שאלון X

<u>זהות שימושית (הזהות אינה מתייחסת לשאלה מס' 1 דווקא, אלא למבחן כולו):</u>

$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right)$$

שאלה 1 (25 נק')

אורכו של מיתר הוא L = 10 m. המיתר רתום בשני קצותיו, צפיפות המסה שלו היא $\rho = 0.05\ \frac{kg}{m}$ והמתיחות שלו היא $T = 8000\ N$. ברגע t = 0, נתון כי צורת המיתר היא:

$$y(x,0) = 2\cdot 10^{-3}\sin(0.2\pi x) + 5\cdot 10^{-4}\sin(0.3\pi x) \quad m\ .$$

באותו הרגע, המהירות החומרית היא:

$$v_y(x,0) = C\sin(0.2\pi x) \quad \frac{m}{s}\ .$$

כאשר C הוא קבוע לא ידוע. כמו כן נתון כי הפזה של ההרמוניה $n = 2$ היא $\phi_2 = \frac{\pi}{3}$.

(א) (3 נק') חשבו את מהירות הגל.

(ב) (10 נק') חשבו את הקבוע C.

(ג) (6 נק') הביעו את צורת המיתר בכל מקום ובכל רגע, כלומר את $y(x,t)$.

(ד) (6 נק') חשבו את האנרגיה הכוללת של הגל.

שאלה 2 (25 נק')

צינור דק חצי אינסופי מלא בגז בעל מקדם γ שערכו הוא γ = 1.17. נתון שבמצב שווי משקל, צפיפות הגז היא $\rho_0 = 1.3\ \frac{kg}{m^3}$ והלחץ הוא $p_0 = 10^5\ N/m^2$. ברגע t = 0, הגז נמצא במצב שווי משקל ומהירות הזרימה בו היא אפס. בקצה הצינור (x = 0) ישנו מקור קול שמייצר, מהרגע t = 0, גל מישורי המתפשט לאורך הצינור בכיוון החיובי של ציר x. נתון שברגע t = 4 sec, המהירות החומרית של המולקולות בגז היא:

$$u(x,t=4) = \begin{cases} 0.004(x^2 - 1200x) & 1200 \geq x \geq 0 \\ 0 & x \geq 1200 \end{cases}$$

(א) (3 נק') חשבו את מהירות הגלים בגז.

(ב) (9 נק') הביעו את המהירות החומרית בגז כפונקציה של המקום ושל הזמן, $u(x,t)$, עבור הזמנים $0 \leq t \leq 4\ s$.

(ג) (7 נק') הביעו את גל הלחץ בגז כפונקציה של המקום והזמן, $p_1(x,t)$, עבור הזמנים $0 \leq t \leq 4\ s$.

(ד) (6 נק') הביעו כפונקציה של המקום ושל הזמן, עבור $0 \leq t \leq 4\ s$, את:

1. צפיפות האנרגיה בגז
2. **<u>וקטור</u>** שטף האנרגיה בגז .

שאלה 3 (25 נק')

בקו תמסורת אינסופי מסוים, נתון שהאימפדנס הוא $Z = 50\ \Omega$, ושהקיבוליות ליחידת אורך היא $C = 2.5 \cdot 10^{-10}\ \frac{F}{m}$. ברגע t = 0, המתח בקו הוא $V(x,0) = 150\sin(10.2x)\ Volt$, והזרם באותו הרגע הוא $I(x,0) = 2.04\sin(10.2x)\ Ampère$.

(א) (4 נק') חשבו את מהירות הגלים במיתר ואת ההשראות ליחידת אורך שלו.

(ב) (4 נק') האם גל המתח הוא חד-כיווני? **נמקו! תשובה ללא נימוק לא תתקבל.**

(ג) (8 נק') חשבו את פונקציית גל המתח בכל רגע וזמן, $V(x,t)$.

(ד) (6 נק') חשבו את גל הזרם בכל רגע וזמן, $I(x,t)$.

(ה) (3 נק') חשבו את ההספק בקו התמסורת, $P(x,t)$, בכל נקודה ובכל רגע.

שאלה 4 (25 נק')

השאלה בנויה משני חלקים בלתי תלויים

חלק I. (15 נק')

קו תמסורת אינסופי בנוי משני קטעים. בתחום x < 0, לקו יש קיבוליות ליחידת אורך $C_1 = 5 \cdot 10^{-11}\ \frac{F}{m}$, והשראות ליחידת אורך $L = 5 \cdot 10^{-7}\ \frac{H}{m}$. בתחום x > 0, לקו יש השראות ליחידות אורך זהה, אבל קיבוליות שונה, C_2. גל מתח הרמוני בעל אמפליטודה $V_0 = 200\ Volt$ נע באזור הציר השלילי (אבל מתקדם בכיוון החיובי) ומגיע לצומת (x = 0). האמפליטודה של הגל העובר היא $300\ Volt$.

(א) (6 נק') חשבו את הקיבוליות ליחידת אורך של קו התמסורת בתחום הציר החיובי, C_2.

(ב) (5 נק') חשבו את האמפליטודה של הגל החוזר.

(ג) (4 נק') 1. מהו היחס בין ההספק של הגל העובר לבין הספק הגל הפוגע?

2. מהו היחס בין הספק הגל המוחזר לבין הספק הגל הפוגע?

חלק II. (10 נק')

בתווך מסוים נעים שני גלים אקוסטיים מישוריים, המסומנים A ו B. הלחצים העודפים של שני הגלים מתוארים על ידי:

$$p_A = C\cos(kx - \omega t + \phi)$$
$$p_B = C\cos(ky - \omega t)$$

C, k, ω הם פרמטרים ידועים, כמו גם מהירות הקול והאימפדנס של התווך.

(ד) (6 נק') נתון כי המישור x=y הוא מישור של התאבכות הורסת. מהו הערך החיובי המינימלי האפשרי של הפזה ϕ?

(ה) (4 נק') עבור הערך של ϕ שמצאתם בסעיף (א), באילו מקומות כיוונו של וקטור שטף האנרגיה יוצר זווית של 45^0 עם ציר x החיובי? תארו את כל המקומות הרלוונטיים ואת הצורות הגיאומטריות שהם מייצגים (האם קובייה, מישור, קו, נקודה בודדה, מעטפת כדורית, חרוט וכו...)