



## מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

### חשמל

#### הוראות לנבחן

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

- א. משך הבחינה: 105 דקות  
ב. מבנה השאלון: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.

לכל שאלה -  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות.

- ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון  
2. נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.

#### ד. הוראות מיוחדות:

- (1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
- (2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. (כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים.)
- לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום ביחידות המתאימות את התוצאה המתקבלת.
- (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או מהירות האור בריק  $c$ .
- (4) בחישובך השתמש בערך של  $10\frac{m}{s^2}$  בשביל תאוצת הנפילה החופשית.
- (4) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

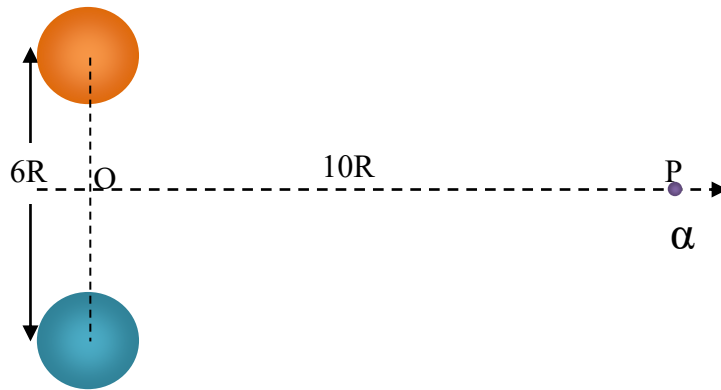
**בהצלחה!**

# שאלה מספר 1

נתון כדור מוליך חלול בעל רדיוס  $R = 2 \text{ cm}$ . הכדור טעון במטען חשמלי חיובי. סמוך מאוד לשפתו נמדד גודל שדה של  $9 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ .  
**א.** מצא את הפוטנציאל החשמלי בנקודה הנמצאת במרחק  $1 \text{ cm}$  ממרכז הכדור. פרט שיקוליך. (6 1/3 נק')

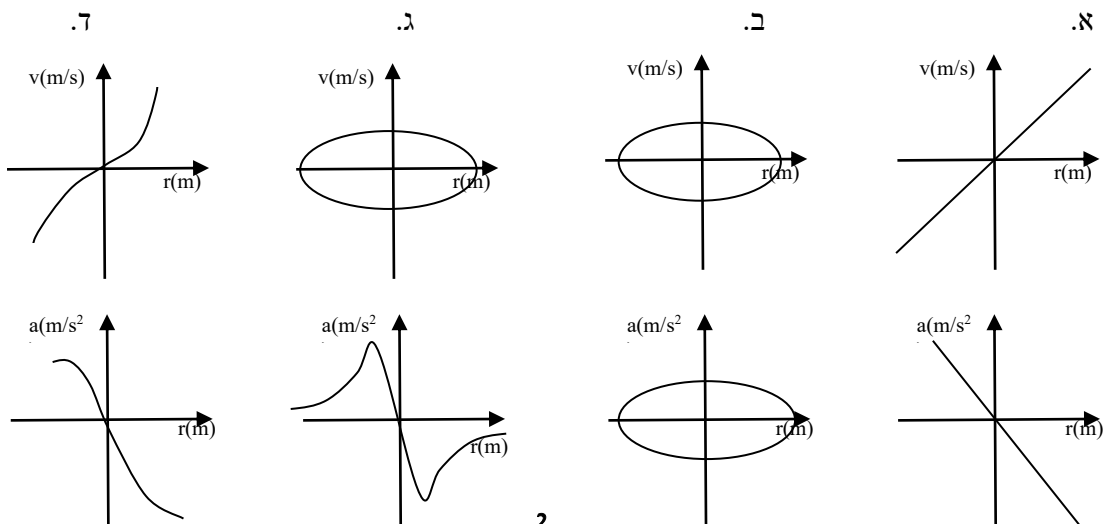
במרחק רב מאוד (מרחק "אינסופי") מהכדור החלול, נמצא כדור מוליך נוסף שרדיוסו  $R$ , זהה לזה של הכדור החלול. הכדור השני טעון במטען שלילי:  $-6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ . מחברים את שני הכדורים באמצעות תיל דק מוליך ארוך מאד.  
**ב.** מה המטען על כל כדור כעבור זמן ארוך? הסבר שיקוליך. (8 נק')

לאחר זמן ארוך, מנתקים את התיל בין שני הכדורים, מקרבים ומקבעים אותם במרחק של  $6R$  בין מרכזיהם (הנח שהשפעת הכדורים זה על זה זניחה). נקודה  $O$  נמצאת באמצע הקטע המחבר בין מרכזי הכדורים. נקודה  $P$ , נמצאת על הציר המרכזי בין שני הכדורים במרחק  $10R$  מנקודה  $O$ . בנקודה  $P$  נמצא חלקיק  $\alpha$  (גרעין הליום המורכב משני פרוטונים ושני נויטרונים). ראה שרטוט.



משחררים את חלקיק ה- $\alpha$  ממנוחה מנקודה  $P$ .  
**ג.** (1) חשב את המהירות של חלקיק ה- $\alpha$  בעוברו בנקודה  $O$ . פרט שיקוליך. (10 נק')  
 (2) מהי תאוצת חלקיק  $\alpha$  בנקודה  $O$ ? נמק (4 נק')

**ד.** החלקיק מבצע תנועה מחזורית לאורך הציר המרכזי בין הכדורים. קבע איזה מצמדי הגרפים המסומנים א-ד, מייצג בצורה הטובה ביותר את מהירות החלקיק ואת תאוצתו כתלות במיקומו על פני ציר תנועתו. ראשית הצירים מוגדרת בנקודה  $O$ . נמק בחירתך. (5 נק')



## שאלה מספר 2

לוח מוליך דק "אינסופי" טעון בצפיפות מטען משטחית אחידה  $\sigma$ . הלוח מוחזק כל הזמן במנוחה.

א. מעבירים כדור קטן א' טעון במטען חיובי  $q=1\mu\text{C}$  מנקודה A הנמצאת 5 ס"מ מהלוח לנקודה B הנמצאת 10 ס"מ מהלוח תוך השקעת עבודה של 0.001J. ראה תרשים א.

(1) רשום ביטוי

באמצעות המשתנה

$\sigma$ , לכוח החשמלי

הפועל על הכדור

הטעון בנקודה A

וציין את כיוונו.

(5 נק')

(2) חשב את צפיפות

המטען  $\sigma$  גודל,

יחידות וסימן). (6 נק')

