

מבחן מעשי 4

השמש, מקור שמש ייחודי למערכת השמש

כאשר תתבצע משימה מאויישת למאדים, נראה שהשמש תהיה מקור האנרגיה המיידית והנגיש ביותר. המרחק של מאדים מהשמש גדול יותר מהמרחק של כדור הארץ מהשמש ולכן הוא מקבל פחות אנרגיה. במשימה זו נבחן את השטח הדרוש למיקום קולטי שמש שיהיו נחוצים לצורך התיישבות במאדים.

חלק 1: מדידת קבוע השמש

קבוע השמש מבטא את כמות האנרגיה הסולארית הנקלטת בשטח של מטר מרובע הממוקם של יחידה אסטרונומית 1. (יחידה אסטרונומית מוגדרת כמרחק הממוצע בין כדור הארץ לשמש) מקרינה הפוגעת בזווית של 90 מעלות ללא אטמוספירה.

עבור כדור הארץ שטף האנרגיה מוגדר בחלקה העליון של האטמוספירה. הערך מבוטא בוואט למטר מרובע ($W \times m^{-2}$).

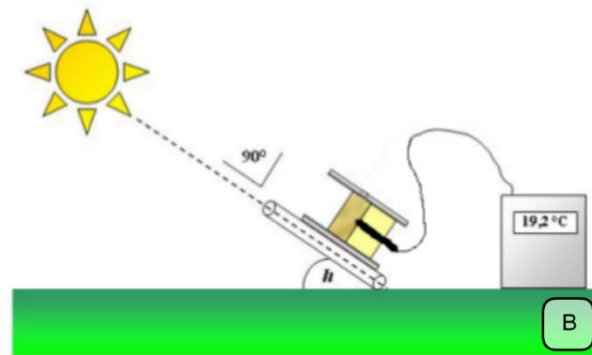
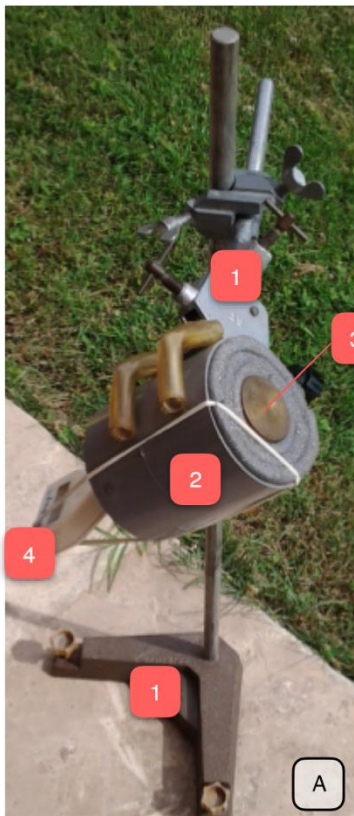


FIGURE 1: Measuring of the solar constant.

(A) The measuring device. It consists of a set of supports (1) with a bracket, clamps and nuts; a calorimeter (2) - an assemblage of a PVC tube, insulating foam and a brass or steel mass (3) that can be heated by the sun; a digital thermometer (4) to measure the temperature during the experiment. Note : You will use your own IESO exam board as an inclinometer, a timer and a calculator (provided).

(B) Principle behind the measurement of solar constant. In order to orient the surface of an object perpendicularly to the sun's rays, it is sufficient to place a sheet behind the object and orient the object to minimize its shadow.



איור 1

(תרגום ההסבר שמופיע על גבי התמונה)

