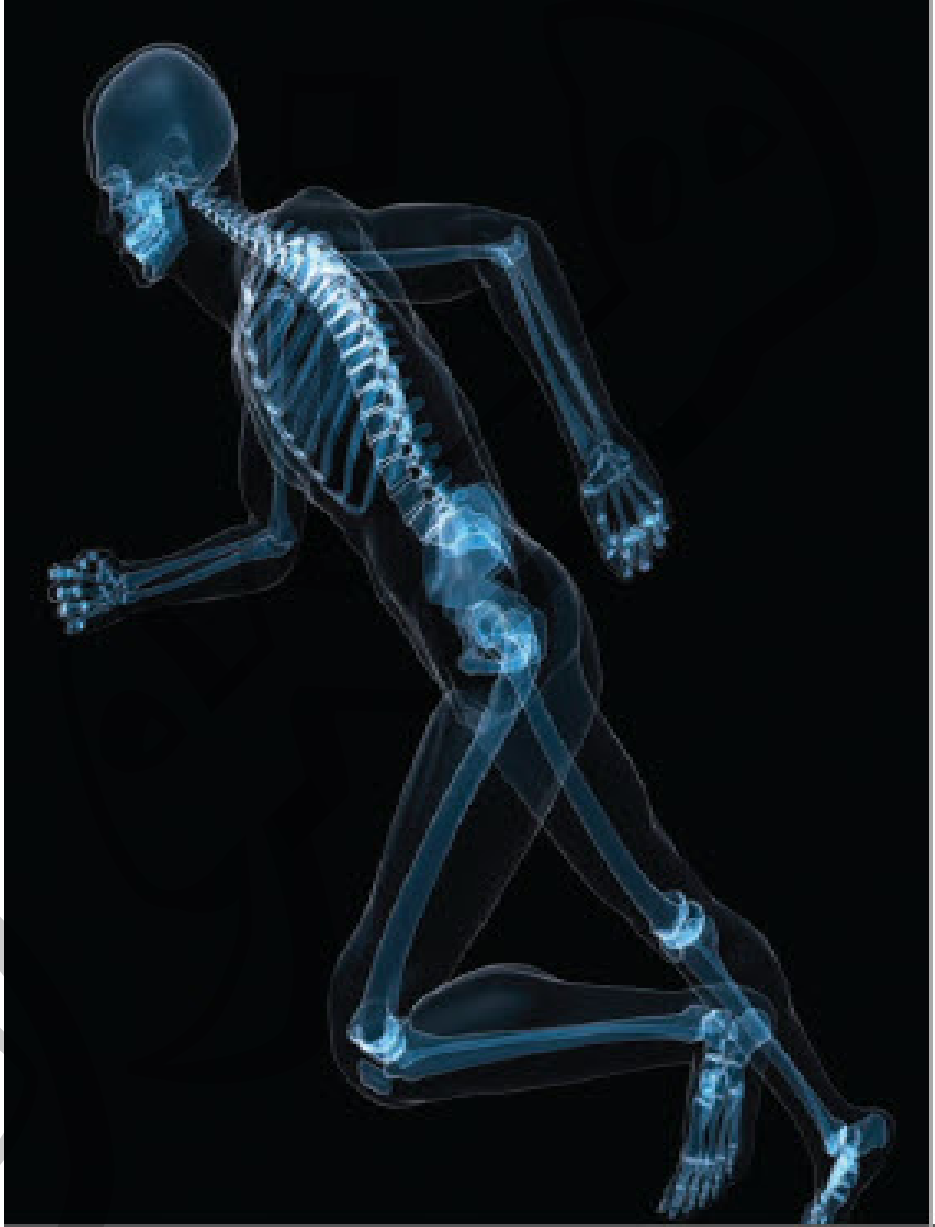


# امواج الكتر ومغناطيس



مدرس: مسعود رهنمون

فیزیک

فصل ۶: موج‌های الکترومغناطیسی

- ۱- کدام یک از امواج زیر روی صفحه‌ی فوتوسل اثر می‌گذارد؟  
 (۱) گاما - فرسرخ (۲) رادیویی - فرابنفش (۳) گاما - رادیویی (۴) فرابنفش - نور مرئی
- ۲- کدام یک از امواج الکترومغناطیس زیر روی فیلم عکاسی معمولی اثر نمی‌گذارد؟  
 (۱) گاما (۲) رادیویی (۳) فرابنفش (۴) اشعه‌ی ایکس
- ۳- شمارش‌گر گایگر - مولر برای آشکارسازی کدام موج الکترومغناطیسی مناسب است؟  
 (۱) موج رادیویی (۲) پرتو گاما (۳) پرتو فرابنفش (۴) پرتو فرسرخ
- ۴- کدام یک از امواج الکترومغناطیس توسط شیشه جذب می‌شود؟ (شیشه‌ی معمولی)  
 (۱) نور مرئی (۲) فرسرخ (۳) فرابنفش (۴) ایکس
- ۵- برای فیلم‌برداری در تاریکی از اشعه‌ی ..... و برای پیدا کردن ترک در فلزات از اشعه‌ی ..... استفاده می‌شود.  
 (۱) فرسرخ - ایکس (۲) ایکس - گاما (۳) نور مرئی - ایکس (۴) فرسرخ - گاما
- ۶- اگر یک پرتو نور قرمز و یک پرتو نور بنفش از خلأ وارد آب شوند و سرعت آن‌ها در خلأ  $c$  و در آب به ترتیب  $V_1$  و  $V_2$  باشد، کدام گزینه درست نوشته شده است؟  
 (۱)  $c < V_1 < V_2$  (۲)  $c > V_1 > V_2$  (۳)  $c = V_1 = V_2$  (۴)  $c > V_1 = V_2$
- ۷- در موج الکترومغناطیسی تولید شده توسط آنتن که در خلأ منتشر می‌شود کدام صحیح است؟  
 (۱) میدان مغناطیسی مجاور آنتن با نوسان بار روی میله‌ها در فاز مخالف است.  
 (۲) میدان الکتریکی مجاور آنتن با نوسان بار روی میله‌ها در فاز مخالف است.  
 (۳) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی القایی با یکدیگر در فاز مخالف هستند.  
 (۴) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با سرعت مساوی در فضا منتشر می‌شوند.
- ۸- در موج الکترومغناطیس نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در خلأ ..... و از نظر جهت ..... می‌باشند.  
 (۱) دارای اختلاف فاز  $\frac{\pi}{4}$ ، هم جهت (۲) هم فاز، بر هم عمود  
 (۳) دارای اختلاف فاز  $\frac{\pi}{2}$ ، بر هم عمود (۴) هم فاز، هم جهت
- ۹- کدام گزینه بر طبق نظریه‌ی ماکسول درست بیان شده است؟  
 (۱) میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی توسط بار الکتریکی ساکن ایجاد می‌شود.  
 (۲) تغییر میدان مغناطیسی در فضا میدان الکتریکی ایجاد می‌کند ولی تغییر میدان الکتریکی در فضا، میدان مغناطیسی ایجاد نمی‌کند.  
