



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים



משרד החינוך והתרבות
המרכז לתכניות לימודים

פיסיקה של מערכות טכנולוגיות :
דוד השמש

תלמיד יקר, החוברת שלפניך היא אחת מסדרת חוברות, העוסקות בפיסיקה של מערכות טכנולוגיות. המטרה העיקרית של החוברת „דוד השמש" היא להקנות לך ידע אודות ניצול קרינת השמש לצורכי יום יום. כמו כן, תלמד להבין את הקשר שבין תכונות פיסיקליות בטבע לבין ניצולן בדוד שמש.

בהצלחה!
צוות הפרוייקט

תוכן

1	מתקן דוד-השמש	1
5	קרינת השמש	2
12	הפח השחור בקולט	3
16	לוח הזכוכית של הקולט	4
21	צינורות המים בקולט	5
26	בידוד — שמירת החום בקולט	6
33	עליית המים החמים מן הקולט אל הדוד	7
42	דוד האגירה (הספקת המים לבית)	8
47	גיבוי — מערכת נוספת להספקת אנרגיה	9
58	כדאיות הרכישה של מתקן דוד-שמש	10
70	סיכום	

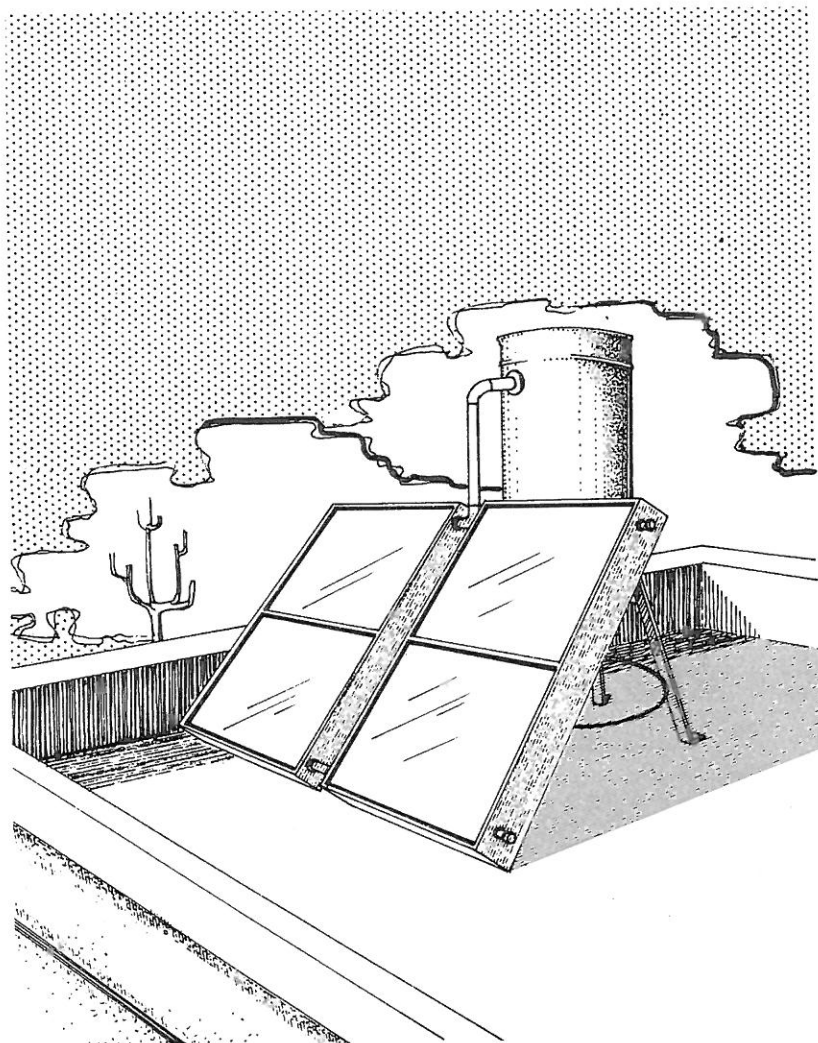


צוות הפרוייקט :

צידוניה גוטליב
יצחק צולינגר
יוסי אסטרייכר
יוסף מאיר
יהודית מהל
ד"ר אילנה מאור
רות רובינפלד
אברהם מושל

עורך לשוני :

הכנת החוברת לוותה על ידי ועדת היגוי בראשותו של פרופ' יאן גנוסר מהטכניון.
חברי הועדה : ד"ר נתן אורפז, ארנסט בלו, ד"ר נצה הדר
ד"ר שלמה וקס, פרופ' אהרן לוי, פרופ' אריק מנדוזה, דוד סלע
ד"ר ניסים וידאל, ד"ר מנחם פיינגולד.



מתקן דוד השמש

1. מתקן דוד השמש

גאז, נפט ופחם הם מקורות אנרגיה טבעיים. אנרגיה ממקורות אלה יקרה.

1. ציין מקורות אנרגיה נוספים:

בתקופה האחרונה מדברים רבות על הצורך לחסוך באנרגיה. חישבו ומצאו, שתוך כמה עשרות שנים ייגמר מלאי הנפט בעולם. גם כמות הגאז והפחם מוגבלת.

