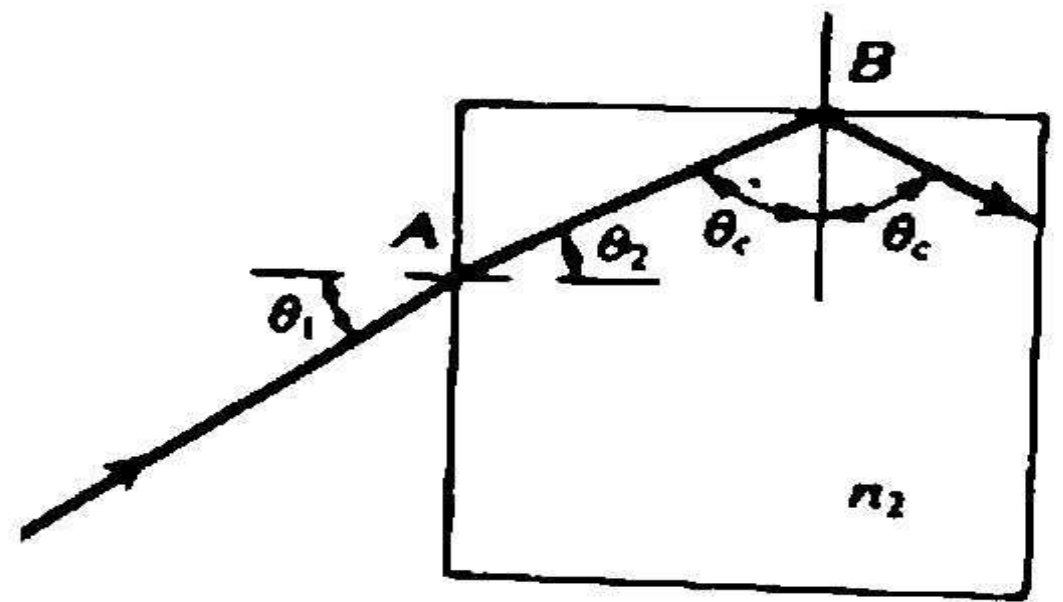


عنوان درس: اپتیک

استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است

- ۱- مطابق شکل زیر، یک پرتو نور از محیطی با ضریب شکست n_1 با زاویه θ_1 از نقطه A وارد محیط مکعب شکل شفاف با ضریب شکست n_2 شده و از نقطه B در سطح بالایی مکعب، بازتابش کلی داخلی با زاویه θ_c رخ داده است. طبق رابطه اسنل، کدام رابطه در این حالت برقرار است؟



$$\begin{array}{ll} \sin \theta_1 = \frac{n_1}{n_2} & \text{.۲} \\ \sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} & \text{.۱} \\ \sin \theta_1 = \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - 1} & \text{.۴} \\ \sin \theta_1 = \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 + 1} & \text{.۳} \end{array}$$

- ۲- جسمی به ارتفاع 10 سانتی متر به فاصله 50 سانتی متر از یک آینه مقعر (یا کاو) با فاصله کانونی 20 سانتیمتر قرار گرفته است. طول تصویر چقدر است؟

$$\begin{array}{llll} 6.66 \text{ cm} & \text{.۱} & 3.33 \text{ cm} & \text{.۲} \\ 5.53 \text{ cm} & \text{.۳} & 7.45 \text{ cm} & \text{.۴} \end{array}$$

- ۳- جسمی را در فاصله 5 cm از یک عدسی همگرا با فاصله کانونی 10 cm قرار داده ایم. مشخصات تصویر کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \text{.۱} \text{ مجازی و مستقیم در فاصله } 10 \text{ cm} \text{ از عدسی.} & \text{.۲} \text{ مجازی و معکوس در فاصله } 15 \text{ cm} \text{ از عدسی.} \\ \text{.۳} \text{ حقیقی و معکوس در فاصله } 10 \text{ cm} \text{ از عدسی.} & \text{.۴} \text{ حقیقی و مستقیم در فاصله } 10 \text{ cm} \text{ از عدسی.} \end{array}$$

