פרק 10

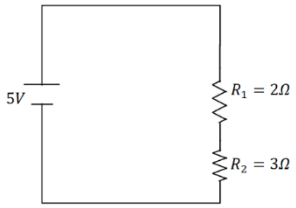
חיבור נגדים וחוקי קירכהוף

חיבור נגדים וחוקי קירכהוף 1

חיבור נגדים וחוקי קירכהוף

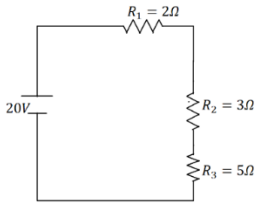
שאלות

1) דוגמה 1



חשב את הזרם במעגל הבא וחשב את ערך הפוטנציאל בין הנגדים (הנח שההדק השלילי נמצא בפוטנציאל אפס).

2) דוגמה 2



חשב את הזרם במעגל הבא ומצא את המתח על כל נגד.

3) דוגמה 3

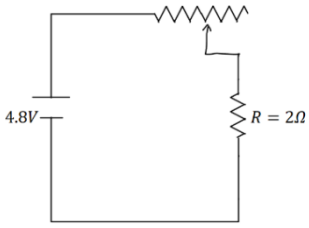
סוללה עם כא"מ של $3V$ והתנגדות פנימית: $r = 2\Omega$ מחוברת לנגד: $R = 10\Omega$.

א. סרטט איור של המעגל.

ב. מהו הזרם במעגל?

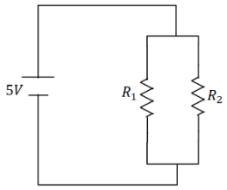
ג. מהו מתח ההדקים של הסוללה?

4) דוגמה 4



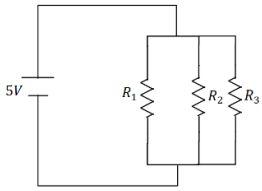
במעגל הבא ישנו מקור מתח אידיאלי (ללא התנגדות פנימית) המחובר לנגד רגיל ונגד משתנה.
אורך הנגד המשתנה הוא 20 ס"מ והתנגדותו ליחידת אורך היא: $r = 2\frac{\Omega}{m}$.
מהו הזרם במעגל ומהו המתח על כל נגד?

5) דוגמה 5



במעגל הבא: $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 2\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.

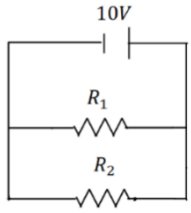
6) דוגמה 6



במעגל הבא: $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 4\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.

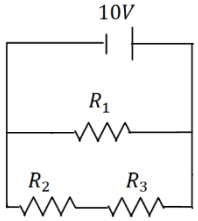
7) דוגמה 7

במעגל הבא: $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 3\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.



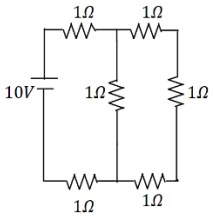
8) דוגמה 8

במעגל הבא: $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 1\Omega$ מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.



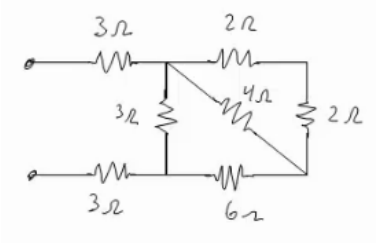
9) דוגמה 9

מצא את כל הזרמים במעגל הבא:



10) דוגמה 10

חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל הבא בין שני ההדקים.



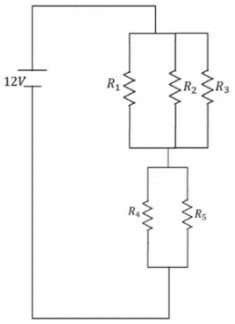
11) חישוב הספק מעגל

נתון המעגל הבא $R_3 = R_2 = R_1 = 6\Omega,\quad R_5 = R_4 = 8\Omega$.

א. מצאו את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.

ב. חשבו את הספק המעגל והראו כי הוא שווה להספק הסוללה.

