



מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

חשמל

הוראות לנבחן

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

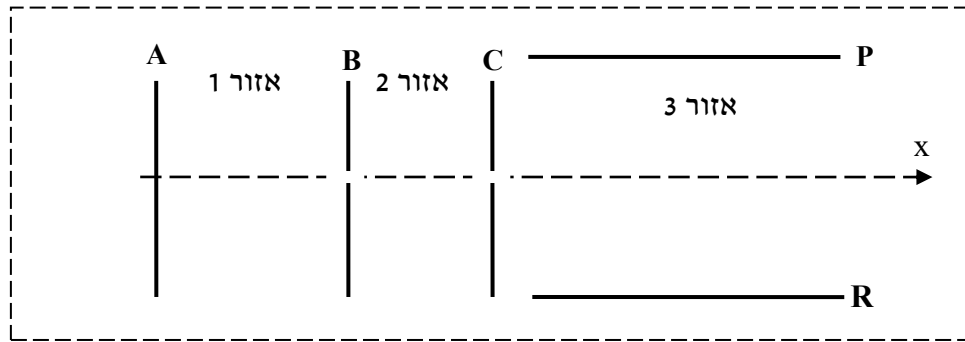
- א. משך הבחינה: 105 דקות
 - ב. מבנה השאלון: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.

לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות; $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות.
 - ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון
2. נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.
 - ד. הוראות מיוחדות:
 - (1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
 - (2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. (כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים). לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום ביחידות המתאימות את התוצאה המתקבלת.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או מהירות האור בריק c.
 - (4) בחישובך השתמש בערך של $10\frac{m}{s^2}$ בשביל תאוצת הנפילה החופשית.
- (4) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

בהצלחה!

שאלה מס' 1

בתרשים 1 מתוארים שלושה אזורים בהם שורר ריק. בכל אחד מהאזורים השדות החשמליים אחידים.



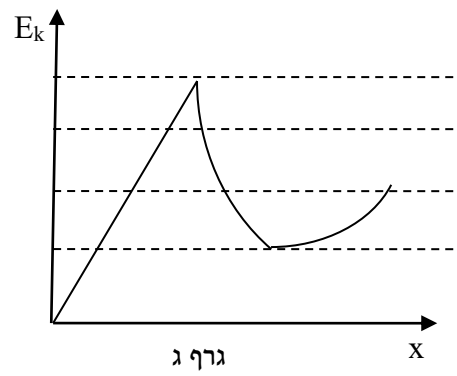
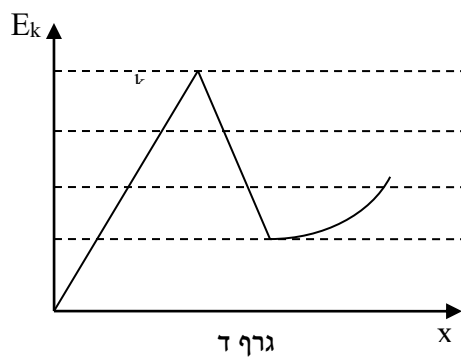
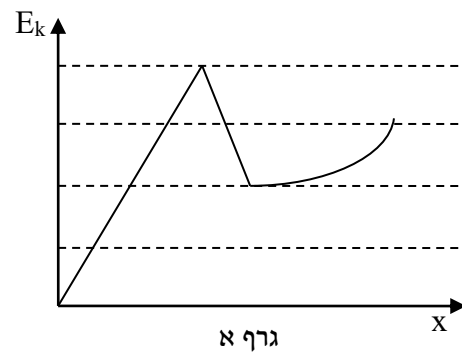
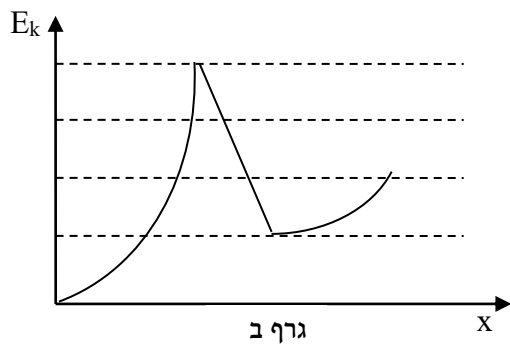
תרשים 1

אלומת אלקטרונים צרה מואצת ממנוחה באזור 1 לאורך ציר x בשדה חשמלי שנוצר על ידי מתח $V_{AB}=400V$. האלומה ממשיכה לאזור 2 בין שני לוחות אנכיים B ו-C. באזור זה האלקטרונים מאבדים מחצית ממהירותם.

בהמשך האלומה נכנסת לאזור 3 בו שורר שדה חשמלי הנוצר על ידי לוחות אופקיים P ו-R שאורכם $L=10\text{cm}$. האלומה יוצאת מאזור 3 בזווית הטייה של $\alpha=12^\circ$ כלפי מטה ביחס לציר x .

- א. מהי מהירות האלקטרונים בהגעתם ללוח B? (5 1/3 נקודות)
- ב. מהו הפוטנציאל של לוח C ביחס ללוח B? (6 נקודות)
- ג. מהי תאוצת האלקטרונים באזור 3? (9 נקודות)
- ד. מקרבים את הלוחות P ו-R בלי לשנות את המתח שביניהם. האם כתוצאה מכך זווית ההטייה של האלומה תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק. (6 נקודות)
- ה. בתרשים 2 מוצגים גרפים המתארים את שינוי האנרגיה הקינטית של אלקטרון באלומה כתלות בשיעור ה- x שלו. איזה מהם מתאר את הקשר $E_k(x)$ בצורה נכונה ביותר? פרט שיקולך. (7 נקודות)

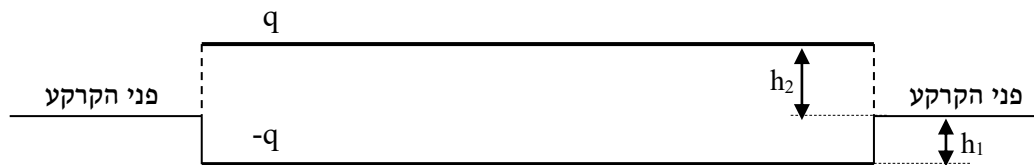
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא)



