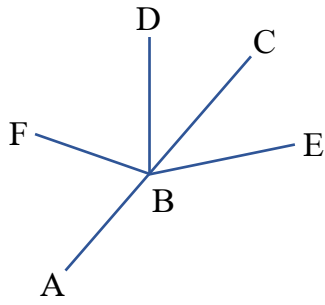


60. הנקודה B נמצאת על הקטע AC.



הקטע BC חוצה את הזווית  $\angle DBE$ . נתון:  $\angle DBE = 80^\circ$ .

א. חשבו את גודל הזוויות הקהות:

1.  $\angle ABD$  2.  $\angle ABE$

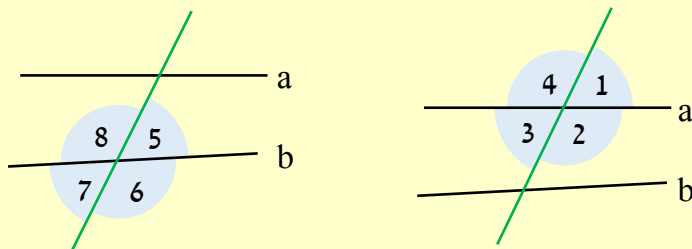
ב. נתון שהקטע BF חוצה את הזווית  $\angle ABD$ .

חשבו את גודל הזוויות הקהות:

1.  $\angle CBF$  2.  $\angle EBF$

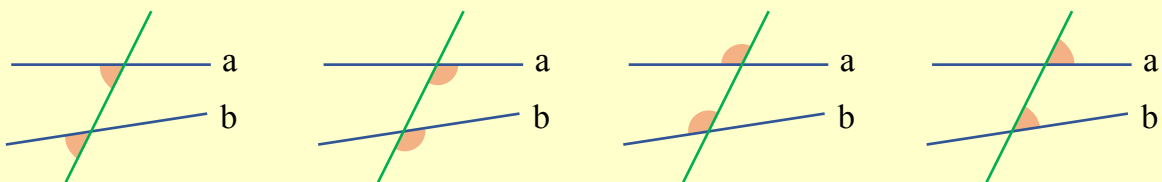
### זוויות מתחלפות וזוויות מתאימות

כאשר שני הישרים a ו-b נחתכים על ידי ישר שלישי נוצרות 8 זוויות:



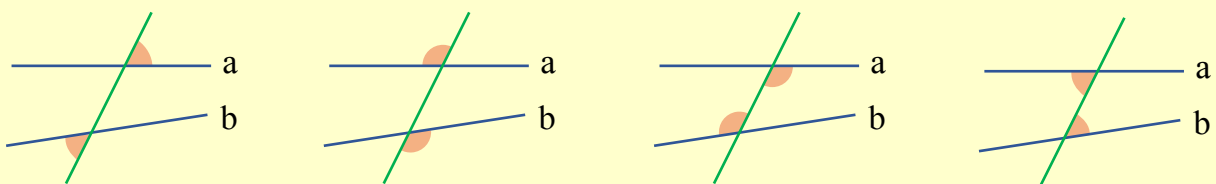
מהן זוויות מתאימות?

זוויות מתאימות הן שתי זוויות הנמצאות באותו צד של הישר החותך ובאותו צד של הישרים a ו-b. לפניהם ארבעת הזוגות של הזוויות המתאימות:



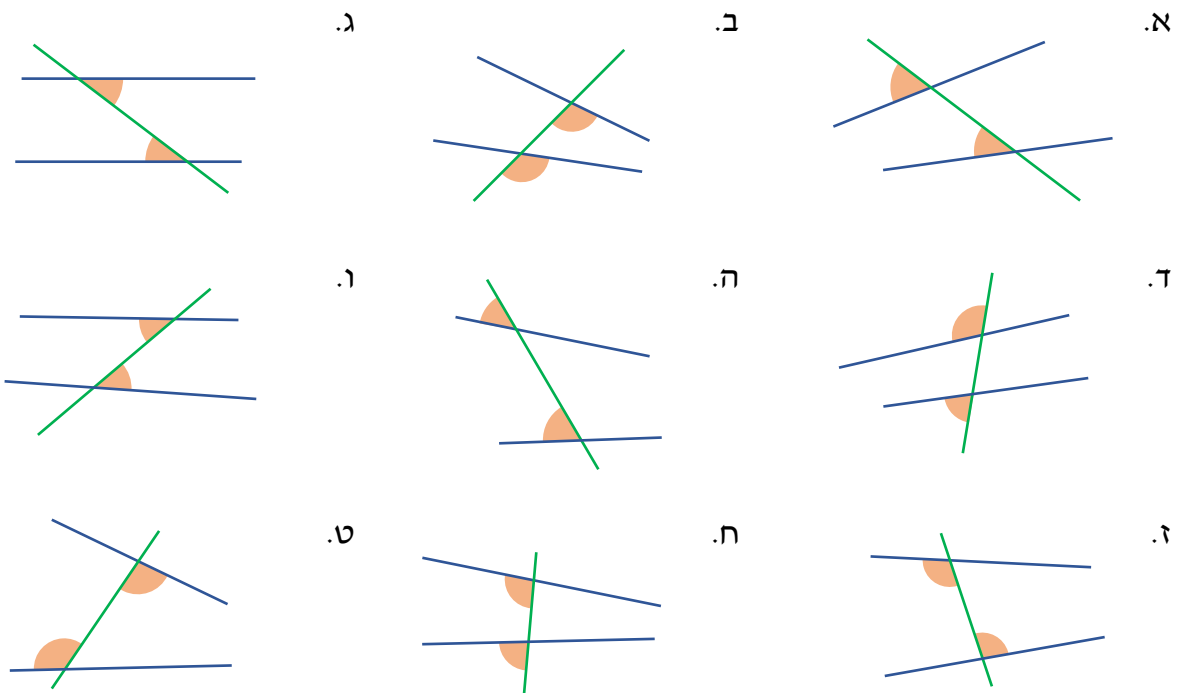
מהן זוויות מתחלפות?

זוויות מתחלפות הן שתי זוויות הנמצאות בצדדים שונים של הישר החותך ובצדדים שונים של שני הישרים a ו-b. לפניהם ארבעת הזוגות של הזוויות המתחלפות:

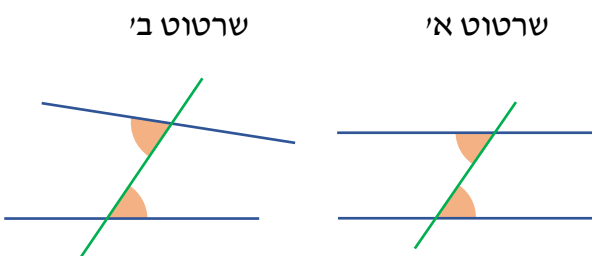


61. בכל שרטוט מסומנות שתי זוויות. קבעו אם הן:

- i. מתחלפות ii. מתאימות iii. אינן מתחלפות ואינן מתאימות



62. לפניכם שני שרטוטים. בשרטוט א' הישרים הכחולים מקבילים. בשרטוט ב' הם אינם מקבילים.



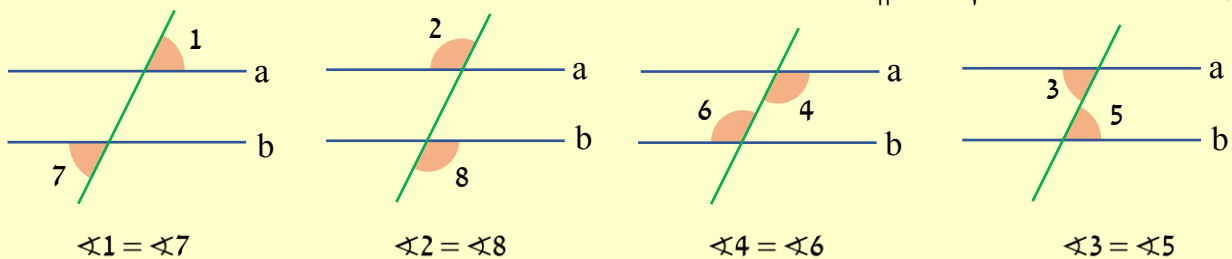
- א. מדדו את שתי הזוויות המסומנות בשרטוט א', וקבעו אם הן שוות.  
 ב. מדדו את שתי הזוויות המסומנות בשרטוט ב', וקבעו אם הן שוות.  
 ג. מה נוכל להסיק מסעיפים א' ו'ב'?



**זוויות מתחלפות שוות בין ישרים מקבילים**

אם הישרים המקבילים a ו-b נחתכים על ידי ישר שלישי, נקבל 4 צמדדים של זוויות מתחלפות שוות.