 (۳) تغییر میدان الکتریکی در فضا، میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند ولی تغییر میدان مغناطیسی در فضا، میدان الکتریکی ایجاد نمی‌کند.  
 (۴) تغییر میدان الکتریکی در فضا، میدان مغناطیسی و تغییر میدان مغناطیسی نیز، میدان الکتریکی ایجاد می‌کند.
- ۱۰- کدام جمله درباره‌ی امواج الکترومغناطیس صحیح نیست؟  
 (۱) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هم‌بسامد هستند.  
 (۲) سرعت انتشار این امواج در خلأ  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  است.  
 (۳) همه‌ی این موج‌ها توسط آنتن متصل به جریان برق متناوب تولید می‌شود.  
 (۴) برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.
- ۱۱- در طیف امواج الکترومغناطیس، اگر از موج‌های رادیویی به طرف پرتوهای گاما برویم، طول موج ..... و بسامد ..... می‌یابد.  
 (۱) افزایش - کاهش (۲) کاهش - کاهش (۳) افزایش - افزایش (۴) افزایش - افزایش
- ۱۲- موج‌های نور فرودی، از هوا به شیشه می‌تابند. بعضی از آن‌ها در سطح جدایی دو محیط بازتابیده و بعضی شکسته شده وارد شیشه می‌شوند. کدام یک از کمیت‌های زیر برای موج‌های بازتابیده و شکسته شده یکسان نیست؟  
 (۱) طول موج و بسامد (۲) سرعت انتشار و دوره  
 (۳) دوره و راستای انتشار (۴) طول موج و راستای انتشار
- ۱۳- موج‌های نور فرودی از هوا به شیشه می‌تابند. بعضی از آن‌ها در سطح جدایی دو محیط بازتابیده و بعضی شکسته شده وارد شیشه می‌شوند. کدام یک از کمیت‌های زیر برای موج‌های بازتابیده و شکسته شده یکسان است؟  
 (۱) شدت نور (۲) امتداد (۳) سرعت انتشار (۴) دوره

۱۴- اگر طول موج نور قرمز و بنفش در خلأ  $7 \mu\text{m}$  و  $4 \mu\text{m}$  باشد، بسامد نور قرمز و بسامد نور بنفش در آب به ترتیب از راست به چپ کدام

است؟ (سرعت نور در خلأ  $3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  می باشد ، ضریب شکست آب:  $\frac{4}{3}$ )

(۱)  $1.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$  و  $1.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  (۲)  $1.4 \times 10^{14} \text{ Hz}$  و  $1.4 \times 10^{15} \text{ Hz}$

(۳)  $1.4 \times 10^{14} \text{ Hz}$  و  $1.4 \times 10^{15} \text{ Hz}$  (۴)  $1.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$  و  $1.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

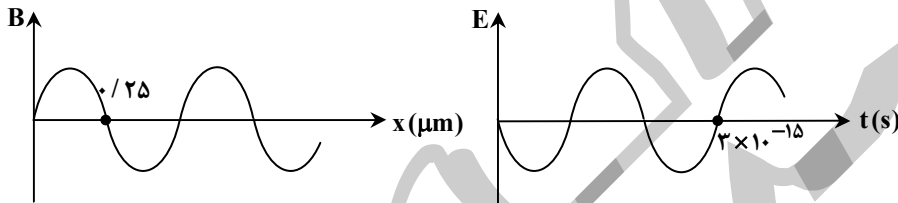
۱۵- یک موج الکترومغناطیسی با بسامد ۳۰۰ مگاهرتز در خلأ منتشر می شود. اختلاف فاز میان دو نقطه که با یکدیگر ۲۰ سانتی متر فاصله دارند و

