

עבודת הגשה

בנושא

הבנת הקריאה

מחלק מתח

מכשירי מדידה

טמפרטורה

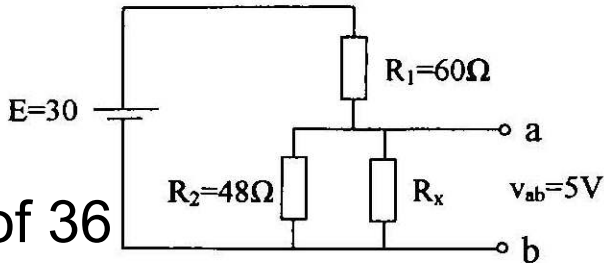
הספק

אופיינים

המרות

תאריך הגשה : 4.2.11 [יום ו']

א. במעגל המתואר באיור מספר 1 נתון : כ"מ המקור $30V$ (התנגדות פנימית של המקור זניחה) $R_1=60\Omega$, $R_2=48\Omega$ המתח בין שתי הנקודות a ו-b הוא $5V$ ($v_{ab}=5V$), מהו ערך ההתנגדות R_x ?



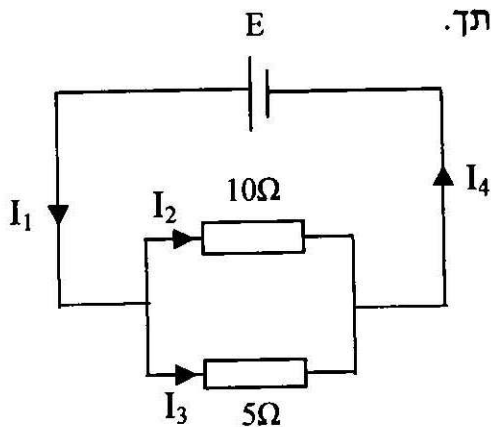
24Ω (1

16Ω (2

12Ω (3

10Ω (4

ג. במעגל המתואר באיור 3, ציין איזה מהמשפטים נכונים ואיזה אינם נכונים ? נמק תשובתך.



איור מספר 3

(1) הזרם I_1 שווה לזרם I_4 .

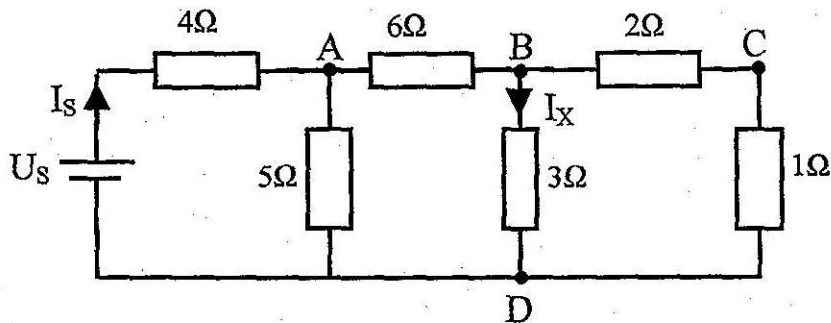
(2) הזרם I_2 שווה לפעמיים הזרם I_3 ($I_2=2I_3$) .

(3) הזרם I_3 שווה לפעמיים הזרם I_2 ($I_3=2I_2$) .

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 \quad (4)$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (5)$$

במעגל שבאיור, הזרם $I_x = 2A$ (הזרם דרך הנגד 3Ω). ערכי כל הנגדים נתונים באיור.



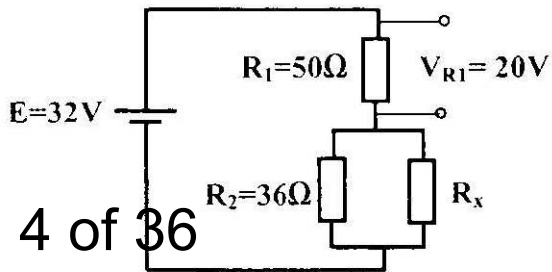
3 of 36

(20נק') חשב את זרם ומתח המקור (I_s, U_s) .

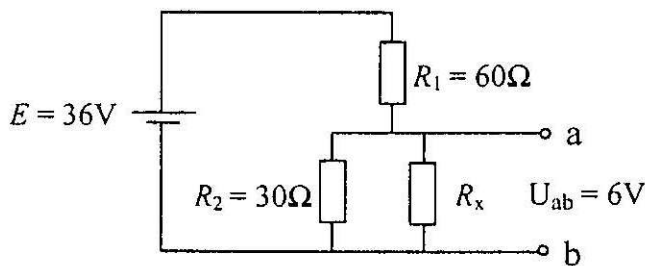
במעגל המתואר באיור נתון : כא"מ המקור $32V$ (התנגדות פנימית של

המקור זניחה) $R_1=50\Omega$, $R_2=36\Omega$ המתח על הנגד R_1 הוא $20V$,

חשב את ערך ההתנגדות R_x .



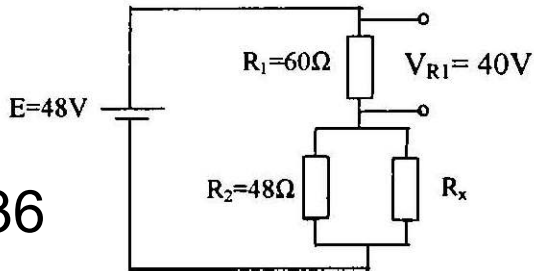
במעגל המתואר באיור, נתון: כא"מ המקור $E = 36V$ (ההתנגדות הפנימית של המקור זניחה)
 $R_1 = 60\Omega$, $R_2 = 30\Omega$ המתח בין שתי הנקודות a ו-b הוא $6V$ ($U_{ab} = 6V$).



(13 נק') א) חשב את ערך ההתנגדות R_x .

(7 נק') ב) בין הנקודות a ו-b חיברו אמפרמטר (שהתנגדותו הפנימית זניחה) מה תהיה קריאת

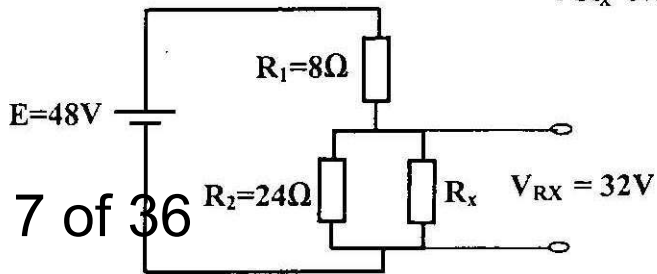
. במעגל המתואר באיור מספר 2 נתון : כ"מ המקור $48V$ (התנגדות פנימית של המקור זניחה) $R_1=60\Omega$, $R_2=48\Omega$ המתח על הגד R_1 הוא $40V$, חשב את ערך ההתנגדות R_x .



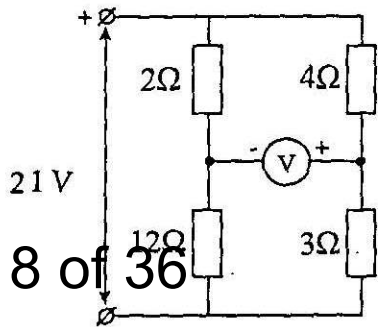
במעגל המתואר באיור נתון : כא"מ המקור $48V$ (התנגדות פנימית של

המקור זניחה) $R_1=8\Omega$, $R_2=24\Omega$ המתח על הנגד R_x הוא $32V$,

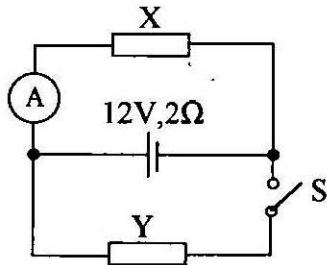
חשב את ערך ההתנגדות R_x .



חשב מתח על הוולטמטר:



ב. במעגל המתואר באיור 2 המקור בעל כ"מ $E=12V$ והתנגדות פנימית 2Ω . הנגדים X ו- Y זהים ובעלי התנגדות 4Ω כל אחד. A הוא אמפרמטר המודד את הזרם שעובר בנגד X (התנגדות האמפרמטר זניחה). ברגע מסוים סוגרים את המפסק S . מהי קריאת האמפרמטר לאחר סגירת המפסק S ?



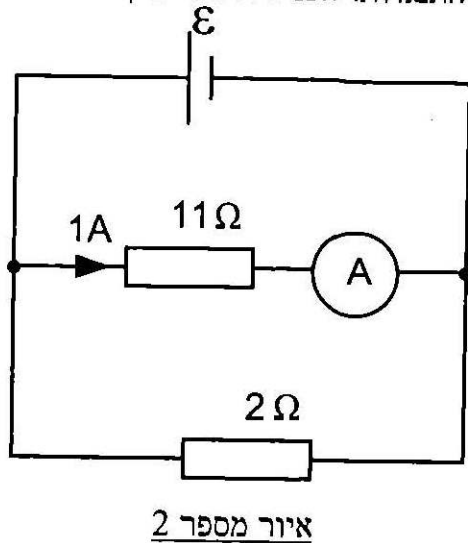
2A (1

3A (2

1.5A (3

2.5A (4

במעגל באיור מספר 2 אמפרמטר שהתנגדותו 1Ω חובר בטור לנגד של 11Ω והראה זרם של $1A$. (ראה איור). התנגדותו הפנימית של המקור זניחה.



איור מספר 2

10) נקי) א. מה תהיה קריאת האמפרמטר אם הוא יועבר ויחובר בטור לנגד 2Ω ?

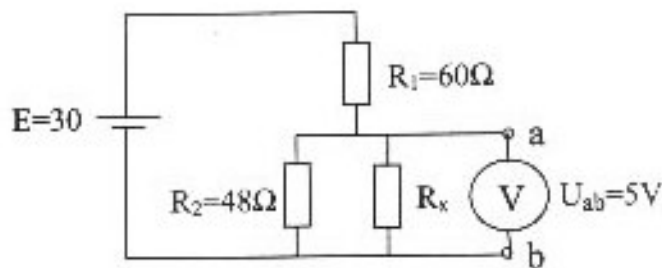
5) נקי) ב. מה תהיה קריאת האמפרמטר אם הוא יועבר ויחובר בטור למקור המתח?

5) נקי) ג. מה תהיה קריאת האמפרמטר אם הוא יועבר ויחובר במקביל למקור המתח?

במעגל המתואר באיור מספר 1 נתון : כא"מ המקור $30V$ (התנגדות פנימית של

המקור זניחה) $R_1=60\Omega$, $R_2=48\Omega$ המתח שמראה הוולטמטר המחובר בין שתי

הנקודות a ו-b הוא $5V$ ($U_{ab}=5V$).

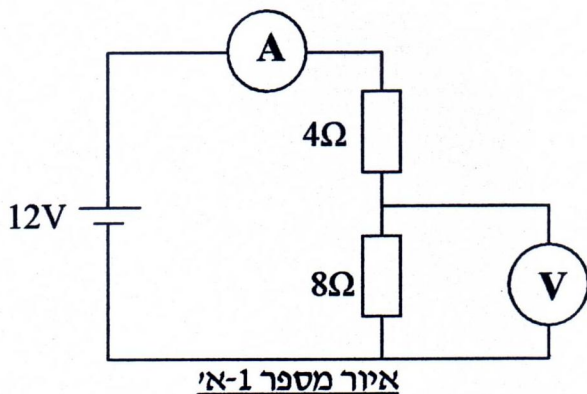


איור מספר 1

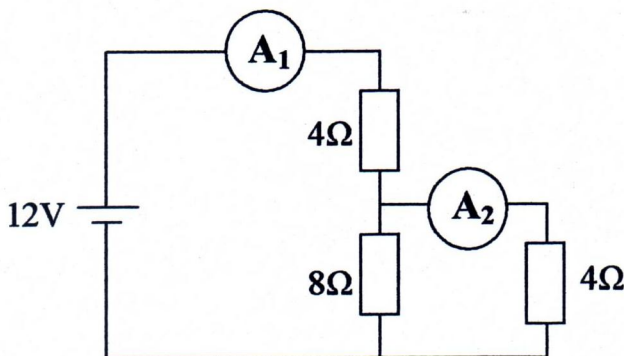
(13 נק') א) חשב את ערך ההתנגדות R_x .

(7 נק') ב) את הוולטמטר המחובר בין הנקודות a ו-b החליפו באמפרמטר

א) באיור מספר 1-א' ערכי הנגדים נתונים באוהמים ומתח המקור בוולטים .
 ההתנגדות הפנימית של המקור ושל האמפרמטר זניחה, ההתנגדות של
 הוולטמטר גדולה מאד (אינסוף).
 מהי קריאת האמפרמטר והוולטמטר?



ב) באיור 1-ב' החליפו את הוולטמטר באיור הקודם בנגד 4Ω ואמפרמטר
 בטור. מהי קריאת האמפרמטרים A_1 , A_2 ?



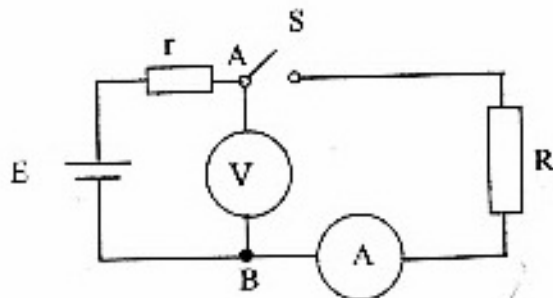
וולטמטר שהתנגדותו הפנימית גדולה מאד (אינסופית) מחובר במקביל
להדקים של מקור מתח ומודד מתח של $24V$. מחברים למקור נגד עומס
שערכו 22Ω , אז הוולטמטר מודד על הדקי המקור מתח של $22V$.

(4נק') 1) שרטט את המעגל החשמלי המתאר את המצב השני, כלומר

המקור (עם ההתנגדות הפנימית) נגד העומס ווולטמטר.

(6 נק') 2) חשב את ערך הכא"מ וההתנגדות הפנימית של המקור.

במעגל המתואר באיור כאשר המפסק S פתוח הוולטמטר מודד מתח $12V$ והאמפרמטר מודד זרם אפס. כאשר המפסק סגור הוולטמטר מודד מתח $11.5V$ והאמפרמטר מודד זרם $1A$ האמפרמטר בעל התנגדות פנימית זניחה והוולטמטר בעל התנגדות פנימית אינסופית.



- א. חשב את הערך של הכא"מ E והתנגדות הפנימית r ונגד העומס R .
 ב. את הוולטמטר בעל ההתנגדות האינסופית שנתון בשאלה החליפו בוולטמטר בעל התנגדות פנימית 500Ω מה תהיה קריאת

הוולטמטר והאמפרמטר במקרה הזה כאשר המפסק במצב סגור.
 הערה: כל הנתונים שמצאת בסעיף אינשארם קבועים.

וולטמטר שהתנגדותו הפנימית גדולה מאד (אינסופית) מחובר במקביל להדקים של סוללה ומודד מתח של $12V$. מחברים לסוללה נגד עומס שערכו 11Ω , אז הוולטמטר מודד על הדקי הסוללה מתח של $11V$.

1) שרטט את המעגל החשמלי המתאר את המצב השני, כלומר הסוללה נעם
ההתנגדות הפנימית (נגד העומס וכן הוולטמטר .

2) חשב את ערך הכא"מ וההתנגדות הפנימית של הסוללה .

15 of 36

על מנורת ליבון רשום 230V/100W (המנורה מיועדת לעבוד במתח 230V וצורכת הספק 100W בעבודה הרגילה שלה). ברגע ההדלקה (חוט הלהט של המנורה עדיין קר) המנורה צורכת מהרשת זרם של 5A. החתנגדות של חוט הלהט עולה עם עליית הטמפרטורה לפי הקשר הבא:

$$R(T) = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

T : הטמפרטורה של חוט הלהט במעלות צלזיוס [$^{\circ}\text{C}$].

R(T) : התנגדות חוט הלהט בטמפרטורה T.

R_0 : התנגדות חוט הלהט כאשר הוא קר $T_0 = 25^{\circ}\text{C}$ (טמפרטורת החדר).

$\alpha = 0.006[1/^{\circ}\text{C}]$: מקדם השתנות החתנגדות של חוט הלהט בתלות בטמפרטורה.

ΔT : השתנות הטמפרטורה במעלות צלזיוס.

4) (נקודות) א. חשב את התנגדות חוט הלהט של המנורה בעבודה רגילה (לפי הנתונים שרשומים עליה)

4) (נקודות) ב. חשב את התנגדות חוט הלהט של המנורה ברגע ההדלקה (בטמפרטורת החדר).

12) (נקודות) ג. חשב את טמפרטורת חוט הלהט של המנורה בעבודה הרגילה שלה.

על מנורת להט רשום 230V/100W (המנורה מיועדת לעבוד במתח 230V וצורכת הספק

100W בעבודה הרגילה שלה). ברגע ההדלקה (חוט הלהט עדיין קר) המנורה צורכת

4.4A. ההתנגדות של חוט הלהט עולה עם עליית הטמפרטורה לפי הקשר הבא:

$$R(T) = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

T : הטמפרטורה של חוט הלהט במעלות צלזיוס [$^{\circ}\text{C}$].

$R(T)$: התנגדות חוט הלהט בטמפרטורה T .

R_0 : התנגדות חוט הלהט כאשר הוא קר $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$ (טמפרטורת החדר).

$\alpha = 0.005 [1/^{\circ}\text{C}]$: מקדם השתנות ההתנגדות של חוט הלהט בתלות בטמפרטורה.

ΔT : השתנות הטמפרטורה במעלות צלזיוס.

א. חשב את התנגדות חוט הלהט של המנורה ברגע ההדלקה.

ב. חשב את התנגדות חוט הלהט בעבודה הרגילה שלה (לפי הנתונים שרשומים עליה)

ג. חשב בכמה עלתה הטמפרטורה של חוט הלהט מרגע ההדלקה עד לעבודה הרגילה

שלה (השתמש בביטוי הנתון בגוף השאלה המביע את הקשר בין התנגדות ל

17 of 36

(הטמפרטורה)

על מנורת ליבון רשום 230V/150W (המנורה מיועדת לעבוד במתח 230V וצורכת הספק 150W בעבודה הרגילה שלה). ברגע ההדלקה (חוט הלהט של המנורה עדיין קר) המנורה צורכת מהרשת זרם של 8A. ההתנגדות של חוט הלהט עולה עם עליית הטמפרטורה לפי הקשר הבא:

$$R(T) = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

T : הטמפרטורה של חוט הלהט במעלות צלזיוס [$^{\circ}\text{C}$].

$R(T)$: התנגדות חוט הלהט בטמפרטורה T .

R_0 : התנגדות חוט הלהט כאשר הוא קר $T_0 = 30^{\circ}\text{C}$ (טמפרטורת החדר).

$\alpha = 0.005 [1/^{\circ}\text{C}]$: מקדם השתנות ההתנגדות של חוט הלהט בתלות בטמפרטורה.

ΔT : השתנות הטמפרטורה במעלות צלזיוס.

4נק' א. חשב את התנגדות חוט הלהט של המנורה ברגע ההדלקה (בטמפרטורת החדר).

4נק' ב. חשב את התנגדות חוט הלהט של המנורה בעבודה רגילה (לפי הנתונים שרשומים עליה)

12נק' ג. חשב בכמה עלתה הטמפרטורה של חוט הלהט מרגע הדלקה, טמפרטורת החדר, עד לעבודה הרגילה שלו. (השתמש בביטוי הנתון בגוף השאלה המביע את הקשר בין ההתנגדות לבין הטמפרטורה, הצב את הערכים

על קומקום חשמלי רשום $230V/1500W$ (הקומקום מיועד לעבוד במתח $230V$ וצורך הספק $1500W$ בעבודה הרגילה שלו). ברגע ההדלקה (גוף החימום של הקומקום עדיין קר) הקומקום צורך מהרשת זרם של $10.5A$. ההתנגדות של גוף החימום עולה עם עליית הטמפרטורה לפי הקשר הבא:

$$R(T) = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

T : הטמפרטורה של גוף החימום במעלות צלזיוס $[^{\circ}C]$.

$R(T)$: התנגדות גוף החימום בטמפרטורה T .

R_0 : התנגדות גוף החימום כאשר הוא קר $T_0 = 30^{\circ}C$ (טמפרטורת החדר).

$\alpha = 0.005 [1/^{\circ}C]$: מקדם השתנות ההתנגדות של גוף החימום בתלות בטמפרטורה.

ΔT : השתנות הטמפרטורה במעלות צלזיוס.

4נק' א. חשב את התנגדות גוף החימום של הקומקום ברגע ההדלקה (בטמפרטורת החדר).

החדר.

4נק' ב. חשב את התנגדות גוף החימום בעבודה הרגילה שלו (לפי הנתונים שרשומים עליו)

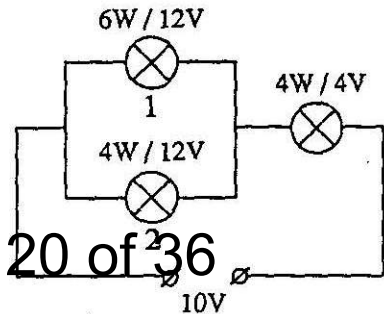
12נק' ג. חשב בכמה עלתה הטמפרטורה של גוף החימום מרגע ההדלקה עד לעבודה

הרגילה שלו (השתמש בביטוי הנתון בגוף השאלה המביע את הקשר בין

ההתנגדות לבין הטמפרטורה)

חשב הספק של כל נורה במעגל הנ"ל.

הנתונים הכתובים מעל הנורות הם נתונים הנקובים:



תנור חימום ביתי מיועד לעבוד במתח רשת $230V$ והספק $2300W$. (ערכים נקובים)

(5 נק') א. מהו הזרם שצורך התנור מהרשת ?

(5 נק') ב. מהי התנגדות גוף החימום של התנור ?

(10 נק') ג. אם מתח הרשת אליה מחובר התנור יקטן ב 10% . האם ההספק הע

יגדל או יקטן, ובכמה אחוזים ?

על מנורת להט כתוב $230V/100W$, כלומר שהיא מיועדת לעבוד במתח של $230V$ וצורכת מרשת החשמל הספק של $100W$.

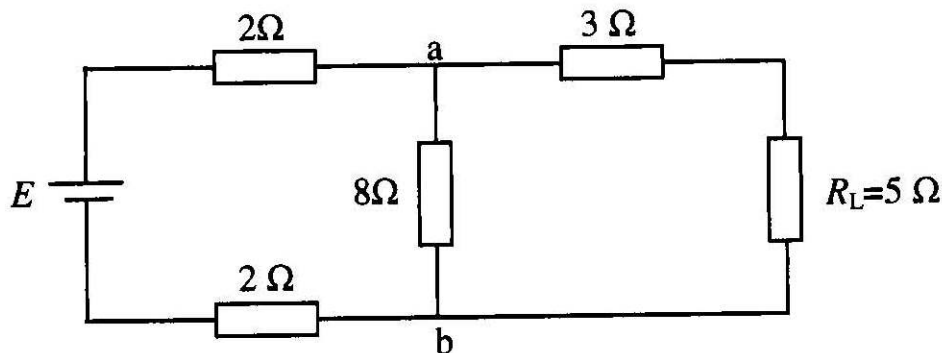
(10 נק') א) שתי מנורות זהות חוברו בטור. חשב את ההספק שכל אחת משתי

המנורות צורכות מהרשת. מהו הזרם שזורם בכל מנורה?

22 of 36

(10 נק') ב) חשב את ההספק שצורכת מנורה אחת כאשר היא מחוברת למתח $180 V$

הספק של נגד העומס R_L שבאיור הוא 80W.



4. (נקודות) א. חשב את הזרם בנגד העומס R_L .

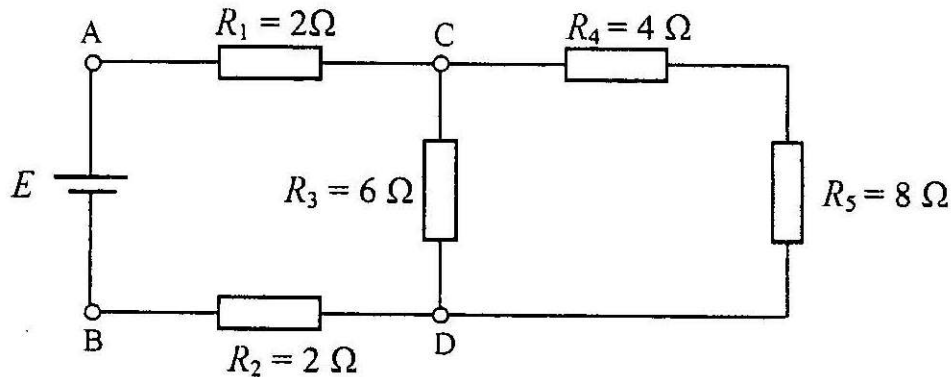
5. (נקודות) ב. חשב את הזרם העובר בנגד 8Ω .

8. (נקודות) ג. חשב את הזרם והמתח של המקור E .

3. (נקודות) ד. אם מסיבה כלשהיא הנגד של 3Ω (חנגד בטור לנגד העומס) הופך לקצר,

ההספק על נגד העומס R_L יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמסר תשובה בכתב.
בחישובים.

במעגל המתואר באיור המתח על הנגד R_3 הוא 6V.

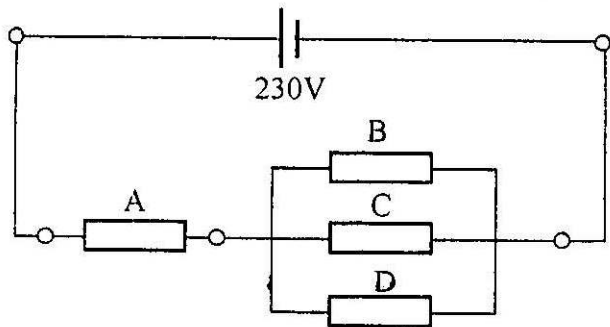


א. חשב את זרם ומתח המקור. (10 נק')

ב. ערוך את מאזן ההספקים במעגל (הראה כי הספק המקור שווה לסך

כל ההספקים של הנגדים)

4 נגדים זהים A, B, C ו-D, מחוברים למקור מתח ישר בעל כ"מ 230V אשר התנגדותו הפנימית זניחה (ראה איור). על כל אחד מהם רשום 100W/230V ערכים נקובים (כלומר כאשר הנגד מחובר למתח 230V ההספק שלו 100W).



14 נק') א. חשב את הזרם והמתח של כל אחד מהנגדים.

6 נק') ב. מסיבה כלשהי נגד B, התנתק. האם הזרם בנגד A יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמק

על קומקום חשמלי ביתי לחימום מים רשום $230V/2000W$. (משמעות הדבר היא שהקומקום מיועד לעבוד במתח $230V$ וצורך הספק מהרשת $2000W$)

5 נקי) א. חשב את התנגדות גוף החימום של הקומקום.

8 נקי) ב. מהו ההספק שצורך הקומקום מחרשת אם מתח הרשת הוא $115V$.

7 נקי) ג. גוף החימום של הקומקום התקלקל. לרשות הטכנאי שבא לתקן אותו היה גוף

חימום שרשום עליו $115V/2000W$, האם לדעתך מותר לטכנאי להתקין את

גוף החימום שברשותו בקומקום? נמק את תשובתך בעזרת חישוב מתאים, אם

ידוע כי כבל ההזנה של הקומקום והמבטח שבלוח החשמל, ממנו ניזון הקומקום,

מיועדים לזרם נקוב של $16A$. (כלומר אסור שהזרם שיצרוך הקומקום שיעלה

מעל ל- $16A$).

על עומס חשמלי כתוב $230V/150W$, (העומס מיועד לעבוד במתח של $230V$ וצורך מרשת החשמל הספק של $150W$).

(7 נק') א) שני עומסים זהים חוברו במקביל לרשת החשמל. חשב את ההספק ששני העומסים יחד צורכים מהרשת. מהו הזרם שנצרך מהרשת?

(8 נק') ב) שני העומסים הזהים חוברו בטור לרשת החשמל. חשב את ההספק ששני העומסים יחד צורכים מהרשת. מהו הזרם שנצרך מהרשת?

27 of 36

(5 נק') ג) חשב את ההספק שצורך העומס הנתון כאשר המתח עליו יורד ל- $180V$.

על קומקום חשמלי ביתי לחימום מים רשום $230V/1500W$. (משמעות הדבר היא שהקומקום מיועד לעבוד במתח $230V$ וצורך הספק מהרשת $1500W$)

נק' א. חשב את התנגדות גוף החימום של הקומקום .

נק' ב. מהו ההספק שצורך הקומקום מהרשת אם מתח הרשת ירד ל- $200V$.

נק' ג. גוף החימום של הקומקום התקלקל . לרשות הטכנאי שבא לתקן אותו היה גוף

חימום שרשום עליו $110V/1500W$, האם לדעתך מותר לטכנאי להתקין את

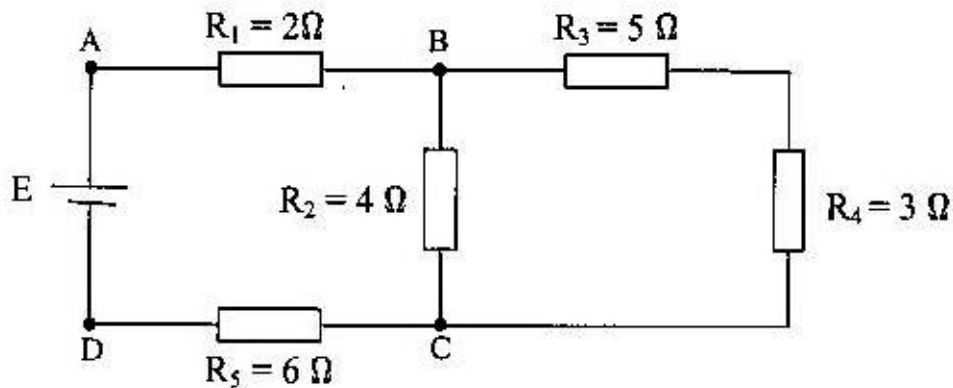
גוף החימום שברשותו בקומקום ? נמק את תשובתך בעזרת חישוב מתאים , אם

ידוע כי כבל ההזנה של הקומקום והמבטח שבלוח החשמל , ממנו ניזון הקומקום ,

מיועדים לזרם נקוב של $16A$. (כלומר אסור שהזרם שיצרוך הקומקום יגיע ל-

מעל ל- $16A$) .

במעגל המתואר באיור הזרם העובר בנגד R_2 הוא 2A.



3 נק') א. חשב את המתח על הנגד R_2 (המתח U_{BC}).

9 נק') ב. חשב את מתח המקור E והזרם שהוא מספק למעגל.

8 נק') ג. חשב את ההספק המתבזבז על כל אחד מהנגדים והראה שזה שווה להספק של

המקור.

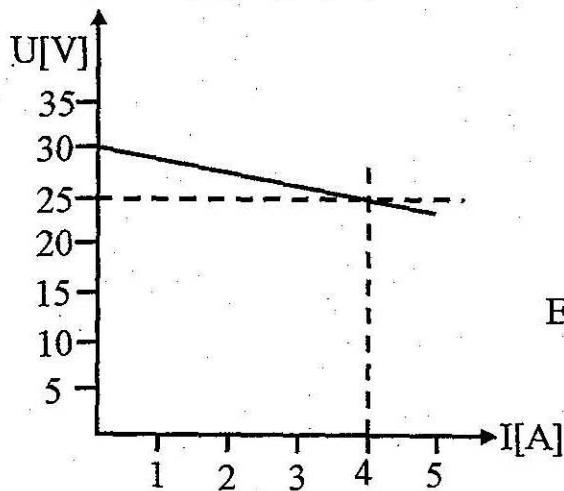
נתונה סוללה בעלת כא"מ E והתנגדות פנימית r , אל הסוללה מחובר נגד עומס שגם הוא בעל התנגדות r .

א. כתוב ביטוי לזרם הזורם במעגל. (ביטוי של הזרם I באמצעות E ו- r).

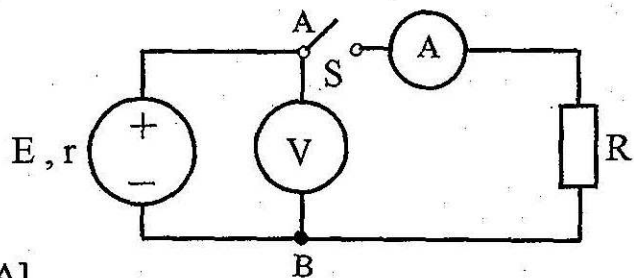
ב. ברשותנו סוללה זהה לסוללה הנתונה, כלומר בעלת כא"מ E והתנגדות פנימית r . את שתי הסוללות חיברנו בטור ואליהן חיברנו שוב את נגד העומס r . כתוב ביטוי לזרם במעגל בתלות ב- E ו- r .

ג. חזור על סעיף ב' ותן ביטוי לזרם בתלות ב- E ו- r כאשר שתי הסוללות מחוברות בגידור במקביל.

לשם מציאת הכא"מ וההתנגדות הפנימית של מקור מתח-ישר חיברו את המעגל המתואר באיור 1. ביצעו מדידות של מתח וזרם ושרטטו את אופיין מתח – זרם שלו כמתואר באיור 2. (האמפרמטר בעל התנגדות פנימית זניחה והוולטמטר בעל התנגדות פנימית אינסופית).



איור 2



איור 1

8) נקי) א. חשב את הערך של הכא"מ E וההתנגדות הפנימית r של המקור.

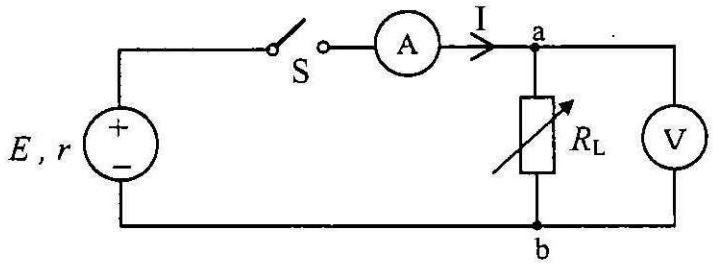
5) נקי) ב. חשב את התנגדות נגד העומס R .

7) נקי) ג. אם מחליפים את האמפרמטר הנתון באחר שהתנגדותו הפנימית 1Ω ,

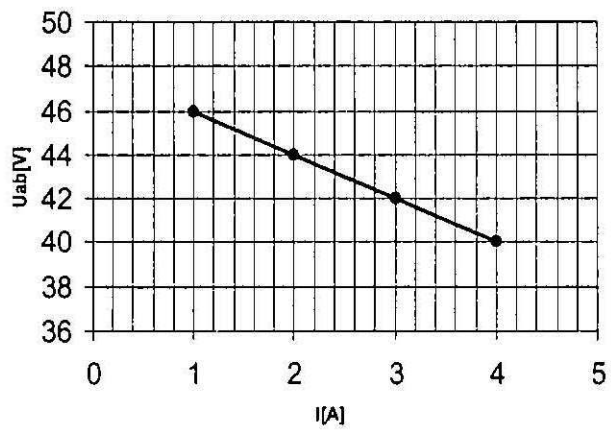
האם זה היה משפיע על המדידות? הסבר באופן עקרוני ובקצרה. אין

צורך בחישובים

באיור 1 נתון תרשים החיבורים של מעגל חשמלי המיועד לצורך ניסוי. המעגל מורכב ממקור מתח, מפסק, נגד משתנה, מד מתח ומד זרם. התנגדות מד המתח והתנגדות מד הזרם אינן משפיעות על תוצאות המדידה. במצב שהמפסק S סגור הציבו את הנגד המשתנה R_L על ארבעה ערכים שונים ורשמו את המדידות של מד הזרם ומד המתח. את תוצאות המדידה הציגו בצורה גרפית כפי שמופיע באיור 2.



איור 1



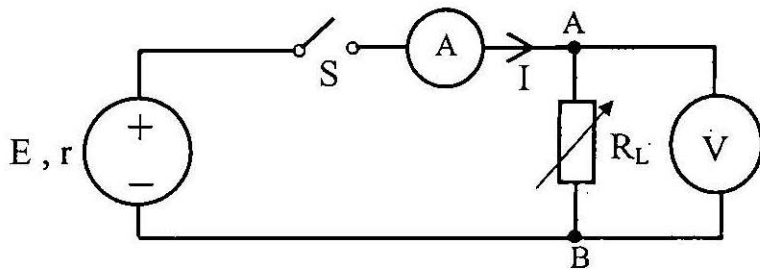
איור 2

7 נקודות) א. מה הכוח האלקטרו מניע (כא"מ) E של המקור ומה התנגדותו הפנימית r .

6 נקודות) ב. מה הזרם המרבי שיכול לזרום במעגל. האם אפשר לקבל את התשובה מתוך הגרף?

שבאיור 2? הסבר כיצד ונמק בקצרה.

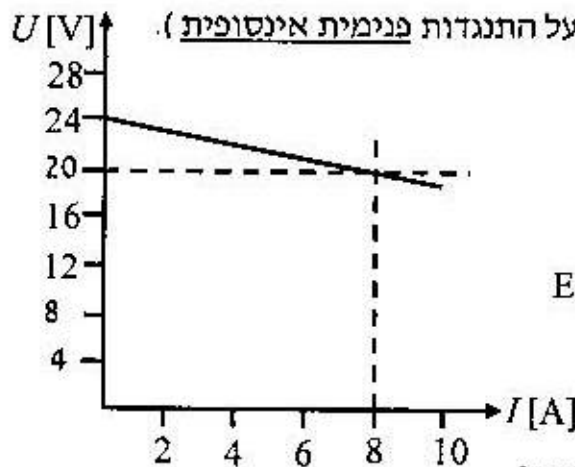
((10 נק')) ב. תלמיד ערך ניסוי במעבדה, הוא חיבר את המעגל החשמלי הבא :
(מכשירי המדידה הינם אידיאליים).



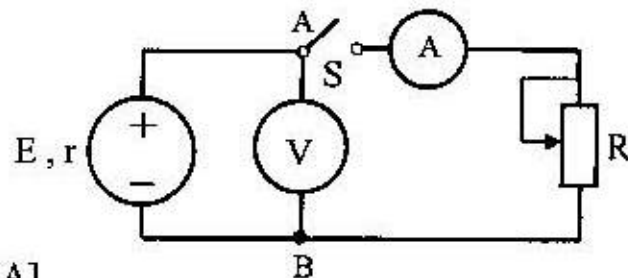
אחרי סגירת המפסק S התלמיד ביצע שתי מדידות שונות וריכז את קריאות מכשירי המדידה בטבלה הבאה :

$I[A]$	$U_{AB}[V]$
1	23
2	22

נתון המעגל המתואר באיור 1. במעגל הנתון ביצעו מדידות של מתח וזרם לחישוב הכא"מ וההתנגדות הפנימית של המקור מתח-ישר הנתון במעגל. את תוצאות המדידות הציגו בעזרת הגרף מתח-זרם כמתואר באיור 2. (האמפרמטר בעל התנגדות פנימית זניחה והוולטמטר בעל התנגדות פנימית אינסופית).



איור 2

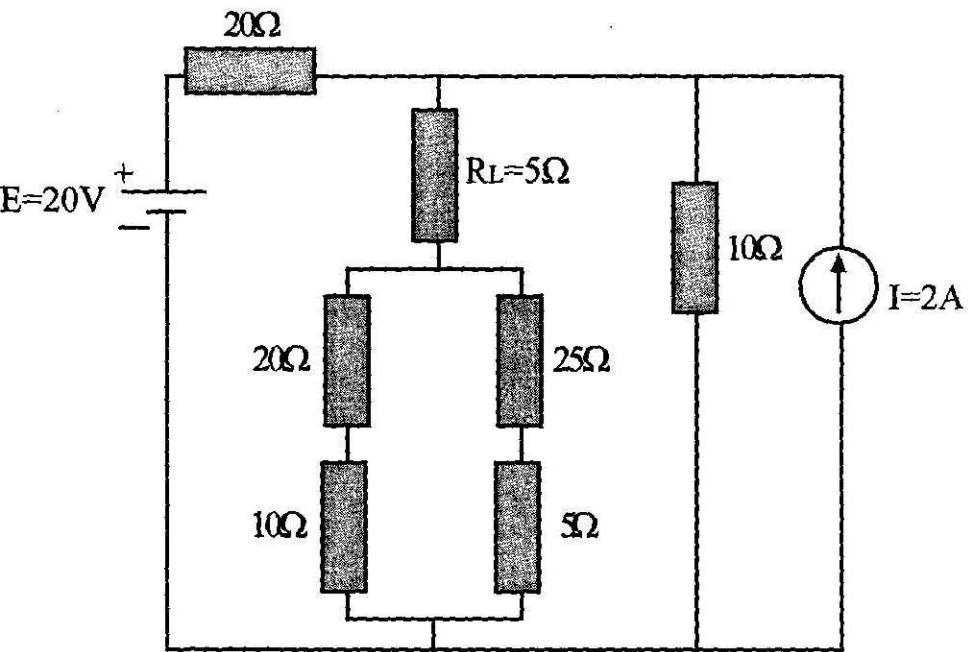


איור 1

- 8 נק') א. חשב את הערך של הכא"מ E וההתנגדות הפנימית r של המקור.
 6 נק') ב. חשב את התנגדות נגד העומס R אם ידוע שהזרם באמפרמטר הוא 6A
 6 נק') ג. אם מחליפים את האמפרמטר הנתון באחר שהתנגדותו הפנימית 1Ω ,

האם זה היה משפיע על החישוב של E או על החישוב של r מסעיף א'?

נמק באופן עקרוני ובקצרה. אין צורך בחישובים

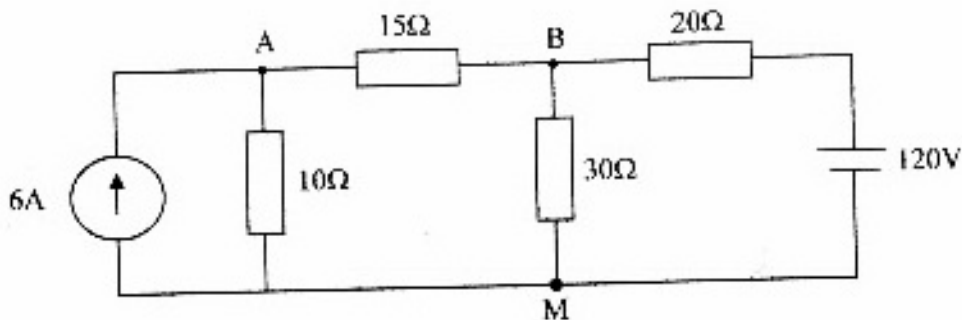


קודות) א. חשב את המתח על פני מקור הזרם והזרם דרך מקור הזרם

35 of 36

קודות) ב. חשב את המתח וההספק בנגד העומס R_L .

נתון המעגל הבא :



חשב :

10 נקי) א. המתח על הגד 15Ω (U_{AB}) והזרם דרכו .

10 נקי) ב. הזרם שמספק מקור המתח .

12/e

- ① 16Ω
- ② $1, 3, 5$
- ③ ~~$27.6A, 188.4V$~~
 $10A, 70V$
- ④ 180Ω
- ⑤ $20\Omega, 0.6A$
- ⑥ 46Ω
- ⑦ 48Ω
- ⑧ $-9V$
- ⑨ $1.5A$
- ⑩ $12A, 4.457A, 4A, 12V$
- ⑪ $16\Omega, 0.5A$
- ⑫ $8V, 1A; 1.2A$
- ⑬ $24V, 2\Omega$
- ⑭ $12V, 0.5\Omega; 1.022A, 11.488V$
- ⑮ 1Ω
- ⑯ $529\Omega, 1775^\circ C, 46\Omega$
- ⑰ $52.272\Omega, 529\Omega, 1824.028^\circ C$
- ⑱ $28.75\Omega, 352.666\Omega, 2253.333^\circ C$
- ⑲ $21.9\Omega, 35.266\Omega, 122.07^\circ C$
- ⑳ $2.55W, 1.695W, 1.18W$
- ㉑ $40A, 23\Omega, -19\%$
- ㉒ $0.217A, 25W; 61.247W$
- ㉓ $4A; 32V; 48V, 8A; 83C$
- ㉔ $1.5A, 12V, 18W = 18W$
- ㉕ $172.5V, 57.5V, 0.326A, 0.108A,$
- ㉖ $26.45\Omega, 500W, 34.782A$
- ㉗ $300W, 1.304A; 75W, 0.326A; 91.871W$
- ㉘ $35.266\Omega; 1134.215W, 28.512A$
- ㉙ $8V; 32V, 96W = 96W$
- ③⑩ $\frac{E}{2r}, \frac{2E}{3r}, \frac{2E}{3r}$
- ③⑪ $30V, 1.25\Omega; 6.25\Omega, 83\frac{1}{2}mV, 1\frac{1}{2}A$
- ③⑫ $48V, 2\Omega; 24A$
- ③⑬ $24V, 1\Omega$
- ③⑭ $24V, 0.5\Omega; 3.5\Omega, 7\mu e, 3\gamma$
- ③⑮ $3.75V, 2.812W$
- ③⑯ $-20V$