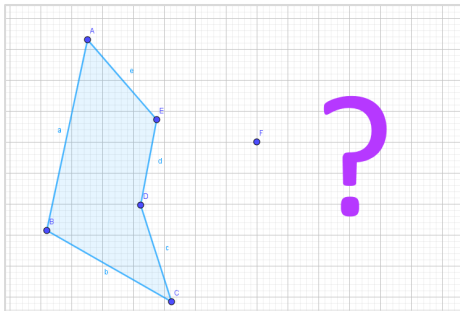


## סיבוב מצולעים – דף לתלמיד



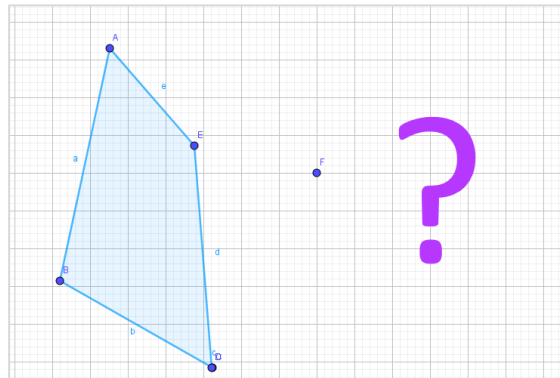
כיצד יראה סיבוב של מחומש? כיצד יראה סיבוב של מצולעים שונים? בפעילות זו נעסוק בחקירת שאלות אלו. תוכלו לערוך את החקירה בזוג או ביחידים.

### הנחיות הפעילות

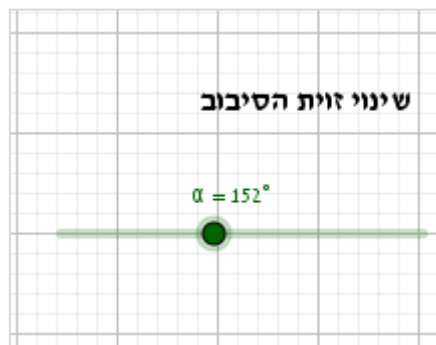
היכנסו ליישומון [שבקישור](#).

לפניכם מחומש ABCDE (כחול) ונקודה F המשמשת כנקודת סיבוב המצולע בזווית הסיבוב  $\alpha$ . מצולע A'B'C'D'E' (סגול) הינו תוצר פעולת הסיבוב.

1. עצבו את המצולע הכחול כרצונכם על ידי גרירה של קודקודי המצולע. ניתן לאחד בין קודקודים סמוכים בכדי ליצור מצולעים בעלי מספר שונה של צלעות (ראו תמונה). כיצד משתנה המצולע הסגול?

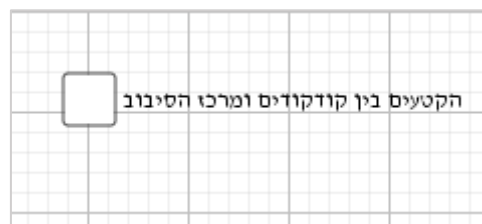


2. הזיזו את כלי הגרירה ("שינוי זווית הסיבוב"), על ידי גרירת העיגול הירוק, כדי לשנות את זווית סיבוב המצולע הכחול. כיצד משתנה מיקום המצולע הסגול?

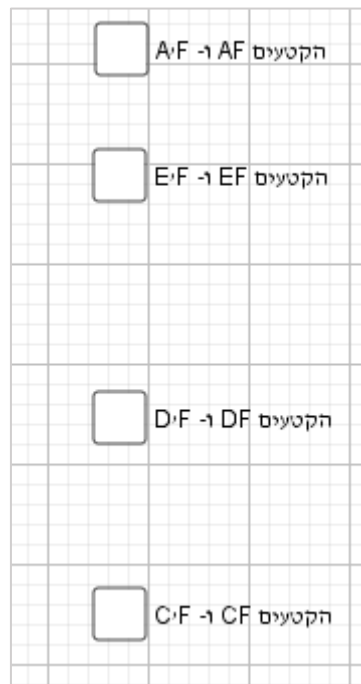


3. לאחר שהתנסיתם וחקרתם כיצד משתנים המצולע הסגול ומיקומו בעקבות שינוי צורת המצולע הכחול, ושינוי זווית הסיבוב: אנא חזרו על סעיפים 1-3 ושלבו ביניהם:
- עצבו מצולעים כרצונכם על ידי גרירת קודקודי המצולע הכחול.
  - בדקו זוויות סיבוב שונות בעזרת כלי הגרירה "שינוי זווית הסיבוב".
  - בדקו עבור מצולעים שונים וזוויות שונות כיצד משתנה מיקום המצולע הסגול וצורתו?