در یک جهت انتشار هستند چند رادیان است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

(۱)  $\frac{\pi}{5}$  (۲)  $\frac{\pi}{3}$  (۳)  $\frac{\pi}{6}$  (۴)  $\frac{2\pi}{5}$

۱۶- نمودارهای مقابل مربوط به انتشار یک پرتو نور (موج الکترومغناطیسی) در یک محیط شفاف هستند. ضریب شکست این محیط کدام است؟

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



(۱)  $\frac{6}{5}$

(۲)  $\frac{5}{3}$

(۳)  $\frac{5}{9}$

(۴)  $\frac{4}{3}$

۱۷- در یک موج الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر می شود، تابع میدان مغناطیسی در SI به صورت  $\vec{B} = 4 \times 10^{-3} \text{ Sin}(2\pi \times 10^8 t - kx) \vec{k}$

داده شده است. نوسان میدان الکتریکی در امتداد کدام محور و طول موج چند متر است؟ ( $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

(۱) x و  $\frac{1}{3}$  (۲) x و ۳ (۳) y و ۳ (۴) y و  $\frac{1}{3}$

۱۸- یک خط ساحلی با دو ایستگاه رادیویی دریانوردی زمینی A و B که به فاصله ی زیادی از هم قرار گرفته اند، سیگنال های رادیویی (موج

رادیویی) با فرکانس  $1/5 \text{ MHz}$  گسیل می کنند. یک کشتی از مسیر QP به سوی بندر در حرکت است. هنگامی که این کشتی به نقطه ای

درست در وسط خط فرضی AB می رسد، کدام اتفاق ممکن است بیفتد؟ ( $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

(۱) سیگنالی دریافت می کند که دامنه ی آن درست دو برابر دامنه ی هر موج است

(۲) سیگنالی دریافت می کند که دامنه ی آن برابر صفر است و طول موج ۵۰ متر

دارد.

(۳) سیگنالی دریافت می کند که دامنه ی آن درست دو برابر دامنه ی هر موج است

که از هر ایستگاه به تنهایی دریافت می کرد و طول موج ۲۰۰ m دارد.

(۴) سیگنال موجود در این نقطه دامنه ی صفر دارد و طول موج ۲۰۰ m است.

۱۹- در آزمایش یانگ، اختلاف راه نوری دو پرتو در محل نوار روشن سوم بر حسب طول موج نور مورد آزمایش کدام است؟

(۱)  $3\lambda$  (۲)  $1/5\lambda$  (۳)  $2/5\lambda$  (۴)  $5\lambda/4$

۲۰- در آزمایش یانگ فاصله ی دو شکاف  $6 \text{ mm}$  و فاصله ی پرده از صفحه ی شکافها  $2/5$  متر است. اگر شکافها را با طول موج  $600 \text{ nm}$

روشن کنیم، فاصله ی دو نوار روشن پهلوی هم چند میلی متر است؟

(۱)  $0.625$  (۲)  $1/25$  (۳)  $2/5$  (۴)  $0.25$

۲۱- در کدام یک از موارد زیر عرض نوارهای روشن یا تاریک، در آزمایش یانگ افزایش می‌یابد؟

- (۱) به جای نور قرمز از نور تک‌رنگ آبی استفاده شود.  
 (۲) فاصله‌ی پرده از سطح شکاف‌ها را کاهش دهیم.  
 (۳) فاصله‌ی دو شکاف را افزایش دهیم.  
 (۴) فاصله‌ی دو شکاف را کاهش دهیم.

۲۲- آزمایش یانگ را در هوا انجام داده‌ایم و فاصله‌ی دو نوار روشن متوالی  $\frac{1}{4}$  میلی‌متر می‌شود. اگر همین آزمایش را با همین شرایط در آب با

ضریب شکست  $\frac{4}{3}$  انجام دهیم، عرض نوارها چند میلی‌متر می‌شود؟

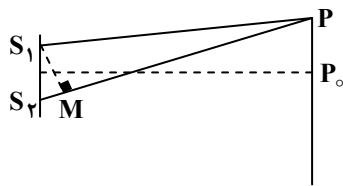
- (۱)  $\frac{1}{3}$  (۲)  $\frac{1}{15}$  (۳)  $\frac{1}{2}$  (۴)  $\frac{3}{5}$

۲۳- آزمایش یانگ را با نور تک‌رنگ سبز انجام داده و نوارهای تداخلی را بر روی پرده موازی با سطح شکاف‌ها تشکیل داده‌ایم. برای این‌که

فاصله‌ی دو نوار روشن متوالی را کم کنیم می‌توانیم:

- (۱) به جای نور سبز از نور تک‌رنگ قرمز استفاده کنیم.  
 (۲) فاصله‌ی شکاف‌ها از یکدیگر را کم کنیم.  
 (۳) فاصله‌ی پرده از شکاف‌ها را کم کنیم.  
 (۴) قطر شکاف‌های صفحه‌ی کدر (قطر دو روزنه) را کم کنیم.

