



فیزیک

پایہ دوازدهم



رہپویان
دانش و اندیشہ

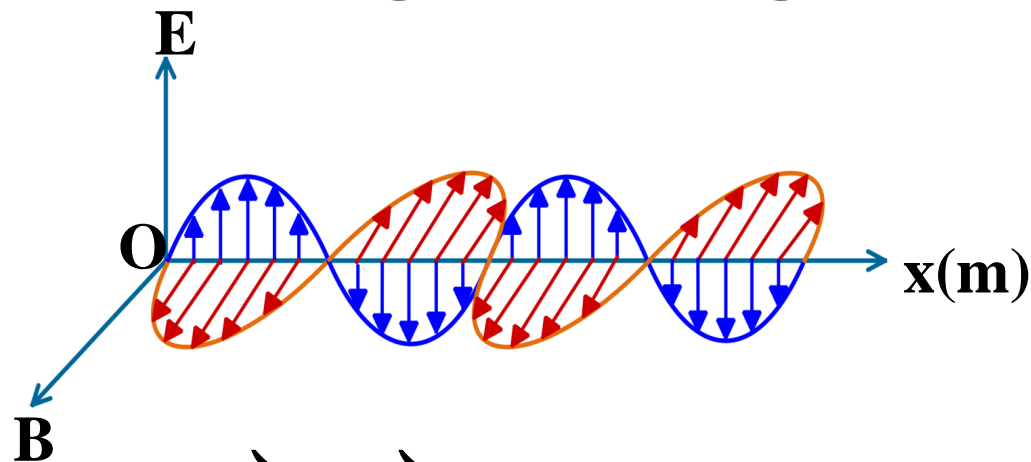
موج ، بازتاب و شکست آن

امواج الکترومغناطیسی

مدرس: نیما نوروزی

مشخصه‌های امواج الکترومغناطیسی

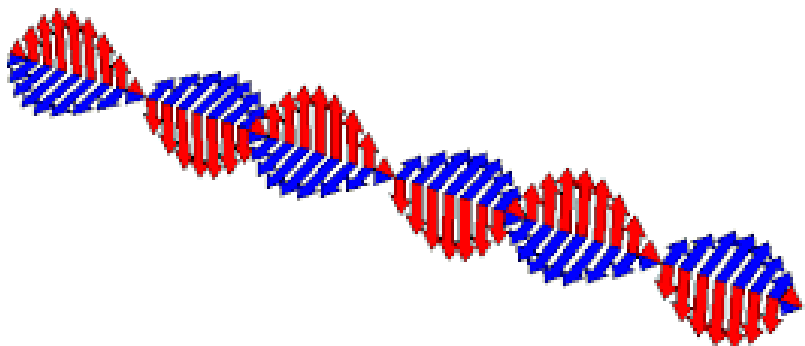
* موج‌های الکترومغناطیسی از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تشکیل شده‌اند که بر یکدیگر عمودند.



* در امواج الکترومغناطیسی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی \vec{E} و \vec{B} همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.

مشخصه‌های امواج الکترومغناطیسی

* امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند و انرژی را از محلی به محل دیگر حمل می‌کنند. در حقیقت این امواج، انرژی را نه به صورت انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل ذرات محیط، بلکه به صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند.



* در امواج الکترومغناطیسی میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.

مشخصه‌های امواج الکترومغناطیسی

* ماکسول با یک تحلیل ریاضی نشان داد که تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ یکسان بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\epsilon_0 \approx 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2} \quad \text{ضریب گذردهی الکتریکی در خلأ}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}} \quad \text{ثابت تراوایی مغناطیس خلأ}$$

(Hz) بسامد \rightarrow

1kHz 1MHz

10^1 10^2 10^3 10^4 10^5 10^6 10^7 10^8 10^9 10^{10} 10^{11} 10^{12} 10^{13} 10^{14} 10^{15} 10^{16} 10^{17} 10^{18} 10^{19} 10^{20} 10^{21} 10^{22} 10^{23} 10^{24}



10^8 10^6 10^4 100 1 0/01 10^{-4} 10^{-6} 10^{-8} 10^{-10} 10^{-12} 10^{-14}

\leftarrow

(m) طول موج

طیف مرئی

تست: یک موج الکترومغناطیسی در خلأ در حال انتشار است. در یک لحظه، میدان الکتریکی موج در یک نقطه بیشینه است. در آن لحظه، میدان مغناطیسی در همان نقطه چگونه است؟

