

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016  
מספר השאלון: 655,036002  
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

## פיזיקה

### חשמל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה —  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.  
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
  - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.  
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.  
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.  
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום היחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
  - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או המטען היסודי  $e$ .
  - (4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

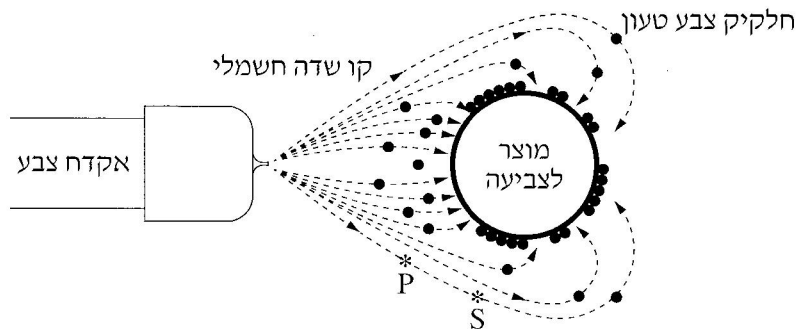
**בהצלחה!**

## השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה —  $33\frac{1}{3}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. כדי לשמור על איכות הסביבה, במפעלי מתכת רבים צובעים כיום מוצרים בשיטת הצביעה האלקטרוסטטית במקום לצבוע בשיטות צביעה מסורתיות. במהלך הצביעה האלקטרוסטטית אקדח צביעה מתיז אבקת צבע, המורכבת מחלקיקים שנטענים במטען חשמלי במהלך ההתזה. חלקיקי הצבע ייצמדו למוצר שהוא גוף מתכתי טעון. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת צביעה, ובה המוצר הנצבע הוא כדור מתכתי טעון. החצים שבתרשים מייצגים את הכיוון של קווי השדה החשמלי בסביבת העבודה. כוח הכובד זניח.



- א. הגדר את המושג: "קו שדה חשמלי". ( $6\frac{1}{3}$  נקודות)
- ב. היעזר בתרשים, וקבע אם המטען של חלקיקי הצבע חיובי או שלילי. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

/המשך בעמוד 3/

חלקיק צבע שמטענו  $|q| = 5 \cdot 10^{-13} \text{C}$  נע לאורך קו השדה מנקודה P לנקודה S (ראה תרשים).

נתון: המרחק בין P ל-S הוא  $d = 0.1 \text{m}$ .

הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות P ו-S הוא  $|\Delta V| = 50 \text{kV}$ .

ג. קבע לאיזו משתי הנקודות, P או S, יש פוטנציאל גבוה יותר. נמק את קביעתך. (7 נקודות)

ד. הנח שהשדה החשמלי באזור שבין שתי הנקודות P ו-S הוא שדה אחיד.

חשב את הכוח החשמלי שפועל על חלקיק הצבע הטעון שנע מנקודה P לנקודה S.

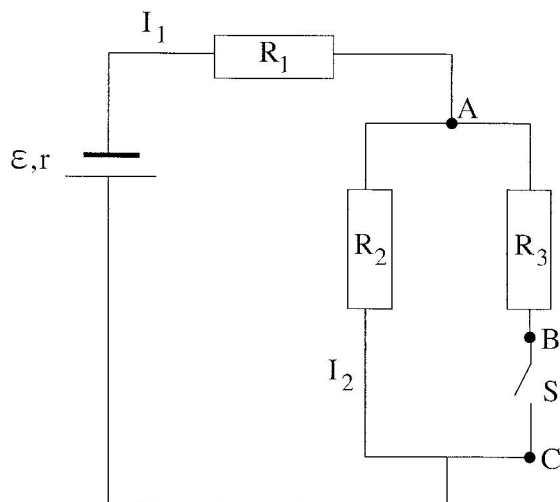
שים לב: הקשר בין עוצמת השדה החשמלי האחיד ובין הפרש הפוטנציאלים שבין

$$\text{שתי נקודות שבתוכו, מוגדר כך: } E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}.$$

(7 נקודות)

ה. חשב את שינוי האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של חלקיק הצבע בתנועתו מנקודה P לנקודה S. (7 נקודות)

2. בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, שלושה נגדים ( $R_3, R_2, R_1$ ), מפסק  $S$  ותילי חיבור שהתנגדותם זניחה. הכא"מ של מקור המתח הוא  $\mathcal{E}$  והתנגדותו הפנימית היא  $r$ . עוצמת הזרם הזורם דרך נגד  $R_1$  היא  $I_1$ , ועוצמת הזרם הזורם דרך נגד  $R_2$  היא  $I_2$ .



בשלב הראשון המפסק  $S$  סגור (מאפשר זרימת זרם).

- א. בטא באמצעות הפרמטרים  $R_3, R_2, R_1, r, I_2$  את הגדלים האלה:

$$I_1 \quad (1)$$

$$\mathcal{E} \quad (2)$$

(10 נקודות)

- ב. נתון:  $r = 0.5\Omega$ ,  $R_3 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$ ,  $R_1 = 1.5\Omega$ ,  $I_2 = 1A$ .

חשב את הכא"מ של מקור המתח, ואת מתח ההדקים במעגל. (6 נקודות)

- ג. חשב את המתחים  $V_{AB}$  ו-  $V_{BC}$ . (6 נקודות)

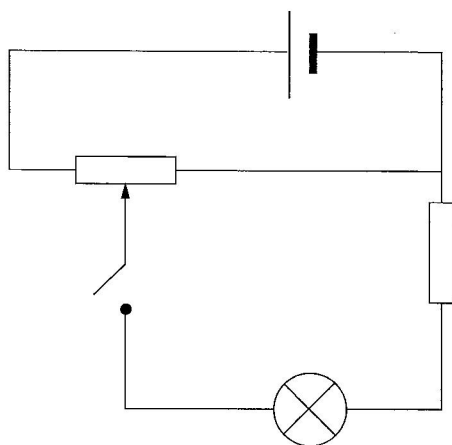
בשלב השני פתחו את מפסק  $S$ .

- ד. חזור וחשב במצב זה את המתחים  $V_{AB}$  ו-  $V_{BC}$ . (7 נקודות)

ה. באיזה משני המצבים, מפסק סגור או מפסק פתוח, נצילות המעגל גדולה יותר?

נמק את קביעתך. אין צורך לחשב.  $4\frac{1}{3}$  (נקודות)

3. תלמידה ערכה ניסוי לבדיקת התלות שבין עוצמת הזרם בנורת להט ובין המתח על הנורה. לשם כך היא הרכיבה מעגל הכולל מקור מתח, נורה, נגד קבוע, נגד משתנה, מפסק ותילי חיבור שהתנגדותם זניחה (ראה תרשים 1).  
התלמידה ערכה מדידות אחדות בעזרת מכשירי מדידה אידיאליים. את תוצאות המדידות היא הציגה בגרף מקורב, המתאר את הקשר בין שני המשתנים (הזרם והמתח).

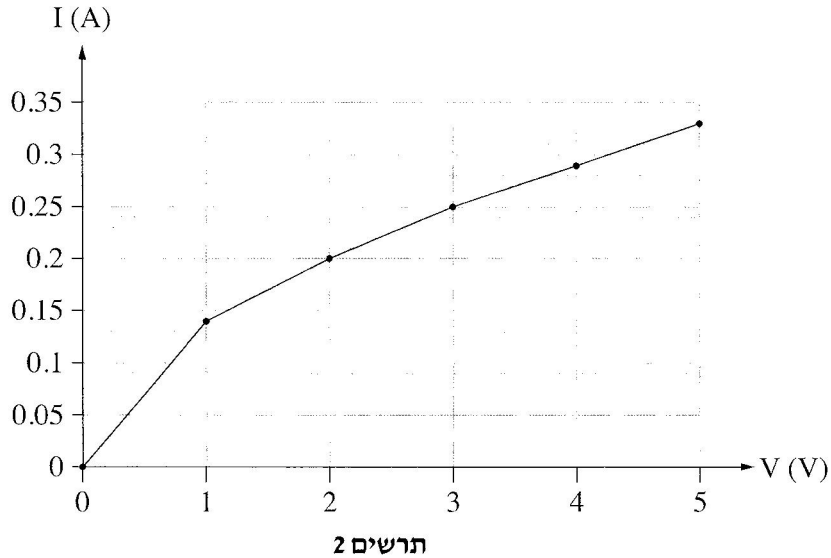


תרשים 1

- א. העתק את תרשים 1 למחברתך. הוסף לתרשים המעגל שבמחברתך מד-מתח ומד-זרם אידיאליים, שימדדו את המתח על הנורה ואת עוצמת הזרם העובר דרכה. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בתרשים 2 שלפניך מוצג הגרף שסרטטה התלמידה.



תרשים 2

על פי הגרף:

ב. חשב את התנגדות הנורה בכל אחד משני תחומי המתח:

$$0 < V < 1V \quad (1)$$

$$3V < V < 5V \quad (2)$$

(8 נקודות)

ג. חשב את הספק הנורה עבור כל אחד משני המתחים:

$$V = 1V \quad (1)$$

$$V = 5V \quad (2)$$

(8 נקודות)

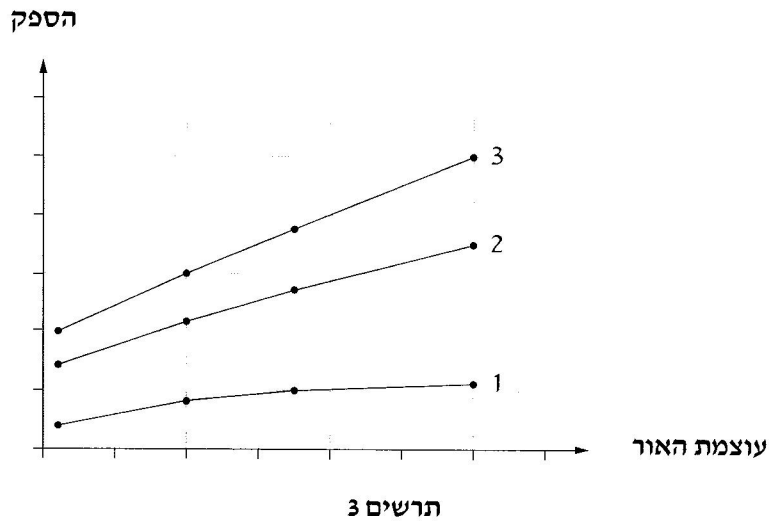
ד. נתונה כמות האנרגיה המתבזבזת בנורה (בעיקר על חום) במשך שנייה אחת:

$$E = 0.132 J \quad V = 1V \quad (1)$$

$$E = 1.52 J \quad V = 5V \quad (2)$$

חשב את נצילות הנורה עבור שני ערכי המתח (1)-(2). (6 נקודות)

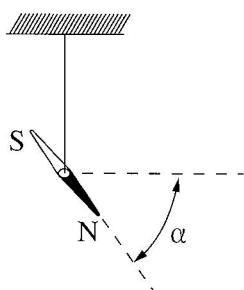
נורות להט מוחלפות כיום בנורות מסוגים אחרים (כגון נורות LED או נורות PL) בעיקר בשל הנצילות הנמוכה מאוד של נורות להט. בתרשים 3 שלפניך מוצגים ההספקים של נורת PL, נורת להט ונורת LED, כפונקציה של עוצמת האור שהן מפיקות.



ה. קבע איזה מן הגרפים, 1, 2, או 3, מתאר נורת להט. נמק את קביעתך. ( $3\frac{1}{3}$  נקודות)

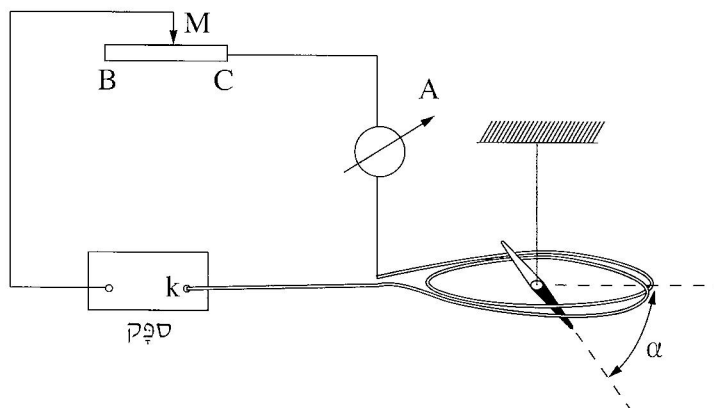
/המשך בעמוד 8/

4. תלמיד ערך ניסוי למדידת הגודל של השדה המגנטי של כדור הארץ,  $B_E$ , בסביבת מגוריו. כדי למצוא את כיוון השדה, הוא תלה מחט מגנטית על חוט דק הקשור למרכז המחט. התלייה מאפשרת למחט לנוע בחופשיות.  $\alpha$  היא זווית ההרכנה, שהיא הזווית בין כיוון המחט ובין המישור האופקי (ראה תרשים 1). התלמיד מדד את זווית  $\alpha$  ומצא  $\alpha = 53^\circ$ . תוצאה זו התקבלה בהשפעת השדה המגנטי של כדור הארץ בלבד.



תרשים 1

- כדי למדוד את הגודל של השדה המגנטי,  $B_E$ , הרכיב התלמיד מעגל חשמלי ובו: ספק, נגד משתנה, מד זרם וסליל מעגלי דק הממוקם במישור האופקי. התלמיד תלה את המחט המגנטית מעל מרכז הסליל (ראה תרשים 2). נתון: הסליל הדק עשוי 4 כריכות ( $N = 4$ ). רדיוס כל כריכה  $r = 20 \text{ cm}$ .



תרשים 2

- התלמיד הזיז את הגרר M של הנגד המשתנה, וראה שהזווית  $\alpha$  קטנה בהדרגה, עד שבנקודה מסוימת המחט המגנטית התייצבה במצב אופקי ( $\alpha = 0^\circ$ ).



- א. על פי הכיוון של השדות המגנטיים, קבע אם ההדק  $k$  של הספֵק הוא חיובי או שלילי. נמק את קביעתך. (6 נקודות)
- ב. האם במהלך הניסוי הזיז התלמיד את הגררה  $M$  של הנגד המשתנה מנקודה  $C$  לנקודה  $B$  או מנקודה  $B$  לנקודה  $C$ ? נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ג. כאשר המחט התייצבה במצב אופקי, מד הזרם הוֹרָה  $3.2 \text{ A}$ . חשב את גודלו של הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ,  $B_E \perp$ . (6 נקודות)

התלמיד לא היה מרוצה מדיוק המדידה בניסוי שערך, ולכן החליט למצוא את הרכיב האנכי של השדה המגנטי,  $B_E \perp$ , באמצעות גרף. לשם כך הוא חזר על המדידות כמה פעמים, ובכל פעם שינה את מספר הכריכות.

בכל מדידה הוא רשם את מספר הכריכות  $N$  ואת הזרם  $I$  שהתקבל כאשר המחט התלויה התייצבה במצב אופקי ( $\alpha = 0^\circ$ ). התלמיד חישב את הערכים של  $\frac{1}{I}$  ורשם גם אותם. התוצאות מוצגות בטבלה שלפניך.

כריכות $N$	4	6	8	10	12
$I \text{ (A)}$	3.2	2.1	1.5	1.3	1
$\frac{1}{I} \left( \frac{1}{\text{A}} \right)$	0.3	0.5	0.7	0.8	1

- ד. סרטט במחברתך גרף של  $\frac{1}{I}$  כפונקציה של מספר הכריכות  $N$ . (9 נקודות)
- ה. חשב באמצעות שיפוע הגרף את גודל הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ,  $B_E \perp$ . (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

5. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת ניסוי, במבט מלמעלה. המערכת מורכבת משתי מסילות חלקות,

$S_1 S_2$  ו-  $P_1 P_2$ , המונחות במקביל על שולחן אופקי, במרחק  $\ell$  זו מזו (ראה תרשים).

על המסילות מונח מוט  $MN$  שמסתו  $m$ . המסילות והמוט מוליכים, והתנגדותם זניחה.

(התנגדות האוויר ניתנת אף היא להזנחה).

נגד  $R$  מחבר בין הקצוות  $P_1$  ו-  $S_1$  של המסילות.

בין המסילות באזור 1 ( $0 \leq x \leq 0.4\text{m}$ ) יש שדה מגנטי  $B_1$ ,

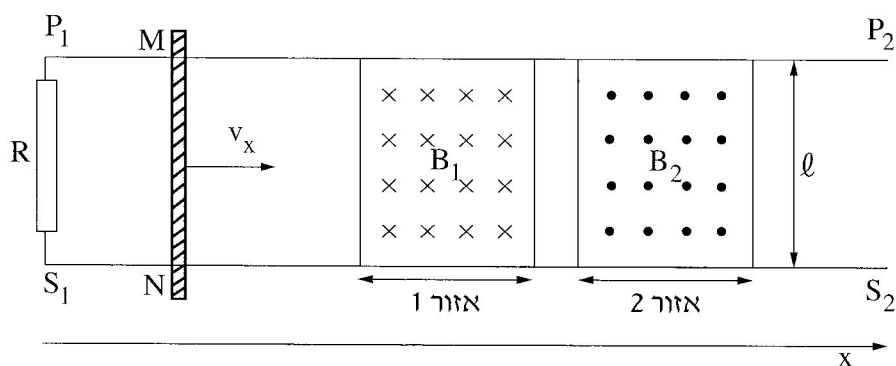
ובין המסילות באזור 2 ( $0.5\text{m} \leq x \leq 0.9\text{m}$ ) יש שדה מגנטי  $B_2$ .

שני השדות קבועים, מאונכים למישור השולחן ושווים בגודלם:  $|B_1| = |B_2| = 0.04\text{T}$ .

הכיוונים של השדות מסומנים בתרשים.

נתון:  $\ell = 50\text{cm}$

$R = 4\Omega$



בניסוי המוט  $MN$  נכנס לאזור 1 במהירות של  $v_x = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . באזור זה הופעל על המוט כוח  $F_1$

בכיוון ציר ה- $x$ , ולכן מהירותו נשארה קבועה.

א. קבע אם במהלך התנועה של המוט באזור 1, זרם זרם בנגד  $R$ .

אם לא – נמק מדוע.

אם כן – מצא את גודלו של הזרם ואת כיוונו (מ-  $S_1$  ל-  $P_1$  או מ-  $P_1$  ל-  $S_1$ ).

(8 נקודות)

ב. קבע אם עבודתו של הכוח  $F_1$ , הדרושה לקיומה של תנועה קצובה זו באזור 1 גדולה

מכמות החום המתפתחת בנגד  $R$  באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה.

נמק את קביעתך במילים אנ באמצעות חישוב. (6 נקודות)

- באזור 2** הופעל על המוט MN כוח  $F_2$  בכיוון ציד ה־x (במקום הכוח  $F_1$ ), ולכן הוא נע בתאוצה קבועה  $a = 5 \frac{m}{s^2}$  (שים לב שמהירותו ההתחלתית של המוט באזור זה היא  $2 \frac{m}{s}$ ).
- ג. קבע במקרה זה את כיוונו של הזרם בנגד R (מ־ $S_1$  ל־ $P_1$ , או מ־ $P_1$  ל־ $S_1$ ).  
(6 נקודות)
- ד. בטא את הזרם בנגד כפונקציה של הזמן. רגע הכניסה של המוט לאזור 2 הוא  $t = 0$ .  
(8 נקודות)
- ה. קבע אם עבודתו של כוח  $F_2$ , הדרושה לקיומה של תנועה זו באזור 2, גדולה מכמות החום המתפתחת בנגד R באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה. נמק בלי לחשב.  
( $5 \frac{1}{3}$  נקודות)

## בהצלחה!