📋 גיטרת קופסה: כיצד משפיע אורך המיתר הרוטט על גובה הצליל?

כיתה ד' | 🎵 מוזיקה | 45 דק' | מערך שיעור למורה · לפי מעגל הלמידה

מטרה מרכזית: התלמידים/ות ישוו את גובה הצליל של גומייה (מיתר) בשלושה אורכים רוטטים מדודים בגיטרת קופסה, ינסחו כלל ('מיתר רוטט קצר יותר – צליל גבוה יותר') וינמקו אותו על סמך טבלת התוצאות שרשמו.

מטרות אופרטיביות:

- התלמידים/ות ימדדו בסרגל את אורך החלק הרוטט של הגומייה בשלושה מיקומים של ה'גשר' (העיפרון) וירשמו את האורך בס"מ בטבלה.
- התלמידים/ות יזהו בניסוי את המשתנה הבלתי תלוי (אורך המיתר הרוטט), את המשתנה התלוי (גובה הצליל) ושני גורמים קבועים, וירשמו אותם בטבלת המשתנים.
- התלמידים/ות יבחינו בין גובה צליל (גבוה–נמוך) לבין עוצמה (חזק–חלש), ויסבירו את תפקיד תיבת התהודה על סמך השוואה בין קופסה פתוחה לקרש שטוח.
- התלמידים/ות יתכננו ניסוי המשך על משתנה אחר של המיתר (עובי או מתיחות) וינסחו שאלת חקר והשערה בתבנית 'נשער ש... כי...'.

עיגון בתוכנית הלימודים: מוזיקה, כיתה ד' – ערוץ הביצוע: נגינה בכלים בעלי גובה מוגדר, מודעות ראשונית לאיכות הצליל ולגובה הצליל; היכרות עם כלי מיתר ועם עקרון הפקת הצליל בהם.

> „בשיעור המוזיקה הכיתתי התלמידים ינגנו בכלים בעלי גובה מוגדר (כמו קסילופון) ובכלים בעלי גובה לא מוגדר (כמו דרבוקה). הכלים יהיו באיכות אקוסטית נאותה וישמשו בעיקר לליווי שירה בכיתה ולליווי קטעי האזנה"

מקור: משרד החינוך – תוכנית הלימודים במוזיקה לכיתות א–ו – https://meyda.education.gov.il/files/Curriculum/music1-6.pdf

ידע קודם: הבחנה שמיעתית בין צליל גבוה לצליל נמוך (מהאזנה ומנגינה בקסילופון). · מדידת אורך בסרגל בס"מ שלמים. · היכרות עם כלי מיתר (גיטרה, כינור) מהאזנה או מצפייה בנגנים/ות.

מושגים: מיתר · רטט · גובה צליל · עוצמה (דינמיקה) · תיבת תהודה · משתנה בלתי תלוי · משתנה תלוי · גורמים קבועים

חומרים: כרטיסיית החקר האישית 'גיטרת קופסה: חוקרים מיתרים' (תחנת גיטרת הקופסה) – כתבה נעמי מועלם: סעיף 1 (השערה), סעיף 2 (טבלת משתנים), סעיף 3 (טבלת תוצאות), שאלות חקר וסיכום. · לכל קבוצה של שלושה: קופסת נעליים עם חור במכסה, שתי גומיות בעובי זהה (המורה מכינה מראש את הגומיות מתוחות על הקופסאות כדי לחסוך זמן), עיפרון כ'גשר', סרגל. · קרש או קרטון שטוח להשוואה (אחד לכל שתי קבוצות). · גומיות בעובי שונה להדגמה בשלב היישום. · גיטרה או כינור של בית הספר (אם יש) להדגמת לחיצה על המיתר. · כרטיסי פיגום: בנק מילים (משנים / מודדים / קבוע / קצר / ארוך / גבוה / נמוך / חזק / חלש) ומדבקות צבע על הקופסה בשלושה מרחקים מסומנים.

בטיחות: גומיות עלולות להיקרע ולהצליף: מותחים במידה, מרחיקים את הפנים מהגומייה בזמן הפריטה, ואין למתוח גומייה מעבר לגודל הקופסה.