2. איך עלול מחסור באנרגיה להשפיע על חיי היום-יום בארצנו? —

גאז, נפט ופחם משמשים, בין היתר, גם לייצור אנרגיה חשמלית. לכן, מחירה של האנרגיה החשמלית גבוה.

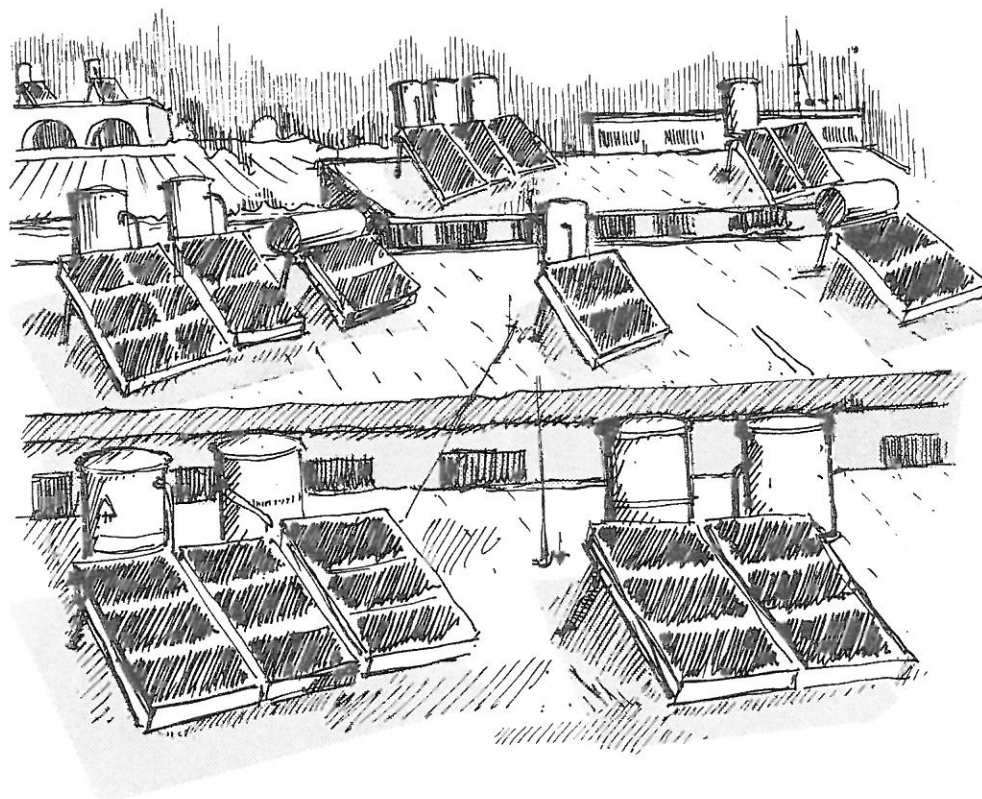
אנשי מדע ומהנדסים התקינו מתקנים שונים, המאפשרים לנצל את האנרגיה, שמקורה בשמש. אחד המתקנים שנועד לנצל אנרגיה מן השמש הוא "דוד-השמש". על גגות בתים רבים רואים דודי-שמש.

3. לשם מה מנוצלת אנרגיית השמש בדוד-השמש?

4. האם שמעת על מתקנים נוספים לניצול אנרגיית השמש?

חלקי "דוד השמש"

חברות מסחריות מוכרות סוגים שונים של "דודי שמש".
כאשר אומרים "דוד שמש" מתכוונים למתקן כולו.



ציור מס. 1

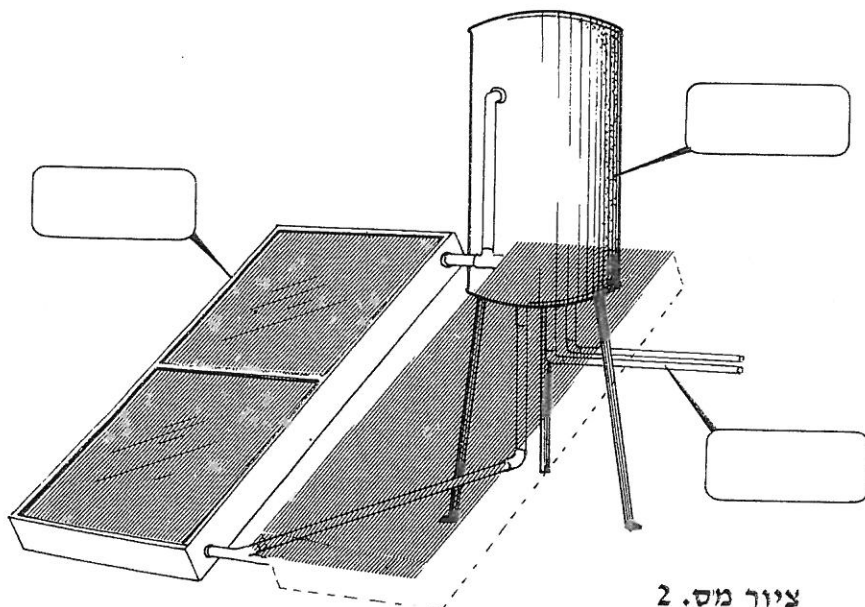
- כאשר מסתכלים בדוד שמש, רואים ארבעה חלקים עיקריים:
1. קולטי שמש: שני ארגזים, המכוסים בלוח זכוכית. בארגזים אלה נקלטת קרינת השמש.
 2. דוד אגירה: דוד בצורת חבית. בדוד אוגרים (אוספים) ושומרים את המים, שהתחממו בקולטי השמש.
 3. צינורות חיבור: צינורות המעבירים את המים מן הקולט לדוד האגירה, ומדוד האגירה לברזים שבבית.
 4. גיבוי: מערכת חשמל, הכוללת גוף חימום ותרמוסטט. באמצעות גוף החימום מחממים מים בשעת הצורך; למשל, ביום מעונן.

