بنام خدا

آزمون ۲۱ اسفند ۱۳۹۴ قلم چی – چهارم تجربی وریاضی - درس فیزیک ۴– موج های الکترو مغناطیسی

مولف :مصطفی کیانی،گزینشگرو طراح آزمون های قلم چی ،مولف کتاب های فیزیک قلم چی

آن چه برای این آزمون نیاز دارید را به صورت خلاصه بیان می کنم.امیدوارم براتون مفید باشه .اگر این روش را می پسندید، اعلام کنید تا بازم براتون بنویسم.

موج های الکترو مغناطیسی

موج‌های الکترومغناطیسی از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی مغناطیسی تشکیل شده‌اند.

عامل اصلی ایجاد موج‌های الکترومغناطیسی، ذره‌های باردار شتاب دارند. یعنی وقتی ذره‌ی بارداری شتاب‌دار می‌شود، بخشی از انرژی خود را به صورت موج‌های الکترومغناطیسی، گسیل می‌کند.

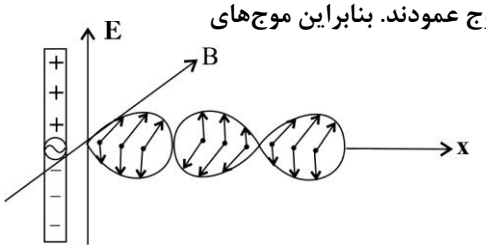
وقتی یک ذره‌ی باردار شتاب‌دار می‌شود، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی متغیری در اطراف خود به وجود می‌آورند و این میدان الکتریکی و مغناطیسی متغیر به ترتیب میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی دیگری را به وجود خواهند آورد که با سرعت ثابت در فضا منتشر می‌شوند.

ویژگی های موج های الکترو مغناطیس

۱– عامل اصلی ایجاد موج‌های الکترومغناطیسی، ذره‌های باردار شتاب دارند.

۲– میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هردو نوسانی‌اند و دوره‌ی نوسان آن‌ها با دوره‌ی نوسان منبع برابر است.

۳– میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر یک‌دیگر و هردو آن‌ها بر راستای حرکت موج عمودند. بنابراین موج‌های الکترومغناطیسی از نوع موج‌های عرضی‌اند.



۴- تغییر میدان مغناطیسی در فضا، میدان الکتریکی تولید می‌کند و برعکس، تغییر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می‌کند.

۵- میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی القایی هم‌فازند. یعنی، در هر نقطه هردو میدان هم‌زمان با هم بیشینه یا کمینه می‌شوند.

تـذکـر: میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در محیط‌های فلزی هم‌فاز نیستند.

۶– موج‌های الکترومغناطیسی علاوه بر محیط مادی در خلاء نیز منتشر می‌شوند.

۷- موج‌های الکترومغناطیسی بدون بار الکتریکی‌اند. بنابراین در هیچ میدانی منحرف نمی‌شوند.

۸- موج‌های الکترومغناطیس حامل انرژی‌اند.

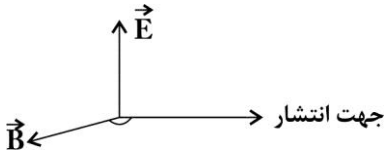
۹– این موج‌ها می‌توانند توسط ماده جذب و گسیل شوند.

توجه: گسیل موج‌های الکترومغناطیسی توسط اجسام را تابش می‌نامند

۱۰- سرعت انتشار موج‌های الکترومغناطیسی در خلاء از رابطه‌ی $C = \frac{۱}{\sqrt{\varepsilon_{\circ}\mu_{\circ}}} = (\varepsilon_{\circ}\mu_{\circ})^{\frac{-۱}{۲}}$ **به دست می‌آید وبرابر** $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ **است .**

۱۱- سرعت انتشار همه‌ی موج‌های الکترومغناطیسی در خلاء با هم برابر و اندازه‌ی آن $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ **است، اما در سایر محیط‌ها طبق رابطه‌ی** $V = \frac{c}{n}$ (n **ضریب شکست محیط است) سرعت انتشار موج‌ها کم‌تر از سرعت انتشار آن‌ها در خلاء است.**

۱۲- برای تعیین جهت انتشار موج‌های الکترومغناطیسی از قاعده‌ی دست راست به صورت زیر استفاده می‌کنیم:
اگر چهار انگشت دست راست را در جهت میدان الکتریکی قرار دهیم، به‌طوری که وقتی آن‌ها را خم می‌کنیم در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرد (کف دست رو به میدان مغناطیسی)، انگشت شست در جهت انتشار موج قرار می‌گیرد.



۱۳– تابع موج میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به صورت زیر است:

$$E_y = E_m \sin(\omega t - kx) \quad B_Z = B_m \sin(\omega t - kx)$$

۱۴– سرعت نور در هر محیط با ضریب شکست آن محیط نسبت وارون دارد. اگر سرعت نور در خلأ C **باشد، سرعت آن در محیط شفافی به ضریب شکست** n **از رابطه‌ی** $V = \frac{C}{n}$ **قابل محاسبه است.**

۱۵– اگر یک دسته پرتو نور از یک محیط وارد محیط دیگر شود، بسامد آن ثابت می‌ماند و در نتیجه رنگ آن تغییر نمی‌کند. اما سرعت و طول موج آن به یک نسبت تغییر می‌کنند. اگر سرعت و طول موج در محیط اول به ضریب شکست $n_۱$ **به ترتیب** $V_۱$ **و** $\lambda_۱$ **و در محیط دوم به ضریب شکست دوم** $V_۲$ **و** $\lambda_۲$ **باشد، با توجه به این که بسامد نور ثابت است، می‌توان نوشت:**

$$f = \frac{V_۱}{\lambda_۱} = \frac{V_۲}{\lambda_۲} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}$$

هم چنین طبق رابطه‌ی $V = \frac{C}{n}$ **داریم:**

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{n_۱}{n_۲}$$

بنابراین

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{n_۱}{n_۲}$$

۱۶– اگر نور از خلأ، با ضریب شکست $n_1 = 1$ وارد محیط شفافی به ضریب شکست $n_2 = n$ شود، بین طول موج در خلأ (λ) و طول موج در محیط شفاف (λ') رابطه‌ی $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$ بر قرار است..

۱۷– رنگ هر پرتو نور فقط به بسامد آن بستگی دارد.بنابر این وقتی نور از یک محیط وارد محیط دیگر شود ، رنگ آن تغییر نمی کند.

مثال :موج‌های رادیویی در شیشه به ضریب شکست $\frac{3}{2}$ منتشر می‌شوند. طول موج آن‌ها در شیشه چه قدر است؟ بسامد موج‌های رادیویی $12\,MHz$ است. $C = 3\times10^{8}\,\frac{m}{s}$

حل: **ابتدا سرعت موج در شیشه را حساب می کنیم وسپس طول موج در شیشه را به دست می آوریم.**

$$V = \frac{C}{n} = \frac{3\times10^{8}}{\frac{3}{2}} = 2\times10^{8}\,\frac{m}{s}$$

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{2\times10^{8}}{12\times10^{6}} = \frac{50}{3}m$$

* یکی از یکاهای طول موج نور انگستروم $(\mathring{A})$ است که برابر $10^{-10}m$ است.

مثال: طول موج نوری در آب به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ برابر $4500\,\mathring{A}$ است. دوره‌ی آن چند ثانیه است؟

$C = 3\times10^{8}\,m/s$

حل:دوره ی نور در همه ی محیط ها با هم برابر است.بنابر این چون طول موج نور در آب را داریم ابتدا سرعت نور در آب را حساب می کنیم و سپس دوره را به دست می آوریم.