۲۴- با توجه به شکل مقابل در آزمایش یانگ، اگر P دومین نوار روشن باشد، اندازه‌ی  $S_1M$  معادل کدام گزینه است؟



- (۱)  $2\lambda$   
 (۲)  $\lambda$   
 (۳)  $\frac{3}{2}\lambda$   
 (۴)  $3\lambda$

۲۵- اگر آزمایش یانگ را با نور زرد مرکب (سبز و قرمز) انجام دهیم، در این صورت روی پرده چه اتفاقی می‌افتد؟

- (۱) نوار مرکزی سبز و نیمه‌ی قرمز و در بقیه‌ی پرده نوارهای تاریک و روشن (زرد) درست می‌شود.  
 (۲) نوار مرکزی زرد روشن و در بقیه‌ی پرده نوارهای روشن (زرد) و تاریک درست می‌شود.  
 (۳) نوار مرکزی زرد روشن می‌شود و در بقیه‌ی پرده نوارهای تاریک و روشن (زرد) واضح نخواهیم داشت.  
 (۴) نوار مرکزی تاریک می‌شود و روی پرده مخلوطی از رنگ‌ها خواهیم داشت.

۲۶- آزمایش یانگ را یک بار در هوا و بار دیگر در مایعی به ضریب شکست  $\frac{5}{4}$  انجام می‌دهیم. نسبت فاصله‌ی سومین نوار روشن از نوار مرکزی

در این مایع به فاصله‌ی دومین نوار تاریک از نوار روشن مرکزی در هوا کدام است؟ (بقیه‌ی شرایط آزمایش تغییر نمی‌کند.)

- (۱)  $\frac{5}{2}$  (۲)  $\frac{2}{5}$  (۳)  $\frac{1}{5}$  (۴)  $\frac{5}{8}$

۲۷- آزمایش یانگ را با نوری به طول موج  $\lambda$  انجام می‌دهیم. اختلاف زمانی رسیدن نور به دومین نوار تاریک برابر  $3 \times 10^{-15}$  s شده است. اگر

سرعت انتشار نور در محیط  $c = 3 \times 10^8 \frac{km}{s}$  باشد، طول موج  $\lambda$  چند نانومتر است؟

- (۱) ۶۰۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۴۵۰ (۴) ۱۲۰۰

۲۸- در آزمایش یانگ، اختلاف راه دو پرتویی که از دو شکاف به نوار تاریک چهارم می‌رسد،  $\Delta x$  و اختلاف راه دو پرتویی که به نوار روشن ششم

می‌رسد،  $\Delta x'$  است. نسبت  $\frac{\Delta x}{\Delta x'}$  چند است؟

- (۱)  $\frac{3}{2}$  (۲)  $\frac{12}{7}$  (۳)  $\frac{7}{12}$  (۴)  $\frac{2}{3}$

۲۹- آزمایش یانگ را با نور تک‌رنگی که طول موج ۵۰۰۰ آنگستروم دارد، انجام می‌دهیم. اگر سرعت انتشار نور در محیط  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  باشد،

اختلاف زمان رسیدن نور دو شکاف تا محل نوار تاریک دوم چند ثانیه است؟

- (۱)  $1.5 \times 10^{-15}$  (۲)  $2 \times 10^{-15}$  (۳)  $3 \times 10^{-15}$  (۴)  $2.5 \times 10^{-15}$

۳۰- در آزمایش یانگ در خلأ فاصله‌ی سومین نوار تاریک از وسط نوار مرکزی برابر  $\frac{1}{6}$  میلی‌متر است. عرض (پهنای) نوارها در مایعی به ضریب

شکست  $\frac{4}{3}$  چند میلی‌متر است؟ (فاصله‌های شکاف‌ها و پرده و رنگ نور عوض نشده است.)

- (۱)  $\frac{1}{36}$  (۲)  $\frac{1}{9}$  (۳)  $\frac{1}{12}$  (۴)  $\frac{1}{8}$

۳۱- آزمایش یانگ را با نوری که طول موج آن  $0.6 \mu m$  است انجام می‌دهیم. فاصله‌ی دو شکاف  $2 \text{ mm}$  و فاصله‌ی پرده از سطح شکاف‌ها یک

متر است. فاصله‌ی اولین نوار تاریک از یک طرف نوار مرکزی تا دومین نوار روشن از طرف دیگر نوار مرکزی چند میلی‌متر است؟

- (۱)  $0.75$  (۲)  $1.25$  (۳)  $1.5$  (۴)  $0.5$

۳۲- شکاف‌های آزمایش یانگ را با نوری که طول موج  $6000 \text{ \AA}$  (آنگستروم) دارد روشن می‌کنیم. اگر فاصله‌ی پرده از سطح شکاف‌ها  $4000$  برابر فاصله‌ی دو شکاف باشد، روی پرده بین دو نقطه به فاصله‌ی  $3$  سانتی‌متر چند نوار جای می‌گیرد؟ (تعداد کل نوارهای روشن و تاریک روی هم

چندتاست؟)

۱۰۰۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۲۵ (۲)

۲۵۰ (۱)

۳۳- شکاف‌های صفحه‌ی کدر در آزمایش یانگ را با نوری که بسامدش  $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$  است روشن می‌کنیم. فاصله‌ی پرده از سطح شکاف‌ها  $200$  برابر فاصله‌ی دو شکاف است. فاصله‌ی اولین نوار روشن از یک طرف نوار مرکزی تا دومین نوار تاریک از طرف دیگر نوار مرکزی چند میلی‌متر

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

۰/۳۵ (۴)

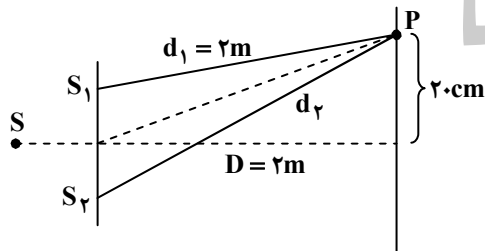
۰/۵ (۳)