בשרטוטים הבאים מתקיים  $a \parallel b$ :



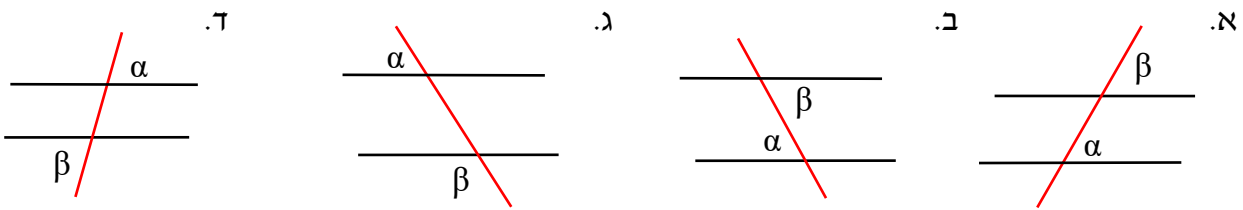
$\sphericalangle 1 = \sphericalangle 7$

$\sphericalangle 2 = \sphericalangle 8$

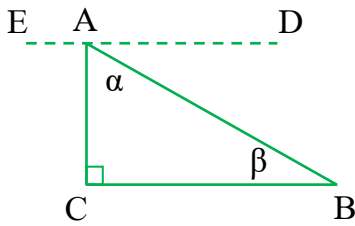
$\sphericalangle 4 = \sphericalangle 6$

$\sphericalangle 3 = \sphericalangle 5$

63. בכל שרטוט מופיע ישר החותך שני ישרים מקבילים. בשרטוטים אין זוויות ישרות. קבעו באילו סעיפים מתקיים  $\alpha = \beta$  :



64. לפניכם המשולש  $\triangle ABC$  ישר הזווית.



דרך הקודקוד A עובר הישר המקווקו DE המקביל לניצב BC.

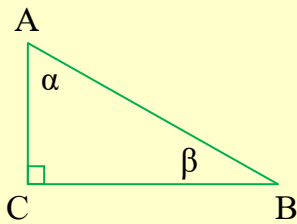
א. חשבו את גודל הזווית  $\sphericalangle CAE$ .

ב. הסבירו מדוע הניצב AC הוא אנך משותף לניצב BC ולישר DE.

ג. הסבירו מדוע מתקיים:  $\sphericalangle BAD = \beta$ .

ד. התבוננו בזווית השטוחה  $\sphericalangle DAE$  והסבירו מדוע מתקיים:  $\alpha + \beta = 90^\circ$ .

**מהו סכום הזוויות החדות במשולש ישר זווית?**

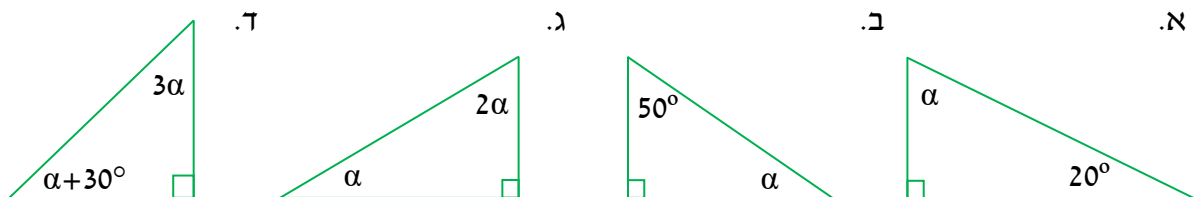


בעזרת השאלה הקודמת נוכל להסיק

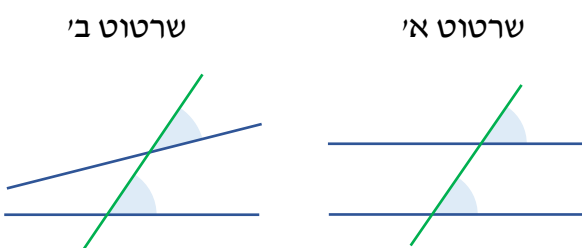
שסכום הזוויות החדות במשולש ישר זווית הוא  $90^\circ$ .

כלומר מתקיים:  $\alpha + \beta = 90^\circ$ .

65. לפניכם משולשים ישרי זווית. מצאו את  $\alpha$  :



66. לפניכם שני שרטוטים. בשרטוט א' הישרים הכחולים מקבילים. בשרטוט ב' הם אינם מקבילים.



א. מדדו את שתי הזוויות המסומנות

בשרטוט א', וקבעו אם הן שוות.

ב. מדדו את שתי הזוויות המסומנות

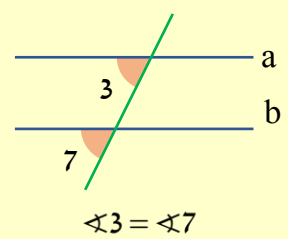
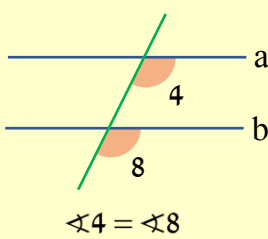
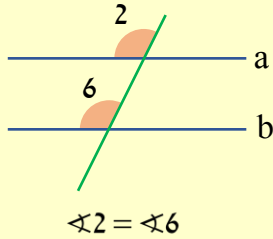
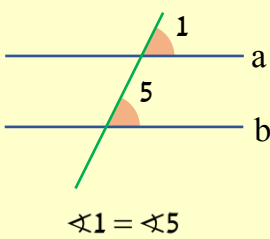
בשרטוט ב', וקבעו אם הן שוות.

ג. מה נוכל להסיק מסעיפים א' ו'ב'?



**זוויות מתאימות שוות בין ישרים מקבילים**

אם הישרים המקבילים a ו-b נחתכים על ידי ישר שלישי, נקבל 4 צמדדים של זוויות מתאימות שוות. בשרטוטים הבאים מתקיים  $a \parallel b$ :



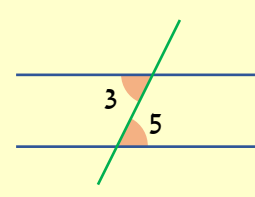
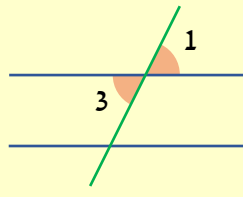
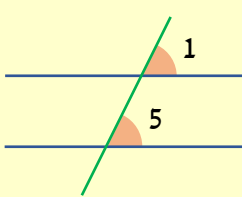
**מדוע זוויות מתאימות הן שוות בין מקבילים?**

נציג דרך נוספת, ללא מדידה, ונסביר מדוע זוויות מתאימות שוות בין מקבילים:

לסיכום, נסיק שמתקיים:  
 $\sphericalangle 5 = \sphericalangle 1$

ידוע שזוויות קודקודיות הן שוות ולכן:  $\sphericalangle 3 = \sphericalangle 1$

ידוע שזוויות מתחלפות שוות בין מקבילים ולכן:  $\sphericalangle 3 = \sphericalangle 5$

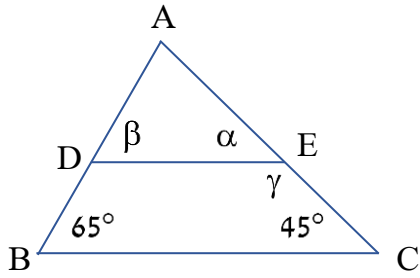


67. בכל שרטוט שלפניכם מופיע ישר החותך שני ישרים מקבילים. מצאו את  $\alpha$ :

<p>א.</p>	<p>ב.</p>	<p>ג.</p>	<p>ד.</p>
<p>ה.</p>	<p>ו.</p>	<p>ז.</p>	<p>ח.</p>

68. בכל שרטוט נתונים שני ישרים מקבילים הנחתכים על ידי ישרים נוספים. מצאו את  $\alpha$ ,  $\beta$  ו- $\gamma$ :

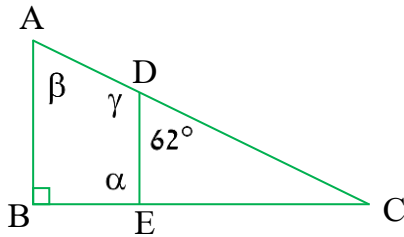
<p>א.</p>	<p>ב.</p>	<p>ג.</p>	<p>ד.</p>
-----------	-----------	-----------	-----------



69. בשרטוט שלפניכם נתון:  $DE \parallel BC$ .

מצאו את:

- א.  $\alpha$     ב.  $\beta$     ג.  $\gamma$

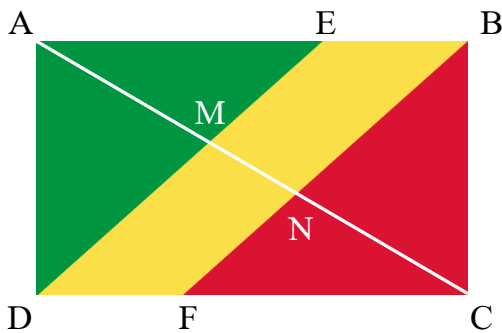


70. בשרטוט שלפניכם נתון:  $DE \parallel AB$ ,  $\angle ABC = 90^\circ$ .

מצאו את:

- א.  $\alpha$     ב.  $\beta$     ג.  $\gamma$

71. (\*) לפניכם הדגל המלבני של הרפובליקה של קונגו. הדגל מורכב משני משולשים ישרי זווית וביניהם מקבילית צהובה. על הדגל הועבר אלכסון בצבע לבן כך שהתקבלו מספר זוויות.



א. הסבירו כיצד ניתן להסיק ש:  $AB \parallel DC$ .

ב. קבעו אילו מהטענות שלפניכם הן נכונות:

i. הזוויות  $\angle AED$  ו- $\angle EDC$  מתחלפות.

ii.  $\angle ABF = \angle BFC$

ג. הסבירו כיצד ניתן להסיק ש:  $DE \parallel BF$ .

ד. קבעו אילו מהטענות שלפניכם הן נכונות:

i. הזוויות  $\angle EMC$  ו- $\angle BNC$  מתחלפות.

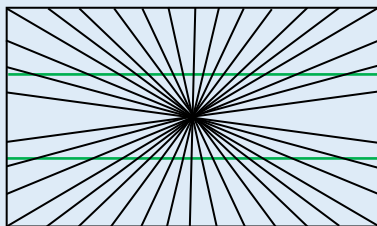
ii. הזוויות  $\angle ANF$  ו- $\angle AMD$  מתאימות.

iii.  $\angle AME = \angle DMC$

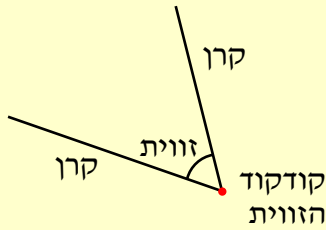
**האם הקטעים הירוקים ישרים ומקבילים זה לזה?**

התבוננו בקטעים הירוקים וקבעו אם הם מקבילים. לאחר מכן, בדקו אם הם ישרים ומקבילים בעזרת סרגל. הופתעתם?

אשליה זו נקראת 'אשליית הרינג' על שם החוקר הגרמני אוואלד הרינג שהציג אותה לראשונה בשנת 1861.



**סיכום הפרק**

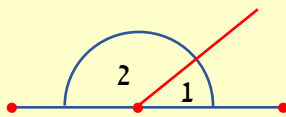


- קרן היא חלק של ישר המוגבל מצידו האחד על ידי נקודה.
- זווית נוצרת על ידי שתי קרניים היוצאות מנקודה משותפת הנקראת **קודקוד הזווית**.

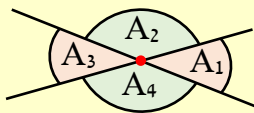
- זווית נמדדת ביחידות הנקראות **מעלות**.

גודלה של מעלה אחת הוא  $\frac{1}{90}$  מגודלה של זווית ישרה ו-  $\frac{1}{180}$  מגודלה של זווית שטוחה.

- סימון המעלות נעשה בעזרת עיגול קטן מעל ומימין למספר ( $180^\circ, 1^\circ, 40^\circ, 90^\circ$ ).

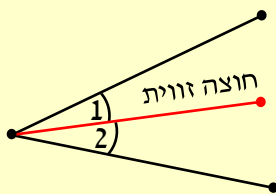


- **זוויות צמודות** הן שתי זוויות אשר נוצרות על ידי קרן המחלקת זווית שטוחה לשתי זוויות. זוויות צמודות משלימות ל- $180^\circ$ .



- **זוויות קודקודיות** נוצרות בין ישרים נחתכים, נמצאות **זו מול זו ושוות זו לזו**. משמאל:  $\sphericalangle A_2 = \sphericalangle A_4$ ,  $\sphericalangle A_1 = \sphericalangle A_3$ .

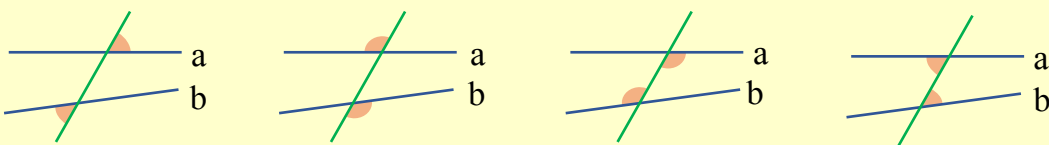
- **חוצה זווית** הוא קרן העוברת דרך קודקוד הזווית ומחלקת אותה לשתי זוויות שוות.



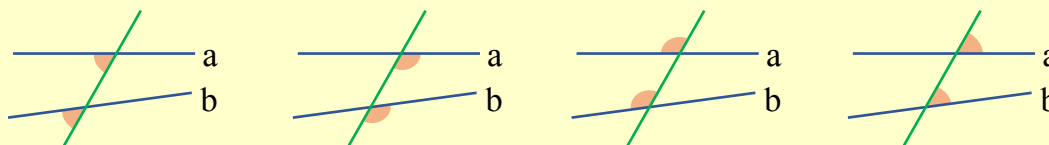
חוצי הזווית של שתי זוויות צמודות - מאונכים זה לזה.

ישר החוצה אחת משתי זוויות קודקודיות - חוצה גם את השנייה.

