

הצעת פתרון - בחינת הבגרות בפיזיקה (חשמל ומגנטיות)

קיץ 2014 - שאלון 655,036002

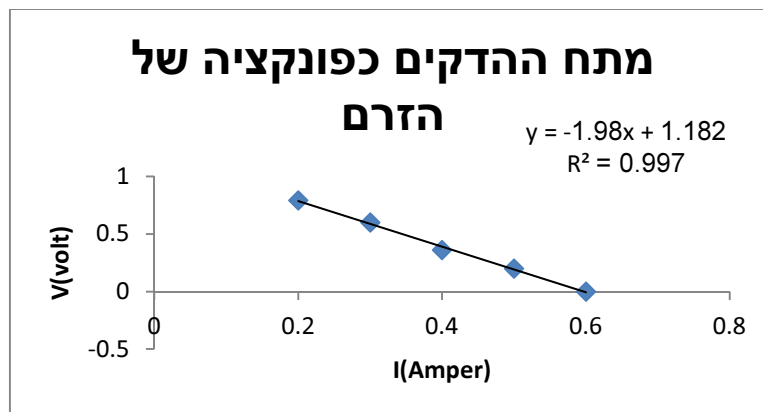
הצעת הפתרון נכתבה על-ידי מיקי בנימיני, אודי נעים, עופר יגל ואיתי הרטמן מורים לפיזיקה בבתי הספר של קידום.

שאלה 1

- א. כיוון השדה הוא בכיוון מורד הפוטנציאל:
 בין לוח A ללוח B השדה מכוון שמאלה (מלוח B אל לוח A)
 בין לוח B ללוח C השדה מכוון ימינה (מלוח B אל לוח C)
- ב. נחשב את עוצמת השדה מהביטוי: $|E| = \frac{|\Delta V|}{d}$
- נקבל: $E_{BC} = \frac{|-200 - 100|}{0.75 - 0.5} = 1200 \text{ N/C} = 1200 \text{ volt/m}$ ו $E_{AB} = \frac{100}{0.5} = 200 \text{ N/C} = 200 \text{ volt/m}$
- ג. השדה החשמלי בין הלוחות אחיד לכן הכוח החשמלי קבוע. כאשר הכוח השקול קבוע התאוצה קבועה (לפי חוק שני של ניוטון).
- ד. משימור אנרגיה: $V_A \cdot q = V_B \cdot q + \frac{1}{2} m v_B^2$
- לאחר הצבה נקבל: $v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 6.4 \cdot 10^{-19}}{8 \cdot 10^{-25}}} = 12649.1 \text{ m/s}$
- ה. החלקיק הוא ממונחה במתח של 100 (volt) לכן הוא יבלם על ידי אותו מתח, המתח בין B ל C גדול ממתח זה (ומהווה מתח בלימה עבור החלקיק השלילי) לכן החלקיק לא יגיע ל C.

שאלה 2

- א. מד זרם שאינו אידיאלי \leftarrow מד זרם בעל התנגדות (שאינה אפס). בשני המעגלים ההתנגדות השקולה זהה ולכן הזרם הכללי זהה. לפי חוק אום המתח שימדד במעגל ב' יהיה גדול יותר (הזרם הכללי כפול ההתנגדות של מד הזרם והנגד יחד).
- ב. הגרף המבוקש:



- ג. לפי הגרף הכא"מ (נקודת החיתוך עם ציר המתח) הוא $\varepsilon = 1.182(\text{volt})$ וההתנגדות הפנימית (הערך השלילי של שיפוע הגרף) היא $r = 1.98(\Omega)$.
- ד. נוכל למדוד ישירות כא"מ של סוללה על ידי חיבור וולטמטר אידאלי לסוללה במצב בו לא זורם זרם בסוללה (למשל מדידת מתח ההדקים במצב בו גררת הנגד המשתנה מנותקת).
- ה. לא נוכל למדוד ישירות התנגדות פנימית (ללא חישוב). לחישוב ההתנגדות הפנימית עלינו לדעת את כא"מ הסוללה, את עוצמת הזרם דרכה ואת מתח ההדקים. לחילופין ניתן למצוא את ההתנגדות הפנימית מתוך ידיעת זרם הקצר והכא"מ (עדיין חישוב).

