**הקיפו את מספרי השאלות שפתרתם**

1 2 3 4 5 6

05.04.2019

**מתכונת בפיזיקה**

**חשמל ומגנטיות**

**הוראות לנבחן**

1. משך הבחינה: שעתיים.
2. מבנה השאלון ומפתח הערכה:
בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה $33.33$ נקודות; $100=33.3x3$ נקודות.
3. חומר עזר מותר בשימוש:

 (1) מחשבון
 (2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

1. הוראות מיוחדות:

(1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה.)

(2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי רישום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.

 (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 של 10 מ' לשנייה2 עבור תאוצת 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 כאחת.***

**בהצלחה!**

**שאלה מספר 1**

שני כדורים מוליכים A ו- B מונחים על משטח אופקי וחלק העשוי מחומר מבודד. המרחק ביניהם גדול מאוד ביחס לרדיוסיהם. רדיוס כדור A rA = 4.5 cm והוא נטען לפוטנציאל של 1000V. רדיוס כדור B הוא rB = 9 cm.

מחברים את שני הכדורים באמצעות תיל מוליך דק וארוך. עליו מחוברים בטור מפסק ואמפרמטר אידאלי.

0.2A

rB

rA

0

**+**

**-**

כשסוגרים את המפסק, מתחיל לזרום זרם מכדור A לכדור B. הוריית האמפרמטר **ברגע סגירת המפסק** הינה +0.2A, כמוצג באיור. נתון שהתנגדותו הכוללת של התיל הינה R= 2.5 kΩ.

1. (1) חשב מה היה הפרש הפוטנציאלים בין הכדורים לפני סגירת המפסק והסבר איזה כדור היה
 בפוטנציאל גבוה יותר. ( 5 נק.)

(2) הראה שלפני סגירת המפסק ,מטענו של כדור B זהה **בגודלו וסימנו** למטענו של כדור A .
 פרט שיקוליך. ( 7 נק. )

1. זמן רב לאחר סגירת המפסק, קבע עבור כל אחת מהנקודות הבאות, האם השדה בכל נקודה
גדל , קטן או לא השתנה ביחס לערכו לפני סגירת המפסק. נמק משיקולים פיזיקליים בלבד.
2. נקודה במרחק 12 cm ממרכז הכדור B
3. נקודה במרחק 4.5 cm ממרכז הכדור B
 ( 1/3 9 נק.)
4. חשב כמה אלקטרונים עברו בתיל מרגע סגירת המפסק ועד זמן רב לאחר מכן. פרט שיקוליך וחישוביך. (12 נק.)

**שאלה מספר 2**

בתרשים מתואר מעגל חשמלי בו שני נגדים ,שלוש נורות , שני מפסקים וסוללה.

התנגדות הנגד הקבוע היא , התנגדות הנורה  היא , התנגדות הנורה  היא , התנגדות הנורה  היא , התנגדותו המקסימלית של הנגד המשתנה היא  והיא מתפלגת באופן אחיד לכל אורכו. לסוללה כא"מ  וההתנגדות פנימית r= .















A

B



1. כאשר **מפסק**  **סגור ומפסק  פתוח**, בטא באמצעות  את המתח בין הדקי **כל אחד** מהמפסקים  ו- ****. הסבר ופרט שיקוליך. (8 נק.)
2. **כאשר שני המפסקים סגורים**:
	1. איזו נורה מאירה באור חזק יותר,  או , כאשר הגררה מחוברת בנקודה A? נמק משיקולים פיזיקליים. ( 4 נק.)
	2. היכן יש למקם את הגררה כדי שהזרמים דרך שני המפסקים יהיו שווים? פרט שיקוליך. ( 6 נק.)

	**בסעיפים הבאים מפסק  פתוח ומפסק  סגור**:
3. מעבירים את הגררה מנקודה A לנקודה B . האם נצילות הסוללה תגדל, תקטן או לא תשתנה? הסבר. ( 6 נק.)
4. מדדו ומצאו כי הכא"מ שווה ל- והתנגדות הנגד הקבוע היא .

חשב את האנרגיה הנצרכת ע"י נורה במשך 10 שניות, במצב בו הגררה נמצאת בדיוק באמצע בין A ל-B. פרט חישוביך. ( 1/3 9 נק.)

**שאלה מספר 3**

בתרשים א' משורטטים מסלולי שני חלקיקים, 1 ו- 2 ,הנעים בתוך שדה מגנטי אחיד. תנועתם החלה מאותה נקודה A ,באותו הכיוון. ידוע כי :
רדיוס המעגל הקטן r1 שווה למחצית רדיוס המעגל הגדול r2. הערך המוחלט של מטעני שני החלקיקים זהה. זמן המחזור של תנועת שני החלקיקים זהה. מסות החלקיקים m1,m2 לא ידועות.
הזנח את כוח הכבידה הפועל על שני החלקיקים.