ג. מוסיפים נגד כלשהו המחובר בטור לסוללה.
האם ההספק של המעגל יקטן, יגדל או לא ישתנה?

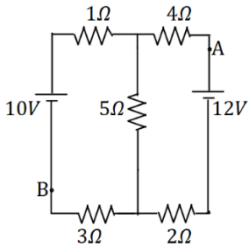


12) קירכהוף תרגיל 1

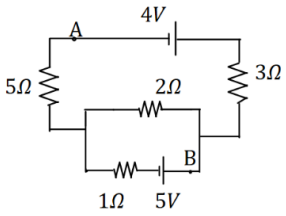
במעגל הבא התנגדות הנגדים ומתח המקורות נתונים באיור.

א. מצא את הזרמים במעגל.

ב. מצא את V_{AB} באמצעות שני מסלולים שונים.



13) קירכהוף תרגיל 2

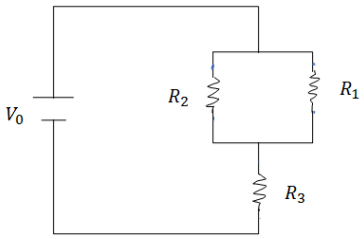


במעגל הבא התנגדות הנגדים ומתח המקורות נתונים באיור.

א. מצא את הזרמים במעגל.

ב. מצא את V_{AB}.

14) תרגיל 1



במעגל הבא נתונים ההתנגדות של כל נגד ומתח המקור: $V_0 = 31V$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 5\Omega$.

א. מצא את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב. מצא את הזרם העובר בסוללה.

חשב את הזרם והמתח על כל אחד מהנגדים.

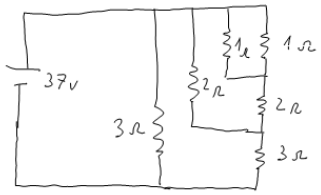
15) תרגיל 2

נתונים שלושה נגדים זהים עם התנגדות ידועה R.

מצא את כל האפשרויות השונות לחבר את הנגדים.

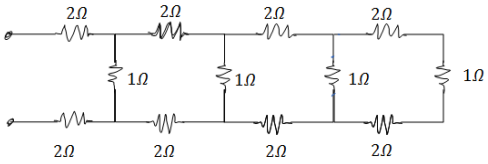
מצא את ההתנגדות השקולה של כל אפשרות.

16) תרגיל 3



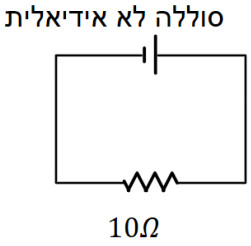
חשב את הזרם והמתח בכל נגד במעגל הבא:

17) תרגיל 4



מצא את ההתנגדות השקולה של המעגל בין שני ההדקים:

18) דוגמה 1



המעגל הבא מורכב מסוללה לא אידיאלית המחוברת לנגד של 10 אוהם. ההתנגדות הפנימית של הסוללה היא 1 אוהם. במעגל זורם זרם של 2 אמפר.

א. מהו הכא"מ של הסוללה?

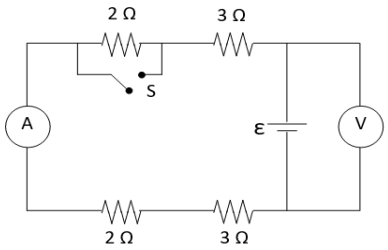
ב. מהו מתח ההדקים שמספקת הסוללה במעגל?

19) דוגמה 2

מחברים סוללה לא אידיאלית לנגד של 10 אוהם ומודדים את הזרם במעגל. המדידה מראה כי הזרם הוא 2 אמפר. לאחר מכן מנתקים את הסוללה מהנגד ומחברים אותה לנגד של 6 אוהם.
מודדים שוב את הזרם במעגל ורואים כי הזרם השתנה ל-3 אמפר.

א. מצא את הכא"מ וההתנגדות הפנימית של הסוללה.
ב. מצא את מתח ההדקים של הסוללה בכל אחד מהחיבורים.

20) מעגל עם סוללה לא אידיאלית



המעגל שבתרשים מכיל ארבעה נגדים, מד מתח ומד זרם אידיאלים, סוללה (לא אידיאלית) ומפסק. קריאת האמפרמטר נרשמה פעמיים, כאשר המפסק פתוח וכאשר המפסק סגור.
אחת הקריאות הייתה 1.5A והאחרת הייתה 1.8A.

א. האם הזרם הגבוה יותר נמדד כאשר המפסק היה פתוח או כאשר הוא היה סגור? נמק/י.
ב. מה הוראת מד המתח בשני מצבי המפסק? פרט/י חישוביך.
ג. חשב/י את הכא"מ ואת ההתנגדות הפנימית של הסוללה.
ד. מה היו מראים אותם שני מכשירי מדידה אילו היו מחברים את מד המתח במקום מד הזרם ולהפך? נמק.

21) תרגיל מעבדה – כאמ ומתח הדקים

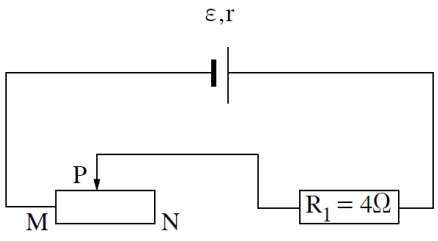
בשיעור פיזיקה ביצעו את הניסוי הבא:
לקחו סוללה שהכא"מ שלה הוא 1.5 וולט והתנגדותה הפנימית לא ידועה.
חיברו סוללה זו לנגד משתנה ובטור אליו – אמפרמטר.
בנוסף חיברו וולטמטר כך שימדוד את מתח ההדקים של הסוללה.
הזיזו את הגררה של הנגד המשתנה כך שבכל פעם השתנה הזרם במעגל, והמתח שמדד הוולטמטר. התוצאות מופיעות בטבלה הבאה:

מדידה מספר	$I(A)$	$V(volt)$
1	0.2	1.4
2	0.4	1.26
3	0.6	1.21
4	0.8	1.13
5	1	1.03
6	1.2	0.9
7 – נתק	0	1.45
8 - קצר	2	0.5

א. שרטטו את המעגל המדובר.
ב. פתחו ביטוי למתח ההדקים של הסוללה.
ג. שרטטו גרף של מתח הדקי הסוללה כתלות בזרם במעגל.
ד. בעזרת הגרף מיצאו את כא"מ הסוללה והתנגדותה הפנימית.
ה. מהי השגיאה היחסית במדידה של כא"מ הסוללה, כפי שרשום עליה (1.5 וולט)?
ו. מדוע נקודת הקצר לא יצאה בחיתוך עם הציר האופקי כפי שהיה צפוי?

22) בגרות בחשמל 2022 שאלה 2

בתרשים 1 מתואר מעגל חשמלי המורכב מסוללה שהכא"מ שלה ε והתנגדותה הפנימית r, נגד שהתנגדותו קבועה $R_1 = 4\Omega$, נגד משתנה MN שנקודת המגע הנייד (הגררה) שלו היא P ותילים אידיאליים. נתון כי ההתנגדות של הנגד המשתנה ליחידת אורך היא $\lambda = 0.8\frac{\Omega}{cm}$ ואורכו הכולל $\ell = 30cm$.



תרשים 1

א. לפניכם חמישה היגדים 1-5. העתיקו למחברת הבחינה רק את ההיגדים הנכונים.

1. הערך של מתח ההדקים תלוי בהתנגדות הפנימית של הסוללה.
2. הערך של מתח ההדקים קטן כאשר ההתנגדות החיצונית של המעגל גדלה.
3. ככל שעוצמת הזרם במעגל גדלה – מתח ההדקים גדל.
4. ערך הכא"מ אינו תלוי בזרם.
5. $\frac{\text{J}}{\text{C}}$ היא יחידה המבטאת כא"מ.