שאלה 3

- א. הנגד R_3 מחובר במקביל לנגדים R_2, R_4 לכן המתח על R_3 גדול יותר מהמתח על R_4 .
- ב. ההתנגדות השקולה במעגל: $R_T = R_1 + R_3$ $P(R_2 + R_4) = R + 3R$ $6R = R + 2R = 3R$
- הזרם הכללי: $I_T = \frac{\varepsilon}{R_T} = \frac{\varepsilon}{3R}$
- המתחים: $V_4 = \frac{4}{6}V_3 = \frac{4\varepsilon}{9}$, $V_2 = \frac{2}{6}V_3 = \frac{2\varepsilon}{9}$, $V_3 = \varepsilon - V_1 = \frac{2\varepsilon}{3}$, $V_1 = I_T R_1 = \frac{\varepsilon}{3}$
- ג. נחשב את ההספק לפי הביטוי $P = \frac{V^2}{R}$:
- $P_1 = \frac{V_1^2}{R} = \frac{1}{9} \frac{\varepsilon^2}{R}$, $P_2 = \frac{2}{81} \frac{\varepsilon^2}{R}$, $P_3 = \frac{4}{27} \frac{\varepsilon^2}{R}$, $P_4 = \frac{4}{81} \frac{\varepsilon^2}{R}$
- בסדר עולה: $P_3 > P_1 > P_4 > P_2$
- ד. הגדלת R_4 תגדיל את ההתנגדות השקולה במעגל ותקטין את הזרם הכללי. עוצמת הזרם דרך R_1 תקטן.
- ה. החלפת R_4 בחוט מבודד תנתק את הענף של R_4 ו R_2 . ההתנגדות השקולה במעגל תהיה
- $I_T = \frac{\varepsilon}{4R}$ והזרם הכללי במעגל יהיה $R_T = R_1 + R_3 = 4R$
- במונחים של הזרם הכללי במעגל המקורי: $I_{T_{new}} = \frac{3}{4} I_{T_{old}}$
- דרך R_2 לא זורם זרם.
- דרך R_3 ו R_1 יזרום הזרם הכללי החדש.

שאלה 4

- א. **בשלב הראשון (כניסת המסגרת לשד"מ):** פועל כוח הכובד מטה וכוח מגנטי הפועל על תיל נושא זרם כלפי מעלה (הכוחות האופקיים מבטלים זה את זה). הכוח השקול על המסגרת קטן (מהירותה גדלה לכן הכוח המגנטי גדל עד שישתווה לכוח הכובד, אם יהיה לו מספיק זמן).
בשלב השני (המסגרת נמצאת כולה בשד"מ): פועל רק כוח הכובד, הכוח השקול קבוע.
בשלב השלישי (יציאת המסגרת מהשד"מ): פועל כוח הכובד מטה וכוח מגנטי הפועל על תיל נושא זרם כלפי מעלה (הכוחות האופקיים מבטלים זה את זה). הכוח השקול על המסגרת קטן.
- ב. **שלב א':** לפי כלל לנץ כיוון הזרם נגד כיוון השעון.
שלב ב': אין שינוי בשטף אין זרם.
שלב ג': לפי כלל לנץ כיוון הזרם עם כיוון השעון.
- ג. לפי החוק השני של ניוטון ברגע זה הכוח השקול על המסגרת הוא אפס:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow mg - BIl = 0 \Rightarrow I = \frac{mg}{Bl} = \frac{0.1 \cdot 10}{0.5 \cdot 0.5} = 4 \text{ (Ampere)}$$

ד. לפי הביטוי לכא"מ המושרה: $\varepsilon = Bvl = IR \Rightarrow v = \frac{IR}{Bl} = \frac{4 \cdot 1}{0.5 \cdot 0.5} = 16 \text{ m/s}$

שאלה 5

- א. החלקיקים נעו בכיוון ציר ה- x (או בכיוון ציר ה- x השלילי). במצב זה לא יפעל כוח מגנטי והחלקיקים יתמידו בתנועתם.
- ב. החלקיקים ינועו בקו עקום. הסבר: השדה החשמלי יגרום לחלקיקים להאיץ וברגע שתהיה להם מהירות יפעל עליהם גם הכוח המגנטי (בכיוון ציר z בתחילה).
- ג. התנאי להתמדה הוא ששקול הכוחות יתאפס: $\Sigma F = 0 \Rightarrow qE - qvB = 0 \Rightarrow v = \frac{E}{B}$
 חשוב לשים לב לכיווני הכוחות: כיוון הכוח החשמלי על מטען חיובי הוא בכיוון השדה החשמלי (ציר y), כיוון הכוח המגנטי לפי כלל יד ימין בכיוון ציר y השלילי.
- ד. באיזור בו קיים רק שדה מגנטי ינועו החלקיקים במסלול מעגלי (בפועל הם יעברו רק חצי מעגל עד פגיעתם במסך).
- ה. איזוטופים של יסוד נבדלים זה מזה במספר המסה שלהם (כלומר במסתם). אם נשתמש בניסוי ביונים בעלי מטען q זהה עבור כל האיזוטופים אז רדיוס הסיבוב של איזוטופים שונים יהיה שונה (בשלב תנועתם באיזור בו קיים רק שדה מגנטי).
 הביטוי לרדיוס הסיבוב מחוק שני של ניוטון:

$$\Sigma F = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$$

$$v = \frac{E}{B} \text{ : לפי סעיף ג'}$$

$$r = \frac{mE}{qB^2} \text{ : לכן רדיוס הסיבוב}$$

נוכל לראות שעבור מסות שונות נקבל רדיוסי סיבוב שונים.