

סוג הבחינה: א. מתכונת לבתי ספר על-יסודיים
ב. מתכונת לנבחנים אקסטרוניים
מועד הבחינה: קיץ תשס"ז, 2007
מספר השאלון: 652, 917521
נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה
ל-5 יח"ל

פ י ז י ק ה

ח ש מ ל

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים. (105 דקות)
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות: $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אידוישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
 - (3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך של 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
 - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב ב**בטוטה** (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" באש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

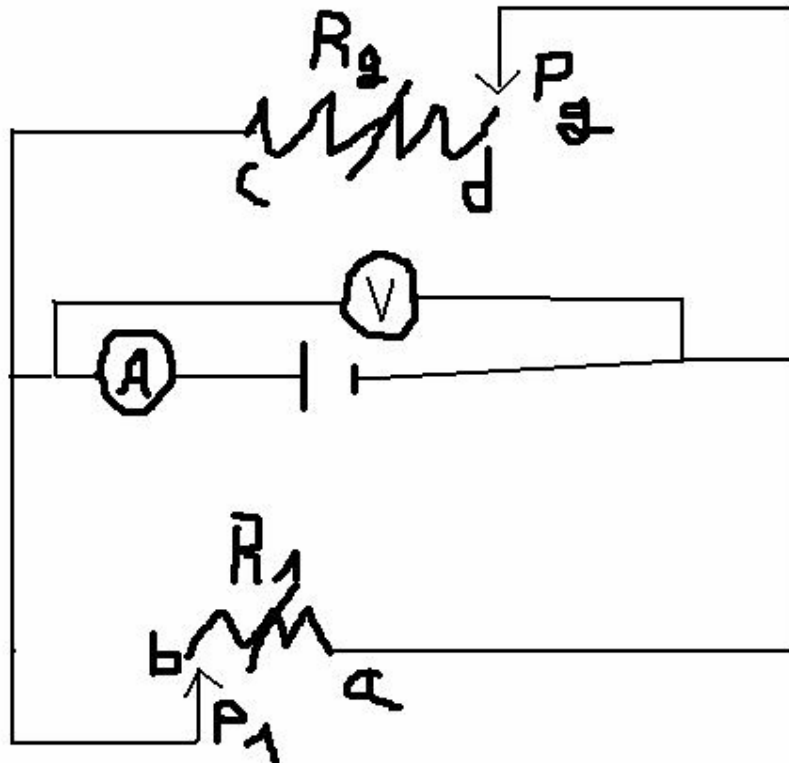
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשונו זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

שאלה ראשונה

- תלמיד מעוניין לבצע ניסוי לבדיקת תכונותיהם החשמליות של שני כדורים ניטרליים זהים. לצורך כך, הניח את הכדורים על שולחן אופקי חסר חיכוך כאשר אין מגע בין הכדורים.
- (א) התלמיד קירב מימין מוט זכוכית הטעון במטען שלילי אל שני הכדורים ובו בזמן הצמיד אותם זה לזה, על מנת לבצע ניסוי בטעינה ע"י השראה. לאחר שעבר **זמן רב מאוד**, הרחיק התלמיד את הכדורים זה מזה וסילק את מוט הזכוכית מן האזור. האם הכדורים יטענו? ואם כן באיזה מטען יטען כל אחד מהם?
- (ב) התלמיד המסוקרן רצה לחקור לעומקו של העניין והזמין תלמיד נוסף לעזור לו בניסוי. בשלב הבא של הניסוי, בו בזמן אחד התלמידים הצמיד שוב את הכדורים, והתלמיד השני קירב מימין מוט זכוכית הטעון במטען חיובי אל שני הכדורים. התלמידים השאירו מצב זה לאורך **זמן קצר מאוד**, ולאחר מכן סילקו את המוט מהאזור והפרידו בין הכדורים. התלמידים מצאו כי מטען הכדורים **לא השתנה**. מה מכאן תוכל להסיק על החומר ממנו עשויים הכדורים?
- התלמיד מדד ומצא כי אחד הכדורים נטען במטען חיובי של 3 מילי קולון ואילו הכדור השני במטען שלילי של 3 מילי קולון. מסת כל אחד מהכדורים היא 50 גרם. התלמיד תלה באמצעות שני חוטים זהים שאורך כל אחד מהם 0.4 מטרים את שני הכדורים לנקודה משותפת בתקרה, כאשר הכדורים לא נוגעים יותר בשולחן האופקי. כתוצאה מכך נפרשו שני החוטים עד שהמערכת הגיעה למצב של שיווי משקל.
- (ג) מצא מהי הזווית בה נפרשו החוטים.
- (ד) מצא מהו הכוח החשמלי הפועל על כל אחד מהכדורים.
- (ה) כל המערכת הנ"ל הוכנסה לתוך איזור בו שורר שדה מגנטי אחיד שכיוונו מאונך לקו המחבר את מרכזי שני הכדורים. האם יכול שינוי במצב מערכת שני הכדורים? במידה ולא – נמק. במידה וכן – הסבר מה יהיה השינוי.
- (ו) כעת מכניסים לאיזור השדה המגנטי כדור נוסף, הנע במהירות הולכת וגדלה במישור שני הכדורים ובמאונך לקו המחבר בין מרכזיהם. ידוע כי הכדור הנוסף טעון במטען שלילי. נקודת ההתחלה של תנועת הכדור הינה באמצע הקו המחבר בין מרכזי שני הכדורים. האם כעת יכול להיות שינוי במצב מערכת שני הכדורים? במידה ולא – נמק. במידה וכן – הסבר ממה נובע השינוי והיכן הוא בא לידי ביטוי.

