

תאריך המבחן: 16/02/2018
שם המרצים: פרופ' שאול מרדכי, פרופ' בוריס ברמשנקו
מבחן בקורס: פיסיקה ב2
מס' קורס: 203.1.1491
שנה: תשע"ח, סמסטר א', מועד ב
משך הבחינה: ארבע שעות
חומר עזר: מחשבון + דף נוסחאות מצורף.

ענו על כל 17 השאלות.

לשאלות 1-15 יש משקל של 4 נקודות לכל אחת. בכל שאלה כזאת מוצגות חמש אפשרויות לתשובה ("מבחן אמריקאי"). ספקו רק תשובה אחת, אותה יש לסמן על הדף התשובות.

רק הסימונים בדף התשובות יבדקו. כל סימון אחר לא יתקבל.

לשאלות הפתוחות 16 ו17 יש משקל של 20 נקודות לכל אחת, עליהן יש לענות באופן המפורט במחברת הבחינה.

בהצלחה!

דף תשובות לשאלות 1-15

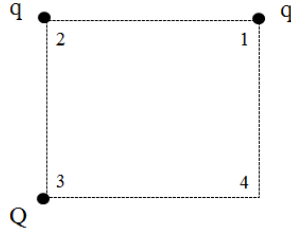
סמנו את תשובתכם בברור על ידי הקפת האות המתאימה.

מספר נבחן: _____

ה	ד	ג	ב	א	1
ה	ד	ג	ב	א	2
ה	ד	ג	ב	א	3
ה	ד	ג	ב	א	4
ה	ד	ג	ב	א	5
ה	ד	ג	ב	א	6
ה	ד	ג	ב	א	7
ה	ד	ג	ב	א	8
ה	ד	ג	ב	א	9
ה	ד	ג	ב	א	10
ה	ד	ג	ב	א	11
ה	ד	ג	ב	א	12
ה	ד	ג	ב	א	13
ה	ד	ג	ב	א	14
ה	ד	ג	ב	א	15

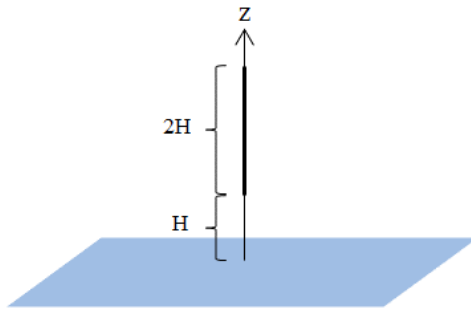
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

1. נתון ריבוע בעל צלע a אשר על שלושה מקודקדיו מונחים מטענים נקודתיים כמתואר בשרטוט. אם העבודה הדרושה להעביר את המטען q מקודקוד 1 לקודקוד 4 היא אפס, מהו Q ?



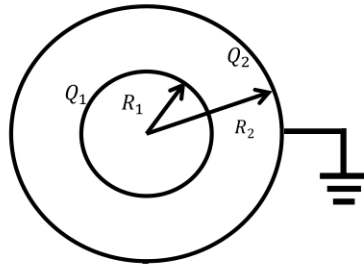
- א. 0
- ב. q
- ג. $-q$
- ד. $2q$
- ה. $-2q$

2. נתון מישור אינסופי עם צפיפות מטען שטחית אחידה σ . בגובה H מעל המישור ובניצב לו ממוקם מוט דק באורך $2H$ עם צפיפות מטען אורכית משתנה $\lambda(z) = Cz$. מהו הכח החשמלי הפועל על המוט?



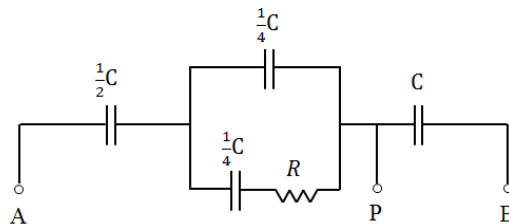
- א. $\frac{3C\sigma H^2}{\epsilon_0}$
- ב. $\frac{2C\sigma H^2}{\epsilon_0}$
- ג. $\frac{C\sigma H^2}{\epsilon_0}$
- ד. $\frac{C\sigma H^2}{2\epsilon_0}$
- ה. 0

3. נתונות שתי קליפות כדוריות דקות ומוליכות בעלות מרכז משותף. רדיוס הקליפה הפנימית הוא $R_1 = 10\text{cm}$ והיא טעונה במטען כולל של $Q_1 = 5C$, רדיוס הקליפה החיצונית הוא $R_2 = 20\text{cm}$ והיא טעונה במטען כולל של $Q_2 = 10C$. מאריקים את הקליפה החיצונית לאדמה. כמה מטען זרם לאדמה?



- א. $0C$
- ב. $5C$
- ג. $10C$
- ד. $15C$
- ה. $20C$

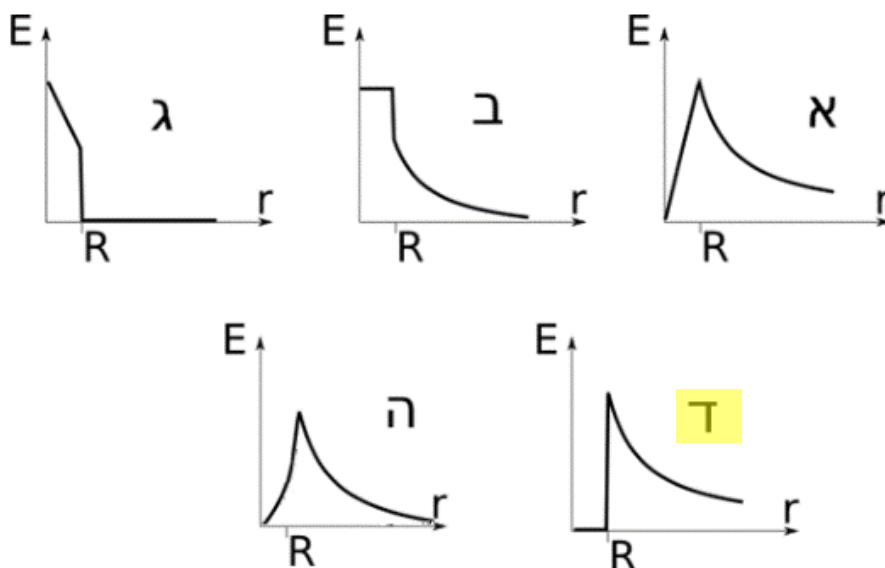
4. במערכת הבאה נקודה B מוארקת לאדמה ונקודה A מוחזקת בפוטנציאל קבוע של $1V$. התנגדות הנגד במעגל היא 1Ω . מהו הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות P ו- B כעבור זמן רב?



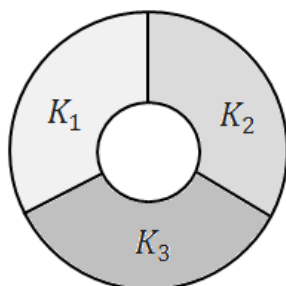
- א. $1V$
- ב. $0.5V$
- ג. $0.33V$
- ד. $0.25V$
- ה. $0.2V$

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

5. איזה מבין הגרפים הבאים מתאר את השדה החשמלי של כדור מוליך טעון עם רדיוס R כתלות במרחק הרדיאלי מהראשית r ?

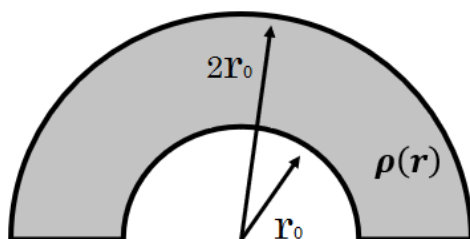


6. נתון קבל כדורי בעל רדיוס פנימי a ורדיוס חיצוני $3a$, הטעון במטען כולל Q . הקבל מחולק לשלושה חלקים שווים כמתואר באיור, עם מקדמים דיאלקטריים יחסיים שונים K_1, K_2, K_3 . מהי האנרגיה האגורה בקבל השקול? (שימו לב שהקבוע הדיאלקטרי מוגדר כך $\epsilon = K\epsilon_0$)



- א. $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a} (K_1 + K_2 + K_3)^{-1}$
- ב. $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} \right)$
- ג. $\frac{3Q^2}{8\pi\epsilon_0 a} (K_1 + K_2 + K_3)^{-1}$
- ד. $\frac{3Q^2}{8\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} \right)$
- ה. אף תשובה אינה נכונה

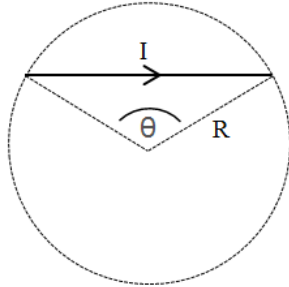
7. נתון נגד בצורת חצי כדור עם רדיוס פנימי r_0 , רדיוס חיצוני $2r_0$, והתנגדות סגולית משתנה כתלות במרחק הרדיאלי $\rho(r) = \rho_0 \left(\frac{r}{r_0} \right)^2$. מזרימים זרם רדיאלי דרך הנגד, מהי התנגדותו?



- א. $\frac{3\rho_0}{4\pi r_0}$
- ב. $\frac{\rho_0}{2\pi r_0}$
- ג. $\frac{3\rho_0}{2\pi r_0}$
- ד. $\frac{\rho_0}{4\pi r_0}$
- ה. $\frac{7\rho_0}{2\pi r_0}$

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

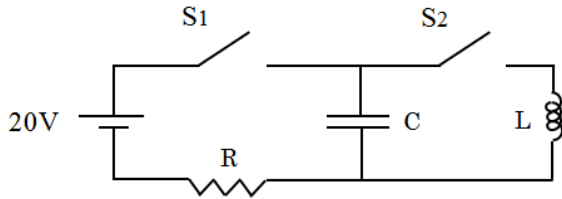
8. נתון תייל ישר עם זרם I לאורכו. התייל ממוקם בתוך טבעת מבודדת בעלת רדיוס R, כך שקצות התייל נוגעים בקצותיה של קשת עם זווית פתיחה θ . מהו גודל השדה המגנטי שהתייל יוצר במרכז הטבעת?



- א. $\frac{\mu_0 I \theta}{2\pi R^2}$
- ב. $\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \sin \frac{\theta}{2}$
- ג. $\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \cos \frac{\theta}{2}$
- ד. $\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \tan \frac{\theta}{2}$
- ה. $\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \cot \frac{\theta}{2}$

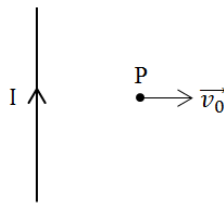
9. בזמן $t = 0$ המפסק S1 נסגר והמפסק S2 נותר פתוח והקבל מתחיל להטען. הספק הנגד מיד עם תחילת תהליך הטעינה הוא $0.1W$ וקבוע זמן טעינת הקבל הוא $50\mu s$. כעבור זמן רב המפסק S1 נפתח והמפסק S2 נסגר כך שדרך הסליל זורם זרם מחזורי עם תדירות של $f = 10^6 Hz$. נתון כי מקור המתח במעגל הוא $20V$, מהי ההשראות העצמית של הסליל?

נתון: $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$



- א. $2\mu H$
- ב. $4.8\mu H$
- ג. $0.45\mu H$
- ד. $3.2\mu H$
- ה. $1.75\mu H$

10. נתון תייל ישר אינסופי עם זרם I לאורכו. מניחים אלקטרון בנקודה P עם מהירות התחלתית בכיוון המאונך לתייל והרחק ממנו. מהו כיוון הכתה המגנטי הפועל על האלקטרון בנקודה P?



- א. לתוך הדף \otimes
- ב. ימינה \rightarrow
- ג. למעלה \uparrow
- ד. באלכסון \nearrow
- ה. אף תשובה אינה נכונה

11. טבעת קטנה בעלת רדיוס 1cm ממוקמת במרכזה של טבעת גדולה בעלת רדיוס 1m. בטבעת הקטנה זורם זרם של 0.2A ובטבעת הגדולה זורם זרם של 5A. מהו גודל מומנט הכתה המגנטי הפועל על הטבעת הקטנה כתלות בזווית θ בין מישורי הטבעות?

ניתן להתייחס לשדה המגנטי דרך הטבעת הקטנה כקבוע. $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

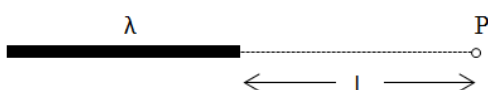
- א. $4 \times 10^{-10} \sin(\theta) Nm$
- ב. $0.6 \times 10^{-10} \sin(\theta) Nm$
- ג. $2 \times 10^{-10} \sin(\theta) Nm$
- ד. $7.5 \times 10^{-10} \sin(\theta) Nm$
- ה. $5 \times 10^{-10} \sin(\theta) Nm$

12. טבעת מעגלית בעלת רדיוס משתנה בזמן $r(t) = r_0(1 - e^{-t/\tau})$ והתנגדות R קבועה, ממוקמת בשדה מגנטי קבוע B אשר כיוונו בניצב למישור הטבעת. כעבור זמן של $t = 52s$

נמדד זרם מושרה מקסימלי בטבעת, מהו הקבוע τ ?

- א. $26s$
- ב. $36s$
- ג. $52s$
- ד. $75s$
- ה. $104s$

13. נתון מוט דק באורך L עם צפיפות מטען אורכית אחידה λ . מהו הפוטנציאל החשמלי בנקודה P במרחק L מקצה המוט?

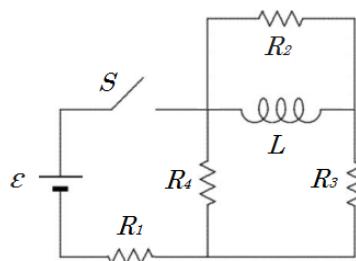


- א. $0.4K\lambda$
- ב. $0.7K\lambda$
- ג. $K\lambda$
- ד. $1.3K\lambda$
- ה. $2K\lambda$

14. נתון גליל ארוך עם צפיפות זרם אחידה בכיוון היקפי $\vec{j} = j_0\hat{\phi}$. מה ניתן לומר על השדה המגנטי בתוך הגליל?

- א. כיוונו אורכי \hat{z} והוא גדל עם המרחק הרדיאלי r
- ב. כיוונו היקפי $\hat{\phi}$ והוא גדל עם המרחק הרדיאלי r
- ג. כיוונו אורכי \hat{z} והוא קטן עם המרחק הרדיאלי r
- ד. כיוונו היקפי $\hat{\phi}$ והוא קטן עם המרחק הרדיאלי r
- ה. כיוונו אורכי \hat{z} והוא אינו תלוי במרחק הרדיאלי r

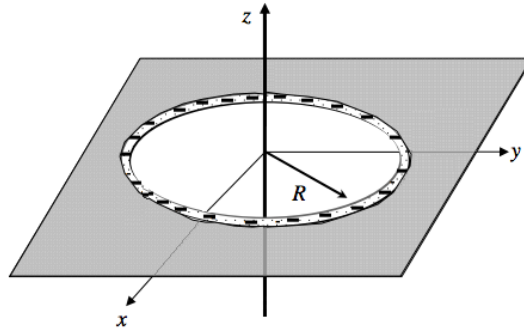
15. בזמן $t = 0$ המפסק S נסגר. מהו הזרם העובר דרך מקור המתח כעבור זמן רב? נתון: $\epsilon = 8V, R_1 = R_2 = 2\Omega, R_3 = 3\Omega, R_4 = 1\Omega, L = 5mH$



- א. 0
- ב. $4A$
- ג. $2.67A$
- ד. $2.91A$
- ה. $2.82A$

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

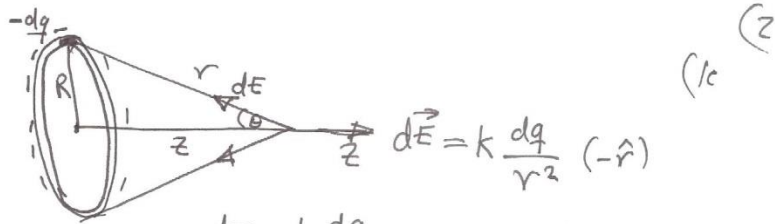
16. טבעת מעגלית העשויה מחומר מבודד מונחת במישור $x - y$. רדיוס הטבעת הוא R והיא נושאת מטען חשמלי כולל, שלילי, $-q$, המפוזר עליה באופן אחיד.



- א. חשבי את השדה החשמלי בנקודה הנמצאת על ציר הסימטריה של הטבעת, בגובה z מעליה. (5 נקודות)
- ב. הראה/י כי במרחקים גדולים ($z \gg R$) השדה שיוצרת הטבעת זהה לשדה של מטען נקודתי. (5 נקודות)

- מטען נקודתי חיובי, $+Q$, מוצב במנוחה בנקודה על ציר הסימטריה בגובה z מעל הטבעת.
- ג. חשבי את הכח שהטבעת מפעילה על המטען כפונקציה של המיקום z (5 נקודות)
- ד. אם משחררים את המטען ממנוחה בגובה $z = \sqrt{8R}$ מעל מרכז הטבעת, מה תהיה מהירותו כשהוא יחלוף דרך מרכז הטבעת? (5 נקודות)

אוניברסיטת בן גוריון בנגב



(1c) (2)

$$d\vec{E} = k \frac{dq}{r^2} (-\hat{r})$$

$$dE_z = k \frac{dq}{r^2} \cos\theta = k \frac{dq}{r^2} \left(\frac{z}{r}\right)$$

$$dE_z = k \frac{z}{r^3} dq = k \frac{z dq}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$E_z = \int dE_z = k \frac{z q}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \left(-\hat{z}\right)$$

השדה הכולל
הוא E

$$E_z = k \frac{z q}{(z^2 + R^2)^{3/2}} \quad \begin{matrix} z \gg R \\ = k \frac{z q}{z^3} = k \frac{q}{z^2} \end{matrix} \quad (2)$$

$$E_z = k \frac{q}{z^2}$$

השדה מתנהג כמו שדה של מטען נקודתי

$$\vec{F} = E_z Q = -k \frac{Q q z}{(z^2 + R^2)^{3/2}} (-\hat{z}) \quad (3)$$

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{z} = - \int_0^z \frac{k Q q z}{\sqrt{8R} (z^2 + R^2)^{3/2}} dz = -k Q q \int_0^z \frac{z dz}{(z^2 + R^2)^{3/2}} \quad (3)$$

$$W = -k Q q \left[-\frac{1}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right]_0^z = -k Q q \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{\sqrt{8R^2 + R^2}} \right)$$

$$W = -k Q q \left(\frac{1}{3R} - \frac{1}{R} \right) \quad \boxed{W = k Q q \left(\frac{2}{3R} \right)}$$

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

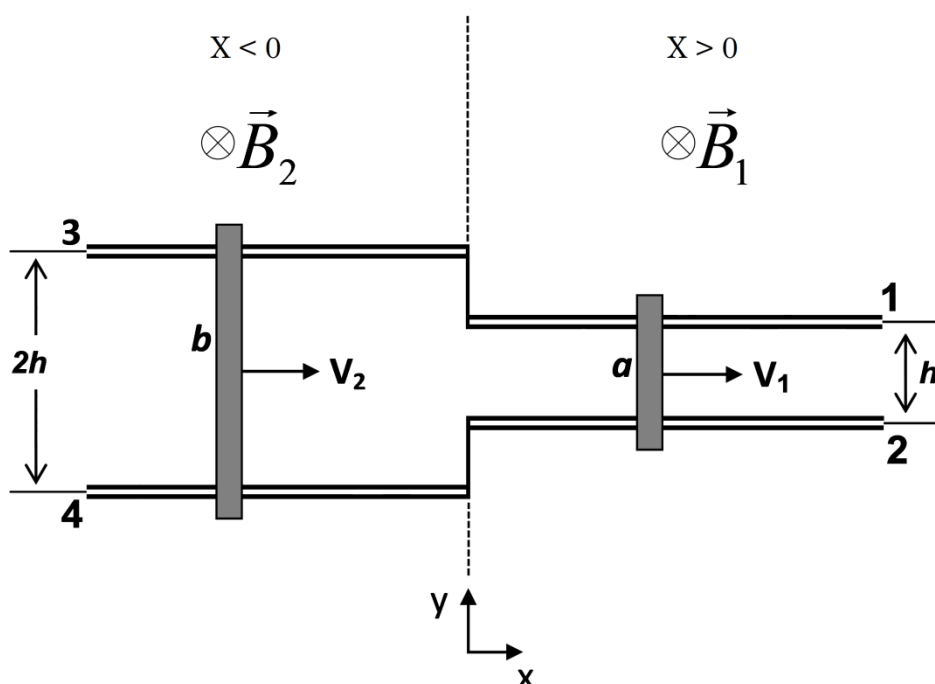
17. נתונות 4 מסילות מוליכות מקבילות 1, 2, 3 ו- 4 (ראה/י איור).

מסילות 1 ו- 2 ממקומות באיזור $X > 0$ והמרחק ביניהן הוא h .

מסילות 3 ו- 4 ממקומות באיזור $X < 0$ והמרחק ביניהן הוא $2h$.

תיילים מוליכים מחברים בין מסילות 1 ו- 3 ובין מסילות 2 ו- 4 לאורך ציר y כמתואר באיור.

על גבי המסילות ובניצב להן מונחים שני מוטות a ו- b שהתנגדותם החשמלית הכוללת היא R . המוטות מחליקים ללא חיכוך על המסילות בהשפעת כוחות חיצוניים כך שהם נעים במהירויות קבועות V_1 ו- V_2 בהתאמה, בכיוון ציר x (ימינה). המערכת נמצאת בשדה מגנטי חיצוני המאונך למישור וכיוונו לתוך הדף. גודלו של השדה המגנטי הוא B_1 ו- B_2 באיזורים $X > 0$ ו- $X < 0$ בהתאמה (ראה/י איור). ניתן להניח כי התנגדות המסילות והתיילים היא זניחה.



א. חשבי את השטף המגנטי הכללי העובר דרך המערכת הסגורה כפונקציה של הקואורדינטות

X_1 ו- X_2 של המוטות. (5 נק')

ב. מצא/י את גודל הזרם המושרה הזורם במוטות. (5 נק')

ג. מהו גודל הכוחות החיצוניים F_1 ו- F_2 הפועלים על המוטות a ו- b בהתאמה, כך

שהמוטות ימשיכו לנוע במהירויות קבועות? (5 נק')

ד. חשבי את היחס V_2/V_1 שעבורו הזרם במוטות מתאפס. (5 נק')

$$\Phi_B = B_1 h x_1 - B_2 2h x_2 \quad (1c)$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt} = - B_1 h \frac{dx_1}{dt} + 2 B_2 h \frac{dx_2}{dt};$$

$$\frac{dx_1}{dt} = v_1, \quad \frac{dx_2}{dt} = v_2$$

$$\mathcal{E} = (-B_1 v_1 + 2 B_2 v_2) h;$$

$$c' = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = \underline{\underline{(B_1 v_1 - 2 B_2 v_2) \frac{h}{R}}}$$

$$F_1 = c' B_1 h = \underline{\underline{(B_1 v_1 - 2 B_2 v_2) B_1 \frac{h^2}{R}}} \quad (2)$$

$$F_2 = c' B_2 2h = \underline{\underline{(B_1 v_1 - 2 B_2 v_2) B_2 \frac{2h^2}{R}}}$$

$$c' = 0 \Rightarrow \underline{\underline{\frac{v_2}{v_1} = \frac{B_1}{2 B_2}}} \quad (2)$$