5. רשום במשבצות שבציור 2 את שמות החלקים.

6. איזה חלק לא נראה בציור?

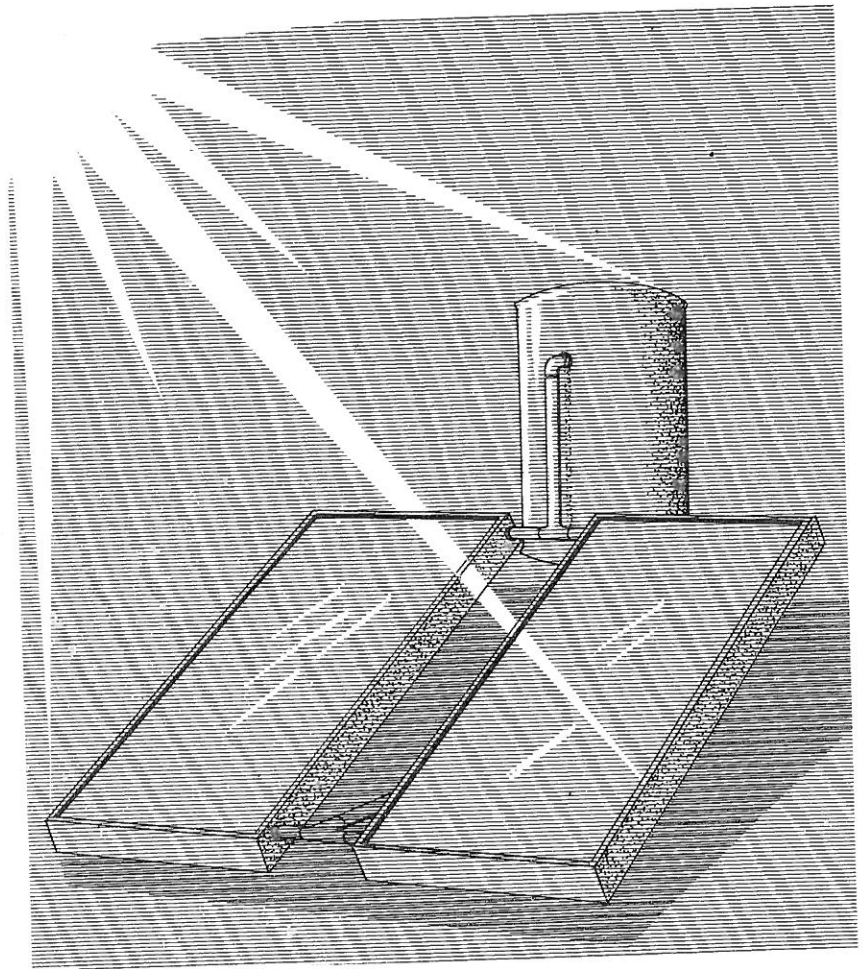
7. האם ראית על גגות בתים דוד שמש, בעל מבנה שונה מהמתואר בציור 2?

תאר את דוד-השמש שראית:



ציור מס. 2

בחוברת זאת תלמד מהו תפקידו של כל מרכיב ממרכיבי דוד-השמש בקליטת האנרגיה ובאגירתה.
בפרק הבא תלמד על אופן ההספקה של אנרגיית השמש לקולטים.



קרינת השמש

2

2. קרינת השמש

השמש היא גוף חם מאד.
הטמפרטורה על פני השמש היא כ- $6,000^{\circ}\text{C}$.
כל גוף חם פולט אנרגיה על-ידי קרינה*.
1. הבא דוגמאות של גופים חמים, הפולטים קרינה:

- (א) _____
(ב) _____
(ג) _____

אנרגיית השמש מוקרנת אל החלל. רק חלק קטן מהאנרגיה הנפלטת מהשמש, מגיע לכדור הארץ.

לקרינת השמש מרכיבים רבים. אחד המרכיבים — האור — נקלט על-ידי העין; מרכיבים אחרים מתגלים רק בעזרת מכשירים מיוחדים.



ניסוי 1

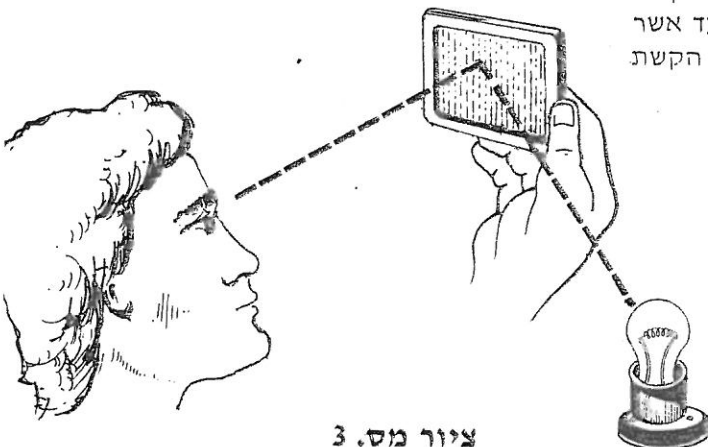
מרכיבי האור

ציוד:

שריג

נורת להט.

- הדלק את האור בנורה.
- הסתכל בשריג בכיוון האור.
- סובב את השריג עד אשר תראה את צבעי הקשת משתקפים בו.

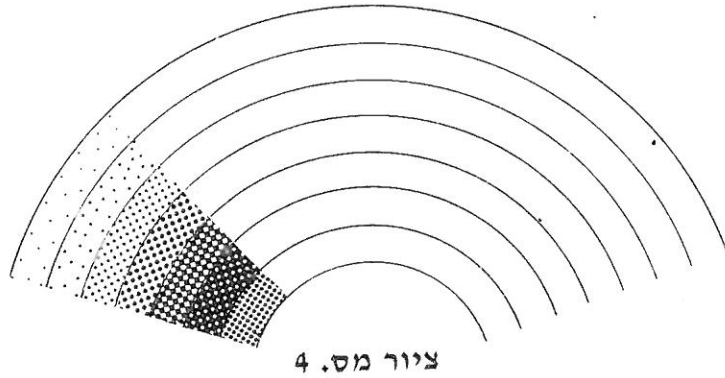


ציור מס. 3

* לעתים משתמשים בביטוי "קרני אור" ומכאן השם "קרינה"

אלה צבעי הקשת הנראים לפעמים כשירד גשם.

3. צבע או רשום את שמות הצבעים בציור, לפי סדר הופעתם.

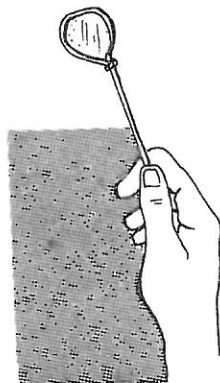


פירוק האור הלבן לצבעים
נקרא **נפיצה**

אפשר לקבל נפיצה של אור לבן על-ידי שריג או על-ידי טיפות מים.

הצעה לניסוי בבית

ציוד: טבעת עשויה חוט נחושת (או פלסטיק) מי סבון.



ציור מס. 5

- טבול את הטבעת במי סבון.
- הוצא את הטבעת כך, שתישאר עליה שכבה דקה של מי סבון.
- הבט בשכבת המים בטבעת, באופן שתראה את צבעי הקשת.
- אפשר לנפח בועות סבון ולראות בהן תופעה של קבלת צבעים מאור לבן.

גוף לוחט, למשל השמש, הוא מקור אנרגיה בטמפרטורה גבוהה.
 הוא פולט אנרגיה בעיקר כקרינה הנראית לעין — אור.
 גוף חם שאינו לוחט, למשל מנורה, תנור אפייה, אדמה, הוא מקור
 אנרגיה בטמפרטורה נמוכה.
 מקור אנרגיה בטמפרטורה נמוכה פולט אנרגיה כקרינה שאינה
 נראית לעין—קרינה אינפרא-אדומה.
 4. רשום דוגמאות של גופים הפולטים קרינה אינפרא-אדומה.

עתה תלמד מה קורה לקרינה כאשר היא פוגעת בגופים.

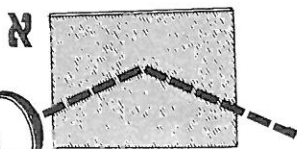
החזרה, העברה, בליעה

ניסוי 2



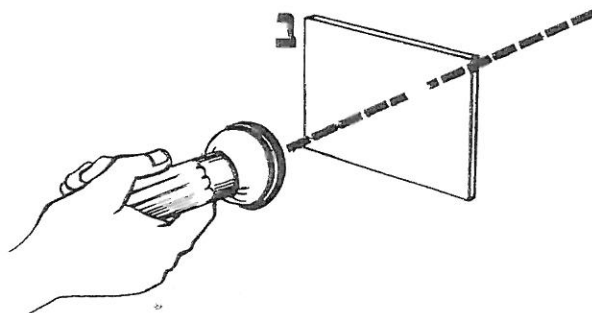
ציוד:

פנס
 לוחית זכוכית
 נייר צלופן אדום
 נייר צלופן כחול
 מראה מישורית קטנה
 דף נייר לבן.