۰/۱۵ (۲)

۰/۲۵ (۱)

۳۴- در شکل مقابل،  $P$  وسط نوار روشن سوم می‌باشد. فاصله‌ی دو شکاف  $S_1$  و  $S_2$  از هم برابر  $1/5 \text{ mm}$  است.  $d_2$  برابر کدام گزینه‌ی زیر

است؟



۲/۰۰۱۵ (۱)

۲/۱۵ (۲)

۲/۰۷۵ (۳)

۲/۰۰۷۵ (۴)

۳۵- آزمایش یانگ را یک بار با طول موج  $\lambda_1 = 0/64 \mu\text{m}$  و بار دیگر با طول موج  $\lambda_2 = 0/72 \mu\text{m}$  انجام می‌دهیم. پنجمین نوار تاریک آزمایش (۱) بر کدام نوار آزمایش (۲) منطبق می‌شود؟

(۴) روشن سوم

(۳) روشن چهارم

(۲) تاریک چهارم

(۱) تاریک سوم

## پاسخ تست‌های فصل ۶

۱- گزینه ۴ پاسخ است.

وقتی نور مرئی یا فرابنفش به صفحه‌ی فوتوسل برخورد می‌کند می‌تواند جریان الکتریکی برقرار کند، مانند ماشین حساب نوری و یا صفحات فوتوسل خورشیدی و ...

۲- گزینه ۲ پاسخ است.

در طیف امواج الکترومغناطیس، «گاما- ایکس- فرابنفش- نور مرئی» همگی روی فیلم عکاسی معمولی اثر می‌گذارد. فقط امواج رادیویی است که روی فیلم عکاسی بی‌اثر است. پرتوهای فرورسرخ روی فیلم‌های عکاسی مخصوص اثر می‌گذارند.

۳- گزینه ۲ پاسخ است.

۴- گزینه ۳ پاسخ است.

از ویژگی‌های اشعه‌ی فرابنفش:

(۱) توسط شیشه جذب می‌شود.

(۲) سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود.

(۳) یاخته‌های زنده را از بین می‌برد.

۵- گزینه ۴ پاسخ است.

۶- گزینه ۲ پاسخ است.

سرعت انتشار همه‌ی امواج الکترومغناطیس در خلأ یکسان و برابر  $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  است، ولی در محیط‌های دیگر سرعت انتشار از مقدار فوق کم‌تر است و هر موجی که طول موج کم‌تری دارد سرعت کم‌تری دارد. وقتی یک پرتو نور از محیطی به محیط دیگر می‌رود، بسامد ثابت است و سرعت و طول موج به نسبت عکس ضریب شکست تغییر می‌کند.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

توجه: ضریب شکست یک محیط شفاف برای رنگ‌های مختلف نور سفید، یکسان نیست. هر موجی که طول موج بیش‌تر داشته باشد، ضریب شکست برایش کم‌تر است.

۷- گزینه ۴ پاسخ است.

۸- گزینه ۲ پاسخ است.

در امواج الکترومغناطیس نوسان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در خلأ هم‌فازند یعنی اختلاف فاز صفر دارند، به این معنی که این میدان‌ها با هم صفر و با هم بیشینه می‌شوند، هم‌چنین بردارهای این دو میدان هم بر یکدیگر عمودند و هم بر راستای انتشار عمودند و به همین دلیل موج الکترومغناطیس، یک موج عرضی است. به گونه‌ای که اگر میدان الکتریکی در جهت +y و مغناطیسی در جهت +z باشد، سرعت انتشار موج الکترومغناطیسی در جهت +x می‌باشد.

۹- گزینه ۴ پاسخ است.

ماکسول پیش‌بینی کرد همان‌طور که در اثر تغییر میدان مغناطیسی در فضا، میدان الکتریکی تولید می‌شود، در اثر تغییر میدان الکتریکی نیز میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود و اساس تولید موج الکترومغناطیس توسط آنتن همین پیش‌بینی ماکسول است.

۱۰- گزینه ۳ پاسخ است.

طیف امواج الکترومغناطیس، طیف گسترده‌ای است که از کوتاه‌ترین طول موج، (گاما) شروع می‌شود و به بلندترین طول موج، (رادیویی) ختم می‌شود که این موج‌ها هر کدام چشمه‌ی (منبع) خاصی دارند و به روش خاص دیگری، آشکار می‌شوند ولی ماهیت و قانون‌های حاکم بر همه‌ی آن‌ها یکسان است. به عنوان نمونه برخی از ویژگی‌های مشترک عبارتند از:

(۱) برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.

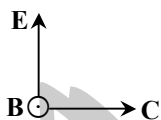
(۲) سرعت انتشار همه‌ی آن‌ها در خلأ یکسان و برابر  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  است.

(۳) حامل انرژی هستند.

(۴) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر یکدیگر عمود و بر راستای انتشار نیز عمود و نوسان این میدان‌ها هم بسامد است و در خلأ و محیط‌های نارسا هم‌فازند.

(۵) از نوع موج عرضی می‌باشند.

(۶) بار الکتریکی ندارند و بنابراین در هیچ میدانی منحرف نمی‌شوند.



۱۱- گزینه ۳ پاسخ است.

