

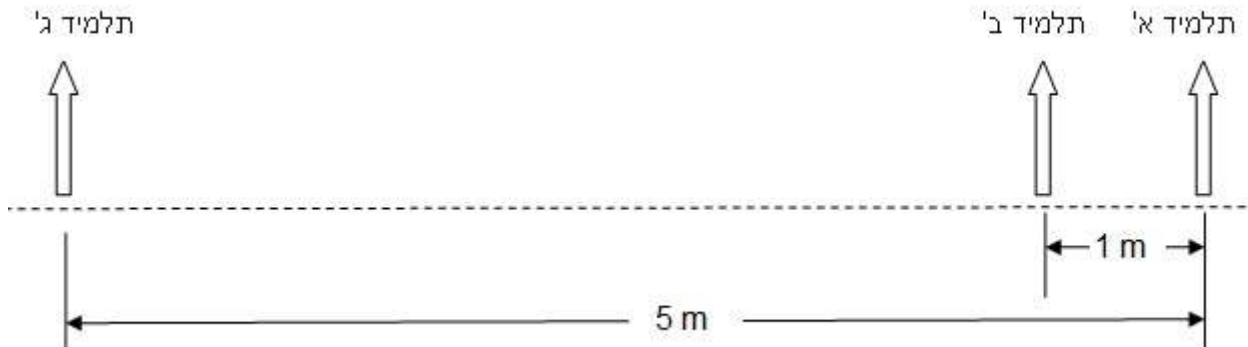


## היי ... מישהו שומע אותי?!

### הזמנה לחקר

#### 1. ביצוע תצפית

- עמדו על פי המתואר בתרשים:



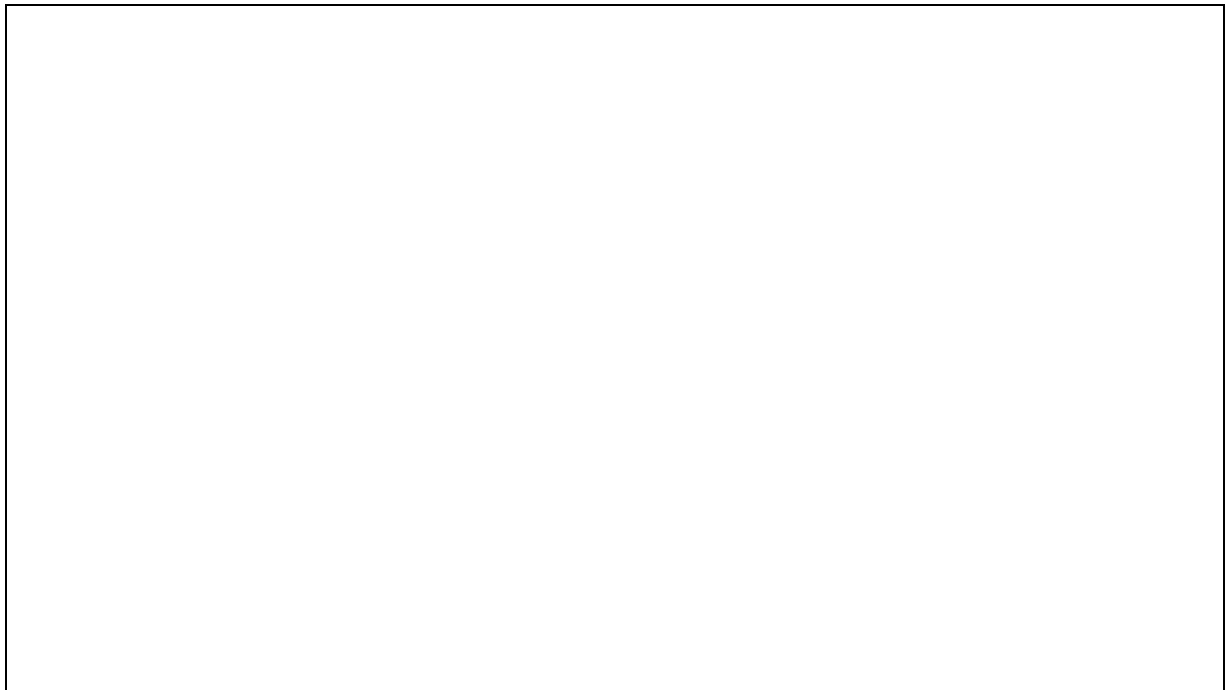
- תלמידים ב' ו-ג' מתבקשים להאזין לקול מחיאת כף של תלמיד א', ולהרים את היד ברגע בו הם שומעים את המחיאה.
- הציעו שינויים אפשריים לפעילות זו ובצעו אותם.
- תארו את התופעה בה צפיתם, לפחות בשני אופנים שונים (מילולי, תרשים, גרף, טבלה וכדומה).

## 2. שאלת שאלות

נסחו לפחות 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות התצפית שביצעתם.



שאלות אחרות שהוצעו ע"י שאר הקבוצות: הוסיפו שאלה אחת מכל קבוצה



## עבודה נעימה!



## היי ... מישהו שומע אותי?!?

### מימוש החקר

לרשותכם הציוד הבא:

1. מחשב בו מותקנת התוכנה **Audacity** לעיבוד קול ותוכנת **Excel**.
2. שני מיקרופונים (חיישני קול).
3. סרט מדידה שאורכו לפחות 2 מטר.
4. כבל סטריאו עם חיבור לכרטיס הקול של המחשב.

### 1. א. שאלת החקר

בניסוי זה עליכם לחקור את השאלה הבאה:

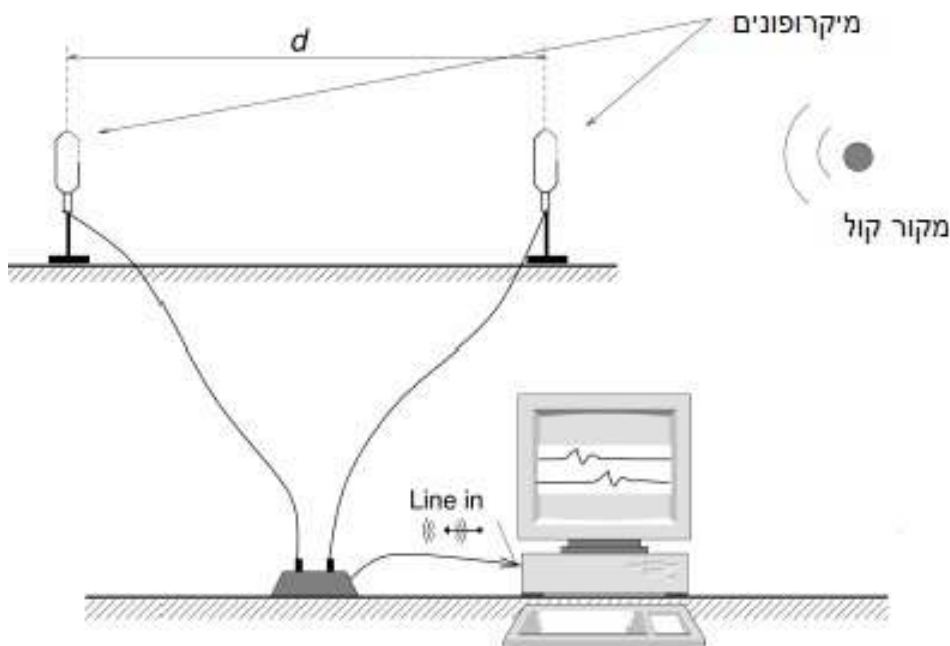
כיצד תלוי משך הזמן שנדרש מאות הקול להגיע למיקרופון כפונקציה של המרחק של מקור הקול מהמיקרופון?

### ב. העלאת השערה

נסחו בצורה בהירה השערה לגבי שאלת החקר. נמקו השערתכם תוך שימוש במושגים ובעקרונות בפיזיקה.

## 2. ביצוע הניסוי

- הכנת המערכת:
  1. הציבו את שני המיקרופונים על השולחן במרחק 20cm זה מזה.
  2. חברו את כבל הסטריאו לכניסה Line-In של כרטיס הקול במחשב. ואת שני הערוצים שלו לשני המיקרופונים (תרשים 1).
  3. הפעילו את תוכנת ה- **Audacity**.



תרשים 1 (התמונה למחשה – לא בקנה מידה)

## • ביצוע מדידות:

1. לחצו על כפתור ההקלטה כדי להתחיל בהקלטה.
2. מחאו כפיים (פעם אחת) בקרבת אחד המיקרופונים וצפו באותות המתקבלים על מסך המחשב.
3. מדדו באמצעות תוכנת ה- Audacity, את הפרש הזמנים,  $\Delta t$ , בין שני אותות קול מחיאת הכפיים המתקבלים בשני המיקרופונים.
4. על מסך המחשב מתקבלים שני אותות חשמליים (המייצגים את שני אותות הקול), נסו לזהות מי מהם מתאים לאות שהתקבל במיקרופון מס. 2.
5. בצעו מדידות נוספות של הפרש הזמנים,  $\Delta t$  עבור מרחקים שונים בין שני המיקרופונים. בכל מדידה, מבלי לשנות את המרחק בין מקור הקול למיקרופון, הגדילו את המרחק בין שני המיקרופונים ב- 20cm נוספים. וחזרו על שלבים (1)–(3).
6. עליכם לבצע לפחות 5 מדידות.
7. הסבירו מדוע אופן ביצוע המדידות שביצעתם אכן מאפשר לבדוק את ההשערה שלכם.

### 3. עיבוד הממצאים והסקת מסקנות

- הציגו את תוצאות המדידה לפחות בשני אופנים שונים (ע"י טבלה, גרף, תרשים, נוסחה וכדומה).
- הסיקו מסקנות המתייחסות לקשר שבין תוצאות הניסוי ובין שאלת החקר שבחרתם. האם השערותכם הייתה נכונה? אם לא, מהי לדעתכם הסיבה לחוסר ההתאמה?
- מצאו בעזרת תוצאות הניסוי את מהירות הקול באוויר,  $v_s$ .
- ציינו את הקשר שבין המסקנות שהסקתם ובין עקרונות ומושגים בפיזיקה.
- קבעו האם מהירות הקול שמצאתם בניסויי זהה בערכה לזו הידועה בספרות באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה השוררים בחדר המעבדה, ומצאו מהי השגיאה היחסית בין הערך הנמדד לבין הערך המצופה של מהירות הקול באוויר. ציינו מהן השגיאות במדידות שביצעתם.

### 4. מה יקרה אם...

- אם במהלך הניסוי הייתם מתבקשים לצעוק במקום למחוא כפיים. האם וכיצד היה הדבר משפיע על תוצאות הניסוי ועל ערך מהירות הקול באוויר שמצאתם? נמקו קביעתכם.
- אם במהלך הניסוי הצמדתם את שני המיקרופונים לקצוות של סרגל מתכתי שאורכו כ- 1 מטר, והקשתם באמצעות מסמר על קצה אחד של הסרגל בסמוך מאוד למיקרופון. האם וכיצד היה הדבר משפיע על הגרף שסרטטתם ועל הערכים שמצאתם עבור מהירות הקול? נמקו קביעתכם. . התייחסו בתשובתכם לאותות הקוליים שהגיעו למיקרופונים דרך האוויר בלבד!

### שיתוף החקר

#### 5. דיווח ודין

עליכם להציג את עבודתכם לפני תלמידי הכיתה בעזרת מצגת, פוסטר, או דגם וכדו'. התייחסו בהצגתכם גם לקשיים איתם נאלצתם להתמודד במהלך הפעילות. משך זמן ההצגה לא יעלה על 5 דקות. על כל חברי הקבוצה לקחת חלק בהצגה.

#### מה למדנו? (לביצוע לאחר ההצגות בכיתה)

- הכינו דיווח בכתב, הכולל את הרקע המדעי המתאים, את כל שלבי הפעילות ואת המידע אותו אספתם במהלך הצגות החקר.
- ציינו שני דברים אותם למדתם בתחום התוכן ושני דברים אותם למדתם בתחום החקר. התייחסו גם למידע אותו אספתם במהלך ההצגות של חבריכם.

### עבודה נעימה!



## היי ... מישהו שומע אותי?!?

### מימוש החקר

לרשותכם הציוד הבא:

1. מחשב בו מותקנת התוכנה **Excel**.
2. מיקרופון (חיישן קול)
3. רמקול בעל התנגדות קטנה ( $5-15\Omega$ ).
4. אוסצילוסקופ דו-ערוצי (משקף תנודות).
5. מחולל אותות (מתנד) בעל יציאת הספק.
6. סרגל באורך 1 מטר.
7. שני כבלי חיבור לאוסצילוסקופ.

