

מאור

מתמטיקה אוריינית בחטיבת ביניים



אנומליה של המים - צפיפות

המשימה קיימת ב – 2 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

<p>גרפים ופונקציות</p>	<p>נושא מתוכנית הלימודים לשילוב המשימה</p>
<p>ח', ט'</p>	<p>כיתה</p>
<p>30-45 דקות</p>	<p>זמן נדרש ליישום המשימה (עד 45 דקות)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • קריאת גרפים, והסקת מסקנות מגרף • השתנות של פונקציה בקצב אחיד ובקצב לא אחיד • קנה מידה של מערכת צירים • נקודת מקסימום • תחום עליה • תחום ירידה 	<p>ידע ומיומנויות מתמטיים הנדרשים לפתרון המשימה</p> 
<ul style="list-style-type: none"> • קריאת גרף, והסקת מסקנות מגרף • תחום של הפונקציה • השתנות של פונקציה בקצב אחיד ובקצב לא אחיד • קנה מידה של מערכת צירים • נקודת מקסימום • תחום עליה • תחום ירידה • חישובי אחוזים 	
<p>הבנת המושגים:</p> <ul style="list-style-type: none"> • צפיפות • כמות של חומר • מצבי צבירה של חומר (מים, שמן) • ציפה ושקיעה של חומרים 	<p>אוריינות קונטקסטואלית</p>



<p>קידום קריאת גרפים וניתוחם</p>	<p>ידע ומיומנויות שהמשימה יכולה לקדם</p>
<p>ניתן כהקדמה להקרין בכיתה את הסרטון בקישור הבא: https://youtu.be/vMcFfiblJaA סרטון נוסף עם הסבר על צפיפות https://www.youtube.com/watch?v=SWS1iYgijnw (סרטון) דיון קצר בכיתה לאחר שתלמידים קראו את תיאור הסיטואציה לצורך בירור מושג הצפיפות ויחידות מידה של הצפיפות. עבודת תלמידים בקבוצות של 2-3 תלמידים. הערה: ישנו שימוש במונח "כמות חומר" כתחליף למושג "מסה".</p>	<p>הנחיות קצרות לעבודה עם המשימה</p>

משימה - אנומליה של המים - צפיפות

תיאור סיטואציה

ידוע כי עץ צף על פני המים ואילו ברזל שוקע במים - במה זה תלוי?
שמן קפוא שוקע בשמן נוזלי, אבל קוביות קרח צפות על פני המים - מדוע?



במשימה זו נעסוק בשאלות אלו.

כמות חומר המצויה בגוף כלשהו נמדדת ביחידות של קילוגרם (ק"ג) או גרם, מיליגרם, טון ועוד.

צפיפות חומר היא כמות החומר של יחידת נפח של החומר, לדוגמא כמות החומר של סמ"ק או כמות החומר של מ"ק. הצפיפות נמדדת ביחידות של כמות חומר לנפח, כלומר בגרם לסמ"ק (gr/cm^3) או ב- ק"ג למ"ק (kg/m^3).

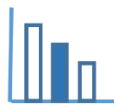


שמן צף על מים

חומר שצפיפותו קטנה יותר, צף על גבי נוזל שצפיפותו גדולה יותר.
עץ צף על פני המים. שמן צף על פני המים. לעומת זאת, ברזל שוקע
במים כי צפיפות הברזל גדולה מצפיפות המים.

כאשר מחממים חומר, כמות החומר אינה משתנה, אבל צפיפותו משתנה. כמעט בכל החומרים הצפיפות קטנה כאשר הטמפרטורה עולה.

למשל, כדי שכדור פורח ימריא יש לחמם את הגז שבתוכו. החימום מקטין את צפיפות הגז שבתוך הבלון.
כאשר צפיפות הגז תהיה קטנה מצפיפות האוויר, הכדור יעלה למעלה.



