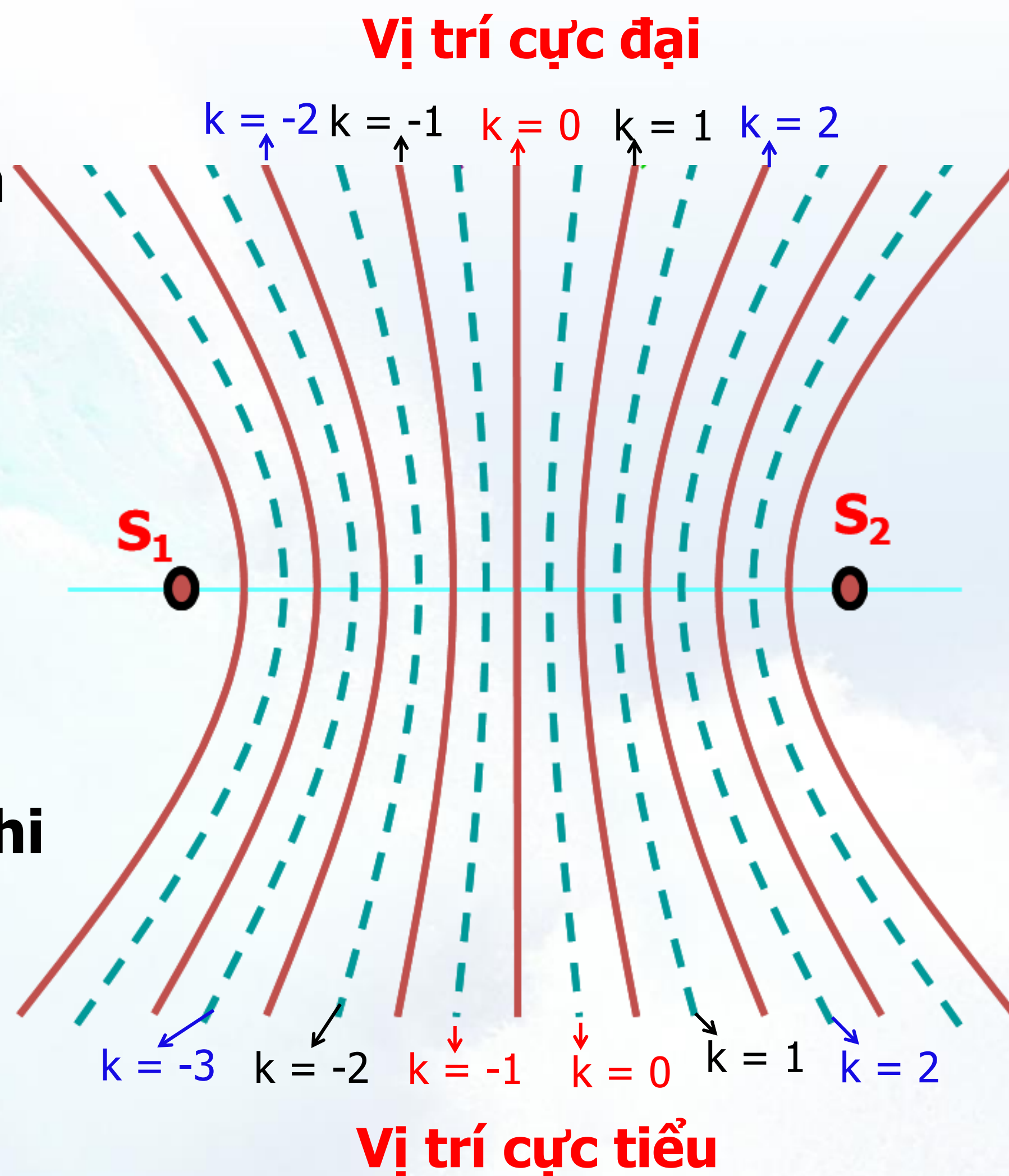
❖ **Vị trí cực đại giao thoa:** Là những điểm dao động với biên độ cực đại ($A_{\text{max}} = 2A$) khi

$$\left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) \right| = 1 \Rightarrow \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) = \pm 1$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda \quad (k \in \mathbb{Z})$$

❖ **Vị trí cực tiểu giao thoa:** là những điểm đứng ($A_M = 0$) khi

$$\left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \right) \right| = 0 \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{Z})$$





LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

II GIAO THOA SÓNG

3 *Điều kiện giao thoa. Sóng kết hợp*

- ✓ **Điều kiện để có giao thoa:** Hai nguồn sóng phải dao động cùng phương, cùng chu kỳ (hay tần số) và có hiệu số pha không đổi theo thời gian.
- Hai nguồn kết hợp là hai nguồn có: cùng tần số, cùng pha hoặc độ lệch pha không đổi theo thời gian.
- Hai sóng kết hợp là hai sóng do hai nguồn kết hợp phát ra.



