

۱) شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد.

پرتوهای X	P	Q	R	S
پرتوهای γ				

پاسخ:

الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند، بنویسید.

پاسخ: پاسخ:

پرتوهای γ	«پرتوهای X»	«P» فرا بنفش	«Q» مرئی	«R» فروسرخ	«S» میکروموج	رادیو
--------------	-------------	-----------------	-------------	---------------	-----------------	-------

ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش

می‌یابد و کدام ثابت می‌ماند؟

از چپ به راست یعنی از سمت پرتوهای گاما به سمت امواج رادیویی:

۱) طول موج افزایش یابد.

۲) بسامد موج کاهش می‌یابد.

۳) سرعت انتشار آنها در خلأ تغییر نمی‌کند.

۲) الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $6.2 \times 10^{-7} m$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟

ب) بسامد نور قرمز حدود $4.3 \times 10^{14} Hz$ است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت

نور در هوا $3 \times 10^8 m/s$ و در آب $2.25 \times 10^8 m/s$)

پاسخ: الف) طول موج از طریق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ با بسامد رابطه دارد که در آن $c = v_{\text{هوا}}$ سرعت نور در هواست که برابر

$3 \times 10^8 m/s$ است پس داریم:

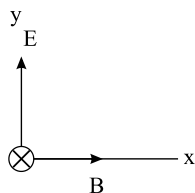
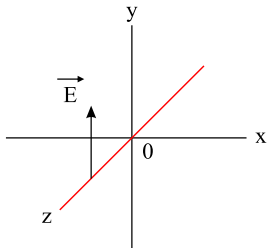
$$6.2 \times 10^{-7} = \frac{3 \times 10^8}{f} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8}{6.2 \times 10^{-7}} = \frac{15}{31} \times 10^{15} Hz$$

ب) طبق همان رابطه داریم:

$$\lambda_{\text{هوا}} = \frac{v_{\text{هوا}}}{f} \rightarrow \lambda_{\text{هوا}} = \frac{3 \times 10^8}{4.3 \times 10^{14}} = \frac{30}{43} \times 10^{-6} m$$

$$\lambda_{\text{آب}} = \frac{v_{\text{آب}}}{f} \rightarrow \lambda_{\text{آب}} = \frac{2.25 \times 10^8}{4.3 \times 10^{14}} = \frac{2.25}{4.3} \times 10^{-6} \text{ m}$$

۳) شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه معینی و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.



باتوجه به قاعده دست راست اگر چهار انگشت در جهت میدان الکتریکی و انگشت شست در جهت انتشار موج (خلاف جهت z) باشد کف دست راست جهت میدان مغناطیسی را نشان خواهد داد. پس میدان B در جهت x است.

۴) در سوال زیر، گزینه مناسب را انتخاب کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید.

پاسخ:

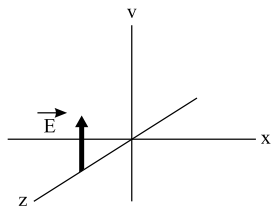
الف) طول موج نور مرئی (بلندتر - کوتاه‌تر) از میکروموج‌هاست.

پاسخ: کوتاه‌تر

۵) به سوالات زیر پاسخ دهید.

پاسخ:

الف) در یک لحظه خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت $+y$ و جهت انتقال انرژی در جهت $+x$ است. جهت میدان مغناطیسی در این لحظه در کدام سو است؟



پاسخ: جهت $+z$. انرژی در راستای حرکت موج ($\vec{v}$) منتقل می‌شود. می‌دانیم که $\vec{E}$ بر $\vec{B}$ و $\vec{v}$ عمود است و با توجه به قانون دست راست، در حالتی که چهار انگشت در جهت میدان الکتریکی و انگشت شست در جهت انتشار موج است، بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج می‌شود. یعنی در اینجا جهت میدان مغناطیسی B ، $+z$ است.

۶) درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های «درست» یا «نادرست» در پاسخ‌نامه مشخص کنید.

پاسخ:

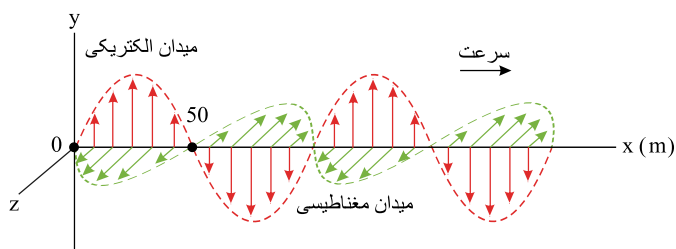
الف) تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلاء از رابطه $c = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ به دست می‌آید.

پاسخ: نادرست

ب بسامد موج فرابنفش بیشتر از بسامد میکروموج است.

پاسخ: درست

۷ شکل مقابل، یک موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد:



پاسخ:

الف این نوع موج طولی است یا عرضی؟

پاسخ: عرضی

ب طول موج و بسامد موج را به دست آورید. ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

$$\lambda = 100 \text{ m} \quad f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3 \times 10^8}{100} = 3 \times 10^6 \text{ Hz}$$

۸ پاسخ دهید.

