

בגראות
קיץ תשפ"א, 2021
036371
דפי נוסחאות ונתונים ל-5 יחידות לימוד
ספח:

פיזיקה חטף הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים.

ב. מבנה השאלה ופתחה הערכה:

בשאלו זה שיש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש בלבד.

$$\text{לכל שאלה} - \frac{1}{3} \text{ נקודות}; 3 \times \frac{1}{3} = 33 \frac{1}{3} \text{ נקודות}$$

ג. חומר עוז מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכונות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:

(1) ענה על שלוש שאלות בלבד. אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך. ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.

(2) בשאלות שבפתרונות שלهن נדרש חישוב, הצג את השלבים الآלה:
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדף הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר סביר של ספרות ממשמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.

(3) בשאלות שהתשובה עליהם מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.
(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

(5) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום בביטוי מתמטי הכלול את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדף הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצה הנפילה החופשית g.

(6) בחישוביך השתמש בערך $g/m = 10$ לגודל תאוצה הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
(7) כתוב את תשובה בטעט. אם כתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער.

МОתיר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.

כתב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתבת טיוטה בדף שאין במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

הנחיות בשאלו זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות לנבחנים אחד.

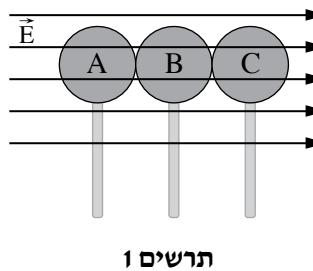
בהצלחה!

השאלות

עונה על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה – $\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

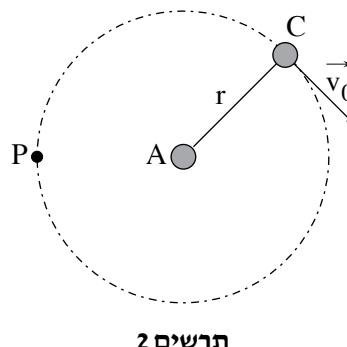
- 1.** תלמידים טעונו כדורים במטען חשמלי בתחילת המתוואר לפניך. הם הכניסו שלושה כדורי מתכת זהים A, B ו-C שאים טעונים לתוךם שבו שורר שדה חשמלי אחד \vec{E} . ה כדורים הוחזקו באמצעות מקלות מבודדים לאורך קו ישר כך שהם נוגעים זה זהה, כמוותואר בתרשימים 1 של פניך. לאחר מכן זמינה להם הרחיקו בבהא אחת את שלושת ה כדורים זה מזה באמצעות המקלות, ולאחר מכן הוציאו אותם מתחום השדה החשמלי.



תרשים 1

- a.** עברו בלאחד מן ה כדורים קבוע אם לאחר שהוציאו אותו מן השדה החשמלי הוא טוען במטען חשמלי חיובי או טוען במטען חשמלי שלילי או אם הוא נייטרלי. נמק את קביעותיך. (6 נקודות)

התלמידים הפרידו את ה כדורים מן המקלות (בלי לשנות את מטעןיהם) וקבעו את כדור A במרכז של משטח אופקי חלק ומבודד. הם הניחו את כדור C על המשטח במרחק r מכדור A, והעניקו לכדור C מהירות ההתחלתית v_0 . בעקבות זאת כדור C נעה בתנועה קצובה לאורך מסלול מעגלי שבמרכזו כדור A (ראה תרשימים 2).



תרשים 2

- b.** סרטט תרשימים של כל הכוחות הפועלים על ה כדור C בחולפו בנקודה P, ורשום ליד כל כוח את שמו (או את האותיות המסמלות אותו). (5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

נתון: המרחק בין הגדורים $r = 0.9\text{m}$, המסה של כל גדור היא $m = 0.01\text{kg}$.

$$\text{לגדור C הוא } v_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- ג. חשב את מטען הגדור C. (6 נקודות)
- ד. חשב את השינוי שחל במספר האלקטרונים בגדור C בעקבות תהליכי הטעינה המתואר בפתרich לשאלתך. (6 נקודות)

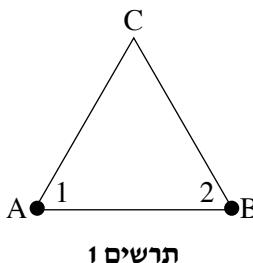
התלמידים החליפו בין הגדורים A ו- C: הם קיבעו את גדור C למרכז המשטח, והעניקו לגדור A מהירות ההתחלתית השווה (בגודל ובכיוון) ל מהירות v_0 \rightarrow שניתנה לגדור C קודם לכן.