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

IV BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài tập 4

Một dây đàn hồi rất dài, đầu A dao động với tần số f theo phương vuông góc với sợi dây, tốc độ truyền sóng trên dây là 4 m/s. Xét điểm M trên dây và cách A 28 cm người ta thấy M luôn dao động vuông pha với A. Tính bước sóng. Biết tần số dao động trong khoảng từ 22 Hz đến 26 Hz.



Gợi ý

Độ lệch pha giữa A và M $\Delta\varphi = 2\pi \frac{x}{\lambda}$; M dao động vuông pha với A nên

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow x = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow x = (2k + 1) \frac{v}{4f} \Rightarrow f = (2k + 1) \frac{v}{4x} = (2k + 1) \frac{25}{7} \text{ Hz}$$

$$\text{Mà } 22 \text{ Hz} \leq f \leq 26 \text{ Hz} \Rightarrow 22 \leq (2k + 1) \frac{25}{7} \leq 26 \Rightarrow 2,58 \leq k \leq 3,14$$

$$\Rightarrow k = 3 \Rightarrow f = 25 \text{ Hz} \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{400}{25} = 16 \text{ cm}$$



LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG

IV BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài tập 2

Người ta dùng búa gõ mạnh xuống đường ray xe lửa. Cách nơi đó 1090 m, một người áp tai xuống đường ray nghe thấy tiếng gõ truyền qua đường ray và 3 giây sau mới nghe tiếng gõ truyền qua không khí. Tính tốc độ truyền âm trong thép đường ray, biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s.



Gợi ý

Gọi s là khoảng cách giữa hai người $\Rightarrow s = 1090$ m

t_1, t_2 : thời gian sóng âm truyền trong thép đường ray và trong không khí từ nơi gõ búa đến tai người nghe.

v_1, v_2 : tốc độ truyền âm trong thép đường ray và trong không khí. $v_2 = 340$ m/s.

ta có:

$$t_1 = \frac{s}{v_1} ; t_2 = \frac{s}{v_2} \Rightarrow t_2 - t_1 = 3 \text{ s} \Rightarrow \frac{s}{v_2} - \frac{s}{v_1} = 3 \Rightarrow v_1 = 5294 \text{ m/s}$$



LỚP
12

CHƯƠNG II

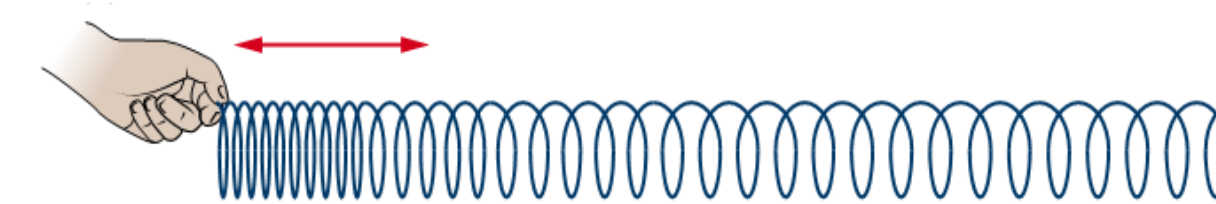
Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG



TÓM TẮT BÀI HỌC

1 KHÁI NIỆM VỀ SÓNG CƠ

Sóng cơ là sự lan truyền của dao động trong một môi trường.



- » **Sóng ngang** là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương **vuông góc** với phương truyền sóng.
- » Sóng ngang chỉ truyền **trong chất rắn và trên bề mặt của chất lỏng**.

- » **Sóng dọc** là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương **song song** với phương truyền sóng.
- » Sóng dọc truyền cả **trong chất rắn, chất lỏng và chất khí**.



LỚP
12

CHƯƠNG II

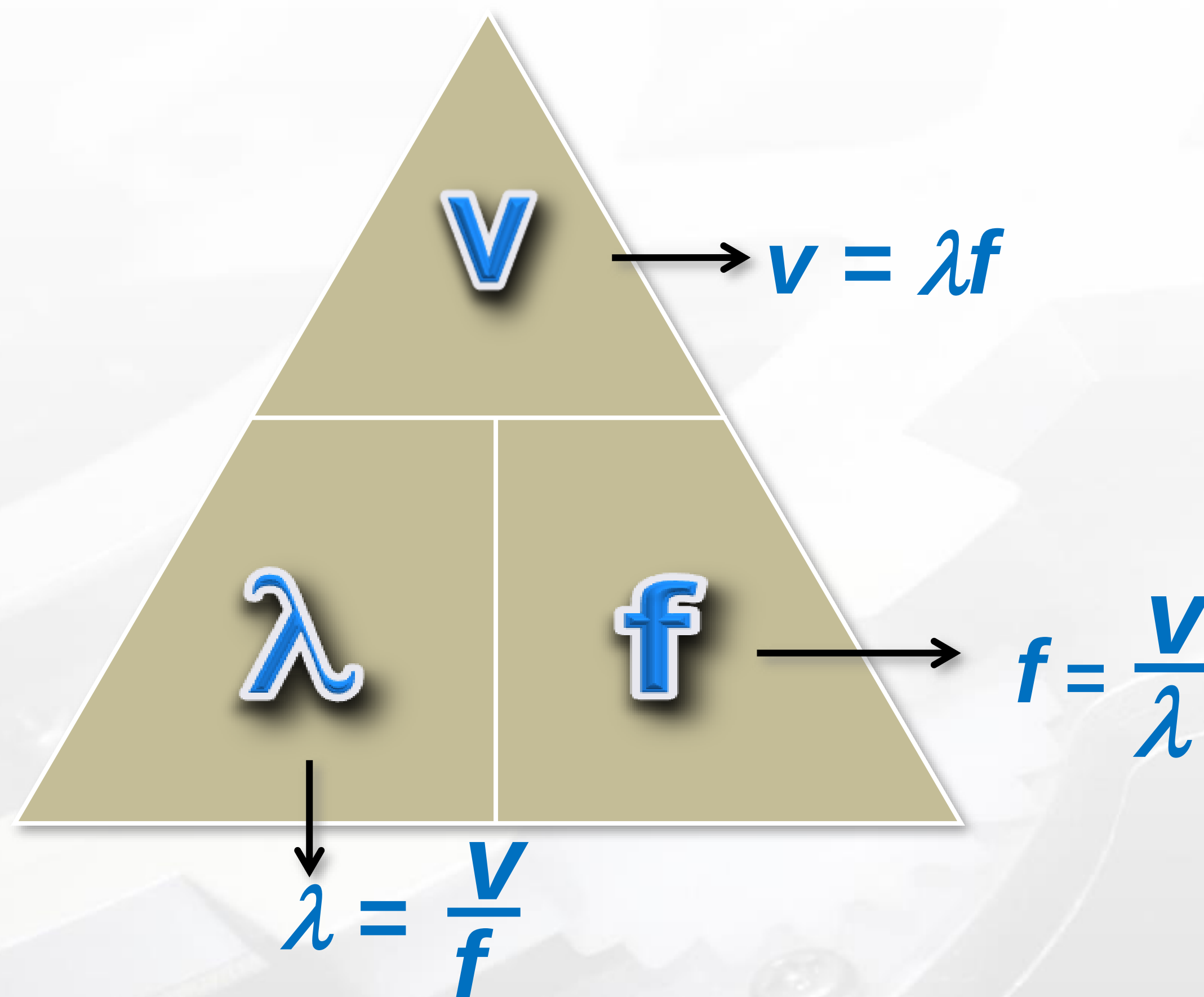
Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG



TÓM TẮT BÀI HỌC

2

CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA SÓNG CƠ





LỚP
12

CHƯƠNG II

Chủ đề: SÓNG CƠ – GIAO THOA SÓNG



TÓM TẮT BÀI HỌC

3 PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

Phương trình sóng tại M cho thấy sóng có tính *tuần hoàn theo thời gian và không gian*.

$$u_0 = A \cos(2\pi f t)$$
$$u_P = A \cos\left(2\pi f t + \frac{2\pi}{\lambda} d\right)$$
$$u_M = A \cos\left(2\pi f t - \frac{2\pi}{\lambda} d\right)$$



Giao thoa sóng

1 KN: Hiện tượng hai sóng gặp nhau tạo nên các gợn sóng ổn định

2 Điều kiện

Dao động cùng phương, cùng tần số

Hiệu số pha không đổi theo thời gian

3 Cực đại, cực tiểu trong giao thoa (2 nguồn cùng pha)

Cực đại

$$d_2 - d_1 = k\lambda$$

Cực tiểu

$$d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

4 Phương trình giao thoa

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