

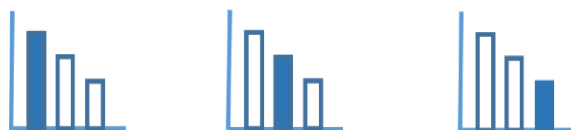
מאור

מתמטיקה אוריינית בחטיבת ביניים



נפח הריאות בזמן צלילה

המשימה קיימת ב – 3 רמות



כל הזכויות שמורות ל
לייקין ר. וצוות מאור, אוניברסיטת חיפה

אין להעתיק, לצלם או לשכפל חוברת זו
או קטעים ממנה בשום אמצעי

פרטי התקשרות:

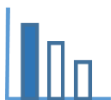
maor@labs.edu.haifa.ac.il

04-8288351



תעודת זהות של המשימה

נושא מתוכנית הלימודים לשילוב המשימה	חוקיות, קריאת גרפים, קריאת טבלה, ייצוג אלגברי ו/או מילולי של פונקציה, קדם אנליזה
כיתה	ח', ט'
זמן נדרש ליישום המשימה (עד 45 דקות)	45 דקות
ידע ומיומנויות מתמטיים הנדרשים לפתרון המשימה	חוקיות, קריאת גרפים, קריאת טבלה, ייצוגים שונים של פונקציה
אוריינות קונטקסטואלית	קשר בין תופעה פיזיקלית (לחץ המים) לחישובים מתמטיים, הבנה שצלילה קשורה לשינוי בנפח הריאות. הכרת יחידת מידה ללחץ-אטמוספירה.
ידע ומיומנויות שהמשימה יכולה לקדם	מעבר בין ייצוגים של פונקציה, מציאת חוקיות שימושים מעשיים בקריאת מידע מהגרף ומהטבלה
הנחיות קצרות לעבודה עם המשימה	הקדמה קצרה למשימה בה ניתן לדון על הקשר הקיים בין לחץ לנפח באופן אינטואיטיבי ולהדגים זאת לדוגמה על ידי לחץ על בלון אפשרית עבודה בקבוצות של 2-3 תלמידים. בדיון הכיתתי ניתן לקשר בין המשימה לחוק בויל מכון ויצמן למדע - חוק בויל וצלילה חוק בויל הוא עיקרון פיזיקלי מוכר. החוק קובע שכאשר לא נכנס או יוצא אוויר מהריאות, כמו בצלילה חופשית, הקשר בין הלחץ לנפח הוא כזה שכאשר הלחץ גדל – הנפח קטן, אבל המכפלה של שניהם נשארת תמיד אותו מספר. לדוגמה: אם הלחץ מוכפל פי שתיים, אז הנפח קטן לחצי, ואם הלחץ מוכפל פי שלוש – הנפח קטן לשליש. כך, המכפלה בין הלחץ לנפח לא משתנה ושווה למספר קבוע. ניתן לדון גם ביחידות של המספר הקבוע: ליטר · אטמוספירה



משימה - נפח הריאות בזמן צלילה

תיאור סיטואציה



שכבת האוויר שעוטפת את כדור הארץ נקראת אטמוספירה. שכבה זו יוצרת לחץ על גוף האדם. את הלחץ הזה מודדים ביחידות של **אטמוספירה**. בגובה פני הים הלחץ שווה ל- 1 אטמוספירה. המים כבדים יותר מהאוויר. כאשר אנחנו צוללים, משקל המים לוחץ על הגוף. הלחץ על הגוף גדל ככל שצוללים עמוק יותר.

לחץ המים משפיע על הריאות שמתכווצות כמו בלון, כאשר עולים ממעמקי הים. קיימים סוגים שונים של צלילות. במשימה זאת נדבר על צלילה חופשית ללא מיכל אוויר.

פתרו את הבעיה הבאה

הטבלה הבאה מתארת את הקשר בין: עומק המים, לחץ המים ונפח הריאות בצלילה חופשית.

