

ועדת המשמעת מזהירה!
נבחן המעביד חומר נזר לרעהו
או רגז מילולי יענש בחומרה

מבחן בחשמל ומגנטיות לפיסיקאים שנה א'

סמסטר ב' מועד ב' תשע"ג

קורס מספר 01-120-86

משך הבחינה שלוש שעות בלבד, עם חומר פתוח (מחברת, ספרים).

פתרו 3 מ-4 שאלות. ערך כל שאלה 100/3 נקודות.

הערות:

1. אותיות מודגשות מסמנות גודל ווקטורי.
2. ניקוד הסעיפים זהה בשאלה אלא אם-כן צוין אחרת.

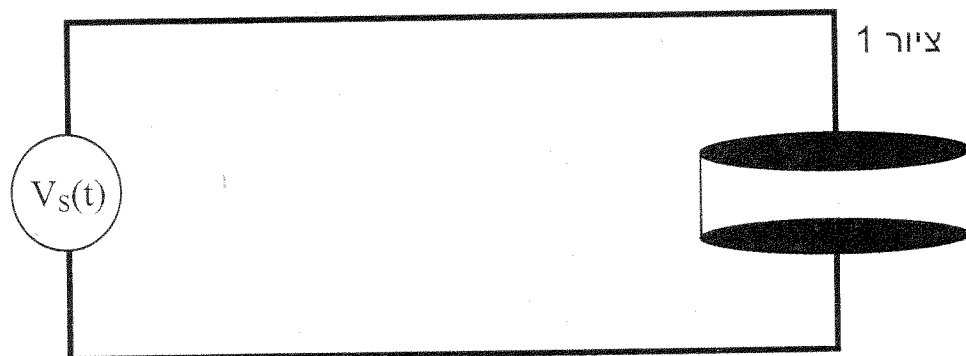
בהצלחה

שאלה א' (40 נקודות = 6 + 34 בonus. הבonus יינתן למי שצברו לפחות 30 נקודות. הצבת ביטויים סופיים איננה מספקת! יש לפתח את הביטוי הנדרש.)

1. בציר 1 נתון מעגל הכולל מקור מתח חסר התנגדות פנימית וקבל שקיבולו C (שטח פנים A, רוחב d פרמיטיביות ε). מתח המקור משתנה בזמן: $V_s = V_0 \cos \omega t$. קבלו ביטויים פרמטריים עבור זרם ההולכה (I_C) , זרם העתקה (I_D) והזרם הכולל $I = I_C + I_D$ בכל אחד מהתווכים:

- 1.1. בתייל, שהוא מוליך אידיאלי.
- 1.2. בקבל, המכיל תווך דיאלקטרי אידיאלי.
- 1.3. האם הזרם הכולל זהה בכל חלקי המעגל?
- 1.4. מהו הספק החום הקשור בכל אחד מהזרמים I_C ו- I_D במעגל.

הסבירו בפרוטרוט שיקולכם. (12)



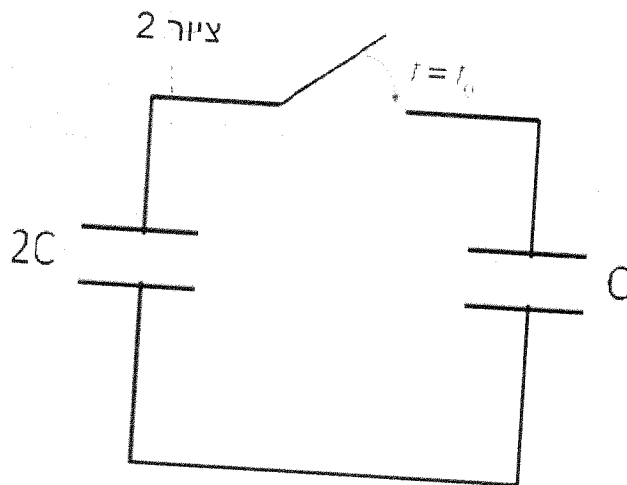
2. באיזה מצב חוקי קירכהוף אינם מתקיימים? הסברו בפרוטרוט (באמצעות חוקים ותרשימים). (6)
3. האם תנאי השפה עבור E, D, B, H, J נכונים גם לשדות המשתנים בזמן? הסבירו את הבעיה ואת פתרונה. (6)
4. לעיתים, כאשר חולצים תקע משקע חשמלי, נוצר ניצוץ באזור הנתק. מהו הגורם לכך? (6)
5. הראנו כי משוואת ההספק ניתנת (בערכים מוחלטים) על ידי:

$$IV = I^2 R + \frac{IQ}{C} + LI \frac{dI}{dt}$$

הביטוי משמאל לסימן השוויון הוא הספק הכניסה. הביטויים מימין לסימן השוויון הם ההספקים המושקעים (משמאל לימין): בנגד, בקבל ובמשרן. פתחו והביעו את ההספק והאנרגיה של רכיבים אלה באמצעות E, D, B, H, J, ε, σ. (10).

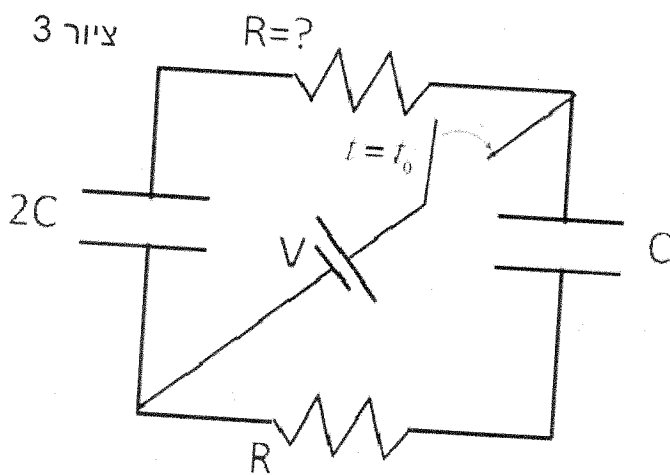
שאלה ב'

1. שני קבלים, האחד עם קיבול C והשני עם קיבול $2C$ מחוברים במקביל. הקבל C טעון למתח V_0 והקבל $2C$ אינו טעון כלל. ברגע $t=0$ מחברים את הקבלים (ראה ציור 2).



מה היחס בין המטען על הקבלים לאחר החיבור?

2. כעת פורקים את הקבלים מהמטען שעליהם ומוסיפים למעגל שני נגדים ובטרייה בעלת מתח V (ראה ציור 3).



אם ערכו של הנגד התחתון הוא R , מה צריך להיות ערכו של הנגד העליון כדי שלאחר זמן T המתח על הקבל $2C$ יהיה כפול מהמתח על הקבל C ?

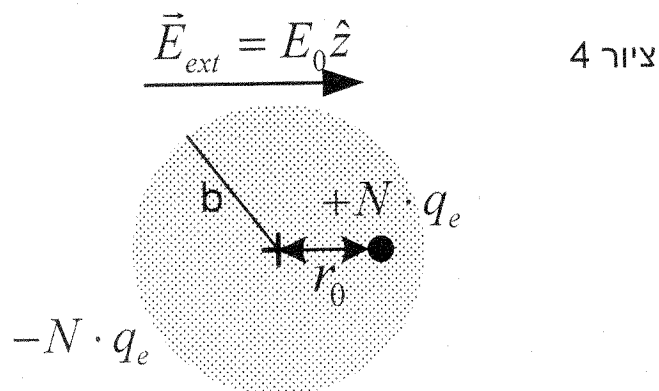
2
3
9
4
5

ה
מ
ס

שאלה ג'

מודל קלאסי פשוט של האטום מורכב מגרעין הטעון חיובית וענן כדורי הטעון שלילית. ניתן להניח כי מטען הגרעין הוא $+N \cdot q_e$ כאשר N הוא המספר האטומי של האטום ו- q_e הוא מטען האלקטרון. המטען הכולל של הענן הכדורי הוא $-N \cdot q_e$. הניחו כי בקרוב טוב הענן נותר כדור שמחוגו b בנוכחות כל שדה חיצוני וכי בסעיפים א'-ד' צפיפות המטען בתוך הכדור קבועה. (כל הסעיפים זהים בניקודם, 33 נק' לכל השאלה). בהתייחס לציור 4:

א. בנוכחות שדה חשמלי חיצוני $\vec{E}_{ext} = E_0 \hat{z}$ מורחק מרכז המטען השלילי (הענן) מהגרעין החיובי בשיעור r_0 וכתוצאה מכך האטום הופך למקוטב חשמלית. מצאו את r_0 .



- ב. מהו מומנט הדיפול של האטום בנוכחות השדה החיצוני? מהי תהיה צפיפות הפולריזציה של מערך דיפולים המורכב מאטומים כאלה בצפיפות של n אטומים ליחידת נפח (בנוכחות השדה החיצוני)?
- ג. מצא ביטוי למקדם הדיאלקטרי של החומר מסעיף ב' (תזכורת: $\vec{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E}_{ext}$).
- ד. האם הביטוי שמצאת בסעיף ג' נכון עבור כל שדה חשמלי \vec{E}_{ext} ? הסבר, נמק וחשב!
- ה. כיצד תשתנה תשובתך לסעיף ג' אם צפיפות המטען של הענן אינה קבועה אלא ניתנת לפי הביטוי:

$$\rho(r) = \begin{cases} -\rho_0 r & r < b \\ 0 & r > b \end{cases}; \quad \left(\rho_0 = \frac{N \cdot q_e}{\pi b^4} \right)$$

נתונה טבעת ריבועית נושאת זרם הממוקמת במישור xy כך שמרכזה מתלכד עם ראשית הצירים. אורך צלע הטבעת הוא a . בטבעת זורם זרם נגד כיוון השעון.

1. מהו השדה המגנטי (גודלו וכיוונו) בגובה z מעל מרכז הטבעת (20 נק')?

$$\sin(\tan^{-1} x) = \frac{x}{\sqrt{1+x^2}}$$

ידוע כי:

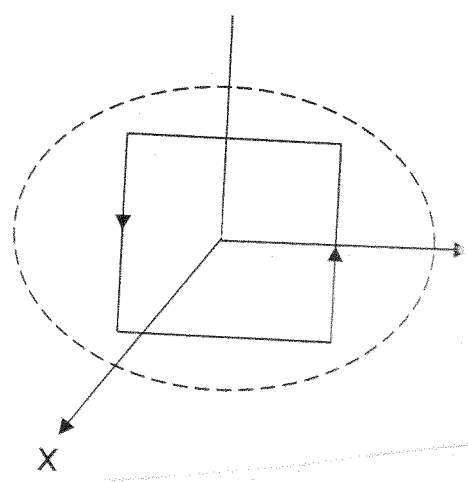
כעת, מוסיפים טבעת עגולה נושאת זרם ברדיוס R במישור xy בעלת מרכז משותף עם הטבעת הקודמת.

2. נתון כי השדה המגנטי במרכז הטבעות ב $z=0$ מתאפס, מהו הזרם (גודלו וכיוונו) שזורם בטבעת השנייה (13 נק')?

$$\frac{1}{(x^2+a^2)^{3/2}} = \frac{1+\frac{x^2}{a^2}}{(x^2+a^2)^{3/2}}$$

~~$\frac{1}{(x^2+a^2)^{3/2}} = \frac{1+\frac{x^2}{a^2}}{(x^2+a^2)^{3/2}}$~~

ציור 5



בהצלחה וחופשה נעימה