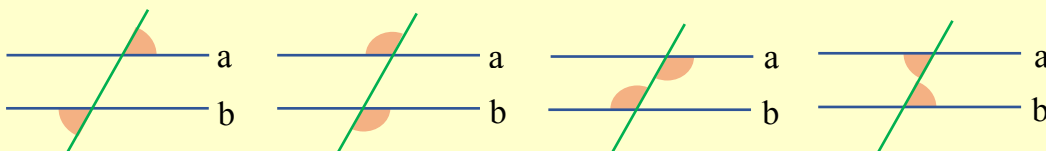
- **זוויות מתחלפות בצדדים שונים** של הישרים a ו-b:



- **זוויות מתאימות** הן שתי זוויות הנמצאות באותו צד של הישר החותך ובאותו צד של הישרים a ו-b:

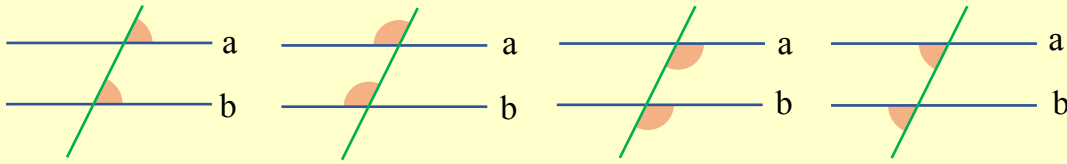


- כאשר הישרים **המקבילים** a ו-b נחתכים על ידי ישר שלישי, נקבל 4 צמדים של זוויות מתחלפות שוות. בשרטוטים הבאים מתקיים  $a \parallel b$ :



כאשר הישרים המקבילים  $a$  ו- $b$  נחתכים על ידי ישר שלישי, נקבל 4 צמדים של זוויות מתאימות שוות.

בשרטוטים הבאים מתקיים  $a \parallel b$  :



- תשובות: (1) א', ד'. (2) א. i. ב. i, iii. ג. ii, iii. (3) תשובות אפשריות:  $\angle ECA$ ,  $\angle BCA$ ,  $\angle ACB$ .
- (4) א.  $\angle C_1$ ,  $\angle ACB$ . ב.  $\alpha$ ,  $\angle DAE$ . ג.  $\angle C_2$ ,  $\angle ACB$ . (5) יהודה צודק.
- (6) א. אריקה צודקת. אורך שוקי הזווית אינו קשור לגודל הזווית. ב.  $\angle ADC$ .
- (7) א.  $\angle ADC$ . ב. הזוויות שוות. ג.  $\angle BDC$ . ד. הזוויות שוות. ה. הזוויות שוות. ו.  $\angle ABC$ .
- (8) א.  $35^\circ$ . ב.  $130^\circ$ . ג.  $40^\circ$ . ד.  $110^\circ$ . (9) א.  $115^\circ$ . ב.  $40^\circ$ . ג.  $55^\circ$ . ד.  $100^\circ$ .
- (10) הזוויות שוות וגודלן  $50^\circ$ . (11) א.  $120^\circ$ . ב.  $720^\circ$ . (12) א. א':  $50^\circ, 55^\circ, 75^\circ$ . ב':  $32^\circ, 43^\circ, 105^\circ$ .  
 ב. סכום הזוויות הוא  $180^\circ$  בשני המשולשים.
- (13) א.  $180^\circ$ . ב. מחוג הדקות מהיר יותר. בזמן של מחוג השעות לוקח 12 שעות להשלים סיבוב, מחוג הדקות עושה זאת בכל שעה. ג. כעבור 5 דקות הזווית הימנית קטנה יותר. בסעיף ב' ראינו שמחוג הדקות הוא המהיר מהשניים, ולכן קצב ההתקרבות שלו למחוג השעות גדול יותר מקצב ההתרחקות של מחוג השעות ממנו. מכך ניתן להסיק שבחלוף הזמנים שצוין, הזווית בין המחוגים הולכת וקטנה.
- (14) א. ניתן לעשות זאת על ידי מדידה בעזרת מד זווית או על ידי הכפלת  $360^\circ$  המעלות שבמעגל השלם בשבר  $\frac{5}{12}$ , המייצג את החלק היחסי המכוסה על ידי הזווית הקהה שבין המחוגים. ב.  $150^\circ$ .
