

מדריך למורה - מבוא

ספר זה הינו המדריך למורה לספר הראשון מסדרת **אולימפוס** :

מתמטיקה לתלמידי 4 יח"ל - חלק א – גיאומטריה

המדריך למורה לספר של 4 יח"ל חלק א עוסק בגיאומטריה ומיועד למורים המלמדים עם ספר זה.

בספר הלימוד בכל פרק תמצאו:

- א. **חלק תיאורטי.** החלק התיאורטי מלווה בדוגמאות ובהסברים מפורטים. ההגדרות והמסקנות מודגשות ברקע אפור ובמסגרת.
- ב. **דוגמאות פתורות.** שאלות מלוות בפתרון מלא ובהסברים מפורטים. ניתן להיעזר בדוגמאות הפתורות במהלך השיעור בכיתה, או להפנות אליהן תלמידים שזקוקים להסבר נוסף.
- ג. **תרגילים לעבודה עצמית.** התרגילים בכל פרק בסדר קושי עולה ובהתאם לחלק התיאורטי ולדוגמאות.

במדריך למורה בכל פרק תמצאו:

- א. **פריסות הוראה.** פריסות הוראה המותאמות לפריסות ההוראה המומלצות של הפיקוח על המתמטיקה. בפריסות ההוראה אנו מציינים גם את שעות ההוראה המומלצות לכל נושא. זאת בהנחה שמלמדים 5 ש"ש. יש להתייחס לשעות אלה בגמישות. ייתכן שיהיו נושאים שידרשו יותר זמן וכאלה, שפחות. זאת מסגרת הזמן המומלצת אך יש להתאימה לקצב של הכיתה. כמובן שאם יש יותר שעות הוראה, ניתן להעמיק יותר, לעבור על תרגילים נוספים או להתקדם מהר יותר.
 - ב. **תרגילי ליבה.** פירוט של תרגילי ליבה בפרק. הכוונה היא לתרגילים מומלצים לכיתה או כשיעורי בית על מנת להבטיח את הבנת התלמידים. כמובן שניתן ומומלץ לפתור תרגילים נוספים מהפרק. לקראת מבחן ניתן לפתור את התרגילים שלא עברתם עליהם עדיין, להיעזר בתרגול הנוסף בנספחים בסוף הספר וכן בדפי עבודה נוספים שיועלו למדריך למורה כתרגילי סיכום וחזרה בנושאים השונים. המדריך למורה דיגיטלי ויתעדכן מדי פעם.
 - ג. **דגשים** מתמטיים ופדגוגיים הקשורים לנושא הנלמד.
- גיאומטריה משולבת – לפי תוכנית הלימודים למידת הגיאומטריה תעשה באופן משולב. לכל אחד משלושת תחומי הגיאומטריה: גיאומטריה אנליטית, גיאומטריה של המישור וטריגונומטריה יש מאפיינים ייחודיים משלו. יחד עם זאת, שלושתם מהווים חלק בלתי נפרד מהגיאומטריה, ולכן הם יילמדו בצורה משולבת. התרגול המשולב מופיע בספר בשתי דרכים: 1. שאלות משולבות בפרקי הלימוד השונים. 2. פרקים שבהם שאלות משולבות בלבד.
- הסימון ✖ מציינ שאלות או פרקים שלמים המשלבים מספר תחומים של הגיאומטריה.
- פעילויות חקר (מתוקשבות) – חלק מהתכונות והמשפטים החדשים מלמדים בספר מתוך פעילויות חקר. לעיתים ייעשה שימוש ביישומונים מוכנים לשימוש שנכתבו על ידי צוות משבצת.
- פעילויות מתוקשבות נוספות של צוות משבצת ניתן למצוא באתר האינטרנט של משבצת, בחומרים המשוכיכים לספר זה.
- פעילויות מתוקשבות משולבות גם בתרגילים כשאלות פתוחות הנעזרות בתוכנת גאוגברה. בנספח א' בסוף הספר יש עמודי הסבר על שימוש בגאוגברה לשימוש המורים והתלמידים.
- לפי פריסת ההוראה המומלצת של הפיקוח על המתמטיקה, בחודשים ספטמבר/אוקטובר יש ללמד את הנושאים המופיעים בפרק 1 ובפרק 2.

כרך א – 4 יח"ל כיתה יוד התשפ"ז

פריסת שעות

לחודשים ספטמבר – אוקטובר

על פי הפריסה של משרד החינוך לתכנה"ל החדשה

המסמך מבוסס על ההנחות הבאות :

1. 5 שעות שבועיות מוקצבות להקבצה זו.
2. מתוכן מוקדשות לגיאומטריה.
3. 3 מתוכן מוקדשות לחשבון דיפרנציאלי.
4. מתוך החודשיים, בניכוי החגים, יש חמישה שבועות וחצי של לימוד.

הקנה: לגיאומטריה מוקדשות בחודשים אלו סה"כ 12 שעות.