- ۴- یک گوی بلورین به شعاع R و به ضریب شکست n را در برابر یک دسته پرتو نور موازی قرار داده ایم. فاصله کانون تصویر از رأس این گوی کدام است؟

$$\begin{array}{llll} f = \frac{R(n-2)}{(n-1)} & \text{.۱} & f = \frac{R(n-2)}{2(n-1)} & \text{.۲} \\ f = \frac{R(n-1)}{(n-2)} & \text{.۳} & f = \frac{R(n-1)}{2(n-2)} & \text{.۴} \end{array}$$

۵- معادله موجی که با سرعت v در راستای x و حرکت می کند را به صورت تابعی از مکان و زمان به صورت $y(x, t)$ نشان می دهیم. معادله دیفرانسیل یک بعدی حاکم بر این موج کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = v^2 \frac{\partial y(x, t)}{\partial t} & \cdot ۱ \\ \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = v^2 \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2} & \cdot ۲ \\ \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = v^2 \frac{\partial y(x, t)}{\partial t} & \cdot ۳ \\ \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = v^2 \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2} & \cdot ۴ \end{array}$$

۶- موج رونده ای با معادله $y(x, t) = 0.2 \sin\left(4\pi x - 5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ مفروض است که در آن x بر حسب متر و t بر حسب ثانیه است. این موج با چه سرعتی منتشر می شود؟

$$\begin{array}{llll} 5 \text{ m/s} & \cdot ۱ & 2.5 \text{ m/s} & \cdot ۲ \\ 1.25 \text{ m/s} & \cdot ۳ & 4 \text{ m/s} & \cdot ۴ \end{array}$$

۷- دامنه ی موج برآیند حاصل از برهم نهی دو موج هماهنگ $E_1 = 5 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ و $E_2 = 4 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$ کدام است؟

$$\begin{array}{llll} 9 & \cdot ۱ & \sqrt{41} & \cdot ۲ \\ \sqrt{41+20\sqrt{3}} & \cdot ۳ & \sqrt{61} & \cdot ۴ \end{array}$$

۸- فاز موج برآیند حاصل از برهم نهی دو موج هماهنگ $E_1 = 5 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ و $E_2 = 4 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$ کدام است؟

$$\begin{array}{llll} \tan^{-1}\left(\frac{2\sqrt{3}}{7}\right) & \cdot ۱ & \tan^{-1}\left(\frac{7}{2\sqrt{3}}\right) & \cdot ۲ \\ \frac{2\pi}{3} & \cdot ۳ & \frac{\pi}{3} & \cdot ۴ \end{array}$$

۹- دو موج $E_1 = \frac{E_0}{2} \sin(kx - \omega t)$ و $E_2 = \frac{E_0}{2} \sin(kx + \omega t)$ را در نظر بگیرید که در دو جهت مخالف حرکت می کنند. موج برآیند عبارتست از :

$$\begin{array}{llll} 2E_0 \sin kx \cos \omega t & \cdot ۱ & E_0 \sin kx \cos \omega t & \cdot ۲ \\ \sqrt{2}E_0 \sin kx & \cdot ۳ & \text{صفر} & \cdot ۴ \end{array}$$

۱۰- از ترکیب دو موج در حال انتشار در خلاف جهت یکدیگر، یک موج ایستاده ساخته می شود. در مورد چنین موجی کدام گزاره نادرست است؟

۱. موج ایستاده، انرژی متناسب با مربع دامنه میدان را منتقل می کند.
۲. گره های موج ایستاده در نقاطی که در آنها $\sin(kx) = 0$ تشکیل می شود.
۳. نقاط دامنه وابسته به مکان یک موج ایستاده، تغییراتی به صورت تابع $\sin(kx)$ دارد.
۴. گره های موج ایستاده در نقاطی به فاصله نیم طول موج $(\frac{\lambda}{2})$ از یکدیگر تشکیل می شود.

۱۱- برآیند حاصل از دو موج با دامنه های یکسان و با بسامدهای مختلف ω_1 و ω_2 را در نظر بگیرید. کدام گزاره در مورد این موج درست است؟

۱. موج برآیند، عبارتست از یک موج سینوسی با بسامد $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$.
۲. موج برآیند، عبارتست از یک موج سینوسی با بسامد $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$.
۳. موج برآیند، عبارتست از حاصلضرب دو موج کسینوسی با بسامدهای $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ و $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$.
۴. موج برآیند، عبارتست از حاصلضرب دو موج کسینوسی با بسامدهای $\omega_1 + \omega_2$ و $\omega_1 - \omega_2$.

