

שאלון הבגרות בחשמל – 1999

ענה על שלוש מתוך חמש השאלות 1-5 (לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1.

ילד רוצה להפעיל צעצוע חשמלי באמצעות סוללות זהות העומדות לרשותו. לכל אחת מהסוללות כא"מ של $1.5V$ והתנגדות פנימית של 100Ω . ההתנגדות החשמלית של הצעצוע היא 20Ω .

א. הילד חיבר לצעצוע סוללה אחת. חשב את הזרם העובר במעגל החשמלי של הצעצוע. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

ב. נצילות המעגל החשמלי מוגדרת כיחס בין ההספק המופק בצעצוע לבין ההספק המושקע במעגל כולו. הראה כי נצילות המעגל, שבו סוללה אחת מחוברת לצעצוע היא $1/6$. (8 נקודות)

ג. כדי שהצעצוע יפעל "חזק יותר", וכדי להגדיל את הנצילות, הילד מחבר לצעצוע שתי סוללות המחוברות בטור (במקום הסוללה האחת).

(1) חשב את הזרם בצעצוע במצב זה.

(2) הראה כי נצילות המעגל, שבו שתי סוללות מחוברות בטור, אף נמוכה מנצילות המעגל, שבו

רק סוללה אחת הייתה מחוברת לצעצוע. (10 נקודות)

ד. אחותו של הילד מציעה לחבר לצעצוע שתי סוללות שיהיו מחוברות במקביל (במקום בטור).

(1) חשב את זרם בצעצוע במצב החדש (חיבור במקביל).

(2) חשב את נצילות המעגל במצב החדש, והראה כי חיבור שתי הסוללות במקביל אכן שיפר

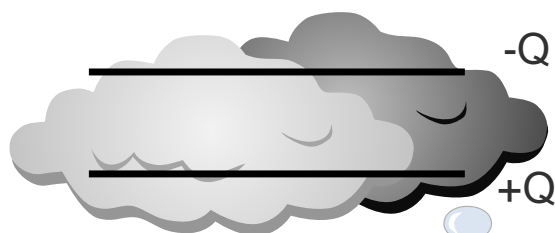
את הנצילות בהשוואה לנצילות בסעיף ב. (10 נקודות)

2.

א. תאר מהוא "קבל" (4 נקודות)

על-פי מודל פשוט, אפשר להסתכל על ענן סערה כזוג לוחות מקבילים של קבל (ראה תרשים),

ובניהם חומר שהקבוע הדיאלקטרי היחסי שלו 1.2.



נשתמש במודל זה עבור ענן סערה מסוים, שבו השטח של כל לוח הוא $2 \times 10^6 m^2$, המרחק בין הלוחות הוא $500m$, ובין הלוחות שורר מתח של $2 \times 10^7 V$.

ב. חשב את האנרגיה האגורה בקבל. (9 נקודות)

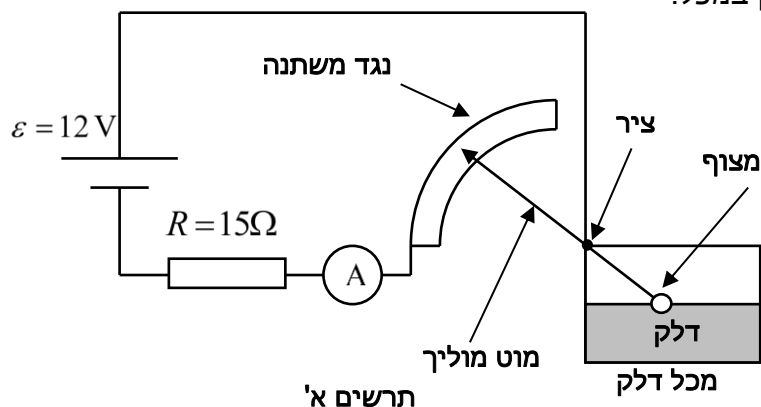
ג. חשב את הכוח החשמלי הפועל על אלקטרון הנמצא בין לוחות הקבל. (9 נקודות)

ד. ברק עובר מהלוח האחד של הקבל ללוח האחר, והקבל נפרק לחלוטין במשך $0.01s$. חשב את

הזרם הממוצע של הברק. ($11\frac{1}{3}$ נקודות)

3.

בתרשים א' מתואר מעגל חשמלי של מד-דלק במכונית. הוריית האמפרמטר שבמעגל משמשת קנה-מידה לכמות הדלק במכל.

