

4. התנגדות ומוליכות ----- 4

- 4.1 מציאת ההתנגדות של נגד באמצעות המתח הנופל עליו והזרם הזורם דרכו;
יחידת המדידה של ההתנגדות במערכת SI
- 4.2 המוליכות – הגדרתה ויחידות המדידה שלה במערכת SI וחישוב
- 4.3 חישוב ההתנגדות של נגד מתוך התלות בתכונותיו הפיזיקליות וממדי
- 4.4 התנגדות סגולית, מוליכות סגולית ויחידותיהן
- 4.5 מיון מוליכים בהתאם להתנגדותם הסגולית
- 4.6 השפעת הטמפרטורה על ההתנגדות; מקדם טמפרטורה חיובי ושלילי של נגדים.
- חישוב ההתנגדות כתלות בטמפרטורה
- 4.7 בידוד חשמלי – נ מטרות וסוגיו.

5. מושגים בסיסיים במעגל חשמלי ----- 2

- 5.1 מעגל חשמלי פתוח ומעגל חשמלי סגור
- 5.2 רכיבים בסיסיים במעגל חשמלי וסימוניהם
- 5.3 תיאור סכמתי של מעגל חשמלי
- 5.4 תיאור סוגי נגדים: נגד פחם, נגד סליל ונגד שכבה
- 5.5 הסכנות לאדם ממעבר זרם חשמלי דרכו

6. חוק אום ----- 3

- 6.1 חוק אום, תיאור של חומרים והתקנים המצייתים לחוק תיאור מגבלותיו של החוק
- 6.2 חישובי זרם, מתח והתנגדות באמצעות חוק אום
- 6.3 תיאור הקשר הגרפי בין המתח לזרם ברכיבים ליניאריים
ולא-ליניאריים
- 6.4 תיאור מקרים מיוחדים של שימוש בחוק אום – קצר ונתק . תאור גרפי וחישוב

7. חוק הזרמים וחוק המתחים של קירכהוף ----- 6

- 7.1 חוק הזרמים: סימון זרמים נכנסים ויוצאים מצומת,
- 7.2 חישוב זרמים בצומת באמצעות חוק הזרמים של קירכהוף (הסכום האלגברי של כל הזרמים הנכנסים והיוצאים מצומת הוא אפס)
- 7.3 חוק המתחים: ענף וחוג במעגל חשמלי, מפלי מתח במעגל וסימונם
- 7.4 חישוב מתחים באמצעות חוק המתחים של קירכהוף (הסכום האלגברי של מפלי המתח בחוג סגור שווה לאפס)

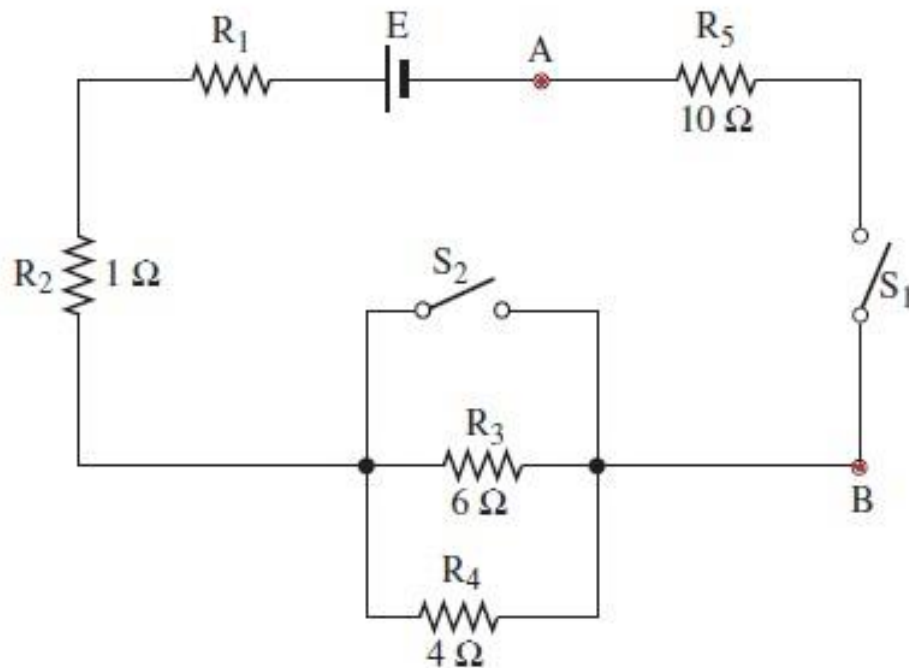
8. מעגל חשמלי טורי, מקבילי ומעורב ----- 18

- 8.1 מעגל חשמלי טורי: התנגדות שקולה בטורי, זרם ומתחים במעגל, כלל מחלק המתח, התנגדות הקו ומפל המתח עליו, חיבור נגדים בטורי והצורך בו
- 8.2 מעגל חשמלי מקבילי: התנגדות שקולה במקביל, מתח וזרמים במעגל, כלל מחלק הזרם, חיבור נגדים במקביל והצורך בו

זרם ישר

שאלה מס' 1

באיור נתון מעגל חשמלי.



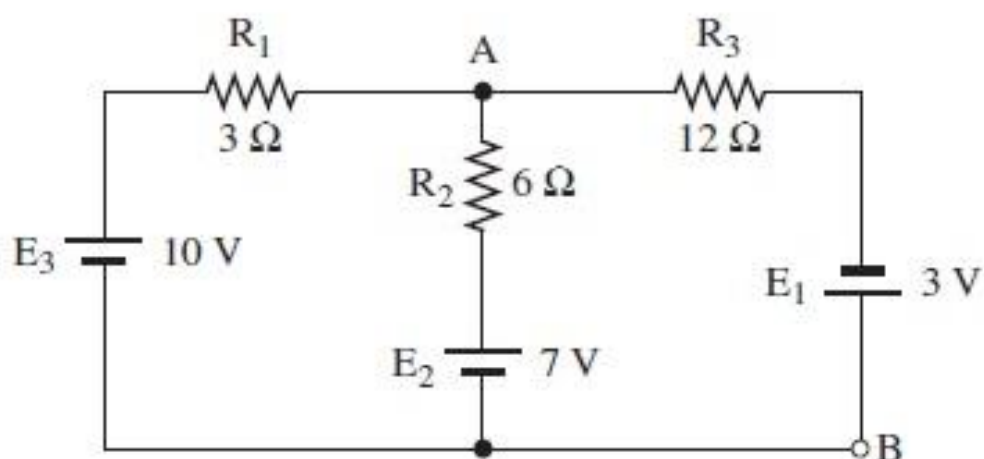
כאשר המפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים – המתח בין הנקודות A ו-B הוא 30 V .

כאשר המפסקים S_1 ו- S_2 סגורים – המתח בין הנקודות A ו-B הוא 24 V .

- א. חשב את ההתנגדות של הנגד R_1 .
- ב. חשב את ההספק המסופק על-ידי מקור המתח כאשר המפסקים S_1 ו- S_2 סגורים.
- ג. חשב את ההספק בנגד R_3 כאשר המפסק S_1 סגור והמפסק S_2 פתוח.

שאלה מס' 2

באיור מתואר מעגל חשמלי.



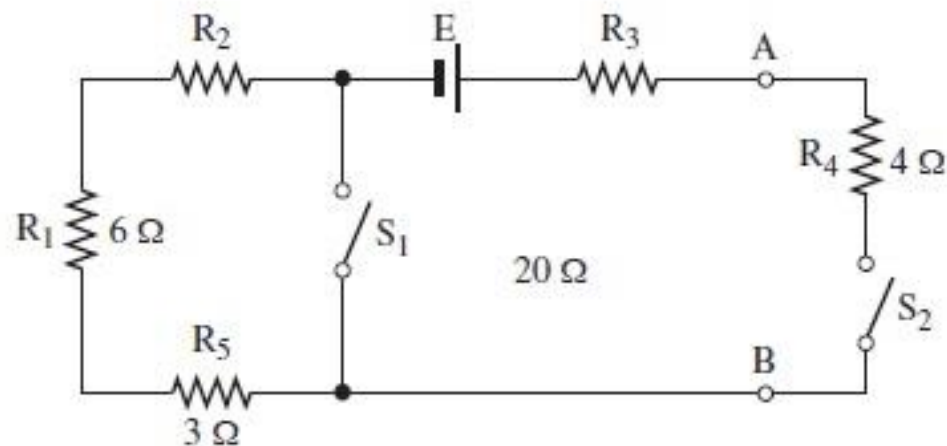
א. חשב את הזרם בכל אחד מן הנגדים במעגל.

ב. חשב את ההספק בנגד R_2 .

ג. חשב את המתח בין הנקודות A ו-B במעגל.

שאלה מס' 3

באיור נתון מעגל חשמלי.

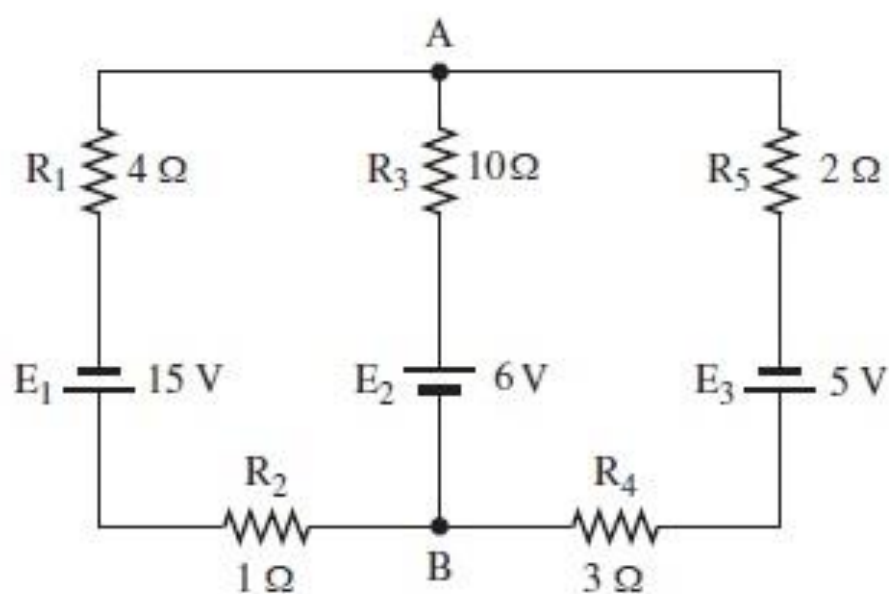


כאשר המפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים – המתח בין הנקודות A ו-B הוא 50 V .
 כאשר המפסק S_1 פתוח והמפסק S_2 סגור – המתח בין הנקודות A ו-B הוא 25 V .

חשב את:

- ההתנגדות של הנגד R_3 .
- ההספק בנגד R_4 כאשר המפסק S_1 פתוח והמפסק S_2 סגור.
- ההספק המסופק עליידי מקור המתח כאשר המפסקים S_1 ו- S_2 סגורים.

באיור מתואר מעגל חשמלי.



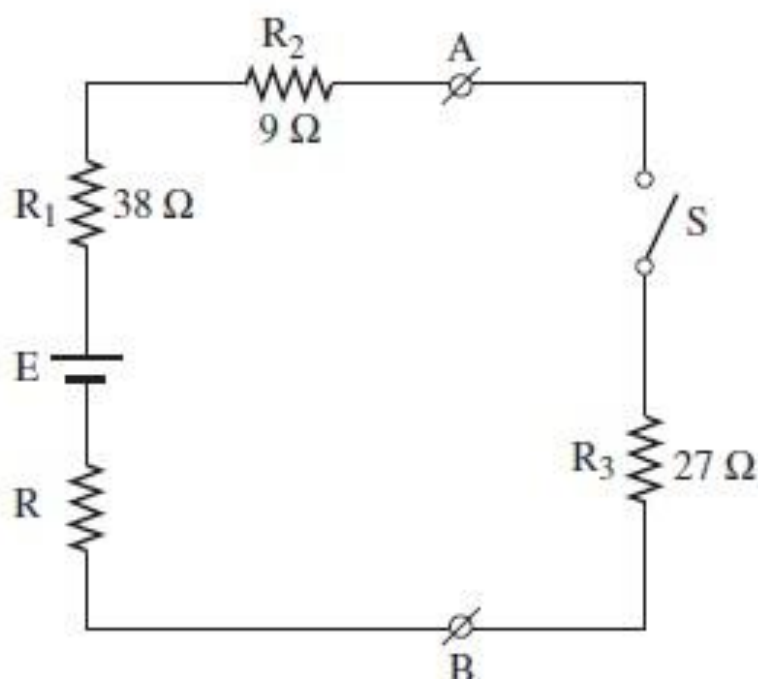
- א. חשב את הזרם בכל אחד מענפי המעגל.
- ב. חשב את ההספק בנגד R_2 .
- ג. חשב את המתח בין הנקודות A ו-B במעגל.

שאלה מס' 5

באיור נתון מעגל חשמלי.

כאשר המפסק S פתוח – המתח בין הנקודות A ו-B הוא 28 V.

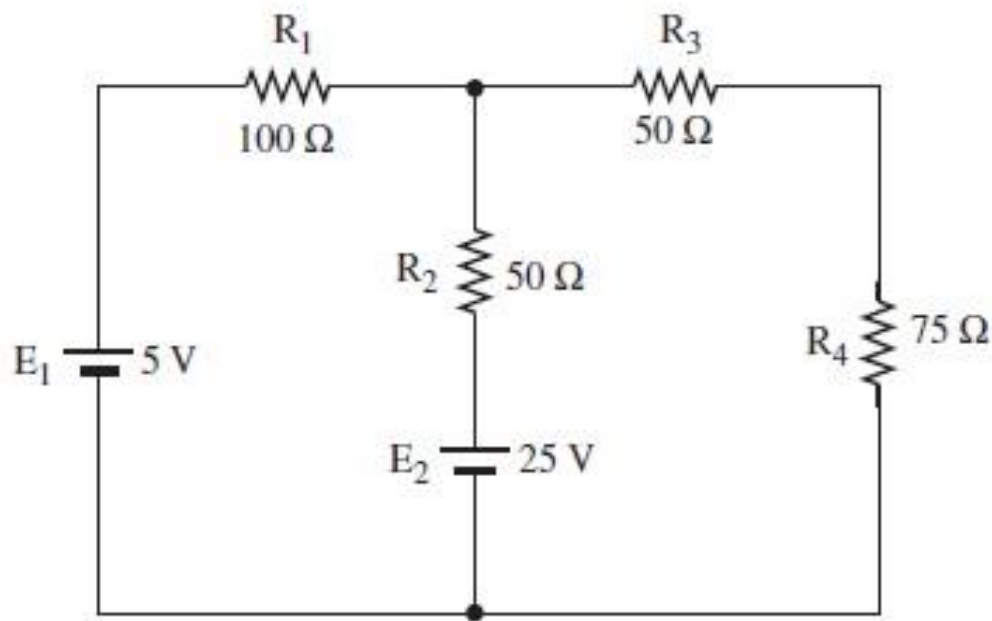
כאשר המפסק S סגור – המתח בין הנקודות A ו-B הוא 14 V.



חשב את:

- א. ההתנגדות של הנגד R .
- ב. ההספק על הנגד R_3 , כאשר המפסק S סגור.
- ג. ההספק המסופק למעגל על ידי מקור המתח, כאשר המפסק S סגור.

באיור נתון מעגל חשמלי הכולל שני מקורות מתח.



א. סרטט מעגל תבנית שקול עבור הנגד R_2 .

