

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מועד הבחינה: קיץ תשע"א, 2011
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 שאותה 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) בחישובך השתמש בערך 10 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 כטיוטה (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!

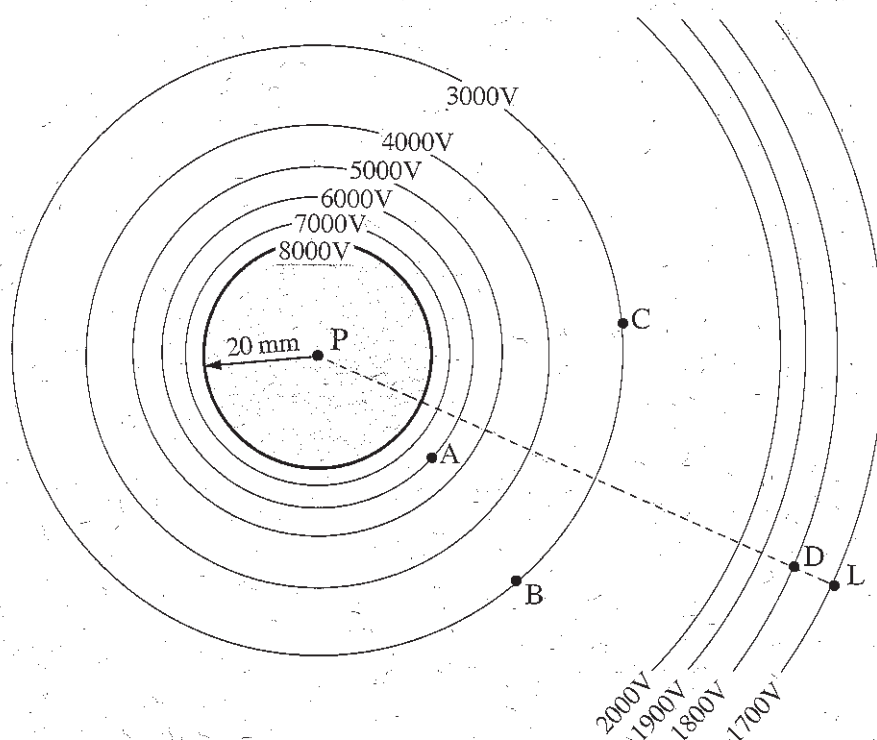
/המשך מעבר לדף/

השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

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

1. בתרשים שלפניך מוצגים כדור מוליך טעון וכמה קווים שווי-פוטנציאל. רדיוס הכדור הוא 20 mm, והפוטנציאל על פניו הוא 8000V. ליד כל קו רשום הפוטנציאל המתאים לו. הפוטנציאל באינסוף נבחר כאפס.



א. (1) האם המטען על פני הכדור חיובי או שלילי? נמק.

(2) חשב את המטען על פני הכדור.

(9 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ב. חשב את עבודת השדה החשמלי כאשר חלקיק נקודתי טעון במטען 8.0 nC

($8.0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$) מועבר מנקודה A לנקודה C באופן זה:

תחילה מ-A ל-B, ולאחר מכן מ-B ל-C. הסבר. (8 נקודות).

הנח שאפשר להתייחס אל השדה החשמלי בין הקווים 1700V ו- 1800V כאל שדה שגודלו קבוע.

ג. (1) חשב את עבודת השדה החשמלי כאשר חלקיק נקודתי שמטענו 1.0 nC

מועבר מנקודה L לנקודה D.

(2) חשב את הגודל של הכוח החשמלי הפועל על החלקיק שמטענו 1.0 nC

כאשה הוא מועבר מנקודה L לנקודה D.

(3) מצא את הגודל של השדה החשמלי בין הקווים 1700V ו- 1800V .

(12 נקודות)

ד. איזו מבין האפשרויות (1)-(4) שלפניך מבטאת נכון את ערך הפוטנציאל החשמלי

במרכז הכדור P: נמק את בחירתך. ($\frac{1}{3}$ נקודות).

