

פיזיקה

חוברת שאלות בגרות

חשמל ומגנטיות

2017

פנימי - לא לפרסום

תוכן עניינים

4	אלקטרוסטטיקה
18	זרם ישר
44	שדה מגנטי
67	השראה אלקטרומגנטית
81	קבלים
94	תשובות סופיות

השראה אלקטרומוגנטית

1980 שאלה 6
1981 שאלה 3
1981 שאלה 4 (ש. השלמה)
1982 שאלה 2 (ש. השלמה)
1983 שאלה 2
1983 שאלה 9 (ש. השלמה)
1984 שאלה 3
1985 שאלה 9 (ש. השלמה)
1985 שאלה 3
1986 שאלה 10
1987 שאלה 14 (ש. השלמה)
1987 שאלה 9
1988 שאלה 4
1989 שאלה 5
1990 וגם 1998, שאלה 5
1991 שאלה 5
1992 שאלה 5
1993 שאלה 5
1994 שאלה 5
1995 שאלה 5
1996 שאלה 5
1997 שאלה 5
1998 שאלה 4
2000 שאלה 5
2003 שאלה 5
2004 שאלה 5
2005 שאלה 5
2006 שאלה 5
2009 שאלה 5
2012 שאלה 5
2013 שאלה 5
2014 שאלה 4
2015 שאלה 5
2016 שאלה 5

קבלים

1980 חורף שאלה 4
1982 שאלה 1
1985 שאלה 1
1986 שאלה 6
1987 שאלה 6
1988 שאלה 1
1990 שאלה 2
1991 שאלה 3
1992 שאלה 3
1993 שאלה 3
1994 שאלה 2
1995 שאלה 2
1997 שאלה 3
1998 שאלה 2
1999 שאלה 2
2000 שאלה 1
2001 שאלה 1
2002 שאלה 3
2003 שאלה 3
2005 שאלה 3,2
2007 שאלה 3
2008 שאלה 3
2010 שאלה 3
2016 שאלה 7
2017 שאלה 9

שדה מגנטי

1981 שאלה 2
1982 שאלה 3
1984 שאלה 4 (ש. השלמה)
1986 שאלה 9
1988 שאלה 5
1989 שאלה 4
1990 שאלה 4
1990 שאלה 2 (ש. השלמה)
1991 שאלה 4
1992 שאלה 4
1993 שאלה 4
1994 שאלה 4
1995 שאלה 4
1996 שאלה 4,3
1997 שאלה 4
1998 שאלה 3
1999 שאלה 5,4
2000 שאלה 4
2001 שאלה 5,4
2002 שאלה 5
2003 שאלה 4
2004 שאלה 4
2005 שאלה 4
2006 שאלה 4
2007 שאלה 5,4
2008 שאלה 5,4
2009 שאלה 4
2010 שאלה 5,4
2011 שאלה 5,4
2012 שאלה 4
2013 שאלה 4
2014 שאלה 5
2015 שאלה 4
2016 שאלה 4
2017 שאלה 6

זרם ישר

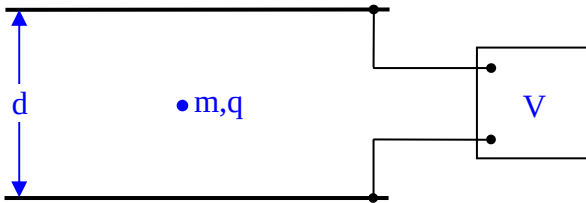
1980 חורף שאלה 5
1980 שאלה 5
1981 שאלה 1
1982 שאלה 2
1983 שאלה 1
1984 שאלה 2
1985 שאלה 2
1985 שאלה 3 (ש. השלמה)
1986 שאלה 33 (ש. השלמה)
1986 שאלה 7
1987 שאלה 8,7
1988 שאלה 3,2
1989 שאלה 3
1989 שאלה 2 (ש. השלמה)
1990 שאלה 3
1991 שאלה 2
1992 שאלה 2
1993 שאלה 2
1994 שאלה 3
1995 שאלה 3
1996 שאלה 2
1997 שאלה 2
1998 שאלה 1
1999 שאלה 3,1
2000 שאלה 3,2
2001 שאלה 3,2
2002 שאלה 2,1
2003 שאלה 2
2004 שאלה 3,2
2006 שאלה 3,2
2007 שאלה 2
2008 שאלה 2,1
2009 שאלה 3,2
2010 שאלה 3
2011 שאלה 3,2
2012 שאלה 3,2
2013 שאלה 3,2
2014 שאלה 3,2
2015 שאלה 3,2
2016 שאלה 3,2
2017 שאלה 5

אלקטרוסטטיקה

1980 שאלה 4
1983 שאלה 3
1984 שאלה 1
1984 שאלה 3 (ש. השלמה)
1987 שאלה 10
1989 שאלה 1,2
1990 שאלה 1
1991 שאלה 1
1991 שאלה 1 (ש. השלמה)
1992 שאלה 1
1993 שאלה 1
1994 שאלה 1
1995 שאלה 1
1996 שאלה 1
1997 שאלה 1
2002 שאלה 4
2003 שאלה 1
2004 שאלה 1
2005 שאלה 1
2006 שאלה 1
2007 שאלה 1
2009 שאלה 1
2010 שאלה 1
2011 שאלה 1
2012 שאלה 1
2013 שאלה 1
2014 שאלה 1
2015 שאלה 1
2016 שאלה 1
2017 שאלה 4

אלקטרוסטטיקה

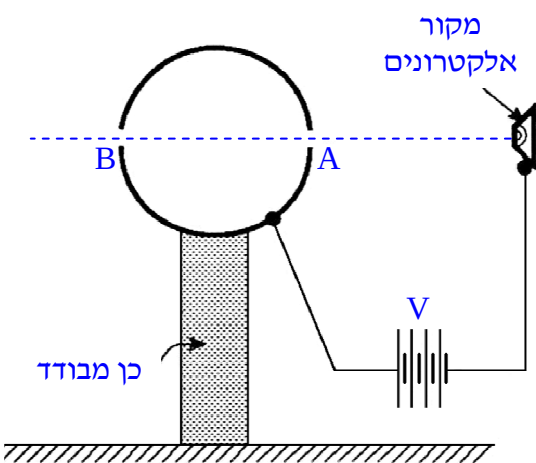
1980 שאלה 4



כדור מוליך קטן שמסתו m , טעון במטען חשמלי q . הכדור נמצא במנוחה בדיוק בנקודת האמצע בין שני לוחות אופקיים של קבל. אין אוויר בין לוחות הקבל. הקבל מחובר למקור בעל מתח V , והמרחק בין לוחותיו הוא d (ראה תרשים). נקרא למצב זה: המצב ההתחלתי.

- א. מגדילים את המתח בין לוחות הקבל פי שניים, והכדור עולה ופוגע בלוח העליון 0.1 שניות לאחר הגדלת המתח. מהו המרחק d בין לוחות הקבל?
- ב. מחזירים את המערכת למצב ההתחלתי, ומנתקים את הקבל ממקור המתח. מגדילים את המרחק בין הלוחות פי שניים מבלי לפרוק את הקבל. מה יקרה כתוצאה מכך לכדור הטעון? (האם יישאר במנוחה או יתחיל לנוע כלפי אחד הלוחות?) נמק!
- ג. מחזירים את המערכת למצב ההתחלתי, מגדילים את המרחק בין הלוחות פי שניים, מבלי לנתק את הלוחות ממקור המתח. מה יקרה לכדור הטעון? נמק.

1983 שאלה 3



בניסוי לכיול של מכשיר למדידת מהירות אלקטרונים, השתמשו במתקן הבא, שהוכנס כולו לריק:

בכדור מתכת חלול, העומד על כן מבודד ורדיוסו 3 ס"מ, נקדחו שני נקבים קטנים A ו-B בשני קצוותיו של קוטר. מקור אלקטרונים (חום להט), ממנו נפליטים אלקטרונים במהירות זניחה, חובר להדק השלילי של מקור מתח V . ההדק החיובי של מקור המתח חובר לכדור המתכת. מקור האלקטרונים מכוון באופן שהאלקטרונים נעים ממנו בקו ישר אל הנקב A, נעים בחלל הכדור, ויוצאים דרך הנקב B (ראה תרשים).

א. תאר במלים את תנועת האלקטרונים מרגע עזיבתם את המקור ועד צאתם דרך הנקב B (מהירות קבועה, מהירות משתנית, תאוצה קבועה, תאוצה משתנית).

- ב. באיזו מהירות מגיע אלקטרון לנקב A, ובאיזו מהירות הוא יוצא מהנקב B, כאשר מתח המקור V הוא 100 וולט?
- ג. כמה זמן נמשכת אז התנועה מהנקב A לנקב B?

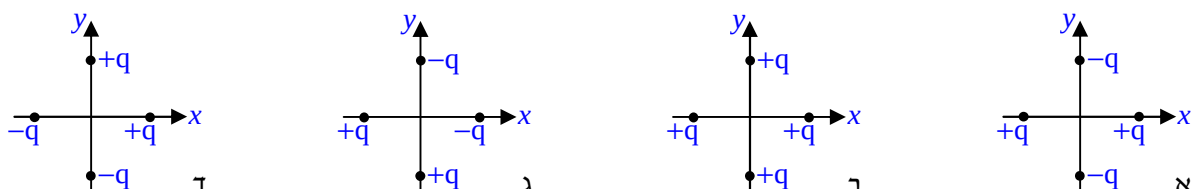
1984 שאלה 1

נתונים שני כדורי מתכת מבודדים ומרוחקים זה מזה. רדיוסו של הכדור האחד 20 ס"מ, והוא טעון חיובית ב- 6×10^{-8} קולון; רדיוסו של הכדור השני 10 ס"מ, והוא טעון שלילית ב- -2×10^{-8} קולון. חיברו את שני הכדורים על-ידי תיל מוליך דק וארוך, שקיבולו זניח, וכעבור דקות אחדות ניתקו אותם זה מזה. חשב:

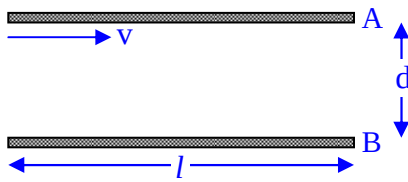
- א. את המטען על כל כדור לאחר החיבור.
- ב. את האנרגיה ההתחלתית של המערכת.
- ג. את האנרגיה הסופית של המערכת.
- ד. בתנאי הבעיה, שני הכדורים מבודדים מסביבתם. איך יתכן, אפוא, שבסעיפים ב' ו ג' קיבלת תוצאות שונות? האין כאן סתירה לחוק שימור האנרגיה? נמק!

1984 שאלה 3 (שאלון השלמה)

לפניך ארבעה תרשימים בהם מתוארים מטענים נקודתיים, המפוזרים במישור xy . כל המטענים נמצאים במרחק שווה מראשית הצירים. באיזה תרשים **עוצמת השדה והפוטנציאל** בראשית הצירים שווים לאפס? (בהנחה כי הפוטנציאל של מטען נקודתי שווה לאפס ב"אינסוף").



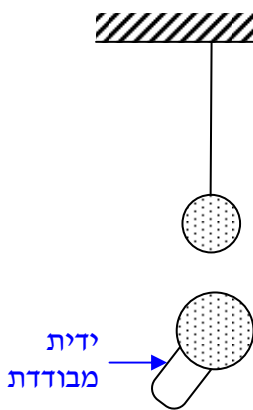
1987 שאלה 10



אלקטרון שמהירותו $v = 6 \times 10^5 \text{ m/s}$ נכנס למרחב שבין שני לוחות מתכת מקבילים. אורך הלוחות $l = 15 \text{ mm}$ והמרחק ביניהם $d = 15 \text{ mm}$. הלוחות מחוברים אל מקור מתח ישר. ברגע הכניסה חולף האלקטרון סמוך לקצהו של אחד הלוחות (לוח A בתרשים).

- מה צריך להיות כיוונו של השדה החשמלי בין הלוחות, על מנת שהאלקטרון יסטה ממסלולו לכיוון הלוח B? נמק.
- בין הלוחות שורר שדה חשמלי אחיד. מהי צורת מסלול האלקטרון בשדה? נמק.
- מהו המתח המרבי בין הלוחות, שבו יצא האלקטרון מתוך השדה מבלי לפגוע בלוח B? האם תשובתך לסעיפים הקודמים היתה משתנה אילו דובר בשאלה על פרוטון הנע באותה מהירות? נמק את תשובתך מבלי לחשב מחדש את המתח.

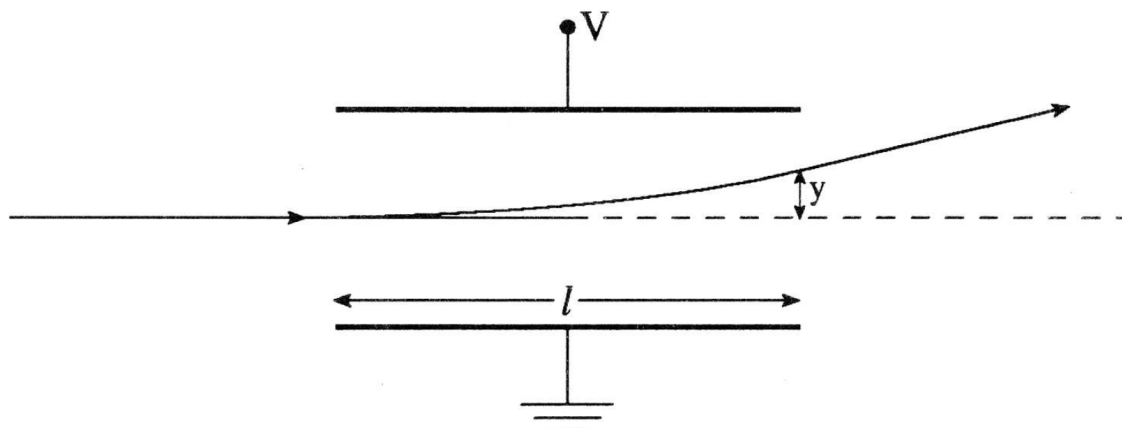
1989 שאלה 1



- כדור מוליך שרדיוסו $r = 1 \text{ cm}$ ומסתו $m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ gr}$ תלוי בקצה חוט העשוי מחומר מבודד. טוענים את הכדור על ידי חיבורו למקור מתח $V = 3 \cdot 10^4 \text{ V}$, ולאחר הטעינה מנתקים אותו מהמקור.
- מביאים כדור מוליך שני, ניטרלי, שרדיוסו $R = 2 \text{ cm}$, במגע עם הכדור הטעון. לאחר המגע בין הכדורים, מרחיקים אותם זה מזה (ראה תרשים).
- מהו המטען בכל אחד מהכדורים לאחר ניתוק המגע ביניהם?
 - היכן, ובאיזה מרחק מהכדור התלוי יש להציב את הכדור השני, כדי שהמתיחות בחוט, שעליו תלוי הכדור הראשון, תשווה לאפס?
 - בין שני הכדורים מכניסים לוח של חומר דיאלקטרי. האם יש להגדיל או להקטין את המרחק בין הכדורים כדי שהמתיחות בחוט תישאר אפס? נמק!

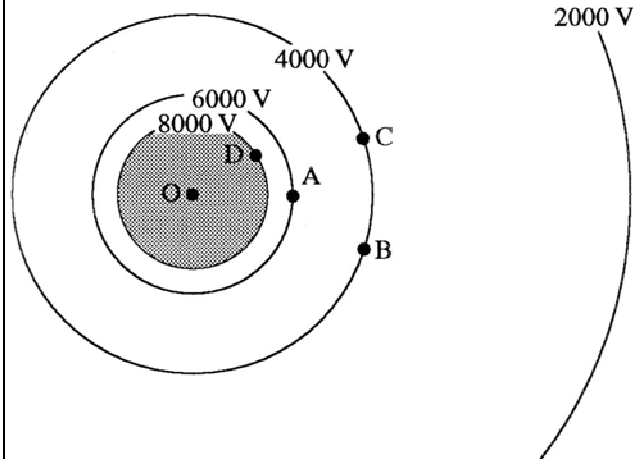
1989 שאלה 2

- לפניך שרטוט המתאר את מהלכה של קרן אלקטרונים העוברת בין שני לוחות קבל אופקיים. המתח בין לוחות הקבל הוא V , אורך לוחות הקבל הוא l . הקרן נכנסת לקבל בכיוון אופקי וסוטה מכיוונה, כך שבצאתה מהקבל הסטייה האנכית שלה מכיוונה ההתחלתי היא y .
- מגדילים את המתח בין לוחות הקבל ל $2V$. באיזו מידה משתנה:
 - הכוח הפועל על אלקטרון הנע בין הלוחות?
 - הזמן הדרוש לאלקטרון לעבור את המרחק l ?
 - ההעתק האנכי y ?
 - קרן האלקטרונים הוחלפה בקרן של יונים חיוביים. מצאו עתה שהסטייה y' קטנה מאוד. הצע שני שינויים במערכת הניסוי, אשר כל אחד מהם בנפרד יגרום להגדלת הסטייה y' .
 - עבור אחת מהצעותיך בסעיף (ב), חשב את גודל השינוי הנדרש על מנת להגדיל את הסטייה y' פי 10.



1990 שאלה 1

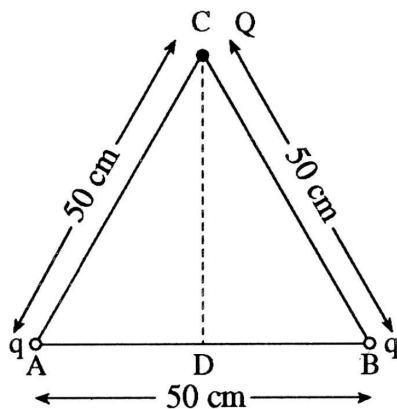
כדור מוליך שרדיוסו 20mm נטען עד לפוטנציאל של 8000V. בתרשים מסומנים מספר משטחים שווי פוטנציאל. הפוטנציאל במרחק אינסופי מהכדור הוא אפס. אין מטענים בקרבת הכדור. היעזר בתרשים ומצא את:



- מטען הכדור
- עבודת השדה החשמלי כאשר מטען בן $+8\mu\text{C}$ מועבר
 - מהנקודה A ל-B.
 - מהנקודה B ל-C.
 - במסלול הסגור: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$
 - ממרכז הכדור O לנקודה D שעל פני הכדור.
- השדה החשמלי (גודל וכיוון):
 - בנקודה הנמצאת בתוך הכדור, במרחק 10 mm ממרכזו O.
 - בנקודה B.

1991 שאלה 1

שני כדורים קטנים, שמטען כל אחד מהם הוא $q = +10^{-6}\text{C}$, קבועים בנקודות A ו-B במרחק של 50cm זה מזה. בנקודה C, הנמצאת במרחק של 50cm מכל אחד מהמטענים האלה, נמצא כדור מוליך שמסתו 31gr, והוא טעון במטען של $Q = -5 \cdot 10^{-6}\text{C}$ (ראה תרשים).



משחררים את הכדור הנמצא בנקודה C. בהנחה שהכוחות היחידים הפועלים במערכת זו הם הכוחות החשמליים הפועלים בין הכדורים. א. חשב את גודלה ואת כיוונה של תאוצת הכדור ברגע בו שוחרר. ב. תאר את תנועתו של הכדור. התייחס בתשובתך לנקודות הבאות: כיוון המהירות והתאוצה בכל שלב; האם הכדור מגדיל או מקטין את מהירותו; היכן (אם בכלל) המהירות גדולה ביותר, קטנה ביותר, מחליפה כיוון.

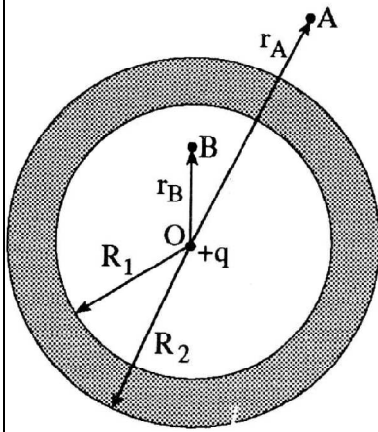
- חשב את הפוטנציאל בנקודה C ובנקודה D (נקודת האמצע בין A ל-B), בהשפעת המטענים הקבועים בנקודות A ו-B.
- מה גודל מהירותו של הכדור הנע כשהוא עובר בנקודה D?

1991 שאלה 1 (שאלון השלמה)

נערכים שני ניסויים:

- בניסוי הראשון המרחק בין שתי טבלות מתכת מקבילות וטעונות הוא d, והמתח ביניהן הוא V. חלקיק טעון נעזב ממנוחה ליד אחת הטבלות, ומגיע אל הטבלה השנייה.
- בניסוי השני המרחק בין הטבלות המקבילות הוא 2d, והמתח ביניהן הוא V. חלקיק טעון, זהה לזה שהיה בניסוי הראשון, נעזב ממנוחה ליד אחת הטבלות, ומגיע אל הטבלה השנייה.
- באיזה מן הניסויים מגיע החלקיק אל הטבלה השנייה תוך זמן קצר יותר? נמק.
 - באיזה מן הניסויים מגיע החלקיק אל הטבלה השנייה במהירות גדולה יותר? נמק.

1992 שאלה 1



מטען נקודתי $+q$ נמצא בנקודה O. נקודות A ו-B נמצאות במרחקים r_A ו- r_B , בהתאמה, מהנקודה O. מקיפים את המטען הנקודתי בקליפה כדורית מוליכה בלתי טעונה, שמרכזו O ורדיוסה R_1 ו- R_2 כמתואר בתרשים.

א. כתוצאה מהוספת הקליפה הכדורית, האם ישתנה:

(1) השדה החשמלי בנקודה A? אם לא – הסבר מדוע, ואם כן – מצא ביטוי

לשינוי בשדה החשמלי ב-A (מבוטא באמצעות, r_A , q , R_1 ו- R_2).

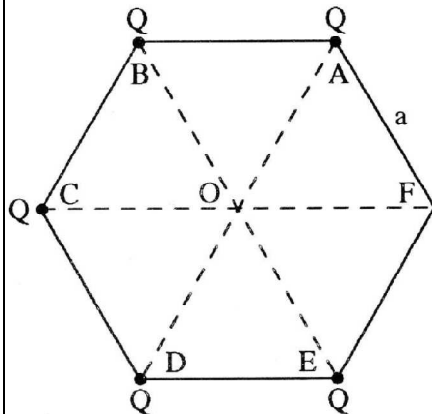
(2) הפוטנציאל בנקודה A? אם לא – הסבר מדוע, ואם כן – מצא ביטוי

לשינוי בפוטנציאל ב-A (מבוטא באמצעות, r_A , q , R_1 ו- R_2).

ב. ענה על סעיף א' לגבי הנקודה B (בטא שינויים, אם ישנם, באמצעות q , r_B , R_1 ו- R_2).

ג. מאריקים (מחברים לאדמה) את הקליפה הכדורית. האם ישפיע הדבר על עוצמת השדה בנקודה A? הסבר.

1993 שאלה 1



בכל אחד מחמשת הקודקודים A, B, C, D ו-E של משושה משוכלל, שאורך צלעו a, נמצא מטען נקודתי חיובי Q. בקודקוד F אין מטען (ראה תרשים). בטא את תשובותיך לשאלות באמצעות נתוני השאלה.

א. מהו השדה החשמלי השקול (גודל וכיוון) במרכז הסימטריה O של המשושה? הסבר.

ב. מעבירים מטען נוסף Q ממקום רחוק מאוד ("אינסוף") אל הנקודה O. מהי העבודה שנעשתה עד כוחות השדה החשמלי?

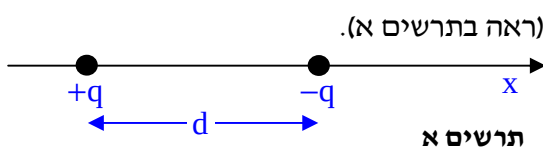
ג. מעבירים את המטען הנוסף Q לקודקוד השישי F (בכל אחד מקודקודי המשושה נמצא עתה מטען Q).

(1) מהו השדה החשמלי בנקודה O? נמק.

(2) האם דרושה עבודה, כדי להביא מטען q מאינסוף אל מרכז המשושה? נמק.

ד. בכל אחד משלושת הקודקודים A, C ו-E מחליפים את המטען Q במטען שלילי $-Q$ (בכל אחד משלושת הקודקודים האחרים נמצא מטען Q, ובנקודת O אין מטען). האם פעולה זו תגרום לשינוי בפוטנציאל החשמלי במרכז המשושה? הסבר.

1994 שאלה 1



שני מטענים $+q$ ו- $-q$ נמצאים על ציר ה-x, והמרחק ביניהם הוא d (ראה בתרשים א).

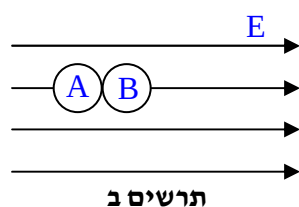
א. האם קיימת נקודה לאורך ציר ה-x:

(1) שבה השדה החשמלי מתאפס? הסבר.

(2) שבה הפוטנציאל החשמלי מתאפס? הסבר.

בתשובותיך התייחס לציר ה-x כולו - לקטע שבין שני המטענים ולתחום שמחוץ לקטע זה.

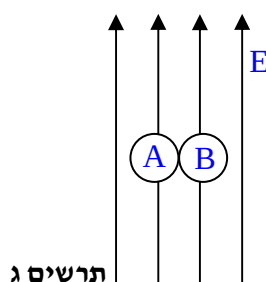
ב. מהי העבודה שיש לעשות, כדי להגדיל את המרחק בין שני המטענים ל- $2d$? (בטא את תשובתך באמצעות נתוני השאלה).



תרשים ב

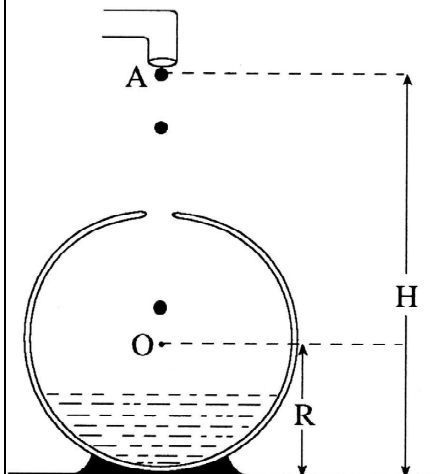
ג. (1) מכניסים שני כדורים מוליכים שאינם טעונים, A ו-B, הנוגעים זה בזה, לתוך שדה חשמלי אחיד, כמתואר בתרשים ב. מפרידים את הכדורים זה מזה בתוך השדה החשמלי. האם לאחר ההפרדה הכדורים טעונים? אם לא - הסבר. אם כן - מהו סימן המטען של כדור A, ומהו סימן המטען של כדור B? הסבר.

(2) ענה על סעיף 1, כאשר השדה החשמלי הוא בכיוון המתואר בתרשים ג.



תרשים ג

1995 שאלה 1



בתרשים מתוארת קליפה כדורית מוליכה ומבודדת שבה פתח קטן. טיפות בעלות מטען חשמלי חיובי ניתקות מצינורית, נופלות לתוך הקליפה, וכל מטען עובר לקליפה. רדיוס הקליפה הוא R , ופתח הצינורית נמצא בגובה H מעל תחתית הקליפה.

א. לגבי הרגע שבו מטען הקליפה הוא Q , בטא, עבור כל אחת מהנקודות A ו-O (ראה תרשים) את:

(1) השדה החשמלי (גודל וכיוון) הנוצר על-ידי הקליפה הטעונה (בלבד).

(2) הפוטנציאל החשמלי הנוצר על-ידי הקליפה הטעונה (בלבד). הפוטנציאל באינסוף נבחר כ-0.

כל טיפה היא בעלת מסה m ומטען q , ועל הטיפות פועלים רק כוח הכובד והכוח האלקטרוסטטי הזנח את הכוחות האלקטרוסטטיים שבין הטיפות.

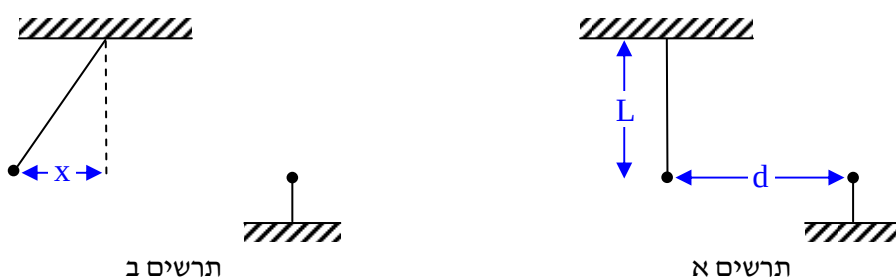
ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את המטען Q של הקליפה, שעבורו טיפה בנקודה A תהיה בשיווי-משקל.

ג. בטא באמצעות נתוני השאלה את העבודה שנעשתה נגד הכוחות החשמליים בטעינת הקליפה הכדורית למטען Q שבסעיף ב.

ד. מהן מקור האנרגיה לעבודה שבסעיף ג?

1996 שאלה 1

תלמיד הכין מערכת למדידת מטענים חשמליים. הוא לקח שני כדורים מוליכים קטנים זהים. את האחד הוא תלה בקצה חוט שאורכו L . ואת השני הצמיד לקצה של מוט. הוא התקין את המערכת כך ששני הכדורים היו באותו גובה ובמרחק d זה מזה (ראה תרשים א). החוט והמוט עשויים מחומר מבודד.



התלמיד טען את שני הכדורים באותו מטען q , וכתוצאה מכך סטה הכדור התלוי בשיעור x (ראה תרשים ב). התלמיד שינה את d כמה פעמים, ובכל פעם מדד את x . להלן תוצאות מדידותיו:

d (m)	x (m)	$r = d + x$	$1/r^2$
0.62	0.02		
0.47	0.03		
0.35	0.05		
0.24	0.08		
0.14	0.12		

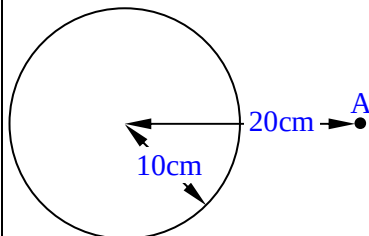
א. העתק את הטבלה למחברתך, והשלם אותה. סרטט גרף של x כפונקציה של $1/r^2$.

ב. הראה כי כאשר $x \ll L$ (כך ששיעור עליית הכדור זניח), גודל כוח הדחייה החשמלי F הפועל בין שני הכדורים מקיים $F \approx mg \frac{x}{L}$, כאשר m היא מסת הכדור התלוי.

ג. בהסתמך על חוק קולון ועל סעיף ב, הסבר את צורת הגרף שקיבלת.

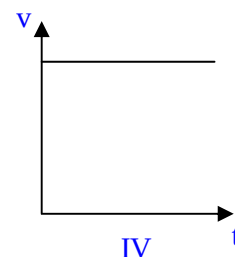
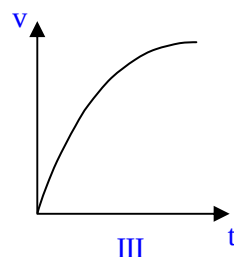
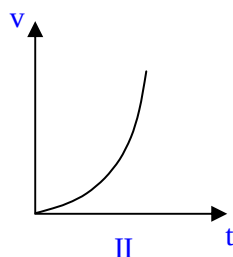
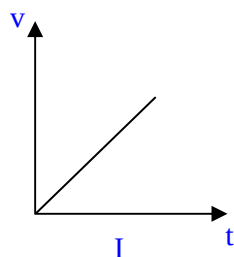
ד. חשב את המטען q בהסתמך על הגרף שסרטטת, אם נתון כי: $L = 1\text{m}$; $m = 10\text{gr}$.

1997 שאלה 1

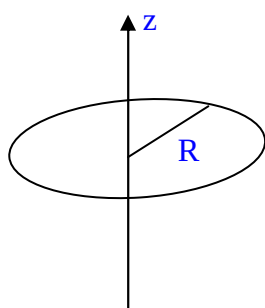


אלקטרון משוחרר ממנוחה מנקודה A, הנמצאת במרחק של 20cm ממרכז של קליפה כדורית (כדור חלול) שרדיוסה 10cm (ראה תרשים). הקליפה הכדורית טעונה באופן אחיד במטען של 10^{-8} C .

- באיזו מהירות יפגע האלקטרון בפני הקליפה?
- מה צריכה להיות עוצמתו של שדה חשמלי אחיד, שבו אלקטרון שישוחרר ממנוחה יגיע למהירות שחישבת בסעיף א, לאחר שיעבור אותו מרחק של 10cm?
- לפניך ארבעה גרפים I - IV המתארים באופן סכמתי מהירות כפונקציה של זמן. קבע איזה מהגרפים I - IV מתאר את מהירותו של:
 - האלקטרון הנע כלפי הקליפה הכדורית (סעיף א). הסבר.
 - האלקטרון הנע בשדה חשמלי אחיד (סעיף ב). הסבר.



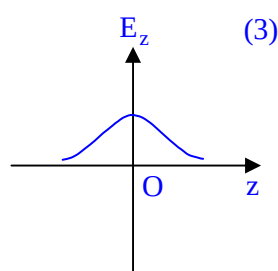
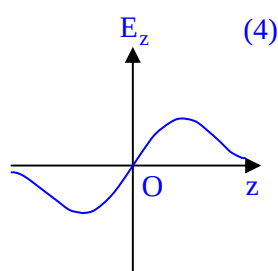
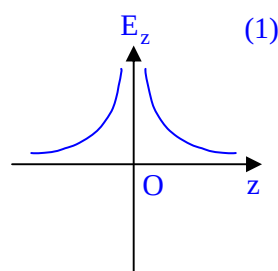
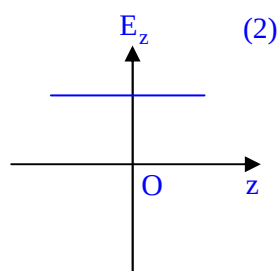
2002 שאלה 4



בתרשים שלפניך מתוארת טבעת מעגלית דקה שרדיוסה R, והיא טעונה באופן אחיד במטען חיובי Q.

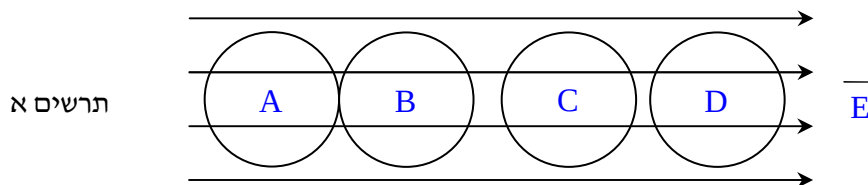
ציר z מוגדר כך: ראשיתו נמצאת במרכז הטבעת המעגלית, הוא מאונך למישור הטבעת, וכיוונו החיובי כלפי מעלה (כמתואר בתרשים).

- מהו הכיוון של השדה החשמלי שהטבעת יוצרת על ציר z, בכל הנקודות ששיעורן $z > 0$? נמק.
- מהו הכיוון של השדה החשמלי שהטבעת יוצרת על ציר z, בכל הנקודות ששיעורן $z < 0$? נמק.
- מהו הגודל של השדה החשמלי במרכז הטבעת? נמק.
- מהו הגודל של השדה החשמלי שהטבעת יוצרת על ציר z, בנקודה הרחוקה מאוד מן הטבעת ("באינסוף")? (לא נדרשת הוכחה מתמטית, אך תוכל להראות גם בדרך מתמטית). נמק.
- לפניך ארבעה גרפים (1)-(4). איזה מבין ארבעת הגרפים יכול לתאר את השדה החשמלי לאורך ציר z כפונקציה של z? נמק.



2003 שאלה 1

נתונים ארבעה כדורים לא טעונים, A, B, C, D . כל הכדורים זהים בגודלם. רק הכדורים A ו- B נוגעים זה בזה. הכדורים A, B ו- C עשויים מחומר מוליך, והכדור D עשוי מחומר מבודד.

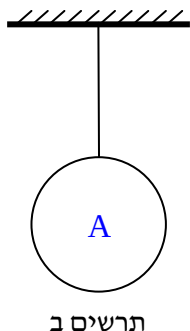


מפעילים על הכדורים שדה חשמלי אחיד $\vec{E}$, שעוצמתו 100 N/C וכיוונו ימינה, כמתואר בתרשים א.

א. קבע לכל אחד מארבעת הכדורים אם הוא נטען, ואם כן - מהו הסימן של המטען. נמק את קביעותיך.

ב. מוציאים את כדור A מהשדה החשמלי ותולים אותו על חוט מבודד מחוץ לשדה (תרשים ב). מוציאים מהשדה החשמלי גם את הכדורים B, C ו- D . תאר מה יקרה לכדור A כאשר יקרבו אליו בכל פעם את אחד הכדורים. האם כדור A יימשך, יידחה או יישאר במקומו? הנח כי מטען הכדורים לא השתנה. נמק את תשובותיך.

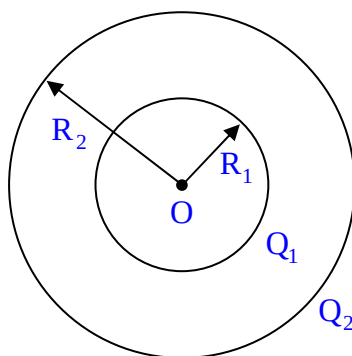
ג. מקרבים את כדור B לכדור A . כדור A סוטה, ולאחר מכן הוא מתייצב כך שמרכזי הכדורים A ו- B הם באותו גובה, והמרחק ביניהם הוא 2 cm . במצב זה נוצרת זווית של 5° בין החוט לאנך. מסת הכדור A היא 5 gr . מהו הערך של המטען החשמלי על פני כל אחד משני הכדורים A ו- B ?



2004 שאלה 1

קליפה כדורית (כדור חלול) שרדיוסה R_1 נמצאת בתוך קליפה כדורית, שרדיוסה R_2 , ולשתי הקליפות מרכז משותף O (ראה תרשים).

הקליפה הפנימית טעונה במטען חשמלי חיובי Q_1 , והקליפה החיצונית טעונה במטען חשמלי חיובי Q_2 . שתי הקליפות עשויות מחומר מוליך.



א. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הגודל של השדה החשמלי הכולל ששתי הקליפות יוצרות בכל אחד משלוש הנקודות (1) - (3):

(1) הנקודה O .

(2) נקודה הנמצאת מחוץ לקליפה הפנימית, אך קרובה אליה מאוד (מרחקה מ- O ייחשב ל- R_1).

(3) נקודה הנמצאת מחוץ לקליפה החיצונית, אך קרובה אליה מאוד (מרחקה מ- O ייחשב ל- R_2).

ב. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הפוטנציאל החשמלי הכולל ששתי הקליפות יוצרות בכל אחד משלוש הנקודות (1) - (3):

(1) הנקודה O .

(2) נקודה על פני הקליפה הפנימית.

(3) נקודה על פני הקליפה החיצונית.

ג. על איזו משתי הקליפות הפוטנציאל החשמלי גדול יותר? נמק.

ד. מחברים את שתי הקליפות האמצעות תיל מוליך דק שהתנגדותו זניחה, ולכן חלקיקים טעונים יכולים לעבור ביניהן.

בטא, באמצעות נתוני השאלה, את המטען החשמלי על כל אחד משתי הקליפות לאחר שנפסק הזרם בתיל.

2005 שאלה 1

נתון כדור מוליך מלא, שרדיוסו 4.5 cm. טוענים את הכדור עד לפוטנציאל של 1,000 V.

א. חשב את מטען הכדור.

ב. היכן נמצא המטען שחישבת - במרכז הכדור, בכל נפח הכדור או רק על פניו?

מציבים כדור מוליך חלול, שאינו טעון, במרחק גדול מאוד מהכדור המוליך המלא. רדיוס הכדור החלול הוא 9 cm. מחברים את שני הכדורים זה לזה בחוט מוליך ארוך ודק, ומחכים זמן ארוך מאוד.

ג. חשב את פוטנציאל הכדור המלא במצב זה.

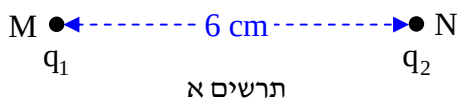
מנתקים את החוט המחבר בין הכדורים, ומכניסים את הכדור המלא אל תוך הכדור החלול, כך שלשניהם מרכז משותף.

ד. חשב את עוצמת השדה החשמלי בנקודה C, הנמצאת במרחק 6 cm מהמרכז המשותף. פרט בתשובתך איזה חלק מעוצמת השדה בנקודה זו יוצר כל אחד מהכדורים.

ה. תשב את הפוטנציאל בנקודה C.

2006 שאלה 1

בתרשים א מוצגים שני גופים נקודתיים טעונים, המוחזקים במנוחה



בנקודות M ו-N. מטעני הגופים הם $q_1 = q_2 = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, והמרחק

בין הנקודות הוא 6 cm.

הפוטנציאל באין-סוף נבחר כאפס.

א. האם לאורך הקטע MN יש נקודה שבה השדה החשמלי מתאפס? נמק.

ב. האם לאורך הקטע MN יש נקודה שבה הפוטנציאל החשמלי מתאפס? נמק.

נקודה B היא אמצע הקטע MN. נקודה A נמצאת על האנך האמצעי לקטע MN, במרחק 4 cm מ-B (ראה

תרשים ב). מציבים בנקודה A גוף נקודתי שמטענו $q_3 = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

ומסתו $m = 2 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$ ומחזיקים אותו במנוחה.

ג. חשב את האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של הגוף שמטענו q_3

בהיותו בנקודה A.

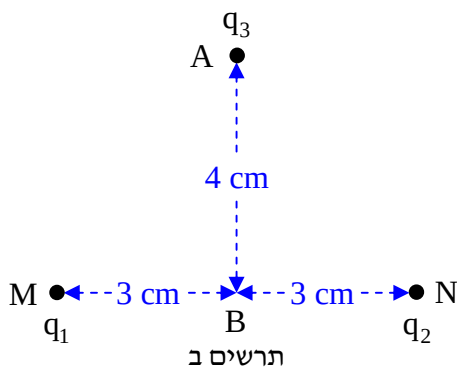
משחררים ממנוחה את הגוף שמטענו q_3 הנמצא בנקודה A. הזנח את

כוח הכובד הפועל עליו.

ד. (1) חשב את הגודל של מהירות הגוף בהגיעו לנקודה B.

(2) תלמיד טוען שהמהירות הגדולה ביותר של הגוף לאורך מסלול

תנועתו היא בהגיעו לנקודה B. האם טענתו נכונה? נמק.



2007 שאלה 1

נתונה קליפה כדורית מוליכה שרדיוסה $R_1 = 8 \text{ cm}$.

הקליפה טעונה במטען חשמלי חיובי $q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.

נקודה A נמצאת במרחק $r_1 = 6 \text{ cm}$ ממרכז הקליפה, ונקודה B נמצאת במרחק $r_2 = 12 \text{ cm}$ הקליפה. ערך

הפוטנציאל החשמלי באין-סוף נבחר כאפס.

א. מצא את גודל השדה החשמלי בנקודה A.

ב. מצא את הפוטנציאל החשמלי בנקודה A.

ג. מצא את גודל השדה החשמלי בנקודה B.

ד. מצא את הפוטנציאל החשמלי בנקודה B.

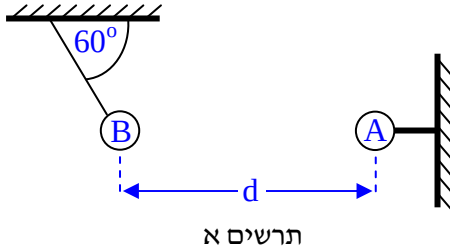
מחברים את הקליפה הנתונה עם קליפה כדורית אחרת, באמצעות תיל מוליך ארוך מאוד ודק כך ששתי הקליפות רחוקות מאוד זו מזו (מרחק "אין-סופי").

לכל אחד משני המצבים המתוארים בסעיפים ה-ו, קבע אם בעקבות חיבור זה גודל השדה החשמלי בנקודה B יהיה גדול יותר מזה שמצאת בסעיף ג, קטן ממנו או שווה לו. נמק כל אחת מקביעותיך.

ה. הקליפה האחרת אינה טעונה, ורדיוסה שווה לרדיוס של הקליפה הנתונה.

ו. הקליפה האחרת טעונה במטען חיובי $q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, ורדיוסה $R_2 = 16 \text{ cm}$.

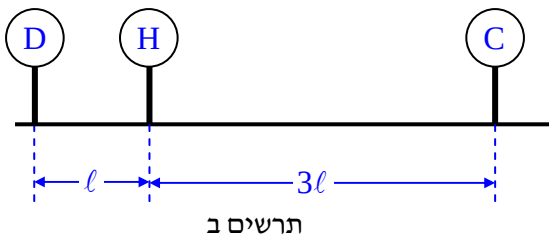
2009 שאלה 1



תלמיד ערך שלושה ניסויים באלקטרוסטטיקה. בניסוי הראשון השתמש התלמיד בשני כדורים מוליכים A ו-B. כדור A טעון במטען חשמלי חיובי, ומוחזק במנוחה באמצעות מוט אופקי מבודד. כדור B טעון במטען חשמלי שלילי, ותלוי בקצה חוט מבודד שקצהו האחר קשור לתקרה (ראה תרשים א). מסת החוט ניתנת להזנחה. מרכזי הכדורים נמצאים באותו גובה.

הערכים המוחלטות של מטעני הכדורים שווים זה לזה. כאשר שני הכדורים במצב מנוחה, מרכזיהם נמצאים במרחק $d = 0.3$ מ. מסת הכדור B היא 10 gr , והחוט שהוא תלוי עליו יוצר זווית של 60° עם התקרה. הנח כי רדיוסי הכדורים קטנים מאוד ביחס למרחק בין הכדורים.

- סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על כדור B. ציין מי מפעיל את כל אחד מהכוחות.
- חשב את המטען של כדור B.
- בניסוי השני השתמש התלמיד בשני כדורים C ו-D בעלי מסות שוות. הכדורים טעונים במטענים חיוביים, כך שהמטען של כדור C גדול פי 3 מהמטען של כדור D. כל אחד משני הכדורים תלוי על חוט מבודד באותו אורך, שמסתו זניחה. אחרי הטעינה התרחקו הכדורים זה מזה, והתייצבו במנוחה. האם הזוויות ששני החוטים יוצרים עם התקרה שוות זו לזו? נמק את תשובתך באמצעות סרטוט תרשים כוחות.



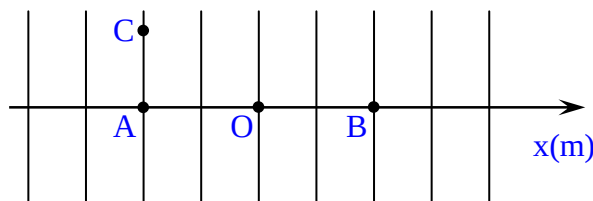
ד. בניסוי השלישי השתמש התלמיד בשני הכדורים C ו-D ובכדור נוסף H. הכדורים מוחזקים באמצעות מוטות מבודדים כמתואר בתרשים ב. שלושת הכדורים טעונים במטענים חיוביים.

$$q_C = 3q_D$$

מרכזי שלושת הכדורים נמצאים לאורך קו ישר, והמרחק בין מרכז כדור C לבין מרכז כדור H גדול פי 3 מהמרחק בין מרכז כדור D למרכז כדור H. האם שקול הכוחות החשמליים שהכדורים C ו-D מפעילים על כדור H שווה לאפס? נמק.

2010 שאלה 1

התרשים שלפניך מתאר חתך של משטחים שוי פוטנציאל באזור שבו שורר שדה חשמלי אחיד. נתונות שלוש נקודות, A, B ו-C. נקודות A ו-B נמצאות על ציר ה-x שראשיתו בנקודה O (ראה תרשים).



$$\text{נתון: } x_A = -0.8 \text{ m}, x_B = +0.8 \text{ m}, x_C = -0.8 \text{ m}$$

הפוטנציאל החשמלי בנקודה A הוא $V_A = -0.45 \text{ V}$

והפוטנציאל החשמלי בנקודה B הוא $V_B = -0.90 \text{ V}$.

א. הפרש הפוטנציאלים בין נקודה M לנקודה N מוגדר

$$\text{כך: } V_M - V_N. \text{ חשב את הפרש הפוטנציאלים:}$$

(1) בין נקודה B לנקודה A.

(2) בין נקודה C לנקודה A.

(3) בין נקודה B לנקודה C.

הקשר בין עוצמת שדה חשמלי אחיד לבין הפרש הפוטנציאלים שבין נקודות הנמצאות בתוכו מוגר כך:

$$E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$$

ב. (1) ציין את כיוון השדה החשמלי באזור המתואר. נמק.

(2) חשב את עוצמת השדה החשמלי באזור המתואר.

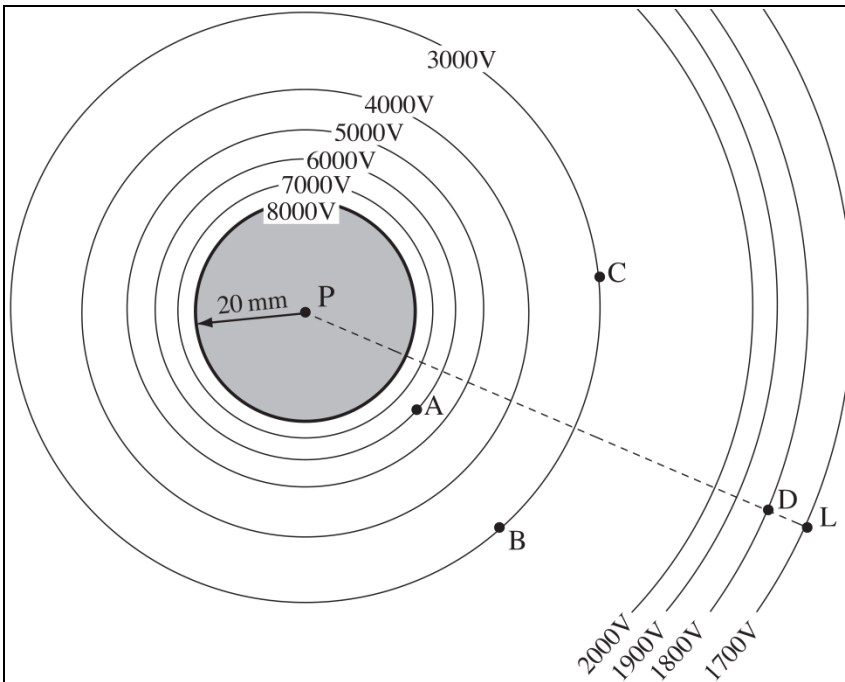
ברגע $t = 0$ משחררים חלקיק טעון שהוחזק במנוחה בראשית הציר. החלקיק נע בכיוון החיובי של ציר ה-x.

ג. קבע אם מטען החלקיק הוא חיובי או שלילי. נמק את קביעתך.

ד. נתון שגודל המטען של החלקיק $q = 2 \cdot 10^{-12} \text{ C}$. חשב את עבודת השדה על החלקיק במעבר מנקודה A לנקודה

B.

2011 שאלה 1



בתרשים שלפניך מוצגים כדור מוליך טעון וכמה קווים שווי-פוטנציאל. רדיוס הכדור הוא 20 mm, והפוטנציאל על פניו הוא 8000V. ליד כל קו רשום הפוטנציאל המתאים לו. הפוטנציאל באין-סוף נבחר כאפס.

א. (1) האם המטען על פני הכדור חיובי או שלילי? נמק.

(2) חשב את המטען על פני הכדור.

ב. חשב את עבודת השדה החשמלי כאשר חלקיק נקודתי טעון במטען 8.0 nC ($8.0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$) מועבר מנקודה A לנקודה C באופן זה: תחילה מ-A ל-B, ולאחר מכן מ-B ל-C. הסבר.

הנח שאפשר להתייחס אל השדה החשמלי בין הקווים 1700V ו-1800V כאל שדה שגודלו קבוע.

ג. (1) חשב את עבודת השדה החשמלי כאשר חלקיק נקודתי שמטענו 1.0 nC מועבר מנקודה L לנקודה D.

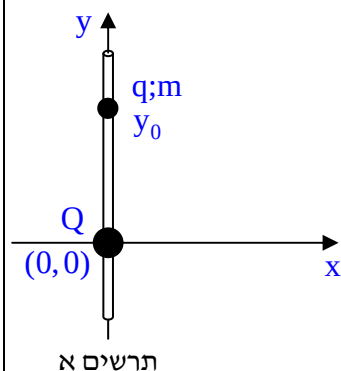
(2) חשב את הגודל של הכוח החשמלי הפועל על החלקיק שמטענו 1.0 nC כאשר הוא מועבר מנקודה L לנקודה D.

(3) מצא את הגודל של השדה החשמלי בין הקווים 1700V ו-1800V.

ד. איזו מבין האפשרויות (1)-(4) שלפניך מבטאת נכון את ערך הפוטנציאל החשמלי במרכז הכדור P? נמק את בחירתך.

(1) 0 (2) 8000 V (3) 9000 V (4) אין-סוף

2012 שאלה 1



בתרשים א מוצגת מערכת צירים x ו-y. בראשית הצירים מוחזק במנוחה גוף קטן בעל מטען חשמלי חיובי Q. מוט דק וחלק, שעשוי מחומר מבודד מוחזק בכיוון אנכי לאורך ציר ה-y.

משחילים חרוז קטן, בעל מטען חשמלי חיובי q ומסה m על המוט האנכי מעל המטען Q, ומביאים אותו לנקודה ששיעורה y_0 . לאחר שמרפים מהחרוז, הוא נשאר במנוחה.

א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על החרוז, ורשום ליד כל וקטור את שם הכוח.

ב. בטא באמצעות Q, q ו-m את המרחק y_0 בין שני המטענים.

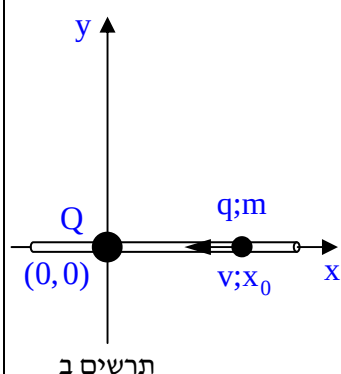
מחזיקים את המוט בכיוון אופקי לאורך ציר ה-x, כשהמטען Q נשאר בראשית הצירים. משחילים את החרוז על המוט מימין למטען Q, מעניקים לחרוז מהירות התחלתית שמאלה לכיוון המטען Q, ומשחררים אותו. (ראה תרשים ב).

כאשר החרוז מגיע לנקודה ששיעורה x_0 , גודל מהירותו הוא v וכיוון המהירות שמאלה.

ג. בטא באמצעות נתוני השאלה את האנרגיה הכוללת של החרוז כאשר הוא עובר בנקודה ששיעורה x_0 . (הנח שהאנרגיה הפוטנציאלית החשמלית "אין-סוף" היא אפס, ושהאנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית לאורך ציר ה-x גם היא אפס).

ד. בטא באמצעות נתוני השאלה את המרחק המינימלי, $x_{\min}$, מהמטען Q שאליו יגיע החרוז.

ה. כיצד משתנה כל אחד מן הגדלים – גודל המהירות וגודל התאוצה – בתנועת החרוז מ- x_0 ל- $x_{\min}$ (גדל, קטן, נשאר קבוע)? נמק.



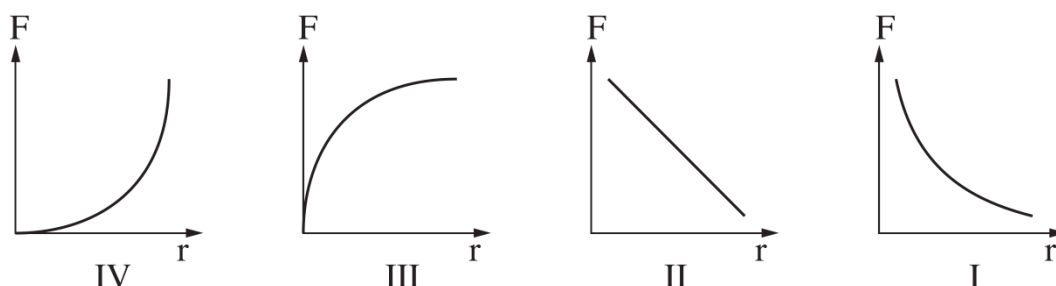
2013 שאלה 1

נתונים שני כדורים מוליכים קטנים, A ו-B. הרדיוס של כדור A כפול מהרדיוס של כדור B. המרחק בין הכדורים גדול מאוד ביחס לרדיוסים שלהם.

