

# יחידת הוראה מבוא לשינוי האקלים עבור מורים לתלמידי תיכון

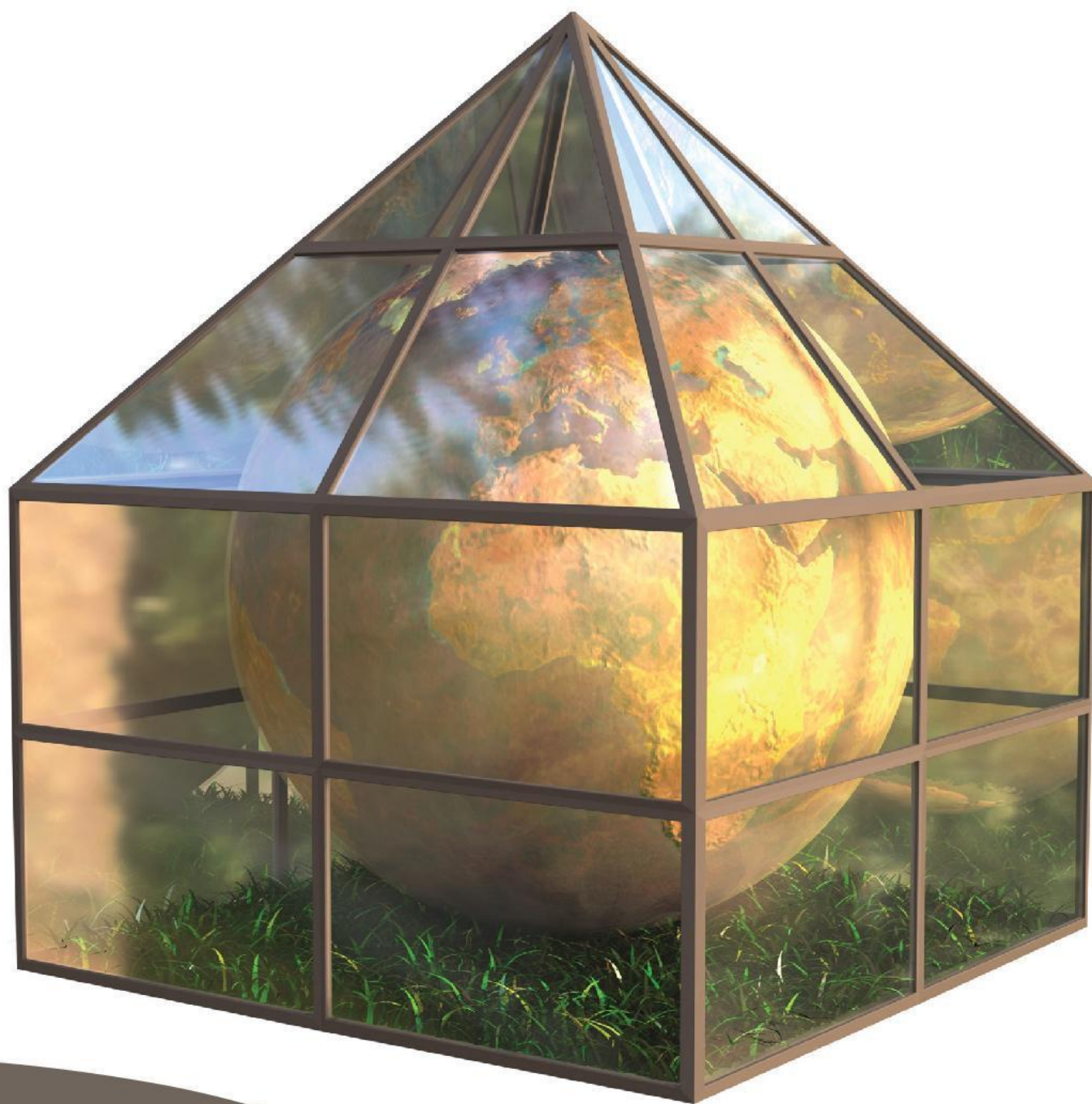
מהדורה מותאמת לחינוך החרדי.

הותאם ופותח על ידי

ד"ר דבורה סמט רוטשילד - גב' רות אלמליח

תשפ"ד - 2024





**התחממות גלובלית**

## יחידה 3

### אפקט החממה והתחממות גלובלית

ידע למורה: בשתי היחידות הראשונות בחנו את נושא שינוי האקלים. מדענים סבורים שהגורם העיקרי לשינוי הוא פעילות האדם, ובפרט, פליטת גזי חממה והגברת אפקט החממה אשר גורם להתחממות גלובלית. נתחיל את השיעור בהצפת ידע קודם ותפיסות שגויות. נציג את גזי החממה ונדבר על המקור שלהם. בגוף השיעור התלמידים יתנסו בניסוי אשר מדמה את אפקט החממה (חלופה 1). בניסוי גם נמחיש את קיבולת החום של מים, כלומר את היכולת שלהם "לספוג" חום וכך להאט את קצב שינוי הטמפרטורה האוויר. לחלופין ניתן לתת לתלמידים להתנסות בסימולציה ממוחשבת בה יוכלו לתמרן ריכוז פד"ח ולראות כיצד הדבר משפיע על טמפרטורה תוך כדי מעקב אחר כניסת אנרגיית שמש ויציאה של אנרגיית חום (חלופה 2). נסכם את מה שנלמד בהתנסות ע"י הסתכלות על מאזן האנרגיה של כדה"א.

רקע למורה על אפקט החממה:

אפקט החממה הוא תהליך שבו נלכד חום בתוך האטמוספירה של כדור-הארץ בגלל גזי חממה באטמוספירה שלא נותנים לחום "לברוח" כמו קירות זכוכית בחממה.

כיצד זה קורה? בקצרה - כאשר אנרגיית השמש מגיעה לכדור הארץ, חלק ממנה מוחזרת לחלל על ידי עננים, ע"י חלקיקים אחרים באטמוספירה או ע"י משטחים בהירים מחזירי אור כגון אזורים מושלגים. אנרגיית השמש הנותרת שחוזרת דרך האטמוספירה, נבלעת ע"י קרקע ומים אשר מתחממים כתוצאה מכך. (קרינת השמש אינה מחממת ישירות את האוויר אלא נבלעת במשטחים (כמו קרקע) ומהם נפלט החום לאוויר). חלק מהחום הזה נפלט חזרה מפני השטח בתור קרינה תת-אדומה. חלק מהקרינה התת-אדומה עוברת באטמוספירה ויוצאת לחלל וחלקה נבלעת ע"י מולקולות של גזי חממה (בעיקר  $\text{CH}_4$  – מתאן ו  $\text{CO}_2$ ) אשר מחזירים את הקרינה התת-אדומה בחזרה אל פני כדה"א אשר סופגים את האנרגיה המוקרנת מחדש. כתוצאה מכך, יש התחממות של פני כדה"א ושל השכבה התחתונה של האטמוספירה. ככל שריכוז גזי החממה עולה, כך גם מוגבר אפקט החממה.

חשוב לציין כי אפקט החממה חיוני לקיום חיים על פני כדה"א - ללא גזי חממה, כדה"א היה קר מידי בכדי לתמוך בחיים. כאשר גזי חממה נמצאים באטמוספירה בעודף, הדבר גורם להגברת אפקט החממה ולעלייה בטמפרטורה הגלובלית הממוצעת - תופעה אשר מכונה התחממות גלובלית.

מושגים: אפקט החממה, קרינה תת-אדומה, אטמוספירה, גזי חממה (מתאן, אדי מים, פחמן דו חמצני, חמצן-דו חנקני), התחממות גלובלית, דלקים פוסילים (מאובנים), מאזן אנרגיה

מיומנויות בשיעור: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות, התמצאות מדעית, פרשנות נתונים וראיות.

## פתיחה:

נפתח את השיעור באמירה כי רוב המדענים סבורים שכדה"א מתחמם כתוצאה מהגברת אפקט החממה ע"י פעילות האדם. לאחר מכן נעלה מספר שאלות על אפקט החממה (להלן). בשלב זה חשוב לתת לתלמידים להביע את עצמם וכך למפות ידע קודם ותפיסות שגויות. ניתן לשאול מי מסכים או לא מסכים עם אמירה מסוימת וכך למפות נקודות שצריכות חיזוק או הבהרה. שאלות לדיון:

האם שמעתם על אפקט החממה? באיזה הקשר?

האם תוכלו לחשוב על דוגמה אשר מדמה את אפקט החממה בקנה מידה קטן?

**דוגמאות - רכב סגור החונה בשמש ביום חם או חממת צמחים. בשתי הדוגמאות החום נכנס ונכלא בפנים - דבר אשר גורם להתחממות.**

מה גורם לאפקט החממה?

**אנרגיית השמש מגיעה אל כדה"א. חלק מהאנרגיה מוחזרת לחלל וחלק נבלעת. חלק מאנרגיית החום המוחזר לא יוצא לחלל אלא נכלא ע"י גזי חממה באטמוספירה של כדה"א וגורם להתחממות.**

**\* ייתכן שכאן יעלו תפיסות שגויות אשר קשורות לחור באוזון. למידע נוסף בנושא כנסו לקישור .**

**שימו לב - אפקט החממה אינו קשור לחור באוזון. אבל הגז אוזון עצמו ( $O_3$ ) מהווה גז חממה.**

מיומנויות בפעילות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות

גזי חממה - מי הם ומה מקורם ?

נראה לתלמידים בעמודים הבאים גרפים המתארים את זהות גזי החממה ואת מקורם ונקיים דיון קצר.

- גרף 1- גזי חממה ותרומתם היחסי לאפקט החממה באחוזים.
- גרף 2- גזי חממה עיקריים בפליטות לפי (א) סוג הגזים ו (ב) מקור הפליטות.
- גרף 3- מקורות לפליטת גזי חממה בישראל.

נקודות מרכזיות לדיון:

הערה: המידע כאן מהווה בסיס לדיון כיתתי ונותן גם ידע נוסף למורה. מידת ההעמקה בשיעור תלויה כמובן בזמן ובצרכי הכיתה.

- אדי מים הם גז חממה הכי נפוץ שגם תורם הכי הרבה לאפקט החממה (בממוצע 60%).

