

הקיפו את מספרי השאלות שפתרתם

5 4 3 2 1



17.6.2016

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות חשמל ומגנטיות

הוראות לנבחנים

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליכם 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) ענו על מספר שאלות כפי שנתבקשתם. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה.)
 - (2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשמו את הנוסחאות שאתם משתמשים בהן. כאשר אתם משתמשים בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשמו את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצעו פעולות חישוב, הציבו את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשמו את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
 - (3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
 - (4) בחישוביכם השתמשו בערך של 10 מ' לשנייה² עבור תאוצת הנפילה החופשית.
 - (5) כתבו את תשובותיכם בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשמו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בהצלחה!

שאלה 1

נתונים שני כדורים מוליכים טעונים, רחוקים מאד זה מזה. לכדור הראשון רדיוס $r_1=20\text{ cm}$ והפוטנציאל שלו $V_1 = 6.3 \cdot 10^5\text{ V}$. לכדור השני רדיוס $r_2=30\text{ cm}$ ועוצמת השדה החשמלי על פניו $E_2 = 3.6 \cdot 10^6\text{ N/C}$ וכיוון השדה-מהכדור החוצה.

א. חשבו את המטען בו טעון כל אחד מן הכדורים. (5 נקודות)

עתה מחברים את שני הכדורים באמצעות תיל מוליך דק וארוך ועליו מפסק.. כשסוגרים את המפסק, מתחיל לזרום זרם בין הכדורים.

ב. (1) מהו כיוון תנועת האלקטרונים דרך התיל – מהכדור הגדול (השני) אל הקטן (הראשון), או מהכדור הקטן אל הגדול? נמקו. (5 נקודות)

(2) כמה אלקטרונים עוברים דרך התיל מרגע סגירת המפסק עד זמן רב לאחר מכן? פרטו חישוביכם. (7 נקודות)

ג. (1) התנגדות התיל המחבר בין הכדורים היא $R = 9\text{ k}\Omega$. חשבו את עוצמת הזרם דרך התיל ברגע סגירת המפסק. (5 נקודות)

(2) האם אחרי סגירת המפסק עוצמת הזרם דרך התיל גדלה במשך הזמן, קטנה, או נשארת קבועה? נמקו. (5 נקודות)

זמן רב אחרי סגירת המפסק, פותחים אותו מחדש. במרחק $d=5\text{ cm}$ מפניו של הכדור הראשון שולחים פרוטון במהירות v_0 מכוונת אל מרכז הכדור.

ד. חשבו את הגודל המינימלי שצריך להיות למהירות הפרוטון בנקודה זאת, כדי שהוא יצליח להגיע עד לפני הכדור. (6 1/3 נקודות)

שאלה 2

תלמידי פיזיקה שזה עתה קיבלו רשיון נהיגה מעוויינים לחקור חלק ממערכת החשמל של מכונית. לרשותם מצבר בעל כ"מ ε והתנגדות פנימית r , 6 נורות זהות של פנסי מכונית שלכל אחת התנגדות R , מד מתח ומד זרם.

א. תחילה, התלמידים מחברים מד מתח להדקי המצבר, וטוענים שהוריית מד המתח הינה הכ"מ של המצבר. האם הם צודקים? הסבירו. (4 נקודות)

בהמשך התלמידים עושים ניסוי בו הם מחברים למצבר נורה אחת ומוודדים את עוצמת הזרם הזורם דרך המצבר. לאחר מכן הם מחברים במקביל בכל פעם נורה נוספת, ומוודדים שוב את עוצמת הזרם דרך המצבר. תוצאות המדידות רשומות בטבלה הבאה:

N	מספר הנורות	1	2	3	4	5	6
I(A)	הוריית מד הזרם	4.3	7.0	9.5	11.7	12.7	13.4

ב. סרטטו את תרשים המעגל החשמלי של הניסוי, במצב בו שתי נורות מחוברות למצבר. (4 נקודות)

התלמידים מוכיחים שמתקיים הקשר: $\frac{1}{I} = \frac{R}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{N} + \frac{r}{\varepsilon}$.