- הנח את המראה המישורית על השולחן.
- כוון את אלומת האור מהפנס אל המראה.

ציור מס. 6



5. מה קרה לאור, שפגע בלוח המראה ? סמן את התשובה הנכונה :
(א) האור הוחזר מהמראה.
(ב) האור עבר דרך המראה.
(ג) האור נבלע על-ידי המראה.

• כוון את האור אל לוח הזכוכית.

6. מה קרה לאור, שפגע בלוח הזכוכית ? סמן את התשובה הנכונה :
(א) האור הוחזר מלוח הזכוכית.
(ב) האור עבר דרך לוח הזכוכית.
(ג) האור נבלע על-ידי לוח הזכוכית.

• כוון את אור הפנס אל דף נייר.
במצב זה, שים נייר צלופן אדום על הפנס.

1. מה קרה למרכיב האדום של האור ? _____

מה קרה לשאר מרכיבי האור ? _____

• הוסף את נייר הצלופן הכחול על נייר הצלופן האדום.

8. מה אתה רואה על דף הנייר ? _____

9. מה קרה לאור הפנס ? _____

חומר המאפשר מעבר אור דרכו נקרא חומר שקוף.
חומר ה"בולע" את האור נקרא חומר אטום.

ישנם חומרים שהם אטומים רק למרכיבים מסוימים של האור
וע"י כך למרכיבים אחרים. הזכוכית היא חומר כזה. תלמד על כך
באחד הפרקים הבאים.



סיכום

- א. אנרגיית השמש מגיעה אל כדור הארץ על-ידי קרינה.
 - ב. לקרינת השמש מרכיבים שונים: בחלקם נראים לעין ובחלקם בלתי נראים.
 - ג. כאשר קרינה פוגעת בגוף, הגוף יכול להחזיר את הקרינה, להעביר אותה או "לבלוע" אותה.
 - ד. חומרים מסוימים, כגון זכוכית, שקופים לחלק ממרכיבי הקרינה ואטומים לחלק אחר.
- בפרק הבא תלמד איך הקרינה נקלטת בקולט של "דוד-השמש".



שאלות

1. רשום את שמות הצבעים, המתגלים בתופעת הנפיצה, לפי סדר הופעתם:

2. אם תתבונן בטיפות מים, הניתזות מממטרה (או מצינור) — כשאתה עומד וגבך אל השמש, תוכל לראות את צבעי הקשת. השלם את המשפט: טיפות מים עושות פעולה, הדומה לפעולות

3. סמן את התשובה הנכונה.
פירוק האור הלבן לצבעים נקרא:

- א. בליעה
- ב. נפיצה
- ג. קרינה
- ד. החזרה.

4. ציין את שמות מרכיבי הקרינה, שאינם נראים לעין:

5. כאשר מכסים פנס בנייר צלופן כחול :

א. מה קורה למרכיב הכחול של האור?

ב. מה קורה למרכיב האדום של האור?

6. סמן את התשובה הנכונה.
כשאתה רואה את הקיר, לאור היום, צבוע בצבע צהוב,
המרכיב הצהוב של האור :

א) נבלע על-ידי הקיר

ב) מוחזר על-ידי הקיר

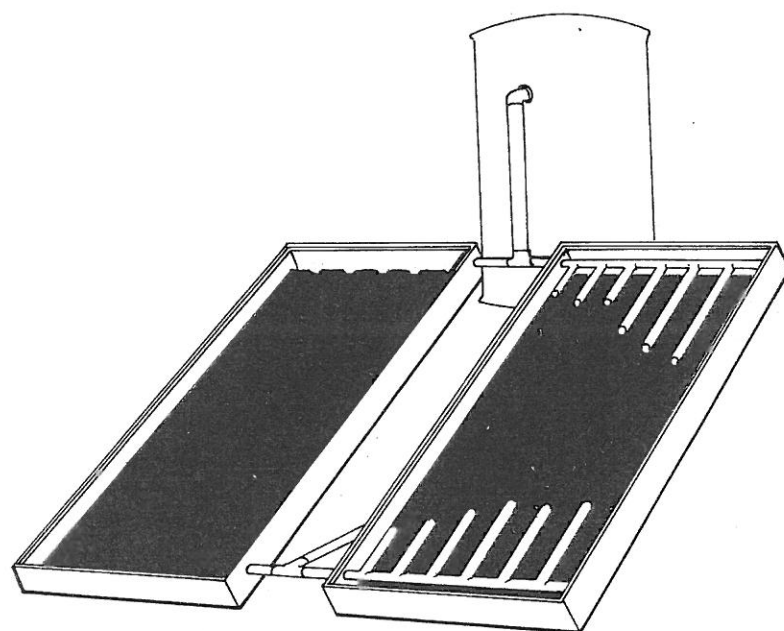
ג) עובר דרך הקיר.

המרכיבים האחרים של האור —

א) נבלעים על-ידי הקיר

ב) מוחזרים על-ידי הקיר

ג) עוברים דרך הקיר.