### 1. א. שאלת החקר

בניסוי זה עליכם לחקור את השאלה הבאה:

כיצד ישתנה אורך הגל,  $\lambda$ , של גלי הקול כפונקציה של תדירות המחולל  $f$ .

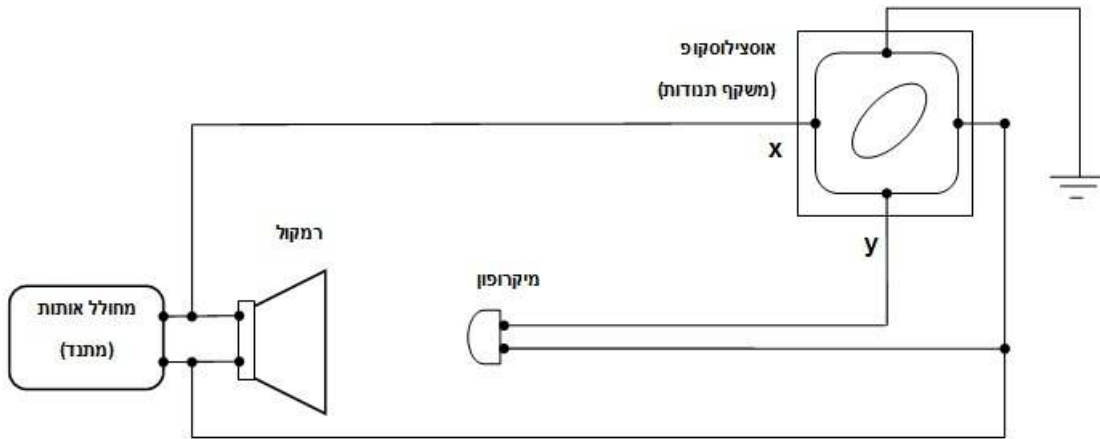
### ב. העלאת השערה

נסחו בצורה בהירה השערה לגבי שאלת החקר. נמקו השערתכם תוך שימוש במושגים ובעקרונות בפיזיקה.

**2. ביצוע הניסוי**

**• הכנת המערכת:**

1. חברו את הרמקול להדקי יציאת ההספק של מחולל האותות.
2. הציבו את המיקרופון מול הרמקול כדי שיקלוט את צליליו.
3. חברו לאוסצילוסקופ את הרמקול לכניסה x ואת המיקרופון לכניסה y בהתאם לתרשים 1.



תרשים 1

**• ביצוע מדידות:**

1. הפעילו את המערכת ובטלו את בסיס הזמן של האוסצילוסקופ.
2. בניסוי, הקפידו שמרכזו של המיקרופון ומרכזו של הרמקול יהיו כל הזמן על קו ישר אחד.
3. תארו במילים ו/או בעזרת תרשים את הצורה המתקבלת על מסך האוסצילוסקופ.



4. שנו את המרחק,  $d$ , בין הרמקול לבין המיקרופון ותארו במילים ו/או בעזרת תרשים/ים את הצורה או הצורות המתקבלות עבור שלושה מרחקים שונים בין הרמקול למיקרופון.
5. קבעו את תדירות המחולל על  $f=300 \text{ Hz}$ .
6. מבלי להזיז את הרמקול, שנו את המרחק בין המיקרופון והרמקול, ומצאו את המרחק,  $d_1$ , עבורו יופיע על מסך האוסצילוסקופ קו-ישר נטוי. שנו בהדרגה את מרחק המיקרופון מהרמקול ומצאו המרחק הראשון,  $d_2$ , עבורו יופיע על מסך האוסצילוסקופ קו-ישר נטוי במגמה נגדית.
7. הסבירו מדוע הפרש המרחקים  $d_2-d_1$  שווה למחצית אורך גל הקול המופק ע"י המיקרופון.
8. בצעו מדידות מתאימות במטרה לבדוק את ההשערה שלכם.

