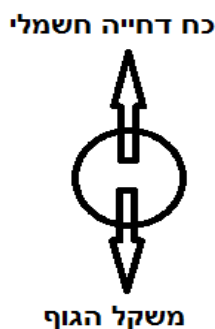


פתרון בגרות חשמל ומגנטיות 2012–05–16

1.

א. תרשים הכוחות:



הכוח החשמלי נתון בחוק קולון: $F_E = \frac{KQq}{r^2}$ משקל הגוף: $w = mg$

ב. מכיוון שהגוף בהתמדה: $\sum \vec{F} = 0$ ונקבל:

$$\frac{KQq}{y_0^2} - mg = 0 \Rightarrow y_0 = \sqrt{\frac{KQq}{mg}}$$

ג. האנרגיה הכוללת שווה לסכום של האנרגיה הקינטית והפוטנציאלית חשמלית:

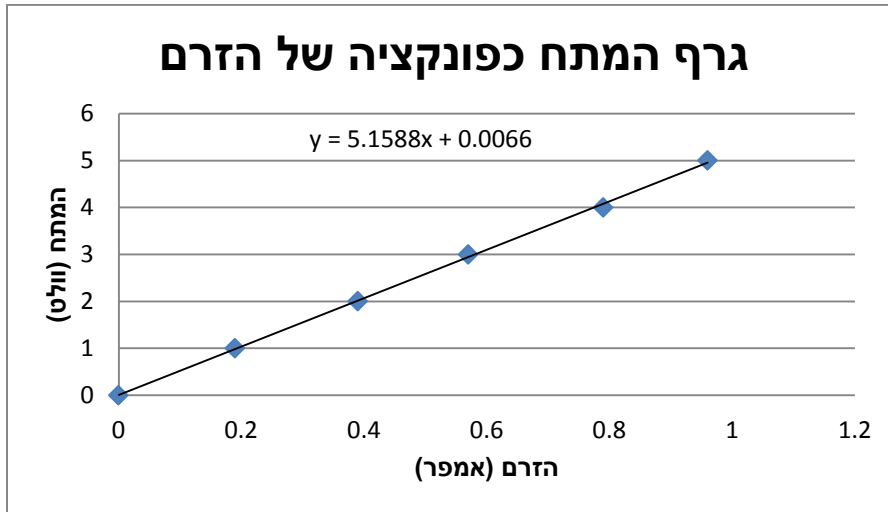
$$E_{Total} = \frac{mv^2}{2} + \frac{KQq}{x_0}$$

ד. כאשר החרוז יגיע למרחק המינימלי מהירותו תהיה אפס (רגעית), כלומר לא תהיה לו אנרגיה קינטית:

$$\frac{KQq}{x_{\min}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{KQq}{x_0} \Rightarrow x_{\min} = \frac{2x_0 KQq}{x_0 mv^2 + 2KQq}$$

ה. בתנועת החרוז מ x_0 ל x_{\min} מהירותו של החרוז הולכת וקטנה (עד לעצירה ב x_{\min}) ותאוצתו הולכת וגדלה כיוון שהכוח החשמלי הולך וגדל – מחוק שני של ניוטון כאשר הכוח גדל התאוצה גדלה. כיוון התאוצה והמהירות בשלב זה של התנועה מנוגדים.

א. המתח כפונקציה של הזרם :



על פי חוק אוהם: $V = RI$ התנגדות התיל שווה לשיפוע הגרף הישר: $R \approx 5.2(\Omega)$

ב. התנגדות של תיל נתונה בביטוי: $R = \rho \frac{l}{A}$ נוכל למצוא את ההתנגדות הסגולית על ידי הצבת הנתונים וההתנגדות שחושבה בסעיף א':

$$A = \pi r^2 \rightarrow A = 2 \times 10^{-7} (m^2)$$

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{5.2 \cdot 2 \times 10^{-7}}{1} = 1 \times 10^{-6} (\Omega m)$$

ג. על פי הביטוי מסעיף ב' ככל ששטח החתך של התיל גדול יותר התנגדותו קטנה יותר. יתקבל גרף אשר שיפועו קטן יותר (שיפוע הגרף = התנגדות)

ד. ההיגדים הנכונים הם 3 ו 4.

נימוק להיגד 3: על פי הגרף יזרום זרם בדיודה רק כאשר המתח עליה יהיה חיובי.

נימוק להיגד 4: שיפוע גרף האופיין (זרם כפונקציה של מתח) בכל נקודה שווה ל $\frac{1}{R}$. מהגרף

ניתן לראות כי ככל שהמתח גדול יותר השיפוע גדול יותר לכן ההתנגדות קטנה.

.3

- א. חלק מהאנרגיה ממומרת לחום כבר בסוללה על ידי הנגד הפנימי.
 ב. את מתח ההדקים (שהוא המתח על הנגד המשתנה – נגד העומס)
 ג. נקודה C מייצגת את זרם הקצר – כלומר הגררר בנקודה M וההתנגדות היחידה במעגל היא של הנגד הפנימי. נקודה B מייצגת מצב בו לא זורם זרם כלומר נקודה N (התנגדות אין סופית שקולה לנתק)
 ד. מהגרף:

$$I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r} = 6$$

$$P_{\max} = 3\varepsilon - 9r = 4.5$$

קיבלנו שתי משוואות בשני נעלמים. פתרון הוא:

$$\varepsilon = 3(\text{volt})$$

$$r = 0.5(\Omega)$$

- ה. כאשר ההספק מרבי התנגדות הנגד המשתנה שווה להתנגדות הנגד הפנימי. $R = 0.5(\Omega)$.

