

חוקרים: למה אי אפשר לכוון פסנתר?

שכבת גיל

חטיבת ביניים – כיתה ט'
חטיבה עליונה

תקציר הפעילות

התלמידים יחקרו בקבוצות, באמצעות שימוש בתכונות השורשים והחזקות, את הקשר שבין תדר, הרמוניה ויחסים בין מספרים, וינסו לפתור בכלים מתמטיים את בעיית כיוון הפסנתר.

משך הפעילות

שיעור אחד.

מטרת הפעילות

להבין את הקשר בין יחסים מספריים להרמוניה של צלילים, וליישם את ההבנה הזו על בעיית כיוון הפסנתר.

מושגים מתוכנית הלימודים

שורשים, חזקות, יחסים, שורשים מסדר גבוה, חוקי חזקות ושורשים

מיומנויות

הבניית ידע, טיפול במידע, יישום ידע, יצירתיות, מיומנויות חקר, פתרון בעיות וקבלת החלטות, רפלקטיביות לתהליך הלמידה, שיתוף פעולה

אופי הלמידה

צוותים

סוג הפעילות

פעילות להקניית הנושא

הערכה חלופית

הערכה עצמית

- "Why It's Impossible to Tune a Piano": <https://bit.ly/30lqzzD>

הכנות לקראת הפעילות

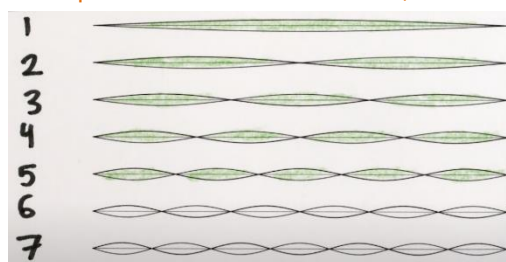
לדאוג לאפשרות צפייה בסרטון במהלך הפעילות בתוך צוותי העבודה – במחשבים או בטלפון נייד של אחד התלמידים.

מה עושים?

(1) מושגי יסוד

צפו בדקה הראשונה של הסרטון, דונו ביניכם וכתבו הגדרות למושגים הבאים:

- תדר מספר ה"רעידות" של גל הקול או של המיתר
- הרמוניה שני צלילים או יותר, שהשילוב ביניהם נעים לאוזן



מה הקשר בין שני המושגים הללו?

בין התדרים שלהם יש יחס בין שני מספרים שלמים סמוכים: 1:2, 2:3, כמו שמוצג בסרטון מומלץ לשמוע את התשובות במליאה, להשוות, ולהגיע למסקנות משותפות.

(2) חשבון תדרים

א. נניח שיש לנו שלושה צלילים בין השניים הראשונים (דו נמוך ודו גבוה): ההפרש המוזיקלי נקרא "אוקטבה". מהו היחס המספרי בין התדרים של שני הצלילים הללו? 1:2
כלומר, במעבר מ"דו נמוך" ל"דו גבוה" התדר של הצליל יגדל/יקטן פי 2.

ב. הצליל השלישי, סול, נמצא במרחק קווינטה ("חמישית") מהדו הגבוה. המעבר ביניהם הוא כמו מעבר מצליל המיוצג על ידי גל בעל 2 "בליטות" לצליל המיוצג על ידי שלוש בליטות. אם כן, במעבר מדו גבוה לצליל סול התדר יגדל פי 3/2 או פי 1.5.

ג. מה תוכלו לומר על המעבר בין התדר של דו נמוך לצליל האחרון, סול?
התדר גדל תחילה פי 2 ואחר כך פי 1.5, כלומר בסך הכול פי 3

ד. נסו להרכיב שני צעדים, שכל אחד מהם נמצא בהפרש הרמוני (כמו שראיתם בסרטון), ושביחד ייצרו הפרש של

אוקטבה. הוכיחו את טענתכם בחישוב תדרים!
למשל, קווינטה (3:2) ואחריה קווארטה (4:3) יצרו ביחד מכפלה של המעברים ששווה ל-2 בדיוק.

3) למה אי אפשר לכוון פסנתר?

עליכם לבנות פסנתר העומד בשני כללים:

- א. המרווחים בין הקלידים צריכים להיות קבועים: בין כל שני קלידים סמוכים יש מרווח זהה מבחינת יחס התדרים. זה יכול להיות כל מרווח, בתנאי שאינו אוקטבה.
- ב. מספר מסוים של צעדים צריך להתחבר וליצור אוקטבה שלמה.

נסו לבחור את המרווח המתאים ביותר בין שני צלילים סמוכים בפסנתר כזה.

הפתרון חייב להיות שורש שלם של 2. שורש 2, שורש שלישי של 2, שורש שביעי של 2 וכו'. אי אפשר לבנות הפרשים כאלה מיחסים בין מספרים שלמים, מכיוון שאין שורש שלם של 2 שהוא מספר רציונלי.

צפו בסרטון עד הסוף. איך הייתם מעריכים את הפתרון שלכם? אם כן, מדוע אי אפשר לכוון פסנתר?