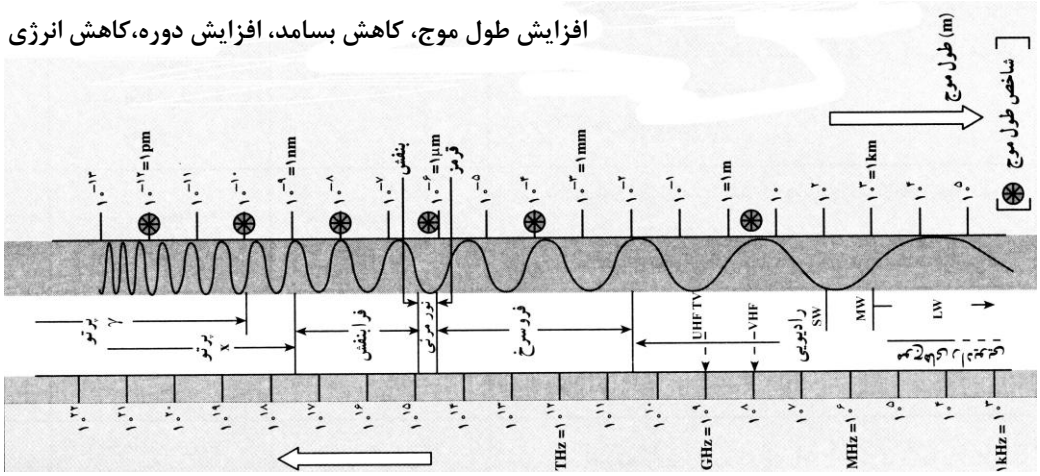
$$V = \frac{C}{n} = \frac{3\times10^{8}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{4}\times10^{8}\,\frac{m}{s}$$

$$\lambda = VT \Rightarrow 4500\times10^{-10} = \frac{9}{4}\times10^{8}T \Rightarrow T = 2\times10^{-15}s$$

۱۸– موج های الکترومغناطیسی طیف گسترده‌ای از نظر بسامد (و طول و موج) دارند. این موج‌ها از بسامد $۱۰\,Hz$ تا بسامد $۱۰^{۲۴}\,Hz$ تولید می‌شوند.

چگونگی تولید، خاصیت و آشکارسازی این موج‌ها با هم تفاوت دارد. به همین علت به ناحیه‌های مختلف این طیف نام‌های متفاوت داده شده است، که برحسب افزایش طول موج و از چپ به راست عبارت‌اند از: پرتو گاما، پرتو x، فرابنفش، نور مرئی، فروسرخ، موج‌های رادیویی.

افزایش طول موج، کاهش بسامد، افزایش دوره،کاهش انرژی



تـوجـه: طول موج نور مرئی بین $۴۰۰nm$ (بنفش) تا $۷۰۰nm$ (قرمز) ، طول موج پرتو های فروسرخ بین $۱\mu m = ۱۰^{۳}\,nm$ تا $۱cm = ۱۰^{۷}\,nm$ و طول موج امواج رادیویی بین $۱۰^{-۲}\,m$ تا $۱۰^{۵}\,m$ است.

طیف نور مرئی به ترتیب کاهش طول موج و افزایش بسامد عبارت‌اند از: **قرمز** – نارنجی – **زرد** – سبز – **آبی** – نیلی – **بنفش**

مثال : معادله‌ی میدان مغناطیسی یک موج الکترومغناطیسی در SI به صورت $B = B_m \sin(۲\pi \times ۱۰^{۷} t - \frac{\pi}{۱۵} x)$ است. این موج در چه ناحیه‌ای از طیف الکترومغناطیسی است؟

حل:*ابتدا طول موج آن را به دست می آوریم و سپس ناحیه آن را در طیف موج های الکترو مغناطیسی تعیین می کنیم.با توجه* به معادله ی داده شده عددموج برابر $\frac{\pi}{۱۵}\frac{rad}{m}$ است .بنابر این طول موج آن برابر است با:

$$K = \frac{۲\pi}{\lambda} \Rightarrow \frac{\pi}{۱۵} = \frac{۲\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = ۳۰m$$

موج هایی که طول موج آن ها از $۱cm$ *بیش تر باشد در ناحیه ی موج های رادیویی است.*

۱۹– *برای پاسخ دادن به تست هایی که نحوه ی تولید، آشکارسازی و کار برد طیف موج های الکترو مغناطیس مطرح می شود* ،بایدجدول زیر را حفظ کنید.

