אינסוף
מתמטיקה

אשכול התמצאות במישור ובמרחב · מתמטיקה 3 יחידות לימוד · שאלון 35371

טריגונומטריה במשולש ישר זווית

מדריך למורה ולתלמיד: הסברים, נימוקים, אינטואיציה, טיפים, 10 תרגילי דוגמה עם פתרון מלא ותרגול עם תשובות

סולם שנשען על קיר, עפיפון, מגדלור או רחפן: מספיקים אורך אחד וזווית אחת כדי לחשב את כל השאר, בלי למדוד. **תלמיד** ילמד כאן לבחור את הפונקציה הנכונה ולפתור שאלה של שני משולשים. **מורה** ימצא מסגרות «למורה», מפה של הנושא בבחינות 2024–2026 ורצף הוראה.

תוכן העניינים

1. איך השאלה נראית בבגרות **2**

2. מאיפה זה בא: דמיון **3**

3. מציאת צלע **4**

4. מציאת זווית **5**

5. זווית גובה וזווית עומק **6**

6. התבנית של הבחינה: שני משולשים **7**

7. פירוק צורות למשולשים ישרי זווית **7**

8. טיפים וטריקים **8**

9. טעויות נפוצות **9**

10. למורה: רצף הוראה מוצע **9**

11. עשרה תרגילי דוגמה עם פתרון מלא **10**

תרגיל 1: הכרת הפונקציות במשולש 6, 8, 10 10

תרגיל 2: עפיפון: יתר וזווית 11

תרגיל 3: כבש לכיסאות גלגלים: בדיקה מול תקן 12

תרגיל 4: עמוד וכבל: הנעלם במכנה 13

תרגיל 5: מגדל: זווית גובה משני מקומות 14

תרגיל 6: מגדלור וספינה: זווית עומק 15

תרגיל 7: שתי אומגות: צלע משותפת 16

תרגיל 8: מסגרת של לוח סולארי: גובה ליתר 17

תרגיל 9: תעלת מים: טרפז שווה שוקיים 18

תרגיל 10: שאלה ברמת בגרות: רחפן 19

12. תרגול נוסף **21**

13. תשובות ורמזים **25**

14. דף סיכום **26**

© אור בן שטרית · אינסוף

1. איך השאלה נראית בבגרות

בכל מועד של שאלון 35371 שאלה 4, באשכול התמצאות במישור ובמרחב, עוסקת בטריגונומטריה במשולש ישר זווית. השאלה בנויה כמעט תמיד משני משולשים ישרי זווית שיש להם ניצב משותף:

1. **המשולש הראשון:** נתונים צלע וזווית, ומוצאים ניצב אחד או שניים בעזרת סינוס, קוסינוס או טנגנס.
2. **הגשר:** הניצב שמצאנו הוא גם צלע במשולש השני.
3. **המשולש השני:** נתונה צלע נוספת, ומוצאים זווית בעזרת פונקציה הפוכה.
4. **סיכום:** מרחק כולל, הפרש בין אורכים או אורך נוסף בעזרת משפט פיתגורס.

מועד	הסיפור	המשולש הראשון	המשולש השני	הסיכום
קיץ 2024 א	שחייה אל מצוף	יתר וזווית: ניצב	ניצב משותף וניצב נוסף: זווית	סכום מרחקים
קיץ 2024 ב	מגדל ותצפית	יתר וזווית: שני ניצבים	ניצב ארוך יותר: זווית	נקודת אמצע, פיתגורס
קיץ 2025 א	מכשיר בחדר כושר	שני ניצבים: יתר וזווית	גובה ליתר: המשולש הגדול	אורך היתר הגדול
קיץ 2025 ב	זרוע של מנוף	ניצב וזווית: ניצב ויתר	הזזה של הבסיס: זווית	הפרש בין אורכים
קיץ 2026 א	צלמת ציפורים	יתר וזווית: שני ניצבים	מרחק נוסף על הקרקע: זווית	בלי סעיף נוסף
קיץ 2026 ב	שני סולמות	יתר וזווית: שני ניצבים	יתר נוסף: זווית	סכום מרחקים

מה לומדים מהטבלה

בכל ששת המועדים יש גם חישוב של צלע וגם חישוב של זווית, ובכולם הצלע המשותפת מעבירה מידע ממשולש למשולש. המונחים «זווית גובה» ו«זווית עומק» לא הופיעו בשאלונים האלה, אבל הם בתוכנית הלימודים, ולכן כדאי להכיר אותם. מי ששולט בתבנית של שני המשולשים מוכן כמעט לכל שאלה.

מה יש בדף הנוסחאות

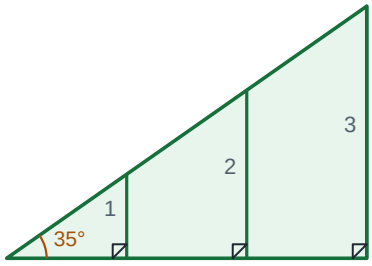
בדף הנוסחאות מופיעים $\sin\alpha = a \div c$, $\cos\alpha = b \div c$, $\tan\alpha = a \div b$, כאשר a הוא הניצב שמול הזווית, b הוא הניצב שליד הזווית ו־c הוא היתר. מופיעים שם גם משפט פיתגורס והשטח $S = \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \sin\alpha$. צריך לזכור איך מזהים את הצלעות, אבל לא את הנוסחאות.

© אור בן שטרית · אינסוף

2. מאיפה זה בא: דמיון

במשולשים ישרי זווית שיש להם זווית חדה שווה, גם הזווית השלישית שווה, ולכן המשולשים דומים. במשולשים דומים, היחס בין שתי צלעות באותו משולש הוא קבוע. לכן היחס תלוי רק בזווית, ולא בגודל המשולש.

משולש	ניצב מול הזווית	יתר	היחס
1	1.40	2.44	0.574
2	2.80	4.88	0.574
3	4.20	7.32	0.574



שלושה משולשים ישרי זווית דומים, עם זווית משותפת

בזווית של $35°$, הניצב שמול הזווית הוא תמיד 0.574 מהיתר. למספר הזה קוראים $\sin 35°$.

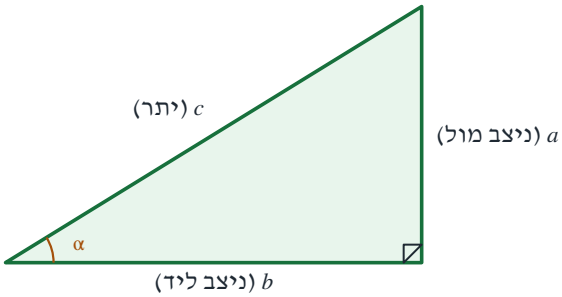
אינטואיציה

כל זווית היא «מתכון» לצורה של משולש ישר זווית. המחשבון מכיר את המתכונים: הקישו $\sin 35$ וקבלו את היחס. אם יודעים את האורך של צלע אחת, היחס נותן את האורך של צלע אחרת.

למורה

תוכנית הלימודים מבקשת שהתלמידים יגלו זאת בעצמם. כל תלמיד מסרטט בסרגל ובמד זווית משולש ישר זווית עם זווית של $35°$, בגודל שהוא בוחר, ומחשב את היחס. אחר כך משווים בכיתה: כולם מקבלים בערך 0.57. רק אחרי הגילוי נותנים את השם סינוס, ובודקים במחשבון.