۱۲- کدام گزاره در مورد دو موج با دامنه های یکسان و بسامدهای مختلف که در محیطی به سمت راست حرکت می کنند نادرست است؟

۱. بسامد گروه (ω_g) از بسامد فاز (ω_p) خیلی بیشتر است.
۲. سرعت پوش موج برآیند همان سرعت گروه است.
۳. بسامد زنش، دو برابر بسامد پوش مدوله ساز است.
۴. اگر سرعت فاز بزرگتر از سرعت گروه باشد، موج با بسامد بیشتر، با سرعتی نسبت به پوش به سمت راست حرکت می کند.

۱۳- کدام یک از گزاره های زیر برای موجی با عدد موج k در یک محیط ناپاشنده، نادرست است؟

۱. در محیطی با ضریب شکست n اگر $\frac{dn}{dk} = 0$ آن محیط انتشار ناپاشنده است.

۲. اگر سرعت موج وابسته به طول موج نباشد، آن محیط انتشار ناپاشنده است.

۳. اگر سرعت فاز v_p در محیطی چنان باشد که $\frac{dv_p}{dk} \neq 0$ ، آن محیط انتشار ناپاشنده است.

۴. در محیط انتشار ناپاشنده، سرعت فاز و سرعت گروه با هم برابر هستند.

۱۴- اگر $\psi(r, t)$ نشان دهنده یک تابع موج سه بعدی کروی باشد که تابعی از مکان و زمان است، و این موج در حال دور شدن از مبدأ با سرعت V باشد، این تابع به کدام شکل می تواند نوشته شود؟

۱. $f(r - vt)$ ۲. $\frac{f(r - vt)}{r}$ ۳. $f(r + vt)$ ۴. $\frac{f(r + vt)}{r}$

۱۵- محیطی را با نوسانی با معادله $y = 3 \sin\left(\frac{3\pi x}{7}\right) \cos 50\pi t$ آشفته کرده ایم؛ که در آن x بر حسب سانتیمتر و t بر حسب ثانیه است. فاصله میان گره ها چقدر است؟

۱. 3 cm ۲. $\frac{3}{7} \text{ cm}$ ۳. $\frac{7}{3} \text{ cm}$ ۴. $\frac{14}{3} \text{ cm}$

۱۶- شدت ناشی از تداخل (I_{12}) ، برای دو باریکه ی نور که با میدان های الکتریکی موازی $E_1 = 3 \cos\left(k_1 r - \omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ و $E_2 = 6 \cos\left(k_1 r - \omega t + \frac{\pi}{6}\right)$ داده شده اند، بر حسب $\epsilon_0 c$ و C چقدر است؟

۱. $18\sqrt{3} \epsilon_0 c$ ۲. $9\sqrt{3} \epsilon_0 c$ ۳. $\sqrt{54} \epsilon_0 c$ ۴. $2\sqrt{54} \epsilon_0 c$

۱۷- نمایانی فریزها (V) برای دو باریکه ی نور با دامنه ی میدان های الکتریکی برابر با یکدیگر، کدام است؟

۱. دو ۲. چهار ۳. یک ۴. صفر

۱۸- در آزمایش دو شکاف یانگ، فاصله بین دو شکاف 0.4 mm و پرده در فاصله 0.5 m از شکافها قرار دارد. اگر طول موج نوری که در این آزمایش به کار رفته است مربوط به نور سبز با $\lambda = 510 \text{ nm}$ باشد، فاصله میان فریزهای تداخلی تشکیل شده روی پرده کدام است؟

۱. 0.64 mm ۲. 0.23 mm ۳. 0.84 mm ۴. 0.73 mm

۱۹- نور خط زرد سدیم را به طور عمودی به یک عدسی همگرا که روی سطح تختی قرار دارد، تابانده ایم. پس از آن، فاصله ی میان دو سطح را با مایعی به ضریب شکست $n_f = 1.6$ پر می کنیم. نسبت شعاع یکی از حلقه های تاریک، قبل از ورود مایع به شعاع آن حلقه پس از ورود مایع کدام است؟

۱. 1.41

۲. 1.26

۳. 1

۴. بستگی به مرتبه یا شماره ی حلقه تاریک دارد.

۲۰- زمان همدوسی برای لامپی با پهنای نوار $\Delta f = 2500 \text{ MHz}$ چند ثانیه است؟

۱. $2.5 \times 10^{-10} \text{ s}$

۲. $5 \times 10^{-10} \text{ s}$

۳. $4 \times 10^{-10} \text{ s}$

۴. $2.5 \times 10^{-9} \text{ s}$

۲۱- محور تراگسیل یک قطبنده دو فام (TA)، محوری است،

۱. در راستای نور گذرنده از قطبنده

۲. عمود بر راستای نور گذرنده از قطبنده

۳. در راستای ارتعاش میدان الکتریکی برخورد کننده با قطبنده

۴. در راستای مؤلفه های متعامد میدان الکتریکی برخورد کننده با قطبنده

۲۲- شدت نور عبوری از میان زوج قطبنده-آنالیزور (قطبنده های دو فام متقاطع)، در حالتی که زاویه میان محورهای تراگسیل

قطبنده و آنالیزور (با چرخش آنالیزور حول راستای انتشار نور) θ شده است، طبق قانون مالوس، متناسب است با

.....

۱. $\sin \theta$

۲. $\cos \theta$

۳. $\sin^2 \theta$

۴. $\cos^2 \theta$

۲۳- چهار صفحه قطبنده طوری قرار گرفته اند که صفحه هریک نسبت به صفحه قطبنده قبلی به اندازه 30° به صورت

ساعتگرد چرخیده است. اگر شدت یک باریکه نور غیر قطبیده رسیده به اولین صفحه I_0 باشد، مطابق قانون مالوس، چه

کسری از نور فرودی، از این مجموعه خارج می شود؟

۱. $\frac{9}{128} I_0$

۲. $\frac{27}{128} I_0$

۳. $\frac{9}{64} I_0$

۴. $\frac{27}{64} I_0$

۲۴- شدت بیشینه در نقش پراش دو شکاف چند برابر بیشینه مرکزی در پراش تک شکاف است؟

۱. دو برابر

۲. هشت برابر

۳. چهار برابر

۴. نیم برابر

شماره سوال	پاسخ صحیح
1	د
2	الف
3	الف
4	ب
5	ج
6	ج
7	د
8	ب
9	ب
10	الف
11	ج
12	الف
13	ج
14	ب
15	ج
16	ب
17	ج
18	الف
19	ب
20	ج
21	الف
22	د
23	ب
24	ج
25	د

۱- مسأله نمونه صفحه 124 و 125 کتاب درسی.

۱.۲۰ نمره

۲- صفحه 173

۱.۲۰ نمره

$$\therefore \frac{1.22\lambda}{D} = \frac{1.22(550 \times 10^{-9})}{55 \times 10^{-3}} = 1.22 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

۱.۲۰ نمره

۳-

$$\therefore = \frac{6.28 \times 10^3}{3.14 \times (2 \times 10^{-3})^2} = \frac{2 \times 10^3}{4 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^8 \frac{W}{m^2}$$

$$E_0 = \left(\frac{2E_e}{\epsilon_0 c} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$B_0 = \frac{E_0}{c}$$

$$\text{if } v \ll c \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = 1 - \frac{v}{c}$$

