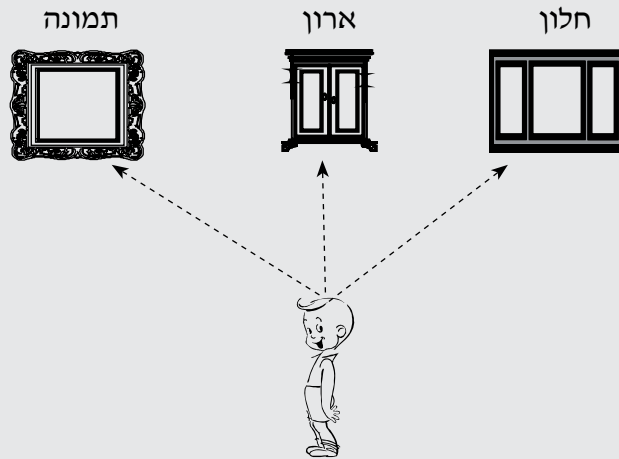


גיאומטריה

זווית ישרה, ניצבות של ישרים וקטעים

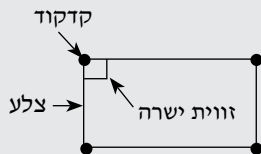
התבוננו בתמונות של החפצים שמסביבכם.



כפי שהנכם רואים, הצורות שחוזרות על עצמן בכל החפצים הללו, דומות זו לזו.



בכל מקום חוזרת אותה הצורה - אומנם בגודל שונה, אך תמיד אותה צורה המורכבת מ:



- ארבעה קדקודים.
- ארבע צלעות (קטעים).
- ארבע זוויות ישרות.

בעבר למדתם כי:

מלבן - מרובע שכל זוויותיו ישרות.

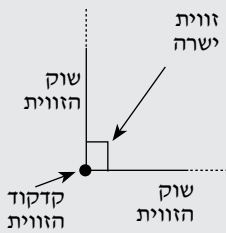
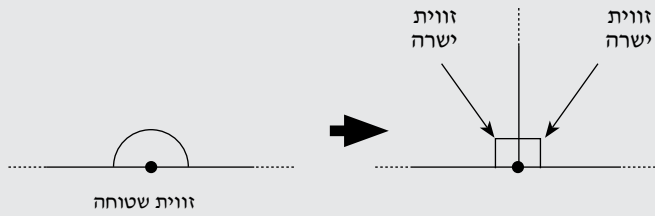
תזכורת:

- מרובע - מצולע שיש לו 4 צלעות:
- מצולע - קו שבור סגור:

נלמד על התכונות המיוחדות שיש לצורה הנפוצה הזו, ומה ניתן ללמוד ממנה. מכיוון שהגדרת המלבן מבוססת על זווית ישרה, נתחיל מהזווית הישרה.

תזכורת

זווית ישרה - כל אחת מהזוויות המתקבלות כאשר חוצים זווית שטוחה.



- הנקודה, שממנה יוצאות שתי הקרניים היוצרות את הזווית, נקראת **קדקוד הזווית**.
- כל אחת מהקרניים, היוצאות מקדקוד הזווית ויוצרות את הזווית, נקראות **שוקי הזווית**.

נהוג לסמן זווית ישרה באופן הבא:
הערות:

- ✓ קרן — חלק מישר, המוגבל בצדו האחד על-ידי נקודה.
- ✓ מידתה של הזווית השטוחה היא 180° .
- ✓ מידתה של הזווית הישרה היא 90° .

תרגילים

(התשובות לתרגילים בפרק זה - בעמ' 187-188)



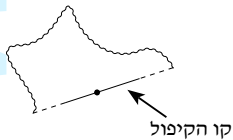
1. כיצד ניתן לבנות זווית ישרה?
יש כמה דרכים לבנייה. נציג כאן שתיים מהן.

1. בנייה בעזרת קיפולי נייר:

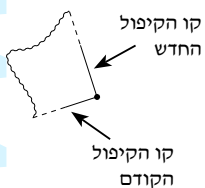
בצעו את הבנייה בהתאם להוראות והיעזרו בציור הסכמתי.
א. סמנו על הנייר נקודה.



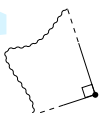
ב. קפלו את הנייר כך שקו הקיפול יעבור דרך הנקודה המסומנת.



ג. קפלו שוב את הנייר כך שגם קו הקיפול החדש יעבור דרך הנקודה המסומנת, ושתי הקרניים שנוצרו מקו הקיפול הקודם יתלכדו זו עם זו.



ד. סמנו את הזווית הישרה שהתקבלה על-ידי סימן מתאים.



111 בנייה בעזרת משולש סרטוט:

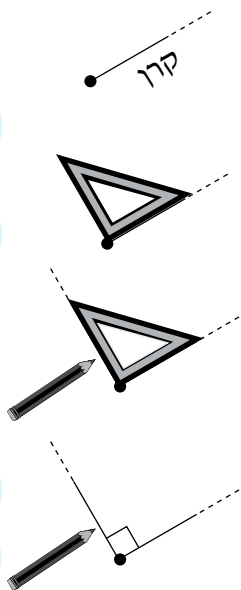
בצעו את הבנייה בהתאם להוראות והיעזרו בציור הסכמתי.

א. סרטטו קרן כלשהי.

ב. הצמידו את משולש הסרטוט לקרן בהתאם לציור.

ג. סרטטו את הקרן החדשה, כמתואר בסרטוט.

ד. הסירו את משולש הסרטוט, וסמנו את הזווית הישרה שהתקבלה על-ידי סימון מתאים.

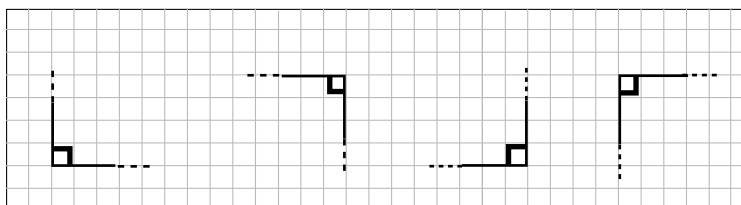


כיצד ניתן לבדוק אם זווית היא ישרה?

יש אפשרויות רבות לבדיקה. כאן נביא כמה מהן.



אם הזווית מצוירת על דף משובץ ושוקיה מונחות על קווי המשבצת, כמתואר בסרטוט, אזי הזווית ישרה.



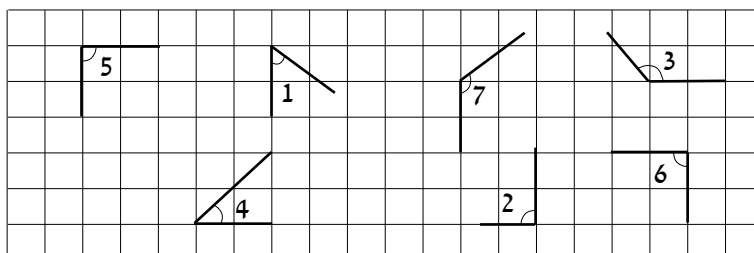
א. לפניכם כמה זוויות ממוספרות. היעזרו בעובדה שהציור על

דף משובץ ורשמו את הזוויות הישרות.

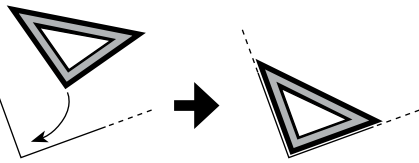
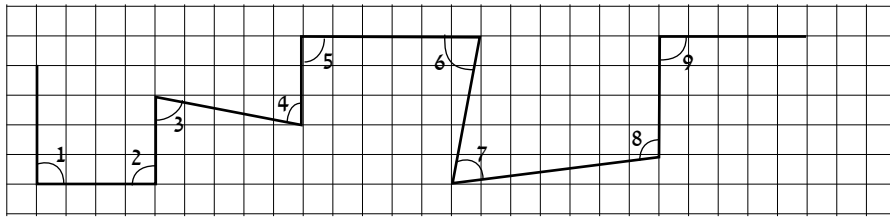
זכרו!

לצורך סימון זווית משתמשים בסימן \sphericalangle . ניתן לרשום את הזווית כך:

1 \sphericalangle (זווית אחת), 2 \sphericalangle (זווית שתיים), 3 \sphericalangle (זווית שלוש) וכו'.

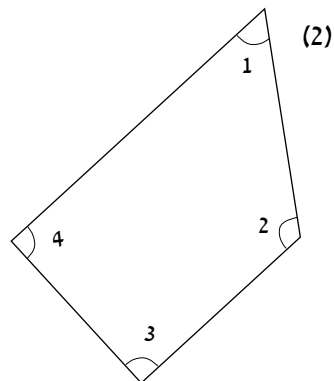
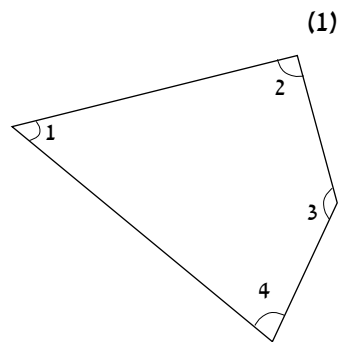
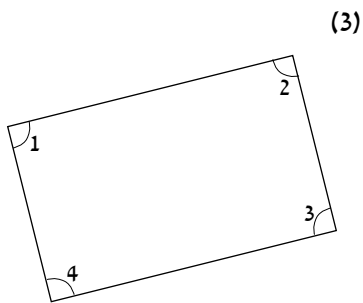


ב. לפניכם קו שבור. ציינו מהן הזוויות הישרות. היעזרו בצורת הרישום של הזוויות כפי שמופיעה בסעיף א'.



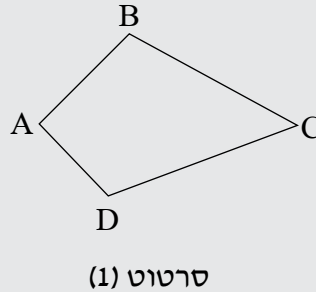
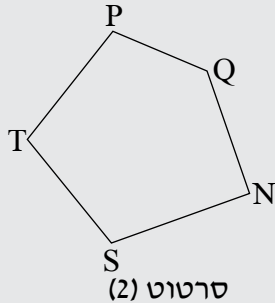
אם הזווית מצוירת על דף משובץ, אך שוקיה לא מונחות על קווי המשבצת; או אם הדף לא משובץ, הדרך הקלה ביותר היא להשתמש במשולש סרטוט (או בקצה של דפדפת \square) או בעזרת הזווית הישרה שהתקבלה בקיפולי הנייר). יש להצמיד משולש סרטוט לשוקי הזווית כפי שמתואר בסרטוט, ואם יש התלכדות מדויקת, אזי הזווית ישרה.

ציינו את הזוויות הישרות בכל אחד מהמרובעים הבאים. רשמו את הזוויות בצורה המקובלת (ראו צורת כתיבה בסעיף I א').