ג. פתחו את הקשר הנ"ל. (5 נקודות)

ד. התייחסו לתוצאות המדידות הרשומות בטבלה, מלאו טבלה חדשה עם ערכי $\frac{1}{I}$ ו- $\frac{1}{N}$.

ה. וסרטטו את הגרף המתאים. ידוע שהתנגדותה של כל נורה היא $R=2.4 \Omega$. על פי שיפוע הגרף שסרטטם ונקודת החיתוך שלו עם הציר האנכי חשבו את:

(1) הכ"מ, ε , של המצבר, (5 נקודות)

(2) ההתנגדות הפנימית, r , של המצבר. (3 נקודות)

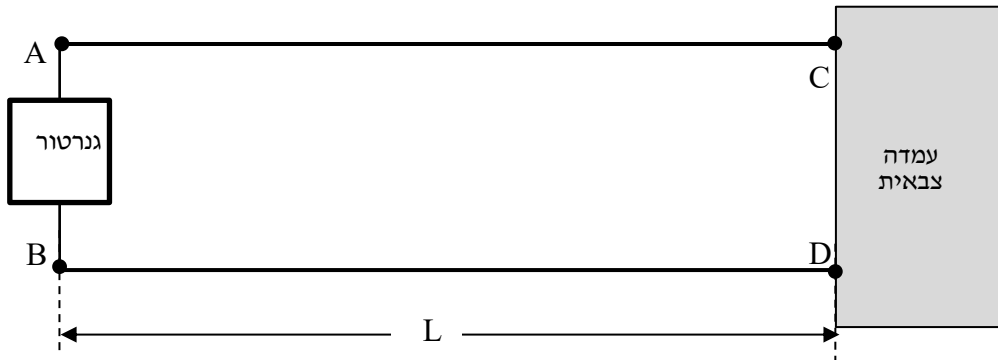
ו. האם נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האנכי מתאימה למעגל במצב קצר או נתק? הסבירו. (6 1/3 נקודות)

שאלה 3



בעמדה צבאית מבודדת במדבר ישנם שני מכשירי חשמל זהים. מאחר שהעמדה נמצאת באזור בו רוחות חזקות, התקינו גנרטור אחד למתח ישר (DC), הממיר אנרגיית רוח לאנרגיה חשמלית הדרושה להפעלת המכשירים. בעזרת מערכת בקרה אלקטרונית יכולים לקבוע את הערך הרצוי של מתח הדקי הגנרטור, V_{AB} . מסיבות הקשורות לתנאיי השטח, הגנרטור אינו ממוקם בקרבת העמדה. באיור מוצג תרשים של מערכת החשמל שכוללת גנרטור ושני תילים מוליכים, AC ו-BD, המחוברים בין הגנרטור לעמדה הצבאית. אורכו של כל אחד משני התילים הוא L , ולכל מטר של תיל יש התנגדות λ .

על כל אחד משני המכשירים שבעמדה רשומים ערכים של המתח, V_0 , ושל ההספק, P_0 , המתאימים לעבודתם התקינה.



בעמדה משתמשים לפעמים בשני המכשירים ולפעמים במכשיר אחד בלבד.

- א. האם שני המכשירים צריכים להיות מחוברים בטור, או במקביל? נמקו. (5 נקודות)
- ב. באמצעות פרמטרי השאלה, רשמו ביטוי פרמטרי עבור:
- (1) התנגדותו של כל מכשיר,
- (2) עוצמת הזרם העוברת דרך התילים AC ו-BD, כאשר משתמשים בשני המכשירים והם עובדים בהתאם לרשום עליהם. (5 נקודות)