$$\frac{500}{550} = 1 - \frac{v}{c} \Rightarrow \frac{v}{c} = 1 - 0.91 = 0.09$$

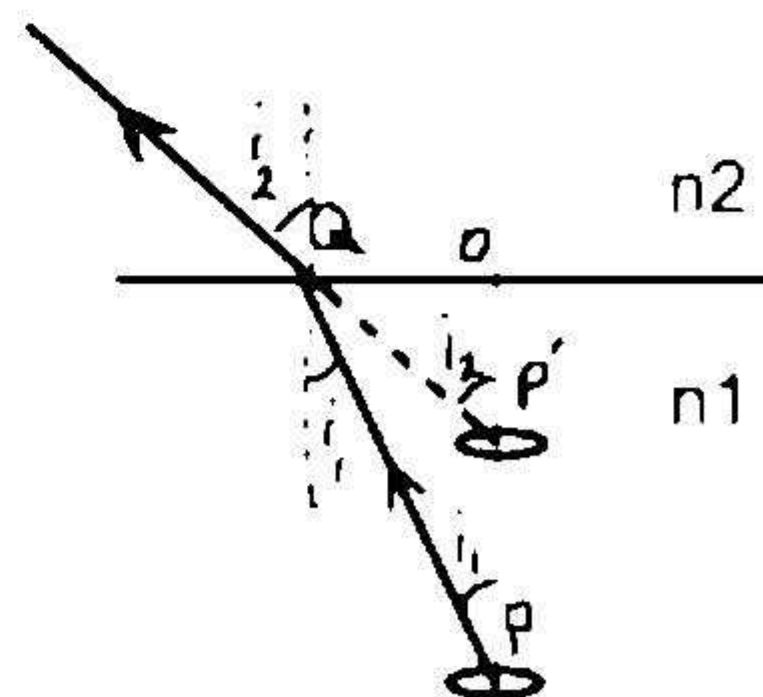
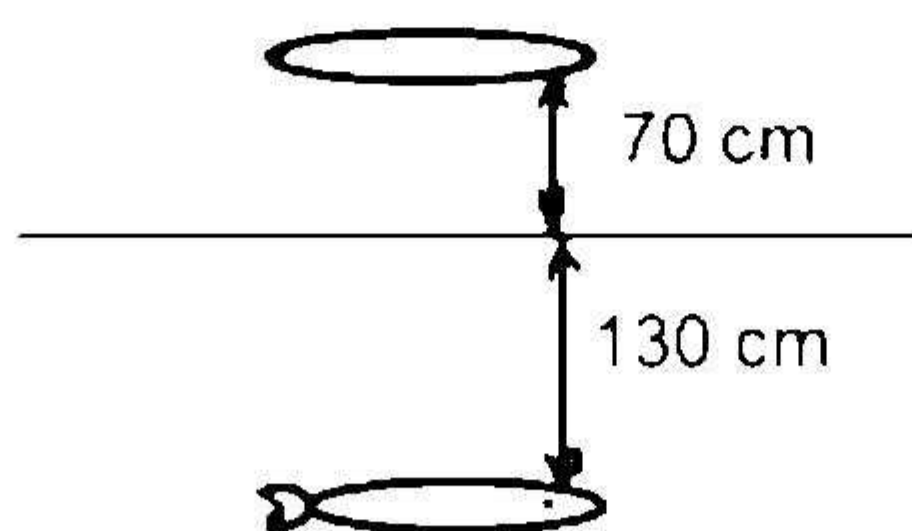
$$v = 0.09c = 0.09 \times 3 \times 10^5 \frac{km}{s} = 27000 \frac{km}{s}$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow 1.33 \times \sin \theta_1 = 1 \times \sin \theta_2$$

$$i_2 = \frac{OQ}{OP'}, i_1 = \frac{OQ}{QP}$$

$$OP' = \frac{1}{1.33} OP$$

$$\frac{133}{1.33} = 100 \text{ cm}$$



۲۰- نوری با طول موج های پیوسته را به طور عمودی بر لایه نازکی از روغن ($n=1/30$) که روی سطحی شیشه ای قرار دارد تابانیده ایم. در طیف مرئی نور بازتابیده طول موج های 525nm و 675nm ناپدید شده اند. ضخامت لایه روغن کدام است؟

۱. $9/09 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ۲. $9/09 \times 10^{-3} \text{ cm}$ ۳. $9/09 \times 10^{-3} \text{ cm}$ ۴. $9/09 \times 10^{-3} \text{ mm}$

سوالات تشریحی

۱- الف - همدوسی فضایی - همدوسی زمانی را تعریف کنید.
ب- پهنای خط طبیعی و پهنای همدوسی فضایی را شرح دهید؟