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

A

תרשים א'

1. (1) הראה שזמן המחזור של מטענים הנעים בשדה מגנטי אינו תלוי
 במהירותם ולא ברדיוס המסלול שלהם. (4 נק.)

(2) מצא את יחס המסות של החלקיקים. נמק תשובתך. ( 3 נק.)

 (3) מצא את יחס המהירויות של החלקיקים. נמק תשובתך. ( 3 נק.)

1. בחר מבין הגרפים הבאים את הגרף שמתאר נכונה את תלות האנרגיה הקינטית של החלקיקים בזמן. נמק בחירתך. ( 4 נק.)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| גרף 1 | גרף 2 |
|  |  |
| גרף 3 | גרף 4 |

זמן המחזור של כל אחד משני החלקיקים שווה ל $T = 10^{-9}s $. גודלו של השדה המגנטי הוא B=0.2T. רדיוס המעגלשל חלקיק 1 הוא $r\_{1}=30μm$ ($1μm=10^{-6}m$)*.*

1. מצא את המטען הסגולי ($\frac{q\_{1}}{m\_{1}}$) של החלקיק שרדיוס מסלולו r1. ( 1/3 2 נק.)

כשחלקיק 1 נמצא בנקודה A, כיוון וקטור המהירות שלו מצביע "למעלה" במישור הדף.

**ד** . (1) מהו סימן המטען של חלקיק 1? נמק. ( 3 נק.)

(2) מצא את השדה החשמלי (גודל וכיוון) שיש להפעיל על מנת לגרום לחלקיק 1 לנוע

 בהתמדה החל מרגע שהוא עובר בנקודה A. פרט שיקוליך. (7 נק.)

**ה.** כאשר שני החלקיקים חולפים בנקודה A, מפעילים את השדה החשמלי שמצאת בסעיף ד (2)

 האם בהמשך תנועתם שדה זה יבצע עבודה על החלקיקים? נמק תשובתך לכל חלקיק בנפרד. ( 7 נק.)

**שאלה מספר 4**

תלמידים תכננו ניסוי במטרה לחקור את הכוח המגנטי המופעל על תיל נושא זרם ,כתלות בעצמת הזרם דרך התיל. כדי ליצור שדה מגנטי אחיד באזור התיל, התלמידים בחרו להשתמש בסילונית המחוברת אל מקור מתח קבוע. הם הכניסו את התיל **לתוך** הסילונית והניחו אותו על מאזניים אלקטרונים (שהוכנסו גם הם לתוך הסילונית, במקביל לרצפה). ראה איור.

כדי לשלוט על עצמת הזרם דרך התיל הישר, התלמידים חיברו אותו אל מקור מתח משתנה באמצעותו ניתן לשנות את עצמת הזרם.

b

a

**מקור מתח ממשתנה**

**מערכת הניסוי במבט על**

התלמידים בצעו סדרת מדידות. בכל מדידה הם שינו את עצמת הזרם העובר דרך התיל המונח על המאזניים. הם רשמו את עצמת הזרם ובהתאם את הוריית המאזניים המכוילים ליחידות של ניוטון. בטבלה הבאה רשומות תוצאות המדידות.

|  |  |
| --- | --- |
| **זרם (אמפר)** | **הוריית המאזניים (N)** |
| 1 | 0.050 |
| 2 | 0.041 |
| 3 | 0.029 |
| 4 | 0.020 |
| 5 | 0.011 |

1. (1) התלמידים רצו שהכוח המגנטי שיופעל על התיל המונח על המאזניים יהיה מקסימלי .
 לכן, הם הניחו את התיל על המאזניים כמוראה באיור. הסבר מדוע.
 (3 נק.)
	1. **לפי התוצאות הרשומות בטבלה**, קבע האם כיוון הזרם העובר **דרך מקור המתח**
	 **המשתנה** הוא מa ל- b או מ b ל- ?aהסבר ופרט שיקוליך. (5 נק.)

**המשך השאלה בעמוד הבא**

1. כתוב ביטוי פרמטרי המתאר את תלות הכוח הנורמלי המופעל על המאזניים ע"י התיל בעצמת הזרם בתיל, I1, עצמת הזרם בסילונית, I2, מספר הליפופים ליחידת אורך בסילונית, N/L, אורך התיל l ומסתו m, וקבועים פיזיקליים רלוונטיים. הסבר. ( 4 נק.)
2. שרטט גרף של הכוח הנורמלי הפועל על המאזניים כתלות בעצמת הזרם העובר דרך התיל, I1.

 ( 6 נק.)