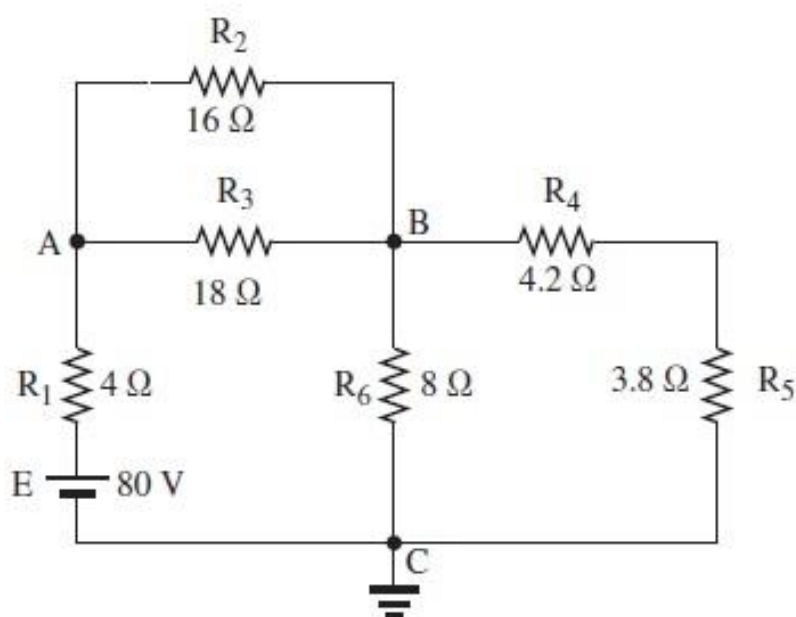
ב. חשב את R_{th} .

ג. חשב את U_{th} .

ד. חשב את הזרם העובר בנגד R_2 .

שאלה מס' 7

באיור נתון מעגל חשמלי לזרם ישר. הנקודה C מחוברת לפוטנציאל אפס (אדמה).



א. חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב. חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_1 .

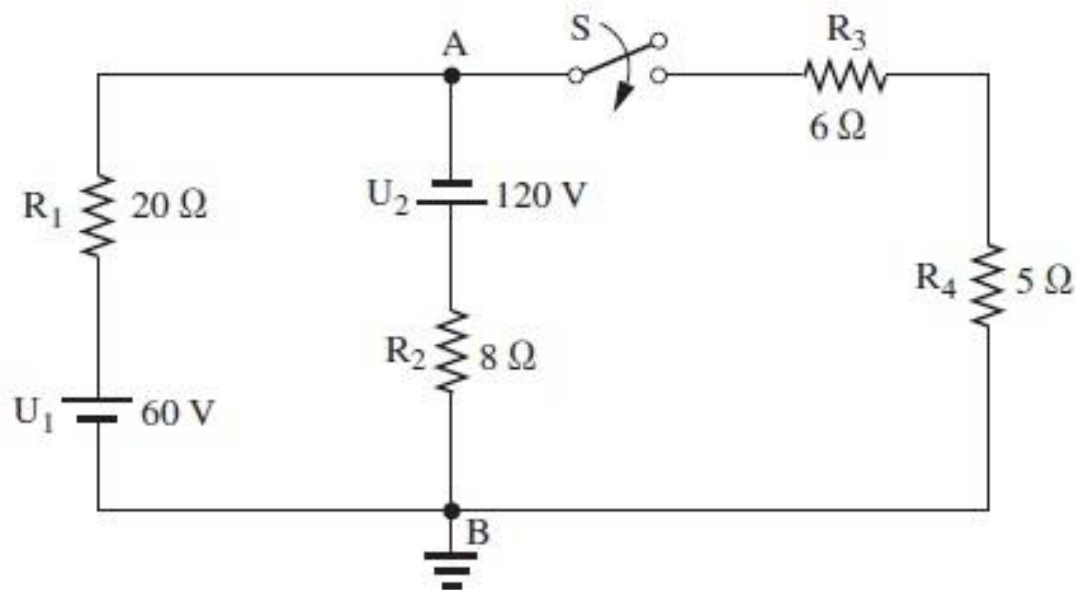
ג. חשב את ההספק בנגד R_6 .

ד. רוצים למדוד את הזרם הזורם דרך הנגד R_1 באמצעות מכשיר מדידה מתאים. העתק למחברתך את המעגל הנתון באיור והצג במקום המתאים את סימולו של מכשיר המדידה.

שאלה מס' 8

באיור נתון מעגל חשמלי לזרם ישר.

הנקודה B מחוברת לפוטנציאל אפס (אדמה).

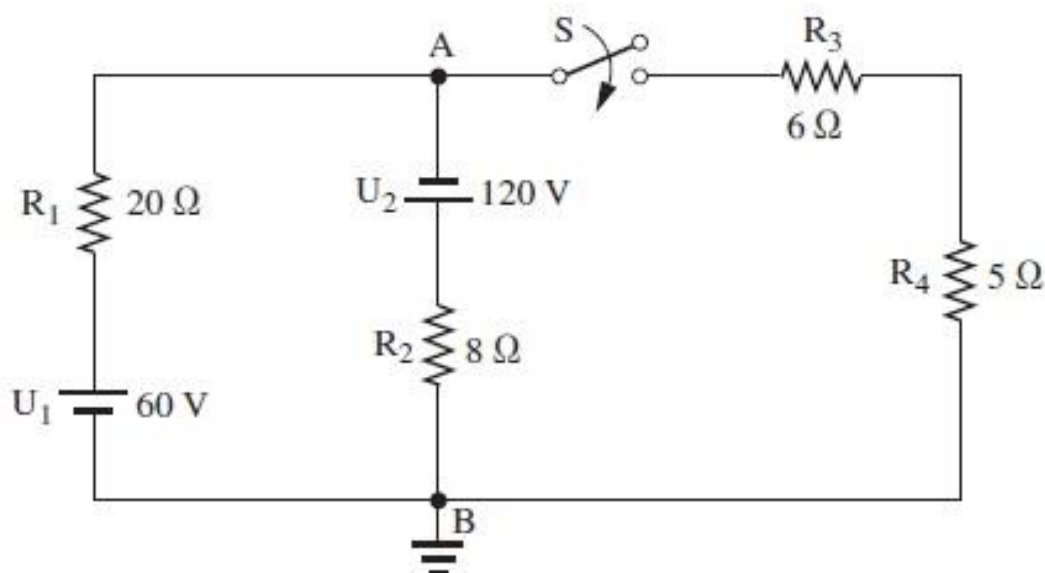


המפסק S פתוח.

- א. חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_2 .
- ב. חשב את הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B.
- ג. רשום את משוואת זרמי החוגים של המעגל.
- ד. חשב את הזרמים במעגל.

באיור נתון מעגל חשמלי לזרם ישר.

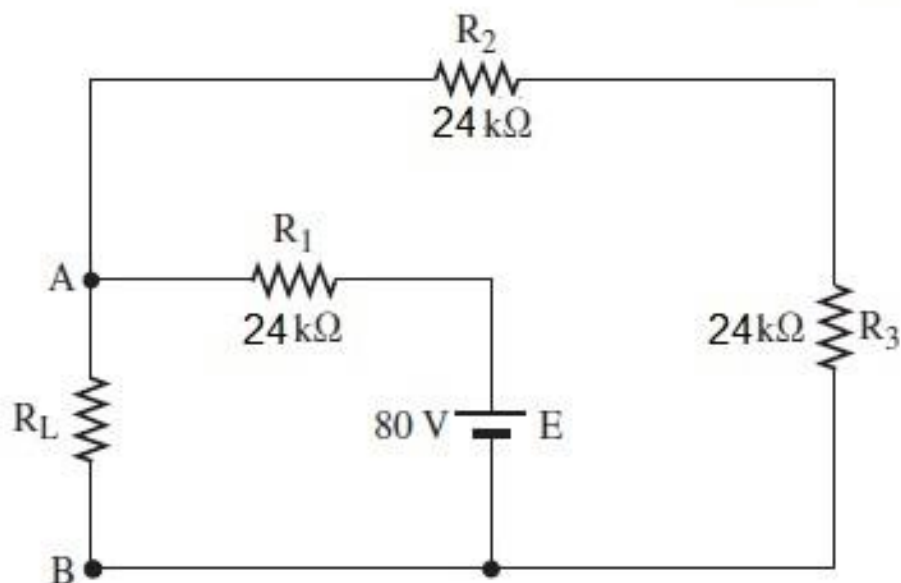
הנקודה B מחוברת לפוטנציאל אפס (אדמה).