نحوه‌ی تولید، آشکارسازی و کاربرد طیف موج‌های الکترومغناطیسی

نام و حدود طول موج	چشمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی‌های خاص و کاربرد
پرتو گاما (γ) $1pm = 10^{-12}m$	هسته‌ی مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شمارش گر گایگر – مولر و فیلم عکاسی	فوتون‌های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت‌های سرطانی را از بین می‌برد، برای پیدا کردن ترک در فلزات، برای ضدعفونی کردن تجهیزات و وسایل
پرتوی ایکس (X) $100pm = 10^{-10}m$	لامپ پرتو X	فیلم عکاسی و صفحه-ی فلوئورسان	فوتون‌های بسیار پر انرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعه‌ی ساختار بلورها، معالجه‌ی بیماری‌های پوستی، استفاده در پرتودرمانی
فرابنفش (uv) $10nm = 10^{-8}m$	خورشید، جسم‌های خیلی داغ، جرقه‌ی الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: توسط شیشه جذب می‌شود، سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود، یاخته‌های زنده را از بین می‌برد. کاربرد: لامپ‌های uv در پزشکی
نور مرئی $0/6\mu m = 6\times10^{-7}$ (سبز)	خورشید، جسم‌های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: در دیدن اجسام نقش اساسی دارد، برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم‌های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
فروسرخ (IR) $100\mu m = 10^{-4}m$	خورشید، جسم‌های گرم و داغ	فیلم‌های مخصوص عکاسی	ویژگی‌ها: هنگامی که جذب می‌شود، پوست را گرم می‌کند. کاربرد: برای گرم کردن، برای فیلم‌برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره‌ها
رادیویی $3m(VHF)$	اجاق‌های مایکروویو، آنتن‌های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آشپزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره‌ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و کشتی

مثال: در طیف موج‌های الکترومغناطیسی، بیش ترین بسامد مربوط به ..... و بلندترین طول موج مربوط به ..... است.

۱) نورفرمز- نوربنفش

۲) موج‌های رادیویی- اشعه‌ی ایکس

۳) اشعه‌ی گاما- موج‌های فروسرخ

۴) اشعه‌ی گاما- موج‌های رادیویی و مخابراتی

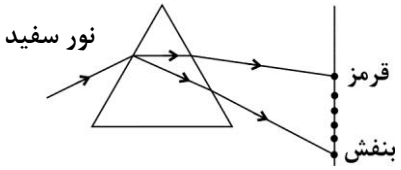
پاسخ: گزینه(۴)

مثال :با توجه به مشخصات موج الکترومغناطیس در ستون اول، نوع موج را از ستون دوم انتخاب کنید.

مشخصات موج	نوع موج
الف) توسط شیشه جذب می‌شود.	• رادیویی
ب) چشم انسان آشکارساز آن است.	• فروسرخ
ج) قابل استفاده برای فیلم‌برداری در تاریکی	• نورمرئی
د) یکی از چشمه‌های آن اجاق مایکروویو است.	• فرابنفش
هـ) قابل استفاده در پرتونگاری	• اشعه‌ی x
	• اشعه‌ی γ

پاسخ: **پاسخ:الف- فرابنفش ب- نور مریی پ- فروسرخ ت- رادیویی ث- پرتو ایکس**

۲۰– اگر یک دسته پرتو نور سفید به یک وجه منشور بتابانیم، پس از عبور از منشور به هفت رنگ تجزیه می‌شود. زیرا ضریب شکست منشور برای نورهای مختلف متفاوت است.در این حالت نوری که طول موج آن کم‌تر است، بیش‌تر منحرف می‌شود. بنابراین نور بنفش که طول موج آن کوچک تر است بیش‌تر و نور قرمز که طول موج آن بزرگ‌تر است، کم‌تر منحرف می‌شود.

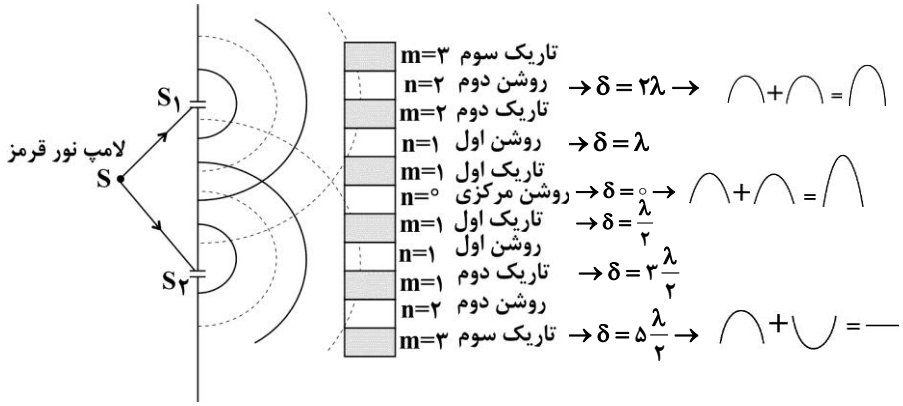


۲۱– تداخل موج‌های نورانی:

اگر دو منبع نور هم‌فاز، هم‌بسامد و هم‌دامنه، موج‌های نوری خود را در محیط منتشر کنند، این موج‌ها با هم تداخل می‌کنند.