המטען של כדור A הוא $+6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

חיברו את הכדורים זה לזה בעזרת תיל מוליך דק. לאחר החיבור בין הכדורים השתנה המטען של כדור A, וכעת הוא $+4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. הנח שכל החלקיקים שעוברים בתיל הם אלקטרונים בלבד.

- חשב את מספר האלקטרונים שעברו בין הכדורים.
 - האם האלקטרונים עברו מכדור A לכדור B, או מכדור B לכדור A?
 - מהו מטענו של כדור B לאחר החיבור בין הכדורים? הסבר.
 - האם לפני החיבור היה כדור B טעון? אם לא — נמק, אם כן — חשב את מטענו.
 - מנתקים את הכדורים זה מזה ומניחים אותם על משטח אופקי וחלק, העשוי חומר מבודד. משגרים את כדור A אל עבר כדור B הקבוע במקומו.
- לפניך ארבעה גרפים. קבע איזה מבין הגרפים IV-I מתאר נכונה את גודל הכוח החשמלי, F , הפועל על כדור A כפונקציה של המרחק r בין הכדורים. נמק את קביעתך.



2014 שאלה 1

מערכת חשמליות רבות, לדוגמה מערכת להאצת חלקיקים, כוללות לוחות טעונים בדומה למערכת המוצגת לפניך.

המערכת כוללת שלושה לוחות ארוכים מאוד וטעונים: A, B, C, המוצבים במקביל זה לזה במרחקים שונים, כמתואר באיור. במרכזו של לוח B יש חור קטן.

הגרף שלפניך מתאר את הפוטנציאל החשמלי בין הלוחות.

א. קבע את הכיוון של השדה החשמלי בין לוח A ללוח B, ואת הכיוון של השדה החשמלי בין לוח B ללוח C. נמק את קביעתך.

ב. חשב את עוצמת השדה החשמלי בין לוח A ללוח B (E_{AB}), ואת עוצמת השדה החשמלי בין לוח B ללוח C (E_{BC}).

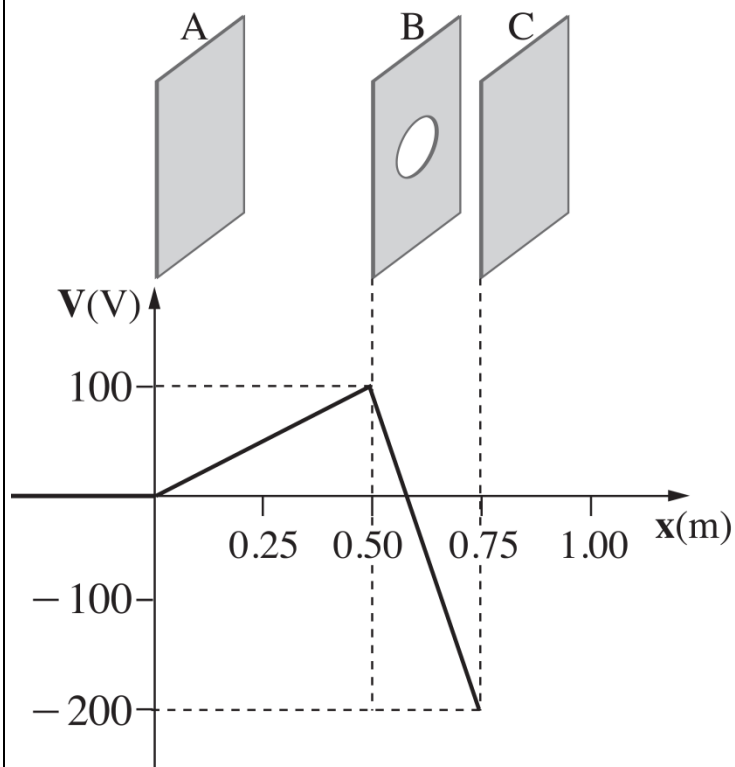
חלקיק טעון במטען שלילי משוחרר ממנוחה ממרכז לוח A.

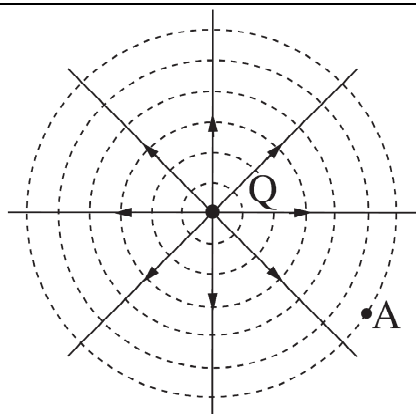
ג. הסבר מדוע תנועת החלקיק בין לוח A ללוח B היא תנועה שוות תאוצה (הזנה את כוח הכבידה הפועל על החלקיק).

ד. חשב את המהירות המרבית (המקסימלית) של החלקיק בתנועתו בין לוח A ללוח B.

נתון: מסת החלקיק $m = 8 \times 10^{-25} \text{ kg}$ ומטען החלקיק $q = -6.4 \times 10^{-19} \text{ C}$.

ה. החלקיק עובר לאזור שבין לוח B ללוח C דרך החור הקטן שבלוח B. האם החלקיק יגיע ללוח C? נמק.





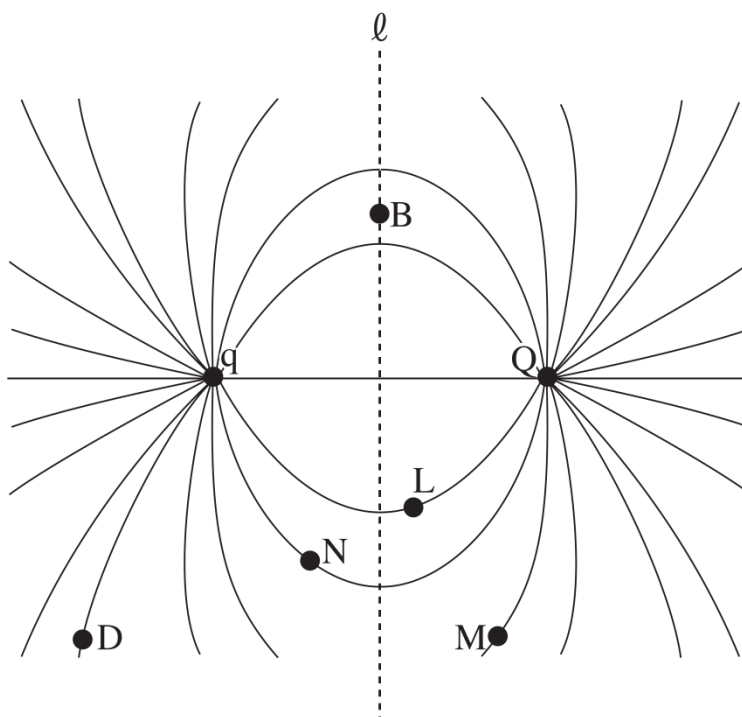
תרשים 1

בתרשים 1 שלפניך מוצגים מטען נקודתי Q , כמה קווי שדה של השדה שנוצר סביבו וחתך של כמה משטחים שווי פוטנציאל. (בשאלה זו הפוטנציאל באינ-סוף הוא אפס).

- האם המטען Q חיובי או שלילי? נמק.
- נתון: בנקודה A , הנמצאת במרחק $d = 10 \text{ cm}$ מן המטען Q (ראה תרשים 1), עוצמת השדה החשמלי היא $E = 100 \text{ V/m}$. חשב את הגודל של המטען Q .

מביאים מטען נקודתי נוסף, q , לנקודה הנמצאת משמאל למטען Q , ובקרבתו. בתרשים 2 שלפניך מוצגים שני המטענים הנקודתיים, Q ו- q , וכמה קווי שדה של השדה שנוצר על ידי שני המטענים.

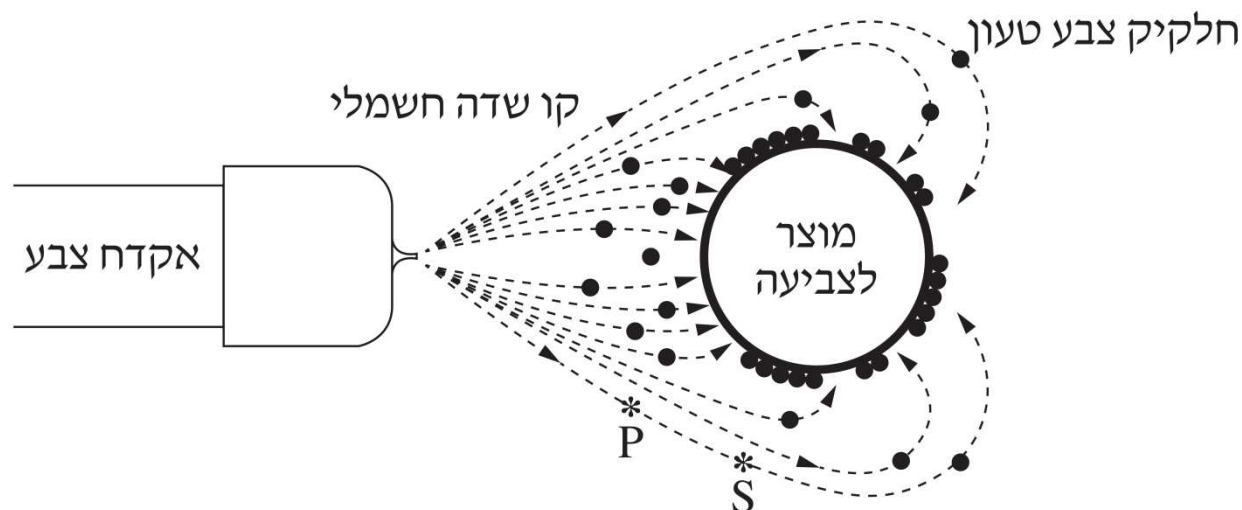
שים לב: בתרשים 2 לא מסומנים הכיוונים לקווי השדה, והתרשים סימטרי משני צדי הישר ℓ .



תרשים 2

- קבע מהו המטען q (גודל וסימן). נמק.
- נקודה B נמצאת במרחקים שווים משני המטענים הנקודתיים (ראה תרשים 2).
 - האם עוצמת השדה החשמלי בנקודה B שווה לאפס או שונה מאפס? נמק.
 - האם הפוטנציאל החשמלי בנקודה B שווה לאפס או שונה מאפס? נמק.
- הנקודות D, M, N, L ממוקמות על קווי השדה הנראים בתרשים 2. ידוע שכדי להעביר מטען מסויים מנקודה D לנקודה N במסלול $N \leftarrow M \leftarrow L \leftarrow D$ נדרש לעשות עבודה בשיעור $W = 15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. מהי העבודה הדרושה כדי להעביר אותו מטען מהנקודה N ישירות לנקודה D ? נמק.

כדי לשמור על איכות הסביבה, במפעלי מתכת רבים צובעים כיום מוצרים בשיטת הצביעה האלקטרוסטטית במקום לצבוע בשיטות צביעה מסורתיות. במהלך הצביעה האלקטרוסטטית אקדח צביעה מתיז אבקת צבע, המורכבת מחלקיקים שנטענים במטען חשמלי במהלך ההתזה. חלקיקי הצבע יצמדו למוצר שהוא גוף מתכתי טעון. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת צביעה, ובה המוצר הנצבע הוא כדור מתכתי טעון. החצים שבתרשים מייצגים את הכיוון של קווי השדה החשמלי בסביבת העבודה. כוח הכובד זניח.



- א. הגדר את המושג: "קו שדה חשמלי".
- ב. היעזר בתרשים, וקבע אם המטען של חלקיקי הצבע חיובי או שלילי. נמק את קביעתך.
- חלקיק צבע שמטענו $|q| = 5 \cdot 10^{-13} \text{ C}$ נע לאורך קו השדה מנקודה P לנקודה S (ראה תרשים).
- נתון: המרחק בין P ל-S הוא $d = 0.1 \text{ m}$.
- הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות, P ו-S הוא $|\Delta V| = 50 \text{ kV}$.
- ג. קבע לאיזו משתי הנקודות, P או S, יש פוטנציאל גבוה יותר. נמק את קביעתך.
- ד. הנח שהשדה החשמלי באזור שבין שתי הנקודות P ו-S הוא שדה אחיד. חשב את הכוח החשמלי שפועל על חלקיק הצבע הטעון שנע מנקודה P לנקודה S.
- שים לב: הקשר בין עוצמת השדה החשמלי האחיד ובין הפרש הפוטנציאלים שבין שתי נקודות שבתוכו, מוגדר כך: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$.
- ה. חשב את שינוי האנרגיה הפוטנציאלית החשמלית של חלקיק הצבע בתנועתו מנקודה P לנקודה S.

ענן

ברק



קרקע



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 ציור). בשאלה זו נדון בענן מסוג זה.

א. הסבר מדוע הקרקע מתחת לענן נטענת במטען חיובי.

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 הענן לקרקע. לווה את תשובתך בסרטוט סכמטי של קווים אלה.

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. הקשר בין עוצמת שדה חשמלי אחיד ובין

הפרש הפוטנציאלים שבין נקודות שבתוכו, מוגדר כך: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta x}$.

ד. מצא באמצעות הגרף את עוצמת השדה החשמלי.

נתון כי המרחק בין בסיס הענן המתואר לבין הקרקע $d = 500m$.

ה. האם פרוטון שיעזוב את בסיס הענן במהירות $2 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$ יצליח להגיע לקרקע? נמק. בחישובך הזנח את השינויים באנרגיית הפוטנציאלית הכובדית.

זרם ישר

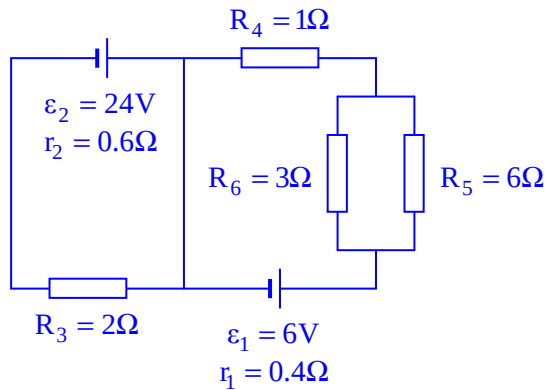
1980 חורף שאלה 5

לפניך מעגל חשמלי. נתונים הכאמ"ם וההתנגדויות הפנימיות של המקורות וכן ערכיהם של כל הנגדים במעגל, כפי שמתואר בתרשים.

חשב:

א. מהו מתח ההדקים של ε_2 ?

ב. מהי עוצמת הזרם דרך הנגד R_6 (של 3Ω)?

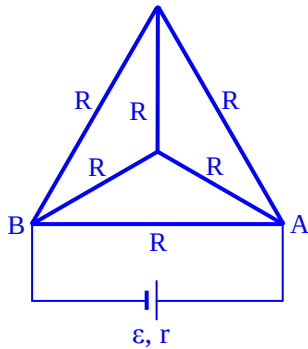


1980 שאלה 5

נתונה רשת של תיילים בצורת ארבעון (טטראדר). התנגדות כל צלע שווה R . אל שני הקודקודים A ו-B חובר מקור בעל כא"מ ε והתנגדות פנימית r .

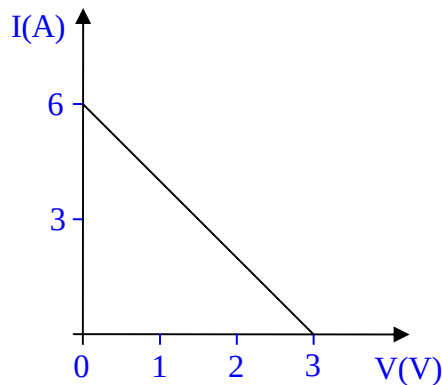
א. חשב את התנגדות השקולה של הארבעון.

ב. חשב את עוצמת הזרם דרך מקור המתח.

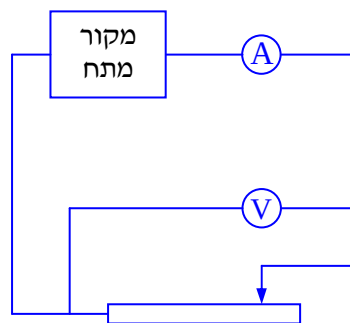


1981 שאלה 1

בניסויים לקביעת הכא"מ וההתנגדות הפנימית של מקור מתח, השתמשו במעגל המתואר בתרשים 1. בגרף המובא בתרשים 2, סוכם תוצאות הניסויים שבוצעו במכשירי מדידה אידיאליים (ז"א, באמפרמטר שהתנגדותו זניחה, ובולטמטר בעל התנגדות "אינסופית").



תרשים 2



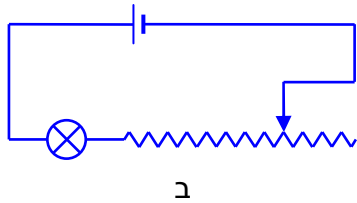
תרשים 1

א. מהו הכא"מ של מקור המתח ומהי התנגדותו הפנימית?

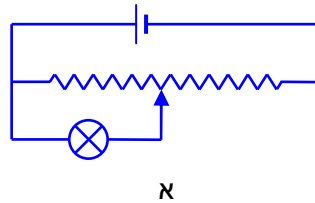
ב. מחליפים את מכשירי המדידה האידיאליים במכשירי מדידה טובים פחות (האמפרמטר החדש הוא בעל התנגדות $R_A = 0.5\Omega$ והבולטמטר החדש הוא בעל התנגדות $R_V = 1000\Omega$), וחוזרים ומבצעים את הניסויים בעזרת המעגל המתואר בתרשים 1.

כיצד יראה עכשיו גרף הזרם I כפונקציה של המתח שמורה הבולטמטר, V ? סרטט גרף זה וסמן במערכת הצירים בבירור את היחידות.

1982 שאלה 2



ב



א

ברשות תלמיד נורה, עליה רשום $4V$; $1W$, ומקור מתח שהכא"מ שלו $12V$ והתנגדותו הפנימית זניחה. התלמיד רצה להדליק את הנורה באורה המלא (בהתאם לרשום עליה). לשם כך הוא לקח נגד משתנה, שהתנגדותו 48Ω ובנה בזה אחר זה שני מעגלים (ראה ציורים א ו-ב).

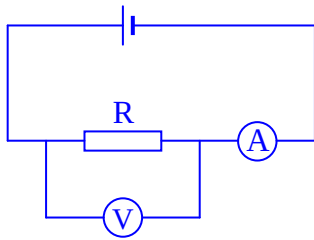
בשני המקרים הצליח התלמיד להדליק את הנורה באורה המלא.

א. באיזה מן המעגלים תהיה צריכת הזרם מן המקור גדולה יותר ובכמה?

ב. באיזה מן המעגלים יוכל התלמיד להחליש את אור הנורה באופן רציף עד לכיבוי המוחלט? נמק.

ג. ציין יתרון בכל אחת משתי שיטות החיבור שתוארו.

1983 שאלה 1



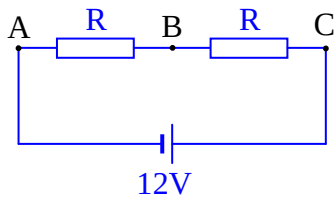
מכשיר למדידת זרם מראה סטייה מרבית של מחוג, כאשר הזרם העובר דרכו הוא 1 מיליאמפר. ההתנגדות הפנימית של המכשיר היא $r = 5\Omega$.

א. מה יש לעשות כדי להפוך את המכשיר למד-זרם, המסוגל למדוד זרמים עד 5 מיליאמפר? נמק תשובתך בעזרת חישוב מתאים.

ב. מה יש לעשות כדי להפוך את המכשיר למד-מתח, המסוגל למדוד מתחים עד 5 וולט? נמק תשובתך בעזרת חישוב מתאים.

ג. לאחר שהופכים שני מכשירים מהסוג הנ"ל, אחד למד-זרם בעל תחום מדידה עד 5 מיליאמפר, והשני למד-מתח בעל תחום מדידה עד 5 וולט, מחברים אותם במעגל כמתואר בתרשים, המכשירים מראים, $I = 2mA$, $V = 5V$. מהי, לפיכך, התנגדות הנגד R ?

1984 שאלה 2



לרשות תלמיד הועמד וולטמטר שהתנגדותו $50,000\Omega$. התלמיד בנה מעגל חשמלי המורכב משני נגדים זהים R המחוברים בטור ומקור שהכא"מ שלו $12V$ והתנגדותו הפנימית זניחה (ראה תרשים). התלמיד חיבר את הוולטמטר בשלושה אופנים, בין הנקודות: A ו- B; B ו- C; C ו- A.

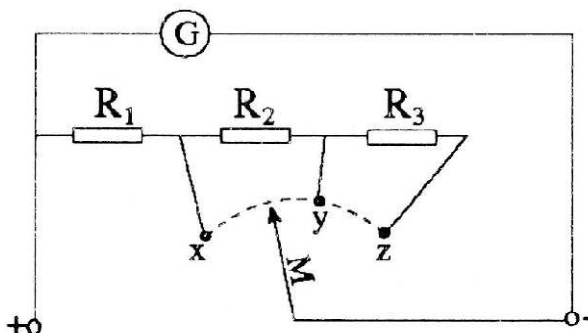
א. חשב את המתחים V_{AC} , V_{BC} , V_{AB} עליהם הורה הוולטמטר, כאשר ערכו של R הוא:

(i) 5Ω

(ii) $50,000\Omega$

ב. באיזה מהמקרים $V_{AC} \neq V_{AB} + V_{BC}$? הסבר מדוע.

1985 שאלה 2



א. בתרשים מתואר מכשיר מדידה המורכב מגלונומטר G ומשלושה נגדים R_1 , R_2 , R_3 . למכשיר זה שלושה תחומי מדידה הנבררים ידי המתג M . את המכשיר מחברים למעגל באמצעות ההדקים המסומנים + ו- -.

(1) האם מכשיר זה הוא אמפרמטר או וולטמטר? נמק.

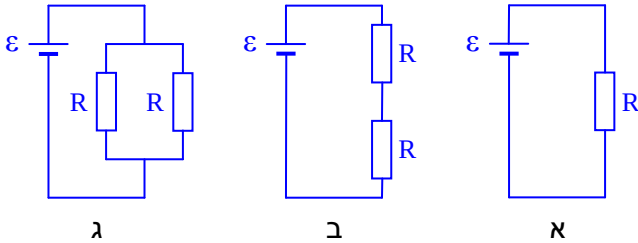
(2) באיזה מצב של המתג M (מחובר ל x ל y ל z) תחום המדידה של המכשיר הוא הקטן ביותר?

ב. וולטמטר שהתנגדותו R מראה על 1 וולט בסטייה מלאה של המחוג. כדי להפוך אותו לוולטמטר המראה 5 וולט בסטייה מלאה של המחוג, מחברים לו נגד R_x אום.

(1) הסבר בעזרת ציור סכמטי, כיצד יש לחבר את הנגד לוולטמטר.

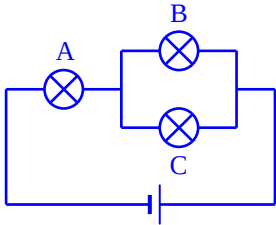
(2) בטא את R_x באמצעות R . נמק את תשובתך!

1985 שאלה 3 (שאלון השלמה)



נתונים שלושה מעגלים חשמליים. בכל מעגל נמצא אותו מקור מתח קבוע, שהתנגדותו הפנימית זניחה. כל הנגדים זהים (ראה תרשימים).
באיזה מהמעגלים יתפתח ההספק הגדול ביותר?
א. במעגל א ב. במעגל ב
ג. במעגל ג ד. בכל המעגלים יתפתח אותו ספק

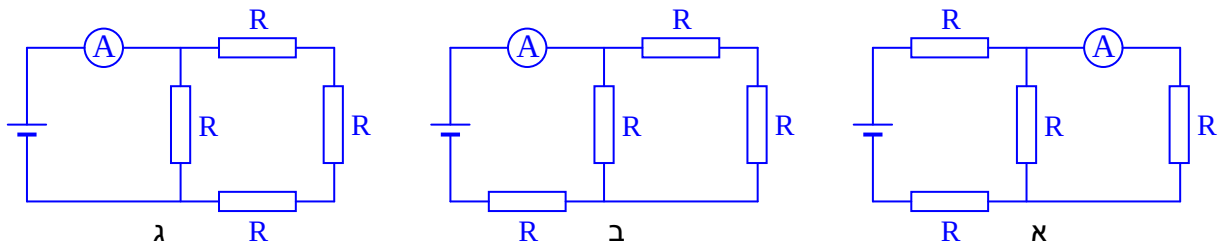
1986 שאלה 33 (שאלון השלמה)



לפניך תרשים של מעגל חשמלי, ובו 3 נורות זהות (A, B, C). מה יקרה לעוצמת האור של הנורות A ו B כאשר הנורה C תישרף! נמק.

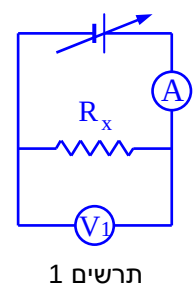
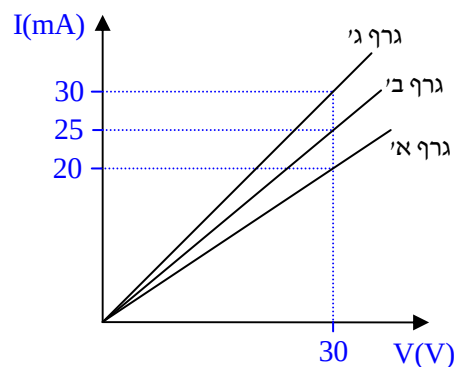
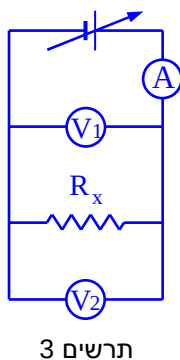
1986 שאלה 7

ארבעה נגדים זהים חוברים למקור מתח, שהתנגדותו הפנימית 1Ω , בשלושה אופנים שונים, כמתואר בתרשים. במעגל א הראה האמפרמטר על זרם של $2.75A$. במעגל ב הראה האמפרמטר על זרם של $8A$. בהנחה שהנגדות האמפרמטר זניחה, חשב את:
א. כא"מ מקור המתח.
ב. ההתנגדות R של כל נגד.
ג. הזרם שמראה האמפרמטר במעגל ג.



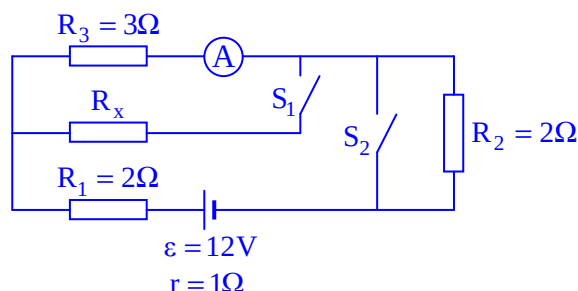
1987 שאלה 8

א. בניסוי לקביעת ההתנגדות R_x של נגד השתמשו במעגל המתואר בתרשים 1. כאשר השתמשו בוולטמטר V_1 התקבל גרף א'. כאשר השתמשו בוולטמטר V_2 התקבל גרף ב' (ראה תרשים 2).
(1) כיצד ניתן להסביר את ההבדל בין שני הגרפים א' ו- ב'? (בהנחה שכל המכשירים תקינים).
(2) מה מייצג השיפוע של כל אחד מהגרפים א' ו ב'?
ב. בניסוי נוסף לקביעת ההתנגדות R_x של הנגד, חוברו הוולטמטרים V_1 ו- V_2 במקביל (ראה תרשים 3). במקרה זה התקבל גרף ג' (בתרשים 2) מהי ההתנגדות R_x של הנגד?



1987 שאלה 7

במעגל המתואר בתרשים מורה האמפרמטר על אותה עוצמת זרם כאשר המפסקים R_1 ו- R_2 פתוחים וכאשר הם סגורים. כא"מ המקור הוא 12 V, והתנגדותו הפנימית היא 1Ω . חשב את התנגדות הנגד R_x .

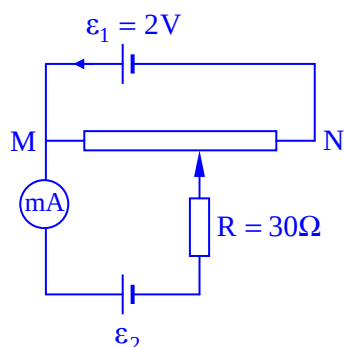


1988 שאלה 2

- אל מקור מתח מחוברים **בטור**: נורה ונגד משתנה (ריאוסטט). הנגד מכוון ל- 12Ω והנורה מאירה בעצמה מסוימת. במקביל לנורה מחברים נורה שנייה, וזה לראשונה, ומתברר שיש לשנות את התנגדות, הנגד ל- 5Ω , על מנת שהנורה הראשונה תמשיך להאיר באותה עצמה.
- מהי ההתנגדות הפנימית של מקור המתח?
 - כמה נורות זהות ניתן לחבר, לכל היותר, במקביל לנורה הראשונה, מבלי שיחול שינוי בעצמת האור הנפלט ממנה?

1988 שאלה 3

- במעגל המתואר בתרשים, MN הוא תיל אחיד שהתנגדותו 20Ω ואורכו 1m. כאשר המגע הנייד P נמצא במרחק 60cm מ-M, המיליאמפרמטר מראה על זרם 0. הזנח את ההתנגדויות הפנימיות של מקורות המתח ואת התנגדות המיליאמפרמטר.
- מהו הכא"מ ε_2 ומהו המתח על הנגד R?
 - מזיזים את המגע הנייד P לנקודה הנמצאת במרחק 50cm מ-M. איזה זרם יזרום דרך המיליאמפרמטר במצב זה? מה יהיה עתה המתח על הנגד R?

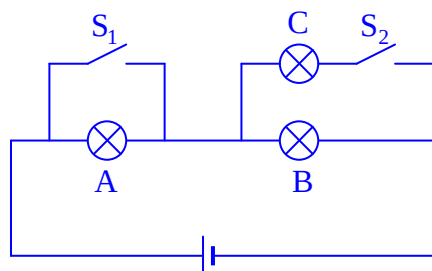


1989 שאלה 3

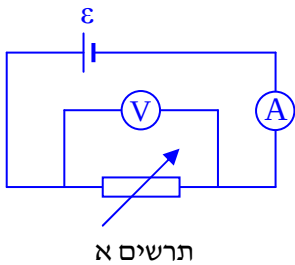
- נתונה סוללה שהכא"מ שלה הוא ε והתנגדותה הפנימית היא r .
- הראה כי ההספק המקסימלי, הניתן לניצול מסוללה זו, מתקבל בנגד שהתנגדותו שווה להתנגדותה הפנימית של הסוללה.
 - מהו ההספק המקסימלי הניתן לניצול (בטא תשובתך באמצעות ε ו- r)?
 - מהי הנצילות של המעגל במקרה שבו ההספק המנוצל הוא המקסימלי?
 - מהי ההתנגדות R של נגד המחובר לסוללה, אם ידוע כי ההספק המתפתח בו הוא מחצית ההספק המקסימלי הניתן לניצול (בטא תשובתך באמצעות r)?

1989 שאלה 2 (שאלון השלמה)

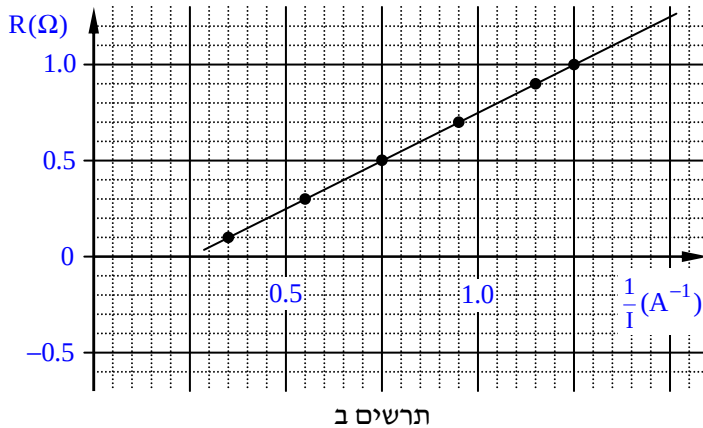
- במעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך, שלוש הנורות A, B ו- C זהות, והמפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים. סוגרים את שני המפסקים. השווה את עוצמת ההארה של כל אחת מהנורות לפני הסגירה ואחריה. הסבר. התנגדויות המקור ותיילי ההולכה ניתנת להזנחה.



1990 שאלה 3



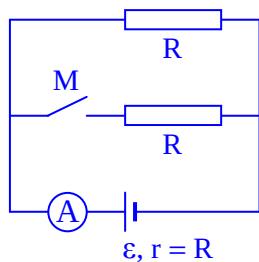
המעגל החשמלי, המתואר בתרשים א', כולל מקור מתח ε , וולטמטר V שהתנגדותו אין סופית, אמפרמטר A שהתנגדותו זניחה, ונגד משתנה שאת התנגדותו ניתן לשנות בטווח שבין 0 ל 2Ω . תלמיד שינה פעמים אחדות את ההתנגדות R של הנגד המשתנה, ובאמצעות מכשירי המדידה מצא בכל פעם את עוצמת הזרם I ואת ההתנגדות המתאימה R של הנגד המשתנה. התלמיד סרטט, על-פי ממצאי הניסוי, גרף של R כפונקציה של $1/I$, כמתואר בתרשים ב'.



- כיצד מצא התלמיד את ההתנגדות של הנגד המשתנה בכל מדידה שערך?
- הסבר, בלי להסתמך על ממצאי הניסוי, מדוע הגרף, המתאר את R כפונקציה של $1/I$ הוא קו ישר שאינו עובר דרך ראשית הצירים.
- היעזר בגרף ומצא את:
 - (1) הכא"מ של מקור המתח.
 - (2) התנגדותו הפנימית של מקור המתח.
 - (3) עוצמת הזרם המרבי שיכול לזרום במעגל.

1991 שאלה 2

במעגל שבתרשים המפסק M פתוח. שני הנגדים החיצוניים הם בעלי התנגדות R כל אחד, וההתנגדות הפנימית של המקור, שהכא"מ שלו ε , היא $r = R$. התנגדותו של אמפרמטר A זניחה. סוגרים את המפסק M .



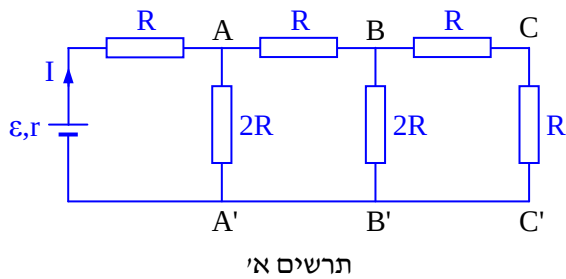
- האם הוראת האמפרמטר עולה, יורדת, או אינה משתנה? בסס את תשובתך על שיקול פיסיקלי או הוכח אותה על-ידי חישוב.
- האם מתח ההדקים של המקור עולה, יורד, או אינו משתנה? בסס את תשובתך על שיקול פיסיקלי או הוכח אותה על-ידי חישוב.
- באיזה משני המקרים (מפסק פתוח או מפסק סגור) יהיה ההספק הכללי במערכת (נגדים חיצוניים ופנימיים) גדול יותר? פי כמה?
- באיזה משני המקרים (מפסק פתוח או מפסק סגור) יהיה ההספק המבוזבז בחימום המקור גדול יותר? פי כמה?

1992 שאלה 2

לרשותו של תלמיד מקור מתח שהתנגדותו הפנימית 2Ω , נגד, וולטמטר ואלקטרומטר (באמצעות אלקטרומטר ניתן למדוד מתחים ללא מעבר זרם באלקטרומטר). התלמיד ביצע את שלוש הפעולות הבאות:

- חיבר את האלקטרומטר אל הדקי מקור המתח. האלקטרומטר הראה $24V$.
 - חיבר גם את הנגד אל הדקי מקור המתח. האלקטרומטר הראה $22V$.
 - ניתק את האלקטרומטר ממקור המתח, וחיבר במקומו את הוולטמטר (הנגד היה עדיין מחובר). הוולטמטר הראה $21.6V$.
- שרטט את המעגלים החשמליים בשלושת המקרים 1-3
 - (2) מדוע תוצאת המדידה השנייה קטנה מהראשונה?
 - (3) מדוע תוצאת המדידה השלישית קטנה מהשנייה?
 - מצא את התנגדות הנגד.
 - מצא את התנגדות הוולטמטר.
 - אם התלמיד היה מחליף את הוולטמטר שעמד לרשותו בוולטמטר אחר (בלי לנתק את הנגד), האם תוצאת המדידה הייתה יכולה להיות גדולה מ- $21.6V$? **הסבר.**
 - האם יכול וולטמטר אחר להראות $23V$ (בלי לנתק את הנגד)? **הסבר.**

1993 שאלה 2



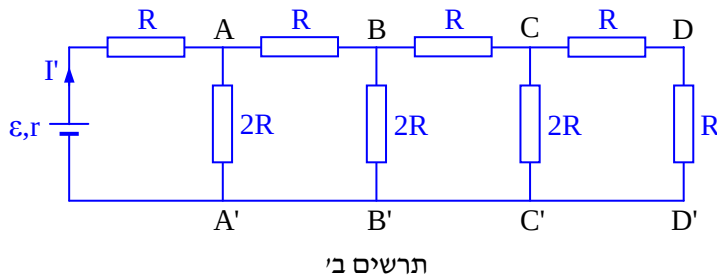
במעגל חשמלי, שמתואר בתרשים א', הכא"מ של מקור המתח הוא $\varepsilon = 34V$, התנגדותו הפנימית היא $r = 3\Omega$, ועוצמת הזרם דרך מקור המתח היא I .

א. בטא באמצעות R את ההתנגדות החשמלית השקולה החיצונית של המעגל.

ב. חשב את ההתנגדות R , אם נתון כי עוצמת הזרם I במעגל

$$\frac{2}{3} A$$

ג. חשב את המתח על כל אחד מהנגדים AA' , BB' , CC' .



ד. הרחיבו את המעגל הנתון למעגל המתואר בתרשים ב'. האם עוצמת הזרם I' דרך מקור המתח במעגל החדש קטנה, גדולה או שווה ל I ? **נמק.**

1994 שאלה 3

המעגל המתואר בתרשים א כולל סוללה

שהכא"מ שלה ε והתנגדותה הפנימית r , נגד קבוע R_0 , נגד משתנה R ומכשירי מדידה "אידיאליים".

א. בניסוי שעורכים במערכת זו מגדילים את ההתנגדות הנגד המשתנה R . האם כתוצאה מכך:

(1) המתח V_2 קטן או גדל? **הסבר.**

(2) המתח V_1 קטן או גדל? **הסבר.**

ב. משנים את ההתנגדות הנגד המשתנה R , ומודדים את הזרם I במעגל ואת המתחים V_1 ו- V_2 . תוצאות

המדידות מתוארות בתרשים ב ובתרשים ג. קבע על-פי שני הגרפים:

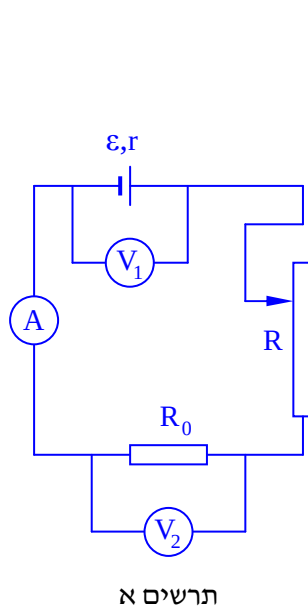
(1) את הכא"מ ε . **נמק.**

(2) את ההתנגדות הפנימית r של הסוללה. **נמק.**

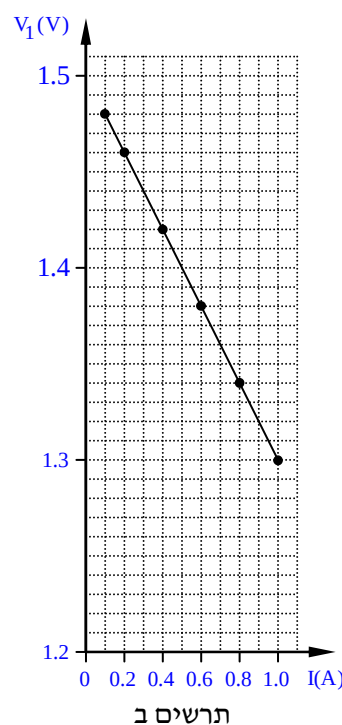
(3) את ההתנגדות R_0 . **נמק.**

ג. איזה גודל פיסיקלי במעגל מיוצג על-פי V_1/I ? **נמק**

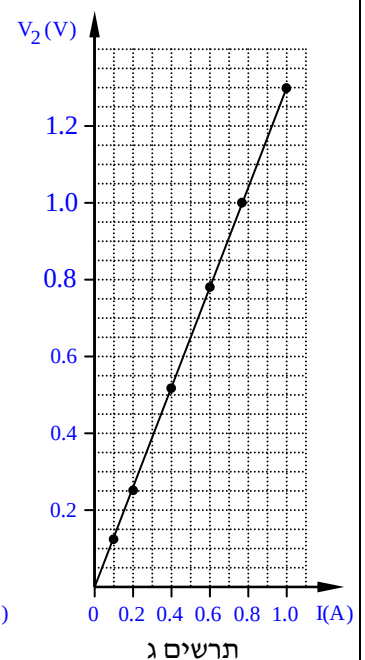
ד. חשב את ההספק המתפתח בנגד המשתנה R , כאשר הזרם במעגל הוא $0.5A$.



תרשים א



תרשים ב



תרשים ג

1995 שאלה 3

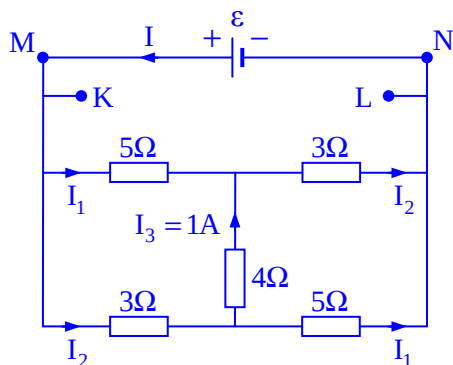
תלמיד צריך להפעיל נורת להט של $110V$, $75W$, בהתאם לרשום עליה, בעזרת מקור מתח של $220V$ שהתנגדותו הפנימית זניחה.

- כדי להפעיל את הנורה בהתאם לרשום עליה, חיבר התלמיד לנורה נגד בטור. חשב את התנגדות הנגד.
- התלמיד רוצה להשתמש בנורות של $110V$, $25W$ במקום הנגד, כדי להפעיל את הנורה בהתאם לרשום עליה. כמה נורות יש לחבר וכיצד? שרטט את המעגל ונמק.
- במעגל ששרטטת בסעיף ב נשרפה נורה אחת של $25W$. בהנחה שאף נורה נוספת לא נשרפה, כיצד ישפיע הדבר על עוצמת האור של הנורה בת $75W$ ושל הנורות בנות $25W$ שנותרו? נמק.

1996 שאלה 2

לרשותך שלוש נורות של פנס כיס, סוללה, נגד משתנה (אחד בלבד) ותיילים מוליכים (בכמות בלתי מוגבלת). על אחת הנורות רשום $1W$; $5V$, ועל שתי האחרות רשום $2V$; $0.2W$. כא"מ הסוללה הוא $9V$ והתנגדותה הפנימית 1Ω .

- בחר באחת הנורות, והסבר את משמעות המספרים הרשומים עליה.
- האם שלוש הנורות יכולות לפעול בהתאם לרשום עליהן, כאשר הן מחוברות בטור זו לזו? נמק.
- תכנן מעגל חשמלי ובו כל הרכיבים שלרשותך, כך שכל שלוש הנורות יאירו בהתאם לרשום עליהן. סרטט את המעגל, והסבר.
- חשב את התנגדות הנגד המשתנה במעגל שתכנת.



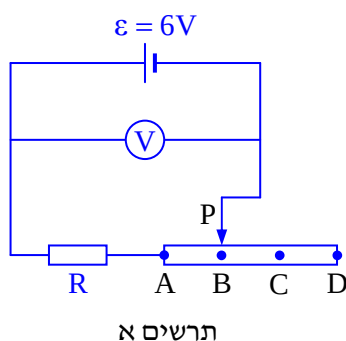
1997 שאלה 2

נתון המעגל החשמלי המתואר בתרשים. דרך כל אחד משני הנגדים של 5Ω זורם I_1 . דרך כל אחד משני הנגדים של 3Ω זורם I_2 . ממדידת הזרם דרך הנגד של 4Ω התקבל הערך $I_3 = 1A$. מגמת הזרם היא כמתואר בתרשים. התנגדות מקור הכא"מ זניחה.

- חשב את שני הזרמים I_1 ו- I_2 .
- חשב את הכא"מ ε .
- חשב את ההתנגדות השקולה בין הנקודות M ו- N (ההתנגדות של נגד שאם נחבר אותו למקור במקום הנגדים שבתרשים, יזרום אותו זרם I דרך המקור).

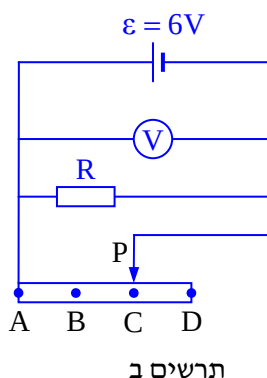
- האם ההספק שמספק המקור יגדל או יקטן, כאשר מכניסים נגד נוסף בין הנקודות K ו- L? הסבר.

1998 שאלה 1



מקור מתח, שהכא"מ שלו הוא $6V$ והתנגדותו הפנימית אינה ידועה, מחובר לנגד שהתנגדותו R ולנגד משתנה AD. הנגדים מחוברים בטור (ראה תרשים א). הנקודות B ו- C מחלקות את הנגד המשתנה לשלושה חלקים שהתנגדותם שווה. כאשר מחברים את המגע הנייד P ל- A, מראה הוולטמטר מתח של $5V$, וכמות החום שנוצרת בנגד R במשך $30s$ היא $300J$. כאשר מעבירים את המגע הנייד לנקודה B, מראה הוולטמטר $5.5V$. (התנגדות הוולטמטר גדולה מאוד).

- חשב את התנגדות הנגד R.
- חשב את ההתנגדות הפנימית של המקור.
- מהי ההתנגדות המרבית של הנגד המשתנה?
- מחברים את הנגד המשתנה במקביל לנגד R (ראה תרשים ב), ומעבירים את המגע מ- D ל- C, אחר כך ל- B ואחר כך ל- A. האם המתח שמראה הוולטמטר ילך ויגדל, ילך ויקטן או לא ישתנה? הסבר.



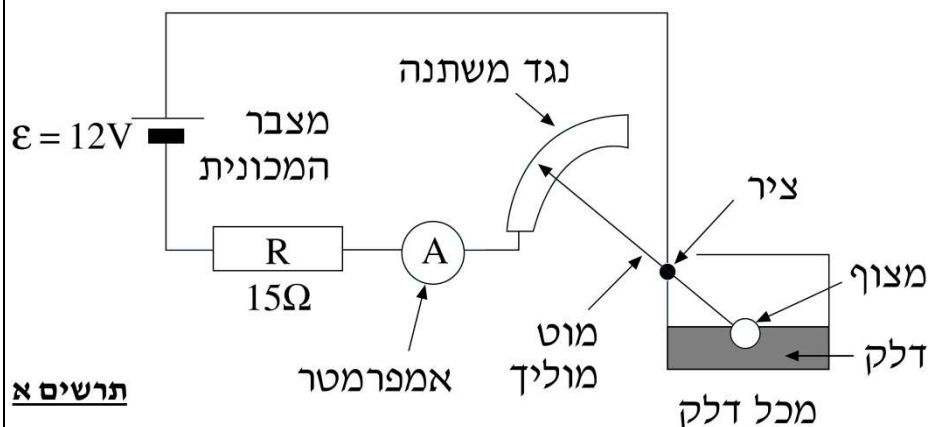
1999 שאלה 1

- ילד רוצה להפעיל צעצוע חשמלי באמצעות סוללות זהות העומדות לרשותו. לכל אחת מהסוללות כא"מ של 1.5 V והתנגדות פנימית של $100\ \Omega$. ההתנגדות החשמלית של הצעצוע היא $20\ \Omega$.
- א. הילד חיבר לצעצוע סוללה אחת. חשב את הזרם העובר במעגל החשמלי של הצעצוע.
- ב. נצילות המעגל החשמלי מוגדרת כיחס בין ההספק המופק בצעצוע לבין ההספק המושקע במעגל כולו. הראה כי נצילות המעגל, שבו סוללה אחת מחוברת לצעצוע, היא $\frac{1}{6}$.
- ג. כדי שהצעצוע יפעל "חזק יותר", וכדי להגדיל את הנצילות, הילד מחבר לצעצוע שתי סוללות המחוברות בטור (במקום הסוללה האחת).
- (1) חשב את הזרם בצעצוע במצב זה.
- (2) הראה כי נצילות המעגל, שבו שתי סוללות מחוברות בטור, אף נמוכה מנצילות המעגל, שבו רק סוללה אחת הייתה מחוברת לצעצוע.
- ד. אחותו של הילד מציעה לחבר לצעצוע שתי סוללות שיהיו מחוברות במקביל (במקום בטור).
- (1) חשב את הזרם בצעצוע במצב החדש (חיבור במקביל).
- (2) חשב את נצילות המעגל במצב החדש, והראה כי חיבור שתי הסוללות במקביל אכן שיפר את הנצילות בהשוואה לנצילות בסעיף ב.

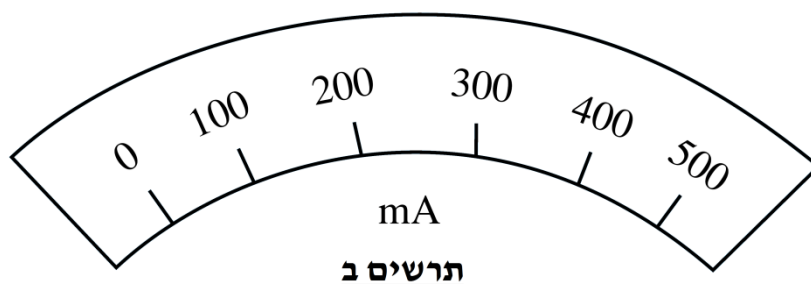
1999 שאלה 3

בתרשים א מתואר מעגל חשמלי של מד-דלק במכונית. הוריית האמפרמטר שבמעגל משמשת קנה-מידה לכמות הדלק במכל.

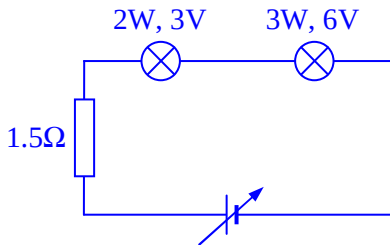
א. כיצד משתנה הוריית האמפרמטר כאשר כמות הדלק במכל קטנה? הסבר במילים (בלי חישובים) את תשובתך.



- הכא"מ ε של מצבר המכונית הוא 12 V , התנגדות הנגד R היא $15\ \Omega$, וההתנגדות המרבית של הנגד המשתנה היא $200\ \Omega$. התנגדות האמפרמטר וההתנגדות הפנימית של המצבר ניתנות להזנחה. כאשר מכל הדלק מלא, אמפרמטר מורה 500 mA .
- ב. חשב את התנגדות הנגד המשתנה כאשר מכל הדלק מלא.
- ג. חשב את הזרם שמורה האמפרמטר כאשר אין דלק במכל, בהנחה שהתנגדות הנגד המשתנה במצב זה היא מרבית ($200\ \Omega$).
- ד. בתרשים ב מתוארת הסקלה של האמפרמטר ב- mA .
- (1) העתק את התרשים למחברתך, וסמן בו את הוריית המחוג בשני מצבים: במצב שבו המכל מלא (רשום "מכל מלא") ובמצב שבו המכל ריק (רשום "מכל ריק").
- (2) משפחת ישראלי יצאה לטיול ברכב. בתחילת הנסיעה הייתה הוריית המחוג 500 mA , ובסוף הנסיעה היא הייתה 200 mA . הוסף לתרשים שהעתקת את הוריית המחוג בסוף הנסיעה, וחשב איזה חלק מהוהו כמות הדלק שנצרכה בנסיעה זו מכמות הדלק שהייתה במכל. הנח שיש קשר לינארי בין הזרם באמפרמטר לבין נפח הדלק במכל.



2000 שאלה 2

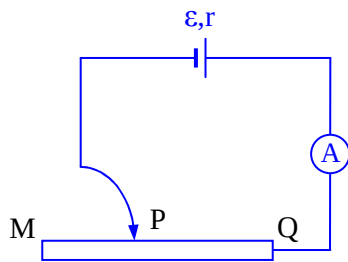


תלמיד קיבל שתי נורות חשמליות שעל האחת כתוב: $2\text{ W}, 3\text{ V}$ ועל האחרת כתוב: $3\text{ W}, 6\text{ V}$.

א. חשב את הזרם המקסימלי שיכול לעבור דרך כל אחת מהנורות.
ב. התלמיד חיבר את הנורות בטור לספק, שהמתח שלו ניתן לשינוי, ולנגד של $1.5\ \Omega$ (ראה תרשים).

התנגדות התיילים במעגל זניחה. המתח של הספק נקבע כך שהנורות מפיקות את עוצמת האור המקסימלית האפשרית בחיבור זה בלי לחרוג מהגבלת המתח (וההספק) על כל אחת מהן. רק באחת הנורות מתפתח ההספק שרשום עליה. באיזו נורה מתפתח הספק קטן מן הרשום עליה? הסבר.
ג. חשב את המתח בין ההדקים של הספק במצב המתואר בסעיף ב.
ד. התלמיד הגיע למסקנה כי אם יחבר נגד במקביל לאחת הנורות, יוכל להגדיל את מתח הספק, וכך תגדל גם עוצמת האור עד שבכל נורה יתפתח ההספק הרשום עליה. היכן יש לחבר את הנגד? הסבר.

2000 שאלה 3



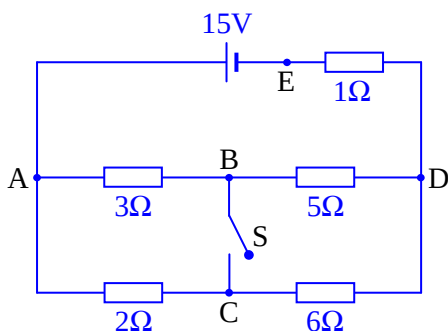
תלמיד בנה מעגל חשמלי כמתואר בתרשים שלפניך. המעגל כולל: סוללה שהכא"מ שלה ε והתנגדות הפנימית שלה r אינם ידועים, אמפרמטר שהתנגדותו זניחה, תיל מוליך אחיד QM שהתנגדותו ליחידת אורך היא $\lambda = 22.7 \frac{\Omega}{\text{m}}$.

התלמיד שינה כמה פעמים את מקום המגע הנייד P לאורך התיל המוליך QM. בכל פעם הוא מדד את האורך ℓ של התיל המוליך מהנקודה Q עד המגע P, ורשם אותו ואת הזרם I שמדד האמפרמטר. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

אורך התיל: ℓ (m)	1	0.8	0.6	0.4
הזרם: I (A)	0.061	0.073	0.092	0.12

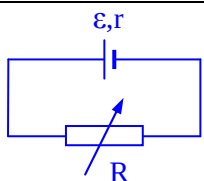
- א. (1) בלי להסתמך על תוצאות המדידות שרשומות בטבלה, בטא בעזרת הקבועים ε, r ו- λ את הערך ההופכי של הזרם, $1/I$, כפונקציה של האורך ℓ של קטע התיל המוליך QP.
(2) הסבר מדוע הקשר בין $1/I$ ל- ℓ הוא קווי (לינארי).
ב. (1) ערוך טבלה של שתי שורות: לשורה אחת העתק את הערכים של אורכי התיל ℓ , ובשנייה רשום את ערכי $1/I$ המתאימים.
(2) על-פי הטבלה שערכת בתת-סעיף ב(1), סרטט גרף של $1/I$ כפונקציה של ℓ .
ג. מצא בעזרת הגרף:
(1) את הכא"מ של הסוללה.
(2) את ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

2001 שאלה 2



- בתרשים שלפניך מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח שהתנגדותו הפנימית זניחה, חמישה נגדים ומפסק S פתוח. התנגדויות הנגדים והכא"מ של המקור רשומים בתרשים.
א. (1) חשב את הזרם העובר דרך מקור המתח.
(2) חשב את המתח על המפסק S.
(3) איזו משתי הנקודות, B או C, נמצאת בפוטנציאל גבוה יותר? הסבר.
ב. מהו סכום המתחים לאורך המסלול $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$, ומהו סכום המתחים לאורך המסלול $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E$? הסבר את הקשר בין שני הסכומים.

