

# ברוכים הבאים!

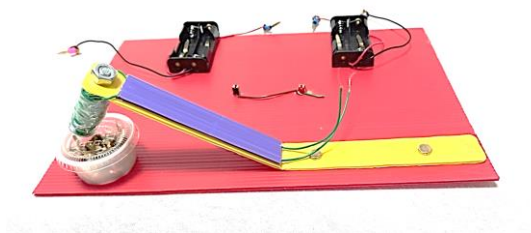


כשאני שומע - אני שוכח • כשאני רואה - אני זוכר • כשאני עושה - אני מבין!

- קונפוזיוס -

פתיחת דלת אינטרקום בשבת

אז מה עושים?



פוגשים  
מדען



מפליגים  
לארץ אחרת



קוראים  
ונהנים



בונים  
דגם טכנולוגי



מגלים  
חוקי מדע



חוקרים  
תופעות

- בהצלחה ובהנאה! -



## האם מותר לפתוח דלת אלקטרומגנטית בשבת?

במחלקות שונות בבתי חולים ישנה דלת אלקטרומגנטית, שננעלת כדי למנוע כניסה של מי שאינם מורשים לכך.  
כדי להיכנס למחלקה יש ללחוץ על מתג הפותח את הדלת.  
גם כדי לצאת מהמחלקה יש להפעיל מתג.

**מה עושים בשבת?**



## האם מותר לפתוח דלת אלקטרומגנטית בשבת?

הרב שלמה זלמן אויערבאך מגדולי הפוסקים בדורות האחרונים כתב ספר "מאורי אש" ובו הוא דן בין היתר בסוגיות שונות בנושא החשמל בשבת. בכל סוגיה הוא פותח בתיאור מפורט מאוד של הפן המדעי והטכנולוגי של המכשיר ורק אז פוסק הלכה. נלך בדרכו...

"לב" דלת האינטרקום הוא אלקטרומגנט שבעזרתו פותחים או נועלים את הדלת. לכן, נתחיל גם אנחנו בלימוד מהו אלקטרומגנט ואיך הוא עובד? כדי להבין – נבנה בעצמנו דגם של אלקטרומגנט ונחקור אותו. נתחיל בהיכרות עם המדען שגילה את האלקטרומגנטיות.



## דנמרק

בצפון: הים הצפוני והים הבלטי  
בדרום: גרמניה

עיר הבירה שלה: קופנהגן  
בראש המדינה: מלך או מלכה  
מטבע: כתר  
שפה עיקרית: דנית

שייכת למדינות סקנדינביה  
יושבת ברובה על חצי האי יוטלנד.





1851-1777

**כריסטיאן ארסטד**

פיזיקאי וכימאי דני.

ידוע בעיקר בשל גילוייו את הקשר בין תופעות החשמל והמגנטיות – תופעת האלקטרומגנטיות.

ארסטד למד באוניברסיטת קופנהגן, שם סיים בהצטיינות את לימודיו.

בשנת 1801 פגש בג'ונתן ריטר, פיזיקאי גרמני אשר האמין בקיומו של קשר בין חשמל למגנטיות.

בשנת 1806 היה לפרופסור באוניברסיטת קופנהגן והמשיך את מחקריו בתורת החשמל

ובאקוסטיקה.





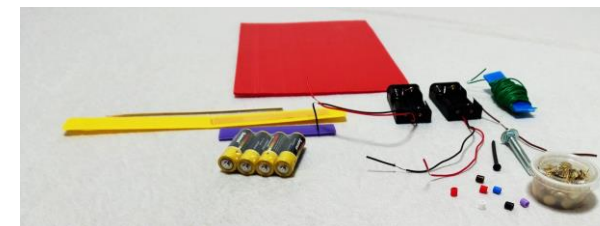
## כריסטיאן ארסטד

באחת מהרצאותיו הבחין ארסטד כי מחט של מצפן, שהיה במקרה על השולחן, סתתה מכיוונה עם שינוי הזרם הזורם בסוללה בה השתמש. מכאן הסיק ארסטד על קיומו של קשר בין חשמל למגנטיות. כעבור שלושה חודשים החל במחקר אינטנסיבי של התופעה ופרסם את ממצאיו בדבר היווצרות שדות מגנטיים סביב תילים המוליכים זרם. תוצאות אלו הניבו מחקר אינטנסיבי בקרב הקהילייה המדעית. נוסף על עבודתו כמדען, היה ארסטד סופר ומשורר אשר פרסם מספר יצירות, ביניהן "ספינת האוויר" בהשראת טיסות הכדור הפורח של עמיתו אטיין גספרד רוברט. התגלית הזו הזניקה את טכנולוגיית החשמל, וארסטד מכונה "הניוטון של החשמל". נבנה דגם של אלקטרומגנט ונחקור אותו.



## החומרים הדרושים לכם לבנייה

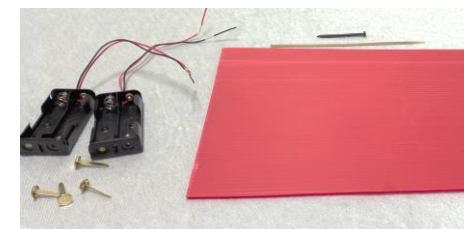
- לוח פוליגל מרובע
- לוח קרטון מרובע [הערה - בגודל של לוח הפוליגל. לא מופיע בתמונה]
- 2 רצועות פוליגל מלבניות: אחת קצרה והשנייה ארוכה
- 2 בתי סוללות
- 4 סוללות
- חוט חשמל מגולגל
- בורג ואום
- מסמר
- חרוזים
- סיכות מתפצלות
- גביע פלסטיק עם מכסה [הגביע מחורר בבסיסו]





## החומרים הדרושים לכם לבנייה

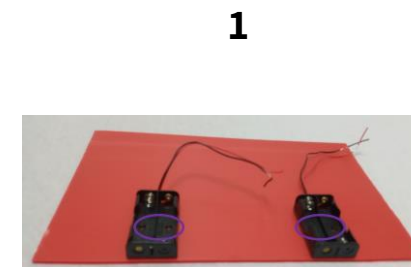
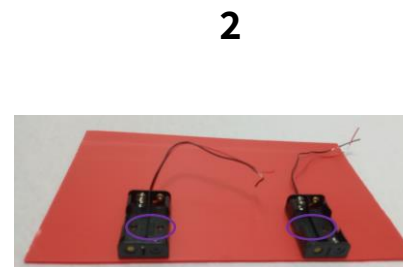
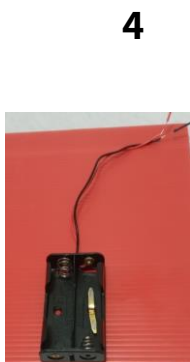
- לוח פוליגל מרובע גדול
- שיפוד
- מסמר
- 2 בתי סוללות
- 4 סיכות מתפצלות





## חיווט בתי הסוללות

1. הצמידו את שני בתי הסוללות לאחת מהצלעות האורכיות של מלבן הפוליגל, כשהן מרוחקות זו מזו ומן הצלעות הצידיות.
2. חוררו בפוליגל חורים דרך 2 החורים שבבתי הסוללות - בעזרת שיפוד או מסמר
3. השחילו סיכות מתפצלות בכל אחד מ- 4 החורים שקדחתם - מלמטה למעלה - כלומר מתחתית הפוליגל אל תוך בתי הסוללות.
4. פצלו את הזרועות של הסיכות, לאורך בתי הסוללות





## חיווט התקעים

1. חישפו את קצות החוטים היוצאים משני בתי הסוללות - הכינו תקע בקצה כל חוט:
2. השחילו את קצה החוט החשוף אל בין הזרועות של סיכה מתפצלת.
3. לפפו היטב את החלק המתכתי החשוף סביב שתי זרועות הסיכה.
4. השחילו חרוז קטנטן על זרועות הסיכה והצמידו בעזרתו את החוט המלופף אל ראש הסיכה.
5. כופפו זרוע אחת של הסיכה אל החרוז והשאירו את הזרוע השנייה זקופה - זהו התקע
6. חיזרו על הפעולות עם שלושת החוטים הנותרים - קיבלתם 4 תקעים.

5



4



3



2



1

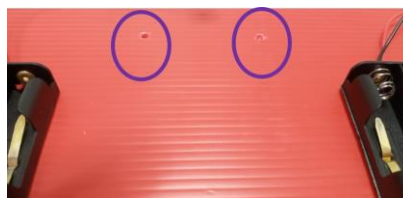




## חיווט גשר בין בתי הסוללות – שלב א

1. חוררו, בעזרת מסמר/שיפוד שני חורים:
2. הם צריכים להיות בין בתי הסוללות, מעט מרוחקים זה מזה, מעט "מעל" בתי הסוללות. החורים ישמשו לחיווט שקעים עבור הגשר שיחבר בין שני בתי הסוללות.
3. זאת – כשנרצה להעניק לדגם כוח חשמלי כפול – 4 סוללות בעלות מתח של 1.5 וולט [6 וולט במקום 3 וולט בלבד]

1



1



1





## חיווט גשר בין בתי הסוללות – שלב ב

1. **השחילו** סיכה מתפצלת בכל אחד מהחורים שקדחתם מתחתית הפוליגל כלפי מעלה.
2. יש בערכה חוט חשמל - **גזרו** ממנו חוט באורך 7 ס"מ.
3. **חישפו** את שני קצות החוט הזה. [הערה: היעזרו בציפורניים או במספריים. הקפידו שלא "לפצוע" את החוט במספריים]

1



1



1

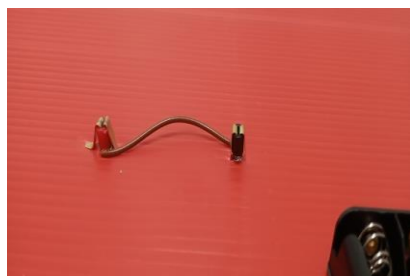




## חיווט גשר בין בתי הסוללות – שלב ג

1. **השחילו** את קצה החוט החשוף אל בין הזרועות של סיכה מתפצלת.
2. **לפפו** היטב את החלק המתכתי החשוף סביב שתי זרועות הסיכה.
3. **השחילו** חרוז קטנטן על זרועות הסיכה **והצמידו** בעזרתו את החוט המלופף אל ראש הסיכה.
4. **פצלו** את זרועות הסיכה, **"ויקפלו"** אותן היטב על החרוז.
5. בין הזרועות יישאר רווח קטן – זהו **השקע**.
6. **חיזרו** על הפעולות בקצה השני של החוט. קיבלתם שני שקעים המחוברים זה לזה ב"גשר"

1



1



1



1





## גוף האלקטרומגנט

1. בסיס האלקטרומגנט הוא מלבן פוליגל צר וארוך, שבמרכזו "קו קיפול", החוצה אותו לשניים. על מחצית אחת מודבקת רצועת דבק דו-צדדי. בקצה אותה מחצית קדוח חור גדול.
2. **חישפו** את השכבה העליונה של הדבק.
3. **הדביקו** את רצועת המלבן הקצרה יותר, כך שצלע אחת של המלבן תהיה סמוכה לקו הקיפול, אך לא תכסה אותו.

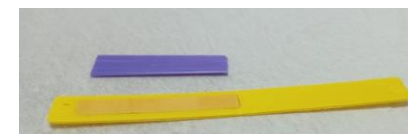
3



2



1





## גוף האלקטרומגנט

1. בסיס האלקטרומגנט הוא מלבן פוליגל צר וארוך, שבמרכזו "קו קיפול", החוצה אותו לשניים. על מחצית אחת מודבקת רצועת דבק דו-צדדי. בקצה אותה מחצית קדוח חור גדול.
2. **חישפו** את השכבה העליונה של הדבק.
3. **הדביקו** את רצועת המלבן הקצרה יותר, כך שצלע אחת של המלבן תהיה סמוכה לקו הקיפול, אך לא תכסה אותו.

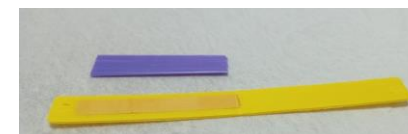
3



2



1





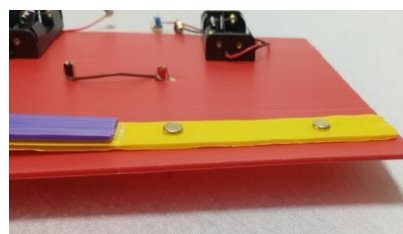
## חיבור גוף האלקטרומגנט לבסיס

1. **הניחו** את גוף האלקטרומגנט לאורך הצלע המקבילה לבתי הסוללות: סמוך, אך לא צמוד.
2. **חוררו** בעזרת מסמר/קיסם/שיפוד, שני חורים במחצית "הריקה" של מלבן הפוליגל, והמשיכו את הקידוח גם אל הבסיס.
3. **השחילו** סיכה מתפצלת בכל חור.
4. **הפכו** את הדגם ופצלו את זרועות הסיכות, על גבי הבסיס.

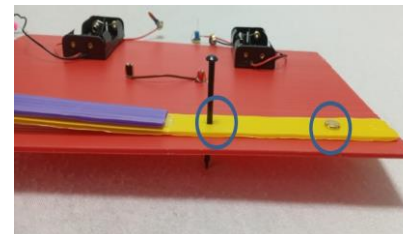
4



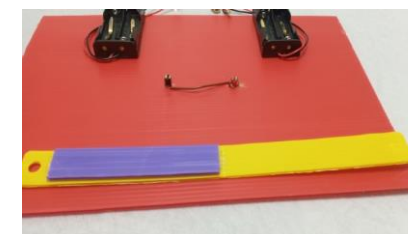
3



2



1

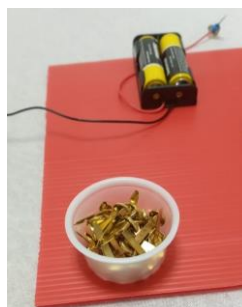




## הכנת מחסן לסיכות

- 1. הצמידו** את המחצית עם החור בקצה, אל בסיס הפוליגל. **קדחו** בעזרת מסמר/קיסם/שיפוד חור בבסיס דרך החור בגוף האלקטרומגנט. החור בבסיס צריך להיות קדוח מתחת לחור שבגוף האלקטרומגנט.
- 2. הצמידו** את גביע הפלסטיק שבערכה אל הבסיס, באמצעות סיכה מתפצלת **שתשחילו** מתוך החור שבגביע אל החור שקדחתם.
- 3. פצלו** את הסיכה על תחתית הבסיס.
- 4. מלאו** את הגביע בסיכות מתפצלות. **סגרו** את הגביע באמצעות מכסה הפלסטיק שבערכה.

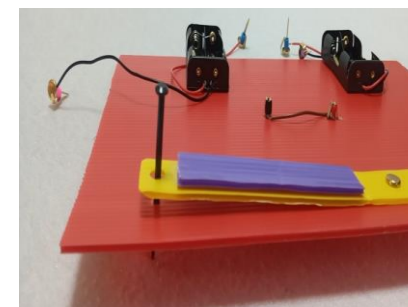
3



2



1





## הכנת "לב" האלקטרומגנט

שלב זה מורכב. הוא דורש ריכוז וסבלנות... עליכם ללפף חוט חשמל סביב בורג.

**השאירו** כ-20 ס"מ של חוט "משוחרר".

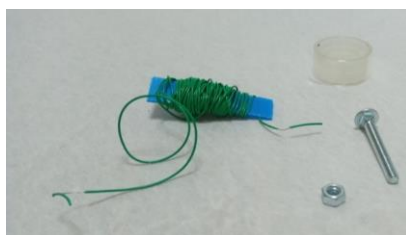
1. **הבריגו** אום בקצה הבורג – 3-4 כריכות בלבד.

2. **התחילו** ללפף – מראש הבורג לכיוון האום: ליפופים צמודים היטב לגוף הבורג, וצמודים זה לזה. ככל שתקפידו

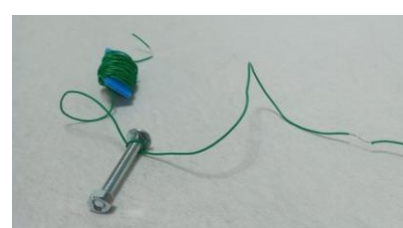
על ליפוף מסודר – כך תגדילו את עוצמת האלקטרומגנט.

3. **כשתגיעו** לאום הדביקו סלוטייפ על החוט המלופף – כדי שהליפופים לא "יפתחו".

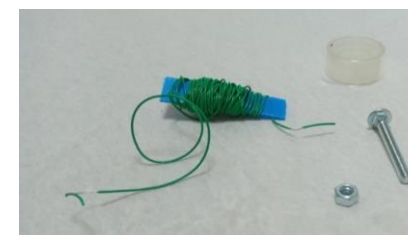
3



2



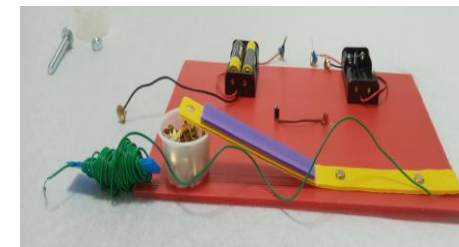
1





## החומרים הדרושים לכם לניסוי

- **הצמידו** את ראש הבורג אל ערימת הסיכות שב"מחסן"
- **נסו** למשוך ולהרים סיכות.
- הצלחתם? אם לא – האם הבורג מגנט או אינו מגנט?
- השחילו 2 סוללות באחד מבתי הסוללה.
- **סיגרו** את המעגל החשמלי:
- הצמידו את 2 קצות החוט המלופף לשני התקעים היוצאים מבית הסוללה,
- שבו שיבצתם את הסוללות.
- **חיזרו** על הניסוי.
- הצלחתם להרים סיכות? אם כן - סימן שהבורג הפך למגנט!
- **נתקו** את אחד מקצות החוט מן התקע.
- פתחתם את המעגל החשמלי. מה קרה לסיכות?

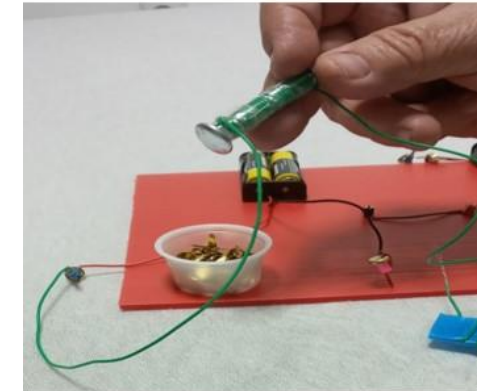




## הגורמים המשפיעים על עוצמתו של האלקטרומגנט - שלב א

### ציוד

- בורג עם שכבת ליפוף אחת



### התנסות

**סיגרו** שוב את המעגל החשמלי.

**הרימו** סיכות.

**סיפרו** כמה סיכות הצלחתם למשוך.



## ליפוף של שכבה נוספת

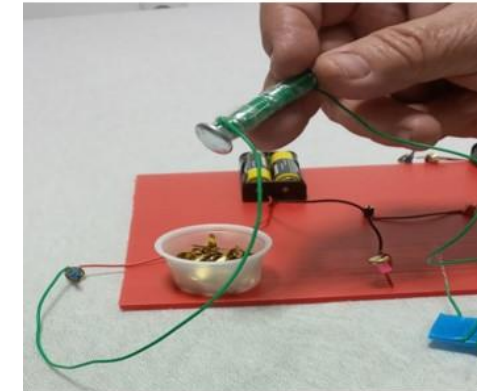
1. **לפפו** את הבורג בשכבה נוספת של חוט . הפעם לפפו בכיוון ההפוך מן האום לכיוון ראש הבורג .
2. **כשתגיעו** לראש הבורג הדביקו שוב סלוטייפ .
3. **חזרו** על הניסוי



## הגורמים המשפיעים על עוצמתו של האלקטרומגנט - שלב א

### ציוד

- בורג עם 2 שכבות ליפוף



### התנסות

- **סיגרו** שוב את המעגל החשמלי.
- **הרימו** סיכות.
- **סיפרו** כמה סיכות הצלחתם למשוך.



## ליפוף של שכבות נוספות

- 1. לפפו** את הבורג בשכבה נוספת.
- 2. לפפו** בכיוון ההפוך מראש הבורג לכיוון האום.
- 3. כשתגיעו** לאום הדביקו שוב סלוטייפ.
- 4. חזרו על הניסוי, וכתבו** את מספר הסיכות שהצלחתם להרים.
- 5. וחוזר חלילה** - עד שתגיעו כמעט לקצה החוט.
- 6. השאירו** "סרח" של חוט לא מלופף באורך של כ-20 ס"מ



## הגורמים המשפיעים על עוצמת האלקטרומגנט

### גילינו:

ככל שמספר השכבות של הליפוף גדול יותר

כך עוצמת האלקטרומגנט גדולה יותר

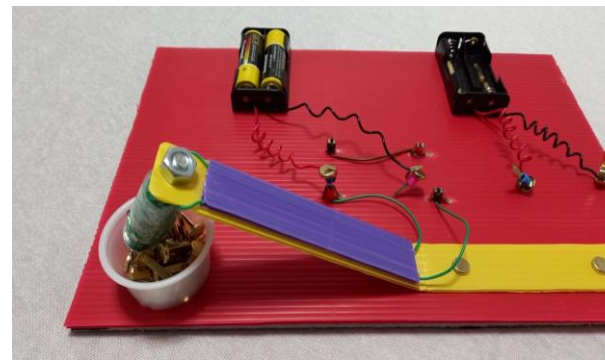
האם יש גורמים נוספים המשפיעים על עוצמת האלקטרומגנט?

נסיים את הבנייה ונבדוק.



## מסיימים את בניית האלקטרומגנט

1. **פיתחו** בעדינות את האום שבקצה הבורג שליפפתם.
2. **השחילו** את קצה הבורג החשוף לתוך החור שבקצה הגוף של האלקטרומגנט [בתמונה – הפולילגל הצהוב].
3. **סגרו** את הרגל של הבורג בעזרת אום, עד שהאום ייצמד אל הפולילגל, והבורג יהיה ניצב לגוף האלקטרומגנט.
4. **השחילו** את שני ה"סרחים" של החוט אל שתי תעלות קיצוניות שברצועת הפולילגל הקצרה [בתמונה – הרצועה הסגולה]  
עד שהם יצאו מן הקצה השני של רצועת הפולילגל.
5. **הכינו** שקעים בשני קצות החוט שהשחלתם עכשיו כמו שהכנתם לגשר – ההוראות בשיקופיות הבאות.





## הכנת שקעים לאלקטרומגנט

**1. חוררו,** בעזרת מסמר/שיפוד שני חורים:

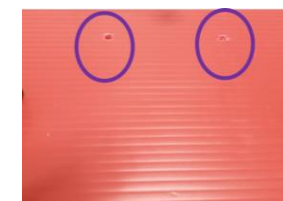
הם צריכים להיות מקבילים לשקעים של הגשר, בין הגשר לבין גוף האלקטרומגנט.  
החורים ישמשו לחיווט שקעים עבור האלקטרומגנט.

**2. השחילו** סיכה מתפצלת בכל אחד מהחורים שקדחתם מתחתית הפוליגל כלפי מעלה.

2



1

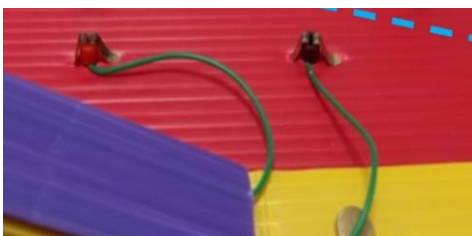




## הכנת שקעים לאלטרומגנט

1. **חישפו** את קצה אחד החוטים שהשחלתם מן הבורג אל תוך רצועת הפוליוגל הסגולה.
2. **השחילו** את קצה החוט החשוף אל בין הזרועות של אחת הסיכות המתפצלות שהשחלתם.
3. **לפפו** היטב את החלק המתכתי החשוף סביב שתי זרועות הסיכה.
4. **השחילו** חרוז קטנטן על זרועות הסיכה והצמידו בעזרתו את החוט המלופף אל ראש הסיכה.
5. **פצלו** את זרועות הסיכה, ו"קפלו" אותן היטב על החרוז. בין הזרועות יישאר רווח קטן – זהו השקע.
6. **חיזרו** על הפעולות בקצה השני של החוט. קיבלתם שני שקעים

4



3



2



1





## האם מותר לפתוח דלת אלקטרומגנטית בשבת?

דיון והעמקה

מה הקשר בין האלקטרומגנט לדלת האינטרקום?  
כדי לפתוח את הדלת – על מי שרוצה להיכנס, ללחוץ על מתג, לסגור מעגל חשמלי,  
ולגרום למי שנמצא בפנים לפתוח את הדלת.

**אז איך רופא יכול להיכנס למחלקה בשבת?**



## האם מותר לפתוח דלת אלקטרומגנטית בשבת?

דיון והעמקה

### נפתח סוגריים:

אם יש צורך בכך, מצווה לחלל את השבת כדי להציל את הנפש.

וכמו שלמדנו בשו"ע או"ח סימן שכ"ח סעיף ב':

**מי שיש לו חולי של סכנה מצווה לחלל עליו את השבת**

**והזריז - הרי זה משובח. והשואל - הרי זה שופך דמים**

לעיתים, יש צורך לחלל את השבת, כדי להציל את הנפש. לדוגמה -

רופאים ואנשי ביטחון נקראים להציל חיים בשבת.

בהליכתם ובפעולתם, מותר להם לחלל את השבת (לנסוע אל מקום האירוע ולבצע שם מלאכות גמורות, האסורות בשבת).



## האם מותר לפתוח דלת אלקטרומגנטית בשבת?

דיון והעמקה

אבל, לאחר שהם סיימו את פעולתם, בטל ההיתר.

**האם מותר להם לחלל את השבת כדי לחזור למקומם?**

או בסוגיה שאנחנו העלינו –

מה דינו של הרופא, שסיים את הטיפול ורוצה לצאת החוצה מהמחלקה?

הרי גם אז עליו לגרום לפתיחת הדלת האלקטרומגנטית, אבל אז כבר לא קיים "פיקוח נפש".

איך הוא יוכל לצאת?



## כל היוצאין חוזרין למקומן

דיון והעמקה

המקור להקלה זו הוא במשנה במסכת ראש השנה כ"ג:

**"בראשונה לא היו זזין משם כל היום. התקין רבן גמליאל הזקן שיהיו מהלכין אלפים אמה לכל רוח.**

**ולא אלו בלבד אלא אף החכמה הבאה לילד, והבא להציל מן הדלקה ומן הגייס ומן הנהר ומן המפולת**

**הרי אלו כאנשי העיר ויש להם אלפים אמה לכל רוח".**

בעניין זה כתב הרמב"ם בהלכות שבת פרק ב' הלכה כ"ג, וזה לשונו:

"בכל מקום אם באו (הגויים) על עסקי נפשות או שערכו מלחמה או שצרו סתם, יוצאין עליהן בכלי מלחמה ומחללין עליהן את

השבת. ומצווה על כל ישראל שיכולין לבוא ולצאת ולעזור לאחיהן שבמצור ולהצילן מיד הגויים בשבת, ואסור להם להתמהמה

למוצאי שבת. וכשיצילו את אחיהם מותר להן לחזור בכלי מלחמה שלהן למקומם בשבת, כדי שלא להכשילן לעתיד לבוא".

המאירי בשבת י"ט. מסביר נימוק זה "שלא ימנעו לעתיד", כלומר: שאם נגביל את היוצאין להציל בהגבלות שיימנעו את

חזרתם הביתה בגמר פעולת ההצלה, עלול להיווצר בעתיד מצב שאנשים יימנעו מלצאת בשבת לצורך הצלה.



## פתיחת דלת אינטרקום בשבת

למרות שקיים היתר, חיפשו דרך למנוע ככל האפשר חילול שבת.  
וזה הפתרון שנמצא לבעיה.  
למכון "צומת" ישנו מכשיר הנקרא "**חש-שינוי**".  
מכשיר זה מאפשר לשחרר את האלקטרומגנט שנועל דלת.  
האדם מניח את כף היד על משטח קטן, בגודל קופסת גפרורים.  
הנחת היד שלו גורמת להחלשת המתח ולהפחתת הכוח המגנטי.  
זאת, ללא ניתוק וללא פתיחה או סגירה של מעגל חשמלי כלשהו.  
אפשרות זו מנצלת את העובדה שגוף האדם הוא בעל תכונות חשמליות.  
העצמת המתח או החלשתו תלויה במשך הזמן שכף היד מונחת על המכשיר.

[צפו בסרטון](#)



## מהו העיקרון של מתקן "חש שינוי"

כדי להבין "איך זה עובד"

נערוך עוד ניסוי בדגם שבנינו ונגלה מה עוד משפיע על עוצמת האלקטרומגנט.

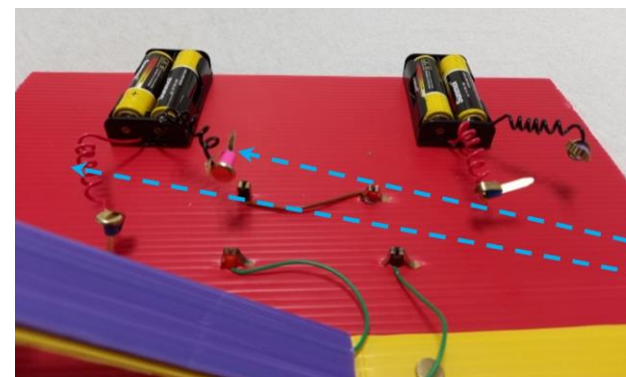
ואז נבין את העיקרון שעליו מבוסס מכשיר ה"חש שינוי" של מכון צומת.



## הקשר בין עוצמת המתח החשמלי לעוצמת האלקטרומגנט – שלב א

### התנסות

- **השחילו** את התקעים שבקצות החוטים היוצאים מספק כוח 1 אל תוך השקעים של האלקטרומגנט שהכנתם עכשיו
- **מישכו** סיכות מתוך מחסן הסיכות
- **סיפרו** כמה סיכות משכתם.

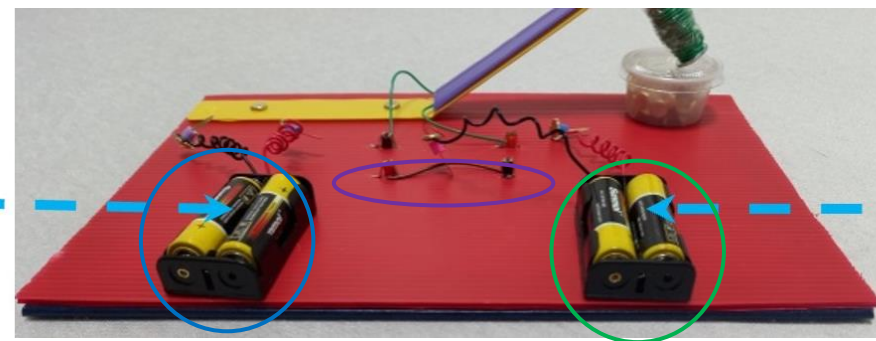




## הקשר בין עוצמת המתח החשמלי לעוצמת האלקטרומגנט - שלב ב

### התנסות

- **הוסיפו** למערכת עוד ספק כוח: בין שני בתי הסוללה מצוי גשר " חוט חשמל שבשני קצותיו יש שקעים [מסומן **בסגול**]
- **השחילו** את החוט **האדום** מספק כוח 1 [מסומן **בירוק**] לתוך השקע הימני של הגשר [השקע הקרוב אליו]
- **השחילו** את החוט **השחור** מספק כוח 2 [מסומן **בכחול**] לתוך השקע השמאלי של הגשר [השקע הקרוב אליו].
- **מישכו** סיכות מתוך מחסן הסיכות סיפרו כמה סיכות משכתם הפעם.
- לסיכום **צפו** בסרטון : <https://www.youtube.com/watch?v=KCYvCBLz95s>





## הגורמים המשפיעים על עוצמת האלקטרומגנט

### מסקנות:

ככל שמספר השכבות של הליפוף גדול יותר  
כך עוצמת האלקטרומגנט גדולה יותר, ולהיפך.

ככל שעוצמת המתח החשמלי גדלה  
כך גדלה עוצמת האלקטרומגנט, ולהיפך.

**כלומר: יש לנו אפשרות להקטין או להגדיל את עוצמת האלקטרומגנט**

## סיכום...

- היינו "**תלמידי חכמים**" - למדנו מספר סוגיות הלכתיות
- היינו "**טכנולוגים**" - בנינו אלקטרומגנט.
- היינו "**מדענים**" - ערכנו ניסויים כדי לגלות מה הם הגורמים המשפיעים על עוצמת האלקטרומגנט.  
גילינו שני גורמים: מספר הליפופים סביב הבורג, ועוצמת הזרם החשמלי (מספר הסוללות).
- היינו "**מגלי עולם**" - הפלגנו לדנמרק.
- היינו "**היסטוריונים**" - פגשנו מדען - את הנס כריסטיאן ארסטד.

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

- קונפוציוס -

## רוצים עוד?

היכנסו לחנות שלנו!



## נהניתם?

נשמח שתמלאו משוב קצר!

4 שאלות ושלחתם...

< בטח שנמלא חשוב! >



© 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.