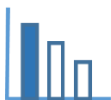
נפח הריאות באחוזים	לחץ המים באטמוספירות	עומק מתחת לפני הים במטרים
100%	1	0 (גובה פני הים)
50%	2	10
$33\frac{1}{3}\%$	3	20
25%	4	30
20%	5	40
$16\frac{2}{3}\%$	6	50

א. נפח הריאות נמדד בליטרים. נפח הריאות של יוסי בגובה פני הים הוא 5 ליטרים. יוסי הוא צוללן מאומן ולכן יכול לצלול לעומקים.

חשבו את נפח הריאות של יוסי בלחצים שונים של המים ומלאו את הטבלה הבאה:

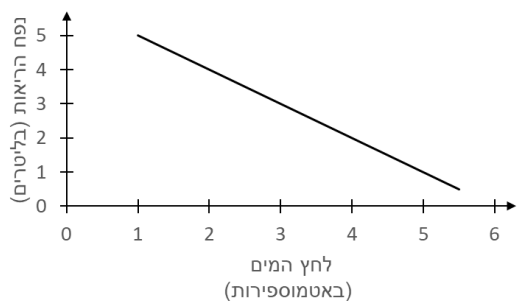
לחץ (באטמוספירות)	1	2	3	4	5	6
נפח הריאות (בליטרים)						

* ליטר שווה ל- 1000 סמ"ק

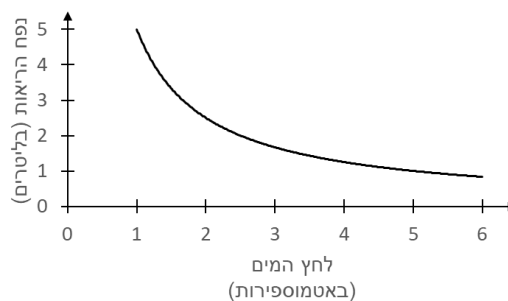


ב. יוסי מתחיל את הצלילה בגובה פני הים וצולל לעומק של 30 מטר. איזה גרף מהגרפים הבאים מתאר את

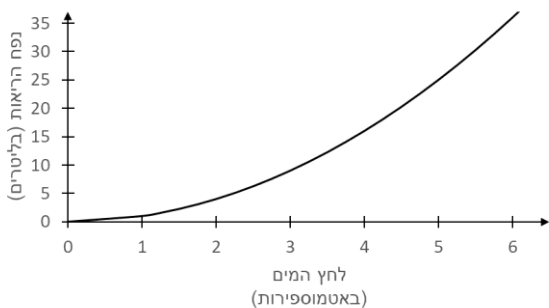
הקשר בין נפח הריאות של יוסי לבין הלחץ שפועל עליו? נמקו.



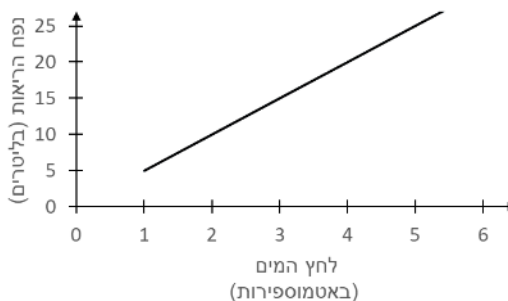
א



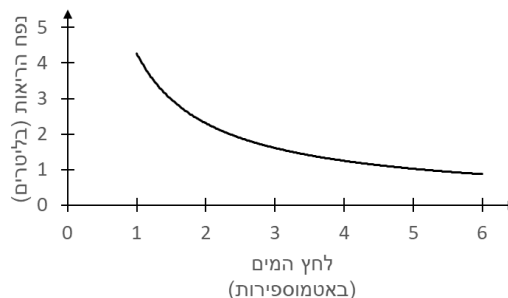
ב



ג



ד

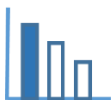


ה

ג. רשמו ייצוג אלגברי של הפונקציה המתארת את נפח הריאות של יוסי (בליטרים) כתלות בלחץ הפועל על יוסי בזמן הצלילה (באטמוספירות).

מקורות

התמונה במשימה נוצרה באמצעות בינה מלאכותית של ChatGPT גרסה 4



פתרונות אפשריים

סעיף א':

לחץ (באטמוספרות)	1	2	3	4	5	6
נפח הריאות (בליטרים)	5	2.5	$(\frac{5}{3})1.67$	1.25	1	$(\frac{5}{6})0.83$

סעיף ב':

גרף א. ככל שהלחץ עולה – נפח הריאות קטן בצורה לא ליניארית.

גרף ה' אינו מתאים כי הוא מראה שבלחץ 1 אטמוספירה נפח הריאות 4 ליטר ואילו נפח הריאות של יוסי בלחץ זה הוא 5 ליטר.

סעיף ג':

נפח הריאות של יוסי קטן ככל שהלחץ גדל, וביחס הפוך ללחץ – למשל, אם הלחץ מוכפל,

נפח הריאות קטן פי 2. זהו חוק בויל:

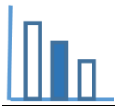
$$y = \frac{5}{x} \text{ כאשר } x \text{ לחץ המים באטמוספירות ו- } y \text{ נפח הריאות בליטרים.}$$

$$\text{או } y \cdot x = 5 \text{ כאשר } x \text{ לחץ המים באטמוספירות ו- } y \text{ נפח הריאות בליטרים.}$$

הערה: יחידות מדידה של הקבוע (5) הוא ליטר-אטמוספירה.

אתרים באינטרנט:

מכון ויצמן למדע - [חוק בויל וצלילה](#)



משימה - נפח הריאות בזמן צלילה

תיאור סיטואציה



שכבת האוויר שעוטפת את כדור הארץ נקראת אטמוספירה. שכבה זו יוצרת לחץ על גוף האדם. את הלחץ הזה מודדים ביחידות של **אטמוספירה**. בגובה פני הים הלחץ שווה ל- 1 אטמוספירה. המים כבדים יותר מהאוויר. כאשר אנחנו צוללים, משקל המים לוחץ על הגוף. הלחץ על הגוף גדל ככל שצוללים עמוק יותר.

לחץ המים משפיע על הריאות שמתכווצות כמו בלון, כאשר עולים ממעמקי הים. קיימים סוגים שונים של צלילות. במשימה זאת נדבר על צלילה חופשית ללא מיכל אוויר.

פתרו את הבעיה הבאה

הטבלה הבאה מתארת את הקשר בין: עומק המים, לחץ המים ונפח הריאות בצלילה חופשית.

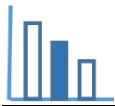
נפח הריאות באחוזים	לחץ המים באטמוספירות	עומק מתחת לפני הים במטרים
100%	1	0 (גובה פני הים)
50%	2	10
$33\frac{1}{3}\%$	3	20
25%	4	30

א. נפח הריאות נמדד בליטרים. נפח הריאות של יוסי בגובה פני הים הוא 5 ליטרים. יוסי הוא צוללן מאומן ולכן יכול לצלול לעומקים.

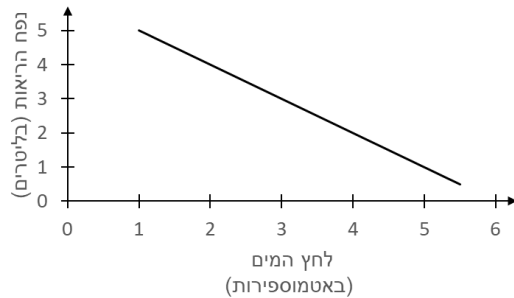
חשבו את נפח הריאות של יוסי בלחצים שונים של המים ומלאו את הטבלה הבאה:

לחץ (באטמוספירות)	1	2	3	4
נפח הריאות (בליטרים)				

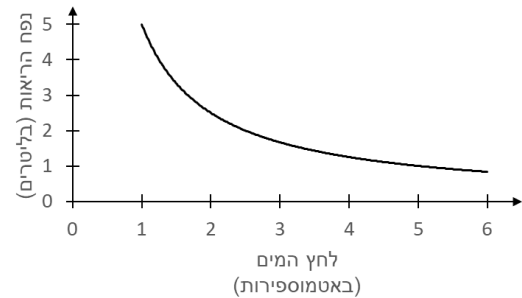
* ליטר שווה ל- 1000 סמ"ק



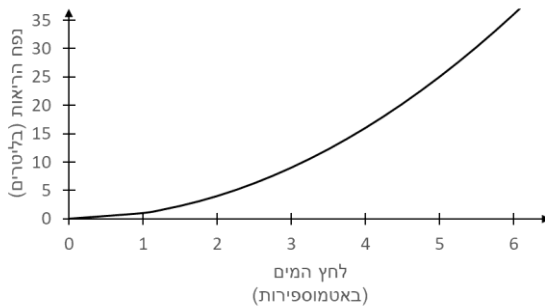
ב. יוסי מתחיל את הצלילה בגובה פני הים וצולל לעומק של 30 מטר. איזה גרף מהגרפים הבאים מתאר את הקשר בין נפח הריאות של יוסי לבין הלחץ שפועל עליו? נמקו.



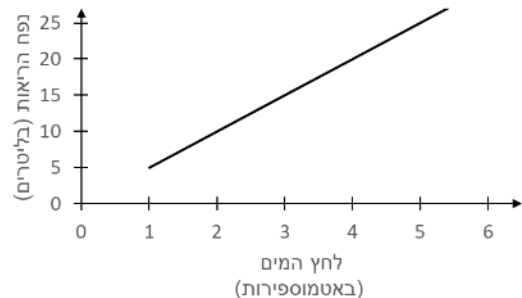
א



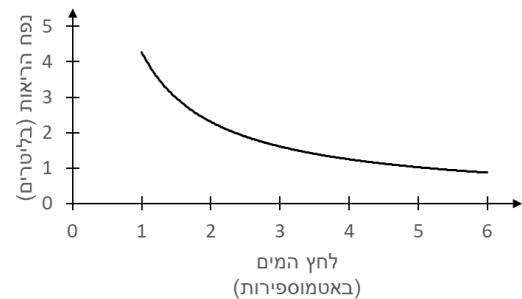
ב



ג



ד



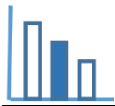
ה

ג. בעומק מסוים הלחץ הפועל על יוסי הוא 2.5 אטמוספירות. מהו נפח הריאות של יוסי בעומק זה?

ד. רשמו מהי החוקיות המקשרת בין נפח הריאות של יוסי (בליטרים) לבין הלחץ הפועל על יוסי בזמן הצלילה (באטמוספירות).

מקורות

התמונה במשימה נוצרה באמצעות בינה מלאכותית של ChatGPT גרסה 4



פתרונות אפשריים

סעיף א':

לחץ (באטמוספרות)	1	2	3	4
נפח הריאות (בליטרים)	5	2.5	$1.67 \left(\frac{5}{3}\right)$	1.25

סעיף ב':

גרף א. ככל שהלחץ עולה – נפח הריאות קטן בצורה לא ליניארית.

גרף ה' אינו מתאים כי הוא מראה שבלחץ 1 אטמוספירה נפח הריאות 4 ליטר ואילו נפח הריאות של יוסי בלחץ זה הוא 5 ליטר.

סעיף ג':

נפח הריאות של יוסי בלחץ של 2.5 אטמוספירות הוא 2 ליטרים.

סעיף ד':

הקשר בין נפח הריאות של יוסי לבין הלחץ הפועל עליו הוא: המכפלה של הלחץ על יוסי בנפח הריאות של יוסי שווה למספר קבוע שהוא 5. זהו קשר של יחס הפוך: ככל שהלחץ עולה – נפח הריאות קטן, למשל, אם הלחץ מוכפל, נפח הריאות קטן פי 2.

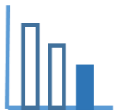
בכתיב אלגברי: $5 = x \cdot y$ כאשר x לחץ המים באטמוספירות ו- y נפח הריאות בליטרים.

זהו חוק בויל.

הערה: יחידות מדידה של הקבוע (5) הוא ליטר · אטמוספירה.

אתרים באינטרנט:

מכון ויצמן למדע - [חוק בויל וצלילה](#)



משימה - נפח הריאות בזמן צלילה

תיאור סיטואציה



שכבת האוויר שעוטפת את כדור הארץ נקראת אטמוספירה. שכבה זו יוצרת לחץ על גוף האדם. את הלחץ הזה מודדים ביחידות של **אטמוספירה**. בגובה פני הים הלחץ שווה ל- 1 אטמוספירה. המים כבדים יותר מהאוויר. כאשר אנחנו צוללים, משקל המים לוחץ על הגוף. הלחץ על הגוף גדל ככל שצוללים עמוק יותר. לחץ המים משפיע על הריאות שמתכווצות כמו בלון, כאשר יורדים למעמקי הים, ומתנפחות כמו בלון, כאשר עולים ממעמקי הים. קיימים סוגים שונים של צלילות. במשימה זאת נדבר על צלילה חופשית ללא מיכל אוויר.

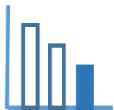
פתרו את הבעיה הבאה

הטבלה הבאה מתארת את הקשר בין: עומק המים, לחץ המים ונפח הריאות בצלילה חופשית.

נפח הריאות באחוזים	לחץ המים באטמוספירות	עומק מתחת לפני הים במטרים
100%	1	0 (גובה פני הים)
50%	2	10
$33\frac{1}{3}\%$	3	20
25%	4	30

א. התבוננו בטבלה לעיל וקבעו לגבי כל אחת מהטענות הבאות אם היא נכונה או לא נכונה:

- (1) ככל שיוסי יורד עמוק יותר, הלחץ על יוסי גדל.
- (2) ככל שיוסי יורד עמוק יותר, הלחץ על יוסי קטן.
- (3) ככל שיוסי יורד עמוק יותר, נפח הריאות של יוסי גדל.
- (4) ככל שיוסי יורד עמוק יותר, נפח הריאות של יוסי קטן.



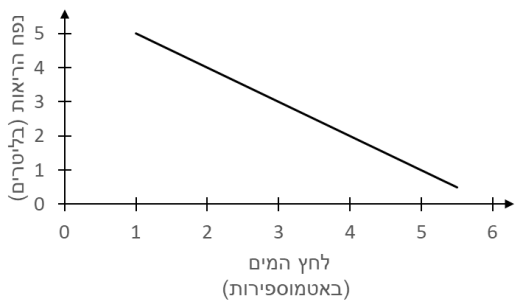
ב. את נפח הריאות אנחנו מודדים בליטרים. נפח הריאות של יוסי בגובה פני הים הוא 5 ליטרים. יוסי הוא צוללן מאומן ולכן יכול לצלול לעומקים.

