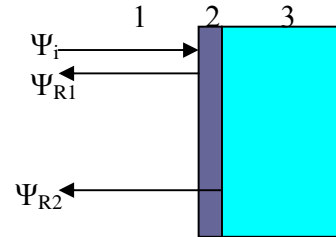


4. א) נתבונן בשלושת הגלים במערכת – הפוגע

ושני הגלים החוזרים:



$$\Psi_i(x, t) = A \cos(\omega t - k_{air} x)$$

$$\Psi_{R1}(x, t) = R_{12} A \cos(\omega t + k_{air} x)$$

$$\Psi_{R2}(x, t) = T_{12} R_{23} T_{21} A \cos(\omega t + k_{air} x + \Phi)$$

בסעיף זה אנו מעוניינים שלא יהיו החזרות לכן:

$$\Psi_R(x, t) = \Psi_{R1}(x, t) + \Psi_{R2}(x, t) = 0$$

מכאן נקבל שתי דרישות:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{12} R_{23} T_{21} = R_{12} \quad (1) \\ \Phi = (2n + 1)\pi \quad (2) \end{array} \right.$$

הדרישה הראשונה נובעת מהעובדה שמקדם השבירה של אוויר קטן יותר מזה של הציפוי (שבעצמו קטן יותר מזה של הזכוכית) לכן האמפליטודה

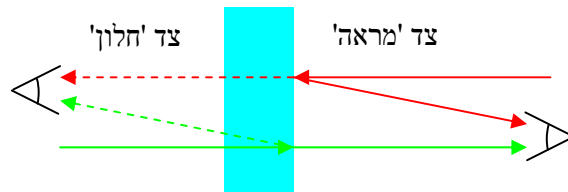
החוזרת מהזכוכית ומהציפוי בעלות אותו סימן. מכאן:

$$\begin{aligned} R_{12} &= T_{12} R_{23} T_{21} = (1 + R_{12}) R_{23} (1 - R_{12}) \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} &= \left(1 + \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right) \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3} \left(1 - \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right) = \left(\frac{2n_1}{n_1 + n_2}\right) \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3} \left(\frac{2n_2}{n_1 + n_2}\right) \Rightarrow \\ \Rightarrow n_1 - n_2 &= 4n_1 n_2 \frac{n_2 - n_3}{(n_2 + n_3)(n_1 + n_2)} \Rightarrow (n_2 + n_3)(n_1^2 - n_2^2) = 4n_1 n_2 (n_2 - n_3) \Rightarrow \\ \Rightarrow n_2^3 + n_2^2 (n_3 + 4n_1) - n_2 (n_1^2 + 4n_1 n_3) - n_3 n_1^2 &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow n_{21} = -6.94, n_{22} = -0.19, n_{23} = 1.34 &\Rightarrow \\ \Rightarrow n_2 = 1.34 \end{aligned}$$

כעת, עבור התנאי השני:

$$(2m+1)\pi = \Phi = k_2 x = \frac{2\pi}{\lambda_{n_2}} 2d \xrightarrow{m=1} d = \frac{\lambda_{n_2}}{4} = \frac{\lambda_{air}}{4n_2} = 110 \text{ nm}$$

(ב) מראה חד כיוונית הנה למעשה, מראה מצד אחד וחלון מצד שני. נתבונן בתרשים סכימטי של הגדרה זו:



מתוך הדרישה נובע שרוב האור בצד ה'מראה' צריך להיות מוחזר, אולם חלק צריך לעבור (כדי שיראו אותו בצד ה'חלון'). מצד שני ישנה דרישה שהאור המגיע מצד ה'חלון' לא יראה בצד ה'מראה'. ע"מ לעמוד בדרישות אלו נשתמש בשני עקרונות: בצד ה'מראה' יש ציפוי מחזיר כך שרוב האור יוחזר מפני המראה. בנוסף, צד החלון צריך להיות חשוך יותר מצד המראה, כך שהאור החוזר מצד המראה יהיה חזק יותר מהאור העובר מצד ה'חלון'.

(ג) לא, כי אם המראה החד כיוונית הייתה חוסמת את כל האור המגיע מצד החלון (על ידי אימפדנס אינסופי) אז היא הייתה גם חוסמת את מעבר האור מצד ה'מראה', ואז מה שהיה מתקבל הוא סתם מאה רגילה ולא חד כיוונית. (ד) נשתמש באותו התרשים כמו בסעיף א', כאשר צד שמאל הוא צד ה'מראה'. בסעיף זה רוצים החזרה מכסימלית, כלומר עבור כל x , t נקבל

$$\Psi_R(x, t) = (A_{R1} + A_{R2}) \cos(\omega t - k_1 x)$$

מכאן נובע ש- $T_{12} R_{23} T_{21} = R_{12}$ (כי $T_{12} R_{23} T_{21} \leq R_{12}$). מכאן, מקדם השבירה יהיה זהה לזה שבסעיף א'. ההבדל בין שני הסעיפים נעוץ בתנאי השני, כי רוצים

שהקוסינוס לא ישנה סימן. לכן, $\Phi = 2n\pi$. מכאן:

$$2m\pi = \Phi = k_2 x = \frac{2\pi}{\lambda_{n_2}} 2d \underset{m=1}{\Rightarrow} d = \frac{\lambda_{n_2}}{2} = \frac{\lambda_{air}}{2n_2} = 220 \text{ nm}$$