הסבר

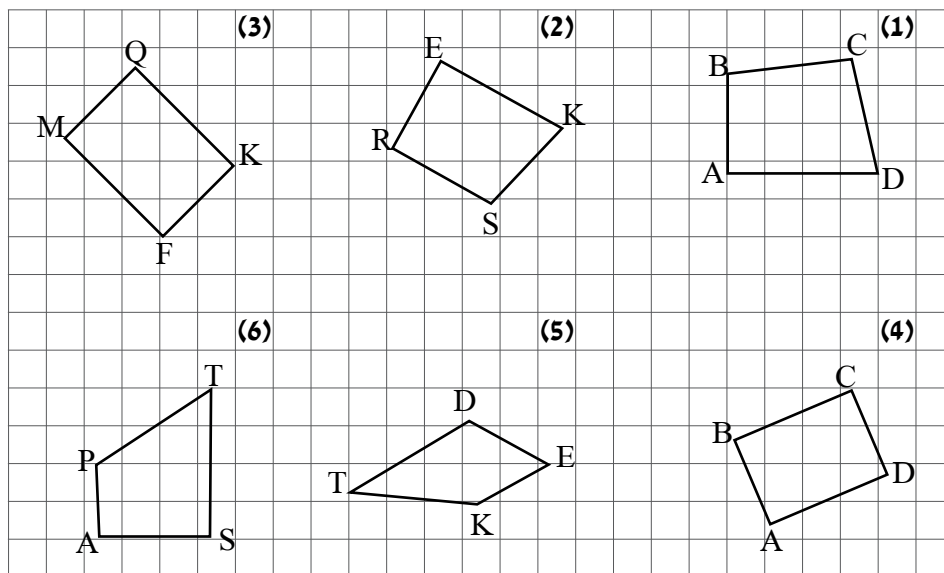
כדי לציין את המצולעים בשם, משתמשים באותיות לועזיות גדולות: לכל קדקוד של מצולע מצמידים אות לועזית אחת. למשל:



הקריאה של המצולע מתחילה מקדקוד כלשהו, וקריאת האותיות נעשית בכיוון השעון או נגד כיוון השעון.

- בסרטוט (1) מצויר מרובע. אם נתחיל בקריאת המרובע החל באות A, ניתן לקרוא בכיוון השעון, כלומר: ABCD, או נגד כיוון השעון, כלומר: ADCB.
- בסרטוט (2) מצויר מחומש. אם נתחיל בקריאת המחומש החל באות T, ניתן לקרוא בכיוון השעון, כלומר: TPQNS, או נגד כיוון השעון, כלומר: TSNQP.

3. התבוננו בסרטוטים של המרובעים הבאים.



- I. רשמו את שמות המרובעים שבסרטוט בעזרת הכללים הנהוגים (ראו הסבר שבמסגרת) בשני אופנים: סימון האותיות בכיוון השעון ונגד כיוון השעון.
- במרובע (1) החלו באות A.
 - במרובע (2) החלו באות E.
 - במרובע (3) החלו באות K.
 - במרובעים (4), (5) ו-(6) בחרו אות כלשהי, ורשמו את שם המרובע החל באות זו.

II. בכל אחד מהמרובעים ציינו מהן הזוויות הישרות. במידת הצורך היעזרו במשולש סרטוט (או בקצה של דפדפת או בזווית הישרה שהתקבלה בקיפול הנייר).

זכרו!

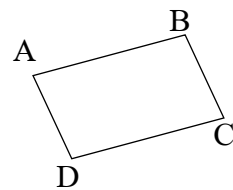
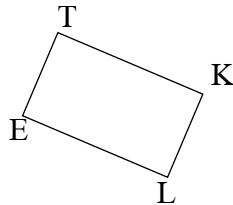
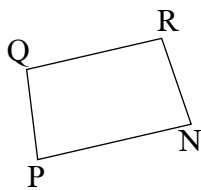
ניתן להצמיד את הסימן \sphericalangle , שצויין בתרגילים הקודמים, גם לאות לועזית המציינת קדקוד של זווית, למשל: $\sphericalangle A$ (זווית A), $\sphericalangle P$ (זווית P), $\sphericalangle T$ (זווית T), וכו'.

III. מה המספר המרבי של הזוויות הישרות במרובע? כיצד, לדעתכם, קוראים למרובע כזה?

IV. אם נמיין את המרובעים לפי מספר הזוויות הישרות שיש במרובע,

איזה מרובע חסר כאן?

4. לפניכם שלושה מרובעים.



א. על-סמך הסתכלות בלבד קבעו איזה מרובע הוא מלבן.

הערה: הקפידו לרשום נכון את סדר האותיות במרובע (ראו הסבר במסגרת שבעמוד הקודם).

ב. מה תוכלו לומר על הזוויות במרובע שמצאתם בסעיף א'?

ג. אמתו את מסקנתכם שבסעיף ב' בעזרת משולש סרטוט (או בכל דרך אחרת).

5. בצעו את הבניות הבאות בהתאם להוראות והיעזרו בציור הסכמתי.

1 בנייה בעזרת קיפולי נייר:

א. סרטטו ישר וסמנו עליו נקודה.

הנקודה מחלקת

את הישר לשתי קרניים.

ב. קפלו את הנייר, כך שקו הקיפול

יעבור דרך הנקודה הנתונה,

והקרניים יתלכדו זו עם זו.

ג. פתחו את הנייר וסרטטו ישר

על קו הקיפול.

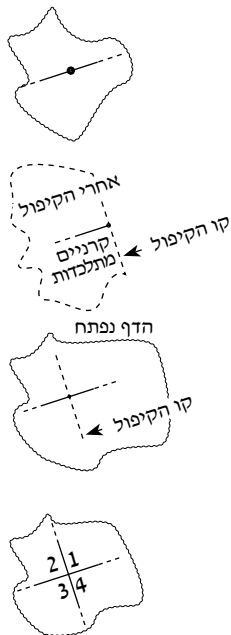
ד. התקבלו ארבע זוויות.

סמנו אותן ב:

$\sphericalangle 1$, $\sphericalangle 2$, $\sphericalangle 3$, $\sphericalangle 4$.

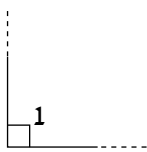
ה. מהו, לדעתכם, הסוג של כל אחת מארבע הזוויות שהתקבלו?

בדקו את תשובתכם בעזרת משולש סרטוט (או בכל דרך אחרת).

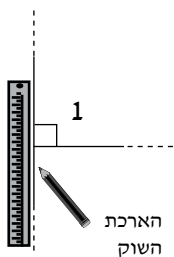


II בנייה בעזרת סרגל ומשולש סרטוט:

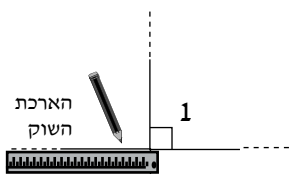
א. סרטוט באמצעות משולש סרטוט זווית ישרה כלשהי, וסמנו אותה ב-1.



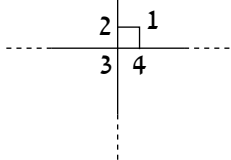
ב. האריכו שוק אחת של הזווית מתחת לקדקוד.



ג. האריכו את השוק השנייה של הזווית משמאל לקדקוד.



ד. הסירו את הסרגל וסמנו את 3 הזוויות החדשות שהתקבלו ב: 2, 3, 4.



ה. מהו, לדעתכם, הסוג של הזוויות 2, 3, 4? אמתו את תשובתכם באמצעות משולש סרטוט (או בכל דרך אחרת).

III

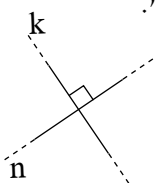
אם שני ישרים נחתכים בזווית ישרה, אומרים שהישרים ניצבים זה לזה או

מאונכים זה לזה.

מסמנים ניצבות של ישרים בעזרת הסימן \perp .

צורת הרישום של ישר:

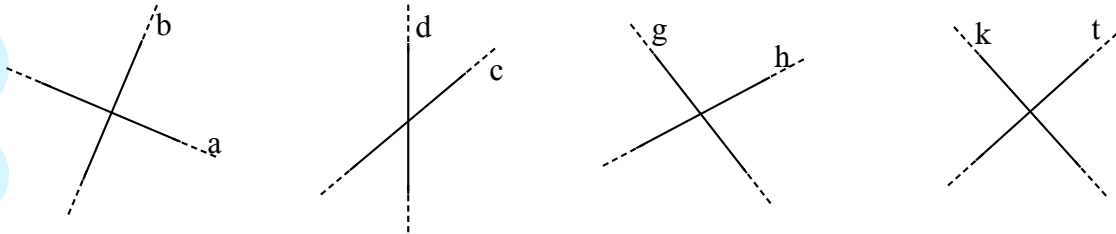
בדרך כלל מקובל לסמן ישרים על-ידי אותיות לועזיות קטנות: a, b, c, k וכו'.



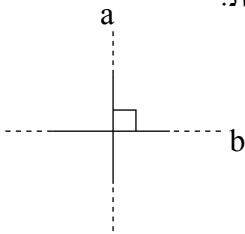
למשל: אם הישרים k ו-n מאונכים זה לזה,

רושמים זאת כך: $k \perp n$.

ציינו אילו זוגות ישרים ניצבים זה לזה מבין זוגות הישרים הבאים (במידת הצורך היעזרו במשולש סרטוט או בכל דרך אחרת).



IV. סיכום התרגיל



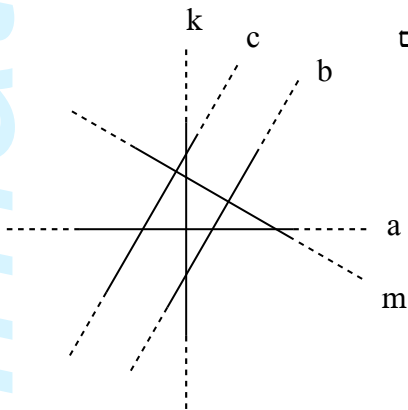
ישר ניצב (מאונך) לישר אחר, אם הוא יוצר אתו זוויות ישרות.

- הישר a ניצב (מאונך) לישר b.
- הישר b ניצב (מאונך) לישר a.

צורת הרישום היא: $a \perp b$ או $b \perp a$.

הערה:
מספיק ששני הישרים שנחתכים יוצרים ביניהם זווית ישרה אחת ואז שלוש הזוויות האחרות הן ישרות.

6. בסרטוט שלפניכם כמה ישרים.



- א. מהסתכלות בסרטוט בלבד ציינו: אילו זוגות של ישרים ניצבים זה לזה, לדעתכם? רשמו את תשובתכם בשפה מתמטית. (תזכורת: הסימן "מאונך" הוא \perp .)
- ב. בדקו את תשובתכם על-ידי מדידת הזוויות.
- ג. ציינו, בלי לנמק: אילו ישרים, לדעתכם, לא יחתכו זה את זה, גם אם נמשיכם עד אינסוף?