שאלה שנייה

המעגל שבתרשים כולל סוללה שהכא"מ שלה הוא ε והתנגדותה הפנימית r , נגד משתנה R_1 , נגד משתנה R_2 ומכשירי מדידה אידיאליים.



כאשר המגע הנייד P_1 ממוקם בנקודה b והמגע הנייד P_2 מנותק מהמעגל, מורה מד הזרם $2A$ ומד המתח $10V$. כאשר המגע הנייד P_2 ממוקם בנקודה d והמגע הנייד P_1 מנותק מהמעגל, מורה מד הזרם $1A$ ומד המתח $12V$.

(א) חשב את הכא"מ ואת ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

(ב) מצא את ההתנגדות המרבית של כל אחד מהנגדים.

(ג) מה תהיה הוריית מכשירי המדידה, כאשר שני המגעים הניידים מנותקים מהמעגל?

(ד) במצב בו שני המגעים הניידים מנותקים מן המעגל, מחליפים בין מקומות מד המתח ומד הזרם במעגל.

האם תשובתך לסעיף ג' תשתנה? אם לא – נמק, אם כן – הסבר באופן איכותי מה יהיה השינוי.

כעת מחליפים את מכשירי המדידה למכשירי מדידה **שאינם אידיאליים** (כלומר אמפרמטר שהתנגדותו

אינה זניחה, ווולטמטר שהתנגדותו קטנה מאינסוף) ומחזירים אותם למקומם המקורי במעגל. התנגדויות

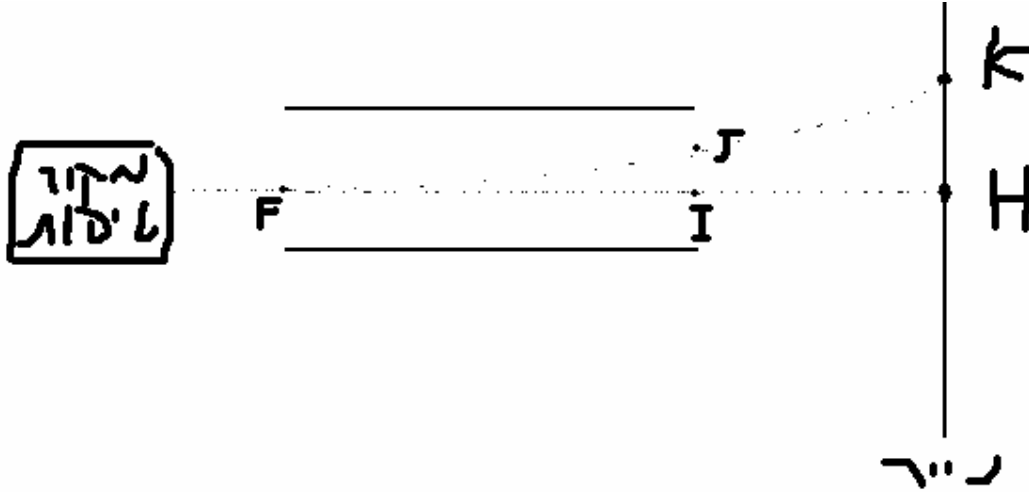
מכשירי המדידה **אינן ידועות**. כמו כן, מחליפים את הסוללה, לסוללה **אידיאלית** בעלת כא"מ זהה.

