

תאריך המבחן: 22/04/2018
שם המרצים: פרופ' שאול מרדכי, פרופ' בוריס ברמשנקו
מבחן בקורס: פיסיקה ב2
מס' קורס: 203.1.1491
שנה: תשע"ח, סמסטר א', מועד ג
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 מפורט במחברת הבחינה.

בהצלחה!

דף תשובות לשאלות 1-15

סמנו את תשובתכם בברור על ידי הקפת האות המתאימה.

מספר נבחן: _____

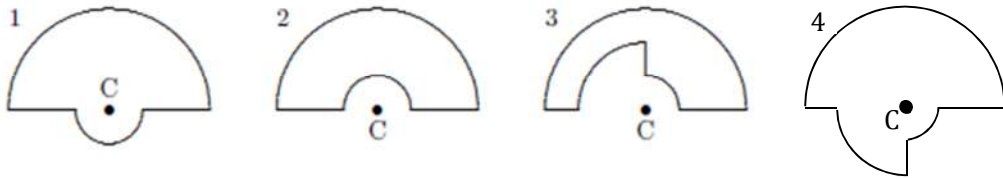
ה	ד	ג	ב	א	1
ה	ד	ג	ב	א	2
ה	ד	ג	ב	א	3
ה	ד	ג	ב	א	4
ה	ד	ג	ב	א	5
ה	ד	ג	ב	א	6
ה	ד	ג	ב	א	7
ה	ד	ג	ב	א	8
ה	ד	ג	ב	א	9
ה	ד	ג	ב	א	10
ה	ד	ג	ב	א	11
ה	ד	ג	ב	א	12
ה	ד	ג	ב	א	13
ה	ד	ג	ב	א	14
ה	ד	ג	ב	א	15

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

1. ספירה מוליכה בעלת רדיוס 5 ס"מ טעונה כך שהשדה החשמלי על פניה הוא 2000V/m . הפוטנציאל החשמלי של הספירה, יחסית לפוטנציאל באינסוף הוא:

- א. 100V
- ב. 10^4V
- ג. 4V
- ד. $4 \times 10^4\text{V}$
- ה. $8 \times 10^5\text{V}$

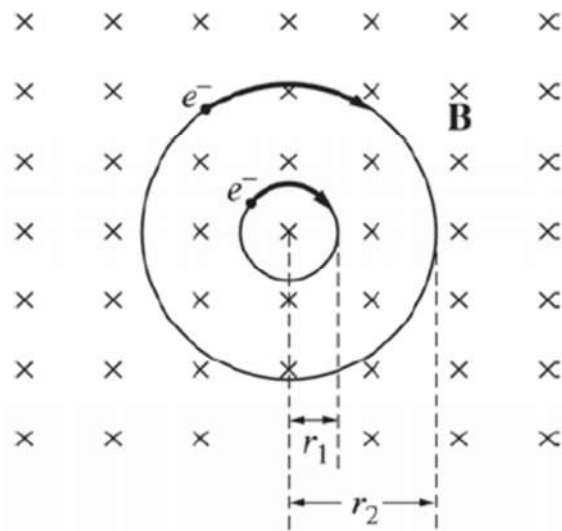
2. נתונים 4 מעגלים המורכבים מקשתות קוצנטריות (חצי, רבע מעגל עם רדיוסים $(r, 2r, 3r)$. הזרם העובר במעגלים הוא זהה I_0 . דרגו את הגודל של השדה המגנטי שנוצר בנקודה C, מהנמוך לגבוה. (משמאל לימין)



- א. 1,2,3,4
- ב. 3,2,1,4
- ג. 4,3,2,1
- ד. 1,3,4,2
- ה. אין תשובה נכונה.

3. שני אלקטרונים נעים בהשפעת שדה מגנטי אחיד B, כמתואר באיור. נתון כי $\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{3}$. מהו

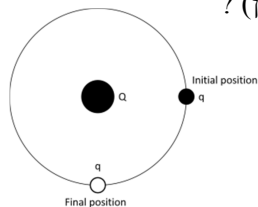
יחס המהירויות $\frac{v_1}{v_2}$?