הטבלה הבאה פורסת את הלימוד לפי מספרי עמודים בספר ולפי שעות עבור גאומטריה.

פרק	סעיף	נושא	עמודים	מספר שעות	רשימת תרגילי ליבה
1	א	מערכת צירים, ישרים מאונכים לצירים וחישוב אורך קטע המאונך לאחד הצירים.	7-10	1	(1)(ו), (2)(ו), (4)(א), (6), (7), (11), (13), (15), (18), (19), (21), (22), (24), (25)
	ב	מרחק בין נקודות	11-18		
	ג	נקודת אמצע קטע	19-22	1	(5), (7), (9), (10), (12)
	ד	משוואת קו ישר	23-32	1	(3), (4), (8), (11), (16), (17), (18)
	ה1	מצבים הדדיים בין ישרים – ישרים מקבילים	33-36	1	(1)(ב), (ד), (ו), (2)(ב), (3), (4), (5), (8), (9), (10), (15), (16), (18), (19)
	ה2	הקשר בין הפתרון הגרפי לפתרון האלגברי של מערכת משוואות לינאריות בשני נעלמים	37-41		
	ה3	ישרים מאונכים	42-49	1	(3)(ג), (ז), (ח), (4)(א), (ד), (ה), (ו), (7), (9), (12), (13), (15), (17), (18), (20)
	ו1	קטע אמצעים במשולש	50-58	2	(4), (5), (6), (8), (10), (14), (15), (19), (21), (22), (24)
	ו2	קטע אמצעים בטרפז	59-66	2	(5), (6), (10), (13), (15), (16), (18)
	2	שילוב גיאומטריה של המישור וגיאומטריה אנליטית	67-76	3	(1), (5), (8), (11), (13), (16), (17), (20)
		סה"כ		12	

דגשים מתמטיים ופדגוגיים

לפי פריסת ההוראה המומלצת של הפיקוח על המתמטיקה, בחודשים ספטמבר/אוקטובר יש ללמד את הנושאים המופיעים בפרקים 1 ו-2.

פרק 1

מתחילים את הלמידה בנושא הגיאומטריה האנליטית. נושא זה קל יחסית לתלמידים וגם נלמד בחט"ב. דרך נושא זה גם נקיים חזרה על נושאים בגיאומטריה שנלמדו בחט"ב. לא מומלץ להתחיל את שנה"ל בחזרה בנושא גיאומטריה. דבר זה ייעשה לאורך כל הלמידה בפרקים הראשונים. **פרק 2** הוא פרק של שאלות המשלבות תכנים של חט"ב בגיאומטריה של המישור עם נושאים בגיאומטריה אנליטית. כל הנושאים החדשים בגיאומטריה אנליטית (כגון: אמצע קטע, ישרים מאונכים ועוד) יתורגלו גם בהמשך בתרגילים המשולבים.

סעיף א

בסעיף זה יש חזרה על הבסיס של הגיאומטריה האנליטית. תיאור נקודות במערכת צירים, ישרים מאונכים לצירים וחישוב אורכי קטעים המאונכים לצירים. הנושאים נלמדו בחט"ב ומהווים חזרה, לכן גם משך הזמן המומלץ לסעיף זה קצר. בעמ' 10 בדוגמה מס' 3 מוצגת דרך לחישוב שטח של מצולע. ניתן לחסום את המצולע במלבן שצלעותיו מקבילות לצירים ואז להחסיר שטחי משולשים ישרי זווית שבהם הניצבים מקבילים לצירים. לעיתים נשתמש בשיטה זו לחישוב שטח מצולע גם בהמשך.

סעיף ב

בסעיף זה נלמד את נוסחת חישוב אורך של קטע שניתנת להוכחה באמצעות משפט פיתגורס. כאן ניתן לחזור על משפט פיתגורס ועל המשפט ההפוך. בעמ' 12 בדוגמה מס' (2) יש להוכיח שמרובע הוא דלתון. בנקודה זו כדאי לחזור על הגדרת הדלתון ותכונותיו. כמו כן יש בדוגמה זו שימוש במשפט הפוך למשפט פיתגורס. בנספח ב 1.1 עמ' 270 – 284 יש **סיכום של כל המשפטים והתכונות שנלמדו בחט"ב**. ניתן להפנות תלמידים לשם לחזרה קצרה על הדלתון בעמ' 276. כמו כן לתלמידים הזקוקים לכך: בנספח ב 1.2 עמ' 285 – 290 יש חזרה על **משפט פיתגורס**. בנספח ב 1.3 עמ' 291 – 298 יש חזרה על **שטחים של מצולעים**.

סעיף ג

בסעיף זה נלמד שיעורי אמצע קטע. זהו נושא חדש לתלמידים אך מאוד אינטואיטיבי. בתרגילים לעבודה עצמית בעמ' 21 מופיעים לראשונה תרגילים משולבים. יש להוכיח שמרובע הוא מקבילית/מלבן/מעוין. זאת הזדמנות טובה לערוך חזרה על המרובעים. ניתן להיעזר בנספח ב 1.1 עמ' 273 – 276.