ב. במצב בו הלוח הטעון

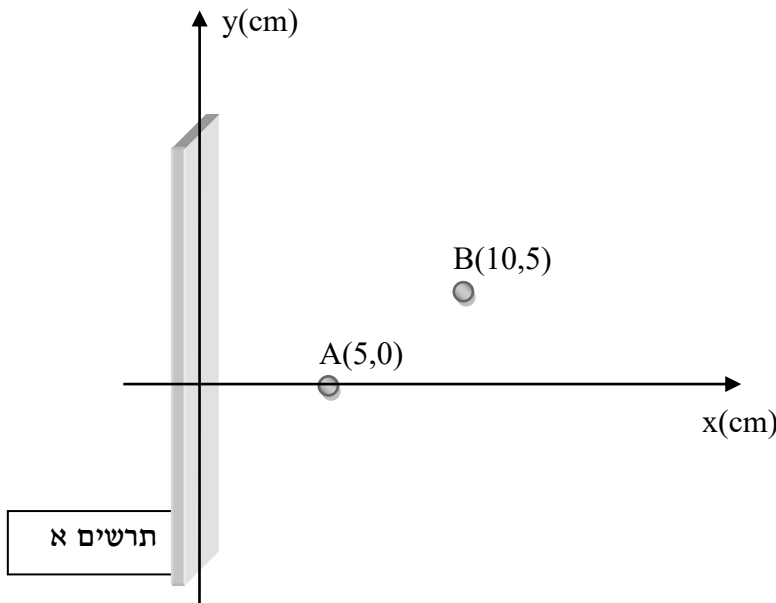
וכדור א' מוחזקים במנוחה,

תולים בעזרת חוט מבודד,

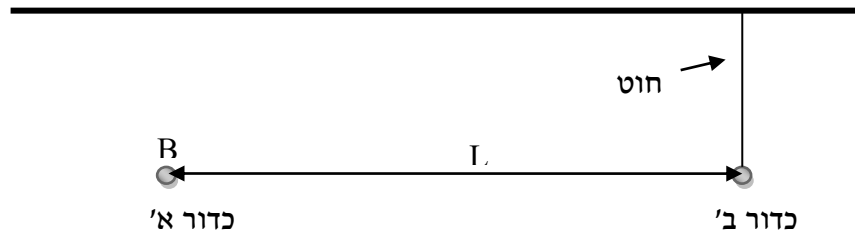
במרחק  $L=50\text{ cm}$

מנקודה B, כדור קטן ב' זהה לכדור א' וטעון באותו מטען. ראה תרשים ב.

האם החוט יישאר אנכי (או יסטה מהאנך)? נמק. (6 נק')



תרשים א



תרשים

ג. מבקשים למדוד את צפיפות המטען  $\sigma$  בעזרת הניסוי הבא: משנים את המטען של כדור א', ומחפשים את המרחק L עבורו החוט יימצא במצב אנכי, על ידי הזזת כדור ב'. התוצאות בטבלה הבאה:

L(cm)	q( $\mu\text{C}$ )
67	1
71	1.1
73	1.2
76	1.3
79	1.4

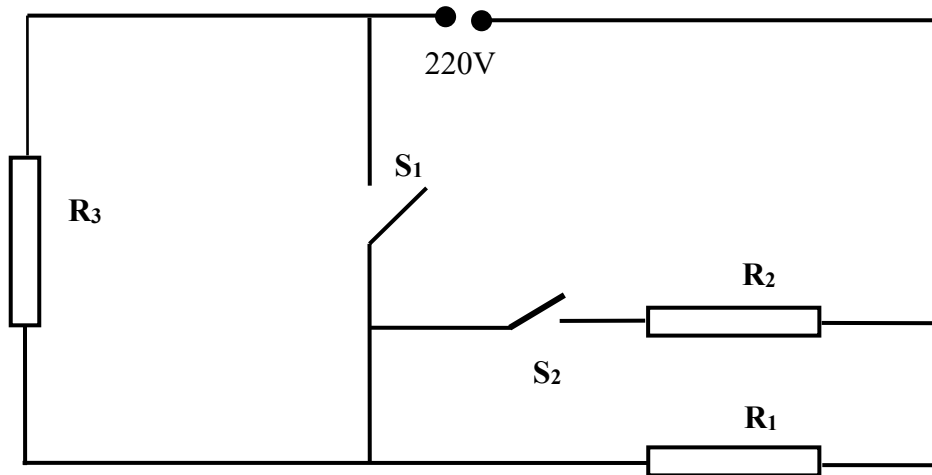
1. הוכח כי גרף של  $L^2$  כפונקציה של  $q$  הינו ליניארי ושיפועו תלוי ב-  $\sigma$ . (7 נק')

2. שרטט את הגרף ומצא את  $\sigma$  באמצעות שיפועו. (9 1/3 נק')

### שאלה מספר 3

לתנור תעשייתי מספר אפשרויות של דרגות חימום שונות. התנור מורכב משלושה גופי חימום זהים בעלי התנגדות R כל אחד. על כל אחד מגופי החימום רשום  $220V, 880W$ .  
**א.** הסבר מהי משמעות המספרים הרשומים על גופי החימום. (3 נק')

התרשים הבא מתאר את אופן חיבורם של גופי החימום בתנור, למקור מתח של  $220V$ . הנה שמקור המתח אידאלי. באמצעות שני מפסקים  $S_1, S_2$  ניתן לחבר את גופי החימום כך שיתקבלו דרגות חימום שונות.