در نقطه‌هایی از محیط که دو موج هم‌فاز به هم برسند، بر هم نهی آن‌ها سازنده است، در نتیجه در این نقطه‌ها دامنه‌ی موج بیشینه و انرژی موج‌های نورانی نیز بیشینه خواهند شد. در این نقطه‌ها نورهای روشن تشکیل می‌شود.

در نقطه‌هایی از محیط که دو موج نورانی در فاز مخالف به هم می‌رسند، برهم نهی آن‌ها ویرانگر است. در این نقطه‌ها برآیند دامنه‌ی موج‌های نورانی صفر می‌شود، در نتیجه انرژی موج‌های نورانی نیز صفر خواهد شد. بنابراین در این نقطه‌ها نوارهای تاریک تشکیل می‌شود.



۲۲– شرط تداخل موج‌های نورانی آن است که دو منبع نور هم‌بسامد، هم‌فاز و هم دامنه باشند.

۲۳– نوارهای روشن از برهم نهی موج‌های هم‌فاز تشکیل می‌شود. برای دو موجی که نوار های روشن را تشکیل می دهند، داریم:

اختلاف راه $= \delta = n\lambda$

اختلاف فاز $= \Delta\Phi = ۲n\pi$

اختلاف زمانی $= \Delta t = nT$

مثال– آزمایش یانگ را با نوری به طول موج $۰/۶\mu m$ انجام می‌دهیم. اختلاف زمانی ۲ موج نوری که به محل نوارچهارم روشن می‌رسند چند ثانیه است؟ $C = ۳\times ۱۰^{۸}\, m/s$

حل:ابتدا دوره را حساب می کنیم وسپس اختلاف زمانی را به دست می آوریم.

$$\lambda = C\times T \Rightarrow ۶\times ۱۰^{-۷} = ۳\times ۱۰^{۸} T \Rightarrow T = ۲\times ۱۰^{-۱۵} s$$

$$\Delta t = nT = ۴\times ۲\times ۱۰^{-۱۵} s$$

۲۴– نوارهای تاریک از برهم نهی موج‌های نوری در فاز مخالف تشکیل می‌شوند . برای دو موجی که نوار های تاریک را تشکیل می دهند، داریم:

.

اختلاف راه $= \delta = (۲m-۱)\frac{\lambda}{۲}$

اختلاف فاز $= \Delta\phi = (۲m-۱)\pi$

اختلاف زمانی $= \Delta t = (۲m-۱)\frac{T}{۲}$

مثال - آزمایش یانگ را با نوری به بسامد $۵\times ۱۰^{۱۴} Hz$ انجام می‌دهیم. اختلاف راه دو موجی که به محل نوارسوم تاریک می‌رسد چند انگستروم است؟ $C = ۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}$

حل: ابتدا طول موج نور را حساب می کنیم وسپس اختلاف راه را به دست می آوریم.

$$\lambda = \frac{C}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۵\times ۱۰^{۱۴}} = ۶\times ۱۰^{-۷} = ۶۰۰۰ \mathring{A}$$

$$\delta = (۲m-۱)\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow \delta = (۲\times ۳-۱)\times \frac{۶۰۰۰}{۲} = ۱۵۰۰۰ \mathring{A}$$

۲۵– در آزمایش یانگ رابطه های نوار های روشن و تاریک به صورت زیر است.

$$x = \frac{(2m-1)D\lambda}{2a} \quad \text{برای نوارهای تاریک} \quad \lambda = \frac{2ax}{(2m-1)D}$$

$$x = \frac{nD\lambda}{a} \quad \text{برای نوار های روشن} \quad \lambda = \frac{ax}{nD}$$

در این رابطه‌ها n شماره نوار روشن و m شماره نوار تاریک است.