- ה. קבע אם תנועת גדור A זהה לו שהיתה לגדור C קודם לכן. אם כן – נמק את קביעתך. אם לא – מהו השוני בין התנויות? (6 נקודות)

התלמידים פרקו את המטען מן הגדורים וחזרו על תהליכי הטעינה המתואר בפתרich לשאלתך, אך הפעם החליפו את גדור המתכת האמצעי B לגדור D העשו מחומר מבודד.

- ו. עברו בלאחד מן הגדורים A, C, ו- D קבע אם לאחר הוצאתו מן השדה החשמלי הוא טוען בטען חשמלי חיובי או טוען בטען חשמלי שלילי או אם הוא נייטרלי. נמק את קביעותיך. ($\frac{1}{3} 4$ נקודות)

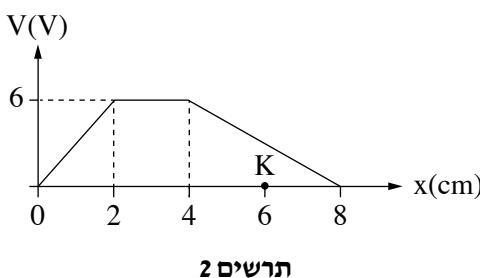
נתונה מערכת ובה שני חלקיקים 1 ו- 2 המוחזקים בהתאם בקודקודים A ו- B של משולש שווה צלעות ABC (ראה תרשים 1). אורך כל צלע של המשולש הוא $m = 0.6$. החלקרים טעונים בטען שווים, שערך $q_1 = q_2 = +40 \cdot 10^{-9} C$.



בשאלה זו רמת אפס של הפוטנציאלי החשמלי נקבעה באין-סוף ויש להזניח כוחות כבידה.

- a. חשב את השدة החשמלי השקול \vec{E} (גודל וכיוון) הנוצר בקודקוד C באמצעות שני המטענים. (7 נקודות)
- b. חשב את הפוטנציאלי החשמלי הכללי, V , הנוצר בקודקוד C באמצעות שני המטענים. (6 נקודות)
- c. האם במערכת המטענים המוצגת בתרשים 1 קיימת נקודה שבה הפוטנציאלי החשמלי שונה מ-0, והשدة החשמלי בها שווה לאפס? אם לא – נמק. אם כן – ציין את מיקומה של הנקודה. (4 נקודות)

במערכת אחרת נמדד הפוטנציאלי החשמלי, V , לאורך ציר ה- x . בתרשים 2 מוצג גרף של V כפונקציה של x .



- d. סרטט במחברתך גרף המתאר את השدة החשמלי כפונקציה של x , עבור התחום שבין $0 = x$ ל- $8 cm = x$. (7 נקודות)

משחררים מנוחה חלקיק שטען $C = -40$ מ- q_3 מנוקודה K שעל ציר ה- x , ששיעורו $x_K = 6 cm$ (ראה תרשים 2).

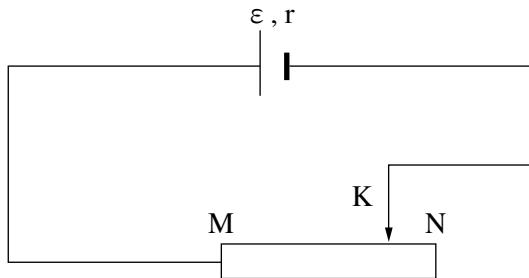
החלקיק מתחילה לנוע על ציר ה- x בתאוצה שגודלה $\frac{m}{s^2} = 2$.

- e. קבע אם החלקיק q_3 נעה בכיוון החיובי של ציר ה- x או בכיוון השילילי. נמק את קביעתך.
- f. חשב את מסת החלקיק q_3 . (4 נקודות)

.3.

תלמידה ב厰ממת פיזיקה בנתה מעגל חשמלי המוצג בתרשימים שלפנינו.

רכיבי המעגל: מקור מתח שהכח"ם שלו E והתנגדות הפנימית r , תילים מוליכים אידיאליים ונגד משטנה שקצתוינו M ו- N והמגע הנידי שלו K .



התלמידה הציבה את המגע הנידי K בנקודות שונות על פני הנגד המשטנה, ובכל פעם מדדה את I , עוצמת הזרם במעגל, ואת V , המתנה בין הנקודה M לבין הנקודה K .
תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפנין.

I (A)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
V (V)	4.9	3.9	3.2	2.0	0.8

אחד מזוגות המדידות שבטבלה מתאים למצב שבו המגע הנידי K היה בקצת N של הנגד המשטנה.

- א. מהי עוצמת הזרם במצב זה? נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ב. (1) סרטט דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של המתנה, V , כפונקציה של עוצמת הזרם, I .
(2) הוסף לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה).
(8 נקודות)

השתמש בגרף שסרטט ורשום את ערך הכח"ם E של מקור המתנה. בגרף שסרטט סמן (בצורה בולטוט) את הנקודה שבה השתמשה לקביעת תשובתך. (6 נקודות)

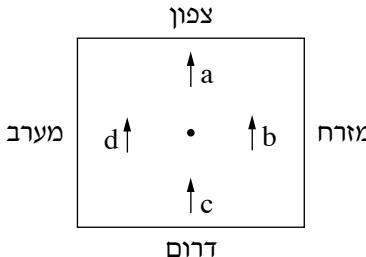
ד. השתמש בגרף וחשב את התנגדות הפנימית r של מקור המתנה. (5 נקודות)

ה. קבע מהי עוצמת הזרם המתאימה למצב שבו המגע הנידי נמצא בנקודה M . (4 נקודות)

ג. על פי נוסחת חוק אוּהָם, כאשר המתח גַּדֵּל — גם עוצמת הזרם גַּדֵּל. אבל במידידות של התלמידה, כאשר המתח גדול — עוצמת הזרם קָטָנָה. האם תוצאות המדידות עומדות בסתייה לחוק אוּהָם? נמק את תשובתך. (4 נקודות)

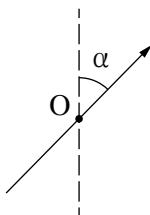
תלמיד בingleton פיזיקה רצה למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, B_E , באזור מגוריו. לשם כך הוא התקין מערכת ניסוי: הוא השחיל תיל מוליך ארוך וישר דרך נקב שבמרכז שולחן, ומתח אותו כך שהתיל היה ניצב למשור השולחן. על השולחן הוא מיקם ארבעה מצפנים, a, b, c ו-d, כל אחד במרחק z מהתיל, לפי הכליה המוצגים בתרשימים 1 שלפנינו.

תרשים 1 הוא מבט מלמעלה על המערכת, ובו רואים את החתך של התיל ואת הכליה המוצגים כאשר לא עבר זרם בתיל.



תרשים 1

כאשר התלמיד הזרים בתיל זרם שכיוונו אינם נתון ועוצמתו $A = 8.5A$, המagnet של מצפן a הסתובבה עם כיוון השעון, והתייצבה בזווית α (ראה תרשימים 2).



תרשים 2

א. העתק את תרשימים 2 למחברתך, וסמן בנקודה O את הכליה המגנטיים הפועלים על המagnet של מצפן a: את כיוון הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, B_E , ואת כיוון השדה המגנטי, I, שיוצר הזרם. (6 נקודות)

ב. קבע אם כיוון הזרם בתיל היה מעלה ("החווצה מן הדף") או מטה ("אל תוך הדף"). נמק את קביעתך. (6 נקודות)

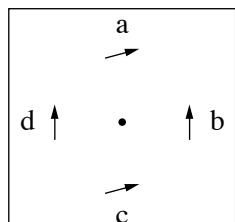
ג. בטא את (α) $\tan(\alpha) = \frac{I}{B_E}$ כפונקציה של I באמצעות z, B_E ו- r_0 . (6 נקודות)

נתון: $r = 10 \text{ cm}$, $\alpha = 37^\circ$.