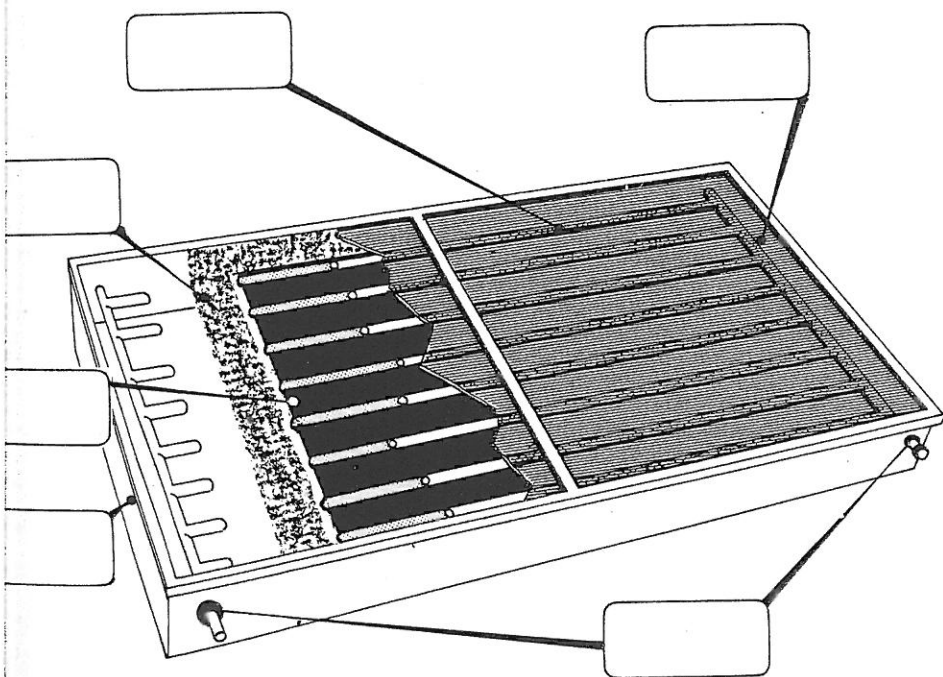


הפח השחור בקולט

3

3. הפח השחור בקולט

בדגם של מתקן "דוד-השמש" שבכיתתך תוכל לראות, שקולט הקרינה מורכב מהחלקים הבאים:
 לוח זכוכית, צינורות, פח שחור, חומרי בידוד, אטמים וארגז.
 בפרק זה תלמד על תפקיד הפח השחור שבקולט.



ציור מס. 7

1. רשום את שמות חלקי הקולט במשבצות שבציור מס' 7.
 הפח השחור קולט את קרינת השמש, הפוגעת בו, ומתחמם.
 תפקידו של הפח השחור הוא לחמם את המים בצינורות.

למה צבוע הפח בצבע שחור?

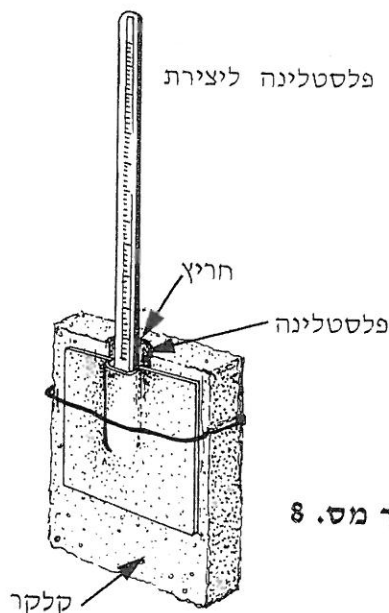
ניסוי 3



ציוד:

- לוחית נחושת צבועה בצבע שחור
- לוחית נחושת צבועה בצבע לבן
- מד חום
- לוח קלקר
- פלסטלינה
- הרכב את מערכת הניסוי כמתואר בציור הצמד פלסטלינה ליצירת חלל סגור לקצה המד חום.

- הוצא את מתקן הניסוי לאור השמש.
- הכנס מד-חום למתקן.



2. רשום את הטמפרטורה בטבלה הבאה:

ציור מס. 8

טבלה מס. 1

הטמפרטורה בלוחית הצבועה בצבע לבן	הטמפרטורה בלוחית הצבועה בצבע שחור	טמפרטורה
		זמן המדידה
		בתחילת המדידה
		כעבור 2 דקות
		כעבור 2 דקות נוספות

איזה מתקן מתחמם מהר יותר?

מה המסקנה הנובעת מניסוי זה?



סיכום

בפרק זה למדת:

- א. כאשר גוף "בולע" קרינה הוא מתחמם;
 - ב. הצבע השחור מסייע לבליעת הקרינה;
 - ג. צבע בהיר מחזיר את רוב הקרינה.
- בפרק הבא תלמד איך אפשר לשמור על חום, שנוצר בקולט.