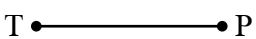
קטע — חלק מישר המוגבל על-ידי שתי נקודות.

✓ לשתי הנקודות הללו קוראים קצות הקטע.

✓ צורת רישום של קטע:

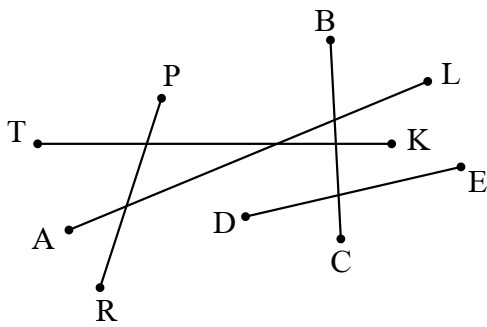
מקובל לסמן את קצות הקטע על-ידי אותיות לועזיות גדולות, ולקרוא לקטע בעזרת אותיות אלה.

למשל: קטע TP שבסרטוט.





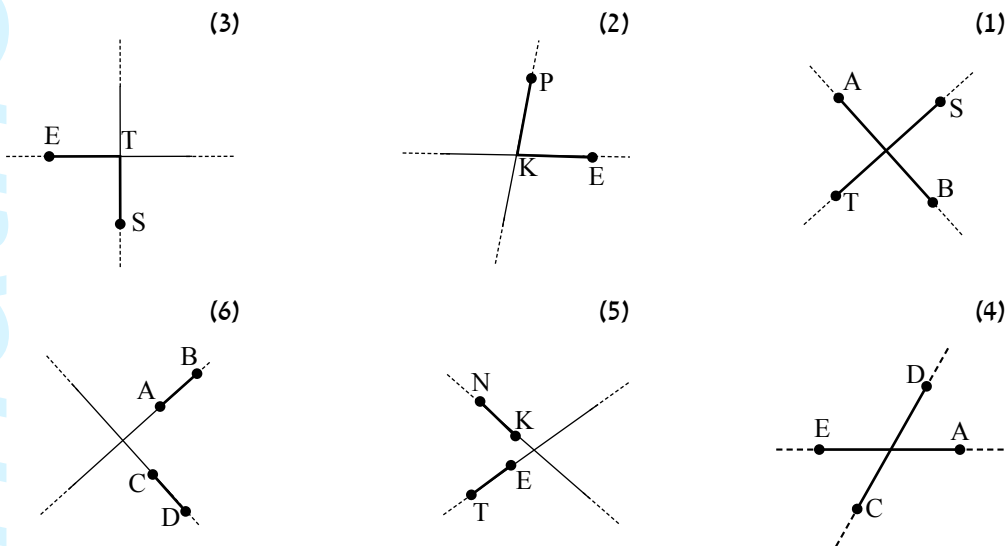
א. ציינו את כל הקטעים שבסרטוט.



ב. ציינו את כל הקטעים שבסרטוט



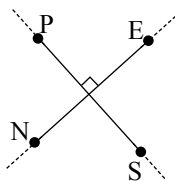
II א. לפניכם זוגות של ישרים החותכים זה את זה, ועל כל אחד מהישרים מונח קטע. השתמשו במשולש סרטוט (או בכל דרך אחרת) ופרטו את זוגות הקטעים הנמצאים על הישרים המאונכים (הישרים מסומנים על-ידי קווים מקווקווים).



ב.

הסבר:

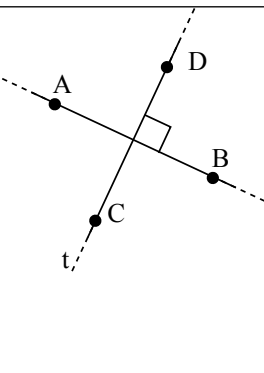
אם שני ישרים מאונכים זה לזה ועל כל אחד מהם מונח קטע, אומרים שגם הקטעים הללו מאונכים זה לזה.



למשל: אם הקטע PS מונח על ישר כלשהו, הקטע NE מונח על ישר אחר, והישרים הללו מאונכים זה לזה - אומרים שהקטעים PS ו-NE מאונכים זה לזה, וכותבים זאת בשפה מתמטית כך: $PS \perp NE$.

קבעו לגבי כל אחד מהמקרים שבסעיף הקודם מהם הקטעים המאונכים זה לזה, ורשמו אותם בשפה מתמטית.