סעיף ד

בסעיף זה נחזור על משוואת הקו הישר. נדגיש את השיפוע הקבוע ואת שיטת המדרגות למציאת שיפוע. שאלות משולבות: עמ' 31 – 32 תר' (16) – (18) משלבים אנליטית עם משולש " 30° , 60° , 90° ", משפט פיתגורס ועוד.

סעיף ה

בסעיף זה נלמד על מצבים הדדיים בין ישרים בייצוג אלגברי ובייצוג גרפי ועל הקשר בין הייצוגים השונים. וכן נלמד על ישרים מאונכים.

עמ' 36 תר' (4) יש להוכיח בשתי דרכים מקבילות של שני זוגות קטעים. בדרך של גיאומטריה אנליטית ניתן להראות לפי שיפועים שני זוגות של צלעות מקבילות. בגיאומטריה של המישור (ללא חישובים נוספים) ניתן להשתמש במשפט שאם במרובע האלכסונים חוצים זה את זה, המרובע הוא מקבילית. בתרגיל זה חוזרים על התכונות שמרובע צריך לקיים כדי שיהיה מקבילית.

גם כאן אם יש צורך, ניתן להיעזר בנספח ב לתרגול נוסף של הגיאומטריה.

בתרגילים בעמ' 40 נדרש למצוא נקודת חיתוך בין ישרים. לפי גישת ה"אלגברה לפי הקשר וצורך", זוהי הזדמנות טובה לחזור על פתרון מערכת משוואות ממעלה ראשונה.

בסעיף ה3. הדן בישרים מאונכים יש תרגילים משולבים רבים. לעיתים השילוב בא לידי ביטוי בפתרון השאלה בדרכים שונות.

לדוגמה עמ' 46 תר' (14): יש להראות שהמשולש ישר-זווית. ניתן להראות זאת באמצעות ישרים מאונכים או באמצעות המשפט ההפוך למשפט פיתגורס. אם תלמיד פתר בדרך מסוימת, ניתן לשאול האם יש דרך נוספת. פתרון שאלות בדרכים שונות היא אסטרטגיית הוראה המפתחת את הקישוריות אצל התלמיד ותורמת להבנה.

סעיף ו

בסעיף זה נלמד על קטע אמצעים במשולש ובטרפז.

לפי המלצות הפיקוח לחט"ב בשנים האחרונות הנושא של קטע אמצעים בטרפז לא נלמד בחט"ב. אנו התייחסנו אל שני הנושאים כאל נושאים חדשים והלמידה שלהם היא מהבסיס. אם תלמידים מכירים נושאים אלה, ניתן לעבור מהר יותר להמשך. הלמידה של הנושא מומלצת על ידנו כלמידת חקר. המשפטים מופיעים מיד לאחר משימות החקר. מה שנלמד בתחילת הפרק בגיאומטריה אנליטית, ייושם במשימת החקר בלמידה פעילה ותתרום להנאה ולהבנה.

גם בסעיף זה יש שאלות משולבות בתרגול, המשלבות נושאים של הגיאומטריה של המישור שנלמדו בחט"ב ונושאים בגיאומטריה אנליטית שנלמדו לאורך הפרק.

פרק 2

בכל הפרק יש שאלות המשלבות גיאומטריה אנליטית וגיאומטריה של המישור בנושאים שנלמדו בחט"ב בתוספת של קטע אמצעים במשולש ובטרפז. בפרק זה ניתן להעמיק את החזרה על נושאים שנלמדו בחט"ב ועל נושאים שנלמדו בפרק 1.

הדוגמאות הפתורות מציגות דרך אפשרית לכתיבה של פתרון לשאלות בגיאומטריה המשולבת.

השאלות לעבודה עצמית כוללות הוכחת מרובעים, חפיפת משולשים והעלאת השערות והוכחתן.

כרך א – 4 יח"ל כיתה יוד התשפ"ז

פריסת שעות

לחודשים נובמבר – דצמבר

על פי הפריסה של משרד החינוך לתכנה"ל החדשה

המסמך מבוסס על ההנחות הבאות :

1. 5 שעות שבועיות מוקצבות להקבצה זו.

2. מתוכן מוקדשות לגיאומטריה.

3. מתוכן מוקדשות לחשבון דיפרנציאלי.

לגיאומטריה מוקדשות בחודשים אלה סה"כ 14 שעות.

הטבלה הבאה פורסת את הלימוד לפי מספרי עמודים בספר ולפי שעות עבור גאומטריה.