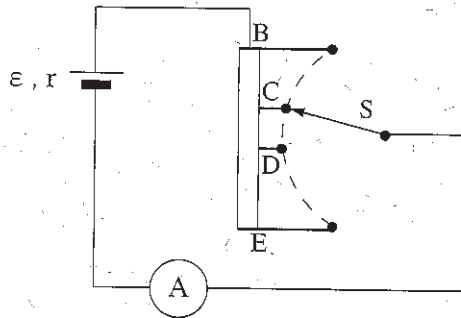
(1) 0

(2) 8000 V

(3) 9000 V

(4) אינסוף

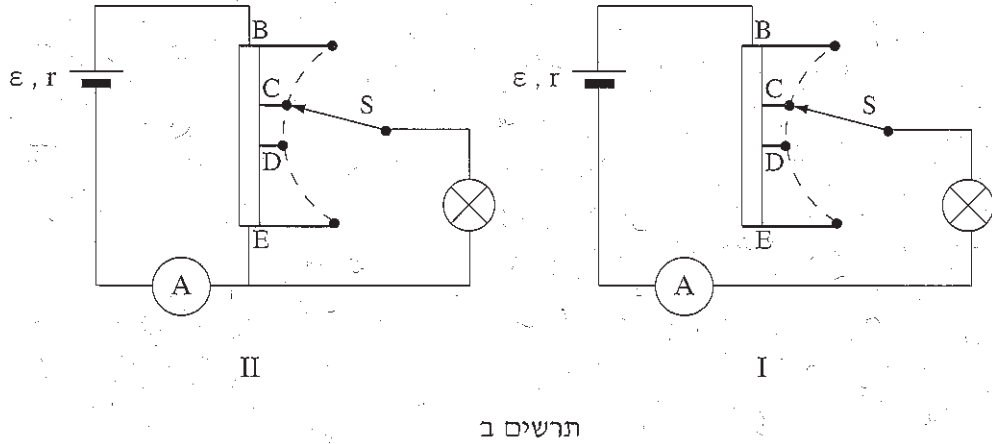
2. בתרשים א מסורטט נגד משתנה המחובר אל מקור שהכא"מ שלו $\varepsilon = 24V$ וההתנגדות הפנימית שלו $r = 2\Omega$. את המתג S אפשר לחבר לכל אחת מהנקודות B, C, D, E. המעגל כולל גם מד-זרם שהתנגדותו זניחה.
- שים לב:** המתג מחובר תמיד לאחת הנקודות B, C, D, E.



תרשים א

- א. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S, כאשר במעגל נמדדת עוצמת זרם מזערית (מינימלית)? נמק.
- (2) לאיזו נקודה מחובר המתג S, כאשר במעגל נמדדת עוצמת זרם מרבית (מקסימלית)? נמק.
- (3) חשב את העוצמה המרבית של הזרם במעגל הנתון. (8 נקודות)
- ב. (1) המתג S מחובר לנקודה שקבעת בתת-סעיף א (1). עוצמת הזרם (המזערית) במעגל היא $I_{\min} = 0.8A$. חשב את התנגדות הנגד המשתנה שדרכו עובר הזרם במצב זה.
- (2) כאשר מעבירים את המתג לנקודה הסמוכה, עוצמת הזרם במעגל היא $I = 1.5 A$. חשב את התנגדות הנגד המשתנה שדרכו עובר הזרם במצב זה. (10 נקודות)
- (שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

תלמיד מוסיף נורה למעגל החשמלי שבתרשים א כך שהוא יכול לשנות את עוצמת האור שלה. הוא בודק שתי אפשרויות לחיבור הנורה, I ו-II (ראה תרשים ב). הנח שהתנגדות הנורה קבועה.

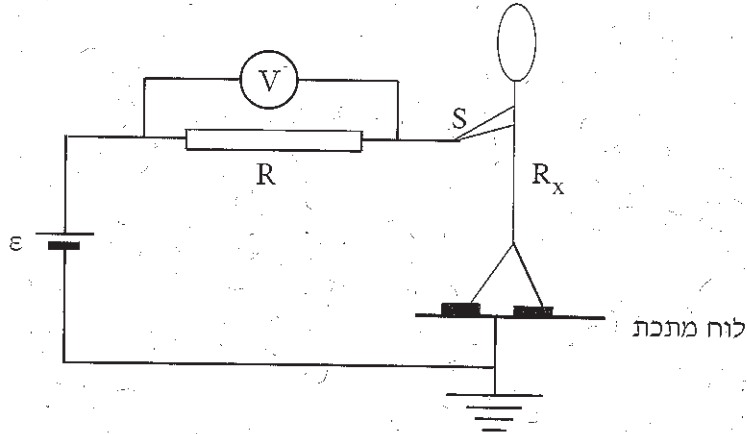


- ג. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל I, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.
- (2) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל II, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.
- (7 נקודות)

