

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
מועד הבחינה: ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מספר השאלון: קיץ תשע"ג, 2013  
נספח: 655,036002  
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. אירישום הנוסחה או איבצוע ההצבה או אירישום 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!**

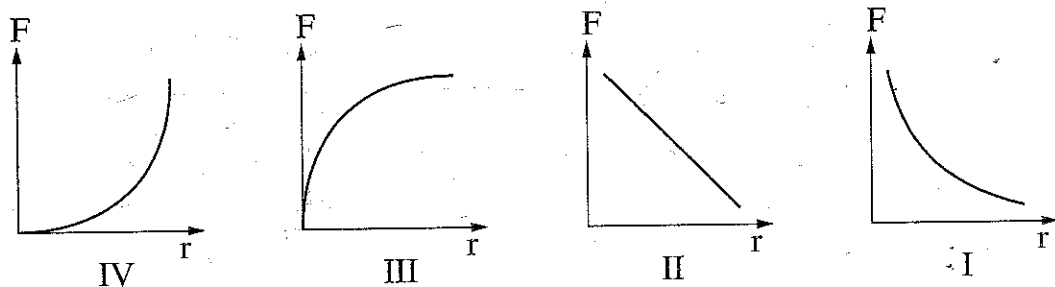
/המשך מעבר לדף/

## השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

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

1. נתונים שני כדורים מוליכים קטנים, A ו-B. הרדיוס של כדור A כפול מהרדיוס של כדור B. המרחק בין הכדורים גדול מאוד ביחס לרדיוסים שלהם. המטען של כדור A הוא  $+6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ . חיברו את הכדורים זה לזה בעזרת תיל מוליך דק. לאחר החיבור בין הכדורים השתנה המטען של כדור A, וכעת הוא  $+4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ . הנח שכל החלקיקים שעוברים בתיל הם אלקטרונים בלבד.
- א. חשב את מספר האלקטרונים שעברו בין הכדורים. (8 נקודות)
- ב. האם האלקטרונים עברו מכדור A לכדור B, או מכדור B לכדור A? נמק. (7 נקודות)
- ג. מהו מטענו של כדור B לאחר החיבור בין הכדורים? הסבר. (8 נקודות)
- ד. האם לפני החיבור בין הכדורים היה כדור B טעון? אם לא — נמק, אם כן — חשב את מטענו. (5 נקודות)
- ה. מנתקים את הכדורים זה מזה ומניחים אותם על משטח אופקי וחלק, העשוי חומר מבודד. משגרים את כדור A אל עבר כדור B הקבוע במקומו. לפניך ארבעה גרפים.



קבע איזה מבין הגרפים I-IV מתאר נכונה את גודל הכוח החשמלי,  $F$ , הפועל על כדור A כפונקציה של המרחק  $r$  בין הכדורים. נמק את קביעתך. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

/המשך בעמוד 3/

2. כדי לחמם כוס מים מטמפרטורת החדר עד לרתיחה, נדרשת אנרגיה בשיעור  $63,000\text{J}$ .

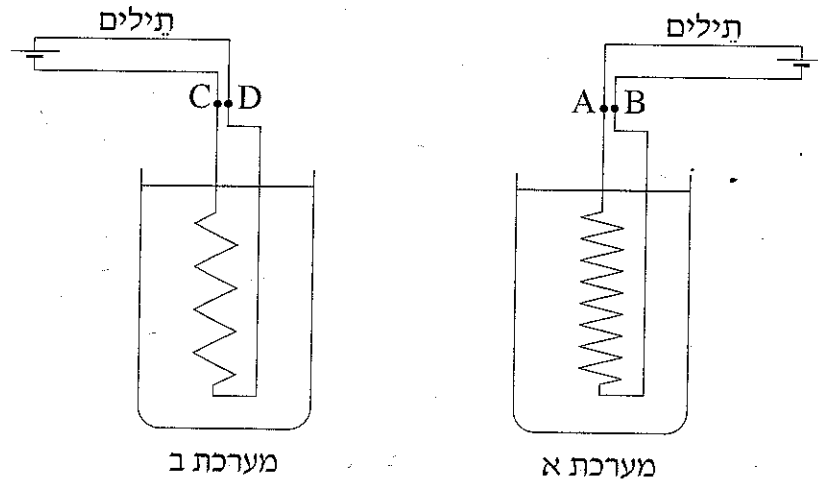
א. חשב מה צריך להיות ההספק (הממוצע) של גוף חימום כדי שהמים ירתחו בתוך 2 דקות (הנח שכל האנרגיה של גוף החימום עוברת למים). (6 נקודות)

בסרטוט שלפניך מוצגות שתי מערכות, מערכת א ומערכת ב, כל מערכת מורכבת מכוס מים שטבול בה גוף חימום. הכוסות וכמות המים בשתי המערכות זהות, ואילו גופי החימום שונים.

כל אחד מגופי החימום מפתח אותו הספק – ההספק שחישבת בסעיף א.

במערכת א המתח בין ההדקים של גוף החימום הוא  $V_{AB} = 240\text{V}$ ,

במערכת ב המתח בין ההדקים של גוף החימום הוא  $V_{CD} = 24\text{V}$ .



ב. חשב את עוצמת הזרם העובר דרך כל אחד מגופי החימום. (8 נקודות)

נתון כי בשתי המערכות ההתנגדות הכוללת של התילים המחברים את גופי החימום למקור המתח היא  $0.1\Omega$ .

ג. חשב מהו ההספק המתפתח על תילים אלה בכל אחת מהמערכות. (8 נקודות)

ד. חשב את הנצילות (יעילות) של כל אחת מהמערכות (הזנח את ההתנגדות הפנימית של מקור המתח). (6 נקודות)

ה. בארצות הברית המתח ברשת החשמל הוא  $120\text{V}$ , ואילו בישראל המתח הוא  $240\text{V}$ .

הסתמך על משמעות התוצאות שחישבת בסעיף ד בלבד, וקבע באיזו רשת חשמל הנצילות גדולה יותר, בישראל או בארצות הברית. נמק את קביעתך. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

3. בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי שבעזרתו אפשר למדוד התנגדות לא ידועה של נגד  $R_x$ .

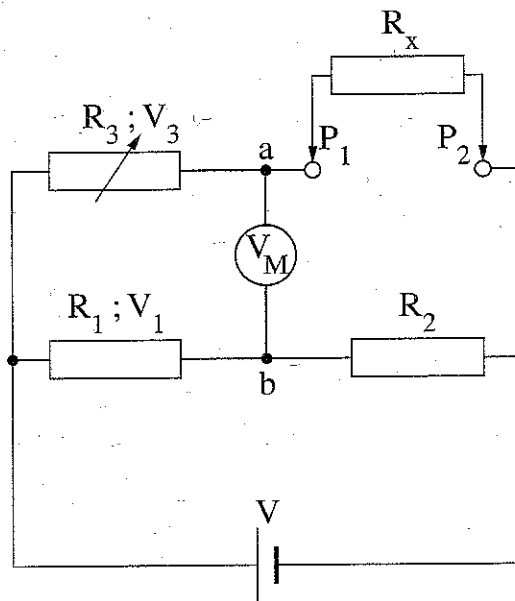
המעגל מורכב מן המרכיבים האלה:

— שני נגדים בעלי התנגדות קבועה,  $R_1$  ו-  $R_2$

— נגד משתנה,  $R_3$

— מקור מתח  $V$  שהתנגדותו הפנימית זניחה

— מד מתח אידאלי  $V_M$ .



לצורך מדידת ההתנגדות של  $R_x$  מחברים אותו בין הנקודות  $P_1$  ו-  $P_2$ , ומשנים את ההתנגדות של הנגד המשתנה  $R_3$  עד שמד המתח מורה אפס.

א. הוכח שכאשר מד המתח מורה אפס, הביטוי  $V_3 = V \left( \frac{R_3}{R_3 + R_x} \right)$  מתאר את המתח  $V_3$  על הנגד  $R_3$ . (7  $\frac{1}{3}$  נקודות)

ב. הוכח שכאשר מד המתח מורה אפס, אפשר לחשב את  $R_x$  בעזרת הביטוי  $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$ . (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

$$R_1 = 30k\Omega \quad \text{נתון:}$$

$$R_2 = 10k\Omega$$

$$R_x = 2k\Omega$$

ג. חשב את ההתנגדות של  $R_3$  (5 נקודות)

החליפו את הנגד  $R_x$  ברכיב אחר, שהתנגדותו לא ידועה.

התנגדותו של הרכיב משתנה כתלות בטמפרטורה, לפי הנתונים בטבלה שלפניך.

התנגדות הרכיב כתלות בטמפרטורה	
התנגדות ( $\Omega$ )	הטמפרטורה ( $^{\circ}\text{C}$ )
32,660	0
25,400	5
19,900	10
15,710	15
12,500	20
10,000	25
8,000	30
6,500	35
5,300	40

ד. היעזר בנתונים שבטבלה והעבר את הטמפרטורה של הרכיב כאשר מד המתח מורה אפס,

בכל אחד משני המצבים (1)-(2).

$$(1) \quad R_3 = 30k\Omega \quad (5 \text{ נקודות})$$

$$(2) \quad R_3 = 54k\Omega \quad (6 \text{ נקודות})$$

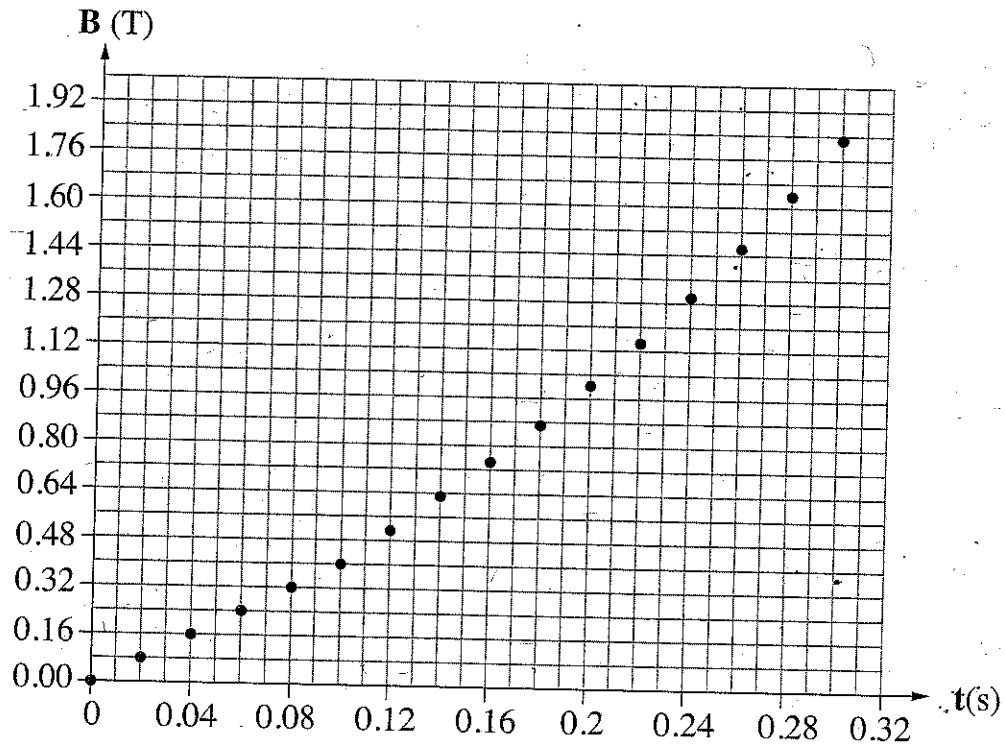
/המשך בעמוד 6/

4. תלמיד התבקש למדוד את  $B_E$ , הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לצורך המדידה הוא מתת-תיל ישר וארוך על פני שולחן אופקי בכיוון צפון-דרום (של השדה המגנטי הארצי). אל התיל הוא חיבר בטור מקור מתח, נגד משתנה ואמפרמטר. התלמיד הציב מצפן בגובה  $h$  מעל התיל, כך שמישור המצפן מקביל לפני השולחן. התלמיד שינה את הגובה  $h$  כמה פעמים. בכל פעם הוא כיוון את הזרם בעזרת הנגד המשתנה, ובדק באיזו עוצמת זרם מחט המצפן סוטה בזווית של  $45^\circ$  מהכיוון שאליו היא הצביעה כאשר לא עבר זרם בתיל. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	$h$ (cm)
4.5	3.6	2.9	2.0	1.5	$I$ (A)

- א. על פי הנתונים המוצגים בטבלה, סרטט גרף של הזרם,  $I$ , כפונקציה של גובה המצפן,  $h$ . (10 נקודות)
- ב. הראה כי שיפוע הגרף הוא  $\frac{2\pi B_E}{\mu_0}$ . (10 נקודות)
- ג. חשב את  $B_E$  בעזרת שיפוע הגרף. (6 נקודות)
- ד. התלמיד כתב בטבלה שהזרם המתאים לגובה 1.5 ס"מ הוא 2.0A, ולא 2A. הסבר מדוע. ( $3\frac{1}{3}$  נקודות)
- ה. במצב שבו לא זרם בתיל, קבע – בלי לנמק – אם הקוטב הצפוני של מחט המצפן
- (1) פונה אל הקוטב המגנטי הארצי הצפוני או הדרומי. (2 נקודות)
- (2) פונה בקירוב אל הקוטב הגאוגרפי הצפוני או הדרומי. (2 נקודות)

5. תלמידה בנתה מתיל מוליך כריכה מעגלית שהרדיוס שלה  $r = 2 \text{ cm}$ . היא הציבה את הכריכה באזור ששורר בו שדה מגנטי אחיד  $\vec{B}$ , שכיוונו מאונך למישור הכריכה. גודלו של  $\vec{B}$  משתנה כפונקציה של הזמן,  $t$ , כמתואר בגרף שלפניך.



א. קבע אם הכא"מ המושרה בכריכה הוא קבוע או משתנה, בכל אחד מפרקי הזמן שלפניך:

$$0 \leq t \leq 0.10 \text{ sec} \quad (1)$$

$$0.14 \text{ sec} \leq t \leq 0.30 \text{ sec} \quad (2)$$

נמק את קביעותיך. (10 נקודות)

ב. חשב את הכא"מ המושרה בכריכה ברגע  $t = 0.06 \text{ sec}$  וברגע  $t = 0.20 \text{ sec}$ . (10 נקודות)

ג. קבע מהו הכיוון של השדה המגנטי שהזרם המושרה יוצר במרכז הכריכה: האם הוא בכיוון זהה לכיוון של  $\vec{B}$ , בכיוון מנוגד לכיוון של  $\vec{B}$ , או בכיוון ניצב לכיוון של  $\vec{B}$ ? נמק. (8 נקודות)

ד. חשב את הגודל של הכא"מ המושרה שמתקבל בכריכה ברגע  $t = 0.06 \text{ sec}$ , כאשר כיוון השדה המגנטי  $\vec{B}$  מקביל למישור הכריכה. הסבר. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

**בהצלחה!**