توجه: در آزمایش یانگ ،وقتی نوار تاریک مطرح می شود ، می توان به جای استفاده از رابطه ی نوار های تاریک ،از رابطه ی نوار های روشن استفاده کرد .فقط کافی است در رابطه ی نوار روشن به جا ی n مقدار $(m-0/5)$ را قرا می دهیم.به عنوان مثال، برای محاسبه فاصله نوار سوم تاریک از نوار روشن مرکزی ،فاصله ی نوار $(3-0/5=2/5)$ روشن از نوار مرکزی را حساب می کنیم.

مثال :آزمایش یانگ را با نوری به طول موج $5000\mathring{A}$ انجام می‌دهیم. اگر فاصله‌ی پرده از شکاف‌ها ۲۰۰۰ برابر فاصله‌ی دو شکاف باشد، فاصله‌ی نوار پنجم تاریک از نوار روشن مرکزی چند mm است؟

حل : به جا ی استفاده از رابطه ی نوار تاریک ، از رابطه ی نوار روشن استفاده می کنیم و به جای n مقدار $n = 5 - 0/5 = 4/5$ قرار می دهیم.

$$x = \frac{nD\lambda}{a} \Rightarrow x = \frac{4/5 \times 2000a \times 5000 \times 10^{-10}}{a} = 4/5 \times 10^{-3} m = 4/5mm$$

۲۶– می‌توان برای محاسبه‌ی فاصله‌ی n_1 امین نوار روشن از n_2 امین نوار روشن، فاصله‌ی $|n_1 \pm n_2|$ امین نوار روشن از نوار روشن مرکزی را به دست آورد. علامت (–) برای نوارهای روشنی که یک طرف نوار روشن مرکزی‌اند و علامت (+) برای نوارهای روشنی است که دو طرف نوار روشن مرکزی‌اند. به عنوان مثال، برای محاسبه فاصله نوارسوم روشن یک طرف نوار روشن مرکزی ازنوار پنجم روشن طرف دیگر نوار مرکزی ،کافیست فاصله نوار هشتم $(8 = 3 + 5)$ روشن از نوار روشن مرکزی را به دست آوریم.بدیهی است،اگر این دو نوار یک طرف نوار روشن مرکزی می بودند، **باید فاصله نوار دوم (۲=۳- ۵)روشن ازنوار مرکزی را حساب کنیم.**

توجه: اگر فاصله نوار روشن n ام از نوار تاریک m ام مورد نظر باشد ، از همان نکته فوق استفاده می کنیم .فقط از شماره نوار تاریک ۰/۵ تا کم می کنیم.به عنوان مثال برای محاسبه فاصله نوار سوم تاریک یک طرف نوار روشن مر کزی از نوار پنجم روشن طرف دیگر،کافیست فاصله نوار ۷/۵ روشن از نوار مرکزی را به دست آوریم.

مثال: آزمایش یانگ را با نوری به طول موج ۵۰۰nm انجام می‌دهیم .اگر فاصله‌ی دو شکاف ۳mm و فاصله‌ی پرده از سطح شکاف‌ها ۱/۵m باشد، فاصله‌ی نوار سوم روشن یک طرف از نوار پنجم روشن همان طرف چند mm است؟

حل: فاصله نوار سوم روشن ازپنجم روشن همان طرف برابر فاصله ی نواردوم ($n = 5 - 3 = 2$)روشن از نوار روشن مرکزی است.

$$x = \frac{nD\lambda}{a} \Rightarrow x = \frac{2 \times 1/5 \times 500 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-3}} = 0/5 \times 10^{-3}\,m = 0/5mm$$

مثال: در آزمایش یانگ $D = 2000a$ است. فاصله‌ی نوارسوم روشن یک طرف نوار روشن مرکزی از نوار هفتم روشن طرف دیگر آن چند برابر طول موج نور مورد آزمایش است؟

حل: فاصله ی نوار سوم روشن یک طرف ازنوار هفتم روشن طرف دیگر برابر فاصله ی نوار دهم ($n = 7 + 3 = 10$)روشن از نوار روشن مرکزی است.