۲- سه قطبنده خطی کامل را به طور پشت سر هم و عمود بر یک محور که باریکه ای از نور طبیعی به شدت I_0 در راستای آن تابیده می شود قرار داده ایم. اگر قطبنده های اول و آخر بر یکدیگر عمود و قطبنده میانی با سرعت زاویه ای ω حول محور در حال دوران باشد شدت نور خروجی را به صورت تابعی از ω پیدا کنید؟

۳- قطر هر یک از عدسی های یک دوربین نجومی دو چشمی را برابر 35mm در نظر بگیرید. برای اینکه دو ستاره دوردست به وسیله هر یک از این عدسی ها به طور نظری تفکیک پذیر باشند فاصله میان آنها چقدر باید باشد؟

۴- الف - پراش فرنل در روزنه های با تقارن راستگوشه را توضیح دهید
ب- کاربردهای ماریچ کورنو را بیان کنید.

شماره سوال	پاسخ صحیح
1	ج
2	الف
3	الف
4	ج
5	د
6	د
7	ب
8	ب
9	الف
10	ج
11	ب
12	د
13	د
14	د
15	ب
16	ج
17	ب
18	ج
19	الف
20	ج

۴- روزنه ای به قطر 3mm را که روی پرده کدري واقع شده است، با امواج تخت به طول موج 550nm و بطور عمودی تحت تابش قرار داده ایم. در این حال برای تعیین چگالی شار تابشی، تابش سنج کوچکی را در راستای محور مرکزی روزنه به حرکت در می آوریم. موضعی را که در آنها سه بیشینه اول و سه کمینه اول مشاهده می شوند مشخص کنید.

رقم سؤال	نوع صحیح
1	1
2	2
3	1
4	4
5	3
6	1
7	4
8	3
9	4
10	2
11	2
12	3
13	3
14	1
15	4
16	3
17	4
18	2
19	1
20	4

۱۹- در پراش فرانیهوفر از تک شکاف، نسبت شدت تابش در نخستین بیشینه ثانویه به بیشینه قله مرکزی کدام است؟

۰.۴ ۲۰/۱۸

۰.۳ ۰/۰۴۷

۰.۲ ۲۱/۲

۰.۱ ۰/۹۵۲

۲۰- شعاع هر یک از عدسی های دوربین نجومی دوچشمی ۲۰mm است. برای اینکه دو ستاره دوردست به وسیله هر یک از این عدسی ها تفکیک پذیر باشند، فاصله بین آنها چند میکرورادیان باید باشد؟ (طول موج را ۵۴۰ نانومتر در نظر بگیرید.)

۰.۴ ۱۶/۴۷

۰.۳ ۱۹/۲

۰.۲ ۳۲/۹۴

۰.۱ ۲۷/۵۶

سوالات تشریحی

۱- یک موج الکترومغناطیسی در خلا به صورت $E(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t)$ منتشر می شود. شدت تابش این موج را به دست آورید. ۱،۵۰ نمره

۲- تبدیل فوریه تابع $f(x) = H(x)e^{-\beta x}$ را بدست آورید. ۱،۵۰ نمره

۳- زاویه میان پرتوهای عادی و غیرعادی خارج شده از یک منشور کاسیتی ولستون با زاویه راس ۳۰ درجه را پیدا کنید. $(n_o = 1/66, n_e = 1/49)$ ۱،۵۰ نمره

۴- موج برابند برهم نهی موجهای هماهنگ $y_1(x, t) = 12 \cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$ ، $y_2(x, t) = 7 \sin(\omega t + \frac{\pi}{3})$ و $y_3(x, t) = 20 \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$ را پیدا کنید. ۱،۵۰ نمره

پاسخ صحیح

نمبر
سوال

الف	1
الف	2
ج	3
د	4
الف	5
ب	6
الف	7
د	8
ب	9
ب	10
الف	11
ج	12
د	13
ج	14
ج	15
د	16
ب	17
ب	18
ج	19
د	20

شماره سوال	پاسخ صحیح
---------------	-----------

1	ج
2	الف
3	د
4	ب
5	الف
6	د
7	ب
8	الف
9	ب
10	د
11	د
12	ب
13	الف
14	الف
15	د
16	ج
17	ج
18	الف
19	ج
20	د