שלוש הפונקציות



שמות הצלעות תלויים בזווית

© אור בן שטרית · אינסוף

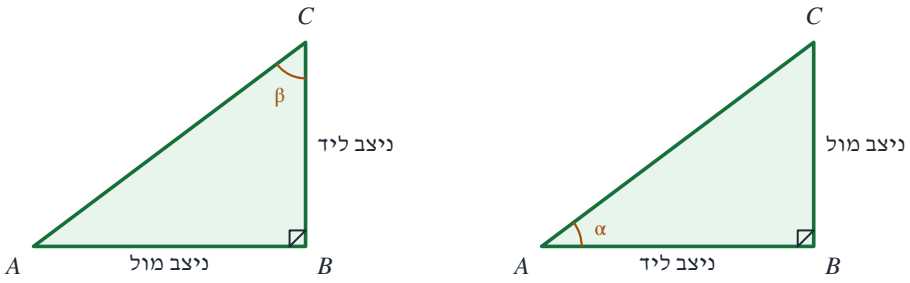
הפונקציה	במילים	בסימנים
סינוס	הניצב **מול** הזווית, חלקי היתר	$\sin\alpha = \frac{a}{c}$
קוסינוס	הניצב **ליד** הזווית, חלקי היתר	$\cos\alpha = \frac{b}{c}$
טנגנס	הניצב **מול** הזווית, חלקי הניצב **ליד** הזווית	$\tan\alpha = \frac{a}{b}$

טיפ: איך לזכור

נסמן מול ב־נ (נגדי), ליד ב־ל, ויתר ב־י. כך מתקבל צירוף קל לזכירה: **ס־נ־י, ק־ל־י, ט־נ־ל**. סינוס הוא נגדי חלקי יתר, קוסינוס הוא ליד חלקי יתר, וטנגנס הוא נגדי חלקי ליד.

מי מול ומי ליד?

היתר הוא תמיד הצלע שמול הזווית הישרה. שני הניצבים מחליפים תפקידים לפי הזווית שבוחרים:



מהזווית β — מהזווית α

בגלל זה, בכל משולש ישר זווית, $\sin\alpha = \cos\beta$, כאשר α ו־β הן שתי הזוויות החדות. סכומן הוא $90°$.

במחשבון

- **מצב מעלות:** בדקו שהמחשבון במצב DEG (או D). בדיקה מהירה: $\sin 30°$ צריך לתת 0.5.
- **סדר ההקשה:** ברוב המחשבונים מקישים sin, אחר כך את הזווית, ואחר כך שווה.
- **פונקציה הפוכה:** $\sin^{-1}$, $\cos^{-1}$, $\tan^{-1}$, בדרך כלל במקש SHIFT או 2nd. היא מקבלת יחס ומחזירה זווית.

3. מציאת צלע

1. **סמנו** ביחס לזווית הידועה: מי מול, מי ליד ומי יתר.
2. **בחרו** פונקציה שיש בה הצלע הידועה והצלע המבוקשת.
3. **כתבו** את היחס, הציבו, ופתרו.

© אור בן שטרית · אינסוף

ידוע	מבוקש	הפונקציה	הביטוי	דוגמה
יתר	מול	סינוס	$a = c \cdot \sin\alpha$	$c = 12$, $\alpha = 30°$: $a = 6$
יתר	ליד	קוסינוס	$b = c \cdot \cos\alpha$	$c = 12$, $\alpha = 30°$: $b \approx 10.39$
ליד	מול	טנגנס	$a = b \cdot \tan\alpha$	$b = 20$, $\alpha = 25°$: $a \approx 9.33$
מול	ליד	טנגנס	$b = a \div \tan\alpha$	$a = 8$, $\alpha = 35°$: $b \approx 11.43$
מול	יתר	סינוס	$c = a \div \sin\alpha$	$a = 8$, $\alpha = 35°$: $c \approx 13.95$
ליד	יתר	קוסינוס	$c = b \div \cos\alpha$	$b = 20$, $\alpha = 25°$: $c \approx 22.07$

טעות נפוצה

כשהנעלם במכנה, לא כופלים אלא מחלקים. אם $\sin 35° = 8 \div c$, אז $c = 8 \div \sin 35°$, ולא $8 \cdot \sin 35°$. בדיקה: היתר חייב להיות הצלע הארוכה ביותר.

בדיקות מהירות

- הסינוס והקוסינוס של זווית חדה הם תמיד בין 0 ל־1, כי ניצב קצר מהיתר.
- הטנגנס יכול להיות גדול מ־1: בזווית של $45°$ הוא בדיוק 1, ומעל $45°$ הניצב שמול הזווית ארוך יותר.
- מול הזווית הגדולה נמצאת הצלע הגדולה.
- אם יש שתי צלעות, בדקו בפיתגורס: $a^2 + b^2 = c^2$.

4. מציאת זווית

כשידועות שתי צלעות, היחס ביניהן הוא הסינוס, הקוסינוס או הטנגנס של הזווית. הפונקציה ההפוכה מחזירה את הזווית.

ידוע	הפונקציה	דוגמה
מול ויתר	$\sin\alpha = a \div c$	$\sin\alpha = 6 \div 10 = 0.6$, ולכן $\alpha = \sin^{-1}(0.6) \approx 36.87°$
ליד ויתר	$\cos\alpha = b \div c$	$\cos\alpha = 5 \div 13$, ולכן $\alpha = \cos^{-1}(5 \div 13) \approx 67.38°$
מול וליד	$\tan\alpha = a \div b$	$\tan\alpha = 3 \div 4$, ולכן $\alpha = \tan^{-1}(0.75) \approx 36.87°$

נימוק: מה הפונקציה ההפוכה עושה?

הפונקציה sin מקבלת זווית ומחזירה יחס. הפונקציה $\sin^{-1}$ עושה את ההפך: מקבלת יחס ומחזירה את הזווית שיש לה יחס כזה. כמו הפעולה $\div 2$, שמבטלת את $\cdot 2$. הסימן $^{-1}$ כאן אינו חזקה: $\sin^{-1}(0.6)$ אינו $1 \div \sin(0.6)$.

טיפ

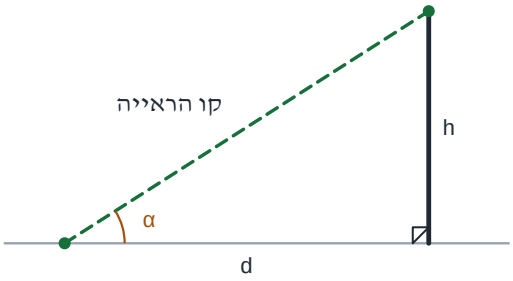
כשמוצאים זווית, אפשר למצוא גם את הזווית החדה השנייה בלי מחשבון: $90° - \alpha$. בבחינה כדאי לעגל זוויות לשתי ספרות אחרי הנקודה, ולהשתמש בחישובי ההמשך בערך המדויק שבמחשבון.

© אור בן שטרית · אינסוף

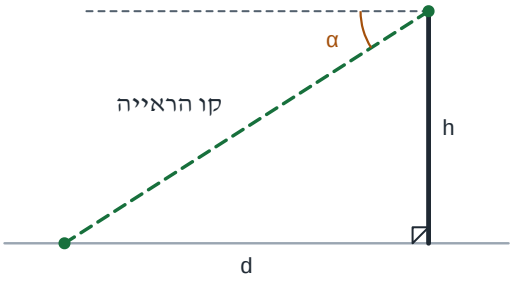
טעות נפוצה

במחשבון עם $\sin^{-1}$, ערך גדול מ־1 נותן שגיאה. אם זה קרה, כנראה הפכתם את השבר, או שהיתר שלכם אינו הצלע הארוכה ביותר.

5. זווית גובה וזווית עומק



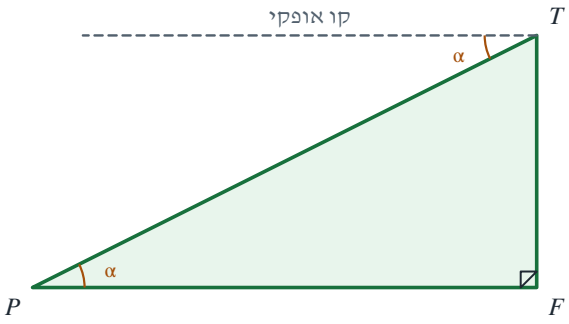
זווית גובה: מבט כלפי מעלה



זווית עומק: מבט כלפי מטה

- **זווית גובה** היא הזווית בין קו המבט לבין האופק, כשמסתכלים **למעלה**.
- **זווית עומק** היא הזווית בין קו המבט לבין האופק, כשמסתכלים **למטה**.

שתיהן נמדדות **מהקו האופקי**, ולא מהקיר ולא מהקו האנכי.



זווית העומק ב־T שווה לזווית הגובה ב־P (זוויות מתחלפות)

הקו האופקי שעובר דרך הצופה מקביל לקרקע. לכן זווית העומק שווה לזווית הגובה מהצד השני, כי אלה זוויות מתחלפות. בתרגול נוח להעביר את זווית העומק אל הקרקע, ושם היא בתוך המשולש.

דוגמאות

זווית הגובה לראש עץ, ממרחק של 30 מטרים, היא $42°$, והעין בגובה 1.5 מטרים מעל הקרקע. גובה העץ:

$$30 \cdot \tan 42° + 1.5 \approx 27.01 + 1.5 = 28.51$$

מראש מצוק שגובהו 50 מטרים, זווית העומק לסירה היא $25°$. המרחק של הסירה מבסיס המצוק:

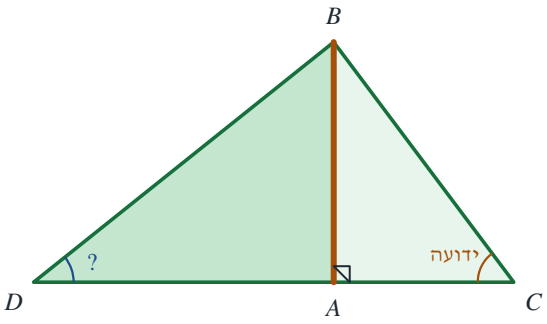
$$\frac{50}{\tan 25°} \approx 107.23$$

טעות נפוצה

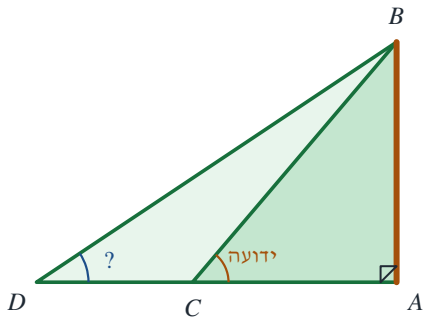
בשאלה על גובה עם צופה, הטנגנס נותן את הגובה **מעל העין**. שוכחים לעיתים קרובות להוסיף את גובה העין.

© אור בן שטרית · אינסוף

6. התבנית של הבחינה: שני משולשים



משולשים משני צדי ניצב משותף (בזהב)



משולשים באותו צד של ניצב משותף (בזהב)

1. **מפרידים:** מסמנים שני משולשים. סרטטו אותם בנפרד אם צריך.
2. **מתחילים במשולש שיש בו מספיק נתונים:** צלע וזווית, או שתי צלעות.
3. **מעבירים את הצלע המשותפת** למשולש השני. זה הגשר.
4. **מחשבים את הזווית או את הצלע החדשה** במשולש השני.
5. **מסכמים:** בתרשים של שני צדדים, המרחק הכולל הוא סכום. בתרשים של אותו צד, המרחק הוא הפרש.

דוגמה מלאה

סולם שאורכו 5 מטרים נשען על עמוד בזווית של $60°$ ביחס לקרקע. סולם אחר נשען על אותה נקודה בעמוד מצדו השני, ובסיסו במרחק 6 מטרים מהעמוד.

$$h = 5 \cdot \sin 60° \approx 4.33 \qquad d_1 = 5 \cdot \cos 60° = 2.5$$

$$\tan \alpha = \frac{4.33}{6} \quad \rightarrow \quad \alpha \approx 35.8°$$

המרחק בין בסיסי הסולמות הוא $2.5 + 6 = 8.5$ מטרים, ואורך הסולם השני הוא $\sqrt{(4.33^2 + 6^2)} \approx 7.40$ מטרים.

בבגרות

בכל סעיף כותבים באיזה משולש עובדים, ובאיזו פונקציה משתמשים. למשל: «במשולש ABC, $\sin 60° = AB \div 5$». בלי זה, גם תשובה נכונה עלולה לא לקבל את כל הנקודות.

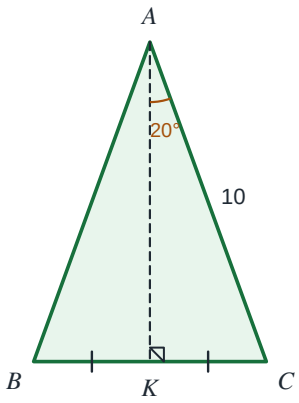
למורה

התלמידים מתקשים בעיקר בשני דברים: לזהות איזו צלע היא משותפת, ולהחליט אם להוסיף או להחסיר. כדאי לבקש שיצבעו את הצלע המשותפת, עוד לפני כל חישוב, ושירשמו ליד כל משולש את הנתונים שלו.

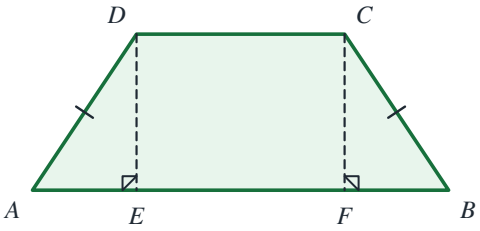
7. פירוק צורות למשולשים ישרי זווית

בכל צורה אחרת, מחפשים קו שיוצר זווית ישרה. בדרך כלל זה גובה או אלכסון.

© אור בן שטרית · אינסוף



הגובה מחלק משולש שווה שוקיים



שני גבהים חותכים שני משולשים ישרי זווית

הצורה	איך מפרקים	מה נוסף מהתכונות
משולש שווה שוקיים	גובה לבסיס	הגובה חוצה את הבסיס ואת זווית הראש.
טרפז שווה שוקיים	שני גבהים	$AE = FB = (AB - DC) \div 2$.
מלבן	אלכסון	נוצרים שני משולשים ישרי זווית חופפים.
מעוין	שני אלכסונים	האלכסונים מאונכים זה לזה וחוצים זה את זה ואת הזוויות.

דוגמה: משולש שווה שוקיים

אורך השוק הוא 10, וזווית הראש היא $40°$. הגובה חוצה את זווית הראש, ולכן במשולש הימני יש זווית של $20°$:

$$h = 10 \cdot \cos 20° \approx 9.40 \qquad \tfrac{1}{2}BC = 10 \cdot \sin 20° \approx 3.42$$

$$S = \frac{BC \cdot h}{2} \approx 3.42 \cdot 9.40 \approx 32.14$$

אפשר להגיע לאותו שטח ישירות בנוסחה שבדף הנוסחאות, כי נתונות שתי צלעות והזווית שביניהן: $S = \tfrac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10 \cdot \sin 40° \approx 32.14$.

8. טיפים וטריקים

1. **מצב מעלות קודם:** $\sin 30°$ חייב לתת 0.5. שתי שניות בתחילת הבחינה.
2. **סרטוט ליד כל חישוב:** סמנו מול, ליד ויתר ביחס לזווית שאתם עובדים איתה.
3. **הזוג הקובע:** שאלו את עצמכם «מה יש לי ומה אני מחפש?». הזוג הזה בוחר את הפונקציה.
4. **ס־נ־י, ק־ל־י, ט־נ־ל:** כתבו בפינת הדף בתחילת השאלה.
5. **לא מעגלים באמצע:** השתמשו בזיכרון המחשבון. כך נמנע פער בספרה האחרונה.
6. **פיתגורס לבדיקה:** מצאתם שני ניצבים? בדקו שהם נותנים את היתר.
7. **סכום הזוויות:** הזווית החדה השנייה היא $90° - \alpha$. בלי מחשבון ובלי טעויות.
8. **הצלע המשותפת:** צבעו אותה. היא הדרך היחידה לעבור בין המשולשים.
9. **סכום או הפרש:** משולשים משני צדי הניצב: מחברים. משולשים מאותו צד: מחסירים.
10. **מספר וגם יחידות:** סיימו ביחידות, ומעלות לזווית. שתי ספרות אחרי הנקודה מספיקות.

© אור בן שטרית · אינסוף

9. טעויות נפוצות

הטעות	למה היא קורה	התיקון
מחשבון ברדיאנים	לא בודקים את המצב	$\sin 30° = 0.5$. אם לא, משנים ל־DEG.
בלבול בין מול וליד	הצלעות מחליפות תפקיד בזווית אחרת	מסמנים ביחס לזווית שבה עובדים.
כפל כשהנעלם במכנה	התרגלו ל־$a = c \cdot \sin\alpha$	$c = a \div \sin\alpha$. בדיקה: היתר הוא הארוך ביותר.
$\alpha = 0.6$ במקום $\sin\alpha = 0.6$	שוכחים את הפונקציה ההפוכה	$\alpha = \sin^{-1}(0.6)$.
טריגונומטריה במשולש לא ישר זווית	הנוסחאות נראות כלליות	קודם מורידים גובה, ויוצרים זווית ישרה.
זווית עומק נמדדת מהקו האנכי	הקיר נראה כקו נוח	היא נמדדת מהקו האופקי. במשולש היא שווה לזווית שליד הקרקע.
שוכחים את גובה העין	מסרטטים את הצופה על הקרקע	מוסיפים את גובה העין לתוצאה.
בטרפז: $AE = AB - DC$	שוכחים ששני הקצוות זהים	$AE = (AB - DC) \div 2$.
הסיכום בחיבור כשצריך הפרש	לא מסתכלים בסרטוט	מסתכלים איפה הנקודות: באותו צד או משני הצדדים.
עיגול מוקדם של הגובה	נוח להעתיק מספר קצר	משאירים בזיכרון, או לפחות שלוש ספרות אחרי הנקודה.

10. למורה: רצף הוראה מוצע

תוכנית הלימודים קובעת 40 שעות לכל אשכול ואינה מחלקת אותן בין הנושאים, ולכן מספרי השעות בטבלה הם הצעה בלבד. היחידה מתחילה בגילוי היחס הקבוע, וממשיכה בארבע קבוצות דוגמאות: גילוי, משולש בודד, זווית גובה ועומק, ופירוק צורות.

שלב	שעות	מטרה	שאלה מנחה לכיתה
גילוי	1.5	יחס קבוע במשולשים דומים, סינוס, קוסינוס, טנגנס, מחשבון	«מה קורה ליחס כשמגדילים את המשולש?»
מציאת צלע	2	בחירת פונקציה, נעלם במונה ובמכנה	«מה יש לי ומה אני מחפש?»
מציאת זווית	1.5	פונקציה הפוכה, בדיקות סבירות	«איך הופכים פעולה של המחשבון?»
זווית גובה ועומק	1.5	הגדרות, זוויות מתחלפות, גובה העין	«איך אפשר למדוד גובה של עץ בלי לטפס?»
שני משולשים	2.5	צלע משותפת, סכום והפרש	«מה עובר ממשולש למשולש?»
פירוק צורות	1.5	גובה ואלכסון, טרפז, מעוין, נוסחת השטח	«איפה אפשר ליצור כאן זווית ישרה?»
שאלה מלאה	1.5	שאלת בגרות מתחילתה ועד סופה	«באיזה משולש מתחילים, ולמה?»

© אור בן שטרית · אינסוף

למורה: פעילות חוץ מומלצת

אפשר לבנות מד זווית פשוט מקשית, חוט ומשקולת, ולמדוד זווית גובה לראש עמוד בחצר. התלמידים מודדים את המרחק בצעדים או בסרט מדידה, ומחשבים את הגובה. בסוף משווים בין הקבוצות ומבררים מקורות לטעויות מדידה.

11. עשרה תרגילי דוגמה עם פתרון מלא

התרגילים מסודרים מהקל אל הקשה ובנויים כמו שאלות בגרות. כל הנתונים בדיוניים. התשובות מעוגלות לשתי ספרות אחרי הנקודה, והחישובים נעשו בלי עיגול בשלבי הביניים. נסו לפתור כל סעיף לפני קריאת הפתרון.

תרגיל 1 הכרת הפונקציות במשולש 6, 8, 10

במשולש ABC הזווית C ישרה. נתון ש־$AC = 8$, $BC = 6$ ו־$AB = 10$.

א. רשמו את $\sin A$, $\cos A$ ו־$\tan A$.

ב. רשמו את $\sin B$, $\cos B$ ו־$\tan B$. מה אתם מגלים?

ג. מצאו את גודלן של הזוויות A ו־B.

מה מתרגלים: זיהוי מול, ליד ויתר, פונקציה הפוכה, סכום הזוויות החדות

פתרון מלא

סעיף א

ביחס לזווית A: הניצב שמול הזווית הוא BC, הניצב שליד הזווית הוא AC, והיתר הוא AB.

$$\sin A = \frac{6}{10} = 0.6 \qquad \cos A = \frac{8}{10} = 0.8 \qquad \tan A = \frac{6}{8} = 0.75$$

תשובה: $\sin A = 0.6$, $\cos A = 0.8$, $\tan A = 0.75$.

סעיף ב

ביחס לזווית B הניצבים מתחלפים:

$$\sin B = \frac{8}{10} = 0.8 \qquad \cos B = \frac{6}{10} = 0.6 \qquad \tan B = \frac{8}{6} \approx 1.33$$

תשובה: $\sin A = \cos B$ ו־$\cos A = \sin B$. הטנגנסים הפוכים זה לזה.

סעיף ג

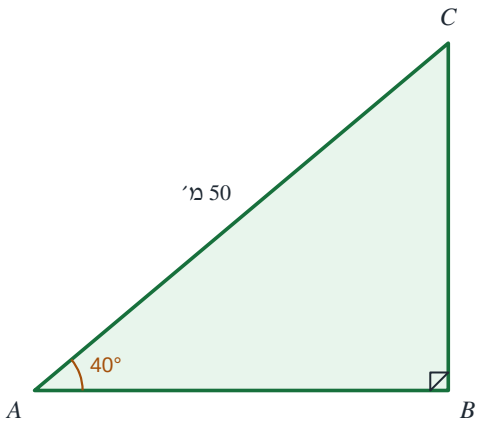
$$A = \sin^{-1}(0.6) \approx 36.87^\circ \qquad B = 90^\circ - 36.87^\circ = 53.13^\circ$$

תשובה: $A \approx 36.87^\circ$, $B \approx 53.13^\circ$.

© אור בן שטרית · אינסוף

תרגיל 2 עפיפון: יתר וזווית

חוט של עפיפון מתוח בקו ישר. אורך החוט 50 מטרים, והוא יוצר עם הקרקע זווית של $40°$. התעלמו בסעיפים א ו־ב מהגובה של היד שאוחזת בחוט.



חוט העפיפון

א. מצאו את גובה העפיפון מעל הקרקע.

ב. מצאו את המרחק האופקי בין היד לבין הנקודה שמתחת לעפיפון.

ג. היד נמצאת 1.2 מטרים מעל הקרקע. מהו הגובה האמיתי של העפיפון?

ד. ילד האריך את החוט ל־80 מטרים, והזווית לא השתנתה. מהו הגובה מעל היד?

מה מתרגלים: סינוס וקוסינוס מיתר וזווית, בדיקה בפיתגורס, הקשר לדמיון

פתרון מלא

סעיף א

במשולש ABC ידוע היתר, ומחפשים את הניצב שמול הזווית. לכן סינוס:

$$\sin 40° = \frac{BC}{50} \qquad \rightarrow \qquad BC = 50 \cdot \sin 40° \approx 32.14$$

תשובה: כ־32.14 מטרים.

סעיף ב

מחפשים את הניצב שליד הזווית, ולכן קוסינוס:

$$AB = 50 \cdot \cos 40° \approx 38.30$$

תשובה: כ־38.30 מטרים. בדיקה: $32.14^2 + 38.30^2 \approx 2{,}500 = 50^2$.

סעיף ג

$$32.14 + 1.2 = 33.34$$

תשובה: כ־33.34 מטרים.

סעיף ד

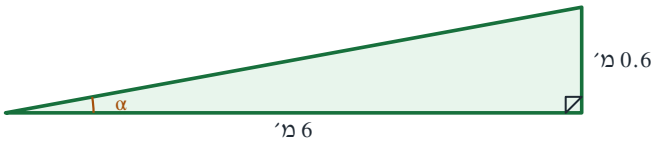
$$80 \cdot \sin 40° \approx 51.42$$

© אור בן שטרית · אינסוף

תשובה: כ־51.42 מטרים. בדיקה: היחס בין האורכים הוא 1.6, וכך גם היחס בין הגבהים, כי המשולשים דומים.

