

תרגול פרקטיקות מעגלי זרם

נושא מעגלי הזרם הוא נושא מרכזי בלימודי החשמל, בבחינת הבגרות מופיעות לרוב שתי שאלות בנושא מעגלי זרם. מטרתו של קובץ זה להקנות לתלמיד הבנה רחבה ומקיפה שתעזור לתלמיד להתמודד עם שאלות מאתגרות. לתרגול שאלות מאתגרות מומלץ בסיום קובץ זה לתרגל שאלות מאתגרות מבגרויות שנים עברו.

בקובץ שישה חלקים:

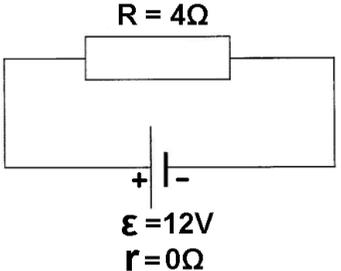
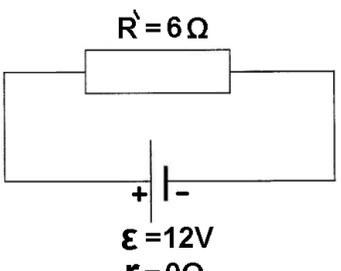
- א. מעגל בסיסי - מקור מתח אידיאלי.
- ב. מעגל בסיסי- מקור מתח לא אידיאלי.
- ג. חיבור טורי או מקבילי.
- ד. חיבור מעורב.
- ה. הספק ונצילות.
- ו. מעגל בעל שני מקורות מתח.

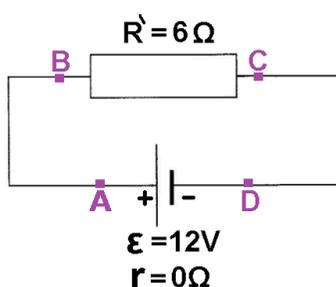
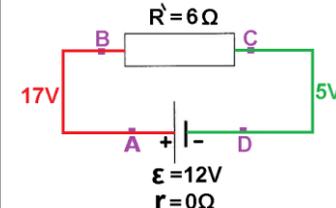
הערה חשובה: לפני תרגול קובץ זה מומלץ לענות על הקיובים: 39-43.

נוסחאות המופיעות בדפי הנוסחאות:

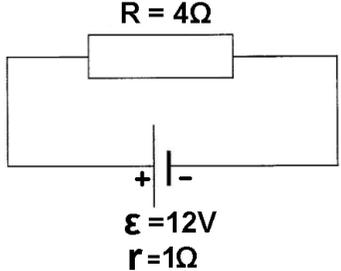
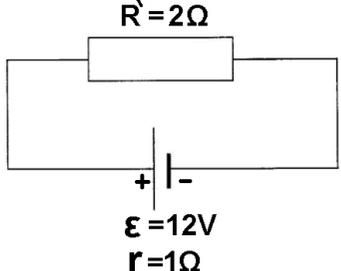
זרם חשמלי	
$i = \frac{dq}{dt}$	זרם רגעי
$V = RI$	חוק אוהם
$R = \rho \frac{\ell}{A}$	התנגדות של תיל
$R_T = \sum R_i$	התנגדות שקולה של נגדים המחוברים בטור
$\frac{1}{R_T} = \sum \frac{1}{R_i}$	של נגדים המחוברים במקביל
עבודת הכוח החשמלי	
$W_{A \rightarrow B} = V_{AB} It = qV_{AB}$	
$P = V_{AB} I$	הספק חשמלי
$\eta = \frac{P_{eff}}{P_{in}}$	נצילות
P_{eff} – הספק מנוצל בחלק מהמעגל או בכולו P_{in} – הספק מושקע	
$V_{ab} = \varepsilon - rI$	מתח הדקים ab – הדקי הסוללה
$\sum \varepsilon = \sum IR$ $\sum I = 0$	חוקי קירכהוף
מתח בין שתי נקודות במעגל חשמלי	
$V_{AB} = \sum IR - \sum \varepsilon$	