2001 שאלה 3



בתרשים שלפניך מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, שהכא"מ שלו ε והתנגדותו הפנימית r , ונגד משתנה שהתנגדותו R יכולה להשתנות מאפס עד ערכים גדולים מאוד (אינסופיים).
א. הראה כי אפשר לבטא את ההספק P , המתפתח על הנגד המשתנה, כפונקציה של הזרם I

$$P = -r \cdot I^2 + \varepsilon \cdot I$$

ב. (1) סרטט גרף מקורב של ההספק P כפונקציה של הזרם I .

(2) מהי צורת הגרף שסרטטת בתת-סעיף ב (1) (קו ישר, פרבולה, היפרבולה, חצי מעגל)? נמק.

בטא את תשובותיך לסעיפים ג, ד, ה באמצעות ε ו- r (על-פי הצורך).

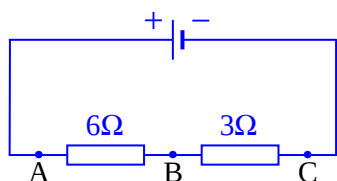
ג. (1) מה הם ערכי הזרם I בשני המצבים שבהם ההספק P מתאפס?

(2) מהו הזרם I במצב שבו ההספק P הוא מקסימלי?

ד. מהי ההתנגדות R של הנגד המשתנה, המתאימה למצב שבו ההספק P הוא מקסימלי?

ה. מהו ההספק המקסימלי שיכול להתפתח על הנגד המשתנה?

2002 שאלה 1



תרשים א

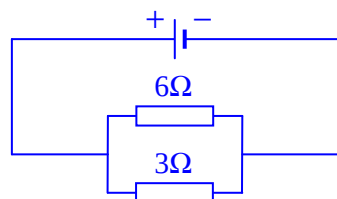
לרשותו של תלמיד היו מקור מתח שהכא"מ שלו $12V$ והתנגדותו הפנימית 1Ω ; שני נגדים שהתנגדותיהם 3Ω ו- 6Ω ; תילים אידיאליים (שהתנגדותיהם ניתנות להזנחה). התלמיד חיבר בטור את שני הנגדים אל מקור המתח, כמתואר בתרשים א.

א. חשב את המתח בין קצות הנגד שהתנגדותו 3Ω .

ב. נתון כי הפוטנציאל של ההדק השלילי של מקור המתח הוא אפס. חשב את הפוטנציאל בנקודה A ובנקודה B.

ג. הזרם העובר בנקודה B גדול מהזרם העובר בנקודה C, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

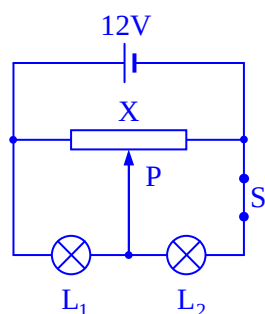
ד. הגדר את המושג "התנגדות שקולה". (אין צורך לחשב את ההתנגדות השקולה של המעגל או לרשום ביטוי מתמטי).



תרשים ב

ה. התלמיד חיבר במקביל את שני הנגדים אל מקור המתח, כמתואר בתרשים ב. האם מתח ההדקים במצב זה גדול ממתח ההדקים במעגל המתואר בתרשים א, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

2002 שאלה 2



התרשים שלפניך מתאר מעגל חשמלי, הכולל סוללה שהכא"מ שלה $12V$ והתנגדותה הפנימית ניתנת להזנחה, נגד משתנה X , שהתנגדותו הכוללת 100Ω ; נורות L_1 ו- L_2 שעל כל אחת מהן רשום הסימן $6V$ $18W$; ומפסק S . המגע הנייד P של הנגד המשתנה X מחלק את התנגדות הנגד המשתנה לשתי התנגדויות שוות.

א. מהי משמעות הסימון $6V$ $18W$, הרשום על הנורות?

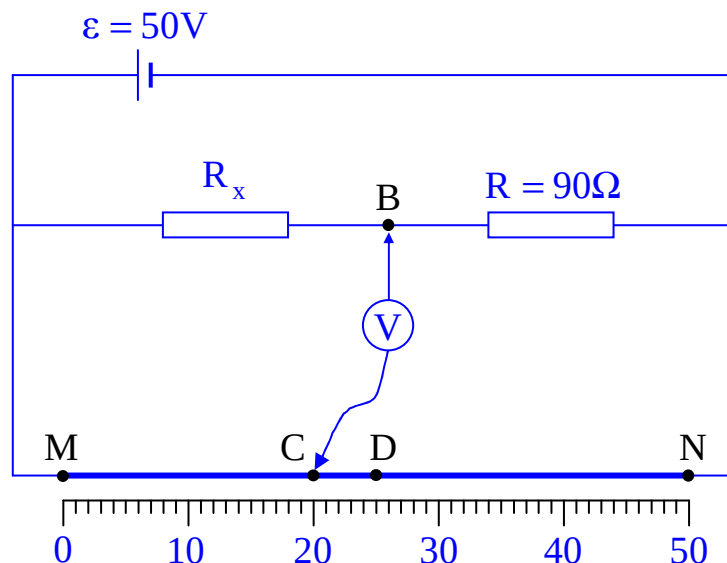
ב. חשב את ההתנגדות של כל נורה כאשר היא מופעלת באורה המלא (בהתאם לרשום עליה).

ג. האם נורה L_1 מאירה באורה המלא במצב המתואר בתרשים? הסבר.

ד. מה תהיה ההשפעה של פתיחת המפסק S על עוצמת האור שתיפלט מנורה L_1 הסבר. (תוכל להניח שהתנגדות הנורות נשארת קבועה).

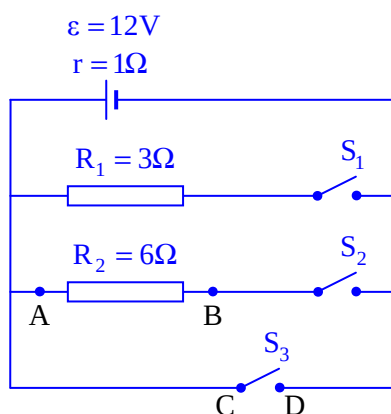
2003 שאלה 2

בתרשים שלפניך מתואר מעגל חשמלי, הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 50 \text{ V}$ והתנגדותו הפנימית זניחה, ותיל מוליך אחיד MN באורך 50 ס"מ שהתנגדותו 100Ω . המעגל כולל גם נגד R שהתנגדותו 90Ω , נגד R_x התנגדותו אינה ידועה, וגם וולטמטר אידיאלי. הוולטמטר מחובר לתיל MN באמצעות תיל מוליך, כך שאפשר להזיז את נקודת המגע ביניהם.



- תלמידה חיברה את הוולטמטר בין הנקודות B ו-C, ומצאה שכאשר נקודת המגע מרוחקת מרחק של $x = 20 \text{ cm}$ מהקצה M של התיל, הוולטמטר מראה הפרש פוטנציאלים של 0 V .
- מה הפרש הפוטנציאלים על הנגד R?
 - מהי עוצמת הזרם העובר בנגד R?
 - לאחר חישוב התלמידה מצאה שהתנגדות הנגד R_x היא 60Ω . האם הממצא של התלמידה ש- $R_x = 60 \Omega$ נכון? נמק.
 - סרטט גרף של המתח V, שיראה הוולטמטר, כפונקציה של המרחק x, שבין נקודת המגע לנקודה M.
 - התלמידה העבירה את נקודת המגע מנקודה C לנקודה D, הנמצאת באמצע התיל MN. מהי קריאת המתח בוולטמטר? הסבר.

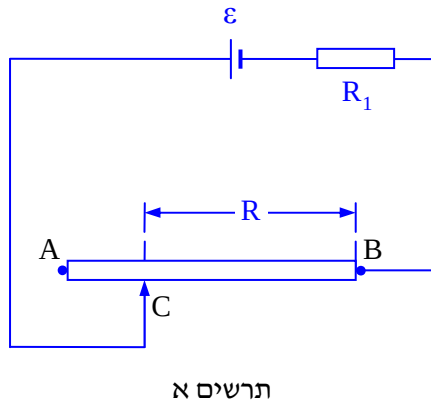
2004 שאלה 2



בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי, הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 12 \text{ V}$ והתנגדותו הפנימית $r = 1 \Omega$; שני נגדים שהתנגדותיהם $R_1 = 3 \Omega$ ו- $R_2 = 6 \Omega$; שלושה מתגים S_1 , S_2 ו- S_3 ; תילים מוליכים שהתנגדותם זניחה.

- מהו מתח ההדקים כאשר שלושת המתגים פתוחים (ראה תרשים)?
- סוגרים את שני המתגים S_1 ו- S_2 , ומשאירים את המתג S_3 פתוח. מצא את:
 - מתח ההדקים של מקור המתח.
 - המתח בין הנקודות A ו-B המסומנות בתרשים. נמק את קביעתך.
 - המתח בין הנקודות C ו-D המסומנות בתרשים. נמק את קביעתך.
- סוגרים גם את המתג S_3 (המתגים S_1 ו- S_2 נשארים סגורים).
 - חשב את הזרם העובר במקור המתח.
 - מהו מתח ההדקים במצב זה? נמק.

2004 שאלה 3



תלמיד בנה את המעגל החשמלי המוצג בתרשים א, הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו ε והתנגדות הפנימית ניתנת להזנחה; נגד שהתנגדותו R_1 ; נגד משתנה AB; ומגע נייד C. ההתנגדות של החלק CB של הנגד המשתנה מסומנת ב- R בתרשים א.

התלמיד הסיט את המגע הנייד C לנקודות שונות לאורך הנגד המשתנה AB, ובכל פעם מדד את ההתנגדות R.

א. העתק למחברתך את תרשים א, והוסף לו מד זרם (או מדי זרם) ומד מתח (או מדי מתח), כך שבעזרת הנתונים שנמדדים באמצעותם אפשר יהיה לחשב את ההספק בנגד שהתנגדותו R_1 , ואת ההספק בקטע CB של הנגד המשתנה.

ב. הוכח כי ההספק P בקטע CB של הנגד המשתנה מתואר על ידי

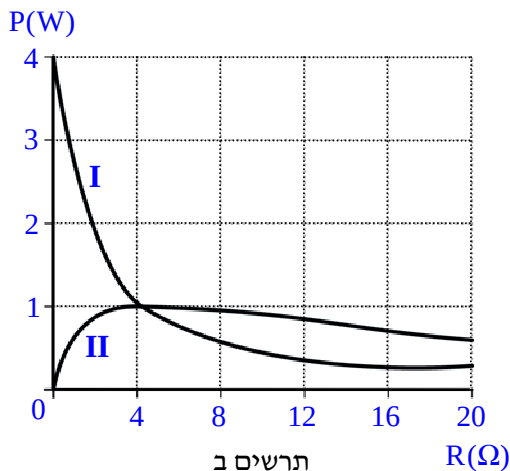
$$P = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + R_1)^2}$$

על פי תוצאות מדידותיו, סרטט התלמיד שתי עקומות, I ו- II (תרשים ב). אחת העקומות מתארת את ההספק בנגד שהתנגדותו R_1 כפונקציה של R, והעקומה האחרת מתארת את ההספק בקטע CB של הנגד המשתנה כפונקציה של R.

ג. איזו עקומה – I או II – מתארת את ההספק בנגד שהתנגדותו R_1 ואיזו עקומה מתארת את ההספק בקטע CB של הנגד המשתנה? נמק.

ד. מצא את R_1 בעזרת שיעורי נקודת החיתוך של העקומות I ו- II.

ה. חשב את הכא"מ ε של מקור המתח.



2006 שאלה 2

א. על נורה חשמלית רשום 6V, 3W. הסבר את המשמעות של נתונים אלה. לרשותו של תלמיד שתי נורות שיש להן התכונות המצוינות בסעיף א, סוללה של 6V שהתנגדותה הפנימית זניחה, סוללה של 12V שהתנגדותה הפנימית זניחה, תילים מוליכים ומפסקים. התלמיד התבקש לבנות באמצעות הציוד המפורט לעיל (ובאמצעותו בלבד) פנס ובו שני מצבי תאורה: תאורה נמוכה עם נורה אחת ותאורה גבוהה עם שתי נורות. על הפנס לקיים את הדרישה שהנורות יאירו באורן המלא בכל אחד משני מצבי התאורה. הנח שהתנגדות הנורות קבועה (אינה תלויה בטמפרטורה). לבניית הפנס התלמיד בחן את האפשרויות (1)-(4) שלפניך.

אפשרות מספר	מקור מתח	חיבור נורות
1	סוללה של 6V	2 נורות בטור זו עם זו
2	סוללה של 6V	2 נורות במקביל זו לזו
3	סוללה של 12V	2 נורות בטור זו עם זו
4	סוללה של 12V	2 נורות במקביל זו לזו

התלמיד בחר לבנות את הפנס לפי אפשרות (2).

ב. חשב את הזרם העובר דרך הסוללה כאשר:

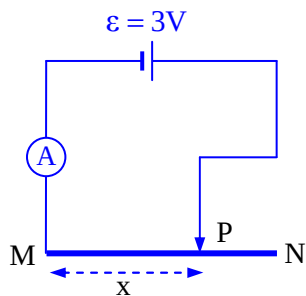
(i) רק נורה אחת מאירה.

(ii) 2 הנורות מאירות.

ג. הסבר מדוע אפשרויות (1), (3) ו- (4) אינן מתאימות לבניית פנס שיפעל כנדרש לעיל.

ד. לשתי נורות שונות (למשל האחת נורת להט והאחרת נורה פלואורסצנטית) יש הספקים שווים, ושתיהן מאירות באורן המלא. האם ייתכן שנורה אחת מאירה חזק יותר מהאחרת? הסבר.

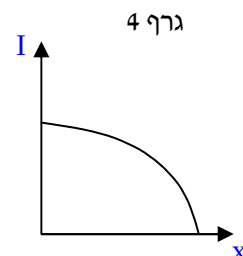
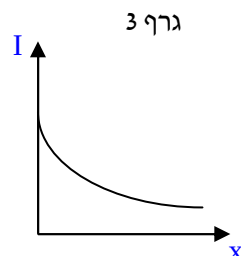
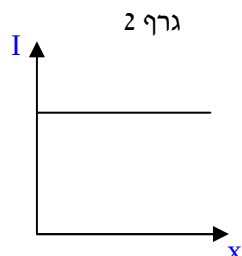
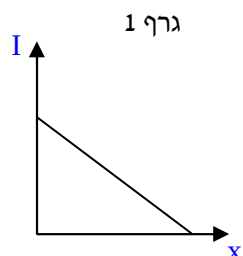
2006 שאלה 3



תלמיד בנה מעגל חשמלי, כמתואר בתרשים שלפניך, הכולל: מקור מתח שהכא"ם שלו 3V והתנגדותו הפנימית אינה ידועה; תילים מוליכים שהתנגדותם זניחה; אמפרמטר אידיאלי A; תיל אחיד MN שהתנגדותו אינה זניחה ואורכו 1 מטר. P הוא מגע נייד שאפשר להזיז לאורך התיל MN. x הוא אורך הקטע MP של התיל. התלמיד שינה כמה פעמים את מקומו של המגע הנייד P לאורך התיל (את האורך x), ובכל פעם מדד את הזרם I.

כאשר x היה שווה לאפס, הוראת האמפרמטר הייתה 3A.

א. איזה מבין הגרפים 1-4 שלפניך מתאר בצורה נכונה את עוצמת הזרם I כפונקציה של x? הסבר



ב. חשב את ההתנגדות הפנימית של מקור המתח.

ג. עבור $x = 0.1\text{m}$ הוראת האמפרמטר הייתה 1.5A.

(1) חשב את עוצמת הזרם במעגל כאשר $x = 1\text{m}$.

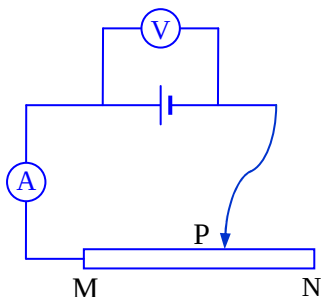
(2) חשב את המתח בין M ל-P כאשר $x = 1\text{m}$.

התלמיד חזר על הניסוי עם תיל אחר (במקום התיל MN), שגם אורכו 1m והוא עשוי מאותו חומר כמו התיל MN, אך שטח החתך שלו קטן מזה של התיל MN.

עבור $x = 0$, האם הוראת האמפרמטר בניסוי עם התיל השני הייתה גדולה מזו שבניסוי עם התיל הראשון, קטנה ממנה או שווה לה? נמק.

עבור $x = 1\text{m}$, האם הוראת האמפרמטר בניסוי עם התיל השני הייתה גדולה מזו שבניסוי עם התיל הראשון, קטנה ממנה או שווה לה? נמק.

2007 שאלה 2



תלמיד ערך ניסוי: הוא בנה מעגל חשמלי כמתואר בתרשים שלפניך, והזיז את הגרר P לנקודות שונות לאורך הנגד המשתנה שקצותיו מסומנים באותיות M ו-N. הנח כי מכשירי המדידה אידיאליים.

אחרי כל הזזה של הגרר, הוא מדד ורשם את הוראת הוולטמטר ואת הוראת האמפרמטר. לפניך תוצאות המדידות:

1.70	1.30	1.12	0.95	0.58	0.45	0.12	עוצמת הזרם (אמפר)
0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	המתח (וולט)

א. סרטט גרף של המתח שהוולטמטר מורה כפונקציה של הזרם שהאמפרמטר מורה.

ב. התלמיד טוען שהוא יכול לקרוא מתוך הגרף את הכא"ם של מקור המתח. הסבר כיצד הוא מוצא את הכא"ם.

ג. מצא את הכא"ם של מקור המתח.

ד. חשב את ההתנגדות הפנימית של מקור המתח.

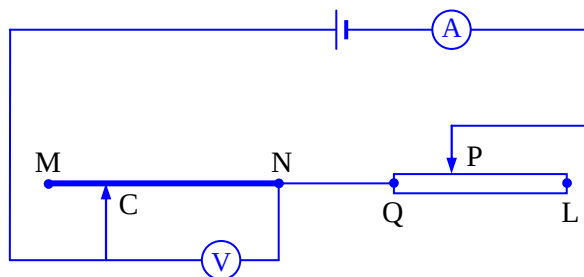
ה. מהו הזרם המרבי שיכול לזרום במעגל החשמלי? נמק.

ו. המתח שמדד התלמיד במדידה הראשונה (1.4 וולט) היה הגבוה ביותר מבין הערכים שהוא מדד, ובמדידות שלאחריה ערכי המתח הלכו וקטנו.

לאיזה כיוון הזיז התלמיד את הגרר במהלך הניסוי - לעבר הקצה N של הנגד המשתנה או לעבר הקצה M? נמק את תשובתך.

2008 שאלה 1

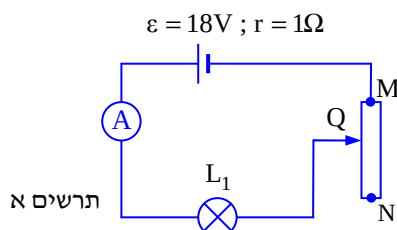
תלמיד בנה מעגל חשמלי, כדי למדוד את התנגדותו הסגולית, ρ , של תיל כרום-ניקל MN (ראה תרשים), ששטח החתך שלו הוא $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$. מד-הזרם ומד-המתח הם אידיאליים. התלמיד הקטין את אורך קטע התיל NC כמה פעמים (על ידי הזזת המגע הנייד C ימינה), ובכל פעם הוא הזיז את המגע הנייד, P, של הנגד המשתנה, QL, כך שהזרם בכל המדידות היה 0.5 A . בכל פעם הוא מדד את אורך קטע התיל NC, ואת המתח שהציג מד-המתח V. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.



מתח – V (וולט)	אורך קטע התיל NC – (ס"מ)
1.12	100
0.81	80
0.66	60
0.39	40
0.23	20

- כדי שהזרם במעגל יישאר קבוע הזיז התלמיד בכל פעם את המגע הנייד P של הנגד המשתנה. לאיזה כיוון היה עליו להזיז את המגע הנייד P - לכיוון הקצה L של הנגד המשתנה או לכיוון הקצה Q שלו? נמק.
- סרטט גרף של הוריית מד-המתח V כפונקציה של אורך קטע התיל NC.
- חשב בעזרת הגרף את ההתנגדות הסגולית, ρ , של התיל.
- כדי למדוד את ההתנגדות הסגולית בשיטה המתוארת בשאלה זו, היה חשוב שהזרם בכל המדידות יהיה אותו זרם. הסבר מדוע.
- אילו התלמיד היה משתמש בתיל כרום-ניקל ששטח החתך שלו היה כפול מזה של התיל הנתון MN, האם שיפוע הקו הישר של המתח כפונקציה של אורך התיל היה גדול מזה שסרטטת בסעיף ב, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

2008 שאלה 2

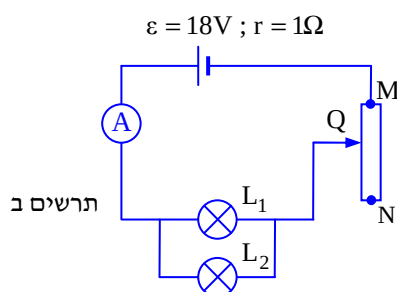


תרשים א

על כל אחת משתי נורות זהות, L_1 ו- L_2 , רשום: 6V , 3W .

בתרשים א מוצג מעגל חשמלי הכולל את אחת הנורות, L_1 , מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 18\text{V}$ והתנגדותו הפנימית $r = 1\Omega$, נגד משתנה MN שהתנגדותו המרבית 30Ω ואמפרמטר שהתנגדותו ניתנת להזנחה.

- דנה בונה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים א. באיזה קצה של הנגד המשתנה עליה להציב את המגע הנייד, Q, של הנגד המשתנה לני שהיא סוגרת את המעגל החשמלי - בקצה M או בקצה N? נמק.



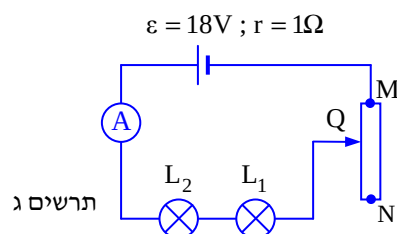
תרשים ב

- לאיזו התנגדות יש להביא את הנגד המשתנה כדי שהנורה L_1 תאיר באורה המלא?

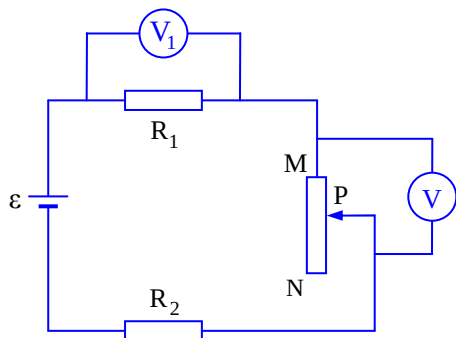
בונים שני מעגלים חשמליים נוספים: תחילה בונים את המעגל החשמלי המוצג בתרשים ב, שבו שתי הנורות מחוברות במקביל, ואחר כך בונים את המעגל החשמלי המתואר בתרשים ג, שבו שתי הנורות מחוברות בטור. בשני המעגלים כל נורה מאירה באורה המלא. ההספק של כל אחת משתי הנורות בתרשים ב שווה להספק של כל אחת משתי הנורות שבתרשים ג.

מדוע, למרות זאת, ההספק הכולל במעגל החשמלי המתואר בתרשים ב גדול מההספק הכולל במעגל החשמלי המתואר בתרשים ג?

- כיצד, בדרך כלל, מחברים נורות בבתים פרטיים - במקביל (כמו בתרשים ב) או בטור (כמו בתרשים ג)? הסבר את הסיבה לכך.



תרשים ג



עינת בנתה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים. המעגל כולל מקור מתח שהכא"מ שלו ε והתנגדות הפנימית ניתנת להזנחה, נגד משתנה שני נגדים שהתנגדותיהם R_1 ו- R_2 , שני וולטמטרים V ו- V_1 שהתנגדותיהם גדולות מאוד ("אין-סופיות"), ותילים מוליכים שהתנגדותם זניחה. עינת שינתה כמה פעמים את ההתנגדות של הנגד המשתנה, ובכל פעם קראה את הוריות הוולטמטרים V ו- V_1 . בטבלה שלפניך רשומות תוצאות המדידות:

מדידה	1	2	3	4	5	6	7
V וולט	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0	15.0
V_1 וולט	6.0	5.5	4.8	4.1	3.5	2.0	1.0

- א. סרטט, על סמך תוצאות המדידות, גרף של V_1 כפונקציה של V .
- ב. איזו מהקביעות i-iii שלפניך מתאימה לנקודת החיתוך של הקו (שסרטטת בסעיף א) עם הציר האנכי, V_1 ?
 - i המגע הנייד P נמצא בקצה N של הנגד המשתנה.
 - ii המגע הנייד P מנותק מהנגד המשתנה.
 - iii המגע הנייד P נמצא בקצה M של הנגד המשתנה.
- ג. בלי להסתמך על תוצאות המדידות, פתח ביטוי ל- V_1 כפונקציה של V , הכולל את הפרמטרים R_1, R_2 ו- ε .
- ד. על סמך הביטוי שמצאת בסעיף ג, הראה כי הקשר בין V_1 לבין V הוא לינארי, וכי שיפוע הגרף של V_1 כפונקציה של V מיוצג על ידי הביטוי:

$$\left[-\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right]$$
- ה. נתון כי $R_2 = 100\Omega$. חשב בעזרת הגרף:
 - (1) את ההתנגדות, R .
 - (2) את הכא"מ ε של מקור המתח.

2009 שאלה 3

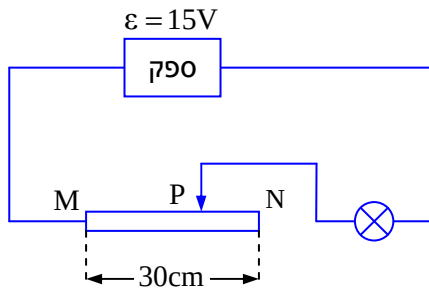
ביקשו מנורית ואיתן לבנות מעגל חשמלי שיאפשר שינוי של עוצמת הזרם דרך נורה (ועל ידי כך שינוי עוצמת האור שהנורה פולטת). כל אחד מהם בנה את המעגל החשמלי מהרכיבים האלה:

— מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 15 \text{ V}$ והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה

— נורה שרשום עליה 12 V ; 24 W

— נגד משתנה אחיד, MN, שהתנגדותו המרבית 12Ω ואורכו 30 cm

— תילים מוליכים שהתנגדותם זניחה

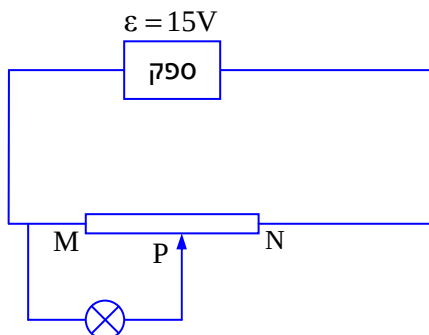


תרשים א

איתן בנה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים א.

א. חשב את המרחק בין הקצה M של הנגד המשתנה ובין המגע הנייד P כאשר הנורה מאירה באורה המלא.

ב. איתן הזיז את המגע הנייד P לכיוון קצה N (ביחס למצב המתואר בסעיף א). איך תשפיע ההזזה על עוצמת האור של הנורה? נמק את תשובתך.



תרשים ב

נורית בנתה את המעגל החשמלי המתואר בתרשים ב.

ג. נורית הציבה את המגע הנייד P באמצע הנגד המשתנה (ראה תרשים ב). איזה משלושת המצבים i-i, iii-iii המתוארים להלן יתרחש?

i הנורה תאיר באורה המלא.

ii הנורה תאיר בעוצמת אור נמוכה מאורה המלא.

iii הזרם דרך הנורה יהיה גבוה מהזרם המתאים לעוצמת האור המלא, והנורה עלולה "להשרף".

נמק את קביעתך.

ד. באיזה משני המעגלים החשמליים — זה המתואר בתרשים א או זה המתואר בתרשים ב — אפשר להקטין ברציפות את עוצמת האור של הנורה עד שתכבה לחלוטין? הסבר.

ה. שני המעגלים החשמליים מופעלים כך שבכל אחד מהם הנורה מאירה באורה המלא. איזה משני המעגלים החשמליים חסכוני יותר (כלומר באיזה משני המעגלים החשמליים ההספק של מקור המתח קטן יותר)? נמק. תוכל לענות על סעיף זה במילים, בלי חישוב.

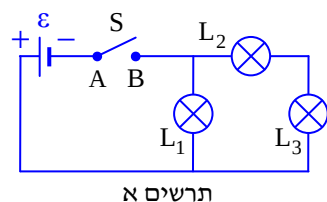
2010 שאלה 3

בפעילות במעבדה עומדים לרשות התלמידים הרכיבים האלה:

— ספק שהכא"מ שלו הוא $\varepsilon = 6 \text{ V}$ והתנגדות הפנימית שלו זניחה.

— שלוש נורות זהות, L_1 , L_2 , L_3 . הנח שבמהלך הניסוי ההתנגדות של כל אחת מהנורות קבועה.

— מפסק S.

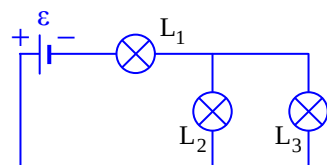


תרשים א

— תילים שהתנגדות שלהם זניחה.

א. תלמידים מחברים את המעגל המתואר בתרשים א. קבע מהו המתח בין הנקודות A ו-B כאשר המפסק פתוח (לא זורם זרם במעגל). נמק.

ב. סוגרים את המפסק S. חשב את המתח על כל אחת משלוש הנורות במעגל שבתרשים א.



תרשים ב

בהמשך, התלמידים מחברים את המעגל המתואר בתרשים ב.

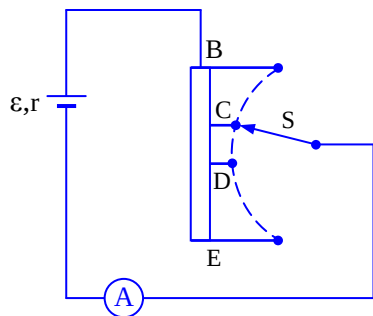
ג. דרג את הנורות במעגל המתואר בתרשים ב לפי עוצמת האור שהן פולטות, מהעוצמה הנמוכה לעוצמה הגבוהה. נמק.

מוציאים את הנורה L_3 מהמעגל המתואר בתרשים ב.

ד. (1) האם עוצמת הזרם דרך הנורה L_1 תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק את תשובתך (בלי לחשב).

(2) האם עוצמת הזרם דרך הנורה L_2 תגדל, תקטן או לא תשתנה? נמק את תשובתך.

ה. על כל אחת מהנורות L_1 , L_2 , L_3 רשום: 6 V , 9 W . האם בתרשים ב, ההספק של נורה L_1 יהיה קטן מ- 9 W , שווה ל- 9 W או גדול מ- 9 W ? נמק את תשובתך.



תרשים א

בתרשים א מסורטט נגד משתנה המחובר אל מקור שהכא"מ שלו $\varepsilon = 24V$ וההתנגדות הפנימית שלו $r = 2\Omega$. את המתג S אפשר לחבר לכל אחת מהנקודות B, C, D, E. המעגל כולל גם מד-זרם שהתנגדותו זניחה.

שים לב: המתג מחובר תמיד לאחת הנקודות B, C, D, E.

א. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S, כאשר במעגל נמדדת עוצמת זרם מזערית (מינימלית)? נמק.

(2) לאיזו נקודה מחובר המתג S, כאשר במעגל נמדדת עוצמת זרם מרבית (מקסימלית)? נמק.

(3) חשב את העוצמה המרבית של הזרם במעגל הנתון.

ב. (1) המתג S מחובר לנקודה שקבעת בת-סעיף א (1). עוצמת הזרם (המזערית) במעגל היא $I_{\min} = 0.8A$. חשב את התנגדות הנגד המשתנה שדרכו עובר הזרם במצב זה.

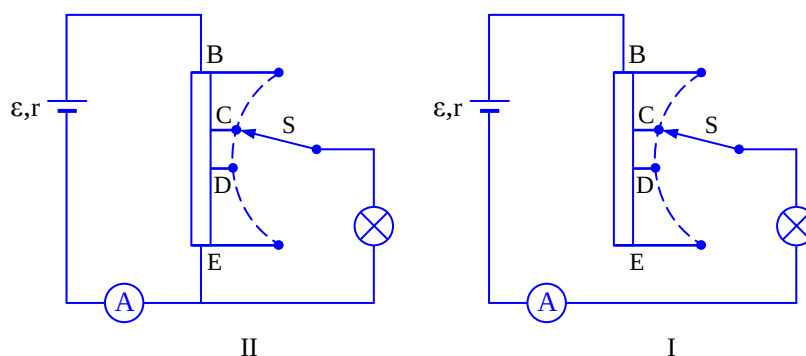
(2) כאשר מעבירים את המתג לנקודה הסמוכה, עוצמת הזרם במעגל היא $I = 1.5A$. חשב את התנגדות הנגד המשתנה שדרכו עובר הזרם במצב זה.

תלמיד מוסיף נורה למעגל החשמלי שבתרשים א כך שהוא יכול לשנות את עוצמת האור שלה. הוא בודק שתי אפשרויות לחיבור הנורה, I ו-II (ראה תרשים ב). הנח שהתנגדות הנורה קבועה.

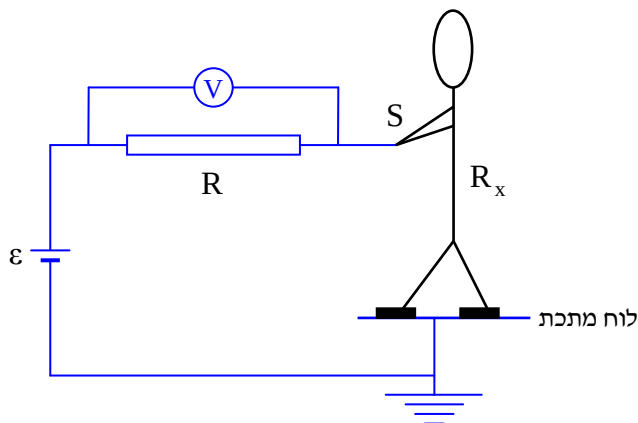
ג. (1) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל I, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.

(2) לאיזו נקודה מחובר המתג S במעגל II, כאשר עוצמת האור של הנורה היא החזקה ביותר? נמק.

ד. על הנורה רשום $24V$, $28.8W$. חשב את הספק הנורה במעגל I, כאשר המתג מחובר לנקודה D.



תרשים ב



חשמלאי צריך לנעול נעליים מיוחדות בזמן שהוא עובד. חשוב לדעת מהי ההתנגדות של אדם הנועל נעליים אלה, כדי להגן עליו מפני התחשמלות. התחשמלות של אדם מתרחשת כאשר דרך גופו עובר זרם גדול מ- 0.005 A .

מפעל המייצר נעליים מיוחדות לחשמלאים הציע להשתמש במעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך, כדי למדוד את ההתנגדות R_x של אדם הנועל נעליים אלה.

לצורך המדידה אדם הנועל את הנעליים עומד על לוח מתכת, ואוחז בקצה S של תיל מוליך (ראה תרשים).

המעגל כולל מקור מתח קבוע $\varepsilon = 48 \text{ V}$ שההתנגדות הפנימית שלו זניחה, נגד שהתנגדותו $R = 10^6 \Omega$, ומד-מתח שהתנגדותו גדולה מאוד ("אין-סופית"). מד-המתח מודד את המתח V בין קצות הנגד R .

א. האם במעגל שבתרשים עוצמת הזרם יכולה להיות גדולה מ- 0.005 A ? נמק.

ב. (1) הוכח שאפשר לבטא את ההתנגדות החשמלאי כולל נעליו, R_x ,

$$\text{באמצעות הביטוי: } R_x = R \cdot \frac{\varepsilon - V}{V}, \text{ כאשר } V \text{ הוא המתח שמודד מד-המתח.}$$

(2) בבדיקה שנערכה במפעל נמצא כי $V = 9.6 \text{ V}$. חשב את ההתנגדות R_x .

חשמלאי צריך לתקן תקלה במכשיר המופעל על ידי מתח גבוה של 6 kV . התנגדות החשמלאי כולל הנעליים היא כמו זו שחישבת בתת-סעיף ב (2).

בזמן עבודתו החשמלאי נוגע בידו בכבל הנמצא בפוטנציאל של $6 \text{ kV} +$ יחסית לאדמה. הסעיפים ג ו- ד מתייחסים למצב זה.

ג. האם החשמלאי מתחשמל? הסבר.

ד. (1) חשב את מספר האלקטרונים שעוברים בשנייה אחת דרך גוף החשמלאי.

(2) האם האלקטרונים עוברים מהאדמה לחשמלאי או מהחשמלאי לאדמה? נמק.

I(A)	V(V)
0	0
0.19	1
0.39	2
0.57	3
0.79	4
0.96	5

תלמיד רצה למדוד את ההתנגדות של תיל מוליך (תיל א). נתונה טבלה המתארת את הזרם כפונקציה של המתח על התיל.

א. על פי הנתונים המוצגים בטבלה, סרטט גרף המתאר את המתח כפונקציה של הזרם, וקבע אם בתחום הנתונים בטבלה התיל מקיים את חוק אוהם. אם כן — חשב את התנגדות התיל. אם לא — הסבר מדוע.

ב. בהנחה שאורך התיל הוא 1m והחתך שלו הוא עיגול בקוטר 0.5mm , חשב את ההתנגדות הסגולית ρ של החומר שממנו התיל עשוי. בטא את ההתנגדות הסגולית ביחידות $\Omega \times \text{m}$ (אוהם מטר).

לתלמיד תיל נוסף (תיל ב) העשוי מאותו חומר שממנו עשוי תיל א, וזהה באורכו לתיל א, אבל שטח החתך שלו גדול יותר.

ג. קבע אם ההתנגדות של תיל ב קטנה מההתנגדות של תיל א, גדולה ממנה או שווה לה. הסבר את תשובתך. הוסף במערכת הצירים של הגרף שסרטטת בסעיף א גרף איכותי המתאים לתיל ב.

ד. בתרשים שלפניך מוצג גרף מקורב של הזרם כפונקציה של המתח (אופייני) של רכיב חשמלי הנקרא דיודה. המתחים משתנים בתחום שבין -1V ל- 1V .

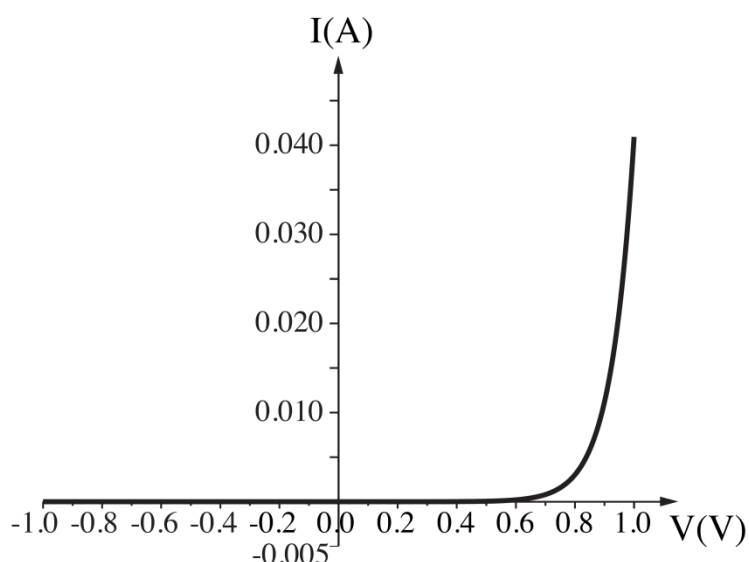
לפניך ארבעה היגדים (1)–(4). העתק למחברתך את ההיגדים המתאימים לגרף המתואר, ונמק את קביעותיך.

(1) הזרם משתנה ביחס ישר למתח.

(2) הזרם קבוע בלי תלות במתח בין הדקי הדיודה.

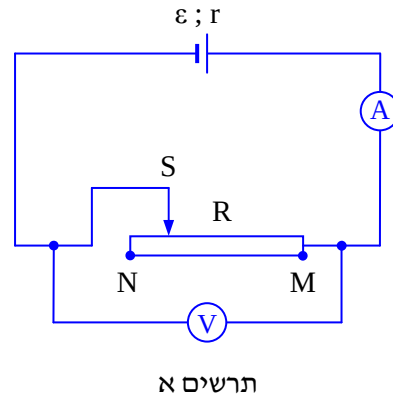
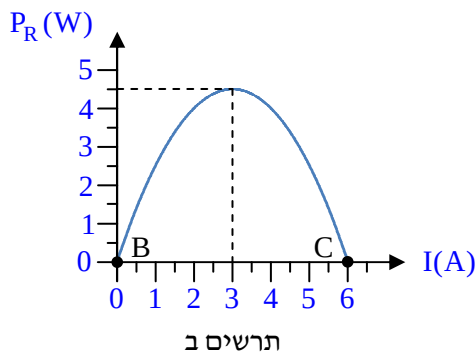
(3) כדי שיזרום זרם בדיודה, חשוב לאיזה משני הדקי הדיודה מחובר הפוטנציאל הגבוה של מקור המתח.

(4) כאשר זרם זורם דרך הדיודה, ההתנגדות קטנה ככל שעולה המתח בין הדקי הדיודה.



2012 שאלה 3

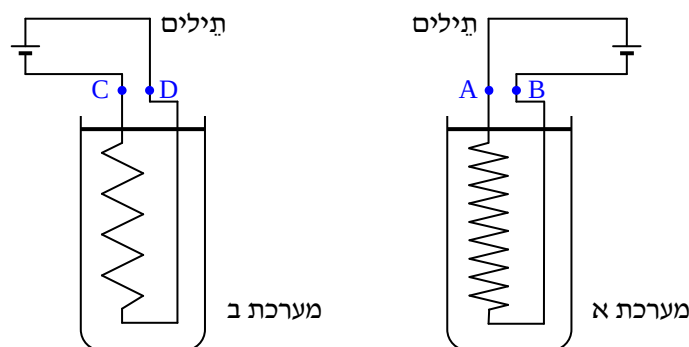
לתלמיד יש סוללה שהכא"מ שלה ε וההתנגדות הפנימית שלה r . התלמיד חיבר את הסוללה לנגד משתנה R . אפשר לשנות את ההתנגדות של הנגד R מ-0 (בנקודה M) עד "אין-סוף" (ערך גדול מאוד) בנקודה N. הנח כי מכשירי המדידה אידאליים.



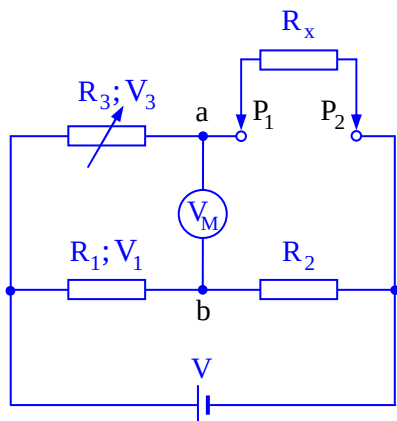
- הסבר מדוע האנרגיה שהסוללה מספקת למעגל אינה עוברת במלואה לנגד המשתנה. התלמיד מדד את הזרם, I , במעגל עבור התנגדויות שונות של הנגד המשתנה, וחישב את ההספק, P , המתפתח בנגד המשתנה לפי הנוסחה $P_R = (\varepsilon - I \cdot r) \cdot I$. בתרשים ב מוצג ההספק המתפתח בנגד המשתנה כפונקציה של הזרם במעגל.
- איזה גודל פיזיקלי מייצג הביטוי $\varepsilon - Ir$ שבנוסחה ההספק?
- באיזו נקודה (M או N) הוצב המגע הנייד S כאשר התקבלה הנקודה C בתרשים ב שלפניך, ובאיזו נקודה הוצב המגע הנייד S כאשר התקבלה הנקודה B בתרשים ב? הסבר את תשובתך.
- חשב את הכא"מ ε של הסוללה, ואת ההתנגדות הפנימית שלה r .
- מצא את ההתנגדות החיצונית R כאשר ההספק הוא מרבי.

2013 שאלה 2

- כדי לחמם כוס מים מטמפרטורת החדר עד לרתיחה, נדרשת אנרגיה בשיעור $63,000\text{J}$.
- חשב מה צריך להיות ההספק (הממוצע) של גוף חימום כדי שהמים ירתחו בתוך 2 דקות (הנח שכל האנרגיה של גוף החימום עוברת למים).
 - בסרטוט שלפניך מוצגות שתי מערכות, מערכת א ומערכת ב, כל מערכת מורכבת מכוס מים שטבול בה גוף חימום. הכוסות וכמות המים בשתי המערכות זהות, ואילו גופי החימום שונים. כל אחד מגופי החימום מפתח אותו הספק – ההספק שחישבת בסעיף א.
 - במערכת א המתח בין ההדקים של גוף החימום הוא $V_{AB} = 240\text{V}$, במערכת ב המתח בין ההדקים של גוף החימום הוא $V_{CD} = 24\text{V}$.



- חשב את עוצמת הזרם העובר דרך כל אחד מגופי החימום.
- נתון כי בשתי המערכות ההתנגדות הכוללת של התילים המחברים את גופי החימום למקור המתח היא 0.1Ω .
- חשב מהו ההספק המתפתח על תילים אלה בכל אחת מהמערכות.
- חשב את הנצילות (יעילות) של כל אחת מהמערכות (הזנח את ההתנגדות הפנימית של מקור המתח).
- בארצות-הברית המתח ברשת החשמל הוא 120V , ואילו בישראל המתח הוא 240V . הסתמך על משמעות התוצאות שחישבת בסעיף ד בלבד, וקבע באיזו רשת חשמל הנצילות גדולה יותר, בישראל או בארצות-הברית. נמק את קביעתך.



בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי שבעזרתו אפשר למדוד התנגדות לא ידועה של נגד R_x . המעגל מורכב מן המרכיבים האלה:

— שני נגדים בעלי התנגדות קבועה R_1 ו- R_2

— נגד משתנה R_3

— מקור מתח V שהתנגדותו הפנימית זניחה

— מד מתח אידיאלי V_M .

לצורך מדידת ההתנגדות של R_x מחברים אותו בין הנקודות P_1 ו- P_2 , ומשנים את ההתנגדות של הנגד המשתנה R_3 עד שמד המתח מורה אפס.

א. הוכח שכאשר מד המתח מורה אפס, הביטוי $V_3 = V \left(\frac{R_3}{R_3 + R_x} \right)$ מתאר

את המתח V_3 על הנגד R_3 .

ב. הוכח שכאשר מד המתח מורה אפס, אפשר לחשב את R_x בעזרת הביטוי $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$.

$$R_1 = 30\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 10\text{k}\Omega \quad \text{נתון:}$$

$$R_x = 2\text{k}\Omega$$

ג. חשב את ההתנגדות של R_3 .

החליפו את הנגד R_x ברכיב אחר, שהתנגדותו לא ידועה. התנגדותו של הרכיב משתנה כתלות בטמפרטורה, לפי הנתונים בטבלה שלפניך.

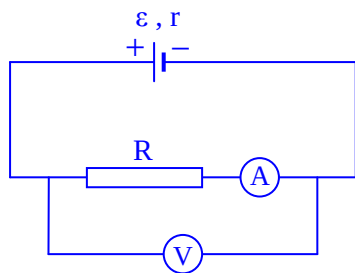
ד. היעזר בנתונים שבטבלה והערך את הטמפרטורה של הרכיב כאשר מד המתח מורה אפס, בכל אחד משני המצבים (1) – (2).

$$R_3 = 30\text{k}\Omega \quad (1)$$

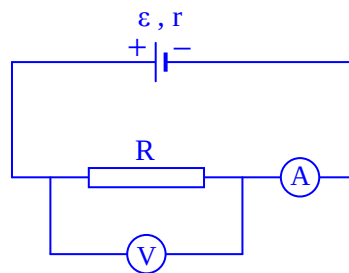
$$R_3 = 54\text{k}\Omega \quad (2)$$

התנגדות הרכיב כתלות בטמפרטורה	
התנגדות (Ω)	הטמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$)
32,660	0
25,400	5
19,900	10
15,710	15
12,500	20
10,000	25
8,000	30
6,500	35
5,300	40

תלמידה הרכיבה שני מעגלים חשמליים הכוללים מרכיבים זהים: סוללה בעלת כ"מ ε והתנגדות פנימית r , נגד משתנה R , מד מתח V ומד זרם A (ראה תרשים א ותרשים ב).



תרשים ב



תרשים א

א. התלמידה הרכיבה במעגלים מד זרם שאינו אידיאלי. קבע אם המתח הנמדד בשני המעגלים שווה או שונה. אם המתח הנמדד שווה – הסבר מדוע. אם המתח הנמדד שונה – קבע באיזה מעגל הוא גדול יותר, והסבר מדוע. התלמידה החליפה את מד הזרם במעגל המתואר בתרשים א, במד זרם אידיאלי. היא ערכה ניסוי שבו שינתה כמה פעמים את ההתנגדות של הנגד המשתנה. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך.

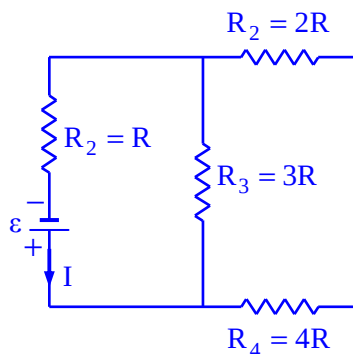
0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	I(A)
0	0.20	0.36	0.60	0.79	V(V)

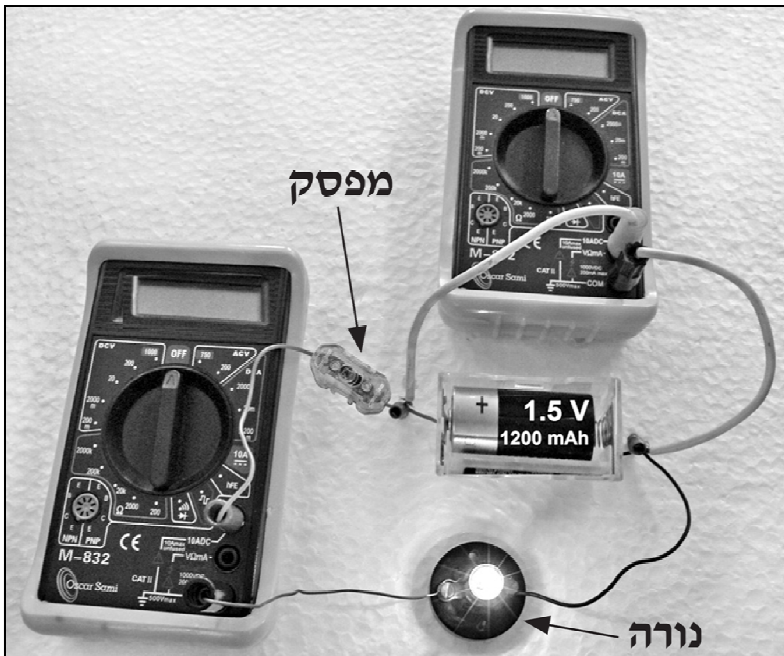
- ב. סרטט גרף של המתח כפונקציה של עוצמת הזרם, לפי המדידות של התלמידה.
 ג. התבסס על הגרף, וחשב את הכ"מ (ε) ואת ההתנגדות הפנימית (r) של הסוללה.
 ד. האם יש דרך למדוד ישירות (ללא חישוב) כ"מ של סוללה? אם כן – הסבר כיצד. אם לא – הסבר מדוע.
 ה. האם יש דרך למדוד ישירות (ללא חישוב) התנגדות פנימית של סוללה? אם כן – הסבר כיצד. אם לא – הסבר מדוע.

2014 שאלה 3

באיור שלפניך מוצג מעגל חשמלי שמחברים בו ארבעה נגדים וסוללה אידיאלית שהכ"מ שלה ε . עוצמת הזרם העובר דרך הסוללה מסומנת ב- I .

- א. קבע אם המתח על הנגד R_3 גדול יותר מהמתח על הנגד R_4 , קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך.
 ב. חשב את המתח על כל נגד, ובטא אותו באמצעות ε בלבד.
 ג. סדר את ארבעת הנגדים בסדר עולה, על פי ההספק המתפתח בכל אחד מהם. נמק.
 ד. מחליפים את הנגד R_4 בנגד שלו התנגדות גדולה יותר. קבע אם תשתנה עוצמת הזרם העובר דרך הנגד R_1 . אם כן, כיצד היא תשתנה? נמק את קביעתך.
 ה. מחליפים את הנגד R_4 בחוט מבודד. חשב את עוצמת הזרם העובר דרך כל אחד משלושת הנגדים. בטא את תשובותיך באמצעות I – עוצמת הזרם במעגל המקורי.





תצלום 1

שני תלמידי פיזיקה, נור ואור, חקרו מעגל חשמלי של פנס כיס, הם פירקו פנס ישן ויצרו מעגל חשמלי הכולל את רכיביו – נורה, סוללה ומפסק. אליהם הוסיפו תילי חיבור אידיאליים ושני רכיבים – מודדים אידיאליים, האחד משמש מד-מתח והאחר – מד-זרם. לפניך תצלום של המעגל החשמלי שהרכיבו התלמידים.

א. סרטט במחברתך תרשים סכמתי של המעגל החשמלי. השתמש בסימנים המקובלים.

התלמידים רשמו פעמיים את ההוריות של מכשירי המדידה – כאשר המפסק היה פתוח (הנורה אינה דולקת), וכאשר המפסק היה סגור (הנורה דולקת). בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות המדידות.

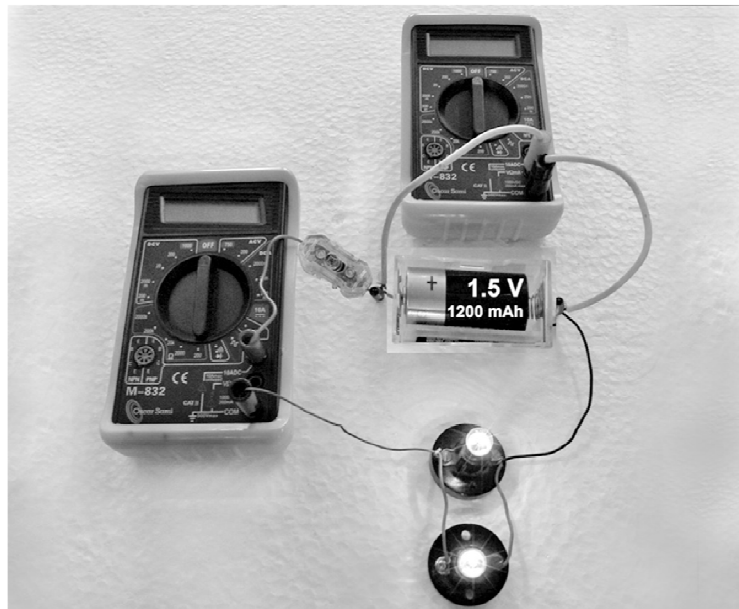
ההורייה	מד-מתח	מד-זרם
המפסק	V(V)	I(A)
פתוח	1.50	0.0
סגור	1.35	0.3

ב. (1) אור ציין שלפני המדידות הוא שיער שגם כאשר המפסק יהיה סגור, הוריית מד-המתח תהיה 1.5V – הערך הרשום על הסוללה. הסבר מדוע יש הבדל בין המתח שנמדד כאשר המפסק היה סגור ובין הערך הרשום על הסוללה.

(2) חשב את ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

ג. חשב את עוצמת הזרם בסוללה כאשר מחברים את הדקיה זה לזה באמצעות תיל מוליך חסר התנגדות (זרם קצר).

התלמידים שילבו במעגל עוד נורה, וזהה לנורה של הפנס. הם חיברו את שתי הנורות כמתואר בתצלום 2.



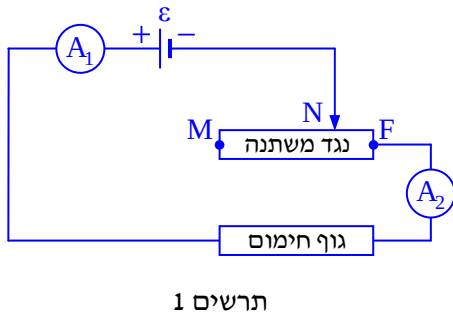
תצלום 2

ד. (1) קבע אם במעגל חשמלי זה הוריית מד-הזרם גדולה מ- 0.3A, קטנה מערך זה או שווה לו. נמק את קביעתך.

(2) קבע אם במעגל חשמלי זה הוריית מד-המתח גדולה מ- 1.35V, קטנה מערך זה או שווה לו. נמק את קביעתך.

ה. נור הבחינה בנתון נוסף שרשום על הסוללה: 1,200mAh. התלמידים מצאו שהפירוש של נתון זה הוא 1,200 מיליאמפר x שעה. קבע מהו הגודל הפיזיקלי שנתון זה מייצג. פרט את שיקולך.

2015 שאלה 3



במעגל המוצג בתרשים 1 שלפניך מחוברים גוף חימום שהתנגדותו $R = 23\Omega$, נגד משתנה MF התנגדותו המרבית $R = 23\Omega$, מקור מתח שהכא"מ שלו $\varepsilon = 230V$ ושני מד-זרם A_1 ו- A_2 . ההתנגדויות של כל הרכיבים זניחות, מלבד אלה של שני הנגדים.
א. מזיזים את המגע הנייד מהנקודה M לעבר הנקודה F. לפניך ארבעה היגדים i-iv. קבע מהו ההיגד הנכון ונמק את קביעתך.

- הוריית A_1 גדלה, והוריית A_2 קטנה.
 - הוריית A_1 קטנה, והוריית A_2 גדלה.
 - הוריית A_1 ו- A_2 גדלות.
 - הוריית A_1 ו- A_2 קטנות.
- ב. חשב את הגדלים האלה:

(1) עוצמת הזרם בגוף החימום.

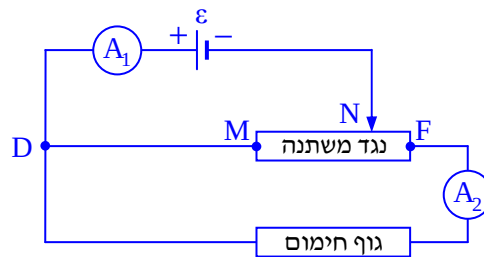
(2) כמות החום המתפתחת בגוף החימום במשך 5 דקות.

ג. חשב את נצילות המעגל, בהנחה שהחום המתפתח בגוף החימום מנוצל במלואו והחום המתפתח בנגד המשתנה אינו מנוצל כלל.

ד. מוסיפים למעגל תיל חסר התנגדות המחבר בין הנקודות M ו- D (ראה תרשים 2).

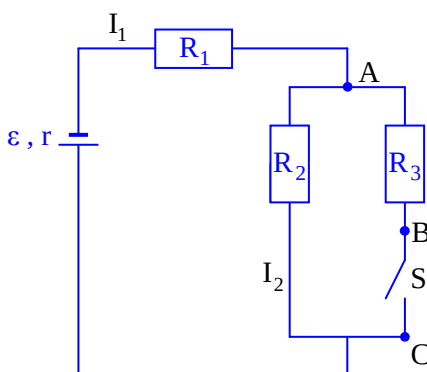
(1) האם במעגל זה הוריית מד-הזרם A_1 גדולה מהוריית מד-הזרם A_2 , קטנה ממנה או שווה לה? נמק.

(2) קבע אם הנצילות של מעגל זה גדולה מנצילות המעגל שחישבת בתשובתך על סעיף ג, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך.



תרשים 2

2016 שאלה 2



בתרשים שלפניך מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, שלושה נגדים (R_3 , R_2 , R_1) מפסק S ותילי חיבור שהתנגדותם זניחה. הכא"מ של מקור המתח הוא ε והתנגדותו הפנימית היא r . עוצמת הזרם הזורם דרך נגד R_1 היא I_1 , ועוצמת הזרם הזורם דרך נגד R_2 היא I_2 .

בשלב הראשון המפסק S סגור (מאפשר זרימת זרם).

א. בטא באמצעות הפרמטרים R_3 , R_2 , R_1 , r , I_2 את הגדלים האלה:

$$I_1 \quad (1)$$

$$\varepsilon \quad (2)$$

ב. נתון: $r = 0.5\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_1 = 1.5\Omega$, $I_2 = 1A$.

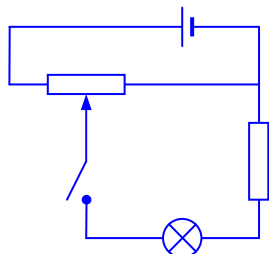
חשב את הכא"מ של מקור המתח, ואת מתח ההדקים במעגל.

ג. חשב את המתחים V_{AB} ו- V_{BC} .

בשלב השני פתחו את מפסק S.

ד. חזור וחשב במצב זה את המתחים V_{AB} ו- V_{BC} .

ה. באיזה משני המצבים, מפסק סגור או מפסק פתוח, נצילות המעגל גדולה יותר? נמק את קביעתך. אין צורך לחשב.



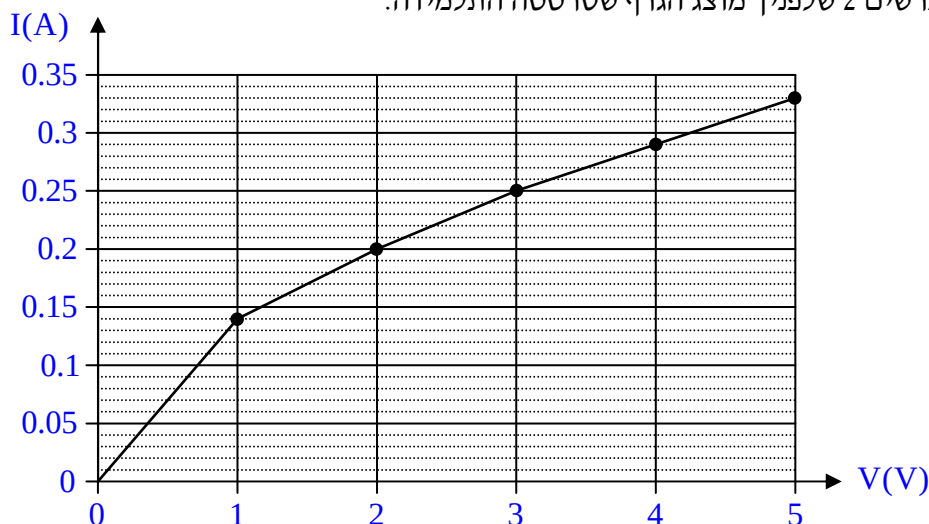
תרשים 1

תלמידה ערכה ניסוי לבדיקת התלות שבין עוצמת הזרם בנורת להט ובין המתח על הנורה. לשם כך היא הרכיבה מעגל הכולל מקור מתח, נורה, נגד קבוע, נגד משתנה, מפסק ותילי חיבור שהתנגדותם זניחה (ראה תרשים 1).

התלמידה ערכה מדידות אחדות בעזרת מכשירי מדידה אידיאליים. את תוצאות המדידות היא הציגה בגרף מקורב, המתאר את הקשר בין שני המשתנים (הזרם והמתח).

א. העתק את תרשים למחברתך. הוסף לתרשים המעגל שבמחברתך מד-מתח ומד-זרם אידיאליים, שימדדו את המתח על הנורה ואת עוצמת הזרם העובר דרכה.

בתרשים 2 שלפניך מוצג הגרף ששרטטה התלמידה.



תרשים 2

על פי הגרף:

ב. חשב את התנגדות הנורה בכל אחד משני תחומי המתח:

$$0 < V < 1V \quad (1)$$

$$3V < V < 5V \quad (2)$$

ג. חשב את הספק הנורה עבור כל אחד משני המתחים:

$$V = 1V \quad (1)$$

$$V = 5V \quad (2)$$

ד. נתונה כמות האנרגיה המתבזבזת בנורה (בעיקר על חום) במשך שנייה אחת:

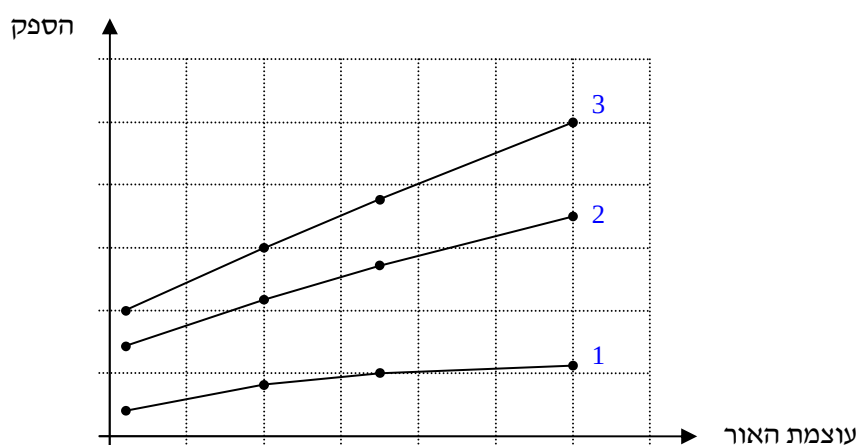
$$E = 0.132J \quad V = 1V \quad \text{כאשר} \quad (1)$$

$$E = 1.52J \quad V = 5V \quad \text{כאשר} \quad (2)$$

חשב את נצילות הנורה עבור שני ערכי המתח (1) – (2).

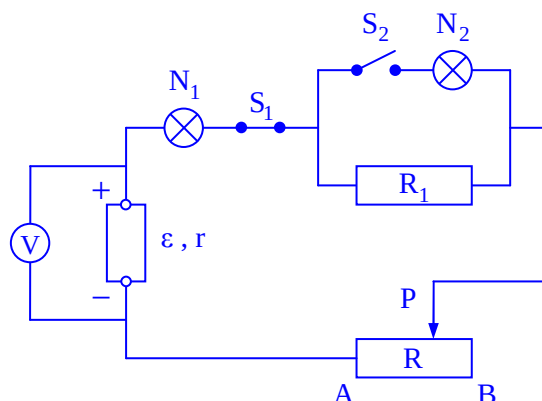
נורות להט מוחלפות כיום במורות מסוגים אחרים (כגון נורות LED או נורות PL) בעיקר בשל הנצילות הנמוכה של נורות להט. בתרשים 3 שלפניך מוצגים ההספקים של נורת PL, נורת להט ונורת LED, כפונקציה של עוצמת האור שהן מפיקות.

ה. קבע איזה מן הגרפים, 1, 2 או 3, מתאר נורת להט. נמק את קביעתך.



תרשים 3

לפניך תרשים של מעגל חשמלי המורכב מן הרכיבים האלה: מקור מתח שהכא"מ שלו ε והתנגדות הפנימית r ; שתי נורות, N_1 ו- N_2 ; שני מפסקים, S_1 ו- S_2 ; נגד קבוע $R_1 = 200\Omega$; וולטמטר אידיאלי ותילים אידיאליים. על הנורה N_1 כתוב $100V, 40W$.



בשלב הראשון מפסק S_1 סגור ומפסק S_2 פתוח, כמתואר בתרשים. במצב זה הוריית הוולטמטר הוא $V = 220V$ והנורה N_1 דולקת בהתאם לכתוב עליה.

א. חשב את עוצמת הזרם בנגד הקבוע R_1 .

ב. מה צריכה להיות ההתנגדות של הנגד המשתנה R כדי שהנורה N_1 תדלוק בהתאם לכתוב עליה?

ג. נתון: הנצילות החשמלית במעגל היא 88%. חשב את הכא"מ ואת ההתנגדות הפנימית של מקור המתח.

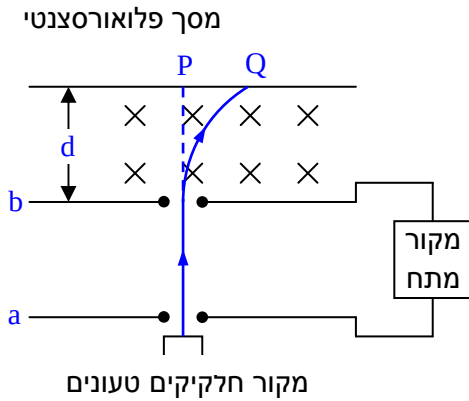
בשלב השני סגרו גם את המפסק S_2 (עתה שני המפסקים סגורים). שום נורה לא נשרפה.

ד. קבע אם בעקבות סגירת מפסק S_2 , עוצמת האור בנורה N_1 גדלה, קטנה או לא השתנתה. הסבר את קביעתך.

ה. האם בעקבות סגירת המפסק S_2 השתנתה הוריית הוולטמטר? אם לא – הסבר מדוע. אם כן – קבע לאיזה כיוון – לעבר A או לעבר B – יש להזיז את הגרר P של הנגד המשתנה R כדי שהוריית הוולטמטר תחזור להיות $V = 220V$. הסבר את קביעתך.

שדה מגנטי

1981 שאלה 2



מקור של חלקיקים טעונים בעלי מסע q ומסה m נמצא מול חור קטן בלוח מתכת a . לוח שני b מונח במקביל ללוח הראשון, ובו חור קטן בדיוק ממול לחור הראשון (ראה תרשים). הלוחות מחוברים למקור מתח שמתחו V .

החלקיקים מואצים על-ידי השדה החשמלי בין הלוחות ויוצאים דרך החור השני אל תחום בו שורר שדה מגנטי אחיד שעוצמתו B , כמתואר בציור. מול הלוח השני, במרחק d ממנו, נמצא מסך פלואורסצנטי.

מסלול התנועה של החלקיקים הטעונים מובא בציור. תהי P הנקודה על המסך הנמצאת בדיוק מול שני החורים, ו- Q נקודת הפגיעה של החלקיקים במסך.

- איזה מהלוחות, a או b , מחובר לקוטב החיובי של מקור המתח? נמק!
- מהו המרחק PQ ? (כתוב ביטוי המתבסס על נתוני הבעיה).
- מהו המתח המינימלי הדרוש על-מנת להבטיח שהחלקיקים יפגעו במסך הפלואורסצנטי?

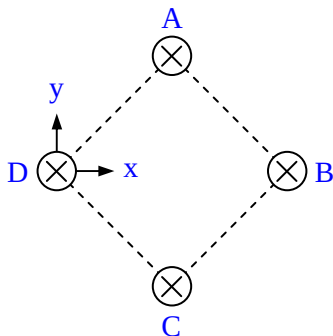
1982 שאלה 3

שדה חשמלי אחיד שעוצמתו 80 וולטס"מ מאונך לשדה מגנטי שעוצמתו $3 \cdot 10^{-3}$ טסלה. אלומת אלקטרונים נעה במהירות קבועה ובלי סטייה, במאונך לקווי השדה של שני השדות הנ"ל.

- חשב את מהירות האלקטרונים.
- חשב את המתח שהיה דרוש כדי להאיץ את האלקטרונים למהירותם זו, לפני כניסתם לשני השדות.
- כיצד יראה מסלול התנועה של האלקטרונים, אם מבטלים את השדה החשמלי ומשאירים את השדה המגנטי בלבד? נמק.
- כיצד יראה מסלול התנועה של האלקטרונים, אם מבטלים את השדה המגנטי ומשאירים את השדה החשמלי בלבד? נמק.

1984 שאלה 4 (שאלון השלמה)

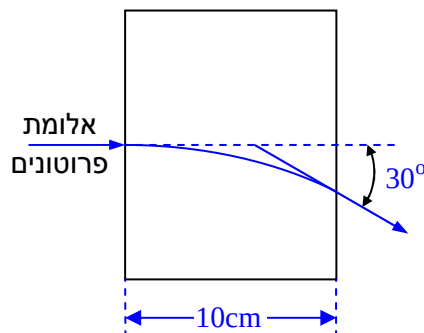
ארבעה תיילים ארוכים וישרים נמצאים בפינות ריבוע, וזורמים בהם זרמים שווים בכיוון ניצב לתוך הדף. (ראה תרשים). מהו כיוון הכוח המגנטי השקול שמפעילים שלושת התיילים A, B ו- C על התייל D ?



- א. $+x$ ב. $-x$ ג. $+y$ ד. $-y$

1986 שאלה 9

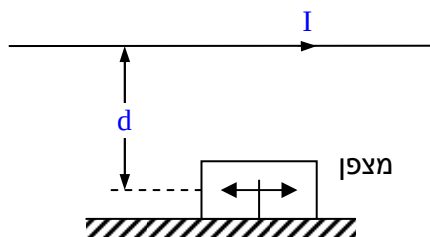
אלומת פרוטונים, בעלת אנרגיה קינטית של 1 MeV , מכוונת לאזור באורך 10 cm . באזור זה שורר שדה מגנטי אחיד, בכיוון מאונך לאלומה. האלומה יוצאת מתוך השדה כשהיא מוטה בזווית של 30° ביחס לכיוונה המקורי (ראה תרשים).



- מהי צורת מסלולם של חלקיקי האלומה בתוך חשדה המגנטי? נמק!
- מהו כיוונו של השדה המגנטי? נמק!
- מהי עוצמתו של השדה המגנטי?

1988 שאלה 5

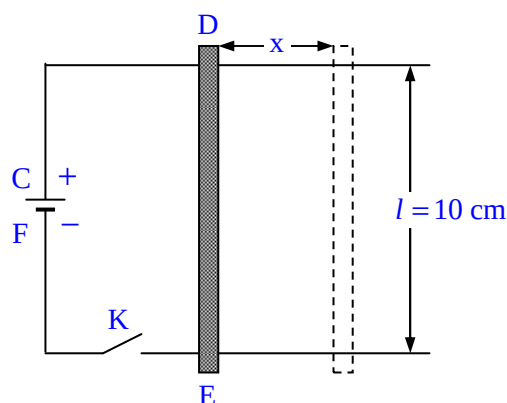
מצפן מונח על שולחן אופקי. בגובה d מעל מחט המצפן נמצא תיל ישר וארוך מאוד, המקביל למחט המצפן (ראה תרשים). כאשר מזרימים זרם קבוע, $I = 3A$, דרך התיל, סוטה מחט המצפן בזווית θ . משנים את הגובה d , ומודדים את הזווית θ . לפניך טבלת תוצאות הניסוי:



d (מטר)	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
θ (מעלות)	23	27	32	40	51

- סרטט גרף של $\cot \theta$ כפונקציה של d .
- חשב, על פי הגרף שסרטטת, את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ.
- מחזירים את התיל העליון למרחק $d = 0.04 \text{ m}$, ומותחים במקביל אליו ובמרחק של 0.04 m מתחת למצפן תיל שני ארוך מאוד. בכל אחד מהתיילים זורם זרם של $3A$ באותו כיוון. מה תהיה, במקרה זה, הסטייה של מחט המצפן? נמק.

1989 שאלה 4

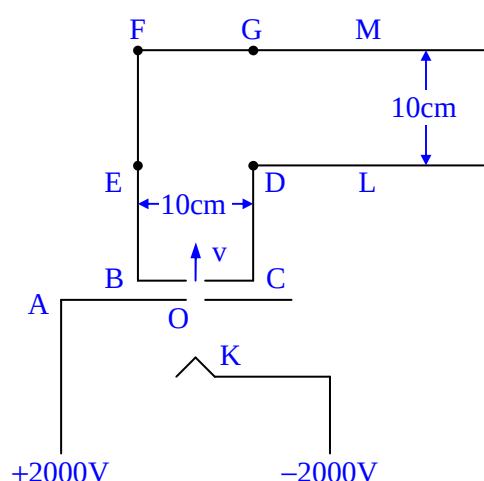


אל מקור מתח שהכא"מ שלו הוא $\epsilon = 5V$ והתנגדותו הפנימית זניחה, חוברו שני תיילי נחושת שהתנגדותם ליחידת אורך היא $\lambda = 0.04 \Omega/\text{m}$.

שני התיילים יוצרים מסילה אופקית שהמרחק בין פסיה הוא $l = 10 \text{ cm}$. על התיילים מונח מוט מוליך שמסתו $m = 10 \text{ gr}$. כל המערכת נמצאת בשדה מגנטי אחיד המאונך למישור המסילה ועוצמתו $B = 0.1T$. ההתנגדות של קטע המעגל CDEF היא $R_0 = 0.8 \Omega$. עם סגירת המפסק מתחיל המוט לנוע ימינה. מקדם החיכוך בינו לבין המסילה הוא $\mu = 0.5$ (ראה תרשים). בהנחה שהכא"מ המושרה זניח:

- מהו כיוון השדה המגנטי?
- רשום ביטוי לעוצמת הזרם I במעגל החשמלי, כפונקציה של x - המרחק שעבר המוט DE ממקומו ההתחלתי.
- באיזה מרחק x תשווה תאוצת המוט לאפס?
- תאר במלים את תנועת המוט.

1990 שאלה 4



במתקן להאצת אלקטרונים, הקתודה K, שהפוטנציאל שלה הוא $-2000V$, לוחטת ופולטת אלקטרונים. האלקטרונים הנפלטים מואצים אל האנודה A, שהפוטנציאל שלה הוא $2000V$. חלק מהאלקטרונים עוברים דרך נקב O שבאנודה, ונכנסים לצינור מתכתי, הכפוף בזווית ישרה, דרך חור שבמרכז התחתית BC של הצינור. קוטר הצינור הוא 10 cm (ראה תרשים).

המתקן והצינור מרוקנים מאוויר. ניתן להזניח את מהירותם ההתחלתית של האלקטרונים הנפלטים מהקתודה.

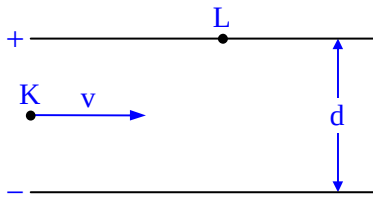
- חשב את מהירות האלקטרונים v בעוברים דרך הנקב O.
- משרים שדה מגנטי מאונך למישור EDGF, המוגבל רק לחלק זה של הצינור, כך שהאלקטרונים נכנסים לחלק DGML של הצינור, ונעים לאורך צירו.
- (1) מהו כיוון השדה המגנטי? נמק.
(2) מהי עוצמת השדה המגנטי?
- האם מהירות האלקטרונים בחלק DGML תהיה קטנה, שווה או גדולה ממהירותם בחלק BCDE? הסבר.

1990 שאלה 2 (שאלון השלמה)

שני תיילים ישרים, ארוכים ומקבילים, נמצאים זה מעל זה בכיוון קו אורך מגנטי של כדור הארץ (מרידיאן). עוצמות הזרם בתיילים שוות, והכוח המגנטי שהתיילים מפעילים זה על זה הוא כוח משיכה. מחט מצפן, המונחת מתחת לתיילים, מורה על כיוון צפון מערב.

א. מהו כיוון הזרם בכל תיל?

ב. איזה כיוון תורה מחט המצפן אם נציב את המצפן בין התיילים, במרחק שווה משניהם?



1991 שאלה 4

בין שני לוחות מקבילים גדולים; שהמרחק ביניהם הוא d , שורר מתח V . מנקודה K הנמצאת בין שני הלוחות (ראה תרשים) יורים חלקיק במהירות v בכיוון מקביל ללוחות. מסת החלקיק m ומטענו $+q$. הזנח את השפעת הגרביטציה.

א. מהי צורת המסלול (קו ישר, מעגל, פרבולה, היפרבולה, אחר) של החלקיק? סרטט באופן סכמטי את המסלול בין שני הלוחות הטעונים. הסבר.

ב. כדי שחלקיק זהה לראשון ינוע בקו ישר בין הלוחות הטעונים, מוסיפים למרחב שבין הלוחות שדה מגנטי אחיד. קבע מה כיוונו של השדה המגנטי. נמק.

ג. מצא ביטוי לגודלו של השדה המגנטי באמצעות הגדלים המופיעים בשאלה.

ד. מפסיקים את המתח בין הלוחות, משאירים את השדה המגנטי (שביטאת בסעיף ג), ויורים מנקודה L (ראה תרשים) חלקיק נוסף זהה לראשון במהירות v כלפי מטה. האם החלקיק יפגע בטבלה התחתונה? נמק. נתון

(לסעיף ד-בלבד): $V = 2000 \text{ V}$ (המתח לפני הניתוק), $d = 4 \text{ cm}$, $m = 0.2 \text{ gr}$, $q = +10^{-6} \text{ C}$, $v = 5 \text{ m/s}$

1992 שאלה 4

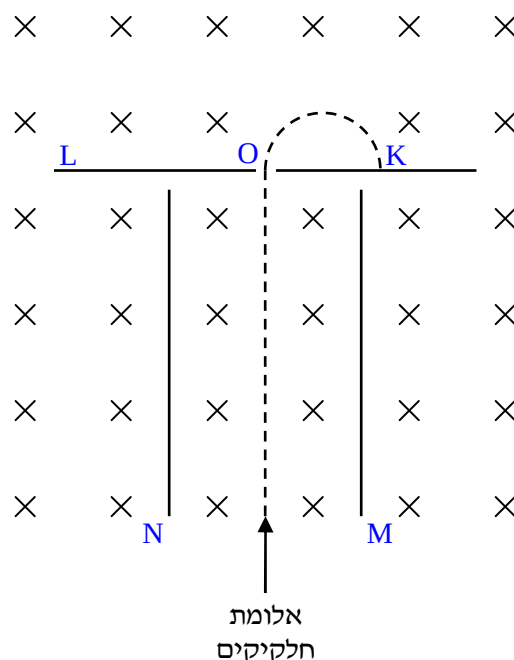
בשדה מגנטי אחיד, שעוצמתו B , וכיוונו "לתוך הדף", נמצא קבל טעון. בין לוחות הקבל, M ו N , הניצבים למישור הדף, שורר שדה חשמלי אחיד שעוצמתו E . אלומת חלקיקים נכנסת אל בין לוחות הקבל בניצב לשדות B ו E . החלקיקים נעים ביו הלוחות במסלול ישר. חלקם עוברים דרך חריץ O שבחיץ L , ולאחר מכן פוגעים בחיץ בנקודה K (ראה תרשים). מטענו של כל חלקיק הוא q ומסתו m . כוחות הגרביטציה הפועלים על החלקיקים ניתנים להזנחה.

א. האם מטען החלקיקים הוא חיובי או שלילי? נמק.

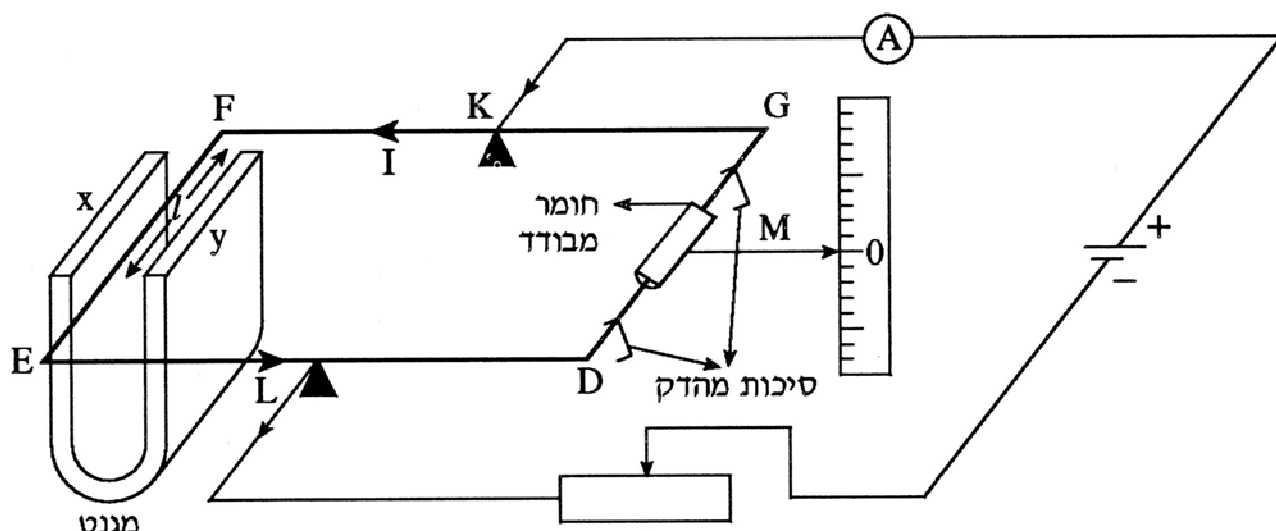
ב. מה כיוון השדה החשמלי? נמק.

ג. בטא את המרחק OK באמצעות q , m , B ו E .

ד. רוצים שהחלקיקים יפגעו בחיץ בנקודה קרובה יותר לחריץ O (כלומר, רוצים להקטין את OK). ניתן לשנות אך ורק את עוצמות השדות B ו E (ולא, למשל, את מהירות החלקיקים). מה יש לעשות לשם כך? הסבר.



התרשים שלפניך מתאר מערכת מאזני זרם.

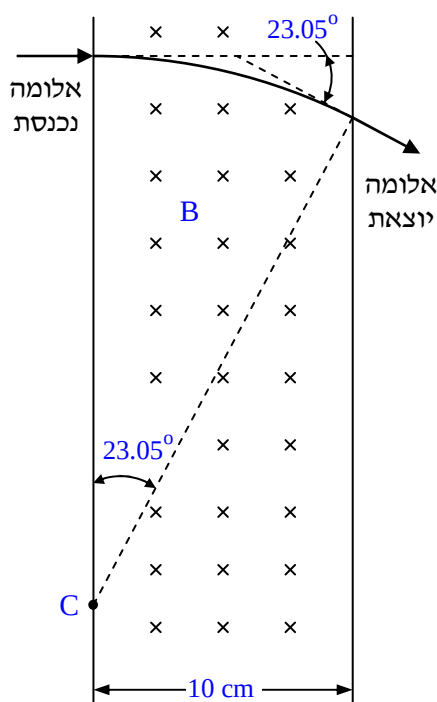


מסגרת DEFG העשויה מתיל מוליך, נתמכת בשתי נקודות K ו L, כך שהיא חופשייה לנוע סביב הציר KL. המסגרת פתוחה בקטע שבו נמצא חומר מבודד. קטע מסגרת, שאורכו 2 ס"מ $l =$, נמצא בתוך שדה מגנטי אחיד שבין קוטבי מגנט. כאשר לא עובר זרם במסגרת, היא נמצאת במצב אופקי, והמחוג M מצביע על אפס. כשמחברים את מקור המתח, פועל על המסגרת כוח מגנטי F, שאותו מאזנים באמצעות סיכות מהדק. המסה של סיכה אחת היא 0.02 גרם.

בטבלה שלפניך רשום מספר הסיכות (N), המאזנות את הכוח המגנטי עבור זרמים שונים (I).

N מספר הסיכות	1	2	3	4	5
I עוצמת זרם באמפרים	0.500	0.950	1.50	2.05	2.50

- מהו כיוון השדה המגנטי (סמן $x \rightarrow y$ או $y \rightarrow x$)! הסבר.
- שרטט גרף, המתאר את הכוח המגנטי F בנייטונים כפונקציה של עוצמת הזרם I שזורם במסגרת.
- חשב את שיפוע הגרף ששרטטת.
 - ציין את היחידות של השיפוע.
 - חשב את עוצמת השדה המגנטי.



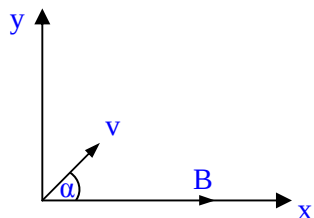
אלומת חלקיקים בעלי אנרגיה של 2 MeV ($3.2 \times 10^{-13} \text{ J}$) נכנסת לשדה מגנטי אחיד ברוחב 10 cm, שעוצמתו 0.8 T וכיוונו לתוך הדף. האלומה נעה לאורך קשת של מעגל שמרכזו C, ויוצאת מהשדה כשהיא מוטה בזווית של 23.05° ביחס לכיוונה המקורי (ראה תרשים).

- האם האנרגיה הקינטית של חלקיק באלומה משתנה בעקבות מעברו דרך השדה המגנטי? **נמק.**
- האם התנע של חלקיק באלומה משתנה בעקבות מעברו דרך השדה המגנטי? **נמק.**
- נתון כי מטען כל חלקיק באלומה זהה למטען האלקטרון.
 - חשב את רדיוס המסלול המעגלי של חלקיק באלומה.
 - חשב את מסת החלקיק.
 - חשב את זמן התנועה של החלקיק בשדה המגנטי.

לשדה מגנטי אחיד B , שכיוונו "לתוך הדף", נכנס חלקיק במהירות שגודלה v וכיוונו ניצב לכיוון השדה. לחלקיק יש מסה m ומטען חשמלי חיובי q . (הנח שעל החלקיק פועל רק הכוח המגנטי).
א. (1) סרטט את המסלול של החלקיק. סמן בסרטוט את מגמת תנועתו.

(2) בטא באמצעות נתוני השאלה את רדיוס המסלול R ואת זמן המחזור T .

ב. אותו חלקיק נכנס לאותו שדה B במהירות שגודלה v , אך הפעם כיוונו מקביל לכיוון השדה. מהי צורת המסלול של החלקיק במקרה זה? האם מהירות החלקיק משתנה לאורך המסלול? נמק.



תרשים א

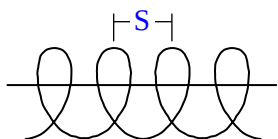
ג. אותו חלקיק בעל מסה m ומטען q נכנס לאותו שדה B במהירות שגודלה v , אך הפעם כיוון המהירות יוצר זווית α עם כיוון השדה (ראה תרשים א). וקטור המהירות נמצא (ברגע הכניסה) במישור yx . הכיוון של השדה המגנטי הוא בכיוון ציר ה- x .

(1) הסבר מדוע החלקיק מבצע תנועה לאורך מסלול בורגי (ראה תרשים ב).

(2) חשב את פסיעת המסלול הבורגי S (המרחק שהתקדם החלקיק לאורך השדה המגנטי בהשלימו סיבוב אחד), אם נתון:

$$\alpha = 53^\circ, \quad v = 6.25 \cdot 10^4 \text{ m/s}, \quad B = 2.25 \text{ T}$$

$$q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 11.7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

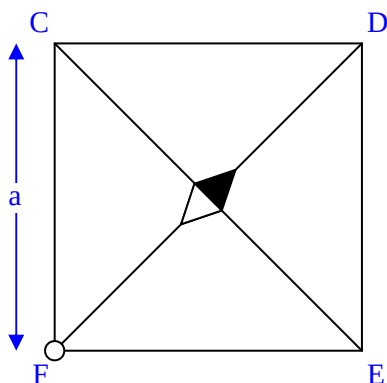


תרשים ב

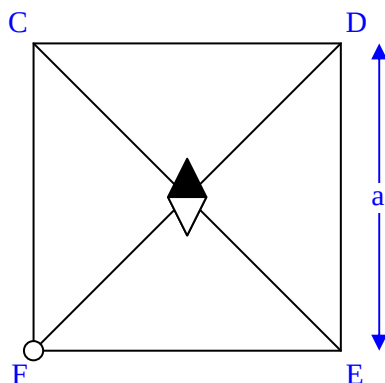
1996 שאלה 3

במרכזו של שולחן קטן CDEF מונח מצפן קטן המורה את הצפון. השולחן הוא אופקי וצורתו ריבועית. אורך צלע הריבוע הוא $a = 40 \text{ cm}$ (ראה תרשים א).

בפינה F של השולחן עובר תיל מוליך ישר וארוך מאוד. התיל ניצב מישור השולחן (העיגול הקטן שבתרשים מייצג את החתך של התיל). כאשר מזרימים בתיל זרם שעוצמתו $I = 25 \text{ A}$, סוטה מחט המצפן כך שהקוטב הצפוני שלו פונה לכיוון הקודקוד D של השולחן (ראה תרשים ב).



תרשים א



תרשים ב

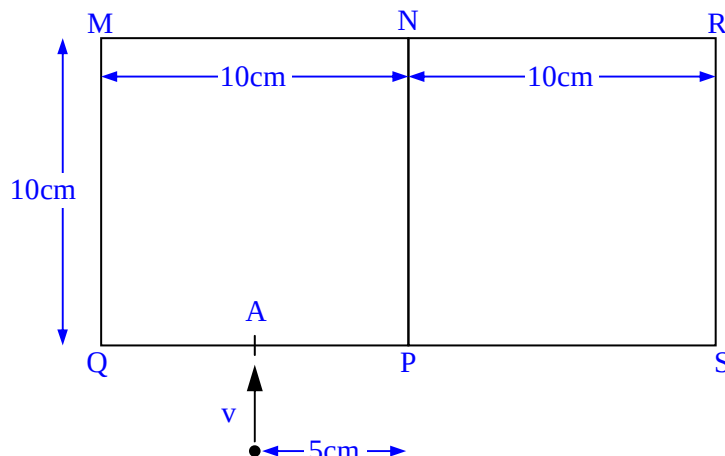
א. העתק את אחד התרשימים למחברתך, ציין בו את כיוון הזרם בתיל (סמן x אם הזרם נכנס אל הדף, וסמן $\bullet$ אם הזרם יוצא מן הדף), והסבר כיצד קבעת את הכיוון.

ב. חשב את עוצמת השדה המגנטי (גודל וכיוון) שנוצר במרכז השולחן על-ידי הזרם שבתיל.

ג. חשב את עוצמת הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי B_E במרכז השולחן.

ד. בפינה E של השולחן מוסיפים תיל זהה לתיל שבפינה F, ומזרימים בו אותו זרם I באותו כיוון. האם מחט המצפן תסטה מכיוונו בתרשים ב? אם כן – לאיזה כיוון (עם כיוון תנועת מחוגי השעון או נגד כיוון תנועתם)? אם לא – הסבר.

נתונים שני אזורי MNPQ ו-NRSP שבהם שוררים שדות מגנטיים אחידים, שגודל כל אחד מהם הוא $B = 5T$. כיווני השדות מנוגדים זה לזה וניצבים למישור MRSQ. ממדי האזורי נתונים בתרשים שלפניך.

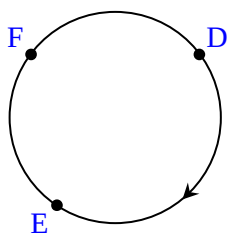


- בנקודה A, הנמצאת במרכז הקטע QP, נכנס בכיוון ניצב לשדה חלקיק שגודל מהירותו v , כמתואר בתרשים. מסת החלקיק $m = 6.6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ומטענו $q = +3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- במהלך תנועתו עובר החלקיק מאזור MNPQ ונכנס לאזור NRSP בניצב לקטע NP.
- העתק את התרשים למחברתך, וציין בו את כיווני השדות המגנטיים בשני האזורי (סמן x עבור שדה הנכנס אל הדף, וסמן $\bullet$ עבור שדה היוצא מהדף). הסבר כיצד קבעת את הכיוונים.
 - הוסף לתרשים שהעתקת את מסלול החלקיק מרגע כניסתו לאזור MNPQ עד רגע צאתו מהאזור NRSP.
 - חשב את v .
 - חשב את פרק הזמן שעבר מרגע הכניסה של החלקיק לאזור MNPQ עד רגע צאתו מהאזור NRSP.

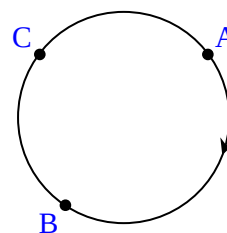
1997 שאלה 4

נתונים שני חלקיקים זהים, שלכל אחד מסה m ומטען שלילי $-q$.

שני החלקיקים נעים במסלולים מעגליים שרדיוסם R , במהירות שגודלה v ובכיוון מחוגי השעון. חלקיק אחד נע במסלול מעגלי הודות לשדה חשמלי הנוצר על-ידי מטען נקודתי חיובי הקבוע במקומו (תרשים א). חלקיק שני נע במסלול מעגלי הודות לשדה מגנטי אחיד (תרשים ב).



תרשים ב – תנועת חלקיק בשדה מגנטי



תרשים א – תנועת חלקיק בשדה חשמלי

- העתק למחברתך את התרשימים, וסמן את כיוון השדה החשמלי בכל אחת מהנקודות A, B, C ואת כיוון השדה המגנטי בכל אחת מהנקודות D, E, F.
- בטא באמצעות q , m , R ו- v את גודל השדה החשמלי במסלול החלקיק שבתרשים א.
- בטא באמצעות q , m , R ו- v את גודל השדה המגנטי במסלול החלקיק שבתרשים ב.
- בהגיע החלקיקים לנקודה A ולנקודה D הופכים את כיוון מהירותם (בלי לשנות את גודל המהירות, את השדה החשמלי ואת השדה המגנטי). תאר את מסלולי החלקיקים במצב החדש (היעזר בסרטוט), וציין את מגמת התנועה (בכיוון מחוגי השעון או נגד כיוון מחוגי השעון).

1998 שאלה 3

תלמיד רצה למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לשם כך הוא בנה סילונית שבה צפיפות הליפופים (מספר הליפופים ליחידת אורך) היא $N/\ell = 79\text{m}^{-1}$. הוא שם מצפן במרכז הסילונית, וסובב אותה עד שציר הסילונית היה בכיוון מאונך למחט המצפן. התלמיד חיבר בטור אל הסילונית נגד משתנה, אמפרמטר ומקור מתח. הוא הזרים זרמים שונים במעגל החשמלי, ובכל פעם מדד את עוצמת הזרם I (במיליאמפר) ואת זווית הסטייה α של מחט המצפן מכיוון צפון. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

$\tan \alpha$	$\alpha(^{\circ})$	$I(\text{mA})$
0.14	8	50
0.29	16	100
0.44	24	150
0.58	30	200
0.73	36	250

- סרטט תרשים של המעגל החשמלי.
- סרטט גרף של $\tan \alpha$ כפונקציה של I .
- סרטט את כיווני השדות המגנטיים הפועלים על מחט המצפן (במצב שבו עובר זרם, במעגל החשמלי). סמן בתרשים זה את הכיוון צפון ואת הזווית α .
- (1) פתח ביטוי ל- $\tan \alpha$ כפונקציה של I .
(2) חשב בעזרת הגרף, שסרטטת בסעיף ב, את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ.
- התלמיד הציב את המצפן בקצה הסילונית והזרים בה זרם. זווית הסטייה של מחט המצפן מכיוון צפון הייתה שונה מזווית הסטייה שהייתה במצב שבו המצפן היה במרכז הסילונית. הסבר מדוע השתנתה זווית הסטייה של מחט המצפן.

1999 שאלה 5

תלמיד רצה למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לשם כך הוא מתח על שולחן תיל ישר וארוך בכיוון צפון-דרום (המגנטי של הארץ). הוא חיבר בטור אל התיל נגד משתנה, אמפרמטר ומקור מתח, והזרים בתיל זרם שעוצמתו $I = 3.7\text{ A}$ וכיוונו מדרום לצפון. התלמיד הציב מצפן בגובה r מעל התיל, ומדד את זווית הסטייה α של מחט המצפן מכיוון צפון. התלמיד שינה את r כמה פעמים. ובכל פעם מדד את α . תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך, וכן רשומים ערכים של $\text{ctg } \alpha$.

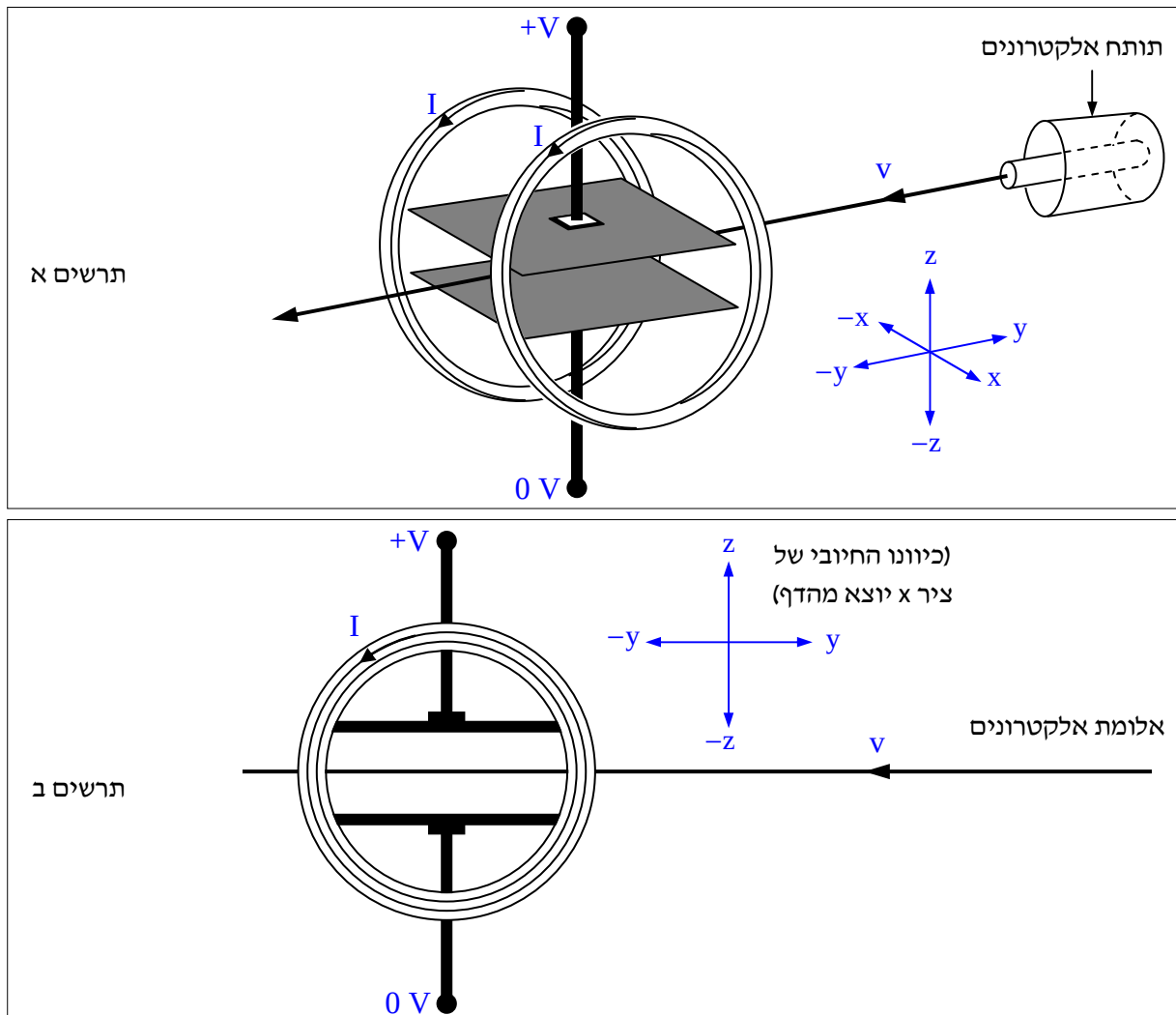
$$\text{ctg } \alpha = \frac{1}{\text{tg } \alpha}$$

$\text{ctg } \alpha$	α	$r (\text{cm})$
0.9	48.5°	2.2
1.4	36°	3.6
2.1	26°	5.0
2.6	21°	6.3
3.1	18°	7.8

- סרטט גרף של $\text{ctg } \alpha$ כפונקציה של r .
- סרטט את מחט המצפן ואת הכיוונים של כל אחד מהשדות המגנטיים הפועלים עליה (במצב שבו עובר זרם במעגל החשמלי). סמן בסרטוט את הזווית α .
- (1) פתח ביטוי ל- $\text{ctg } \alpha$ כפונקציה של r .
(2) חשב בעזרת הגרף, שסרטטת בסעיף א, את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ.
- אילו התלמיד היה חוזר על הניסוי במקום גיאוגרפי אחר (עם אותם ערכים של r ושל I), האם הערכים של α שהיו מתקבלים היו זהים לאלה שבטבלה? נמק. (אל תתייחס לשגיאות שנובעות מגורמים שונים של אי-דיוקים).

מתקן שעשוי משפופרת זכוכית המרוקנת מאוויר, כולל: "תותח אלקטרוני" הפולט אלומה מקבילה של אלקטרונים שגודל מהירותם v , שני לוחות אופקיים של קבל שביניהם שורר שדה חשמלי שעוצמתו E , ושני סלילים זהים המאונכים ללוחות.

בכל אחד מהסלילים זורם I , היוצר ביניהם שדה מגנטי אחיד שעוצמתו B . בתרשימים א ו-ב מתוארים החלקים העיקריים של השפופרת, ומסומנים כיווני הזרמים בסלילים. הלוח העליון של הקבל מחובר לפוטנציאל חיובי, והלוח התחתון מחובר לפוטנציאל אפס.



הזנח את הכוח שמפעיל כדור הארץ על אלומת האלקטרונים, וענה על הסעיפים א - ג.
א. היעזר במערכת הצירים x, y ו- z שמתוארת בכל אחד מהתרשימים א ו-ב, וקבע את כיווני השדות והכוחות שבת-סעיפים (1) - (4) שלהלן. רשום את הכיוון על-ידי ציון הציר באמצעות האות x או y או z ולידה הסימן + (פלוס) או הסימן - (מינוס).
(1) כיוון השדה החשמלי $\vec{E}$.
(2) כיוון השדה המגנטי $\vec{B}$.

(3) כיוון הכוח, שמפעיל השדה החשמלי $\vec{E}$ בלבד על אלומת האלקטרונים בהיכנסה לשדה החשמלי.

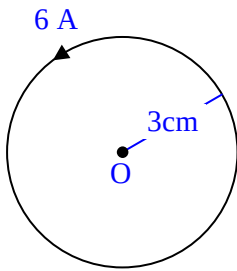
(4) כיוון הכוח, שמפעיל השדה המגנטי $\vec{B}$ בלבד על אלומת האלקטרונים בהיכנסה לשדה המגנטי.

ב. העוצמות של השדות $\vec{E}$ ו- $\vec{B}$ נקבעו כך שאלומת האלקטרונים נעה בקו ישר. בטא את מהירות האלקטרונים v באמצעות E ו- B .

ג. (1) מבטלים את השדה החשמלי בין לוחות הקבל (השדה המגנטי נשאר כמו שמתואר בסעיף ב). אלומת האלקטרונים נעה במצב זה בקשת של מעגל שרדיוסו R . בטא את היחס e/m של האלקטרון באמצעות E , B ו- R .

(2) מצא את הערך של R עבור הערכים $B = 8 \times 10^{-4} \text{ T}$, $E = 2 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$.

2000 שאלה 4



טבעת מוליכה, שרדיוסה 3 ס"מ, נושאת זרם של 6A שכיוונו נגד כיוון מחוגי השעון. התרשים שלפניך מתאר את הטבעת במבט מלמעלה.

א. (1) חשב את הגודל של השדה המגנטי הנוצר במרכז הטבעת O.

(2) מצא את הכיוון של השדה המגנטי הנוצר במרכז הטבעת O.

ב. אלקטרון נע במעגל קטן במישור הטבעת סביב מרכזה O (רדיוס המעגל קטן בהרבה מרדיוס הטבעת). באזור תנועת האלקטרון שורר שדה מגנטי אחיד (בקירוב רב), וגודל השדה הוא כמו במרכז הטבעת.

(1) מהי מגמת הסיבוב של האלקטרון (עם/נגד כיוון השעון)? **הסבר.**

(2) חשב את תדירות הסיבוב של האלקטרון.

ג. במקום האלקטרון שבסעיף ב, פרוטון נע עכשיו במעגל קטן במישור הטבעת סביב מרכזה.

(1) האם מגמת הסיבוב של הפרוטון שונה ממגמת הסיבוב של האלקטרון או שווה לה? **הסבר.**

(2) האם תדירות הסיבוב של הפרוטון גדולה מתדירות הסיבוב של האלקטרון, קטנה ממנה או שווה לה? **הסבר.**

2001 שאלה 4

התרשים שלפניך מתאר אלומה צרה של אלקטרונים הנעים במהירות v . האלקטרונים נכנסים אל בין שני לוחות גליליים, M ו-N, בעלי מרכז משותף O. הלוחות טעונים במטענים מנוגדים, כך שקווי השדה החשמלי שבין הלוחות מכוונים לאורך הרדיוס R. בגלל המרחק הקטן בין הלוחות (בהשוואה לרדיוס R) גודל השדה החשמלי E הוא קבוע בכל התחום שבין הלוחות, והאלקטרונים נעים בו בקשת מעגלית שרדיוסה R.

ביציאה מבין הלוחות הם מגיעים לאזור שבו שורר שדה מגנטי אחיד B. בהשפעת שדה זה נעים האלקטרונים שוב

בקשת מעגלית שרדיוסה R. נתון: $R = 0.1 \text{ m}$, $v = 1.5 \times 10^7 \text{ m/s}$.

א. (1) קבע איזה מבין שני הלוחות (M או N) טעון במטען חיובי, ואיזה מביניהם טעון במטען שלילי. נמק.

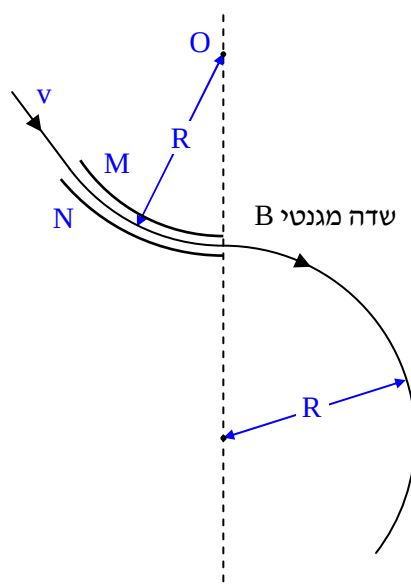
(2) חשב את גודל השדה החשמלי E שבין הלוחות M ו-N.

ב. (1) מהו כיוון השדה המגנטי B? נמק.

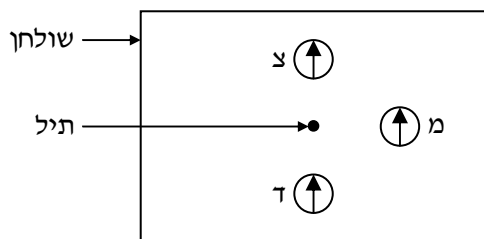
(2) חשב את עוצמת השדה המגנטי B.

ג. (1) האם השדה החשמלי מבצע עבודה על האלקטרונים? נמק.

(2) האם השדה המגנטי מבצע עבודה על האלקטרונים? נמק.



2001 שאלה 5

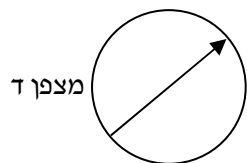


תרשים א

תלמיד רוצה למדוד את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לשם כך הוא העביר תיל ישר וארוך דרך חור בשולחן אופקי, בניצב לשולחן, והציב סביב התיל שלושה מצפנים, כל מצפן במרחק 10 ס"מ מן התיל. תרשים א שלפניך מתאר במבט מלמעלה את השולחן כאשר בתיל לא זורם זרם, כך ששלושת המצפנים מצביעים אל הצפון המגנטי.

המצפנים מסומנים באותיות: ז, ד, מ. התלמיד חיבר בטור אל התיל נגד משתנה, אמפרמטר ומקור מתח, והחל להזרים בתיל זרם בכיוון, אנכי מעלה (החוצה מן הדף).

זנח את ההשפעה המגנטית ההדדית של המצפנים.



תרשים ב

א. בזרם מסוים מחט מצפן ד סטתה מכיוון הצפון, כמתואר בתרשים ב. סרטט את מצב המחט של מצפן ז ואת מצב המחט של מצפן מ באותו זרם שהביא לסטייה שבתרשים ב. נמק.

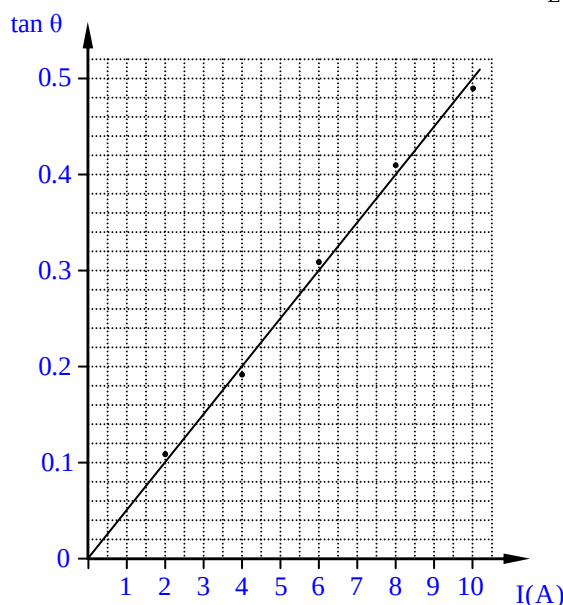
ב. סמן ב- B_E את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ, ופתח ביטוי של $\tan \theta$ כפונקציה של הזרם I הזורם בתיל. θ היא זווית הסטייה של מצפן ד מכיוון הצפון.

ג. תלמיד מדד את זווית הסטייה θ עבור חמישה ערכים של זרם I , וסרטט את הגרף הנתון בתרשים ג שלפניך.

(1) הסבר מדוע עדיף לסמן על הציר האנכי את ערכי $\tan \theta$ ולא את ערכי θ .

(2) הסבר מדוע התלמיד ידע בוודאות כי הגרף חייב לעבור דרך ראשית הצירים.

(3) חשב בעזרת הגרף את B_E



תרשים ג

2002 שאלה 5

תלמיד התבקש ליצור שדה מגנטי של 0.005 טסלה בנקודה מסוימת במרחב, באמצעות מקור מתח ותיל נחושת המצופה בשכבת בידוד דקה. אורך התיל 80 ס"מ, קוטרו 0.6 מ"מ והתנגדותו ליחידת אורך $0.0594 \Omega/\text{m}$

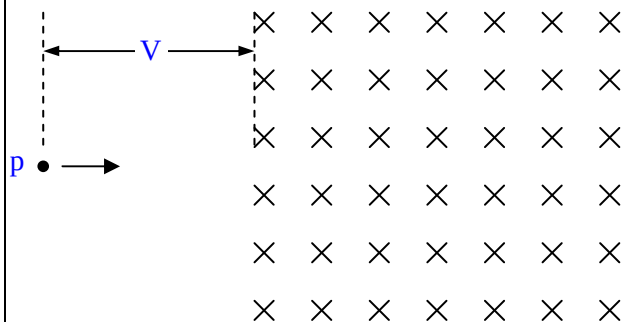
א. התלמיד שקל ליצור לולאה מעגלית אחת שהיקפה 80 ס"מ. איזה זרם היה דרוש כדי ליצור במרכז הלולאה את השדה המבוקש?

ב. התלמיד החליט לבנות סילוניית ארוכה (יחסית לרדיוסה), על-ידי ליפוף התיל, בשכבה אחת, באופן שכריכות הסליל צמודות זו לזו. איזה זרם דרוש כדי ליצור בתוך הסילוניית את השדה המבוקש?

ג. חשב את ההספק הדרוש כדי ליצור את השדה המגנטי המבוקש:

(1) כלולאה המתוארת בסעיף א.

(2) בסילוניית המתוארת בסעיף ב.



פרוטון p , שמסתו m_p ומטענו q_p מואץ ממנוחה משמאל לימין על ידי מתח V , ונכנס לאזור שבו שורר שדה מגנטי B . השדה B מאונך לדף, וכיוונו - אל תוך הדף (ראה תרשים).

רוצים שהפרוטון יצא מן השדה המגנטי במאונך לכיוון תנועתו המקורי, במרחק אופקי d , מנקודת הכניסה שלו. לשם כך מכבים את השדה המגנטי בזמן t מהרגע שבו נכנס אליו הפרוטון.

א. בטא את הזמן t באמצעות נתוני השאלה.

ב. בטא את המרחק האופקי d באמצעות נתוני השאלה.

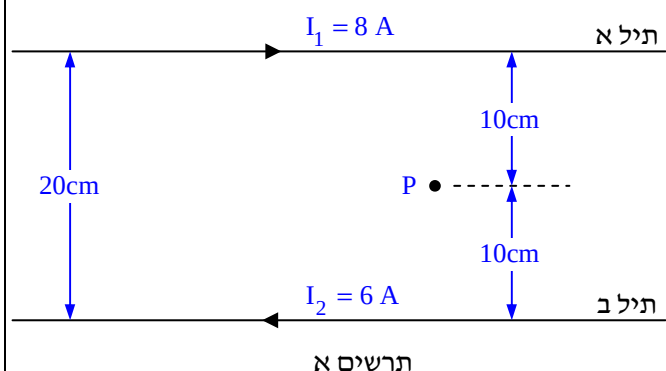
ג. כיצד ישתנו תשובותיך לסעיפים א-ב, אם המתח המאץ יגדל פי 2?

ד. כיצד ישתנו תשובותיך לסעיפים א-ב, אם במקום הפרוטון יאיצו חלקיק α (שהוא גרעין הליום המורכב משני ניוטרונים ומשני פרוטונים)? הנח כי מסת חלקיק זה גדולה פי 4 ממסת הפרוטון.

ה. בניסוי אחר, הפעילו גם שדה חשמלי $\vec{E}$ באזור השדה המגנטי, כך שהפרוטון נע בקו ישר לאורך כל הדרך.

ציין את הכיוון של השדה $\vec{E}$, ובטא את עוצמתו באמצעות נתוני השאלה.

2004 שאלה 4



בתרשים א מתוארים שני תילים ישרים וארוכים מאוד ("אין-סופיים"): תיל א, שבו עובר זרם שעוצמתו $I_1 = 8A$ וכיוונו ימינה, ותיל ב שבו עובר זרם שעוצמתו $I_2 = 6A$ וכיוונו שמאלה. שני התילים מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם 20 cm. P היא נקודה הנמצאת בין שני התילים במרחק 10 cm מכל אחד מהם.

הציבו בין התילים כריכה מעגלית שרדיוסה $R = 5$ cm ומרכזה בנקודה P והעבירו בה זרם שגרם לכך שבנקודה P התאפס השדה המגנטי הכולל (שמקורו בזרמים העוברים בשני התילים הישרים ובכריכה המעגלית).

א. באיזה משני המצבים שלפניך, מצב א או מצב ב, הציבו את הכריכה? נמק.

מצב א: הכריכה במישור שבו נמצאים שני התילים הישרים (כלומר במישור הדף).

מצב ב: הכריכה במישור המאונך למישור שבו נמצאים שני התילים הישרים (כלומר במישור הניצב למישור הדף), כך ששני התילים מקבילים למישור הכריכה.

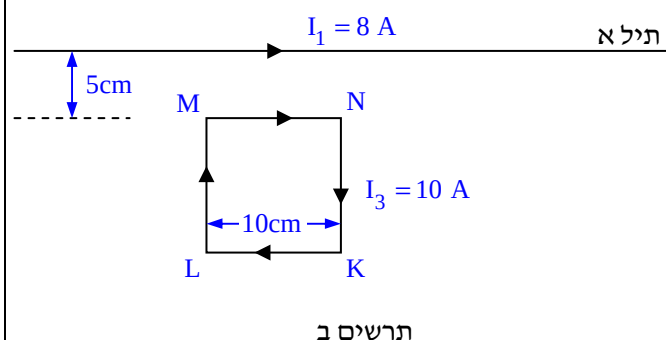
ב. חשב עוצמת הזרם בכריכה.

מסלקים את הכריכה המעגלית ואת תיל ב, ומציבים כריכה ריבועית MNKL באופן שבו תיל א נמצא במישור הכריכה הריבועית ומקביל לצלע MN (ראה תרשים ב).

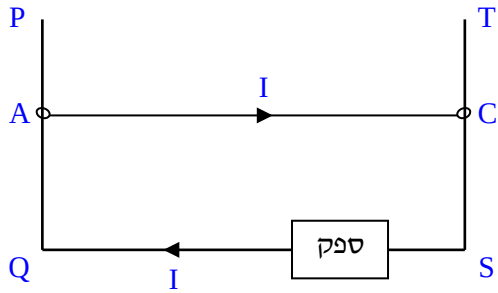
אורך הצלע של הכריכה הריבועית 10 cm, והמרחק בין צלע MN לתיל א 5 cm. בכריכה הריבועית עובר זרם שעוצמתו $I_3 = 10A$, וכיוונו עם כיוון השעון. וכמו קודם, בתיל א עובר זרם ימינה שעוצמתו $I_1 = 8A$.

ג. העתק למחברתך את תרשים ב, וסמן בו את כיווני הכוחות המגנטיים אשר תיל א מפעיל על כל אחת מצלעות הריבוע. הסבר כיצד קבעת את כיווני הכוחות.

ד. מצא את הגודל ואת הכיוון של הכוח המגנטי השקול, אשר תיל א מפעיל על הכריכה הריבועית.



2005 שאלה 4



בתרשים שלפניך מוצג תיל TSQP המחובר לספק, ותיל AC שאורכו d . הקטע QS בתיל TSQP מהודק למשטח אופקי והזרועות TS ו-PQ ניצבות למשטח. התיל AC חופשי לנוע ללא חיכוך לאורך הזרועות TS ו-PQ, במקביל ל-QS. במעגל CSQA שנוצר, זורם זרם I .

הזנח את השדה המגנטי של כדור הארץ ואת השדות המגנטיים שיוצרים הקטעים הניצבים של התיל. כמו כן, הנח כי $QS \gg AQ$, כלומר אפשר להתייחס אל השדה המגנטי שהתיל QS יוצר כאל שדה הנוצר על ידי תיל אינסופי.

מסת התיל AC היא m , והוא נמצא בשיווי-משקל בגובה h_1 מעל הקטע QS.

א. ציין מה הם הכוחות הפועלים על התיל AC במצב זה.

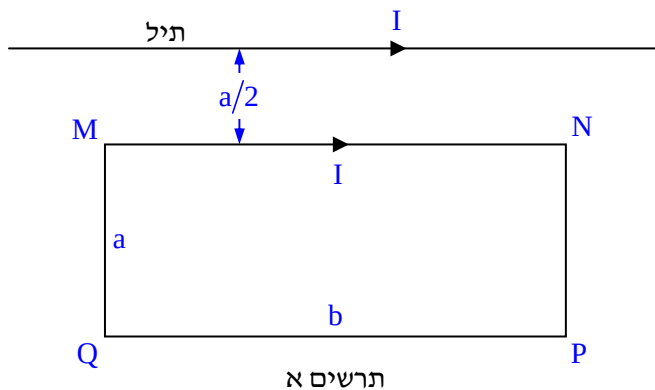
ב. נתון כי $d = 30 \text{ cm}$, $h_1 = 0.2 \text{ cm}$, $I = 50 \text{ A}$. חשב את m .

מוסיפים שדה מגנטי אחיד בניצב למישור הדף, ובעקבות זאת נקודת שיווי-המשקל של התיל AC היא בגובה $h_2 = 0.15 \text{ cm}$ מעל הקטע QS.

ג. מהו כיוון השדה הנוסף - לתוך הדף או החוצה ממנו? נמק.

ד. חשב את עוצמת השדה הנוסף.

2006 שאלה 4



מסגרת מוליכה מלבנית MNPQ מונחת על לוח אופקי. אורכי צלעות המסגרת הם a ו- b . המסגרת מחוברת למקור מתח, באופן שזורם בה זרם I . תיל ישר וארוך, שגם בו זורם זרם I נמצא על הלוח במקביל לצלע MN של המסגרת, ובמרחק $a/2$ ממנה. בתרשים א שלפניך מתוארת באופן סכמטי המערכת ממבט על.

נתון: $b = 18 \text{ cm}$, $a = 2 \text{ cm}$, $I = 30 \text{ A}$

א. חשב את הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון) הפועל על המסגרת MNPQ

ב. הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך לחשב את הכוחות המגנטיים שהתיל מפעיל על הצלעות MQ ו-NP.

ג. הסבר מדוע בחישוב הכוח המגנטי השקול בסעיף א אין צורך להתחשב בכוחות המגנטיים שצלעות המסגרת מפעילות זו על זו.

ד. מצא את הגודל ואת הכיוון של הכוח המגנטי, שהמסגרת מפעילה על התיל.

ה. מסלקים את המסגרת מהמערכת, ועל הלוח נשאר התיל בלבד.

מבין האפשרויות (1)-(6) שלפניך, מהו הכיוון של השדה המגנטי בנקודה A הנמצאת מעל התיל? (ראה תרשים ב)

(1) כיוון x

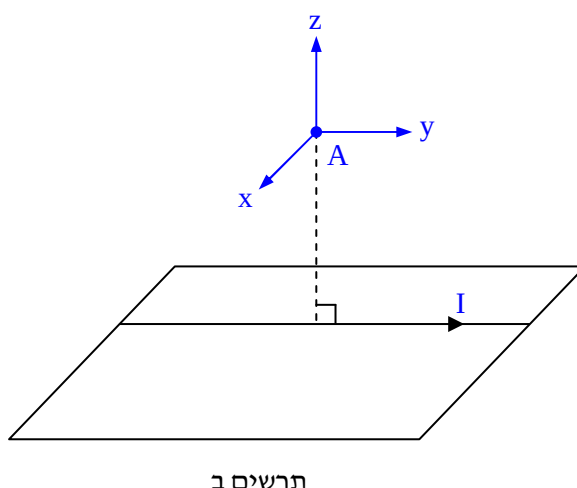
(2) כיוון $-x$

(3) כיוון y

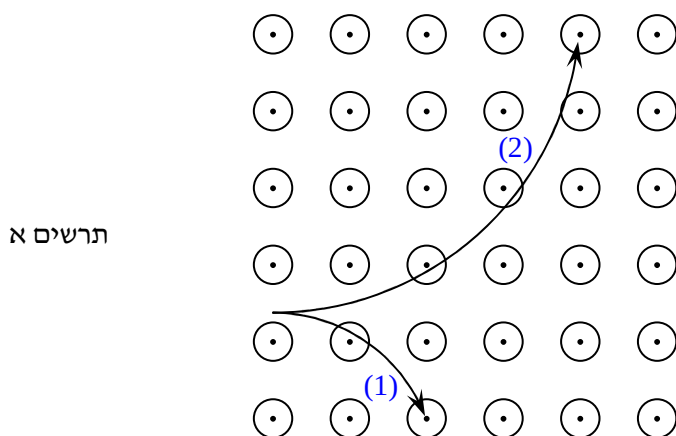
(4) כיוון $-y$

(5) כיוון z

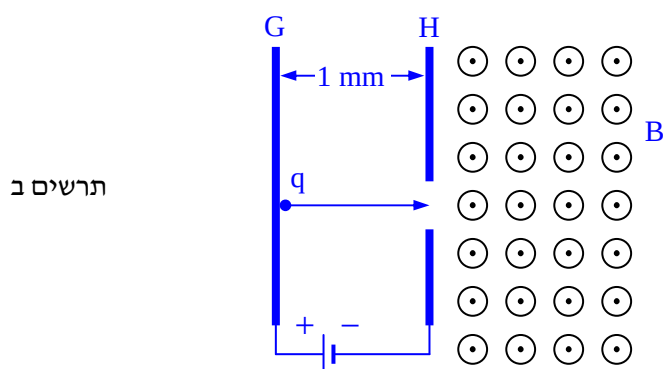
(6) כיוון $-z$



נתונים חלקיקים הטעונים במטען חשמלי. הנח כי כוח הכובד הפועל על החלקיקים זניח.
לכל אחד משני המצבים המתוארים בסעיפים א-ב, קבע אם הוא אפשרי או אינו אפשרי, ונמק כל אחד מקביעותיך.
א. החלקיקים נעים באזורי שבו שורר שדה מגנטי בלי שיפעל עליהם כוח מגנטי.
ב. החלקיקים נמצאים במנוחה באזור שבו שוררים גם שדה חשמלי וגם שדה מגנטי (כל אחד מן השדות קבוע), והכוח השקול הפועל עליהם שווה לאפס.
שני חלקיקים (1) ו-(2) נכנסים במאונך לשדה מגנטי אחיד. השדה המגנטי מאונך למישור הדף וכיוונו "אל הקורא".
בתרשים א מוצגים חלקים מהמסלולים של החלקיקים בשדה המגנטי.

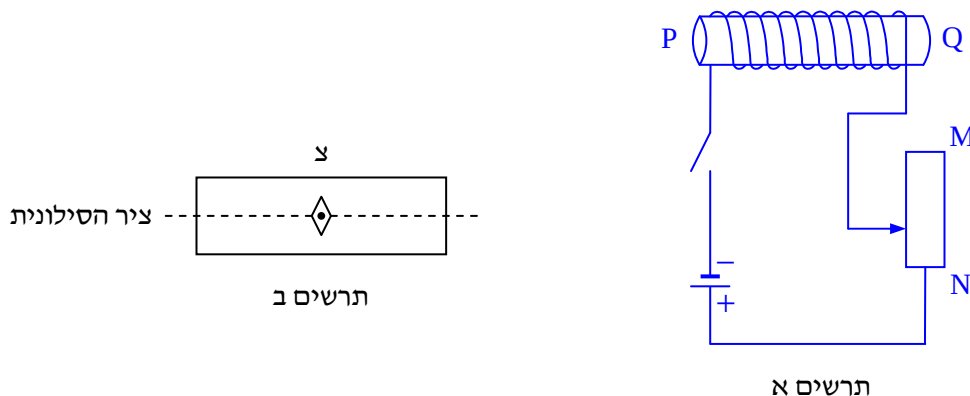


ג. קבע איזה סוג מטען יש לכל אחד מהחלקיקים (1) ו-(2) - חיובי או שלילי. נמק את קביעותיך.
ד. לשני החלקיקים יש מסה שווה, והמהירויות הזוויתיות שלהם בתוך השדה שוות. הראה שהמטענים של שני החלקיקים שווים בגודלם.
חלקיק, הטעון במטען חיובי $q = 3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, משוחרר ממנוחה קרוב מאוד ללוח מוליך G, המחובר להדק החיובי של מקור מתח. החלקיק עובר דרך נקב בלוח מוליך H, המחובר להדק השלילי של מקור המתח ונכנס לאזור שבו שורר שדה מגנטי אחיד, B. השדה המגנטי מאונך למישור הדף, וכיוונו "אל הקורא" (ראה תרשים ב). המרחק בין הלוחות G ו-H הוא $d = 1 \text{ mm}$, והפרש הפוטנציאלים בין הלוחות הוא $V = 1000 \text{ V}$.



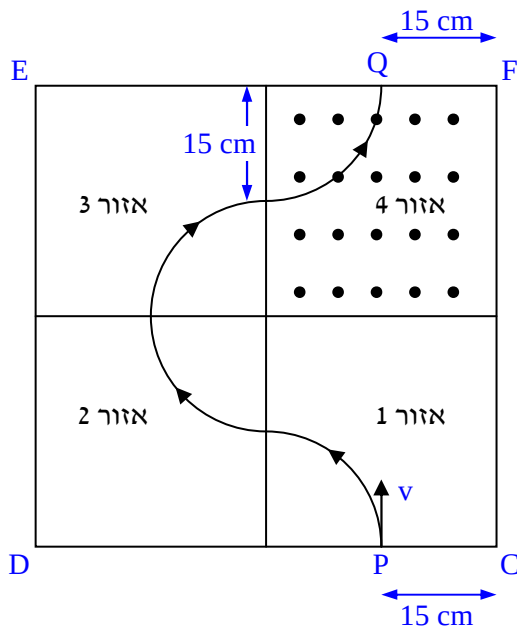
ה. סרטט גרף של האנרגיה הקינטית של החלקיק במהלך תנועתו כפונקציה של מרחקו האופקי מן הלוח G, עבור המרחקים שבין 0 ל-2 mm. (הנח שבמהלך תנועתו החלקיק מגיע למרחק אופקי מהלוח G שגדול מ-2 mm).
מצא את ערכי האנרגיה הקינטית של החלקיק במרחקים 1 mm ו-2 mm מהלוח G, ורשום אותם על הציר האנכי של הגרף שסרטטת.

על מנת לחקור את השדה המגנטי של סילוניית, משתמשים במעגל המתואר בתרשים א, ובו סילוניית PQ, מקור מתח ונגד משתנה. צפיפות הליפופים בסילוניית היא 2000 ליפופים למטר. ציר הסילוניית מאונך לרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי. במרכז הסילוניית נמצא מצפן קטן, חופשי להסתובב סביב צירו. בתרשים ב מתואר חתך רוחב של הסילוניית, ובו מסומנת מחט המצפן כאשר המעגל החשמלי פתוח. עוצמת הרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי היא $B_{\text{אופקי}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. בניסוי מזרימים דרך הסילוניית זרם שעוצמתו $I = 5 \text{ mA}$. מחט המצפן סוטה ממצבה ההתחלתי בזווית α .



- ב. חשב את גודל הזווית α .
- ג. האם זווית α תגדל, תקטן או לא תשתנה, כאשר הגררה של הנגד המשתנה תועבר לכיוון הקצה N? הסבר את תשובתך.
- ד. רוצים לאפס את הרכיב האופקי של השדה המגנטי במרכז הסילוניית.
- (1) מה צריך להיות הכיוון של ציר הסילוניית ביחס לרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי, על מנת לאפשר את איפוס הרכיב האופקי של השדה המגנטי במרכז הסילוניית? נמק את תשובתך.
- (2) מהו הגודל של עוצמת הזרם שמאפשר לאפס את הרכיב האופקי של השדה המגנטי במרכז הסילוניית, לאחר שהסילוניית סובבה על פי הדרישה בסעיף ד(1)?

2008 שאלה 4



ריבוע CDEF מחולק לארבעה אזורים 1-4 (ראה תרשים). כל אחד מארבעת האזורים הוא ריבוע שממדיו $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$. בכל אזור שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו $B = 1 \text{ T}$, וכיוונו ניצב לריבוע CDEF. באזור 4 השדה "יוצא מהדף".

חלקיק א טעון חודר לתחום הריבוע CDEF בנקודה P (ראה תרשים), שמרחקה מהנקודה C הוא 15 cm , במהירות שכיוונה ניצב לקו CD ולכיוון השדה המגנטי, וגודלה $v = 3.6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

מסת החלקיק $6.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (ראה תרשים).

- האם המטען החשמלי של חלקיק א הוא חיובי או שלילי? נמק.
- מה הם כיווני השדות המגנטיים באזורים 1, 2, 3? (כתוב x אם כיוון השדה "לתוך הדף", וכתוב • אם כיוון השדה "יוצא מהדף"). נמק.
- חשב את המטען של חלקיק א.

האם לאורך מסלול התנועה של חלקיק א מנקודה P לנקודה Q וקטור המהירות של החלקיק משתנה:

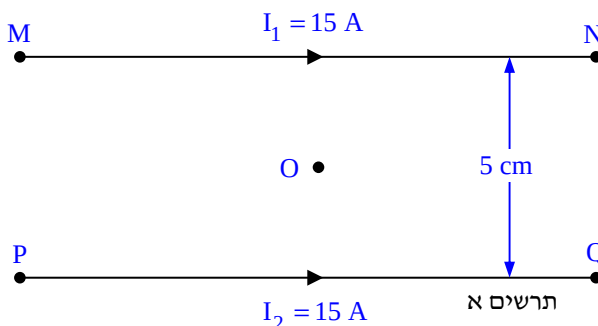
(1) בכיוונו? נמק.

(2) בגודלו? נמק.

חשב את משך הזמן שבו חלקיק א נע מנקודה P לנקודה Q.

- בנקודה Q (ראה תרשים) משגרים לתוך אזור 4 בזה אחר זה שני חלקיקים, ב ו- ג, באותו גודל מהירות $(v = 3.6 \cdot 10^6 \text{ m/s})$, במאונך ל- EF ולשדה המגנטי שבאזור 4. לשני החלקיקים ב ו- ג מסות זהות למסה של חלקיק א. לחלקיק ב יש מטען זהה למטען של חלקיק א, ולחלקיק 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).

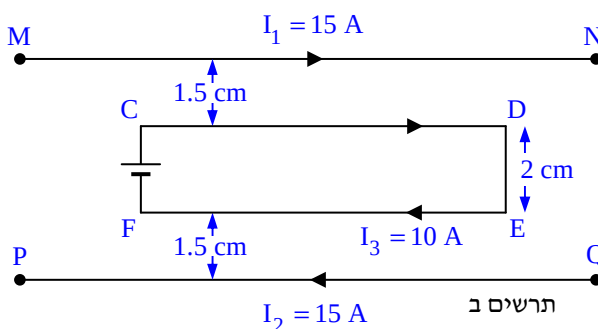
2008 שאלה 5



שני תילים ארוכים, MN ו- PQ, נמצאים במישור אחד. התילים מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם הוא 5 cm . דרך התילים MN ו- PQ עוברים זרמים I_1 ו- I_2 בהתאמה, הזהים בכיוונם, ועוצמתו של כל אחד מהם היא 15 A (ראה תרשים א).

א. מהו כיוון הכוח המגנטי שהתיל MN מפעיל על התיל PQ? הסבר.

- מהו השדה המגנטי השקול לשדות המגנטיים הנוצרים על ידי הזרמים בתילים MN ו- PQ בנקודה O, הנמצאת במישור של שני התילים במרחק של 2.5 cm מכל אחד מהם (ראה תרשים א)? נמק. הופכים את כיוון הזרם בתיל PQ. המרחק בין התילים נשאר 5 cm .

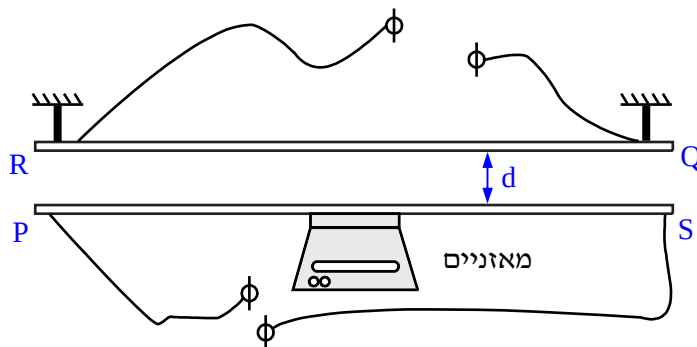


במישור התילים ובדיוק באמצע ביניהם מוסיפים מסגרת מלבנית מוליכה CDEF, שאורכי צלעותיהם הם $CD = 10 \text{ cm}$ ו- $DE = 2 \text{ cm}$. הצלע CD והתיל MN מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם הוא $l = 1.5 \text{ cm}$. במסגרת זורם זרם שעוצמתו $I_3 = 10 \text{ A}$, כמתואר בתרשים ב.

ג. הסבר מדוע במצב זה הכוח המגנטי השקול הפועל על המסגרת CDEF שווה לאפס.

ד. מסלקים את התיל PQ. מהו הכוח המגנטי השקול (גודל וכיוון) הפועל על המסגרת CDEF בהשפעת הזרם הזורם בתיל MN?

2009 שאלה 4



תלמידים עורכים ניסוי במערכת המוצגת בתרשים. המערכת מורכבת משני מוטות מוליכים PS ו-RQ, ממאזניים אלקטרוניים מכוילים בניוטונים ומתילים. המוטות נמצאים אחד מעל השני במישור אנכי. הם מקבילים זה לזה וארוכים. האורך L של כל מוט גדול בהרבה מהמרחק d שביניהם.

המוט RQ מוחזק במקומו, ודרכו זורם זרם קבוע (בגודל ובכיוון) שעוצמתו I. המוט PS שמשותו m מונח על המאזניים. מסת התילים זניחה.

מזרימים דרך המוט PS זרם I_1 . המאזניים מורים N_1 , כך ש- $N_1 < mg$.

א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על המוט PS

ב. כיוון הזרם העובר במוט PS הוא מ-P ל-S. מהו כיוון הזרם העובר במוט RQ מ-R ל-Q או מ-Q ל-R? נמק.

ג. פתח ביטוי למרחק d בין שני המוטות, באמצעות הפרמטרים I, I_1, m, L, N_1 . במידת הצורך השתמש בקבועים פיזיקליים.

ד. נתון שעוצמת הזרם I_1 גדולה פי 4 מעוצמת הזרם I. נקודה A נמצאת במישור המוטות, והשדה המגנטי השקול בנקודה זו שווה לאפס.

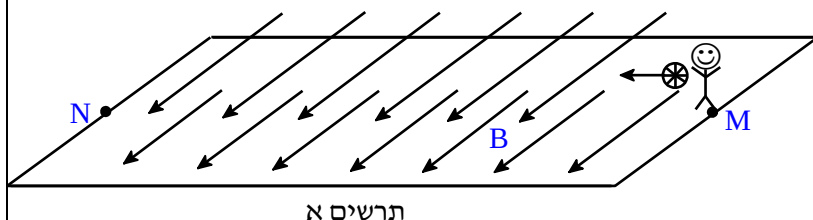
(1) האם הנקודה A נמצאת בין המוטות PS ו-RQ, מעל המוט RQ או מתחת למוט PS? נמק.

(2) בטא את המרחק בין נקודה A למוט RQ באמצעות d.

ה. מחליפים את המוט PS במגנט מוט (מגנט קבוע). האם המוט המוליך RQ, שדרכו זורם זרם, יכול להפעיל כוח על המגנט הקבוע? נמק.

2010 שאלה 4

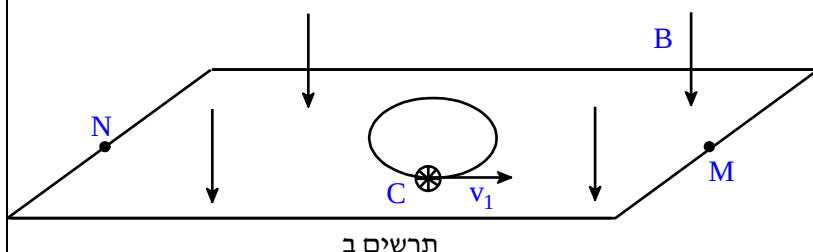
קבוצת שחקנים משחקת בכדור טעון במטען חשמלי במגרש מלבני המצוי בתוך שדה מגנטי. המטען של הכדור גדול במיוחד: $Q = 1.26 \text{ C}$, והמסה שלו היא $m = 280 \text{ gr}$. בחישובך בשאלה זו הזנח את השפעת השדה המגנטי הארצי.



א. במשחק ראשון המגרש נמצא בתוך שדה מגנטי אחיד מקביל לרצפה, אשר עוצמתו היא $B = 0.5 \text{ T}$. (ראה תרשים א). שחקן זורק את הכדור זריקה אופקית באוויר מנקודה M לכיוון הנקודה N בניצב לקווי השדה.

המהירות ההתחלתית של הכדור היא v_0 . הכדור נע בקו ישר במקביל לרצפה כל עוד הוא נמצא בתחום המגרש. חשב את המהירות v_0 .

ב. במשחק שני כיוון השדה המגנטי הוא אנכי כלפי מטה, כמתואר בתרשים ב. השדה המגנטי אחיד על פני כל המגרש ועוצמתו היא כמקודם, $B = 0.5 \text{ T}$. סעיפים ב-ד מתייחסים למצב זה.



ב. שחקן מניח את הכדור על הרצפה בנקודה C, ומעניק לו מהירות התחלתית v_1 במישור הרצפה בכיוון המתואר בתרשים ב. הכדור נע על הרצפה במסלול מעגלי, וחוזר לידי שחקן לאחר סיבוב אחד. חשב את הזמן שארכה תנועת הכדור במסלול. (יש להתעלם מגלגול הכדור ומכוחות חיכוך).

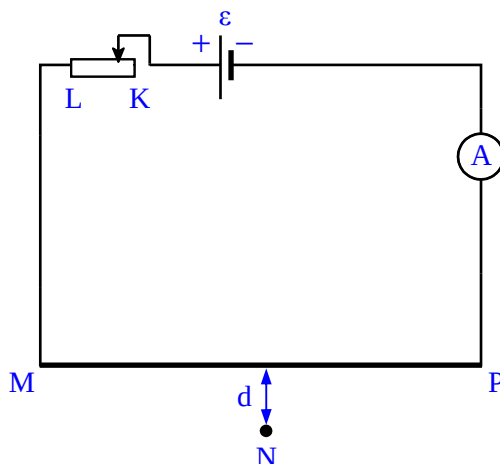
ג. האם השדה המגנטי מבצע עבודה על הכדור? הסבר.

ד. במהלך המשחק השני אחד השחקנים זורק את הכדור באוויר מהנקודה M לכיוון חברו הנמצא בנקודה N.

(1) האם לכוח המגנטי הפועל על הכדור יש רכיב בכיוון המקביל לכוח הכובד? הסבר.

(2) האם משך הזמן שהכדור נמצא באוויר ארוך ממשך הזמן שהכדור היה נמצא באוויר אילו לא היה שדה מגנטי (כלומר כאשר פועל רק כוח הכובד), קצר ממנו, או שווה לו? הסבר.

בניסוי מעבדה חוקרים את השדה המגנטי של תיל נושא זרם. לצורך זה תלמיד בונה את המעגל המתואר בתרשים.



המעגל מורכב מהרכיבים האלה :

— ספק שהכא"מ שלו $\varepsilon = 24 \text{ V}$ והתנגדותו הפנימית זניחה.

— נגד משתנה, LK,

— תיל מוליך ישר וארוך, MP,

— אמפרמטר אידיאלי

תילים שהתנגדותם זניחה מחברים בין רכיבי המעגל. ההתנגדות המרבית של הנגד המשתנה היא 20Ω ואורכו 8 cm . התנגדותו של התיל MP אינה ידועה.

בנקודה N שנמצאת במרחק d מהתיל MP מציבים חיישן לשדה מגנטי.

א. כאשר המגע הנייד (זחלק) נמצא במרחק 2 cm מהקצה K של הנגד המשתנה, זרם במעגל של 1 A . חשב את המתח על התיל המוליך MP במצב המתואר.

ב. חשב את עוצמת הזרם המרבית (מקסימלית) ואת עוצמת הזרם המזערית (מינימלית) שיכולות להתקבל במעגל הנתון.

במהלך הניסוי התלמיד מזיז את המגע הנייד ומודד בכל פעם את עוצמת הזרם במעגל, ואת עוצמת השדה המגנטי בנקודה N. הנה שהחיישן מודד את עוצמת השדה המגנטי הנוצר על ידי התיל MP בלבד. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

המדידה	1	2	3	4	5
$I(\text{A})$	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6
$B(\mu\text{T})$	4.3	5.6	7.4	8.8	10.3

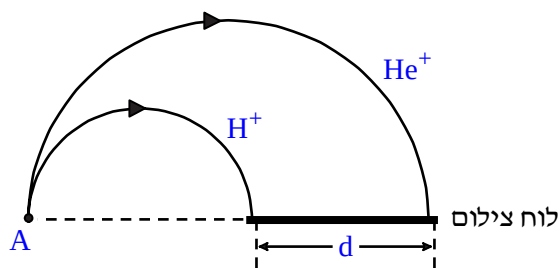
ג. (1) סרטט גרף של עוצמת השדה המגנטי, B, בנקודה N, כפונקציה של עוצמת הזרם, I, בתיל.

(2) חשב את שיפוע הגרף, ורשום את יחידות השיפוע.

(3) חשב את המרחק d בין התיל לבין החיישן בנקודה N (ראה תרשים).

ד. התלמיד מבצע ניסוי נוסף, שבו הוא משתמש במקום בתיל MP בתיל בעל שטח חתך גדול יותר (כל המאפיינים האחרים של המעגל לא משתנים). קבע אם שיפוע הגרף יהיה גדול יותר מהשיפוע שחישבת בתת-סעיף ג(2), קטן ממנו או שווה לו. נמק.

2011 שאלה 4



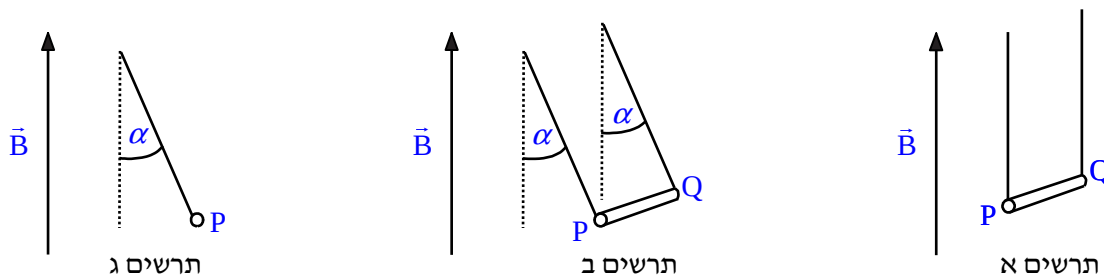
יון מימן, H^+ (חלקיק טעון שמסתו m_H ומטענו q_H), ויון הליום, He^+ (חלקיק טעון שמסתו $m_{He} = 4m_H$ ומטענו $q_{He} = q_H$), מואצים ממנוחה בשדה חשמלי על ידי מתח V . לאחר ההאצה היונים נכנסים בנקודה A לשדה מגנטי אחיד, $\vec{B}$. היונים נכנסים לשדה המגנטי במאונך לקווי השדה, ונעים במסלולים מעגליים עד שהם פוגעים בלוח צילום. השדה המגנטי ניצב למישור הדף (ראה תרשים).

- מהו כיוון השדה המגנטי - יוצא מן הדף או נכנס אל הדף? נמק.
- האם הגודל של מהירות היונים משתנה בתנועתם בשדה המגנטי? נמק בטא את תשובותיך לסעיפים ג ו ד באמצעות הפרמטרים B , V , q_H , m_H או חלק מהם.

- בטא את זמן התנועה של יון המימן H^+ בשדה המגנטי.
- פי כמה גדול זמן התנועה של יון הליום He^+ מזמן התנועה של יון המימן בשדה המגנטי? נמק.
- בטא את המרחק d בין נקודות הפגיעה של היונים בלוח הצילום.

2011 שאלה 5

במעבדה שורר שדה מגנטי אחיד, $\vec{B}$, מאונך לקרקע וכיוונו כלפי מעלה. תלמיד רוצה למדוד את גודל השדה. לשם כך הוא משתמש במוט מוליך גלילי PQ. התלמיד קושר את קצות המוט לשני חוטים זהים. החוטים קשורים בקצותיהם האחרים לשתי נקודות הנמצאות באותו גובה, כמתואר בתרשים א כך שהמוט PQ תמיד מקביל לקרקע.

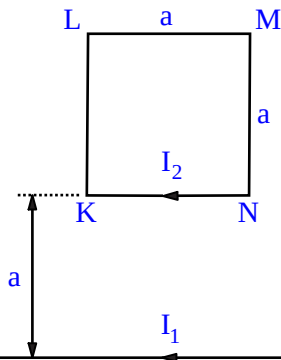


- הנח כי השדה המגנטי של כדור הארץ זניח ביחס לשדה $\vec{B}$, וכי מסות החוטים זניחות ביחס למסת המוט PQ. כאשר התלמיד מעביר זרם חשמלי במוט PQ, המוט סוטה ממקומו. המוט מתייצב כך שנוצרת זווית α בין כל אחד משני החוטים ובין הכיוון האנכי, כמתואר בתרשים ב.
- בתרשים ג המוט מסורטט כך שרואים את הקצה P שלו. העתק את תרשים ג למחברתך, וסרטט בו את כל הכוחות הפועלים על המוט PQ.
 - מהו כיוון הזרם במוט - מ-P ל-Q או מ-Q ל-P? נמק.
- התלמיד משנה כמה פעמים את עוצמת הזרם במוט, ומודד בכל פעם את עוצמת הזרם, I , ואת זווית הסטייה, α . תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

$I(A)$	3.5	3	2.5	2	1.5	1
$\alpha(^{\circ})$	19.3	16.7	13.5	10.0	8.5	5.7

- בלי להסתמך על תוצאות המדידות, פתח ביטוי מתמטי המקשר בין זווית הסטייה, α , לבין עוצמת הזרם, I .
- התבסס על הביטוי שפיתחת בסעיף ב וציין מה הם שני המשתנים שיש ביניהם יחס ישר. נמק.
- ערוך במחברתך טבלה ובה ערכים של שני המשתנים שצינת בתת-סעיף ג (1).
- סרטט גרף המתאר את הקשר בין שני המשתנים שצינת בתת-סעיף ג (1).
- נתון כי אורך המוט PQ הוא $\ell = 0.2m$ ומסתו היא $m = 10gr$. חשב בעזרת הגרף שסרטטת את גודל השדה המגנטי B .

2012 שאלה 4



על שולחן אופקי מונחים כריכה ריבועית KLMN שאורך צלעה $a = 0.1\text{m}$, ותיל שאורכו גדול מאוד ביחס לצלע a . התיל הארוך מקביל לצלע KN, ונמצא במרחק $y = a$ ממנה (ראה תרשים). בתיל הארוך עובר זרם שעוצמתו $I_1 = 8\text{A}$, ודרך הכריכה הריבועית עובר זרם שעוצמתו $I_2 = 5\text{A}$. כיווני הזרמים מוצגים בתרשים.

א. מצא את הכוח (גודל וכיוון) שהתיל הארוך מפעיל על הצלע KN של הכריכה.

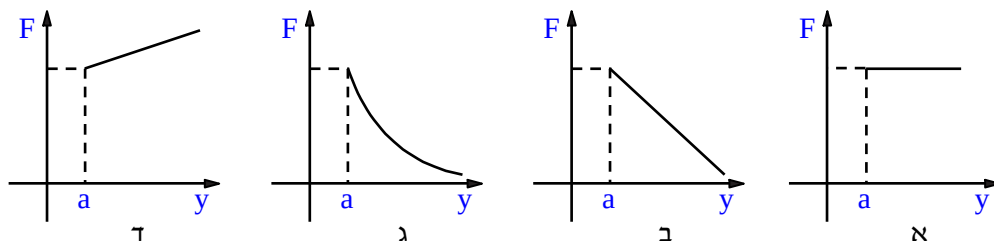
ב. מצא את הכוח (גודל וכיוון) שהתיל הארוך מפעיל על הכריכה הריבועית כולה.

ג. מצא את הכוח (גודל וכיוון) שהכריכה מפעילה על התיל. הסבר את תשובתך.

ד. קבע בלי לחשב, אם גודל הכוח שמפעיל התיל הארוך על הצלע האנכית KL גדול מגודל הכוח שמפעיל התיל הארוך על הצלע KN, קטן ממנו או שווה לו. הסבר את תשובתך.

מגדילים בהדרגה את המרחק y של הכריכה מן התיל הארוך (כך שהצלע KN נשארת מקבילה לתיל).

ה. איזה מבין הגרפים א-ד שלהלן מתאר נכון את גודל הכוח שהתיל הארוך מפעיל על הכריכה כפונקציה של המרחק y (התעלם מזרמים במערכת הנוצרים מהשראה אלקטרו-מגנטית)? הסבר את תשובתך.



2013 שאלה 4

תלמיד התבקש למדוד את B_E , הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. לצורך המדידה הוא מתח תיל ישר וארוך על פני שולחן אופקי בכיוון צפון-דרום (של השדה המגנטי הארצי). אל התיל הוא חיבר בטור מקור מתח, נגד משתנה ואמפרמטר.

התלמיד הציב מצפן בגובה h מעל התיל, כך שמישור המצפן מקביל לפני השולחן. התלמיד שינה את הגובה h כמה פעמים. בכל פעם הוא כיוון את הזרם בעזרת הנגד המשתנה, ובדק באיזו עוצמת זרם מחט המצפן סוטה בזווית של 45° מהכיוון שאליו היא הצביעה כאשר לא עבר זרם בתיל. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

h(cm)	1.0	1.5	2.0	2.5	3
I(A)	1.5	2.0	2.9	3.6	4.5

א. על פי הנתונים המוצגים בטבלה, סרטט גרף של הזרם, I , כפונקציה של גובה המצפן, h .

ב. הראה כי שיפוע הגרף הוא $\frac{2\pi B_E}{\mu_0}$.

ג. חשב את B_E בעזרת שיפוע הגרף.

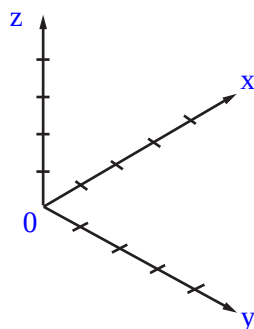
ד. התלמיד כתב בטבלה שהזרם המתאים לגובה 1.5 ס"מ הוא 2.0A , ולא 2A . הסבר מדוע.

ה. במצב שבו לא זורם זרם בתיל, קבע — בלי לנמק — אם הקוטב הצפוני של מחט המצפן

(1) פונה אל הקוטב המגנטי הארצי הצפוני או הדרומי.

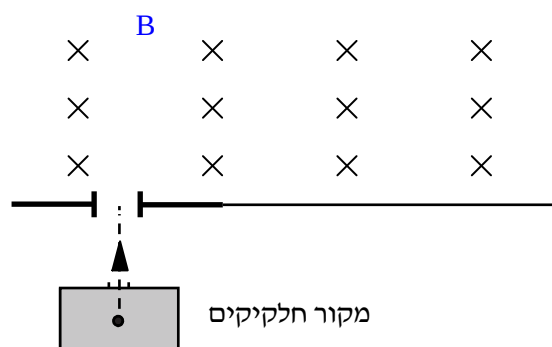
(2) פונה בקירוב אל הקוטב הגאוגרפי הצפוני או הדרומי.

בסדרת ניסויים חקרו את התנגדותם של חלקיקים טעונים באזור שבו הופעלו שדה מגנטי ושדה חשמלי. מטענו של כל חלקיק הוא $+q$ ומסתו היא m . (הזנח את השפעתו של כוח הכבידה).
 בשלב הראשון, הפעילו באזור רק שדה מגנטי B , בכיוון החיובי של ציר ה- x . את החלקיקים הטעונים הכניסו אל תוך השדה המגנטי במהירות שגודלה v . נמצא שהחלקיקים המשיכו לנוע בקו ישר.
 א. החלקיקים נעו במקביל לאחד הצירים x , y , z המוצגים במערכת הצירים שבתרשים א. קבע במקביל לאיזה ציר נעו החלקיקים. נמק את קביעתך.



תרשים א

בשלב השני נוסף על השדה המגנטי B הפעילו גם שדה חשמלי E , בכיוון החיובי של ציר ה- y .
 ב. שחררו את החלקיקים ממנוחה באזור הניסוי. קבע אם החלקיקים נשארו במנוחה, נעו בקו ישר או נעו בקו עקום. נמק.
 בניסוי נוסף, באזור שבו פעלו שני השדות, החלקיקים נעו במקביל לציר ה- z , ולאחר מכן הם עברו לאזור אחר שבו פעל רק השדה המגנטי (ראה תרשים ב).

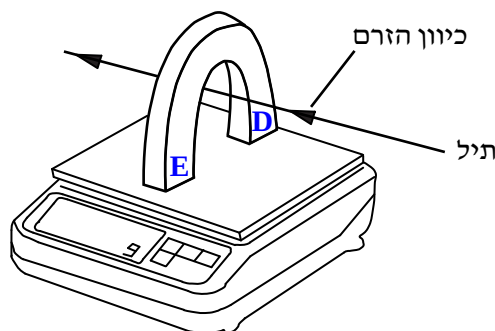


תרשים ב

ג. החלקיקים ינועו בקו ישר באזור שבו פועלים שני השדות רק כאשר מתקיים קשר מסויים בין העוצמות של שני השדות לבין גודל מהירות החלקיקים. התבסס על עקרונות פיזיקליים ומצא קשר זה. פרט את שיקוליך.
 ד. תאר במילים את מסלול החלקיקים באזור שבו פעל רק השדה המגנטי.
 ה. השתמש בפרמטרים: B , E , q , m , ופתח נוסחה המראה כי המערכת המתוארת בתרשים ב יכולה לשמש להפרדת איזוטופים של יסוד כלשהו.

התרשים שלפניך מתאר ניסוי שערך תלמיד. התלמיד הציב מאזניים דיגיטליים על שולחן והפעיל אותם. הוריית המאזניים הייתה 0. אחר כך הוא הציב מגנט פרסה על המשטח העליון של המאזניים. קוטבי המגנט מסומנים בתרשים באותיות D ו-E. לבסוף העביר התלמיד תיל מוליך בין קוטבי המגנט כמתואר בתרשים: התיל אינו מונח על משטח המאזניים ולא על המגנט, וכיוונו מאונך לכיוון קווי השדה המגנטי שמקורם במגנט. התיל מחובר בטור למקור מתח ולמד-זרם (שאינם נראים בתרשים).

הנח כי השדה המגנטי באזור המאזניים קבוע, וכי האורך של קטע התיל הנמצא בשדה המגנטי הוא $\ell = 0.1\text{m}$. בתשובתיך הזנח את השפעות השדה המגנטי של כדור הארץ על מערכת הניסוי.

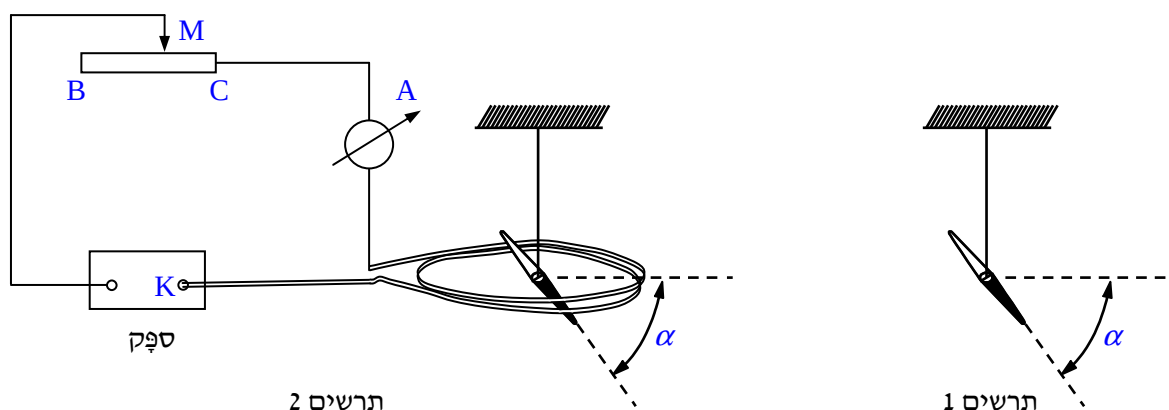


התלמיד העביר בתיל זרמים בכמה עוצמות. בכל העברת זרם הוא מדד את עוצמת הזרם בתיל ואת הוריית המאזניים. תוצאות המדידות מוצגות בשורות 1, 2 בטבלה שלפניך. בסוף הניסוי החסיר התלמיד מכל אחד מערכי הוריית המאזניים שמדד (שורה 2 בטבלה) את ערך הוריית המאזניים שהתקבל בעוצמת זרם אפס. תוצאות החישובים האלה הם ערכי הכוח F (שורה 3 בטבלה).

1	עוצמת הזרם בתיל $I(A)$	0	4	8	1	16	20
2	הוריית המאזניים (N)	1.500	1.509	1.524	1.530	1.548	1.555
3	הכוח $F(N)$	0	0.009	0.024	0.030	0.048	0.055

- היעזר בנתונים שבטבלה וחשב את מסת המגנט.
- כאשר עוצמת הזרם הייתה $4A$ כיוון הזרם היה כמתואר בתרשים. האם במהלך הניסוי שינה התלמיד את כיוון הזרם? נמק.
- האם הקוטב של המגנט המסומן ב-D הוא הקוטב הצפוני (N) של המגנט או הקוטב הדרומי (S) שלו? נמק.
- (1) סרטט במחברתך דיאגרמת פיזור של הכוח F (שורה 3 בטבלה), כפונקציה של עוצמת הזרם בתיל I (שורה 1 בטבלה).
(2) הוסף לדיאגרמת הפיזור קו מגמה קווי (לינאר).
- חשב את עוצמת השדה המגנטי באזור המאזניים.

תלמיד ערך ניסוי למדידת הגודל של השדה המגנטי של כדור הארץ, B_E , בסביבת מגוריו. כדי למצוא את כיוון השדה, הוא תלה מחט מגנטית על חוט דק הקשור למרכז המחט. התלייה מאפשרת למחט לנוע בחופשיות. α היא זווית ההרכנה, שהיא הזווית בין כיוון המחט ובין המישור האופקי (ראה תרשים 1). התלמיד מדד את זווית α ומצא $\alpha = 53^\circ$. תוצאה זו התקבלה בהשפעת השדה המגנטי של כדור הארץ בלבד. כדי למדוד את הגודל של השדה המגנטי, B_E , הרכיב התלמיד מעגל חשמלי ובו: ספק, נגד משתנה, מד זרם וסליל מעגלי דק הממוקם במישור האופקי. התלמיד תלה את המחט המגנטית מעל מרכז הסליל (ראה תרשים 2). נתון: הסליל הדק עשוי 4 כריכות ($N = 4$). רדיוס כל כריכה $r = 20 \text{ cm}$. התלמיד הזיז את הגרר M של הנגד המשתנה, וראה שהזווית α קטנה בהדרגה, עד שבנקודה מסוימת המחט המגנטית התייצבה במצב אופקי ($\alpha = 0^\circ$).



- על פי הכיוון של השדות המגנטיים, קבע אם ההדק k של הספק הוא חיובי או שלילי. נמק את קביעתך.
- האם במהלך הניסוי הזיז התלמיד את הגרר M של הנגד המשתנה מנקודה C לנקודה B או מנקודה B לנקודה C ? נמק את תשובתך.
- כאשר המחט התייצבה במצב אופקי, מד הזרם הורה 3.2 A . חשב את גודלו של הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ, $B_{E\perp}$.
- התלמיד לא היה מרוצה מדיוק המדידה בניסוי שערך, ולכן החליט למצוא את הרכיב האנכי של השדה המגנטי $B_{E\perp}$ באמצעות גרף. לשם כך הוא חזר על המדידות כמה פעמים, ובכל פעם שינה את מספר הכריכות. בכל מדידה הוא רשם את מספר הכריכות N ואת הזרם I שהתקבל כאשר המחט התלוייה התייצבה במצב אופקי ($\alpha = 0^\circ$). התלמיד חישב את הערכים של $\frac{1}{I}$ ורשם גם אותם. התוצאות מוצגות בטבלה שלפניך.

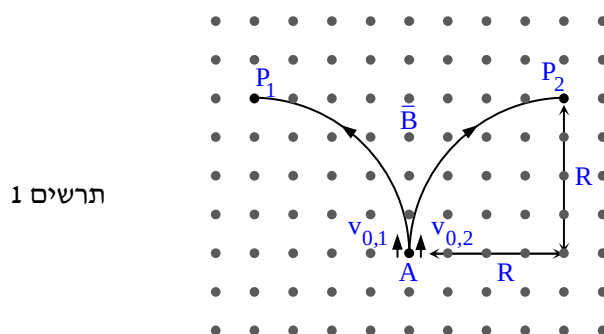
כריכות N	4	6	8	10	12
$I(\text{A})$	3.2	2.1	1.5	1.3	1
$\frac{1}{I}(\text{A})$	0.3	0.5	0.7	0.8	1

- סרטט במחברתך גרף של $\frac{1}{I}$ כפונקציה של מספר הכריכות N .
- חשב באמצעות שיפוע הגרף את גודל הרכיב האנכי של השדה המגנטי של כדור הארץ $B_{E\perp}$.

הנקודה A נמצאת בתוך שדה מגנטי אחיד שעוצמתו $B = 6.8 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ וכיוונו מסומן בתרשים. מחלקיק שנמצא בנקודה A נוצרו ברגע t_0 שני חלקיקים, 1 ו-2, בתהליך הנקרא יצירת זוגות. (תהליך של יצירת זוגות מוסבר בקצרה בסוף השאלה. הבנה שלו אינה חיונית לפתרון שאלה זו.) מיד לאחר היווצרותם, שני החלקיקים נעו באותו כיוון (ראה $v_{0,1}$ ו- $v_{0,2}$ בתרשים).

נתון: מסתו של כל אחד מן החלקיקים היא $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. הנח כי במרחב שהחלקיקים נעים בו שורר ריק.

מרגע $t_0 = 0$ עד רגע $t_1 = 1.3 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ נע כל אחד משני החלקיקים לאורך רבע מעגל. ברגע t_1 הגיע חלקיק 1 לנקודה P_1 וחלקיק 2 הגיע לנקודה P_2 (ראה תרשים).



תרשים 1

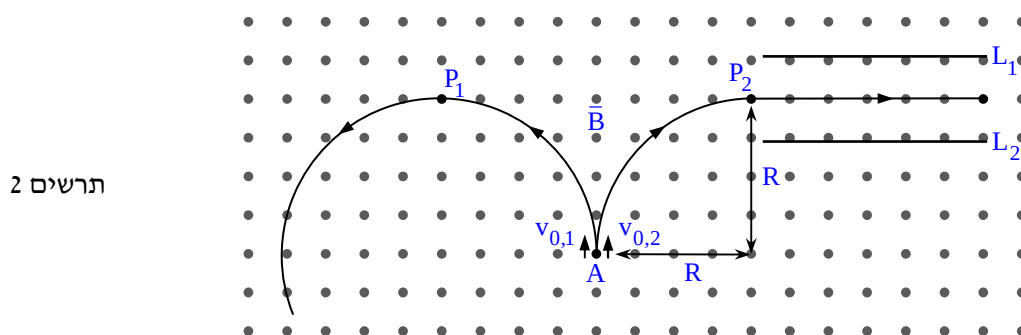
א. הסבר מדוע מסלולי החלקיקים עד רגע t_1 הם מעגליים.

הרדיוס של כל אחד משני המסלולים המעגליים הוא $R = 5 \text{ cm}$.

ב. חשב את גודל המהירות של כל אחד מן החלקיקים.

ג. חשב את גודל המטען החשמלי של כל אחד מן החלקיקים.

בהגיעו לנקודה P_2 נכנס חלקיק 2 אל בין הלוחות L_1 ו- L_2 היוצרים שדה חשמלי אחיד. הלוחות מקבילים זה לזה ומאוזנים למישור הדף. החלקיק המשיך לנוע בין הלוחות לאורך קו ישר (ראה תרשים 2). חלקיק 1 המשיך לנוע במסלול מעגלי.



תרשים 2

ד. (1) מהי עוצמתו של השדה החשמלי האחיד בין הלוחות?

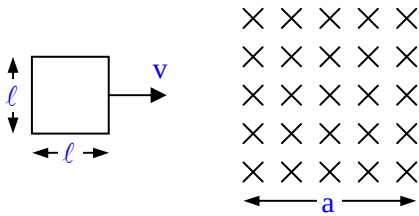
(2) מהו כיוונו של השדה החשמלי האחיד בין הלוחות – מלוח L_1 לעבר לוח L_2 או מ- L_2 לעבר L_1 ? נמק.

ה. מה תהיה צורת המסלול של חלקיק 2 אם השדה המגנטי ייעלם (כאשר החלקיק נמצא עדיין בין הלוחות)? הסבר את תשובתך.

הערה: "יצירת זוגות" היא תהליך פיזיקלי שבו נכחד חלקיק, ובאותו הרגע נוצרים במקומו שני חלקיקים. למשל פוטון נכחד ובמקומו נוצרים חלקיקים אלקטרון ופוזיטרון. החלקיק פוזיטרון דומה לאלקטרון, אך מטענו החשמלי של הפוזיטרון הוא חיובי, ולכן הוא מכונה גם "אנטי-אלקטרון".

השראה אלקטרומגנטית

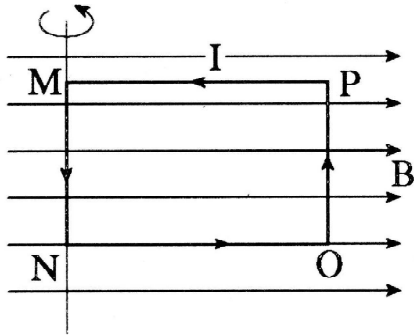
1980 שאלה 6



בתרשים מתואר שדה מגנטי אחיד הניצב למישור הציור. עוצמתו B והוא פועל בתחום שרוחבו a . תיל מוליך שצורתו ריבוע סגור שצלעו l והתנגדותו (של כל הריבוע) R , נמצא במישור התרשים ונע ימינה במהירות v , כך שהוא חותך בניצב את קווי השדה המגנטי עד שבסופו של דבר הוא עוזב את תחום השדה.
נתון כי $a > l$.

- רשום ביטוי עבור עוצמת הזרם בתיל ומגמתו. הבחן בין השלבים השונים.
- באיזה מהשלבים שתיארת פועל כוח על המוליך? מה גודלו וכיוונו?

1981 שאלה 3



נתון תיל מלבני MNOP, בו זרם חשמלי שעוצמתו $I=1$ אמפר וכיוונו מנוגד לכיוון מחוגי השעון. אורך הצלע MP 10 ס"מ ואורך הצלע MN 4 ס"מ.
המלבן נמצא בשדה מגנטי אחיד שעוצמתו $B=0.5$ טסלה. קווי השדה מקבילים לצלע MP (ראה תרשים).
א. חשב את הכוחות האלקטרומגנטיים הפועלים על צלעות המלבן וציין את כיווניהם.

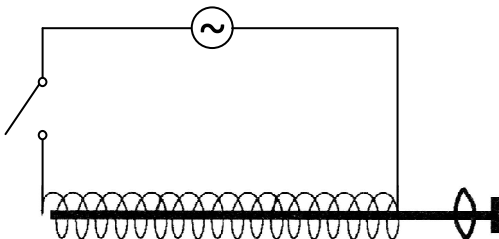
- מפסיקים את הזרם, וברגע $t=0$ מתחילים לסובב את המלבן סביב הצלע MN בתדירות של 60 סיבובים בשנייה (ראה תרשים). רשום ביטוי עבור הכא"מ המושרה בתיל כפונקציה של הזמן. מהו הכא"מ המקסימלי?

1981 שאלה 4 (שאלון השלמה)

מחט מגנטית של מצפן, המוחזקת בקופסת זכוכית, מוסטת מכיוון צפון-דרום. המחט מתנדנדת סביב מצב שיווי-המשקל. משרעת התנודות הולכת וקטנה, עד שהמחט נעצרת. כאשר מכניסים אותה מחט לקופסת נחושת וחוזרים על הניסוי, מוצאים כי המחט נעצרת מהר יותר. הסבר מדוע.

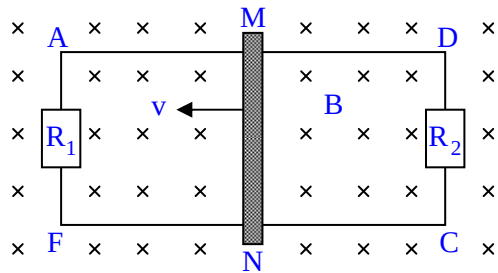
1982 שאלה 2 (שאלון השלמה)

טבעת נחושת נמצאת על מוט ברזל, במרחק לא גדול מסליל הכרוך סביב אותו המוט (ראה תרשים). כאשר סוגרים את המעגל החשמלי עובר בסליל זרם חילופין. כתוצאה מכך הטבעת:



- תימשך ותידחה לסירוגין על ידי הסליל
- תימשך אל הסליל (שמאלה)
- תידחה מהסליל (ימינה)
- לא תימשך ולא תידחה

1983 שאלה 2

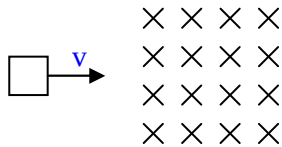


הצלעות AF ו-CD של כריכה מלבנית מוליכה הן בעלות התנגדויות R_1 ו- R_2 בהתאמה, והצלעות AD ו-FC הן מוליכים חסרי-התנגדות. הכריכה נמצאת בשדה מגנטי אחיד B, הנכנס במאונך לתוך מישור הכריכה. מוט מוליך MN, בצל אורך l וחסר-התנגדות, יכול לנוע ללא חיכוך על פני המוליכים AD ו-FC. המוט MN נע במהירות קבועה v שמאלה. (ראה תרשים).

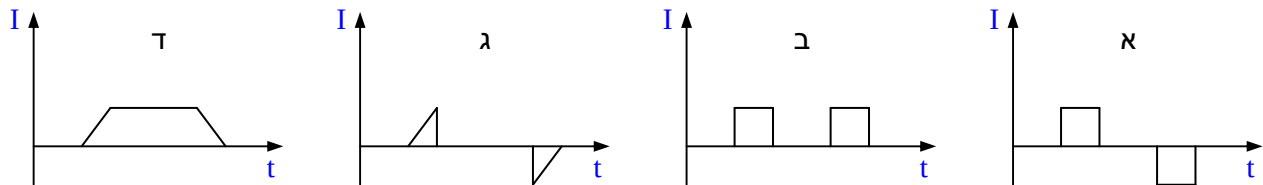
נתון כי: $R_1 = 3$ אום, $R_2 = 6$ אום, $l = 10$ ס"מ, $B = 10^{-3}$ טסלה, $v = 10$ מטר/שנייה.

- מהו הכא"מ המושרה המתפתח בין הנקודות M ו-N?
- מהי עוצמת הזרם דרך כל אחד משני הנגדים? ציין בכל מקרה את כיוון הזרם.
- כאשר המוט MN נמצא בתנועה הנ"ל, מהי כמות החום המשתחררת בכל שניה בנגדים R_1 ו- R_2 ?
- האם יש להפעיל כוח כלשהו על המוט MN, כדי שינוע במהירות קבועה v ? אם כן - מה גודלו של כוח זה? אם לא - נמק.
- האם פועלים כוחות אלקטרומגנטיים על קטעי המוליך MD ו-MA, כאשר המוט MN נע שמאלה? אם כן, מהם הכיוונים של כוחות אלה? אם לא, נמק!

1983 שאלה 9 (שאלון השלמה)



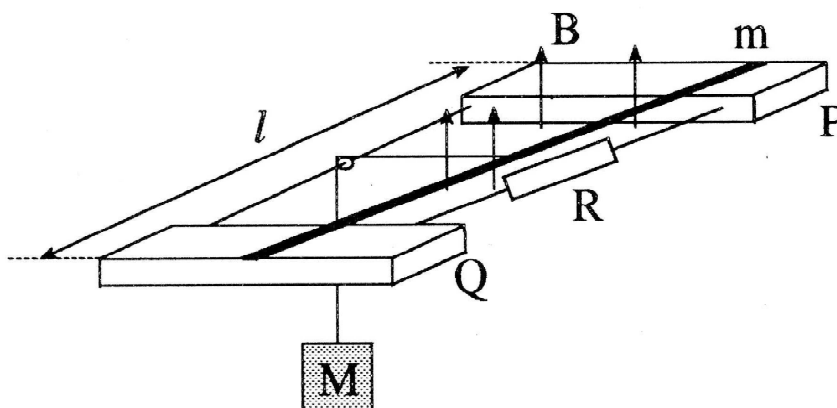
בתרשים הבא מתוארת מסגרת ריבועית, העשויה חומר מוליך והנעה במהירות קבועה v דרך אזור בו שורר שדה מגנטי אחידהניצב למישור המסגרת. איזה מבין הנרפים הבאים מתאר בצורה נכונה את עוצמת הזרם I במסגרת כפונקציה של הזמן t ?



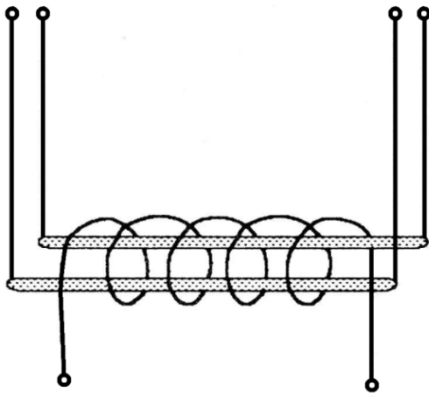
1984 שאלה 3

מוט מוליך שאורכו l ומסתו m מונח על מסילה העשויה אף היא מחומר מוליך. בין שני חלקי המסילה מחובר נגד שהתנגדותו R . התנגדות המוט והמסילה ניתנים להזנחה. המוט קשור באמצעות חוט אל גוף שמסתו M . החוט מחליק ללא חיכוך על גלגלת קטנה האחוזת בציר מבודד, כמתואר בתרשים. כל המיתקן מצוי באזור בו שורר שדה מגנטי אחיד שעוצמתו B וכיוונו מצוין בתרשים. הנח כי המערכת משוחררת ממנוחה והמוט נע על פני המסילה ללא חיכוך. כמו כן הזנח את השדה המגנטי הנוצר על-ידי הזרם בנגד R .

- מהו כיוון הזרם המושרה בנגד R (מ-P ל-Q או מ-Q ל-P)? נמק!
- תאר במלים את תנועת המוט (מבחינת המהירות והתאוצה). הנח שהמסילה והחוט ארוכים מאוד.
- חשב את המהירות המרבית אליה יגיע המוט בהסתמך על:
 - ניתוח הכוחות הפועלים עליו.
 - שיקולים של שימור אנרגיה.



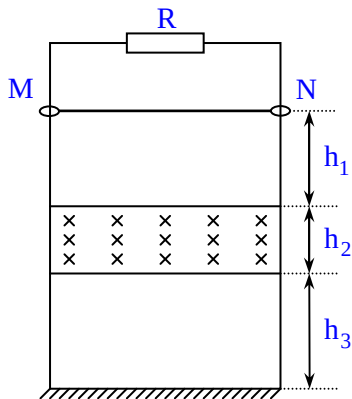
1985 שאלה 9 (שאלון השלמה)



שני מוטות מברזל רך תלויים במצב אופקי על חוטי ניילון דקים, היורדים מהתקרה. המוטות מקבילים זה לזה, המרחק ביניהם 2 מ"מ, והם נמצאים בתוך סליל ארוך (ראה תרשים). כאשר מזרימים זרם ישר דרך הסליל:

- המוטות דוחים זה את זה.
- המוטות נמשכים זה לזה.
- המוטות נשארים במצבם המקורי כמו לפני הזרמת הזרם.
- אי-אפשר לדעת מה יקרה, כיוון שלא נתון כיוון הזרם.

1985 שאלה 3



נגד R מחובר בקצותיו לשתי מסילות אנכיות חסרות התנגדות (ראה תרשים), מוט מוליך אופקי MN חסר התנגדות, שאורכו ℓ ומסתו m מתחיל להחליק, ללא חיכוך, ממצב מנוחה על גבי המסילות. לאחר שהמוט עובר מרחק של h_1 , הוא נכנס לשדה מגנטי אחיד B שגובהו h_2 . השדה המגנטי מאונך למישור תנועתו של המוט המוליך (קוי השדה נכנסים לתוך הדף, כמתואר בתרשים) בצאתו מאזור השדה המגנטי, עובר המוט המוליך מרחק נוסף של h_3 עד שהוא פוגע ברצפה.

נתון: $h_1 = 40 \text{ cm}$, $R = 0.5 \Omega$, $m = 70 \text{ gr}$, $\ell = 20 \text{ cm}$.

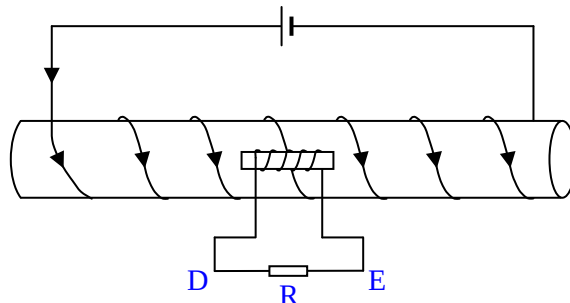
- חשב את B , בהנחה שתנועת המוט המוליך בשדה המגנטי קצובה.
- חשב את h_2 ו- h_3 , אם ידוע שהזמן הכולל של תנועת המוט המוליך (מתחילת תנועתו עד הפגיעה ברצפה) הוא 0.5 שניות, ומהירותו ברגע הפגיעה היא 4.2 מטרים לשנייה.
- חשב את כמות החום (בג'ול) המתפתחת בנגד R , בזמן תנועתו של המוט המוליך.

1986 שאלה 10

סילונית ארוכה, שבה 6000 ליפופים לכל מטר, מחוברת למקור מתח המזרים בה זרם I . עוצמתו של זרם זה משתנה עם הזמן- t לפי הפונקציה $I = \frac{3}{t+1}$. (t נמדד בשניות, I נמדד באמפרים). במרכז הסילונית מצוי סליל

דק, שרדיוסו 2 ס"מ ובו 25 ליפופים. ציר הסליל מתלכד עם ציר הסילונית. הסליל מחובר לנגד R , שהתנגדותו 5Ω (התנגדות הסליל ניתנת להזנחה).

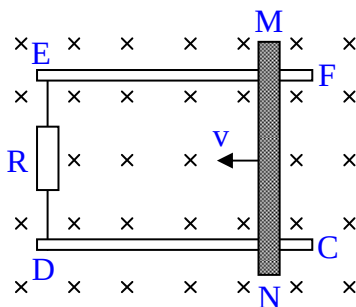
- מהי עוצמת הזרם המושרה בנגד ברגע $t = 2 \text{ s}$?
- מהו כיוונו של הזרם בנגד R (מ- D ל- E או מ- E ל- D)? נמק.



1987 שאלה 14 (שאלון השלמה)

הסבר מדוע לא ניתן להיעזר בשנאי כדי לשנות את המתח במעגל, שבו זורם זרם ישר.

1987 שאלה 9



לאורך של המסילות המתכתיות FE ו-CD המחוברות ביניהן בקצה באמצעות הנגד R שהתנגדותו 2Ω , נע ללא חיכוך מוט מתכתי MN שאורכו 10 cm והתנגדותו 0.5Ω . המוט נע שמאלה במהירות 3 m/s . המערכת הנ"ל נתונה בתוך שדה מגנטי אחיד שעוצמתו 0.4 T וכיוונו מאונך למישור הדף (ראה תרשים). התנגדות של המסילות FE ו-CD זניחה.

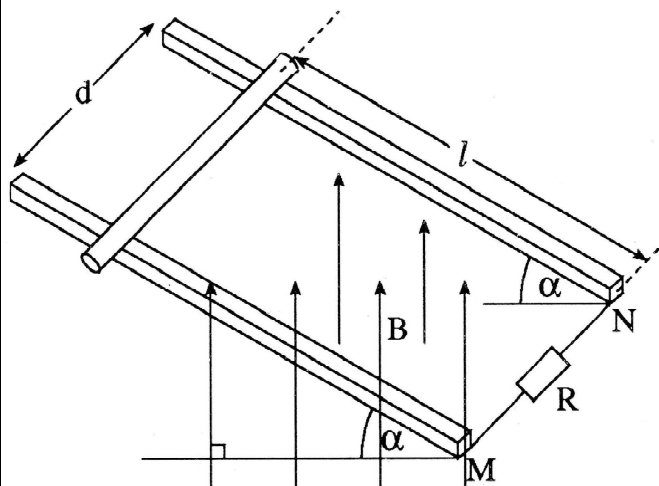
א. חשב את עוצמת הזרם בנגד R.

ב. קבע את כיוון הזרם במוט MN.

ג. חשב את הכוח (גודל וכיוון) המופעל על המוט MN (ע"י השדה המגנטי).

ד. כיצד היו משתנות התוצאות בסעיפים א, ב ו-ג אילו כיוון השדה המגנטי היה מימין לשמאל במישור הדף? נמק.

1988 שאלה 4



מוט נחושת מחליק במהירות קבועה $v = 50 \text{ m/s}$ לאורך שני פסי מתכת מוליכים ומקבילים, הנטויים בזווית $\alpha = 30^\circ$ עם המישור האופקי (ראה תרשים).

המרחק בין הפסים הוא $d = 0.6 \text{ m}$, והם מחוברים ביניהם באמצעות נגד שהתנגדותו $R = 0.05 \Omega$. ההתנגדות החשמלית של המוט ושל הפסים זניחה.

ברגע $t = 0$, נמצא המוט במרחק $\ell = 1.6 \text{ m}$ מן הנגד. כל המערכת מצויה בתוך שדה מגנטי אחיד, שעוצמתו $B = 0.08 \text{ T}$ וכיוונו כלפי מעלה במאונך למישור האופקי.

א. כתוב נוסחה לשטף המגנטי Φ , התחום על-ידי המוט, הפסים והנגד, כפונקציה של הזמן t.

ב. מהי עוצמת הזרם המושרה (גודל וכיוון) בנגד R?

ג. מהו הכוח (גודל וכיוון), שמפעיל השדה המגנטי על מוט הנחושת?

1989 שאלה 5

מתיל מוליך שהתנגדותו R בנו ריבוע שאורך צלעו ℓ . הריבוע מונע בכיוון אופקי במהירות קבועה v. בזמן $t = 0$, נכנס הריבוע לתוך שדה מגנטי אחיד B הניצב למישור הריבוע. השדה המגנטי משתרע לאורך אזור שרוחבו W, $W > \ell$ (ראה תרשים).

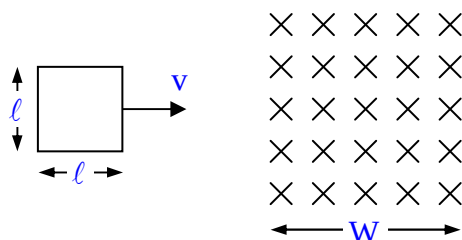
א. באילו שלבים של תנועת התיל ייווצר בו זרם, ומה יהיה כיוונו של הזרם?

ב. נתון כי: $\ell = 0.50 \text{ m}$; $W = 0.75 \text{ m}$; $v = 0.25 \text{ m/s}$; $R = 5.0 \Omega$; $B = 2.0 \text{ T}$. סרטט גרפים מדויקים המתארים את התלות בזמן של:

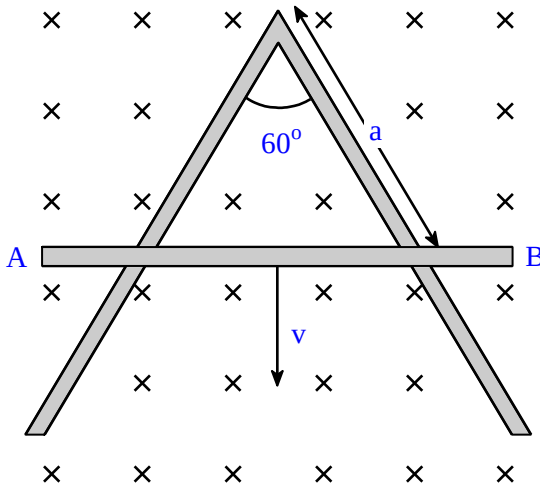
1. השטף המגנטי Φ_B דרך הריבוע.

2. עוצמת הזרם I בתיל (בחר זרם נגד כיוון הסיבוב של מחוגי השעון כזרם חיובי).

3. הכוח שיש להפעיל על התיל כדי שינוע במהירות הקבועה (כוח הפועל ימינה ייחשב חיובי).



1990 וגם 1998, שאלה 5



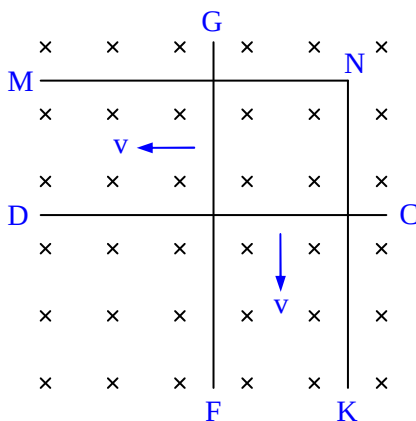
מוט נחושת אורך הכפוף בזווית בת 60° נמצא במישור האופקי. שדה מגנטי אחיד שעצמתו $B = 0.5 \text{ T}$ מאונך למישור המוט. מוט נחושת אורך AB נע על פני המוט הכפוף כך שהמוטות יוצרים בכל רגע משולש שווה צלעות. ברגע $t = 0$ אורך צלע המשולש הוא $a = 0.1 \text{ m}$. מהירות המוט AB היא קבועה וגודלה $v = 0.3 \text{ m/s}$ (ראה תרשים). ההתנגדות ליחידת אורך של מוטות הנחושת היא $\lambda = 0.1 \Omega/\text{m}$.

א. האם הכא"מ המושרה במוט הנע נשאר קבוע עם הזמן? נמק.

ב. מצא את הכא"מ המושרה ברגע $t = 4 \text{ s}$

ג. מצא את עוצמת הזרם במוטות ברגע $t = 4 \text{ s}$

1991 שאלה 5



מוט נחושת אורך MNK , הכפוף בנקודה N בזווית בת 90° , נמצא במישור אופקי. שדה מגנטי אחיד שעוצמתו $B = 0.6 \text{ T}$ מאונך למישור המוט. שני מוטות נחושת ארוכים GF ו CD נעים כך ששלושת המוטות יוצרים בכל רגע ריבוע (המוטות GF ו CD נוגעים במוט הכפוף וכן אחד בשני) (ראה תרשים). ברגע $t = 0$ אורך צלע הריבוע הוא $a = 0.1 \text{ m}$. מהירותו של כל אחד מהמוטות היא קבועה וגודלה $v = 0.2 \text{ m/s}$. התנגדות כל מוטות הנחושת ליחידת אורך היא $\lambda = 0.1 \Omega/\text{m}$.

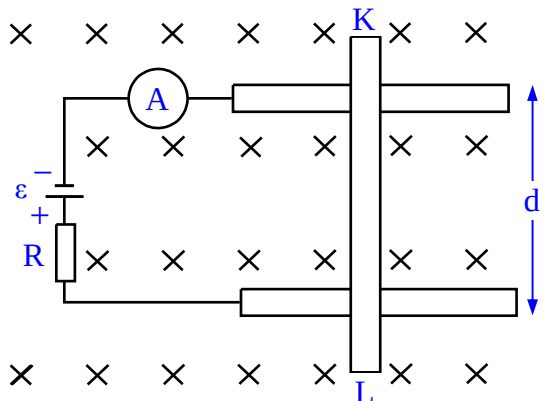
א. האם הכא"מ המושרה במעגל החשמלי נשאר קבוע עם הזמן? נמק.

ב. מצא את הכא"מ המושרה במעגל החשמלי ברגע $t = 4 \text{ s}$.

ג. האם הזרם המושרה במעגל החשמלי נשאר קבוע עם הזמן? נמק.

ד. מצא את הזרם במעגל החשמלי ברגע $t = 4 \text{ s}$.

1992 שאלה 5



שני מוטות מוליכים מקבילים ואופקיים, שהמרחק ביניהם d , נמצאים בשדה מגנטי אחיד B , המאונך למישור הנוצר על-ידי שני המוטות וכיוונו "לתוך הדף". המוטות מחוברים למקור מתח ε , לנגד R ולמד-זרם A .

מניחים, על-גבי שני המוטות ובמאונך להם, מוט מוליך שלישי KL (ראה תרשים). ההתנגדויות החשמליות של מקור המתח, של מד-הזרם, ושל שלושת המוטות זניחות, וכן זניח החיכוך בין המוט KL לבין המוטות המקבילים. על המוט KL מפעילים כוח חיצוני אופקי F , כדי להחזיקו במנוחה.

א. (1) מצא את כיוון הזרם I במוט KL , ובטא את גודלו באמצעות נתוני השאלה.

(2) מצא את כיוונו של הכוח החיצוני F , ובטא את גודלו באמצעות נתוני השאלה.

ב. מפסיקים את פעולת הכוח החיצוני F .

(1) האם המוט KL ינוע שמאלה, ימינה או יישאר במקומו? הסבר.

(2) האם עוצמת הזרם I תגדל, תקטן או לא תשתנה? הסבר.

(3) עתה מסיעים את המוט KL ימינה במהירות קבועה v . האם עוצמת הזרם דרך המוט תהיה גדולה או קטנה מזו שזרמה דרכו כאשר הוחזק במנוחה על-ידי הכוח F ? הסבר.

נתונה סילונית שאורכה ℓ ורדיוס החתך שלו הוא a . לסילונית N_1 כריכות מבודדות זו מזו. את הסילונית מחברים למעגל חשמלי המכיל: מקור מתח V , נגד משתנה R_S ומפסק M . סביב הסילונית הנתונה N_1 נמצא סליל משני, שמספר כריכותיו N_2 , וקצותיו מחוברים לנגד R (ראה תרשים).

א. ציין את כיוון הזרם המושרה שעובר דרך הנגד R (סמן $x \leftarrow y$ או $y \leftarrow x$).

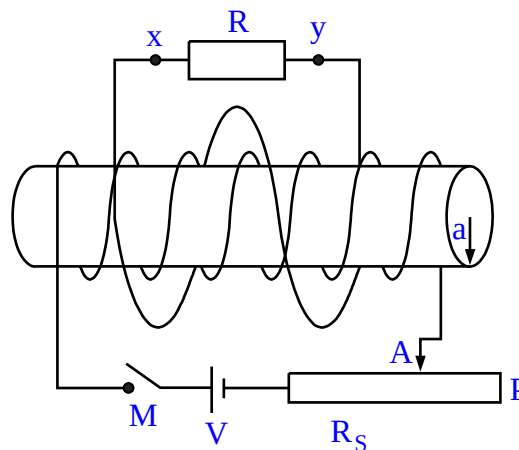
(1) תוך כדי סגירת המפסק M . הסבר.

(2) כאשר המפסק סגור, תוך כדי הזזת המגע הזחית A לכיוון הנקודה P . הסבר.

ב. כאשר סוגרים את המפסק M , הזרם במעגל הראשוני מגיע לערך של $0.5A$ בפרק זמן של $\Delta t = 4 \times 10^{-4} s$, חשב את הערך הממוצע של הזרם המושרה בסליל N_2 .

נתונים: $R = 12\Omega$, $N_2 = 20$, $a = 2cm$, $N_1 = 500$, $\ell = 20cm$ (ההתנגדות R כוללת את התנגדות הכריכות N_2).

ג. מחליפים את מקור המתח הישר במקור מתח חילופין. האם עובר זרם דרך הנגד R (המפסק סגור)? הסבר.



עוצמתו של השדה המגנטי באזור מסוים של כדור הארץ היא $B = 2 \cdot 10^{-5} T$, וכיוונו יוצר זווית בת 60° עם הכיוון האופקי, כמתואר בתרשים. מטוס טס באזור זה בסיסה בת שלושת שלבים:

בשלב I הוא טס במהירות קבועה של $v = 150 m/s$ בטיסה אופקית וישרה. בשלב II המטוס מאט, ובשלב III הוא צולל בזווית בת 60° עם הכיוון האופקי ובמהירות קבועה של $v = 100 m/s$ (ראה תרשים). המטוס עשוי מחומר מוליך, כנפי המטוס מאונכות לגוף המטוס, והמרחק בין קצותיהן הוא $30m$.

א. באילו מהשלבים I, II, III נוצר כא"מ בין קצות הכנפיים? נמק.

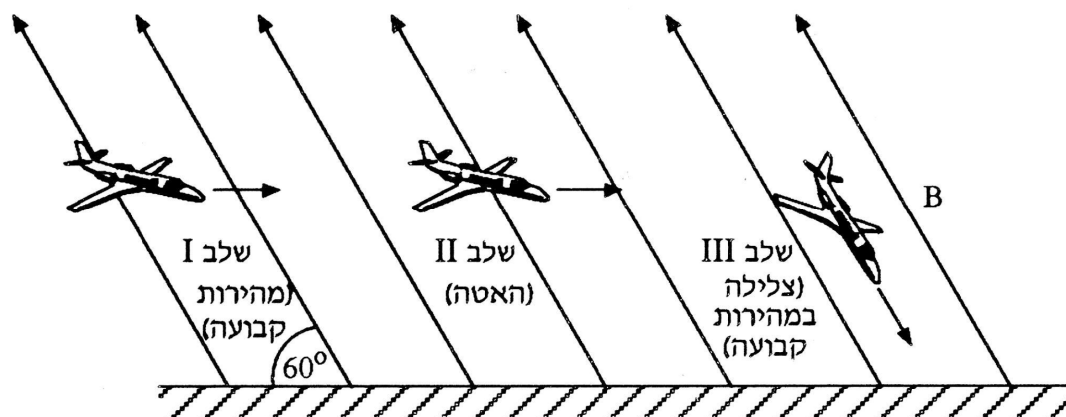
ב. באותם השלבים שבהם נוצר כא"מ:

(1) ציין אם הכא"מ קבוע או משתנה. נמק.

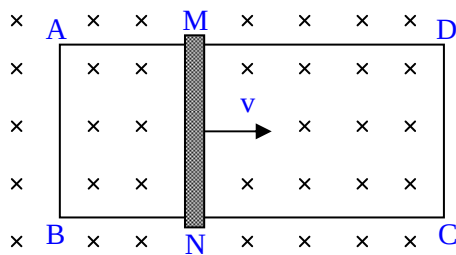
(2) איזה קצה של הכנפיים (הקרוב לקורא או הרחוק ממנו) טעון במטען חיובי? נמק.

ג. מצא את הכא"מ שבין קצות הכנפיים בשלב (או בשלבים) שבו (או שבהם) הכא"מ קבוע.

ד. באיזה שלב (או באילו שלבים) עובר זרם לאורך כנפי המטוס? נמק.



1995 שאלה 5



מסגרת מלבנית ABCD מתיל מוליך נמצאת בשדה מגנטי אחיד B , המאונך למישור המסגרת וכיוונו "לתוך הדף". על פני המסגרת נע בלא חיכוך מוט מוליך במהירות קבועה v , שכיוונה מאונך לשדה המגנטי ולמוט (ראה תרשים). הרוחב AB של המסגרת הוא l . ההתנגדות החשמלית של קטע המוט MN היא R (M ו-N הן נקודות המגע של המוט עם המסגרת). הנח שהתנגדות תילי המסגרת זניחה ביחס ל- R .

א. ציין את כיווני הזרמים העוברים דרך AB, דרך DC ודרך המוט MN.

(2) בטא, בעזרת נתוני הבעיה, את עוצמת הזרם העובר דרך המוט MN.

ב. (1) הסבר מדוע דרוש כוח חיצוני כדי לקיים את התועה הקצובה.

(2) ציין מהו כיוון הכוח, ובטא את גודלו באמצעות נתוני השאלה.

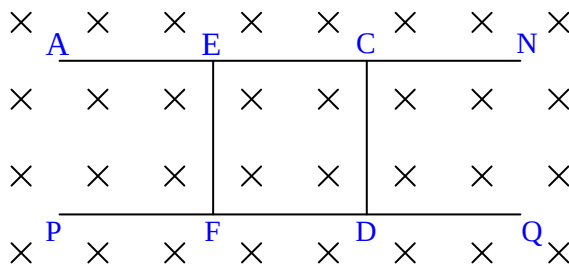
(3) האם הכוח הוא קבוע? נמק. (הזנה את הכוחות המגנטיים שהזרמים מפעילים על המוט הנע).

ג. הנח עכשיו שלמסגרת יש התנגדות. אם ההתנגדות החשמלית ליחידת אורך של צלעות המסגרת ושל המוט

MN היא λ , חשב את הזרם העובר דרך קטע המוט MN ברגע שבו: $MD = NC = 2l$, $AM = BN = l$.

נתון: $\ell = 0.4 \text{ m}$; $B = 0.023 \text{ T}$; $\lambda = 0.1 \text{ } \Omega/\text{m}$; $v = 2 \text{ m/s}$

1996 שאלה 5



לאורכן של שתי מסילות מוליכות ארוכות מאוד ומקבילות, נעים בלי חיכוך שני מוטות מוליכים, EF ו-CD, כך שהם ניצבים למסילות (ראה תרשים). כל המערכת מצויה בשדה מגנטי אחיד B , שכיוונו ניצב למישור MNQP (ראה תרשים).

נתון: $R_{CD} = R_{EF} = 1 \text{ } \Omega$, $B = 0.5 \text{ T}$, $CD = EF = 20 \text{ cm}$, התנגדות המסילות זניחה.

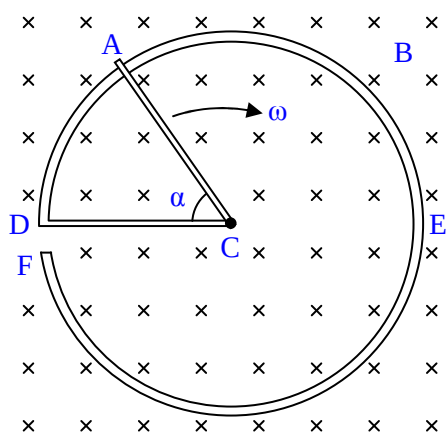
בכל אחד מהמקרים הבאים (סעיפים א - ג) מצא את עוצמת הזרם במוט EF, וציין את כיוונו:

א. המוטות CD ו-EF נעים ימינה במהירות קבועה $v = 5 \text{ m/s}$. נמק את תשובתך.

ב. המוט CD נע ימינה במהירות קבועה $v = 5 \text{ m/s}$, והמוט EF נע שמאלה במהירות קבועה $u = 3 \text{ m/s}$.

ג. בין הנקודות M ו-P מחובר נגד שהתנגדותו $R_0 = 2 \text{ } \Omega$, והמוטות CD ו-EF נעים ימינה במהירות קבועה $v = 5 \text{ m/s}$.

1997 שאלה 5



המסילה המתוארת בציר מורכבת משני קטעים ישרים AC ו-CD ומקשת DEF. רדיוס הקשת הוא r .

כל חלקי המסילה עשויים מתכת. מישור המסילה מאונך לשדה מגנטי אחיד B .

א. הבע באמצעות נתוני השאלה את השטף המגנטי הכלוא בתחום ACD, במצב שבו הזווית בין AC ל-CD היא α (ברדיאנים).

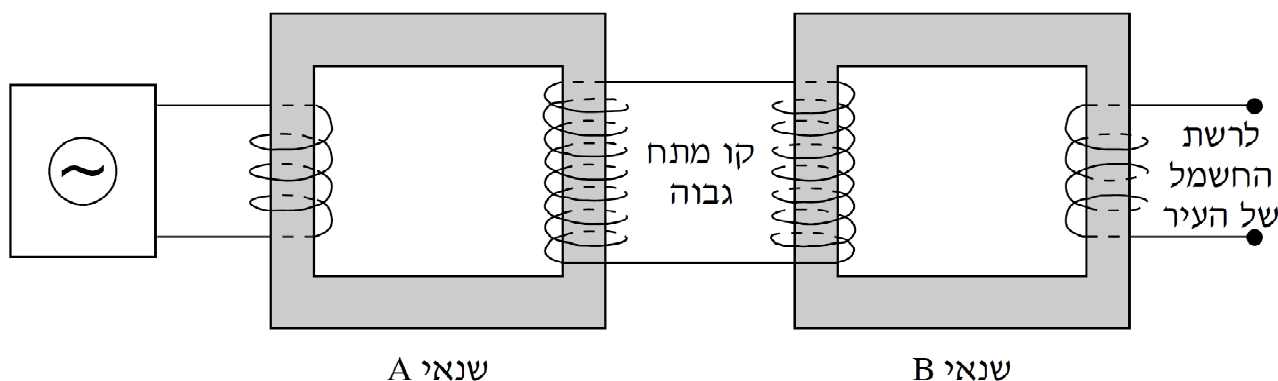
ב. הקטע AC נייד ומסתובב בכיוון תנועת מחוגי השעון סביב ציר הקבוע במרכז C בתדירות זוויתית קבועה ω . בכל מהלך התנועה יש מגע בין הקצה A לבין המסילה DEF. הבע באמצעות נתוני השאלה הכא"מ הנוצר כתוצאה מכך.

ג. מהי מגמת הזרם החשמלי הזורם בקטע AC: מ-A ל-C או מ-C ל-A? הסבר.

ד. נתון שכל חלקי המסילה עשויים מאותו תיל, שהתנגדותו ליחידת אורך היא קבועה. הנח שהקטע AC ממשיך לנוע עד F באותה תדירות זוויתית ω . האם הזרם (בערכו המוחלט) גדל או קטן במשך תנועת הקטע? הסבר.

גנרטור בתחנת כוח מייצר מתח חילופין שערכו האפקטיבי הוא $20,000\text{V}$ בהספק של $2 \times 10^6\text{W}$. הגנרטור מחובר לשנאי A, שמתח היציאה שלו מסופק לקו מתח גבוה. התנגדות קו המתח הגבוה היא 10Ω , וזרם בו זרם שערכו האפקטיבי הוא 40A . בקרבת עיר מסוימת קו המתח הגבוה מחובר לשנאי B, שמתח היציאה שלו מתאים לרשת החשמל של העיר (ראה ציור).

- הסבר מהו עקרון פעולתו של גנרטור לזרם חילופין.
- מהי משמעות המשפט "הערך האפקטיבי של מתח החילופין הוא $20,000\text{V}$ "?
- כיצד נוצר הזרם בסליל משני של שנאי?
- הסבר מדוע משתמשים בשנאי לצורך העברת חשמל למרחקים גדולים.
- חשב איזה אחוז מהוה האנרגיה ה"אובדת" במשך שנייה בקו המתח הגבוה מהאנרגיה המסופקת על ידי הגנרטור במשך שנייה.

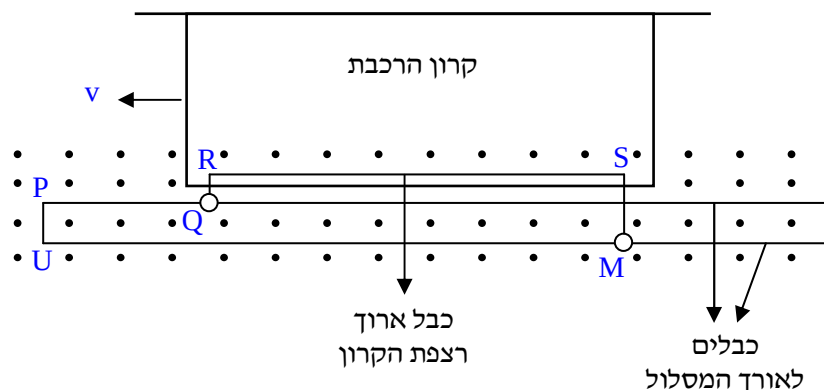


2000 שאלה 5

רכבת מהירה נעה כשהיא מרחפת מעל המסלול שלה. הרכבת מרחפת בגלל תנועתה בשדה מגנטי אופקי אחיד B, כמתואר בתרשים (חתך אנכי לאורך הקרון). השדה המגנטי נוצר על-ידי מגנטים חזקים המוצבים לאורך שני צדי המסלול, כך שכיוון השדה "יוצא מהדף" ועוצמתו 2T . בעת תנועת הרכבת נוצר זרם מושרה בכבל RS המתוח לאורך רצפת הקרון. כבל זה הוא חלק מלולאה חשמלית PQRSMU המאונכת לשדה, וכוללת גם כבלים שמתוחים לאורך מסלול הרכבת. בנקודות Q ו-M יש מגעים חשמליים ניידים הנעים עם הרכבת (הקטע PU הסוגר את הלולאה נמצא בקצה המסלול, והתרשים אינו בקנה-מידה אחיד).

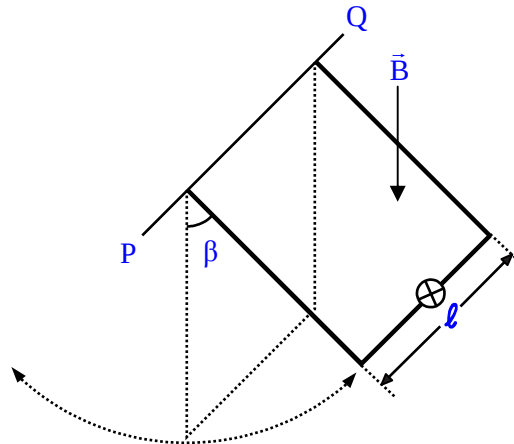
אורך הקטע SM הוא 50cm , ומהירות הרכבת הנעה שמאלה היא 450km/h . הזנח את המתח המושרה בקטע QR.

- חשב את המתח המושרה בין קצות הקטע SM.
- ברגע מסוים ההתנגדות של הלולאה PQRSMU היא 5Ω . חשב את גודל הזרם העובר בקטע RS, וקבע את כיוונו (שמאלה או ימינה).
- חשב את הכוח המגנטי (גודל וכיוון) שמפעיל השדה המגנטי B על הכבל RS ברגע המתואר בסעיף ב. נתון כי אורך הכבל RS הוא 10m .
- לאורך הקרון מתוחים 40 כבלים כדוגמת הכבל RS, שכל אחד מהם הוא חלק מלולאה נפרדת כדוגמת הלולאה PQRSMU. על כל אחד מהכבלים פועל אותו כוח מגנטי שחישבת בסעיף ג. (הזנח את השדה המגנטי של כדור הארץ). מהי המסה של הקרון אם ידוע כי הוא מרחף בגובה קבוע מעל הקרקע?



מסגרת העשויה תילים קשיחים ומוליכים, שהתנגדותם זניחה, מתנוודת בשדה מגנטי אחיד $\vec{B}$ שכיוונו מלמעלה למטה (ראה תרשים). צלע אחת של המסגרת מתלכדת עם ציר הסיבוב PQ (ראה תרשים). בצלע התחתונה, שאורכה ℓ , יש נורה שהתנגדותה R . המהירות של הצלע התחתונה, כאשר היא עוברת בתחתית מסלולה, היא v . החיכוך והתנגדות האוויר ניתנים להזנחה.

- באיזה מקום לאורך מסלול המסגרת תימדד בנורה עוצמת זרם מרבית? נמק.
- בטא את עוצמתו המרבית של הזרם בנורה באמצעות נתוני השאלה.
- מהי עוצמת הזרם בנורה, כאשר הצלע התחתונה נמצאת במקום הגבוה ביותר במסלולה?
- כאשר $\beta = 10^\circ$ (ראה תרשים), מהירות הצלע התחתונה היא 2 m/s . אורך הצלע הוא $\ell = 0.5 \text{ m}$, התנגדות הנורה היא $R = 10\Omega$, ועוצמת השדה המגנטי היא $\vec{B} = 0.5 \text{ T}$. מהי עוצמת הזרם בנורה במצב זה?
- האם עוצמת הזרם המרבית תשתנה מתנודה לתנודה? נמק.

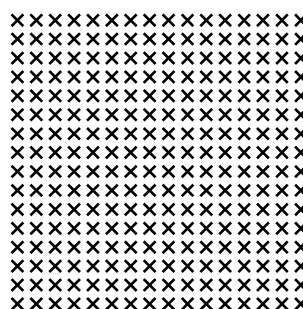
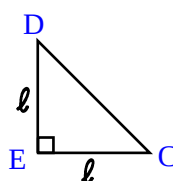


בתרשים שלפניך מוצג תיל מוליך, CDE, שצורתו משולש ישר-זווית ושווה שוקיים. אורך כל אחד משני הניצבים הוא ℓ , וההתנגדות הכוללת של התיל היא R . מושכים את התיל ימינה במהירות קבועה v , שכיוונו מאונך לניצב DE (בכל מהלך תנועתו, התיל נמצא במישור הדיף).

ברגע $t = 0$ הקדקוד C של התיל מגיע לגבול של אזור שבו שורר שדה מגנטי אחיד שגודלו B וכיוונו "לתוך הדיף" (מאונך למישור התיל) (ראה תרשים).

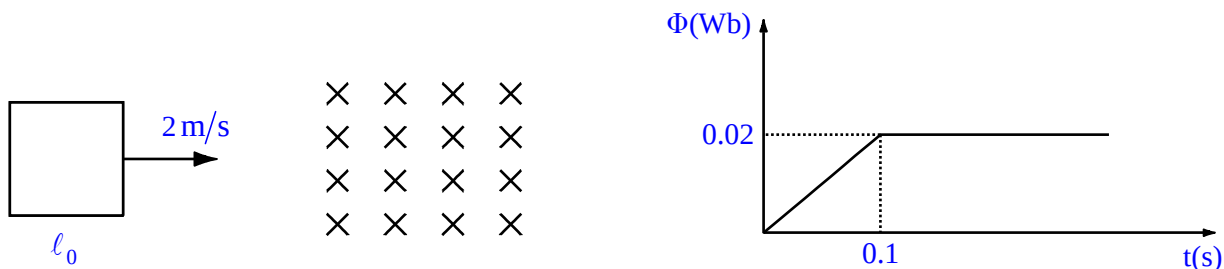
גבול האזור מקביל לניצב DE. האורך ורוחב של החתך של האזור שבו שורר השדה המגנטי גדולים מאוד לעומת ממדי המשולש.

- בתיל עובר ברציפות זרם חשמלי מושרה מרגע $t = 0$ עד רגע מסוים $t = t'$. בטא את t' באמצעות נתוני השאלה (B, v, R, ℓ) .
- נסח את כלל לנץ.
- קבע, באמצעות כלל לנץ, את כיוון הזרם בניצב DE (מ-D ל-E או מ-E ל-D) בפרק הזמן, מ- $t = 0$ עד $t = t'$. הסבר את קביעתך.
- בטא, באמצעות נתוני השאלה, ובעזרת המשתנה t , את עוצמת הזרם בתיל, כפונקציה של הזמן t (בפרק הזמן מ- $t = 0$ עד $t = t'$).
- כיצד משתנה הערך המוחלט של עוצמת הזרם בתיל בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = t'$? הוא הולך וגדל כפונקציה של הזמן, הוא נשאר קבוע, או הוא הולך וקטן? נמק.

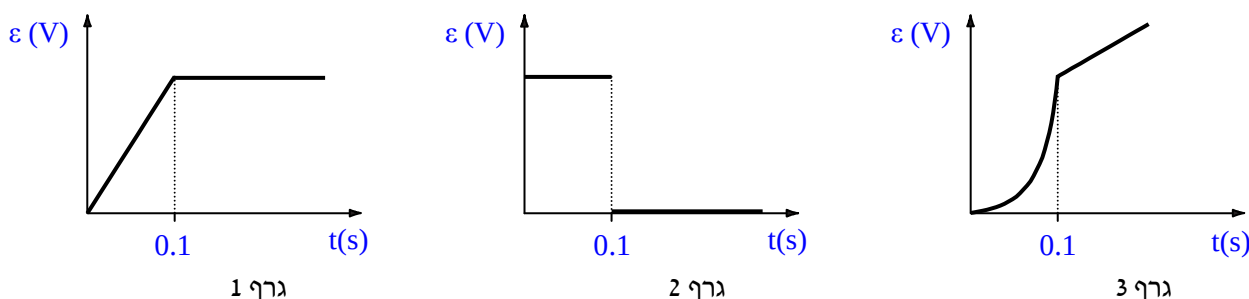


2005 שאלה 5

מסגרת בצורת ריבוע, שאורך צלעה ℓ_0 . נעה ימינה במהירות קבועה של 2 m/s . ברגע $t_0 = 0$ המסגרת נכנסת לאזור ששורר בו שדה מגנטי אחיד שעוצמתו B . כיוון השדה הוא לתוך הדף (ראה תרשים). הגרף שלפניך מתאר את השטף שעבר דרך המסגרת מהרגע $t_0 = 0$.



- מדוע חל שינוי בשיפוע הגרף בנקודה $t = 0.1 \text{ s}$?
- בעזרת הנתונים בגרף, חשב את הכא"מ המושרה שנוצר במסגרת בזמן $0 < t < 0.1 \text{ s}$.
- הראה באמצעות חישוב ש- $\ell_0 = 0.2 \text{ m}$.
- חשב את B , עוצמת השדה המגנטי.
- איזה מבין שלושת הגרפים שלפניך מתאר את הכא"מ המושרה שנוצר במסגרת? נמק את תשובתך.



2006 שאלה 5

תלמיד חיבר למקור מתח סילונית שאורכה 0.4 מטר , נגד משתנה ואמפרמטר. הוא מדד את עוצמת השדה המגנטי במרכז הסילונית כפונקציה של עוצמת הזרם שעבר בה. תוצאות המדידות מופיעות בטבלה שלפניך.

$I(\text{A})$	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$B(\text{T})$	3.14×10^{-3}	6.29×10^{-3}	9.41×10^{-3}	12.57×10^{-3}	15.71×10^{-3}	18.83×10^{-3}

- סרטט גרף של עוצמת השדה המגנטי, B , כפונקציה של עוצמת הזרם, I , בסילונית.
- (1) מצא בעזרת הגרף שסרטטת את צפיפות הליפופים (מספרם ליחידת אורך) בסילונית.

(2) מהו מספר הליפופים בסילונית

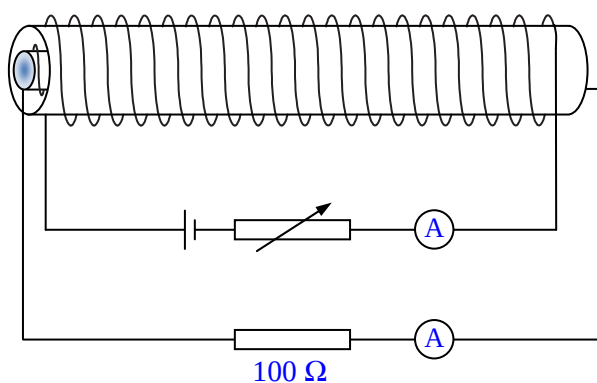
התלמיד השחיל בסילונית זו סילונית נוספת, שאורכה ומספר הליפופים בה זהים לאלה של הסילונית הראשונה, ורדיוסה 0.015 מטר . לשתי הסילוניות התנגדות זניחה. התלמיד חיבר את הסילונית הפנימית לנגד של 100Ω ולאמפרמטר. הנח כי השדה המגנטי אחיד לכל אורך הסילונית. המערכת מתוארת בתרשים שלפניך.

ג. התלמיד שינה את השדה המגנטי בסילונית חיצונית בקצב קבוע במשך 3 שניות מאפס עד ערך מקסימלי של

$18.83 \times 10^{-3} \text{ T}$. מצא את עוצמת הזרם שזרם

בסילונית הפנימית בפרק זמן זה. הזנח את ההשפעה העצמית של הסילונית.

- הסילונית החיצונית מלופת באופן שהשדה המגנטי שבה מכוון ימינה. הסילונית הפנימית מלופת באותה מגמה. מהו כיוון הזרם בנגד המחובר לסילונית הפנימית, בזמן שינוי השדה המגנטי המתואר בסעיף ג – ימינה או שמאלה? נמק.

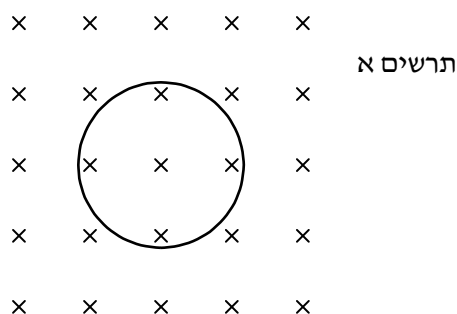
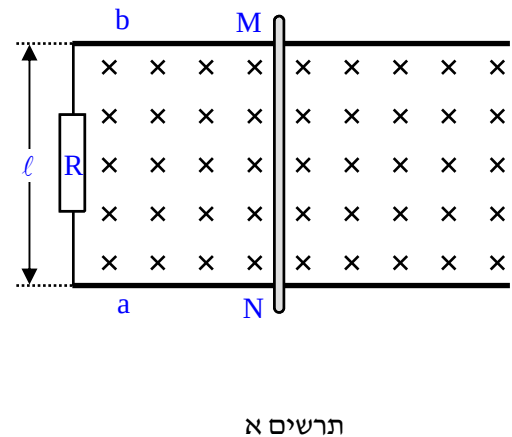
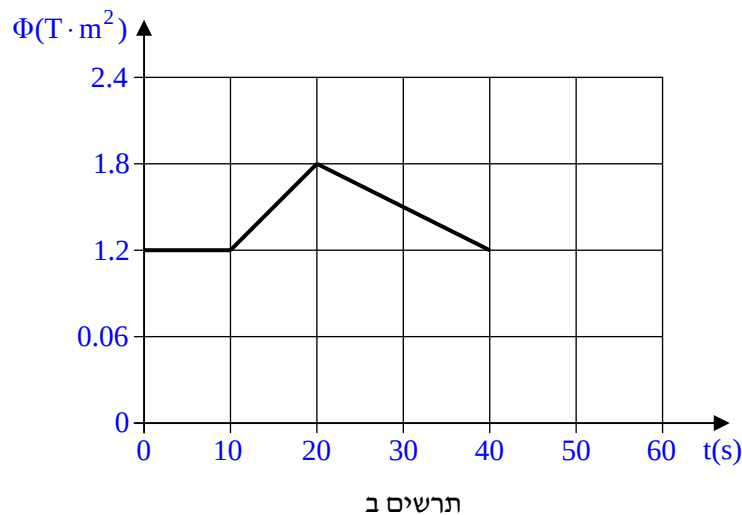


בתרשים א מוצגת מערכת הכוללת שני פסי מתכת a ו-b אופקיים ומקבילים זה לזה, שהמרחק ביניהם הוא $\ell = 0.6 \text{ m}$. הפסים מוליכים והם מחוברים באמצעות נגד שהתנגדותו $R = 0.5 \Omega$. מוט מוליך MN מונח על שני הפסים וניצב להם. התנגדות הפסים והתנגדות המוט ניתנות להזנחה. המערכת נמצאת בתוך שדה מגנטי אחיד שגודלו $B = 0.2 \text{ T}$ וכיוונו ניצב למישור המערכת, "לתוך הדף".

שינויים בשטף המגנטי יכולים להיגרם אך ורק בגלל תנועת המוט. גורם חיצוני יכול להניע את המוט ימינה או שמאלה, או להשאיר אותו במנוחה, כך שבכל זמן נתון המוט ניצב לפסים.

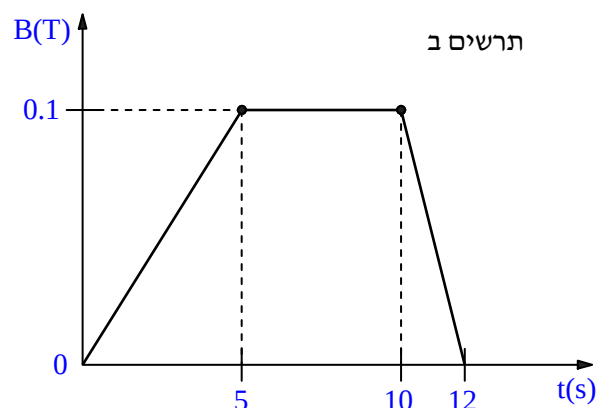
בתרשים ב מוצג גרף של השטף המגנטי – העובר דרך המשטח התחום על ידי הפסים, על ידי הנגד ועל ידי המוט – כפונקציה של הזמן, החל מזמן $t = 0$ עד $t = 40 \text{ s}$.

- האם בפרק הזמן שבין $t = 0$ לבין $t = 10 \text{ s}$ המוט נע ימינה, שמאלה או נמצא במנוחה? נמק.
- האם בפרק הזמן שבין $t = 10 \text{ s}$ לבין $t = 20 \text{ s}$ המוט נע ימינה, שמאלה או נמצא במנוחה? נמק.
- חשב את עוצמת הזרם המושרה במעגל בפרק הזמן שבין $t = 10 \text{ s}$ לבין $t = 20 \text{ s}$.
- מהו כיוון הזרם המושרה במעגל בפרק הזמן שבין $t = 10 \text{ s}$ לבין $t = 20 \text{ s}$, מ-M ל-N או מ-N ל-M? הסבר את תשובתך באמצעות חוק לנץ.
- חשב את גודל הכוח המגנטי הפועל על המוט MN בפרק הזמן שבין $t = 20 \text{ s}$ לבין $t = 40 \text{ s}$ וציין את כיוונו.
- האם בפרק הזמן שבין $t = 20 \text{ s}$ לבין $t = 40 \text{ s}$ תנועת המוט היא שוות מהירות, שוות תאוצה או שונת תאוצה? נמק.

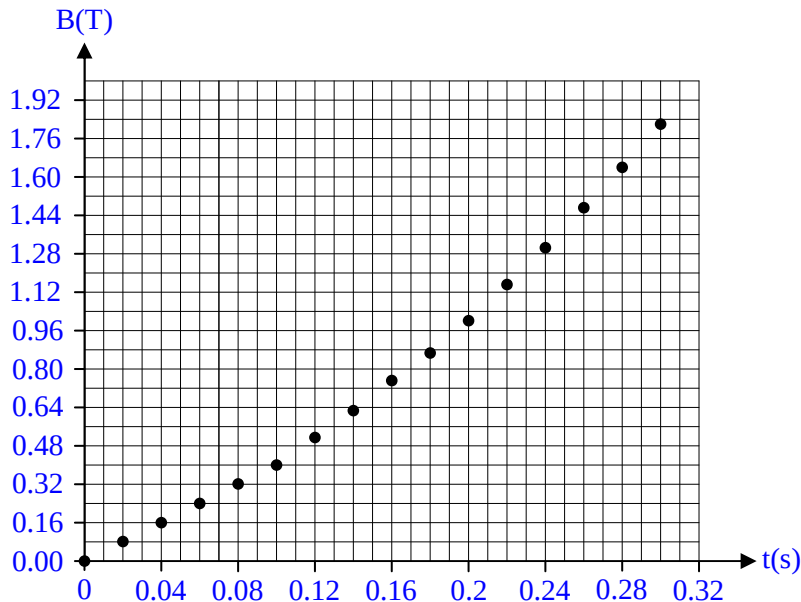


בתרשים א מוצגת טבעת מוליכה שרדיוסה $r = 3 \text{ cm}$. שדה מגנטי אחיד ניצב למישור הטבעת. גודל שדה זה משתנה כפונקציה של הזמן כמוצג בתרשים ב.

- חשב את גודל הכא"מ המושרה בטבעת מהשנייה $t = 0$ עד $t = 5 \text{ s}$.
- סרטט גרף המתאר את הכא"מ המושרה בטבעת כפונקציה של הזמן מהשנייה $t = 0$ עד $t = 12 \text{ s}$.
- קבע מה הם פרקי הזמן שבהם זרם מושרה בטבעת, ומהו כיוון הזרם בכל פרק זמן (עם כיוון השעון או נגד כיוון השעון). הסבר את תשובתך.
- ההתנגדות החשמלית של הטבעת היא $R = 5 \Omega$. חשב את ההספק המתפתח בטבעת בשנייה $t = 7 \text{ s}$ ובשנייה $t = 11 \text{ s}$.
- לאחר שהופסק השדה המגנטי, חותכים קטע קטן מהטבעת, ומפעילים מחדש את השדה המגנטי המשתנה כמתואר בתרשים ב.
- האם הגרף שסרטטת בסעיף ב ישתנה? האם תשתנה תשובתך לסעיף ד? הסבר.



2013 שאלה 5



תלמידה בנתה מתיל מוליך כריכה מעגלית שהרדיוס של $r = 2 \text{ cm}$ היא הציבה את הכריכה באזור ששורר בו שדה מגנטי אחיד $\vec{B}$ שכיוונו מאונך למישור הכריכה.

גודלו של $\vec{B}$ משתנה כפונקציה של הזמן, t , כמתואר בגרף שלפניך.

א. קבע אם הכא"מ המושרה בכריכה הוא קבוע או משתנה, בכל אחד מפרקי הזמן שלפניך:

$$0 \leq t \leq 0.1 \text{ sec} \quad (1)$$

$$0.14 \text{ sec} \leq t \leq 0.30 \text{ sec} \quad (2)$$

נמק את קביעותיך.

ב. חשב את הכא"מ המושרה בכריכה ברגע $t = 0.06 \text{ sec}$ וברגע $t = 0.20 \text{ sec}$.

ג. קבע מהו הכיוון של השדה המגנטי שהזרם המושרה יוצר במרכז הכריכה: האם הוא כיוון זהה לכיוון של $\vec{B}$, בכיוון מנוגד לכיוון של $\vec{B}$ או בכיוון ניצב לכיוון של $\vec{B}$? נמק.

ד. חשב את הגודל של הכא"מ המושרה שמתקבל בכריכה ברגע $t = 0.06 \text{ sec}$, כאשר כיוון השדה המגנטי $\vec{B}$ מקביל למישור הכריכה. הסבר.

2014 שאלה 4



לצורך ניסוי, קבוצת תלמידים שיחררה ממנוחה מסגרת ריבועית עשויה מתיל מוליך. בעת נפילתה, המסגרת חולפת דרך אזור שבו מצוי שדה מגנטי שכיוונו אל תוך הדף (ראה ציור).

שים לב: השדה אינו פועל עד הרצפה.

המסגרת נפלה בצורה אנכית ולא הסתובבה באוויר, עד שהגיעה לרצפה.

אפשר לחלק את תנועת המסגרת לשלושה שלבים:

i. מתחילת כניסתה לתוך השדה המגנטי עד שכולה בתוכו.

ii. כאשר המסגרת נמצאת כולה בתוך השדה ונעה בתוכו.

iii. מרגע שהמסגרת מתחילה לצאת מהשדה עד שהיא יוצאת ממנו לגמרי.

א. במהלך כל אחד מהשלבים i-iii ציין את הכוחות הפועלים על המסגרת, וקבע אם הכוח השקול הפועל עליה גדל, קטן או לא משתנה. נמק את קביעותך.

ב. לכל אחד מהשלבים i-iii:

קבע אם זרם זרם דרך המסגרת, אם כן – מהו כיוון הזרם (בכיוון השעון או נגד כיוון השעון); אם לא זרם זרם – הסבר מדוע.

נתון: מסת המסגרת $m = 0.1 \text{ kg}$, אורך צלעה $x = 0.5 \text{ m}$, התנגדותה $R = 1 \Omega$. עוצמת השדה המגנטי $B = 0.5 \text{ T}$.

ברגע מסויים בזמן הנפילה של המסגרת, התאוצה שלה התאפסה ($a = 0$).

ג. חשב את עוצמת הזרם הזורם במסגרת ברגע זה, וציין את כיוונו.

ד. חשב את מהירות התנועה של המסגרת ברגע זה.

בתרשים שלפניך מוצגת מסגרת ריבועית ABCD. המסגרת עשויה תיל מוליך ואחיד שהתנגדותו הכוללת היא R. מושכים את המסגרת במהירות קבוע שגודלה v וכיוונה לאורך המשך האלכסון AC של הריבוע, כמתואר בתרשים. באזור ששניים מגבולותיו הם MN ו-MK המאונכים זה לזה, יש שדה מגנטי אחיד שגודלו B, וכיוונו אל תוך הדף (ראה תרשים).

ברגע $t_0 = 0$ הקדקוד C של המסגרת מגיע לקדקוד M של אזור השדה המגנטי, וצלעות הריבוע AB ו-AD מקבילות בהתאמה לצלעות MN ו-MK של אזור השדה המגנטי. ברגע $t = T$ קדקוד A מגיע לקדקוד M. t הוא רגע כלשהו בין הרגע t_0 לרגע T.

א. (1) מדוע זורם בתיל זרם ברגע t ?
(2) האם כיוון הזרם בתיל ברגע t הוא בכיוון התנועה של מחוגי השעון או בכיוון המנוגד לכיוון התנועה של מחוגי השעון? נמק.

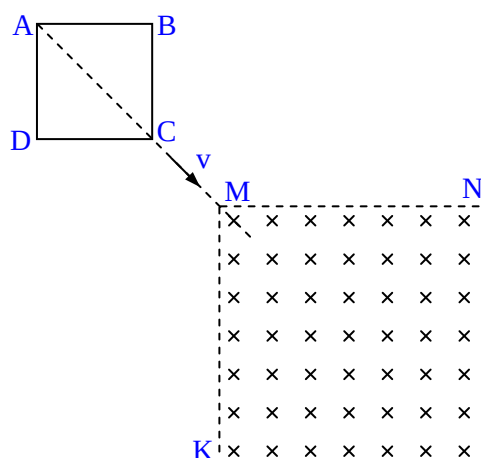
ב. בתת סעיפים (1) – (3) שלפניך בטא את הגדלים ברגע t באמצעות נתוני השאלה (B, v, R ו-t) (או באמצעות חלק מהם).

(1) השטף המגנטי דרך הריבוע התחום על ידי המסגרת.

(2) הכא"מ המושרה בתיל.

(3) עוצמת הזרם בתיל.

ג. האם בפרק הזמן שבין t_0 ל-T עוצמת הזרם במסגרת היא קבועה? נמק.



בתרשים שלפניך מוצגת מערכת ניסוי, במבט מלמעלה. המערכת מורכבת משתי מסילות חלקות, S_1S_2 ו- P_1P_2 , המונחות במקביל על שולחן אופקי, במרחק ℓ זו מזו (ראה תרשים). על המסילות מונח מוט MN שמסתו m . המסילות והמוט מוליכים, והתנגדותם זניחה. (התנגדות האוויר ניתנת אף היא להזנחה). נגד R מחבר בין הקצוות P_1 ו- S_1 של המסילות.

בין המסילות באזור 1 ($0 \leq x \leq 0.4\text{m}$) יש שדה מגנטי B_1 , ובין המסילות באזור 2 ($0.5 \leq x \leq 0.9\text{m}$) יש שדה מגנטי B_2 . שני השדות קבועים, מאונכים למישור השולחן ושווים בגודלם: $|B_1| = |B_2| = 0.04\text{T}$. הכיוונים של השדות מסומנים בתרשים.

נתון: $R = 4\Omega$, $\ell = 50\text{cm}$.

בניסוי המוט MN נכנס לאזור 1 במהירות של $v_x = 2\text{m/s}$. באזור זה הופעל על המוט כוח F_1 בכיוון ציר ה- x , ולכן מהירותו נשארה קבועה.

א. קבע אם במהלך התנועה של המוט באזור 1, זרם זרם בנגד R . אם לא – נמק מדוע. אם כן – מצא את גודלו של הזרם ואת כיוונו (מ- S_1 ל- P_1 או מ- P_1 ל- S_1).

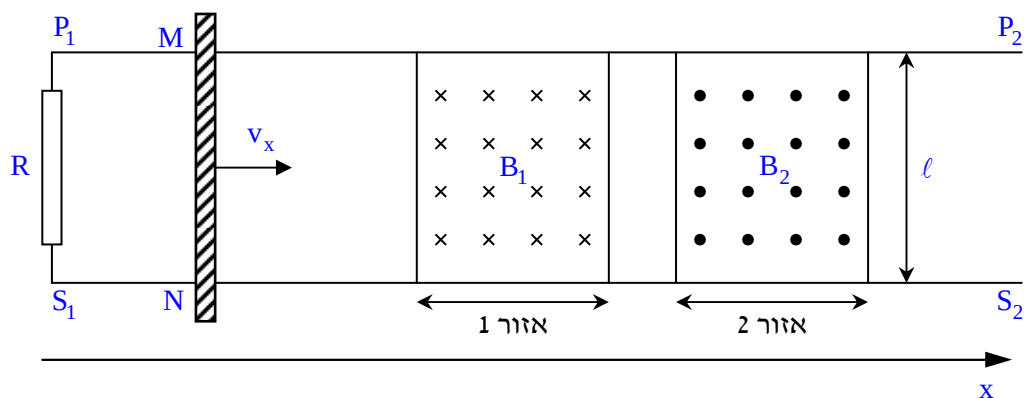
ב. קבע אם עבודתו של הכוח F_1 , הדרושה לקיומה של תנועה קצובה זו באזור 1 גדולה מכמות החום המתפתחת בנגד R באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך במילים או באמצעות חישוב.

באזור 2 הופעל על המוט MN כוח F_2 בכיוון ציר ה- x (במקום הכוח F_1), ולכן הוא נע בתאוצה קבועה $a = 5\text{m/s}^2$ (שים לב שמהירותו ההתחלתית של המוט באזור זה היא 2m/s).

ג. קבע במקרה זה את כיוונו של הזרם בנגד R (מ- S_1 ל- P_1 או מ- P_1 ל- S_1).

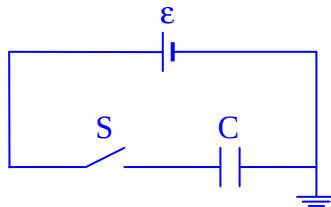
ד. בטא את הזרם בנגד כפונקציה של הזמן. רגע הכניסה של המוט חאזור 2 הוא $t = 0$.

ה. קבע אם עבודתו של כוח F_2 , הדרושה לקיומה של תנועה זו באזור 2, גדולה מכמות החום המתפתחת בנגד R באותו פרק זמן, קטנה ממנה או שווה לה. נמק בלי לחשב.



קבלים

1980 חורף שאלה 4



מחברים קבל לוחות שקיבולו C למקור מתח ישר שהכא"מ שלו ε . (ראה תרשים).
א. סוגרים את המפסק S . כתוב ביטויים עבור המטען q של הקבל והמתח V בין לוחותיו בסיום הטעינה.

ב. מבלי לפתוח את המפסק S מכניסים בין לוחות הקבל טבלה מחומר מבודד, בעל מקדם דיאלקטרי k , הממלאת את החלל שבין לוחות הקבל. בתנאים החדשים, חשב את q ואת V . נמק את תשובותיך.

ג. מוציאים את הטבלה המבודדת מבין לוחות הקבל ואחר כך מנתקים את המפסק S . כאשר המפסק מנותק שוב מכניסים את הטבלה המבודדת בין לוחות הקבל. מה יהיה עתה ערכם של q ו- V ? נמק את תשובתך.

1982 שאלה 1

קבל לוחות שקיבולו 10^{-8} פרד מחובר דרך נגד, שהתנגדותו R , לספק שהכא"מ שלו 1000 וולט והתנגדותו הפנימית זניחה.

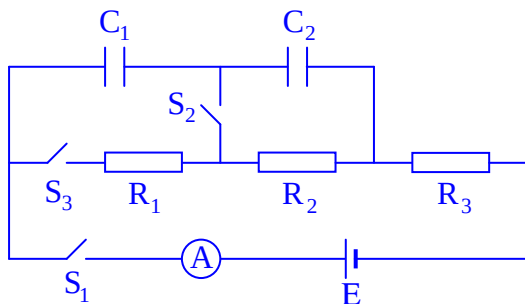
א. מהי כמות המטען המצטברת על כל אחד מהלוחות, ומהי האנרגיה החשמלית הנאגרת בקבל?

ב. מהי כמות החום המשתחררת בנגד? האם כמות חום זו תלוייה בהתנגדותו של הנגד?

ג. מהי כמות החום המשתחררת בנגד, כאשר מנתקים את הספק ולאחר מכן סוגרים את המעגל?

ד. מהי כמות החום המשתחררת בנגד, כאשר מנתקים את הספק, מגדילים פי-שניים את המרחק בין לוחות הקבל, ואחר-כך סוגרים את המעגל?

1985 שאלה 1



המעגל החשמלי המתואר בתרשים מורכב מ: מקור מתח E , שני קבלים C_1, C_2 , שלושה נגדים R_1, R_2, R_3 , שלושה מפסקים S_1, S_2, S_3 , ואמפרמטר A .

נתון: $C_2 = 10 \mu F$; $C_1 = 4 \mu F$; $R_2 = 50 \Omega$; $R_1 = R_3 = 100 \Omega$; $E = 60 V$; ההתנגדות הפנימית של מקור המתח ושל האמפרמטר זניחות.

חשב את המטען על כל אחד מהקבלים C_1 ו- C_2 ואת הזרם שמראה האמפרמטר A , בכל אחד מהמקרים הבאים:

א. מפסק S_1 בלבד סגור.

ב. מפסקים S_1 ו- S_2 סגורים.

ג. כל המפסקים S_1, S_2, S_3 סגורים.

1986 שאלה 6

טוענים אלקטרומטר לפוטנציאל של 1500 V ומחברים אותו, לאחר מכן, בתיל מוליך דק לכדור מוליך שרדיוסו 5 cm. כתוצאה מכך, יורד הפוטנציאל של האלקטרומטר ל-600 V.

א. חשב את קיבול האלקטרומטר.

ב. חשב מהו המטען החשמלי על הכדור ומהו המטען על האלקטרומטר.

ג. מחברים כדור מוליך שני אל הכדור הראשון וכתוצאה מכך, יורד הפוטנציאל של האלקטרומטר ל-300 V. חשב מהו הקיבול של הכדור השני.

1987 שאלה 6

מצב 2	מצב 1	
S	S	שטח הלוחות
2d	d	המרחק בין הלוחות
מבודד בעל קבוע דיאלקטרי יחסי ϵ_r	אוויר	החומר בין הלוחות

קבל לוחות יכול להימצא בשני מצבים, שנתונים מתוארים בטבלה:
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.

ב. לוחות הקבל מנותקים ממקור המתח (לאחר שהיו מחוברים אליו).

1988 שאלה 1

כדי למדוד את הקיבול של אלקטרומטר, טוענים אותו עד לפוטנציאל של 1300 V. אחרי כן, מחברים אותו על ידי חוט דק וארוך אל כדור מתכת מבודד ובלתי טעון, בעל רדיוס 3 cm. כתוצאה מכך, יורד פוטנציאל האלקטרומטר ל- 900 V.

א. חשב את קיבול האלקטרומטר. לפני החיבור אל הכדור

ב. חשב את המטען החשמלי על האלקטרומטר:

(1) לפני החיבור אל הכדור

(2) אחרי החיבור אל הכדור

1990 שאלה 2

המרחק בין לוחות קבל הוא $d = 2 \text{ mm}$. קיבולו $C = 2 \times 10^{-9} \mu\text{F}$. אל בין לוחות הקבל הכניסו חומר מבודד דיאלקטרי יחסי $\epsilon_r = 5$. חיברו את הקבל למקור מתח בן 150 V, ולאחר מכן ניתקו אותו ממקור המתח. לאחר הניתוק הוציאו את החומר הדיאלקטרי מבין לוחות הקבל.

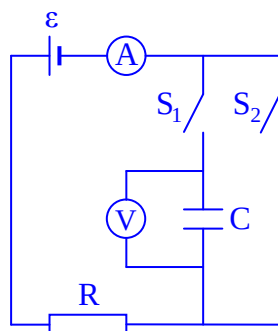
א. לאחר שהוצא החומר הדיאלקטרי, חשב מה יהיה:

(1) מטען הקבל.

(2) המתח בין לוחות הקבל.

(3) השדה החשמלי בין לוחות הקבל.

ב. מצא את העבודה הדרושה להוצאת החומר הדיאלקטרי.

1991 שאלה 3

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

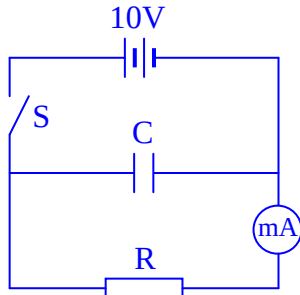
מבצעים בזו אחר זו שלוש פעולות:

א. סוגרים את המפסק S_1 (המפסק S_2 נשאר פתוח). מה הן הוראות האמפרמטר והוולטמטר? הסבר.

ב. סוגרים את המפסק S_2 (המפסק S_1 נשאר סגור). האם הוראת האמפרמטר תקטן, לא תשתנה או תגדל (ביחס להוראת האמפרמטר שמצאת בסעיף א)? נמק.

ג. פותחים את המפסק S_1 (המפסק S_2 נשאר סגור). מצא את הוראות האמפרמטר והוולטמטר בזמנים $t_1 = 0$ (רגע פתיחת המפסק S_1), $t_2 = 0.5 \text{ min}$, $t_3 = 1 \text{ min}$, $t_4 = 5 \text{ min}$.

1992 שאלה 3



תרשים א

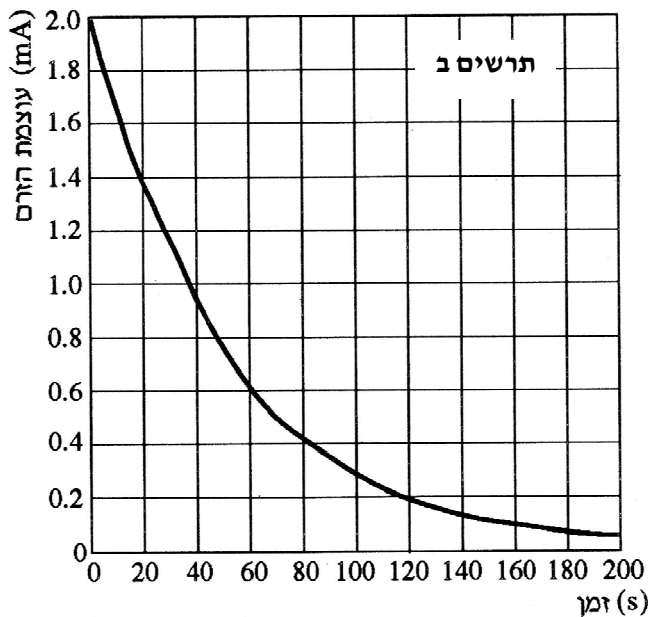
כדי לחקור פריקה של קבל דרך נגד, בנה תלמיד את המעגל החשמלי המתואר בתרשים א, הכולל מקור מתח שהכא"מ שלו 10V והתנגדותו הפנימית ניתנת להזנחה. בתחילה היה המפסק S סגור עד טעינתו המלאה של הקבל, ולאחר מכן, ברגע $t=0$, פתח התלמיד את המפסק. תרשים ב מראה את קריאת המיליאמפרמטר, שהתנגדותו זניחה, בעת הפריקה, כפונקציה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

א. השתמש בתרשים ב כדי לחשב את הגדלים הבאים (בסדר שנוח לך):

(1) המטען ההתחלתי שבו היה הקבל טעון ברגע $t=0$.

(2) קיבול הקבל C.

(3) התנגדות הנגד R.

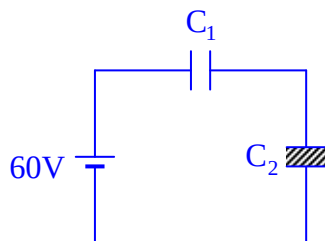


תרשים ב

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.

ג. אילו הפריקה הייתה נעשת 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.

1993 שאלה 3



תרשים א'

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.

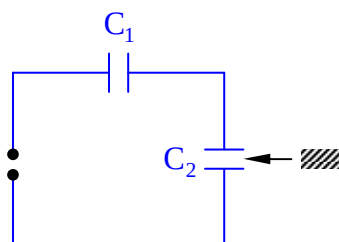
(2) האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בשני הקבלים הטעונים.

ב. מוציאים את החומר המבודד מבין לוחות הקבל C_2 . חשב את:

(1) המתח על כל אחד מהקבלים במצב זה.

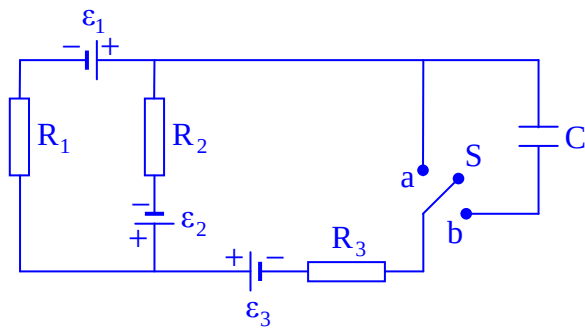
(2) האנרגיה החשמלית הכוללת, האגורה בשני הקבלים.

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.



תרשים ב'

1994 שאלה 2



התרשים שלפניך מתאר מעגל חשמלי, שכולל שלושה מקורות כא"מ ε_1 , ε_2 , ε_3 שהתנגדויותיהם הפנימיות ניתנות להזנחה, ושלושה נגדים R_1 , R_2 , R_3 . קבל שקיבולו C , מחובר למעגל באמצעות מתג S , שיש לו שני מצבי סגירה a ו-b.

א. מעבירים את המתג S למצב a.

(1) העתק את התרשים למחברתך, וסמן בו, על-פי בחירתך, את כיווני הזרמים.

(2) באמצעות נתוני המעגל ועל-סמך חוקי קירכהוף, רשום שלוש משוואות, שמתוכן ניתן למצוא את הזרמים העוברים דרך שלושת המקורות. אינך נדרש לפתור את המשוואות.

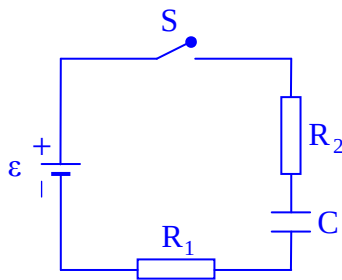
ב. מעבירים את המתג S למצב b.

(1) בטא באמצעות נתוני המעגל את הזרם העובר דרך הנגד R_1 לאחר התייצבות הזרם.

(2) סרטט גרף המתאר בקירוב את הזרם העובר דרך הנגד R_3 כפונקציה של הזמן, החל מרגע העברת המתג S למצב b.

(3) הסבר כיצד ייתכן שדרך הנגד R_3 זורם זרם, בעוד שדרך הקבל אין זרימת מטענים.

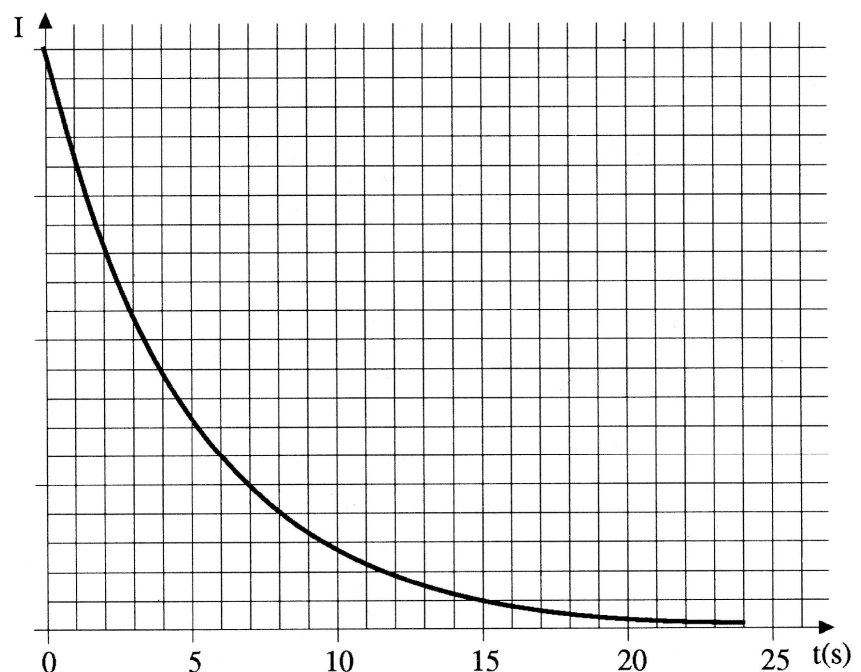
1995 שאלה 2



בתרשים מתואר מעגל חשמלי של טעינת קבל. המעגל החשמלי כולל: מפסק S ; מקור כא"מ $\varepsilon = 3 \text{ V}$, 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 $t = 0$?

ב. בגרף שלפניך מתואר הזרם כפונקציה של הזמן. מצא את קבוע הזמן t .



ג. מצא את קיבול הקבל C .

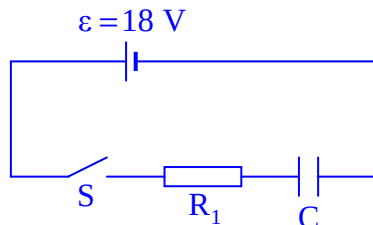
ד. חשב את מטען הקבל לאחר שהוא נטען לחלוטין.

ה. המטען שחישבת בסעיף ד שווה למטען שעבר במקור הכא"מ. הסבר מדוע.

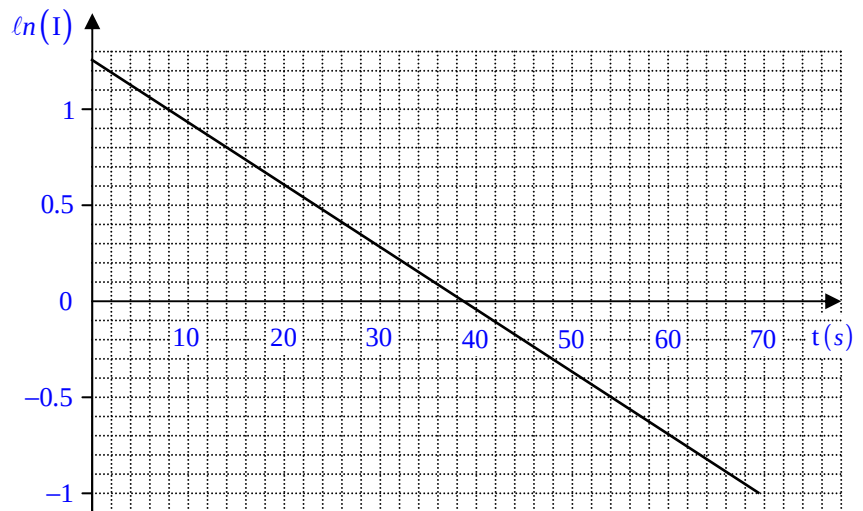
ו. כמה אנרגיה סיפק המקור בתהליך הטעינה?

1997 שאלה 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 א



תרשים ב

א. כידוע $I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$. בהסתמך על נוסחה זו, הסבר מדוע הגרף שהתקבל הוא קו ישר. חשב בעזרת הגרף את:

- הזרם במעגל עם סגירת המפסק. שים לב: הזרם נמדד ביחידות mA.
- התנגדות הנגד R.
- קיבול הקבל C.

לקבל שבמעגל מוסיפים במקביל קבל בעל אותו קיבול C.

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

1998 שאלה 2

בתרשים א מתואר מעגל חשמלי המאפשר טעינה ופריקה של קבל. התנגדות האמפרמטרים זניחה.

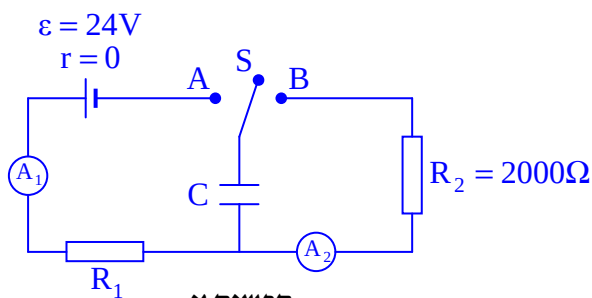
א. מחברים את המתג S ל-A. מהו המתח על הקבל C לאחר זמן רב?

ב. לאחר זמן רב מעבירים את המתג S מ-A ל-B. מהו הזרם המרבי שיראה האמפרמטר A_2 ?

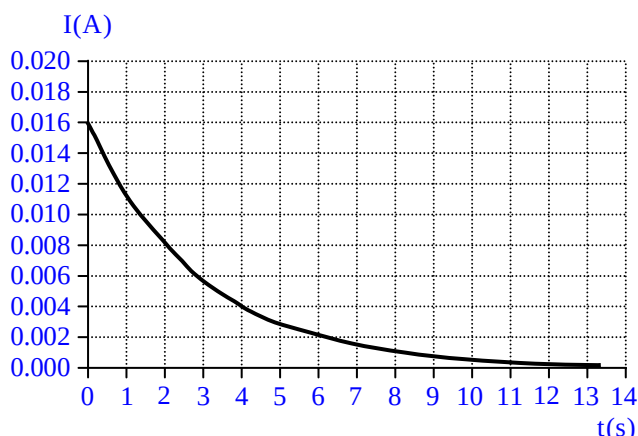
ג. תרשים ב שלפניך מתאר את הזרם שנמדד על-ידי אחד האמפרמטרים כפונקציה של הזמן. האם הגרף שבתרשים ב עשוי להתאים לזרם שנמדד על-ידי האמפרמטר A_1 או לזרם שנמדד על-ידי האמפרמטר A_2 ? נמק.

ד. חשב את קיבול הקבל C.

ה. מחליפים את הקבל C בקבל אחר שקיבולו גדול יותר וחוזרים על הניסוי. האם השטח, המוגבל על-ידי הגרף שבתרשים ב ועל-ידי הצירים, גדל קטן או אינו משתנה? נמק.

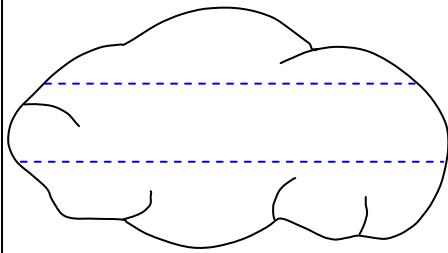


תרשים א



תרשים ב

1999 שאלה 2



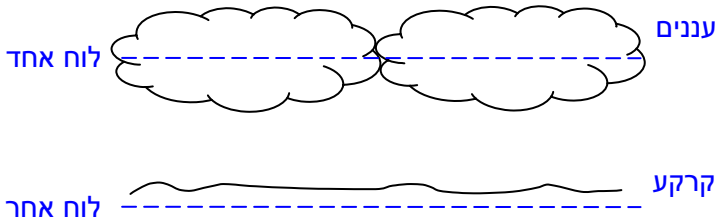
א. תאר מהו "קבל".
 על-פי מודל פשוט, אפשר להסתכל על ענן סערה כעל זוג לוחות מקבילים של קבל (ראה תרשים), וביניהם חומר שהקבוע הדיאלקטרי היחסי שלו הוא 1.2. נשתמש במודל זה עבור ענן סערה מסוים, שבו השטח של כל לוח הוא $2 \cdot 10^6 \text{ m}^2$, המרחק בין הלוחות הוא 500 m, ובין הלוחות שורר מתח של $2 \cdot 10^7 \text{ V}$.

ב. חשב את האנרגיה האגורה בקבל.

ג. חשב את הכוח החשמלי הפועל על אלקטרון הנמצא בין לוחות הקבל.

ד. ברק עובר מהלוח האחד של הקבל ללוח האחר, והקבל נפרק לחלוטין במשך 0.01 s. חשב את הזרם הממוצע של הברק.

2000 שאלה 1



בעת סופת רעמים נמצא כי בין שכבת העננים לקרקע נוצר שדה חשמלי אנכי שעוצמתו 3000 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.

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.

ג. חשב את האנרגיה החשמלית המשתחררת על-ידי ברק זה בין העננים לקרקע. הנח כי כל מטען "הקבל" נפרק על-ידי הברק.

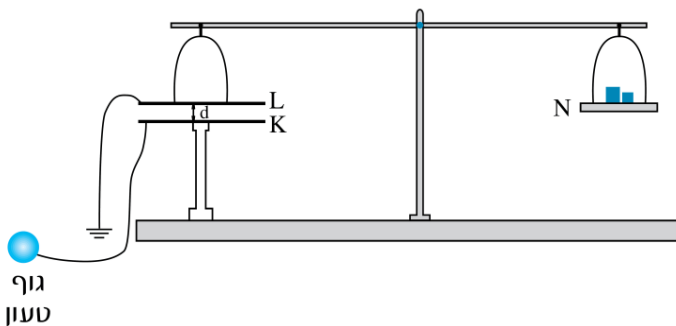
ד. חשב את ההספק הנוצר במעבר הברק.

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.

2001 שאלה 1



תלמיד רוצה למדוד פוטנציאל של גוף מוליך טעון באמצעות אלקטרומטר תומסון הבנוי כמאזניים רגישות (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.

ב. הלוחות 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 האמצעות A, d, V, ו- ϵ_0 (על פי הצורך) את:

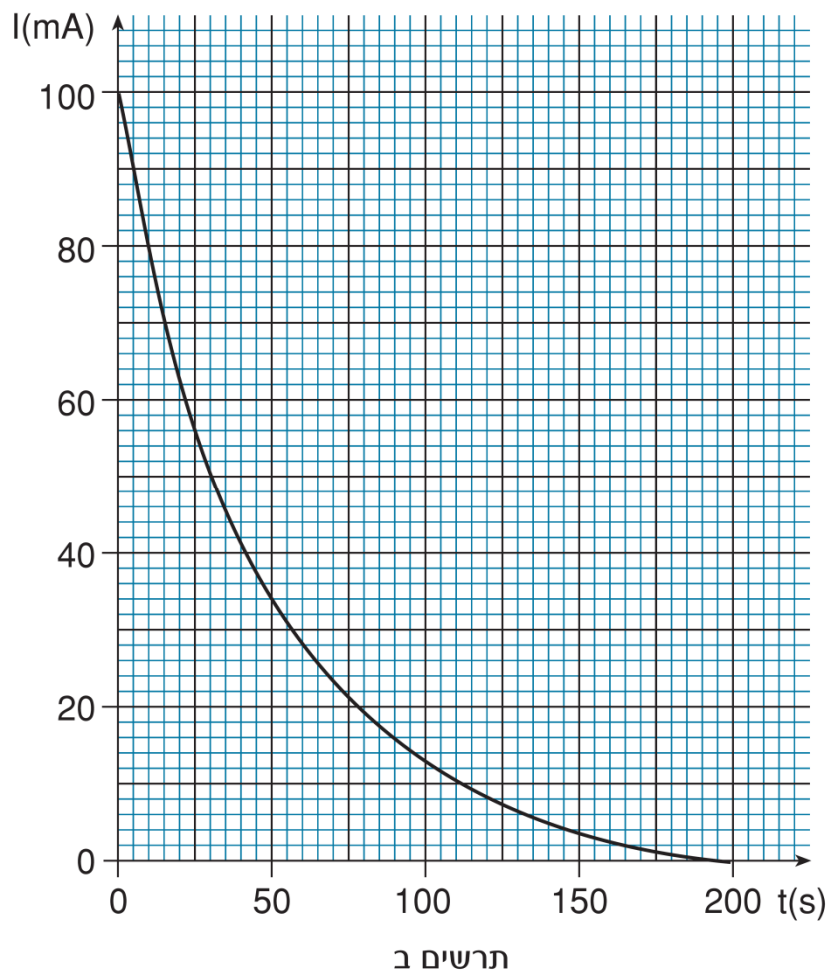
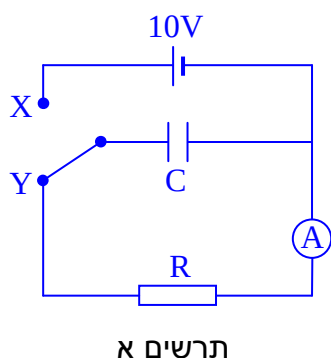
(1) המטען על לוח L. (2) השדה בין לוחות הקבל. (3) השדה שנוצר על-ידי לוח K.

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

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

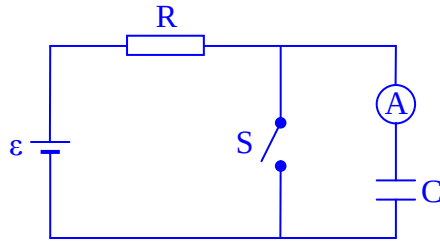
בתרשים א מתואר מעגל חשמלי שבנתה תלמידה. המעגל כולל מקור מתח שהכא"מ שלו $10V$, קבל שקיבלו C , נגד שהתנגדותו R , ואמפרמטר שהתנגדותו ניתנת להזנחה. התלמידה טענה את הקבל (קצה המפסק נגע ב- X) ולאחר מכן פרקה את הקבל (קצה המפסק נגע ב- Y – ראה תרשים א).

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.

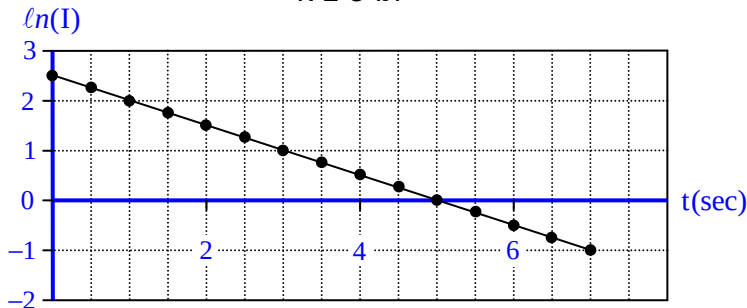


- הסבר מדוע במהלך הפריקה, הזרם I הולך וקטן כפונקציה של הזמן.
- חשב את המטען הכולל שעבר דרך הנגד במהלך הפריקה.
- חשב את הקיבול C של הקבל.
- חשב את ההתנגדות R של הנגד.
- התלמידה הגדילה פי שניים את התנגדות הנגד, וחזרה על תהליך הטעינה והפריקה.
- כיצד הכפלת ההתנגדות משפיעה על הזרם בתחילת הפריקה?

2003 שאלה 3



תרשים א



תרשים ב

תרשים א שלפניך מתאר ניסוי למדידת קיבולו של קבל. התנגדות הנגד $R = 1000 \Omega$. מקור מתח, ε , ואמפרמטר, A, אידיאליים. בתחילת המדידה המפסק S סגור. מהי עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר? נמק 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).

ב. מהו הכא"מ ε של מקור המתח?

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

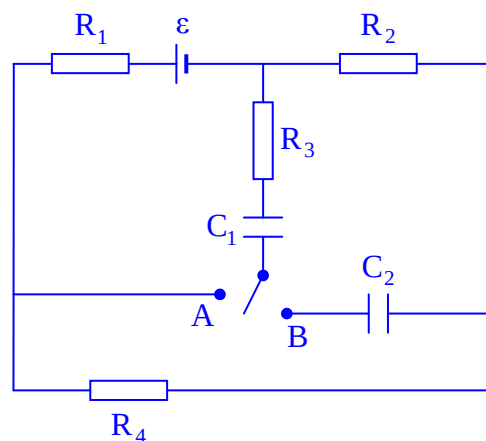
ד. מהו קיבולו של הקבל?

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 שיקולך בסרטוט הגרף (התייחס לזרם ברגע $t = 0$ ולשיפוע).
ו. האם המטען הסופי של הקבל יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמק.

2005 שאלה 2

המעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך כולל מקור מתח של $\varepsilon = 60 \text{ V}$ 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 .

ב. חשב את המטען על כל אחד משני הקבלים.

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

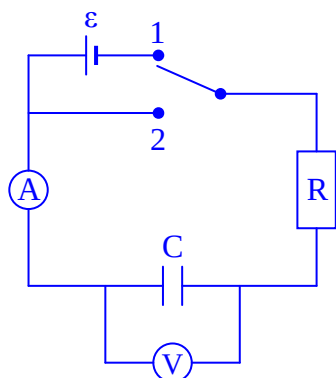
ג. מצא את עוצמת הזרם העובר בנגד R_1 .

ד. חשב את המטען על כל אחד משני הקבלים.

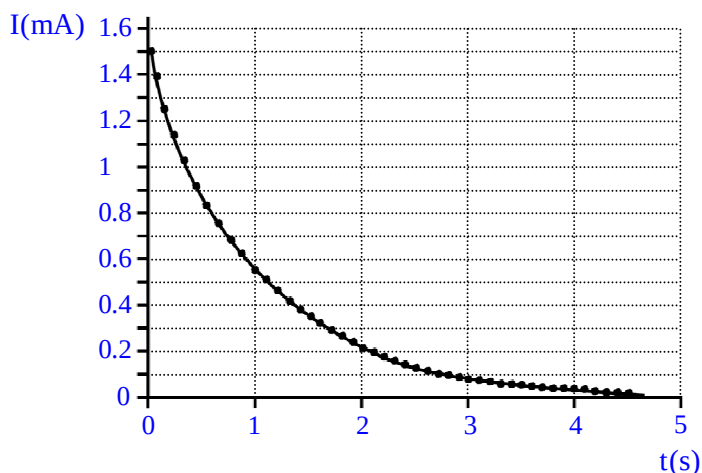
ה. איזה מהנגדים אינו משפיע על עוצמת הזרם העובר בנגד R_1 ? נמק.

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 – אידיאליים, 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.

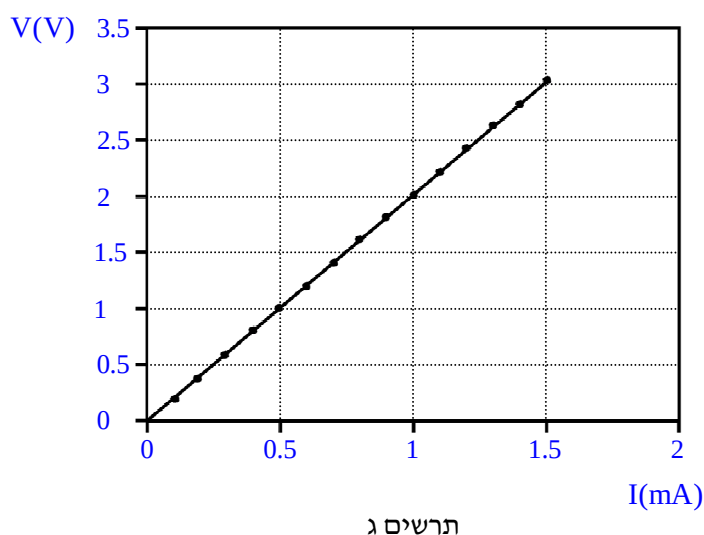


תרשים א



תרשים ב

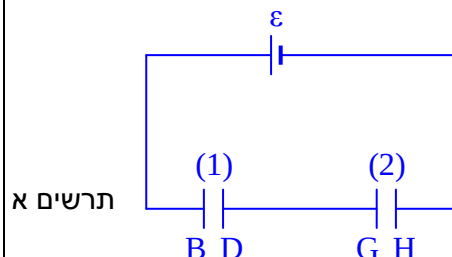
- ב. בתרשים ג שלפניך מוצג גרף של המתח כפונקציה של הזרם. האם גרף זה התקבל בשלב הטעינה של הקבל, בשלב הפריקה שלו, או לא ניתן לקבוע אם התקבל בשלב הטעינה או הפריקה? נמק את תשובתך.
- ג. היעור באחד הגרפים או בשניהם וחשב את התנגדות הנגד R. הסבר את חישוביך.
- ד. היעור באחד הגרפים וחשב את קבוע הזמן τ .
- ה. הסבר מה משמעותו של קבוע הזמן τ .
- ו. חשב את קיבול הקבל C.



תרשים ג

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

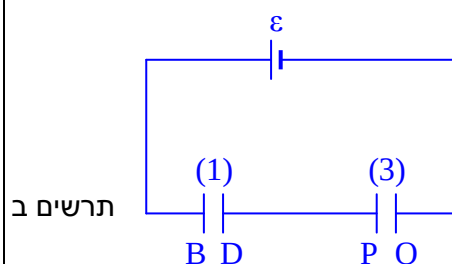
הקבל	שמות הלוחות	השטח של כל לוח	המרחק בין הלוחות
(1)	BD	A	d
(2)	GH	A	d
(3)	PQ	2A	d



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

א. הסבר מדוע המטען החשמלי על לוח D שווה בגודלו למטען על לוח G.

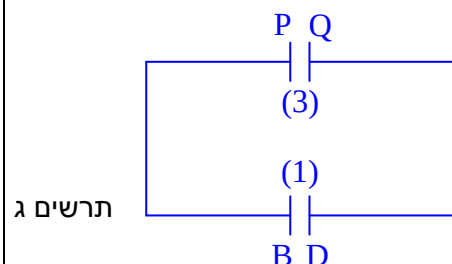
ב. בטא את המטען החשמלי על לוח G, באמצעות נתוני השאלה (או חלקם): ε (כא"מ המקור), d, A .



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) ε, A, d – את המתח החשמלי בין שני הלוחות B ו-D של קבל (1) במקרה זה.

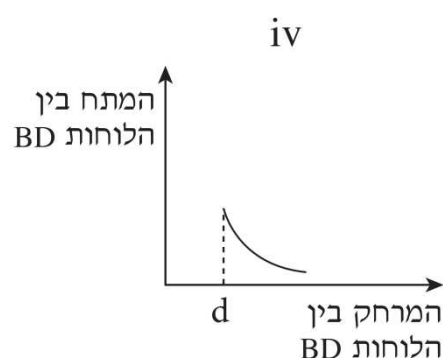
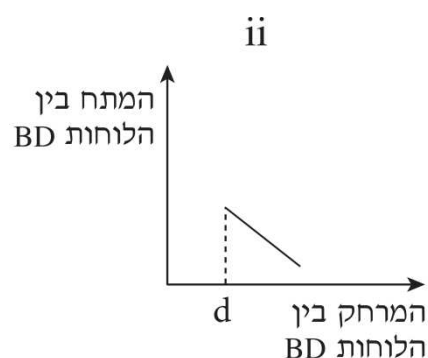
מנתקים מן הסוללה את שני הקבלים (1) ו-(3) כשהם עדיין טעונים, ומחברים אותם זה לזה, כמתואר בתרשים ג.

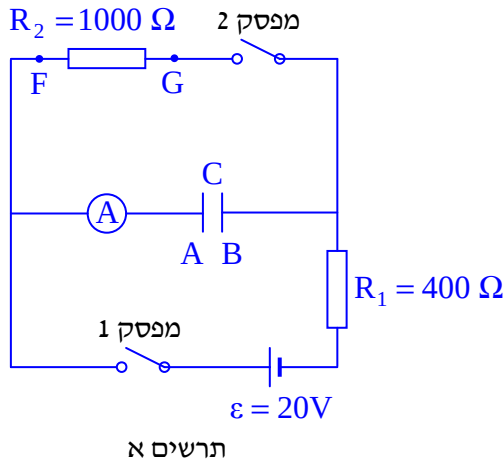


ד. האם בעקבות שינוי זה תהיה זרימה של מטענים בין הלוחות P ו-B? הסבר את תשובתך.

מנתקים זה מזה את הקבלים הטעונים, ומרחיקים את קבל (3) (למרחק "אין-סופי"). מגדילים בהדרגה 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.





בתרשים א מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח שהכא"מ לו $\varepsilon = 20 \text{ V}$ 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 מסויים $t_1 = 0 \text{ s}$, פותחים את מפסק 1 וסוגרים את מפסק 2, ושוב מודדים את עוצמת הזרם כפונקציה של הזמן.

הזרם דרך אחד הנגדים (R_2 או R_1) כפונקציה של הזמן מוצג

בתרשים ב.

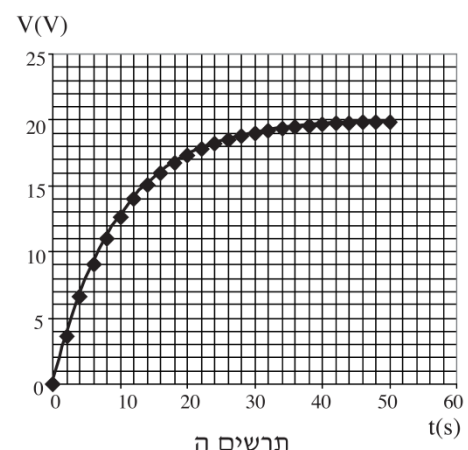
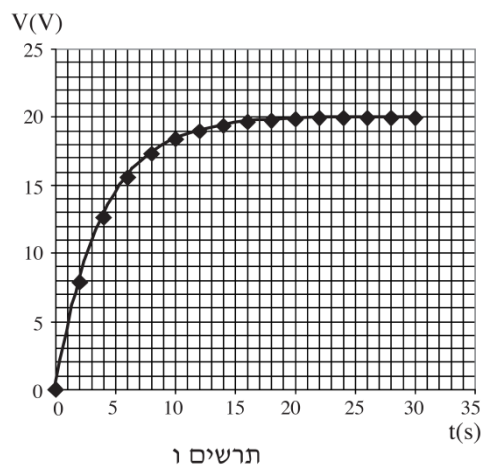
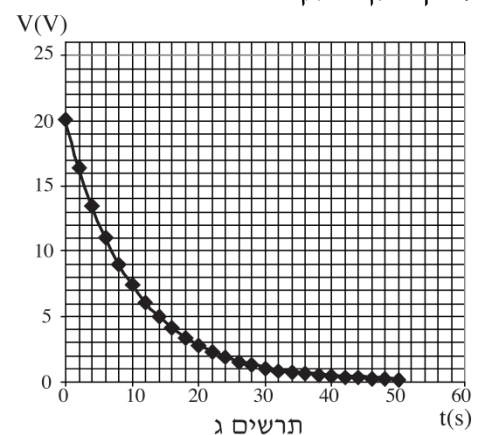
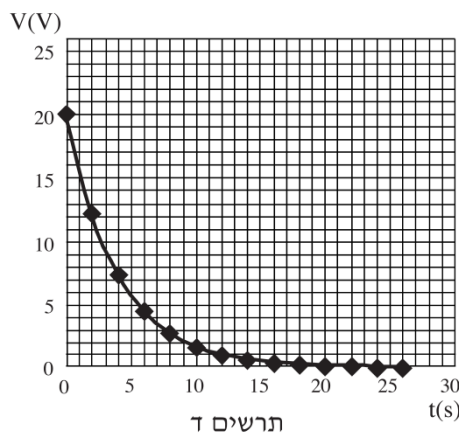
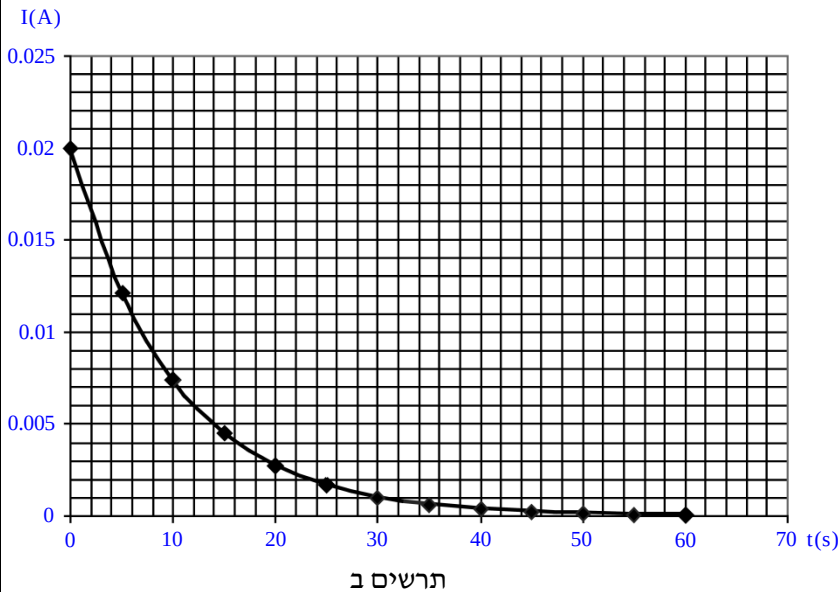
א. דרך איזה נגד, R_1 או R_2 , עובר הזרם המוצג בתרשים ב? הסבר את תשובתך.

ב. חשב את הקיבול C של הקבל.

ג. חשב את המטען שעל כל אחד מלוחות הקבל לפני שסוגרים את מפסק 2.

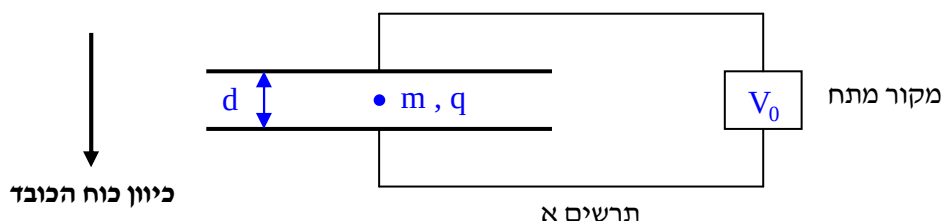
ד. לאיזה כיוון זורם הזרם בנגד R_2 לאחר פתיחת מפסק 1 וסגירת מפסק 2, מ- F ל- G או מ- G ל- F? נמק

ה. תלמיד מסרטט גרף של המתח בין קצות הנגד R_1 כפונקציה של הזמן. איזה מבין התרשימים ג-ו שלפניך נכון? נמק.

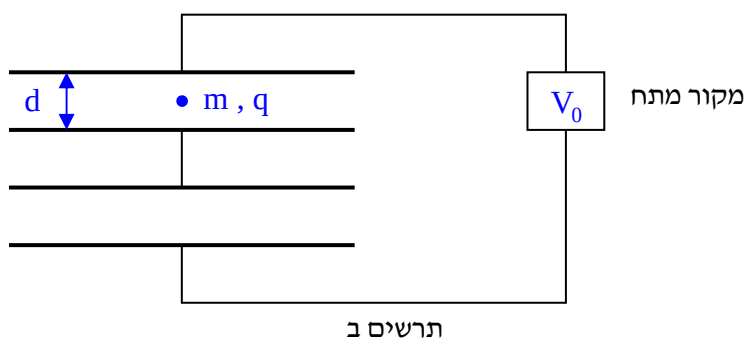


הפיזיקאי האמריקני ר' מיליקן ביצע ב-1908 סדרת ניסויים שבה התברר שקיים מטען חשמלי יסודי. כל הניסויים בסדרה התבססו על צפייה בטיפת שמן זעירה הנמצאת בין הלוחות של קבל טעון. באמצעות שינוי המתח בין הלוחות הקבל, מיליקן שלט על תנועת הטיפה (למעלה או למטה). מבצעים סדרה של ניסויים דומים לאלה של מיליקן. הניסויים 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.
- 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.
- 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).
- ד. בניסוי שלישי בונים מעגל שכולל שני קבלים המחוברים בטור למקור המתח V_0 . כל אחד מהקבלים זהה לקבל שבניוי הראשון.
 - במרכז של אחד הקבלים מציבים טיפת שמן שיש לה אותה מסה m ואותו מטען q כמו בניסוי הראשון (ראה 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.



2016 שאלה 7

קבל הוא רכיב חשמלי המסוגל לאגור מטען חשמלי.

א. ציין ארבעה פרמטרים המשפיעים על כמות המטען Q הנאגר בקבל לוחות.

ב. נתון קבל לוחות טעון המנותק ממקור המתח.

קבע לגבי כל אחד מארבעת הגדלים (1) – (4) שלפניך אם הוא גדל, קטן או לא משתנה, כאשר מגדילים את המרחק d שבין לוחות הקבל. נמק את קביעותיך.

(1) המטען החשמלי שעל כל אחד מהלוחות

(2) הקיבול

(3) המתח שבין לוחות הקבל

(4) האנרגיה האגורה בקבל

נתון מעגל חשמלי ובו נגד שהתנגדותו $R = 10\Omega$, מפסק, מקור מתח אידיאלי $V = 10\text{V}$ וקבל לוחות לא טעון שקיבולו $C = 0.001\text{F}$ (ראה תרשים).

ברגע $t = 0$ סוגרים את המפסק וזרם מתחיל לזרום במעגל.

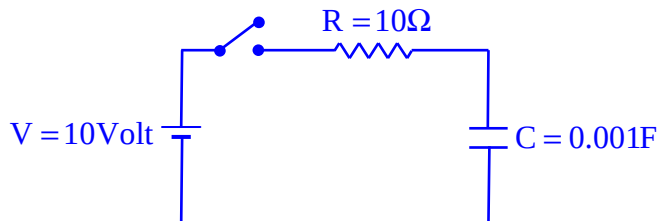
ג. קבע מהו המתח על הקבל ומהו המתח על הנגד מיד לאחר סגירת המפסק. נמק את קביעותיך.

ד. חשב את עוצמת הזרם במעגל מיד לאחר סגירת המפסק.

ברגע מסוים המתח על הקבל מגיע ל- 2V .

ה. חשב את האנרגיה האגורה בקבל ברגע זה.

ו. קבע אם עד רגע זה, כמות האנרגיה שנוספה לקבל שווה לכמות האנרגיה שהושקעה על ידי מקור המתח. נמק את קביעותיך.



2017 שאלה 9

תלמיד הרכיב מעגל חשמלי המאפשר טעינה ופריקה של קבל לוחות. הרכיבים במעגל זה הם: מקור מתח אידיאלי שהכא"מ שלו $\varepsilon = 8\text{V}$, שני נגדים, R_1 ו- R_2 ; שני מפסקים, S_1 ו- S_2 ; קבל שלוחותיו מסומנים באותיות A ו- B, אמפרמטר אידיאלי ותילים אידיאליים. המעגל מתואר בתרשים 1 שלפניך.

נתון: התנגדותו של הנגד R_1 היא 1000Ω , והיא גדולה מהתנגדותו של הנגד R_2 .

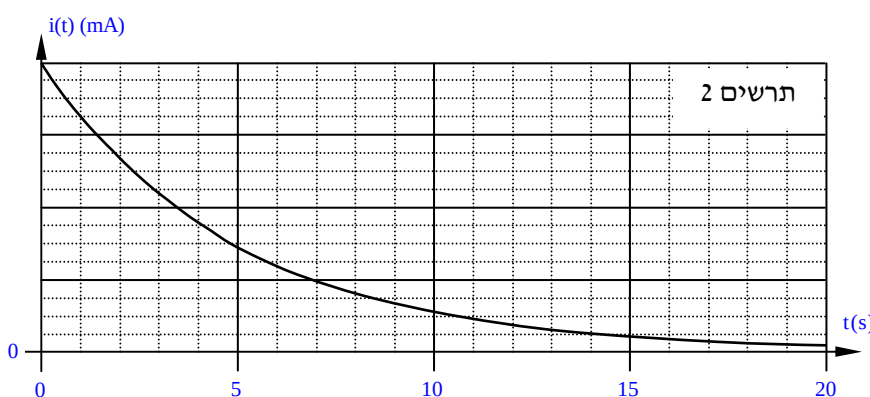
ב. מצא בעזרת הגרף את קבוע הזמן τ_1 של מעגל הטעינה (קבוע הזמן הוא $\tau = R \cdot C$).

ג. מצא את המטען Q (גודל וסימן) הנמצא על כל אחד מלוחות הקבל, A ו- B, כאשר הוא טעון במלואו. כעבור זמן רב, כאשר הקבל היה טעון במלואו, פתח התלמיד את המפסק S_1 סגר את המפסק S_2 .

ד. קבע אם τ_2 , קבוע הזמן בפריקה, גדול מ- τ_1 , קבוע הזמן בטעינה, קטן ממנו או שווה לו. הסבר את קביעותיך.

התלמיד סרטט גרף, המתאר את עוצמת הזרם i כפונקציה של הזמן t במהלך פריקת הקבל.

ה. קבע אם השטח הכלוא בין העקומה לבין הציר האופקי בגרף שסרטט התלמיד גדול מן השטח הכלוא בין העקומה לבין הציר האופקי שבתרשים 2, קטן ממנו או שווה לו. הסבר את קביעותיך.



ברגע $t = 0$ התלמיד סגר את המפסק S_1 (המפסק S_2 נשאר פתוח) והקבל התחיל להיטען.

א. חשב את עוצמת הזרם I_0 שזרם באמפרמטר ברגע סגירת המפסק.

בתרשים 2 שלפניך מוצג גרף של עוצמת הזרם i כפונקציה של הזמן t במהלך טעינת הקבל.

ב. מצא בעזרת הגרף את קבוע הזמן τ_1 של מעגל הטעינה (קבוע הזמן הוא $\tau = R \cdot C$).

ג. מצא את המטען Q (גודל וסימן) הנמצא על כל אחד מלוחות הקבל, A ו- B, כאשר הוא טעון במלואו. כעבור זמן רב, כאשר הקבל היה טעון במלואו, פתח התלמיד את המפסק S_1 סגר את המפסק S_2 .

ד. קבע אם τ_2 , קבוע הזמן בפריקה, גדול מ- τ_1 , קבוע הזמן בטעינה, קטן ממנו או שווה לו. הסבר את קביעותיך.

התלמיד סרטט גרף, המתאר את עוצמת הזרם i כפונקציה של הזמן t במהלך פריקת הקבל.

ה. קבע אם השטח הכלוא בין העקומה לבין הציר האופקי בגרף שסרטט התלמיד גדול מן השטח הכלוא בין העקומה לבין הציר האופקי שבתרשים 2, קטן ממנו או שווה לו. הסבר את קביעותיך.

תשובות סופיות

1980 חורף שאלה 4

א. המתח ε ; המטען $C\varepsilon$ ב. $kC\varepsilon$; ε ג. $C\varepsilon/k$

1980 חורף שאלה 5

א. $22.2V$ ב. $2A$

1980 שאלה 4

ב. $0.1m$ ב. ישאר במנוחה. ג. ירד בתנועה שוות תאוצה, שתאוצתה $g/2$.

1980 שאלה 5

א. $R/2$ ב. $\frac{\varepsilon}{r+R/2}$

1980 שאלה 6

א. בהנחה שברגע $t=0$ הצלע הימנית של הריבוע נכנסת

לשדה: עבור $0 < t < \ell/v$: $B\ell v/R$ "נגד כיוון

השעון" עבור $\ell/v < t < (a+\ell)/v$:

עבור $a/v < t < (a+\ell)/v$: $B\ell v/R$ "עם כיוון השעון"

עבור $(a+\ell)/v < t$:

ב. בשלבים הראשון והשלישי $B^2\ell^2v/R$ שמאלה.

בלבים השני והרביעי: אפס

1981 שאלה 1

א. $3V$; 0.5Ω

1981 שאלה 2

א. b ב. $\sqrt{\frac{2mV}{B^2q}} - \sqrt{\frac{2mV}{B^2q} - d^2}$ ג. $\frac{B^2d^2q}{2m}$

1981 שאלה 3

א. על PO : $2 \cdot 10^{-2}N$ לתוך הדף, על MN : $2 \cdot 10^{-2}N$ מתוך הדף, על MP ו- NO : אפס.

ב. $\varepsilon_{\max} = 0.75V$, $\varepsilon = 0.75\cos(120\pi t)$

מכסימלי כאשר $t = k/120$, $k = 0, 1, 2, \dots$

מינימלי כאשר $t = 1/120(k + 1/2)$

1981 שאלה 4 (שאלון השלמה)

המחט מגנטית, ובתנועתה משרה זרמים בנחושת ולכן נעצרת מהר יותר.

1982 שאלה 1

א. $10^{-5}J$; $5 \cdot 10^{-5}J$ ב. $5 \cdot 10^{-5}J$ ג. $5 \cdot 10^{-5}J$

ד. $10^{-2}J$

1982 שאלה 2

א. תרשים א'; ב- $\sqrt{3}/12A$ ב. במעגל א.

1982 שאלה 3

א. $\frac{8}{3} \cdot 10^6 m/s$ ב. $20V$ ג. מסלול מעגלי

ד. מסלול פרבולי

1982 שאלה 2 (שאלון השלמה) ← ג.

1983 שאלה 1

א. לחבר במקביל נגד של 1.25Ω .

ב. לחבר בטור נגד של 4995Ω ג. 5000Ω

1983 שאלה 2

א. $10^{-3}V$

ב. $I_1 = 1/3 \cdot 10^{-3}A$ מ- F ל- A

$I_2 = 1/6 \cdot 10^{-3}A$ מ- C ל- D

ג. $Q_1 = 1/3 \cdot 10^{-6}J$; $Q_2 = 1/6 \cdot 10^{-6}J$

ד. $5 \cdot 10^{-8}N$

ה. על MD כלפי מטה, על MA כלפי מעלה

1983 שאלה 3

א. מהמקור עד A המהירות והתאוצה משתנות.

מ- A עד B המהירות קבועה, התאוצה שווה לאפס.

ב. $\approx 6 \cdot 10^6 m/s$, במהירות זו הוא גם יוצא מ- B .

ג. $\approx 10^{-8}s$

1983 שאלה 9 (שאלון השלמה) ← א'

1984 שאלה 1

א. $q_1' = 3/8 \cdot 10^{-8}C$; $q_2' = 4/3 \cdot 10^{-8}C$

ב. $\approx 10^{-4}J$ ג. $2.4 \cdot 10^{-5}J$

ד. בזמן הזרימה התפתח חום

1984 שאלה 2

(i) $V_{AB} = V_{BC} = 6V$, $V_{AC} = 12V$

(ii) $V_{AB} = V_{BC} = 4V$, $V_{AC} = 12V$

1984 שאלה 3

א. מ- P ל- Q ג. $\frac{MgR}{B^2l^2}$

1984 שאלה 3 (שאלון השלמה) ← א'

1984 שאלה 4 (שאלון השלמה) ← א'

1985 שאלה 1

א. $I=0$; $q_1=q_2=1.71 \cdot 10^{-4}C$

ב. $I=0$; $q_2=0$; $q_1=2.4 \cdot 10^{-4}C$

ג. $I=0.24A$; $q_1=9.6 \cdot 10^{-5}C$; $q_2=1.2 \cdot 10^{-4}C$

1985 שאלה 2

ב. $R_x = 4R$

1985 שאלה 3

א. $1.75T$ ב. $h_2 = 0.23m$; $h_3 = 0.05m$

ג. $0.16J$

1985 שאלה 9 (שאלון השלמה) ← א'

1986 שאלה 6

א. $3.7 \cdot 10^{-12}F$

ב. $q = 1/3 \cdot 10^{-8}C$ כדור

$q = 2/9 \cdot 10^{-8}C$ אלקטרוטר

ג. $9.26 \cdot 10^{-12}F$

1986 שאלה 7

א. $88V$ ב. 6Ω ג. $16A$

1986 שאלה 9

ג. $0.72T$

1986 שאלה 10

א. $1.6 \cdot 10^{-5}A$ ב. מ- D ל- E

1986 שאלה 33 (ש. השלמה)

עוצמת האור של A תקטן, ועוצמת האור של B תגדל

1987 שאלה 6

א. I + II. פי $\varepsilon_r/2$ III. אין שינוי IV. פי $2/\varepsilon_r$

ב. I. אין שינוי II. פי $\varepsilon_r/2$ III + IV. פי $2/\varepsilon_r$

1987 שאלה 7

$4.5\Omega \leftarrow$

1987 שאלה 8

$2000\Omega \leftarrow$

1987 שאלה 9

א. 48mA ב. מ-M ל-N ג. $1.92 \cdot 10^{-3}\text{N}$

1987 שאלה 10

א. מ-A ל-B ב. פרבולה ג. 0.45V

1987 שאלה 14 (שאלון השלמה)

השנאי עובד בעזרת תופעת המתח המושרה הקיים רק עם שינוי שטף מגנטי. כאשר יש זרם ואין שינוי שטף מגנטי לא נוצר מתח מושרה ואי אפשר לנצל את השנאי.

1988 שאלה 1

א. $6.67 \cdot 10^{-12}\text{F}$

ב. לפני החיבור: $9 \cdot 10^{-9}\text{C}$; אחרי החיבור: $6 \cdot 10^{-9}\text{C}$

1988 שאלה 2

א. 2Ω ב. 6 נרות

1988 שאלה 3

א. 1.2V ב. 0.17V

1988 שאלה 4

א. $-2.08t + 0.066$ ב. 41.6A מ-M ל-N

ג. 2N אופקית שמאלה.

1988 שאלה 5

א. $2.4 \cdot 10^{-5}\text{T}$ ב. 0

1989 שאלה 1

א. $1.11 \cdot 10^{-8}\text{C}$; $2.22 \cdot 10^{-8}\text{C}$ ב. 33.3cm

1989 שאלה 2

א. 1. הכוח גדל פי 2. 2. הזמן אינו משתנה.

3. ההעתק האנכי גדל פי 2.

1989 שאלה 3

א. $\varepsilon^2/4r$ ב. 50% ג. $0.17r$ ד. $5.83r$

1989 שאלה 4

א. לתוך הדף ב. $\frac{5}{0.8 + 0.08x}$ ג. 2.5m

1989 שאלה 5

א. בכניסה זרם שלילי וביציאה זרם חיובי

1990 שאלה 1

א. $1.7 \cdot 10^{-8}\text{C}$ ב. 0.016J (1) + (2) 0

ג. (1) 0 (2) 10^5N/C בכיוון מ-0 ל-B

1990 שאלה 2

א. $1.5\mu\text{C}$ (1) 750V (2) $3.75 \cdot 10^5\text{N/C}$ (3)

ב. $4.5 \cdot 10^{-4}\text{J}$

1990 שאלה 3

א. 1V (1) 0.25Ω (2) 4A (3)

1990 שאלה 4

א. $3.75 \cdot 10^7\text{m/s}$ ב. $4.27 \cdot 10^{-3}\text{T}$

1990 וגם 1998, שאלה 5

א. 0.222V ב. 0.5A

1990 שאלה 2 (שאלון השלמה)

א. + ב. כיוון צפון

1991 שאלה 1

א. 10m/s^2 ב. מחזורית

ג. $V_d=72,000\text{V}$ $V_c=36,000\text{V}$

ד. $v_0=3.41\text{m/s}$

1991 שאלה 2

א. עולה ב. יורד ג. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{4}{3}$ ד. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{16}{9}$

1991 שאלה 3

א. $V=0$; $I=4\text{mA}$ ב. לא תשתנה

ג.

V (V)	I (mA)	t (דקות)
0	4	0
15.2	1.47	0.5
20.7	0.54	1
≈ 24	≈ 0	5

1991 שאלה 4

א. $\frac{V}{dv}$ ד. החלקיק יפגע

1991 שאלה 5

א. משתנה עם הזמן. ב. 0.216V

ג. קבוע עם הזמן. ד. 0.6A

1991 שאלה 1 (ש. השלמה)

א. הזמן גדול פי 4 ב. המהירות זהה.

1992 שאלה 1

א. 1. אפס 2. אפס ב. 1. אפס 2. $k(\frac{q}{R_2} - \frac{q}{R_1})$

ג. ישתנה

1992 שאלה 2

א. 22Ω ב. 99Ω ד. כן ה. לא

1992 שאלה 3

א. $q=0.1\text{C}$ (1) $C=0.01\text{F}$ (2) $R=5\text{k}\Omega$ (3)

1992 שאלה 4

א. שלילי ב. ימינה ג. $OK = \frac{2mE}{qB^2}$

1992 שאלה 5

א. (1) $I = \frac{\varepsilon}{R}$ (2) $\frac{Bed}{R}$ ימינה

1993 שאלה 1

א. $k\frac{Q}{a^2}$ בכיוון מ-O ל-F ב. $5k\frac{Q}{a^2}$

ג. (1) אפס (2) כן ד. כן

1993 שאלה 2

א. $2R$ ב. 24Ω ג. 4V ; 8V ; 16V ד. $I'=I$

1993 שאלה 3

א. (1) $V_1=45\text{V}$, $V_2=15\text{V}$ (2) $1.08 \cdot 10^{-2}\text{J}$

ב. $V_1^* = V_2^* = 30V$ (1) $7.2 \cdot 10^{-3} J$ (2)

ג. V_1 אינו משתנה. ; V_2 קטן פי 3.

1993 שאלה 4

א. $y \rightarrow x$

ג. $4 \cdot 10^{-4} N/A$ (1) N/A (2) $0.02T$ (3)

1993 שאלה 5

א. (1) $x \leftarrow y$ (2) $y \leftarrow x$ ב. $8.3mA$ ג. כן

1994 שאלה 1

א. (1) לא (2) כן. ב. $W = \frac{kq^2}{2d}$

ג. (1) B יהיה טעון במטען חיובי, ו-A במטען שלילי
(2) המטען הכולל של כל כדור שווה לאפס.

1994 שאלה 2

א. (3) חוק הזרמים מבוסס על חוק שימור המטען, חוק העניבות מבוסס על חוק שימור האנרגיה.

ב. (1) $I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_1 + R_2}$ (2) $I = I_3 e^{\frac{-t}{R_3 C}}$

1994 שאלה 3

א. V_2 קטן (1) V_1 גדל (2)

ב. $\varepsilon = 1.5V$ (1) $r = 0.2\Omega$ (2) $R_0 = 1.3\Omega$ (3)
ג. ההתנגדות החיצונית: $R_0 + R$ ד. $P = 0.375W$

1994 שאלה 4

א. (1) לא (2) כן

ב. (1) $R = 0.2554m$ (2) $m = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$

(3) $t = 5.25 \cdot 10^{-9} s$

1994 שאלה 5

א. בשלבים I ו-II

ב. (1) בשלב I קבוע, ובשלב II קטן.

(3) הכנף קרובה חיובית

ג. $\varepsilon = 0.078V$ ד. בשלב II

1995 שאלה 1

א. (1) $E_A = \frac{kQ}{(H-R)^2}$; $E_0 = 0$

(2) $V_0 = \frac{kQ}{R}$; $V_A = \frac{kQ}{(H-R)}$

1995 שאלה 2

א. $I_0 = 0.004A$ ב. $\tau = 5s$ ג. $C = 0.005F$

ד. $Q = 0.02C$ ו. $E = 0.08J$

1995 שאלה 3

א. $R = 161.3\Omega$ ב. 3 נורות במקביל

ג. האור בנורות 25W יגבר, ובנורות 75W יחלש.

1995 שאלה 4

א. (1) מסלול מעגלי. (2) $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$; $T = \frac{2\pi m}{q \cdot B}$

ג. (1) שילוב של תנועה מעגלית ותנועה במהירות קבועה

(2) $S = 7.68 \cdot 10^{-3} m$

1995 שאלה 5

א. (1) מ-N ל-M, מ-A ל-B ומ-D ל-C.

(2) $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{v \cdot B \cdot \ell}{R}$

ב. (2) $F = \frac{B^2 \cdot \ell^2 \cdot v}{R}$ בכיוון ימין. (3) כוח קבוע.

ג. $I = 6.4 \cdot 10^{-3} A$

1996 שאלה 1

ד. $q = 2.96 \cdot 10^{-7} C$

1996 שאלה 2

ד. $R = 9\Omega$

1996 שאלה 3

א. אל תוך הדף. ב. $B = 1.77 \cdot 10^{-5} T$

ג. $B_E = 2.5 \cdot 10^{-5} T$ ד. לא תהיה סטיה.

1996 שאלה 4

ג. $v = 1.2 \cdot 10^7 m/s$ ד. $t = 2.6 \cdot 10^{-8} s$

1996 שאלה 5

א. אין זרם במוט. ב. $I = 0.4A$

ג. $I_1 = 0.1A$; $I_2 = 0.1A$; $I_3 = 0.2A$

1997 שאלה 1

א. $v_B = 1.26 \cdot 10^7 m/s$ ב. $E = 4500 N/m$

ג. (1) גרף II (2) גרף I

1997 שאלה 2

א. $I_1 = 3.5A$; $I_2 = 4.5A$ ב. $\varepsilon = 31V$

ג. $R_T = 3.875\Omega$ ד. יגדל

1997 שאלה 3

ב. $I_0 = 3.55mA$ ג. $R = 5070\Omega$ ד. $C = 5.9 \cdot 10^{-3} F$

1997 שאלה 4

א. (1) השדה החשמלי בכיוון הרדיאלי החוצה.

(2) השדה המגנטי בכיוון פנימה לתוך הדף.

ב. $B = \frac{m}{q} \cdot \frac{v}{R}$; $E = \frac{m}{q} \cdot \frac{v^2}{R}$

ד. החלקיק הנע בשדה החשמלי ימשיך בתנועתו באותו המעגל, ללא שינוי, רק בכיוון ההפוך. החלקיק הנע בשדה המגנטי יבצע סיבוב במעגל משיק לנקודה D.

1997 שאלה 5

א. $S_{CD} = \frac{1}{2} \alpha r^2$ ב. $\varepsilon = -\frac{B \omega r^2}{2}$ ג. מ-C ל-A.

ד. הולך וקטן.

1998 שאלה 1

א. $R = 2.5\Omega$ ב. $R = 0.5\Omega$ ג. $R_{AD} = 9\Omega$ ד. יקטן

1998 שאלה 2

א. $24V$ ב. $I = 0.012A$ ג. A_1 ד. $C = 231\mu C$

ה. יגדל

1998 שאלה 3

ד. (1) $\tan \alpha = \frac{\mu_0 N}{B \ell} \cdot I$ (2) $B = 3.365 \cdot 10^{-5} T$

1998 שאלה 4

ה. 0.8%

1998 שאלה 5

א. גדל ב. $I = 0.5A$

1999 שאלה 1

א. $I=0.0125A$ ג. $I=0.0136A$ ד. $I=0.0214A$

1999 שאלה 2

ב. $E=8.6 \cdot 10^6 J$ ג. $E=4 \cdot 10^4 N/q$ ד.

$I=85A$

1999 שאלה 3

ב. $R=9\Omega$ ג. $I=55.8mA$ ד. 0.675

1999 שאלה 4

א. (1) $-z$ (2) $+x$ (3) $+z$ (3) $-z$ ב. $v = \frac{E}{B}$

ג. (1) $\frac{e}{m} = \frac{E}{B^2 R}$ (2) $R=0.18m$

1999 שאלה 5

ג. $B_E = 2.9 \cdot 10^{-5} T$

2000 שאלה 1

א. $V=1.2 \cdot 10^6 V$ ב. $\Delta Q = 20C$ ג. $1.2 \cdot 10^7 J$

ה. (1) $B = 4 \cdot 10^{-4} T$ (2) אופקי

2000 שאלה 2

א. $I_1=0.667A$ $I_2=0.5A$ ב. בנורה 1 ג. $V=9V$

ד. במקביל לנורה 2

2000 שאלה 3

א. (1) $\frac{1}{I} = \frac{r}{\varepsilon} + \frac{\lambda}{\varepsilon} \cdot \ell$ ג. (1) $\varepsilon=1.68V$ (2) $r=4.79\Omega$

2000 שאלה 4

א. (1) $B = 1.257 \cdot 10^{-4} T$ (2) "יוצא" מהדף.

ב. (1) נגד כיוון השעון (2) $f = \frac{qB}{2\pi m}$

ג. (1) במגמה הפוכה. (2) התדירות תקטן.

2000 שאלה 5

א. $\varepsilon=125V$

ב. גודל הזרם: $25A$. כיוונו מ-S ל-R, על פי כלל לנץ או על פי כוח לורנץ

ג. $F=500N$ כיוון הכוח כלפי מעלה. ד. $m=2000kg$

2001 שאלה 1

א. אחד הלוחות טעון במטען חיובי, והשני במטען שלילי, ולכן בין הלוחות פועלים כוחות משיכה חשמליים.

ב. (1) $q = V \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ (2) $E = \frac{V}{d}$ (3) $E_1 = \frac{V}{2d}$

ד. $V = d \sqrt{\frac{2mg}{\varepsilon_0 A}}$

2001 שאלה 2

א. (1) $I=3A$ (2) $V_{CB}=1.5V$ (3) הנקודה C

ב. סכום המתחים בכל אחד משני המסלולים הוא $15V$, כי הוא שווה למתח ההדקים של מקור המתח.

2001 שאלה 3

ב. (2) פרבולה ג. (1) $I_1=0$; $I_2=\varepsilon/r$; (2) $I_{max}=\varepsilon/2r$

ד. $R=r$ ה. $P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$

2001 שאלה 4

א. (1) לוח M טעון במטען חיובי

(2) $E = 1.28 \cdot 10^4 N/C$

ב. (1) לתוך הדף (2) $B = 8.54 \cdot 10^{-4} T$

ג. (1) לא (2) לא

2001 שאלה 5

ב. $\tan \theta = \frac{\mu_0}{2\pi B_E} \cdot I$

ג. (1) כי θ כפונקציה של I אינו ליניארי.

(2) כי עבור $I=0$ מחט המצפן אינה סוטה.

(3) $B_E = 4 \cdot 10^{-5} T$

2002 שאלה 1

א. $U_R=3.6V$ ב. $V_A=10.8V$; $V_B=3.6V$

ג. הזרם העובר בנקודה B זהה לזרם העובר בנקודה C במעגל טורי.

ד. התנגדות שקולה – מבטאת את ההתנגדות למעבר מטענים במעגל החיצוני.

ה. ההתנגדות השקולה קטנה במקביל הזרם גדל ומתח ההדקים קטן. (ε ו-r קבועים $V=\varepsilon-Ir$)

2002 שאלה 2

א. במידה והמתח בנורה יהיה 6V הספק הנורה יהיה 18W

ב. $R=2\Omega$ ג. המתח של הנורה $L_1=6V$ ולכן היא דולקת באור מלא.

ד. עוצמת האור שנפלט מנורה L_1 קטנה כיוון שמתח הנורה L_1 קטן מ-6V בהתאם לחיבור הפוטנציומטרי שמתקבל.

2002 שאלה 3

ב. $Q = 4.65C$ ג. $C=0.465F$ ד. $R=100\Omega$

ה. הכפלת ההתנגדות מקטינה את הזרם המרבי פי 2

2002 שאלה 4

א. השדה החשמלי בכיוון z החיובי במישור xy הרכיבים מבטלים אחד את השני.

ב. בכיוון z למטה (נימוק זהה לסעיף א)

ג. השדה החשמלי במרכז הטבעת שווה לאפס. אין רכיבים בציר z ובמישור xy הוקטורים מבטלים אחד את השני.

ד. במרחק אין סופי השדה החשמלי של כל מטען שווה לאפס ולכן $E_z=0$ (כולל).

ה. גרף 4 שדה אפס במרכז ושואף לאפס במרחק אין סופי.

2002 שאלה 5

א. $I=1013A$ ב. $I=2.39A$

ג. (1) $P \approx 4.9 \cdot 10^4 W$ (2) $P \approx 0.27W$

2003 שאלה 1

א. כדור B נטען חיובית (חיובי עם קווי השדה). כדור A

נטען שלילית (שלילי נגד קווי השדה). כדור C לא

נטען (קיים קיטוב בלבד). כדור D לא נטען.

ב. לכדור A ולכדור B סימנים שונים. לכן כאשר יקרבו

את כדור B, כדור A ימשך. כדורים C ו-D לא

טעונים, ולכן אין השפעה על כדור A.

ג. $Q = 1.4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$

2003 שאלה 2

א. $V=30\text{V}$ ב. $I=1/3\text{A}$ ג. $R_x=60\Omega$
ה. קריאת המתח בוולטמטר 5V על סמך הגרף.

2003 שאלה 3

א. האמפרמטר יראה עוצמת זרם $I=0$.
ב. $\varepsilon=12.2\text{V}$ ג. $I=1\text{mA}$ ד. $C=2 \cdot 10^{-3}\text{F}$
ו. לא ישתנה. המטען הסופי תלוי בקיבול ובמקור המתח, ואינו תלוי בהתנגדות: $Q=\varepsilon C$.

2003 שאלה 4

א. $d = \sqrt{\frac{2mv}{QB^2}}$ ב. $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2QB}$
ג. (1) t לא ישתנה כיוון שזמן המחזור לא תלוי במהירות
(2) d יגדל פי $\sqrt{2}$ על סמך הביטוי בסעיף ב.
ד. t חדש גדול פי 2 מה- t המקורי. d יגדל פי $\sqrt{2}$
ה. $E = \sqrt{\frac{2QVB^2}{m}}$ כיוון השדה מטה.

2003 שאלה 5

א. בנקודה התחתונה עוצמת הזרם מירבית כיוון שהשינוי בשטף בשיא. ניתן גם להתייחס לכא"מ מירבי במוט

ב. $I = \frac{B\ell v}{R}$

ג. זרם אפס, כאשר הצלע התחתונה נמצאת במקום הגבוה ביותר במסלולה.
ד. $I=0.049\text{A}$
ה. בהנחה שהתנודה לא מרוסנת, הכא"מ והזרם לא ישתנו מתנודה לתנודה.

2004 שאלה 1

א. (1) $E=0$ (2) $E = \frac{kQ_1}{R_1^2}$ (3) $E = \frac{kQ_1}{R_1^2} + \frac{kQ_2}{R_2^2}$

ב. $V = \frac{kQ_1}{R_1} + \frac{kQ_2}{R_2}$ (1) + (2) + (3)

ג. הפוטנציאל של הקליפה הפנימית גדול זמה של הקליפה החיצונית.
ד. המטען של הקליפה הפנימית יהיה אפס, ועל הקליפה החיצונית המטען יהיה Q_1+Q_2 .

2004 שאלה 2

א. מתח ההדקים שווה לכא"מ כלומר 12V , כי לא זורם זרם דרך מקור המתח.
ב. $V=8\text{V}$ (1) 8V (2) 8V (3)

ג. (1) מדובר במצב של קצר $I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{12}{1} = 12\text{A}$

(2) במצב זה מתח ההדקים הוא אפס, כי ההתנגדות החיצונית שווה לאפס.

2004 שאלה 3

ג. בנגד המשתנה - גרף II, בנגד R_1 - גרף I.
ד. $R_1=4\Omega$ ה. $\varepsilon=4\text{V}$

2004 שאלה 4

א. במצב א - קווי השדה המגנטי משני נתילים נכנסים לתוך הדף בנקודה P. רק כריכה במישור הדף שמרכזה בנקודה P יכולה ליצור שדה מנוגד לשדות שיוצרים הנתילים, על מנת לבטל אותם.
ב. $I \approx 2.23\text{A}$
ד. גודל הכוח השקול שתיל א מפעיל על הכריכה הריבועית הוא $2.13 \cdot 10^{-5}$ ניוטון, וכיוונו לעבר תיל א.

2004 שאלה 5

א. $t' = \frac{\ell}{v}$

ב. הזרם המושרה יזרום בכיוון שיצור שטף מגנטי מנוגד למגמה הקיימת.

ג. כיוון הזרם מ- D ל- E. ד. $I = \frac{v^2 B t}{R}$

ה. עוצמת הזרם הולכת וגדלה.

2005 שאלה 1

א. $Q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ב. המטען נמצא רק על פני הכדור
ג. $V=333.33\text{V}$ ד. $E_C=4166.67(\text{N/C})$
ה. $V_C=583.33\text{V}$

2005 שאלה 2

א. $I=1\text{A}$ ב. $Q_1=8\mu\text{C}$; $Q_2=0$ ג. $I=1\text{A}$
ד. $Q_1=Q_2=3\mu\text{C}$ ה. הנגד R_3

2005 שאלה 3

א. לא ניתן לקבוע ב. פריקה. ג. $R=2000\Omega$
ד. $\tau \approx 1\text{s}$ ו. $C = 510^{-4}\text{F}$

2005 שאלה 4

א. המשקל של AC כלפי מטה וכוח מגנטי כלפי מעלה.
ב. $m = 7.5 \times 10^{-3} \text{ kg}$
ג. השדה המגנטי החוצה מהדף.
ד. $B = 1.67 \times 10^{-3} \text{ T}$

2005 שאלה 5

א. כי מרגע $t=0.1\text{s}$ המסגרת כולה כבר בתוך השדה המגנטי, ואין יותר שינוי בשטף.

ב. $|\varepsilon|=0.2\text{V}$ ד. $B=0.5\text{T}$ ה. גרף 2

2006 שאלה 1

א. כן, נקודה זו היא אמצע הקטע MN. ב. לא
ג. $U_A=-2.16\text{J}$

ד. (1) $v_B=12 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ (2) כן

2006 שאלה 2

א. כאשר הנורה תחובר למתח של ΔV הספקה יהיה 3W
ב. נורה אחת מאירה $I=0.5\text{A}$. שתי נורות מאירות $I=1\text{A}$

ג. ייתכן בגלל שנצילות הנורות יכולה להיות שונה.

2006 שאלה 3

א. גרף 3 ב. $r=1\Omega$
ג. (1) $I=0.273\text{A}$ (2) $V=2.73\text{V}$
ד. במצב $x=0$ התיל אינו חלק המהעגל החשמלי, לכן הזרם לא השתנה.

ה. עוצמת הזרם קטנה יותר.

2006 שאלה 4

א. $2.16 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

ד. גודל הכוח המגנטי שהמסגרת מפעילה על התיל הוא כגודל הכוח שהתיל מפעיל על המסגרת רק בכיוון מנוגד.

ה. האפשרות הנכונה היא (1) בכיוון ציר x

2006 שאלה 5

ב. (1) צפיפות הליפופים 5000 m^{-1} (2) 2000 ליפופים

ג. $I = 8.87 \cdot 10^{-5} \text{ A}$ ד. כיוון הזרם בנגד 100Ω הוא ימינה

2007 שאלה 1

א. $E_A = 0$ ב. $V_A = 2.25 \cdot 10^5 \text{ V}$

ג. $E_B = 1.25 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ ד. $V_B = 1.5 \cdot 10^5 \text{ V}$

ה. השדה החשמלי בנקודה B יקטן.

ו. השדה בנקודה B קטן.

2007 שאלה 2

ג. כא"מ מתח המקור הוא 1.5 V ד. $r = 0.786 \Omega$

ה. $I_{\max} \approx 1.91 \text{ A}$

ו. המגע הנייד הוזז שמאלה לעבר הקצה M

2007 שאלה 3

ב. $Q = \frac{\epsilon_0 A \epsilon}{2d}$ ג. $V_1 = \frac{2\epsilon}{3}$

ד. תהיה זרימה של מטענים בין הלוחות.

ה. הגרף המתאים הוא iii.

2007 שאלה 4

א. אפשרי, כאשר החלקיקים נכנסים לשדה במקביל לקווי השדה.

ב. מצב כזה אינו אפשרי.

ג. המטען של חלקיק 1 חיובי; המטען של חלקיק 2 שלילי.

2007 שאלה 5

א. מחט המצפן סוטה כבתרשים ג.

ב. $\alpha = 32^\circ$ ג. הזווית α תגדל.

ד. (2) $I = 7.94 \text{ mA}$

2008 שאלה 1

א. התלמיד הזיז את המגע הנייד P לכיוון L.

ג. $\rho = 1.09 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$

ה. הגדלת שטח החתך תגרום להקטנת השיפוע.

2008 שאלה 2

א. יש להציב את המגע הנייד Q בנקודה N.

ב. $R_x = 23 \Omega$ ד. במקביל.

2008 שאלה 3

א. לנגד R_2 ב. $C = 0.01 \text{ F}$

ג. לוח A: $+0.2 \text{ C}$; לוח B: -0.2 C

ד. הזרם זורם מ-F ל-G.

ה. התרשים המתאים הוא ד'

2008 שאלה 4

א. המטען הוא שלילי.

ב. אזור 1 • (מחוץ לדף), אזור 2 + 3 × (לתוך הדף).

ג. $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ה. $T = 2.62 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

2008 שאלה 5

א. כיוון הכוח המגנטי שתיל MN מפעיל על תיל PQ

הוא לעבר MN, כלומר כלפי מעלה.

ב. השדה המגנטי הכולל בנקודה O הוא אפס.

ד. $1.14 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

2009 שאלה 1

ב. $q = 7.6 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

ד. שקול הכוחות על כדור H אינו שווה לאפס.

2009 שאלה 2

ב. הקביעה המתאימה היא iii.

ג. $V_1 = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} V + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \epsilon$

ה. (1) $R_1 = 50 \Omega$ (2) $\epsilon = 18 \text{ V}$

2009 שאלה 3

א. $\ell = 3.75 \text{ cm}$ ב. עוצמת האור של הנורה תקטן

ג. יתרחש מצב ii. ד. במעגל המתואר בתרשים ב'

ד. מעגל אי' חסכוני יותר

2009 שאלה 4

ב. הזרם דרך המוט RQ זורם מ-R ל-Q.

ג. $d = \frac{\mu_0 I \cdot I_1 L}{2\pi(mg - N_1)}$

ד. (1) הנקודה A צריכה להיות בין המוטות

(2) $x = d/5$

ה. המוט המוליך יכול להפעיל כוח על מגנט.

2009 שאלה 5

א. המוט במנוחה ב. המוט נע ימינה

ג. $I = 0.012 \text{ A}$ ד. הזרם זורם מ-N ל-M.

ה. $F = 7.2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ כיוון הכוח ימינה

ו. מהירות קבועה.

2010 שאלה 1

א. (1) $V_B - V_A = -0.45 \text{ V}$

(2) הנקודות C ו-A נמצאות על פני אותו משטח שווה פוטנציאל, לכן הפרש הפוטנציאלים ביניהן הוא אפס.

(3) $V_B - V_C = -0.45 \text{ V}$

ב. (1) השדה באזור המתואר מכיון ימינה.

(2) $E \approx 0.281 \text{ V/m}$

ג. המטען הוא חיובי. ד. $W_{A \rightarrow B} = 9 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

2010 שאלה 2

א. הלוח התחתון טעון במטען חיובי.

ב. הטיפה תישאר במקומה.

ג. (3) $d = 0.1 \text{ m}$

ד. (1) המתח בין קצוות כל אחד מהקבלים הוא $V_0/2$.

(2) הטיפה תנוע כלפי מטה.

2010 שאלה 3

א. $V_{AB} = 6 \text{ V}$ ב. $V_2 = V_3 = 3 \text{ V}$; $V_1 = 6 \text{ V}$

ג. הנורות L_2 ו- L_3 מאירות בעוצמת אור שווה, והנורה

L_1 מאירה בעוצמת אור גדולה יותר.

- ד. (1) עוצמת הזרם דרך L_1 קטנה.
(2) עוצמת הזרם דרך L_2 גדלה.

2010 שאלה 4

- א. 4.44 m/s ב. 2.79 s ג. לא
ב. (1) לא (2) משך הזמן יהיה שווה

2010 שאלה 5

- א. $V_{MP}=9\text{V}$ ב. $I_{\min} \approx 0.83\text{A}$; $I_{\max} \approx 2.67\text{A}$

ג. (2) $3.8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{T}}{\text{A}}$ = שיפוע (3) $d=5.26\text{cm}$

- ד. שווה.

2011 שאלה 1

- א. (1) חיובי (2) $q=1.78 \cdot 10^{-8}\text{C}$ ב. $2.4 \cdot 10^{-5}\text{J}$

ג. (1) -10^{-7}J (2) $|F|=1.91 \cdot 10^{-5}\text{N}$

(3) $E = 19,000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$

- ד. אפשרות (2)

2011 שאלה 2

- א. (1) המתג מחובר לנקודה E

- (2) המתג מחובר לנקודה B

(3) $I_{\max} = 12\text{A}$

- ב. (1) $R_{BE}=28\Omega$ (2) $R_{BD}=14\Omega$

- ג. (1) המתג מחובר לנקודה B

- (2) המתג מחובר לנקודה B

ד. $P=8.89\text{W}$

2011 שאלה 3

- א. לא ב. (2) $4 \cdot 10^6\Omega$ ג. הוא אינו מתחשמל.

- ד. (1) $n = 9.38 \cdot 10^{15}$ (2) מהאדמה לחשמלאי

2011 שאלה 4

- א. השדה המגנטי יוצא מהדף

- ב. גודל מהירות היונים אינו משתנה

ג. (1) $t_H = \frac{\pi m_H}{q_H B}$ (2) $\frac{t_{He}}{t_H} = 4$

ד. $d = \sqrt{\frac{8m_H \cdot V}{q_H B^2}}$

2011 שאלה 5

- א. (2) כיוון הזרם במוט הוא מ-P ל-Q.

ב. $\tan \alpha = \frac{BI\ell}{mg}$ ג. (1) יש יחס ישר בין $\tan \alpha$ ו-I

ג. $B=0.05\text{T}$

2012 שאלה 1

ב. $E_{\text{total}} = \frac{kQq}{x_0} + \frac{1}{2}mv^2$ ג. $y_0 = \sqrt{\frac{kQq}{mg}}$

ד. $x_{\min} = \frac{kQq}{\frac{kQq}{x_0} + \frac{1}{2}mv^2}$

- ה. גודל המהירות יקטן ; גודל התאוצה יגדל.

2012 שאלה 2

- א. בתחום הנתונים התייל מקיים את חוק אוהם, והתנגדותו מתקבלת מחישוב השיפוע 5Ω .

ב. $\rho \approx 10^6 \Omega \cdot \text{m}$ ג. ההתנגדות קטנה.

- ד. היגד 3 נכון כי כאשר המתחים שליליים אין זרם
היגד 4 נכון כי במתחים גדולים ההתנגדות קטנה
(היחס בין המתח לזרם קטן).

2012 שאלה 3

- ב. הביטוי מייצג את מתח ההדקים של הסוללה.

- ג. הנקודה C התקבלה כאשר המגע הנייד הוצב בנקודה M ; הנקודה B התקבלה כאשר המגע הנייד הוצב בנקודה N.

ד. $r=0.5\Omega$; $\varepsilon=3\text{V}$ ה. $R=0.5\Omega$

2012 שאלה 4

- א. הכוח שיפעיל התיל על KN הוא מטה.

$F_{KN} = 8 \cdot 10^{-6}\text{N}$

- ב. כיוון הכוח מטה, וגודלו $4 \cdot 10^{-6}\text{N}$

- ג. על פי חוק שלישי של ניוטון, הכוחות שווים בגודלם והפוכים בכיוונם. מכאן שהכריכה מפעילה על התיל את אותו הכוח כמו בסעיף ב' כלפי מעלה.

- ד. גודל הכוח על KL קטן מהכוח על KN

- ה. גרף ג'

2012 שאלה 5

א. $|\varepsilon| = 5.7 \cdot 10^{-5}\text{V}$ ד. $P = 3.92 \cdot 10^{-9}\text{W}$

- ה. הגרף לא ישתנה

2013 שאלה 1

א. $n_e = 1.25 \cdot 10^{11}$

- ב. אלקטרונים עברו מכדור B לכדור A

- ג. המטען הסופי על כדור B הוא : $2 \cdot 10^{-8}\text{C}$

- ד. המטען ההתחלתי של כדור B היה אפס.

- ה. גרף I

2013 שאלה 2

א. 525W ב. $I_2 \approx 2.19\text{A}$; $I_1 \approx 2.19\text{A}$

ג. $P_1 = 0.480\text{W}$; $P_2 = 48.0\text{W}$

- ד. במערכת א' 99.9% ; במערכת ב' 90.9%

- ה. לפי התוצאות בסעיף ד', בישראל הנצילות גבוהה יותר.

2013 שאלה 3

א. $V_3 = V \frac{R_3}{R_3 + R_x}$ ב. $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$

ג. $R_3 = 6\text{k}\Omega$ ד. (1) 25° (2) בקרוב 13°

2013 שאלה 4

ג. $B_E = 3 \cdot 10^{-5}\text{T}$

- ד. לציין את רמת הדיוק של המדידה

- ה. (1) פונה אל הקוטב המגנטי הדרומי

- (2) פונה בקירוב אל הקוטב הגאוגרפי הצפוני.

2013 שאלה 5

- א. (1) השיפוע קבוע ולכן הכא"מ המושרה קבוע.

- (2) שיפוע הגרף גדל ולכן גם הכא"מ המושרה גדל.

ב. ברגע $t_1=0.06s$ גודל הכא"מ המושרה

$$|\varepsilon| = 5.02mV$$

ברגע $t_2=0.20s$ גודל הכא"מ המושרה $|\varepsilon| = 8.5mV$

ג. הכיוון של השדה המגנטי שהזרם יוצר במרכז הכריכה מנוגד לכיוון של B.

ד. גודל הכא"מ המושרה הוא אפס מכיוון שאז אין שינוי בשטף.

2014 שאלה 1

א. השדה החשמלי בין לוח A ללוח B מכוון שמאלה :
 $A \leftarrow B$. השדה החשמלי בין לוח B ללוח C מכוון ימינה : $C \leftarrow B$.

$$E_{BC} = 1200 \frac{V}{m} ; E_{AB} = 200 \frac{V}{m}$$

ג. תנועת החלקיק בין הלוחות היא תנועה שוות תאוצה מכיוון שהשדה החשמלי בין הלוחות קבוע.

$$v = 1.26 \cdot 10^4 m/s$$

ה. המתח בין B ל- C גדול מ- 100 וולט, לכן החלקיק לא יגיע ל- C – הוא יעצר לפני C.

2014 שאלה 2

א. המתח שונה ג. $\varepsilon=1.18V$; $r=2\Omega$

ד. ניתן למדוד ישירות כא"מ של סוללה אם נחבר את הכא"מ לוולטמטר אידיאלי.

ה. לא ניתן למדוד ישירות התנגדות פנימית של סוללה, מכיוון שניתן למדוד במעגל חשמלי רק זרם ומתח.

2014 שאלה 3

א. המתח על R_3 גדול מהמתח על R_4 .

$$V_4=4\varepsilon/9, V_3=2\varepsilon/3, V_2=2\varepsilon/9, V_1=\varepsilon/3$$

$$P_3 = \frac{12\varepsilon^2}{81R}, P_1 = \frac{9\varepsilon^2}{81R}, P_4 = \frac{4\varepsilon^2}{81R}, P_2 = \frac{2\varepsilon^2}{81R}$$

ההספקים בסדר עולה : $P_3 > P_1 > P_4 > P_2$

ד. בהגדלת התנגדות R_4 מגדילים את ההתנגדות השקולה ולכן עוצמת הזרם תקטן.

ה. ב- R_2 לא יזרום זרם. ב- R_1 ו- R_3 עוצמת הזרם החדשה תהיה $3I/4$.

2014 שאלה 4

$$I=4A \quad v=16m/s$$

2014 שאלה 5

א. החלקיקים נעו לאורך ציר X.

ב. החלקיקים נעו בקו עקום.

$$v = \frac{E}{B}$$

ד. מסלול החלקיקים בשדה המגנטי יהיה תנועה מעגלית, מאחר והכוח המגנטי מאונך למהירות.

$$R = \frac{m \cdot E}{q \cdot B^2}$$

2015 שאלה 1

א. מטען חיובי ב. $Q = 1.11 \cdot 10^{-10}C$

ג. המטען q שלילי, גודלו זהה למטען Q.

ד. (1) עוצמת השדה בנקודה B שונה מאפס. (2) הפוטנציאל החשמלי בנקודה B שווה לאפס.

$$W_{N \rightarrow D} = -15 \cdot 10^{-3}J$$

2015 שאלה 2

ב. (1) כאשר המפסק סגור נוצר זרם חשמלי במעגל ולכן מתח ההדקים איננו ε יותר אלא $V = \varepsilon - Ir$.

$$r = 0.5\Omega \quad (2)$$

$$I_{קר} = 3A$$

ד. (1) הוריית מד הזרם גדולה מ- 0.3A

(2) הוריית מד המתח קטנה מ- 1.35V

ה. mA·H אומר מהיא כמות המטען העוברת במשך שעה.

2015 שאלה 3

א. היגד iii הוא הנכון

$$W = 3.06 \cdot 10^5J \quad (2) \quad I = 6.67A \quad (1)$$

$$Q = 3.05 \cdot 10^3J ; \eta = 66.7\%$$

ד. (1) הוריית מד הזרם A_1 גדולה מזו של A_2

(2) נצילות של מעגל זה קטנה יותר.

2015 שאלה 4

א. $m = 0.15kg$ ב. התלמיד לא שינה את כיוון הזרם.

ג. הקוטה D הוא הקוטב הצפוני (N) של המגנט.

$$B = 0.028T$$

2015 שאלה 5

א. (1) זורם זרם בתיל כי השטף המגנטי דרך הריבוע משתנה.

(2) כיוון הזרם מנוגד לכיוון תנועת מחוגי השעון.

$$I = \frac{Bv^2t}{R} \quad (3) \quad \varepsilon = Bv^2t \quad (2) \quad \Phi = 0.5Bv^2t^2 \quad (1)$$

ג. עוצמת הזרם תלויה ביחס ישר לזמן, ולכן עוצמת הזרם במסגרת גדלה.

2016 שאלה 1

א. קו אשר לכיוונו פועל הכוח החשמלי על מטען חיובי וכוח בכיוון ההפוך לכיוון הקו על מטען שלילי.

ב. הכוח הפועל על המטענים לכיוון קו השדה, לכן המטענים חיוביים.

ג. חלקיק חיובי נע מפוטנציאל גבוהה לפוטנציאל נמוך,

לכן הפוטנציאל הגבוה הוא בנקודה P.

$$F = 2.5 \cdot 10^{-7}N \quad \Delta U = 2.5 \cdot 10^{-8}J$$

2016 שאלה 2

$$I_1 = I_2 \cdot \frac{R_3 + R_2}{R_3} \quad (1)$$

$$\varepsilon = I_2 \cdot \left[\frac{R_3 + R_2}{R_3} \cdot (r + R_1) + R_2 \right] \quad (2)$$

$$V = 8.5V ; \varepsilon = 10V$$

$$V_{BC} = 0 ; V_{AB} = 4V$$

$$V_{BC} = 6.67V ; V_{AB} = 0$$

ה. במצב בו המפסק פתוח נצילות המעגל גדולה יותר.

2016 שאלה 3

$$R = 25\Omega \quad (2) \quad R = 7.14\Omega \quad (1)$$

$$P = 1.65W \quad (2) \quad P = 0.14W \quad (1)$$

$$\eta = 0.0788 \rightarrow 7.88\% \quad (2) \quad \eta = 0.0571 \rightarrow 5.71\% \quad (1)$$

ה. בעבור אותה עוצמת אור, ההספק של גרף 3 הוא הגבוה ביותר, ולכן הנצילות הנמוכה יותר ומתאימה לנורת להט.

2016 שאלה 4

- א. k חיובי.
 ב. השדה המגנטי שבכריכות גדל, מכאן שהזרם במעגל גדל ולכן כיוון הגררה יהיה לכיוון C.
 ג. $B = 4.02 \cdot 10^{-5} T$ ה. $B_{E\perp} = 3.7 \cdot 10^{-5} T$

2016 שאלה 5

- א. כן, זרם זרם דרך הנגד. $I = 10 \text{ mA}$
 ב. עבודת הכוח F_1 שווה לכמות החום המתפתחת בנגד.
 ג. הזרם בנגד R זרם מ- S_1 ל- P_1
 ד. $I = 0.01 + 0.025t$
 ה. כאן, מכיוון שלמוט נוספה אנרגיה קינטית (מהירות), עבודת הכוח F_2 גדולה מכמות החום המתפתחת על הנגד.

2017 שאלה 4

- א. הקרקע נטענת חיובי כי מטען חיובי נמשך לענן
 ד. $E = 200 \text{ N/C}$ ה. לא יגיע.

2017 שאלה 5

- א. $I = 0.4 \text{ A}$ ב. $R = 100 \Omega$ ג. $\varepsilon = 250 \text{ V}$; $r = 75 \Omega$
 ד. ההתנגדות השקולה תקטן, ולכן הזרם במעגל יגדל ולכן עוצמת האור ב- N_1 תגדל.
 ה. הזרם גדל, ולכן מתח ההדקים קטן. מכאן שהורית הוולטמטר תקטן. יש להקטין חזרה את הזרם, ולכן נזיז את הגררה ימינה לעבר B כי אז R יגדל והזרם יקטן

2017 שאלה 6

- א. הכח המגנטי ניצב לכיוון המהירות ולכן יוצר תנועה מעגלית, שמשנה את כיוונה ולא את גודלה.
 ב. $v = 6.04 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ג. $q = 1.62 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 ד. $E = 4107 \text{ N/C}$ (1)
 (2) המטען חיובי, E כלפי מעלה, מלוח L_2 ללוח L_1
 ה. ינוע על פרבולה לכיוון לוח L_1 : רק הכח האנכי ישפיע עליו בציר האנכי ובציר האופקי ימשיך לנוע במהירות קבועה.

2017 שאלה 9

- א. $I_0 = 8 \text{ mA}$ ב. $\tau = 4.816 \Omega \cdot F$
 ג. $Q_A = 0.0385 \text{ C}$; $Q_B = -0.0385 \text{ C}$
 ד. $R_1 > R_2 \rightarrow \tau_2 < \tau_1$
 ה. השטח זה המטען שהתפרק ולכן הוא שווה לשטח שהיה בטעינה.