תרשים 2

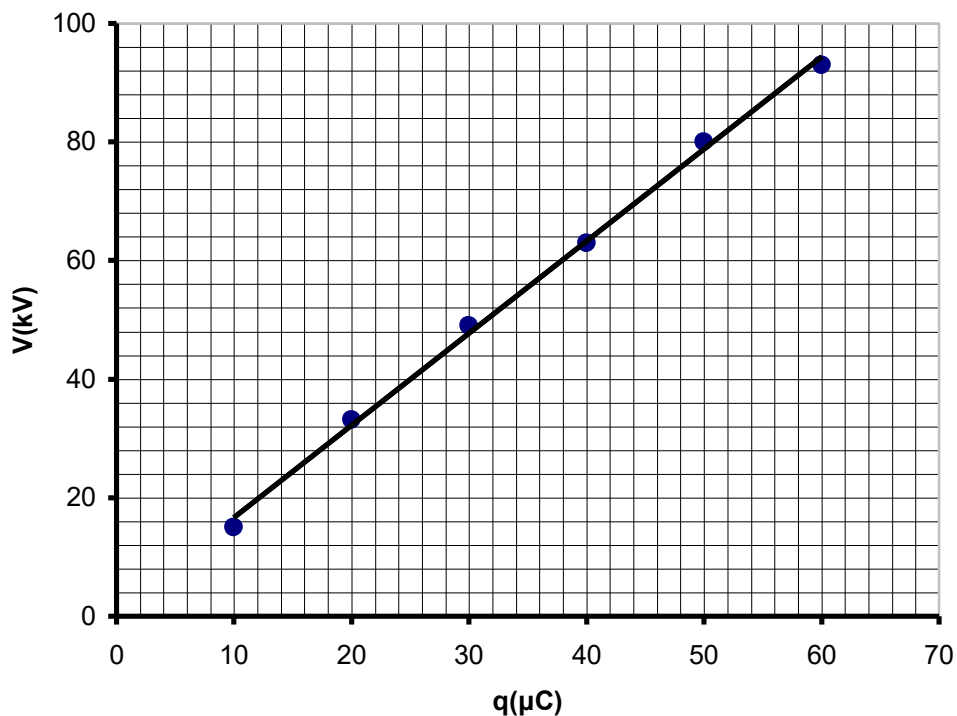
שאלה מס' 2

חפרו בור שעומקו h_1 . שטח התחתית הוא A ודפנותיו אנכיות. תחתית הבור מכוסה בלוח אלומיניום דק. מעל לבור ובגובה h_2 , מעל פני הקרקע מורכב לוח אלומיניום דק נוסף, בעל אותו שטח (ראה תרשים א). הלוח העליון נתלה על מוטות מבודדים ונטען במטען חיובי q . מסתבר, ששני הלוחות מקיימים תכונות של קבל, כלומר, הלוח התחתון נטען במטען שלילי $-q$. בטא תשובותיך באמצעות הפרמטרים $\epsilon_0, q, A, h_2, h_1$ או חלק מהם.



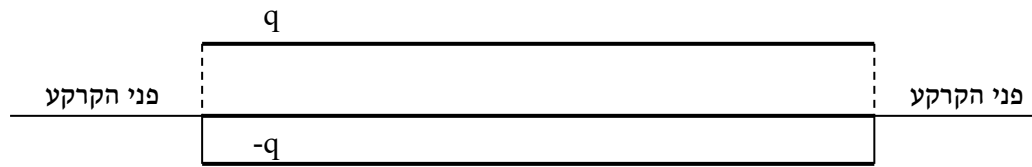
תרשים א

- א. (1) מהו קיבול הקבל שנוצר? (3 1/3 נקודות)
 (2) מהו המתח בין הלוחות? (5 נקודות)
- ב. מהי העבודה שיש לבצע כנגד הכוחות החשמליים על מנת להרים את הלוח העליון לגובה $2h_2$ מעל פני הקרקע? (התעלם מהאנרגיה הפוטנציאלית הכובדית). (7 נקודות)
- ג. בוצע ניסוי במסגרתו שינו את ערך המטען על הלוח העליון (בהתאם השתנה גם המטען על הלוח התחתון) ומדדו עבור כל מטען את המתח שנוצר בין שני הלוחות. הגרף הבא מתאר את תלות המתח בין הלוחות במטען.



- חשב על פי הגרף את קיבול הקבל והסבר שיקוליק (שים לב ליחידות המדידה של המטען והמתח). (7 נקודות)
- (שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא)

אחרי שמרימים את הלוח העליון לגובה $2h_2$ מעל פני הקרקע פורסים בגובה פני הקרקע לוח מוליך דק נוסף, מבודד משני הלוחות האחרים ומהאדמה. שטח הלוח הנוסף גם הוא A. משלושת הלוחות נוצרו שני קבלים (איור ב).

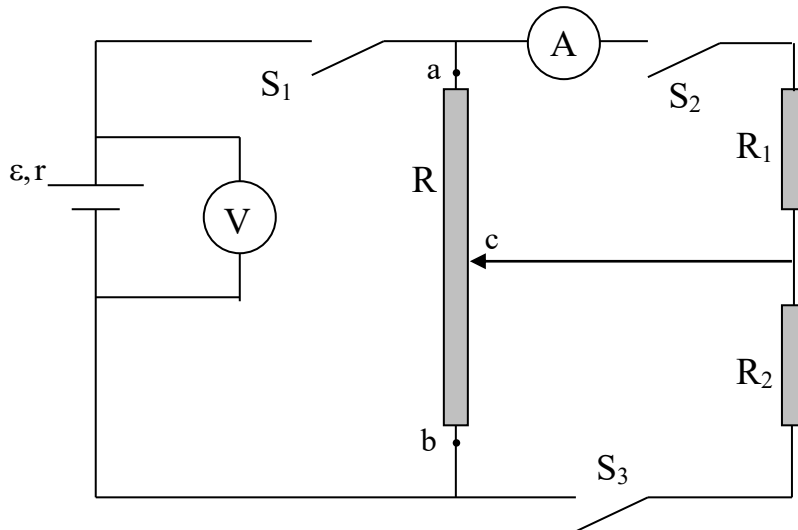


איור ב

- ד. הסבר מדוע אפשר להתייחס למערכת שלושת הלוחות כאל שני קבלים מחוברים בטור. (5 נקודות)
- ה. הוכח שהקיבול השקול של המערכת המורכבת משלוש הלוחות שווה לקיבול הקבל לפני שהוסיפו את הלוח השלישי. (6 נקודות)