- ב.** (1 חשב את ההספק הכולל של המעגל במצב המתואר בתרשים, בו שני המפסקים פתוחים. (4 נק')  
 (2 עבור כל אחד מגופי החימום, קבע האם במצב זה הספקו בהתאם לרשום עליו. נמק (3 נק')

סוגרים את מפסק  $S_1$  (מפסק  $S_2$  פתוח).

**ג.** מהו המתח על כל אחד מגופי החימום? הסבר שיקולידך. (6 נק')

פותחים מפסק  $S_1$ , וסוגרים את מפסק  $S_2$ .

**ד.** האם במצב זה ההספק הכולל במעגל גדול, קטן או זהה למצב המתואר בסעיף ג? הסבר. (6 נק')

**ה.** (1 באיזה מצב צריכים להיות שני המפסקים כדי שבמעגל יתפתח ההספק המרבי? נמק. (4 נק')

(2 חשב את הזרם העובר במקור המתח במצב של הספק מרבי. (3 נק')

**ו.** שרטט מעגל חשמלי שכולל גוף חימום בעל התנגדות קבועה R ונגד משתנה שהתנגדותו המרבית R,

באופן שיאפשר לווסת את הספק החום על גוף החימום מ"אפס" עד לערך המרבי. הסבר

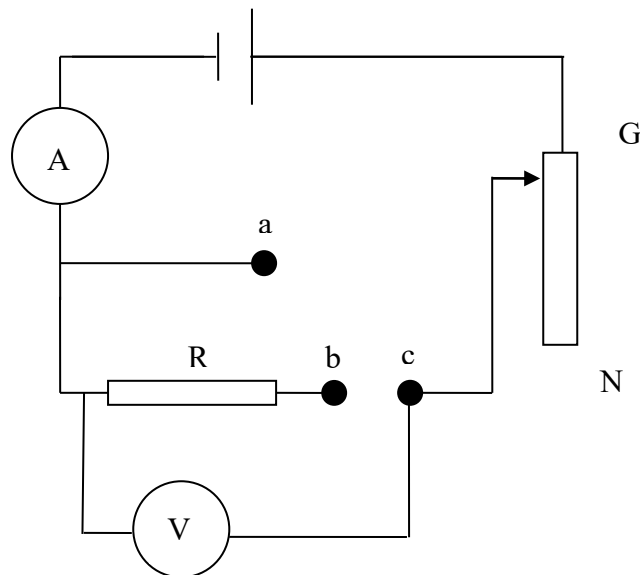
שיקולידך. (4 1/3 נק')

## שאלה מספר 4

זוג תלמידים מבצעים ניסוי במעגלי זרם. המערכת שבאיור מכילה סוללה שהתנגדותה הפנימית  $r = 1\Omega$ , הכא"מ שלה  $\varepsilon = 12.5V$  ומכשירי המדידה אידיאליים. התנגדות הנגד הקבוע  $R=20\Omega$ . אורכו הכולל של הנגד המשתנה GN הוא  $60cm$ , והתנגדותו הכוללת  $24\Omega$ .

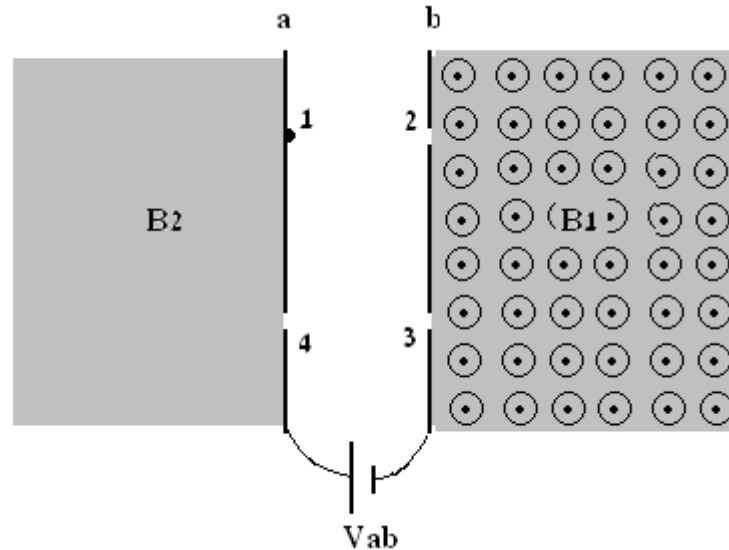
במצב הנתון, הגרר מוצבת בנקודה המרוחקת  $10cm$  מהנקודה G. (ראה איור).

- א. מהם המאפיינים של מד זרם ומד מתח אידיאליים? נמק (3 נק')
  - ב. מהם הערכים עליהם מורים מכשירי המדידה במצב הנתון, המתואר באיור? פרט והסבר שיקוליך. (7 נק')
  - ג. מה יראו מכשירי המדידה אם נחבר את הנקודות b ו-c בתיל מוליך? נמק. (6 נק')
  - ד. עתה, בנוסף לחיבור בין הנקודות b ו-c מחברים בתיל מוליך גם את הנקודות a ו-c.
    - 1) מה יראו מכשירי המדידה במקרה זה? פרט שיקוליך. (6 נק')
    - 2) האם הנצילות של מקור המתח גדלה, קטנה או לא משתנה לאחר החיבור גם בין הנקודות a ו-c. נמק ללא חישוב מספרי. (3/6 נק')
- במצב זה, התלמידים מעבירים את הגרר לנקודה G.
- ה. מהי עוצמת הזרם בסוללה ומהו מתח הדקי הסוללה? (5 נק')



## שאלה מספר 5

נתונים שני לוחות מוליכים "אינסופיים", a ו-b, הניצבים למישור הדף ומחוברים למקור מתח  $V_{ab}$  כמתואר בשרטוט:



הלוחות יוצרים ביניהם שדה חשמלי אחיד. מימין ללוח b קיים שדה מגנטי אחיד  $B_1$  בכיוון "יוצא מהדף". משמאל ללוח a קיים שדה מגנטי אחיד  $B_2$  בכיוון "ניצב לדף". פרוטון משוחרר מנקודה 1 ועובר דרך הפתחים בלוחות, המסומנים 2, 3, 4. נתונים:  $B_1, B_2$ , מסת הפרוטון  $m$ , מטען הפרוטון  $e$ , המתח  $V_{ab}$ . ענה על הסעיפים הבאים באמצעות הפרמטרים או חלק מהם

א. בטא באמצעות נתוני השאלה את המרחק בין פתח 2 לפתח 3. הסבר את שיקוליך. (7 נק')

במהלך תנועתו של פרוטון בין פתח 2 ל-3 הופכים את כיוון השדה החשמלי.

ב. 1) מה צריך להיות כיוון  $B_2$  כדי שהפרוטון יפגע בלוח a, מעל פתח 4? נמק. (3 נק')

2) בהנחה שעוצמת השדה המגנטי  $B_2$ , זהה ל-  $B_1$ , האם הפרוטון יפגע בלוח a בנקודה 1, מתחתיה או מעליה? נמק. (4 נק')

ג. בטא באמצעות נתוני השאלה את העבודה הכללית, מכל המקורות, שהושקעה בפרוטון במהלך תנועתו עד פגיעתו בצידו השני של לוח a? נמק (6 נק')

ד. מחליפים את הפרוטון בחלקיק  $\alpha$  (גרעין הליום: שני פרוטונים ושני נויטרונים). משחררים אותו מאותה הנקודה 1.

1) האם יש להזיז את הפתחים 3 ו-4 כדי שחלקיק ה-  $\alpha$  יעבור דרכם? נמק. אם תשובתך חיובית, קבע פי כמה יש לקרבם או להרחיקם מנקודות 1 ו-2. נמק קביעתך. (6 נק')

2) פי כמה ישתנה זמן תנועתו של חלקיק  $\alpha$  בין הפתחים 2 ו-3 יחסית לזמן תנועת הפרוטון? נמק תשובתך בעזרת ביטויים מתאימים. (7 1/3 נק')