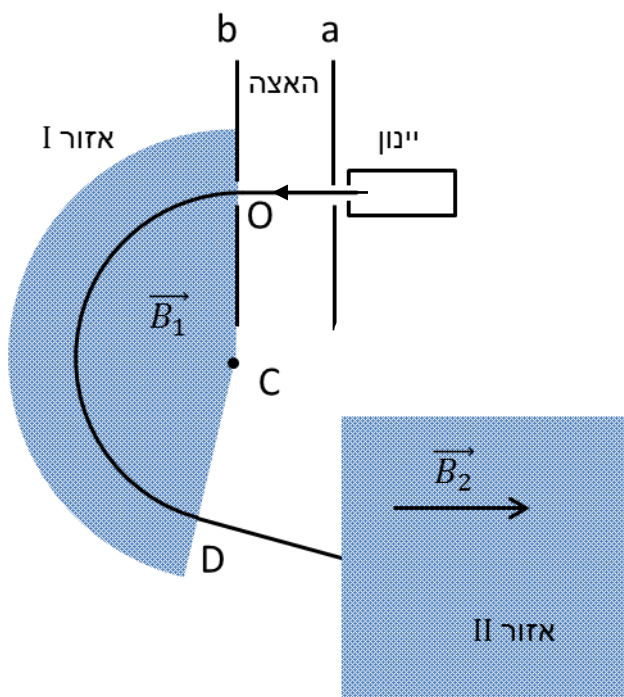
נתונים:

- אורך כל אחד מתילי החיבור $L=1 \text{ km}$
- התנגדות ליחידת אורך של תילי החיבור $\lambda=0.004 \text{ } \Omega/\text{m}$
- על כל מכשיר רשום: $P_0=3 \text{ kW}$, $V_0=200 \text{ Volt}$

- ג. (1) בעמדה הצבאית מחברים מכשיר אחד בלבד. חשבו מה צריך להיות במצב זה מתח הדקי הגנרטור, V_{AB} , על מנת שהמכשיר יעבוד בהתאם לרשום עליו. (6 נקודות)
- (2) עתה מחברים גם את המכשיר השני. על מנת ששני המכשירים יעבדו בהתאם לרשום עליהם, האם יש להגדיל את מתח הדקי הגנרטור, להקטינו, או להשאיר אותו כפי שהיה עם מכשיר אחד. ענו ונמקו ללא חישוב. (6 נקודות)
- ד. בעמדה עובדים עבודה תקינה שני המכשירים. הוכיחו שבמצב זה, עקב ההפסדים בשני תילי החיבור בין הגנרטור לעמדה הצבאית, נצילות השימוש באנרגיה החשמלית במערכת המתוארת שווה בערך ל- 45.5%. (6 1/3 נקודות)

שאלה 4

מייננים אטומי מגנזיום על ידי עקירת שני אלקטרונים מכל אטום. נוצרים יונים שמטענם $q=+2e$ ומסתם $m = 3.98 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. היונים מואצים בין הלוחות a ו-b בהפרש פוטנציאלים V_{ab} ונכנסים במהירות v_0 לאזור I שבו שורר שדה מגנטי אחיד \vec{B}_1 המאונך למישור הדף ועוצמתו $B_1=0.7 \text{ T}$. אזור I הינו בצורת גזרה מעגלית שמרכזה C וזוויתה המרכזית $\angle OCD = 150^\circ$. היונים יוצרים במעופם קשת מעגלית שרדיוסה $R = \overline{OC} = 4.5 \text{ cm}$. בהמשך היונים עוזבים את אזור I וחודרים לאזור II בו שורר שדה מגנטי אחיד \vec{B}_2 השווה בגודלו ל- \vec{B}_1 , אך כיוונו אופקי (ראו תרשים). כוחות הכבידה הפועלים על יוני המגנזיום זניחים.