מחברים את שני המגעים P_1 ו- P_2 , לאמצע כל אחד מהנגדים המשתנים בהתאמה.

- ה) מצא את עוצמת הזרם החשמלי שתעבור דרך הנגד R_2 . במידה ואינך יכול להגיע לתשובה מספרית, בטא באמצעות שימוש בפרמטרים לנתונים החסרים.
- ו) מצא את מתח ההדקים במעגל. נמק פתרוןך.
- ז) מחליפים את מד הזרם בנגד נוסף שהתנגדותו 2 אוהם. במצב בו **מנתקים את מד המתח מן המעגל**, מצא את עוצמת הזרם החשמלי העוברת בנגד R_1 .

שאלה שלישית

האיור מראה חלק ממנגנון של מדפסת להזרקה דיו. טיפת דיו בעלת מסה $m = 2.8 \cdot 10^{-10} \text{kg}$ ומטען שלילי שגודלו $4 \cdot 10^{-13} \text{C}$ נכנסת במהירות $v = 30 \text{m/s}$ בנקודה F לאזור שבין שני לוחות הטיה המחוברים לספק מתח. בין הלוחות שדה חשמלי אחיד שגודלו $E = 2.8 \cdot 10^6 \text{ N/C}$. אורך הלוחות 6cm. טיפות הדיו פוגעות בנקודה K הנמצאת על נייר ארוך מאוד המרוחק ב-4cm מקצה הלוחות.



א) חשב את הפרש הפוטנציאלים המאיץ את טיפות הדיו מהמקור (בן הן במנוחה) עד למהירות כניסתם ללוחות ההטיה.

ב) 1) חשב את הסטייה JI מהקו האמצעי.

2) האם סטייה זו תשתנה אם הטיפות תואצנה במתח הקטן פי 2 מזה שחושב בסעיף א'? אם לא – נמק, אם כן – הסבר מה יהיה השינוי.

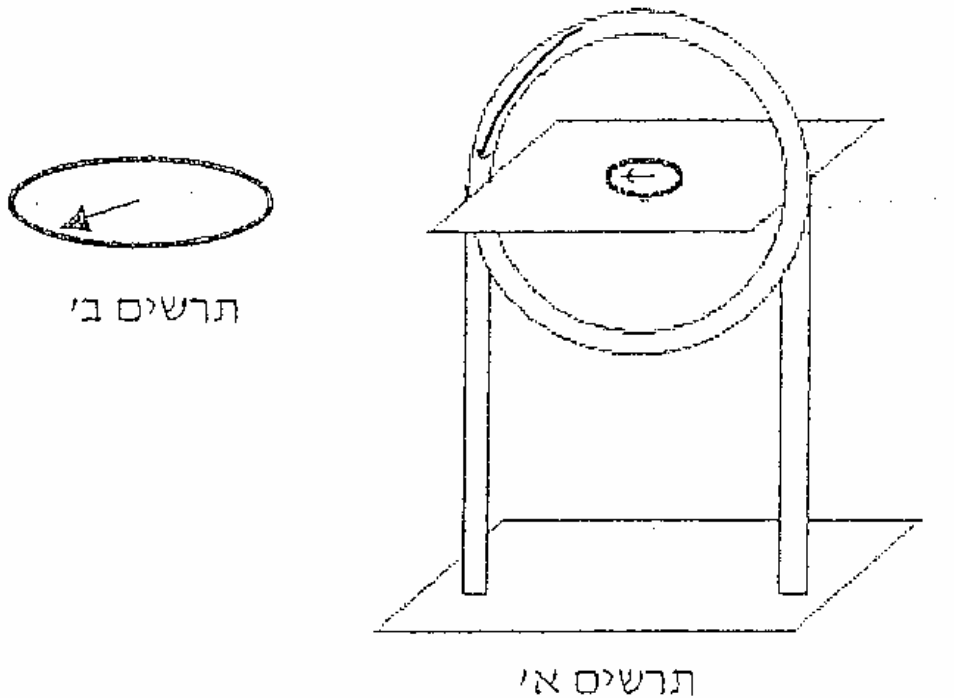
ג) מהו הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות F ל-J? ציין מי מהנקודות נמצאת בפוטנציאל גבוה יותר. נמק. ד) חשב את גודל מהירות הטיפות היוצאות מלוחות ההטיה.

ה) הגדילו פי 2 את המרחק בין לוחות ההטיה המחוברים לאותו ספק מתח. האם טיפות הדיו תפגענה בנקודה K? נמק. אם לא – קבע איכותית היכן תפגענה הטיפות בנייר.