פרק	סעיף	נושא	עמודים	מספר שעות	רשימת תרגילי ליבה
3	א	מבוא	77		
	ב	שלושת משפטי הדמיון של המשולשים חישובים במשולשים באמצעות יחס הדמיון	78-88	6	מעמ' 81 : (1), (2)
					מעמ' 82 : (1), (2)
					מעמ' 83 : (1), (2)
					מעמ' 84-88 : (1), (2), (3), (4), (6), (8), (14), (15), (18), (19)
	ג	היחס בין שטחים של משולשים דומים	89-93	2	(1), (4), (7), (8), (10)
4		שילוב דמיון משולשים וגיאומטריה אנליטית	94-112	6	(2), (3), (6), (7), (8), (10), (12), (13), (15), (17), (20), (21), (23), (24), (26), (31)
		סה"כ		14	

דגשים מתמטיים ופדגוגיים

- לפי פריסת ההוראה המומלצת של הפיקוח על המתמטיקה, בחודשים נובמבר/דצמבר יש ללמד את הנושאים המופיעים בפרקים 3 ו-4.

- לפי חוזר מפמ"ר תשפ"ז לא יהיה שימוש בפרמטרים בנושא הגיאומטריה.

שאלה	עמוד	בפרקים 3 ו-4 השאלות שיש בהן פרמטרים הן:
(10)	85	
(11)	86	
(9)	92	
(28)	107	

ניתן להחליף את הפרמטר במספר או לדלג על השאלה.

פרק 3 – דמיון משולשים

- הפרק מתחיל במבוא ובו שימוש בדמיון בחיי היומיום.
- אפשר לחבר את התלמידים לנושא באמצעות דוגמאות אלה.
- משפטי הדמיון לפי התוכנית הינם (ז.ז), (ז.ז.ז), (ז.ז.ז.ז).
- לפי התוכנית לא נדרשת הוכחה למשפטי הדמיון.
- שלושת משפטי הדמיון מוצגים כל אחד בנפרד, ואחרי כל משפט יש דוגמה או דוגמאות פתורות ושני תרגילים לתרגול בסיסי של המשפט ותרגול נוסף כמפורט להלן:
- בעמודים 84 – 88 - תרגילים לעבודה עצמית בנושא דמיון משולשים ומשפטים הנובעים מהדמיון.
- בעמודים 89 – 92 - תרגול המשפט על יחס השטחים במשולשים דומים.
- בעמודים 94 – 112 - תרגול משולב של גיאומטריה אנליטית עם דמיון משולשים.
- וכן בהמשך הספר בפרקים המתאימים.
- משפט הדמיון הנפוץ ביותר בשימושו (שנלמד גם בחט"ב) הוא משפט (ז.ז).
- מומלץ לתרגל משפט זה לפני שעוברים למשפטי הדמיון הנוספים:
- עמוד 81 תרגילים (1) – (2), עמוד 84 תרגילים (1) – (4).
- בשני משפטי הדמיון הנוספים ניתן לתרגל את שני התרגילים הנלווים ולעבור לשאלות לעבודה עצמית.
- בעמוד 84, בראש העמוד, מצוינים משפטים הנובעים מיחס הדמיון במשולשים דומים.
- אין צורך להוכיח את המשפטים. בנינו המחשבות מתוקשבות ל-4 המשפטים.
- הן נמצאות ב"פעילויות מתוקשבות" באתר.

עמודים 84 – 88 שאלות לעבודה עצמית

- שאלה (1) היא שאלה על דמיון בטרפז.
- בכל טרפז מתקיים דמיון הנובע ממשפט (ז.ז).
- בכיתות חזקות ניתן להכליל את השאלה.

סעיף ג – עמוד 89 - היחס בין שטחים של משולשים דומים

- המשפט מובא עם הוכחה.
- בעמוד 89 יש קישור להמחשה מתוקשבת של המשפט.
- ניתן לשנות את היחס k , להזיז את קדקודי המשולש ולראות שהתוצאות מקיימות את המשפט.

דוגמה פתורה עמוד 90

בדוגמה זו מוצעות שתי דרכים לפתרון.

(1) למשולשים גובה משותף, לכן יחס השטחים שווה ליחס הצלעות.

(2) יחס השטחים במשולשים דומים.

המלצתנו היא להראות את שתי הדרכים על מנת לבסס את ההבנה.

שאלות לעבודה עצמית עמודים 91 – 92

בשאלות (1) – (4) יש שימוש במשפט על יחס השטחים במשולשים דומים, הוכחת דמיון משולשים, חיסור שטחים, משפט פיתגורס.

בשאלה (5) – את סעיף (א) (ii) ניתן לפתור הן באמצעות יחס היקפים במשולשים דומים והן באמצעות חישוב אורכי צלעות משולש EFB.

פרק 4 – שילוב דמיון משולשים וגיאומטריה אנליטית

בפרק זה יש תרגול נוסף לנושא הדמיון שנלמד בפרק הקודם וכן שימוש בגיאומטריה אנליטית.

דוגמאות פתורות עמודים 94 – 98

בדוגמה (1) יש שימוש במשפט דמיון (ז.ז), ביחס הגבהים במשולשים דומים ובשטחי משולשים בעלי גובה משותף.

בדוגמה (2) יש הוכחה שמרובע הוא טרפז.