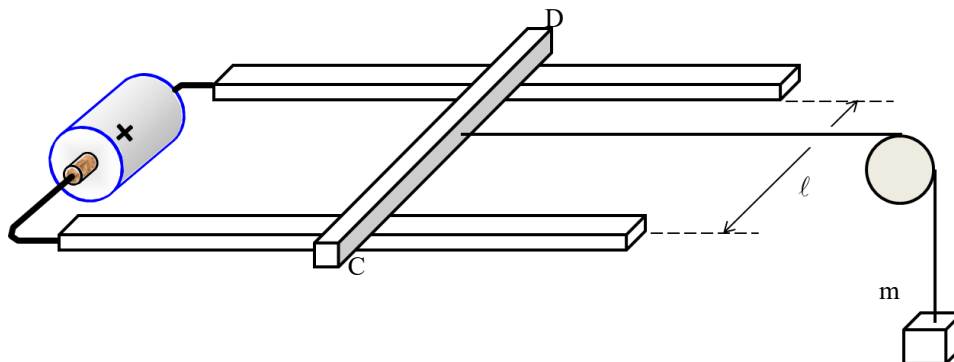


- א. האם כיוון השדה המגנטי באזור I הוא אל תוך מישור התרשים, או ממישור זה אל הצופה? נמקו. (3 נקודות)
- ב. (1) מהו גודל מהירות היונים בנקודה D, ביציאתם מאזור I? נמקו. (6 נקודות)
 (2) חשבו את המתח המאיץ V_{ab} . (6 נקודות)
- ג. תארו את צורת המסלול של היונים באזור II. הסבירו. (4 נקודות)
- ד. רוצים להוסיף באזור II שדה חשמלי אחיד, כדי שהיונים ינועו באזור זה בקו ישר. (1) מה צריך להיות כיוונו של שדה חשמלי זה? נמקו. (4 נקודות)
 (2) חשבו את גודלו של השדה החשמלי הדרוש. (5 1/3 נקודות)
- ה. אם באזור I היונים יצרו **חצי מעגל**, כלומר $\angle OCD = 180^\circ$, ובאזור II יפעל רק השדה המגנטי \vec{B}_2 (ללא שדה חשמלי), מה תהיה צורת המסלול של היונים באזור II? נמקו. (5 נקודות)

שאלה 5

מוט מוליך CD יכול לנוע, ללא חיכוך, על מסילה אופקית המורכבת משני פסים מוליכים מקבילים. התנגדותם של המוליכים והמוט זניחה. המרחק בין הפסים הוא l . בין שני הפסים מחוברת סוללה בעלת כ"מ ε והתנגדות פנימית r (ראו תרשים). כל המערכת נמצאת בתוך שדה מגנטי אחיד, \mathbf{B} , המאונך למישור המסילה.

אל המוט קשור חוט הכרוך על גלגילה וקשור בקצהו השני למשקולת תלויה שמסתה m .

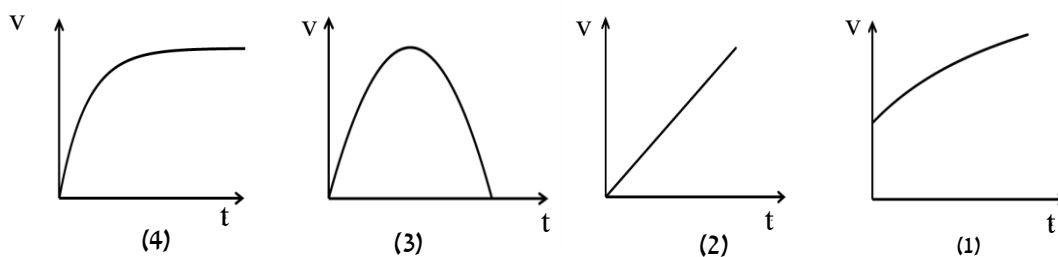


א. נתון כי המוט CD במנוחה.

- (1) מהו כיוון השדה המגנטי? נמקו.
 (2) בטאו את מסת המשקולת בעזרת נתוני השאלה וקבועים פיזיקליים. (5 נקודות)

עתה מחליפים את הסוללה בנורה שהתנגדותה R ורואים שהנורה דולקת.

- ב. הסבירו מדוע הנורה דולקת. (4 נקודות)
 ג. איזה מארבעת הגרפים הבאים מתאר באופן הטוב ביותר את מהירות המוט כפונקציה של זמן? נמקו. (5 נקודות)



- ד. בטאו את המהירות המרבית שאליה יגיע המוט בעזרת נתוני השאלה וקבועים פיזיקליים. (5 נקודות)

ה. (1) הוכיחו כי, אחרי שיגיע המוט למהירותו המרבית, הפחת באנרגיה הפוטנציאלית הכובדית של המשקולת בפרק זמן Δt משתווה לאנרגיה החשמלית המתפתחת בנורה באותו פרק זמן. (6 נקודות)

- (2) הסבירו מדוע שוויון זה מתקיים רק אחרי שהגיע המוט למהירותו המרבית. (4 נקודות)