در طیف موج‌های الکترومغناطیسی کوتاه‌ترین طول موج (بیش‌ترین بسامد) مربوط به پرتوهای گاما و بیش‌ترین طول موج (کم‌ترین بسامد) مربوط به موج‌های رادیویی می‌باشد.

۱۲- گزینه ۴ پاسخ است.

وقتی موجی از محیطی وارد محیط دیگر می‌شود، موج تابیده شده و موج شکسته شده و حتی موج بازتابیده شده از سطح جدایی دو محیط بسامد (دوره) یکسان دارند. چون منبع موج برای آن‌ها یکسان است.

۱۳- گزینه ۴ پاسخ است.

وقتی نور یا هر موج الکترومغناطیس، از محیطی وارد محیط دیگر شود بسامد (دوره) تغییر نمی‌کند. چون بسامد (دوره) به شرایط منبع (چشمه) بستگی دارد، بقیه‌ی کمیت‌ها مانند شدت، امتداد، سرعت انتشار و طول موج تغییر می‌کنند به طوری که می‌توان نوشت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

که  $n_1$  و  $n_2$  ضریب شکست محیط‌های شفاف (دو محیط) می‌باشند. رقیق‌ترین محیط خلأ و  $n=1$  می‌باشد و برای بقیه‌ی محیط‌های شفاف  $n > 1$  می‌باشد.

۱۴- گزینه ۴ پاسخ است.

با تغییر محیط بسامد عوض نمی‌شود.

$$c = \lambda f \Rightarrow f_{\text{قرمز}} = \frac{3 \times 10^8}{7 \times 10^{-7}} = \frac{3}{7} \times 10^{15} \text{ Hz} \quad \text{و} \quad f_{\text{بنفش}} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = \frac{3}{4} \times 10^{15} \text{ Hz}$$

۱۵- گزینه ۴ پاسخ است.

$$\Delta\phi = kx = \frac{\omega}{V} \cdot \Delta x = \frac{2\pi f}{V} \cdot \Delta x = \frac{2\pi \times 300 \times 10^6}{3 \times 10^8} \times \frac{0}{2} = \frac{2\pi}{5} \text{ rad}$$

۱۶- گزینه ۱ پاسخ است.

$$\frac{\lambda}{2} = 0.25 \times 10^{-6} \Rightarrow \lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ (m)}$$

$$\frac{3T}{2} = 3 \times 10^{-15} \Rightarrow T = 2 \times 10^{-15} \text{ (s)}$$

$$V = \frac{\lambda}{T} = \frac{5 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-15}} = 2.5 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$n = \frac{c}{V} = \frac{3 \times 10^8}{2.5 \times 10^8} = \frac{6}{5}$$

۱۷- گزینه ۳ پاسخ است.

با توجه به تابع میدان مغناطیسی انتشار موج در جهت  $+x$  و نوسان میدان مغناطیسی روی محور  $z$  ها است. نوسان میدانی الکتریکی روی محور  $y$  ها می‌باشد. بردارهای میدان  $\vec{E}$  و  $\vec{B}$  بر یکدیگر عمود و بر راستای انتشار نیز عمودند چون موج الکترومغناطیسی، موج عرضی است.

$$K = \frac{\omega}{V} = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \frac{2\pi \times 10^8}{3 \times 10^8} = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 3 \text{ (m)}$$

۱۸- گزینه ۳ پاسخ است.

چون نقطه‌ی فوق درست در وسط  $AB$  است، برهم‌نهی موج‌ها در این نقطه سازنده بوده و دامنه‌ی بیشینه‌ی  $2A$  دارد.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1.5 \times 10^6} = 200 \text{ (m)}$$

۱۹- گزینه ۱ پاسخ است.

در محل نوار روشن  $n$  ام  $\Delta\phi = 2n\pi$  ،  $\Delta t = nT$  ،  $\delta = n\lambda$

۲۰- گزینه ۳ پاسخ است.

فاصله‌ی دو نوار روشن یا تاریک کنار هم برابر  $\frac{\lambda D}{a}$  می‌باشد که دو برابر پهنای هر نوار است.

$$\Delta x = \frac{\lambda D}{a} = \frac{600 \times 10^{-9} \times 2/5}{6 \times 10^{-4}} = 2/5 \times 10^{-3} \text{ (m)} = 2/5 \text{ mm}$$

۲۱- گزینه ۴ پاسخ است.

برای تغییر عرض نوارها باید کمیت‌های زیر را تغییر داد، طول موج (بسامد)، فاصله‌ی پرده از سطح شکاف‌ها، فاصله‌ی دو شکاف.

$$w = \frac{\lambda D}{2a}$$

توجه: تغییر شدت نور تابشی به شکاف‌ها و یا تغییر قطر روزنه‌ها نمی‌تواند عرض نوارها را تغییر دهد. آنچه مهم است این است که، شکاف‌ها باید به اندازه‌ای باشند که وقتی نور از آن می‌گذرد، مانند منبع نور نقطه‌ای عمل کند.

۲۲- گزینه ۲ پاسخ است.

اگر آزمایش یانگ را به جای خلأ یا هوا ( $n_{\text{هو}} = 1$  و  $n_{\text{خلأ}} = 1$ ) در محیط دیگری با ضریب شکست  $n$  انجام دهیم، بسامد و دوره ثابت می‌مانند و سرعت نور و طول موج و فاصله‌ی نوارها تا نوار مرکزی و فاصله‌ی دو نوار روشن یا تاریک متوالی و عرض (پهنای) نوارها همگی کوچک می‌شوند ( $\frac{1}{n}$  برابر می‌شوند).

