

כיצד נמדוד את צפיפות האנרגיה הקרינתית המגיעה אלינו מן השמש

עובד קדם*, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

מדוד תוך כמה זמן מתחיל הנייר להעלות עשן.
רשום את התוצאה בטבלה.
חזור על הניסוי עם כל אחד מהריבועים הנותרים.

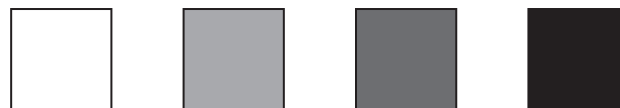
ריבוע מס' _____	הזמן (שניות) עד להעלאת עשן
1	
2	
3	
4	

מהן מסקנותיך?

מדוע מצופים קולטי השמש הביתיים במעטה שחור?

1. השפעת הצבע על יכולת קליטת הקרינה או מדוע צבועים קולטי השמש בשחור?

האם שמת לב לכך שצבעם של קולטי השמש הוא שחור? האם יש לצבע של הקולט השפעה על היכולת שלו לקלוט קרינה? כדי לבדוק את השפעת הצבע על יכולת קליטת הקרינה, בצע את הניסוי הבא:
חשוף לשמש את גיליון הבדיקה המכיל ריבועים בגוונים שונים.



1 2 3 4

גיליון בדיקה

רכז את קרני השמש, באמצעות עדשה, על ריבוע מס' 1,

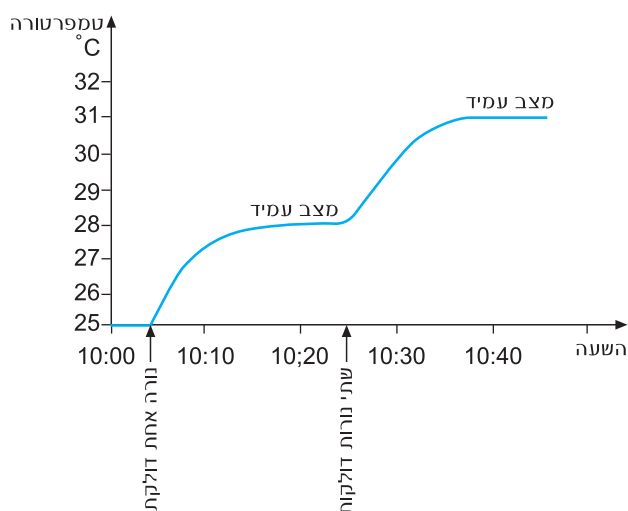
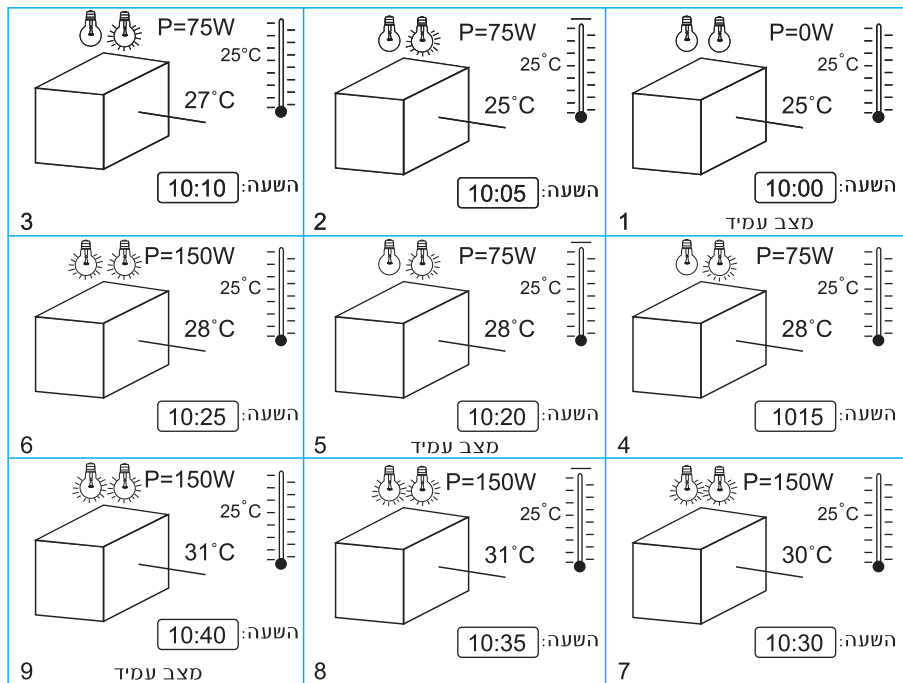
*ניסוי זה פותח כחלק מעבודה שנעשתה במסגרת מדרשת פינברג לקבלת התואר "מוסמך למדעים". לקוח מהמדריך למורה לתוכנית: "אנרגיה - הבעיה, מקורות והפקה" בהוצאת המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן. הודפס בשנת 1991.

