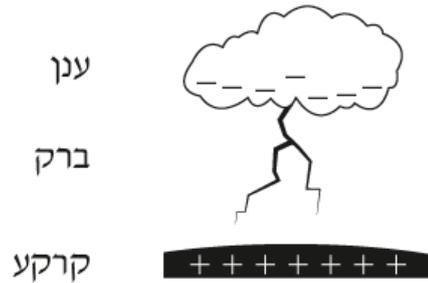


4. ברק הוא תופעת טבע מרשימה. זוהי התפרקות חשמלית פתאומית המתרחשת במקרים רבים בין ענן לבין הקרקע.

לעתים בתוך כדי תנועת הענן נוצרת הפרדה של מטענים חשמליים עקב חיכוך של חלקיקי קרח. על פי רוב היונים החיוביים מצטברים בפסגת הענן והיונים השליליים – בבסיסו, ובמקביל מתרחשת הפרדת מטענים גם בקרקע שמתחת לענן (ראה איור). בשאלה זו נדון בענן מסוג זה.



א. הסבר מדוע הקרקע מתחת לענן נטענת במטען חיובי. (3 נקודות)

נתייחס לאזור שבין הקרקע לבין בסיס הענן כאל אזור שנוצר בו שדה חשמלי אחיד.

ב. תאר את קווי השדה האלקטרוסטטי ואת הקווים שווי הפוטנציאל באזור שבין הקרקע. לווה את תשובתך בסרטוט סכמטי של קווים אלה. (4 נקודות)

בטבלה שלפניך מוצגים הערכים של הפוטנציאל החשמלי בכמה גבהים (שים לב ליחידות).  $y = 0$  בגובה הקרקע.

500	400	300	200	100	0	y(m)
-101	-79.4	-60.8	-39	-20.6	0	V(kV)

ג. סרטט במחברתך גרף של הפוטנציאל החשמלי כפונקציה של הגובה. (5 נקודות)  
 הקשר בין עוצמת שדה חשמלי אחיד ובין הפרש הפוטנציאלים שבין שתי נקודות שבתוכו, מוגדר כך:  $E = - \frac{\Delta V}{\Delta x}$ .

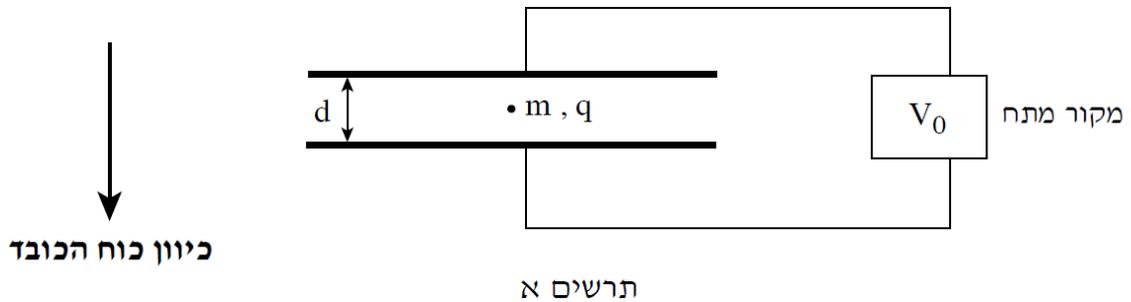
ד. מצא באמצעות הגרף את עוצמת השדה החשמלי. (4 נקודות)

נתון כי המרחק בין בסיס הענן המתואר לבין הקרקע  $d = 500\text{m}$ .

ה. האם פרוטון שעזב את בסיס הענן במהירות  $2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  יצליח להגיע לקרקע? נמק.  
 בחישובך הזנח את השינויים באנרגייה הפוטנציאלית הכובדית. (4 נקודות)



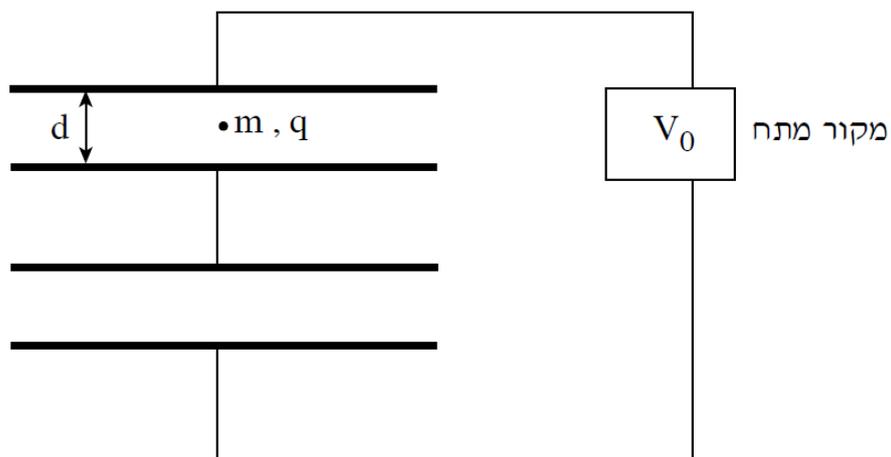
2. הפיזיקאי האמריקני ר' מיליקן ביצע ב-1908 סדרת ניסויים שבה התברר שקיים מטען חשמלי יסודי. כל הניסויים בסדרה התבססו על צפייה בטיפת שמן זעירה הנמצאת בין הלוחות של קבל טעון. באמצעות שינוי המתח בין לוחות הקבל, מיליקן שלט על תנועת הטיפה (למעלה או למטה). מבצעים סדרה של ניסויים דומים לאלה של מיליקן. הניסויים מתבצעים בריק. בכל ניסוי צופים בטיפת שמן זעירה בעלת מסה  $m$  ומטען חיובי  $q$ . במצב ההתחלתי הטיפה נמצאת במנוחה במרכז של קבל לוחות אופקי. המתח בין לוחות הקבל הוא  $V_0$  והמרחק ביניהם הוא  $d$  (ראה תרשים א). ממדי לוחות הקבל גדולים מאוד ביחס למרחק  $d$ .



- א. קבע איזה מלוחות הקבל טעון במטען חיובי. נמק. (8 נקודות)
- ב. בניסוי ראשון מציבים את טיפת השמן, מבלי לשנות את מטענה, במקום קרוב יותר ללוח העליון ואז עוזבים אותה. כתוצאה מפעולה זו, האם הטיפה תנוע או תישאר במקומה? אם הטיפה תישאר במקומה, נמק מדוע. אם הטיפה תנוע, ציין לאיזה כיוון והסבר. (8 נקודות)
- ג. בניסוי שני שבים ומחזירים את המערכת למצב ההתחלתי, אך הפעם המתח בין לוחות הקבל הוא  $2V_0$ . כתוצאה מכך הטיפה עולה ופוגעת בלוח העליון כעבור  $0.1$  s. (1) סרטט תרשים של כל הכוחות הפועלים על הטיפה. (2) הראה כי הכוח השקול על הטיפה פועל כלפי מעלה, וגודל הכוח הוא  $mg$ . (3) חשב את המרחק  $d$  בין לוחות הקבל (שים לב: יש לתת תשובה מספרית). (9 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ד. בניסוי שלישי בונים מעגל שכולל שני קבלים המחוברים בטור למקור המתח  $V_0$ . כל אחד מהקבלים זהה לקבל שבניסוי הראשון. במרכז של אחד הקבלים מציבים טיפת שמן שיש לה אותה מסה  $m$  ואותו מטען  $q$  כמו בניסוי הראשון (ראה תרשים ב).