א. מעגל בסיסי - מקור מתח אידיאלי

קישור לפתרון מלא	הערות חשובות	תשובה	עקרונות הרלבנטיים	גדלים נדרשים	תיאור המעגל
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3288	<p>1. כיוון הזרם המוסכם הוא מההדק החיובי של הסוללה להדק השלילי.</p> <p>2. במעגל אין נקודת צומת, הזרם לא מתפצל, זרם זהה זורם דרך כל נקודה במעגל.</p> <p>3. הצרכן R מחובר ישירות להדקי הסוללה, המתח על הצרכן R שווה למתח ההדקים.</p>	<p>א- כיוון הזרם משמאל לימין.</p> <p>ב- $V_{ab} = 12V$</p> <p>ג- $U_R = 12V$</p> <p>ד- $I = 3A$</p>	<p>חוק אוהם</p> $V = R \cdot I$ <p>מתח הדקים</p> $V_{ab} = \mathcal{E} - I \cdot r$ <p>כיוון הזרם מהפוטנציאל הגבוה לנמוך.</p>	<p>א- כיוון הזרם דרך הצרכן. ב- מתח ההדקים. ג- המתח על הצרכן R. ד- עוצמת הזרם במעגל.</p>	<p>1 - צרכן R שהתנגדותו 4Ω מחובר באמצעות מוליכים חסרי התנגדות, ישירות למקור מתח אידיאלי בעל כ"מ של $12V$.</p> 
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3289	<p>צרכן בעל התנגדות גדולה יותר יגרום לזרם במעגל להיות קטן יותר. מביטוי מתח ההדקים:</p> $V_{ab} = \mathcal{E} - I \cdot r$ <p>מתח ההדקים של סוללה אידיאלית לא תלוי בזרם, הוא שווה תמיד לכ"מ הסוללה.</p> $V_{ab} = \mathcal{E} - I \cdot 0$ $V_{ab} = \mathcal{E}$	<p>א- $V_{ab} = 12V$</p> <p>ב- $U_R = 12V$</p> <p>ג- $I = 2A$</p>		<p>א- מתח ההדקים ב- המתח על הצרכן R. ג- עוצמת הזרם במעגל.</p>	<p>2 - מחליפים את הצרכן R בצרכן אחר R' שהתנגדותו 6Ω.</p> 

https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3290	<p>נסמן את התנגדות המוליך בין הנקודות A ו-B ב R_{AB}.</p> <p>מכיוון שהתנגדות המוליכים היא אפסית, מחוק אום מתקיים:</p> $V_{AB} = I \cdot R_{AB}$ <p>לכן, הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B הוא אפס וולט.</p>	<p>א - $V_{AD} = 12V$</p> <p>ב - $V_{CB} = -12V$</p> <p>ג - $V_{AB} = 0V$</p>	<p>הפרש הפוטנציאלים מוגדר כך:</p> $V_{AD} = V_A - V_D$	<p>חשב את הפרשי הפוטנציאלים הבאים:</p> <p>א - V_{AD}</p> <p>ב - V_{CB}</p> <p>ג - V_{AB}</p>	<p>3 - במעגל מסומנים ארבע נקודות: A, B, C, D</p> 
https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3291	<p>1. הפוטנציאל בהדק החיובי גדול ב $12V$ מהפוטנציאל בהדק השלילי.</p> <p>2. בכל המעגל יש רק שני פוטנציאלים שונים: $5V$ ו- $17V$.</p> 	<p>א - $V_A = 17V$</p> <p>ב - $V_B = 17V$</p> <p>ג - $V_C = 5V$</p>		<p>חשב את הפוטנציאלים בנקודות הבאות:</p> <p>א - V_A</p> <p>ב - V_B</p> <p>ג - V_C</p>	<p>4 - נתון שהפוטנציאל בנקודה D הוא $5V$.</p>

