



تمارین درس مدارهای مجتمع نوری

گروه دکتر پارسا نسب

تمرین اول

۱. با نرم افزار متلب تابع زیر را رسم نمائید.

$$f(x, y) = \sin(x) * \cos(2 * y)$$

۲. میدان زیر را در متلب رسم کنید.

$$\vec{E}(x, y, z) = \frac{x}{x^2 + y^2 + z^2} \hat{i} + \frac{y}{x^2 + y^2 + z^2} \hat{j} + \frac{z}{x^2 + y^2 + z^2} \hat{k}$$

توجه: در موارد بالا گرادیان، دیورژانس و کرل آن را هم نمایش دهید.

تمرین دوم

میدان بردار $\vec{E}(x, y, z) = x\hat{i} + y\hat{j}$ را رسم کنید البته گرادیان، دیورژانس و کرل آن را هم نمایش دهید.

تمرین تشویقی اول

عبارت زیر را اثبات کنید.

$$\nabla \times (\nabla \times V) = \nabla(\nabla \cdot V) - \nabla^2 V$$

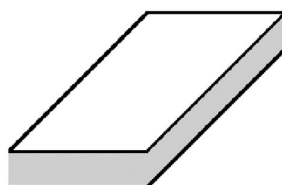


تمرین درس مدارهای مجتمع نوری

گروه دکتر پارسا نسب

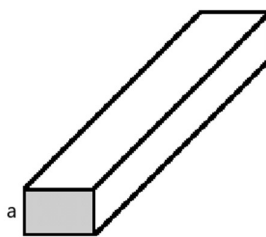
تمرین سوم

الف) یک موجبر فلزی تخت مفروض است برای آن شکل موج، مودهای آن را بیابید.



planar
waveguide

ب) یک کانال موجبر فلزی با سطح مقطع مستطیلی به طول a و عرض b مفروض است برای آن شکل موج، مودهای آن را بیابید.



rectangular
waveguide

تمرین چهارم

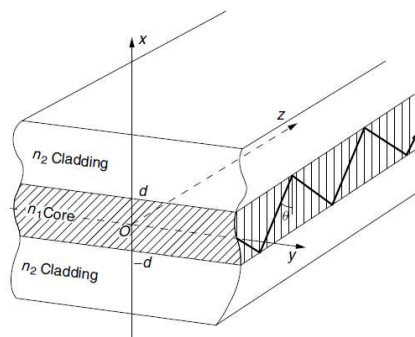
یک موجبر تخت را در نظر بگیرید که میدان مغناطیسی و الکتریکی زیر در آن در راستای z منتشر میشود:

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0(x, y)e^{j(\beta z - \omega t)}$$

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_0(x, y)e^{j(\beta z - \omega t)}$$

نشان دهید که برای عملکرد صحیح موجبر (نور در داخل موجبر محدود شود) باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$n_1 k > \beta > n_2 k$$



تمرین پنجم

موجبر تختی با ضریب شکست هسته $n_1 = 1.6$ ، غلاف $n_2 = 1.5$ مفروض است:

الف) ضخامت این موجبر چقدر باشد تا در طول موج 1310^{nm} دو مود TM_0 و TM_1 موجود باشد؟

ب) همین موجبر در طول موج 820^{nm} چند مود خواهد داشت؟

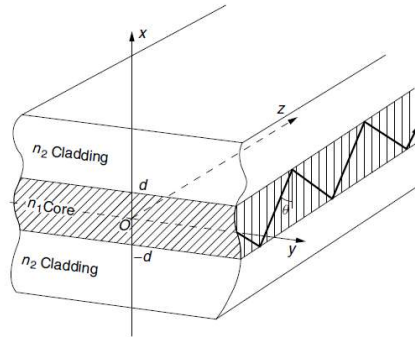


تمارین درس مدارهای مجتمع نوری

گروه دکتر پارسا نسب

تمرین ششم

نوری با مد TM وارد یک موجبر تخت می شود. با استفاده از معادلات بدست آمده در اسلاید، مودهای موجبر را محاسبه کنید و سپس در محیط متلب، ۴ مد اول را شبیه سازی نمایید.





تمارین درس مدارهای مجتمع نوری

گروه دکتر پارسانسب

تمرین هفتم

یک تپ موج عرضی که با

$$y = \frac{4}{x^2 + 2}$$

توصیف میشود. در $t = 0$ یک ریسمان کشیده شروع میشود.

(الف) اگر این تپ با سرعت $2.5 \frac{m}{s}$ در جهت منفی x حرکت کند تابع نمایشگر آن را بنویسید.

(ب) تپ را در $t = 0$ ، $t = 2$ و $t = 5$ ترسیم کنید.

تمرین هشتم

یک موج متحرک هماهنگ با دامنه ۲ (واحد اختیاری)، طول موج $5 m$ و دوره $3 s$ در جهت منفی z حرکت میکند. در زمان صفر جابه جایی آن در مبدأ صفر است. تابع موج مربوط را

(الف) به طور صریح بر حسب طول موج و دوره،

(ب) به طور صریح بر حسب ثابت انتشار و سرعت، و

(ج) به صورت مختلط بنویسید.

تمرین نهم

یک موج هماهنگ متحرک در جهت $+x$ در $t = 0$ دارای جابه جایی ۱۳ واحد در $x = 0$ و جابه جایی -7.5 واحد در $x = \frac{3\lambda}{4}$ است. تابع موج را در $t = 0$ بنویسید.

تمرین دهم

(الف) نشان دهید اگر جابه جایی مثبت ماکسیمم یک موج سینوسی در $t = 0$ در فاصله x_0 سانتی متر از مبدأ باشد، زاویه فاز اولیه آن با رابطه زیر داده می شود

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)x_0$$

که در آن طول موج λ برحسب سانتی متر است.

(ب) فاز اولیه را به دست آورید و موج را به ازای $\lambda = 10 \text{ cm}$ و فاصله های اولیه x_0 برابر با 0 ، 5.6 ، 5.2 ، 5 و 1.2 - cm ترسیم کنید.

(ج) اگر به جای تابع سینوسی از تابع کسینوسی استفاده کنیم، زاویه های فاز اولیه را برای قسمت (ب) تعیین کنید.

تمرین یازدهم

با استفاده از عبارت های لازم برای $k \cdot r$ ، توابع توصیفگر یک موج تخت سینوسی در سه بعد را که در آنها طول موج و سرعت صریحاً وارد شده باشند برای راستاهای انتشار زیر بنویسید.

(الف) در امتداد محور z .

(ب) در امتداد خط $y = x, z = 0$.

(ج) عمود بر صفحه های $x + y + z = \text{const.}$

تمرین دوازدهم

نشان دهید یک تابع موج به صورت مختلط اگر

(الف) در i ضرب شود به اندازه $\frac{\pi}{2}$ و اگر

(ب) در -1 ضرب شود به اندازه π انتقال فاز می یابد.

تمرین سیزدهم

دو موج با دامنه، سرعت و بسامد یکسان با هم در یک ناحیه از فضا حرکت می کنند. موج براینده را می توان به صورت مجموع موجهای انفرادی نوشت:

$$\psi(y, t) = A \sin(ky + \omega t) + A \sin(ky - \omega t + \pi)$$

با استفاده از نمایی های مختلط نشان دهید

$$\psi(y, t) = 2A \cos(ky) \sin(\omega t)$$

تمرین چهاردهم

با چه سرعتی باید به چراغ قرمز راهنمایی نزدیک شویم تا آن را سبز ببینیم؟ برای به دست آمدن یک جواب مشخص، طول موج سرخ را 640 nm و طول موج سبز را 540 nm بگیرید.



تمرین درس مدارهای مجتمع نوری

گروه دکتر پارسا نسب

تمرین پانزدهم

(الف) دو موج هماهنگ زیر را در یک نمودار فازور نشان دهید

$$E_1 = 2 \sin(\omega t), E_2 = 7 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$$

(ت) رابطه ریاضی موج برآیند را به دست آورید.

تمرین شانزدهم

دو موج که با هم روی یک خط حرکت می کنند با توابع زیر توصیف می شوند

$$y_1 = 5 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$y_2 = 7 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$

تابع موج برآیند را بنویسید.

تمرین هفدهم

صد آنتن امواج یکسانی با تابع زیر می فرستند

$$E = 0.02 \sin(\omega t + \varepsilon) \frac{V}{m}$$

این امواج به یک نقطه می گرایند. دامنه برآیند را به دست آورید اگر

(الف) تمام موجها همفاز باشند (چشمه های همدوس) و

(ب) این موجها اختلاف فازهای اتفاقی (کاتورهای) داشته باشند.

تمرین هجدهم

یک لیزر باریکه تک فازی با طول موج λ گسیل می کند که از آینه تختی که با سرعت v دور می شود به طور قائم باز تابیده می شود. بسامد زنش بین نور فرودی و باز تابیده را به دست آورید.

تمرین نوزدهم

امواج ساکن از برهم نهش موج

$$y = 7 \sin \left(2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{2x}{\pi} \right) \right)$$

(x و z برحسب سانتی متر؛ t برحسب ثانیه)

وبازتاب آن در محیطی که جذب آن قابل چشمپوشی است به وجود می آید. دامنه، طول موج، طول یک حلقه، سرعت و دوره را برای موج برابند تعیین کنید.

تمرین بیستم

امواج تخت زیر را در نمایش مختلط بنویسید. با استفاده از این نمایش، نشان دهید برهم نهش این امواج موج ساکنی است که با رابطه $E_R = (2E_0 \sin(kx)) \cos(\omega t)$ داده می شود.

$$E_1 = E_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$E_2 = E_0 \sin(kx + \omega t)$$