המפסק S פתוח.

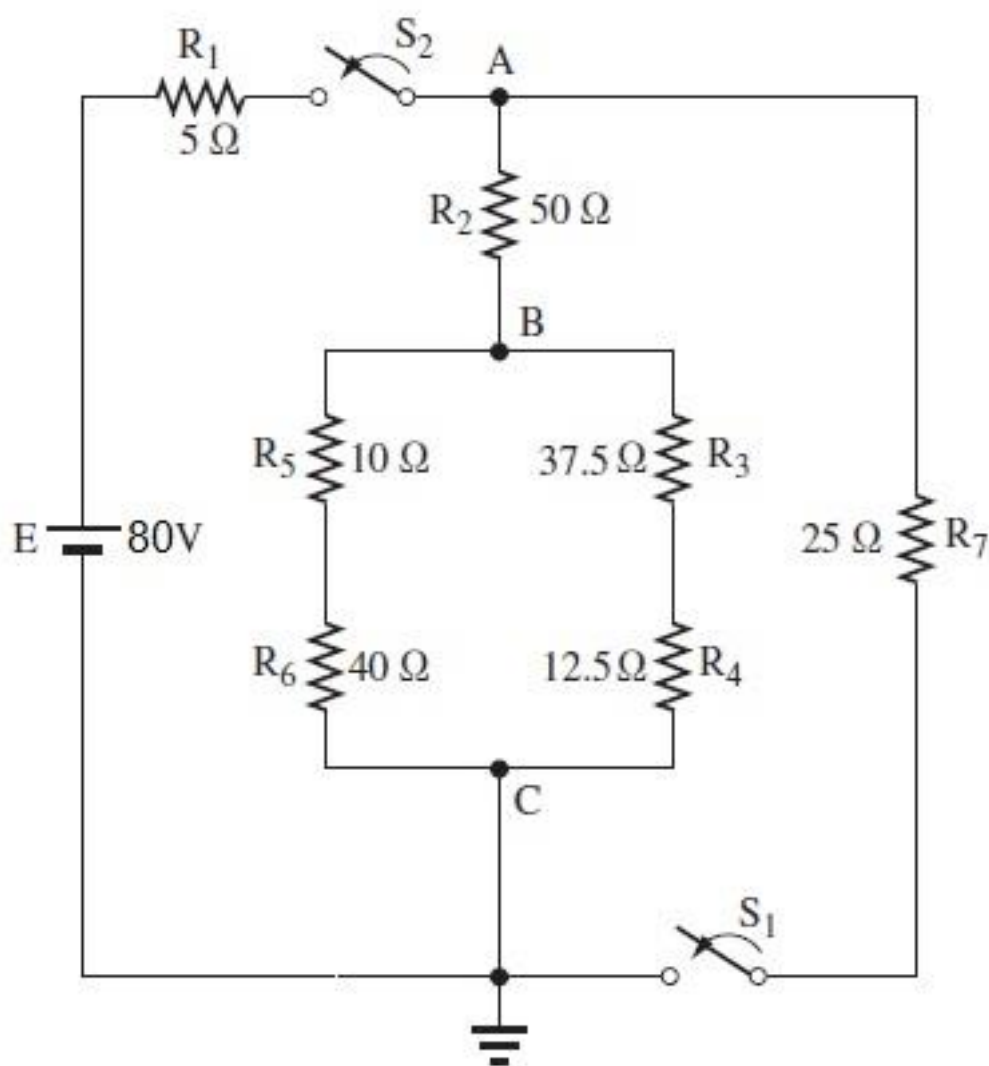
- א. חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_2 .
- ב. חשב את הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B.
- סוגרים את המפסק S.
- ג. רשום את משוואת זרמי החוגים של המעגל.
- ד. חשב את הזרמים במעגל.

באיור נתון מעגל חשמלי.



- א. סרטט במחברתך מעגל תבנית שקול עבור הנגד R_L .
- ב. חשב את התנגדות תבנית, R_{th} .
- ג. חשב את מתח תבנית, U_{th} .
- ד. התנגדות הנגד R_L היא $5\text{ k}\Omega$. חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_L .

באיור נתון מעגל חשמלי לזרם ישר.

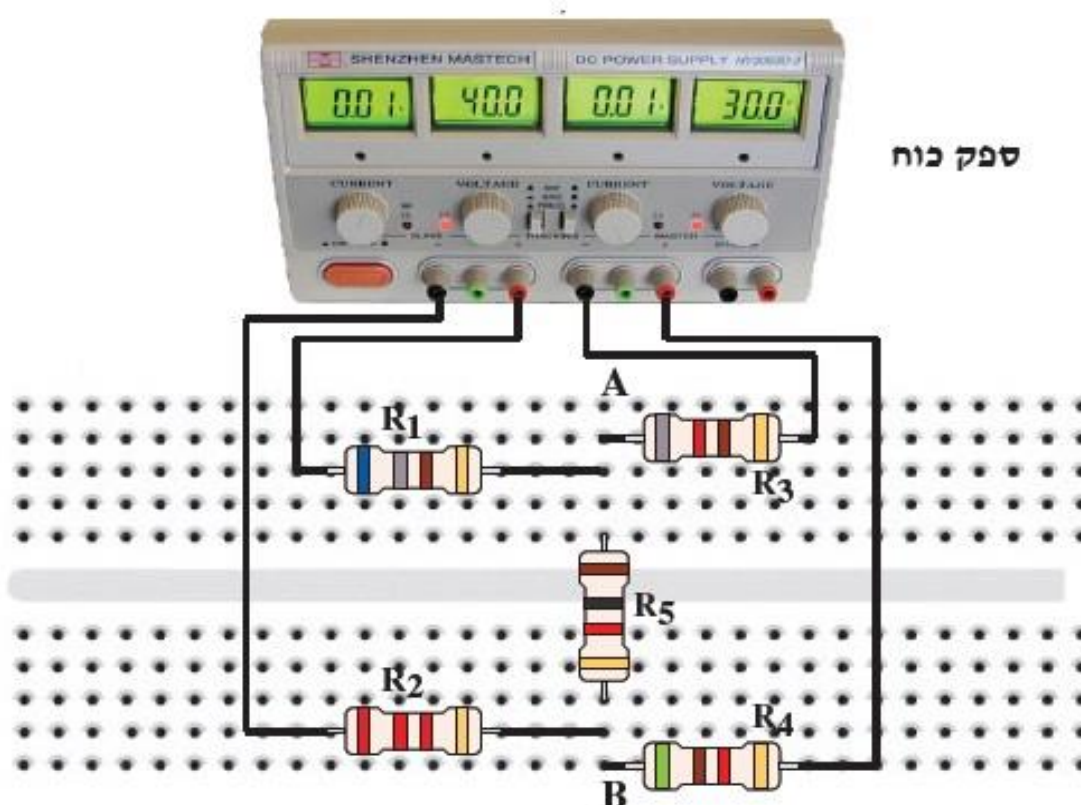


המפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים.

- א. 1. חשב את ההתנגדות השקולה בין הנקודות B ו- C.
2. חשב את ההתנגדות השקולה בין הנקודות A ו- C.
- סוגרים את המפסקים S_1 ו- S_2 .
- ב. 1. חשב את ההתנגדות השקולה ש"רואה" מקור המתח E.
- ג. חשב את הפוטנציאל בנקודה A.
- ד. חשב את ההספק בנגד R_1 .

שאלה מס' 12

באיור נתון מעגל חשמלי המורכב על-ידי מטרית.