### 3. עיבוד הממצאים והסקת מסקנות

- הציגו את תוצאות המדידה לפחות בשני אופנים שונים (ע"י טבלה, גרף, תרשים, נוסחה וכדומה).
- הסיקו מסקנות המתייחסות לקשר שבין תוצאות הניסוי ובין שאלת החקר שבחרתם. ציינו את הקשר שבין המסקנות שהסקתם ובין עקרונות ומושגים בפיזיקה. האם השערותכם הייתה נכונה? אם לא, מהי לדעתכם הסיבה לחוסר ההתאמה?
- כיצד ניתן למצוא את מהירות הקול באוויר מתוך תוצאות המדידות שביצעתם? בצעו זאת.
- קבעו האם מהירות הקול שמצאתם בניסויי זהה בערכה לזו הידועה בספרות באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה השוררים בחדר המעבדה, ומצאו מהי השגיאה היחסית בין הערך הנמדד לבין הערך המצופה של מהירות הקול באוויר. ציינו מהן השגיאות במדידות שביצעתם.

### 4. מה יקרה אם...

- אם הייתם מבצעים את הניסוי בחדר מעבדה בו מופעל המזגן על חימום, האם וכיצד היה הדבר משפיע על הגרף שסרטטתם? נמקו קביעתכם.
- דמיינו לעצמכם כי הייתם מכניסים את מערכת הרמקול-מיקרופון לתוך צינור סגור, כך שבקצה אחד מוצמד הרמקול. ניתן להזיז את המיקרופון בתוך הצינור ולאורכו באמצעות התקן מיוחד. במידה והצינור מכיל גז הליום במקום אוויר. האם וכיצד היה הדבר משפיע על הגרף שסרטטתם ועל הערכים שמצאתם? נמקו קביעתכם.

### שיתוף החקר

### 5. דיווח ודיון

עליכם להציג את עבודתכם לפני תלמידי הכיתה בעזרת מצגת, או פוסטר, או דגם וכדו'. התייחסו בהצגתכם גם לקשיים איתם נאלצתם להתמודד במהלך הפעילות. משך זמן ההצגה לא יעלה על 5 דקות. על כל חברי הקבוצה לקחת חלק בהצגה.

### מה למדנו? (לביצוע לאחר ההצגות בכיתה)

- הכינו דיווח בכתב, הכולל את הרקע המדעי המתאים, את כל שלבי הפעילות ואת המידע אותו אספתם במהלך ההצגות החקר.
- ציינו שני דברים אותם למדתם בתחום התוכן ושני דברים אותם למדתם בתחום החקר. התייחסו גם למידע אותו אספתם במהלך ההצגות של חבריכם.

### עבודה נעימה!





## היי ... מישהו שומע אותי?!?

### מימוש החקר

לרשותכם הציוד הבא:

1. מחשב בו מותקנת התוכנה **Excel**.
2. מיקרופון (חיישן קול).
3. רמקול בעל התנגדות קטנה ( $5-15\Omega$ ).
4. אוסצילוסקופ דו-ערוצי (משקף תנודות).
5. מחולל אותות בעל יציאת הספק.
6. לוח מתכתי מלבני ששטחו כ-  $400\text{ סמ}^2$ .
7. סרגל 1 מטר.
8. שני כבלי חיבור לאוסצילוסקופ.

### 1. א. שאלת החקר

בניסוי זה עליכם לחקור את השאלה הבאה:

כיצד ישתנה אורך הגל,  $\lambda$ , של גלי הקול כפונקציה של תדירות המחולל  $f$ .

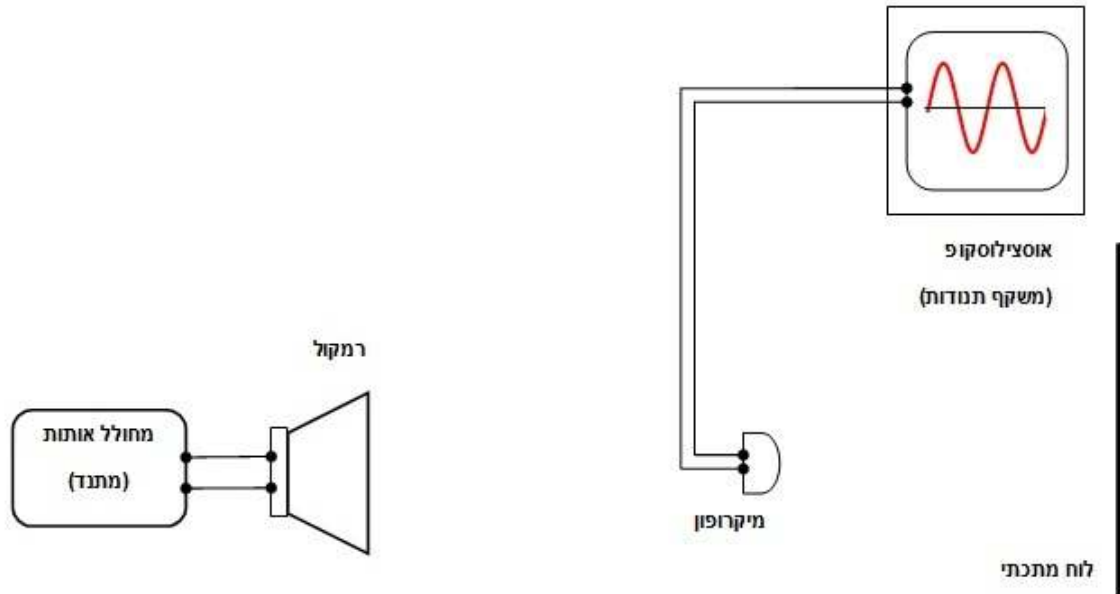
### ב. העלאת השערה

נסחו בצורה בהירה השערה לגבי שאלת החקר. נמקו השערתכם תוך שימוש במושגים ובעקרונות בפיזיקה.

**2. ביצוע הניסוי**

• הכנת המערכת:

1. הציבו את המיקרופון בין לוח המתכת לבין הרמקול, כמוראה בתרשים 1.
2. חברו לאוסצילוסקופ את המיקרופון לכניסה x בהתאם לתרשים 1.
3. חברו את הרמקול להדקי יציאת ההספק של מחולל האותות.



תרשים 1

• ביצוע מדידות:

1. הפעילו את המערכת.
2. בניסוי, הקפידו שמרכזו של המיקרופון ומרכזו של הרמקול יהיו כל הזמן על קו ישר אחד.
3. מבלי לשנות את מקום הרמקול והלוח המתכתי, הזיזו את המיקרופון ימינה ושמאלה וצפו במסך האוסצילוסקופ. הסבירו מה מראה האוסצילוסקופ. שימו לב, המיקרופון קולט גלי קול מכל הכיוונים.
4. תארו במילים ו/או בעזרת תרשים את הצורה המתקבלת על מסך האוסצילוסקופ עבור שלושה מרחקים שונים בין המיקרופון לבין הלוח המתכתי.

5. קבעו את תדירות המחולל על  $f = 500 \text{ Hz}$ .
6. שנו את המרחק בין המיקרופון לבין הלוח המתכתי ומצאו את המקום עבורו יופיע על מסך האוסצילוסקופ גל סינוס בעל אמפליטודה מינימאלית. שנו פעם נוספת את המרחק ומצאו מקום נוסף הקרוב ביותר למקום הקודם עבורו יופיע שוב על מסך האוסצילוסקופ גל סינוס בעל אמפליטודה מינימאלית.

7. מדדו בעזרת סרגל את המרחק,  $d$ , בין מיקום המיקרופון בשני המצבים הנ"ל (המרחק בין שני מצבים סמוכים של המיקרופון בהם מופיעה אמפליטודה מינימאלית על מסך האוסצילוסקופ).
8. הגדילו את תדירות המחולל בצעדים של  $\Delta f=50\text{Hz}$  חזרו על שלבים (6) - (7) עבור תדירויות נוספות. עליכם לבצע לפחות 5 מדידות.
9. בצעו מדידות מתאימות במטרה לבדוק את ההשערה שלכם.

### 3. עיבוד הממצאים והסקת מסקנות

- הציגו את תוצאות המדידה לפחות בשני אופנים שונים (ע"י טבלה, גרף, תרשים, נוסחה וכדומה).
- הסיקו מסקנות המתייחסות לקשר שבין תוצאות הניסוי ובין שאלת החקר שבחרתם. ציינו את הקשר שבין המסקנות שהסקתם ובין עקרונות ומושגים בפיזיקה. האם השערותכם הייתה נכונה? אם לא, מהי לדעתכם הסיבה לחוסר ההתאמה?
- כיצד ניתן למצוא את מהירות הקול באוויר מתוך ממצאי המדידות שביצעתם? בצעו זאת.
- קבעו האם מהירות הקול שמצאתם בניסויי זהה בערכה לזו הידועה בספרות באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה השוררים בחדר המעבדה, ומצאו מהי השגיאה היחסית בין הערך הנמדד לבין הערך המצופה של מהירות הקול באוויר. ציינו מהן השגיאות במדידות שביצעתם.