$$x = \frac{nD\lambda}{a} = \frac{10 \times 2000a \times \lambda}{a} \Rightarrow x = 2 \times 10^{4}\lambda$$

مثال: در آزمایش یانگ $D = 2000a$ است. فاصله‌ی نوارسوم تاریک یک طرف نوار روشن مرکزی از نوارهفتم روشن طرف دیگر آن چند برابر طول موج نور مورد آزمایش است؟

حل: به جای نوار سوم تاریک ، نوار $3 - 0/5 = 2/5$ روشن را در نظر می گیریم.بنابراین $n = 7 + 2/5 = 9/5$ است.

$$x = \frac{nD\lambda}{a} \Rightarrow x = \frac{9/5 \times 2000a \times \lambda}{a} \Rightarrow x = 19000\lambda$$

۲۷–برای محاسبه ی فاصله ی k نوار روشن متوالی در رابطه ی نوار های روشن به جای n مقدار $n = k - 1$ را قرا می دهیم.به عنوان مثال فاصله ی ۶ نوار روشن متوالی برابر فاصله ی نوار پنجم روشن از نوار مر کزی است.

مثال: توان یک لامپ کوچک که نور تک رنگ تولید می‌کند، ۱۱۰ وات است و در هر ۵ دقیقه 10^{23} فوتون تابش می‌کند. از نور این لامپ در یک آزمایش یانگ استفاده می‌شود. در این آزمایش، فاصله‌ی شکاف‌ها از هم ۲ میلی‌متر است. اگر پرده‌ی نوارها به فاصله‌ی ۱/۵ متر از سطح دو شکاف قرار داشته باشد، فاصله‌ی بین دو نوار روشن متوالی چند میلی‌متر است؟ $h = 6/6 \times 10^{-34}\,Js, C = 3 \times 10^{8}\,\frac{m}{s}$

۱) ۰/۴۵ ۲) ۰/۹۰ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۸۰

حل:گزینه (۱)ابتدا با استفاده از رابطه ی انرژی فوتون ،طول موج نور مورد آزمایش را به دست می آوریم.

$$E = Pt \xrightarrow{E=nhf} nhf = Pt \Rightarrow nh\frac{C}{\lambda} = Pt$$

$$\Rightarrow 10^{23} \times 6/6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^{8}}{\lambda} = 110 \times (5 \times 60) \Rightarrow \lambda = 6 \times 10^{-7}\,m$$

$$x=\frac{nD\lambda}{a} \Rightarrow x=\frac{1\times 1/5\times 6\times 10^{-7}}{2\times 10^{-3}}=0/45\times 10^{-3}m=0/45mm$$

۲۸ - در آزمایش یانگ پهنای نوارهای روشن و تاریک با هم برابر است. پهنای هر نوار برابر نصف فاصله‌ی دو نوار روشن متوالی است و از رابطه زیر $w=\frac{D\lambda}{2a}$ به دست می آید.

برای افزایش پهنای هر نوار می‌توان:۱ - از نوری با طول موج بلندتر استفاده کرد. ۲- فاصله‌ی پرده از شکاف‌ها را افزایش داد. ۳- فاصله‌ی دو شکاف از یکدیگر را کاهش داد.

۲۹- در آزمایش یانگ فاصله‌ی m امین نوار تاریک از نوار روشن مرکزی $2m-1$ برابر پهنای هر نوار است:

$$x=(2m-1)\frac{\lambda D}{2a}\Rightarrow x=(2m-1)W$$

۳۰- در آزمایش یانگ فاصله‌ی nامین نوار روشن از نوار روشن مرکزی $2n$ برابر پهنای هر نوار تاریک یا روشن است.

$$x=\frac{nD\lambda}{a}=2n\times\frac{D\lambda}{2a}\Rightarrow x=2nw$$

مثال: در آزمایش یانگ فاصله‌ی نوارششم روشن از نوار مرکزی ۳ mm است. فاصله‌ی سومین نوار تاریک از نوار روشن مرکزی چند میلی‌متر می‌باشد؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۷۵ ۴) ۱/۸

حل:ابتدا پهنای هر نوار را حساب می کنیم.

$$x=2nw\Rightarrow 3=2\times 6\times w\Rightarrow w=\frac{1}{4}mm$$

اکنون به جای سومین نوار تاریک فاصله ی نوار ۲/۵ روشن را حساب می کنیم.