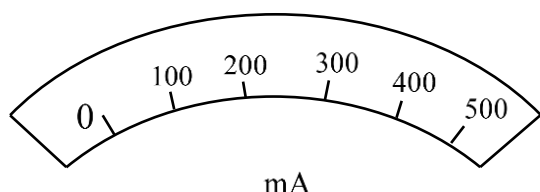


א. כיצד משתנה הוריית האמפרמטר כאשר כמות הדלק במכל קטנה? הסבר במילים (בלי חישובים) את תשובתך. (8 נקודות)

הכא"מ ε של מצבר המכונית הוא 12V, התנגדות הנגד R היא 15Ω , וההתנגדות המרבית של הנגד המשתנה היא 200Ω . התנגדות האמפרמטר וההתנגדות הפנימית של המצבר ניתנות להזנחה. כאשר מכל הדלק מלא, האמפרמטר מורה 500mA.

ב. חשב את ההתנגדות הנגד המשתנה כאשר מכל הדלק מלא. (9 נקודות)
 ג. חשב את הזרם שמורה האמפרמטר כאשר אין דלק במכל, בהנחה שהתנגדות הנגד המשתנה במצב זה היא מרבית (200Ω). (5 נקודות)

ד. בתרשים ב' מתוארת הסקלה של האמפרמטר ב-mA.



תרשים ב'

(1) העתק את התרשים למחברתך, וסמן בו את הוריית המחוג בשני מצבים: במצב שבו המכל מלא (רשום "מכל מלא") ובמצב שבו המכל ריק (רשום "מכל ריק").

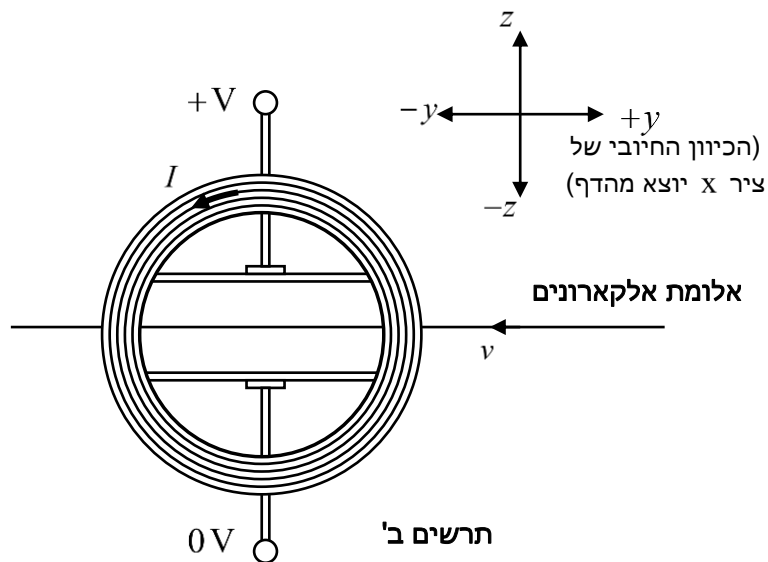
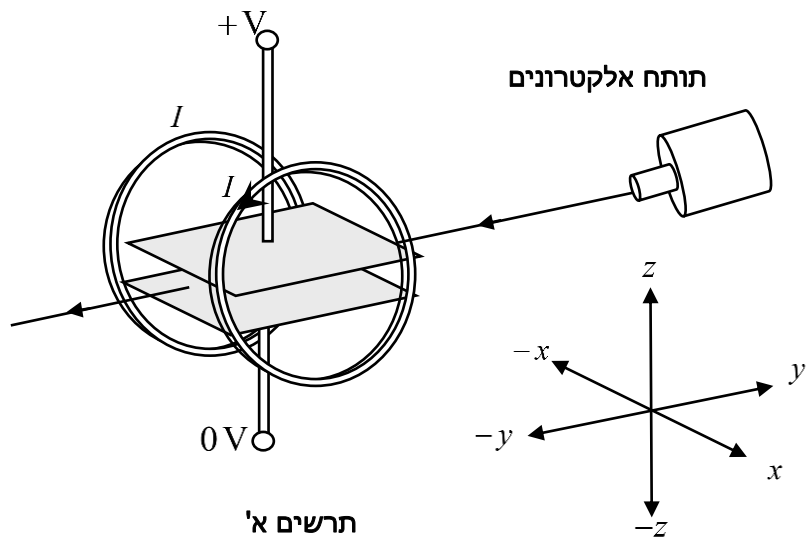
(2) משפחת ישראלי יצאה לטיול ברכב. בתחילת הנסיעה הייתה הוריית המחוג 500mA, ובסוף הנסיעה היא הייתה 200mA. הוסף לתרשים שהעתקת את הוריית המחוג בסוף הנסיעה, וחשב איזה חלק מהוה כמות הדלק שנצרכה בנסיעה זו מכמות הדלק שהייתה במכל. הנח שיש קשר לינארי בין הזרם באמפרמטר לבין נפח הדלק במכל. (11 1/3 נקודות)

4.