ו) מחזירים את לוחות ההטיה למרחק המקורי ביניהם, ויוצרים במערכת הניסוי שדה מגנטי אחיד, שעוצמתו 0.4T וכיוונו "יוצא" מן הדף. השפעת השדה המגנטי הינה אך ורק בשטח שבין שני לוחות ההטיה. בהנחה וחוזרים שוב על אותו הניסוי, האם טיפות הדיו תפגענה בנייר? אם לא – נמק, אם כן – מצא את המרחק בין נקודת הפגיעה החדשה לנקודה H.

שאלה רביעית

תלמיד מצטיין, שנשלח לשליחות בחלל החיצון, התבקש למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של פלנטה מרוחקת בעזרת מערכת המורכבת מסליל דק. תחילה הוא יצר בעזרת תיל מוליך סליל המורכב מלולאה אחת שקוטרה 36 ס"מ. הוא העמיד במרכזה מצפן וכיוון את המערכת כך שמישור הלולאה יהיה בכיוון צפון-דרום. **תרשים א'** מתאר את מצב מערכת הניסוי כאשר לא זורם זרם בסליל. התלמיד חיבר את הסליל דרך מד זרם ונגד משתנה למקור מתח. כתוצאה מכך מחט המצפן סתתה כמוראה **בהגדלה בתרשים ב'**. הנח כי השדה המגנטי של הפלנטה המרוחקת הינו בעל תכונות זהות לשדה המגנטי של כדור הארץ.



א) שרטט מערכת וקטורים המתארת את הקשר בין וקטור השדה המגנטי שיוצר הסליל הדק, הרכיב האופקי של השדה המגנטי של הפלנטה המרוחקת והשדה המגנטי השקול באזור המצפן. הוסף לתרשים את זווית סטיית המצפן **מכיוון צפון**.

ב) האם הזרם בסליל זורם בכיוון השעון, או נגד כיוון השעון? נמק.

בעזרת הנגד המשתנה התלמיד כיוון את זווית הסטייה של המצפן ל-10 מעלות מכיוון צפון. במצב זה מד הזרם הורה על זרם של 0.68A. התלמיד שינה בכל פעם את מספר הליפופים של התיל המוליך כך שהסליל יהיה מורכב ממספר לולאות וממד את זווית הסטייה α . תוצאות מדידתו נתונות בטבלה שלפניך:

מספר ליפופים	1	2	3	4	5
זווית הסטייה (במעלות)	10	20	28	34	40

ג) שרטט גרף של טנגנס זווית הסטייה כפונקציה של מספר הליפופים. הוסף טבלת ערכים מתאימה.

ד) פתח ביטוי מתאים ומצא בעזרתו את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של הפלנטה המרוחקת.

ה) אחת ההנחיות שקיבל התלמיד בביצוע הניסוי הייתה להקפיד שליפופי הסליל יהיו באותה המגמה.

מדוע נדרש התלמיד להקפיד על כך?

ו) התלמיד, מאושר כי הצליח בשליחותו למצוא את הרכיב האופקי של השדה המגנטי בפלנטה המרוחקת,

אין נרגש לתחנת טלוויזיה בלוויין הממוקמת בפלנטה המרוחקת, המשדרת באמצעות שיטה חדשנית

המבוססת על גלים אלקטרומגנטיים, על מנת לחזור על הניסוי בשידור חי לתושבי כדור הארץ. לצערו של

התלמיד, הפעם לא הצליח להגיע לתוצאה הרצויה לרכיב האופקי של השדה המגנטי של הפלנטה

המרוחקת. הסבר מה עלולה להיות הסיבה לכך, והסבר מה יכול היה התלמיד לעשות על מנת להצליח

בביצוע החזור של הניסוי.

שאלה חמישית

ערן, תלמיד המגמה לפיסיקה, בנה את המעגל החשמלי המופיע בתרשים א' (למטה), וביקש לחקור באמצעותו את הקשר שבין הזרם הזורם דרך מקור המתח למרחק המסומן בציור באות X (מרחק נקודת המגע הנייד P מנקודת הקצה a של המוט המוליך). כא"מ המקור הוא 4 וולט, התנגדותו הפנימית r אינה ידועה, מד הזרם אידיאלי, ולמוט ab התנגדות אחידה לכל אורכו λ אוהם למטר, אשר אינה ידועה. כל יתר תילי החיבור חסרי התנגדות חשמלית. ערן רשם את מדידותיו בטבלה שלהלן:

X[m]	1	0.9	0.72	0.55	0.4	0.32	0.16
I[A]	1.6	1.63	1.7	1.76	1.8	1.85	1.92

א) השתמש בנתוני הטבלה ושרטט גרף של X כפונקציה של $1/I$.

ב) פתח ביטוי אלגברי (באמצעות הגדלים הנתונים בשאלה) המתאר את הקשר בין X ל- $1/I$.

ג) מצא בעזרת הגרף

1) את ערכה של λ , ההתנגדות ליחידת אורך של המוט ab.

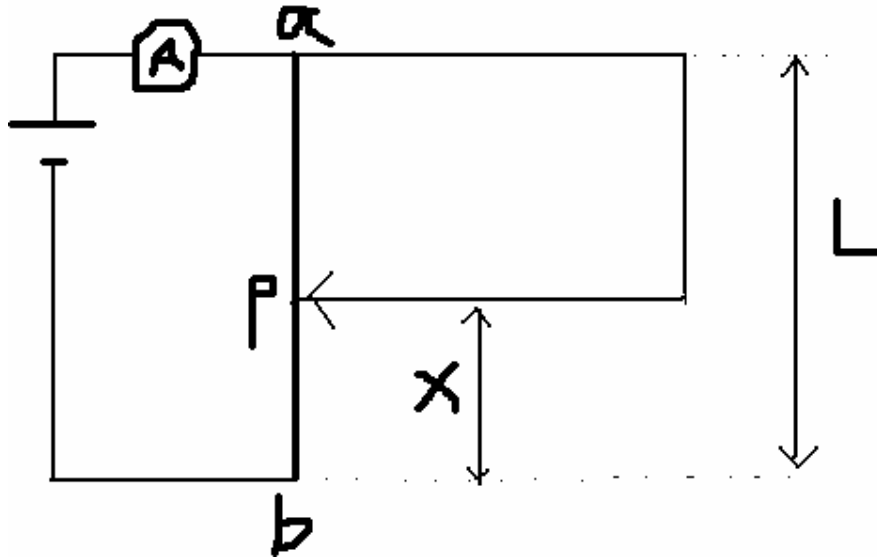
2) את r, התנגדותה הפנימית של הסוללה.

ד) מהו הפרש הפוטנציאלים בין a ל-b כאשר $X = 0.4m$?

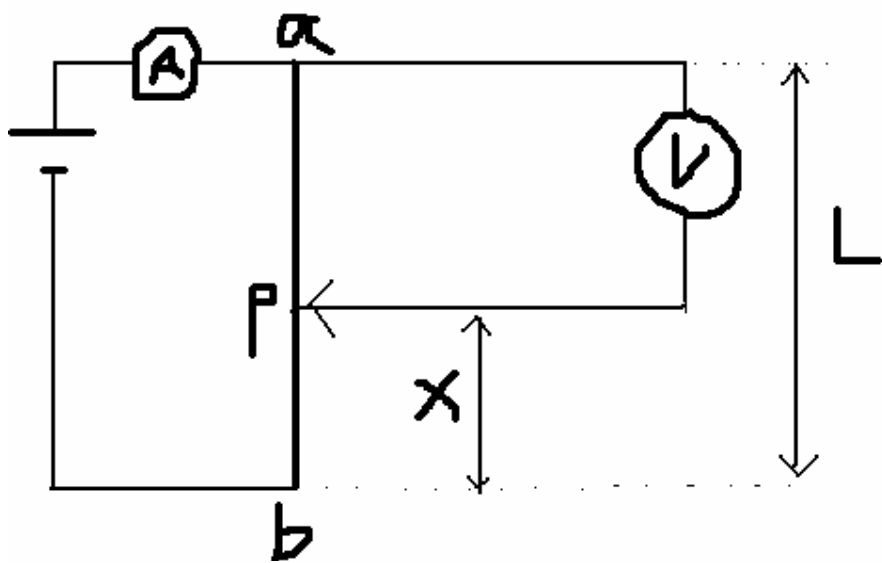
ה) ערן חזר על הניסוי, אלא שהפעם חיבר בין הנקודות b ו-p וולטמטר אידיאלי, כמתואר בתרשים ב'

(למטה). הוא שב ושרטט גרף של X כתלות ב- $1/I$. האם הגרף שהתקבל שונה מהגרף שקיבלת בסעיף

א' אם לא – נמק, אם כן – הסבר איכותית מה יהיה השינוי.



תרשים א'



תרשים ב'