שימו לב! אדי מים אמנם תורמים רבות לאפקט החממה אבל הם אינם מניעים שינויי טמפרטורה (במו"פד"ח). להיפך, ריכוז אדי המים באטמוספירה משתנה בעקבות שינויים בטמפרטורה - כמות אדי המים באטמוספירה תלויה בטמפרטורה. כלומר, אדי מים אינם גורמים להעלאת הטמפרטורה, אלא נגרמים מעליית הטמפרטורה, בניגוד לפד"ח שגורם להעלאת הטמפרטורה. בנוסף, עלייה בלחות יכולה לגרום לעלייה בעננות וגם לגשם אשר מורידים את הטמפרטורה (משוב שלילי). נקודה

אחרונה וחשובה מאוד - זמן השהות של אדי מים באטמוספירה היא קצרה (ימים) לעומת זמן השהות של גזי חממה אחרים כמו פד"ח, מתאן וכו'... (שנים עד מאות שנים).

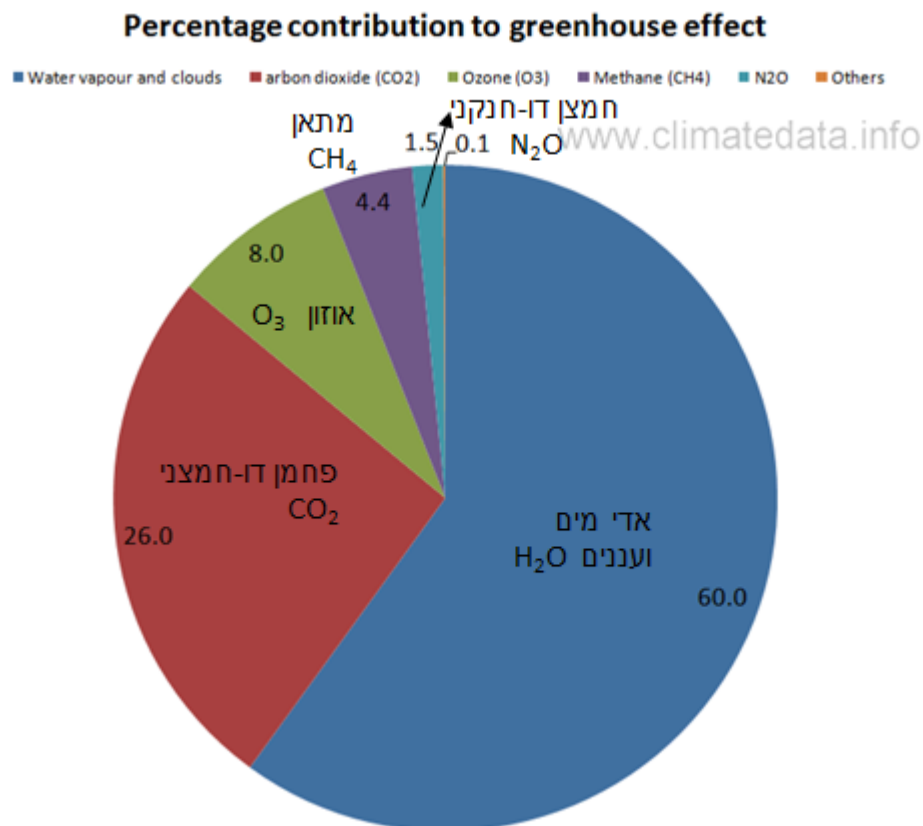
פחמן דו-חמצני הינו גז חממה מאוד משמעותי (למרות שהוא מהווה רק 0.04% מהגזים באטמוספירה). השני בעוצמה לאחר אדי מים (גרף 1). מגיע ממקורות טבעיים כגון התפרצויות געשיות כתוצר לוואי בנשימה תאית (כפי שנלמד ביחידה 5 על מחזור הפחמן). אבל כיום יש עודפי פד"ח באטמוספירה כתוצאה של בעירת דלקים פוסיליים, שינויים בשימוש קרקעות וכריתת יערות. בעצם מהווה יותר מ-60% (+57% 17%) הפליטות (גרף 2).

- יש גזי חממה נוספים שניתן לדון בהם :

\* חמצן דו-חנקני (nitrous oxide,  $N_2O$ ) גם ידוע בתור גז צחוק. גזי חממה השלישי בעוצמתו. משתחרר ממקורות תעשייתיים וחקלאיים.