4. העשרה: סמנו ✓ להצגת הקטעים בין הקודקודים ובין נקודת הסיבוב.



- הציגו קטעים לבחירתכם, מבין האפשרויות המוצגות בעזרת סימון ✓. בחרו בכל פעם בהצגה של זוג אחד של קטעים ובטלו את הזוג שבחרתם קודם על ידי מחיקת ה- ✓ או על לחיצה על לחצן "מחק הכל". עבור כל זוג קטעים שבחרתם, בדקו זוויות סיבוב שונות ומצולעים שונים. מה ניתן ללמוד על אורכי הקטעים שבחרתם?



- בחרו להציג מספר זוגות של קטעים. בדקו זוויות סיבוב שונות ומצולעים שונים. מה ניתן ללמוד על אורכי הקטעים שבחרתם?

- במידה ובחרתם להציג שני זוגות קטעים היוצאים מאותה צלע של המצולע המקורי, תוכלו להציג את הזווית המתקבלת בין הקטעים שבחרתם להציג. בחרו זוויות שתמצאו להציג. בדקו זוויות סיבוב שונות ומצולעים שונים. מה ניתן ללמוד על הזוויות שבחרתם?

<input checked="" type="checkbox"/>	הקטעים בין קודקודים ומרכז הסיבוב
<input checked="" type="checkbox"/>	הקטעים AF ו-AF
<input checked="" type="checkbox"/>	הקטעים EF ו-EF
<input checked="" type="checkbox"/>	זווית AFE ו-AFE

הקפידו ללחוץ על לחצן נקה הכל בכדי לשנות את הבחירה בקטעים ובזוויות השונים.



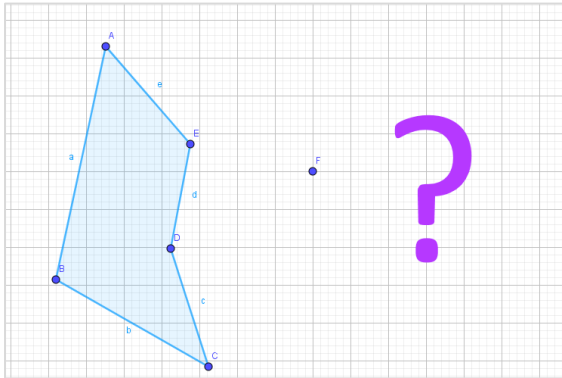
5. דונו: אילו דברים חדשים למדתם על סיבוב של מצולעים?

## סיבוב מצולעים – מדריך למורה

**נושא:** גיאומטריה: סיבוב מצולעים סביב נקודה נתונה.

**כיתות:** ג'-ה'

**תיאור:** יישומן דינאמי המדגים סיבוב של מצולע סביב נקודה במישור. ניתן לבחון סיבוב של מצולעים שונים. בנוסף ניתן לחקור את הטרנספורמציה תוך שינוי זווית הסיבוב.

