

תרגיל מס. 4.

עפ"י חלומה 302323001

24 בנובמבר 2009

1 שאלה 1

א 1.1

המהירות היא $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$

ב 1.2

נגדיר $\varepsilon = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0}$

$$\begin{aligned} n &= \sqrt{\varepsilon_r \mu_r} = \sqrt{\varepsilon_r} = 1 \\ u &= \frac{c}{n} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_r \varepsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_1 \mu_0}} \end{aligned}$$

ג 1.3

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 E_1}{\partial t^2} &= \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0} \frac{\partial^2 E(x, z)}{\partial x^2} \\ \frac{\partial^2 E_2(x, t)}{\partial t^2} &= \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_1} \frac{\partial^2 E_2(x, z)}{\partial x^2} \\ k_1 &= \frac{\omega}{c} = \omega \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} \\ k_2 &= \frac{\omega \sqrt{\varepsilon_r}}{c} = \omega \sqrt{\varepsilon_1 \mu_0} \end{aligned}$$

$$x \in (-\infty, 0) \Rightarrow E_1(x, t) = A_1 \cos(\omega t - k_1 x) + B_1 \cos(\omega t + kx + \varphi_1)$$

$$x \in (-\infty, 0) \Rightarrow E_2(x, t) = A_2 \cos(\omega t - k_2 x + \varphi_2)$$

בכיתה ראינו כי $\varphi_1 = \pi, 0, \varphi_2 = 0$
כאן $\varphi_1 = \pi$ כי בשבירה החזרה של הגל יכולה להיות פאזה של π . על פי מה שלמדנו:

$$\begin{aligned} B_1 &= \frac{k_2 - k_1}{k_2 + k_1} A_1 \\ A_2 &= \frac{2k_1}{k_1 + k_2} A_1 \end{aligned}$$

אזי

$$\begin{aligned} x \in (-\infty, 0) \quad \in \quad E_1(x, t) &= A_1 (\omega t - k_1 x) + \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2} A_1 \cos (\omega t + k_1 x + \pi) \\ x \in (0, \infty) \quad \in \quad E_1(x, t) &= \frac{2k_1}{k_1 + k_2} A \cos (\omega t - k_2 x) \end{aligned}$$

כאשר k_1, k_2 ידועים.

1.4 ד

ע"פ מה שראינו בכיתה:

$$\begin{aligned} z_1 &= \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \\ z_2 &= \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_1}} \end{aligned}$$

ניקח את היחס בין z_1, ε_0 ו z_2, ε_1 ונקבל:

$$\begin{aligned} z_1 &= \frac{k_1}{\omega \varepsilon_0} \\ z_2 &= \frac{k_2}{\omega \varepsilon_1} \end{aligned}$$

נציב ל A_2, B_1 :

$$\begin{aligned} B_1 &= \frac{\varepsilon_r z_2 - z_1}{\varepsilon_r z_2 + z_1} \\ A_1 &= \frac{2z_1}{\varepsilon_r z_2 + z_1} \end{aligned}$$

2 שאלה 2

2.1 א

$$\begin{aligned} v^2 &= \frac{T_0}{\rho_0} = \frac{1000}{\frac{0.06}{6}} = 100000 \\ v &= 316 \frac{m}{sec} \end{aligned}$$

ב 2.2

$$z = \sqrt{T\rho_0} = \sqrt{10 \frac{N \cdot sec}{m}}$$

ג 2.3

$$\begin{aligned} P(t) &= A^2 \omega^2 z \cos^2(kx - \omega t) \\ \langle P(t) \rangle &= \frac{1}{2} z A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \sqrt{10} \cdot 4\pi^2 (5000)^2 (0.001)^2 \\ &= 15.6 \text{ [W]} \end{aligned}$$