שאלה מס' 3

נתון המעגל החשמלי המתואר בתרשים, המכיל מקור כ"מ ε לא ידוע והתנגדות פנימית $r = 1\Omega$, נגד משתנה, שני נגדים קבועים $R_1 = 60\Omega$ ו- $R_2 = 30\Omega$, שלושה מפסקים, מד-מתח ומד-זרם אידיאליים. התנגדותו הכוללת של הנגד המשתנה בין הנקודות a ו- b היא R. במצב ההתחלתי, שלושת המפסקים פתוחים והגרר c של הנגד המשתנה נמצאת במרחק שווה מהקצוות a ו- b.

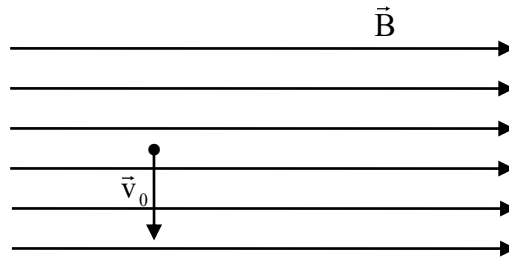


- א. כאשר כל המפסקים פתוחים, מד המתח מורה על $12.2V$. כשסוגרים את המפסק S_1 (שני המפסקים האחרים נשארים פתוחים) מד המתח מורה על $12V$.
- (1) מהם כ"מ המקור ε והתנגדות הנגד R? (8 נקודות)
- (2) מהו הפרש הפוטנציאלים בין הדקי המפסק S_3 במצב שהמפסק S_1 בלבד סגור? (5 נקודות)
- ב. עתה, בנוסף למפסק S_1 סוגרים גם את המפסק S_2 . האם כתוצאה מכך -
- (1) הוריית מד המתח תגדל, תקטן או תישאר כפי שהייתה לפני סגירת S_2 ? נמק (אין צורך בחישוב). (4 נקודות)
- (2) הפרש הפוטנציאלים בין הדקי המפסק S_3 יגדל, יקטן או יישאר כפי שהיה לפני סגירת S_2 ? נמק (אין צורך בחישוב). (5 נקודות)
- ג. במצב אחר, כל שלושת המפסקים סגורים. מזיזים את הגרר c מקצה אחד של הנגד המשתנה R עד לקצהו השני, כך שהוריית מד הזרם גדלה החל מ- 0.
- (1) באיזה קצה של הנגד המשתנה, a או b, נמצאת הגרר כאשר הוריית מד הזרם הינה 0? נמק. (5 1/3 נקודות)
- (2) חשב מהי הוריית מד הזרם, כאשר הגרר c נוגעת בקצה השני של הנגד המשתנה. רשום תשובתך בדיוק של 3 ספרות משמעותיות. (6 נקודות)

שאלה מס' 4

פרוטון נע בתוך שדה מגנטי אחיד שעוצמתו 0.1T . גודלה של המהירות ההתחלתית של הפרוטון

היא $v_0 = 2.5 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ וכיוונה 90° ביחס לקווי השדה, כמתואר באיור.