להלן טבלת זיהוי נגדים לפי קוד צבעים:

צבע	פס צבע 1	פס צבע 2	פס צבע 3	אחוזי דיוק
שחור	0	0	0	
חום	1	1	1	
אדום	2	2	2	
כתום	3	3	3	
צהוב	4	4	4	
ירוק	5	5	5	
כחול	6	6	6	
סגול	7	7	7	
אפור	8	8	8	
לבן	9	9	9	
זהב				+/- 5%
כסף				+/- 10%

מקרא:

פס צבע 1 = ספרה 1
 פס צבע 2 = ספרה 2
 פס צבע 3 = מספר האפסים
 פס צבע 4 = אחוזי הדיוק

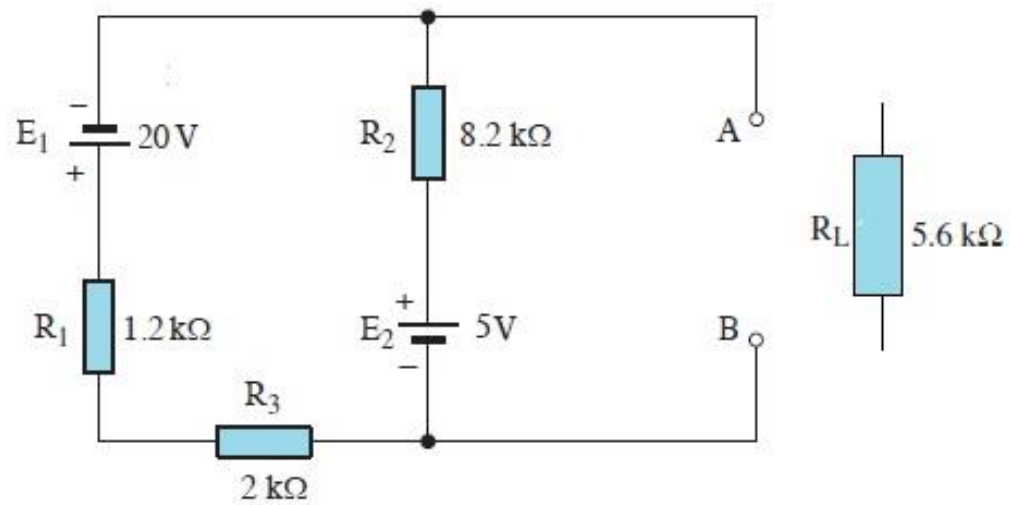
א. 1. סרטט במחברתך את המעגל החשמלי המתואר באיור.

2. חשב את ההספק בנגד R_4 .

ב. 1. סרטט במחברתך את המעגל החדש.

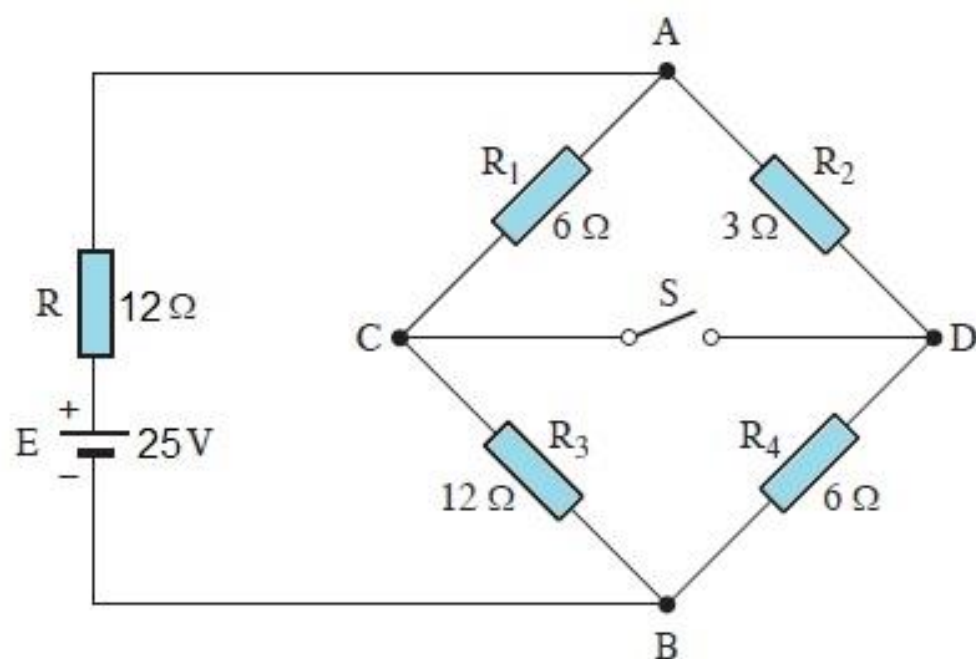
2. חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_1 במעגל החדש.

באיור נתון מעגל חשמלי.



- א. חשב את התנגדות תבנית השקולה (R_{TH}), ש"רואה" עומס המחובר בין הנקודות A ו-B.
- ב. חשב את המתח V_{TH} , הנמדד בין הנקודות A ו-B.
- ג. בין הנקודות A ו-B מחברים נגד R_L שהתנגדותו $5.6\text{ k}\Omega$. חשב את הזרם שיזרום דרך הנגד הזה.

באיור נתון מעגל חשמלי.



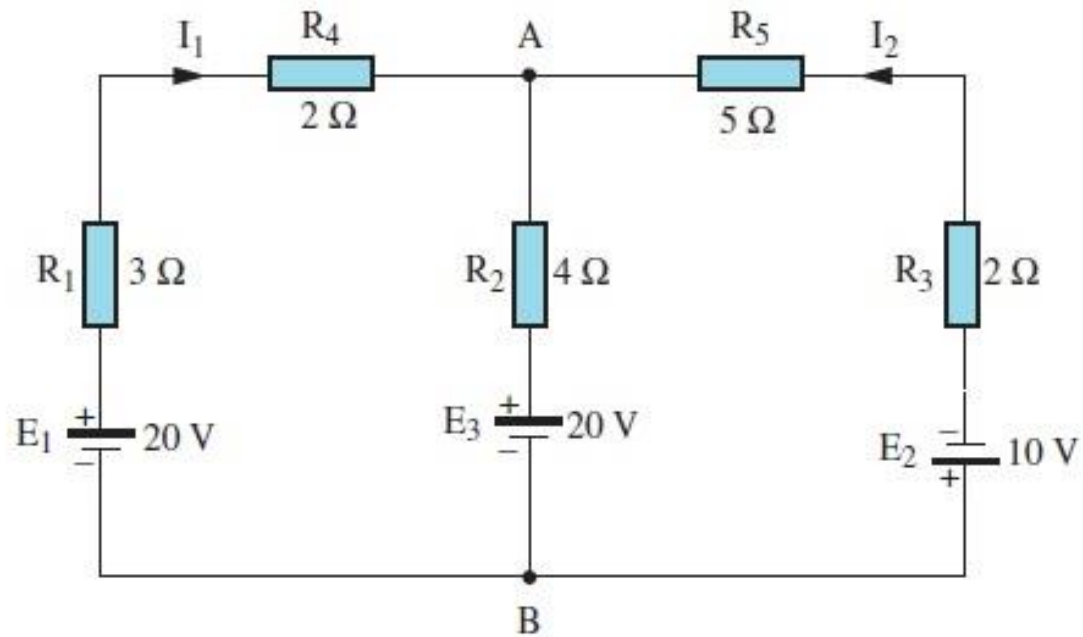
א. חשב את הזרם בנגד R_2 .

ב. חשב את ההספק על הנגד R .

סוגרים את המפסק S .