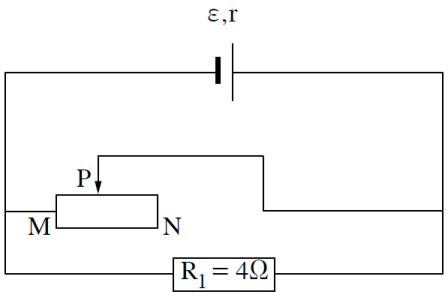
נתון: כאשר עוצמת הזרם במעגל היא $I=1.5\text{A}$, מתח ההדקים הוא $V=18\text{V}$.

כאשר עוצמת הזרם במעגל היא $I=1.5\text{A}$, מתח ההדקים הוא $V=18\text{V}$.

ב. חשבו את כא"מ הסוללה, ε, ואת התנגדותה הפנימית, r.

ג. חשבו את המרחק של המגע הנייד P מן הקצה N של הנגד המשתנה, כאשר הזרם במעגל הוא $I=1.5\text{A}$.

פירקו את המעגל המתואר בתרשים 1 והרכיבו מאותם הרכיבים מעגל אחר, המתואר בתרשים 2. המג הנייד P נמצא במיקום שחישבתם בסעיף ג.



תרשים 2

ענו על סעיפים ד-ה בנוגע למעגל המתואר בתרשים 2.

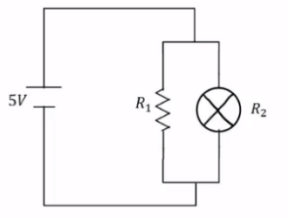
ד. האם מתח ההדקים שווה ל-18V, גדול ממנו או קטן ממנו? נמקו את קביעתכם.

ה. 1. האם אפשר למדוד במעגל זה מתח הדקים שערכו $V=\varepsilon$? אם כן – הסבירו כיצד, ואם לא – נמקו את קביעתכם.

2. האם אפשר למדוד במעגל זה מתח הדקים שערכו $V=0$? אם כן – הסבירו כיצד, ואם לא – נמקו את קביעתכם.

23) דוגמה נצילות

במעגל הבא נתונה התנגדות הנגד, התנגדות הנורה והמתח של הסוללה: $R_2=5\Omega$, $R_1=3\Omega$, $V=5\text{V}$.



א. מהו הזרם בנורה ומהו הזרם בסוללה?

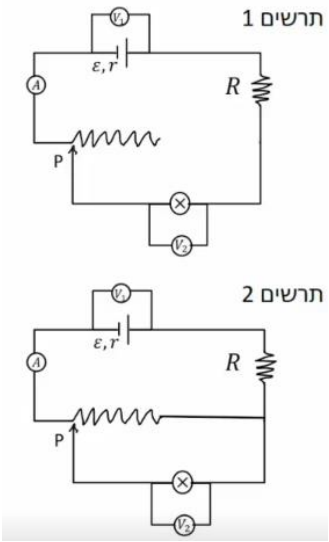
ב. מהו ההספק המתפתח בנורה ומהו ההספק של הסוללה?

ג. מהי הנצילות של המעגל?

ד. מהו אחוז ההספק שהולך לאיבוד במעגל?

24) תרגיל – נצילות

במעגל הבא (תרשים 1) כל מכשירי המדידה אידיאליים: $\varepsilon = 5V$, $R = 2\Omega$, התנגדות הנגד המשתנה היא 8 אוהם. כאשר הגררה P נמצאת בנקודה הכי שמאלית של הנגד המשתנה, מדידת האמפרמטר היא: $0.2A$, והוולטמטר: $V_1 = 4V$.



א. מהי ההתנגדות הפנימית של הסוללה, ומהי התנגדות הנורה?

ב. מהי נצילות המעגל במצב הנתון?

ג. משנים את מיקום הגררה בצורה רציפה, האם הנצילות תגדל / תקטן / לא תשתנה?

