

מבחן בחשמל ומגנטיות לפיסיקאים שנה א'
 סמסטר ב' מועד ב' תשע"ב
 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.

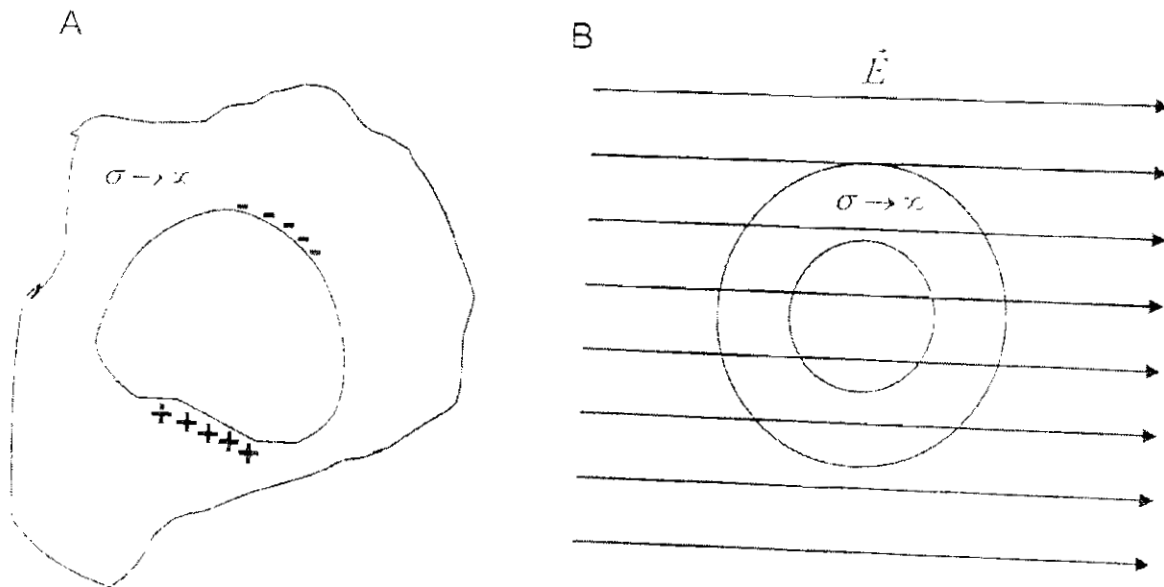
בהצלחה

שאלה א' (34 + 6 נקודות בonus)

1. בציר 1A נתון גוש מוליך $\sigma \rightarrow \infty$ ובתוכו חלל פנימי. דרך תעלה זעירה שאיננה פוגעת בשלמות הגוש מטעינים את הגוש במטעו חיובי על ידי מגע (באמצעות מוט טעון דקיק) **בפן הפנימי התחתון** של הגוש. דהיינו ברצפת החלל הפנימי. האם יתכן כי המטען החיובי שהוטען יישאר צמוד **לפן התחתון** כמוצג בציר? לכאורה במצב כזה מספק המוליך מטען שלילי **לפן העליון** של החלל הפנימי (דהיינו לתקרת החלל) המרתק את המטען החיוב למקומו. האם חוק גאוס מאפשר קיום מצב זה? הוכיחו מתמטית את נכונות טענתכם והסבירו בפרוט את תשובתכם. (20)

2. ציר 1B: אל תוך מרחב בו מצוי שדה חשמלי E הומוגני (הזויים מקבילים בציר) מוכנסת קליפה כדורית מוליכה.

- 2.1 הסבר כיצד יראה השדה במרחב וכן התפלגות המטען. צייר באופן סכמאתי את תשובתך. (6)
- 2.2 נציין את צפיפות המשטחית של המטען המושרה ב- ρ_s . היכן תקבל הצפיפות המרבית? חשבו באופן פרמטרי את ערך השדה החשמלי שם? ועתה. מטען בוחן המוצב מחוץ לקליפה ובסמוך לאזור זה 'רואה' את המשטח כאין-סופי ועל פניו ρ_s . השוו את הערך שקיבלתם לערך השדה המתקבל ממשטח אין-סופי הטעון ρ_s . האם כן/לא זהות התוצאות? הסבירו בפרוט. (14)



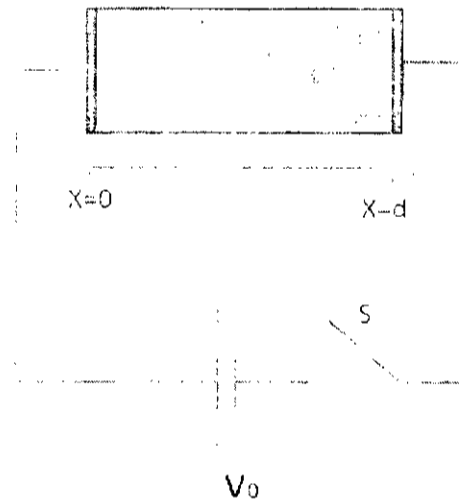
ציור 1

שאלה ב' (33 נקודות)

נתונים שני לוחות קבל (ראה איור 2a), צורתן מעגל בעל רדיוס R , המצויים במרחק d זה מזה ($d \ll R$). המתח על פני הלוחות הוא V_0 . סוגרים את המפסק S .

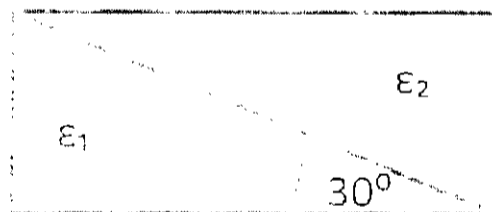
1. באיור 2a הקבל ריק.
 - 1.1 מהו הקיבול? (4)
 - 1.2 מהו המטען וצפיפות המטען על פני כל לוח? (4)
 - 1.3 מהו השדה החשמלי בקבל כפונקציה של המקום ($E(x)$)? (4)
 - 1.4 פותחים את המפסק S . חזור על סעיפים 1.1 – 1.3. (6)

2. בין לוחות הקבל מכניסים חומר בעל מקדם דיאלקטרי יחסי המשתנה עם המקום לפי הנוסחה: $\epsilon_r = 1 + \frac{x}{d}$. כאשר x הוא המרחק מהאלקטרודה השמאלית (מיקומה ביחס למערכת הצירים בשאלה מוגדר כ- $x=0$, ראה איור 2a). המפסק S סגור. חזור על סעיפים 1.1 – 1.3. (9)



איור 2a

3. במערכת באיור 2b נתון תווך העשוי שני חומרים בעלי מקדם דיאלקטרי $\epsilon_2 < \epsilon_1$. המישור החוצץ בין החומרים נוטה בזווית 30° ביחס לאופק. נתון כי כיוון השדה החשמלי E_0 בתווך ϵ_2 הוא ימינה ומקביל לאופק. חשבו את ווקטור השדה החשמלי בסמוך למישור החוצץ בתווך ϵ_1 . (6)



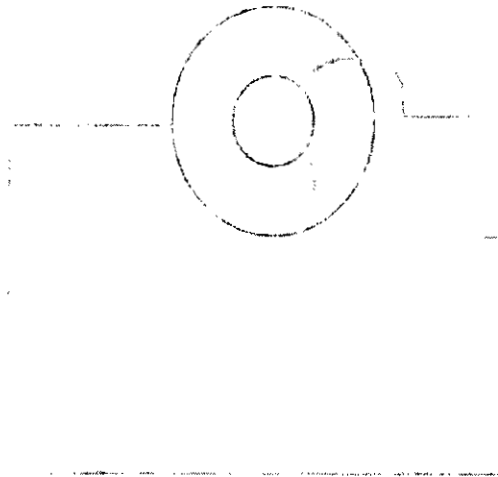
איור 2b

שאלה ג' (33 נקודות)

בין שתי קליפות כדוריות קונצנטריות a, b (כאשר $b < a$) המשמשות כאלקטרודות נמצא חומר בעל מוליכות סגולית σ קבועה. האלקטרודות מחוברות למקור מתח קבוע V_0 .

חשב את:

- א. ההתנגדות השקולה בין האלקטרודות. (6)
- ב. הזרם הזורם בין האלקטרודות. (7)
- ג. צפיפות הזרם המשטחית בין האלקטרודות. (7)
- ד. השדה החשמלי בין האלקטרודות. (7)
- ה. מרוקנים את חומר הנגד מבין שתי האלקטרודות. מהי אנרגיית המערכת? (6)



V_0

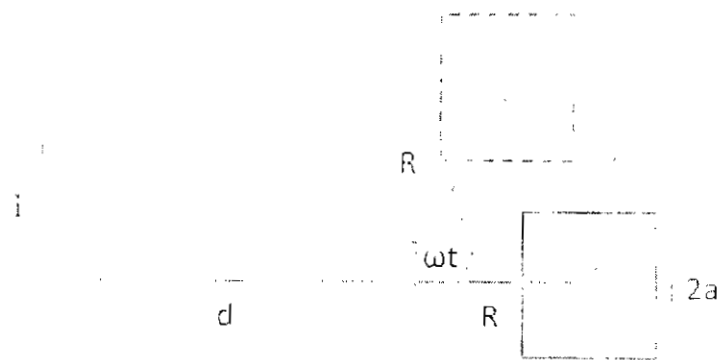
איור 3.

שאלה ד' (33 נקודות)

נתון תיל אינסופי הנושא זרם I . במרחק d מהתיל נמצא מרכז סיבוב של מסגרת ריבועית מוליכה שאורך צלעה $2a$ (ראה איור 4). מרכז המסגרת מסתובב במהירות זוויתית קבועה ω במישור הדיף סביב הנקודה d . המסגרת שומרת על כיוונה תוך כדי סיבוב כך ששתיים מצלעותיה תמיד מקבילות לתיל ושתיים תמיד מאונכות אליו. בכל זמן המסגרת נמצאת תמיד מצידו הימני של התיל. כלומר $R < d + a$. הנח שהמסגרת קטנה יחסית למרחקה מהתיל (כלומר השדה המגנטי זהה בכל נקודה עליה).

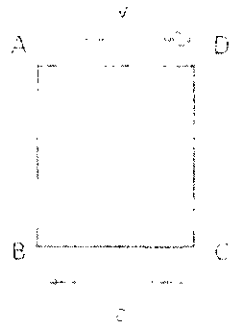
א. חשב את השטף המגנטי דרך המסגרת. (10)

ב. חשב את הכא"מ המושרה במסגרת. (7)



איור 4.

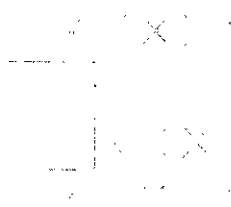
- נתונה מסגרת ריבועית מוליכה חדשה ABCD (איור 5). אורך צלעה a והתנגדותה ליחידה אורך היא ρ . המסגרת נעה במהירות v לתוך שדה מגנטי B אחיד שכיוונו לתוך הדיף. באיור 6 מופיעים רגעים בתנועתה. הערה: באיורים 6b ו-6f המסגרת נמצאת בשלב בו בדיוק חציה בתוך השדה וחציה מחוצה לו.
- ג. עבור כל אחד מהרגעים המופיעים באיור 6, חשב מהם הכוחות הפועלים על מוטות המסגרת, ועל פיהם קבע את גודל וכיוון הזרם. (8)
- ד. עבור כל אחד מהרגעים המופיעים באיור 6, חשב האם יש שינוי בשטף ועל פיו קבע את גודל וכיוון הזרם. (8)



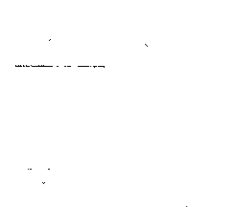
איור 5.



איור 6a



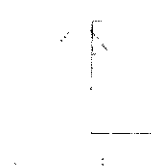
איור 6b



איור 6c



איור 6d



איור 6e



איור 6f

בהצלחה וחופשה נעימה!!!