תרגיל 3 כבש לכיסאות גלגלים: בדיקה מול תקן

כבש לכיסאות גלגלים מתנשא לגובה של 0.6 מטר, והאורך האופקי שלו הוא 6 מטרים. לפי תקן מסוים, שיפוע הכבש חייב להיות קטן מ־5°.



הכבש, הגובה מסורטט גדול מקנה המידה

א. מצאו את זווית השיפוע α של הכבש.

ב. האם הכבש עומד בתקן? נמקו.

ג. מצאו את אורך משטח הכבש.

ד. מהו האורך האופקי המינימלי שבו אפשר לבנות כבש לאותו גובה, עם שיפוע של 5° בדיוק? בכמה מטרים צריך להאריך את הכבש הקיים?

מה מתרגלים: טנגנס ופונקציה הפוכה, החלטה לפי נתון, נעלם במכנה

פתרון מלא

סעיף א

ידועים הניצב שמול הזווית והניצב שלידה, ולכן טנגנס:

$$\tan\alpha = \frac{0.6}{6} = 0.1 \qquad \rightarrow \qquad \alpha = \tan^{-1}(0.1) \approx 5.71^\circ$$

תשובה: $\alpha \approx 5.71^\circ$.

סעיף ב

תשובה: לא. $5.71^\circ > 5^\circ$, ולכן השיפוע גדול מדי.

סעיף ג

$$\sqrt{(6^2 + 0.6^2)} = \sqrt{36.36} \approx 6.03$$

תשובה: כ־6.03 מטרים.

סעיף ד

הנעלם הוא במכנה:

$$\tan 5^\circ = \frac{0.6}{x} \qquad \rightarrow \qquad x = \frac{0.6}{\tan 5^\circ} \approx 6.86$$

$$6.86 - 6 = 0.86$$

© אור בן שטרית · אינסוף

תשובה: כ־6.86 מטרים. צריך להאריך את הכבש בכ־0.86 מטר.

תרגיל 4 עמוד וכבל: הנעלם במכנה

כבל מתוח מראש עמוד שגובהו 9 מטרים אל הקרקע, ויוצר עם הקרקע זווית של $65°$.



עמוד וכבל

א. מצאו את אורך הכבל.

ב. מצאו את המרחק בין בסיס העמוד לבין הנקודה שבה הכבל מחובר לקרקע.

ג. בדקו את התוצאות בעזרת משפט פיתגורס.

ד. תלמיד כתב: $9 \cdot \sin 65° \approx 8.16$, וטען שזהו אורך הכבל. הסבירו מיד, בלי לחשב, מדוע התשובה אינה אפשרית.

מה מתרגלים: נעלם במכנה, בחירת פונקציה, בדיקה, סבירות

פתרון מלא

סעיף א

ידוע הניצב שמול הזווית, ומחפשים את היתר:

$$\sin 65° = \frac{9}{x} \qquad \rightarrow \qquad x = \frac{9}{\sin 65°} \approx 9.93$$

תשובה: כ־9.93 מטרים.

סעיף ב

ידוע הניצב שמול הזווית, ומחפשים את הניצב שלידה:

$$\tan 65° = \frac{9}{y} \qquad \rightarrow \qquad y = \frac{9}{\tan 65°} \approx 4.20$$

תשובה: כ־4.20 מטרים.

סעיף ג

$$9^2 + 4.20^2 \approx 81 + 17.62 = 98.62 \qquad 9.93^2 \approx 98.6$$

תשובה: התוצאות מתאימות.

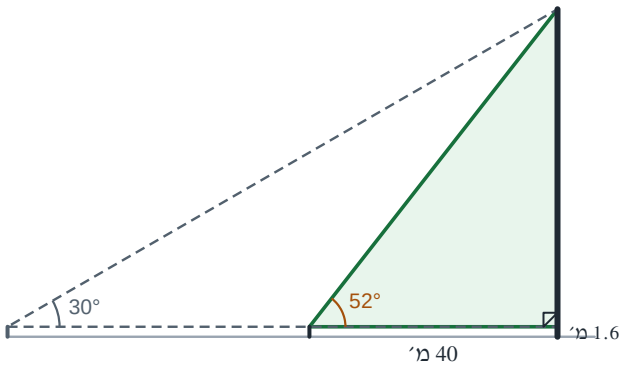
© אור בן שטרית · אינסוף

סעיף ד

תשובה: הכבל הוא היתר, והיתר חייב להיות ארוך מכל ניצב. התשובה 8.16 קצרה מהעמוד, שאורכו 9 מטרים.

תרגיל 5 מגדל: זווית גובה משני מקומות

נוי עומדת במרחק 40 מטרים ממגדל, ועיניה בגובה 1.6 מטרים מעל הקרקע. זווית הגובה מעיניה לראש המגדל היא $52°$.



המגדל משני מקומות. העין בגובה 1.6 מטרים מעל הקרקע

א. מצאו את גובה המגדל.

ב. נוי מתרחקת מהמגדל על אותו ישר, עד שזווית הגובה היא $30°$. מהו המרחק החדש שלה מהמגדל?

ג. כמה מטרים הלכה נוי?

מה מתרגלים: זווית גובה, גובה העין, צלע משותפת, הפרש בין מרחקים

פתרון מלא

סעיף א

המשולש הוא מעל קו העין. הטנגנס נותן את הגובה מעל העין:

$$\tan 52° = \frac{h}{40} \qquad \rightarrow \qquad h = 40 \cdot \tan 52° \approx 51.20$$

$$51.20 + 1.6 = 52.80$$

תשובה: כ־52.80 מטרים.

סעיף ב

הצלע המשותפת היא הגובה מעל העין:

$$\tan 30° = \frac{51.20}{x} \qquad \rightarrow \qquad x = \frac{51.20}{\tan 30°} \approx 88.68$$

תשובה: כ־88.68 מטרים.

סעיף ג

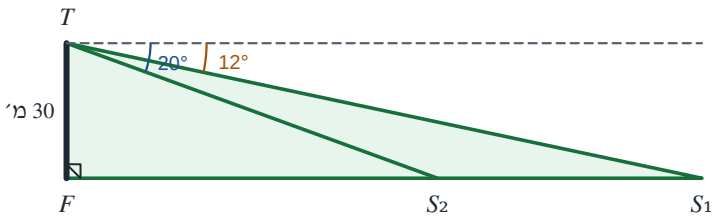
$$88.68 - 40 = 48.68$$

© אור בן שטרית · אינסוף

תשובה: כ־48.68 מטרים.

תרגיל 6 מגדלור וספינה: זווית עומק

מראש מגדלור שגובהו 30 מטרים מעל פני הים נראית ספינה בזווית עומק של 12°. כעבור זמן מה, הספינה קרובה יותר, וזווית העומק היא 20°. הספינה נעה בקו ישר אל בסיס המגדלור.



מגדלור וספינה: זוויות עומק

א. מהי הזווית בין קו המבט הראשון לבין פני הים, ליד הספינה? נמקו.

ב. מהו מרחק הספינה מבסיס המגדלור בכל אחת משתי התצפיות?

ג. מהו המרחק שעברה הספינה בין התצפיות?

ד. הספינה עברה את המרחק הזה ב־5 דקות. מהי מהירותה במטרים לדקה?

מה מתרגלים: זווית עומק, זוויות מתחלפות, שני משולשים מאותו צד, דרך, מהירות וזמן

פתרון מלא

סעיף א

תשובה: 12°. הקו האופקי שעובר בראש המגדלור מקביל לפני הים, ולכן הזוויות מתחלפות ושוות.

סעיף ב

במשולש ידוע הניצב שמול הזווית, ומחפשים את הניצב שלידה:

$$x_1 = \frac{30}{\tan 12^\circ} \approx 141.14 \qquad x_2 = \frac{30}{\tan 20^\circ} \approx 82.42$$

תשובה: כ־141.14 מטרים, וכ־82.42 מטרים.

סעיף ג

$$141.14 - 82.42 \approx 58.7$$

תשובה: כ־58.7 מטרים.

סעיף ד

לפי דף הנוסחאות, דרך שווה למהירות כפול זמן:

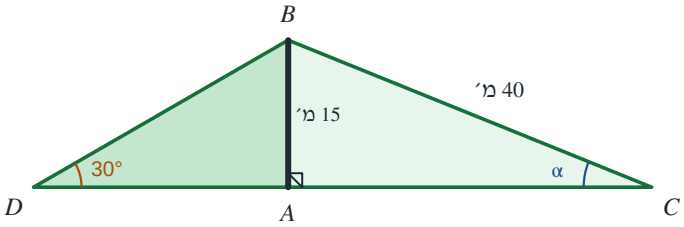
$$58.7 \div 5 \approx 11.7$$

תשובה: כ־11.7 מטרים לדקה.

© אור בן שטרית · אינסוף

תרגיל 7 שתי אומגות: צלע משותפת

מראש מגדל שגובהו 15 מטרים (AB) יוצאות שתי אומגות, כל אחת לצד אחר של המגדל. אורך האומגה הראשונה (BC) הוא 40 מטרים. האומגה השנייה (BD) יוצרת עם הקרקע זווית של $30°$.



שתי אומגות מראש המגדל

א. מצאו את הזווית שבין האומגה הראשונה לבין הקרקע.

ב. מצאו את המרחק AC.

ג. מצאו את אורך האומגה השנייה ואת המרחק AD.

ד. מצאו את המרחק בין שתי נקודות הנחיתה.

מה מתרגלים: פונקציה הפוכה, פיתגורס, נעלם במכנה, סכום מרחקים בשני צדדים

פתרון מלא

סעיף א

$$\sin\alpha = \frac{15}{40} = 0.375 \qquad \rightarrow \qquad \alpha = \sin^{-1}(0.375) \approx 22.02°$$

תשובה: כ־$22.02°$.

סעיף ב

$$AC = \sqrt{(40^2 - 15^2)} = \sqrt{1{,}375} \approx 37.08$$

תשובה: כ־37.08 מטרים.

סעיף ג

$$BD = \frac{15}{\sin 30°} = 30 \qquad AD = \frac{15}{\tan 30°} \approx 25.98$$

תשובה: $BD = 30$ מטרים, ו־$AD \approx 25.98$ מטרים.

סעיף ד

הנקודות נמצאות משני צדי המגדל, ולכן מחברים:

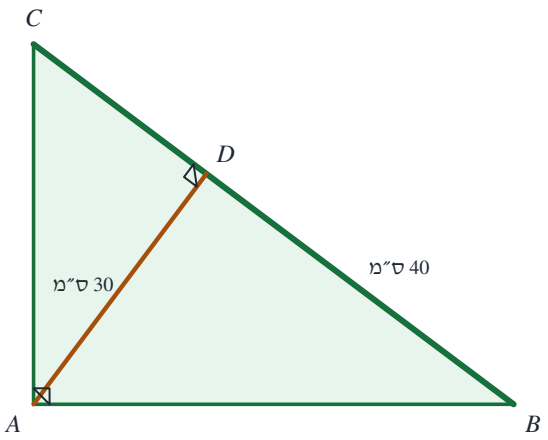
$$37.08 + 25.98 = 63.06$$

תשובה: כ־63.06 מטרים.

© אור בן שטרית · אינסוף

תרגיל 8 מסגרת של לוח סולארי: גובה ליתר

מסגרת של לוח סולארי בנויה ממשולש ABC שזווית A בו ישרה. הלוח הוא הצלע BC, ומוט תמיכה AD מאונך ללוח. נתון ש־$AD = 30$ סנטימטרים ו־$BD = 40$ סנטימטרים.



מסגרת הלוח הסולארי: BC הוא הלוח, ו־AD מוט תמיכה

א. מצאו את אורך הבסיס AB.

ב. מצאו את זווית ההטיה של הלוח, כלומר את הזווית $\sphericalangle ABC$.

ג. מצאו את אורך הלוח BC, ואת הגובה AC.

ד. חשבו את שטח המשולש ABC בשתי דרכים.

מה מתרגלים: גובה ליתר, זווית משותפת, מעבר בין משולשים, שטח בשתי דרכים

פתרון מלא

סעיף א

במשולש ABD הזווית D ישרה:

$$AB = \sqrt{(30^2 + 40^2)} = \sqrt{2{,}500} = 50$$

תשובה: 50 סנטימטרים.

סעיף ב

באותו משולש:

$$\tan B = \frac{AD}{BD} = \frac{30}{40} = 0.75 \qquad \rightarrow \qquad B \approx 36.87^\circ$$

תשובה: כ־36.87°.

סעיף ג

עוברים למשולש ABC. הזווית B משותפת, ו־AB הוא הניצב שלידה:

$$\cos B = \frac{50}{BC} \qquad \rightarrow \qquad BC = \frac{50}{\cos 36.87^\circ} = 62.5$$

$$AC = 50 \cdot \tan 36.87^\circ = 37.5$$

© אור בן שטרית · אינסוף

תשובה: $BC = 62.5$ סנטימטרים, ו־$AC = 37.5$ סנטימטרים.

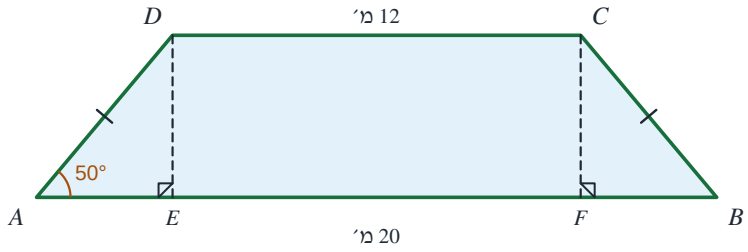
סעיף ד

$$S = \frac{AB \cdot AC}{2} = \frac{50 \cdot 37.5}{2} = 937.5 \qquad S = \frac{BC \cdot AD}{2} = \frac{62.5 \cdot 30}{2} = 937.5$$

תשובה: 937.5 סנטימטרים רבועים.

תרגיל 9 תעלת מים: טרפז שווה שוקיים

חתך של תעלת מים הוא טרפז שווה שוקיים $ABCD$. אורך הבסיס הגדול AB (פתח התעלה, בסרטוט למטה) הוא 20 מטרים, אורך הבסיס הקטן DC הוא 12 מטרים, וזווית הבסיס היא $50°$.



חתך של תעלת המים

א. מצאו את אורך הקטע AE.

ב. מצאו את גובה הטרפז ואת אורך השוק.

ג. מצאו את שטח החתך ואת היקפו.

ד. תלמיד מעגל את הגובה ל־4.77, ומקבל שטח של 76.32. הסבירו מדוע התשובה שונה מהתשובה שלכם, וכיצד להימנע מכך.

מה מתרגלים: פירוק טרפז, טנגנס וקוסינוס, שטח והיקף, הבנת עיגול

פתרון מלא

סעיף א

$$AE = \frac{20 - 12}{2} = 4$$

תשובה: 4 מטרים.

סעיף ב

במשולש AED:

$$DE = 4 \cdot \tan 50° \approx 4.77 \qquad AD = \frac{4}{\cos 50°} \approx 6.22$$

תשובה: הגובה כ־4.77 מטרים, והשוק כ־6.22 מטרים.