### 4. מה יקרה אם...

- אם הייתם מבצעים את הניסוי בחדר מעבדה בו מופעל מזגן על קירור. האם וכיצד היה הדבר משפיע על הגרף שסרטטתם? נמקו קביעתכם.
- דמיינו לעצמכם כי הייתם מכניסים את מערכת הרמקול-מיקרופון לתוך צינור סגור, כך שבקצה אחד מוצמד הרמקול ובקצה האחר מוצמד הלוח המתכתי. ניתן להזיז את המיקרופון בתוך הצינור ולאורכו באמצעות התקן מיוחד. במידה והצינור מכיל גז הליום במקום אוויר. האם וכיצד היה הדבר משפיע על הגרף שסרטטתם ועל הערכים שמצאתם? נמקו קביעתכם.

### שיתוף החקר

### 5. דיווח ודיון

- עליכם להציג את עבודתכם לפני תלמידי הכיתה בעזרת מצגת, או פוסטר, או דגם וכדו'. התייחסו בהצגתכם גם לקשיים איתם נאלצתם להתמודד במהלך הפעילות. משך זמן ההצגה לא יעלה על 5 דקות. על כל חברי הקבוצה לקחת חלק בהצגה.

### מה למדנו? (לביצוע לאחר ההצגות בכיתה)

- הכינו דיווח בכתב, הכולל את הרקע המדעי המתאים, את כל שלבי הפעילות ואת המידע אותו אספתם במהלך ההצגות החקר.
- ציינו שני דברים אותם למדתם בתחום התוכן ושני דברים אותם למדתם בתחום החקר. התייחסו גם למידע אותו אספתם במהלך ההצגות של חבריכם.

## עבודה נעימה!

## היי ... מישהו שומע אותי?!

### מדריך למורה



הפעילות "היי ... מישהו שומע אותי?!" היא פעילות חקר מודרך המבוססת על הניסוי המסורתי מדידת התפשטות הקול באוויר<sup>1</sup>.

הפעילות כוללת שלוש שאלות חקר:

1. כיצד תלוי משך הזמן שלוקח לאות הקול להגיע למיקרופון כפונקציה של המרחק מהמיקרופון? (בעזרת שיטת "זמן מעוף")

2. כיצד ישתנה אורך הגל,  $\lambda$ , של גלי הקול כפונקציה של תדירות המחולל  $f$ . (בעזרת אוסצילוסקופ – הפרש המופע)

3. כיצד ישתנה אורך הגל,  $\lambda$ , של גלי הקול כפונקציה של תדירות המחולל  $f$ . (בעזרת אוסצילוסקופ – גלים עומדים)

ניתן לבצע פעילות חקר זו אחרי סיום פרק 3 בסילבוס קרינה וחומר (גלים מכניים ואלקטרומגנטיים).

הפעילות כוללת את השלבים הבאים:

1. שלב ההזמנה לחקר (1-2 שיעורים): תצפית (התנסות ביצירת קול ושמיעתו) ושאלת שאלות.
2. שלב מימוש החקר (2-3 שיעורים): הכיתה מקבלת 3 תדריכים עם 3 שאלות חקר. שלב זה כולל העלאת השערה, ביצוע הניסוי, עיבוד הממצאים והסקת המסקנות, ניבויים.
3. שלב השיתוף בחקר (1-2 שיעורים, תלוי בגודל הכיתה): הצגות התלמידים, דיון וסיכום על-ידי המורה.

לפני ההפעלה בכיתה, מומלץ לפתור את שאלות הבגרות הבאות:

1. שאלה מס. 2 בקרינה וחומר, בגרות תשנ"ה (1995).
2. שאלה מס. 2 בקרינה וחומר, בגרות תשנ"ז (1997).
3. שאלה מס. 2 בקרינה וחומר, בגרות תשס"ט (2009).

<sup>1</sup> הפעילות מבוססת על הניסוי "מדידת התפשטות הקול באוויר". ניסויים מתקדמים בפיסיקה. חיים ברוקר.