پاسخ:

الف طول موج نور قرمز رنگ 750 nm است. اگر تندی نور برابر $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ باشد، بسامد نور قرمز را حساب کنید.

$$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3 \times 10^8}{750 \times 10^{-9}} \Rightarrow f = 4 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

۹ در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ برگ بنویسید:

پاسخ:

الف با توجه به نحوه انتشار امواج الکترومغناطیسی، می‌توان گفت این امواج (طولی - عرضی) هستند.

پاسخ: عرضی

۱۰ با توجه به مشخصات بارز امواج الکترومغناطیسی، به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید:

پاسخ:

الف زاویه میدان الکتریکی نسبت به میدان مغناطیسی چگونه است؟

پاسخ: عمود (90°)

ب امواج الکترومغناطیسی طولی هستند یا عرضی؟

پاسخ: عرضی

پ بسامد میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی نسبت به هم چگونه است؟

پاسخ: یکسان است

۱۱) به سؤالات زیر پاسخ دهید.

پاسخ:

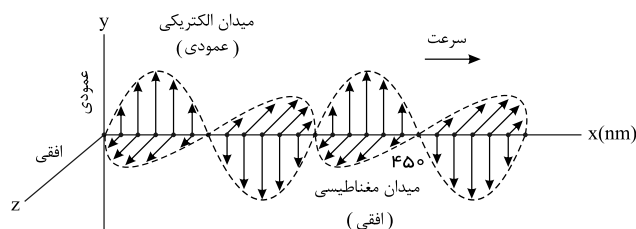
الف) سه مشخصه بارز امواج الکترومغناطیسی را بنویسید.

پاسخ: میدان الکتریکی همواره عمود بر میدان مغناطیسی است، این امواج عرضی‌اند، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.

۱۲)

شکل روبه‌رو، تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی

را نشان می‌دهد که با سرعت $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ در حال انتشار است. کدام مورد درست است؟



۱) مدت زمانی که طول می‌کشد میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، یک نوسان کامل انجام دهند، 10^{-15} ثانیه است.

۲) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه 1.5×10^{15} نوسان انجام می‌دهند.

۳) مسافتی که موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند، ۳۰۰ نانومتر است.

۴) این موج در ناحیه مرئی طیف قرار دارد.

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ نکته: طول موج را در امواج الکترومغناطیسی هم از میدان‌های الکتریکی می‌توان یافت و هم از طریق میدان‌های مغناطیسی. همچنین دوره، بسامد و تندی انتشار هر دو میدان در یک محیط مشخص، برابر با تندی انتشار موج در آن محیط است. با توجه به شکل داریم:

$$450(nm) = 3 \frac{\lambda}{2} \rightarrow \lambda = 300nm$$

$$\lambda = vT \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{300nm}{3 \times 10^8 \frac{m}{s}} = 10^{-15}s$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-15}} = 10^{+15}Hz$$

و اما چه نکاتی قابل استخراج است:

۱) دوره $10^{-15}s$ است. یعنی مدت زمان یک نوسان کامل میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی (تأیید گزینه (۱)).

۲) فرکانس $10^{+15}Hz$ شده یعنی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر $1s$ ، 10^{+15} نوسان می‌کند. (ردّ گزینه (۲))

۳) مسافتی که طول موج در مدت ۱ ثانیه طی می‌کند: (ردّ گزینه (۳))

$$\Delta x = v\Delta t = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \times 1s \rightarrow \Delta x = 3 \times 10^8 m$$

۴) طول موج تقریبی طیف مرئی: $400nm \leq \lambda \leq 700nm$ است. اما در این موج، $\lambda = 300nm$ است. (ردّ گزینه (۴))

۱۳) کدام موج‌ها، برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند؟

الف- امواج صوتی ب- پرتوهای x پ- امواج رادیویی ت- پرتوهای فروسرخ

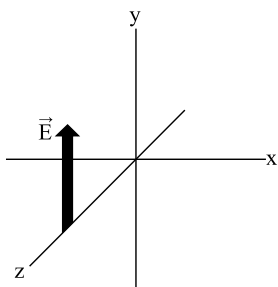
۱ «الف» ۲ «ب» ۳ «الف» و «ب» ۴ «ب» و «پ»

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ امواج مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیازمندند. از امواج داده‌شده، فقط امواج صوتی «الف» از امواج مکانیکی هستند و پرتوهای x «ب»، امواج رادیویی «پ» و پرتوهای فروسرخ «ت» از امواج الکترومغناطیسی هستند که برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند.

۱۴) در شکل زیر، موج الکترومغناطیسی سینوسی در جهت محور z منتشر می‌شود

و میدان الکتریکی آن، در یک لحظه و در یک نقطه نشان داده شده است. در این

نقطه و در این لحظه، میدان مغناطیسی موج به کدام جهت است؟



۱ در خلاف جهت محور x ۲ در خلاف جهت محور y

۳ در جهت محور x ۴ در جهت محور y

پاسخ: ۱ ۲ ۳ ۴ اگر چهار انگشت دست راست در جهت $\vec{E}$ به‌گونه‌ای قرار گیرد که انگشت شست جهت انتشار موج

را نمایش دهد، بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج می‌شود که در اینجا در خلاف جهت مثبت محور x است.