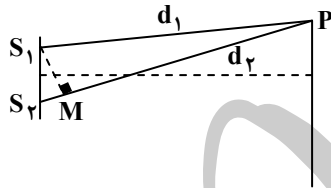
$$\Delta x = \frac{\lambda D}{a}, \quad w = \frac{1}{2} \Delta x = \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow w = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ mm}, \quad w' = \frac{w}{n} \Rightarrow w' = \frac{0.2}{3} = 0.067 \text{ mm}$$

۲۳- گزینه ۳ پاسخ است.

فاصله‌ی دو نوار روشن متوالی یا تاریک متوالی  $\Delta x = \frac{\lambda D}{a}$  می‌باشد و برای کاهش  $\Delta x$  باید  $\lambda$  یا  $D$  را کاهش و یا  $a$  را افزایش دهیم. قطر شکاف‌ها (روزنه‌ها) باید به اندازه‌ی منبع نقطه‌ای باشد. بیش‌تر یا کم‌تر از این اندازه، پدیده‌ی تداخل به صورت نوارهای تاریک و روشن (طرح تداخلی یانگ) را دچار اختلال می‌کند، پس به‌عنوان عامل مؤثر بر فاصله نوارها مطرح نیست.

۲۴- گزینه ۱ پاسخ است.

فاصله‌ی نقطه‌ی  $P$  تا دو منبع  $S_1$  و  $S_2$  برابر  $d_1$  و  $d_2$  است.



$$S_1P = d_1, \quad S_2P = d_2$$

با رسم کمانی به مرکز  $P$  و به شعاع  $d_1$ ،  $MP$  برابر  $d_1$  جدا می‌شود و  $d_2 - d_1 = S_2M$  به دست می‌آید.

اگر  $P$  نقطه‌ی روشن باشد  $d_2 - d_1 = n\lambda$  می‌باشد.

$$S_2M = d_2 - d_1 = 2\lambda$$

۲۵- گزینه ۳ پاسخ است.

شرط تداخل امواج نوری این است که دو منبع نور تک‌فام (تک‌بسامد یا بسامد یکسان) باشد علاوه بر این دو منبع نور باید کاملاً مشابه باشند. حال اگر از نوری مرکب استفاده کنیم به ازای هر بسامد یک طرح تداخلی خواهیم داشت. پس نور مرکب سبب می‌شود که روی پرده یک بی‌نظمی از رنگ‌های تشکیل‌دهنده‌ی نور مرکب به صورت درهم و برهم داشته باشیم ولی در نوار مرکزی چون تداخل سازنده‌ی همه‌ی بسامدها است، بنابراین نور مرکب به صورت نوار روشن درست می‌شود.

۲۶- گزینه ۳ پاسخ است.

وقتی نور از هوا (خلأ) وارد محیط دیگری با ضریب شکست  $n$  شود، طول موجش  $\frac{1}{n}$  برابر می‌شود. (کوچک می‌شود)

$$\begin{cases} x_{\text{روشن}} = \frac{n\lambda D}{a} \\ x_{\text{تاریک}} = \frac{(2n-1)\lambda D}{2a} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{(r)} = \frac{3 \times \frac{4\lambda}{5} \times D}{a} \\ x_{(r)} = \frac{3\lambda D}{2a} \end{cases} \Rightarrow \frac{x_{(r)}}{x_{(r)}} = \frac{12}{5} = \frac{8}{5}$$

۲۷- گزینه ۱ پاسخ است.

$$|d_2 - d_1| = \frac{(2n-1)\lambda}{2} \quad \text{اختلاف فاصله‌ی نقطه‌ی تاریک از دو منبع}$$

$$|t_2 - t_1| = \frac{(2n-1)T}{2} \quad \text{اختلاف زمان رسیدن دو موج به نقطه‌ی تاریک}$$

$$|\varphi_2 - \varphi_1| = (2n-1)\pi \quad \text{اختلاف فاز دو موج رسیده به نقطه‌ی تاریک}$$

پس داریم:

$$t_2 - t_1 = \frac{(2 \times 2 - 1)T}{2} \Rightarrow 3 \times 10^{-15} = \frac{3T}{2} \Rightarrow T = 2 \times 10^{-15} \text{ s}$$

$$\lambda = v \cdot T = 3 \times 10^8 \times 2 \times 10^{-15} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$



۲۸- گزینه ۳ پاسخ است.

اختلاف راه نوری برای نوارهای روشن، مضرب درستی از طول موج و برای نوارهای تاریک، مضرب فردی از نصف طول موج است.

$$\begin{cases} \Delta x = \frac{(2n-1)\lambda}{2} = \frac{7\lambda}{2} \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta x'} = \frac{7}{12} \\ \Delta x' = n\lambda = 6\lambda \end{cases}$$

۲۹- گزینه ۴ پاسخ است.

