

לומדים: ההצגה הפולרית בטבע

שכבת גיל

חטיבת עליונה – כיתה י"ב

תקציר הפעילות

פעילות זו קשורה להצגה גיאומטרית של המספרים המרוכבים במישור ארגנד ("מישור גאוס") בכלל, ולהצגה הפולרית בפרט. זוהי פעילות מקדימה לנושא וכוללת גם העשרה לגבי שימוש של ההצגה הפולרית בטבע.

משך הפעילות

שיעור אחד

מטרות הפעילות

- להציג שימוש של ההצגה הפולרית של נקודות במישור כפי שבא לידי ביטוי בטבע.
- להעשיר את הידע לגבי ההצגה הפולרית.

מושגים מתוכנית הלימודים

הצגה קרטזית, הצגה פולרית, ארגומנט, מודולוס, מרחק

מיומנויות

יצירתיות, פתרון בעיות וקבלת החלטות, יישום ידע, העלאת השערות, בניית טיעון

אופי הלמידה

זוגות או כיתתי

סוג הפעילות

- פעילות לפתיחת הנושא
- פעילות להקניית הנושא

קישור לסרטון

כל אחד מהסרטונים הבאים:

- "מערכת הקואורדינטות הקרטזית": <http://bit.ly/2wjf2r7>
- "ריקוד הדבורים": <https://bit.ly/2LKhlfn>
- "המחשה ויזואלית של כל השלשות הפיתגוריות": <http://bit.ly/2YIY81l>

הכנות לקראת הפעילות

יש לדאוג למקרן לצורך הקרנת הסרטון.

מה עושים?

מומלץ לבצע את הפעילות בזוגות ובסופה לקיים דיון כיתתי.

התחלקו לזוגות לפי הנחיות המורה.

כיצד ניתן לתאר נקודות במישור? החל מחטיבת הביניים ועד עכשיו, סביר שראיתם רק דרך אחת לעשות זאת – מערכת צירים קרטזית. (הסרטון הבא מציג מערכת צירים זו: <http://bit.ly/2wjf2r7>. תוכלו לצפות בו בזוגות.)

עם זאת, יש דרך טבעית יותר לתאר נקודות אלו, ואותה תמצאו בשאלות הבאות:

1. דבורה מצאה מקור מזון עשיר בצוף בקרבת הכוורת. אילו פרטי מידע היא צריכה להעביר לשאר שוכנות הכוורת כדי ששאר הדבורים תוכלנה לאתר אותו? כיצד לדעתכם היא יכולה לעשות זאת מבלי להשתמש במילים ובמספרים?

הדבורה צריכה למסור לאחיותיה מידע שיאפשר זיהוי חד-ערכי של מיקום הנקודה שבה נמצא מקור המזון. דוגמאות: נקודת מפגש של קווי אורך ורוחב מוסכמים (כמו GPS), סדרה של נקודות ייחוס ("שביל פירורי לחם"), מרחק מהכוורת ואזימוט (זווית ביחס לצפון), מרחק מהכוורת חווית ביחס לשמש, סדרה של צעדים על גבי רשת (כמו קואורדינטות קרטזיות), ועוד.

מאחר שדבורים אינן מסוגלות לדבר בשפה עשירה, המידע חייב לעבור בצורה אנלוגית. במילים אחרות – צורת התנועה של הדבורה בכוורת צריכה לייצג את פרטי המידע הרלוונטיים.

2. דבורים מסמנות היכן נמצא מקור צוף בעזרת רצף תנועות שזכה לכינוי "מחול הדבורה". רצף זה משתמש בשתי יכולות של דבורים: הן מסוגלות לאמוד את המרחק שאותו טסו ולהעריך את הזווית של כיוון הטיסה (כלומר – הזווית בין הקו מזון-כוורת ובין הקו כוורת-שמש). לאור המידע החדש, השיבו שוב על שאלה 1. בשאלה זו כדאי לעודד את התלמידים לשער כיצד הדבורה תסמן לחברותיה את המרחק שעברה ואז לחפש מקורות מידע שתומכים בהשערה (או מפריכים אותה).