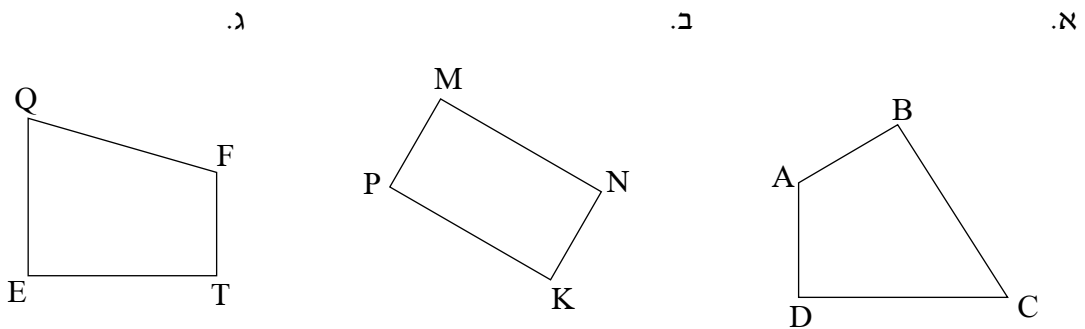
III. סיכום התרגיל



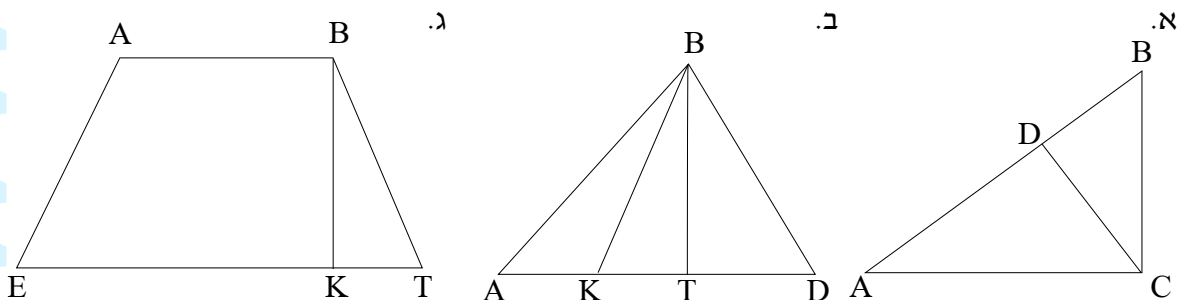
שני קטעים מאונכים זה לזה, אם הם מונחים על שני ישרים המאונכים זה לזה. כלומר: אם $t \perp k$, אזי $AB \perp CD$.

שימו לב!
הקטעים המאונכים זה לזה אינם נחתכים בהכרח. די שהמשניהם ייחתכו וייצרו זווית ישרה.

8. ציינו את כל זוגות הצלעות המאונכות זו לזו בכל אחד מהמרובעים הבאים, ורשמו את תשובתכם בשפה מתמטית (היעזרו במשולש סרטוט או בכל דרך אחרת).



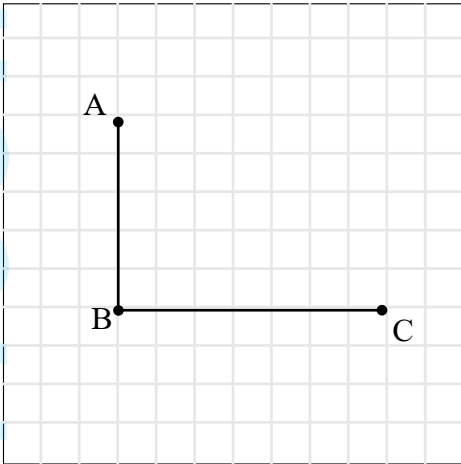
9. השתמשו במשולש סרטוט (או בכל דרך אחרת) וקבעו את כל זוגות הקטעים המאונכים זה לזה בצורות הבאות.



www.mathstar.co.il

10. נתונים שני קטעים AB ו-BC.

נתון: $AB \perp BC$.



- א. העתיקו במדויק את הקטעים AB ו-BC לדף משופך במחברתכם, וסמנו את הנקודה D על הדף, כך ש- $DA \perp AB$ ו- $DC \perp BC$.
- ב. כמה נקודות כאלה ניתן לסמן, לדעתכם?
- ג. לדעתכם, מהו סוג הזווית $\angle D$ (במידת הצורך היעזרו במשולש סרטוט)?
- ד. מה תוכלו לומר על הקטעים DA ו-DC?
- ה. מה תוכלו לומר על המרובע ABCD? הסבירו.

11* בסרטוט נתון:

$$AB \perp p$$

$$k \perp p$$

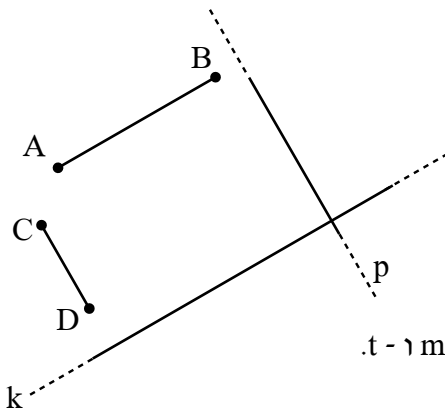
$$CD \perp AB$$

דרך הקטע AB העבירו ישר m,

ודרך הקטע CD העבירו ישר t.

הישרים m, k, p ו-t נחתכים

ויוצרים מרובע.

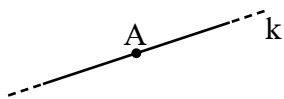


א. העתיקו את הסרטוט למחברתכם והעבירו את הישרים m ו-t.

מה תוכלו לומר לגבי הישרים k ו-t?

(היעזרו במשולש סרטוט או בכל אמצעי אחר.)

ב. מהו הסוג של המרובע שהתקבל? הסבירו את תשובתכם.



12. סרטטו על נייר ישר k, וסמנו עליו נקודה A (ראו ציור סכמתי).

כיצד נבנה אנך לישר זה מהנקודה הנתונה?

במילים אחרות: כיצד ניתן להעביר דרך נקודה A ישר שניצב (מאונך) לישר k הנתון?



12

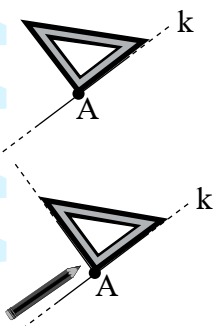


א. בנייה בעזרת משולש סרטוט:

בצעו את הבנייה בהתאם להוראות והיעזרו בציור הסכמתי.

(1) הצמידו את המשולש לישר כמתואר בסרטוט.

(2) סרטטו את הקרן החדשה כמתואר בסרטוט.



(3) הסירו את משולש הסרטוט, וסמנו את הזווית שהתקבלה על-ידי סימן מתאים.

(4) המשיכו את האנך מתחת לנקודה A.

ב. בנייה בעזרת קיפולי נייר:

בנו ישר המאונך לישר הנתון k בנקודה A על-ידי קיפולי נייר (ללא שימוש בסרגל, משולש סרטוט ועט).

נתון ישר k ועליו שתי נקודות A ו-B.

א. בנו ישרים, המאונכים לישר k והעוברים דרך הנקודות A ו-B.
 ב. ציינו, בלי נמק: האם, לדעתכם, שני הישרים שבניתם ייפגשו בנקודה כלשהי?

13* א. סרטטו ישר a כלשהו וסמנו עליו שתי נקודות.

ב. דרך כל אחת מהנקודות הנתונות העבירו ישר, המאונך לישר הנתון a. סמנו ישרים אלה ב-b ו-c.

ג. על הישר c בחרו נקודה כלשהי, והעבירו דרכה אנך לישר c, כך שיחתוך את הישר b. סמנו ישר זה ב-d.

ד. מה תוכלו לומר לגבי זוויות המרובע שנוצר על-ידי ארבעת הישרים הללו?

במידת הצורך השתמשו במשולש סרטוט או בכל דרך אחרת.

ה. מה תוכלו לומר על המרובע שנוצר? הסבירו.

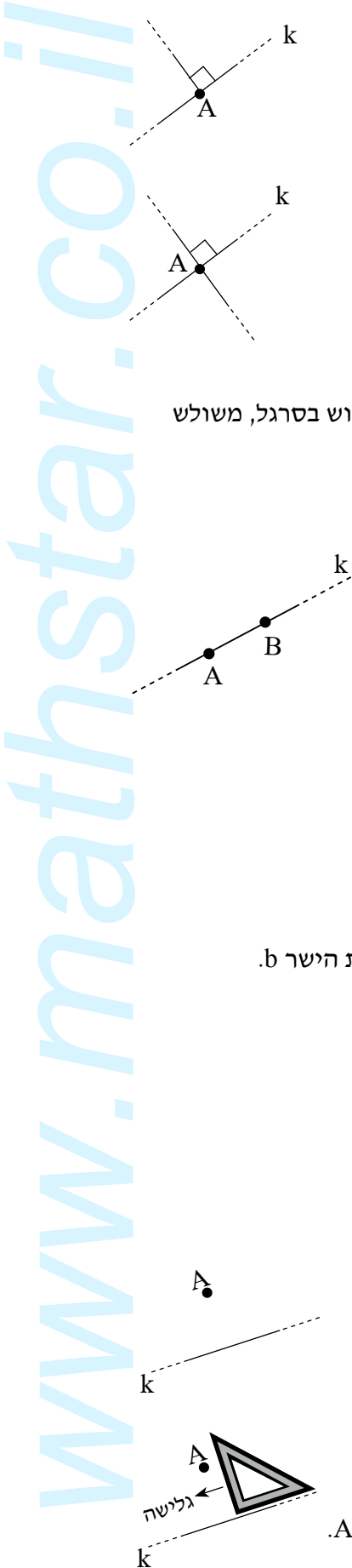
14 א. סרטטו על נייר ישר k, ומחוץ לישר סמנו נקודה A (ראו ציור סכמתי).

כיצד נבנה אנך לישר זה דרך הנקודה החיצונית הנתונה הזו?

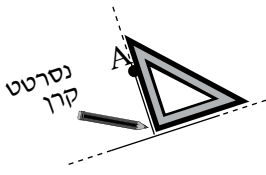
א. בנייה בעזרת משולש סרטוט:

בצעו את הבנייה בהתאם להוראות והיעזרו בציור הסכמתי.

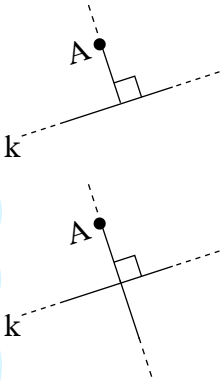
(1) הצמידו את משולש הסרטוט לישר והגלישו אותו לכיוון הנקודה A.



- (2) עצרו את משולש הסרטוט כאשר הוא מגיע לנקודה A, וסרטטו קרן כמתואר בסרטוט.



- (3) הסירו את משולש הסרטוט, וסמנו את הזווית שנוצרה על-ידי סימון מתאים.



- (4) סרטטו את הישר מעבר לנקודת החיתוך.

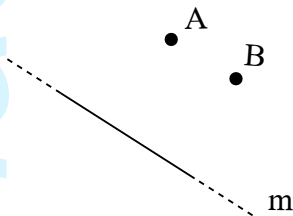
ב. בנייה בעזרת קיפולי נייר:

בצעו את הבנייה שבסעיף א' על-ידי קיפולי נייר (ללא שימוש בסרגל, משולש סרטוט ועט).

II. נתון ישר m ונתונות שתי נקודות A ו-B מחוצה לו.

א. בנו אנכים לישר m דרך הנקודות A ו-B.

ב. ציינו, בלי לנמק: האם, לדעתכם, שני הישרים שבניתם ייפגשו בנקודה כלשהי?



15* סרטטו ישר a כלשהו וסמנו שתי נקודות:

האחת על הישר, והאחרת מחוץ לישר (ראו ציור סכמתי).

א. דרך הנקודה K העבירו ישר b המאונך לישר a .