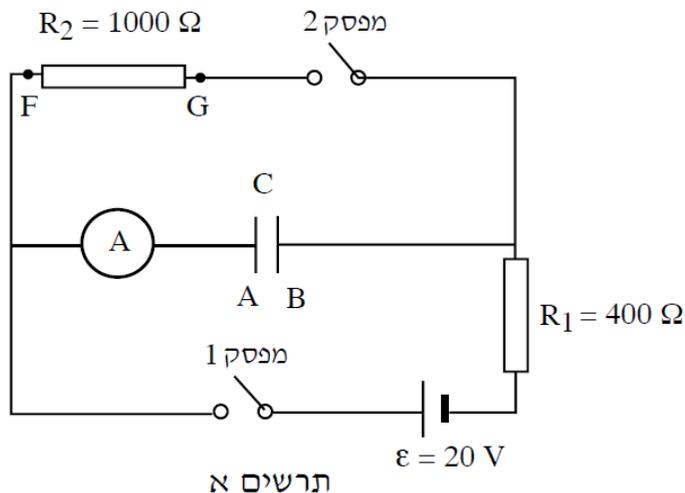


תרשים ב

- (1) קבע מהו המתח על כל אחד מהקבלים. הסבר את קביעתך.
- (2) האם טיפת השמן תנוע או תישאר במקומה?  
אם הטיפה תישאר במקומה, נמק מדוע. אם הטיפה תנוע, ציין לאיזה כיוון והסבר.
- ( $8\frac{1}{3}$  נקודות)



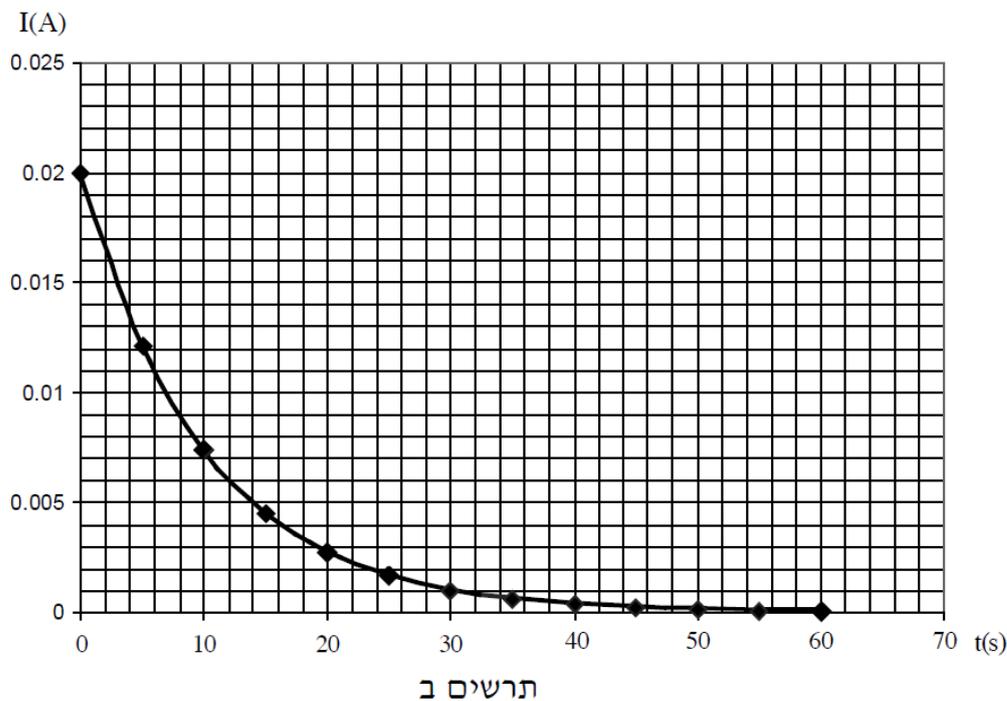
3. בתרשים א מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו  $\varepsilon = 20 \text{ V}$  והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה, שני נגדים שהתנגדותיהם  $R_1 = 400 \Omega$  ו-  $R_2 = 1000 \Omega$ , קבל שקיבולו C, אמפרמטר A, ושני מפסקים פתוחים, 1 ו- 2.



סוגרים את מפסק 1 ברגע  $t = 0$  (מפסק 2 נשאר פתוח), ומודדים את עוצמת הזרם כפונקציה של הזמן.

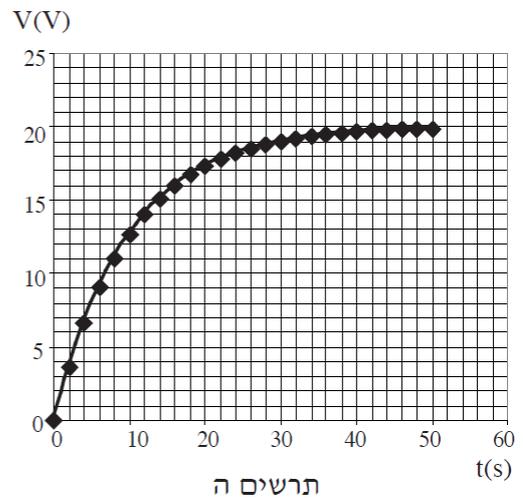
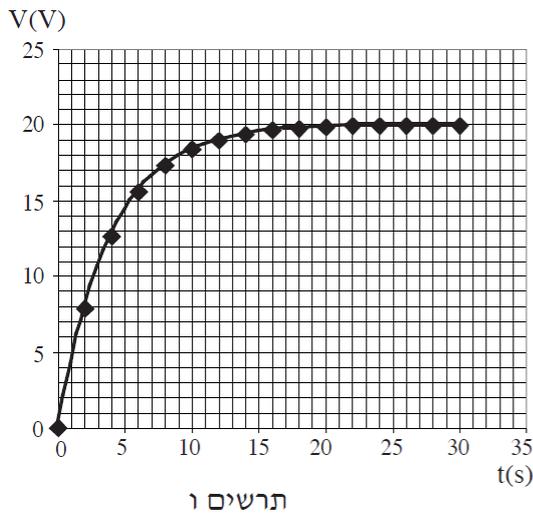
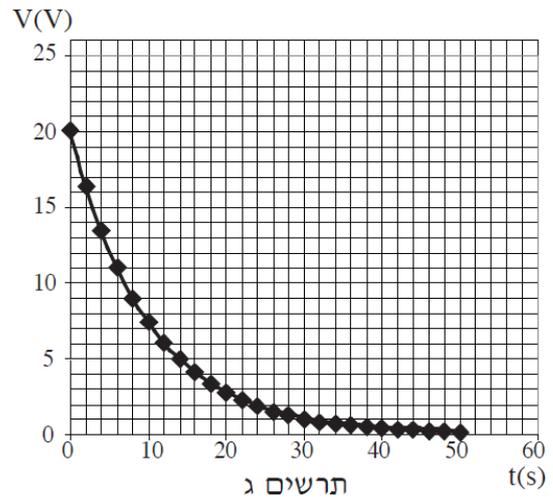
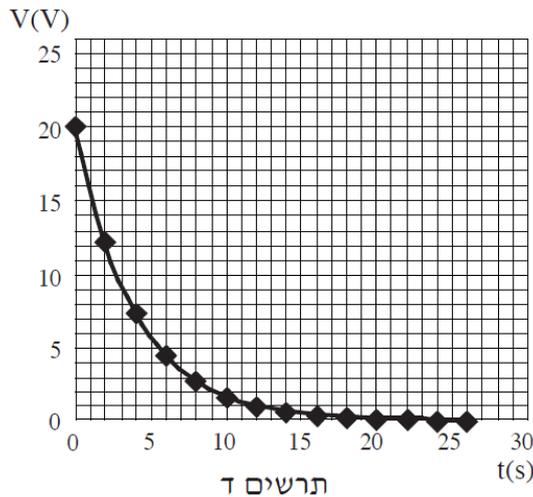
לאחר זמן ארוך, ברגע מסוים  $t_1 = 0$ , פותחים את מפסק 1 וסוגרים את מפסק 2, ושוב מודדים את עוצמת הזרם כפונקציה של הזמן.