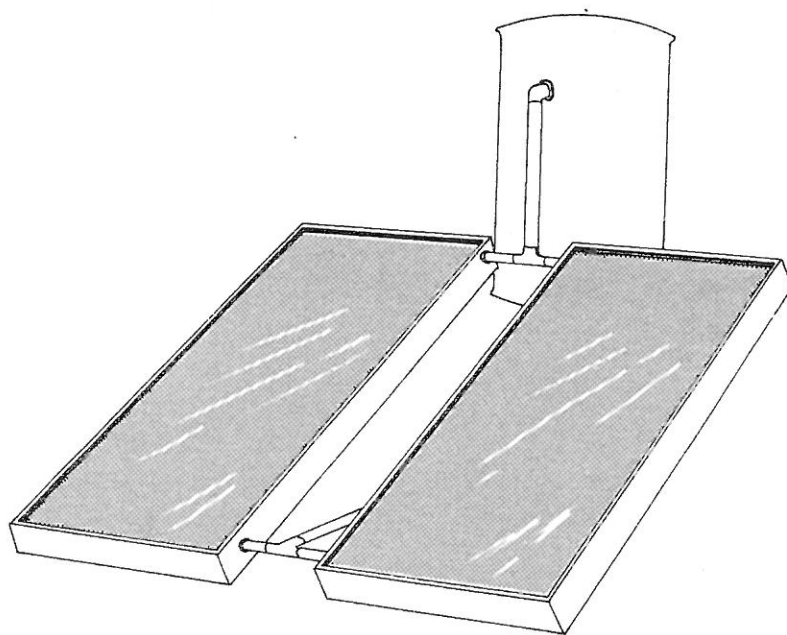


שאלות

1. מה תפקידו של הפח השחור בקולט השמש?

2. לקראת הקיץ צובעים את גגות הבתים בצבע לבן. מדוע?

3. גם צינורות הקולט, שבתוכם מצויים המים, צובעים בצבע שחור.
מדוע?



לוח הזכוכית של הקולט

4

4. לוח הזכוכית של הקולט

הפח השחור קלט את קרינת השמש והתחמם. כמו כל גוף חם שאינו לוחט, פולט הפח את האנרגיה עלידי קרינה אינפרא-אדומה. כתוצאה מכך הפח מתקרר. כדי למנוע את בריחת האנרגיה צריכים ללכוד אותה. לוח הזכוכית במתקן הקולט (ראה בדגם מתקן דוד-השמש) ממלא תפקיד זה. על כך תלמד בפרק זה.

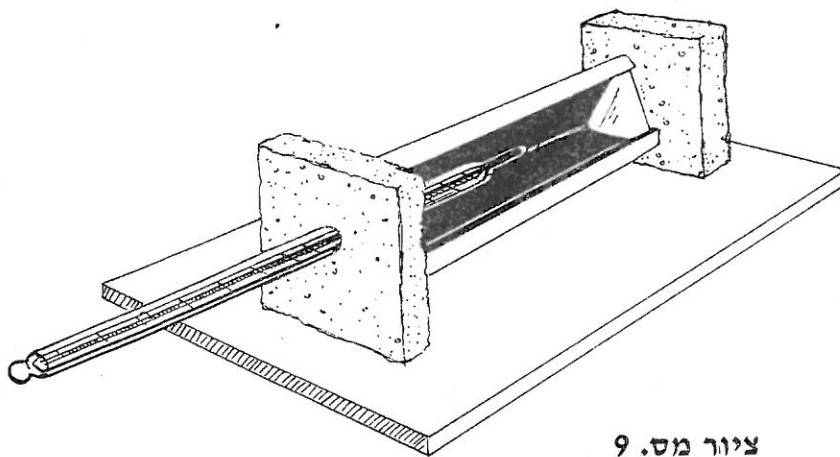
מלכודת החום

ניסוי 4



ציוד :

מתקן קולט צבוע בצבע שחור
זכוכית נושא של מיקרוסקופ
מד חום
2 מכסי קלקר
גומיה.



ציור מס. 9

• הרכב את המכשיר, כפי שרואים בציור.

• הדק את המכסים.

התבונן זמן מה במד-החום.

1. תאר את המתרחש: _____

הוצא את הזכוכית מן המתקן בזהירות.

התבונן במד-החום.

2. מה קורה? _____

3. הטמפרטורה במתקן, המכוסה בזכוכית, היא: _____

הטמפרטורה במתקן, ללא זכוכית, היא: _____

ומכאן, שהשפעת לוח הזכוכית על קליטת האנרגיה היא: _____

מ ס ק נ ה :

לוח הזכוכית שבקולט הוא מלכודת
לקרינה, הנפלטת מן הפח השחור

הזכוכית שקופה לאור הנראה, ואטומה לקרינה אינפרה-אדומה.

נעקוב אחר- התהליך של לכידת האנרגיה בקולט.
מחק את המיותר במשפטים א' עד ה'.

- (א) השמש היא גוף לוהט, הפולט קרינה נראית לעין / בלתי נראית לעין.
(ב) כשקרינת השמש מגיעה ללוח הזכוכית, הזכוכית מעבירה / בולעת את הקרינה, שפגעה בה.
(ג) כשהקרינה מגיעה אל הפח השחור, הפח השחור בולע / מחזיר את הקרינה, שפגעה בו.
(ד) כתוצאה מכך מתחמם הפח, והופך למקור אנרגיה בטמפרטורה נמוכה. הוא פולט קרינה נראית לעין / אינפרה-אדומה.
(ה) כשהקרינה הנפלטת מהפח החם פוגעת בזכוכית, הזכוכית מעבירה / מחזירה / בולעת את הקרינה, שפגעה בה.
(ו) כתוצאה מכך, הזכוכית מתחממת וגם הקולט כולו מתחמם. באופן זה, קרינת השמש נלכדת בקולט. הקולט הוא מלכודת חום. הסבר פיסיקלי זה נקרא „עקרון החממה“.