ב. מעגל בסיסי - מקור מתח לא אידיאלי

<p>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3292</p>	<p>1. התנגדות הצרכן וההתנגדות הפנימית של הסוללה מחוברים בטור.</p> <p>2. מביטוי מתח ההדקים, כאשר מקור המתח הוא לא אידיאלי, וזרם זרם במעגל, מתח ההדקים קטן מכא"מ הסוללה.</p> <p>3. גם כאשר מקור המתח הוא לא אידיאלי, מתח ההדקים שווה למתח על הצרכן.</p>	<p>א- $I=2.4A$</p> <p>ב- $V_{ab} = 9.6V$</p> <p>ג- $U_R= 9.6V$</p>	<p style="text-align: center;">חוק אוהם</p> <p style="text-align: center;">$V=RI$</p> <p style="text-align: center;">מתח הדקים</p> <p style="text-align: center;">$V_{ab}=\mathcal{E}-Ir$</p> <p style="text-align: center;">כיוון הזרם</p> <p style="text-align: center;">מהפוטנציאל הגבוה לנמוך.</p>	<p>א-עוצמת הזרם במעגל.</p> <p>ב-מתח ההדקים.</p> <p>ג-המתח על הצרכן R.</p>	<p>1- צרכן R שהתנגדותו 4Ω מחובר באמצעות מוליכים חסרי התנגדות ישירות למקור מתח לא אידיאלי בעל כא"מ של $12V$, והתנגדות פנימית של 1Ω</p> 
<p>https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3293</p>	<p>כאשר התנגדות הצרכן קטנה, ההתנגדות השקולה ומתח ההדקים קטן.</p>	<p>א- $I=4A$</p> <p>ב- $V_{ab} = 8V$</p>		<p>א-עוצמת הזרם במעגל.</p> <p>ב-מתח ההדקים.</p>	<p>2- מחליפים את הצרכן R בצרכן אחר R' שהתנגדותו 2Ω.</p> 

1. סוללה מספקת זרם מקסימאלי כאשר התנגדות הצרכן היא אפס. (סוללה מקוצרת, נקודת המגע נמצאת בנקודה N). לכן, הזרם המקסימאלי שכל סוללה יכולה לספק שווה ליחס שבין כ"מ הסוללה להתנגדות הפנימית.

2. כאשר הסוללה מקוצרת מתח ההדקים שווה לאפס:

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

$$V_{ab} = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{r} \cdot r = 0V$$

3. כאשר הסוללה מנותקת, מתח ההדקים שווה לכ"מ הסוללה:

$$V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

$$V_{ab} = \varepsilon - 0 \cdot r = \varepsilon$$

א- קצה N.

$$I_{max} = 12A \text{ ב}$$

$$V_{AB} = 0V \text{ ג}$$

ד- קצה M.

$$I_{min} = 0A \text{ ה}$$

$$V_{AB} = 12V \text{ ו}$$

$$\text{חוק אוהם} \\ V = R \cdot I$$

$$\text{מתח הדקים} \\ V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$$

א- מיקום נקודת המגע כאשר עוצמת הזרם היא מקסימאלית (קצר).

ב- עוצמת הזרם המקסימאלית שהסוללה יכולה לספק.

ג- מתח ההדקים כאשר עוצמת הזרם היא מקסימאלית.

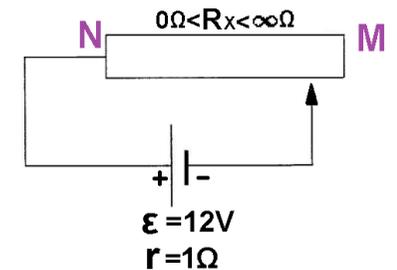
ד- מיקום נקודת המגע כאשר עוצמת הזרם היא מינימאלית.

ה- עוצמת הזרם המינימאלית.

ו- מתח ההדקים כאשר עוצמת הזרם היא אפס. (נתק).

3- נתון מעגל חשמלי המורכב ממקור מתח לא אידיאלי וריאוסטט (נגד משתנה) שהתנגדותו משתנה בין אפס אוהם לאין סוף אוהם

נסמן את הקצה הימני של הריאוסטט ב M ואת הקצה השמאלי של הריאוסטט ב N.



מניעים את נקודת המגע (הגררה) מנקודת הקצה M לנקודת הקצה N.

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3295>

1. גרף מתח ההדקים בתלות בזרם הוא גרף נפוץ בשאלות הבגרות.

חשוב להכיר את הגרף ולדעת כיצד לחשב באמצעותו את כ"מ הסוללה ואת התנגדותה הפנימית.

2. את כל המסקנות הנובעות מהגרף יש להפיק רק מקו המגמה (הישר המסתבר ביותר) ולא על סמך חלק מהמדידות.

3. יש לקבוע את קו המגמה כך שהוא ייצג את פיזור כל הנקודות בגרף.

יש לשרטט את קו המגמה בעזרת סרגל (בודקי מחברות הבגרות מקפידים על זה).

4. מביטוי מתח ההדקים ניתן לקבוע ששיפוע קו המגמה שווה למינוס ההתנגדות, ונקודת החיתוך של קו המגמה עם הציר האנכי שווה לכ"מ הסוללה.

5. מתח ההדקים שווה למתח על הנגד המשתנה.

$$r = 0.5\Omega - \text{א}$$

$$\mathcal{E} = 1.5V - \text{ב}$$

$$I_{\max} = 3A - \text{ג}$$

$$R_X = 0\Omega - \text{ד}$$

$$R_X = 0.5\Omega - \text{ה, ו}$$

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

מתח הדקים

$$V_{ab} = \mathcal{E} - I \cdot r$$

א- התנגדות פנימית של הסוללה.

ב- כ"מ הסוללה.

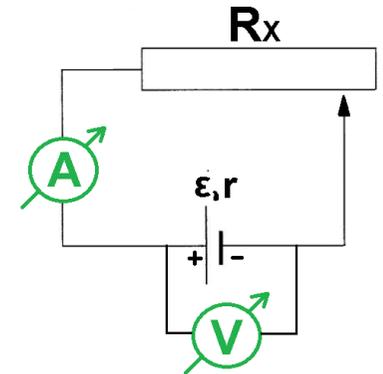
ג- עוצמת הזרם המקסימאלית

ד- התנגדות R_X כאשר מתח ההדקים שווה לאפס וולט.

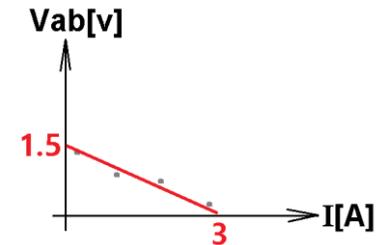
ה- התנגדות R_X כאשר מתח ההדקים שווה למחצית מתח כ"מ הסוללה.

ו- התנגדות R_X כאשר הזרם במעגל שווה למחצית הזרם המקסימאלי.

4- תלמיד ערך ניסוי למציאת כ"מ הסוללה והתנגדותה הפנימית, לשם כך הוא הרכיב את המעגל הבא:



התלמיד שינה מספר פעמים את מיקום נקודת המגע, ורשם בכל פעם את ערכי המתח והזרם. בהתאם שרטט את הגרף הבא:



<https://moodle.yocube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3296>

1. ערך שיפוע הגרף שווה ל מינוס ההתנגדות הפנימית של הסוללה, כל עוד התנגדות הפנימית של הסוללה לא תשתנה שיפוע הגרף לא ישתנה.

2. ערך הנקודה בה קו המגמה חוצה את הציר האנכי שווה לערך כא"מ הסוללה, כל עוד כא"מ הסוללה לא משתנה וההתנגדות הפנימית לא משתנה – הנקודות בהן קו המגמה חוצה את הצירים לא ישתנו.

3. גרף מתח ההדקים בתלות בזרם נקרא גם אופיין הסוללה מכיוון שקו המגמה תלוי רק בהתנגדות הפנימית ובכא"מ הסוללה.

4. אנחנו משתמשים בזרם כדי לדעת מה ערכי הכא"מ, ואת ההתנגדות הפנימית, אך חשוב להבין שערכי הכא"מ וההתנגדות הפנימית לא תלויים בזרם.

דוגמה להמחשה: אדם מגרד כרטיס הגרלה כדי לדעת אם יש זכיה בכרטיס וכמה ערכי הזכיה.

פעולת הגירוד לא קובעת את סיכויי הזכיה.

א- שיפוע קו המגמה לא ישתנה.

ב- הנקודות בהן קו המגמה חוצה את הצירים לא ישתנו.

ג- הגרף לא ישתנה.

ד- הגרף לא ישתנה.

ה- הגרף לא ישתנה.

$$\text{חוק אוהם}$$
$$V=RI$$

$$\text{מתח הדקים}$$
$$V_{ab}=\mathcal{E}-Ir$$

א- האם בגרף מתח ההדקים כתלות בזרם ישתנה שיפוע קו המגמה כתוצאה מהוספת הנגד R?

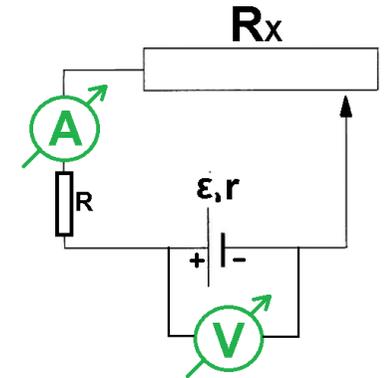
ב- האם בגרף מתח ההדקים כתלות בזרם ישתנו הנקודות בהן קו המגמה חוצה את הצירים?

ג- תלמיד מניע את נקודת המגע במהירות גדולה, מהקצה הימני לשמאלי. כיצד ישתנה גרף מתח ההדקים כתלות בזרם?

ד- תלמיד מניע את נקודת המגע במהירות קטנה מהקצה השמאלי לימני. כיצד ישתנה גרף מתח ההדקים כתלות בזרם?

ה- מחליפים את המוליכים חסרי ההתנגדות במוליכים שהתנגדותם איננה זניחה וחוזרים על הניסוי. כיצד ישתנה גרף מתח ההדקים בתלות בזרם?

5- תלמיד ערך ניסוי למציאת כא"מ הסוללה והתנגדותה הפנימית, לשם כך הוא הרכיב מעגל הזה למעגל בסעיף הקודם (4) בתוספת נגד R שהתנגדותו 20Ω :



התלמיד שינה מספר פעמים את מיקום נקודת המגע, ורשם בכל פעם את ערכי המתח והזרם.

<https://moodle.youcubecol.com/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3297>

1. כדי לפתח ביטוי נתון כלשהו, יש להתחיל מביטוי ידוע ולהגיע לביטוי הדרוש.

או להתחיל מהביטוי הדרוש וממנו להגיע לביטוי ידוע. במקרה זה אם נכפיל את המשוואה בזרם נקבל ביטוי הדומה לביטוי כא"מ מתח ההדקים.

2. נקודת החיתוך עם הציר האנכי שווה למינוס ההתנגדות הפנימית.

3. מבחינה פיזיקלית ההתנגדות לא יכולה להיות שלילית. למרות זאת, ניתן לחשב מתמטית את ההתנגדות הפנימית מנקודת חציית קו המגמה את הציר האנכי.

המתמטיקה מכסה את העולם הפיזיקלי וגולשת גם לעולם הלא פיזיקלי. (כמו זמן שלילי בקינמטיקה)

לפעמים אנחנו מגיעים באמצעות המתמטיקה לתובנות פיזיקליות מהעולם הלא פיזיקלי.

ב - $\mathcal{E} = 1.66 \text{ V}$

ג, ד - $r = 0.33$

ה, ו - $I_{\max} = 5 \text{ A}$

חוק אוהם
 $V = RI$

מתח הדקים
 $V_{ab} = \mathcal{E} - Ir$

א- פתח את הביטוי הבא:

$$R_x = \mathcal{E} \cdot \frac{1}{I} - r$$

ב- כא"מ הסוללה.

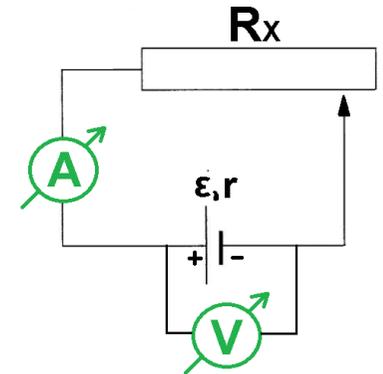
ג- חישוב ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

ד- מציאת ההתנגדות הפנימית של הסוללה מהגרף

ה- עוצמת הזרם המקסימאלית בעזרת חישוב.

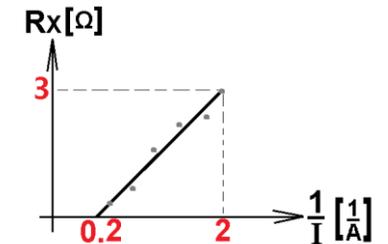
ו- עוצמת הזרם המקסימאלית מהגרף.

6- תלמיד ערך ניסוי למציאת כא"מ הסוללה והתנגדותה הפנימית, לשם כך הוא הרכיב את המעגל הבא:



התלמיד שינה מספר פעמים את מיקום נקודת המגע ורשם בכל פעם את ערכי המתח והזרם. בהתאם חישב את R_x בכל פעם.

התלמיד שרטט את הגרף הבא:



ג. מעגלים בחיבור טורי או מקבילי

<https://mymoodle.youcubecoeil/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3298>

1. ניתן להשתמש בחוק אוהם על כל המעגל:

$$I = \frac{\epsilon}{R_T}$$

ניתן להשתמש בחוק אוהם עבור כל נגד בנפרד לדוגמה:

$$I = \frac{U_{R1}}{R1}$$

2. זרם זהה זורם דרך הצרכנים. לכן יחס המתחים על הצרכנים זהה ליחס התנגדויות הצרכנים.

$$\frac{U_{R1}}{R1} = \frac{U_{R2}}{R2}$$



$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_{R2}}{U_{R1}}$$

3. במעגל טורי שינוי בהתנגדותו של אחד הנגדים משפיעה על המתח של הנגדים האחרים.

4. כאשר $r=0$ מתח ההדקים שווה לכא"מ, ללא תלות בזרם.

א - $R_T = 6\Omega$

ב - $I = 2A$

ג - $U_{R1} = 4V$

$U_{R2} = 8V$

ד. 1- המתח על $R1$ יקטן.

ד. 2- מתח ההדקים לא ישתנה.

חוק אוהם $V=RI$

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + ..$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + ..$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = ..$$

א- התנגדות שקולה R_T .

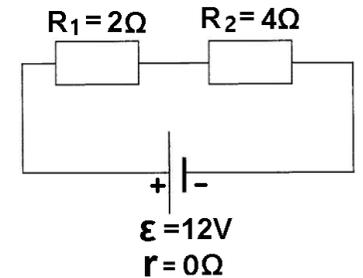
ב- עוצמת הזרם במעגל I .

ג- המתח על כל נגד U_{R1} U_{R2} .

ד- מגדילים את התנגדותו של הנגד R_2 .
1. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

2. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

1- שני צרכנים R_1 ו- R_2 מחוברים בטור למקור מתח אידיאלי כמוראה בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcubecoeil/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3299>

1. במעגל מקבילי כל הנגדים מחוברים ישירות למתח המקור, כך שהמתח על הצרכנים שווה למתח הדקי הסוללה ללא כל קשר להתנגדות הנגדים, לכן שינוי בהתנגדותו של אחד הצרכנים לא גורם לשינוי כל שהוא במתח או בזרם של הצרכנים האחרים.

2. כדי שהצרכנים בבית יוכלו לפעול ללא תלות האחד בשני, כל הצרכנים בבית מחוברים בחיבור מקבילי.

3. בחיבור מקבילי ההתנגדות השקולה קטנה מההתנגדות של כל אחד מהנגדים הנתונים.

$$R_T = 1.33\Omega \quad \text{א}$$

$$I = 9A \quad \text{ב}$$

$$U_{R1} = 12V \quad \text{ג}$$

$$U_{R2} = 12V$$

ד.1- המתח על $R1$ לא ישתנה.

ד.2- מתח ההדקים לא ישתנה.

$$\text{חוק אוהם} \\ V = RI$$

עקרונות מעגל מקבילי:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קירכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קירכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים מחוברים במקביל:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

א- התנגדות שקולה R_T .

ב- עוצמת הזרם במעגל I .

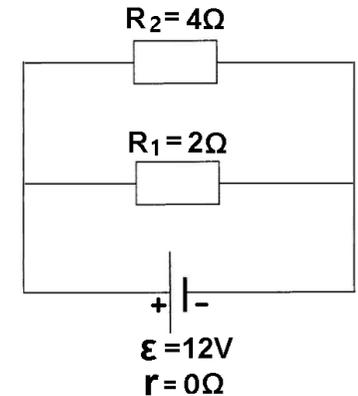
ג- המתח על כל נגד U_{R1} ו- U_{R2} .

ד- מגדילים את התנגדותו של הנגד $R2$.

1. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

2. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

2- שני צרכנים $R1$ ו- $R2$ מחוברים במקביל למקור מתח אידיאלי כמוראה בתרשים הבא:



<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=300>

1. ההתנגדות הפנימית מחוברת בטור לצרכנים. למרות ההתנגדות הפנימית המעגל נשאר מעגל טורי.

2. כאשר מקור המתח הוא לא אידיאלי, מביטוי מתח ההדקים, ניתן לראות שמתח ההדקים שונה מכא"מ הסוללה והוא תלוי בעוצמת הזרם.

א - $R_T = 7\Omega$

ב - $I = 1.71A$

ג - $U_{R1} = 3.42V$

$U_{R2} = 6.85V$

ד.1- המתח על $R1$ יקטן.

ד.2- מתח ההדקים יגדל.

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות המעגל הטורי

$R_T = R_1 + R_2 + ..$

$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + ..$

$I = I_{R1} = I_{R2} = ..$

א- התנגדות שקולה R_T .

ב- עוצמת הזרם במעגל I .

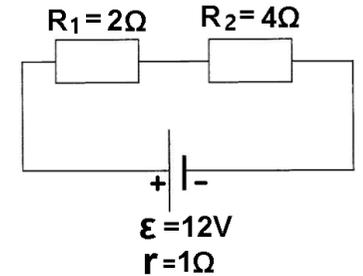
ג- המתח על כל נגד U_{R1} , U_{R2} .

ד- מגדילים את התנגדותו של הנגד R_2 .

1. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

2. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

3- שני צרכנים R_1 ו- R_2 מחוברים בטור למקור מתח לא אידיאלי כמוראה בתרשים הבא:



1. הצרכנים וההתנגדות הפנימית של הסוללה מחוברים מחיבור מעורב.

בגלל ההתנגדות הפנימית המעגל לא נחשב למעגל מקבילי, שינוי בהתנגדות אחד הצרכנים יגרום לשינוי המתח והזרם בכל הצרכנים.

2. הצרכנים מחוברים במקביל אחד לשני, והם מחוברים להדקי מקור המתח, לכן המתח על הצרכנים זהה ושווה למתח ההדקים.

3. בהתאם לביטוי מתח ההדקים, מכיוון שהסוללה לא אידיאלית (יש לה התנגדות פנימית) מתח ההדקים שונה מכא"מ הסוללה.

א - $R_T = 2.33\Omega$

ב - $I = 5.14A$

ג - $U_{R1} = 6.86V$

$U_{R2} = 6.86V$

ד.1 - מתח ההדקים יגדל.

ד.2 - המתח על $R1$ יגדל.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$I = I_1 + I_2$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

עקרונות מעגל טורי

$R_T = R_1 + R_2 + \dots$

$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$

$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$

א - התנגדות שקולה R_T .

ב - עוצמת הזרם במעגל I.

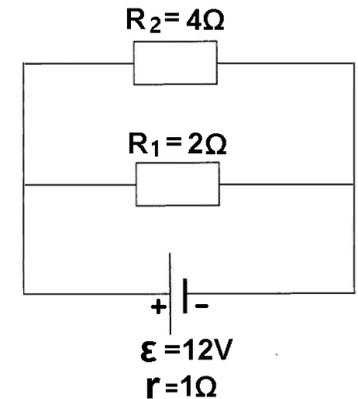
ג - המתח על כל נגד U_{R1} ו- U_{R2} .

ד - מגדילים את התנגדותו של הנגד $R2$.

1. כיצד ישתנה מתח ההדקים?

2. כיצד ישתנה המתח U_{R1} ?

4- שני צרכנים R_1 ו- R_2 מחוברים במקביל למקור מתח לא אידיאלי כמוראה בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=302>

1. מתח גבוה מידי על הנורה עלול "לשרוף" את הנורה. במתח נמוך מידי הנורה לא תאיר.

יצרן הנורה מציין על הנורה את המתח הדרוש להפעלת הנורה בצורה תקינה (באורה המלא).

2. במעגל טורי, ניתן למצוא את הזרם במעגל באמצעות חוק אום על אחד הרכיבים.

3. זרם גבוה יכול לגרום לנזקים ברכיבי המעגל. לכן, באופן כללי במעגלים בהם קיים נגד משתנה יש לשנות את התנגדותו מהתנגדות גבוהה לנמוכה ולא ההיפך.

4. התנגדות הריאוסטט תלויה ביחס ישר באורכו L.

$$R_x = 29\Omega \text{ - א}$$

$$L = 7.25 \text{ cm - ב}$$

ג- מהקצה הימני.

חוק אוהם

$$V = RI$$

מתח הדקים

$$V_{ab} = \mathcal{E} - Ir$$

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\mathcal{E} = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

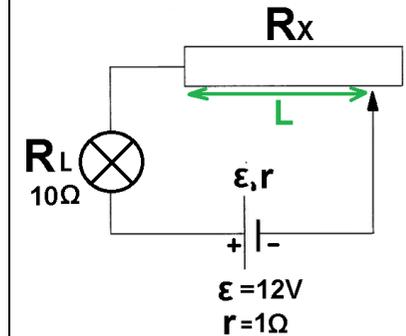
א- מה צריכה להיות התנגדותו של הנגד המשתנה R_x כדי שהנורה תפעל כנדרש.

