

מבחן בחשמל ומגנטיות לפיסיקאים שנה א'

סמסטר ב' מועד ב' תשע"א

קורס מספר 86-120-01

משך הבחינה שלוש שעות בלבד, עם חומר פתוח.
פתרו 3 מ-4 שאלות. ערך כל שאלה 100/3 נקודות.

הערות:

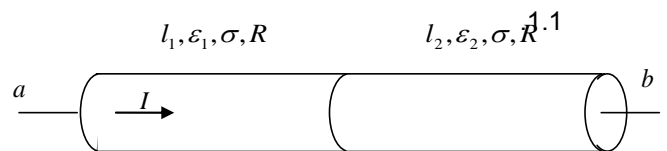
1. אותיות מודגשות מסמנות גודל ווקטורי.
2. ניקוד הסעיפים בכל שאלה זהה אלא אם-כן צויין אחרת.

בהצלחה

שאלה א'

1. נתונים 2 גלילים מלאים בעלי מוליכות σ , רדיוס R , מקדמים דיאלקטרים ϵ_1, ϵ_2 ואורכים l_1, l_2 בהתאמה (ראה ציור א1). זרם I זורם במעגל.

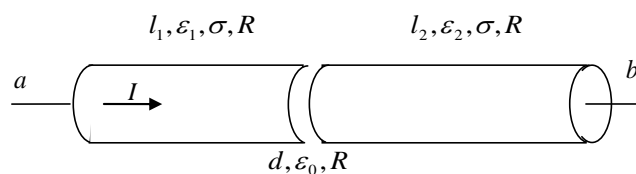
ציור א1



- 1.2. מהו הפרש הפוטנציאלים בין a ל b?
- 1.3. מצא את צפיפות הזרם בכל תווך.
- 1.4. מצא את השדה החשמלי בכל תווך.
- 1.5. מצא את צפיפות המטען החופשי בין שני התווכים. הסבירו!

2. מרחיקים בין 2 התווכים כך שנתר רווח של ריק ביניהם. מוליכות הריק היא 0. הרוחב של מרווח הריק הוא d המקיים $d \ll R$. מצב זה מתואר בציור א2. את המעריך הזה מחברים למקור זרם המספק זרם קבוע I_0 שאיננו תלוי בזמן

ציור א2



כעבור זמן Δt מנתקים את מקור הזרם וקיים נתק במעגל. ועתה,

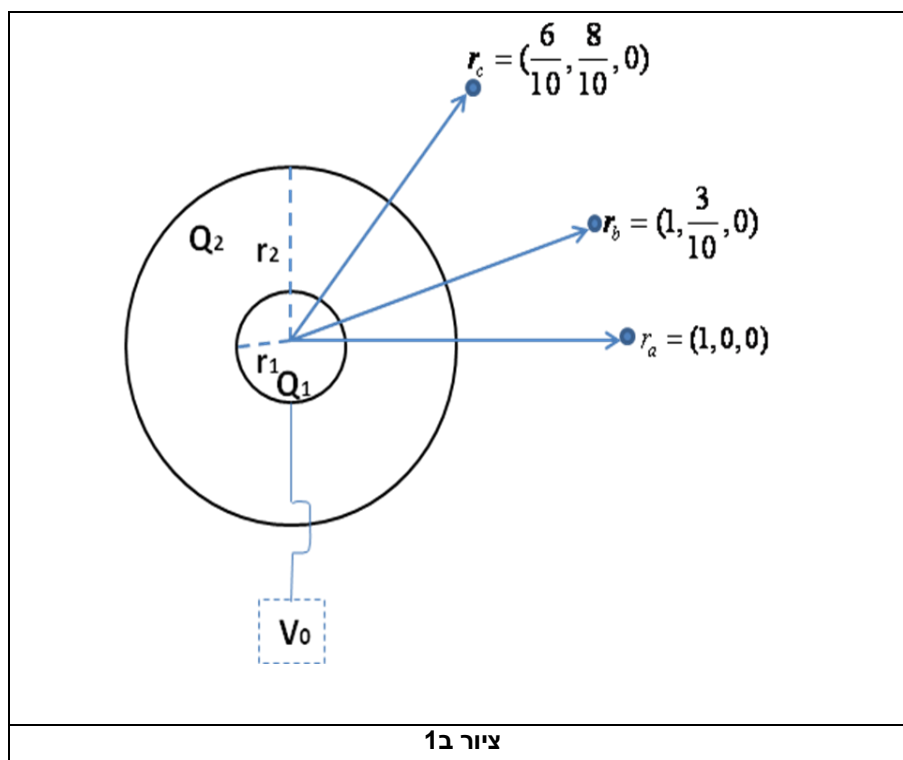
- 2.1. מהו השדה החשמלי בתווכים השונים?
- 2.2. מהו הפרש הפוטנציאלים בין a ל b?
- 2.3. מה הכוח שמפעיל גליל 1 על גליל 2?
- 2.4. כמה אנרגיה אגורה במערכת?
- 2.5. כמה אנרגיה סה"כ סופקה למערכת ע"י מקור הזרם במשך הזמן Δt ?