در محل نوار روشن n ام: اختلاف فاز پرتوها  $2n\pi$  / اختلاف زمان رسیدن آنها nT / اختلاف راه آنها  $\delta = n\lambda$

در محل نوار تاریک n ام: اختلاف فاز پرتوها  $(2n-1)\pi$  / اختلاف زمان رسیدن آنها  $\frac{T}{2}$  / اختلاف راه آنها  $\frac{\lambda}{2}$

$$\lambda = v \cdot T \Rightarrow T = \frac{5 \times 10^{-7}}{3 \times 10^8} \Rightarrow T = \frac{1}{6} \times 10^{-14} (s), \Delta t = (2 \times 2 - 1) \frac{T}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{3}{2} \times \frac{1}{6} \times 10^{-14} = 2.5 \times 10^{-15} (s)$$

۳۰- گزینه ۲ پاسخ است.

نکته: اگر آزمایش یانگ را در محیطی به ضریب شکست n انجام دهیم، چون طول موج  $\frac{1}{n}$  برابر می شود، بنابراین تمام فاصله های x (فاصله ی نوارهای

روشن یا تاریک از نوار مرکزی) و  $\Delta x$  فاصله ی دو نوار روشن متوالی یا تاریک متوالی و عرض نوارها (w) همگی کوچک یعنی  $\frac{1}{n}$  برابر می شود.

$$x = \frac{(2n-1)\lambda D}{2a} \Rightarrow 0.6 = \frac{5\lambda D}{2a} \Rightarrow w = \frac{\lambda D}{2a} = 0.12 \text{ mm} \Rightarrow w' = \frac{w}{n} = \frac{0.12}{3} = 0.04 \text{ mm}$$

۳۱- گزینه ۱ پاسخ است.

$$\begin{cases} x_{\text{روشن}} = \frac{n\lambda D}{a} \\ x_{\text{تاریک}} = \frac{(2n-1)\lambda D}{2a} \end{cases}, x = \frac{2\lambda D}{a} + \frac{\lambda D}{2a} = \frac{5}{2} \times \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow x = \frac{5}{2} \times \frac{6 \times 10^{-7} \times 1}{2 \times 10^{-3}} = 7.5 \times 10^{-4} (m) = 0.75 \text{ mm}$$

۳۲- گزینه ۲ پاسخ است.

$$w = \frac{\lambda D}{2a} \Rightarrow w = \frac{6 \times 10^{-7} \times 4000}{2} = 12 \times 10^{-4} (m) = 1/2 (mm) : \text{عرض هر نوار}$$

$$N = \frac{d}{w} \Rightarrow N = \frac{3 \times 10^{-2}}{12 \times 10^{-4}} = 25 : d = 3 \text{ cm} \text{ تعداد نوارها در فاصله ی}$$

۳۳- گزینه ۱ پاسخ است.

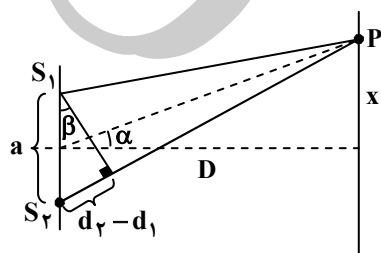
فاصله ی نوارهای روشن از نوار مرکزی  $x = \frac{n\lambda D}{a}$  و نوارهای تاریک از نوار مرکزی  $x = \frac{(2n-1)\lambda D}{2a}$  می باشد.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{14}} = 0.5 \times 10^{-6} (m), x = \frac{1 \times \lambda D}{a} + \frac{(2 \times 2 - 1)\lambda D}{2a} = \frac{5}{2} \frac{\lambda D}{a}$$

$$\Rightarrow x = \frac{5}{2} \times \frac{0.5 \times 10^{-6} \times 2000}{a} = 2500 \times 10^{-7} m = 0.25 \text{ mm}$$

۳۴- گزینه ۱ پاسخ است.

این شکل را حتماً از متن کتاب مطالعه کنید.



$$\sin \beta = \tan \alpha \Rightarrow \frac{d_2 - d_1}{a} = \frac{x}{D} \Rightarrow d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$$

$$\Rightarrow d_2 - d_1 = \frac{1/5 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-2}}{2} = 1/5 \times 10^{-4}$$

$$d_2 - 2 = 0.00015 \Rightarrow d_2 = 2/00015 \text{ m}$$

۳۵- گزینه ۳ پاسخ است.

برای انطباق نوارها بر یکدیگر، باید  $x$ ها را مساوی قرار دهیم و اگر قرار است نوار  $\lambda_1$  از نوار  $\lambda_2$  بر نوار  $\lambda_2$  منطبق گردد الزاماً باید شماره نوار عدد طبیعی ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) به دست آید.

$$x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{(2n_1 - 1)\lambda_1 D}{2a} = \frac{n_2 \lambda_2 D}{a} \quad \text{یا} \quad \frac{(2n_1 - 1)\lambda_1 D}{2a} = \frac{(2n_2 - 1)\lambda_2 D}{2a} \Rightarrow \frac{(2 \times 5 - 1) \times 0.64 D}{2a} = \frac{n_2 \times 0.72 D}{a}$$

$\Rightarrow n_2 = 4$  روشن

اگر از  $\lambda_2$  نوار تاریک را انتخاب می‌کردیم مقدار  $n_2$  عدد صحیح در نمی‌آمد.

$$\frac{(2 \times 5 - 1) \times 0.64 D}{2a} = \frac{(2n_2 - 1) \times 0.72 D}{2a} \Rightarrow \frac{9 \times 0.64}{0.72} = (2n_2 - 1) \Rightarrow 2n_2 - 1 = 8 \Rightarrow n_2 = 4.5$$