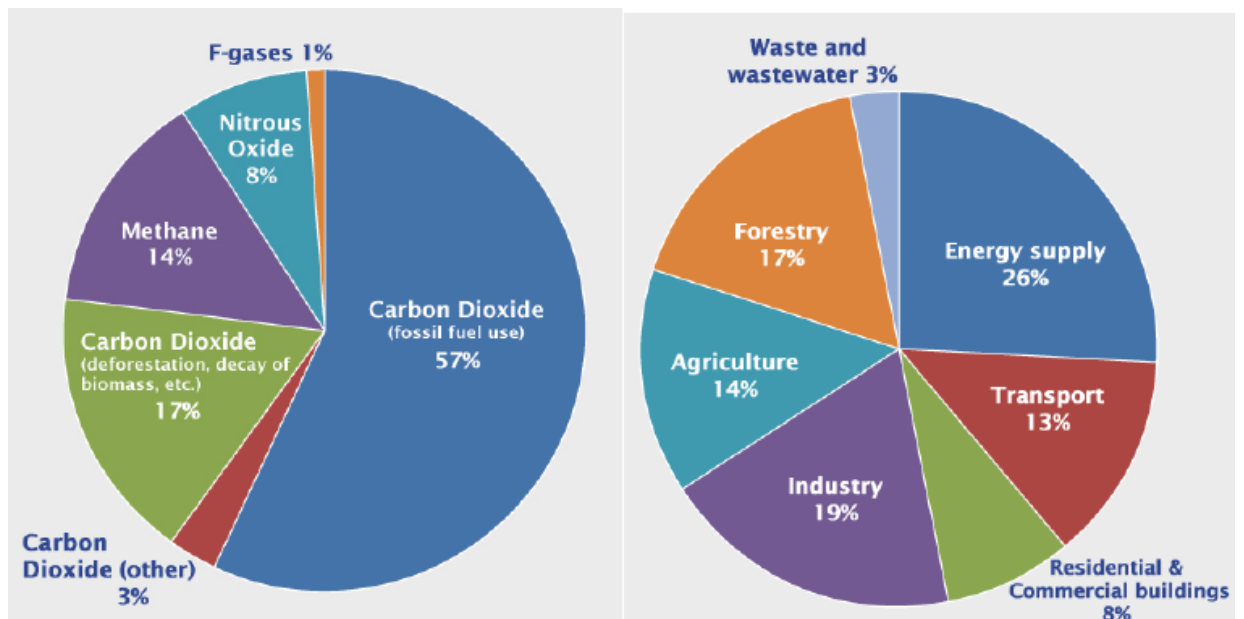
\* מתאן ( $CH_4$ , Methane) - הנוצר ממקורות טבעיים וגם מפעילות האדם כמו ייצור והובלה של פחם, גז טבעי ונפט, חקלאות (בקר) ופירוק חומר אורגני באתרי פסולת. למידע נוסף על מתאן כנסו [למאמר של גיליאל](#).

\* תרכובות פלואור (F-gases : fluorinated gases) נמצאים בשימוש נרחב במערכות קירור - מזגנים ומקררים וממקורות תעשייתיים.



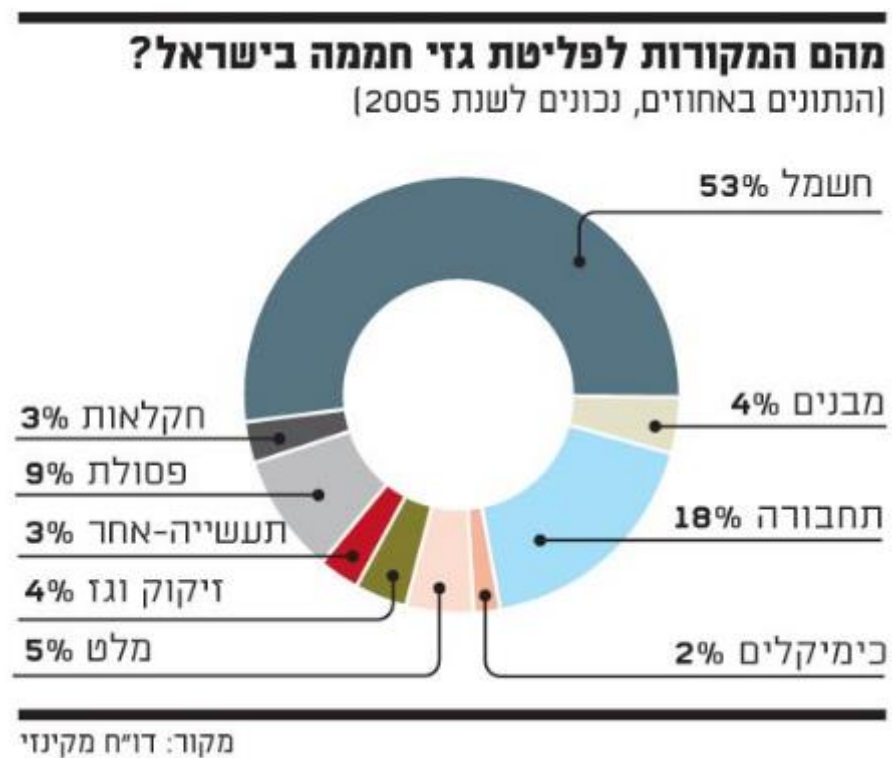
גרף 1 - גזי חממה עיקריים והתרומה שלהם היחסית לאפקט החממה. מקור :

<http://www.climatedata.info/forcing/gases/>



גרף 2 - גזי חממה בפליטות (שמאל) ומקור פליטות (ימין). מקור:

(Global greenhouse gas emissions a) by type of gases, b) by type of sources (IPCC, 2007



גרף 3- מקורות לפליטת גזי חממה בישראל.

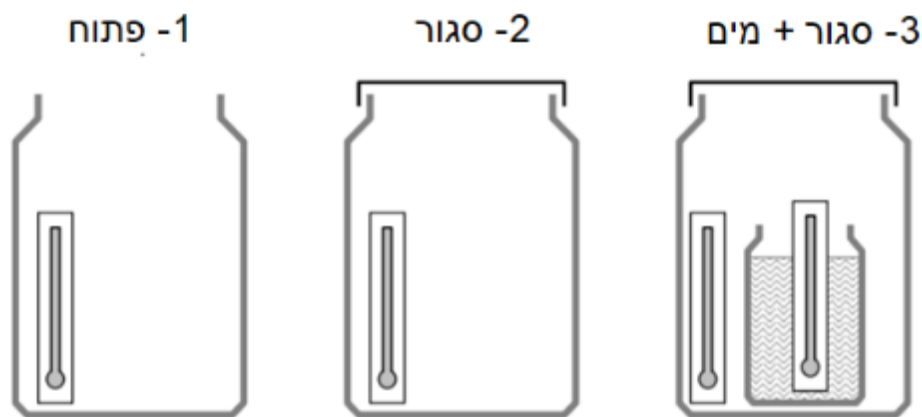
## גוף השיעור:

ניסוי אפקט החממה: נתנסה במודל פשוט של אפקט החממה אשר מדגים את היכולת של גזי חממה באטמוספירה לכבד חום. חלקו את הכיתה לקבוצות עבודה. הניסוי מתבצע בתוך מכלים שקופים בהם מודדים את הטמפרטורה. טמפרטורת האוויר בתוך כל מיכל מדמה את טמפרטורת האטמוספירה, ומשקפת את יכולת הבידוד של כיסוי המיכל אשר מקביל לגזי חממה. דף שאלות מלווה את הניסוי (נספח 1 - דף לתלמיד + תשובות למורה מופיע להלן לאחר סיכום החומר). יש שאלות שעל התלמידים לענות עליהן לפני או תוך כדי הניסוי. יש שאלות מקדימות שמבקשות מהתלמידים לעלות השערות לגבי תוצאות הניסוי. לאחר ביצוע הניסוי יש שאלות אשר מתייחסות לתוצאות הניסוי והחיבור שלהן לאפקט החממה.

\*במידת הצורך מצורפות תוצאות לדוגמה. יש אופציה לטבלה (כך שהתלמידים יעשו לבד גרף).

### בניסוי שלושה מיכלים (ראו איור):

1. מיכל פתוח (1) מדמה את כדה"א ללא גזי חממה באטמוספירה.
2. מיכל סגור (2) מדמה את כדה"א עם גזי חממה (המכסה). מדגים את אפקט החממה.
3. מיכל סגור עם מיכל יותר קטן של מים בתוכו (3). בשל קיבול החום הגבוה של מים ביחס לאוויר, קצב עליית טמפרטורת האוויר תהיה יותר איטית מאשר במיכל 2. מדגים את החשיבות של גופי מים קליטת אנרגיית חום.



מיומנויות בפעילות: אוריינות מדעית - פרשנות נתונים וראיות.

לחילופין יוכל המורה ללמד את הנושא בצורה פרונטלית ללא עריכת הניסוי

## סיכום:

נראה לתלמידים תמונה של מאזן אנרגיה של כדה"א ונדון בה.



מקור: <https://www.pinterest.com/pin/371758144227146114/>

נקודות לדיון:

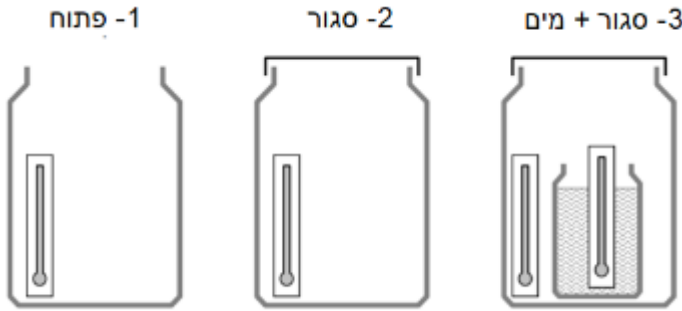
- השמש היא מקור האנרגיה בכדה"א. אנרגיית השמש מגיעה לכדה"א בתור קרינה (פוטונים).
- חלק מהקרינה מוחזרת לחלל ע"י פני שטח של כדה"א (אזורים בהירים) או ע"י האטמוספירה (חלקיקים)
- חלק מקרינת השמש חוזרת דרך האטמוספירה ומחממת את פני שטח כדה"א. גם את הקרקע וגם את המים. חשוב להדגיש כי מים מכסים כ-71% מפני שטח כדה"א. ניתן להזכיר שמים מתחממים לאט (צריך להשקיע הרבה אנרגיה יחסית כדי לגרום למים להתחמם).
- פני שטח פולטים חזרה חום (לאחר שהתחממו) בצורה של קרינה תת-אדומה.
- חלק מהקרינה התת-אדומה יוצאת חזרה לחלל. חלק נפגשת עם גזי חממה ומוקרנת מחדש לכל מיני כיוונים, כולל גם לכיוון פני השטח. זה גורם להתחממות של פני השטח ושל האטמוספירה התחתונה.