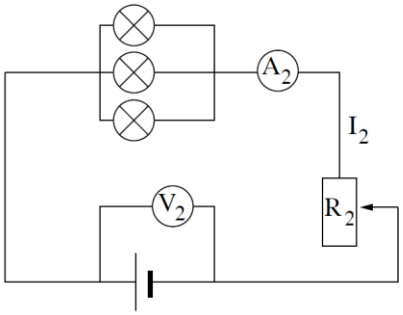
מחברים את הקצה השני של הנגד המשתנה, כפי שאפשר לראות בתרשים 2, כאשר הגררה נשארת בקצה השמאלי של הנגד.

ד. האם הספק הסוללה גדל, קטן, או לא השתנה? נמק ללא חישוב.

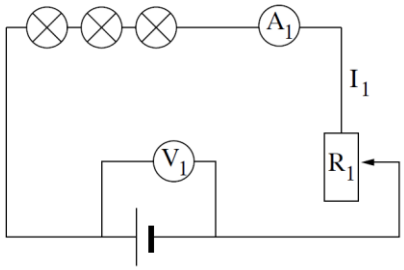
ה. באיזה מעגל הנורה מאירה בעוצמה חזקה יותר? הסבר ללא חישוב.

25) תרגיל - בגרות בחשמל 2022 שאלה 3

בתרשימים שלפניכם מתוארים שני מעגלים חשמליים שונים, מעגל 1 ומעגל 2, המורכבים מרכיבים זהים: מקור מתח שהכא"מ שלו ε והתנגדותו הפנימית r, שלוש נורות שעל כל אחת מהן רשום $3V$ ו-$2W$, נגד משתנה, תילים ומכשירי מדידה אידיאליים.



מעגל 2



מעגל 1

בכל אחד משני המעגלים מזיזים את הגררה של הנגד המשתנה עד שכל הנורות מאירות באורן המלא, בהתאם לרשום עליהן. מצב זה אינו משתנה בכל סעיפי השאלה.

א. חשבו את I_1, הוריית המד-זרם במעגל 1, ואת I_2, הוריית המד-זרם במעגל 2.

נתון: הוריית המד-זרם במעגל 1 היא $V_1 = 9\frac{1}{3}V$, והוריית המד-זרם במעגל 2 היא $V_2 = 4V$.

ב. חשבו את R_1, ההתנגדות של הנגד המשתנה במעגל 1, ואת R_2, ההתנגדות של הנגד המשתנה במעגל 2.

ג. קבעו באיזה משני המעגלים, מעגל 1 או מעגל 2, ההספק המושקע על ידי מקור המתח גדול יותר, וחשבו פי כמה ההספק המושקע גדול יותר.

ד. קבעו באיזה משני המעגלים, מעגל 1 או מעגל 2, ההספק המבוזבז בתוך מקור המתח גדול יותר, וחשבו פי כמה ההספק המבוזבז גדול יותר.

נצילות המעגל מוגדרת כך: היחס בין ההספק המנוצל על ידי המעגל כולו (נורות ונגד משתנה) לבין ההספק המושקע על ידי מקור המתח.

תלמיד טוען שההספק הכולל של הנורות במעגל 1 שווה להספק הכולל של הנורות במעגל 2, ולכן המעגל שבו ההספק של הנגד המשתנה גדול יותר, הוא המעגל שנצילותו גדולה יותר.

ה. קבעו אם ההטענה נכונה או שגויה. נמקו את קביעתכם.

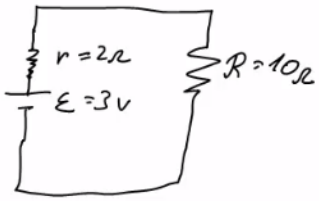
ו. קבעו באיזה משני המעגלים, מעגל 1 או מעגל 2, הנצילות גדולה יותר. נמקו את קביעתכם.

תשובות סופיות

1) $I=1A\ ,\ V_3=3V$

2) $I=2A\ ,\ V_1=4V\ ,\ V_2=6V\ ,\ V_3=10V$

3) א. ב. $I=0.25A$ ג. $V=2.5V$



4) $I=2A\ ,V_r=0.8V\ ,\ V_R=4V$

5) $I=\frac{10}{3}A\ ,\ V_1=\frac{5}{6}A\ ,\ V_2=\frac{5}{2}A$

6) $I=24.5A\ ,\ I_1=14A\ ,\ I_2=7A\ ,\ I_3=3.5A$

7) $I=5.33A\ ,\ I_1=2A\ ,\ I_2=\frac{10}{3}A$

8) $I=5A\ ,\ I_1=2.5A\ ,\ I_2=2.5A$

9) $I=\frac{40}{11}A\ ,\ I_1=\frac{10}{11}A\ ,\ I_2=\frac{30}{11}A$

10) $R_T=\frac{66+24}{11}$

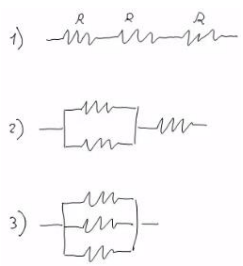
11) א. $I_T=2A,\ I_1=I_2=I_3=\frac{2}{3}A,\ I_4=I_5=1A$ ב. $24w$ ג. יקטן.

12) א. $I_1=0.67A\ ,\ I_2\approx1.46A\ ,\ I_3\approx0.79A$ ב. $V_{AB}=12.49V$

13) א. $I_1=0.08A\ ,\ I_2\approx1.69A\ ,\ I_3\approx-1.61A$ ב. $V_{AB}=-3.79V$

14) א. $R_T=\frac{31}{5}\Omega$ ב. $V_3=25V\ ,V_{1,2}=6V\ ,\ I_1=3A\ ,\ I_2=2A$

15) $R_{T_1}=3R\ ,\ R_{T_2}=\frac{3}{2}R\ ,\ R_{T_3}=\frac{R}{3}$



16) $I_1=2A\ ,\ I_2=4A\ ,\ I_3=9A\ ,\ V_1=2V\ ,\ V_2=8V\ ,\ V_3=27V$

17) $R_T=\frac{169}{204}+4$

18) א. $\varepsilon = 22V$ ב. $V = 20V$

19) א. $\varepsilon = 24V$, $r = 21\Omega$ ב. $V_2 = 18V$, $V_1 = 20V$

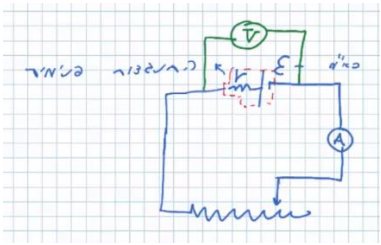
20) א. ככל שההתנגדות השקולה נמוכה יותר, הזרם יהיה גבוה יותר.
לכן, הזרם הגבוה יהיה כאשר המפסק סגור.

ב. סגור: $V_{AB} = 14.4V$, פתוח: $V_{AB} = 15V$.

ג. $\varepsilon = 18V$, $r = 2\Omega$

ד. האמפרמטר: $I = 9A$, הוולטמטר: $V = 0$.

21) א. שרטוט:



ב. $V = \varepsilon - I \cdot r$

ג. שרטוט:

ד. כא"מ: $\varepsilon = 1.5V$, פנימית: $r = 0.5\Omega$.

ה. 0% ו. ראו סרטון.

22) א. היגדים 1, 4 ו-5 נכונים. ב. $\varepsilon = 21v,\ r = 2\Omega$ ג. $PN = 20cm$

ד. ראו בסרטון. ה. ראו בסרטון.

23) א. בנורה: $I = 1A$, בסוללה: $I = \frac{8}{3}A$. ב. בנורה: $\rho = 5W$, בסוללה: $\rho = \frac{40}{3}W$.

ג. $\eta = 37.5\%$. ד. 62.5%.

24) א. פנימית: $r = 5\Omega$, נורה: $R = 18\Omega$. ב. $\eta = 72\%$. ג. תקטן.

ד. גדל. ה. ראה סרטון.

25) א. $I_2 = 2A,\ I_1 = \frac{2}{3}A$ ב. $R_1 = R_2 = 0.52\Omega$ ג. $\frac{P_2}{P_1} = 3$ ד. $\frac{Pr_2}{Pr_1} = 9$

ה. שגויה. ו. $\eta_1 > \eta_2$