(1) در خلاف جهت میدان الکتریکی و در حال کاهش

(2) عمود بر میدان الکتریکی و بیشینه ✓

(3) در جهت میدان الکتریکی و بیشینه

(4) در جهت میدان الکتریکی و در حال افزایش

تست: اگر ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی در خلأ و μ_0 تراوایی مغناطیسی خلأ باشد،

تندی انتشار موج‌های الکترومغناطیسی در خلأ برابر با کدام است؟

$$2(\mu_0\epsilon_0)^2$$

$$4(\mu_0\epsilon_0)^{-2}$$

$$1(\mu_0\epsilon_0)^2$$

$$3(\mu_0\epsilon_0)^{-2}$$

پاسخ:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = \frac{1}{(\mu_0 \epsilon_0)^{\frac{1}{2}}} \Rightarrow c = (\mu_0 \epsilon_0)^{-\frac{1}{2}}$$

$(\mu_0 \epsilon_0)^{\frac{1}{2}}$	$(\mu_0 \epsilon_0)^{-\frac{1}{2}}$
$(\mu_0 \epsilon_0)^{-\frac{1}{2}}$	$(\mu_0 \epsilon_0)^{\frac{1}{2}}$

تست: بسامد یک موج رادیویی 1200 کیلوهرتز است. طول موج آن چند متر

است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

(2) 4

(1) 2/5

(4) 400

(3) 250

پاسخ:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \begin{array}{l} f = 1200 \text{ kHz} = 1200 \times 10^3 \text{ Hz} = 12 \times 10^5 \text{ Hz} \\ c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{array}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{12 \times 10^5} \Rightarrow \lambda = 250 \text{ nm}$$

(2

2/5 (1

4 ✓

400 (4

250 (3

تست: در کدام گزینه مقایسهٔ بسامد موج‌های الکترومغناطیسی **نادرست** بیان شده است؟

- 1) پرتوی گاما < رادیویی < فروسرخ
- 2) پرتوی ایکس < فرابنفش < نور مرئی
- 3) پرتوی گاما < فرابنفش < نور مرئی
- 4) فرابنفش < نور مرئی < فروسرخ

(آزمون‌های کانون فرهنگی آموزش - قلم‌چی)

پاسخ: ترتیب بسامد طول موج‌های الکترومغناطیسی:

پرتوی گاما < پرتوی ایکس < فرابنفش < نور بنفش < نور سبز < نور قرمز < فروسرخ < موج‌های رادیویی

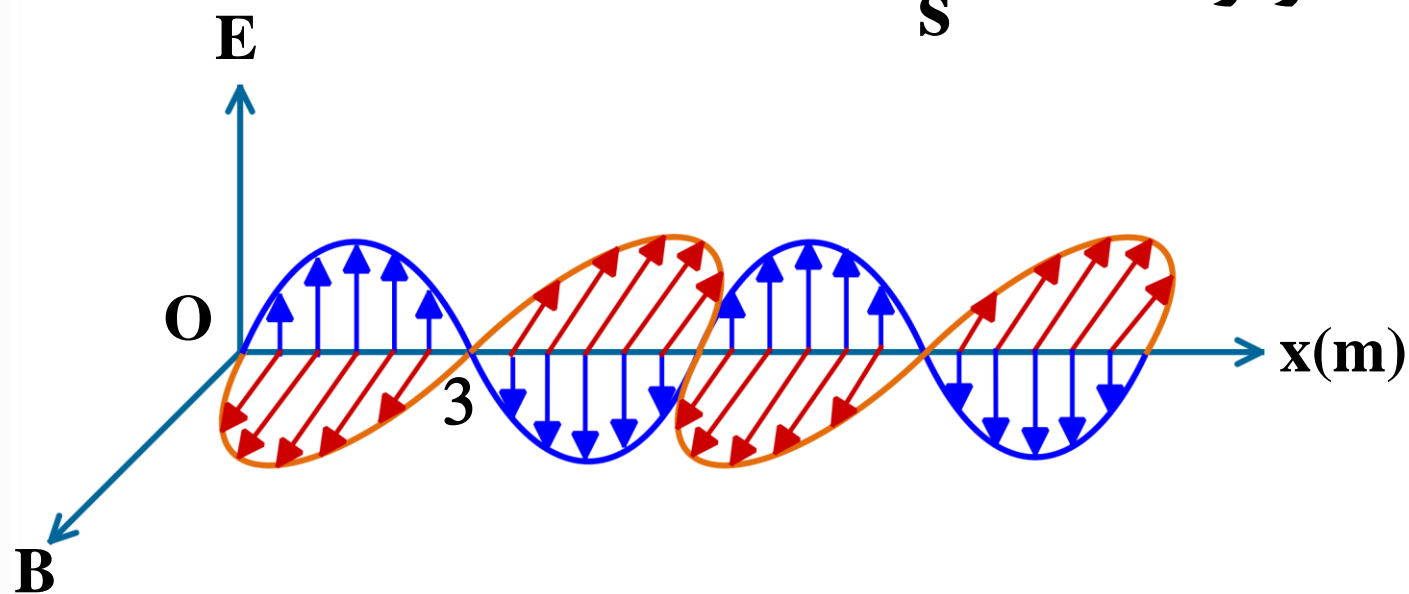
1 ✓ (پرتوی گاما < رادیویی < فروسرخ

2 (پرتوی ایکس < فرابنفش < نور مرئی

3 (پرتوی گاما < فرابنفش < نور مرئی

4 (فرابنفش < نور مرئی < فروسرخ

تست: شکل زیر نمودار جابه جایی - مکان یک موج الکترومغناطیسی را در خلأ نشان می دهد. بسامد آن چند مگاهرتز است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)



(1) 5

(2) 10

(3) 50

(4) 100

پاسخ:

$$\frac{\lambda}{2} = 3 \Rightarrow \lambda = 6\text{m}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \xrightarrow[\lambda=6\text{m}]{c=3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} f = \frac{3 \times 10^8}{6} = 50 \times 10^6 \text{Hz}$$

$$\xrightarrow{10^6 \text{Hz} = 1\text{MHz}} f = 50 \text{MHz}$$

5 (1

10 (2

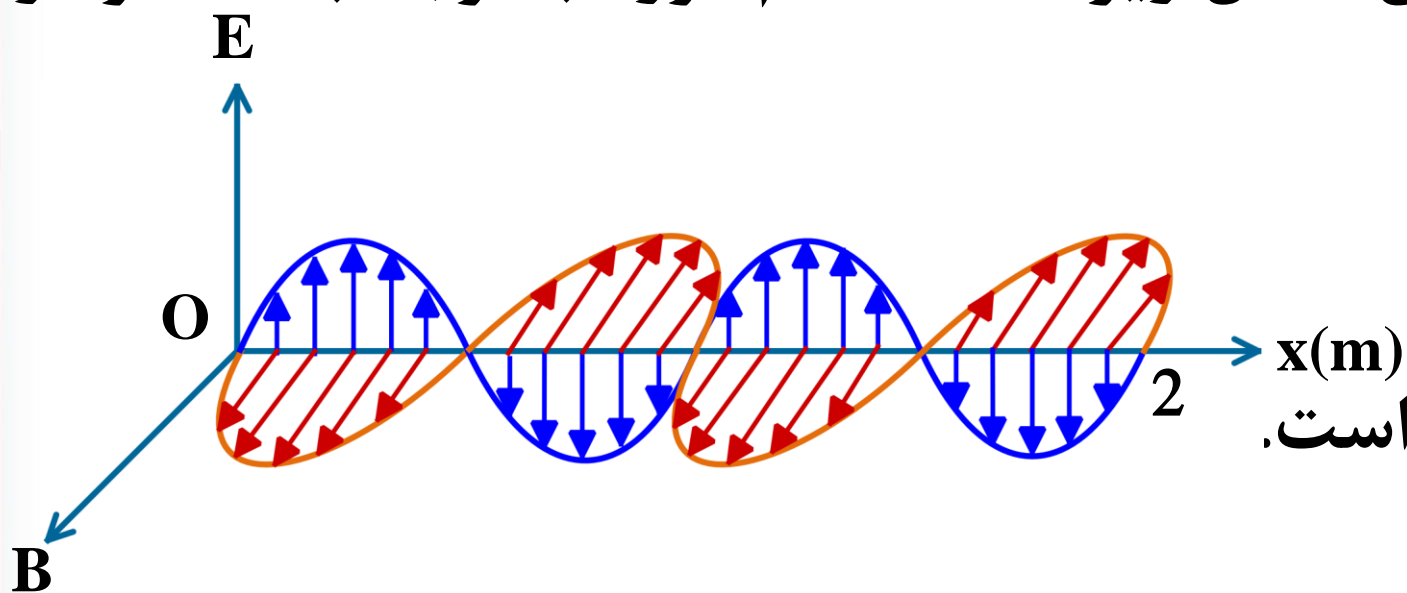
✓

50 (3

100 (4

تست: نمودار میدان الکترومغناطیسی بر حسب مکان یک موج الکترومغناطیسی

که در خلأ منتشر می شود، مطابق شکل زیر است. کدام مورد با توجه به نمودار



درست است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

(1) طول موج 0/5 متر است.

(2) دوره تناوب موج یک ثانیه است.

(3) دامنه 2m است.

(4) بسامد موج $3 \times 10^8 \text{ Hz}$ است.

پاسخ:

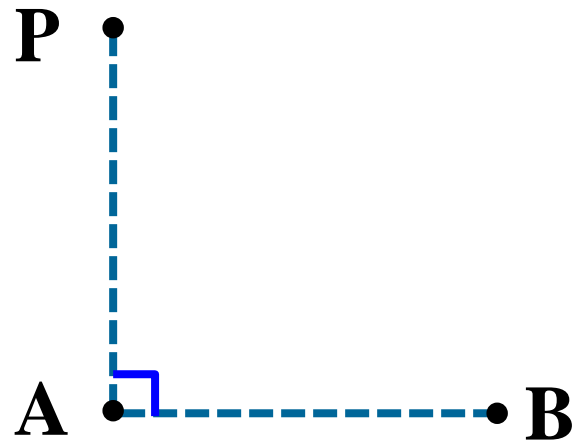
$$T = \frac{\lambda}{c} \xrightarrow[\lambda=1\text{m}]{c=3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} T = \frac{1}{3 \times 10^8}$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{3} \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$\Rightarrow f = 3 \times 10^8 \text{ Hz}$$

- (1) طول موج 0 / 5 متر است.
- (2) دوره تناوب موج یک ثانیه است.
- (3) دامنه 2m است.
- (4) بسامد موج $3 \times 10^8 \text{ Hz}$ است. ✓

تست: مطابق شکل زیر، دو ایستگاه رادیویی A و B به فاصله 80km از هم قرار دارند و هر یک سیگنالی را گسیل می کنند. گیرنده P که در فاصله 60km از A قرار دارد، این سیگنال را با اختلاف زمانی چند ثانیه دریافت می کند؟



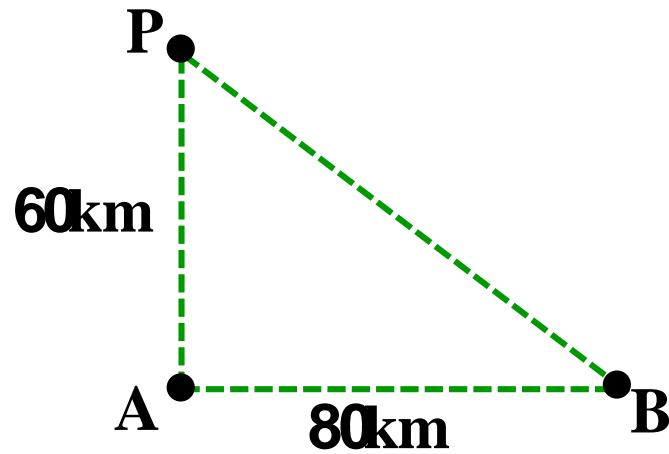
$$\frac{4}{3} \times 10^{-7} (2)$$

$$\frac{4}{3} \times 10^{-4} (1)$$

$$\frac{2}{3} \times 10^{-7} (4)$$

$$\frac{2}{3} \times 10^{-4} (3)$$

پاسخ:



$$PB = \sqrt{AP^2 + AB^2} \xrightarrow[\text{AB}=80\text{km}]{\text{AP}=60\text{km}}$$

$$PB = \sqrt{60^2 + 80^2} \Rightarrow PB = 100\text{km}$$

$$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پاسخ:

$$\Delta t = t_B - t_A \xrightarrow{t = \frac{x}{c}} \Delta t = \frac{x_B}{c} - \frac{x_A}{c} = \frac{x_B - x_A}{c}$$

$$x_B = 100 \text{ km} = 100 \times 10^3 = 10 \times 10^4 \text{ m}$$

$$x_A = 60 \text{ km} = 60 \times 10^3 = 6 \times 10^4 \text{ m}$$

$$\Delta t = \frac{10 \times 10^4 - 6 \times 10^4}{3 \times 10^8} = \frac{4 \times 10^4}{3 \times 10^8}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{4}{3} \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$\frac{4}{3} \times 10^{-7} (2)$$
$$\frac{2}{3} \times 10^{-7} (4)$$

$$\frac{4}{3} \times 10^{-4} (1 \checkmark)$$
$$\frac{2}{3} \times 10^{-4} (3)$$

تست: یک موج الکترومغناطیسی در جهت مثبت محور x منتشر می‌شود. جهت میدان مغناطیسی در لحظه‌ای که میدان الکتریکی در جهت مثبت y است، کدام است؟

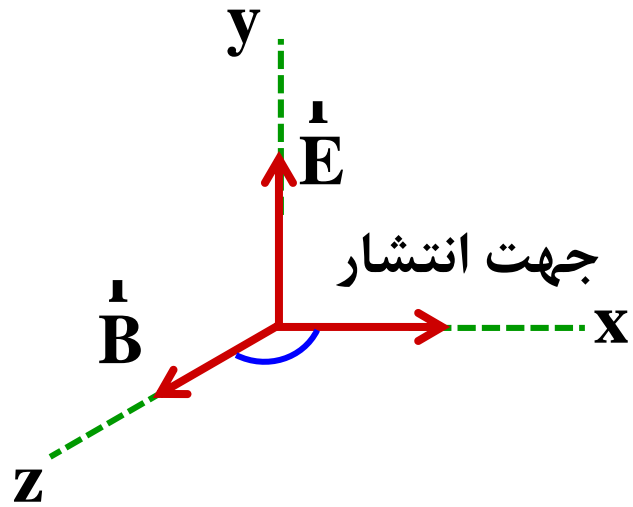
$$+x(2)$$

$$+z(1)$$

$$-x(4)$$

$$-z(3)$$

پاسخ:



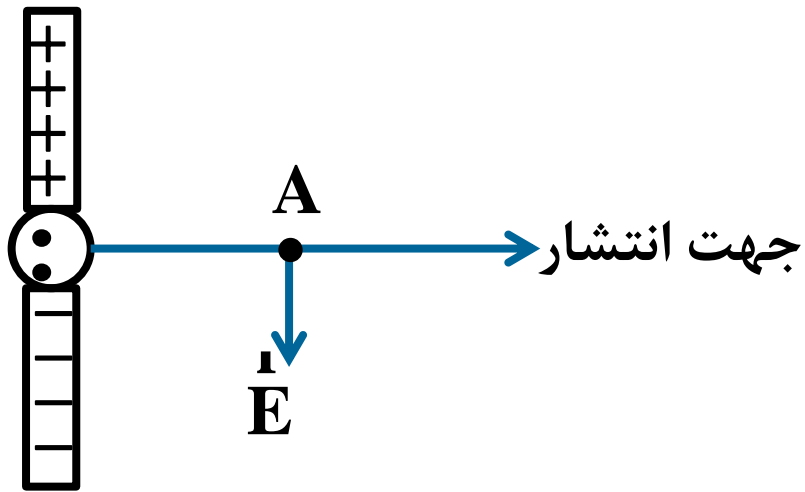
$$+x(2$$

$$-x(4$$

$$+z(1 \checkmark$$

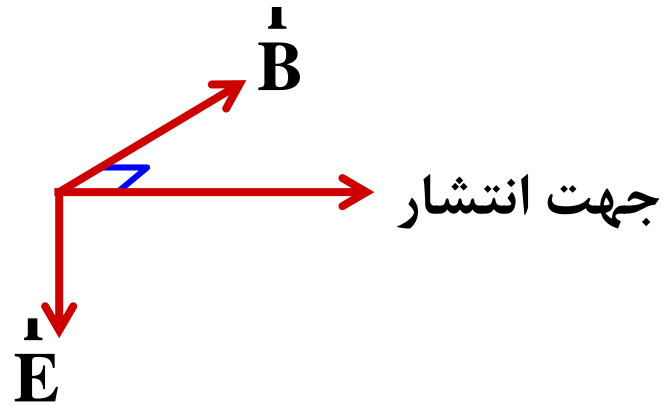
$$-z(3$$

تست: در شکل زیر، یک آنتن فرستنده امواج الکترومغناطیسی در شرایط خلأ نشان داده شده است. در لحظه t ، میدان الکتریکی \vec{E} در نقطه A بیشینه مقدار خود را دارد. در مورد میدان مغناطیسی در لحظه t و در نقطه A ، کدام گزینه است؟



- (1) بیشینه و درون سو است.
- (2) بیشینه و برون سو است.
- (3) صفر است.
- (4) بیشینه و به طرف راست است.

پاسخ:



- (1) ✓ بیشینه و درون سو است.
- (2) بیشینه و برون سو است.
- (3) صفر است.
- (4) بیشینه و به طرف راست است.

رهپویان

دانش و اندیشه

