

בחינה בקורס "פיסיקה כללית א'2" לתלמידי כימיה

מועד ב' סמסטר ב'

23/07/2010

SS-26

	מס' סידורי:
	מס' תעודת זהות:

מרצה: פרופ' יעקב קנטור

מתרגל: אורי קול

משך הבחינה: שלוש שעות

יש לענות על שלוש מתוך ארבע השאלות.

ניתן להיעזר בדף אחד של נוסחאות.

אין להיעזר בשום חומר עזר נוסף.

הקיפי/הקף בעיגול בטבלה למטה את שלוש השאלות שאת/ה רוצה שייבדקו:

שאלה	ציון
1	
2	
3	
4	

ציון סופי:

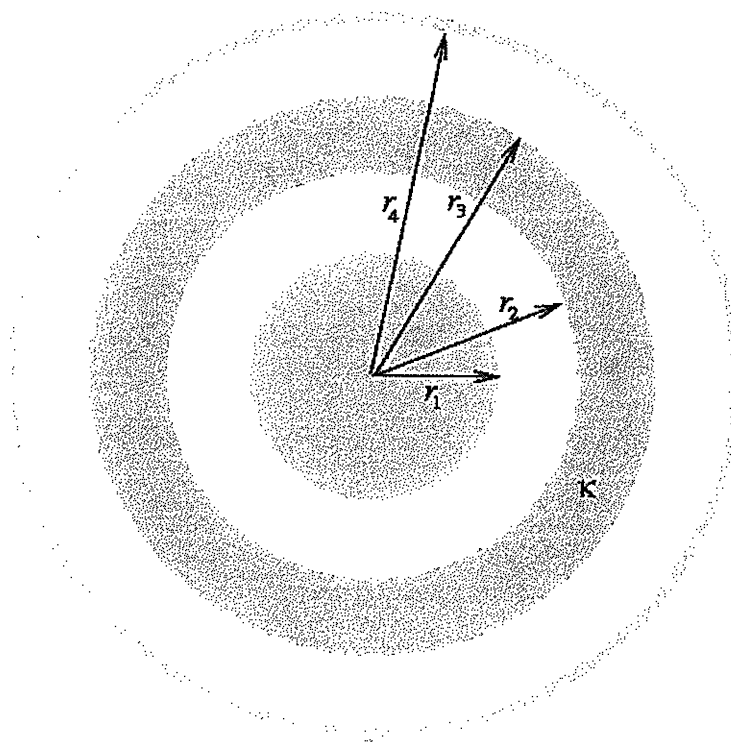
בהצלחה!



שאלה 1

קבל כדורי מורכב מכדור מוליך פנימי בעל רדיוס r_1 וקליפה כדורית דקה מוליכה חיצונית בעלת רדיוס r_4 . ביניהם נמצאת קליפה כדורית עבה בעלת רדיוס פנימי r_2 ורדיוס חיצוני r_3 העשויה חומר דיאלקטרי שהקבוע הדיאלקטרי שלו תלוי במרחק r ממרכז הכדור $\kappa = \frac{1}{1 - A(r - r_2)}$ (A הינו קבוע חיובי).

- (א) מצא את השדה החשמלי \vec{E} בכל מקום במרחב כאשר הכדור הפנימי טעון במטען $Q > 0$ ואילו הקליפה החיצונית טעונה במטען $-Q$. צייר גרף של גודל השדה החשמלי E כפונקציה של המרחק מהמרכז r .
- (ב) חשב את הקיבול C של הקבל.
- (ג) האם ישנן אי רציפויות של השדה החשמלי \vec{E} בתוך הקבל (כלומר – בתחום $r_1 < r < r_4$)? אם כן, מה גודלן? אם לא, מדוע? הסבר.





שאלה 2

מעגל מורכב משלושה נגדים בעלי התנגדות R כל אחד, קבל C , סוללה בעלת כ"מ ε (ללא התנגדות פנימית) ומפסק S .

במצב ההתחלתי המפסק S פתוח (במשך הרבה זמן). במצב זה –

(א) מהם הזרמים I_1, I_2, I_3 והמטען Q על הקבל?

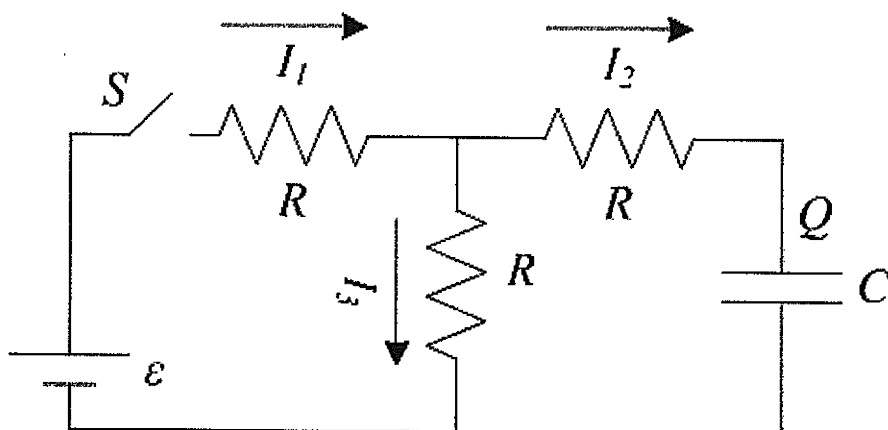
בזמן $t=0$ סוגרים את המפסק S . במצב זה –

(ב) מהם הזרמים I_1, I_2, I_3 והמטען Q על הקבל מיד לאחר סגירת המפסק?

(ג) מהם הזרמים I_1, I_2, I_3 והמטען Q על הקבל לאחר זמן רב ($t \rightarrow \infty$)?

(ד) כתוב משוואות המקשרות בין I_1, I_2, I_3 והמטען Q ומתכן קבל משוואה בעלת נעלם יחיד Q .

(ה) מצא את $Q(t)$ - המטען על הקבל בזמן t . תאר את הפתרון בגרף.

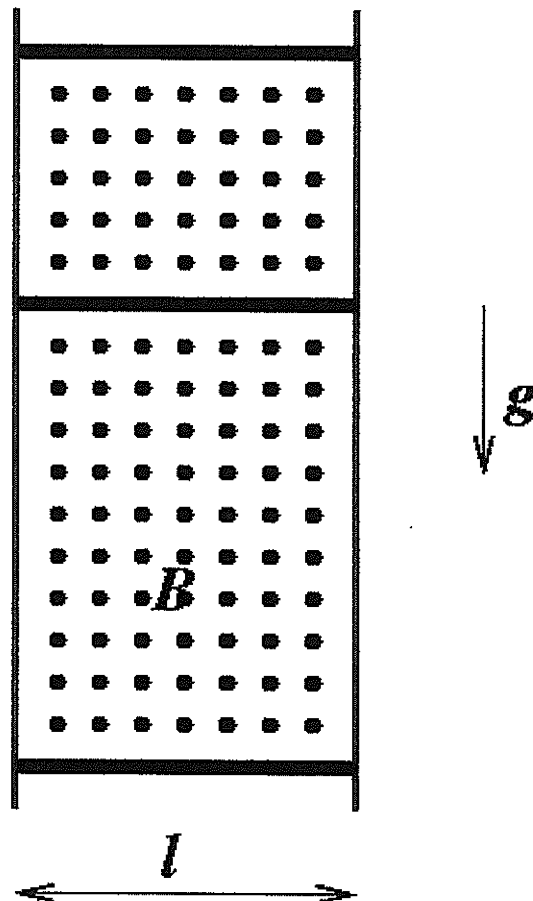




שאלה 3

שני מוטות אנכיים מוליכים חסרי התנגדות נמצאים בתוך שדה מגנטי אופקי \vec{B} בכיוון היוצא מן הדף (כמתואר באיור). שלושה מוטות אופקיים בעלי אורך l והתנגדות R , כל אחד, מחברים בין המוטות האנכיים. המוט האופקי העליון והמוט האופקי התחתון מקובעים במקום ולא יכולים לנוע. המוט האמצעי בעל מסה m מחליק לאורך המוטות האנכיים בהשפעת כוח הכובד, כך שבזמן $t=0$ הוא מתחיל את תנועתו ממנוחה. לאחר זמן מסוים מהירות המוט נעשית קבועה.

- הסבר את סיבת היווצרות הכא"מ במוט האמצעי והראה את כיוונו.
- חשב את גודל הכא"מ במוט האמצעי כאשר מהירות המוט הינה v .
- מצא את גודל וכיוון הזרם שזורם במוט האמצעי, כאשר מהירות המוט v .
- חשב את המהירות הקבועה v_0 אליה מגיע המוט האמצעי.
- חשב את הספק כוח הכבידה, הספק הכא"מ במוט האמצעי והספק החום המשתחרר במעגל כאשר המוט נע במהירות קבועה. מה הקשר ביניהם?

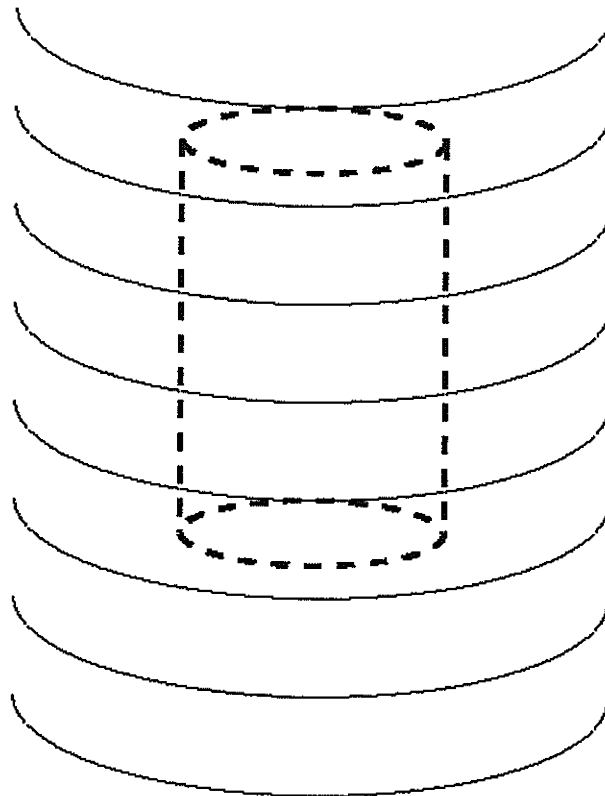


שאלה 4

בתוך סולנואיד (סליל) ארוך מאוד בעל מספר ליפופים ליחידת האורך n זורם זרם $I(t)$ המשתנה בזמן $I(t) = I_0 \frac{t}{T}$ עבור $0 \leq t \leq T$. במבט מלמעלה, כיוון הזרם הוא נגד כיוון השעון.

- חשב את השדה המגנטי (גודל וכיוון) בתוך הסולנואיד בזמן t .
- חשב את השדה החשמלי (גודל וכיוון) בזמן t כפונקציה של המרחק r מציר הסימטריה.
- למשטח מתמטי (דמיוני) בתוך הסולנואיד יש צורה של גליל (קונצנטרי עם הסולנואיד) בעל רדיוס a וגובה ℓ . חשב את וקטור Poynting (גודל וכיוון) על פני המשטח הגלילי (דפנות ובסיסי הגליל).
- מהו סך שטף האנרגיה האלקטרומגנטית הזורם לתוך או מתוך הגליל?
- כמה אנרגיה הוזרמה לגליל או מהגליל במשך זמן T ? לאן הלכה האנרגיה הזו? תן הסבר כמותי.

הערה: בטא את כל התשובות באמצעות הגדלים המוגדרים בבעיה בלבד.



Trigonometric Identities

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \quad \sec^2 \theta - \tan^2 \theta = 1 \quad \csc^2 \theta - \cot^2 \theta = 1$$

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$$

$$\cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta = 2 \cos^2 \theta - 1 = 1 - 2 \sin^2 \theta$$

$$\sin \theta = \frac{e^{i\theta} - e^{-i\theta}}{2i} \quad \cos \theta = \frac{e^{i\theta} + e^{-i\theta}}{2}$$

$$e^{\pm i\theta} = \cos \theta \pm i \sin \theta$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$$

$$\sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{1}{2}(\alpha \pm \beta) \cos \frac{1}{2}(\alpha \mp \beta)$$

Derivatives and Integrals

In what follows, the letters u and v stand for any functions of x , and a and m are constants. To each of the indefinite integrals should be added an arbitrary constant of integration. The *Handbook of Chemistry and Physics* (CRC Press Inc.) gives a more extensive tabulation.

$$1. \frac{dx}{dx} = 1$$

$$2. \frac{d}{dx}(au) = a \frac{du}{dx}$$

$$3. \frac{d}{dx}(u+v) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$$

$$4. \frac{d}{dx} x^m = mx^{m-1}$$

$$5. \frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$$

$$6. \frac{d}{dx}(uv) = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$$

$$7. \frac{d}{dx} e^x = e^x$$

$$8. \frac{d}{dx} \sin x = \cos x$$

$$9. \frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$$

$$10. \frac{d}{dx} \tan x = \sec^2 x$$

$$11. \frac{d}{dx} \cot x = -\csc^2 x$$

$$12. \frac{d}{dx} \sec x = \tan x \sec x$$

$$13. \frac{d}{dx} \csc x = -\cot x \csc x$$

$$14. \frac{d}{dx} e^u = e^u \frac{du}{dx}$$

$$15. \frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{du}{dx}$$

$$16. \frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{du}{dx}$$

$$20. \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(2\sqrt{x^2 + a^2} + 2x)$$

$$21. \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 + a^2} - \frac{a^2}{2} \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$1. \int dx = x$$

$$2. \int au dx = a \int u dx$$

$$3. \int (u+v) dx = \int u dx + \int v dx$$

$$4. \int x^m dx = \frac{x^{m+1}}{m+1} \quad (m \neq -1)$$

$$5. \int \frac{dx}{x} = \ln|x|$$

$$6. \int u \frac{dv}{dx} dx = uv - \int v \frac{du}{dx} dx$$

$$7. \int e^x dx = e^x$$

$$8. \int \sin x dx = -\cos x$$

$$9. \int \cos x dx = \sin x$$

$$10. \int \tan x dx = -\ln \cos x$$

$$11. \int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}\sin 2x$$

$$12. \int \cos^2 x dx = \frac{1}{2}x + \frac{1}{4}\sin 2x$$

$$13. \int e^{-ax} dx = -\frac{1}{a} e^{-ax}$$

$$14. \int x e^{-ax} dx = -\frac{1}{a^2} (ax + 1) e^{-ax}$$

$$15. \int x^2 e^{-ax} dx = -\frac{1}{a^3} (a^2 x^2 + 2ax + 2) e^{-ax}$$

$$16. \int x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$$

$$17. \int_0^\infty x^{2n} e^{-ax^2} dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{2^{n+1} a^n} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$18. \int \frac{dx}{\sqrt{(x^2 \pm a^2)^3}} = \frac{\pm x}{a^2 \sqrt{x^2 \pm a^2}}$$

$$19. \int \frac{x^3 dx}{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}} = \frac{x^2 + 2a^2}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$