הלימה: מטרה – פעילות – עדות

מטרה	פעילות	עדות להשגה
מדידת האורך הרוטט ורישום בטבלה	התנסות – הזזת העיפרון לשלושה מקומות, מדידה בסרגל ופריטה (כרטיסייה, סעיף 3)	טבלת התוצאות בכרטיסייה: שלושה אורכים בס"מ, ולכל אחד גובה צליל (גבוה / בינוני / נמוך)
זיהוי משתנה בלתי תלוי, משתנה תלוי וגורמים קבועים	המשגה – 'מה שינינו? מה בדקנו? מה נשאר קבוע?' בהדגמה, בתרגול משותף ובעבודה עצמית (כרטיסייה, סעיף 2)	טבלת המשתנים מלאה ונכונה: אורך / גובה צליל / אותה גומייה ואותה קופסה
הבחנה בין גובה צליל לעוצמה והסבר תפקיד תיבת התהודה	התנסות – השוואה בין קופסה פתוחה לקרש שטוח; המשגה – תיקון התפיסה השגויה 'גבוה = חזק'	תשובה בעל פה בהמשגה ומשפט מסקנה בכרטיסייה: 'הקופסה מגבירה את הצליל אבל לא משנה את גובהו'
ניסוח הכלל ונימוקו מתוך הנתונים (מטרה מרכזית)	המשגה – ניסוח הכלל; סגירה – כרטיס יציאה	כרטיס יציאה: בחירה נכונה (לקצר את החלק הרוטט) ונימוק שמתבסס על הטבלה
תכנון ניסוי המשך עם שאלת חקר והשערה	יישום – תכנון ניסוי על עובי הגומייה או על המתיחות (כרטיסייה, שאלת סיכום 2)	שאלת חקר, השערה בתבנית 'נשער ש... כי...' ומשתנה אחד בלבד שמשתנה