מיומנויות בפעילות: אוריינות מדעית - הסבר מדעי של תופעות

## נספח 1 - הנחיות לניסוי ושאלות נלוות

### רשימת ציוד לקבוצת עבודה אחת:

1. שלושה מיכלים שקופים זהים. יש כמה אפשרויות למיכלים : בבקבוקי פלסטיק של 2 ליטר שמורידים לו את החלק העליון; צנצנות או כלי זכוכית אחרים כמו כוס כימית
2. מיכל קטן שניתן להכניס לתוך אחד המכלים הגדולים. יכול להיות צנצנת, או אפילו מיכל פלסטיק שניתן להניח מד חום בפנים.



### נמלא את המיכל במים בטמפרטורת החדר.

3. שני כיסויים למיכלים + גומיות. הכיסוי יכול להיות ניילון שקוף (שקית או ניילון נצמד) שמהדקים בעזרת גומייה. חשוב להדק את הכיסוי.
  4. ארבעה מדי חום.
- חשוב שמדי החום לא יגעו בתחתית או בצדי הכלי. כדי להניח את מדי החום בתוך המכלים בצורה נוחה נדביק אותם לחתיכת קרטון מעט ארוכה ורחבה יותר ממד החום עצמו. כך ניתן להעמיד את מד החום בתחתית המיכל, כאשר הוא נשען בזווית קטנה כנגד הקיר. את מד החום שיעמוד במים ניתן להדביק על חומר עמיד למים.
5. מקור אור: חשוב להשתמש במקור אור שמייצר חום. במידה וחם מספיק ניתן לעבוד בחוץ עם שמש ישירה. ניצן להשתמש בנורת להט או נורת חום. יש להקפיד על כללי בטיחות בזמן שימוש בנורות מתחממות.
  6. טבלה לרישום תוצאות הניסוי - ניתן להדפיס (פריט #) , לחילופין התלמידים יכולים להעתיק מראש.

### הוראות לניסוי

1. מספרו את המכלים מ-1 עד 3.
2. הניחו מד חום בכל מיכל, כאשר מד החום דבוק לקרטון והקרטון נשען על קיר המיכל בזווית. שימו לב שמקור האור לא יפגע ישירות במד חום אלא בגב הקרטון עליו מודבק.
3. במיכל 3 הניחו כלי קטן מלא במים כמעט עד הסוף (מים בטמפרטורת החדר) ובתוך המיכל הניחו מד חום.
4. תנו למדי חום לעמוד חמש דקות ולאחר מכן רשמו את הטמפרטורה ההתחלתית באוויר בכל מיכל ואת טמפרטורת המים במיכל 3. זו הטמפרטורה בזמן אפס.
5. כסו את מכלים מספר 2 ו-3 בעזרת גומייה וכיסוי (ניילון נצמד או שקית).
6. העמידו את המכלים במרחק שווה ובזווית דומה למקור האור (שמש או נורה). במידה שאתם עובדים עם מנורות, הדליקו את האור **(הזהרו - הנורה ובית המנורה מתחממים!)**
7. הפעילו טיימר.
8. רשמו את טמפרטורת האוויר בכל אחד מהמיכלים ושל המים (מיכל 3) כל 5 דקות במשך

חצי השעה הראשונה של הניסוי. לאחר מכן, רשמו את הטמפרטורה כל 15 דקות.

9. האם ניתן לראות שינויים בתוך המיכלים? אם כן, רשמו מה ניתן לראות.

10. במידה ועוצמת האור משתנה במהלך הניסוי יש לרשום זאת.

11. המשיכו את הניסוי עד שניתן לראות הבדלים ניכרים בין המיכלים בטמפרטורת.

#### שאלות לפני/ תוך כדי הניסוי

א. האם אתם מצפים שיהיה הבדל בקצב שינוי טמפרטורת האוויר במיכל 1 ובמיכל 2? נמקו את תשובתכם.

ב. לאיזה מיכל נכון להשוות את התוצאות ממיכל מספר 3? נמקו.

ג. מה לדעתכם יקרה לטמפרטורת המים והאוויר במיכל 3 לעומת המיכל שציינתם בסעיף ב'? נמקו תשובתכם.

#### שאלות לאחר הניסוי:

1. איירו גרף אשר מראה את תוצאות הניסוי. מה יהיה ציר X? מה יהיה ציר Y? מה המשתנה התלוי והבלתי תלוי?

2. מלאו את הטבלה הבאה אשר מסכמת את שינוי הטמפרטורה בכל אחד מהמיכלים:

א. מה הטמפרטורה המקסימלית ומה הטמפרטורה המינימלית בכל מיכל?

ב. מה טווח הטמפרטורות (מקסימום פחות מינימום) בכל מיכל?

ג. האם יש הבדל בקצב שינוי הטמפרטורה בכל אחד מהמיכלים? ניתן להתייחס לשיפוע העקומים באופן איכותי (לפי העין) או בצורה כמותית (חישוב  $\Delta Y/\Delta X$  באזור ליניארי של העקום).

|                | מיכל 1- אוויר | מיכל 2- אוויר | מיכל 3 - אוויר | מיכל 3 -מים |
|----------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| טמפ' מינימום   |               |               |                |             |
| טמפ' מקסימום   |               |               |                |             |
| טווח טמפרטורה  |               |               |                |             |
| קצב שינוי טמפ' |               |               |                |             |
| הערות          |               |               |                |             |

3. השוו את התוצאות שהתקבלו עבור מיכל 1 ומיכל 2. הציעו הסבר להבדלים.

4. ערכו השוואה בין מיכל 2 למיכל 3. הציעו הסבר להבדלים.

5. במיכל 3 - מה קורה לטמפרטורת המים לעומת טמפרטורת האוויר? הציעו הסבר.

לסיכום החומר יוכל המורה לעבור עם התלמידים על השאלות הבאות (תשובות לשאלות מופיעות לאחר השאלות).

6. קרינת השמש חודרת את האטמוספירה של כדה"א. מה קורה לאנרגיית הקרינה הזאת?

7. מהי קרינה תת-אדומה להבנתכם? ניתן להיעזר בגוגל.

8. הסבירו מהו אפקט החממה במילים שלכם.

9. גזים כגון מתאן ( $CH_4$ ), אדי מים ( $H_2O$ ), פחמן דו-חמצני ( $CO_2$ ) וחמצן דו-חנקני ( $N_2O$ ) הם גזי חממה. מה הקשר בין גזי חממה לאפקט החממה?

10. הניסוי שעשיתם מדמה את אפקט החממה, אמנם ללא גזי חממה במערכת הניסויית. מה מייצג המיכל? מה מייצג הכיסוי למיכל?

11. התחממות גלובלית היא תיאוריה מדעית לפיה הטמפרטורה הממוצעת של כדה"א עולה. מה הקשר בין אפקט החממה, גזי חממה והתחממות גלובלית?

12. ללא אפקט החממה, הטמפרטורה על פני כדה"א הייתה -18 מעלות צלזיוס! הסבירו מדוע.

13. 71% מפני שטח כדה"א, כאשר רוב המים נמצאים באוקיינוסים. לאוקיינוסים חשיבות גדולה מאוד בוויסות טמפרטורת כדה"א. שערו מה החשיבות של האוקיינוסים בהקשר של התחממות גלובלית. התייחסו לתוצאות שקיבלתם במיכל 3.

## תשובות למורה:

1. ציר X - זמן (משתנה בלתי תלוי), ציר Y - טמפרטורה (משתנה תלוי)
2. טבלה מסכמת של שינוי הטמפרטורה בכל אחד מהמכלים:  
 א. הטמפרטורה המקסימלית ומה הטמפרטורה המינימלית בכל מיכל  
 ב. טווח הטמפרטורות (מקסימום פחות מינימום) בכל מיכל  
 ג. הבדל בקצב שינוי הטמפרטורה בכל אחד מהמכלים

|                | מיכל 1- אוויר | מיכל 2- אוויר | מיכל 3 - אוויר | מיכל 3 -מים |
|----------------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| טמפ' מינימום   |               |               |                |             |
| טמפ' מקסימום   |               |               |                |             |
| טווח טמפרטורה  |               |               |                |             |
| קצב שינוי טמפ' |               |               |                |             |
| הערות          |               |               |                |             |

3. מיכל 1 פתוח בעוד שמכל 2 סגור. קצב עליית הטמפרטורה במיכל 2 יותר גבוה כיוון שהכיסוי מונע מהחום לצאת מהמיכל.

4. מכלים 2 ו-3 סגורים, אבל במיכל 3 יש כלי עם מים. קצב עליית הטמפרטורה במיכל 3 יותר איטי מאשר במיכל 2. הסיבה לכך היא נוכחות המים. למים יש יכולת מצוינת "לאגור" חום לעומת אוויר, כלומר דרושה השקעה של יותר אנרגיה כדי להעלות את הטמפרטורה של מים לעומת האנרגיה הדרושה להעלות את הטמפרטורה על אוויר ( תכונה של יכולת "לאגור" חום מכונה קיבול חום)

**הרחבה** מיועדת לתלמידים ברמה גבוהה שמגלים עניין בנושא:  
 קיבול חום הוא תכונה **פיזיקלית** אשר מוגדרת ככמות ה**חום** הנדרשת על מנת להעלות את **הטמפרטורה** של גוף נתון במידה ידועה, ומסומן בדרך כלל באות C, קיבול החום נמדד ב**ג'אול לקלווין**.  
 קיבול חום של מים הוא הגבוה ביותר:

- קיבול החום הסגולי של **מים** הוא כ-4,186 **ג'אול** לקילוגרם למעלת צלזיוס.
- קיבול החום הסגולי של **אלומיניום** הוא 880 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של **ברזל** הוא 460 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.

- קיבול החום הסגולי של [זהב](#) הוא 100 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של [קרח](#) הוא 2,100 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של [נחושת](#) הוא 385 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של [אלכנהול](#) הוא 2,400 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של [זכוכית](#) הוא 830 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של [חלב](#) הוא 3,900 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של [שמן מנוע](#) הוא 2,050 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.
- קיבול החום הסגולי של [שמן סויה](#) הוא 2,350 ג'אול לקילוגרם למעלת קלווין.

5. טמפרטורת המים כמעט ולא משתנה או משתנה מעט. זה קשור ליכולת של מים "לאגור" אנרגיה - דרושה הרבה אנרגיה יחסית כדי להעלות את הטמפרטורה של מים לעומת הטמפרטורה של אוויר.

6. מחצית מאנרגיית השמש הנכנסת לאטמוספירה מחממת את כדה"א (שאר האנרגיה מוחזרת לחלל ע"י עננים, חלקיקים באוויר וע"י משטחים בהירים). פני שטח כדה"א קולטים את האנרגיה הזאת ופולטים חזרה חלק ממנה בתור קרינה תת-אדומה, או במילים אחרות כחום.

7. קרינה תת-אדומה היא למעשה חום.

\*קרינת השמש היא בתחום האור הנראה.

קרינת השמש המוכרת לנו מורכבת למעשה מהרבה מאוד אורכי גל, חלקם בתחום האור הנראה (מהסגול 400nm ועד לאדום 700nm) בחלקם ארוכים יותר או קצרים יותר. להלן ציר המראה את אורכי גלי קרינת השמש וסיווג הקרינה.

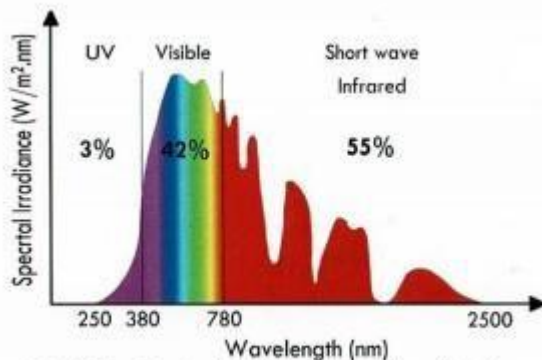
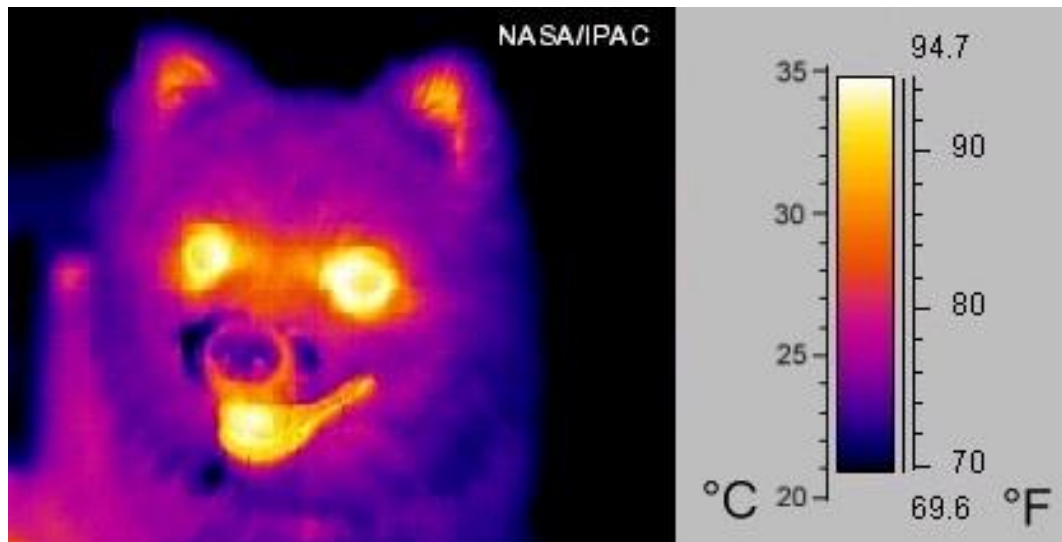


FIGURE 3 - Spectral irradiance at sea level for the solar spectrum

קרינה תת-אדומה היא באורך גל יותר ארוך והעין האנושית אינה יכולה להבחין בה. מצלמות תרמויות יכולות לצלם קרינה תת-אדומה.



מקור : ויקיפדיה

[https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%AA%D7%AA-%D7%90%D7%93%D7%95%D7%9D#/media/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Infrared\\_dog.jpg](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%AA%D7%AA-%D7%90%D7%93%D7%95%D7%9D#/media/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Infrared_dog.jpg)

8. אפקט החממה הוא מצב שבו קרינה אדומה אשר הנפלטת מפני כדה"א מוחזרת חזרה וכך גורמת לחימום.

9. גזי חממה באטמוספירה מחזירים את הקרינה התת-אדומה חזרה אל פני האדמה ויוצרים התחממות.

10. המיכל מייצג את כדה"א והמכסה מייצג אטמוספירה עם גזי חממה-גזי חממה.

11. כאשר יש עודף גזי חממה באטמוספירה (בעקבות בעירת דלקים פוסילים) הדבר מגביר את אפקט החממה וגורם לתופעה של חימום יתר המכונה התחממות גלובלית.

12. אפקט החממה חיוני לחיים על פני כדה"א. ללא גזי חממה אנרגיית החום (קרינה תת-אדומה) בורחת אל החלל.

13. ראינו בניסוי כי קצב שינוי הטמפרטורה האט בנוכחות מים. האוקיינוסים יכולים "לספוג" אנרגיה עודפת מתהליך ההתחממות הגלובלית ולכן יכול להאט את קצב שינוי הטמפרטורה באוויר. כלומר, האוקייאנוס מהווה בלם בפני התחממות גלובלית.