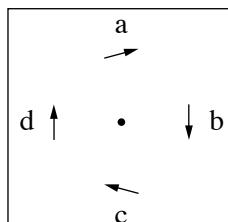
ד. חשב, בעזרת הביטוי שפיתחת בסעיף ג, את גודלו של הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, B_E , באזור מגוריו של התלמיד. (5 נקודות)

התלמיד רצה לבחון את הכוונים שבהם יתיצבו מחיי המסתננים בעקבות מעבר זרם בתיל. לשם כך הוא הגיד בהדרגה את עוצמת הזרם I עד ערך מסוים והרעד מעט את השולחן שהmastננים היו מונחים עליו. נתון כי במצפן a המחתה התיצבה בזווית α והיא שווה כעת 55° .

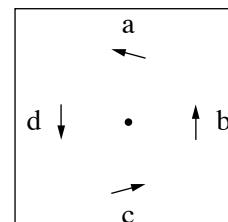
ה. לפניך ארבעה תרשימים 1-4, רק אחד מהם מתאר נכון כיווני המחתים של כל המסתננים.



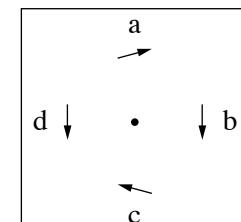
1



2



3

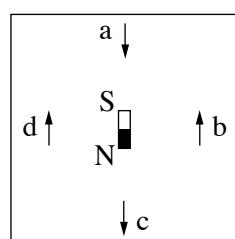


4

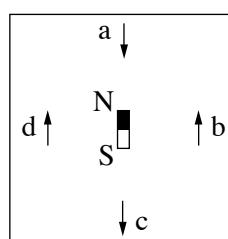
קבע איזה מן התרשימים הוא הנכון. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

במקרה אחר התלמיד הסיר את התיל והניח במרכז השולחן מגנט מוט.

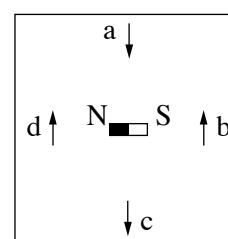
ג. לפניך ארבעה תרשימים 1-4, רק אחד מהם מתאר נכון כיווני המחתים של כל המסתננים ואת מגנט המוט.



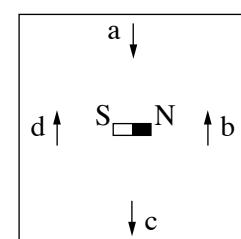
1



2



3



4

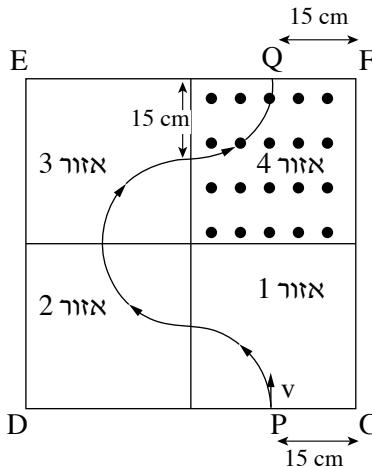
קבע איזה מן התרשימים הוא הנכון. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

.5.

ריבוע CDEF מחולק לאربعة אזוריים 1-4 (ראה תרשים).

כל אחד מארבעת האזוריים הוא ריבוע שטח $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$. בכל אזור שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו $T = 1\text{ T}$, וכיוונו ניצב לריבוע CDEF. באזור 4 השדה "יוצא מהדף".

חקיק א טען חודר לתוך המריבוע CDEF בנקודה P (ראה תרשים), שמרחeka מן הנקודה C הוא 15 cm , ב מהירות $v = 3.6 \cdot 10^6\text{ m/s}$. מסת החלקיק $6.67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$.



א. האם המטען החשמלי של חלקיק א הוא חיובי או שלילי? נמק. (5 נקודות)

ב. מה הם כיווני השדות המגנטיים באזוריים 1, 2, 3 ? ? (כתבו \times אם כיוון השדה "לטוך הדף", וכותבו \bullet אם כיוון השדה "יוצא מהדף"). נמק. (6 נקודות)

ג. חשב את המטען של חלקיק א. (5 נקודות)

ד. האם לאורך מסלול התנועה של חלקיק א מן הנקודה P לנקודה Q וקטור המהירות של החלקיק משתנה: (1) בכיוונו? נמק.