ב. דרך הנקודה T העבירו ישר c המאונך לישר a .

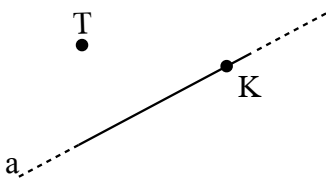
ג. דרך הנקודה T העבירו ישר d המאונך לישר b .

ד. קבעו את סוגי הזוויות במרובע שנוצר על-ידי ארבעת הישרים (במידת הצורך השתמשו במשולש סרטוט או בכל דרך אחרת).

ה. מהו סוג המרובע שהתקבל? הסבירו.

ו. מה תוכלו לומר על הישרים c ו-d?

הסבירו ורשמו את תשובתכם בשפה מתמטית.





נתון ישר n , ונתונה נקודה T הנמצאת מחוץ לישר.

א. העתיקו את הסרטוט למחברתכם, ובנו אנך לישר n דרך הנקודה T .

את נקודת החיתוך של שני הישרים סמנו באות K .

הקטע KT נקרא "מרחק הנקודה T מהישר n ".

באמצעות סרגל מדדו את אורך הקטע KT .

ב. על הישר n סמנו 3 נקודות אקראיות באותיות P , S ו- E , וחברו אותן עם הנקודה T .

ג. מדדו באמצעות סרגל את הקטעים TP , TS ו- TE .

ד. השוו בין אורכי הקטעים שבסעיפים א' ו-ג'. איזה קטע הוא הקצר ביותר?

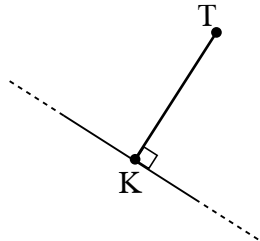
ה. הסתמכו על סעיף ד' וציינו: האם נכונה, לדעתכם, הטענה כי "המרחק של נקודה מישר הוא

הקטע הקצר ביותר מבין כל הקטעים, המחברים נקודות על הישר עם הנקודה הנתונה"?

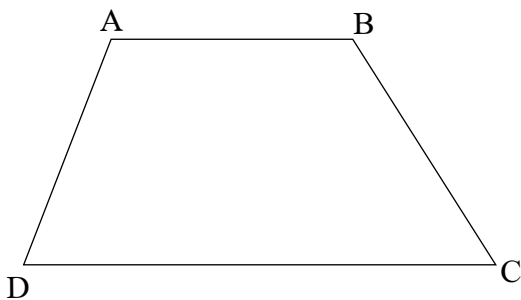
ו. אמתו את תשובתכם שבסעיף הקודם על-ידי בדיקה באמצעות הוספת שתי נקודות על הישר

ומדידת אורכי הקטעים המתאימים.

II. סיכום התרגיל



- מרחק של נקודה מישר הוא אורכו של הניצב לישר מאותה הנקודה.
בסרטוט: הקטע TK .
- מרחק של נקודה מישר הוא הקטע הקצר ביותר מבין כל הקטעים, המחברים נקודות על הישר עם הנקודה הנתונה.



17. נתון מרובע $ABCD$. השתמשו במשולש סרטוט

וסרגל שנתות, והראו כי הקדקודים A ו- B נמצאים

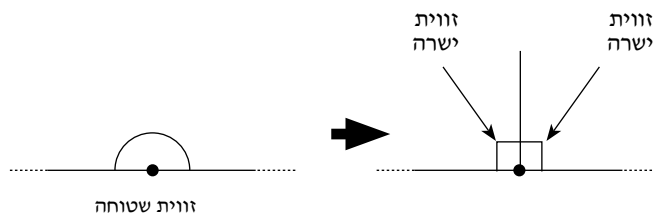
במרחקים שווים מהצלע DC .

סיכום הפרק

(זווית ישרה, ניצבות של ישרים וקטעים)



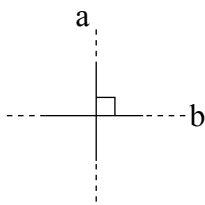
- מלבן - מרובע שכל זוויותיו ישרות.
- זווית ישרה - כל אחת מהזוויות המתקבלות כאשר חוצים זווית שטוחה.



- ✓ מידתה של הזווית השטוחה היא 180° .
- ✓ מידתה של הזווית הישרה היא 90° .
- ✓ נהוג לסמן זווית ישרה באופן הבא:

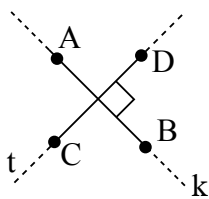


- ישר ניצב (מאונך) לישר אחר, אם הוא יוצר אתו זוויות ישרות.
 - ✓ הישר a ניצב (מאונך) לישר b.
 - ✓ הישר b ניצב (מאונך) לישר a.



צורת הרישום היא: $a \perp b$ או $b \perp a$.

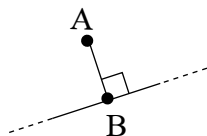
- שני קטעים מאונכים זה לזה, אם הם מונחים על שני ישרים המאונכים זה לזה. כלומר: אם $t \perp k$, אזי $AB \perp CD$.



שימו לב!

הקטעים המאונכים זה לזה אינם חייבים להיחתך. די בכך שהמשכיהם ייחתכו וייצרו זווית ישרה.

- מרחק של נקודה מישר - הוא אורכו של הניצב לישר מאותה הנקודה (בסרטוט: הקטע AB).



- המרחק של נקודה מישר הוא הקטע הקצר ביותר מבין כל הקטעים, המחברים נקודות על הישר עם הנקודה הנתונה.