

סוג הבחינה: בגרות  
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ב, מועד מיוחד  
מספר השאלון: 036382  
שם התלמיד/ה: \_\_\_\_\_

## פיזיקה

### שאלון חקר - 5 יחידות לימוד

#### הוראות

- א. משך הבחינה: שעהיים.
  - ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבע-עשרה שאלות. עליכם לענות על כל השאלות. סה"כ - 100 נקודות.
  - ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון וסרגל.
  - ד. הוראות מיוחדות: כתבו את כל התשובות בגוף השאלון, במקומות המיועדים לכך.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

**בהצלחה!**

## השאלות

## 1. חלק א': חוק ההתקררות של ניוטון (75 נקודות)

ענו על כל השאלות 1-12.

### תאוריה:

נניח כי הטמפרטורה,  $T$ , של גוף גבוהה מטמפרטורת הסביבה,  $T_{\text{סביבה}}$ . במהלך הזמן הגוף מתקרר בהדרגה, כלומר הטמפרטורה שלו קטנה והולכת כפונקצייה של הזמן,  $t$ , עד שהיא משתווה לבסוף לטמפרטורת הסביבה. החוק המתאר את קצב ההתקררות כפונקצייה של הזמן מכונה **חוק ההתקררות של ניוטון**.

**קצב ההתקררות - וכמוהו קצב ההתחממות - פרופורציוני להפרש הטמפרטורה בין הגוף לסביבה.** נערך ניסוי במטרה לאשש את נכונות חוק ההתקררות של ניוטון. כמות החום שמתפתחת בנגד שדרכו עובר זרם ישר נמצאת ביחס ישר להקספּק של הנגד המתחמם. באשר לניסוי המתואר כאן, קצב שינוי הטמפרטורה במהלך התחממות הנגד קטן והולך כפונקצייה של הזמן.

### רשימת הציוד:

1. מערכת הניסוי
2. מד-מתח ספרתי עם זוג תילי חיבור
3. שעון-עצר

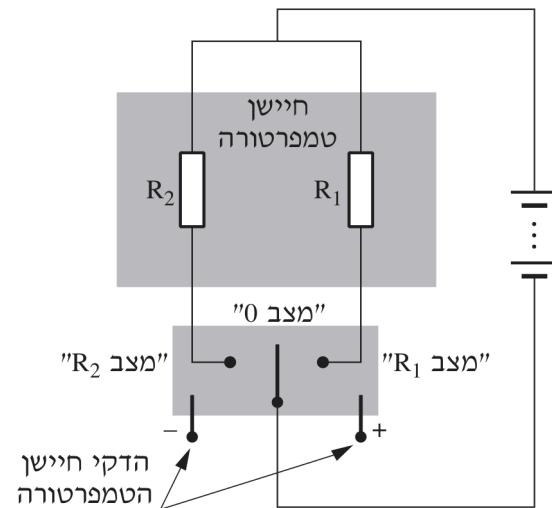
### תיאור המערכת

במערכת שני גופי חימום (נגדים) וחיישן טמפרטורה שנועד למדוד את הטמפרטורה של המערכת. ניתן להעביר זרם חשמלי דרך הנגד שהתנגדותו  $R_1$ , או דרך הנגד האחר שהתנגדותו  $R_2$  ( $R_2 \neq R_1$ ). בין הנגדים ובין חיישן הטמפרטורה יכול לעבור חום אבל לא זרם חשמלי. בחירת הנגד שדרכו יעבור הזרם החשמלי נעשית על-ידי מתג המותקן במערכת. למתג שלושה מצבים:

"מצב  $R_1$ " - זרם עובר דרך הנגד שהתנגדותו  $R_1$

"מצב  $R_2$ " - זרם עובר דרך הנגד שהתנגדותו  $R_2$

"מצב 0" - הנגדים מנותקים מבית הסוללות



תיאור המעגל החשמלי

כדי למדוד טמפרטורה השתמשו במד-מתח המחובר אל חיישן טמפרטורה. הקשר בין הטמפרטורה ובין המתח הוא ליניארי, כך שמתח של  $10 \text{ mV}$  (  $10 \text{ מיליוולט}$  ) מייצג טמפרטורה של  $1^\circ\text{C}$  (מעלת צלזיוס אחת).

כך לדוגמה, אם מד-המתח מורה  $200 \text{ mV}$ , סימן שהטמפרטורה הנמדדת היא  $20^\circ\text{C}$ . המערכת נתונה בקופסת קלקר שנועדה להקטין מעברי חום מהסביבה למערכת ומהמערכת לסביבה.

כאשר מחברים נגד (גוף החימום) למקור המתח, הטמפרטורה של גוף החימום ושל המערכת עולה. במהלך ההתחממות, נמדדת הטמפרטורה כפונקצייה של משך ההתחממות. כאשר מנתקים את הנגד מהסוללות, כשטמפרטורת המערכת גבוהה מטמפרטורת החדר, הטמפרטורה של המערכת יורדת. בניסוי מדדו את הטמפרטורה במהלך ההתקררות, כפונקצייה של משך ההתקררות.

### תיאור הניסוי שבוצע

### שלב ההתחממות

לאחר שהמתג הוצב "במצב 0", חוברה הסוללה למערכת. מד-המתח הורה על מתח של  $273 \text{ mV}$ .

$$T = ? \text{ מהי טמפרטורת הסביבה?}$$

(2 נקודות)

2. בשלב הבא הועבר המתג למצב  $R_1$  ובזמן הופעל שעון-העצר. כל 20 שניות נמדד המתח בין מגעי החיישן. תוצאות המדידות נתונות בעמודה המתאימה בטבלה שבעמוד 10.

עריכת מדידות עם הנגד שהתנגדותו  $R_1$

טבלה לשאלות 1-8

| התקן<br>( $R_1$ )<br>הפרש<br>הטמפרטורה<br>הנמדד<br>לטמפרטורה<br>הסופית<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | התקררות<br>( $R_1$ )<br>הטמפרטורה<br>$T (^{\circ}\text{C})$ | התקררות<br>( $R_1$ )<br>המתח בין<br>הדקי<br>החיישן<br>$V (\text{mV})$ | התחממות<br>( $R_1$ )<br>הפרש בין<br>הטמפרטורה<br>הנמדדת<br>לטמפרטורה<br>ההתחלתית<br>$\Delta T (^{\circ}\text{C})$ | התחממות<br>( $R_1$ )<br>הטמפרטורה<br>$T (^{\circ}\text{C})$ | התחממות<br>( $R_1$ )<br>המתח בין<br>הדקי<br>החיישן<br>$V (\text{mV})$ | הזמן<br>בשניות<br>$t (\text{s})$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                                  |                                                             | 870                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 273                                                                   | 0                                |
|                                                                                                  |                                                             | 710                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 455                                                                   | 20                               |
|                                                                                                  |                                                             | 570                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 609                                                                   | 40                               |
|                                                                                                  |                                                             | 482                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 705                                                                   | 60                               |
|                                                                                                  |                                                             | 420                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 770                                                                   | 80                               |
|                                                                                                  |                                                             | 375                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 811                                                                   | 100                              |
|                                                                                                  |                                                             | 340                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 835                                                                   | 120                              |
|                                                                                                  |                                                             | 323                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 850                                                                   | 140                              |
|                                                                                                  |                                                             | 309                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 860                                                                   | 160                              |
|                                                                                                  |                                                             | 298                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 865                                                                   | 180                              |
|                                                                                                  |                                                             | 290                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 868                                                                   | 200                              |
|                                                                                                  |                                                             | 284                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 870                                                                   | 220                              |
|                                                                                                  |                                                             | 280                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 870                                                                   | 240                              |
|                                                                                                  |                                                             | 277                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 870                                                                   | 260                              |
|                                                                                                  |                                                             | 275                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 870                                                                   | 280                              |
|                                                                                                  |                                                             | 274                                                                   |                                                                                                                   |                                                             | 870                                                                   | 300                              |

חשבו את הטמפרטורה המתאימה לכל אחד מהמתחים שנמדדו, וכתבו את הערכים שחישבתם בעמודה המתאימה בטבלה שבעמוד 10.  
(7 נקודות)

3. עבור כל אחת מהטמפרטורות, חשבו את ההפרש בינה ובין הטמפרטורה ברגע  $t = 0$ . כתבו את ההפרשים בעמודה המתאימה בטבלה שבעמוד 10.  
(8 נקודות)

#### 4. שלב ההתקררות

בתום שלב החימום אופס שעון העצר בלי ששונה מצבו של המתג. כדי לעבור לשלב הקירור הועבר המתג "למצב 0", בו-זמן הופעל שעון העצר. כל 20 שניות נמדד המתח בין מגעי החיישן. תוצאות המדידות נתונות בעמודה המתאימה בטבלה שבעמוד 10.  
חשבו את הטמפרטורה המתאימה לכל אחד מהמתחים שנמדדו, וכתבו את הערכים שחישבתם בעמודה המתאימה בטבלה שבעמוד 10.  
(8 נקודות)

5. עבור כל אחת מהטמפרטורות, חשבו את ההפרש בינה ובין הטמפרטורה הסופית (במידה האחרונה). כתבו את ההפרשים בעמודה המתאימה בטבלה שבעמוד 10.  
(8 נקודות)

#### 6. עיבוד ממצאי הניסוי

א. עבור שלב ההתחממות, סרטטו באופן ידני על גבי הנייר המילימטרי שבעמוד 11 דיאגרמת פיזור של ההפרש בין הטמפרטורה הנמדדת ובין הטמפרטורה לטמפרטורה ההתחלתית ( $\Delta T$ ) (תוצאות החישובים שערכתם בשאלה 3), כפונקצייה של הזמן.  
(6 נקודות)

ב. עבור שלב ההתקררות, סרטטו באופן ידני על גבי הנייר המילימטרי שבעמוד 12 דיאגרמת פיזור של ההפרש בין הטמפרטורה הנמדדת ובין הטמפרטורה הסופית ( $\Delta T$ ) (תוצאות החישובים שערכתם בשאלה 5), כפונקצייה של הזמן.  
(5 נקודות)

7.

על סמך תוצאות הניסויים, קבעו איזה מבין ההיגדים א' - ג' שלהלן מתאר את קצב ההתקררות של גוף, שהטמפרטורה שלו גבוהה מטמפרטורת הסביבה. הקיפו בעיגול את התשובה הנכונה.

- א. קצב ההתקררות של הגוף הוא קבוע, עד שהטמפרטורה שלו משתווה לטמפרטורת הסביבה.  
 ב. ככל שטמפרטורת הגוף גבוהה מטמפרטורת הסביבה, קצב ההתקררות של הגוף גדול יותר.  
 ג. ככל שהטמפרטורה של הגוף קרובה יותר לטמפרטורת הסביבה, קצב ההתקררות של הגוף גדול יותר.  
 (4 נקודות)

8. בניסוי המתואר, אף-על-פי שבסוף ההתחממות סיפק הנגד אנרגייה למערכת, טמפרטורת הגוף כמעט לא עלתה.  
 כיצד מתיישבת עובדה זו עם חוק שימור האנרגייה?  
 (4 נקודות)

9. האם תשתנה דיאגרמת הפיזור עבור שלב ההתחממות, אם הנגד והחיישן יהיו מבודדים מהסביבה בצורה טובה יותר?  
 אם תשובתכם היא חיובית, הסבירו כיצד תשתנה הדיאגרמה. אם תשובתכם שלילית, הסבירו מדוע.  
 (3 נקודות)

10. מחממים מים באמצעות קומקום חשמלי מטמפרטורת החדר,  $20^{\circ}\text{C}$ , עד רתיחה ב-  $100^{\circ}\text{C}$ . האם משך החימום מ-  $30^{\circ}\text{C}$  ל-  $40^{\circ}\text{C}$  גדול ממשך החימום מ-  $80^{\circ}\text{C}$  ל-  $90^{\circ}\text{C}$ , קטן ממנו או שווה לו? נמקו. הסתמכו בתשובתכם גם על תוצאות הניסוי.  
 (7 נקודות)

11. א. קבעו מה תהיה טמפרטורת הנגד של מערכת הניסוי כעבור 120 שניות מהתחלת החימום, על-פי השיפוע של הישר שעובר דרך שתי הנקודות הראשונות של דיאגרמת הפיזור המתאימה. הניחו כי קצב החימום לא השתנה עם הזמן.  
 (3 נקודות)  
 ב. כיצד מתיישבת תשובתכם לסעיף א' עם תוצאות הניסוי? הסבירו את תשובתכם.  
 (3 נקודות)

**12. עריכת מדידות עם הנגד שהתנגדותו  $R_2$** 

המתג הועבר מ"מצב 0" ל"מצב  $R_2$ " ובו-בזמן הופעל שעון-העצר. המתחים שהורה מד-המתח נמדדו כל 40 שניות, ונתונים בעמודה המתאימה בטבלה שבעמוד 10.

השוו את תוצאות הניסוי עם הנגד שהתנגדותו  $R_1$  לתוצאות הניסוי עם הנגד שהתנגדותו  $R_2$  בשלב ההתחממות, וקבעו איזו התנגדות גדולה יותר – זו של  $R_1$  או זו של  $R_2$ . נמקו את תשובתכם.  
(7 נקודות)

**13. חלק ב': שאלות מניסויי החובה (25 נקודות)**

ענה על כל השאלות 13–14.

**מכניקה**

עבור אחד מניסויי המכניקה שביצעתם.

א. ציינו מהו שם הניסוי ומהי מטרתו.

(2 נקודות)

ב. תארו בקצרה את פרטי הציוד בניסוי שביצעתם, וציינו מה תפקידם.

(2 נקודות)

ג. ציינו מהן המדידות שיש לבצע כדי לאשש את מטרת הניסוי.

(4 נקודות)

ד. ציינו שני גורמי שגיאה אפשריים בניסוי שביצעתם, והסבירו כיצד ניתן להקטיןם.

(2 נקודות)

**14. כא"מ ומתח הדקים**

א. בניסוי זה מרכיבים מעגל חשמלי, שבאמצעותו ניתן לחשב את כא"מ הסוללה ואת התנגדותה הפנימית. סרטטו את המעגל החשמלי הכולל סוללה, נגד משתנה ומכשירי מדידה אידאליים (וולטמטר ואמפרמטר).

(4 נקודות)

ב. כתבו ביטוי לזרם במעגל, כפונקצייה של כא"מ הסוללה וההתנגדויות במעגל.

(3 נקודות)

- ג. סרטטו גרף המתאר את הקשר בין מתח ההדקים ובין הזרם במעגל, והסבירו כיצד ניתן למצוא מהגרף את הערכים של: כא"מ הסוללה, זרם הקצר וההתנגדות הפנימית של הסוללה.  
(5 נקודות)
- ד. מדוע כאשר הזרם במעגל גדל בניסוי - מתח ההדקים קטן? נמקו את תשובתכם.  
(3 נקודות)

כל הבגרויות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: [www.guyai.co.il/bagrut/physics](http://www.guyai.co.il/bagrut/physics)