סיכום

בפרק זה למדת:

- א. הקרינה המגיעה מן השמש חודרת ברובה דרך זכוכית הקולט.
ב. לוח הפח, הנמצא מאחורי הזכוכית, בולע את הקרינה, מתחמם ופולט קרינה אינפרה-אדומה.
ג. הקרינה הזאת אינה עוברת דרך הזכוכית. כך מהווה הזכוכית מלכודת לאנרגיית השמש.
בפרק הבא תלמד איך משתמשים באנרגיה שנקלטה, לחימום המים ב„דוד-השמש“.

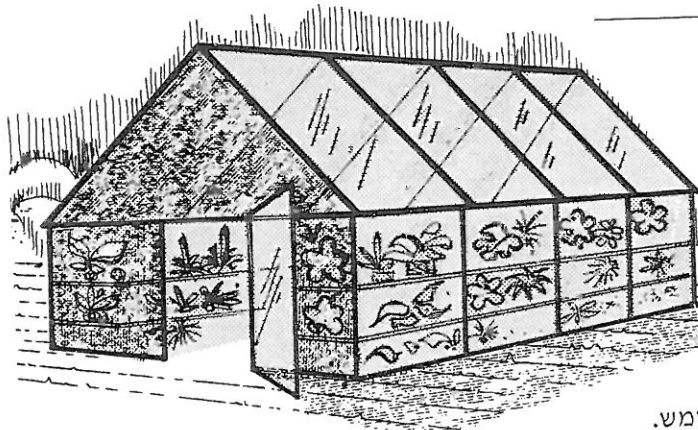


שאלות

1. (א) ליריעות הפלסטיק תכונה, הדומה לתכונת לוח הזכוכית:
אטומה לקרינה _____
שקופה לקרינה _____ (השלם את החסר).
(ב) איפה מוצאים ניצול של תכונה זאת? _____

2. בית מזכוכית או מפלסטיק, שמגדלים בו צמחים, נקרא „חממה“.

מדוע חם שם?



ציור מס. 10

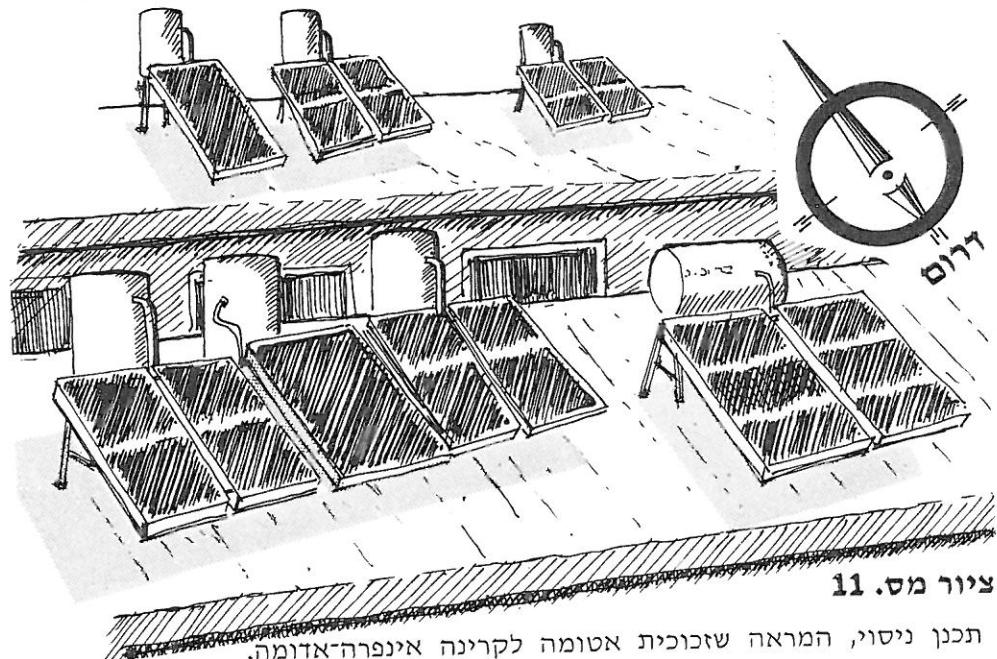
3. מכונית סגורה עומדת בשמש.

איפה תשרור טמפרטורה גבוהה יותר: בתא המטען או במושב הנהג?

נמק את תשובתך:

4. בציור מס' 10 אתה רואה, שכל קולטי השמש מופנים לאותו

כיוון — לדרום. מדוע?



ציור מס. 11

5. תכנן ניסוי, המראה שזכוכית אטומה לקרינה אינפרה-אדומה.

תאר: