

## חקירת הדמיה: גל עומד במיתר ששני קצותיו הם נקודות צומת

בהשראת דף הפעילות שנכתב ע"י סמדר לוי, להדמיה שפותחה ע"י C.K.Ng.

**מטרת הפעילות:** לחקור את התנודות העצמיות המתקבלות במיתר מתוח ששני קצותיו הם נקודות צומת.

### רקע תיאורטי:

**מושגים:** גל מתקדם, גל עומד, חמשת המאפיינים של גל והגדרתם, סופרפוזיציה של גלים, התאבכות בונה, התאבכות הורסת, נקודות צומת, נקודות קמר.

**עקרונות בפיזיקה:** תארו את אופני התנודה המתקבלים במיתר מתוח ששני קצותיו הם נקודות צומת, ואת

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$

### מהלך הניסוי והצגת תוצאות הניסוי

היכנסו להדמיה שנמצאת בכתובת: <https://ngsir.netfirms.com/englishhtm/TwaveStatA.htm>

1. סמנו ✓ בתיבת show ruler, על מנת שיופיע סרגל על המסך שיחידות ס"מ. מהו אורך המיתר?
2. העבירו את לחצן התדירות (frequency) עד לתדירות הנמוכה ביותר שניתן לכוון בהדמיה. הפעילו את ההדמיה ע"י לחיצה על "Start".
  - א. העלו בהדרגה את תדירות המקור ומצאו את התדירות הראשונה שבה מתקבל גל עומד במיתר. תארו כיצד קבעתם זאת.
  - ב. כיצד נוצר גל עומד במיתר המוצג בהדמיה?
  - ג. מצאו את התדירות הבאה בה מתקבל גל עומד במיתר ותארו את ההבדל בין שני מצבי המיתר בשתי התדירויות. הוסיפו תרשימים המתארים את המיתר בשני המצבים.
3. כווננו לתדירות בת 150Hz.
  - א. הביטו בגל העומד שנוצר. מהו מספר נקודות הקמר שמתקבלות?
  - ב. שנו את אורך המיתר ל-16cm ע"י הזזת הקצה הימני של המיתר שמאלה (העמידו את סמן העכבר על הכן, גררו את הכן תוך כדי לחיצה על הלחצן השמאלי בעכבר). האם הגל עדיין עומד? נמקו.
  - ג. המשיכו להזיז באיטיות את הקצה הימני של המיתר שמאלה. עצרו ברגע שבו מתקבל גל עומד במיתר. מהו אורך המיתר וכמה נקודות קמר מתקבלות כעת?
  - ד. נסחו השערה לשאלה הבאה: כיצד השתנתה מהירות הגל המתקדם במיתר, אם בכלל, כאשר הקטנתם את המרחק בין קצות המיתר. נמקו השערתכם.
4. בדקו בעזרת ההדמיה כיצד משפיע, אם בכלל, שינוי האמפליטודה של המתנד על הגל העומד המתקבל. תארו כיצד בדקתם זאת ואת התוצאה שקיבלתם.
5. הפעילו מחדש את ההדמיה ע"י ריענון (refresh) דף האינטרנט. סמנו ✓ בתיבת show ruler. העבירו את לחצן התדירות עד לתדירות הנמוכה ביותר שניתן לכוון בהדמיה. ליחצו על "Start". העלו בהדרגה את תדירות המקור עד לפעם הראשונה שבה מתקבל גל עומד במיתר. ספרו את מספר נקודות הצומת ואת מספר נקודות הקמר ומדדו בעזרת הסרגל את אורך הגל המתקבל. המשיכו להעלות בהדרגה את תדירות המקור עד לתדירות של 150Hz. חזרו על המדידות הנ"ל **לכל הפעמים** שבהן התקבל גל עומד. רשמו את תוצאות המדידה שלכם בטבלה הבאה (הוסיפו עמודות):

**המשך בעמוד הבא**

			f(Hz)
			מס' נקודות הצומת
			מס' נקודות הקמר
			λ ( )

6. הפעילו מחדש את ההדמיה ע"י ריענון (refresh) דף האינטרנט. סמנו ✓ בתיבת show ruler. שנו את אורך המיתר כך שיהיה קטן מ-18 ס"מ.

העבירו את לחצן התדירות עד לתדירות הנמוכה ביותר שניתן לכוון בהדמיה. ליחצו על "Start". העלו בהדרגה את תדירות המקור עד לפעם הראשונה שבה מתקבל גל עומד במיתר. ספרו את מספר נקודות הצומת ואת מספר נקודות הקמר ומדדו בעזרת הסרגל את אורך הגל המתקבל. המשיכו להעלות בהדרגה את תדירות המקור עד לתדירות של 150Hz. חזרו על המדידות הנ"ל **לכל הפעמים** שבהן התקבל גל עומד. רשמו את תוצאות המדידה שלכם בטבלה הבאה (השלימו עמודות):

			f(Hz)
			מס' נקודות הצומת
			מס' נקודות הקמר
			λ ( )

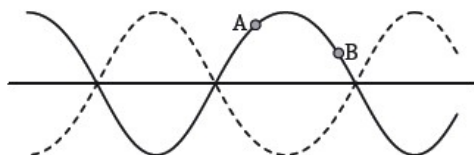
7. א. ערכו טבלאות באקסל עם תוצאות המדידה שלכם. אל תשכחו לציין את אורכי המיתר איתם עבדתם.  
 ב. שרטטו **באותה מערכת צירים** גרפים של  $\lambda$  כפונקציה של  $f$  עבור שני אורכי המיתר השונים.  
 ג. שרטטו **באותה מערכת צירים** גרפים **ליניאריים** שיתארו את הקשר בין תדירות המקור ואורך הגל העומד המתקבל, בשני אורכי המיתר השונים. ערכו טבלאות מתאימות והוסיפו לכל גרף את קו המגמה ואת המשוואה המתאימה לו.

### ניתוח ממצאי הניסוי והסקת מסקנות

8. א. חשבו בעזרת הגרף ששירטטתם את מהירות ההתקדמות של הגלים במיתר בכל אחד מאורכי המיתר.  
 ב. השוו את התוצאות שקיבלתם עם ההשערה שלכם. האם צדקתם? אם לא ממה נובע ההבדל?  
 9. הסיקו מסקנות רבות ככל האפשר ממה שביצעתם המתייחסות לתנודות העצמיות שמתקבלות במיתר ששני קצותיו הן נקודות צומת.

### שאלות

1. ממה נובע השינוי במהירות ההתקדמות של הגלים באורכי המיתר השונים שקבעתם?
2. מהם ההבדלים בין גל עומד במיתר לבין גל מתקדם במיתר?
3. קצה המיתר הקשור למחולל התנודות מתנודד. מדוע בכל זאת נקודה זו נחשבת לנקודת צומת?
4. התרשים מתאר גל עומד במיתר. מהו הפרש המופע בין הנקודות A ו-B שבתרשים? נמקו.



**עבודה נעימה!**