סעיף ג

$$S = \frac{20 + 12}{2} \cdot 4 \cdot \tan 50° = 16 \cdot 4.7670\ldots \approx 76.27$$

© אור בן שטרית · אינסוף

$$P = 20 + 12 + 2 \cdot \frac{4}{\cos 50^\circ} \approx 44.45$$

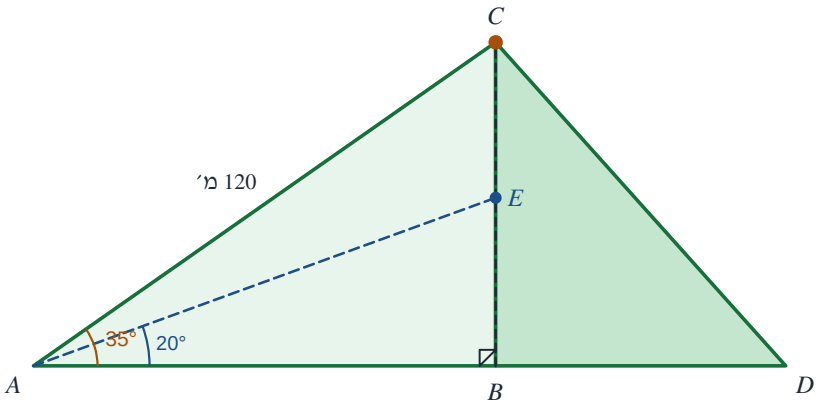
תשובה: שטח של כ־76.27 מטרים רבועים, והיקף של כ־44.45 מטרים.

סעיף ד

תשובה: עיגול בשלב ביניים מכניס שגיאה קטנה, והכפל ב־16 מגדיל אותה. כדי להימנע מכך, משתמשים בערך המלא שבזיכרון המחשבון, ומעגלים רק בתשובה הסופית.

תרגיל 10 שאלה ברמת בגרות: רחפן

רחפן מרחף בנקודה C, בדיוק מעל הנקודה B שעל הקרקע. שני צופים עומדים בנקודות A ו־D, והנקודות A, B, D נמצאות על ישר אחד, כמתואר בסרטוט. המרחק בין הצופה A לבין הרחפן (AC) הוא 120 מטרים, והזווית $\sphericalangle CAB$ היא 35°.



הרחפן ב־C, ואחר כך ב־E. הצופים עומדים ב־A וב־D

א. מצאו את גובה הרחפן מעל הקרקע.

ב. מצאו את המרחק של הצופה A מהנקודה B.

ג. המרחק בין שני הצופים (AD) הוא 160 מטרים. מצאו את הזווית $\sphericalangle CDB$.

ד. מצאו את המרחק בין הצופה D לבין הרחפן.

ה. הרחפן ירד אנכית עד הנקודה E, שממנה הזווית $\sphericalangle EAB$ היא 20°. בכמה מטרים ירד הרחפן?

מה מתרגלים: שאלה מלאה: סינוס וקוסינוס, צלע משותפת, פונקציה הפוכה, פיתגורס, משולש נוסף והפרש

פתרון מלא

סעיף א

במשולש ABC ידועים היתר והזווית:

$$BC = 120 \cdot \sin 35^\circ \approx 68.83$$

תשובה: כ־68.83 מטרים.

סעיף ב

$$AB = 120 \cdot \cos 35^\circ \approx 98.30$$

© אור בן שטרית · אינסוף

תשובה: כ־98.30 מטרים.

סעיף ג

הנקודה B בין הצופים, ולכן $BD = 160 - 98.30 = 61.70$. במשולש DBC:

$$\tan D = \frac{68.83}{61.70} \qquad \rightarrow \qquad D \approx 48.13^\circ$$

תשובה: כ־48.13°.

סעיף ד

$$CD = \sqrt{(68.83^2 + 61.70^2)} \approx 92.44$$

תשובה: כ־92.44 מטרים.

סעיף ה

במשולש ABE:

$$BE = 98.30 \cdot \tan 20^\circ \approx 35.78$$

$$68.83 - 35.78 = 33.05$$

תשובה: כ־33.05 מטרים.

© אור בן שטרית · אינסוף

12. תרגול נוסף

תחילה שלושה תרגילים מודרכים, אחריהם ארבעה פתרונות עם טעות, ובסוף תרגול עצמאי. כל התשובות מרוכזות בסוף הקובץ. עגלו לשתי ספרות אחרי הנקודה.

תרגיל מודרך 1 מציאת צלעות מיתר וזווית

במשולש ישר זווית היתר הוא 20 סנטימטרים, ואחת הזוויות החדות היא 35°. מצאו את שני הניצבים.

השלימו את הפתרון

הניצב שמול הזווית: $a = 20 \cdot ___ \approx$ _____.

הניצב שליד הזווית: $b = 20 \cdot ___ \approx$ _____.

בדיקה: $a^2 + b^2 \approx$ _____.

מה מתרגלים: סינוס וקוסינוס, בדיקה

תרגיל מודרך 2 מציאת זווית משני ניצבים

הניצבים במשולש ישר זווית הם 7 ו־24 סנטימטרים. מצאו את הזווית הקטנה ואת היתר.

השלימו את הפתרון

מול הזווית הקטנה נמצא הניצב הקטן, ולכן $\tan\alpha =$ _____.

$\alpha = \tan^{-1}(_____) \approx$ _____.

היתר: $\sqrt{(7^2 + 24^2)} = \sqrt{_____} =$ _____.

מה מתרגלים: טנגנס ופונקציה הפוכה, פיתגורס

תרגיל מודרך 3 שני משולשים

גובהו של עץ הוא 18 מטרים. שני צופים נמצאים על הקרקע, באותו צד של העץ, על ישר אחד עם בסיסו. זווית הגובה מהצופה הקרוב היא 40°, ומהצופה הרחוק היא 25°. מצאו את המרחק בין הצופים (התעלמו מגובה העיניים).

השלימו את הפתרון

המרחק של הצופה הקרוב: $18 \div \tan$ _____ $\approx$ _____.

המרחק של הצופה הרחוק: $18 \div \tan$ _____ $\approx$ _____.

שני הצופים באותו צד, ולכן _____ את המרחקים: _____ מטרים.

מה מתרגלים: צלע משותפת, הפרש

© אור בן שטרית · אינסוף

מצאו את הטעות 1 הפונקציה הלא נכונה

במשולש ישר זווית היתר הוא 10, והזווית היא $40°$. מצאו את הניצב שליד הזווית.

הפתרון של התלמיד

שורה 1 היתר ידוע, ומחפשים ניצב.

שורה 2 $b = 10 \cdot \sin 40° \approx 6.43$

א. באיזו שורה נמצאת הטעות?

ב. הסבירו במילים מדוע זו טעות.

ג. תקנו את השורה, והשלימו את הפתרון.

מה מתרגלים: בחירת הפונקציה

מצאו את הטעות 2 נעלם במכנה

הניצב שמול זווית של $30°$ הוא 5 מטרים. מצאו את היתר.

הפתרון של התלמיד

שורה 1 $\sin 30° = 5 \div c$

שורה 2 $c = 5 \cdot \sin 30° = 2.5$

א. באיזו שורה נמצאת הטעות?

ב. הסבירו במילים מדוע זו טעות.

ג. תקנו את השורה, והשלימו את הפתרון.

מה מתרגלים: נעלם במכנה, סבירות

מצאו את הטעות 3 בלי פונקציה הפוכה

ביחס לזווית α, הניצב שמולה הוא 6 והיתר הוא 10. מצאו את α.

הפתרון של התלמיד

שורה 1 $\sin \alpha = 6 \div 10 = 0.6$

שורה 2 $\alpha = \sin(0.6) \approx 0.01°$

א. באיזו שורה נמצאת הטעות?

ב. הסבירו במילים מדוע זו טעות.

ג. תקנו את השורה, והשלימו את הפתרון.

מה מתרגלים: פונקציה הפוכה

© אור בן שטרית · אינסוף

מצאו את הטעות 4 זווית עומק

מראש צוק שגובהו 30 מטרים זווית העומק לסירה היא 20°. מה המרחק של הסירה מבסיס הצוק?

הפתרון של התלמיד

שורה 1 במשולש הזווית שליד הסירה שווה לזווית העומק, 20°.

שורה 2 הגובה הוא הניצב שמול הזווית, והמרחק הוא הניצב שלידה.

שורה 3 $d = 30 \cdot \tan 20^\circ \approx 10.92$

א. באיזו שורה נמצאת הטעות?

ב. הסבירו במילים מדוע זו טעות.

ג. תקנו את השורה, והשלימו את הפתרון.

מה מתרגלים: זווית עומק, נעלם במכנה

תרגול עצמאי פונקציות, צלעות וזוויות

מהקל אל הקשה. נסו בלי רמז, ורק אם נתקעתם פנו לעמוד התשובות.

1. במשולש ישר זווית הניצבים הם 5 ו־12, והיתר הוא 13. α היא הזווית שמול הניצב 5. רשמו את $\sin\alpha$, $\cos\alpha$ ו־$\tan\alpha$.

2. חשבו: (א) $\sin 25^\circ$; (ב) $\cos 60^\circ$; (ג) $\tan 45^\circ$. מצאו את α: (ד) $\sin\alpha = 0.5$; (ה) $\tan\alpha = 1$; (ו) $\cos\alpha = 0.8$.

3. היתר הוא 15, והזווית היא 28°. מצאו את שני הניצבים.

4. הניצב שליד זווית של 40° הוא 10. מצאו את הניצב האחר ואת היתר.

5. הניצב שמול זווית של 25° הוא 6. מצאו את היתר ואת הניצב האחר.

6. הניצבים הם 9 ו־12. מצאו את שתי הזוויות החדות ואת היתר.

7. סולם שאורכו 6 מטרים נשען על קיר בזווית של 70° ביחס לרצפה. לאיזה גובה הוא מגיע? כמה רחוק מהקיר בסיסו?

8. ממרחק של 25 מטרים מבניין, זווית הגובה לראשו מנקודה על הקרקע היא 60°. מהו גובה הבניין?

9. מחלון בגובה 20 מטרים, זווית העומק למכונית היא 35°. מהו מרחק המכונית מהבניין?

10. רוחב גג שווה שוקיים הוא 8 מטרים, והשיפוע הוא 30°. מהו גובה הגג? מהו אורך כל צד של הגג?

11. במשולש שווה שוקיים השוק היא 13 והבסיס הוא 10. מצאו את הגובה, את זווית הבסיס ואת זווית הראש.

12. במלבן הצלעות הן 6 ו־8. מצאו את אורך האלכסון ואת הזווית בינו לבין הצלע הארוכה.

© אור בן שטרית · אינסוף

תרגול מעורב שאלות מסכמות

13. שני צופים עומדים באותו צד של מגדל, על ישר אחד עם בסיסו. הצופה הקרוב נמצא 25 מטרים מהמגדל, וזווית הגובה ממנו לראש המגדל היא $38°$. זווית הגובה מהצופה הרחוק היא $24°$. התעלמו מגובה העיניים. מצאו (א) את גובה המגדל; (ב) את המרחק של הצופה הרחוק מהמגדל; (ג) את המרחק בין הצופים.

14. במעוין אורך הצלע 10, והזווית החדה $60°$. מצאו את אורכי האלכסונים ואת שטח המעוין.

15. כביש עולה בשיפוע של $4°$ ומתנשא לגובה של 1.5 קילומטרים. מהו אורך הכביש? מהו המרחק האופקי?

16. במשולש יש שתי צלעות שאורכן 8 ו־10, והזווית ביניהן $30°$. מצאו את שטחו.

17. נכון או לא נכון? נמקו. (א) ייתכן ש־$\sin\alpha = 1.2$, כאשר α זווית חדה במשולש. (ב) ייתכן ש־$\tan\alpha = 3$. (ג) $\sin 30° + \sin 30° = \sin 60°$. (ד) במשולש ישר זווית, סינוס של זווית חדה אחת שווה לקוסינוס של האחרת.

© אור בן שטרית · אינסוף

13. תשובות ורמזים

רמזים לתרגול העצמאי

5. בשני החישובים הנעלם במכנה.

10. הגובה חוצה את הרוחב.

14. האלכסונים חוצים את הזוויות, ומאונכים זה לזה.

תרגילים מודרכים ומציאת טעויות

תרגיל מודרך 1

$\sin 35°$, 11.47; $\cos 35°$, 16.38; 400.

תרגיל מודרך 2

$24 \div 7$; $7 \div 24$, $16.26°$; 625, 25.

תרגיל מודרך 3

40°, 21.45; 25°, 38.60; מחסירים, 17.15 מטרים.

מצאו את הטעות 1

הטעות בשורה 2: הניצב שליד הזווית קשור לקוסינוס. נכון: $b = 10 \cdot \cos 40° \approx 7.66$.

מצאו את הטעות 2

הטעות בשורה 2: c במכנה, ולכן מחלקים. נכון: $c = 5 \div \sin 30° = 10$. בדיקה: התשובה 2.5 קצרה מהניצב, וזה בלתי אפשרי.

מצאו את הטעות 3

הטעות בשורה 2: צריך את הפונקציה ההפוכה. נכון: $\alpha = \sin^{-1}(0.6) \approx 36.87°$.

מצאו את הטעות 4

הטעות בשורה 3: הנעלם במכנה של הטנגנס. נכון: $d = 30 \div \tan 20° \approx 82.42$ מטרים. זווית קטנה פירושה סירה רחוקה, ולכן התשובה 10.92 לא סבירה.

תשובות לתרגול העצמאי

1. $\frac{5}{13}$, $\frac{12}{13}$, $\frac{5}{12}$.

2. (א) 0.4226. (ב) 0.5. (ג) 1. (ד) 30°. (ה) 45°. (ו) 36.87°.

3. 7.04 ו־13.24.

4. 8.39 ו־13.05.

5. 14.20 ו־12.87.

6. 36.87°, 53.13°, והיתר 15.

7. 5.64 מטרים ו־2.05 מטרים.

8. 43.30 מטרים.

9. 28.56 מטרים.

10. 2.31 מטרים ו־4.62 מטרים.

11. גובה 12, 67.38°, 45.24°.

12. 10 ו־36.87°.

13. (א) 19.53 מטרים. (ב) 43.87 מטרים. (ג) 18.87 מטרים.

14. 10 ו־17.32; שטח 86.60.

15. 21.50 קילומטרים ו־21.45 קילומטרים.

16. $\frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 10 \cdot \sin 30° = 20$.

17. (א) לא נכון: ניצב קצר מהיתר. (ב) נכון: $\alpha \approx 71.57°$. (ג) לא נכון: $0.866 \neq 1$. (ד) נכון.

© אור בן שטרית · אינסוף

14. דף סיכום

ההגדרות

$$\tan\alpha = \frac{a}{b} \qquad \cos\alpha = \frac{b}{c} \qquad \sin\alpha = \frac{a}{c}$$

- a: מול הזווית. b: ליד הזווית. c: היתר.
- ס־נ־י, ק־ל־י, ט־נ־ל.
- הסינוס והקוסינוס תמיד קטנים מ־1. הטנגנס יכול להיות גדול מ־1.

מציאת צלע

- מה ידוע? מה מחפשים? זו הפונקציה.
- נעלם במונה: $a = c \cdot \sin\alpha$.
- נעלם במכנה: $c = a \div \sin\alpha$.

מציאת זווית

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{a}{c}\right)$$

- הזווית האחרת: $90° - \alpha$.
- $\sin^{-1}$ היא פונקציה הפוכה, ולא חזקה.

במחשבון

- מצב מעלות: $\sin 30° = 0.5$.
- בלי עיגול באמצע. שתי ספרות בסוף.

זוויות גובה ועומק

- נמדדות מהקו האופקי.
- זווית העומק שווה לזווית שליד הקרקע.
- אל תשכחו את גובה העין.

שני משולשים

1. מסמנים את שני המשולשים ואת הצלע המשותפת.
2. מתחילים במשולש שיש בו מספיק נתונים.
3. מעבירים את הצלע המשותפת.
4. שני צדדים: מחברים. אותו צד: מחסירים.

פירוק צורות

- שווה שוקיים: הגובה חוצה את הבסיס ואת זווית הראש.
- טרפז שווה שוקיים: $(AB - DC) \div 2$.
- מעוין: האלכסונים מאונכים וחוצים.
- שטח: $S = ½ \cdot b \cdot c \cdot \sin\alpha$.

מלכודות

- מול וליד מתחלפים בזווית האחרת.
- טריגונומטריה רק במשולש ישר זווית.
- יתר קצר מניצב הוא טעות.

© אור בן שטרית · אינסוף