הזרם דרך אחד הנגדים ( $R_1$  או  $R_2$ ) כפונקציה של הזמן מוצג בתרשים ב.



(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

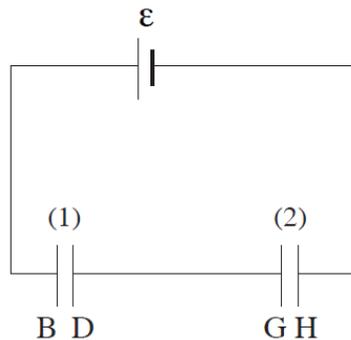
- א. דרך איזה נגד,  $R_1$  או  $R_2$ , עובר הזרם המוצג בתרשים ב? הסבר את תשובתך. (7 נקודות)
- ב. חשב את הקיבול, C, של הקבל. (7 נקודות)
- ג. חשב את המטען שעל כל אחד מלוחות הקבל לפני שסוגרים את מפסק 2. (7 נקודות)
- ד. לאיזה כיוון זורם הזרם בנגד  $R_2$  לאחר פתיחת מפסק 1 וסגירת מפסק 2, מ-F ל-G או מ-G ל-F? נמק. (5 נקודות)
- ה. תלמיד מסרטט גרף של המתח בין קצות הנגד  $R_1$  כפונקציה של הזמן. איזה מבין התרשימים ג-ו שלפניך נכון? נמק. ( $7\frac{1}{3}$  נקודות)





3. בטבלה שלפניך מוצגים נתונים של שלושה קבלים, (1)-(3), ושל הלוחות המרכיבים אותם.

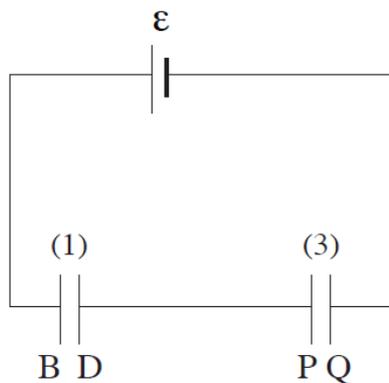
הקבל	שמות הלוחות	השטח של כל לוח	המרחק בין הלוחות
(1)	B D	A	d
(2)	G H	A	d
(3)	P Q	2A	d



תרשים א

מחברים את הקבלים (1) ו-(2) לסוללה שהכא"מ שלה הוא  $\varepsilon$ , כמתואר בתרשים א, וממתינים עד שתנועת המטענים נפסקת.

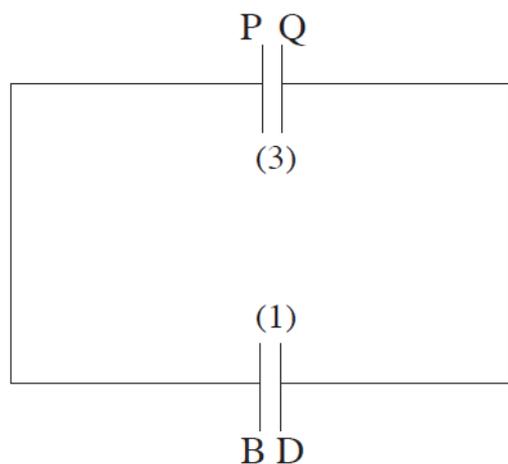
- א. הסבר מדוע המטען החשמלי על לוח D שווה בגודלו למטען על לוח G. (6 נקודות)
- ב. בטא את המטען החשמלי על לוח G, באמצעות נתוני השאלה (או חלקם):  
 $\varepsilon$  (כא"מ המקור), A, d. (8 נקודות)



תרשים ב

- מנתקים מהמעגל את הקבלים (1) ו-(2), ופורקים אותם. מחברים את הקבלים (1) ו-(3) לסוללה, כמתואר בתרשים ב, וממתינים עד שתנועת המטענים נפסקת.
- ג. בטא באמצעות נתוני השאלה (או חלקם) –  $\varepsilon$ , A, d – את המתח החשמלי בין שני הלוחות B ו-D של קבל (1) במקרה זה. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



תרשים ג

מנתקים מן הסוללה את שני הקבלים (1) ו-(3) כשהם עדיין טעונים, ומחברים אותם זה לזה, כמתואר בתרשים ג.

ד. האם בעקבות שינוי זה תהיה זרימה של מטענים בין הלוחות P ו-B? הסבר את תשובתך. (6 נקודות)

מנתקים זה מזה את הקבלים הטעונים,

ומרחיקים את קבל (3) (למרחק "אין-סופי").

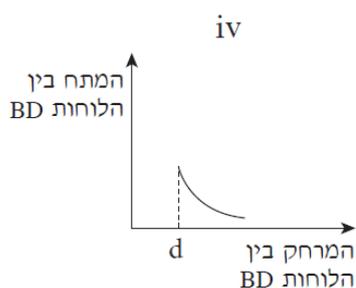
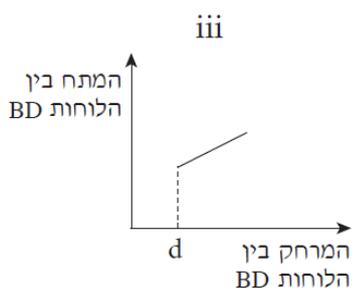
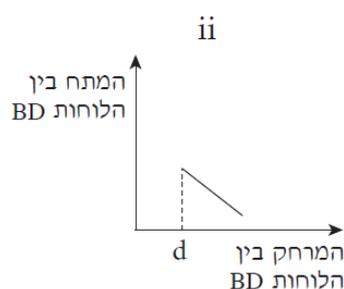
מגדילים בהדרגה ובאטיות את המרחק בין הלוחות B ו-D של קבל (1) הטעון.

ה. קבע איזה מהגרפים i-iv שלפניך מציג נכון את המתח בין הלוחות B ו-D

כפונקציה של המרחק ביניהם.

הסבר את קביעתך, וציין את העיקרון או הנוסחה שעליהם אתה מסתמך בתשובתך.