מתקן שעשוי משפורפרת זכוכית המרוקנת מאוויר, כולל: "תוחח אלקטרוניים" הפולט אלומה מקבילה של אלקטרוניים שגודל מהירותם v , שני לוחות אופקיים של קבל שביניהם שורר שדה חשמלי שעוצמתו E, ושני סלילים זהים המאונכים ללוחות.

בכל אחד מהסלילים זורם זרם I, היוצר ביניהם שדה מגנטי אחיד שעוצמתו B. בתרשימים א' ו-ב' מתוארים החלקים העיקריים של השפורפרת, ומסומנים כיווני הזרמים בסלילים.

הלוח העליון של הקבל מחובר לפוטנציאל חיובי, והלוח התחתון מחובר לפוטנציאל אפס.



הזנח את הכוח שמפעיל כדור הארץ על אלומת האלקטרונים, וענה על הסעיפים א-ג.

א. היעזר במערכת הצירים x, y, z שמתוארת בכל אחד מהתרשימים א' ו-ב', וקבע את כיווני השדות והכוחות שבתת-סעיפים (1) – (4) שלהלן. רשום את הכיוון על-ידי ציון הציר באמצעות האות x או y או z ולידה הסימן + (פלוס) או הסימן – (מינוס).

(1) כיוון השדה החשמלי \vec{E} .

(2) כיוון השדה המגנטי \vec{B} .

(3) כיוון הכוח, שמפעיל השדה החשמלי \vec{E} בלבד על אלומת האלקטרונים בהיכנסה לשדה החשמלי.

(4) כיוון הכוח, שמפעיל השדה המגנטי \vec{B} בלבד על אלומת האלקטרונים בהיכנסה לשדה המגנטי. (12 נקודות)

ב. העוצמות של השדות \vec{E} ו- \vec{B} נקבעו כך שאלומת האלקטרונים נעה בקו ישר. בטא את מהירות האלקטרונים v באמצעות E ו- B . (13 נקודות)

ג. (1) מבטלים את השדה החשמלי בין לוחות הקבל (השדה המגנטי נשאר כמו שמתואר בסעיף ב). אלומת האלקטרונים נעה במצב זה בקשת של מעגל שרדיוסו R . בטא את היחס e/m של האלקטרון באמצעות E , B ו- R .

(2) מצא את הערך של R עבור הערכים $E = 2 \times 10^4 \frac{N}{C}$, $B = 8 \times 10^{-4} T$. ($8\frac{1}{3}$ נקודות)

5.

תלמיד רצה למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לשם כך הוא מתח על שולחן תיל ישר וארוך בכיוון צפון-דרום (המגנטי של הארץ). הוא חיבר בטור אל התיל נגד משתנה, אמפרמטר ומקור מתח, והזרים בתיל זרם שעוצמתו $I = 3.7 A$ וכיוונו מדרום לצפון.

התלמיד הציב מצפן בגובה r מעל התיל, ומדד את זווית הסטייה α של מחט המצפן מכיוון צפון. התלמיד שינה את r כמה פעמים, ובכל פעם מדד את α . תוצאות המדידות רשומות בטבלה

שלפניך, וכן רשומים ערכים של $\text{ctg} \alpha$ ($\text{ctg} \alpha = \frac{1}{\text{tg} \alpha}$).

r (cm)	2.2	3.6	5.0	6.3	7.8
α	48.5°	36°	26°	21°	18°
$\text{cot} \alpha$	0.9	1.4	2.1	2.6	3.1

א. סרטט גרף של $\text{ctg} \alpha$ כפונקציה של r . (9 נקודות)

ב. סרטט את מחט המצפן ואת הכיוונים של כל אחד מהשדות המגנטיים הפועלים עליה (במצב שבו עובר זרם במעגל החשמלי). סמן בסרטוט את הזווית α . (6 נקודות)

ג. (1) פתח ביטוי ל $\text{ctg} \alpha$ כפונקציה של r .

(2) חשב בעזרת הגרף, שסרטט בסעיף א, את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. (12 נקודות)

ד. אילו התלמיד היה חוזר על הניסוי במקום גאוגרפי אחר (עם אותם ערכים של r ושל I), האם

הערכים של α שהיו מתקבלים היו זהים לאלה שבטבלה? נמק.

(אל תתייחס לשגיאות שנובעות מגורמים שונים של אי-דיוקים). ($6\frac{1}{3}$ נקודות)