אנרגיית השמש מגיעה אלינו בצורת קרינה אלקטרומגנטית. מחיי היום-יום ידוע שגוף קר הנחשף לקרינת השמש, מתחמם, והטמפרטורה שלו עולה. נתאר לעצמנו גוף הנמצא בטמפרטורה השווה לזו של סביבתו. במקרה זה לא יתרחש מעבר חום בין הגוף לסביבה (מדוע?) אם נחשוף את הגוף לקרינת השמש, יתרחשו שני תהליכים בו בזמן:

1. כתוצאה מבליעת הקרינה תעלה טמפרטורת הגוף.
2. כתוצאה מעליית הטמפרטורה, יפלוט הגוף חום לסביבה.

הקרה ממנו.

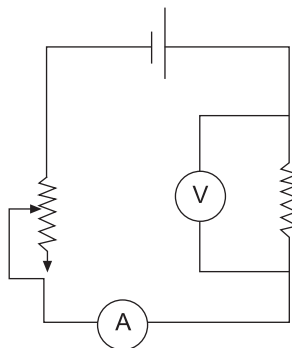
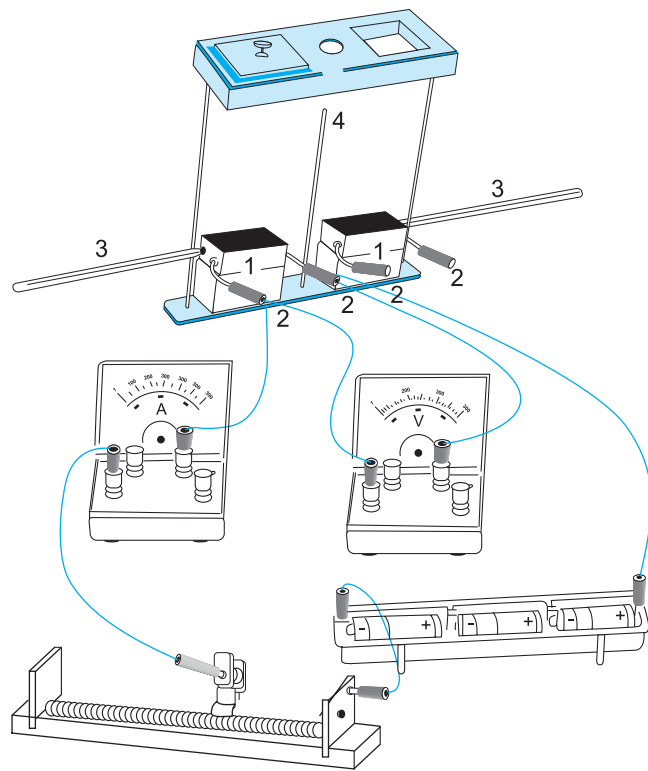
ככל שתעלה טמפרטורת הגוף, ילך ויגדל הספק החום שייפלט על ידו לסביבה. תהליך זה יימשך עד אשר ההספק הקרינתי שהגוף בולע ישתווה להספק שהגוף פולט לסביבה. במצב זה הגוף קולט קרינה ופולט חום כל הזמן, אך הטמפרטורה שלו אינה משתנה: כמות האנרגיה שהגוף בולע בכל פרק זמן שווה לכמות האנרגיה שהוא פולט באותו פרק זמן. נכנה מצב זה של שיווי משקל דינמי, בשם **מצב עמיד (steady state)**.



