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 $f\left(x\pm vt\right)$, כאשר v היא מהירות הגל.

יש להבחין בין מהירות התקדמות הגל למהירות של החלקיקים בחומר!

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

אנרגיה של גל - $E\propto A^2$

משוואת הגלים

רקע:

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

כל פונקציה מהצורה $f\left(x\pm vt\right)$ 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. $y(x,t)=0.005sin(20x-660t)+0.009e^{(x+33t)}$
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 $t=2$.

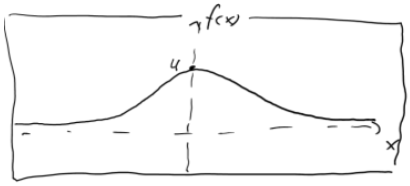
5) **תרגיל - נתונים בשני רגעים שונים**
במיתר נע גל בכיוון החיובי של ציר ה-x.
ברגע $t=2s$ צורת המיתר נתונה על ידי: $\psi(x,t=2)=xcos(x)$
ברגע $t=5s$ צורת המיתר היא: $\psi(x,t=5)=(x-27)cos(x-27)$.
א. חשבו את מהירות הגל.
ב. רשמו את הביטוי הכללי לגל, $\psi(x,t)$

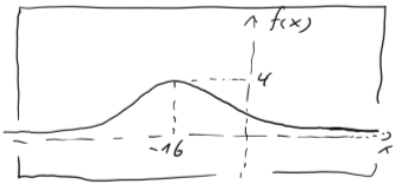
תשובות סופיות

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.


ד.


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

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

.

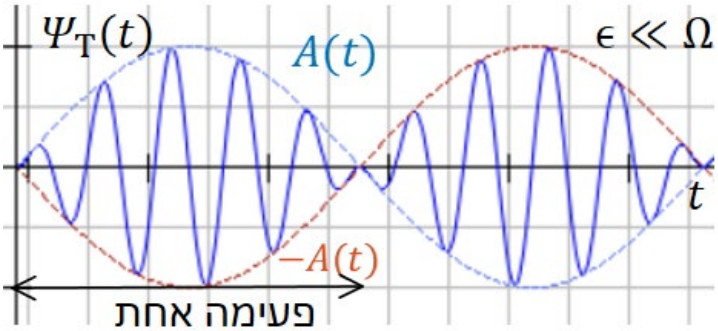
פעימות

רקע:

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

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

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



תדירות הפעימה היא 2ε