- א. $1/9$
- ב. $1/3$
- ג. 1
- ד. 3
- ה. 9

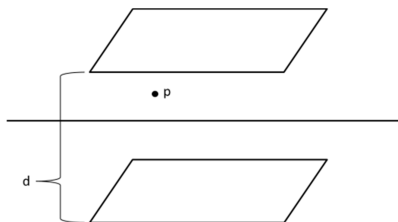
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

4. נתון מטען נקודתי Q מקובע לראשית וסביבו מסילה טבעתית מבודדת ומקובעת ברדיוס R, עליה מושחל חרוז נקודתי טעון במטען q. בהזנחת חיכוך, מה העבודה הנדרשת כדי להעביר את המטען q ממיקומו ההתחלתי על הטבעת בזווית $\varphi = 0$ למיקומו הסופי בזווית $\varphi = \frac{3}{2}\pi$ (נגד כיוון השעון)?



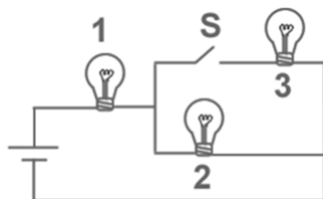
- א. 0
 ב. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R}$
 ג. $\frac{3}{8\epsilon_0} \frac{qQ}{R}$
 ד. $\frac{3}{8\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{R^2}$
 ה. $\frac{1}{2\epsilon_0} \frac{qQ}{R}$

5. שני לוחות אינסופיים מופרדים במרחק d וטעונים בצפיפות מטען $+\sigma$ (לוח עליון) ו- $-\sigma$ (לוח תחתון). בחצי המרחק בין הלוחות ובמקביל עובר תיל אינסופי טעון בצפיפות מטען $\lambda = \sigma d$. מה גודל השדה שנוצר בנק' p הנמצאת על קו מאונך למישור הלוחות ועובר דרך התיל, בחצי המרחק בין התיל ללוח העליון (ראה איור)?



- א. $\frac{\sigma}{\pi\epsilon_0} (\pi - 2)$
 ב. $\frac{\pi\epsilon_0\sigma}{4}$
 ג. $\frac{\sigma}{\epsilon_0} (2\pi - 3)$
 ד. $\frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0} (\pi - 1)$
 ה. $\frac{\sigma}{(\pi-3)\epsilon_0}$

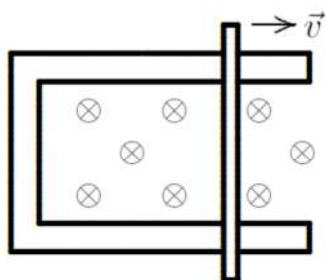
6. באיור מתוארות 3 נורות זהות מחוברות למצבר, בהתחלה המתג S פתוח. מה קורה לבהירות של נורה "1" כאשר המתג נסגר?



- א. בהירותה גדלה
 ב. בהירותה נשארת כשהייתה
 ג. בהירותה קטנה רגעית ואז חוזרת לערכה המקורי
 ד. בהירותה גדלה רגעית ואז חוזרת לערכה המקורי
 ה. בהירותה קטנה

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

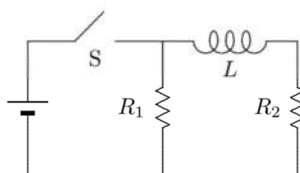
7. נתון מוט הנע במהירות v לימין ללא חיכוך על זוג מסילות מקבילות. בזמן $t = 0$ המרחק של המוט מהקצה השמאלי של המסילות מתאפס. המערכת נמצאת בשדה מגנטי חיצוני אחיד B המאונך למישור הדף וכיוונו לתוך הדף, ראה/י איור.



הכא"מ המושרה במעגל יכול להתאפס כאשר השדה המגנטי:

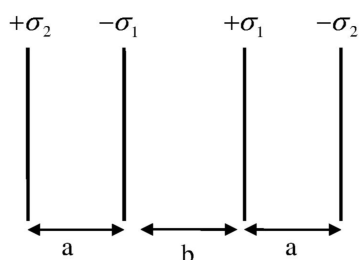
- א. יקטן בזמן פרופורציוני ל $1/t$.
- ב. יגדל בזמן פרופורציוני ל t .
- ג. לא ישתנה.
- ד. יגדל בזמן פרופורציוני ל t^2 .
- ה. יגדל בזמן פרופורציוני ל t^3 .

