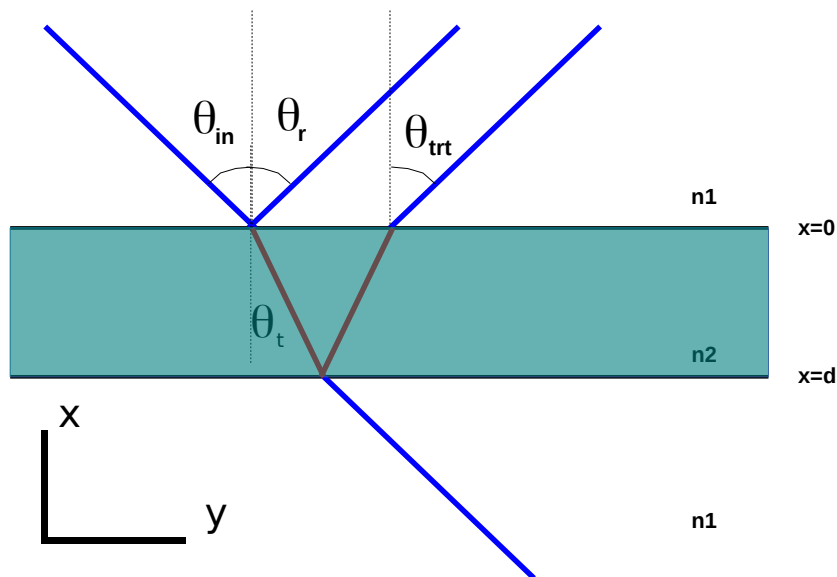


تمرین درس موج - شماره ۵

زمان تحویل: ۲۶ خرداد

سوال ۱. قطبش در انعکاس: یک موج الکترومغناطیسی را در نظر بگیرید که بردار انتشار آن در صفحه $x - y$ است. در $x = 0$ موج از محیط اولیه خود با ضریب انتشار n_1 وارد محیط دومی با ضریب انتشار n_2 می شود و در $x = d$ از آن خارج می شود و وارد محیط اول می شود. جزئیات را می توانید در شکل ۱ ببینید.



شکل ۱: نمایش شماتیک چیدمان در سوال ۱

الف: قطبش نور را خطی در نظر بگیرید و فرض کنید میدان الکتریکی در داخل صفحه $x - y$ نوسان می کند. ضرایب انعکاس و عبور را برای این موج الکترومغناطیسی در $x = 0$ پیدا کنید. (ضرایب را فقط برای انعکاس و عبور از سطح اول در نظر بگیرید، کفایت می کند.) (راهنمایی: برای پیدا کردن ضریب عبور و انعکاس در این مسئله باید دو شرط بدست آورید، یکی برای میدان الکتریکی و یکی برای میدان مغناطیسی. همچنین از قوانین

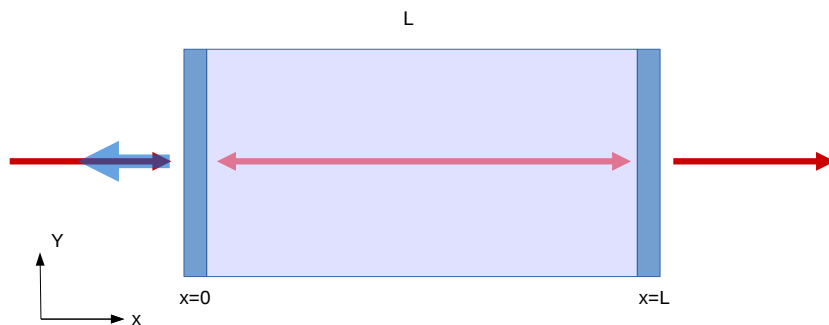
ماکسول می دانیم که مولفه موازی سطح میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی پیوسته هستند. همچنین با رابطه بین میدان الکتریکی را استفاده کنید تا دو معادله را بدست آورید. (۳۰ نمره)

ب. زاویه (راستای انتشار) نوری را که وارد محیط دوم می شود و سپس در $x = d$ انعکاس می یابد و سپس وارد محیط اول می شود (θ_{trt} در شکل) را با زاویه (راستای انتشار) نوری که در $x = 0$ انعکاس می یابد (θ_r در شکل) مقایسه کنید. (۲۰ نمره)

۲. تصور کنید که همانطور که در کلاس توضیح داده شد، برای ایجاد تصاویر سه بعدی در سینما، دو تصویر با قطبش متفاوت بر روی پرده به نمایش در می یاید و برای دیدن تصویر سه بعدی، از عینک هایی استفاده شود که برای هر چشم، از پولارایدی با قطبشی متفاوت استفاده می کند. به این ترتیب، هر چشم، یکی از دو تصویر را دریافت می کند و اثر دریافت تصاویر سه بعدی در چشم ها بازسازی می شود. توضیح دهید که استفاده از قطبش خطی برای ایجاد و دریافت دو تصویر چه مشکلی را ایجاد می کند و چگونه می توان این مشکل را بر طرف کرد. (راهنمایی: اهمیت راستای سر در هنگام دریافت تصویر را در نظر بگیرید.) (۲۰ نمره)

۳. کاواک چگونه کار می کند.