שמן קפוא שוקע בתוך שמן נוזלי

כאשר מקררים חומר בדרך כלל צפיפותו גדלה. למשל, כשמקפאים שמן צפיפותו גדלה. שמן קפוא צפיפותו גדולה יותר מצפיפות שמן נוזלי. ולכן אם נכניס קוביית שמן קפוא לתוך שמן נוזלי, הקובייה תשקע. יוצאי דופן מבחינה זו הם מים. (סרט)

<https://youtu.be/vMcFfiblJaA>

מקורות

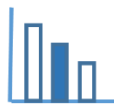
[האנומליה של המים](#)

[צפיפות](#)

[מסה](#)

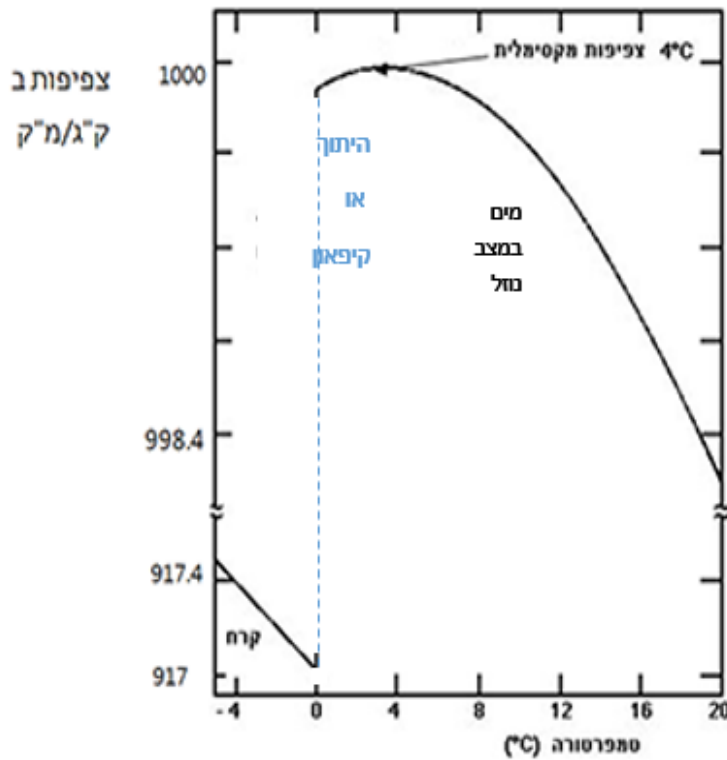
[צפיפות המים](#)

[גרף - מאפיינים פיזיקליים של המים](#)



פתרו את הבעיה הבאה

לפניכם גרף המתאר את התלות בין צפיפות של מים מתוקים לטמפרטורה של המים, וכן את התלות בין צפיפות של קרח לטמפרטורה של הקרח. התבוננו בגרף וענו על השאלות הבאות:



הערה: שימו לב לסימון = המצוין "קפיצה" בערכי הצפיפות - בין 917.4 לבין 998.4 שפירושה שקנה המידה אינו אחיד.

א. השוו בין השתנות צפיפות המים כתלות בטמפרטורה, לבין השתנות צפיפות הקרח כתלות בטמפרטורה.

ב. הסבירו מדוע המים הם יוצאי דופן. או במילים אחרות הסבירו מהי האנומליה של המים. (אנומליה - חורג מהנורמה).

ג. צפיפות מים מתוקים ב-0°C היא $\frac{999.87 \text{ ק"ג}}{\text{מ"ק}}$

1. מהי צפיפות הקרח ב 0°C?

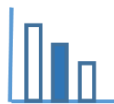
2. בכמה אחוזים משתנה

צפיפות מים מתוקים כאשר הם הופכים לקרח? הציגו את פתרונותיכם.

ד. ידוע כי קרח צף על פני המים. הסבירו תופעה זו.



ה. בתמונה המוצגת רואים קוביית קרח וקוביית שמן קפוא שהוכנסו לצנצנת שבה מים ושמן נוזלי. מי זו קוביית הקרח ומי זו קוביית השמן? הסבירו תופעה זו.



פתרונות אפשריים

א. השוואה בין השתנות צפיפות המים כתלות הטמפרטורה לבין השתנות צפיפות הקרח על פי הגרף הנתון:

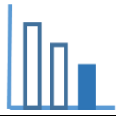
קרח	מים
צפיפות הקרח יורדת ככל שמחממים אותו, בתחום $-4^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0^{\circ}\text{C}$	צפיפות המים יורדת ככל שמחממים אותם, רק בתחום $t > 4^{\circ}\text{C}$ צפיפות המים עולה ככל שמחממים אותם, בתחום $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 4^{\circ}\text{C}$
לפי הגרף הנתון, קצב השינוי של ירידת צפיפות הקרח ככל שמחממים אותו, בתחום $-4^{\circ}\text{C} \leq t \leq 0^{\circ}\text{C}$ הוא קבוע (גרף של קו ישר).	לפי הגרף הנתון קצב השינוי של צפיפות המים ככל שמחממים אותם, אינו קבוע (גרף שאינו קו ישר)
על פי הגרף, לקרח אין צפיפות מקסימלית.	למים ב 4°C יש צפיפות מקסימלית, שהיא 1000 ק"ג/מ"ק.
צפיפות הקרח ב- 0°C היא 917 ק"ג/מ"ק.	צפיפות המים ב- 0°C היא 999.87 ק"ג/מ"ק.
צפיפות הקרח עולה בצורה משמעותית ב- 0°C , כשהקרח הופך למים.	

ב. האנומליה של המים באה לידי ביטוי בתחום שבין 0°C ל- 4°C . בתחום זה ככל שהטמפרטורה של המים גדלה, צפיפות המים גדלה, ואילו בחומרים אחרים ככל שהטמפרטורה של החומר גדלה, צפיפות החומר קטנה. ב- 0°C , כאשר הקרח מפשיר למים, חלה עליה ניכרת בצפיפות המים. בחומרים אחרים (כמו שמן) כשחומר במצב מוצק מתחמם והופך לנוזל, צפיפותו קטנה.

ג. כאשר המים הופכים לקרח, צפיפות המים קטנה בערך ב- $8.288\% = \frac{999.87 - 917}{999.87} \cdot 100$

ד. למדנו כי כאשר המים קופאים והופכים לקרח צפיפותם קטנה ביותר מ-8%, כלומר צפיפות הקרח קטנה מצפיפות המים ולכן הקרח צף על פני המים, לכן גם קרחונים צפים על פני המים. **חשיבותה של עובדה זו היא עצומה, הדבר מאפשר המשך קיום החיים במים, מתחת לפני הקרח.**

ה. שמן נוזלי צף על פני המים כי צפיפותו קטנה מצפיפות המים. כאשר מקררים חומר בדרך כלל צפיפותו גדלה, לכן שמן קפוא צפיפותו גדולה יותר מצפיפות השמן הנוזלי והוא ישקע בשמן הנוזלי. עקב האנומליה של המים צפיפות הקרח קטנה יותר מצפיפות המים וקטנה יותר מצפיפות השמן הקפוא. לכן רואים בתמונה שקוביית הקרח צפה גבוה יותר מאשר קוביית השמן הקפוא.



משימה - אנומליה של המים - צפיפות

תיאור סיטואציה

ידוע כי עץ צף על פני המים ואילו ברזל שוקע במים - במה זה תלוי?
שמן קפוא שוקע בשמן נוזלי, אבל קוביות קרח צפות על פני המים - מדוע?



במשימה זו נעסוק בשאלות אלו.

כמות חומר המצויה בגוף כלשהו נמדדת ביחידות של קילוגרם (ק"ג) או גרם, מיליגרם, טון ועוד.
צפיפות חומר היא כמות החומר של יחידת נפח של החומר, לדוגמה כמות החומר של סמ"ק או כמות החומר של מ"ק. הצפיפות נמדדת ביחידות של כמות חומר לנפח, כלומר בגרם לסמ"ק (gr/cm^3) או ב- ק"ג למ"ק (kg/m^3).

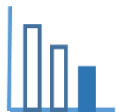


שמן צף על מים

חומר שצפיפותו קטנה יותר, צף על גבי נוזל שצפיפותו גדולה יותר.
עץ צף על פני המים. שמן צף על פני המים. לעומת זאת, ברזל שוקע במים כי צפיפות הברזל גדולה מצפיפות המים.

כאשר מחממים חומר, כמות החומר אינה משתנה, אבל צפיפותו משתנה. כמעט בכל החומרים הצפיפות קטנה כאשר הטמפרטורה עולה.

למשל, כדי שכדור פורח ימריא יש לחמם את הגז שבתוכו. החימום מקטין את צפיפות הגז שבתוך הבלון.
כאשר צפיפות הגז תהיה קטנה מצפיפות האוויר, הכדור יעלה למעלה.



שמן קפוא שוקע בתוך שמן נוזלי

כאשר מקררים חומר בדרך כלל צפיפותו גדלה. למשל, כשמקפאים שמן צפיפותו גדלה. שמן קפוא צפיפותו גדולה יותר מצפיפות שמן נוזלי. ולכן אם נכניס קוביית שמן קפוא לתוך שמן נוזלי, הקובייה תשקע. יוצאי דופן מבחינה זו הם מים. (סרט)

<https://youtu.be/vMcFfiblJaA>

מקורות

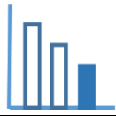
[האנומליה של המים](#)

[צפיפות](#)

[מסה](#)

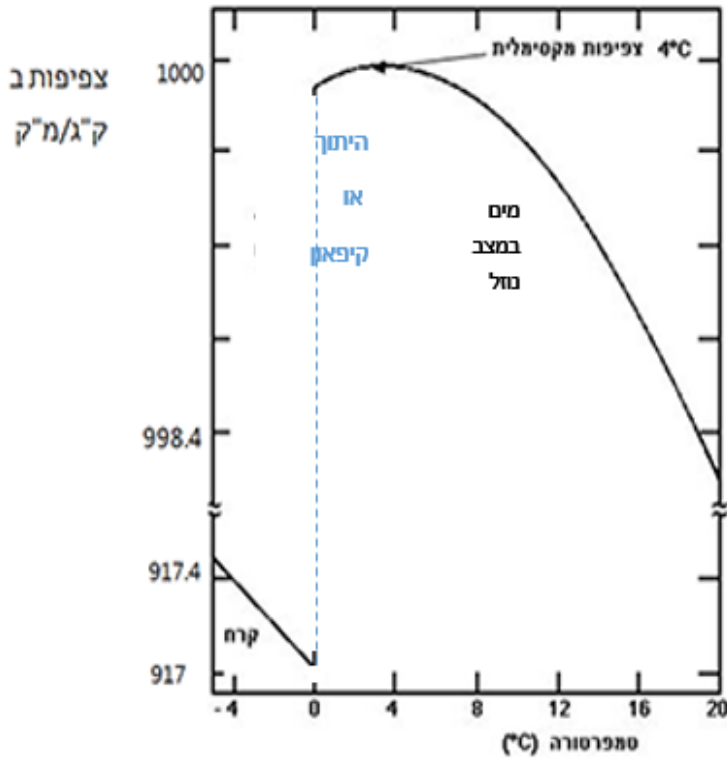
[צפיפות המים](#)

[גרף - מאפיינים פיזיקליים של המים](#)



פתרו את הבעיה הבאה

לפניכם גרף המתאר את התלות בין צפיפות של מים מתוקים לטמפרטורה של המים, וכן את התלות בין צפיפות של קרח לטמפרטורה של הקרח. התבוננו בגרף וענו על השאלות הבאות:



הערה: שימו לב לסימון = המציין "קפיצה" בערכי הצפיפות - בין 917.4 לבין 998.4 שפירושה שקנה המידה אינו אחיד.

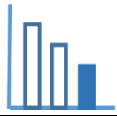
א. בגרף המתאר את הקשר בין צפיפות המים והטמפרטורה שלהם, ב-0°C יש גם מים וגם קרח. הצפיפות של מי קטנה יותר?

ב. נתון כי צפיפות המים ב-0°C היא $999.87 \frac{kg}{m^3}$. למה שווה ההפרש בין צפיפות המים לצפיפות הקרח ב-0°C?

ג. האם נכונה הטענה הבאה: ככל שמחממים מים (במצב נוזל) צפיפות המים יורדת. נמקו תשובתכם.

ד. ידוע כי קרח צף על פני המים. הסבירו תופעה זו.





פתרונות אפשריים

א. צפיפות הקרח ב- 0°C קטנה יותר מצפיפות המים ב- 0°C .

ב. ההפרש בין צפיפות המים ב- 0°C לבין צפיפות הקרח ב- 0°C הוא: $999.87 - 917 = \frac{\lambda}{\rho} 82.87$

ג. טענה זו אינה נכונה.

צפיפות המים עולה ככל שמחממים אותם, בתחום $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 4^{\circ}\text{C}$. תופעה זו נקראת האנומליה של

המים.

ד. למדנו כי כאשר המים קופאים והופכים לקרח צפיפותם קטנה מצפיפות המים ולכן הקרח צף על פני המים, לכן גם קרחונים צפים על פני המים. חשיבותה של עובדה זו היא עצומה, הדבר מאפשר המשך קיום החיים במים, מתחת לפני הקרח.