חשבו את נפח הריאות של יוסי בלחצים שונים של המים ומלאו את הטבלה הבאה:

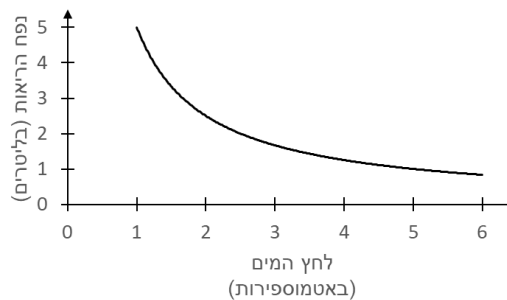
לחץ (באטמוספירות)	1	2	3	4
נפח הריאות (בליטרים*)				$5 \cdot \frac{25}{100} = 1.25$

* ליטר שווה ל- 1000 סמ"ק

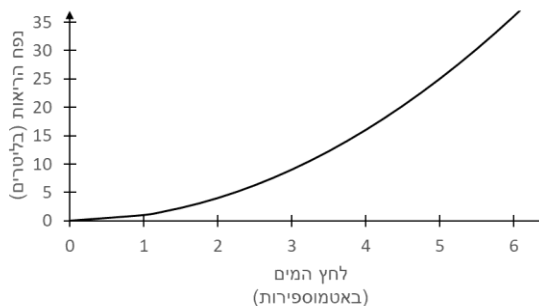
ג. יוסי מתחיל את הצלילה בגובה פני הים וצולל לעומק של 30 מטר. איזה גרף מהגרפים הבאים מתאר את הקשר בין נפח הריאות של יוסי לבין הלחץ שפועל עליו?



א



ב

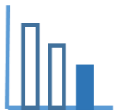


ג

ד. האם נכונה הטענה הבאה: המכפלה של הלחץ על יוסי בנפח הריאות של יוסי שווה למספר קבוע שהוא 5. נמקו.

מקורות

התמונה במשימה נוצרה באמצעות בינה מלאכותית של ChatGPT גרסה 4



פתרונות אפשריים

סעיף א':

- 1) **נכונה** – ככל שיוסי יורד עמוק יותר, הלחץ עליו גדל. זה נובע מהעובדה שעמוד המים שמעליו גדול יותר ומפעיל יותר לחץ.
- 2) **לא נכונה** – הלחץ לא קטן עם העומק, אלא דווקא גדל.
- 3) **לא נכונה** – נפח הריאות של יוסי לא גדל עם העומק, אלא קטן בגלל עליית הלחץ.
- 4) **נכונה** – ככל שהעומק גדל, הלחץ עולה, ולכן נפח הריאות קטן.

סעיף ב':

לחץ (באטמוספרות)	1	2	3	4
נפח הריאות (בליטרים)	5	2.5	$1.67 \left(\frac{5}{3}\right)$	1.25

סעיף ג':

יוסי מתחיל את הצלילה מגובה פני הים, שם הלחץ הוא 1 אטמוספירה ונפח הריאות הוא 5 ליטרים. ככל שהוא יורד לעומק של 30 מטר, הלחץ עולה והנפח קטן ביחס הפוך ללחץ. כלומר, ככל שהלחץ גדל, נפח הריאות קטן באופן לא ליניארי. לכן, הגרף שמתאר את הקשר בין נפח הריאות של יוסי לבין הלחץ שפועל עליו הוא **גרף א**. גרף זה מציג עקומה יורדת שמתאימה לכך שהנפח קטן במהירות בהתחלה, ואז בקצב מתון יותר ככל שהלחץ עולה.

גרף ב שגוי כי הוא מציג קו ישר יורד אך הפונקציה אינה פונקציה ליניארית – קצב השינוי אינו קבוע. גרף ג שגוי כי הוא מציג גרף עולה אך הפונקציה היא יורדת.

סעיף ד':

הטענה נכונה. נימוק על ידי בדיקת המספרים בטבלה שבסעיף ב. (ניתן להרחיב ולקשר לחוק בויל) הערה: יחידות מדידה של הקבוע (5) הוא ליטר. אטמוספירה.

אתרים באינטרנט:

מכון ויצמן למדע - [חוק בויל וצלילה](#)