.4

- א. מכיוון שכיוון הזרמים בתיל הארוך ובתיל KN זהה הם מושכים זה את זה. לכן כיוון הכוח על KN הוא כלפי מטה. גודלו של הכוח על KN נתון בביטוי:

$$F_M = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} = 8 \times 10^{-6} (N)$$

- ב. הכוח השקול על כל המסגרת יהיה הסכום הווקטורי של הכוחות על KN ועל LM (הכוחות האופקיים שווים ומנוגדים מסימטריה):

$$\sum \vec{F} = F_{KN} - F_{LM} = 4 \times 10^{-6} (N)$$

כיוונו כלפי מטה.

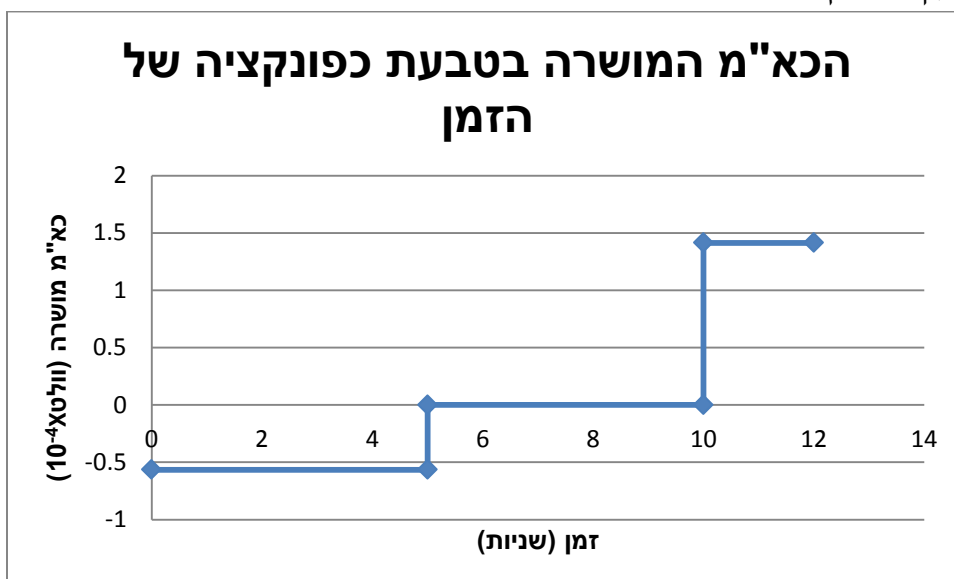
- ג. מחוק שלישי של ניוטון גודלו של הכוח על התיל האינסופי זהה לגודל הכוח השקול על הכריכה הריבועית והפוך לו בכיוונו (כלפי מעלה).
 ד. הכוח על התיל KL קטן בגודלו מהכוח על התיל KN מכיוון שהשדה המגנטי הולך ונחלש ככל שמתרחקים מהתיל האינסופי ולכן גם הכוח יקטן (אותו זרם אך לא אותו שדה מגנטי).
 ה. הגרף הנכון הוא גרף ג' – השדה המגנטי דועך ביחס הפוך למרחק מהתיל והכוח המגנטי פרופורציוני לשדה (בהזנחת השינוי בזרם).

א. מכיוון שהשדה המגנטי משתנה ליניארית גם השטף דרך הטבעת משתנה ליניארית :

$$\Phi(t) = \pi r^2 B(t) = \pi r^2 \cdot 0.02t$$

$$\varepsilon = N \frac{d\Phi}{dt} = \pi r^2 \cdot 0.02 = 5.65 \times 10^{-5} \text{ (volt)}$$

ב. הגרף המבוקש :



ג. $0 < t \leq 5$: זורם זרם נגד כיוון השעון – השטף המגנטי גדל (נוספים עוד א-ים), ע"פ חוק לנץ הזרם יתנגד לסיבת יצירתו (יוסיף נקודות)

$10 < t \leq 12$: זורם זרם בכיוון השעון – ע"פ חוק לנץ (א-ים נעלמים) הזרם יתנגד לסיבת היווצרותו (יוסיף א-ים).

ד. כאשר $t = 7(s)$ אין שינוי בשטף המגנטי לכן אין כא"מ מושרה ואין זרם מושרה. הספק החום שווה לאפס.

כאשר $t = 11(s)$ הכא"מ המושרה הוא $\varepsilon = 1.414 \text{ (volt)}$ וההספק

$$P = \frac{V^2}{R} = 4 \times 10^{-9} \text{ (Watt)}$$

ה. גרף הכא"מ לא ישתנה אך לא יזרום זרם (אין מעגל סגור) לכן לא יתפתח הספק.