נדגיש שעל מנת להוכיח שמרובע הוא טרפז יש להוכיח שיש זוג אחד בלבד של צלעות נגדיות מקבילות.

בדוגמה זו, הזוג השני בוודאי אינו מקביל, כיוון שהצלעות נפגשות בנקודה A.

כלומר צריך להראות שיש זוג צלעות נגדיות מקבילות ובנוסף או שזוג הצלעות השני אינו מקביל או שזוג הצלעות המקבילות הן בעלות אורכים שונים.

שאלות לעבודה עצמית עמודים 98 – 109

יש 32 שאלות שבהן חזרה על תכנים נוספים שכבר נלמדו.

בחלק מהתרגילים מתחילים במערכת צירים ובהנדסה אנליטית ואחר כך ממשיכים לגיאומטריה של המישור, ובחלק מהתרגילים – הפוך.

לתלמידים בד"כ קל יותר להתחיל מהנדסה אנליטית אך יש לשים לב שפותרים תרגילים משני הסוגים.

תרגיל (2) עמוד 99 – לתרגיל זה מצורף יישומון להמחשה.

בהזזת קדקוד B יש להקפיד שהמשולש יישאר ישר-זווית. ניתן לראות את גודל הזווית ולהבין מהם המשולשים הדומים לפי (ז.ז).

תרגיל (4) עמוד 99 – לתרגיל זה מצורף פתרון מלא בעמוד 109.

תרגיל (7) עמוד 100 – בסעיף (ג) (ii) מראים שקטע אמצעים בטרפז לא עובר דרך נקודת חיתוך אלכסוני

הטרפז. תלמידים רבים נוטים לחשוב שכן. התרגיל טוב לטיפול בשגיאה אופיינית זו של התלמידים.

אפשר לשאול בכיתה מה דעתם לפני פתרון השאלה, ואז לדון בכך.

תרגיל (20) עמוד 104 – כל שידוע על נקודה C הוא ששיעור ה-y שלה שווה ל-15.

הנקודה C יכולה לנוע על הישר $y = 15$.

נקודות D, F, E, M : ניתן לחשב את שיעורי ה-y שלהן.

שיעור ה-x משתנה בהתאם לשיעור ה-x של נקודה C.

בפרקי הגיאומטריה יש שאלות קצרות המשלבות גיאומטריות שונות.
 בפרקים שהם רק שאלות משולבות (פרקים 2, 4, 6, 10) השאלות מורכבות וארוכות יותר.
 עבור כיתות לא חזקות של 4 יח"ל, המתקשות להתמודד עם שילוב הגיאומטריות, ניתן לשלב בהדרגה את הגיאומטריות על מנת להגיע לרמה הנדרשת.
 ניתן לעשות את על ידי "קיצור" השאלות ופתרון חלק מהסעיפים (ראו פירוט בטבלה א. להלן),
 או על ידי "פיצול" שאלות לשני תרגילים (ראו פירוט בטבלה ב. להלן).

א. בשאלות הבאות (בכיתות לא חזקות) ניתן לפתור רק את הסעיפים הרשומים:

עמוד	שאלה	לפתור רק סעיפים
99	(3)	(א) – (ג) או (א) – (ד)
100	(7)	(א) – (ב) (ii) או (א) – (ב) (v)
101	(10)	(א) – (ה) (iii)
104	(20)	(א) – (ג)
105	(21)	(א) – (ה)
106	(25)	(א) – (ג)
107	(28)	(א) – (ד)
108	(31)	(א) – (ד)

הערה: ניתן לפתור את השאלות (שקוצרו) כפי שהן מופיעות בספר (במלואן) בסיום לימוד הגיאומטריה.

ב. את השאלות הבאות (בכיתות לא חזקות) ניתן לפצל לשתי שאלות נפרדות כאשר השאלה השנייה יכולה להיות שאלת המשך לשאלה הראשונה.

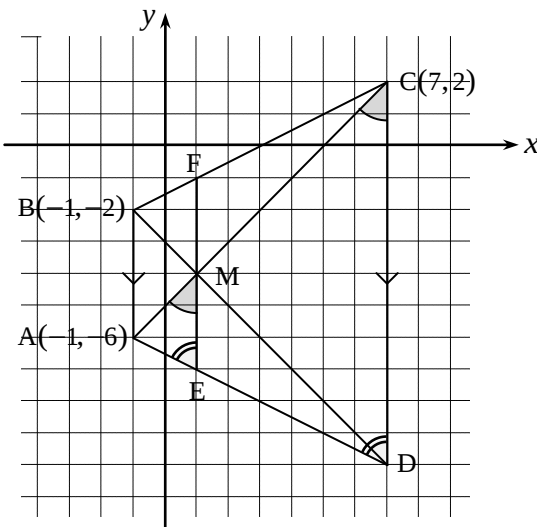
עמודים	שאלה	סעיפי שאלה מקוצרת	סעיפי שאלה חדשה / שאלת המשך
100-101	(8)	(א) – (ג)	(ד) – (ו)
101	(9)	(א) – (ג)	(ד) – (ו)
105	(22)	(א) – (ד)	(ה) – (יא)
108	(30)	(א) – (ד)	(ה) – (ח)

הערה: דף עבודה חלופי לשאלות המקוצרות הנ"ל (עבור התלמידים המתקשים)

ניתן להוריד מאתר האינטרנט של משבצת בקישור הבא:

[קישור לדף עבודה שילוב דמיון ואנליטית \(לתלמידים מתקשים\)](#)

- בנוסף, בעמוד הבא, מצורף פתרון תרגיל (8) (מעמודים 100 – 101 בספר).
- בעמודי הפתרונות 109 – 112 בספר, נמצאים פתרונות מלאים גם לשאלות (4) ו-(25).



(8) פתרון מלא:

(א) סרטוט משמאל.

$$\angle AME = \angle ACD \quad (\text{ב})$$

זוויות מתאימות שוות

$$\angle AEM = \angle ADC$$

בין ישרים מקבילים.

$\Downarrow$

$$\triangle AME \sim \triangle ACD$$

לפי משפט דמיון ז.ז.

AB מקביל לציר ה-y.

$$x_A = x_B = -1 \quad (\text{ג}) \quad (i)$$

צלעות נגדיות בטרפז.

$$CD \parallel BA$$

$\Downarrow$

CD מקביל לציר y

$$x_D = x_C = 7$$

(ii) נסמן $D(7, y)$

טרפז שווה-שוקיים.

$$BC = AD$$

$$BC^2 = AD^2$$

לפי נוסחת המרחק בין שתי נקודות:

$$(7+1)^2 + (2+2)^2 = (7+1)^2 + (y+6)^2 \Rightarrow 16 = (y+6)^2$$

$\Downarrow$

$$y+6 = 4 \quad \text{או}$$

$$y+6 = -4$$

$$y_D = -2$$

$$y_D = -10$$

$$CD = BA = 4 \text{ יח"א}$$

$$CD = 12 \text{ יח"א}$$

$\Downarrow$

$\Downarrow$

ABCD

ABCD

מקבילית

טרפז שווה-שוקיים

מסקנה: $y_D = -10$

$$\angle ABM = \angle CDM \text{ ו- } \angle BAM = \angle DCM \quad \triangle ABM \sim \triangle CDM \quad (\text{ד})$$

לפי משפט ז.ז. זוויות מתחלפות שוות בין ישרים מקבילים.

$$\frac{AB}{CD} = k = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \quad \text{יחס הדמיון:}$$

נסמן $AM = x$, $BM = y$ ואז $MD = 3y$, $MC = 3x$

$$\frac{CD}{AB} = \frac{12}{4} = 3 \quad (i)$$

$$\frac{AM}{AC} = \frac{x}{4x} = \frac{1}{4} \quad (ii)$$

לפי פרופורציה בין אורכי הצלעות במשולשים דומים $\triangle AME \sim \triangle ACD$.

$$\frac{ME}{CD} = \frac{AM}{AC} = \frac{1}{4} \quad (iii)$$

$$\boxed{ME = 3 \text{ יח"א}} \Leftarrow \frac{ME}{CD} = \frac{1}{4}, \quad CD = 12 \quad (\text{ה})$$

המשך בעמוד הבא <<<

$$m_{AC} = \frac{2+6}{7+1} = 1 \quad \Leftrightarrow C(7,2), A(-1,-6) \quad (i) \quad (n)$$

$$y - 2 = 1(x - 7) \Rightarrow \boxed{y = x - 5} \quad : \text{משוואת AC}$$

$$m_{BD} = \frac{-2+10}{-1-7} = \frac{8}{-8} = -1 \quad \Leftrightarrow D(7,-10), B(-1,-2)$$

$$y + 10 = -1(x - 7) \Rightarrow \boxed{y = -x - 3} \quad : \text{משוואת BD}$$

$$\begin{cases} y = x - 5 \\ y = -x - 3 \end{cases} \Rightarrow x - 5 = -x - 3 \Rightarrow \begin{matrix} x = 1 \\ y = -4 \end{matrix} \Rightarrow M(1, -4) \quad (ii)$$

FE (iii) מקביל לבסיסים ולכן משוואתו מהצורה: מספר קבוע $x =$

$$\boxed{x = 1 \text{ משוואת FE היא}} \quad \Leftrightarrow x_M = 1$$

$$m_{AD} = \frac{-6+10}{-1-7} = \frac{4}{-8} = -\frac{1}{2} \quad \Leftrightarrow D(7,-10), A(-1,-6)$$

$$y + 10 = -\frac{1}{2}(x - 7) \Rightarrow \boxed{y = -\frac{1}{2}x - 6\frac{1}{2}} \quad : \text{משוואת AD}$$

$$\begin{matrix} AD \\ FE \end{matrix} \begin{cases} y = -\frac{1}{2}x - 6\frac{1}{2} \\ x = 1 \end{cases} \Rightarrow y = -\frac{1}{2} - 6\frac{1}{2} = -7 \quad (iv)$$

$$\Downarrow \\ E(1, -7)$$

$$ME = -4 + 7 = 3 \text{ יח"א} \quad (v)$$

כרך א – 4 יח"ל כיתה יוד התשפ"ז

פריסת שעות

לחודשים ינואר – פברואר

על פי הפריסה של משרד החינוך לתכ"ל החדשה. המסמך מבוסס על ההנחות הבאות:

1. 5 שעות שבועיות מוקצבות להקבצה זו.
2. מתוכן מוקדשות לגיאומטריה.
3. 3 מתוכן מוקדשות לחשבון דיפרנציאלי.

לגיאומטריה מוקדשות בחודשים אלה סה"כ 26 שעות.

הטבלה הבאה פורסת את הלימוד לפי מספרי עמודים בספר ולפי שעות עבור גאומטריה.

פרק	סעיף	נושא	עמודים	מספר שעות	רשימת תרגילי ליבה
פרק 5 - טריגונומטריה					
5.1	הפונקציות הטריגונומטריות		113-118	4	
	ב	חישובים טריגונומטריים באמצעות מחשבון	118		(1) א – ג, (2) א, ג, ה
5.2	התרת משולשים ישרי-זווית		119-134	6	
	א	חישובים יסודיים במשולש ישר-זווית			
	1א	חישובים עם פונקציית הטנגנס	120		(2), (5), (6)
	2א	חישובים עם פונקציית הסינוס	122		(1), (2), (3), (4), (6)
	3א	חישובים עם פונקציית הקוסינוס	124		(1), (2), (3), (4)
	4א	חישובים עם 3 הפונקציות: טנגנס, סינוס וקוסינוס	125-126		הכול (1) – (5)
	ב	התרת משולשים ישרי-זווית: תרגילים נוספים	129-134		(2), (4), (7), (8), (12), (13), (18), (21), (24), (25), (27), (29), (30)
5.3	הפונקציות הטריגונומטריות של זוויות מיוחדות, זהויות טריגונומטריות יסודיות		135-138	2	–
5.4	התרת מצולעים המתפרקים למשולשים ישרי זווית		139-166		
	א	פתרון שאלות יסודיות עם משולש שוו"ש ומלבן	141-143	2	(3), (4), (6), (10), (11), (13), (15), (17)
	ב	שטחים של משולשים ומרובעים	145-146	4	(3), (5), (6), (8), (10)
			151-153		(1), (3), (5), (7), (9), (10), (15), (21)
			155-159		(1), (4), (8), (12), (14), (15), (19), (22), (23), (24)
	ד	פתרון שאלות עם פרמטרים	160-166		לפי חוזר מפמ"ר תשפ"ז לא יהיה שימוש בפרמטרים בנושא הגיאומטריה.
5.5	התרת מצולעים המתפרקים למשולשים ישרי זווית: שאלות סיכום וחזרה		169-171	2	(1) א, ב, ה, ו, (5), (8), (10), (11), (12)

המשך הטבלה בעמוד הבא

פרק	סעיף	נושא	עמודים	מספר שעות	רשימת תרגילי ליבה
פרק 6 - גיאומטריה משולבת					
			172-194	6	
6.1		טריגונומטריה וגיאומטריה של המישור	175-178		(1), (2), (3), (7), (8), (11)
6.2		טריגונומטריה, גיאומטריה של המישור וגיאומטריה אנליטית	185-192		(2), (5), (7), (9), (11), (13), (15), (17), (20), (23), (27)
			סה"כ	26 שעות	

דגשים מתמטיים ופדגוגיים

פרק 5

בתכנה"ל החדשה ברמת 4 יח"ל לא מלמדים חדו"א של הפונקציות הטריגונומטריות, לכן נגדיר את הפונקציות הטריגונומטריות במשולש ישר-זווית כיחס בין צלעות. בדוגמה הפתורה בעמוד 114 ובהמחשה המתוקשבת עמוד 115 ניתן להסיק את המסקנה הכתובה בעמוד 116. כלומר ניתנת הצדקה לשימוש בפונקציות הטריגונומטריות במשולש ישר-זווית כיחס בין הצלעות. יחס זה מתקיים בכל משולש וזה נובע מדמיון משולשים. הפעילויות הנ"ל חשובות להצדקת ההגדרה של הפונקציות הטריגונומטריות במשולש ישר-זווית. בסעיף ב עמוד 117 ניתן הסבר על חישובים טריגונומטריים באמצעות מחשבון, ובתרגילים בעמוד 118 בודקים שהתלמידים אכן יודעים להשתמש במחשבון לחישובים טריגונומטריים.

בפרק 5.2 נעסוק בחישובים במשולשים ישרי-זווית. נעשה שימוש במשפט פיתגורס – ואנו ממליצים להזכירו.