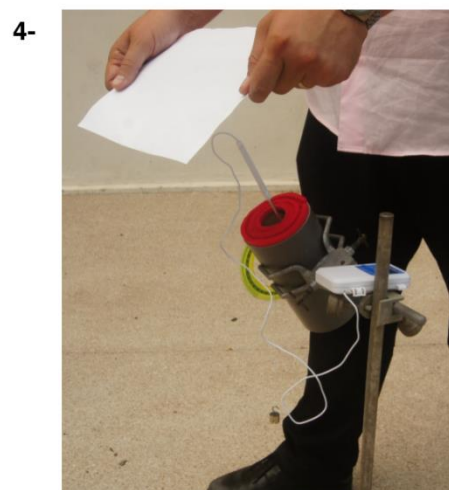
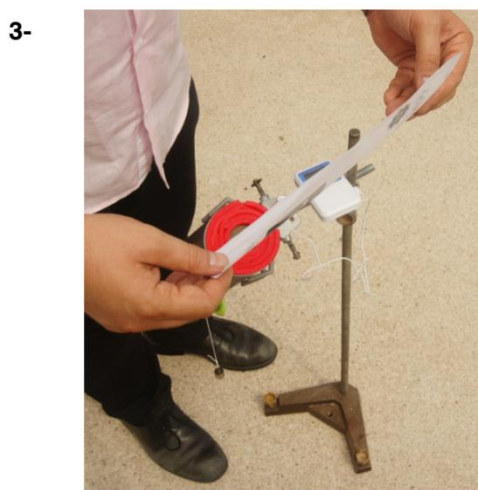
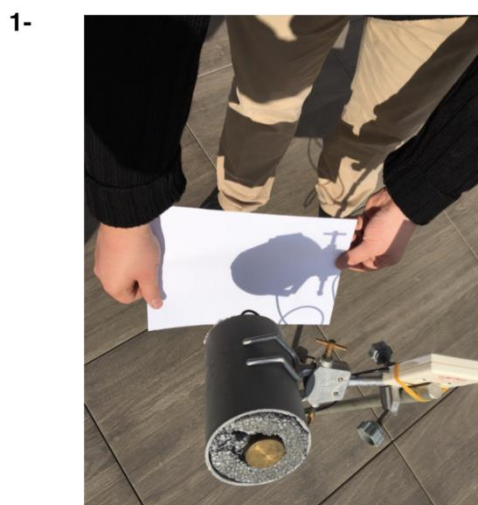
מדידת קבוע השמש

A. מתקן המדידה. מורכב ב: 1. בסיס, אביזרי יצוב 2. קלורומטר 3. צינור PVC ספוג מבודד ודיסקה לייצוב (מתחממת על ידי השמש) 4. מד טמפרטורה דיגיטלי למדידת טמפרטורה במהלך הניסוי. שימו לב, תשתמשו בלוח הבחינה שקיבלתם, במד הנטיה, טיימר ומחשבון שתקבלו.

B. העקרון העומד מאחורי בדיקת קבוע השמש: כדי למקם את משטח הדיסקה באופן אנכי לקרני השמש יש למקם גיליון מאחורי האובייקט ולכוון את האובייקט כך שהצל יהיה קטן ככל האפשר.

שאלה 1

להערכת קבוע השמש יש לחשוף את הקלורимטר כך שדיסקת המתכת תספוג אנרגיה מכסימלית. כיצד יש לכוון את המכשיר? (רק תשובה אחת)



חלק זה יוערך על ידי השופטים

חלק 2: מדידת קבוע השמש בכדור הארץ

הנחיות לביצוע הניסוי

1. בחנו את החומרים והציוד שסופקו לכם (בחלק הקודם)
2. כווננו את המכשיר כך שמשטח פני דיסקת המתכת יהיה ניצב לקרני השמשי
3. הכירו את כל הפרמטרים הנחוצים לקביעת קבוע השמש. הפרמטרים מוצגים בטבלה 1 בהמשך
4. מדדו את זווית שציר המתקן יוצר ביחס לאופק. זווית זו זהה לגובה השמש מעל לאופק
5. התחילו בניסוי. שימו לב לטמפרטורה ההתחלתית. רישמו את הטמפרטורה לאחר 10 דקות.
6. הכניסו את המכשיר לאזור מוצל

לאחר השלמת הניסוי הכניסו את ערכי המדידה לטבלה.

טבלה 1: בטבלה זו מוצגים הפרמטרים הדרושים כדי לחשב את קבוע השמש.

תרגום הפרמטרים המופיעים בטבלה על פי סדר הופעתם:

- מסה
- קוטר הדיסקה
- קיבול החום של הדיסקה
- גובה השמש מעל לאופק
- טמפרטורה התחלתית
- טמפרטורה סופית
- משך הניסוי

מדידותינו נערכו על פני כדור הארץ. קבוע השמש הוא ערך מחושב שמחושב שהתעלם מהשפעת האטמוספירה. לכן, הכרחי להשתמש במקדם תיקון שמבטל את השפעת האטמוספירה.

במילים אחרות, הערך שהתקבל של ההספק (Pd) בניסוי תלוי בקבוע השמש (F) ובהשפעת האטמוספירה. השפעת האטמוספירה נקבעת על פי עובי האטמוספירה ודרגת השקיפות של האטמוספירה שהקרינה עוברת דרכה. השפעת האטמוספירה מוגדרת כקבוע תיקון (cor).

החישוב מוצג בנוסחא הבאה

$$F = Pd \times (cor) \quad a$$

טבלה 2: נתונים לחישוב המקדם cor כתלות בעובי ושקיפות שכבת האטמוספירה.

תרגום הנתונים המופיעים בעמודה השמאלית של הטבלה על פי סדר הופעתם

- גובה השמש במעלות מעל לאופק
- שמים כחולים צלולים
- שמים מעוננים חלקית
- שמים מעוננים

שאלה 2

קבוע השמש F ... (תשובה אחת נכונה)

1. קטן יותר מזה שנמדד על פני כדור הארץ ותלוי בתנאי מזג האוויר
2. קטן יותר מזה שנמדד על פני כדור הארץ ואינו תלוי בתנאי מזג האוויר
3. זהה לנמדד על פני כדור הארץ ותלוי בתנאי מזג האוויר
4. גדול יותר מהנמדד על פני כדור הארץ ואינו תלוי בתנאי מזג האוויר
5. גדול יותר מהנמדד על פני כדור הארץ ותלוי בתנאי מזג האוויר

אנחנו מניחים שהמכשיר שבנינו עובד באופן מדויק (למרות שזה לא המצב). לדוגמא, הבידוד אינו מושלם והדבר פוגע במידת הדיוק של המדידה. הערכים המתקבלים יהיו נמוכים מהערכים שהתקבלו בבדיקה שמתבצעת מכשיר מדויק יותר.

בנתונים שמדדתי במערכת מתקיים הקשר המתמטי הבא:

$$E_{solar} = M \times C_p \times \Delta Temperature \quad (b)$$

היזכרו כי הקשר בין ההספק (אנרגיה ליחידת זמן) לבין האנרגיה מתואר במשוואה הבאה:

$$E_{solar} = P_{solar} \times \Delta t \quad (c)$$

ההספק המתקבל ליחידת שטח S בגובה פני השטח Pd תלוי בהספק השמש המחושב P_{solar} המתואר המתואר הבאה.

$$P_{solar} = P_d \times S \quad (d)$$

שאלה 3

את קבוע השמש F ניתן לחשב לפי הקשר המתמטי המוצג בנוסחאות a, b, c, d. בחרו את הנוסחה הנכונה. (רק תשובה אחת נכונה).

הטקסט הנלווה לנוסאות:

1. כיוון ש F גדל כש S גדל
2. כש S גדל נקלטת יותר אנרגיה
3. כיוון ש F פרופורציוני לשינוי הטמפרטורה
4. כיוון שיש יחס הפוך בין F לבין מקדם התיקון cor

$$1- F = \frac{S \times \Delta t \times cor}{M \times C_p \times \Delta Temperature}$$

because F increases when S increases.

$$2- F = \frac{S \times \Delta t}{M \times C_p \times \Delta Temperature \times cor}$$

because when S increases, more energy is captured.

$$3- F = \frac{M \times C_p \times \Delta Temperature \times cor}{S \times \Delta t}$$

because F is proportional to the variation in temperature.

$$4- F = \frac{M \times C_p \times \Delta Temperature}{S \times \Delta t \times cor}$$

because F is inversely proportional to the correction factor.

את שטח פני הדיסקה ניתן לחשב על פי הנוסחה הבאה $S = \pi \times r^2$ כאשר S הוא השטח במטר מרובע. r רדיוס הדיסקה שהמסה של M.

היזכרו, סדר הגודל של ערך הוא חזקה של 10 הקרובה ביותר לערך. לדוגמא: 32 קרוב יותר לעשר מאשר ל100 לכן יש לו סדר גודל של עשר בחזקת 1: 10^1 . לעומת זאת 74 קרוב יותר למאה לכן סדר הגודל שלו הוא 10^2 .

שאלה 4

על פי המדידות שלכם הערך של קבוע השמש שנמדד בפני כדור הארץ הוא בסדר גודל של (היחידות הן הספק לשטח: וואט למטר מרובע)

1. 10 W/m^2

2. 10^2 W/m^2

3. 10^3 W/m^2

4. 10^4 W/m^2

חלק 3: מדידת קבוע השמש במערכת השמש

חלק זה יוערך על ידי השופטים

כדי למדוד את קבוע השמש במערכת השמש יש להבין כיצד משתנה הפרמטר כתלות במרחק משמש.

הנחיות:

1. בחנו את החומרים והציוד שסופקו לכם (בחלק הקודם)
2. ניתן להזיז את מד האור בתוך הצינור. אפשר לקרוא את המרחק בין מד האור ומקור האור באופן ישיר על גבי הציוד.
3. בצעו מדידה של עצמת האור במרחקים שונים כדי לענות על שאלה 5.

שאלה 5

קבוע השמש ... (תשובה נכונה אחת)

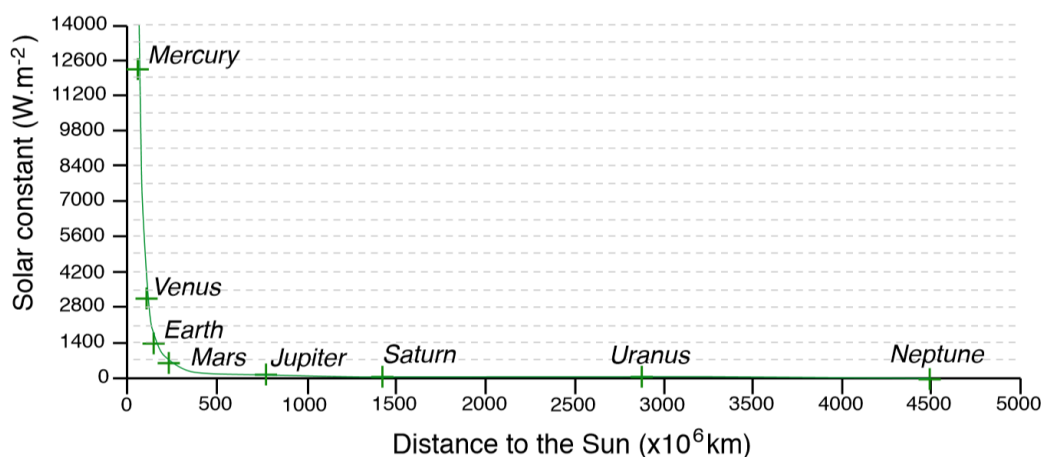
1. פרופורציוני למרחק מהשמש
2. פרופורציוני לריבוע המרחק מהשמש
3. ביחס הפוך לשורש הריבועי של המרחק מהשמש
4. ביחס הפוך למרחק מהשמש
5. ביחס הפוך לריבוע המרחק משמש

איור 2

קבוע השמש ביחס למרחק מהשמש עבור 8 כוכבי לכת

ציר Y קבוע השמש W/m^2

ציר X מרחק מהשמש 10^6 ק"מ



שאלה 6

קבוע השמש... (תשובה אחת נכונה)

1. הוא בערך 700 W/m^2 במאס, או 22-28% מקבוע השמש בונוס
2. במרס גדול פי 2 בהשוואה לכדור הארץ
3. חלק מאוד בארבע כוכבי הלכת המרוחקים ביותר
4. פרופורציוני למרחק מהשמש
5. גדול בסטורן יותר מאשר באורנוס כיוון שלראשון רדיוס גדול יותר

איור 3

A. תמונה של תחנת החלל הבינלאומית ISS שחגה במסלולה סביב כדור הארץ. מימדיה הם $30 \times 74 \times 110$ (אורך, רוחב וגובה במטרים). המסה הכוללת שלה 400 טון. התחנה אוטונומית כלומר מופעלת ללא סיוע חיצוני והאנרגיה מופקת על ידי 8 גנרטורים סולריים. כל אחד מהגנרטורים מורכב מתורן המוקף על ידי שני משטחי בגודל 11×32 מטר שתומכים בתאים פוטוולטאיים ההופכים אנרגיית שמש לאנרגיה חשמלית. B. כיפה שמדמה חיים על המאדים במהלך התכנית HI-SEAS שנערכה על מורדות הר הגעש קילוואה בהוואי. מטרת התכנית לדמות את התנאים לתנאים בתחנת החלל הבינלאומית. אנרגיית השמש משמשת בעיקר כדי לייצר תנאי לחץ וטמפרטורה מתאימים המאפשרים קיום.

שאלה 7

בהתבסס על המידע שניתן באיורים 2 ו 3, לכמה גנרטורים יזדקקו כדי לקיים משלחת אוטונומית למאדים.

1. בערך 4
2. בערך 8
3. בערך 10
4. בערך 12
5. בערך 14
6. בערך 16
7. בערך 18