8. כאשר המפסק S סגור מהו קבוע הזמן של קצב הגידול בזרם החשמלי העובר דרך R_2 ?



- א. $\frac{L}{R_1}$
- ב. $\frac{L}{R_2}$
- ג. $\frac{L}{R_1 + R_2}$
- ד. $\frac{(R_1 + R_2)L}{R_1 R_2}$
- ה. $\frac{L}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

9. נתונה מערכת של ארבעה לוחות הטעונים באופן אחיד (ראו איור). משתררים אלקטרון עם מטען $-e$ מהלוח הטעון ב $-\sigma_1$. בהנחה שהאלקטרון מסוגל לעבור דרך הלוחות בלי לאבד אנרגיה, מה תהיה מהירותו ביציאה מהמערכת. נתונים $e, a, b, \sigma_1, \sigma_2$ ומסת האלקטרון m . כמו כן נתון כי המרחקים בין הלוחות קטנים ביחס לגודל הלוחות וכי $\sigma_1 < \sigma_2$.

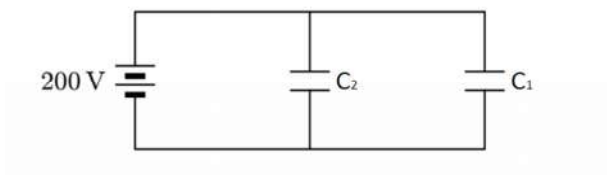


- א. $\sqrt{\frac{2e}{m\epsilon_0} [b(\sigma_2 - \sigma_1) + a\sigma_2]}$
- ב. $\sqrt{\frac{2e}{m\epsilon_0} a\sigma_1}$
- ג. $\sqrt{\frac{2e}{m\epsilon_0} a\sigma_2}$

$$\sqrt{\frac{2e}{m\epsilon_0} [-b\sigma_1 + a\sigma_2]} \quad \text{ד.}$$

$$\sqrt{\frac{2e}{m\epsilon_0} [b(\sigma_2 - \sigma_1) - a\sigma_1]} \quad \text{ה.}$$

10. בכדי לאגור אנרגיה של 0.04J בשני הקבלים מה צריך להיות קיבול הקבלים C1 ו-C2?



א. $1\mu F$ ו- $2\mu F$

ב. $2\mu F$ כל אחד

ג. $0.4\mu F$ ו- $0.1\mu F$

ד. $0.4\mu F$ ו- $0.5\mu F$

ה. $1\mu F$ כל אחד

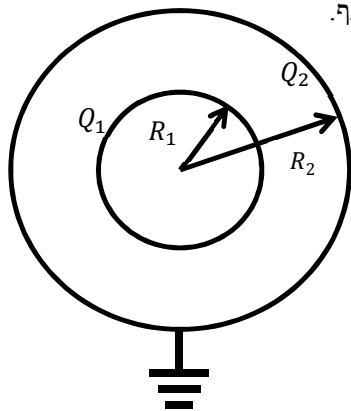
11. נתונות שתי קליפות כדוריות, מתכניות, בעלות מרכז משותף.

רדיוס הקליפה הפנימית הוא $R_1 = 5\text{cm}$ והיא טעונה

במטען כולל $Q_1 = +10\text{C}$, רדיוס הקליפה החיצונית

הוא $R_2 = 6\text{cm}$ והיא טעונה במטען כולל $Q_2 =$

$+8\text{C}$



מאריקים את הקליפה החיצונית לאדמה, כמות המטען שתזרום לאדמה היא?

א. $+20\text{C}$

ב. -20C

ג. $+18\text{C}$

ד. -18C

ה. 0C

12. מה צריכה להיות צפיפות המטען הנפחית $\rho(r)$ בתוך כדור טעון, כך שהשדה

החשמלי בתוכו יהיה קבוע בגודלו (C מסמן גודל קבוע)?

א. C/r

ב. C

ג. Cr^2

ד. Cr

ה. C/r^2

ו. אין תשובה נכונה.

13. נתונה התפלגות מטען נפחית של גליל אינסופי מלא $\rho(r) = \rho_0 \left(1 - \frac{r}{a}\right)$ רדיוס

הגליל הוא a . מניעים את הגליל בכיוון המקביל לציר הגליל. הזרם הכולל הינו i , מהי מהירות נושאי המטען?

א. $\frac{i}{\pi a^2 \rho_0}$

ב. $-\frac{3i}{2\pi a^2 \rho_0}$

ג. $\frac{3i}{\pi a \rho_0}$

ד. $\frac{\pi \rho_0 r^2}{3i}$

ה. $\frac{3i}{\pi a^2 \rho_0}$

14. נתונה טבעת במישור xy בעלת רדיוס R הטעונה בצפיפות מטען משתנה $\lambda(\theta) =$

$\lambda_0 \sin(2\theta)$. השדה החשמלי בגובה z מעל מרכז הטבעת:

א. $-\frac{4kR\lambda_0}{3(z^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}\hat{y}$

ב. $\frac{4kR^2\lambda_0}{3(z^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}\hat{x}$

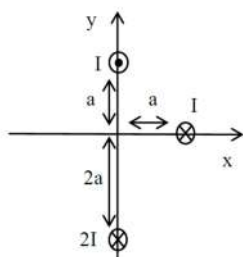
ג. 0

ד. $-\frac{4kR^2\lambda_0}{3(z^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}\hat{z}$

ה. $-\frac{4kR^2\lambda_0}{3(z^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}\hat{y}$

15. נתונים שלושה תילים המתוארים באיור (מבט על). מהו גודל השדה המגנטי

שנוצר בראשית הצירים?



א. $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

ב. $\frac{\sqrt{5}\mu_0 I}{2\pi a}$

ג. $\frac{\sqrt{3}\mu_0 I}{2\pi a}$

ד. $\frac{\mu_0 I}{\pi a}$

ה. 0

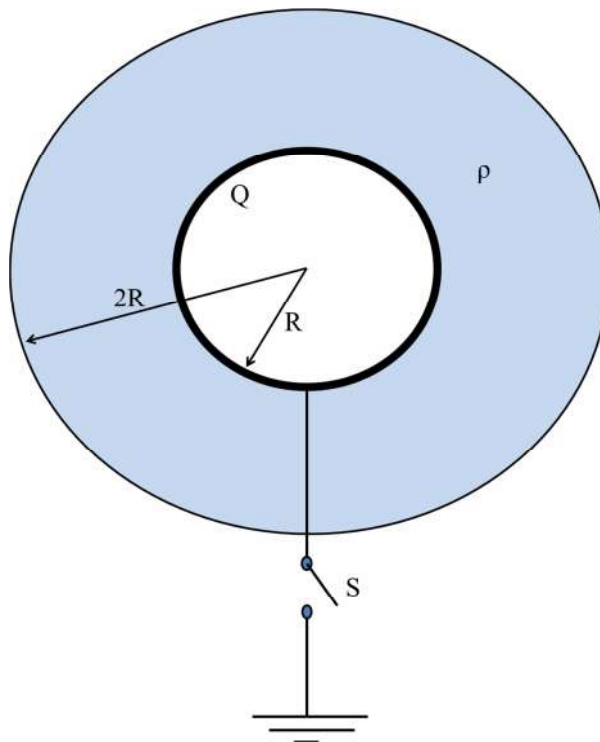
16. נתונות שתי קליפות כדוריות קונצנטריות. הקליפה הפנימית דקה, עשויה מחומר

מוליך ולא מוארקות (המפסק S פתוח), בעלת מטען Q ורדיוס R . הקליפה

החיצונית העבה, בעלת רדיוס פנימי R ורדיוס חיצוני $2R$, עשויה מחומר **מבודד**

וטעונה בצפיפות מטען נפחית אחידה ρ .

