۱ یک موج الکترومغناطیسی در جهت مثبت محور y در خلأ منتشر می‌شود. اگر بسامد این موج برابر با $۶GHz$ باشد، کدام گزینه در مورد این موج می‌تواند صحیح باشد؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} m/s$)

۱) $\lambda = ۵cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور z است.

۲) $\lambda = ۵cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور y است.

۳) $\lambda = ۵۰cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور x است.

۴) $\lambda = ۵۰cm$ و نوسان میدان الکتریکی در راستای محور y است.

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** طول موج توسط رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶ \times ۱۰^{۹}} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۱} = ۰/۰۵m = ۵cm$$

زمانی که موج الکترومغناطیسی در راستای محور y منتشر می‌شود، نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یکی روی محور x و دیگری روی محور z می‌تواند انجام گیرد. (راستای نوسان میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی و جهت انتشار هر سه بر هم عمودند.)

۲ چه تعداد از جمله‌های زیر درست است؟

الف) فاصلهٔ بین یک قله و درهٔ مجاور هم در امواج دایره‌ای روی سطح آب برابر با طول موج است.

ب) با تغییر محیط انتشار موج، بسامد ثابت می‌ماند؛ ولی طول موج تغییر می‌کند.

پ) در انتشار موج سطحی روی آب‌های کم‌عمق، با افزایش عمق، طول موج افزایش می‌یابد.

ت) مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه ($A^{۲}$) و بسامد (f) موج متناسب است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) صفر

پاسخ: ۴ ۳ ۲ **۱** عبارت «الف» نادرست است؛ زیرا فاصلهٔ بین قله و درهٔ مجاور هم برابر $\frac{\lambda}{۲}$ (نصف طول موج) است.

عبارت «ت» نادرست است؛ زیرا آهنگ انتقال انرژی برای امواج مکانیکی با $A^۲$ و $f^۲$ متناسب است.

۳ کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با امواج الکترومغناطیسی نادرست است؟

۱) هرتز نشان داد طبیعت امواج رادیویی با نور مرئی یکسان است.

۲) همواره راستای نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر هم عمود است.

۳) تولید امواج الکترومغناطیسی ناشی از تغییرات همزمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است.

۴) تندی انتشار امواج رادیویی همواره از رابطهٔ $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \varepsilon_۰}}$ به‌دست می‌آید.

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ برابر با $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \varepsilon_۰}}$ است و در محیط‌های دیگر سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی متفاوت است.

۴ در کدام گزینه امواج الکترومغناطیسی به ترتیب از راست به چپ از بسامد زیاد به بسامد کم مرتب شده‌اند؟

۱) گاما – فرابنفش – نور زرد – نور سبز – رادیویی ۲) ایکس – فروسرخ – نور سبز – میکروموج – رادیویی

۳) فرابنفش – نور سبز – نور قرمز – میکروموج – رادیویی ۴) فروسرخ – نور آبی – نور قرمز – میکروموج – رادیویی

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ ترتیب امواج الکترومغناطیسی از بسامد زیاد به کم از راست به چپ به‌صورت زیر می‌باشد:

گاما – ایکس – فرابنفش – مرئی(بنفش – نیلی – آبی – سبز –زرد – نارنجی – قرمز) – فروسرخ – میکروموج – رادیویی

۵ دو طناب هم‌جنس A و B در اختیار داریم به طوری که قطر مقطع طناب B، ۴ برابر قطر مقطع طناب A است. اگر تندی انتشار موج در طناب B، $\sqrt{۲}$ برابر تندی انتشار موج در طناب A باشد، نیروی کشش طناب A چند برابر نیروی کشش طناب B است؟

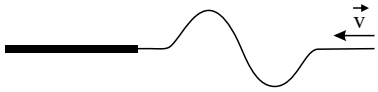
۱) ۱۶ ۲) $\frac{۱}{۱۶}$ ۳) ۳۲ ۴) $\frac{۱}{۳۲}$

پاسخ: **۴** ۳ ۲ ۱ سرعت انتشار امواج عرضی برحسب قطر $v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$ می‌باشد، زیرا:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F\cdot L}{m}}=\sqrt{\frac{F\cdot L}{\rho\cdot A\cdot L}}=\sqrt{\frac{F}{\rho\cdot A}}=\sqrt{\frac{F}{\rho\times\frac{\pi D^2}{4}}}\Rightarrow v=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\xrightarrow{\rho_A=\rho_B,\ D_B=4D_A}$$

$$\frac{v_B}{v_A}=\frac{D_A}{D_B}\sqrt{\frac{F_B}{F_A}}\rightarrow\frac{\sqrt{2}v_A}{v_A}=\frac{D_A}{4D_A}\sqrt{\frac{F_B}{F_A}}\rightarrow\sqrt{2}=\frac{1}{4}\sqrt{\frac{F_B}{F_A}}\Rightarrow 4\sqrt{2}=\sqrt{\frac{F_B}{F_A}}\Rightarrow\frac{F_B}{F_A}=32\Rightarrow\frac{F_A}{F_B}=\frac{1}{32}$$