מהלך השיעור

1. פתיחת המעגל – איתור ידע קודם **5 דק׳**	*איתור ידע קודם על הפקת צליל במיתר והצגת שאלת החקר* 1. פורטת על גומייה מתוחה על קופסה, ואז לוחצת באצבע באמצע הגומייה ופורטת שוב: 'הקשיבו היטב. מה השתנה בין הצליל הראשון לשני?' 2. מציגה את הסיפור מהכרטיסייה (עליזה, מנחם והנגן בטקס): 'הנגן לוחץ על המיתרים במקומות שונים. מה הוא משנה בעצם?' 3. שואלת: 'מה עוד אפשר לשנות במיתר כדי לקבל צליל אחר?' ורושמת על הלוח את הרעיונות בעמודה 'משתנים אפשריים'. 4. כותבת את שאלת החקר: 'כיצד משפיע אורך המיתר הרוטט על גובה הצליל?' **התלמידים:** מקשיבים/ות ומתארים/ות את השינוי בצליל. · מציעים/ות משתנים: אורך, עובי, מתיחות. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: 'הצליל השני גבוה יותר.' • תפיסה שגויה: 'הצליל השני חזק יותר.' ← תגובת המורה: 'בואו נבדיל בין שתי שאלות: האם הצליל חזק או חלש, והאם הוא גבוה או נמוך. היום נחקור גבוה–נמוך, כלומר גובה צליל.'
2. התנסות **12 דק׳**	*התנסות ומדידה לפני הגדרת המושגים* 1. מחלקת לקבוצות של שלושה ותפקידים: 'מודד/ת', 'פורט/ת', 'רושם/ת'. מסבירה: 'מתחלפים בתפקידים בכל מדידה.' 2. מנחה את מילוי סעיף 1 בכרטיסייה לפני הניסוי: 'שערו: מה יקרה לגובה הצליל כשנקצר את החלק הרוטט? כתבו: נשער ש... כי...' 3. מנחה: 'הזיזו את העיפרון לשלושה מקומות. בכל פעם מדדו בסרגל רק את החלק שרוטט, פרטו ורשמו בסעיף 3: גבוה, בינוני או נמוך.' 4. אחרי כ-8 דקות: 'עכשיו העבירו את אותה גומייה לקרש השטוח ופרטו. איפה הצליל חזק יותר? והאם הוא גבוה יותר?' 5. מסתובבת בין הקבוצות ושואלת: 'איך אתם יודעים שמדדתם רק את החלק הרוטט?' **התלמידים:** כותבים/ות את השערה אישית. · מזיזים/ות את הגשר, מודדים/ות, פורטים/ות ורושמים/ות שלוש תוצאות. · משווים/ות את הצליל בקופסה ובקרש. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: 'כשהחלק הרוטט קצר, הצליל גבוה.' • קושי צפוי: מודדים את כל אורך הגומייה. ← תגובת המורה: 'הניחו את הסרגל מהעיפרון ועד קצה הקופסה. רק החלק הזה זז כשפורטים.' • תפיסה שגויה: 'בקרש הצליל נמוך יותר.' ← תגובת המורה: 'פרטו שוב שניכם באותו אורך. האם הצליל ירד, או שהוא רק חלש יותר?'
3. המשגה **10 דק׳**	*הגדרת המושגים והמשגת הכלל מתוך הנתונים, בהוראה מפורשת* 1. אני מדגימה: מציגה על הלוח טבלת משתנים ריקה (מה משנים / מה מודדים / מה נשאר קבוע). 'בניסוי שלנו אני שינתה את מקום העיפרון, כלומר את אורך המיתר הרוטט. זה המשתנה הבלתי תלוי – הדבר שאנחנו משנים בכוונה.' 2. נעשה יחד: 'מה בדקנו בכל פעם? (גובה הצליל) – זה המשתנה התלוי, כי הוא תלוי במה ששינינו. מה השארנו בלי שינוי?' התלמידים/ות עונים/ות והמורה רושמת: אותה גומייה, אותה קופסה, אותה מתיחות – גורמים קבועים. 3. עכשיו לבד: 'מלאו בעצמכם את סעיף 2 בכרטיסייה. יש לכם שתי דקות.' 4. שואלת: 'הסתכלו על הטבלה שלכם. איזה כלל אפשר לנסח?' ורושמת: 'מיתר רוטט קצר יותר – צליל גבוה יותר; מיתר רוטט ארוך יותר – צליל נמוך יותר.' 5. מגדירה: 'כשפורטים, המיתר רוטט – נע הלוך ושוב מהר מאוד. הקופסה עם החור היא תיבת תהודה: האוויר והדפנות רוטטים יחד עם המיתר, ולכן הצליל חזק יותר. היא משנה את העוצמה, לא את גובה הצליל.' 6. מקשרת לגיטרה או לכינור: 'כשהנגן/ית לוחץ/ת על המיתר, הוא/היא מקצר/ת את החלק הרוטט.' **התלמידים:** עונים/ות על שאלות המורה ומשלימים/ות את טבלת המשתנים בכרטיסייה. · משווים/ות את התוצאות לכלל ובודקים/ות אם ההשערה התאשרה. **תשובות צפויות:** • תפיסה שגויה: 'המשתנה התלוי הוא העיפרון.' ← תגובת המורה: 'העיפרון הוא הכלי שבעזרתו שינינו את האורך. מה השתנה בצליל כתוצאה מכך?' • תפיסה שגויה: 'תיבת התהודה גורמת לצליל להיות גבוה יותר.' ← תגובת המורה: הדגמה מיידית באותו אורך על הקופסה ועל הקרש – גובה הצליל זהה, רק העוצמה שונה. **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • השוואה והסקה: 'שתי קבוצות מדדו אורכים שונים אבל קיבלו אותו כלל. מה זה מלמד אותנו על הכלל?' • נימוק: 'למה חשוב שהגומייה והקופסה יישארו אותן בכל הבדיקות?'