נתונים: Q , R ו- ρ



- א. חשבו/י את המטען הכללי של הקליפה המבודדת. (5 נקודות).
- ב. מהו השדה החשמלי בכל המרחב? ($r < R$, $R < r < 2R$, $r > 2R$) (5 נקודות).
- ג. מהו הפוטנציאל החשמלי של הקליפה הפנימית המוליכה? (5 נקודות).
- מאריקים את הקליפה הפנימית לאדמה על ידי סגירת המפסק S .
- ד. מה יהיה המטען הסופי על הקליפה הפנימית, ומה המטען שיזרום לאדמה עם סגירת המפסק? (5 נקודות).

18 פתרון

נמצא את המטען המקומי הנדרש - Q' (כ)

$$Q' = \rho V = \rho \frac{4}{3}\pi((2R)^3 - R^3) = \rho \frac{4}{3}\pi 7R^3$$

$\vec{E} = k \frac{Q+Q'}{r^2} \hat{r}$ $2R < r$ (?)

נמצא את המטען q של כדור הפנימי r $R < r < 2R$

$$q = \frac{4}{3}\pi\rho(r^3 - R^3)$$

$$\vec{E} = k \frac{Q+q}{r^2} = k \frac{4}{3}\pi\rho \left(r - \frac{R^3}{r^2} \right) + k \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

$E=0$ $R > r$

(ד)

$$V = k \frac{Q}{R} + \int_R^{2R} k \frac{dq}{r} = k \frac{Q}{R} + k \int_R^{2R} \frac{\rho 4\pi r^2 dr}{r}$$

$$V = k \frac{Q}{R} + k \rho 4\pi \left[\frac{r^2}{2} \right]_R^{2R} = k \frac{Q}{R} + k \rho 4\pi \left(2R^2 - \frac{1}{2}R^2 \right)$$

התנאי של קבוע המוטות

$$V = \frac{kQ}{R} + 6k\rho\pi R^2$$

(?) האקספרסיה

$$V=0 \rightarrow \frac{kQ_1}{R} = -6\pi\rho k R^2$$

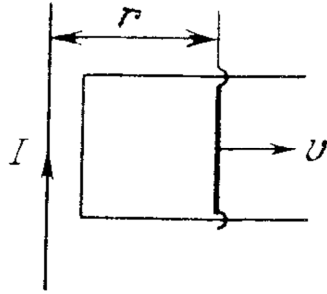
$$Q_1 = -6\pi\rho R^3$$

המטען של כדור הפנימי המוליך
אלו המוליך
המטען של כדור המוליך

$$\Delta q = Q + 6\pi\rho R^3$$

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

17. שתי מסילות מקבילות ותיל ישר וארוך עם זרם I נמצאים באותו מישור (ראה/ ציור). מוט מוליך בעל אורך l והתנגדות חשמלית R יושב על המסילות ונרר ימינה במהירות קבועה v בתוך השדה המגנטי שיוצר התיל.



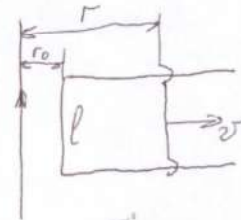
- א. מצא/ את הזרם המושרה במוט כפונקציה של המרחק r וכיוונו (עם או נגד כיוון השעון) (7 נקודות)
- ב. מהו הכוח החיצוני (כפונקציה של המרחק r) שיש להפעיל על מנת שהמוט ינוע במהירות קבועה v? גודל וכיוון (7 נקודות)
- ג. מהו ההספק התרמי שמתפתח במעגל? (3 נקודות)
- ד. מהו ההספק החיצוני הדרוש להנעת המוט (3 נקודות)

i) For the infinite wire

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\Phi_B = \int B dA = \int_{r_0}^r \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr =$$

$$= \frac{\mu_0 l I}{2\pi} \int_{r_0}^r \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 l I}{2\pi} \ln \frac{r}{r_0}$$



$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{\mu_0 l I}{2\pi r} \frac{dr}{dt} = \frac{\mu_0 l I v}{2\pi r}$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mu_0 l I v}{2\pi R r}$$

$$ii) F = l i B(r) = l i \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = l \frac{\mu_0 l I v}{2\pi R r} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0^2 l^2 I^2 v}{4\pi^2 R r^2}$$