$$x=2nw\Rightarrow x=2\times 2/5\times\frac{1}{4}\Rightarrow x=1/25mm$$

مثال: در آزمایش یانگ اگر فاصله‌ی دو شکاف را ۱/۲ برابر و فاصله‌ی پرده از صفحه‌ی دو شکاف را ۰/۸ برابر کنیم ولی طول موج نور تغییر نکند، پهنای هر یک از نوارها چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

حل:گزینه(۱)

$$w=\frac{D\lambda}{2a}\Rightarrow\frac{w'}{w}=\frac{D'}{D}\times\frac{\lambda'}{\lambda}\times\frac{a}{a'}\Rightarrow\frac{w'}{w}=\frac{0/8D}{D}\times\frac{a}{1/2a}\times 1=\frac{2}{3}$$

۳۱– اگرمکان یک نوار تاریک یا روشن با شماره‌ی معین از نوری به طول موج λ برمکان نوار تاریک یا روشن ازنور دیگری به طول موج λ' منطبق باشد، در این حالت فاصله‌ی آن نوارها از نوار روشن مرکزی با هم برابر است.

مثال: در آزمایش یانگ ابتدا از نور تکرنگی با بسامد $f_1 = 7/5\times10^{14}\,Hz$ و سپس بدون آن‌که فاصله‌ها تغییر پیدا کنند، از نور تکرنگ دیگری با بسامد f_2 استفاده می‌کنیم. f_2 چند هرتز باشد تا فاصله‌ی چهارمین نوار روشن تا نوار مرکزی در آزمایش دوم برابر با فاصله‌ی پنجمین نوار تاریک تا نوار مرکزی در آزمایش اول شود؟

۱) $\frac{2}{3}\times10^{15}$ ۲) $1/5\times10^{15}$ ۳) $\frac{2}{3}\times10^{14}$ ۴) $1/5\times10^{14}$

حل: گزینه(۱)با توجه به این که $x = x'$ است با استفاده از رابطه ی نوار های روشن و هم چنین با توجه به این که فاصله ی پنجمین نوار تاریک برابر فاصله ی $n_1 = 5 - 0/5 = 4/5$ نوار روشن است، می توان نوشت.

$$x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{n_1 D\lambda_1}{a} = \frac{n_2 D\lambda_2}{a} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

از طرف دیگر می دانیم $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1}$ است .بنابر این می توان نوشت.

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{n_2=4} \frac{f_2}{7/5\times10^{14}} = \frac{4}{4/5} \Rightarrow f_2 = \frac{2}{3}\times10^{15}\,Hz$$

۳۲- اگر آزمایش یانگ با نور سفید انجام شود:

آ- نوار روشن مرکزی سفید رنگ می‌شود. زیرا برای همه‌ی طول موج‌های موجود در نور سفید که به محل نوار روشن مرکزی می‌رسند، اختلاف فاز صفر می‌شود. ب- نوار تاریک وجود ندارد. زیرا در نور سفید طول موج‌های متعددی وجود دارد و برای یک نقطه روی پرده‌ی نوارها، طول موجی وجود دارد که به ازای آن اختلاف فاز دو موج مضرب زوجی از π شود.

پ- نوارهای روشن به رنگ‌های طیف نور سفید است. ترتیب قرار گرفتن آن‌ها از نوار مرکزی که به دو طرف دور شویم از طول موج کم‌تر به طرف طول موج بیش‌تر است. یعنی در طرفین نوار مرکزی، دو نوار روشن بنفش، در طرفین آن‌ها دو نوار روشن نیلی و ... در انتها دو نوار قرمز خواهد بود.

مثال: در آزمایش یانگ، منبع نور سفیدرا جایگزین منبع نور تک رنگ می‌کنیم. در این حالت بر روی پرده:

۱) فقط یک نوار سفید مرکزی تشکیل می‌شود.

۲) فقط یک نوار رنگی مرکزی تشکیل می‌شود.

۳) یک نوار سفید مرکزی تشکیل می‌شود که هر طرف آن نوارهای رنگی مخدوش شده وجود دارد.

۴) هیچ نواری به وجود نمی‌آید.

پاسخ: گزینه ی (۳)