


## אשכול: כמה רחוק קו האופק?

אשכול מס' 1 מתוך 1 אשכולות

יחידה: מדע

### מבנה האשכול:

מה עוד אפשר לשאול?		בעיית מטרה 2 - העשרה	בעיית מטרה 1 הקדמה	
		2.1.1	1.1.1	בעיות מדרגה 1
		2.2.1	1.2.1	בעיית מדרגה 2

### כמה רחוק קו האופק?

האם חשבתם פעם עד כמה רחוק אנחנו יכולים לראות?

האם וכיצד ניתן למדוד מרחק לקו האופק?

הגיאומטריה שלמדתם בבית הספר, תעזור לכם לענות על השאלה.

אולם כדי שתוכלו להשתמש בידע שלכם בגיאומטריה, נניח כי כדור הארץ הוא "כדור עגול"

בעל רדיוס 6,371 ק"מ (זאת למרות שכדור הארץ אינו כדור מושלם אלא בעל צורה אליפטית).

צפו בסרטון ותארו כיצד תופסת העין של אדם, הנמצא בקטר של הרכבת, את קו האופק.

### תיאור סיטואציה

ננסה להציג את הסיטואציה שצפיתם בסרטון באמצעות סרטוט.

אולם תחילה נביא כמה הגדרות ולאחר מכן נתייחס לסרטוט:

1. **קו האופק** הוא קו ראייה אופקי שהוא בגובה העיניים של הצופה.

קו האופק עובר במקום המפגש הדמיוני הנצפה בין השמים לארץ או לים. קיומו של

קו האופק נובע מעקמומיות פני כדור הארץ, שבעטיה אין הצופה יכול לצפות בפני

כדור הארץ מעבר לקו מסוים, הוא קו

האופק.

2. נסמן בסרטוט (ראו תרשים משמאל):

את רדיוס כדור הארץ ב- $R$  (נניח כי  $R = 6,371$  ק"מ)

ונקודה על קו האופק  $M$  – זוהי נקודה

שמבט הראיה שלנו מופנה אליה.

3. נגדיר את המשתנים ונסמן גם אותם על

הסרטוט:

$h$  - גובה עיניו של הצופה מעל פני כדור

הארץ.

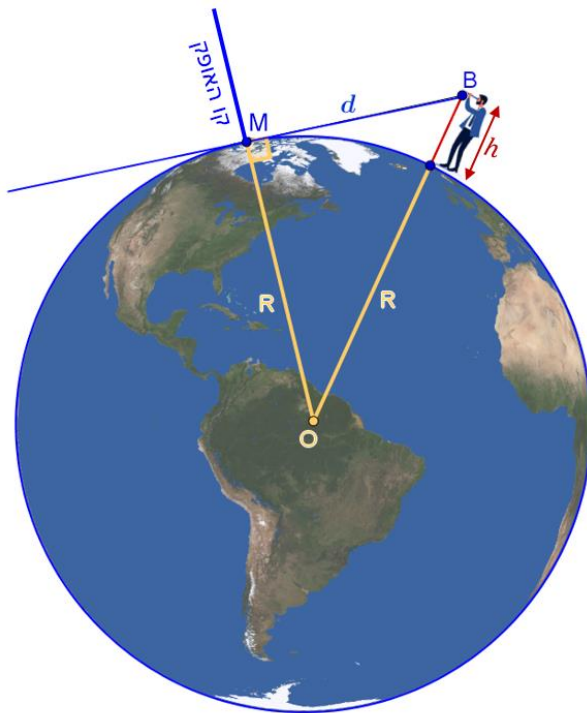
$d(BM)$  - המרחק (בקו ישר) אל נקודה על

קו האופק.

4. נתון כי המשולש  $\triangle OMB$  שנוצר הוא

משולש ישר זווית ( $\sphericalangle M = 90^\circ$ )

\*במצאות כדור הארץ אינו כדור מושלם.



## בעיית מטרה 1

- א. נניח שגובה העיניים של צופה, הנמצא על שפת הים, הינו כ- 1.5 מ'.  
 חשבו בקירוב מה מרחקו של הצופה מקו האופק.
- ב. באיזה גובה (בקירוב) צריך להיות צופה, כדי לראות את קו האופק במרחק של 2,200 ק"מ?

### מדרגה 1

#### בעיה 1.1.1

**כידוע לנו:**  $R$  - רדיוס כדור הארץ שווה ל- 6,371 ק"מ

$h$  - גובה עיניו של הצופה מעל פני כדור הארץ.

א. בכל סעיף נתון ערכו של  $h$ . חשבו בקירוב את ערכי הביטויים הרשומים:

1.  $h$  שווה ל- 3 מטר. למה שווה בקירוב הביטוי  $2R + h$ ?

2.  $h$  שווה ל- 1.5 מטר. למה שווה בקירוב הביטוי  $2R + h$ ?

3.  $h$  שווה ל- 3 מטר. למה שווה בקירוב הביטוי  $2Rh$ ?

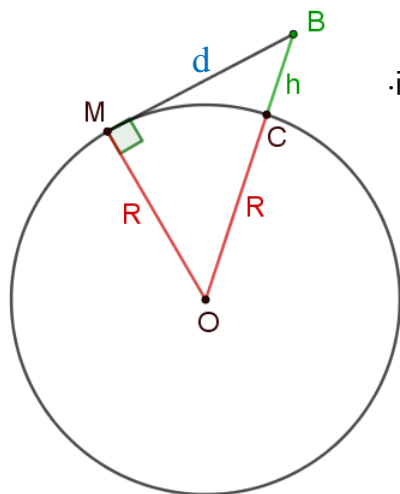
4.  $h$  שווה ל- 1.5 מטר. למה שווה בקירוב הביטוי  $2Rh$ ?

ב. אילו מסקנות ניתן להסיק מהסעיפים 1-4 שבסעיף א? נמקו.

### מדרגה 2

#### בעיה 1.2.1

לפניכם סקיצה המתארת את הסיטואציה של מרחק צופה מקו האופק. המעגל שמרכזו בנקודה  $O$  מייצג את כדור הארץ. הנקודות  $O$ ,  $B$  ו- $C$  נמצאות על קו ישר אחד.



נניח כי:

- רדיוס כדור הארץ הינו 6,371 ק"מ  $R =$
- גובה העיניים של הצופה מעל פני כדור הארץ הינו 1.5 מ'.

סמנו את הנתונים על הסקיצה וענו:

מהו מרחקו של הצופה ממרכז כדור הארץ (נקודה  $O$ )?

בטאו את התוצאה: (1) במטרים, (2) בק"מ

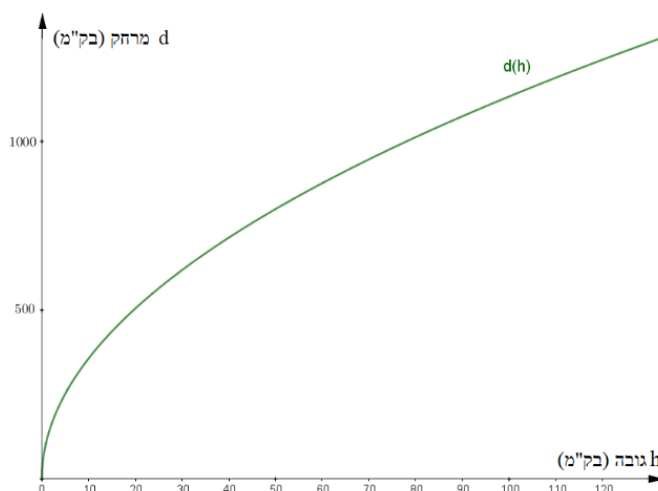
שימו לב: סקיצה משמע סרטוט לא מדויק, כך למשל, במציאות, רדיוס כדור הארץ ( $R$ ) גדול בהרבה יותר מגובה העיניים של הצופה ( $h$ ).

## בעיית מטרה 2 - העשרה

### תיאור סיטואציה

בתאריך 24 באוקטובר 2014 [אלן יוסטס](#) (**Robert Alan Eustace**) סגן נשיא בכיר בחברת גוגל, קבע את שיא העולם לנפילה חופשית מגובה של כ-41 ק"מ. אלן שבר את השיא הקודם שנקבע בתאריך 14 באוקטובר בשנת 2012 על ידי [פליקס באומגרטנר](#) האוסטרי, שצנח מגובה של כ-38 ק"מ.

נתון גרף הפונקציה  $d(h)$  המתארת מרחקו של צופה אל קו האופק  $d$  (בק"מ), כפונקציה של גובה עין של הצופה  $h$  (בק"מ) מעל פני כדור הארץ.



- א. תארו לפחות שתי תכונות שונות של הפונקציה  $d(h)$  בהסתמך על הגרף. כיצד תכונות אלה באות לידי ביטוי בחיי היומיום?
- ב. סמנו על גרף הפונקציה שתי נקודות המתארות את שני השיאים של צניחה לעבר הקרקע. שערו בכמה רחוק יותר (בערך) המרחק שראה אלן יוסטס את קו האופק, מאשר המרחק שראה פליקס באומגרטנר את קו האופק. בדקו את תשובתכם ביישומון.
- ג. באיזה גובה צריך להיות צופה, כדי לראות את קו האופק במרחק של כ-1,000 ק"מ? בדקו את החישובים שלכם ביישומון.
- ד. אילו שאלות נוספות אפשר לשאול?

תוכלו לקרוא את הכתבה "[נגע בשמיים: שיא חדש לקפיצה מקצה החלל](#)" שפורסמה באתר ynet בתאריך 25.10.14.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Alan\\_Eustace](https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Eustace)

## מדרגה 1

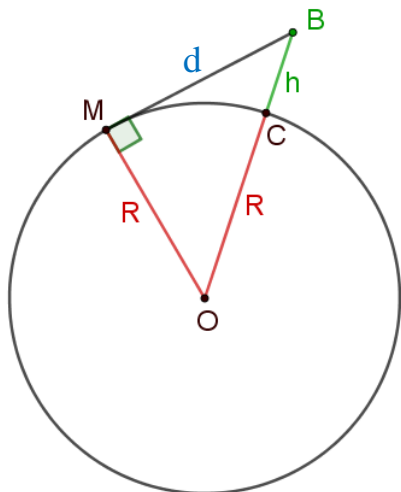
### בעיה 2.1.1

לפניכם סקיצה המתארת את הסיטואציה של מרחק צופה מקו האופק.

המעגל שמרכזו בנקודה O מייצג את כדור הארץ.

הנקודות O, B ו-C נמצאות על קו ישר אחד.

נניח כי רדיוס כדור הארץ הינו 6,371 ק"מ  $R =$ .



א. השלימו את השוויון והסבירו:  $R^2 + d^2 =$  \_\_\_\_\_

וכתבו ביטויים שווי ערך לביטוי זה.

ב. רוצים להגדיל פי 2 את מרחקו של הצופה מקו האופק.

פי כמה בערך יש להגדיל את גובה עיניו של הצופה

מעל פני כדור הארץ?

שימו לב: סקיצה משמע סרטוט לא מדויק, כך למשל, במציאות, רדיוס כדור הארץ (R) גדול בהרבה יותר מגובה העיניים של הצופה (h).

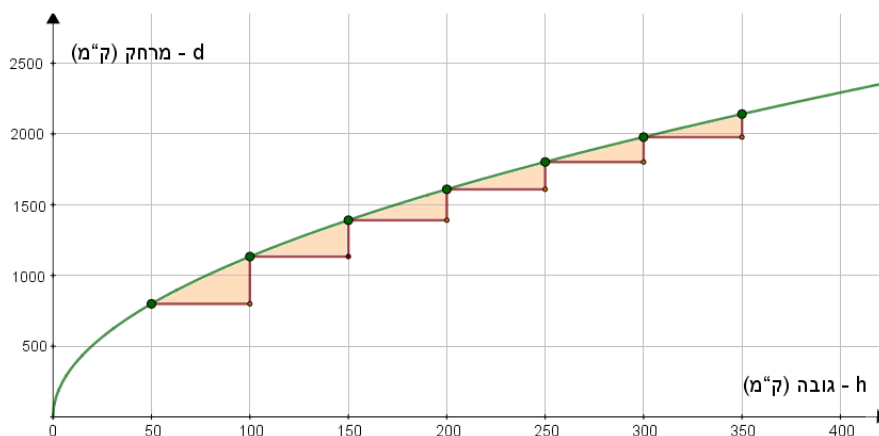
## מדרגה 2

### בעיה 2.2.1

לפניכם גרף של הפונקציה  $d(h)$  המתארת את מרחקו של צופה אל קו האופק  $d$  (בק"מ),

כתלות בגובה העין של הצופה  $h$  (בק"מ) מעל פני כדור הארץ.

בגרף מצויירות שש מדרגות בעלות רוחב זהה.



אפיינו את קצב ההשתנות של הפונקציה  $d(h)$ .