

ברוכים הבאים!

כשאני שומע - אני שוכח • כשאני רואה - אני זוכר • כשאני עושה - אני מבין!

- קונפוזיוס -

תרמוסטט



אז מה עושים?



פוגשים
מדען



מפליגים
לארץ אחרת



קוראים
ונהנים



בונים
דגם טכנולוגי



מגלים
חוקי מדע



חוקרים
תופעות

- בהצלחה ובהנאה! -



רגע של יונית

המונח תרמוסטט מורכב משתי מילים ביוונית:

תרמוס = חום

סטט = קבוע

תרמוסטט = חום קבוע.

התרמוסטט הוא רכיב הגורם להתחלה או להפסקה של פעולת המנוע במכשירים חשמליים, המשמשים לקירור או לחימום. לדוגמה: תנורים, מתקנים לחימום מים או קירור מים, מקררים, מזגנים וכיו"ב. התרמוסטט אחראי לכך שמכשירים אלו יחממו או יקררו את סביבתם עד לטמפרטורה שאליה מעוניין המשתמש להגיע, ולא מעבר לזה.

לשם הבהרה נציג שתי דוגמאות הפוכות – מקרר ותנור אפייה.



מקרר

אוכל מבושל שלא נשמר בקירור, מתקלקל. הטמפרטורה שבה נשמרים לאורך זמן רוב המאכלים שאנחנו צורכים, היא ברמה של 4 מעלות צלסיוס. וזו הרמה שאליה מכוונים, בדרך כלל, המקררים החשמליים [תאי הקירור ולא תאי ההקפאה, כמובן].

מה קורה כאשר אנחנו מכניסים למקרר מרק חם?

המרק מעלה את הטמפרטורה בתא הקירור. המקרר "מרגיש" שהטמפרטורה חרגה ממה שקבענו, והיא גבוהה מ-4 מעלות, והוא "נכנס לפעולה". מנוע המקרר מתחיל לפעול, ומוריד את הטמפרטורה עד לרמה של 4 מעלות. כשהטמפרטורה מגיעה עד לרמה זו – המקרר "מרגיש" בכך, והוא מפסיק את פעולת המנוע שמקרר את תא הקירור. אם הפעולה לא היתה נפסקת – הטמפרטורה היתה צונחת עוד ועוד, והמוצרים שבמקרר היו קופאים.



תנור אפייה

במתכונים השונים יש הנחייה לגבי הטמפרטורה הרצויה לאפייה. אנחנו מכוונים את התנור לחום הרצוי. גופי החימום בתנור מתחממים. כאשר גופי החימום מגיעים לטמפרטורה הרצויה – התנור "מודיע" על כך - נורית הבקרה כבית, מושמע צליל או כיו"ב. כאשר אנחנו פותחים את התנור ומכניסים לתוכו את התבנית – הטמפרטורה בתוך תא האפייה צונחת, כיוון שנכנסים אוויר בטמפרטורת החדר ותבנית המכילה חומרים בטמפרטורת החדר או אפילו נמוכה יותר. טמפרטורת החדר היא 20-25 מעלות בממוצע. הטמפרטורה לאפייה היא 150-250 מעלות, שהיא טמפרטורה גבוהה בהרבה מטמפרטורת החדר. התנור "מרגיש" בירידת הטמפרטורה, ו"נכנס לפעולה." הוא שב לחמם את גופי החימום ואת תא האפייה עד לטמפרטורה הרצויה. למעשה, כל פתיחה של התנור – גם לצורך בדיקה של רמת האפייה או לצורך הוצאת התבניות מהתנור – גורמת להורדת הטמפרטורה בתא האפייה ולהפעלה של מנגנון החימום מחדש



ניסוי מספר 1

ציוד

- בקבוק ריק | בלון | שני מיכלים או קערות | קומקום עם מים

התנסות

שימו לב! הניסויים הבאים רק בהשגחת מבוגר!!!

מלאו מיכל אחד במים חמים

מלאו מיכל שני במים קרים





ניסוי מספר 1 - א

ציוד

- בקבוק ריק | בלון

התנסות

- ה**לבישו**" את הפייה של הבלון על שפת הבקבוק
- **לחצו** בחוזקה על הבקבוק.

מה קורה ולמה

- הבלון התנפח.
- בגלל הלחיצה שלנו, אוויר מתוך הבקבוק יצא ומילא את הבלון.



ניסוי מספר 1 - ב

ציוד

- בקבוק ריק | בלון | מיכל עם מים רותחים

התנסות

- **הלבישו**" את הפיפה של הבלון על שפת הבקבוק
- **הכניסו** את הבקבוק עם הבלון לתוך קערת המים הרותחים
- **המתינו** כחצי דקה

מה קורה ולמה

- הבלון התנפח.
- מי ניפח הפעם את הבלון ולמה?



ניסוי מספר 1 - ג

ציוד

- בקבוק ריק | בלון | מיכל עם מים קרים

התנסות

- העבירו את הבקבוק אל קערת המים הקרים
- המתינו כחצי דקה.

מה קורה ולמה

- הבלון מתרוקן.
- למה?



מי ניפח את הבלון? מי רוקן אותו?

כאשר הנסנו את הבקבוק למים החמים, האוויר שבתוך הבקבוק התחמם.

לאוויר החם לא היה מקום בתוך הבקבוק, לכן הוא עבר אל הבלון וניפח אותו.

אבל – למה לא היה לאוויר מקום?

כי גופים מתפשטים בחום ומתכווצים בקור.

כאשר חיממנו את האוויר בתוך הבקבוק הוא התפשט ועבר אל הבלון.

חלל הבקבוק, שהכיל את האוויר הקר, לא יכול להכיל את האוויר החם – הוא תופס יותר מקום!

כאשר הכנסנו את הבקבוק למים הקרים, קיררנו את האוויר.

האוויר התכווץ שוב וחזר מן הבלון אל הבקבוק.



מעט על מבנה החומר

הקב"ה ברא את עולמו כך שכל חומר בנוי מיסוד אחד או מספר יסודות.
כל יסוד בנוי מאטומים.

מספר אטומים, מיסוד אחד או ממספר יסודות שונים, הקשורים זה לזה נקראים **מולקולה**.
לדוגמה: מולקולה של מים בנויה מאטום אחד של חמצן ושני אטומים של מימן.
המולקולות של החומר אינן נמצאות במנוחה, הן בתנועה מתמדת בתוך החומר.
בגזים הן נעות במהירות הגדולה ביותר.
בנוזלים במהירות קטנה יותר.
במוצקים - במהירות הנמוכה ביותר.
כך או כך – המולקולות נעות ומתנגשות אלו באלו.



מה קורה כאשר אנחנו מחממים גוף כלשהו?

מהירות התנועה של המולקולות גדלה.

כתוצאה מהגדלת מהירות התנועה של המולקולות, גם עוצמת ההתנגשויות שביניהן גדלה,

והן "נזרקות" למרחקים גדולים יותר זו מזו.

וכתוצאה מכך - הגוף "נמתח", מידותיו גדלות - כלומר הוא מתפשט.

תופעה זו נובעת מ"חוק שימור האנרגיה" הקובע ש"אנרגיה אינה הולכת לאיבוד. היא פושטת צורה אחת, ולובשת צורה

אחרת".

נסביר בשפת האנרגיה:

כאשר אנחנו מחממים גוף, אנחנו משקיעים אנרגיה: כימית, חשמלית או אחרת.

אנרגיה זו מומרת לאנרגיית חום.

אנרגיית החום מומרת לאנרגיית תנועה של המולקולות [בעצם לתוספת לאנרגיית התנועה - להגברת מהירות התנועה של

המולקולות].



מידת ההתפשטות של חומרים שונים

חומרים שונים מתפשטים במידה שונה. ההתפשטות תלויה במבנה החומר, מבנה המולקולות וסידורן בתוך החומר. כדי להבין את פעולת התרמוסטט שנבנה עלינו להכיר את התופעה. עד כאן בדקנו רק את מידת ההתפשטות של האוויר. גם מתכות שונות מתפשטות, במידה שונה, באותה רמה של חימום. הסיבה לכך היא הבדלים במבנה החומר. "לב" התרמוסטט שאנחנו נבנה הוא עלה דו-מתכתי. לכן, נתחיל את הבנייה והניסויים בעלה הדו-מתכתי.



החומרים הדרושים לכם לבנייה

- "פס" אלומיניום [מתכת רכה]
- עיגול מתכת [פירוט בהמשך]
- בורג קטן
- אום קטן





בניית מעמד לעלה הדו-מתכתי

- 1. סמנו** בעזרת סרגל וטוש שני קווים האחד במרחק של כ-3 ס"מ מן הקצה השמאלי השני במרחק של כ-2 ס"מ מהקו הראשון
- 2. כופפו** את פס האלומיניום לאורך הקווים שסימנתם [אפשר להיעזר בסרגל. בלהב של מספריים או בשפת השולחן].





היכרות עם העלה הזו מתכתי

העלה הוא "לב" התרמוסטט.

לעלה צורת כיפה

על הצד **הקמור** כתובות אותיות

הצד **הקעור** חלק



למעשה, מדובר בשני עלים דקים הדבוקים היטב זה לזה.

העלה העליון – עם האותיות – עשוי נירוסטה

העלה התחתון - החלק - עשוי אלומיניום





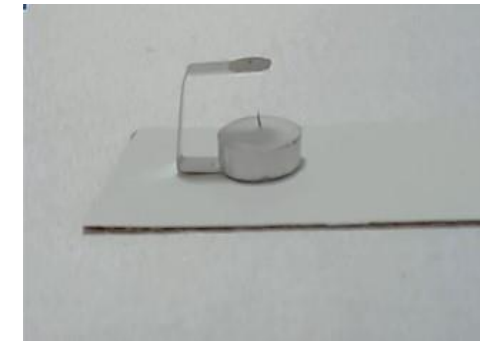
ניסוי מספר 2

ציוד

- המעמד | הנרית | העלה הדו-מתכתי

התנסות

- **הניחו** את המעמד כך שהבסיס יהיה ה"זרוע" שבה קדוחים שני חורים, וה"גג" יהיה הזרוע שבה קדוח חור אחד בלבד סמוך לקצה.
- **הניחו** את הנרית על החור שבקצה הבסיס
- **הניחו** את העלה על החור ב"גג" **הקפידו** להניח אותו כאשר האותיות פונות כלפי מעלה!
- צפו [בסרטון](#)





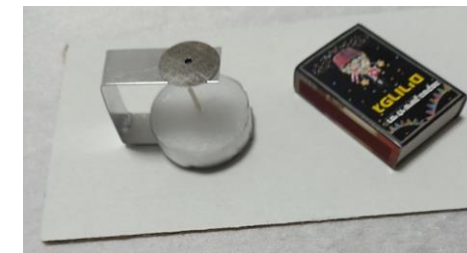
ניסוי מספר 2

ציוד

- המעמד עם הנרית והעלה | גפרורים

התנסות

- הדליקו את הנרית.
- המתינו בסבלנות.



מה קורה

אתם שומעים את הקליק? [מזכיר את הקומקום הרוחת]

אתם רואים את העלה עף למעלה, ונוחת חזרה על השולחן?

התבוננו בעלה אחרי הנחיתה - הוא "התהפך"

הצד החלק, שהיה קודם הצד הקעור, התחתון, הפך להיות הצד הקמור.



תהליך הייצור של העלה הדו-מתכתי - א

היצרן לקח שתי פיסות משתי מתכות שקצב ההתפשטות שלהן מאוד שונה:

פיסת **אלומיניום** [מתפשטת מהר]

ופיסת **נירוסטה** [מתפשטת לאט].

שתי הפיסות אינן שוות באורכן.

פיסת הנירוסטה [בשרטוט: אדומה] ארוכה במעט

מפיסת האלומיניום [בשרטוט: כחולה].





תהליך הייצור של העלה הדו-מתכתי - ב

היצרן חימם את שתי פיסות המתכת כדי שהן יתפשטו.
הוא חימם את שתיהן, עד שהן הגיעו לאותו אורך בדיוק.



ברגע זה הוא הדביק אותן זו לזו, כך שהן הפכו לגוף אחד.



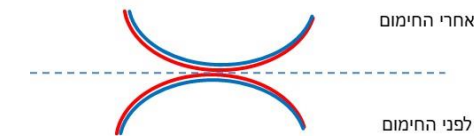
אבל כשהוא צינן אותן הן הפכו לגוף קמור:
פיסת האלומיניום שהיתה קצרה יותר במקור היא בחלק הקעור, הפנימי,
ופיסת הנירוסטה שהיתה ארוכה יותר במקור, היא החלק הקמור, החיצוני.





הסבר לניסוי מספר 2

כאשר מחממים מחדש את העלה המשולב האלומיניום מתארך במידה רבה יותר מהנירוסטה ולכן העלה "מתהפך" - האלומיניום הוא בצד הקמור החיצוני [הארוך יותר] והנירוסטה בצד הקעור, הפנימי [הקצר יותר]





סיכום

מומלץ לחזור ולצפות בסרטון

למה זה קורה?

תוך כדי התהפכותו, העלה "מכה" במעמד.

בהתאם לחוק פעולה-תגובה [החוק השלישי של ניוטון] המעמד "מחזיר לעלה" מכה, וזורק אותו כלפי מעלה.

תנועת ההתהפכות של העלה ממצב קעור לקמור שייכת לתחום הנקרא בלועזית "תרמודינמיקה",

שפרושו בעברית "תנועה באמצעות חום".



החומרים הדרושים לכם לבנייה

- פס אלומיניום
- 2 מלבני פוליגל
- שיפוד
- בית סוללות
- סוללות
- 2 צורות פוליגל מעוגלות
- בורג קטן + אום
- 2 ברגים קטנים
- נרית
- סיכות מתפצלות
- חרוזים
- נורת לד
- עלה דו-מתכתי

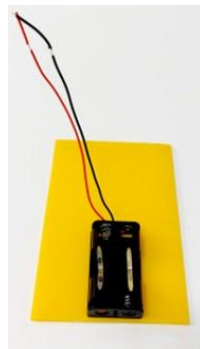




חיבור ספק הכוח

1. **הניחו** את בית הסוללות צמוד לאחת הצלעות הרוחביות של מלבן הפוליגל **הקפידו** שהחוטים יפנו כלפי מרכז המלבן
2. **קידחו** באמצעות השיפוד שני חורים בפוליגל, במקביל לחורים שבבית הסוללות
3. **השחילו** סיכות מתפלות בחורים שחוררתם.
4. **הפכו** את הפוליגל והשחילו את בית הסוללות על זרועות הסיכות המתפצלות
5. **פצלו** את הסיכות בתוך בית הסוללות כמו בתמונה - לאורך ביית הסוללות

4



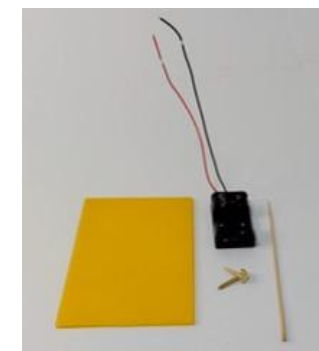
3



2



1





חיבור העלה למעמד

1. את המעמד כבר בניתם לצורך הניסוי בתחילת הפעילות [שיקופיות 21-21]
2. **הצמידו** את העלה לחור שב"גג", כשהצד עם האותיות פונה כלפי מעלה.
3. **השחילו** את הבורג דרך החור ב"גג" אל החור שבמרכז העלה.
4. **חזקו** את החיבור באמצעות האום

2



1

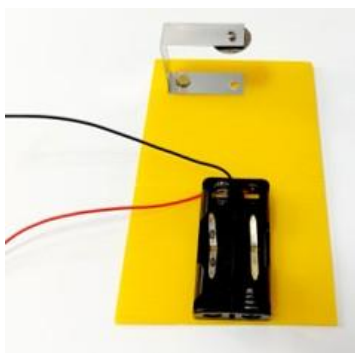




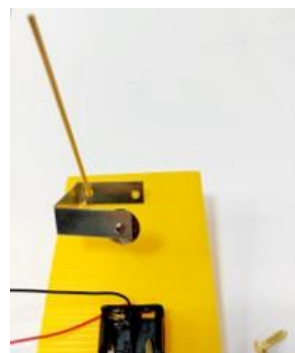
חיבור המעמד של העלה הדו-מתכתי לבסיס

1. **הצמידו** את המעמד לפינה השמאלית של הבסיס. קידחו בעזרת השיפוד, חור בבסיס, דרך החור בבסיס המעמד.
2. **השחילו** סיכה מתפצלת דרך החור במעמד, אל החור שקדחתם בבסיס.
3. **פצלו** את זרועות הסיכה בתחתית הבסיס.

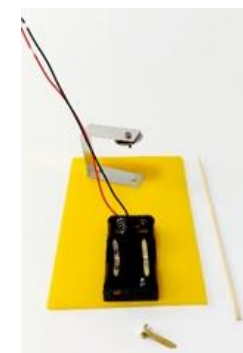
3



2



1





הכנת הנרית לקראת חיבור לבית הסוללות ולמעמד

1. **קידוח** בעזרת השיפוד חור קטן בתחתית הנרית והוציאו את הנר
2. **השחילו** סיכה מתפצלת לחור בבסיס הנרית – מבפנים החוצה
3. **קידוח** בבסיס הפוליגל חור, דרך החור שבקצה הבסיס של המעמד





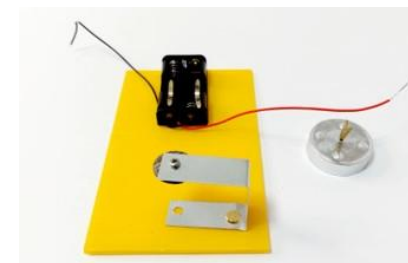
חיבור החוט האדום מבית הסוללות אל הנרית

1. **פצלו** מעט את הזרועות של הסיכה שהשחלתם לנרית
2. **חישפו** את קצה החוט האדום שיוצא מבית הסוללות
3. **השחילו** את הקצה החשוף של החוט האדום אל בין זרועות הסיכה המתפצלת, ולפפו היטב את החוט סביב זרועות הסיכה.

2



1

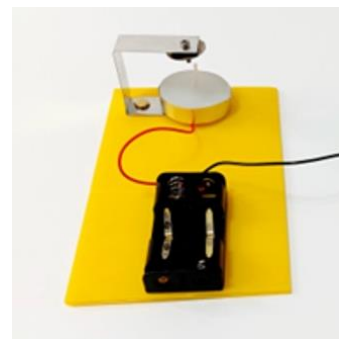




חיבור המעמד עם הנרית והחוט אל הבסיס

1. **השחילו** את זרועות הסיכה לחור שחוררתם בבסיס הפוליגל
2. **פצלו** את זרועות הסיכה
3. **הכניסו** חזרה את הנר לנרית

2



1



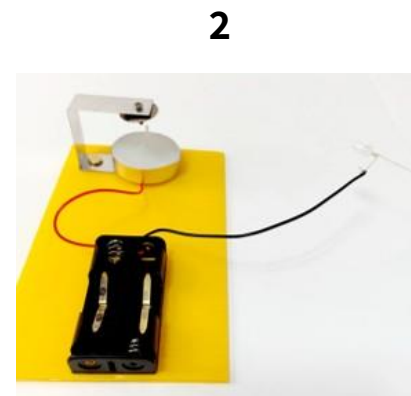
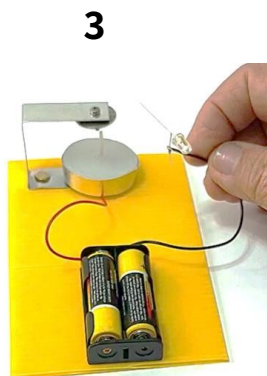


הכנת נורת הלד

לנורת הלד שתי "רגליים" – האחת ארוכה והשנייה קצרה יותר.

חשוב להקפיד על ביצוע הפעולות המתאימות לכל רגל... אחרת הנורה לא תידלק.

1. **קפלו** את הרגל הקצרה של נורת הלד – עד שהיא תהיה מאונכת לרגל הארוכה [בזווית של 90 מעלות]
2. **חישפו** את קצה החוט השחור [היוצא מבית הסוללות]
3. **לפפו** היטב את החוט החשוף סביב הרגל הארוכה של נורת הלד.





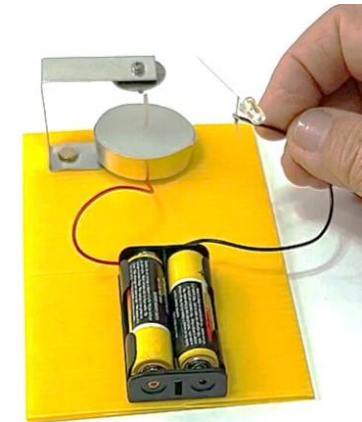
ניסוי מספר 3

ציוד

- הדגם שבניתם | סוללות

התנסות

- **בידקו** האם חיווטתם נכון.
- **הכניסו** סוללות לבית הסוללות
- **קרבו** את הרגל הקצרה של נורת הLED אל הבסיס המתכתי של הנרית.
- אם נורת הLED נדלקת - סימן שהחיווט נכון.





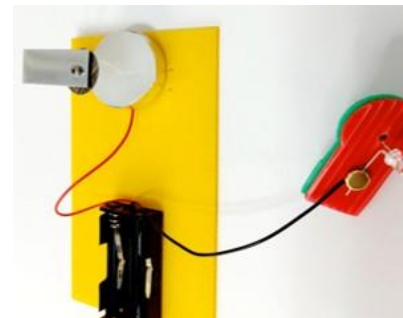
הכנת מעמד לנורה

1. **הצמידו** את שני חלקי המעמד [בתמונה פוליגל אדום ופוליגל ירוק]
2. **השחילו** את הרגל הקצרה של נורת הLED דרך החורים העליונים בשני חלקי המעמד.
3. **פצלו** מעט את זרועותיה של סיכה מתפצלת.
4. **הכניסו** את הרגל הארוכה בין זרועות הסיכה.
5. **השחילו** את זרועות הסיכה דרך החורים התחתונים בשני רכיבי המעמד של הנורה.
6. **השחילו** חרוז קטן על שתי זרועות הסיכה, המבצבצות מהחור התחתון של המעמד **פצלו** היטב את זרועות הסיכה על החרוז.

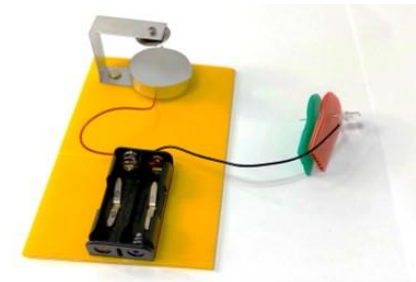
1



1



1

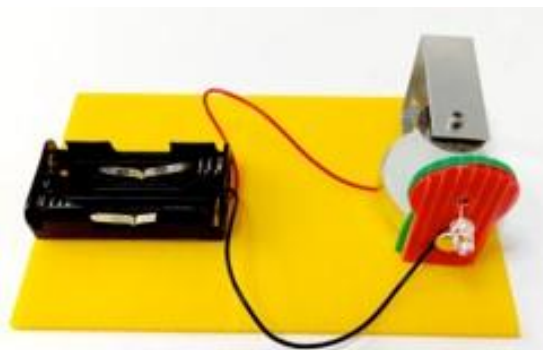




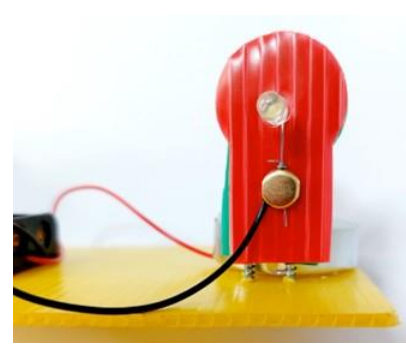
חיבור מעמד הנורה לבסיס הדגם

1. **קידחו** בעזרת השיפוד שני חורים: בבסיס הדגם סמוך לנרית [בחזית של הנרית]
2. **השחילו** שני ברגים קטנים אל תוך החורים שקדחתם – מתחתית הבסיס כלפי מעלה
3. **השחילו** את מעמד הנורה על שני הברגים, כשהנורה פונה אליכם [כלפי חוץ].
4. **הקפידו** להצמיד את המעמד אל בסיס הדגם.

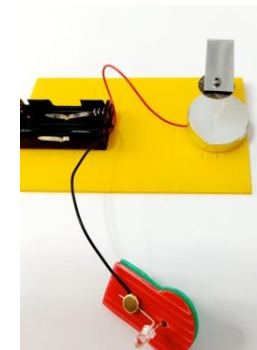
3



2



1

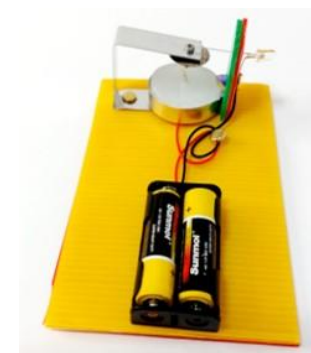




מצמידים את החוטים מבית הסוללות, אל בסיס הדגם

1. **קידחו** בעזרת שיפוד חור קטן בבסיס הדגם – בין מעמד הנורה לבין בית הסוללות
2. **צרו** לולאות בשני החוטים – השחור והאדום יחד
3. **פצלו** מעט את זרועותיה של סיכה מתפצלת
4. **השחילו** את הלולאות בין זרועות הסיכה.
5. **השחילו** את הסיכה בחור שקדחתם אל תחתית הבסיס.
6. **פצלו** היטב את זרועות הסיכה בתחתית הבסיס.

1

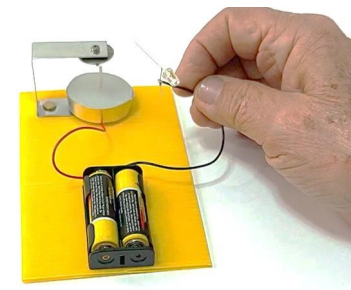




כיוון הרגל הקצרה של הנורה

1. הערה חשובה: הכיוון דורש סבלנות רבה.
2. למעשה זה תהליך של ניסוי וטעייה –
3. שמתחיל עכשיו
4. ויסתיים רק אחרי שתבדקו את פעולת הדגם בהמשך...
5. הרגל צריכה להיות מעל לעלה הדו-מתכתי –
6. אבל, לא רחוק מדי מן העלה.

1





מייצבים את הבסיס

1. בערכה יש מלבן פוליגל נוסף, שעליו רצועות של דבק דו-צדדי.
 2. חישפו את השכבה העליונה של נייר הדבק. הדביקו את מלבן הפוליגל אל בסיס הדגם.
- בדרך זו אתם מונעים מהתרמוסטט להתנדנד בגלל הזרועות של הסיכות המתפצלות המצויות בתחתית הבסיס.

2



1





ניסוי מספר 4

ציוד

- הדגם שבניתם | גפרורים

התנסות

- צפו [בסרטון](#) ואז - התנסו בעצמכם

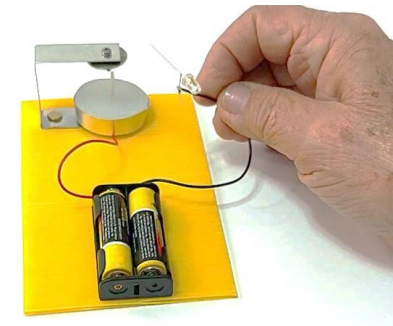
מה קורה ולמה

כאשר הנר מחמם את העלה המשולב

האלומיניום מתארך במידה רבה יותר מהנירוסטה

ולכן העלה "מתהפך".

העלה "פוגש" ברגל הארוכה של הלד, סוגר מעגל חשמלי והמנורה נדלקת!





אנגליה

חלק מתוך אי המצוי במערב אירופה

עיר הבירה שלה: לונדון

בראש המדינה: מלך או מלכה

מטבע: לירה סטרלינג

שפה עיקרית: אנגלית

בצפון: סקוטלנד

במזרח: הים הצפוני

במערב: וולס, אירלנד והים האירי

בדרום: תעלת למנש



רוצים
לדעת עוד?
לחצו





ג'ון הריסון

1776-1693

הריסון נולד בפולֶבִי, ליד וייקֶפִילד שבמערב יורקשייר. היה הבכור בין חמישה ילדים. האגדה מספרת, כי בהיותו בן שש, כששכב חולה באבעבועות רוח, ניתן לו שעון לשעשוע, והוא האזין לו שעות וחקר את חלקיו הנעים. כשהריסון התבגר, הוא עסק בנגרות, כמו אביו, ובשעותיו הפנויות תיקן שעונים. כחלק מעיסוקו בבניית שעונים, הוא פיתח מטוטלת דו־מתכתית (gridiron pendulum) שהייתה בנויה משני מוטות, האחד מפליז והשני מברזל. המוטות הורכבו באופן כזה, ששיעורי ההתפשטות וההתכווצות השונים שלהם ביטלו זה את זה, כך שדיוקו של השעון נשמר גם בתנאי טמפרטורה משתנים.





ארצות הברית

ברית של 50 מדינות

נמצאת בצפון יבשת אמריקה

עיר הבירה שלה: וושינגטון

בראש המדינה: נשיא

מטבע: דולר

שפה עיקרית: אנגלית

בצפון: קנדה

במזרח: האוקיאנוס השקט

במערב: האוקיאנוס האטלנטי

בדרום: מקסיקו



רוצים לדעת עוד?
לחצו





1911-1847

וורן ג'ונסון

ג'ונסון נולד בארצות הברית. נראה כי היתה לו הכשרה פורמלית מוגבלת בלבד - אבל הוא השלים את הידע שלו בלימוד עצמי של נושאים מדעיים. הוא עבד זמן מה כמדפיס וכמודד. ואז עבר לתחום החינוך - היה מורה בבית ספר, מנהל ומפקח על בית הספר. ב-1876 הוא קיבל משרת הוראה בבית הספר הידוע כיום כאוניברסיטת ויסקונסין. חמש שנים מאוחר יותר הוא מונה לפרופסור למדעי הטבע.





וורן ג'ונסון

ג'ונסון היה סקרן וחקרן. הוא התעניין במיוחד בחשמל. בשנת 1883 הוא פיתח תרמוסטט, שאותו הציב בבית הספר שבו לימד. זה היה תרמוסטט סלילי דו-מתכתי עם מתג כספית, שבאמצעותו ניתן היה לצלצל בפעמון כדי להזהיר את הכבאי לפתוח או לסגור את מנורת החימום. ג'ונסון המשיך להמציא אמצעי בקרה נוספים לוויסות טמפרטורה. בנוסף הוא המציא נברשות, מנעולי דלת ללא קפיצים, צמיגים חסינים לנקב, מדחומים ועוד



חומר למחשבה

התרמוסטט שבניתם דומה לתרמוסטט שבמקרר.
כאשר החום בסביבה גדל (הטמפרטורה עלתה) נסגר המעגל, והמנורה נדלקה.
כלומר – התרמוסטט שלכם משמש כ"תרמוסטט מפעיל".

חישוב:

איזה שינוי יש לעשות במערכת שבניתם כדי שהתרמוסטט ישמש כ"תרמוסטט מנתק", כמו זה שבתנור האפייה, שכאשר הוא "מרגיש" שחם מדי, הוא מנתק את גוף החימום, כדי שהעוגה לא תישרף!

מה היה לנו היום? << >>



סיכום...

- היינו "מגלי עולם" - הפלגנו לאנגליה ופגשנו את ג'ון הריסון, הפלגנו לארה"ב ושם פגשנו את וורן ג'ונסון.
- היינו "מדענים" - ערכנו ניסויים בהתפשטות והתכווצות של חומרים שונים בשינוי של טמפרטורה
- היינו "טכנולוגים" - בנינו תרמוסטט

כשאני שומע - אני שוכח • כשאני רואה - אני זוכר • כשאני עושה - אני מבין!

- קונפוזיוס -

רוצים עוד?

היכנסו לחנות שלנו!



נהניתם?

נשמח שתמלאו משוב קצר!

4 שאלות ושלתם...

< בטח שנמלא משוב! >



© כל הזכויות שמורות לחברת טכנוקט.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבמצגת זו.

שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בחוברת זו אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מחברת טכנוקט.