(2) בגודלו? נמק.
(8 נקודות)

ה. חשב את משך הזמן שבו חלקיק א נע מן הנקודה P לנקודה Q. (5 נקודות)

ו. בנקודה Q משגרים לאורך אזור 4 בזה אחר זה שני חלקיקים, ברג'ג באותו גודל מהירות ($v = 3.6 \cdot 10^6\text{ m/s}$) במאונך ל-EF ולשדה המגנטי שבאזור 4.

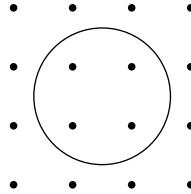
שני החלקיקים ברג'ג מסוות זהות למסה של חלקיק א. לחקליק ב יש מטען זהה למטען של חלקיק א, ולחקליק ג יש מטען מנוגד למטען של חלקיק א.

איזה משני החלקיקים – ב או ג – ינוע לאורך מסלול התנועה של חלקיק א ? נמק.

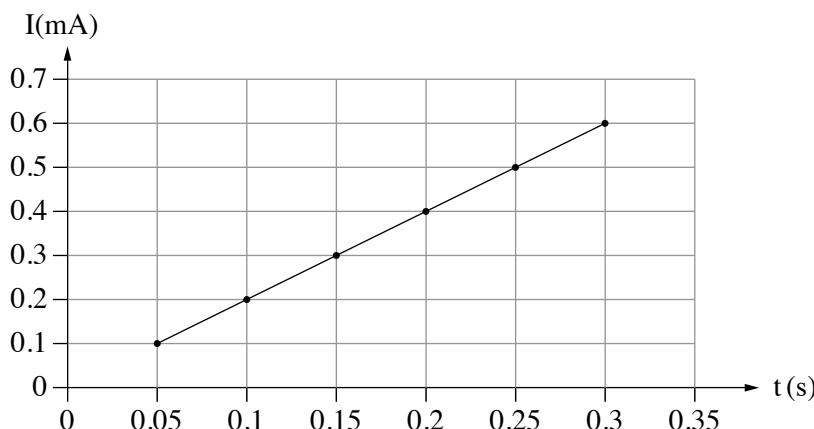
(הנח כי אין אינטראקציה בין החלקיקים במהלך תנועתם בשדות המגנטיים). (1/3 4 נקודות)

השראה

- . נתון שדה מגנטי \vec{B} שכיוונו בכיוון ציר ה- x ועוצמתו משתנה כפונקציה של x על פי הקשר: $x \cdot K - B_x(x) = B_{0,x}$. רכיבי השדה בכיוונים האחרים ניתנים להזנה. מיניחים טבעת עשויה חומר מוליך במקומות $t = 0$ ו- $t = x$. מרגע $t = 0$ מניעים אותה בכיוון החיובי של ציר ה- x , בתואוצה קבועה שגודלה a . במשך התנועה יכולה מישור הטבעת ניצב לציר ה- x . בתרשים שלפניך מתוארים הטבעות ורקיב השדה המגנטי B_x עבור נקודה מסוימת על ציר ה- x ($x > 0$). הכיוון החיובי של ציר ה- x הוא "החזקת מן הדף".



- א.** נתון כי ערכו של הקבוע K הוא 0.02, על פי מערכת היחידות I.S (מערכת היחידות הסטנדרטית). רשם מה הן היחידות של הקבוע K . (5 נקודות)
- ב.** הסבר מדוע במהלך תנועתה של הטבעת זורם בה זרם חשמלי. (6 נקודות) השטח החום על ידי הטבעת הוא A, והתנגדות הטבעת היא R.
- ג.** פתח ביטוי עבור גודל השטף המגנטי כפונקציה של הזמן t והפרמטרים $K, a, B_{0,x}$ ו- A . (7 נקודות)
- ד.** פתח ביטוי עבור עוצמת הזרם בטבעת כפונקציה של הזמן t והפרמטרים R, K, a ו- A . (6 נקודות) הזרם בטבעת נמדד ברגעים שונים. תוצאות המדידות מוצגות בגרף שלפניך. שים לב כי הזרם נמדד במיליאמפר.



נתון: $I = 2t^{\frac{3}{2}}$, $R = 0.04\Omega$, $a = 2\text{ cm}$

- ה.** על פי שיפוע הגרף, חשב את השטח A התחום על ידי הטבעת. (5 נקודות)
- ו.** קבע אם ברגע $t = 0.2\text{ s}$ כיוון הזרם בטבעת הוא עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון. נמק את קביעתך. (4 נקודות)

בdziיה!