4. יישום – ביצועי הבנה **11 דק'**	*ביצוע הבנה: העברת עקרון המשתנה האחד לניסוי חדש ולנגינה* 1. מציגה שתי גומיות בעובי שונה: 'עכשיו אתם החוקרים/ות. בחרו משתנה אחד מהרשימה על הלוח – עובי הגומייה או המתיחות – ותכננו ניסוי.' 2. מנחה: 'כתבו בכרטיסייה (שאלת סיכום 2): שאלת חקר, השערה – נשער ש... כי... – מה משנים, מה בודקים ומה נשאר קבוע.' 3. משימה קצרה בנגינה (3 דקות אחרונות): 'השתמשו בכלל: הזיזו את העיפרון כדי לנגן שלושה צלילים שעולים מנמוך לגבוה, כמו תחילת סולם.' **התלמידים:** מתכננים/ות בקבוצה ניסוי המשך ורושמים/ות אישית בכרטיסייה. · מנגנים/ות רצף צלילים עולה בגיטרת הקופסה. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: 'נשער שגומייה עבה תיתן צליל נמוך יותר, כי היא כבדה יותר ורוטטת לאט יותר.' • קושי צפוי: משנים גם עובי וגם אורך. ← תגובת המורה: 'אם שינינו שני דברים, איך נדע מה גרם לשינוי בצליל? בחרו רק אחד.' **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • העברה להקשר חדש: 'בגיטרה אמיתית יש מיתרים עבים ודקים באותו אורך. מה נשער על הצליל של כל אחד מהם?' • תכנון: 'איך תבדקו את המתיחות בצורה הוגנת?'
5. סגירת המעגל – הערכה וסיכום **7 דק'**	*רפלקציה, סיכום וכרטיס יציאה הבודק את המטרה המרכזית* 1. שואלת: 'למה חשוב לשנות רק דבר אחד בכל פעם?' (שאלת סיכום 1 בכרטיסייה) – שומעת שתיים-שלוש תשובות. 2. מציגה את מדדי ההצלחה הגלויים: 'אני יכול/ה לומר מה המשתנה הבלתי תלוי ומה התלוי; אני יכול/ה למדוד ולרשום בטבלה; אני יכול/ה לכתוב מסקנה לפי התוצאות.' התלמידים/ות מסמנים/ות לעצמם. 3. מחלקת כרטיס יציאה ומבקשת להשלים גם 'הידע שלמדתי היום הוא _____'. 4. מבשרת: 'בשיעור הבא נבצע את הניסויים שתכננתם, נשרטט גרף עמודות ונתכנן גשר משופר במדפסת התלת־ממד.' **התלמידים:** עונים/ות על שאלת הסיכום, מסמנים/ות מדדי הצלחה וממלאים/ות כרטיס יציאה. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: 'אם משנים כמה דברים, לא יודעים מה גרם לשינוי בצליל.' **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • הערכה: 'האם ההשערה שכתבתם בתחילת השיעור התאשרה? על מה אתם מבססים את דעתכם?' **כרטיס יציאה:** נעם רוצה לקבל מגיטרת הקופסה צליל גבוה יותר באותה גומייה. האם להזיז את העיפרון כך שהחלק הרוטט יהיה קצר יותר או ארוך יותר? נמקו במשפט אחד בעזרת מה שרשמתם בטבלה. • בוחר/ת נכון: לקצר את החלק הרוטט. • משתמש/ת במונחים 'אורך המיתר הרוטט' ו'גובה צליל' (ולא 'חזק'). • מנמק/ת בעזרת נתון מהטבלה (למשל: 'ב-10 ס"מ הצליל היה גבוה יותר מב-20 ס"מ'). תלמידים/ות שבלבלו בין גובה צליל לעוצמה יתחילו את השיעור הבא בתחנת האזנה קצרה עם מיון צלילים (גבוה–נמוך מול חזק–חלש) בקסילופון; תלמידים/ות שעמדו בכל הקריטריונים יובילו בקבוצות את ביצוע ניסויי ההמשך ואת שרטוט הגרף.

התאמה לשונות

תמיכה	• מדבקות צבע על הקופסה בשלושה מרחקים מסומנים מראש, כך שהמדידה מתמקדת בקריאת הסרגל. • טבלת משתנים חלקית עם בנק מילים (משנים / מודדים / קבוע / קצר / ארוך / גבוה / נמוך). • שלוש מדידות בלבד ותבנית משפט למסקנה: 'כשהמיתר הרוטט _____, הצליל _____.' • השוואה שמיעתית בזוגות: שני תלמידים/ות פורטים/ות באורכים שונים בזה אחר זה.
ליבה	• שלוש מדידות, טבלת משתנים מלאה, מסקנה בניסוח עצמאי ותכנון ניסוי המשך על משתנה אחד.
העשרה	• להסביר מדוע בגיטרה אמיתית המרווחים בין השריגים (Frets) קטנים ככל שמתקרבים לתיבת התהודה, ולבדוק זאת בגיטרת הקופסה: האם להעלאת הצליל בשלב שווה נדרשים קיצורים שווים באורך? • לתכנן ניסוי השוואה בין שני משתנים בשני ניסויים נפרדים (עובי ומתיחות) ולהציע איזה מהם משפיע יותר על גובה הצליל, ואיך לבדוק זאת בצורה הוגנת.

מחוון

- מדידה ורישום: שלושה אורכים רוטטים מדודים בס"מ, ולכל אחד גובה צליל רשום.
- זיהוי משתנים: משתנה בלתי תלוי, משתנה תלוי ושני גורמים קבועים נכונים בטבלה.
- מסקנה מנומקת: ניסוח הכלל על סמך הנתונים והבחנה בין גובה צליל לעוצמה.
- תכנון ניסוי המשך: שאלת חקר, השערה בתבנית 'נשער ש... כי...' ושינוי של משתנה אחד בלבד.

רב-תחומיות

- מדע וטכנולוגיה: התלמידים/ות מפעילים/ות מיומנויות חקר: ניסוח השערה, זיהוי משתנה בלתי תלוי ומשתנה תלוי ושמירה על גורמים קבועים; ומסבירים/ות שהצליל נוצר מרטט ושתיבת התהודה מגבירה אותו.
- מתמטיקה: התלמידים/ות מודדים/ות אורכים בסרגל בס"מ, רושמים/ות בטבלה ומשווים/ות בין מספרים כדי לגלות דפוס (קטן יותר – גבוה יותר). שרטוט גרף עמודות מתוכנן לשיעור הבא.

🎵 מוזיקה · כיתה ד' · כרטיסיית חקר אישית

🎸 גיטרת קופסה: חוקרים מיתרים

🧭 תחנה: תחנת גיטרת הקופסה

שם: ..... תאריך: .....

✉️ **שלום תלמידים יקרים!**

בטקס בית הספר עליצה הסתכלה על הנגן בלהקה.

היא שמה לב שהוא לוחץ באצבעות על המיתרים במקומות שונים, והצליל משתנה.

מנחם הביא קופסת נעליים, גומיות ועיפרון.

"בוא נבנה גיטרה ונבדוק מה קורה כשהמיתר מתקצר," אמר.

אבל איך בודקים בצורה הוגנת?

🔎 **אתגר החקר**

כיצד משפיע אורך המיתר הרוטט על גובה הצליל?

🎯 מיומנות השיעור: ניסוח השערות · נתונים בטבלה ובגרף · 🧩 הכלי שלנו: טבלת משתנים (מה משנים / מה מודדים / מה קבוע) – הטבלה מבטיחה שנשנה רק דבר אחד ונוכל לדעת מה גרם לשינוי; כך נתכנן כל ניסוי בהמשך.

🧰 **הציוד הנדרש**

קופסת נעליים עם חור במכסה | גומיות בעובי שונה | עפרונות | סרגל | קרש או קרטון שטוח להשוואה

📋 **מהלך החקר**

1. **שערו: מה יקרה לגובה הצליל כשנקצר את החלק הרוטט של הגומייה? כתבו גם מהו המשתנה הבלתי תלוי ומהו המשתנה התלוי.**
2. בנו גיטרת קופסה: מתחו גומייה מעל החור והניחו עיפרון כ"גשר".
3. הציצו את העיפרון לשלושה מקומות, ומדדו בסרגל בכל פעם את אורך החלק הרוטט.
4. פרטו, השוו את הצלילים ורשמו בטבלה.
5. כתבו מסקנה, וציינו מה השארתם קבוע בכל הבדיקות.

📋 **טבלת תצפיות ותיעוד**

אורך המיתר הרוטט (ס"מ)	השערה	גובה הצליל: גבוה / בינוני / נמוך	מה נשאר קבוע

1 **שאלת החקר: כיצד משפיע עורק האיתר על שובה הלילי? נשער: _____ כי _____.**

אני משער/ת ש

.....

כי

.....

2 **מלאו את טבלת המשתנים.**

מה משנים	מה מודדים	מה נשאר קבוע

3 **רשמו את התובחות.**

עורק האיתר (ס"א)	הלילי שבוה / בינוני / נאוך

❓ שאלות חקר וסיכום

1. למה חשוב לשנות רק דבר אחד בכל פעם?

.....

2. איזה משתנה אחר של האיתר הייתם רוצים לחקור, ואה ההשערה שלכם?

.....

הידע שלמדתי היום הוא _____

חותמת פיצוח!
אישור המדריכה