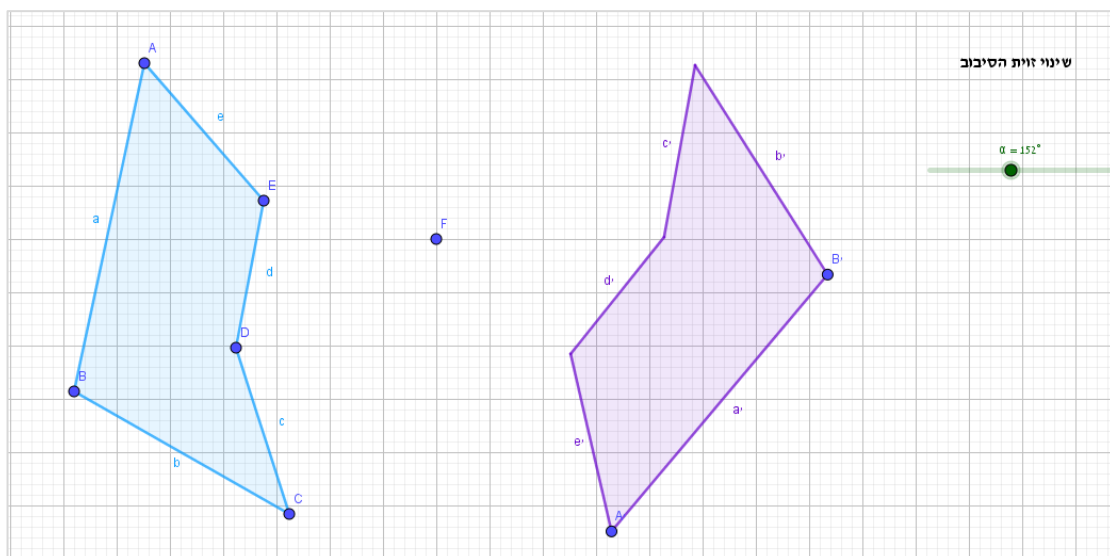


**מטרת הפעילות:**

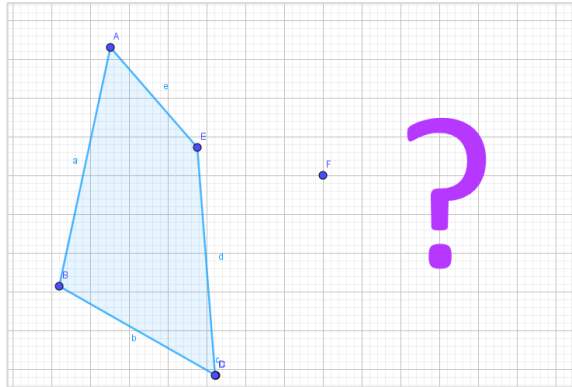
1. למידה בדרך חקר – חקירת נושא סיבוב המצולעים דרך התנסות ובחינת מצבים אפשריים שונים כגון, סוג המצולע ושינוי זווית הסיבוב.
2. בניה והרחבת ההבנה על סיבוב של מצולעים על בסיס התנסויות למידה על סיבוב למשל בעזרת שקפים או שעון מחוגים, תוך מתן תחליף טכנולוגי אשר מאפשר הדמייה וחקר רחבים יותר.

## על היישומן ואופן הפעלתו

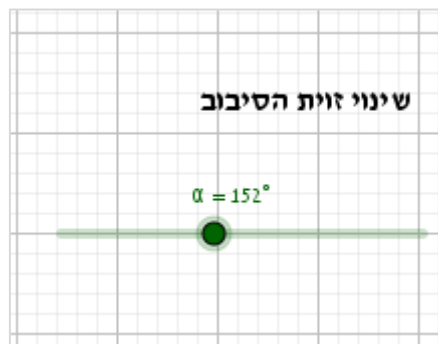
היישומן [שבקישור](#) מציג מצולע כחול (המצולע אותו מסובבים), מצולע סגול (המצולע המסובב), נקודת סיבוב F, וכלי גרירה (Slider). בעזרת כלי גרירה ניתן לשלוט בזווית הסיבוב.



**עריכת המצולע** – ניתן ליצור מצולעים שונים על ידי גרירת קודקודי המצולע הכחול. העמדת קודקוד אחד על קודקוד סמוך לו, מאפשרת יצירת מצולעים בעלי מספר שונה של צלעות. לדוגמה, המרובע שבתמונה נוצר על ידי איחוד הקודקוד D עם הקודקוד C. עריכת מצולעים שונים מאפשרת לבחון סיבוב של צורות שונות ביחס לנקודת סיבוב קבועה. בדומה לסיבוב של צורות שונות מול בעזרת שקפים שלהם נקודת סיבוב זהה.

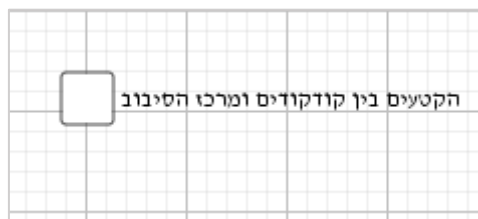


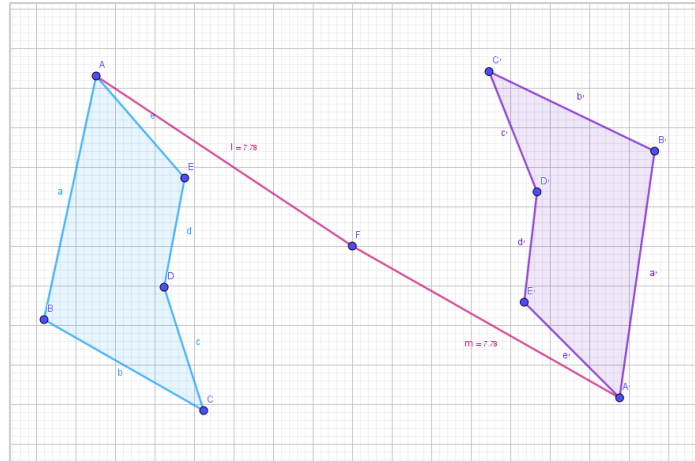
**שינוי זווית הסיבוב** – ניתן לשנות את זווית הסיבוב על ידי גרירת העיגול השחור שבכלי הגרירה "שינוי זווית הסיבוב". שינוי זה מדמה סיבוב שקף אחד עם תמונת מצולע מעל שקף הזהה לו, סביב נקודת סיבוב מסויימת.



