

## איך מודדים רעש?

**מטרת הפעילות:** למנף את העיסוק ברעש – משהו מחיי היום-יום של כולנו, להתנסות במדע ו/או במתמטיקה. המשתתפים ימדדו את עוצמת הרעש ומהתוצאות תיבנה מפת רעש ארצית. מהו המקום השקט ביותר?

תוך כדי הפעילות אפשר להתמקד באחד או יותר מהנושאים הבאים:  
**הכול על קול – היבט פיזיקלי** – הסבר פיזיקלי על קול לצליל/רעש  
**איך אנחנו שומעים?** – **היבט ביולוגי** – כיצד בנויה אוזן, מה שומעים בעלי חיים.  
**חישוב ממוצע – היבט מתמטי** – חישוב ממוצע. חשוב מאוד לדעת איך לחשב את הממוצע של כל המדידות בשביל לקבל תוצאה סופית.

## הכול על קול - היבט פיזיקלי

**מטרת הפעילות:** היכרות עם מושג הרעש כגל

### ציוד וחומרים

- להדגמה בכיתה: חבל ו/או סלינקי (רשות)
- לכל ילד: 2 כוסות חד-פעמיות, חבל, קיסם

### דין

1. **מהו צליל או קול? קול, צליל או רעש** – אחת התופעות של גל אורך שמתפשט בתוך תווך (כגון אוויר, מים, ... ) ויכול להיקלט על ידי איבר חישה.
2. **מהו גל?**
  - ▶ תנועה מחזורית או הפרעה במרחב ובזמן; הפרעה המתקדמת ממקום למקום מבלי שתתרחש העברה של חומר.
  - ▶ סוגי גלים: גלי ים, גלי קול, גלי אור (גלים אלקטרומגנטיים).

### הדגמות גלים

3. להמחשת המושג גל אפשר ליצור **גל מאנשים**: מבקשים מ-10 מתנדבים לעמוד בשורה, כאשר אף אחד לא עוזב את מקומו. המורה מבקש מהמתנדב הראשון בשורה להרים ידיים למעלה ולהוריד, אחרי זה המורה מבקש מהמתנדב השני לעשות אותה הפעולה ואחריו המתנדב הבא... עד שמגיעים למתנדב האחרון. עכשיו חוזרים על התנועה בזה אחר זה בקצב מהיר יותר. מה ראינו כאן? צפינו בגל העובר בשורה. אפשר לראות שהייתה הפרעה במרחב, אבל אין תזוזה של חומר (כולם נשארו במקומם).
4. אפשר גם ליצור **גלי אורך ורוחב עם סלינקי או חבל**. מבקשים משני ילדים להחזיק את הסלינקי במצב מתוח וילד בצד אחד מושך כמה טבעות אליו (כך נוצר גל אורך) או ילד בצד אחד מזיז את



הסלינקי למעלה ולמטה (כך נוצר גל רוחב). אפשר לראות היטב את טבעו של הגל – מעבר של אנרגיה בתווך.

החומר עצמו איננו נע מעלה ומטה, אלא רק התנודה. שימו לב מה קורה לגל כאשר הוא מגיע לקצה. הוא מתהפך וחוזר. כך רואים את תופעת ההחזרה אשר אכן מלווה בהיפוך פאזה. מה יקרה אם נמשוך חלש ואז חזק? איזה גל ינוע מהר יותר (תנו לקבוצה לנחש)? ומה קורה כאשר שני גלים נפגשים? הדגימו איך גלים, בניגוד לעצמים מוצקים, יכולים לעבור זה דרך זה.

להלן רשימת מושגים שאפשר להדגים באמצעות הסלינקי:

גל אורכי – גל שבו כל אלמנט מבצע תנועה לאורך כיוון התקדמות הגל, כמו בגל קול שבו אזורים של צפיפות שונה.

גל רוחבי – גל שבו כל אלמנט מבצע תנועה בניצב לכיוון התקדמות הגל.

פאזה – מופע, נקודה מסוימת במחזור, למשל הנקודה הגבוהה או הנמוכה ביותר.

תדירות – בגוף: מספר התנודות המתרחשות ביחידת זמן. בגל: מספר הגלים העוברים דרך נקודה מסוימת ביחידת זמן.

גל עומד – גל שאינו מתקדם במרחב. גל עומד יכול להיווצר כתוצאה משני גלים הנעים לכיוונים הפוכים או כתוצאה מגל הנע בתוך תווך שאורכו הוא כפולה של אורך הגל. לגל עומד ישנן נקודות צומת – נקודות שבהן התווך נמצא במנוחה.

נקודת צומת – נקודה בעלת משרעת אפס בגל עומד.

התאבכות בונה – הרכבה של גלים היוצרת אזורים של גל מחוזק. (התאבכות הורסת – גל מוחלש או מבוטל)

## גלי קול

בפעילות שלנו נתמקד בגלי קול:

### 5. הידעת?

- הקול מתקדם באוויר במהירות של כ-330 מטר לשנייה, תלוי בתכונות האוויר (טמפרטורה, צפיפות ולחץ). גלי קול יכולים לנוע בסוגים שונים של תווך: אוויר, מים, בטון וכן הלאה. שימו לב שגלי הקול עוברים לא רק באוויר אלא גם בחומר. כך מוזיקה מחדרנו עוברת לשאר הבית אפילו אם הדלת סגורה. חלק מהגל יוחזר מן הקיר, וחלק אחר יעבור דרכו ויונחת (ייחלש) בעת המעבר בחומר, כתלות בתכונות החומר, אולם חלק יעבור.
- מהירות התקדמות הקול תלויה בתכונות החומר. ככלל מתקדם הקול במהירות גדולה יותר בתווך מוצק, לאחר מכן בנוזל ולבסוף בגז, בגלל צפיפות החומר. טמפרטורה גבוהה וצפיפות גבוהה מעלות את מהירות הקול.
- כולנו מכירים את התופעה המלהיבה של ברקים ורעמים. האם שמתם לב שהברק תמיד מגיע רגע לפני הרעם, למרות שהם מתרחשים באותו הרגע? מדוע זה קורה?



- מהירות גלי האור הינה כ-300,000 ק"מ/שנייה באוויר (בדומה למהירותם בריק), בערך פי מיליון ממהירות הקול, ולכן אנו רואים את הברק לפני שאנו שומעים את הרעם.
- אם יודעים את מהירות הקול אז אפשר לחשב באיזה מרחק התרחש הברק, הפרש של 3 שניות בין ברק לרעם מורה על מרחק של קילומטר מאתנו.
- אפשר לראות אותה תופעה גם בזיקוקים ביום העצמאות.
4. יש נטייה לחשוב שאם נדבר בקול רם ואף נצעק, קולנו יתקדם במהירות רבה יותר. זאת טעות, כיוון שהגברת קולנו משפיעה אך ורק על העוצמה (משרעת הגל) אשר אינה קשורה למהירותו.
5. כאשר אנחנו מדברים, ובכך יוצרים גלי קול, כל מי שנמצא סביבנו מסוגל לשמוע אותנו. הסיבה לכך הינה שגלים מתפשטים לכל הכיוונים באופן פחות או יותר סימטרי, כעין כדור של קול.

### איך אנחנו שומעים? – היבט ביולוגי

איבר החישה של הקולות והצלילים באדם הוא האוזן. מחלקים את האוזן לשלושה חלקים: אוזן חיצונית, תיכונה (אמצעית) ופנימית. האוזן החיצונית אוספת לתוכה כמות אוויר ובכך מגבירה את הקול הנשמע. האוויר הנאסף עובר הלאה לתעלת השמע, תעלה זו היא מעין צינור המסתיים בעור התוף.

מבנה האוזן החיצונית:

האפרכסת - החלק הנראה לעין באוזן. גלי הקול (תנודות האוויר) "מתנפצים" על האפרכסת. היא משמשת כמעין מקלט שעוזר לנו לשמוע קולות חלשים. בעזרת קפלי האפרכסת אנו יכולים לאתר את מקור הקול שאנו שומעים - האם הגיע מלמטה או מלמעלה, מלפנים או מאחור.

תעלת השמע – גלי הקול הנאספים באפרכסת עוברים דרך תעלת השמע המלאה באוויר (תווך) עד להגעתם לעור התוף.

עור התוף – קרום אטום היוצר את הגבול שבין האוזן החיצונית לאוזן התיכונה. במגע עם עור התוף משתנים גלי הקול מתנודות באוויר לתנודות של הקרום.

האוזן התיכונה מכילה שלוש עצמות שמע זעירות הנקראות: פטיש, סדן וארכובה. שלוש העצמות מחוברות כך שהן יוצרות מערכת של מנופים המונעים על ידי עור התוף.

לאוזן הפנימית שני חלקים עיקריים: השבלול ואיבר שיווי המשקל, שאינו קשור לשמיעה. השבלול בנוי מצינורות הכרוכים סביב המרכז, ממש כמו קונכייה. צינורות אלה מכילים נוזל ותאי שערה הרגישים לתנודות הנוזל. מהתאים האלו יוצאים סיבים המתאגדים לעצב השמיעה שמגיע למוח לאיזור גזע המוח ומשם לאזורים בקליפת המוח שאחראיים על הבנת השמיעה.

מדענים סבורים כי הסיבה לכך שיש לנו שתי אוזניים היא כדי לזהות את מקור הצליל. רעש המגיע מימין נקלט באוזן הימנית ורק לאחר שבריר שניה באוזן השמאלית. המוח מסוגל לזהות את פער הזמנים בין שתי האוזניים ולזהות את הכיוון שממנו הגיע הצליל. מנגנון זה אינו פועל בתחום התדירויות הנמוכות, כלומר: בתחום הצלילים הנמוכים. מדענים אחרים טוענים שהסיבה אינה קשורה לשמיעה כלל אלא לאיבר שיווי המשקל הנמצא באוזן הפנימית.



## רעש או שקט?

יחידת מדידה מקובלת של רעש היא דציבל (dB).

טווח השמיעה של האדם הוא בין 10 ל-150 דציבלים כאשר רעש בעוצמת 10 דציבלים הוא נשימה רגילה ורעש של מטוס מגיע לעוצמה של 130 דציבלים. דיבור שקט מייצר רעש שעוצמתו 30 דציבלים, דיבור רגיל מגיע לכ-60 דציבל. 100 דציבל זה רעש של צעקה. היחשפות לרעש בעוצמות גבוהות מ-110 דציבלים למשך מספר דקות עלולה לפגוע בכושר השמיעה. היחשפות ממושכת לעוצמת רעש נמוכה יותר, אך גבוהה מ-85 דציבלים, אף היא עלולה לפגוע בשמיעה.

עוצמת הקול של הלוויתן הכחול היא החזקה ביותר מכל היצורים בטבע. היא מגיעה ל-188 דציבלים - שזה אפילו חזק יותר מרמקולים של מופע רוק שמגיעים "רק" ל-150 דציבלים, עוצמה שגורמת נזק לאוזניים. הקלטות של שירת לווייתנים שנעשו באוקיינוסים מצאו כי 'שירה' של לווייתנים כחולים נשמעת גם במרחק של אלפי קילומטר מהלוויתן השר!

## לסיכום בונים טלפון כוסות:

כל ילד מקבל חבל, קיסם, 2 כוסות נייר חד"פ. את הכוסות מחוררים במרכז עם הקיסם. משחילים את החבל לתוך החור ועושים קשר (אפשר לשלב בקשר רבע קיסם, כמו בתמונה, כדי שהקשר לא יברח דרך החור). ומקבלים תוצר סופי:



## דיון לטלפון כוסות:

מה קורה כאשר החוט מתוח ומה קורה כאשר הוא רופף?

מה התווך כאן?



## מערך שיעור רעש - היבט מתמטי

**מטרת הפעילות:** פעילות מדידת הרעש באפליקציה יכולה להיות הזדמנות להתחבר לנושא חישובי הממוצע הנלמד בתכנית הלימודים בכיתה ח'. ההצעה שלהלן היא מודולרית, והחלקים אינם תלויים זה בזה.

### חלק א' – חישובים ואומדנים של המדדים הבסיסיים

התלמידים מודדים את הרעש בעזרת האפליקציה. עם התוצאות אפשר לתרגל:

- מציאת חציון
- עריכת טבלת שכיחויות
- חישוב ממוצע כיתתי ו/או קבוצתי
- אמדן של הממוצע לפני החישוב

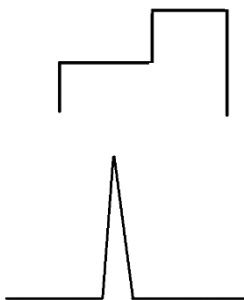
### חלק ב' – שינויים בדידים

האפשרויות כאן הן למעשה שאלות סטנדרטיות הקשורות לחישובי ממוצע, אלא שהן לא היפותטיות, אלא נערכות על בסיס מדידות ממשיות.

- הוספת מדידה אחת של המורה, אמדן ובדיקה של גודל השינוי.
  - השוואת השפעת תוספת מדידה אחת על ממוצע כיתתי מול ממוצע קבוצתי.
- הוספת מדידה של קבוצה או של כיתה אחרת – ידוע רק הממוצע, מה יהיה הממוצע החדש?
- מה הוא סף "רעש מזיק" / לתת את המספר.
  - מה צריך להיות הרעש שימדוד המורה כדי שהממוצע הכיתתי יעלה מעל הרף המזיק?
  - מה צריך להיות הרעש שתמדוד הכיתה המקבילה?

### חלק ג' – ממוצע על פני רצף

כשהמכשיר בודק רעש כל מדידה בודדת היא למעשה חישוב ממוצע על פני מדידה רציפה. לרוב אנחנו מחשבים ממוצע עם ערכים בדידים. איך מחשבים ממוצע על פי מדידה רציפה? המקרים שאפשר לבחון:



- שינוי אחד ברמת הרעש לאורך המדידה (שני ערכים)
  - מצב שבו שני הערכים נמשכו לאורך זמנים שווים
  - מצב שבו הערכים לא נמשכו לאורך זמנים שווים
- ערך בסיס שנמדד רוב הזמן, עם קפיצה אחת
  - איך הקפיצה משפיעה?
  - פרמטרים שמשפיעים: משך הקפיצה וגובהה
  - אפשר לערוך קירוב למצב של שני ערכים כמו במקרה הראשון
- עלייה/ירידה רציפה של הרעש הנמדד
  - המקרה הפשוט יותר: עלייה לכל אורך המדידה. מזמן דיון על הקשר בין "ממוצע" ל"אמצע".
  - מקרה מורכב יותר של עלייה וירידה שוות זמן
  - מקרה מורכב עוד יותר, של עלייה וירידה שאינן שוות זמן