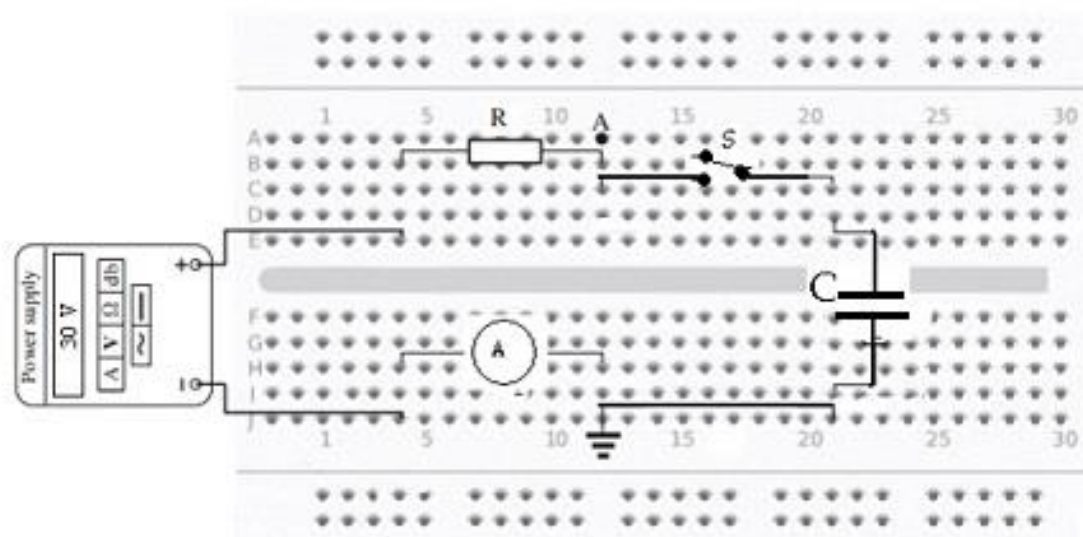
ג. חשב את הזרם בקו CD .

באיור נתון מעגל חשמלי.



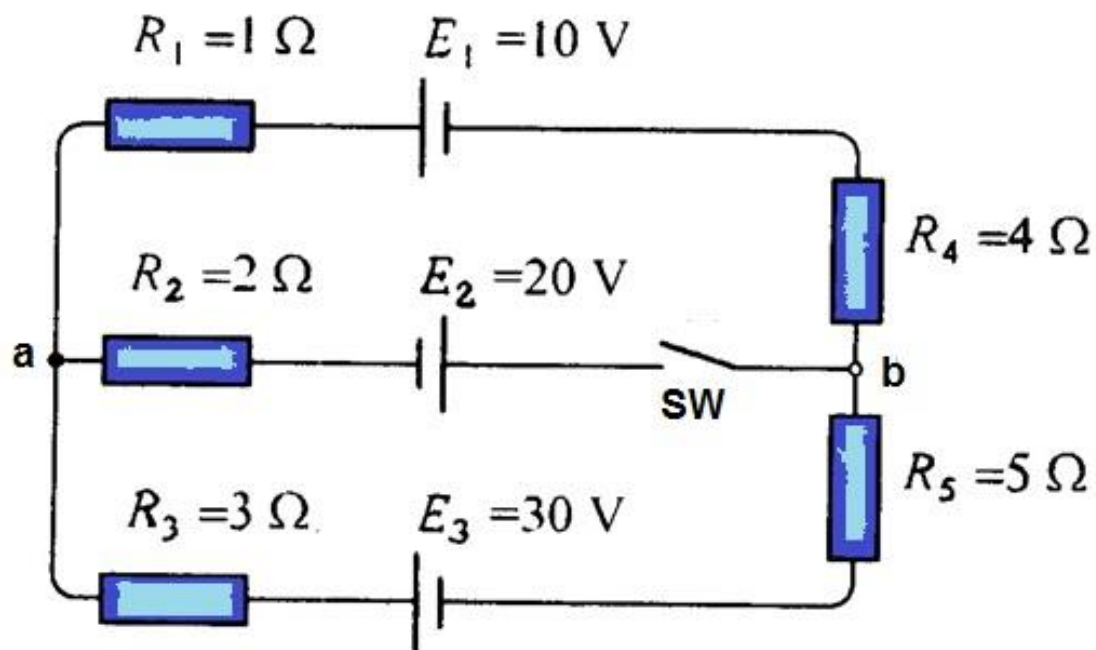
- א. חשב את הזרמים I_1 ו- I_2 .
- ב. האם כיוון הזרם בנגד R_2 הוא מ- A ל- B או מ- B ל- A ? נמק את תשובתך.
- ג. חשב את ההספק הכולל הנצרך על-ידי הנגדים במעגל.

באיור לשאלה נתון מעגל חשמלי על מטרצה המתאר טעינה של קבל בזרם ישר.



נתונים $R = 200 \Omega$ $C = 4 \mu F$ $V = 30V$

1. סרטט המעגל הנתון במטריצה.
 2. מה משפיע על קבוע הזמן? נמק
 3. חשב את קבוע הזמן ואת תקופת מעבר טעינה.
 4. סרטט גרף המתאר את השתנות הזרם על הקבל מזמן $t=0$ ועד $t=5\tau$. ציין בגרף ערכים משמעותיים.
 5. הוסף מכשיר למדידת מתח על הקבל.
 6. סרטט גרף המתאר את השתנות המתח על הקבל מזמן $t=0$ ועד $t=5\tau$. ציין בגרף ערכים משמעותיים.
 7. הסבר מהי התנגדות פנימית של מכשיר מדידה.
- השלם: - לאמפרמטר התנגדות פנימית [נמוכה מאוד / גבוהה מאוד]
 - לוולטמטר התנגדות פנימית [נמוכה מאוד / גבוהה מאוד]



- א מה הזרם בכל אחד ממקורות המתח כשהמתג SW נמצא במצב מופסק
- ב מה הזרם בכל אחד ממקורות המתח כשהמתג נמצא במצב מחובר
- ג מה ההספק בכל הנגדים יחד ומה מאזן ההספקים במעגל

שאלה מס' 100

נתון מעגל לזרם ישר.

כאשר המפסק S פתוח:

א. חשב את ההספק בנגד R_1 .

ב. כאשר המפסק S סגור:

רשום את משוואות המתחים

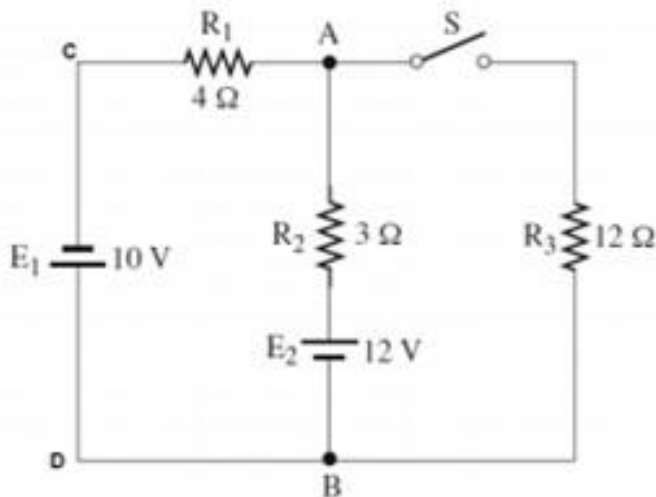
עבור כל חוג סגור.

ג. חשב את הזרם דרך הנגד R_3 .

ד. מקם מכשיר מדידת מתח (וולטמטר)

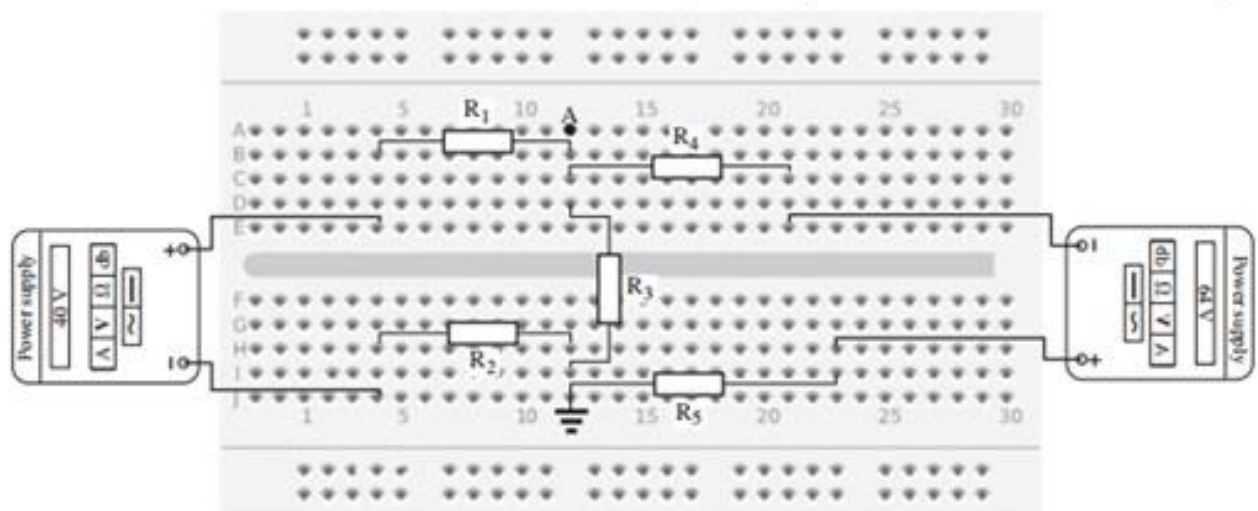
כך שימדוד את המתח על פני הנגד R_3 ,

שרטט אופיין מתח-זרם לנגד.



שאלה מס' 101

נתון מעגל חשמלי על מטריצה המוזן משני מקורות מתח.



נתונים:

$$R_1 = 3\Omega$$

$$R_2 = 2\Omega$$

$$R_3 = 2\Omega$$

$$R_4 = 4\Omega$$

$$R_5 = 4\Omega$$

$$V_1 = 40V$$

$$V_2 = 64V$$

א. שרטט את המעגל הנתון במטריצה.

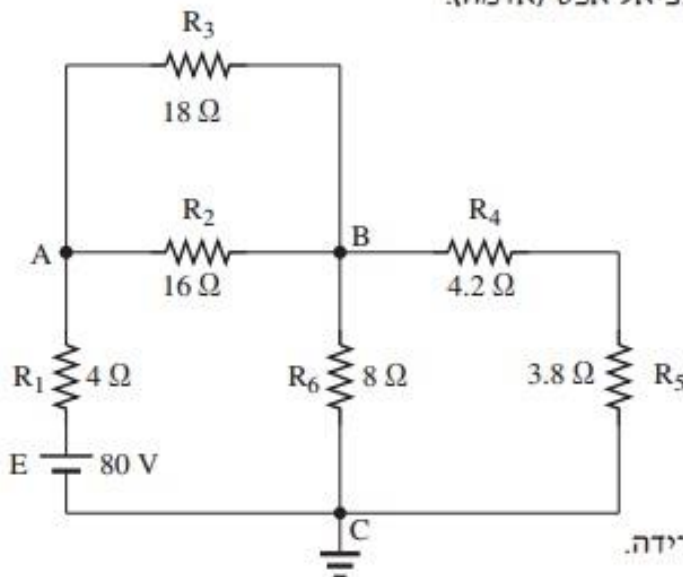
ב. חשב את הזרם העובר בנגדים R_1 , R_3 ו- R_5 .

ג. מהו ספק הכולל הנצרך על ידי הנגדים במעגל.

ד. חשב את הפוטנציאל בנקודה A המסומנת במטריצה.

שאלה מס' 102

נתון מעגל חשמלי לזרם ישר. הנקודה C מחוברת לפוטנציאל אפס (אדמה).



א. חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב. חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_1 .

ג. חשב את ההספק בנגד R_6 .

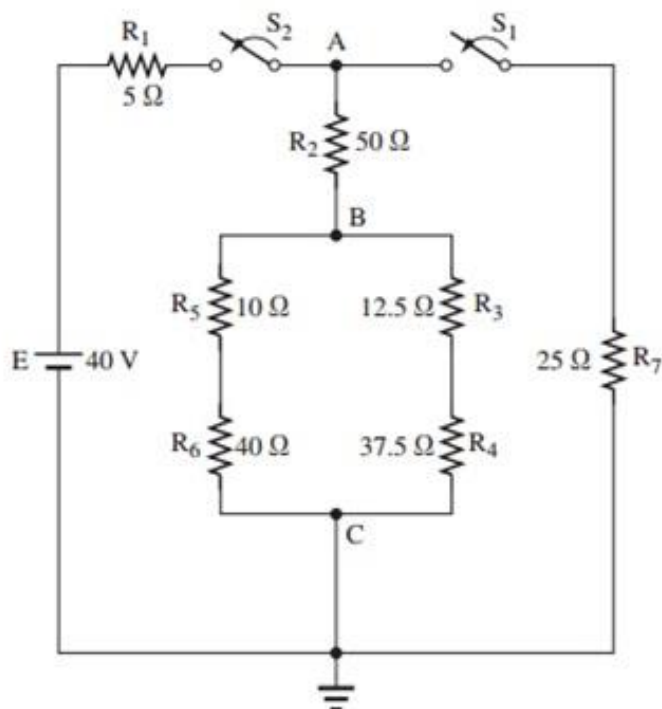
ד. רוצים למדוד את הזרם הזורם דרך הנגד R_1

באמצעות מכשיר מדידה מתאים.

העתק למחברתך את המעגל הנתון באיור

והצג במקום המתאים את סימולו של מכשיר המדידה.

שאלה מס' 103



המפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים.

א. 1. חשב את ההתנגדות השקולה בין הנקודות B ו-C.

2. חשב את ההתנגדות השקולה בין הנקודות A ו-C.

סוגרים את המפסקים S_1 ו- S_2 .

ב. חשב את ההתנגדות השקולה ש"רואה" מקור המתח E.

ג. חשב את הפוטנציאל בנקודה A.

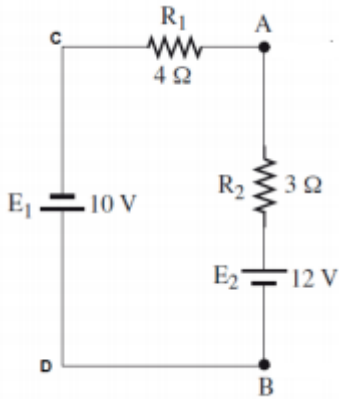
ד. חשב את ההספק בנגד R_1 .

פתרונות מעגלי DC

פתרון שאלה מס' 100

א.

כאשר המפסק פתוח המעגל נראה כך



$$I = \frac{E1 + E2}{R1 + R2} = \frac{10 + 12}{4 + 3} = 3.14 \text{ A}$$

$$P1 = I^2 \cdot R = 3.14^2 \cdot 4 = 39.43 \text{ W}$$

ב.

$$I1[R1+R2] + I2 \cdot R2 = -E1-E2$$

$$I2[R3+R2] + I1 \cdot R2 = -E2$$

$$I1 \cdot [4+3] + 3 \cdot I2 = -10-12$$

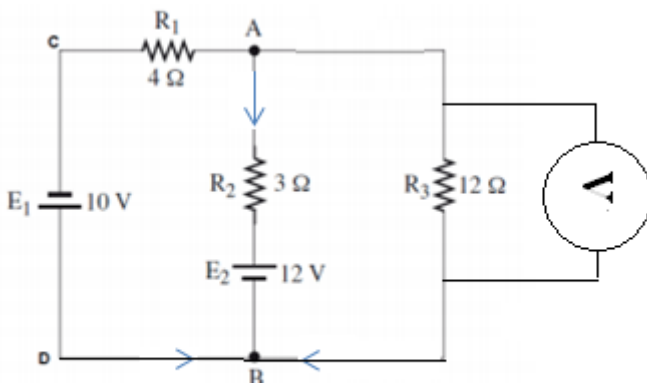
$$I2 \cdot [12+3] + 3 \cdot I1 = -12$$

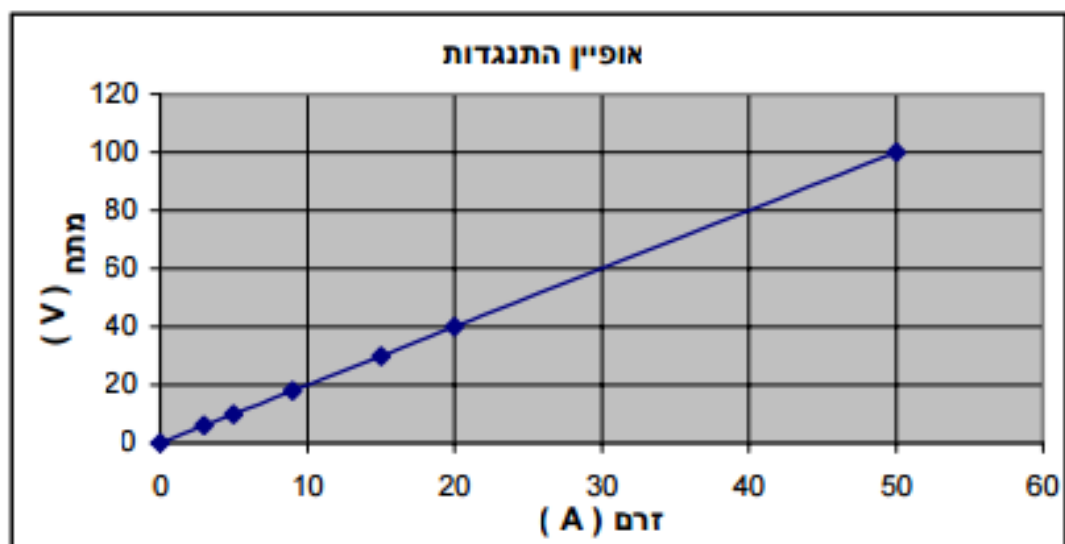
$$7 \cdot I1 + 3 \cdot I2 = -22$$

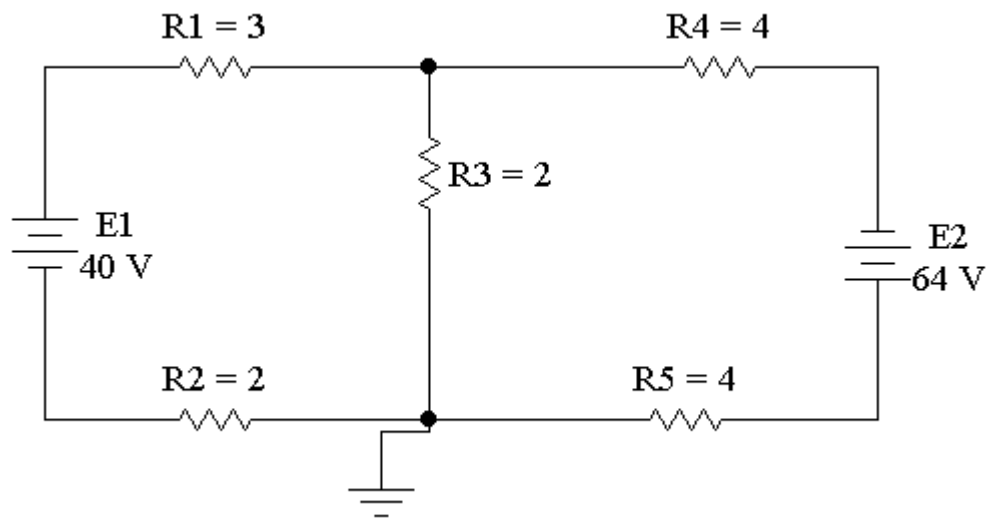
$$3 \cdot I1 + 15 \cdot I2 = -12$$

$$I1 = -3.0625 \text{ A} \quad I2 = I_{R3} = -0.1875 \text{ A} \quad I_{R2} = I1 + I2 = -3.0625 + (- 0.1875) = -3.25 \text{ A}$$

כל הזרמים יצאו בחישוב בערכים שליליים לכן כיוונם הפוך מהכיוון הנבחר .







$$I_1 [R_1 + R_2 + R_3] + I_2 \cdot R_3 = E_1$$

$$I_2 [R_3 + R_4 + R_5] + I_1 \cdot R_3 = -E_2$$

$$I_1 \cdot [3 + 2 + 2] + 2 \cdot I_2 = 40$$

$$I_2 \cdot [4 + 4 + 2] + 2 \cdot I_1 = -64$$

$$7 \cdot I_1 + 2 \cdot I_2 = 40$$

$$2 \cdot I_1 + 10 \cdot I_2 = -64$$

$$35 \cdot I_1 + 10 \cdot I_2 = 200$$

$$2 \cdot I_1 + 10 \cdot I_2 = -64$$

$$33 \cdot I_1 = 264 \quad ; \quad I_1 = 8A$$

$$7 \cdot 8 + 2 \cdot I_2 = 40 \quad ; \quad 2 \cdot I_2 = 40 - 56 \quad ; \quad 2 \cdot I_2 = -16 \quad ; \quad I_2 = -8A$$

$I_1 = 8A$ הזרם בנגד R_1 הוא

$I_2 = -8A$ הזרם בנגד R_5 הוא

חישוב הזרם בנגד R_3 נעשה על-ידי חיבור שני הזרמים $I_{R3} = I_1 + I_2 = 8 + (-8) = 0$

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 4.2 + 3.8 = 8\Omega$$

$$R_{456} = \frac{R_{45} * R_6}{R_{45} + R_6} = \frac{8 * 8}{8 + 8} = 4\Omega$$

$$R_{23} = \frac{R_2 * R_3}{R_2 + R_3} = \frac{18 * 16}{18 + 16} = 8.47\Omega$$

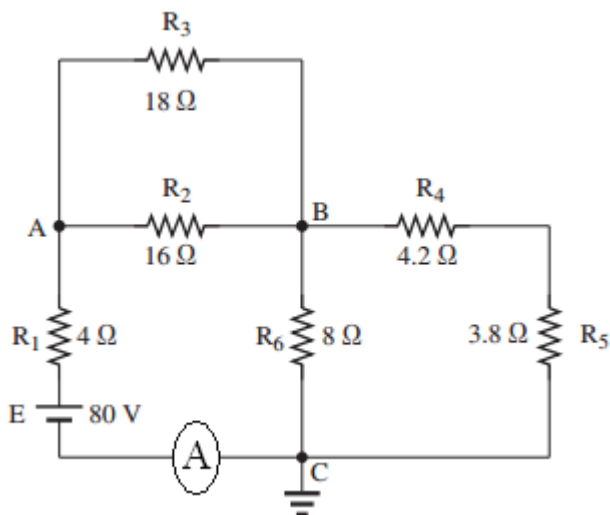
$$R_T = R_1 + R_{456} + R_{23} = 4 + 4 + 8.47 = 16.47\Omega$$

$$I_T = I_{R1} = \frac{E}{R_T} = \frac{80}{16.47} = 4.86\text{ A}$$

$$U_{BC} = U_{456} = R_{456} * I_T = 4 * 4.86 = 19.44\text{ V}$$

$$U_{BC} = U_{456} = U_6 = U_{45}$$

$$P_6 = \frac{U_6^2}{R_6} = \frac{19.44^2}{8} = 47.24\text{ W}$$



א.1.

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 12.5 + 37.5 = 50\Omega \qquad R_{56} = R_5 + R_6 = 10 + 40 = 50\Omega$$

$$R_{3456} = R_{BC} = \frac{R_{34} * R_{56}}{R_{34} + R_{56}} = \frac{50 * 50}{50 + 50} = 25 \Omega$$

א.2.

$$R_{AC} = R_{BC} + R_2 = 25 + 50 = 75\Omega$$

ב.

$$R_{AC7} = \frac{R_{AC} * R_7}{R_{AC} + R_7} = \frac{75 * 25}{75 + 25} = 18.75 \Omega$$

$$R_T = R_{AC7} + R_1 = 18.75 + 5 = 23.75\Omega$$

ג.

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{40}{18.75} = 1.68 A = I_{R1} = I_{RAC7}$$

$$U_A = E - U_1 = E - R_1 * I_1 = 40 - 5 * 1.68 = 31.6 V$$

בדיקה

$$U_A = R_{AC7} * I = 18.75 * 1.68 = 31.6$$

ד.

$$P_{R1} = I_1^2 * R_1 = 1.68^2 * 5 = 14.11 W$$