نمبر سوال	جواب صحیح
1	ب
2	ج
3	الف
4	ب
5	ب
6	ب
7	د
8	ب
9	ج
10	ج
11	د
12	الف
13	ب
14	الف
15	ج
16	ب
17	د
18	الف
19	ج
20	ج

- ۴- روزنه ای به قطر $5mm$ را که روی پرده کدري واقع شده است ، با امواج تخت به طول موج $600nm$ و به طور عمودی تحت تابش قرار می گیرد. در این حال ، برای تعیین چگالی شار تابشی ، تابش سنج کوچکی را در راستای محور مرکزی روزنه به حرکت در می آوریم . مواضعی را که در آنها سه بیشینه اول و سه کمینه اول مشاهده می شود مشخص نمایید.

نمبر سوال	ياسخ صحيح
1	الف
2	الف
3	الف
4	ب
5	د
6	الف
7	ب
8	ب
9	ب
10	ب
11	ج
12	ج
13	الف
14	د
15	ج
16	الف
17	ب
18	ج
19	الف
20	د

۱/۵۰ نمره

۲- دو موج تخت هم بسامد که در راستای z ارتعاش میکنند دارای معادلات زیر است.

$$\psi(x, t) = \xi \sin(\gamma \cdot t + \frac{\pi}{\gamma} x + \pi)$$

$$\psi(y, t) = \gamma \sin(\gamma \cdot t + \frac{\pi}{\xi} y + \pi)$$

معادله موج برآیند حاصل از برهم‌نهی آنها در $x = 0$ و $y = \gamma$ پیدا کنید.

۱/۵۰ نمره

۳- یک چشمه تکفام s به طول موج $\lambda = 589 / 3 \text{ nm}$ را به صورت روزنه ای دایره ای به قطر 0.1 mm در نظر بگیرید. اگر فاصله s و صفحه دوشکاف روزنه ای 2 m باشد در آستانه ناپدید شدن فریزهای تداخلی بیشینه مقدار a چقدر است محاسبه کنید.

۱/۵۰ نمره

۴- نشان دهید که زاویه های قطبش برای بازتاب های داخلی و خارجی در سطح مشترک دو محیط باید متمم هم باشند.

نمبر سوال	جواب صحيح
1	ب
2	د
3	د
4	د
5	ب
6	الف
7	ب
8	د
9	ج
10	د
11	د
12	د
13	د
14	د
15	ج
16	ج
17	ج
18	د
19	د
20	الف

پاسخ صحیح

شماره
سوال

1	ج
2	ج
3	ب
4	الف
5	الف
6	د
7	ج
8	د
9	ب
10	د
11	ج
12	ب
13	ج
14	الف
15	د
16	ب
17	ب
18	ج
19	الف
20	د

نمبر سوال	ياسخ صحيح
1	الف
2	د
3	ب
4	ج
5	ب
6	ب
7	ج
8	الف
9	د
10	الف
11	د
12	د
13	الف
14	د
15	ب
16	د
17	الف
18	ج
19	ج
20	الف

۴- نوری با طول موجهای پیوسته را به طور عمودی بر لایه نازکی از روغن ($n=1.3$) که روی سطحی شیشه ای قرار دارد تابانانده ایم. در طیف مرئی نور بازتابیده، طول موجهای 525 nm ، 675 nm ناپدید شده اند. ضخامت لایه روغن و مرتبه های تداخل ویرانگر را پیدا کنید.

نمبر سوال	جواب صحيح
1	ب
2	ج
3	ب
4	ب
5	الف
6	ب
7	الف
8	الف
9	الف
10	ج
11	ج
12	ج
13	الف
14	ب
15	د
16	د
17	ب
18	د
19	ج
20	د

نمبر سوال	ياسخ صحيح
١	ج
٢	الف
٣	د
٤	الف
٥	ب
٦	الف
٧	ج
٨	ب
٩	ج
١٠	ب
١١	الف
١٢	د
١٣	د
١٤	ب
١٥	ج
١٦	الف
١٧	الف
١٨	ب
١٩	ج
٢٠	ج