1. ידוע שמספר הליפופים ליחידת אורך, N/L, הוא 100,000 ליפופים למטר, ואורך התיל l הוא 7.95 סנטימטרים.
2. חשב את שיפוע הגרף ומצא באמצעותו את הזרם בסילונית, I2. פרט חישוביך. (6 נק.)
3. הסבר מהי המשמעות של נקודת החיתוך של הגרף עם **כל אחד משני הצירים**, ומצא את
מסת התיל. (1/3 5 נק.)
4. באחד הניסויים, זוג תלמידים חיבר בטעות את התיל שעל המאזניים למקור המתח הקבוע עם הזרם הקבוע I2, ואת הסילונית למקור המתח המשתנה בו משנים את הזרם בכל מדידה. הם בצעו אותן מדידות בהן שינו את הזרם I1 ובדקו את הוריית המאזניים.

 האם הגרף שקבלו התלמידים במקרה זה זהה לגרף מהניסוי הקודם? אם כן- הסבר מדוע ואם

 תשובתך שלילית, ציין מה ההבדלים. ( 4 נק.)

**שאלה מספר 5**

 תלמידים קיבלו מטלה להרכיב מערך קבלים שהקיבול השקול שלו שווה 1.33F. התלמידים קבלו שלושה קבלים זהים בעלי קיבול C=2F ומקור מתח של 12V. הם ניסו שלוש אפשרויות חיבור של הקבלים למקור המתח שמוצגות בתרשים 1 שלפניך .

1. באיזו אפשרות חיבור עליהם לבחור? נמק תשובתך. (4 נק.)



(1)'

(2)

(3)

תרשים 1

בהמשך הם קיבלו מטלה לחקור את הקבל **C1** כשהוא מחובר במעגל **(3)** המוצג בתרשים **1**.

1. מהו המטען על כל אחד מלוחות הקבל C1 בתרשים **1(3)** לאחר זמן רב? פרט חישוביך. ( 6 נק.)

מנתקים את הקבל הטעון C1 מהמעגל המוצג בתרשים **1(3)** ומכניסים בתוכו חומר בעל קבוע דיאלקטרי = 5 r .

1. (1) האם השדה החשמלי שבין לוחות הקבל גדל, קטן או לא משתנה כתוצאה מכך? הסבר. (6 נק.)

(2) האם האנרגיה האגורה בקבל גדלה, קטנה או לא משתנה ? נמק תשובתך. (4 נק.)

**המשך השאלה בעמוד הבא**

**כשהחומר הדיאלקטרי בתוכו** ,פורקים את הקבל C1 ואחר כך מחברים אותו דרך נגד בטור ומפסק למקור מתח **לא ידוע**. החל מרגע סגירת המפסק מודדים באמצעות מערכת ממוחשבת את עצמת הזרם כתלות בזמן. הגרף שמתקבל מוצג בתרשים 2.

***שים לב ליחידות הזרם!***

1. (1) קבע באמצעות הגרף מהו קבוע הזמן של מעגל הטעינה. הסבר תשובתך. (5 נק.)

 (2) חשב את התנגדות הנגד שדרכו התבצעה הטעינה. הסבר. ( 1/3 2 נק.)

 (3) מה היה ערך המתח **על הקבל** ברגע t השווה לקבוע הזמן? פרט חישוביך. ( 6 נק.)

**שאלה מספר 6**

מוט מוליך שאורכו , מסתו m0 והתנגדותו החשמלית R, מונח על מסילה אופקית חלקה המורכבת משני פסים מקבילים שהמרחק ביניהם . ההתנגדות החשמלית של הפסים זניחה והם מחוברים למקור כא"מ קבוע ,Ɛ0 ,שכיוונו אינו ידוע, והתנגדותו הפנימית זניחה (ראו תרשים).



משקולת שמסתה m קשורה לאמצע המוט באמצעות חוט מחומר מבודד העובר דרך גלגלת. מסות החוט והגלגלת זניחות וכן החיכוך.

במישור המערכת פועל שדה מגנטי קבוע ואחיד **B**, שכיוונו מאונך כלפי מטה, ראה איור.

משחררים את המערכת ממנוחה ומגלים שהמוט נשאר במנוחה גם אחרי השחרור.

בטא את התשובות באמצעות הפרמטרים: , m, R, B, g או חלק מהם.

1. מי מבין הדקי הסוללה, a או b , הוא בפוטנציאל גבוה יותר? נמק. ( 7 נק.)
2. פתח ביטוי לערך הכא"מ  של מקור המתח במצב זה. (6 נק.)

חותכים את החוט המחבר את המשקולת אל המוט.

1. הסבר מדוע הזרם במעגל קטן בשלב זה. ( 7 נק.)
2. בהנחה שהמסילה ארוכה מאוד, המוט מגיע למהירות קבועה. הסבר מדוע ורשום ביטוי למהירותו הסופית של המוט. פרט שיקוליך. ( 9 נק.)
3. האם מתפתח הספק חום במוט במצב בו המוט נע במהירותו הסופית? נמק. (1/3 4 נק.)