

# פיזיקה 3

פרק 3 - משוואת הגלים ופעימות

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים.....1

## סוגי גלים ותאור גלים

**רקע:**

גל - הפרעה שמתקדמת במרחב

גלים רוחביים - גלים שבהם ההפרעה היא בכיוון ניצב להתקדמות הגל (מיתר מים)

גלים אורכיים - גלים שבהם ההפרעה היא בכיוון מקביל להתקדמות הגל (קול)

תווך - החומר שבו מתקדמת ההפרעה

פונקציית הגל - פונקציה שמתארת את ההפרעה כתלות בזמן ובמרחב. פונקציית הגל צריכה להיות פונקציה מהצורה  $f(x \pm vt)$ , כאשר  $v$  היא מהירות הגל.

יש להבחין בין מהירות התקדמות הגל למהירות של החלקיקים בחומר!

אמפליטודה (משרעת) - הערך המרבי של ההפרעה בגל (בדרי"כ מסומנת באות A).

אנרגיה של גל -  $E \propto A^2$

## משוואת הגלים

**רקע:**

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} : \text{משוואת הגלים במימד אחד}$$

כל פונקציה מהצורה  $f(x \pm vt)$  היא פתרון של משוואת הגלים. סכום של שני פתרונות מהווה גם פתרון אם לשני הפתרונות אותה מהירות גל.

## שאלות

**(1) תרגיל - קוסינוס בשלישית**

האם הפונקציה  $y(x,t) = A \cos^3(ax+bt)$  מהווה פתרון של משוואת הגלים? במידה וקיים תנאי, פרטו את התנאי, מצאו את מהירות הגל ואת כיוון תנועתו.

**(2) תרגיל - סכום של שתי פונקציות**

האם הפונקציה  $y(x,t) = f(x-at) + g(x+bt)$  מהווה פתרון למשוואת הגלים? במידה וקיים תנאי, פרטו את התנאי, מצאו את מהירות הגל ואת כיוון תנועתו.

**(3) האם הפונקציות הבאות הן פתרון של משוואת הגלים?**

א.  $y(x,t) = 0.005 \sin(20x - 660t) + 0.009 e^{(x+33t)}$

ב.  $y(x,t) = 0.005 \sin(20x - 660t) + 0.005 \cos(x + 32t)$

**(4) תרגיל - חקירת פונקציה**

נתונה הפונקציה  $f(x) = \frac{4}{3x^2+1}$ .

א. שרטטו איכותית את צורת הפונקציה.

ב. רשמו ביטוי לגל בעל פרופיל זה, אשר נע בכיוון השלילי של ציר ה- $x$ ,

במהירות  $v = 4 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ , בהנחה שברגע  $t = 0$  מתקיים  $\psi(x,0) = f(x)$ .

ג. חשבו, ישירות מהביטוי שמצאתם בסעיף הקודם, היכן נמצא

המקסימום של הגל ברגע  $t_1 = 4 \text{ sec}$  וברגע  $t_2 = 5 \text{ sec}$ .

ד. שרטטו איכותית את צורת הגל ברגע  $t = 2$ .

**(5) תרגיל - נתונים בשני רגעים שונים**

במיתר נע גל בכיוון החיובי של ציר ה- $x$ .

ברגע  $t = 2 \text{ s}$  צורת המיתר נתונה על ידי:  $\psi(x, t = 2) = x \cos(x)$

ברגע  $t = 5 \text{ s}$  צורת המיתר היא:  $\psi(x, t = 5) = (x - 27) \cos(x - 27)$ .

א. חשבו את מהירות הגל.

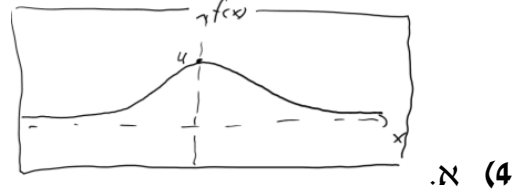
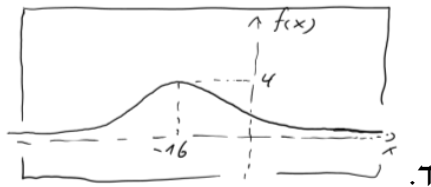
ב. רשמו את הביטוי הכללי לגל,  $\psi(x, t)$ .

תשובות סופיות

(1)  $\frac{b}{a}$ , בכיוון השלילי של ציר ה- $x$ .

(2)  $Y(x, t)$  מהווה פתרון רק אם  $a = \pm b$  ואז מהירות הגל היא  $a$ .  
לתנאים ראו בסרטון.

(3) א. כן. ב. לא.



(4) א. ב.  $\frac{4}{3(x+4t)^2+1} = 4(x, t)$  ג.  $-16, -20$

(5) א.  $v = 9 \frac{m}{sec}$  ב.  $\psi(x, t) = (x - 9(t - 2)) \cos(x - 9(t - 2))$

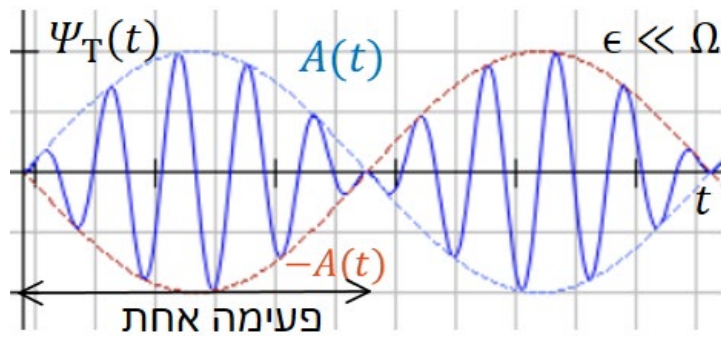
## פעימות

רקע:

בהינתן  $\Psi_1(t) = A \cos(\omega_1 t)$  ו-  $\Psi_2(t) = A \cos(\omega_2 t)$

$$\Psi_T(t) = \Psi_1(t) + \Psi_2(t) = 2A \cos(\epsilon t) \cos(\Omega t)$$

$$\epsilon = \frac{\omega_f - \omega_s}{2}; \quad \Omega = \frac{\omega_f + \omega_s}{2}$$



תדירות הפעימה היא  $2\epsilon$