הסקנו בסעיף א' כי התנועה של הדבורה בכוורת צריכה לייצג את פרטי המידע הרלוונטיים. כעת מתברר כי מדובר במרחק הטיסה ובזווית של כיוון הטיסה ביחס לשמש. לפיכך נדרש מהדבורים לסמן את מרחק הטיסה באופן אנלוגי – למשל על ידי מספר התאים המשושים בכוורת שהיא עוברת או על ידי משך התנועה.

3. דבורה חזרה לכוורת אחרי שמצאה מקור צוף עשיר. אסף הדבוראי (כוורן) רוצה לדווח למוקד הדבוראים לגבי מקורות הצוף של הדבורים, ולכן הוא זקוק לשיטה שתתרגם את מחול הדבורה לנקודות על המפה שבידיו.

א. מה הקשר בין זמן המחול לבין המרחק במציאות?

אפשר לבקש מהתלמידים לחפש ברשת באופן עצמאי את התשובה, לכוון אותם לעמוד הוויקיפדיה של 'מחול הדבורה', או לומר לתלמידים במפורש: "אסף משתמש בכלל אצבע, שלפיו כל שנייה של מחול הדבורה מתאימה לקילומטר אחד של מעוף".

ב. כיצד כדאי למקם את הכוורת ואת מקור הצוף במערכת צירים?

אפשר להקרין בכיתה את האיור מתוך ויקיפדיה ולפתוח דיון לגבי השיקולים המכוונים כיצד לבחור את מיקום הראשית, את יחידת המידה, ואת כיוון הצירים (או, במקרה שבו מדובר במערכת צירים אוקלידית, מספיק לקבוע

כיוון אחד ואז הכיוון האחר נקבע מיידית בניצב לו). בפרט, כאן כדאי למקם את הכוורת בראשית הצירים, את יחידת המידה בתור קילומטר, ואת הכיוון החיובי של ציר x בתור הקו כוורת-שמש. יחידת המידה נבחרה בתור קילומטר לאחר שמצאנו בסעיף א' את הקשר בין זמן המחול לבין המרחק במציאות.

ג. מקור הצוף נמצא בנקודה (4,3). מצאו כמה זמן ימשך מחול הדבורה ובאיזו זווית יהיה ביחס לשמש.

מרחק מקור הצוף מהכוורת הוא המרחק בין הנקודה (4,3) לראשית הצירים, כלומר $d = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$, משמע חמישה קילומטרים. כל קילומטר טיסה מיוצג על ידי שנייה אחת של ריקוד ולכן הריקוד ימשך כחמש שניות. בנוסף לכך, מדובר במשולש ישר זווית שמקביל לצירי השיעורים, ולכן ניתן לחשב את הזווית θ ביחס לכיוון החיובי של ציר x לפי $\tan\theta = \frac{3}{4}$, משמע $\theta = 75.964^\circ$ ביחס לשמש.

4. למחרת חזרה אותה דבורה אל אותה כוורת מאותו מקור צוף, אך רקדה ריקוד שונה. מה יכולות להיות הסיבות לכך? במה יהיה שונה הריקוד בכל סיבה?

הריקוד יכול להיות שונה בשני מקרים:

א. מקור הצוף זז – למשל, הפרחים היו בערוגה על משאית שחנתה בקרבת מקום. במקרה זה משך הריקוד ישתנה – יתקצר אם המזון קרוב יותר ויתארך אם הוא רחוק יותר.

ב. הזווית ביחס לשמש שונה – למשל, אם הדבורה ביקרה שם בשעה שונה של היממה, או אם מקור הצוף

זז. אם מדובר בביקור בשעה שונה, אז הזווית בין השמש ובין מקור המזון השתנתה ולכן גם זווית הריקוד תשתנה.

5. לסיכום, הסרטון הבא מציג בקצרה את מערכת הצירים הפולרית ואת הקשר שלה למציאת שלשות פיתגוריות: <http://bit.ly/2YIY81l>.

אתם מחמנים לקרוא עוד על דרכי תקשורת בין דבורים, למשל [בוויקיפדיה](#), [באתר דוידסון](#) או באתר [אאוריקה](#).