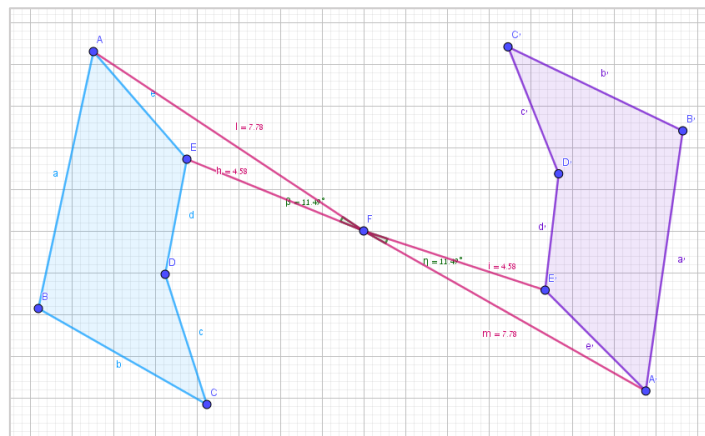
**הצגת הקטעים המחברים בין נקודות המצולע המקורי, נקודות המצולע המשוקף ומרכז הסיבוב**

ניתן להציג את הקטעים המחברים בין נקודות המצולע המקורי, נקודות מתאימות במצולע המשוקף, ומרכז הסיבוב על ידי סימון  $\checkmark$  בתיבת הקטעים בין קודקודים ומרכז הסיבוב.





לאחר הסימון ניתן לבחור זוגות קטעים ולבדוק עבור מצולעים שונים זוויות סיבוב שונות מה ניתן ללמוד על קטעים בין נקודות מתאימות על המצולעים ובין מרכז הסיבוב. בהמשך ניתן להציג זוויות הנוצרות בין קטעים סמוכים וצלע של המצולע ולבדוק עבור מצולעים שונים זוויות סיבוב שונות מה ניתן ללמוד על זוויות בין נקודות מתאימות על המצולעים ובין מרכז הסיבוב.

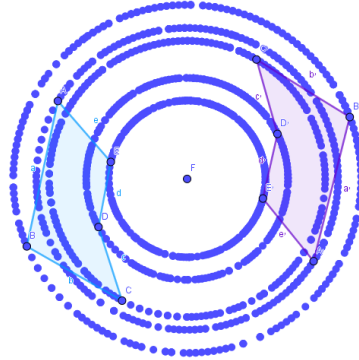


**ידע קודם עליו מתבססת הפעילות, בהתאם למורכבות השימוש בפעילות:**

- **מדידת אורך** – מדידה בעזרת השוואה ישירה או בעזרת מתווך (א'-ב').
- **מצולעים** – מהו מצולע? (א'-ב'), סוגי מצולעים (ג'-ד'), תכונות מצולעים (ד').
- **זוויות** – סוגי זוויות, מדידת זוויות, השוואה בין זוויות (ג'-ד').
- **הזזה** – הזזה של צורות במישור בעזרת עזרים מוחשיים (חפצים, גזרי נייר) או טכנולוגיים, תכונות ההזזה (א'-ב').
- **סיבוב** – בעזרת שימוש בשקפים או בעזרת מעקב אחרי שעון מחוגים.

## ידע מתמטי שניתן לבנות כתוצאה מהפעילות<sup>1</sup>

- **העתקת סיבוב** מסובבת את כל נקודות המישור סביב נקודה מסויימת, ובזווית מסויימת. כל נקודות המישור מסתובבות סביב אותה הנקודה ובאותה הזווית. אם נתמקד בצורה במישור, נקודות הצורה עליה מופעלת ההעתקת הסיבוב נעות לאורך מעגלים בעלי מרכז משותף, הוא **מרכז הסיבוב או ציר הסיבוב**.



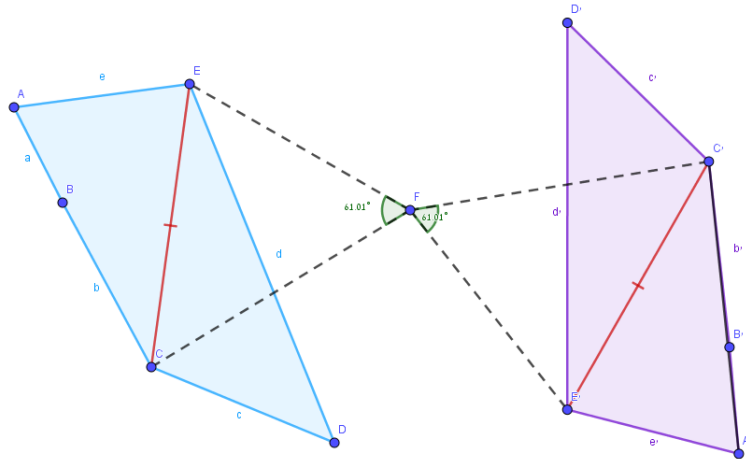
**לדוגמה:** כל נקודות המצולע הסגול (המסובב) נעות סביב נקודת הסיבוב F, לאורך מעגלים בעלי מרכז משותף – מרכז הסיבוב, F.

### תכונות העתקה זו הן:

**המרחקים בין נקודות הצורה** – העתקת הסיבוב שומרת על מרחקים שווים בין נקודות הצורה. כלומר, המרחק בין שתי נקודות שווה תמיד למרחק בין שתי תמונות הסיבוב שלהן. מכאן נובע שגם זוויות הנוצרות בין שלוש נקודות על הצורה המקורית והצורה המועתקת שוות גם כן. הדבר נובע מכך שבהעתקת הסיבוב לכל נקודות הצורה אותה זווית סיבוב (זווית בין הרדיוסים ממרכז הסיבוב לנקודה כלשהי לפני ואחרי הסיבוב).

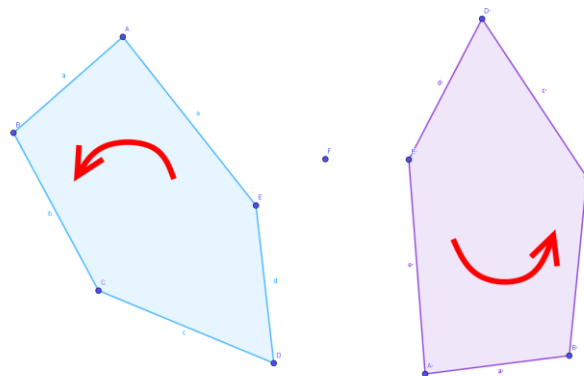
**תכונה זו** מבטיחה שמירה על צורה וגודל של הצורה המסובבת ביחס לצורה המקורית. ניתן לומר לכן שהצורה המסובבת חופפת לצורה המקורית.

<sup>1</sup> נשען על המונחון [טרנספורמציות: סיבוב](http://ymath.haifa.ac.il) בעריכת ד"ר מריטה ברבש, [דף מונחים ומושגים](http://ymath.haifa.ac.il), אתר מרכז המורים הארצי למתמטיקה בחינוך היסודי: <http://ymath.haifa.ac.il>.



**דוגמה:** מרחק הנקודה C מהנקודה E (הקטע CE האדום) שווה למרחק הנקודה C' מהנקודה E' (הקטע C'E' האדום). באופן דומה נוכל להשוות את מרחקיהן של כל זוג נקודות אחר על המצולע המקורי עם זוג נקודות מתאים על המצולע המסובב. מכיוון שהמרחקים בין הנקודות נשמרים, זוויות המצולע המקורי שוות לזוויות במצולע המסובב. נשים לב לכך שהדבר נובע מכך שבהעתקת הסיבוב לכל נקודות הצורה אותה זווית סיבוב (הזוויות EFC ו-E'F'C' שוות).

**מגמה** – העתקת הסיבוב שומרת על מגמת התנועה של נקודות הצורה. כלומר, כיוון התנועה של הצורה לפני ואחרי הסיבוב נשמר.



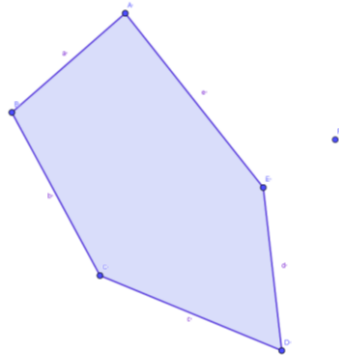
**דוגמה:** סדר הקודקודים במצולע המקורי (הכחול) ובמצולע המסובב הינו נגד כיוון השעון. כיוון המגמה אם כן נשמר.

**נקודות שבת** (נקודה שמועתקת אל עצמה) – בהעתקת סיבוב בזווית 0 מעלות, או בכפולות של 360 מעלות, כל נקודות הצורה עוברות לעצמן ועל כן, כולן נקודות שבת. העתקה זו נקראת העתקת זהות.

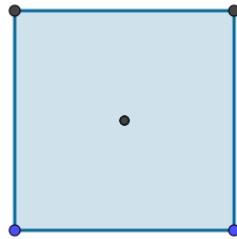
מצב אפשרי אחר הוא מצב בו כל נקודות הצורה נראות כאילו עברו אל עצמן, אך למעשה התלכדו עם נקודות אחרות (למשל במצב של סיבוב של ריבוע בזווית סיבוב של 90 מעלות).



במצב זה נקודת השבת היחידה בסיבוב היא נקודת הסיבוב עצמה, שכן רק היא עוברת אל עצמה.

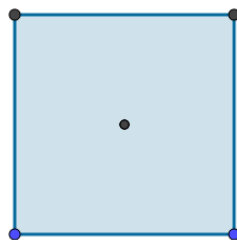


**דוגמה:** העתקת זהות שבה המצולע המקורי מסובב בזווית של  $0$ ,  $360$  מעלות או כפולה של  $360$  מעלות. כל נקודות הצורה עוברות אל עצמן ועל כן כולן הינן נקודות שבת.



**דוגמה:** הריבוע המסובב בתמונה, מסובב בזווית של  $90$  מעלות. נקודות הריבוע המסובב לא עברו אל עצמן אלא אל נקודות אחרות. מכיוון שמדובר בצורה מיוחדת, נראה כאילו הצורה עברה אל עצמה. נקודת השבת היחידה בדוגמה הינה נקודת הסיבוב שבמרכז הריבוע.

**סימטריה סיבובית** - מצב בו צורה מתלכדת עם עצמה בסיבוב של זווית סיבוב השונה מ-  $360$  מעלות או מכפולות של  $360$  מעלות (בדומה לדוגמת הריבוע האחרונה). צורה היא בעלת סימטריה סיבובית אם היא מתלכדת עם עצמה יותר מפעם אחת בסיבוב בזווית של  $360$  מעלות. במצב כזה, נקודת הסיבוב נמצאת במרכז הצורה. מספר ההתלכדויות של הצורה עם עצמה נקרא דרגת הסימטריה הסיבובית. העתקות סיבוב אלו נקראות העתקות שאינן זהות.

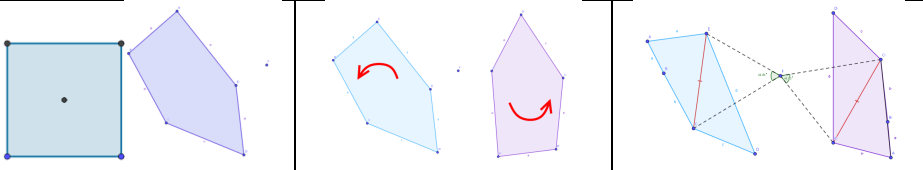


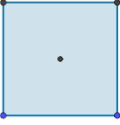
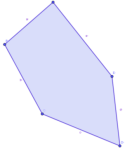
**דוגמה:** הריבוע המסובב בתמונה, יתלכד עם עצמו בזווית סיבוב שהיא כפולה של  $90$  מעלות, לכן, דרגת הסימטריה הסיבובית שלו תהיה  $4$ .

## תוכנית לימודים

את נושא הסיבוב פוגשים התלמידים לראשונה בכיתות ג'. בהמשך עוסקים בו ביחס לטרנספורמציות אחרות כגון הזזה ושיקוף, ותוך התייחסות לרעיונות מורכבים יותר כמו סימטריה סיבובית, שיקופית או הזזה.

את הנושא לומדים תחילה בשימוש באמצעי המחשה מוחשיים כמו מראה, שקפים שעון מחוגים. יישומן זה מאפשר בחינה של מרחב אפשרויות רב יותר מאמצעים אלו, בחינה של הקשרים בין זווית הסיבוב, השינוי בצורה והתוצר.

כיתה ג'	
<p><b>אופן השימוש בפעילות</b></p> <p>בשלב זה אנו ממליצים להדגים את היישומן במליאה ולאחר מכן להתנסות בו בזוגות. בהצגה מומלץ להתמקד בבחינת היישומן עבור מצולעים שונים (משולשים שונים, ריבועים, מלבנים, מקביליות, מעוינים, טרפזים, דלתונים), וכן בשינוי זווית הסיבוב. לאחר מכן לתת לילדים להתנסות בעצמם בשינוי זווית הסיבוב ולמקד את השיח בנושאים אלו.</p>	<p><b>נושאים מתכנית הלימודים</b></p> <p>חקר של סיבוב מצולעים בכדי ללמוד על תכונות הסיבוב: הגדרת הסיבוב, סיבוב כשומר על מרחק בין נקודות, כשומר על מגמה, מעביר צורה לצורה לצורה החופפת לה. הסימטריה הסיבובית, העתקות זהות, העתקות לא זהותיות, נקודות שבת בכל אחד מהמקרים. השוואה להעתקות נוספות – הזזה ושיקוף.</p>
 <p>העתקת זהות ולא זהות בסיבוב</p> <p>שמירה על כיוון המגמה בסיבוב</p> <p>שמירת מרחק בין נקודות הצורה</p>	
כיתה ד'	
<p><b>אופן השימוש בפעילות</b></p> <p>בשלב זה אנו ממליצים לאפשר התמודדות עם המשימה כפי שהיא, בחקר בקבוצות שונות, ולעודד את התלמידים להתנסות גם באופן חופשי באפשרויות השונות שהיישומן מציע.</p> <p>במליאה אנחנו מציעים להציג את האפשרות להצגת הקטעים המחברים בין נקודות מתאימות של המצולע המקורי, המשוקף ומרכז הסיבוב ולחקור מה ניתן ללמוד על הקטעים, ועל הזוויות הנוצרות בין קטעים סמוכים.</p>	

<p>מוקד הדיון בכיתה ד', מעבר לנושאי כיתה ג', הוא נושא הסימטריה הסיבובית, דרגות הסימטריה ונקודות השבת, וכן בחקר של סיבוב מצולעים בכדי ללמוד על תכונות הסיבוב כפי שפורטו לעיל.</p>		<p><b>נושאים מתוכנית הלימודים</b></p>
 <p>העתקת שאינן העתקות זהות בסיבוב</p>	 <p>העתקות זהות בסיבוב</p>	
<p><b>כיתה ה'</b></p>		
<p>בשלב זה אנו ממליצים לאפשר התמודדות עם המשימה כפי שהיא (כולל משימת ההעשרה – משימה 4), בחקר בקבוצות שונות, ולעודד את התלמידים להתנסות גם באופן חופשי באפשרויות השונות שהיישומון מציע. מומלץ לשים דגש על מצולעים שונים ועל תכונותיהם.</p>		<p><b>אופן השימוש בפעילות</b></p>
<p>מוקד הדיון בכיתה ה', מעבר לנושאי כיתה ד', הוא תכונות של מצולעים, בהקשר של העתקת הסיבוב (אלכסונים, מקבילות, מאונכות, זוויות, מדידה ואומדן של זוויות). כלומר: לבחון כיצד העתקת הסיבוב ותכונותיה מבוטאות במצולעים שונים ובתכונותיהם.</p>		<p><b>נושאים מתוכנית הלימודים</b></p>

## שלבי הצגת הפעילות

מומלץ להקרין את היישומון תחילה על הלוח, ולהדגים את אופן הפעלתו, בעיקר בכדי לחשוף את התלמידים לאפשרות לבחון כל היבט של סיבוב המצולע בנפרד (צורת המצולע וזווית הסיבוב) וכן, לאפשרות לבחון את ההיבטים הללו תוך שילוב ביניהם. בהמשך, מומלץ לאפשר לתלמידים להתנסות ביישומון בזוגות, על פי הנחיות הפעילות וכן באופן חופשי כרצונם. בסיום הפעילות אנחנו מציעים לערוך דיון בנושא הסיבוב. לפניכם מספר

שאלות לדיון:

**1. כיצד משתנה המצולע המסובב בעקבות שינוי במצולע אותו מסובבים?**

**2. האם יש הבדל בין סיבוב של מצולעים שונים?**

תשובות אפשריות לשאלות אלו יתייחסו לצורת המצולע, זוויות הסיבוב, מרכז הסיבוב, מגמת הצורה, מרחקים בין נקודות הצורה.

יתכן וילדים יציעו צורות שאינן מצולעים, בעלות צלעות שחותכות זו את זו. כדאי לעודד הצעות מהסוג הזה ולקיים דיון בנושא תכונות מצולעים, הכללות רחבות יותר לגבי סיבוב (האם תכונות הסיבוב מתקיימות גם בצורות שאינן מצולעים? בצורות בעלות קשתות? ועוד).

**3. כיצד משתנה המצולע המסובב בעקבות שינוי בזווית הסיבוב?**

תשובות אפשריות לשאלה זו ירחיבו את התשובות לשאלה הקודמת ויתייחסו גם לנושא נקודות השבת במידה וקיימות, ולסימטריה הסיבובית.

תשובות מתקדמות יותר יתייחסו למקום הגיאומטרי של המצולע סביב ציר הסיבוב ולהבדלים בין סיבוב, הזזה ושיקוף.

**4. באיזה אופן יסובב מצולע אשר קודקודו נוגע בנקודת הסיבוב? מכיל את נקודת**

**ציר הסיבוב? מצולע שנקודת ציר הסיבוב נמצאת במרכזו?**

תשובות אפשריות לשאלה זו יתייחסו למקום הגיאומטרי של המצולע סביב ציר הסיבוב, למיקומים מיוחדים של מרכז / ציר הסיבוב, לסימטריה סיבובית נקודות השבת.

**5. מהם המאפיינים של סיבוב מצולעים? מהן התכונות הנשמרות בעת סיבוב**

**מצולעים?**

תשובות אפשריות לשאלה זו יתייחסו להגדרת העתקת הסיבוב, לתכונותיה ולסימטריה סיבובית ולהבדלים בין סיבוב, שיקוף והזזה.

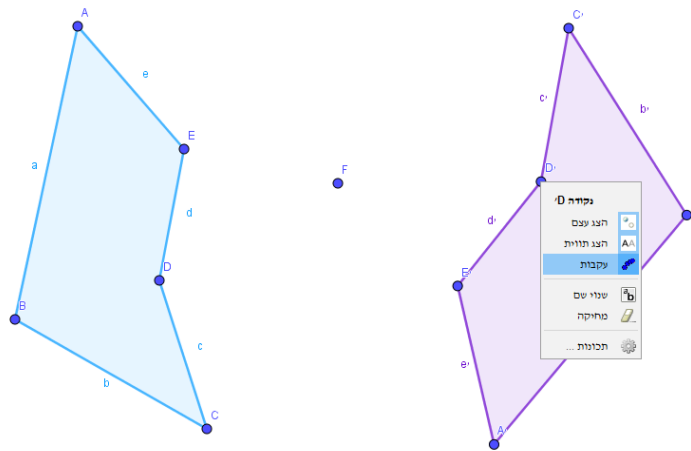
במידה ועולות שאלות לגבי המרחקים בין נקודות מתאימות על המצולע המקורי והמשוקף, ומרכז הסיבוב, ניתן להציג את המרחקים הללו ביישומון ולדון בנושא לאחר חקירתו.

6. שאלת העשרה: מהו המקום הגיאומטרי של העתקת הסיבוב של מצולע מסוים

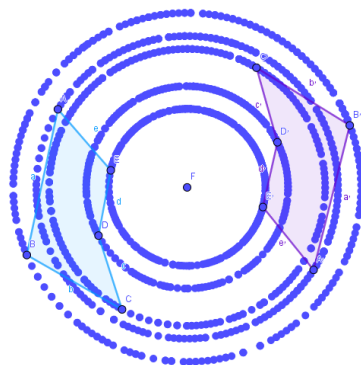
ביחס לזוויות סיבוב שונות?

תשובות אפשריות לשאלה זו ייתייחסו למקום הגיאומטרי של העתקת הסיבוב של מצולע מסוים ביחס לזוויות סיבוב שונות כאל מעגלים בעלי רדיוס המשתנים בעלי מרכז משותף (נקודת הסיבוב).

הדגמה של המקום הגיאומטרי בהקשר הזה אפשרית בעזרת מעקב אחרי השינוי של קודקודים שונים במצולע המשוקף ביישומון. ניתן לעשות זאת על ידי סימון אחד או יותר מקודקודי המצולע המסובב (הכחול), לחיצה על הלחצן הימני של העכבר ובחירה ב- Trace on (ראו איור בהמשך).



**דוגמה:** סימון אחד או יותר מקודקודי המצולע המסובב (הסגול), לחיצה על הלחצן הימני של העכבר ובחירה ב- Trace on.



**דוגמה:** המקום הגיאומטרי של סיבוב קודקודי המצולע הכחול בזוויות סיבוב שונות. הקודקודים משאירים שובל של נקודות כחולות במיקומים בהם הם מופיעים.

## העשרה

לפניכם קישורים שונים להרחבת הנושא ולהעשרה. הקישורים מופיעים באתר מרכז המורים הארצי לחינוך היסודי:

- [טרנספורמציות וסימטריה במישור: סימטריה](#)
- [טרנספורמציות: מבט כולל על טרנספורמציות איזומטריות במישור](#)
- [טרנספורמציות: סיבוב](#)