( $5\frac{1}{3}$  נקודות)



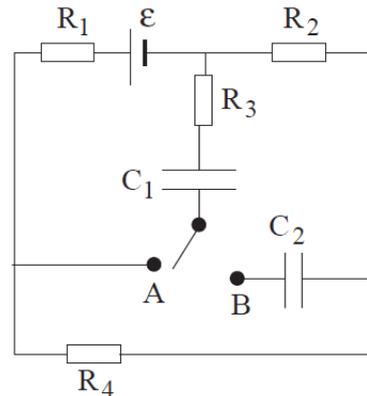


2. המעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך כולל מקור מתח של  $\varepsilon = 6 \text{ V}$  שהתנגדותו

הפנימית זניחה, ארבעה נגדים:  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2 \Omega$ ,

שני קבלים שאינם טעונים:  $C_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ ,  $C_2 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}$  ומתג.

אפשר להעביר את המתג למצב A או למצב B, כמתואר בתרשים.



מעבירים את המתג למצב A, ומחכים זמן רב.

א. חשב את עוצמת הזרם העובר בנגד  $R_1$ . (6 נקודות)

ב. חשב את המטען על כל אחד משני הקבלים. (8 נקודות)

פורקים את הקבלים, מעבירים את המתג למצב B, ומחכים זמן רב.

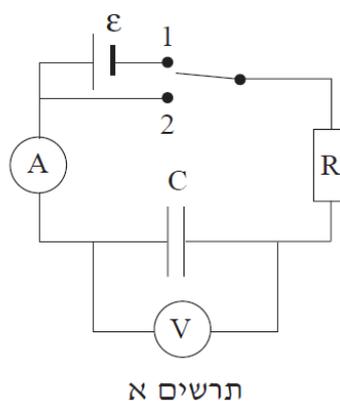
ג. מצא את עוצמת הזרם העובר בנגד  $R_1$ . (6 נקודות)

ד. חשב את המטען על כל אחד משני הקבלים. (8 נקודות)

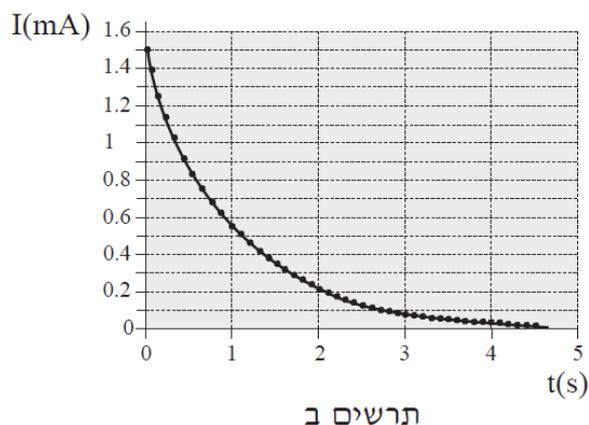
ה. איזה מהנגדים אינו משפיע על עוצמת הזרם העובר בנגד  $R_1$ ? נמק. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)



3. בתרשים א שלפניך מתואר מעגל חשמלי שבאמצעותו טוענים את הקבל C. לאחר זמן רב מעבירים את המתג ממצב 1 למצב 2, וכך פורקים את הקבל. מכשירי המדידה – הוולטמטר והאמפרמטר – אידאליים, וקריאותיהם מועברות ישירות למחשב. הזנח את ההתנגדות הפנימית של הסוללה.



- א. בתרשים ב שלפניך מוצג גרף של הזרם (ב- mA) כפונקציה של הזמן (ב- s), כפי שנמדד באמפרמטר.

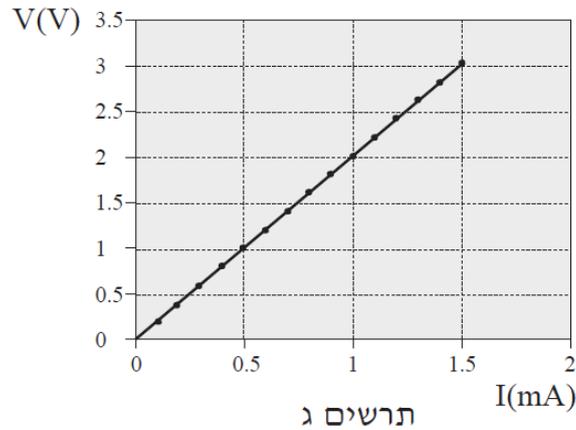


- האם גרף זה התקבל בשלב הטעינה של הקבל, בשלב הפריקה שלו, או לא ניתן לקבוע אם התקבל בשלב הטעינה או הפריקה? נמק את תשובתך.

(4 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ב. בתרשים ג שלפניך מוצג גרף של המתח כפונקציה של הזרם.



האם גרף זה התקבל בשלב הטעינה של הקבל, בשלב הפריקה שלו, או לא ניתן לקבוע אם התקבל בשלב הטעינה או הפריקה? נמק את תשובתך.

(4 נקודות)

ג. היעזר באחד הגרפים או בשניהם וחשב את התנגדות הנגד R. הסבר את חישוביך.

(8 נקודות)

ד. היעזר באחד הגרפים וחשב את קבוע הזמן  $\tau$ . (6 נקודות)

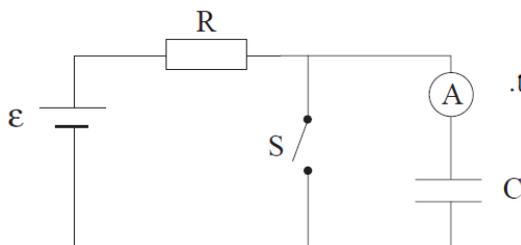
ה. הסבר מה משמעותו של קבוע הזמן  $\tau$ . (5 נקודות)

ו. חשב את קיבול הקבל C. ( $6\frac{1}{3}$  נקודות)



3. תרשים א שלפניך מתאר ניסוי למדידת קיבולו של קבל.

התנגדות הנגד  $R = 1000 \Omega$ .



מקור המתח,  $\varepsilon$ , והאמפרמטר, A, אידיאליים.

א. בתחילת המדידה המפסק S סגור.

מהי עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר?

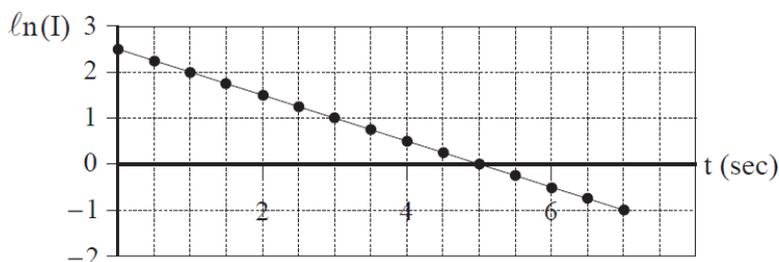
תרשים א

נמק.  $(3\frac{1}{3}$  נקודות)

לאחר פתיחת המפסק S, מדד התלמיד את הזרם I כפונקציה של הזמן t.

הזרם נמדד ביחידות mA. מהנתונים שקיבל סרטט התלמיד גרף  $\ln(I)$  כתלות בזמן

(תרשים ב).



תרשים ב

ב. מהו הכא"מ  $\varepsilon$  של מקור המתח? (6 נקודות)

ג. מהי עוצמת הזרם ברגע  $t = 5 \text{ s}$ ? (5 נקודות)

ד. מהו קיבולו של הקבל? (8 נקודות)

התלמיד החליף את האמפרמטר שבמעגל באמפרמטר שאינו אידיאלי, וביצע את

המדידה מחדש.

ה. העתק למחברתך את הגרף מתרשים ב, וסרטט באותה מערכת צירים גרף משוער

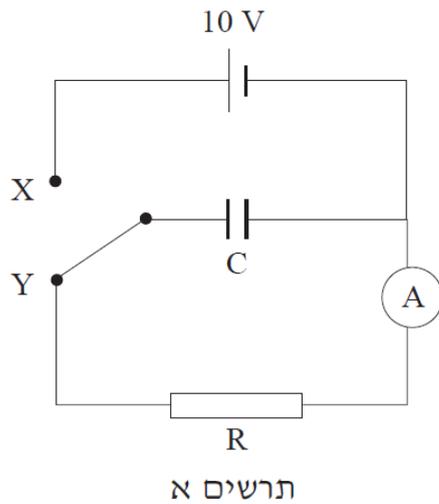
של  $\ln(I)$  כתלות בזמן במצב החדש.

הסבר את שיקוליך בסרטוט הגרף (התייחס לזרם ברגע  $t = 0$  ולשיפוע).

(8 נקודות)

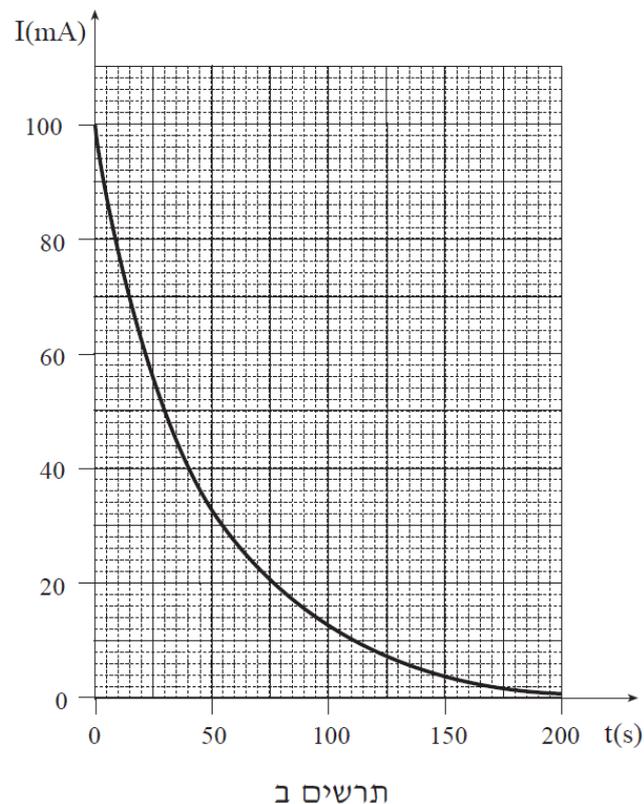
ו. האם המטען הסופי של הקבל יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמק. (3 נקודות)





3. בתרשים א מתואר מעגל חשמלי שבנתה תלמידה. המעגל כולל מקור מתח שהכא"מ שלו  $10\text{ V}$ , קבל שקיבולו  $C$ , נגד שהתנגדותו  $R$ , ואמפרמטר שהתנגדותו ניתנת להזנחה. התלמידה טענה את הקבל (קצה המפסק נגע ב- $X$ ), ולאחר מכן פרקה את הקבל (קצה המפסק נגע ב- $Y$  – ראה תרשים א).

בתרשים ב מתוארת עקומה של הזרם  $I$  (במיליאמפר) שמדדה התלמידה (באמצעות האמפרמטר), כפונקציה של הזמן במהלך פריקת הקבל. הפריקה מתחילה ברגע  $t = 0$ . התלמידה מצאה שבין העקומה לבין הצירים יש 465 משבצות קטנות.



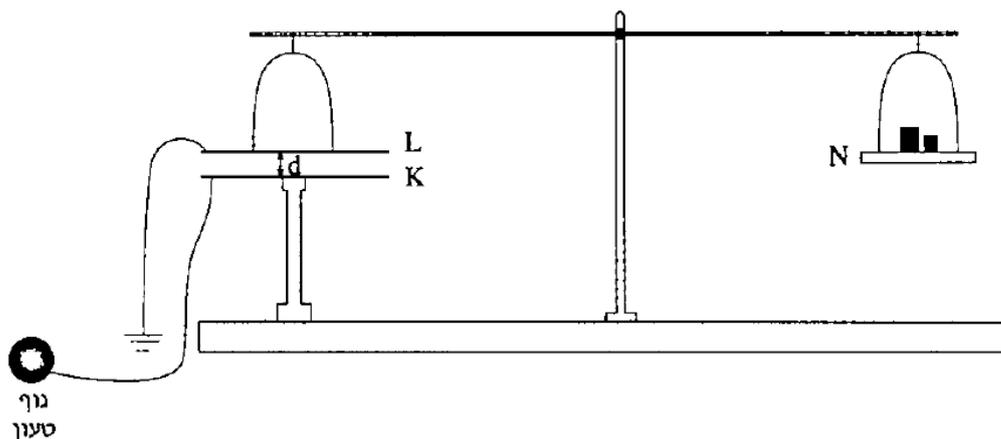
- א. הסבר מדוע במהלך הפריקה, הזרם  $I$  הולך וקטן כפונקציה של הזמן.  
(7 נקודות)
- ב. חשב את המטען הכולל שעבר דרך הנגד במהלך הפריקה. (7 נקודות)
- ג. חשב את הקיבול  $C$  של הקבל. (6 נקודות)
- ד. חשב את ההתנגדות  $R$  של הנגד. ( $7\frac{1}{3}$  נקודות)
- התלמידה הגדילה פי שניים את התנגדות הנגד, וחזרה על תהליך הטעינה והפריקה.
- ה. כיצד הכפלת ההתנגדות משפיעה על הזרם בתחילת הפריקה? (6 נקודות)



## השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5 (לכל שאלה –  $3\frac{1}{3}$  נקודות); מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.

1. תלמיד רוצה למדוד פוטנציאל של גוף מוליך טעון באמצעות אלקטרומטר תומסון הבנוי כמאזניים רגישים (ראה תרשים).



- לזרוע אחת של המאזניים מחובר לוח מוליך אופקי L, המוארק לאדמה (הפוטנציאל שלו אפס). לזרוע השנייה של המאזניים מחוברת כף N. במצב זה המאזניים מאוזנים. כדי למדוד את פוטנציאל הגוף הטעון, התלמיד מחבר את הגוף ללוח מוליך אופקי K, באמצעות חוט מוליך ארוך ודק. כל חלקי המאזניים הם מבודדים, ורק הלוחות L ו-K הם מוליכים. במצב, שבו הגוף מחובר ללוח K, נוצר כוח משיכה בין הלוחות. כדי לשמור על איזון המאזניים התלמיד מוסיף משקולות לכף N (ראה תרשים).
- א. הסבר מדוע לוח L נמשך ללוח K. (6 נקודות)

/המשך בעמוד 3/

(שים לב: המשך סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

ב. לוחות L ו- K מהווים קבל לוחות. שטח כל לוח הוא A, ובמצב שבו המאזניים

מאוזנים המרחק בין הלוחות הוא d (ראה תרשים). עם חיבור הגוף הטעון

ללוח K הלוח נטען, והפוטנציאל שלו הוא V (כמו הפוטנציאל של הגוף הטעון).

בטא באמצעות A, d, V, ו-  $\epsilon_0$  (על-פי הצורך) את:

(1) המטען על לוח L. (6 נקודות)

(2) השדה בין לוחות הקבל. (3 נקודות)

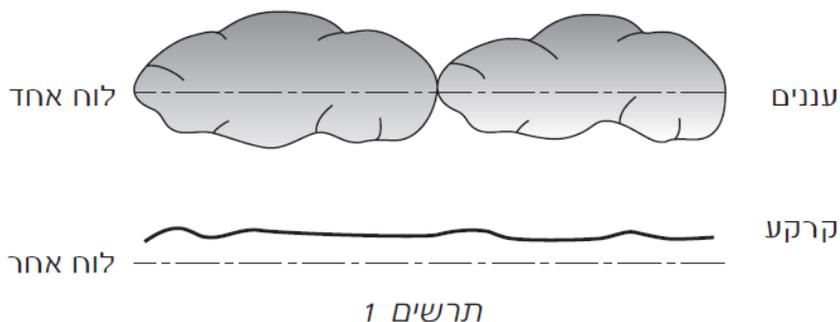
(3) השדה שנוצר על-ידי לוח K. (4 נקודות)

ג. הראה כי הכוח החשמלי הפועל על לוח L הוא:  $\frac{\epsilon_0 \cdot A}{2} \cdot \left(\frac{V}{d}\right)^2$  (7 נקודות)

ד. בטא, באמצעות הגדלים שהשתמשת בהם עד כה ובאמצעות משקל המשקולות, mg,

את הפוטנציאל V. (7  $\frac{1}{3}$  נקודות)

1. בעת סופת רעמים נמצא כי בין שכבת העננים לקרקע נוצר שדה חשמלי אנכי שעוצמתו  $3000 \frac{N}{C}$ . אפשר לתאר את השדה על-פי מודל פשוט של קבל לוחות מקבילים, כמתואר בתרשים שלפניך:



- א. חשב את המתח הנוצר בין העננים לקרקע, אם הם נמצאים בגובה של 400 m מעל פני הקרקע. (4 נקודות)
- ב. כאשר נוצר ברק, עובר בין שכבת העננים לקרקע זרם ממוצע של 20,000 A במשך  $10^{-3}$  s. חשב את כמות המטען העוברת בין העננים לקרקע. (5 נקודות)
- ג. חשב את האנרגיה החשמלית המשתחררת על-ידי ברק זה בין העננים לקרקע. הנח כי כל מטען "הקבל" נפרק על-ידי הברק. (8 נקודות)
- ד. חשב את ההספק הנוצר במעבר הברק. (7 נקודות)
- ה. אפשר לתאר את הברק כהתפרקות חשמלית,

המתרחשת בקירוב לאורך מסלול ישר אנכי.

- (1) חשב בעזרת תיאור זה את עוצמת השדה המגנטי, שנוצר על-ידי הברק המתואר בסעיפים הקודמים, במרחק 10 m ממנו (באזור אמצע המסלול של הברק כלומר, רחוק מקצותיו).
- (2) מהו כיוון השדה המגנטי הנוצר על-ידי ברק זה -

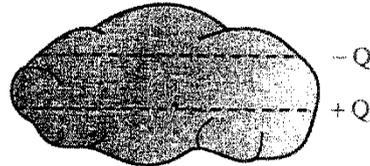
אופקי או אנכי? **נמק.** (  $9\frac{1}{3}$  נקודות)



2. א. תאר מהו "קבל". (4 נקודות)

על-פי מודל פשוט, אפשר להסתכל על ענן סערה כעל זוג לוחות מקבילים של קבל

(ראה תרשים), וביניהם חומר שהקבוע הדיאלקטרי היחסי שלו הוא 1.2 .



נשתמש במודל זה עבור ענן סערה מסוים, שבו השטח של כל לוח הוא  $2 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ ,

המרחק בין הלוחות הוא 500 m, ובין הלוחות שורר מתח של  $2 \cdot 10^7 \text{ V}$  .

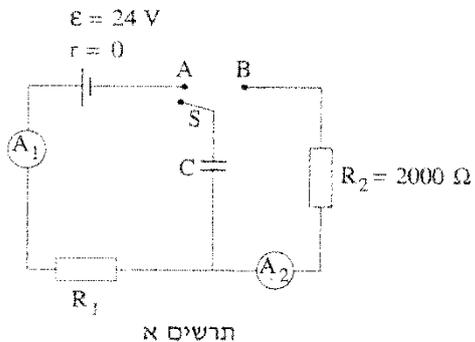
ב. חשב את האנרגיה האגורה בקבל. (9 נקודות)

ג. חשב את הכוח החשמלי הפועל על אלקטרון הנמצא בין לוחות הקבל. (9 נקודות)

ד. ברק עובר מהלוח האחד של הקבל ללוח האחר, והקבל נפרק לחלוטין במשך 0.01 s .

חשב את הזרם הממוצע של הברק. ( $11\frac{1}{3}$  נקודות)





2. בתרשים א מתואר מעגל חשמלי

המאפשר טעינה ופריקה של קבל.

התנגדות האמפרמטרים זניחה.

א. מחברים את המתג S ל-A.

מהו המתח על הקבל C

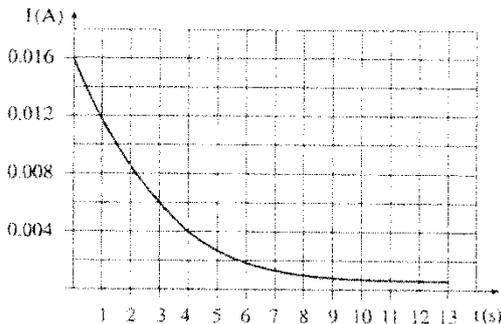
לאחר זמן רב? (5 נקודות)

ב. לאחר זמן רב מעבירים את המתג S מ-A ל-B.

מהו הזרם המרבי שיראה האמפרמטר A<sub>2</sub>? (6 נקודות)

ג. תרשים ב שלפניך מתאר את הזרם שנמדד על-ידי אחד האמפרמטרים כפונקציה

של הזמן.



תרשים ב

האם הגרף שבתרשים ב עשוי להתאים לזרם שנמדד על-ידי האמפרמטר A<sub>1</sub> או

לזרם שנמדד על-ידי האמפרמטר A<sub>2</sub>? נמק. (6 נקודות)

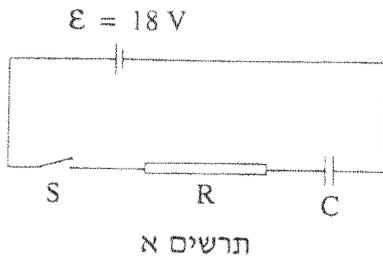
ד. חשב את קיבול הקבל C. (11 נקודות)

ה. מחליפים את הקבל C בקבל אחר שקיבולו גדול יותר ותזוירים על הניסוי.

האם השטח, המוגבל על-ידי הגרף שבתרשים ב ועל-ידי הצירים, גדל, קטן או אינו

משתנה? נמק. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

/המשך בעמוד 4/



3. בתרשים א מתואר מעגל חשמלי לטעינת קבל C

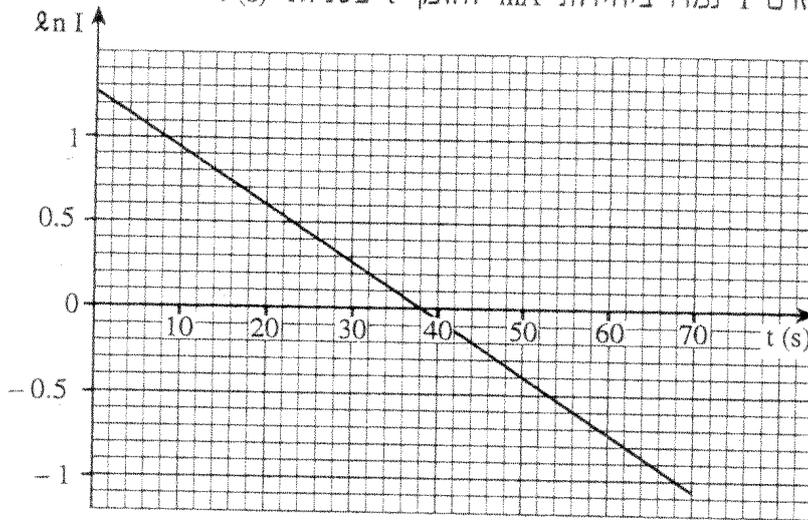
דרך נגד R. S הוא מפסק שנסגר ברגע  $t = 0$ .

נתון כי  $\varepsilon = 18 \text{ V}$  והתנגדות המקור זניחה.

תלמיד מדד את הזרם I במעגל בזמנים שונים, החל

מסגירת המפסק. על-פי מדידותיו, סרטט התלמיד גרף של  $\ln I$  כפונקציה של הזמן t

(ראה תרשים ב). הזרם I נמדד ביחידות mA והזמן t בשניות (s).



תרשים ב

א. כידוע  $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ . בהסתמך על נוסחה זו, הסבר מדוע הגרף שהתקבל

הוא קו ישר. (6 נקודות)

חשב בעזרת הגרף את:

ב. הזרם במעגל ברגע סגירת המפסק. שים לב: הזרם נמדד ביחידות mA. (6 נקודות)

ג. התנגדות הנגד R. (6 נקודות)

ד. קיבול הקבל C. (6 נקודות)

לקבל שבמעגל מוסיפים במקביל קבל עם אותו קיבול C.

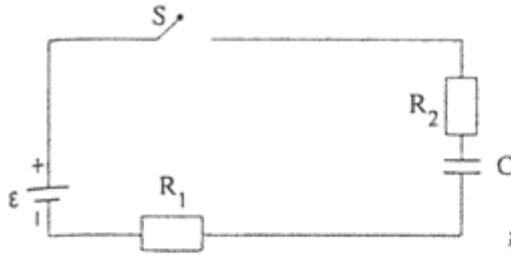
ה. העתק למחברתך את תרשים ב, והוסף לתרשים סרטוט מקורב של הקו הישר שיתקבל

במצב זה. הסבר את שיקולך. (9  $\frac{1}{3}$  נקודות)

/המשך בעמוד 5/



7.



בתרשים מתואר מעגל חשמלי של טעינת קבל.

המעגל החשמלי כולל: מפסק  $S$  ;

מקור כא"מ  $\epsilon = 4.0 \text{ V}$ , שהתנגדותו הפנימית

ניתנת להזנחה; נגדים  $R_1 = 500 \Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$  ;

וקבל  $C$ . ברגע  $t = 0$  סגרו את המפסק  $S$ .

א. מהו הזרם במעגל החשמלי ברגע  $t = 0$  ? (5 נקודות)

ב. בגרף שלפניך מתואר הזרם כפונקציה של הזמן. מצא את קבוע הזמן  $\tau$ . (8 נקודות)

ג. מצא את קיבול הקבל  $C$ . (5 נקודות)

ד. חשב את מטען הקבל לאחר שהוא

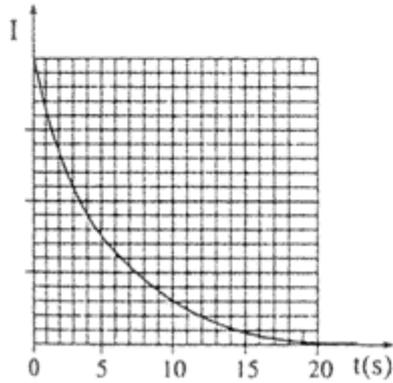
נטען לחלוטין. ( $\frac{1}{3} 7$  נקודות)

ה. המטען שחישבת בסעיף ד שווה למטען שעבר

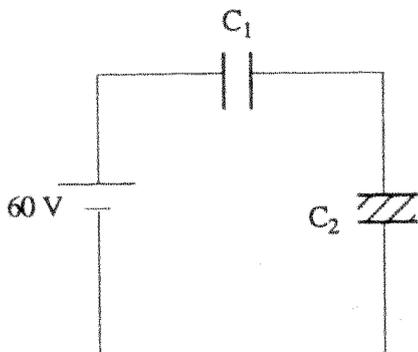
במקור הכא"מ. הסבר מדוע. (4 נקודות)

ו. כמה אנרגיה סיפק המקור בתהליך הטעינה?

(4 נקודות)







תרשים א'

3. במעגל, שמתואר בתרשים א',  
 הקיבול של  $C_1$  הוא  $8\mu\text{F}$ .  
 בין הלוחות של  $C_2$  נמצא  
 חומר מבודד בעל קבוע דיאלקטרי  
 יחסי  $\epsilon_r = 3$ . הקיבול של  $C_2$  עם  
 החומר המבודד הוא  $24\mu\text{F}$ .

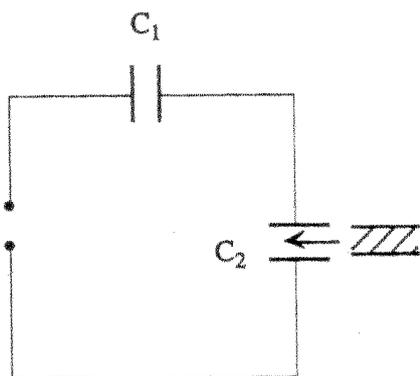
א. חשב את:

- (1) המתח על כל אחד משני הקבלים. (7 נקודות)  
 (2) האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בשני הקבלים הטעונים. (7 נקודות)

ב. מוציאים את החומר המבודד מבין לוחות הקבל  $C_2$ .

חשב את:

- (1) המתח על כל אחד מהקבלים במצב זה. (7 נקודות)  
 (2) האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בשני הקבלים. (6 נקודות)



תרשים ב'

- ג. לאחר הוצאת החומר המבודד מבין  
 לוחות הקבל  $C_2$ , מנתקים את מקור  
 המתח, ואחר כך מחזירים את החומר  
 המבודד אל בין הלוחות של  $C_2$   
 (ראה תרשים ב').

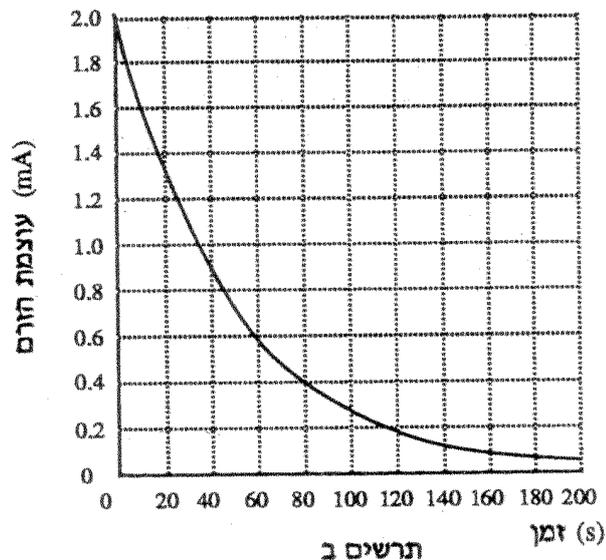
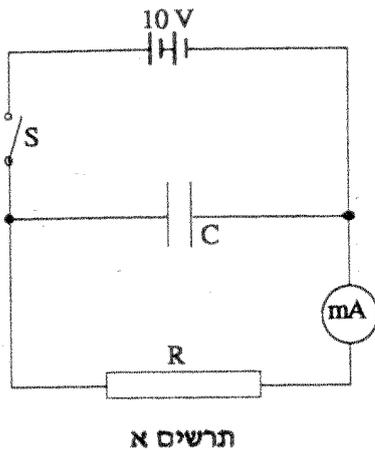
האם החזרת החומר המבודד גורמת לשינוי

במתח על כל אחד מהקבלים? הסבר. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)



פיסיקה, קיץ תשנ"ב, מסי' 917521 + נספח

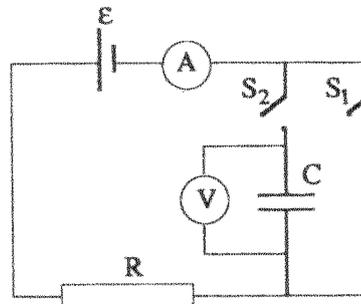
3. כדי לחקור פריקה של קבל דרך נגד, בנה תלמיד את המעגל החשמלי המתואר בתרשים א, הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו 10V והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה. בתחילה היה המפסק S סגור עד טעינתו המלאה של הקבל, ולאחר מכן, ברגע  $t = 0$ , פתח התלמיד את המפסק. תרשים ב מראה את קריאת המיליאמפרמטר, שהתנגדותו זניחה, בעת הפריקה, כפונקציה של הזמן.



- א. השתמש בתרשים ב כדי לחשב את הגדלים הבאים (בסדר הנוח לך):
- (1) המטען ההתחלתי שבו היה הקבל טעון ברגע  $t = 0$ . (6 נקודות)
  - (2) קיבול הקבל C. (6 נקודות)
  - (3) התנגדות הנגד R. (6 נקודות)
- ב. האם תשובתך בסעיף א (1) מבטאת את כמות המטען על לוח אחד של הקבל או את סכום ערכיהם המוחלטים של המטענים על שני לוחותיו? הסבר. (7 נקודות)
- ג. אילו הפריקה היתה נעשית דרך נגד בעל התנגדות גדולה מ-R, האם התלמיד היה מקבל עקום שונה? אם לא - הסבר מדוע, אם כן - העתק למחברתך את העקום המקורי, והוסף באותה מערכת צירים סרטוט מקורב של העקום, שהיה מתקבל עם נגד בעל התנגדות גדולה מ-R. (8  $\frac{1}{3}$  נקודות)
- /המשך בעמוד 5/



3. המעגל החשמלי, המתואר בתרשים, כולל: מקור מתח בעל כ"מ  $\varepsilon = 24V$  שהתנגדותו הפנימית זניחה, נגד שהתנגדותו  $R = 6 \times 10^3 \Omega$ , קבל שקיבולו  $C = 5 \times 10^{-3} F$ , אמפרמטר A שהתנגדותו זניחה, וולטמטר V שהתנגדותו גדולה מאוד (אינסופית), תיילי הולכה שהתנגדויותיהם ניתנות להזנחה ושני מפסקים  $S_1$  ו-  $S_2$ .



מבצעים בזו אחר זו שלוש פעולות:

- א. סוגרים את המפסק  $S_1$  (המפסק  $S_2$  נשאר פתוח).  
 מה הן הוראות האמפרמטר והוולטמטר? הסבר. (9 נקודות)
- ב. סוגרים את המפסק  $S_2$  (המפסק  $S_1$  נשאר סגור).  
 האם הוראות האמפרמטר תקטן, לא תשתנה או תגדל (ביחס להוראות האמפרמטר שמצאת בסעיף א)? נמק. (9 נקודות)
- ג. פותחים את המפסק  $S_1$  ( $S_2$  נשאר סגור).  
 מצא את הוראות האמפרמטר והוולטמטר בזמנים  $t_1 = 0$  (רגע פתיחת המפסק  $S_1$ ),  
 $t_2 = 0.5$  דקה,  $t_3 = 1$  דקה,  $t_4 = 5$  דקות,  $t_5 = 15\frac{1}{3}$  (15 נקודות)



קבל לוחות יכול להימצא בשני מצבים, שנתונים מתוארים בטבלה:

מצב 2	מצב 1	
S	S	שטח הלוחות
2d	d	המרחק בין הלוחות
מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r$	איר	החומר בין הלוחות

מעבירים את הקבל ממצב 1 למצב 2, בשני אופנים, כמפורט להלן.

פי כמה ישתנה כל אחד מהגדלים הבאים:

I. המטען על הקבל II. קיבולו III. המתח בין לוחותיו

IV. האנרגיה האצורה בו

אם המעבר ממצב 1 למצב 2 נעשה כאשר:

א. לוחות הקבל מחוברים למקור מתח קבוע, V. (6 נקודות)

ב. לוחות הקבל מנותקים ממקור המתח ולאחר שהיו מחוברים אליו. (6 נקודות)



נחונים שני כדורי חמכת מבודדים ומרוחקים זה מזה. רדיוסו של הכדור האחד 20 ס"מ, והוא טעון חיובית ב-  $6 \times 10^{-8}$  קולון; רדיוסו של הכדור השני 10 ס"מ, והוא טעון שלילית ב-  $2 \times 10^{-8}$  קולון.

חיברו את שני הכדורים על-ידי תיל מוליך דק וארוך, שקיבולו זניח, וכעבור דקות אחדות ניחקו אותם זה מזה.

- חשב: א. את המטען על כל כדור לאחר החיבור. (5 נקודות)  
 ב. את האנרגיה ההתחלתית של המערכת. (4 נקודות)  
 ג. את האנרגיה הסופית של המערכת. (3 נקודות)  
 ד. בתנאי הבעיה, שני הכדורים מבודדים מסביבתם. איך יתכן, אפוא, שבסעיפים ב' וג' קיבלת תוצאות שונות? האין כאן סתירה לחוק שימור האנרגיה? נמקו (3 נקודות)



18. קבל לוחות שקיבולו  $10^{-8}$  פרד מחובר דרך נגד, שהתנגדותו R, לספק שהכא"מ שלו 1000 וולט והתנגדותו הפנימית זניחה.
- א. מהי כמות המטען המצטברת על כל אחד מהלוחות ומהי האנרגיה החשמלית הנאגרת בקבל? ( 4 נקודות)
- ב. מהי כמות החום המשתחררת בנגד? האם כמות חום זו תלויה בהתנגדותו של הנגד? ( 4 נקודות)
- ג. מהי כמות החום המשתחררת בנגד, כאשר מנתקים את הספק ולאחר מכן סוגרים את המעגל? ( 4 נקודות)
- ד. מהי כמות החום המשתחררת בנגד כאשר מנתקים את הספק, מגדילים פי שניים את המרחק בין לוחות הקבל, ואחר-כך סוגרים את המעגל? ( 3 נקודות)