

א' שבט, תשפ"ד, 11.01.24

מתייעלים באנרגיה – מפגש שני

תאים פוטוולטאים - חקר בבעיית עולם אמיתי.

עקרונות עבודה והמרה של אנרגיית אור

אתגר מספר 1

רקע

Photovoltaic Soiling הוא התהליך שבו לכלוך, אבק ומזהמים אורגניים או אי-אורגניים מצטברים על פני תא פוטוואלקטרי (PV) ומקטינים את יעילות הפקת האנרגיה שלו. Soiling הוא אחד הגורמים העיקריים לירידה בתפוקה וכך להקטנת היעילות (או נצילות?) של מערכות סולאריות. ישנם מספר גורמים שיכולים לגרום לזיהום של מארזים סולאריים, כולל:

- אבק שמקורו בהתפרצויות געשיות
- אבק ופיח שמקורם בפעילות האדם – ממחצבות, תעשיות מלט, תנועה בדרכים לא סלולות, פיח מתחבורה וממפעלים
- סופות חול וגשם
- ציפורים ומזיקים

מהו אבק?

אבק הוא שם כללי לתערובת של חומרים במצב מוצק (כמו פיח או חול) וחומרים במצב מוצק שסביבם התהוותה טיפת מים זעירה (תרסיס). האבק מורכב מחלקיקים מוצקים קטנטנים, חלקיקי האבק נעים בטווח גודל של 1 עד 400 מיקרומטר (μm). חלקיקים גדולים יותר מ 100 שהם בערך רוחב שערה של אדם, נראים ללא מכשור עזר אופטי.

ניתן לחלק את גרגרי האבק על פי גודלם:

- **גרגרים עדינים** - גודלם אינו עולה על 2.5 מיקרומטר (מטר 0.0000025).
- **גרגרים גסים** -גודלם נע בין 2.5 ל-10 מיקרומטר (מטר 0.0000025-0.00001).

לצורך המחשה – עובי שערת אדם הנו בממוצע 100 מיקרומטר.

תופעת זיהום הלוחות באבק דרמטית הרבה יותר בארצות מדבריות כדוגמת ישראל מאשר בארצות ברוכות גשם. קישור [למפת זיהום אוויר מתעדכנת בישראל](#). נסתכל ברמות PM₁₀ (המונח PM₁₀ מתאר את כמות החומר החלקיקי שקוטרו קטן מ-10 מיקרומטר).

מניעה וטיפול

Mitigation (הפחתה) & Adaptation (הסתגלות): השימוש בשני מושגי יסוד אלו רווח בהקשר של התמודדות עם בעיות סביבתיות.

הפחתה: ישנן מספר דרכים למנוע זיהום אבק של לוחות סולאריים, כולל:

- שימוש בציפוי דוחה אבק,
 - היפוך לוחות, כשהמראה המרכזת כלפי מטה בלילה
- הסתגלות: קיימות מספר שיטות לניקוי לוחות סולאריים מאבק. על כך, באתגר הראשון!



חלק א-חקר השפעת אבק על יעילות לוחות סולארים.

עליכם לבדוק האם, ואם כן בכמה, יש ירידה ביעילות תא פוטו-וולטאי כתוצאה מחשיפה לכמויות שונות של אבק. לבדיקה עליכם לתכנן ולבצע ניסוי מתאים בו תדמו תא פוטו-וולטאי שהתלכלך כתוצאה מחשיפה לאבק. התחשבו הן בזווית התא והן במקור אור (עליו להיות קבוע).

ציוד וחומרים:

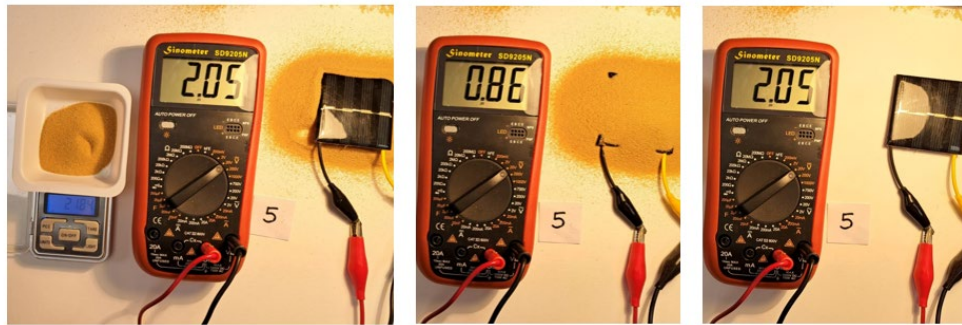
- לפחות שלושה תאים פוטו-וולטאים. העדיפו תאים גדולים, [למשל כמו אלה](#). תאים קטנים מאד יקשו על המדידה.
- מסננת צפופה לפיזור "האבק".
- מד מתח.
- על מנת לדמות לאבק תוכלו להשתמש בחומרים בגדלים המדמים אבק. ישנם מספר חומרים שניתן להשתמש בהם כדי לדמות אבק בניסוי בכיתה. להלן כמה דוגמאות:
 1. אבקת סוכר היא חומר שיכול לדמות חלקיקי אבק בטווח גודל של 50-100 מיקרומטר.
 2. אבקת טלק היא חומר עדין שיכול לדמות חלקיקי אבק בטווח גודל של 10-50 מיקרומטר.
 3. קמח הוא חומר זול וזמין שיכול לדמות חלקיקי אבק בטווח גודל של 100-200 מיקרומטר.
 4. חול הוא חומר בעל גודל חלקיקים גדול יותר, בטווח של 200-400 מיקרומטר.
- כדי לדמות זיהום באבק של מערכות סולאריות, ניתן להשתמש בתערובת של שני חומרים או יותר, בעלי גודל חלקיקים שונה, לדוגמה, ניתן להשתמש בקמח ואבקת סוכר כדי ליצור מרקם אבק מעורב.

נקודת מפתח: על הבדיקה להיות כמותית הן בקביעת הגורם המשפיע והן במדידת הגורם המושפע.

התוצרים המצופים:

1. הקליטו סרטון המדגים את הניסוי.
2. ציינו את הגורם המשפיע, הגורם המושפע, גורמים קבועים ובקורות.
3. תארו את מהלך הניסוי.
4. צרפו את תוצאות הניסוי בגרף מתאים.

תוצאות למורה

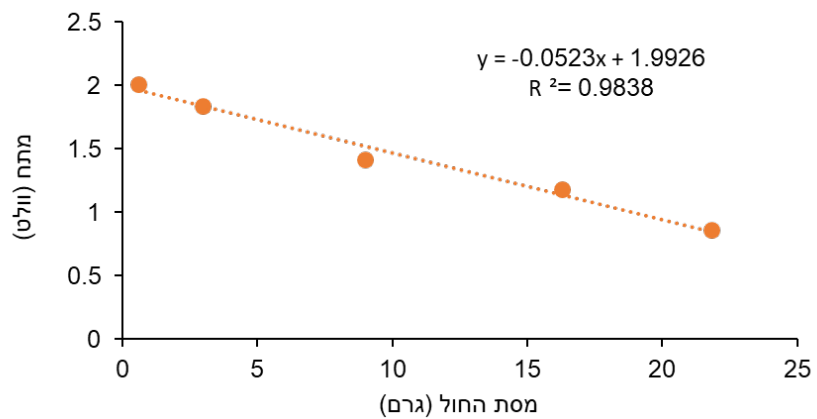


ג) שוקלים רק את החול שכיסה את הפאנל.
במקרה הזה המסה של החול הייתה 21.84 גרם.

ב) מכסים את הפאנל לגמרי
בחול. עוצמת המתח היא 0.86 וולט

א) עצמת המתח ללא חול.
הכתם על הפאנל זו השתקפות של המנורה.

תמונה 1. מבנה הניסוי.



תרשים 1. השפעת כמות החול על עצמת המתח הנמדדת בפאנל הסולארי.

חלק ב

המחשה כמותית של יעילות גשם כאמצעי טבעי לניקוי והעלאת יעילות לוחות סולאריים.

קיימים אמצעים מגוונים לניקוי לוחות סולאריים בעולם. חלקם ידניים וחלקם ממוכנים. כאמור אמצעים אלו חיוניים לשמירת יעילות הפקת האנרגיה של הלוחות.

האתגר: אתם מהנדסים יועצים לחברת המפיקה חשמל מלוחות סולאריים ומנסים לחסוך עלויות ומשאבים הדרושים לניקוי הלוחות. התבקשתם לייעץ לחברה על השאלה: האם אחרי אירוע גשם של 10 מ"מ ניתן לדלג על מחזור ניקוי של הלוחות? בצעו ניסוי המדמה אירוע גשם דומה (10 מ"מ גשם-חשבו כמה מים בהתאם לשטח הלוח הסולארי שלכם) על לוח מאובק.

מהלך הניסוי:

- א. על פי תוצאות הניסוי שערכתם בחלק א' - צרו לוח מאובק שהספקו ירד בלפחות 20%, בדומה לתנאים במציאות.
- ב. עליכם לחשב כמה מים ייפלו על הלוחות - על פי הנחת 10 מ"מ גשם ובהתחשב בשטח הלוח שלכם -ולבדוק שינוי בהספק הלוח הסולארי לאחר אירוע הגשם. לשם הבדיקה הניחו את הלוח הסולארי בזווית האופטימלית לקבל מקסימום יעילות בישראל (בהתאם לקו הרוחב של ישראל- תוכלו למצוא על כך מידע ברשת).

התוצרים המצופים:

1. הקליטו סרטון המדגים את הניסוי המדמה גשם.
2. צרפו את התוצאות בטבלה.
3. צרו תרשים המתאר את השפעת "הגשם" על יעילות התא הפוטווולטאי.

בהצלחה!

ד"ר ניר פלג, יעקב קיבה.

המרכז הארצי למורי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מכון וויצמן למדע.