۶ **مطابق شکل زیر، یک تپ سینوسی از قسمت نازک طنابی وارد قسمت ضخیم طناب می‌شود. بسامد، تندی و طول موج موجِ عبوری در مقایسه با موج فرودی مطابق کدام گزینه است؟ (نیروی کشش طناب ثابت است.)**



۱) $\lambda_2>\lambda_1, v_2>v_1, f_1=f_2$

۲) $\lambda_2<\lambda_1, v_2<v_1, f_1=f_2$

۳) $\lambda_2<\lambda_1, v_2<v_1, f_1<f_2$

۴) $\lambda_2>\lambda_1<v_2>v_1, f_1>f_2$

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ طبق رابطهٔ تندی امواج عرضی در طناب‌ها $v=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$، تندی با ضخامت و قطر طناب رابطهٔ عکس دارد.

($v\propto\frac{1}{D}$) بنابراین با رسیدن موج به قسمت ضخیم طناب تندی موج کاهش می‌یابد.($v_2<v_1$)

در مورد بسامد و طول موج: بسامد به چشمه و منبع موج وابسته است و مستقل از شرایط محیط (طناب) است. پس $f_2=f_1$ (تا الان گزینهٔ درست مشخص نشده!)

طول موج ($\lambda=\frac{v}{f}$) با ثابت ماندن بسامد و کاهش تندی ، کاهش پیدا می‌کند.($\lambda=\frac{\downarrow v}{f\ \text{ثابت}}\downarrow$) ، پس $\lambda_2<\lambda_1$

۷ **کدام گزینه می‌تواند بیانگر بسامد و طول موج یک موج الکترومغناطیسی که درون آب در حال انتشار است، باشد؟ ($c=3\times10^8\frac{m}{s}$)**

۱) $\lambda=500nm, f=6\times10^{15}Hz$

۲) $\lambda=150\mu m, f=2\times10^{12}Hz$

۳) $\lambda=750\mu m, f=3\times10^{11}Hz$

۴) $\lambda=700nm, f=5\times10^{15}Hz$

پاسخ: ۴ **۳** ۲ ۱ تندی انتشار موج الکترومغناطیسی درون آب، کمتر از $3\times10^8\frac{m}{s}$ است.

«۱» گزینهٔ : $v=\lambda f=(500\times10^{-9})\times(6\times10^{15})=3\times10^9\frac{m}{s}$

«۲» گزینهٔ : $v=\lambda f=(150\times10^{-6})\times(2\times10^{12})=3\times10^8\frac{m}{s}$

«۳» گزینهٔ : $v=\lambda f=(750\times10^{-6})\times(3\times10^{11})=2/25\times10^8\frac{m}{s}$

«۴» گزینهٔ : $v=\lambda f=(700\times10^{-9})\times(5\times10^{15})=3/5\times10^9\frac{m}{s}$

امواج با تندی اشاره‌شده در گزینه‌های «۱» و «۴» نمی توانند وجود داشته باشند و گزینهٔ «۲» مربوط به انتشار موجی الکترومغناطیسی

در خلأ و یا هوا است.

۸ نیروی کشش طنابی $۱۲N$ و جرم واحد طول آن $۳۰g/m$ است، اگر سر این طناب را با دیاپازونی که بسامد آن $۱۰۰Hz$ است، عمود برراستای طناب به نوسان در آوریم، طول موج ایجاد شده در طناب چند سانتی‌متر خواهد بود؟

۱) ۰٫۲ ۲) ۲ ۳) ۲۰ ۴) ۲۰۰

پاسخ: ۴ ۲ ۳ ۱ با استفاده از رابطه‌ی بین نیروی کشش وارد بر طناب، جرم واحد طول طناب و سرعت انتشار امواج عرضی در آن، می‌توان نوشت:

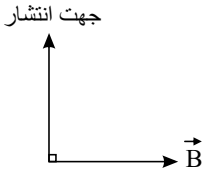
$$\mu = ۳۰\frac{g}{m} = ۰٫۰۳kg/m$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۱۲}{۰٫۰۳}} \Rightarrow v = ۲۰m/s$$

بنابراین طول موج در طناب برابر است با:

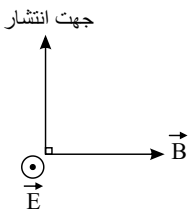
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۲۰}{۱۰۰} = ۰٫۲m = ۲۰cm$$

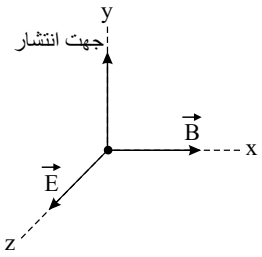
۹ برای یک موج الکترومغناطیسی، جهت میدان مغناطیسی و جهت انتشار موج در یک نقطه از فضا و در یک لحظهٔ معین در شکل زیر نشان داده شده است. در این حالت جهت میدان الکتریکی مطابق کدام گزینه است؟



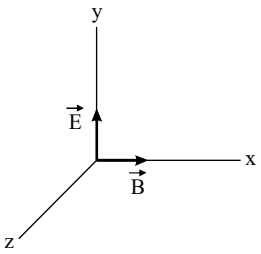
۱) ⊗ ۲) ⊙ ۳) ↓ ۴) ←

پاسخ: ۴ ۳ ۴ ۲ ۱ برای تعیین جهت میدان الکتریکی از قاعدهٔ دست راست استفاده می‌کنیم. طبق این قاعده، اگر چهار انگشت دست راست را در جهت میدان الکتریکی قرار دهیم؛ به‌طوری‌که با خم کردن آن‌ها، در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرند، در این صورت انگشت شست دست راست جهت انتشار موج الکترومغناطیسی را نشان خواهد داد. بنابراین جهت میدان الکتریکی برون‌سو (⊙) است.



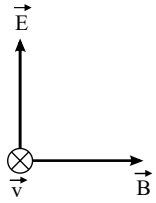


۱۰ در شکل زیر، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی در نقطهٔ معینی از فضا نشان داده شده است. جهت انتشار موج الکترومغناطیسی مطابق با کدام گزینه است؟



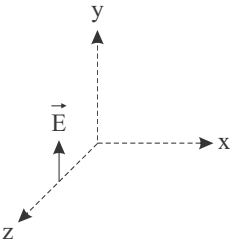
۱) جهت محور z
۲) جهت محور x
۳) خلاف جهت محور x
۴) خلاف جهت محور z

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱



برای تعیین جهت انتشار موج باید از قاعدهٔ دست راست کمک گرفت، بدین صورت که چهار انگشت دست راست را طوری در جهت میدان الکتریکی می‌گیریم که چرخش آن‌ها به سمت میدان مغناطیسی باشد، آنگاه انگشت شست دست راست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد که مطابق شکل زیر، موج در خلاف جهت محور z منتشر می‌شود.

۱۱ بردار میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی که انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می‌دهد، در لحظهٔ t و در این نقطه مطابق با شکل زیر است. در لحظهٔ $(t+\frac{T}{۲})$، جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در این نقطه به‌ترتیب از راست به چپ مطابق با کدام گزینه است؟ (T دورهٔ تناوب است.)



۱) منفی محور y، مثبت محور x
۲) منفی محور y، منفی محور x
۳) مثبت محور y، مثبت محور x
۴) مثبت محور y، منفی محور x

پاسخ: ۴ ۳ ۲ ۱ طبق قاعدهٔ دست راست، اگر چهار انگشت دست راست طوری در راستای میدان الکتریکی $\vec{E}$ قرار گیرند که انگشت شست، جهت انتشار موج و انتقال انرژی را نشان دهد، جهت خم شدن چهار انگشت منطبق بر جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ خواهد بود.

با این توضیحات، در لحظهٔ t، جهت میدان مغناطیسی در جهت مثبت محور x خواهد بود. در لحظهٔ $(t+\frac{T}{۲})$، جهت میدان‌های هم‌فاز الکتریکی و مغناطیسی، وارون می‌شود، در نتیجه پس از گذشت زمانی به اندازهٔ نصف دورهٔ تناوب، جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در این نقطه به‌ترتیب در جهت منفی محور y و جهت منفی محور x خواهد بود.

۱۲ سرعت انتشار یک موج عرضی در یک طناب برابر با $۲۰ m/s$ است. اندازهٔ نیروی کشش طناب چند درصد و چگونه تغییر کند تا سرعت انتشار موج در طناب $۶ m/s$ افزایش یابد؟

۱) ۶۹ درصد کاهش ۲) ۶۹ درصد افزایش ۳) ۱۹ درصد کاهش ۴) ۱۹ درصد افزایش

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱ طبق رابطهٔ سرعت انتشار موج عرضی در طناب $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ می‌توان گفت، سرعت انتشار موج عرضی با جذر نیرویی کشش طناب رابطهٔ مستقیم دارد. بنابراین داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} = \frac{۲۶}{۲۰} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \Rightarrow \frac{۱۳}{۱۰} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \Rightarrow \frac{۱۶۹}{۱۰۰} = \frac{F_۲}{F_۱} \Rightarrow F_۲ = \frac{۱۶۹}{۱۰۰} F_۱$$

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{\Delta F}{F_۱} \times ۱۰۰ = \frac{۱٫۶۹F_۱ - F_۱}{F_۱} \times ۱۰۰ = ۰٫۶۹ \times ۱۰۰ = ۶۹\%$$

۱۳ اختلاف طول موج دو موج الکترومغناطیسی A و B در یک محیط یکسان برابر با $۴۰۰ nm$ و بسامد موج A، ۱٫۸ برابر بسامد موج B است. موج الکترومغناطیسی A در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟

۱) فرابنفش ۲) مرئی ۳) فروسرخ ۴) میکروموج

پاسخ: ۴ ۳ **۲** ۱

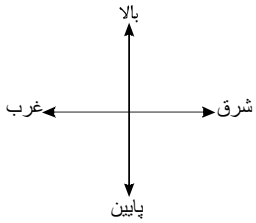
$$\lambda = \frac{v}{f}$$

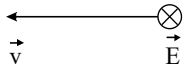
$$\left.\begin{array}{l} f_A = ۱٫۸ f_B \rightarrow ۱٫۸\lambda_A = \lambda_B \\ \lambda_A < \lambda_B \rightarrow \lambda_B - \lambda_A = ۴۰۰ (nm) \end{array}\right\} \Rightarrow ۰٫۸\lambda_A = ۴۰۰$$

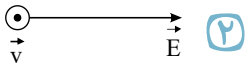
$$\lambda_A = ۵۰۰ nm$$

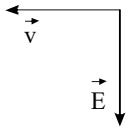
می‌دانیم محدودهٔ $۴۰۰ nm$ تا $۷۰۰ nm$ محدودهٔ نور مرئی است.

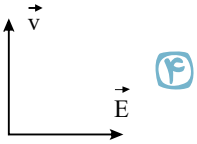
۱۴ کدام یک از گزینه‌های زیر، لحظه‌ای را نشان می‌دهد که در آن جهت میدان مغناطیسی برای یک موج الکترومغناطیسی، به سمت شمال (درون صفحه) است؟ ($\vec{E}$ میدان الکتریکی و $\vec{v}$ جهت انتشار موج است).



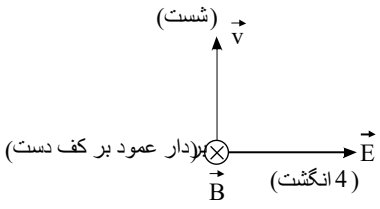
۱)


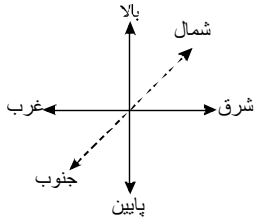
۲)


۳)


۴)


پاسخ: ۱ ۲ ۳ **۴** طبق قاعدهٔ دست راست برای امواج الکترومغناطیسی، برای اینکه میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) به سمت شمال (درون‌سو) باشد، باید گزینهٔ (۴) رخ دهد.





۱۵ کدام گزینه در مورد امواج الکترومغناطیسی نادرست است؟

۱) طیف امواج پرتو x با امواج فرابنفش اشتراک دارد.

۲) بسامد پرتوهای فرابنفش بیشتر از پرتوهای فروسرخ است.

۳) تندی انتشار پرتوهای x در خلأ بیشتر از امواج رادیویی است.

۴) طیف نور مرئی مانند پرتوهای گاما برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارد.

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ تندی انتشار تمامی طیف امواج الکترومغناطیسی در خلأ، با هم برابر و مساوی با $c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ است.

۱۶ طول موج امواج میکروموج ..... از طول موج امواج فروسرخ و بسامد امواج رادیویی ..... از بسامد امواج فرابنفش است.

۱) بیشتر - بیشتر ۲) کمتر - بیشتر ۳) بیشتر - کمتر ۴) کمتر - کمتر

پاسخ: ۱ ۲ **۳** ۴ طیف امواج الکترومغناطیسی مطابق با شکل زیر است:

افزایش بسامد ←
طیف
پرتوهای گاما | پرتوهای X | فرابنفش | فروسرخ | میکروموج | امواج رادیویی
→ مرئی
افزایش طول موج

طبق این طیف، طول موج امواج میکروموج بیشتر از طول موج امواج فروسرخ و بسامد امواج رادیویی کمتر از بسامد امواج فرابنفش

است.