

מכניקה וחשמל לתזונאים

פרק 21 - חיבור נגדים וחוקי קירכהוף

תוכן העניינים

1. חיבור נגדים במעגל..... 1
2. חוקי קירכהוף..... 4
3. תרגילים נוספים..... 5
4. טעינה ופריקה של קבל..... (ללא ספר) 7
5. נצילות במעגל החשמלי..... 9
6. מקור מתח לא אידיאלי..... 9

חיבור נגדים במעגל

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?



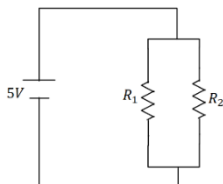
(4) דוגמה 4

במעגל הבא ישנו מקור מתח אידיאלי (ללא התנגדות פנימית) המחובר לנגד רגיל ונגד משתנה.

אורך הנגד המשתנה הוא 20 ס"מ והתנגדותו ליחידת

$$\text{אורך היא: } r = 2 \frac{\Omega}{\text{m}}$$

מהו הזרם במעגל ומהו המתח על כל נגד?



(5) דוגמה 5

במעגל הבא: $R_2 = 2\Omega$, $R_1 = 6\Omega$ מצא את הזרם במעגל

והזרם בכל נגד.



(6) דוגמה 6

במעגל הבא: $R_3 = 4\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_1 = 1\Omega$ 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.



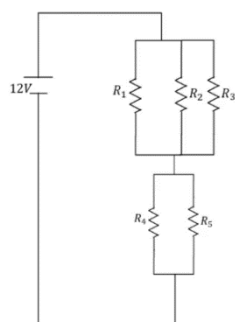
(9) דוגמה 9

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 $R_3 = R_2 = R_1 = 6\Omega$, $R_5 = R_4 = 8\Omega$.

- מצאו את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.
- חשבו את הספק המעגל והראו כי הוא שווה להספק הסוללה.
- מוסיפים נגד כלשהו המחובר בטור לסוללה. האם ההספק של המעגל יקטן, יגדל או לא ישתנה?

תשובות סופיות

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

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

$$V = 2.5V \quad \text{ג.} \quad I = 0.25A \quad \text{ב.} \quad \text{א.} \quad (3)$$



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

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

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

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

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

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

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

$$I_T = 2A, I_1 = I_2 = I_3 = \frac{2}{3}A, I_4 = I_5 = 1A \quad \text{א.} \quad (11)$$

ג. יקטן. ב. $24W$

חוקי קירכהוף:

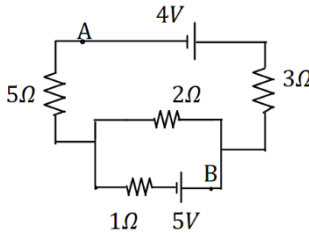
שאלות:

1 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.

2 קירכהוף תרגיל 2



- במעגל הבא התנגדות הנגדים ומתח המקורות נתונים באיור.
 א. מצא את הזרמים במעגל.
 ב. מצא את V_{AB} .

3 דוגמה

מה יראה כל אמפרמטר במעגל הבא בהנחה שהם אידיאליים?



תשובות סופיות:

א. $I_1 = 0.67A$, $I_2 \approx 1.46A$, $I_3 \approx 0.79A$ ב. $V_{AB} = 12.49V$ (1)

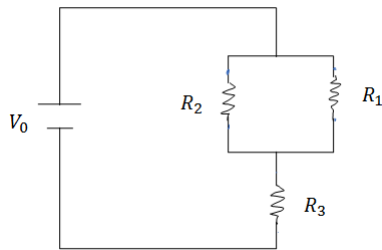
א. $I_1 = 0.08A$, $I_2 \approx 1.69A$, $I_3 \approx -1.61A$ ב. $V_{AB} = -3.79V$ (2)

$A_1 = \frac{20}{3}A$, $A_2 = 5A$ (3)

תרגילים נוספים:

שאלות:

(1) 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.

(2) תרגיל 2

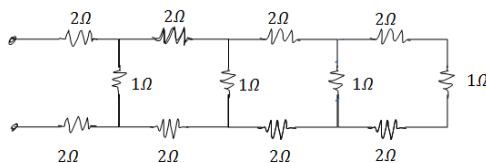
נתונים שלושה נגדים זהים עם התנגדות ידועה R .
 מצא את כל האפשרויות השונות לחבר את הנגדים.
 מצא את ההתנגדות השקולה של כל אפשרות.

(3) תרגיל 3



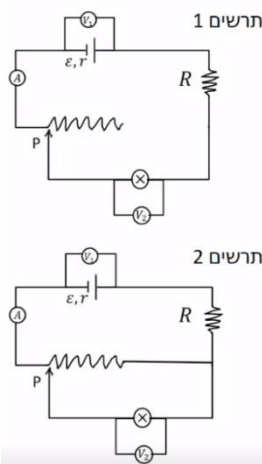
חשב את הזרם והמתח בכל נגד במעגל הבא:

(4) תרגיל 4



מצא את ההתנגדות השקולה של המעגל בין שני ההדקים:

(5) תרגיל 5



במעגל הבא (תרשים 1) כל מכשירי המדידה אידיאליים $\epsilon = 5V$, $R = 2\Omega$, התנגדות הנגד המשתנה היא 8 אוהם. כאשר הגרר 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 שנראה 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 בעוצה חזקה יותר? הסבר ללא חישוב.

תשובות סופיות:

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

$$1) \text{ } \begin{array}{c} R \\ | \\ \text{---} \\ | \\ R \\ | \\ \text{---} \\ | \\ R \end{array} \quad , \quad R_{T_1} = 3R, R_{T_2} = \frac{3}{2}R, R_{T_3} = \frac{R}{3} \quad (2)$$



$$I_1 = 2A, I_2 = 4A, I_3 = 9A, V_1 = 2V, V_2 = 8V, V_3 = 27V \quad (3)$$

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

$$\text{א. התנגדות פנימית: } r = 5\Omega, \text{ התנגדות הנורה: } R = 18\Omega \quad (5)$$

ב. $n = 72\%$ ג. תקטן. ד. גדל. ה. ראה סרטון.

נצילות במעגל החשמלי:

שאלות:

(1) דוגמה נצילות

במעגל הבא נתונה התנגדות הנגד, התנגדות הנורה והמתח של

$$V = 5V, R_1 = 3\Omega, R_2 = 5\Omega$$

- מהו הזרם בנורה ומהו הזרם בסוללה?
- מהו ההספק המתפתח בנורה ומהו ההספק של הסוללה?
- מהי הנצילות של המעגל?
- מהו אחוז ההספק שהולך לאיבוד במעגל?

(2) מנוע של משאבה

מנוע של משאבה עובד במתח של 220V ובזרם של 10A.

- מהי כמות המים שניתן לשאוב במשך דקה מבאר בעומק 30m? הנח שהנצילות של המנוע היא 100 אחוז.
- חזור על סעיף א' אם נצילות המנוע היא 40 אחוז.

(3) מנוע של מכונית

למנוע של מכונית יש הספק מרבי של 100 כוח סוס. המכונית מתחילה לנסוע ממנוחה ומסתה 1 טון.

- מהי המהירות המרבית אליה יכולה להגיע המכונית לאחר 10 שניות? הנח שנצילות המנוע היא 100 אחוז ומצא את התשובה בקמ"ש.
- חזור על סעיף א' אם נצילות המנוע היא 30 אחוז.
- חזור על סעיף א' וב' ובדוק כמה חום נוצר במשך 10 השניות, ביחידות של קלוריות.

תשובות סופיות:

(1) 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%

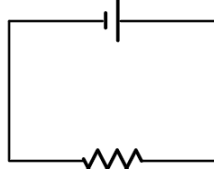
(2) א. $V = 440\text{Litter}$ ב. $V = 176\text{Litter}$

(3) א. $v \approx 139 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ ב. $v = 76.2 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ ג. $Q = 124,333\text{cal.}$

מקור מתח לא אידיאלי:

שאלות:

סוללה לא אידיאלית



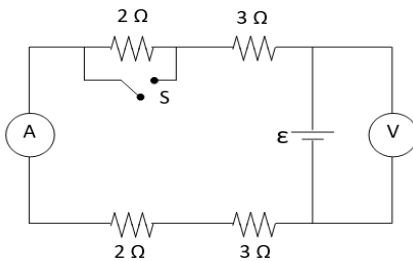
10Ω

(1) דוגמה 1

- המעגל הבא מורכב מסוללה לא אידיאלית המחוברת לנגד של 10 אוהם. ההתנגדות הפנימית של הסוללה היא 1 אוהם. במעגל זרם של 2 אמפר.
- א. מהו הכא"מ של הסוללה?
 ב. מהו מתח ההדקים שמספקת הסוללה במעגל?

(2) 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.



(3) מעגל עם סוללה לא אידיאלית

- המעגל שבתרשים מכיל ארבעה נגדים, מד מתח ומד זרם אידיאליים, 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? פרטי/י חישוביך!
 ג. חשבי/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!

תשובות סופיות:

- (1) א. $\varepsilon = 22V$ ב. $V = 20V$
- (2) א. $\varepsilon = 24V$, $r = 21\Omega$ ב. $V_1 = 20V$, $V_2 = 18V$
- (3) 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: $V = 0$.