دو آینه را در نظر بگیرید که به صورت موازی قرار گرفته اند. در نظر بگیرید که نور از پشت آینه اول به آن می تابد. ضریب انعکاس از هر یک از آینه ها را r و ضریب گذار را t در نظر بگیرید. جزئیات را می توانید در شکل ۲ ببینید.



شکل ۲: نمایش شماتیک کاواک در سوال ۳

(نیازی به در نظر گرفتن قطبش برای این سوال نیست، میدان ورودی را در راستای داخل صفحه در نظر بگیرید و راستای انتشار را x در نظر بگیرید. میدان ورودی به این شکل خواهد بود

$$E_i = E_0 e^{ikx - i\omega t}$$

همچنین برای سادگی آینه اول را در $x = 0$ در نظر بگیرید و ضخامت آینه ها را صفر. الف. میدان الکتریکی خروجی از آینه دوم را برحسب ضرایب عبور و انعکاس و فاصله دو آینه و طول موج نور بیابید. (۳۰ نمره)

ب. شرایط برهم نهی سازنده را برای فاصله دو آینه بیابید. یعنی برای چه مقادیری از فاصله بین دو آینه تداخل سازنده خواهد بود. (تمام نورهایی که به آینه دوم می‌رسند، هم فاز باشند) برای این شرایط، میدان خروجی از کاواک را محاسبه کنید. (۲۵ نمره)

ج. نمودار شدت نور خروجی را بر حسب طول کاواک رسم کنید، این را برای $r = 0.9$ و $r = 0.8$ و $r = 0.2$ انجام دهید. تغییرات r چه تاثیری بر توان خروجی دارد؟ (ضرایب نظیردی الکتریک را یک فرض کنید $(\epsilon = 1, \mu = 1)$. برای تاثیرات تغییر ضریب انعکاس، توصیف کمی کفایت می‌کند) (۲۵ نمره)

۴. میدان الکتریکی ناشی از برهم نهی 100 موج را در نظر بگیرید. تصور کنید که هر میدان به صورت

$$E_i = E_0 e^{-i\omega_i t}$$

داده می‌شود (همه امواج از یک نقطه می‌آیند و فاز ابتدایی همه آنها یکسان است). تصور کنید که فرکانس‌های ω_i از یک توزیع گوسی به متوسط $\omega_0 = 1$ و پهنای (واریانس) $\sigma = \delta\omega$ داده شده است. الف: نمودار شدت نور $(\epsilon = 1, \mu = 1)$ و یا اندازه میدان الکتریکی کل را برای $\sigma = \delta\omega = 0.1, 0.5, 1, 2, 5$ رسم کنید. (برای راحتی می‌توانید از دستورات متمتیکا در فایل ضمیمه استفاده کنید). (۳۰ نمره)

ب. زمان اولین نقطه ایی که پوشه تابع کمینه می‌شود را به عنوان زمان همدوسی در نظر بگیرید. زمان همدوسی را بر حسب $\delta\omega$ رسم کنید و نتیجه را تعبیر کنید. (این می‌تواند زمان تقریبی باشد). (۲۰ نمره)

ج. آیا می‌توانید رابطه تحلیلی برای ارتباط بین پهنای تابع توزیع فرکانس و زمان همدوسی بیابید؟ (۲۰ نمره)

۵. خصوصیات تبدیل فوریه الف. تبدیل فوریه یک تابع زوج، چگونه تابعی است؟ (زوج، فرد، هیچ ارتباطی ندارد) (۱۰ نمره)

ب. انتقال در تبدیل فوریه: چنانچه تبدیل فوریه

$$f(x)$$

تابع

$$\mathcal{F}(k)$$

باشد، آنگاه تبدیل فوریه تابع

$$f(x+a)$$

چه ارتباطی با

$$\mathcal{F}(k)$$

خواهد داشت؟

ج. هرمیتی بودن تابع (۱۰ نمره)

$$f(x)$$

چه معنایی برای تبدیل فوریه این تابع خواهد داشت؟ (تبدیل فوریه چه تقارنی خواهد داشت) (۱۰ نمره)