- א. (1) מהו כיוון הכוח המגנטי הפועל על הפרוטון? הסבר. (2 נקודות)
 (2) הסבר מדוע תנועת הפרוטון בשדה תהיה מעגלית קצובה. (3 נקודות)
 ב. חשב את רדיוס המסלול ואת זמן המחזור של התנועה. (6 נקודות)

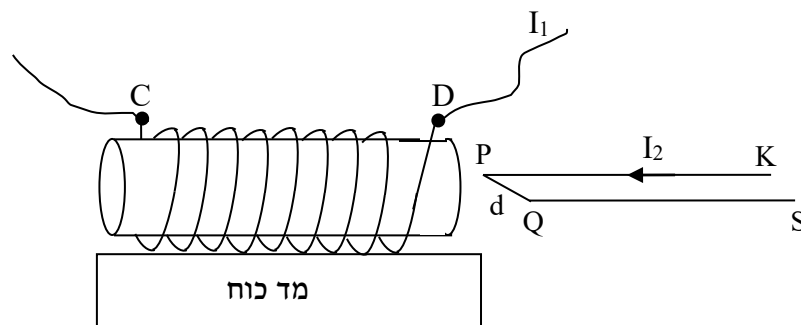
פרוטון אחר נכנס לאותו שדה מגנטי במהירות שגודלה $2v_0$ וכיוונה יוצר 30° עם כיוון השדה.

- ג. (1) מה תהיה צורת המסלול של פרוטון זה? נמק. (3 נקודות)
 (2) האם רדיוס המסלול וזמן המחזור של פרוטון זה שונים מאלה שחישבת בסעיף ב עבור הפרוטון הראשון? נמק. (5 1/3 נקודות)
 (3) האם האנרגיה הקינטית של פרוטון זה נשמרת במהלך תנועתו? נמק. (3 נקודות)
 ד. מחליפים את הפרוטון השני באלקטרון, הנכנס לשדה באותה מהירות $2v_0$ ובאותו כיוון כמו הפרוטון השני. רשום את כל ההבדלים בין מסלול האלקטרון בשדה המגנטי לבין המסלול של הפרוטון השני. נמק. (8 נקודות)
 ה. עתה מחליפים את האלקטרון בנויטרון שמהירותו זהה. הסבר במה שונה מסלול הנויטרון בשדה המגנטי ממסלולם של שני החלקיקים האחרים. (3 נקודות)

שאלה מס' 5

קבוצת תלמידים קיבלה משימה למצוא בדרך נסיונית את מספר הליפופים, N , של סליל ארוך (סילוני) שאורכו $L=40\text{cm}$, ומשקלו w . התלמידים תכננו ניסוי באמצעות מערכת המתוארת באיור.

במערכת הניסוי הסליל מונח על מד-כוח והוא מחובר למקור מתח כך, שעוצמת הזרם, I_1 , דרך הסליל ניתנת לשינוי. בנוסף לסליל, המערכת מכילה תייל $KPQS$ מכופף בצורת "U" במישור אופקי ודרכו הוזרם זרם מ- K ל- S בעוצמה קבועה $I_2=4\text{A}$. אורך הקטע PQ הוא $d=4\text{cm}$. לצורך הניסוי מכניסים את התייל $KPQS$ אופקית לתוך הסליל ומקבעים אותו, כך שהצלע PQ נמצאת במרכז הסליל והתיל אינו נוגע בסליל. במצב זה, הגדלת עוצמת זרם I_1 דרך ליפוף הסליל גורמת להגדלת הערך הנמדד על ידי מד הכוח.



א. הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי אין צורך להתחשב בצלעות KP ו- QS של התיל המכופף.

(4 נקודות)

ב. (1) מהו כיוון השדה המגנטי בסליל? נמק.

(7 1/3 נקודות)

(2) האם כיוון הזרם I_1 בסליל הוא מ- C ל- D או מ- D ל- C ? נמק.

(3 נקודות)

ג. רשום ביטוי פרמטרי, המבטא את הוריית מד הכוח, F , באמצעות: $L, \mu_0, d, I_2, I_1, N, w$.

(6 נקודות)

להלן נתונים שנמדדו בניסוי במערכת המתוארת:

$I_1(\text{A})$	1	1.5	2	2.5	3
$F (10^{-3}\text{N})$ הוריית מד הכוח	2.3	2.9	3.3	3.6	4.2

ד. שרטט גרף של תלות הוריית מד הכוח בעוצמת זרם הסליל.

(5 נקודות)

ה. (1) חשב את שיפוע הגרף.

(4 נקודות)

(2) חשב, באמצעות הגרף ובדיוק הטוב ביותר האפשרי את מספר הליפופים, N .

(4 נקודות)