Comment [m1]: מה השיבותו של נתון זה?

שאלה ב':

המערכת הבאה מורכבת משתי קליפות כדוריות מוליכות (ראה ציור ב1). רדיוס הקליפה הפנימית $r_1 = \frac{1}{9}m$ ומטענה $Q_1 = 5 \cdot 10^{-9}C$. רדיוס הקליפה החיצונית $r_2 = \frac{5}{9}m$ ומטענה Q_2 . הקליפה הפנימית מחוברת למקור מתח קבוע $V_0 = -81V$. הקואורדינטות ניתנות במערכת קרטאזית.

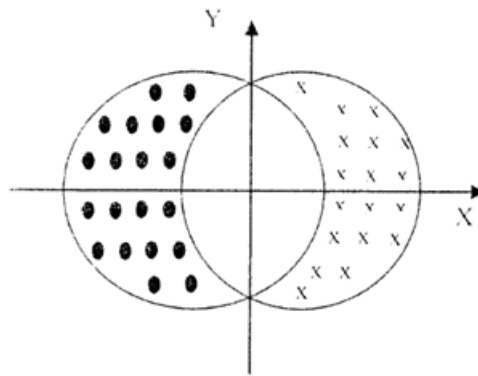
1. מהו השדה החשמלי ב- $r_a = (1, 0, 0)$? (8 נקודות)
2. מהי העבודה החשמלית אותה יש לבצע בכדי להעביר מטען $q = 5 \cdot 10^{-9}C$ מ- $r_a = (1, 0, 0)$ ל- $r_c = (\frac{6}{10}, \frac{8}{10}, 0)$ דרך $r_b = (1, \frac{3}{10}, 0)$ (איור 1)? (9 נקודות)
3. מהי העבודה החשמלית אותה יש לבצע בכדי להעביר מטען $q = 5 \cdot 10^{-9}C$ מ- $r_a = (1, 0, 0)$ ל- $r_c = (\frac{6}{10}, 1, 0)$ דרך $r_b = (1, \frac{3}{10}, 0)$? (9 נקודות)
4. כעת, מקצרים בין הכדור הפנימי לקליפה. מה יהיה הפוטנציאל והתפלגות המטען על כל אחת מהקליפות? (7 נקודות)



שאלה ג'

נתונים שני גלילים חופפים חלקית שצירם מקביל לציר Z . כפי הנראה באיור ג'1. רדיוס הגלילים R והמרחק בין מרכזיהם d (נתון כי $0 < d < 2R$). באזור החפיפה של הגלילים אין זרם. בתוך כל נפחו של הגליל, באזור שאינו חופף לגליל השני, ישנה צפיפות זרם אחידה. בגליל השמאלי צפיפות הזרם היא J_1 ובגליל הימני צפיפות הזרם היא $-J_2$. חשבו את השדה המגנטי באזור החפיפה של שני הגלילים.

ציור ג'1



שאלה ד'

מוט גלילי שמסתו M (גליל לבן בציורים) והתנגדותו החשמלית R מונח על מסילות/עניבות חסרת התנגדות חשמלית שצורתן האות 'ח' ומשולש שווה צלעות (ראו ציורים ד 1 ו- 2). במסילות/עניבות משולב מקור מתח ε . המסילות/העניבות מאוזנות.

בכל המרחב קיים שדה מגנטי אחיד B , הניצב למישור המסילות/עניבות (אל פני הקורא). בזמן $t = 0$ המוטות מצויים במנוחה ואז גם סוגרים העניבות באמצעות המפסקים a .

לגבי המקרים המוצגים בציורי ד 1 ו- 2

1. חשבו את שקול הכוחות הפועל על המוט בזמן $t = 0$.
2. האם קיים שדה משמר בבעיה? במידה וכן, היכן הוא מצוי ומה ערכו?
3. מה קורה מאוחר יותר מ- $t = 0$? מהי משוואת התנועה (הכוחות) של המוט?
4. הציגו באופן גרפי-איכותי את התלות בזמן של מאפייני תנועת המוט: מקום, מהירות ותאוצה הסבירו!
5. חיזרו על שני הסעיפים הקודמים עבור ציור ד 1 בלבד. הפעם λ היא ההתנגדות האורכית של המוליך ממנו עשויה העניבה/המסילה.

