

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשס"ט, 2009  
מספר השאלון: 652, 917521  
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-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או  
אי-רשום 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/

## ה ש א ל ו ת

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

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

1. תלמיד ערך שלושה ניסויים באלקטרוסטטיקה.

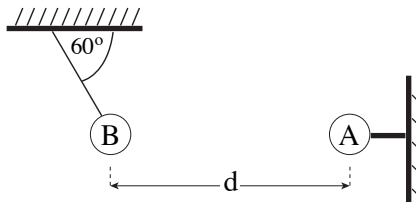
בניסוי הראשון השתמש התלמיד בשני כדורים מוליכים A ו-B.

כדור A טעון במטען חשמלי חיובי, ומוחזק במנוחה באמצעות מוט אופקי מבודד.

כדור B טעון במטען חשמלי שלילי, ותלוי בקצה חוט מבודד שקצהו האחר קשור לתקרה

(ראה תרשים א). מסת החוט ניתנת להזנחה.

מרכזי הכדורים נמצאים באותו גובה.



תרשים א

הערכים המוחלטים של מטעני הכדורים שווים זה לזה. כאשר שני הכדורים במצב מנוחה,

מרכזיהם נמצאים במרחק  $d = 0.3 \text{ m}$  זה מזה. מסת הכדור B היא  $10 \text{ gr}$ , והחוט שהוא

תלוי עליו יוצר זווית של  $60^\circ$  עם התקרה.

הנח כי רדיוסי הכדורים קטנים מאוד ביחס למרחק בין הכדורים.

א. סרטט את תרשימים הכוחות הפועלים על כדור B. ציין מי מפעיל את כל אחד

מהכוחות. (8 נקודות)

ב. חשב את המטען של כדור B. (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

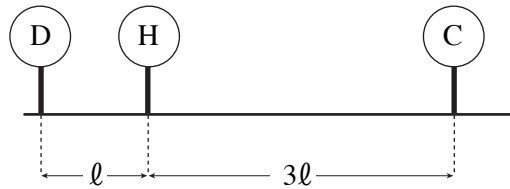
ג. בניסוי השני השתמש התלמיד בשני כדורים C ו-D בעלי מסות שוות. הכדורים טעונים במטענים חיוביים, כך שהמטען של כדור C גדול פי 3 מהמטען של כדור D.

כל אחד משני הכדורים תלוי על חוט מבוךד באותו אורך, שמסתו זניחה. אחרי הטעינה התרחקו הכדורים זה מזה, והתייצבו במנוחה. האם הזוויות ששני החוטים יוצרים עם התקרה שוות זו לזו? נמק את תשובתך באמצעות סרטוט תרשים כוחות. (10 נקודות)

ד. בניסוי השלישי השתמש התלמיד בשני הכדורים C ו-D ובכדור נוסף H. הכדורים מוחזקים באמצעות מוטות מבודדים כמתואר בתרשים ב. שלושת הכדורים טעונים במטענים חיוביים.

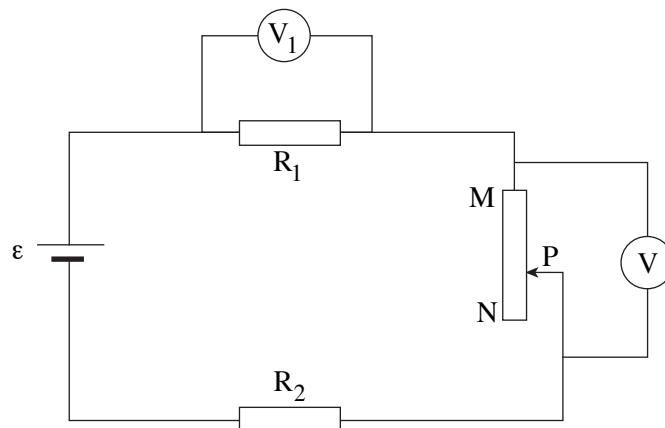
$$\text{נתון: } q_C = 3q_D$$

מרכזי שלושת הכדורים נמצאים לאורך קו ישר, והמרחק בין מרכז כדור C לבין מרכז כדור H גדול פי 3 מהמרחק בין מרכז כדור D למרכז כדור H. האם שקול הכוחות החשמליים שהכדורים C ו-D מפעילים על כדור H שווה לאפס? נמק. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)



תרשים ב

2. עינת בנתה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים. המעגל כולל מקור מתח שהכא"מ שלו  $\varepsilon$  והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה, נגד משתנה MN, שני נגדים שהתנגדותיהם  $R_1$  ו-  $R_2$ , שני וולטמטרים  $V$  ו-  $V_1$  שהתנגדותיהם גדולות מאוד ("אין-סופיות"), ותילים מוליכים שהתנגדותם זניחה.



עינת שינתה כמה פעמים את ההתנגדות של הנגד המשתנה, ובכל פעם קראה את הוריות הוולטמטרים  $V$  ו-  $V_1$ .

בטבלה שלפניך רשומות תוצאות המדידות:

מדידה	1	2	3	4	5	6	7
$V$ (וולט)	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0	15.0
$V_1$ (וולט)	6.0	5.5	4.8	4.1	3.5	2.0	1.0

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

א. סרטט, על סמך תוצאות המדידות, גרף של  $V_1$  כפונקציה של  $V$ . (7 נקודות)

ב. איזו מהקביעות i-iii שלפניך מתאימה לנקודת החיתוך של הקו (שסרטטת בסעיף א) עם הציר האנכי,  $V_1$  ?

i המגע הנייד P נמצא בקצה N של הנגד המשתנה.

ii המגע הנייד P מנותק מהנגד המשתנה.

iii המגע הנייד P נמצא בקצה M של הנגד המשתנה.

נמק את בחירתך. (5 נקודות)

ג. בלי להסתמך על תוצאות המדידות, פתח ביטוי ל-  $V_1$  כפונקציה של  $V$ , הכולל את הפרמטרים  $R_1, R_2$  ו- $\varepsilon$ . (9 נקודות)

ד. על סמך הביטוי שמצאת בסעיף ג, הראה כי הקשר בין  $V_1$  לבין  $V$  הוא לינארי,

וכי שיפוע הגרף של  $V_1$  כפונקציה של  $V$  מיוצג על ידי הביטוי  $\left[ -\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right]$ . (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

ה. נתון כי  $R_2 = 100 \Omega$ .

חשב בעזרת הגרף:

(1) את ההתנגדות  $R_1$ .

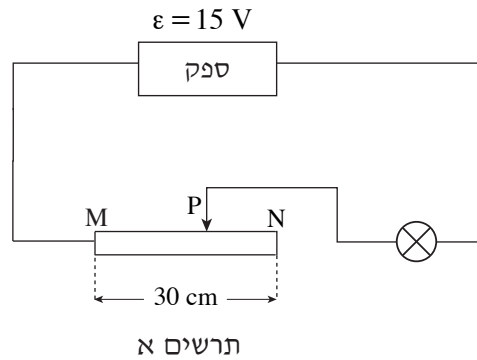
(2) את הכא"מ  $\varepsilon$  של מקור המתח.

(8 נקודות)

3. ביקשו מנורית ואיתן לבנות מעגל חשמלי שיאפשר שינוי של עוצמת הזרם דרך נורה (ועל ידי כך שינוי עוצמת האור שהנורה פולטת). כל אחד מהם בנה את המעגל החשמלי מהרכיבים האלה:

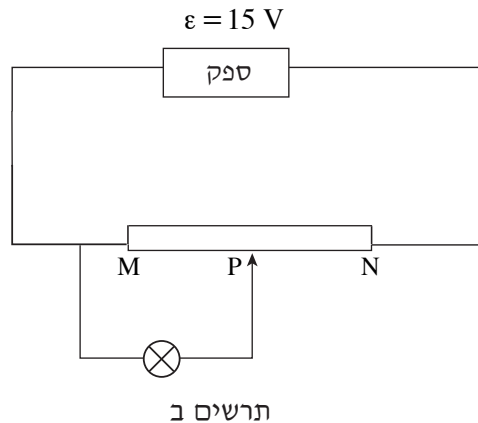
- מקור מתח שהכא"מ שלו  $\varepsilon = 15 \text{ V}$  והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה
- נורה שרשום עליה  $24 \text{ W} ; 12 \text{ V}$
- נגד משתנה אחיד, MN, שהתנגדותו המרבית  $12 \Omega$  ואורכו  $30 \text{ cm}$
- תילים מוליכים שהתנגדותם זניחה

איתן בנה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים א.



- א. חשב את המרחק בין הקצה M של הנגד המשתנה ובין המגע הנייד P, כאשר הנורה מאירה באורה המלא. (6 נקודות)
- ב. איתן הזיז את המגע הנייד P לכיוון קצה N (ביחס למצב המתואר בסעיף א). איך תשפיע ההזזה על עוצמת האור של הנורה? נמק את תשובתך. (6 נקודות)

נורית בנתה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים ב.



ג. נורית הציבה את המגע הנייד P באמצע הנגד המשתנה (ראה תרשים ב).

איזה משלושת המצבים i-iii המתוארים להלן יתרחש?

i הנורה תאיר באורה המלא.

ii הנורה תאיר בעוצמת אור נמוכה מאורה המלא.

iii הזרם דרך הנורה יהיה גבוה מהזרם המתאים לעוצמת האור המלא,

והנורה עלולה "להישרף".

נמק את קביעתך. (8 נקודות)

ד. באיזה משני המעגלים החשמליים – זה המתואר בתרשים א או זה המתואר

בתרשים ב – אפשר להקטין ברציפות את עוצמת האור של הנורה עד שתכבה

לחלוטין? הסבר. (7 נקודות)

ה. שני המעגלים החשמליים מופעלים כך שבכל אחד מהם הנורה מאירה באורה המלא.

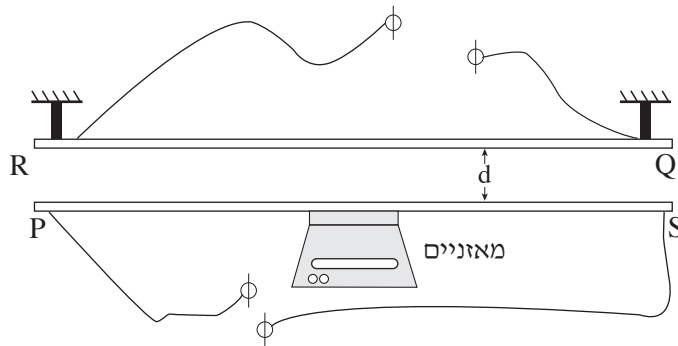
איזה משני המעגלים החשמליים חסכוני יותר (כלומר באיזה משני המעגלים

החשמליים ההספק של מקור המתח קטן יותר)? נמק. תוכל לענות על סעיף זה

במילים, בלי חישוב. ( $6\frac{1}{3}$  נקודות)

4. תלמידים עורכים ניסוי במערכת המוצגת בתרשים. המערכת מורכבת משני מוטות מוליכים  
 RQ ו- PS, ממאזניים אלקטרוניים מכוילים בניוטונים ומתילים. המוטות נמצאים אחד  
 מעל השני במישור אנכי. הם מקבילים זה לזה וארוכים. האורך L של כל מוט גדול בהרבה  
 מהמרחק d שביניהם.

המוט RQ מוחזק במקומו, ודרכו זורם זרם קבוע (בגודל ובכיוון) שעוצמתו I.  
 המוט PS שמסתו m מונח על המאזניים. מסת התילים זניחה.  
 מזרימים דרך המוט PS זרם  $I_1$ . המאזניים מורים  $N_1$ , כך ש-  $N_1 < mg$ .



א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על המוט PS. (6 נקודות)

ב. כיוון הזרם העובר במוט PS הוא מ- P ל- S.

מהו כיוון הזרם העובר במוט RQ – מ- R ל- Q או מ- Q ל- R? נמק.

(8 נקודות)

ג. פתח ביטוי למרחק d בין שני המוטות, באמצעות הפרמטרים  $I, I_1, m, L, N_1$ .

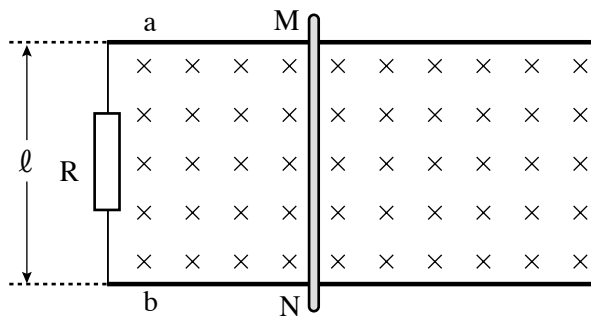
במידת הצורך השתמש בקבועים פיזיקליים. (10 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



- ד. נתון שעוצמת הזרם  $I_1$  גדולה פי 4 מעוצמת הזרם I. נקודה A נמצאת במישור המוטות, והשדה המגנטי השקול בנקודה זו שווה לאפס.
- (1) האם הנקודה A נמצאת בין המוטות PS ו-RQ, מעל המוט RQ או מתחת למוט PS? נמק.
- (2) בטא את המרחק בין נקודה A למוט RQ באמצעות d. (6 נקודות)
- ה. מחליפים את המוט PS במגנט מוט (מגנט קבוע). האם המוט המוליך RQ, שדרכו זורם זרם, יכול להפעיל כוח על המגנט הקבוע? נמק. ( $\frac{1}{3}$  נקודות)

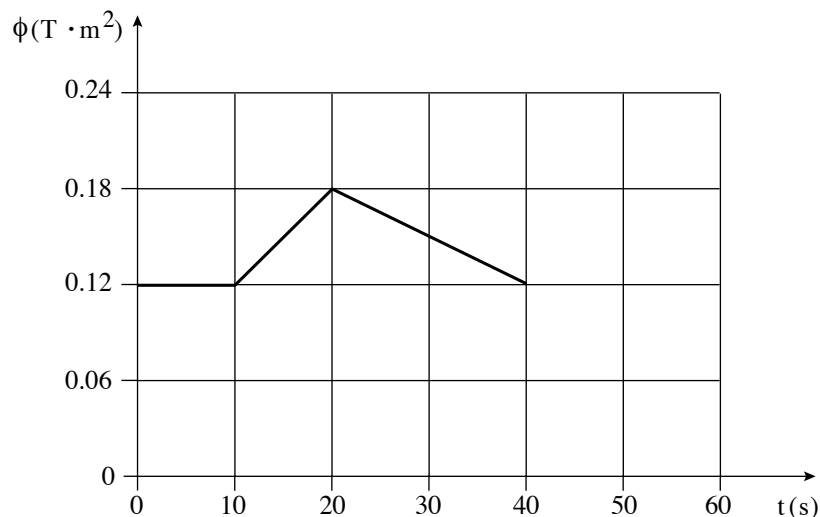
5. בתרשים א מוצגת מערכת הכוללת שני פסי מתכת a ו-b אופקיים ומקבילים זה לזה, שהמרחק ביניהם הוא  $\ell = 0.6 \text{ m}$ . הפסים מוליכים והם מחוברים באמצעות נגד שהתנגדותו  $R = 0.5 \Omega$ . מוט מוליך MN מונח על שני הפסים וניצב להם. התנגדות הפסים והתנגדות המוט ניתנות להזנחה. המערכת נמצאת בתוך שדה מגנטי אחיד שגודלו  $B = 0.2 \text{ T}$  וכיוונו ניצב למישור המערכת, "לתוך הדף".



תרשים א

שינויים בשטף המגנטי יכולים להיגרם אך ורק בגלל תנועת המוט. גורם חיצוני יכול להניע את המוט ימינה או שמאלה, או להשאיר אותו במנוחה, כך שבכל זמן נתון המוט ניצב לפסים.

בתרשים ב מוצג גרף של השטף המגנטי – העובר דרך המשטח התחום על ידי הפסים, על ידי הנגד ועל ידי המוט – כפונקציה של הזמן, החל מזמן  $t = 0$  עד  $t = 40 \text{ s}$ .



תרשים ב

- א. האם בפרק הזמן שבין  $t = 0$  לבין  $t = 10$  s המוט נע ימינה, שמאלה או נמצא במנוחה? נמק. (4 נקודות)
- ב. האם בפרק הזמן שבין  $t = 10$  s לבין  $t = 20$  s המוט נע ימינה, שמאלה או נמצא במנוחה? נמק. (5 נקודות)
- ג. חשב את עוצמת הזרם המושרה במעגל בפרק הזמן שבין  $t = 10$  s לבין  $t = 20$  s. (6 נקודות)
- ד. מהו כיוון הזרם המושרה במעגל בפרק הזמן שבין  $t = 10$  s לבין  $t = 20$  s, מ- M ל- N או מ- N ל- M? הסבר את תשובתך באמצעות חוק לנץ. (7 נקודות)
- ה. חשב את גודל הכוח המגנטי הפועל על המוט MN בפרק הזמן שבין  $t = 20$  s לבין  $t = 40$  s, וציין את כיוונו. (6 נקודות)
- ו. האם בפרק הזמן שבין  $t = 20$  s לבין  $t = 40$  s תנועת המוט היא שוות מהירות, שוות תאוצה או שונת תאוצה? נמק. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

### בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך