

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשפ"ב

מספר השאלון: 036386

שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

מעבדת חקר - 5 יחידות לימוד

הוראות

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה אחת-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': חקירת מעגל חשמלי טורי באמצעות ערכת ארדואינו (Arduino) (75 נקודות)

ענו על כל השאלות 1-9.

רשימת הציוד

ערכת הניסוי מכילה:

- נגד R_2 שהתנגדותו $2\text{ k}\Omega$ (הנגד הקטן יותר, שצבעו תכלת)
- נגד R_1 שהתנגדותו אינה ידועה (הנגד הגדול יותר, שצבעו אפור)
- סוללת 9 V DC
- רכיב ארדואינו אונו (Arduino Uno) שעליו מותקן צג
- כבל מתח לחיבור הסוללה לארדואינו
- קבל שקיבולו $2,200\text{ }\mu\text{F}$

6 - חוטי חיבור: 3 שחורים ו-3 אדומים

רכיב הארדואינו

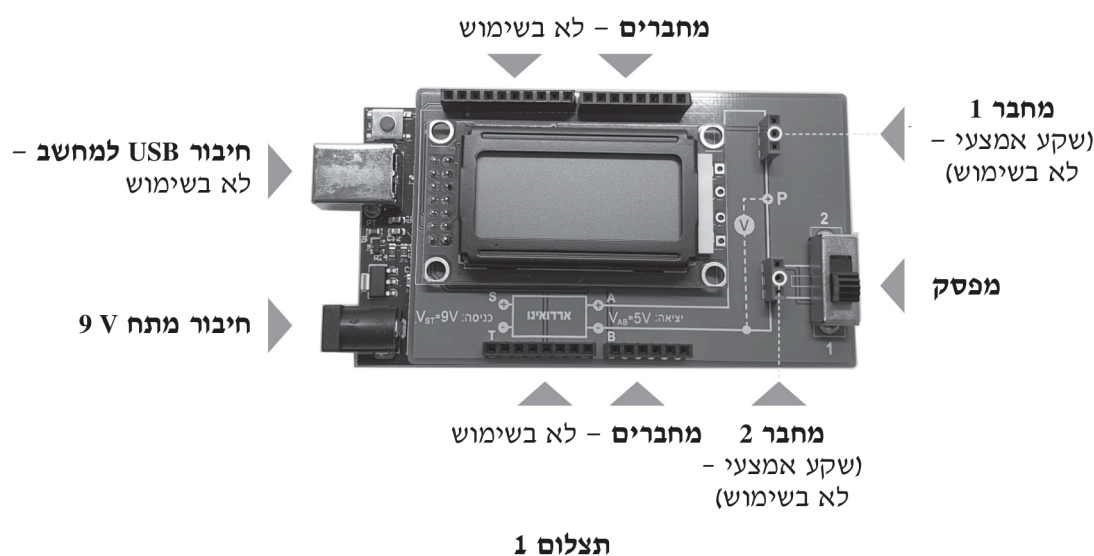
הארדואינו בניסוי כולל מקור-מתח וחיישן למדידת המתח על נגד או קבל.

על הארדואינו מותקן צג המראה את ערך המתח (ראו תצלום 1).

הארדואינו הוא מעבד נתונים המקבל קלט מחיישן, ובעזרת תוכנת מחשב המותקנת בו - מציג אותו על-גבי צג.

הארדואינו מופעל על-ידי סוללת מתח ישר (DC) של 9 V , והוא מספק למעגל החשמלי המחובר אליו מתח הדקים של $V_{AB} = 5\text{ V}$.

מד-המתח של הארדואינו מודד את המתח שבין הנקודות P ו-B במעגל (ראו גם איור א' שבעמוד 6).



מציאת ההתנגדות של נגד במעגל חשמלי טורי

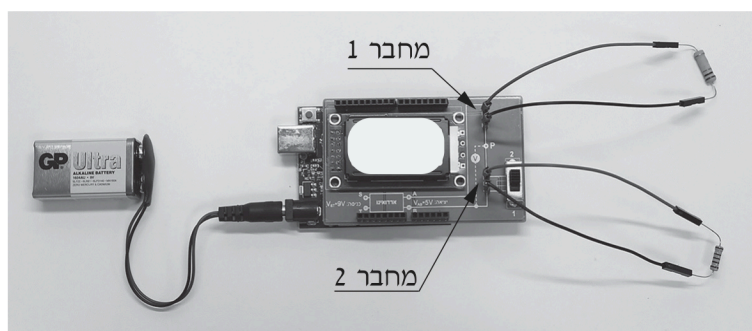
בסעיף זה נחשב את התנגדותו הלא-ידועה של נגד (R_1) במעגל טורי הכולל את הארדואינו ונגד נוסף (R_2).

רקע עיוני

סעיף זה מתבסס על החוקים הפיזיקליים של חיבור שני נגדים בטור למקור-מתח.

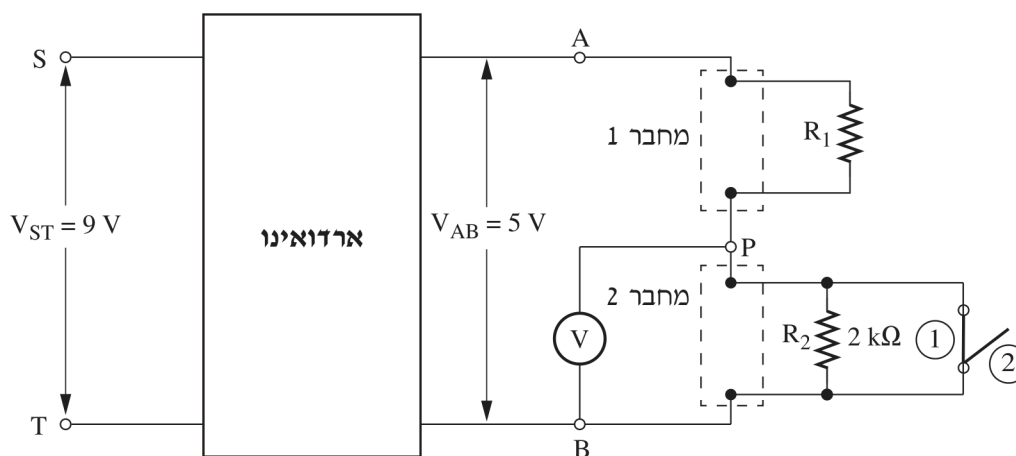
בניית מערכת הניסוי

- ודאו שהמפסק שעל הארדואינו נמצא במצב 1.
- חברו לכל אחד משני הנגדים שני חוטי חיבור.
- הכניסו את חוטי החיבור של שני הנגדים למחברים 1 ו-2 המיועדים לכך במעגל החשמלי. את הנגד שהתנגדותו $2\text{ k}\Omega$ הכניסו למחבר 2 (ראו תצלום 2) ואת הנגד שהתנגדותו לא ידועה הכניסו למחבר 1. במצב הזה הנגדים מחוברים בטור לארדואינו.



תצלום 2

- חברו את צידו האחד של כבל המתח לסוללה 9 V , ואת צידו האחר הכניסו לשקע המתאים בארדואינו.
- לאחר ביצוע השלבים הללו נקבל את המעגל החשמלי המתואר בתצלום 2 ובאיור א' שבעמוד הבא.



מצב 1 – המפסק סגור, הנגד R_2 מקוצר
מצב 2 – המפסק פתוח, זרם זרם בנגד R_2

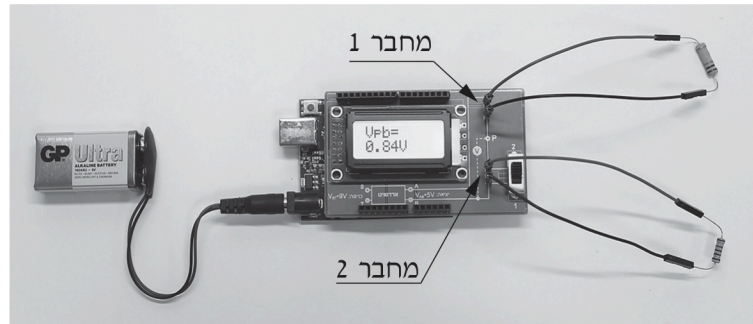
איור א'

מהו המתח על הנגד R_1 כאשר המפסק נמצא במצב 1?
(2 נקודות)

2. ביצוע הניסוי

• העבירו את המפסק שעל הארדואינו ממצב 1 למצב 2, מצב שבו הזרם במעגל זורם דרך שני הנגדים.

על הצג יופיע המתח על הנגד R_2 שהתנגדותו $2\text{ k}\Omega$ (ראו תצלום 3).



תצלום 3

א. כתבו את ערך המתח המופיע על הצג שברשותכם.

(2 נקודות)

ב. חשבו את המתח על הנגד R_1 .

(2 נקודות)

ג. חשבו את הזרם במעגל.

(2 נקודות)

ד. חשבו את התנגדותו של הנגד R_1 .

(2 נקודות)

3. א. מהו הזרם במעגל כאשר המפסק נמצא במצב 1?

(4 נקודות)

ב. נתון שהפוטנציאל בנקודה B הוא 0.9 V כאשר המפסק נמצא במצב 2. מהו הפוטנציאל

בנקודה P?

(4 נקודות)

4. מציאת הקיבול של קבל במעגל חשמלי טורי

בסעיף זה נחשב את הקיבול של קבל במעגל RC טורי, הכולל את הארדואינו, נגד וקבל.

רקע עיוני

המעגל החשמלי בסעיף זה כולל שלושה רכיבים: נגד - שהתנגדותו R (ביחידות Ω , אוהם), קבל - שקיבולו C (ביחידות F , פראד), וארדואינו. קבל הוא רכיב האוגר אנרגיה על-ידי צבירת מטען עודף על-פני שני הדקיו. קיבול הקבל מוגדר כיחס:

$$C = \frac{Q}{V_C} \quad (1)$$

Q - המטען בקבל

V_C - המתח על הקבל

כאשר מחברים קבל ונגד בחיבור טורי למקור מתח - הקבל ייטען. המתח שמספק הארדואינו הוא סכום המתחים V_R ו- V_C , וסכום המתחים שווה למתח ההדקים של הארדואינו:

$$V_{AB} = V_C(t) + V_R(t) \quad (2)$$

בסעיף זה נמדוד את המתח על הקבל במהלך טעינתו. במהלך הטעינה מתקיים יחס קבוע בין המטען, Q , הנאגר בקבל ובין המתח על הקבל, V_C , והם משתנים כפונקציה של הזמן, t . מגדירים גודל פיזיקלי τ (טאו), הנקרא קבוע זמן הטעינה. גודל זה שווה למכפלה של התנגדות הנגד בקיבול הקבל:

$$\tau = R \cdot C \quad (3) \quad \text{ויחידותיו שניות}$$

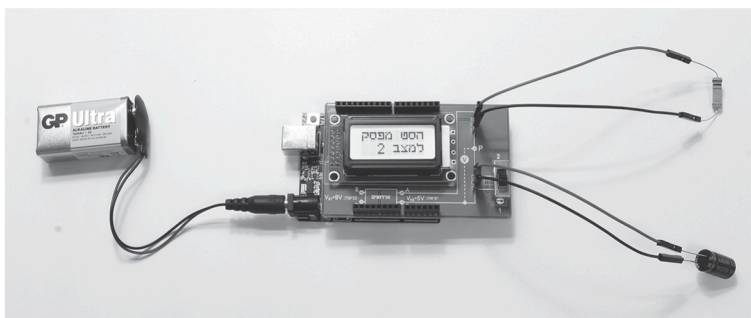
בזמן $t = \tau$, המתח על הקבל מגיע לכ- 63% מערכו המקסימלי.
פתרון המשוואה (2) נתון על-ידי פונקציות מעריכיות שמהן ניתן למצוא את הקשר הלוגריתמי:

$$\ln[V_R(t)] = \ln(V_{AB}) - \frac{t}{\tau} \quad (4)$$

שימו לב: כאשר הקבל נטען - המתח עליו גדל עם הזמן. לאחר פרק זמן ארוך, כאשר ערך המתח המתקבל על הצג אינו משתנה כמעט, ערך המתח על הקבל שואף לערך של מתח ההדקים של הארדואינו.

א. בניית מערכת הניסוי

- נתקו את הסוללה, והעבירו את המפסק שעל הארדואינו למצב 1.
- הוציאו את הנגד R_2 המחובר בין הנקודות P ו-B במעגל, וחברו במקומו את הקבל באופן המתואר להלן (ראו תצלום 4):
- שימו לב שאחת הרגליים שלו ארוכה יותר מן האחרת - הרגל הארוכה מייצגת את ההדק החיובי של הקבל. חברו לרגל הזאת חוט חיבור אדום, ולרגל הקצרה - חוט שחור.
- חברו את ההדק החיובי של הקבל (החוט האדום) לנקודה P, ואת ההדק השלילי שלו (החוט השחור) לנקודה B. הקפידו שרגלי הקבל אינן נוגעות זו בזו.
- חברו את הסוללה לארדואינו.



תצלום 4

העתיקו את ההודעה המופיעה על הצג.
(2 נקודות)

ב. מהלך הניסוי (שימו לב להערה בתחתית העמוד)

- העבירו את המפסק שעל הארדואינו ממצב 1 למצב 2. הארדואינו מודד עתה את המתח על הקבל ומציג את ערכו על הצג כל עשר שניות.
- קראו את הערך המתקבל על הצג בכל עשר שניות, ומלאו את העמודות t ו- $V_C(t)$ בטבלה 1 שבעמוד הבא.
- שימו לב:** מרגע שהעברתם את המפסק למצב 2 - המדידה תהיה אוטומטית ורציפה עד לטעינת הקבל.
- לאחר ציון המתח במדידה מספר 10 - נתקו את הסוללה והעבירו את המפסק שעל הארדואינו למצב 1.
- הערה: אם ברצונכם לחזור על המדידות - העבירו את המפסק למצב 1, המתנינו כ-30 שניות עד לקבלת ההודעה "הסט מפסק למצב 2" על הצג, והחזירו את המפסק למצב 2.**
- טבלה 1**

מספר המדידה	t [sec]	$V_C(t)$ [V] על הקבל המתח	$V_R(t)$ [V] על הנגד המתח	$\ln[V_R(t)]$
1	0	0	5	$\ln 5 = 1.61$
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

(6 נקודות)

5. הערה: בשאלה הזו אין להשתמש בגיליון אלקטרוני לסרטוט דיאגרמת הפיזור והעקומה.

א. סרטוט באופן ידני על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור שתתאר את הקשר בין המתח על הקבל (V_C) ובין הזמן (t), על-פי התוצאות שכתבתם בטבלה 1.
(7 נקודות)

ב. סרטוט באופן ידני על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) עקומה המחברת בין הנקודות העוקבות שסימנתם בדיאגרמת הפיזור.
(5 נקודות)

6. על-פי העקומה שהתקבלה בשאלה 5 - ענו על הסעיפים א'-ג' שלהלן:

א. האם המתח על הקבל גדל, קטן, או אינו משתנה?
(1 נקודות)

ב. האם קצב השינוי של המתח על הקבל גדל, קטן, או אינו משתנה?
(2 נקודות)

ג. האם הזרם הזורם דרך הנגד גדל, קטן, או אינו משתנה? נמקו.
(2 נקודות)

7. א. היעזרו בעקומה שסרטטתם בשאלה 5, והעריכו באמצעותה את קבוע זמן הטעינה, τ .
(5 נקודות)

ב. בעזרת קבוע זמן הטעינה וערכו של הנגד R_1 , חשבו את הקיבול, C , של הקבל ביחידות μF .
(5 נקודות)

8. בשאלה 7 מצאנו את קבוע זמן הטעינה של הקבל מתוך הגרף של המתח על הקבל בתלות בזמן. בשאלה זו נמצא את קבוע זמן הטעינה בעזרת שינוי המתח על הנגד.

א. חשבו את הערכים של $V_R(t)$, והכניסו לעמודה המתאימה בטבלה 1 (שבעמוד 10).
(2 נקודות)

ב. חשבו את הערכים של $\ln[V_R(t)]$, והכניסו לעמודה המתאימה בטבלה 1 (שבעמוד 10).
(1 נקודות)

ג. סרטטו על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור שתתאר את הקשר בין המשתנה $\ln(V_R)$ ובין הזמן (t) , על-פי התוצאות שכתבתם בטבלה 1, עבור ערכי $\ln$ שהתקבלו בארבע המדידות הראשונות (המדידה הראשונה ב- $t = 0$).

(7 נקודות)

ד. העבירו קו מגמה בדיאגרמת הפיזור שסרטטתם (הקו הישר המתאים לה ביותר).

הערה: בשאלה הזו תוכלו להשתמש גם בגיליון האלקטרוני, על-פי הוראות הבוחן. אם השתמשתם בו, הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם גם על תדפיס המחשב, וצרפו אותו לשאלון.

(3 נקודות)

9. א. חשבו את שיפוע קו המגמה, וכתבו את היחידות הפיזיקליות שלו.

(רמז: היעזרו בנוסחאות 3 ו-4 שברקע העיוני שבעמוד 8.)

(3 נקודות)

ב. בעזרת שיפוע הקו וערכו של הנגד R_1 , חשבו את הקיבול, C , של הקבל ביחידות μF .

(4 נקודות)

ג. חשבו את הסטייה (באחוזים) בין ערך הקיבול הנתון של הקבל ובין ערך הקיבול שחישבתם:

(1) בשאלה 7, סעיף ב'. (1 נק')

(2) בשאלה זו, סעיף ב'. (1 נק')

(2 נקודות)

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

ענו על כל השאלות 10-11.

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 לערוך כדי לאשש את מטרת הניסוי.

(4 נקודות)

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

(2 נקודות)

11. גלונומטר טנגנטי

- א. מהי מטרת הניסוי?
(4 נקודות)
- ב. בניסוי זה יש חשיבות לכיוון שלאורכו מוצבת המערכת. ציינו מהו כיוון זה, והסבירו כיצד הכיוון מאפשר למצוא את גודל הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי.
(5 נקודות)
- ג. ציינו מהן המדידות שיש לערוך כדי לסרטט גרף שממנו ניתן לקבל את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור-הארץ.
(3 נקודות)
- ד. בניסוי זה ניתן להשתמש במצפן בעל מחט ארוכה או במצפן בעל מחט קצרה.
ציינו יתרון אחד לכל אחד מן המצפנים.
(3 נקודות)

כל הבגרויות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/physics