ד. על הנורה השום $24V$, $28.8W$. חשב את הספק הנורה במעגל I, כאשר המתג מחובר לנקודה D. $(\frac{8}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

3. חשמלאי צריך לנעול נעליים מיוחדות בזמן שהוא עובד. חשוב לדעת מהי ההתנגדות של אדם הנועל נעליים אלה, כדי להגן עליו מפני התחשמלות. התחשמלות של אדם מתרחשת כאשר דרך גופו עובר זרם גדול מ- 0.005 A . מפעל המייצר נעליים מיוחדות לחשמלאים הציע להשתמש במעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך, כדי למדוד את ההתנגדות R_x של אדם הנועל נעליים אלה.



לצורך המדידה אדם הנועל את הנעליים עומד על לוח מתכת, ואוחז בקצה S של תיל מוליך (ראה תרשים). המעגל כולל מקור מתח קבוע $\varepsilon = 48 \text{ V}$ שההתנגדות הפנימית שלו זניחה, נגד ההתנגדותו $R = 10^6 \Omega$, ומד-מתח שהתנגדותו גדולה מאוד ("אין-סופית"). מד-המתח מודד את המתח V בין קצות הנגד R.

א. האם במעגל שבתרשים עוצמת הזרם יכולה להיות גדולה מ- 0.005 A ? נמק. (7 נקודות)

ב. (1) הוכח שאפשר לבטא את ההתנגדות החשמלאי כולל נעליו, R_x , באמצעות הביטוי:

$$R_x = R \cdot \frac{\varepsilon - V}{V}$$

כאשר V הוא המתח שמודד מד-המתח.

(2) בבדיקה שנערכה במפעל נמצא כי $V = 9.6 \text{ V}$. חשב את ההתנגדות R_x . (12 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

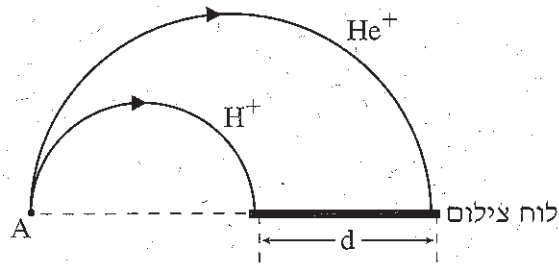
חשמלאי צריך לתקן תקלה במכשיר המופעל על ידי מתח גבוה של 6 kV . התנגדות החשמלאי כולל הנעליים היא כמו זו שחישבת בתת-סעיף ב (2). בזמן עבודתו החשמלאי נוגע בידו בכבל הנמצא בפוטנציאל של 6 kV יחסית לאדמה. הסעיפים ג ו-ד מתייחסים למצב זה.

ג. האם החשמלאי מתחשמל? הסבר. (6 נקודות)

ד. (1) חשב את מספר האלקטרונים שעוברים בשנייה אחת דרך גוף החשמלאי.
(2) האם האלקטרונים עוברים מהאדמה לחשמלאי או מהחשמלאי לאדמה? נמק.
($8\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 8/

4. יון מימן, H^+ (חלקיק טעון שמסתו m_H ומטענו q_H), ויון הליום, He^+ (חלקיק טעון שמסתו $m_{He} = 4m_H$ ומטענו $q_{He} = q_H$), מואצים ממנוחה בשדה חשמלי על ידי מתח V . לאחר ההאצה היונים נכנסים בנקודה A לשדה מגנטי אחיד, \vec{B} . היונים נכנסים לשדה המגנטי במאונך לקווי השדה, ונעים במסלולים מעגליים עד שהם פוגעים בלוח צילום. השדה המגנטי ניצב למישור הדרך (ראה תרשים).



א. מהו כיוון השדה המגנטי – יוצא מן הדרך או נכנס אל הדרך? נמק. (6 נקודות)

ב. האם הגודל של מהירות היונים משתנה בתנועתם בשדה המגנטי? נמק. (6 נקודות)

בטא את תשובותיך לסעיפים ג ו-ד באמצעות הפרמטרים m_H, q_H, V, B או חלק מהם.

ג. (1) בטא את זמן התנועה של יון המימן H^+ בשדה המגנטי.

(2) פי כמה גדול זמן התנועה של יון הליום He^+ מזמן התנועה של יון המימן

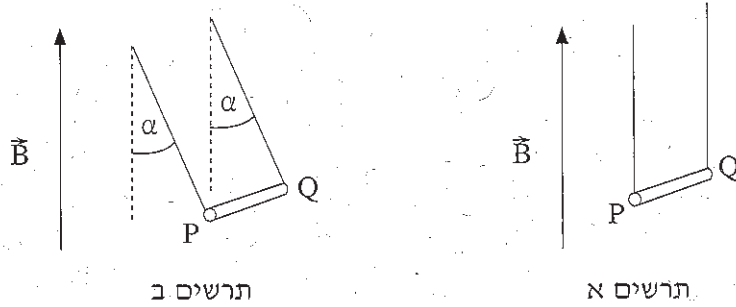
בשדה המגנטי? נמק.

(12 נקודות)

ד. בטא את המרחק d בין נקודות הפגיעה של היונים בלוח הצילום.

($9\frac{1}{3}$ נקודות)

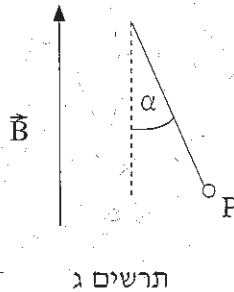
5. במעבדה שורר שדה מגנטי אחיד, \vec{B} , מאונך לקרקע וכיוונו כלפי מעלה. תלמיד רוצה למדוד את גודל השדה. לשם כך הוא משתמש במוט מוליך גלילי PQ. התלמיד קושר את קצות המוט לשני חוטים זהים. החוטים קשורים בקצותיהם האחרים לשתי נקודות הנמצאות באותו גובה, כמתואר בתרשים א כך שהמוט PQ תמיד מקביל לקרקע.



הנח כי השדה המגנטי של כדור הארץ זניח ביחס לשדה \vec{B} , וכי מסות החוטים זניחות ביחס למסת המוט PQ.

כאשר התלמיד מעביר זרם חשמלי במוט PQ, המוט סוטה ממקומו. המוט מתייצב כך שנוצרת זווית α בין כל אחד משני החוטים ובין הכיוון האנכי, כמתואר בתרשים ב.

א. (1) בתרשים ג המוט מסורטט כך שרואים את הקצה P שלו.



העתק את תרשים ג למחברתך, וסרטט בו את כל הכוחות הפועלים על המוט PQ.

(2) מהו כיוון הזרם במוט – מ-P ל-Q או מ-Q ל-P? נמק.

(8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

התלמיד משנה כמה פעמים את עוצמת הזרם במוט, ומודד בכל פעם את עוצמת הזרם, I , ואת זווית הסטייה, α .

תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

3.5	3	2.5	2	1.5	1	I (A)
19.3	16.7	13.5	10.0	8.5	5.7	α (°)

ב. בלי להסתמך על תוצאות המדידות, פתח ביטוי מתמטי המקשר בין זווית הסטייה, α , לבין עוצמת הזרם, I . (8 נקודות)

ג. (1) התבסס על הביטוי שפיתחת בסעיף ב וציין מה הם שני המשתנים שיש ביניהם יחס ישר. נמק.

(2) ערוך במחברתך טבלה ובה ערכים של שני המשתנים שצינת בתת-סעיף ג (1).

(3) סרטט גרף המתאר את הקשר בין שני המשתנים שצינת בתת-סעיף ג (1). (10 נקודות)

ד. נתון כי אורך המוט PQ הוא $\ell = 0.2\text{m}$ ומסתו היא $m = 10\text{gr}$. חשב בעזרת הגרף שסרטטת את גודל השדה המגנטי B. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!