- (15) א.  $90^\circ$ . ב.  $120^\circ$ . ג.  $300^\circ$ . (16) א.  $52^\circ$ . ב.  $72^\circ$ . (17) א.  $52^\circ$ . ב.  $65^\circ$ . ג.  $87^\circ$ . ד.  $82^\circ$ .
- (18) א. 1.  $52^\circ$ . 2.  $70^\circ$ . (19) א.  $23^\circ$ . ב.  $39^\circ$ . ג.  $16^\circ$ . ד.  $44^\circ$ . ה.  $28^\circ$ .
- (20) נתון ש:  $\angle CED = \angle AEB$ . אם נוסיף לכל אחת משתי הזוויות האלו את הזווית  $\angle BEC$  הנמצאת ביניהן, נקבל זוויות שוות:  $\angle AEC = \angle BED$ .
- (21) א.  $50^\circ$ . ב.  $68^\circ$ . (22) א. 1.  $\angle GAE = \alpha + \beta$ . 2.  $\angle CAE = 2\alpha$ . 3.  $\angle BAF = 2\alpha + 2\beta$ . ב. i, ii.
- (23) הזווית  $\angle BEC$  היא חלק משתי זוויות שוות: הזווית הירוקה  $\angle BED$  והזווית הצהובה  $\angle AEC$ . נחסר אותה משתי הזוויות ונקבל זוויות שוות:  $\angle AEB = \angle CED$ .
- (24)  $26^\circ$ . (25) א.  $23^\circ$ . ב.  $46^\circ$ . ג.  $69^\circ$ . (26) א.  $19^\circ$ . ב.  $57^\circ$ . (27) א.  $63^\circ$ . ב.  $12^\circ$ .
- (28)  $90^\circ$ . (29)  $60^\circ$ . (30) א.  $90^\circ$ . ב. השנייה:  $18^\circ$ , השלישית:  $72^\circ$ . (31) א.  $\alpha = 120^\circ$ . ב.  $\alpha = 100^\circ$ .
- ג.  $\alpha = 70^\circ$ . ד.  $\alpha = 68^\circ$ . ה.  $\alpha = 95^\circ$ . ו.  $\alpha = 20^\circ$ . (32)  $45^\circ, 135^\circ$ . (33)  $105^\circ, 75^\circ$ .
- (34) א.  $x = 100^\circ$ . ב.  $x = 140^\circ$ . (35) א', ב', ו'. (36) 2, 4. (37) א.  $x = 100^\circ$ . ב.  $x = 20^\circ$ .
- ג.  $x = 25^\circ$ . (38) א.  $150^\circ, 30^\circ$ . ב.  $104^\circ, 76^\circ$ . (39) א. לדוגמה:  $20^\circ, 40^\circ$ . ב. לדוגמה:  $70^\circ, 80^\circ$ .
- (40) א.  $x = 40^\circ$ . ב.  $x = 26^\circ$ . (41) א.  $x = 70^\circ, y = 160^\circ$ . ב.  $x = 140^\circ, y = 35^\circ$ . ג.  $x = 115^\circ, y = 47^\circ$ .

- 42 א.  $\alpha = 40^\circ$ . ב.  $\alpha = 60^\circ$ . ג.  $\alpha = 30^\circ$ . 43 א.  $\alpha = 20^\circ$ . ב.  $\alpha = 60^\circ$ . ג.  $\alpha = 20^\circ$ . 44 א.  $\alpha = 20^\circ$ . ב.  $\alpha = 60^\circ$ . ג.  $\alpha = 20^\circ$ .
- 47 א. ייתכן. 48 א.  $\alpha = 40^\circ$ . ב.  $\alpha = 50^\circ$ . ג.  $\alpha = 40^\circ$ . 49 א, א', ג'. לדוגמה:  $30^\circ, 50^\circ$ . ב. לא ייתכן. ג. לא ייתכן. ד. לא ייתכן. 48 א.  $10^\circ, 30^\circ, 50^\circ$ . ב. לא ייתכן. ג. לא ייתכן.
- 50 א.  $\alpha = 150^\circ, \beta = 30^\circ, \gamma = 150^\circ$ . ב.  $\alpha = 40^\circ, \beta = 140^\circ, \gamma = 40^\circ$ . ג.  $\alpha = 160^\circ, \beta = 20^\circ, \gamma = 160^\circ$ . ד.  $\alpha = 120^\circ, \beta = 20^\circ, \gamma = 40^\circ$ . ה.  $\alpha = 35^\circ, \beta = 40^\circ, \gamma = 105^\circ$ . ו.  $\alpha = 40^\circ, \beta = 40^\circ, \gamma = 60^\circ$ . ז.  $\alpha = 25^\circ, \beta = 65^\circ, \gamma = 90^\circ$ . ח.  $\alpha = 15^\circ, \beta = 75^\circ, \gamma = 75^\circ$ . ט.  $\alpha = 10^\circ, \beta = 7^\circ, \gamma = 97^\circ$ .
- 51 א.  $25^\circ$ . ב.  $50^\circ$ . 52 א.  $\alpha = 32^\circ$ . ב.  $\alpha = 23^\circ$ . ג.  $\alpha = 10^\circ$ . 53 א. שתיהן ישרות בגודל  $90^\circ$ . ב. שתי הזוויות מתקבלות מצידי חוצה הזווית הן ישרות, שהן הזוויות הקיימות בין ישרים מאונכים.
- 54 א.  $35^\circ$ . ב.  $25^\circ$ . ג.  $60^\circ$ . 55 א. 1.  $40^\circ$ . 2.  $140^\circ$ . 3.  $70^\circ$ . ב.  $90^\circ$ . ג. הקטעים החוצים שתי זוויות צמודות הם מאונכים זה לזה. 56 א.  $\angle EBF$ . ב. 1.  $65^\circ$ . 2.  $65^\circ$ . 3.  $90^\circ$ . ב. iii. ג. 1.  $120^\circ$ . 2.  $120^\circ$ . 58 א.  $\alpha = 25^\circ$ . ב.  $\alpha = 45^\circ$ . ג.  $\alpha = 20^\circ$ .
- 59 א. 1.  $35^\circ$ . 2.  $145^\circ$ . ב. הטענה של שרונה היא המדויקת ביותר. בעזרת כל אחד מהנתונים האחרים ניתן ממילא למצוא את הנתון השני ולכן אחד מהם מיותר. ג. 1.  $125^\circ$ . 2.  $135^\circ$ . 3.  $160^\circ$ .
- 60 א. 1.  $140^\circ$ . 2.  $140^\circ$ . ב. 1.  $110^\circ$ . 2.  $150^\circ$ .
- 61 א. ii. ב. ii. ג. i. ד. iii. ה. ii. ו. i. ז. i. ח. ii. ט. i. 62 א. הזוויות שוות. ב. הזוויות אינן שוות. ג. כאשר שני ישרים מקבילים נחתכים על ידי ישר שלישי, נקבל צמדדים של זוויות מתחלפות שוות.
- 63 א, ב, ב', ד'. 64 א.  $90^\circ$ . ב. ידוע שהניצב AC מאונך לניצב BC, כי שניהם ניצבים במשולש ישר זווית. בנוסף, מצאנו שהזווית  $\angle CAE$  ישרה, ומכאן שהניצב AC מאונך גם לישר DE. לסיכום, הניצב AC הוא אנך משותף לניצב BC ולישר DE. ג. הזוויות  $\angle ABC$  ו- $\angle BAD$  הן מתחלפות בין המקבילים BC ו-DE, ולכן הן שוות. כלומר, מתקיים:  $\angle ABC = \angle BAD = \beta$ . ד. הזווית השטוחה  $\angle DAE$  היא חיבור של שלוש זוויות. הזווית  $\angle CAE$  ישרה, ולכן גם הזווית המשלימה אותה  $\angle CAD$  ישרה. הזווית  $\angle CAD$  מורכבת מהזוויות  $\angle CAB$  ו- $\angle BAD$ . לכן מתקבל:  $\alpha + \beta = 90^\circ$ .
- 65 א.  $70^\circ$ . ב.  $40^\circ$ . ג.  $30^\circ$ . ד.  $15^\circ$ . 66 א. הזוויות שוות. ב. הזוויות אינן שוות. ג. כאשר שני ישרים מקבילים נחתכים על ידי ישר שלישי, נקבל צמדדים של זוויות מתאימות שוות. 67 א.  $60^\circ$ . ב.  $65^\circ$ . ג.  $55^\circ$ . ד.  $85^\circ$ . ה.  $45^\circ$ . ו.  $120^\circ$ .
- ז.  $30^\circ$ . ח.  $40^\circ$ . 68 א.  $\alpha = 40^\circ, \beta = 50^\circ, \gamma = 90^\circ$ . ב.  $\alpha = 35^\circ, \beta = 80^\circ, \gamma = 65^\circ$ . ג.  $\alpha = 65^\circ, \beta = 75^\circ, \gamma = 40^\circ$ . ד.  $\alpha = 60^\circ, \beta = 60^\circ, \gamma = 30^\circ$ . 69 א.  $\alpha = 45^\circ$ . ב.  $\beta = 65^\circ$ . ג.  $\gamma = 135^\circ$ . 70 א.  $90^\circ$ . ב.  $62^\circ$ . ג.  $\gamma = 118^\circ$ . 71 א. במלבן ABCD הצלעות הנגדיות AB ו-CD מקבילות. ב. i. הטענה נכונה. ii. הטענה נכונה. ג. במקבילית BFDE הצלעות הנגדיות DE ו-BF מקבילות. ד. i. הטענה שגויה. ii. הטענה נכונה. iii. הטענה נכונה.