בסעיף א – נעסוק בחישובים יסודיים במשולש ישר-זווית:

א1 – חישובים עם פונקציית הטנגנס

א2 – חישובים עם פונקציית הסינוס

א3 – חישובים עם פונקציית הקוסינוס

בכל אחד מהסעיפים הנ"ל יש מספר דוגמאות פתורות ולאחריהן מספר תרגילים פשוטים מותאמים לאותו סעיף. בעמוד 123 נראה כהטרמה את הקשר $\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$ ו- $\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$. ניתן גם להתייחס לתחום הערכים שמקבלות כל אחת מהפונקציות הללו כפי שניתן להסיק בעמודים 116, 117 בעזרת המחשורת מתוקשבות. בסעיף א4 עמ' 125 – 126 יש תרגול פשוט המשלב את שלוש הפונקציות הטריגונומטריות.

בסעיף ב – עמ' 127 – 134 יש תרגילים עם משולש ישר-זווית וכן תרגילים משולבים.

התרגילים משלבים שני נושאים מתחומי הגיאומטריה, פרט לתרגיל (30) עמוד 133 המשלב 3 נושאים.

לפי חוזר מפמ"ר בשנת תשפ"ז יהיה שילוב שני נושאים בלבד.

בסעיף זה של השאלות המשולבות, התרגילים בסיסיים, קצרים יחסית ומתאימים גם לקבוצות חלשות

של 4 יח"ל.

בתרגיל (24) עמ' 132 יש שילוב של הנדסה אנליטית וטריגונומטריה (בטריגו' חישובי זוויות במשולש ישר-זווית).

בתרגיל (25) עמ' 133 אין סעיף מדרגה.

התלמידים צריכים להבין איך לחשב $\angle DAC$ לפי נתוני השאלה.

לתלמידים המתקשים ניתן לרמוז על השלב החסר.

בתרגיל (29) עמ' 133 יש שילוב טריגו' (חישוב זוויות במשולש) וגיאומטריה של המישור.

פרק 5.3 – עמודים 135 – 138 עוסק בפונקציות הטריגונומטריות של זוויות מיוחדות ובהוויות טריגונומטריות יסודיות.

מטרת הפרק היא להכיר לתלמידים את הזוויות המיוחדות, את הקשרים היסודיים בין הפונקציות תוך שימוש במשפט פיתגורס ובפונקציות הטריגונומטריות שנלמדו.

מומלץ להקדיש לנושא שיעור 1 – 2.

פרק 5.4 – עמודים 139 – 166 נעסוק בשאלות של התרת מצולעים המתפרקים למשולשים ישרי-זווית.

נציין כי לעיתים נוח לסרטט את המשולש מחוץ למרובע, לסמן את הנתונים ולחשב את המבוקש.

בסעיפים א – ג נעסוק בשטחים של משולשים.

נציג נוסחה לחישוב שטח משולש בגישה טריגונומטרית.

בעמוד 149 – נציג את הנוסחה $\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$, ונסביר אותה באמצעות שימוש במשפט מגיאומטריה

של המישור: תיכון במשולש מחלק את המשולש לשני משולשים שווי-שטח.

בעמוד זה בהערה 2 – נציג נוסחה לחישוב שטח מרובע כלשהו על ידי אלכסונו והזווית בין האלכסונים.

בסעיף ג – נעסוק במשולשים ובמרובעים וזוהי הזדמנות טובה לחזור שוב על תכונותיהם.

נזכיר כי בנספח ב' החל מעמוד 270 יש ריכוז של כל המשפטים והתכונות של משולשים ומרובעים שנלמדו בחט"ב.

בפרק 5.5 – שאלות סיכום וחזרה ללא שימוש בפרמטרים.

מומלץ לתרגל מפרק זה לקראת מבחן.

פרק 6

שילוב גיאומטריות – בפרק זה חזרה נוספת על כל התכנים שנלמדו עד כה.

פרק 6.1 – שילוב טריגונומטריה וגיאומטריה של המישור.

פרק 6.2 – שילוב כל התכנים בגיאומטריה שנלמדו עד כה.

לפי חוזר מפמ"ר, בשנת תשפ"ז ישולבו שאלות **משני נושאים בלבד**.

שאלות המשלבות 3 נושאים מסומנות בספר בסמליל ■■. לא חובה כרגע לפתור שאלות אלה.

בכיתות חזקות – ניתן לפתור גם שאלות אלה לחידוד ההבנה.

עמוד 183 דוגמה (4) סעיף (יג),

עמוד 185 תרגיל (4) סעיף (ג),

עמוד 187 תרגיל (12) סעיף (י),

עמוד 189 תרגיל (21) סעיף (ג)(2),

עמוד 189 תרגיל (22) סעיף (ג),

עמודים 190-191 תרגיל (25) סעיפים (ח) – (ט),

עמוד 191-192 תרגיל (26) סעיף (ו) דרך 3.