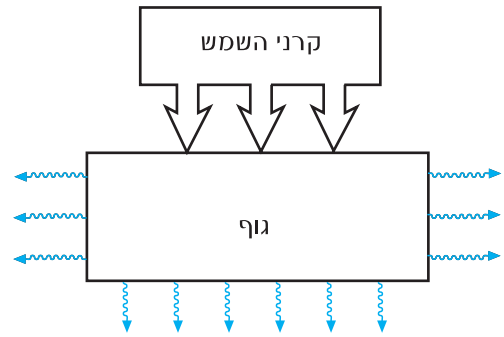
תרשים 1

1. פיאותיהן העליונות של התיבות מפויחות. (מדוע?).
2. שני נגדים שווים בני 10 אום (אחד בתוך כל תיבה).
3. שני תרמומטרים.
4. מוט לקביעת הניצבות לכיוון קרני השמש של המשטחים המפויחים.
5. מסך מצל בעל פתחי חשיפה.

כמו כן, דרושים לביצוע הניסוי: כן עם אביזרי תפיסה, ספק (מקור מתח), אמפרמטר, וולטמטר, ריאוסטט ותילי חיבור. (ראה תרשים 3)



תרשים 3:



עתה נניח כי מסיבה כלשהי עולה הספק הקרינה שהגוף בולע. טמפרטורת הגוף תעלה. עקב כך יגדל הפרש הטמפרטורות בין הגוף לסביבה, וכתוצאה מכך יגדל הספק החום הנפלט לסביבה.

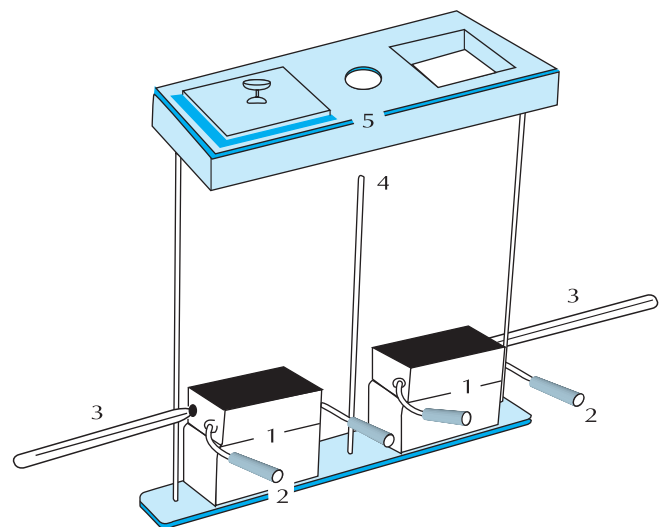
תהליך זה ימשך עד שיווצר מצב עמיד חדש, שבו הפרש הטמפרטורות בין הגוף לסביבה יישאר קבוע.

בתרשים 1 מתוארים שינויי הטמפרטורה של גוף הקולט הספק קרינתי משתנה ועובר ממצב עמיד אחד למשנהו. על סמך עובדות אלה, נוכל למדוד את צפיפות ההספק של קרינת השמש (כמות האנרגיה המתקבלת ביחידת זמן, על פני יחידת שטח, הניצבת לכיוון הקרינה).

המכשיר המשמש למדידה, מורכב למעשה משני קלורימטרים הדומים לאלה שהשתמשת בהם בלימודיך הקודמים.

רכיבי המכשיר הם: (ראה תרשים 2)

1. שתי תיבות אלמניום במידות 4 ס"מ × 2.5 ס"מ × 2 ס"מ.
- התיבות מונחות על גבי חומר מבודד.



תרשים 2:

אופן הביצוע של הניסוי

1. העמד את המערכת בשמש, כך שצל המוט יהיה מזערי. מדוע לדעתך יש להעמיד את המערכת כך שצל המוט יהיה מזערי?
2. חבר את מרכיבי המערכת לתיבה המוצלת, בהתאם לתרשים 3:
3. צפה בעליית הטמפרטורה של התיבה החשופה.
4. הפעל את המערכת החשמלית המחוברת לתיבה השנייה (הבלתי חשופה). הזרם הזורם בנגד גורם לחימומה והטמפרטורה שלה עולה.
5. שנה את עוצמת הזרם בעזרת הריאוסטט, עד שהתיבה המוצלת תגיע לטמפרטורה קבועה, השווה אותה לזו של התיבה החשופה.
6. רשום את המתח בין קצות הנגד ואת עוצמת הזרם בו.
 $I = \text{---} A$
 $V = \text{---} V$

הערה חשובה!! בדוק כל מספר דקות את ניצבות המשטחים המפוייחים לכיוון קרני השמש.

בכך סיימת את המדידות.

ניגש עתה לעיבוד התוצאות וניתוחן.

עיבוד התוצאות וניתוחן

אם הטמפרטורות של שני גופים זהים שוות, והתנאים הסביבתיים שווים אף הם, פרוש הדבר כי שני הגופים קולטים ופולטים הספק שווה.

מכאן נובע שאם נדע כמה הספק חשמלי סיפקנו לתיבה המוצלת, נדע גם כמה הספק סיפקה השמש לתיבה החשופה. כידוע ניתן לחשב את ההספק החשמלי P של נגד בו זורם זרם בעל עוצמה I והמתח בין קצותיו V באמצעות הנוסחה:

הספק = מתח \times עוצמת זרם

$$P = V I$$

7. חשב את ההספק החשמלי של הנגד בתיבה.

$$P = \text{---} V \times \text{---} A = \text{---} W$$

הספק זה שווה להספק הנקלט על ידי התיבה שנחשפה לשמש.

מידות הפאה החשופה לשמש הן 4 ס"מ \times 2.5 ס"מ.

צפיפות הקרינה מוגדרת כ**הספק הקרינה ליחידת שטח**

הניצבת לה. נסמן אותה ב-k. קיים:

$$k = \frac{P \text{ (הספק)}}{S \text{ (שטח הפאה)}} \text{ (צפיפות הספק הקרינה)}$$

8. חשב את צפיפות הקרינה של השמש שנתקבלה.

$$k = \frac{P \text{ וואט}}{S \text{ מ}^2}$$

להלן אנו מביאים תוצאות מדידות שבוצעו עם מכשיר זה.

תאריך	5.5.1983	8.7.1983
שעה	12:00	12:00
מקום	רחובות	באר-שבע
עוצמת זרם I	0.3A	0.33A
מתח V	3V	3.3V
שטח S	10cm ²	10cm ²
k	900 $\frac{W}{m^2}$	1090 $\frac{W}{m^2}$

אכן צפיפות קרינה לא מבוטלת!!!

אך הניצול של הספק זה איננו דבר של מה בכך. לדוגמא:

קולטי השמש הטובים ביותר אינם מסוגלים לנצל יותר מ-50% מההספק המגיע מן השמש לצורך חימום מים. תאים פוטו-וולטאיים מסוגלים לייצר רק כ-150W הספק חשמלי מכל 1000W הספק קרינתי ניקלט.

תהודה

מורים יקרים,

"תהודה" (1a) יופיע גם באתר האינטרנט של המרכז הארצי של מורי הפיסיקה שכתובתו:

stwww.weizmann.ac.il/ptc/

ספרי הלימוד היוצאים לאור מטעם המחלקה להוראת המדעים מופצים על ידי:

תרבות לעם, רחוב בית אלפא 17, תל-אביב 61570

טלפון 03-5622727 פקס 03-5622707