

بسمه تعالی

موضوع: تمرین شماره یک اپتیک مجتمع

نام و نام خانوادگی: رحیم برومندی

شماره دانشجویی: 9431023

استاد درس: جناب دکتر میری

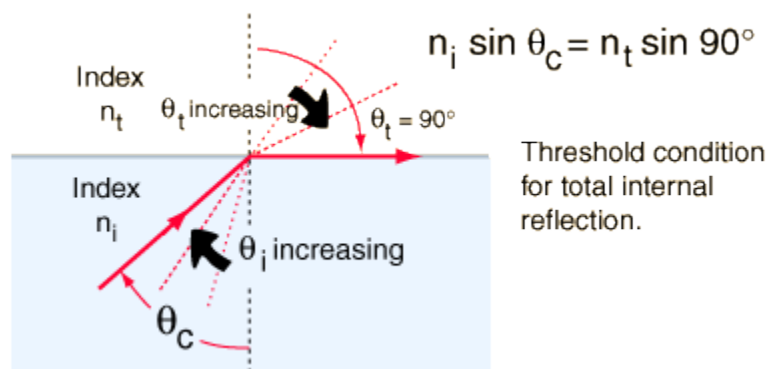
دانشگاه شیراز

### گزارش کار تمرین اپتیک مجتمع:

**هدف:** هدف از تمرین بدست آوردن مدهای یک موج بر می باشد، که معادله آن در کلاس داده شده است، نکته ای که در همین ابتدا باید توجه کرد، ما برای مد TE و TM دو معادله جداگانه قرار داده شده است. هدف از حل معادلات بدست آوردن مقدار های  $\theta$  برای هر دو مد TE و TM می باشد.

**بازتاب کلی:** هر گاه زاویه ی تابش در محیطی با ضریب شکست بیشتر، از زاویه ی حد در آن محیط بیشتر شود،  $(i > i_c)$  پرتو تابش از آن محیط خارج نمی شود و سطح جدایی دو محیط نظیر یک آینه ی تخت، پرتو نور را به درون محیط اول باز می تاباند به این پدیده بازتابش کامل یا بازتاب کلی می گویند.

**اعتبار جواب های بدست آمده برای  $\theta$ :** چون این معادلات برای یک موج بر می باشد، هدف از موج بر انتقال توان سیگنال می باشد، ما می خواهیم تا حد ممکن توان انتقالی به بیرون کاهش یابد، پس باید شرط بگذاریم، که زاویه بدست آمده از زاویه بحرانی در بازتاب کلی بیشتر باشد. در این صورت است که می توان درست بودن مقدار  $\theta$  را تحقیق کرد. فرمول زاویه بحرانی برابر است با:



$$\sin(\theta_c) = \frac{n_t}{n_i}$$

که ما در اینجا دو زاویه حد داریم، که مقدارهای آنها برابر است با:

$$\sin(\theta_{c1}) = \frac{n_c}{n_f} = \frac{1}{3.45}$$

$$\sin(\theta_{c2}) = \frac{n_s}{n_f} = \frac{1.45}{3.45}$$

$$\theta_{c1} = 16.84 \text{ deg ree}$$

$$\theta_2 = 24.85$$

$$\theta = \max(\theta_{c1}, \theta_2) = 24.85$$

نکته: که باید شرطی که برای جواب ها چک می کنیم، بزرگتر از 24.85 درجه باشد. البته زاویه نباید از مقدار 90 هم بزرگتر باشد، چون ما نمی توانیم در بیشتر از زاویه 90 به آن موج بتابانیم.

$$24.85 \leq \theta_{valid} < 90$$

کد متلبی را که برای آن نوشته ایم در زیر که حل عددی را انجام می دهد استفاده کرده ایم. **vpasolve** ما برای حل معادله خود از تابع آورده شده است.

```
%Programmed By R.Borumandi
clc
clear
k0=(2*3.14)/(1.55*10^-6);
nf=3.45;
ns=1.45;
nc=1;
m=0;
a=1e-6;
syms x ;
disp('solve for TE mode');
for m=0:1:7
    disp('entering stage m=');
    disp(m);
    TE=vpasolve(k0*nf*a*cos(x)-m*pi==atan(sqrt(((sin(x))^2-(nc/nf)^2)/cos(x))+atan(sqrt(((sin(x))^2-(ns/nf)^2)/cos(x))),x,0.2);
    teta1=(TE/3.14)*180;
    if(24.85<=teta1 )
    if(teta1<90 )

        disp('validating solution TE-----');
        disp('solve for m=');
        disp(m);
        disp('Te is');
        disp(teta1);
    end
end

disp('solve for TM mode');
TM=vpasolve(k0*nf*cos(x)-m*pi == atan(sqrt((sin(x)^2-(nc/nf)^2))/(nc/nf)^3*cos(x))+atan(sqrt((sin(x)^2-(ns/nf)^2))/(ns/nf)^3*cos(x)), x,.2);
teta2=(TM/3.14)*180;
if(24.85<=teta2 )
if(teta1<90 )
    disp('validating solution TM-----');
    disp('solve for m=');
    disp(m);
    disp('TM is');
```

```
disp(teta2);  
end  
end  
  
end
```

حال به ازای  $m$  های مختلف جواب هایی که برای آن بدست می آید.

خروجی کد در زیر مشاهده می کنید.

```
solve for TE mode  
entering stage m=  
0  
  
validating solution TE-----  
solve for m=  
0  
  
Te is  
78.816560167109165461124219386231  
  
solve for TM mode  
entering stage m=  
1  
  
validating solution TE-----  
solve for m=  
1  
  
Te is  
67.202285698110984838683869866423  
  
solve for TM mode  
entering stage m=  
2  
  
validating solution TE-----  
solve for m=  
2  
  
Te is  
54.690642839245954872310738949667  
  
solve for TM mode  
entering stage m=  
3
```

```

validating solution TE-----
solve for m=
    3

Te is
40.393268843981458945566493813289

solve for TM mode
entering stage m=
    4

solve for TM mode
entering stage m=
    5

solve for TM mode
entering stage m=
    6

solve for TM mode
entering stage m=
    7

solve for TM mode

```

که داشتن جواب در جدول زیر خلاصه شده است.

| m  | 0     | 1    | 2     | 3     | 4 | 5 | 6 |
|----|-------|------|-------|-------|---|---|---|
| TE | 78.81 | 67.2 | 54.69 | 40.39 |   |   |   |
| TM |       |      |       |       |   |   |   |

جواب ها در صورتی که زوایه بین 24.85 و 90 در نظر گرفته شده باشد.

در صورتی جواب های بزرگتر از 90 را قبول کنیم، به طریقی بتوان به موج بر تاباند جواب های زیر را داریم. (با روش های کاپلینگ و غیره)

کد به شکل زیر تغییر می کند.

```

%Programmed By R.Borumandi
clc
clear
k0=(2*3.14)/(1.55*10^-6);
nf=3.45;
ns=1.45;
nc=1;
m=0;
a=1e-6;
syms x ;

```

```

for m=0:1:7
    disp('entering stage m=');
    disp(m);
    TE=vpasolve(k0*nf*a*cos(x)-m*pi==atan(sqrt(((sin(x))^2-(nc/nf)^2)/cos(x))+atan(sqrt(((sin(x))^2-(ns/nf)^2)/cos(x))),x,0.2);
    teta1=(TE/3.14)*180;
    if(24.85<=teta1 )

        disp('validating solution TE-----');
        disp('solve for m=');
        disp(m);
        disp('Te is');
        disp(teta1);

    end

    disp('solve for TM mode');
    TM=vpasolve(k0*nf*cos(x)-m*pi == atan(sqrt((sin(x)^2-(nc/nf)^2))/(nc/nf)^3*cos(x))+atan(sqrt((sin(x)^2-(ns/nf)^2))/(ns/nf)^3*cos(x)), x,.2);
    teta2=(TM/3.14)*180;
    if(24.85<=teta2 )

        disp('validating solution TM-----');
        disp('solve for m=');
        disp(m);
        disp('TM is');
        disp(teta2);

    end

end

```

خروجی آن چنین می شود.

```

entering stage m=
0

validating solution TE-----
solve for m=
0

Te is
78.816560167109165461124219386231

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
0

TM is
270.13694792014145681048207435843

```

```
entering stage m=
  1

validating solution TE-----
solve for m=
  1

Te is
67.202285698110984838683869866423

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
  1

TM is
270.13696080403981210537150869336

entering stage m=
  2

validating solution TE-----
solve for m=
  2

Te is
54.690642839245954872310738949667

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
  2

TM is
270.13697368793816740090592530301

entering stage m=
  3

validating solution TE-----
solve for m=
  3

Te is
40.393268843981458945566493813289

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
  3

TM is
270.13698657183652269773030646208

entering stage m=
  4
```

```

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
    4

```

```

TM is
270.13699945573487799648963444531

```

```

entering stage m=
    5

```

```

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
    5

```

```

TM is
270.13701233963323329782889152745

```

```

entering stage m=
    6

```

```

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
    6

```

```

TM is
270.13702522353158860239305998326

```

```

entering stage m=
    7

```

```

solve for TM mode
validating solution TM-----
solve for m=
    7

```

```

TM is
270.13703810742994391082712208753

```

| m  | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TE | 78.81  | 67.2   | 54.69  | 40.39  |        |        |        |
| TM | 270.13 | 270.13 | 270.13 | 270.13 | 270.13 | 270.13 | 270.13 |

جواب ها در صورتی که زوایه فقط بزرگتر از 24.85 در نظر گرفته شده باشد.



نتیجه گیری:در کل از نظر بنده جواب های بزرگتر از 90 چندان عملی نبوده، پس  
موجبر ما فقط مد TE دارد. و اگر فرض کنیم می توانیم از هوا در زاویه 270.13 با  
کوپلینگ خوبی می توانیم به آن موج دهیم، یک 6 مد TM با زاویه 270 دارد. که  
ترجیحا بهتر است فقط TE ها را قبول کنیم، چون TM از دهانه موجبر خارج شده  
است.

**TE0,TE1,TE2,TE3**

موفق باشید