ב- מה ערכו של L עבורו הנורה תפעל כנדרש?

ג- כדי שהנורה לא "תשרף", מאיזה קצה של הריאוסטט יש להתחיל את הזזת נקודת המגע, מהקצה הימני או מהקצה השמאלי?

5- נתון מעגל טורי המורכב מסוללה לא אידיאלית, נורה ונגד משתנה.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



נתון כי המתח על הנורה צריך להיות 3V כדי שהנורה תפעל בצורה תקינה.

אורכו של הנגד המשתנה הוא 10 ס"מ והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω.

המרחק בין הקצה השמאלי של הריאוסטט לנקודת המגע מסומן ע"י האות L.

<https://mymoodle.youcubeco.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=303>

1. התנגדות הנגד המשתנה קובעת את ההתנגדות השקולה.

ההתנגדות השקולה קובעת את עוצמת הזרם.

עוצמת הזרם קובעת את ערך מתח ההדקים.

מתח ההדקים שווה למתח על הנורה.

2. כדי למצוא את התנגדות הנגד R_X יש להניח שהמתח על הנורה הוא המתח הדרוש ובהתאם למתח זה למצוא את התנגדות הנגד המשתנה R_X .

3. בסעיף זה ובסעיף הקודם נעשה שימוש במקור מתח זהה ובנורה זהה. אך מכיוון שהמעגלים שונים מבחינה חשמלית, התנגדות הנגד המשתנה R_X היא שונה.

4. לקביעת המיקום ההתחלתי של המגע הנייד, חשוב לשים לב שהנגד המשתנה מחובר בתצורה של ריאוסטט ולא פוטנציומטר.

$$R_X = 0.34 \Omega \quad \text{א-}$$

$$L = 0.085 \text{cm} \quad \text{ב-}$$

ג- מהקצה השמאלי.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

$$\text{חוק אוהם} \\ V = RI$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

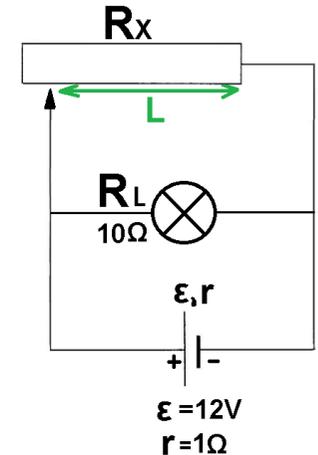
א- מה צריכה להיות התנגדותו של הנגד המשתנה R_X כדי שהנורה תפעל כנדרש.

ב- מה ערכו של L עבורו הנורה תפעל כנדרש?

ג- מאיזה קצה של הריאוסטט יש להזיז את נקודת המגע, מהקצה הימני או מהקצה השמאלי?

6 - נתון מעגל המורכב מסוללה לא אידיאלית, נורה ונגד משתנה.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



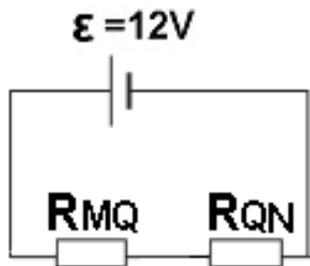
הנורה מיועדת למתח של 3V.

אורכו של הנגד המשתנה הוא 10 ס"מ והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω.

המרחק בין הקצה הימני של הריאוסטט לנקודת המגע מסומן ע"י האות L.

1. הנגד המשתנה מחובר בחיבור פוטנציומטר.

2. בגלל ההתנגדות האין סופית של מד המתח הזרם לא מתפצל, המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי, כפי שניתן לראות באיור הבא:



3. התנגדות ליחידת אורך של הנגד המשתנה היא 4Ω ל"מ, בהתאם להתנגדות RMQ ולהתנגדות ליחידת אורך ניתן לחשב את האורך L הדרוש.

4. במעגל טורי, זרם זהה זורם דרך כל הנגדים. לכן מחוק אוהם יחס המתחים בנגדים שווה ליחס ההתנגדויות.

א- בנקודה M.
ב- בנקודה N.

ג- $R_{QM} = 10\Omega$

הנחיות למציאת R_{MQ} :

דרך א': יש להניח שהמתח על ההתנגדות

R_{MQ} שווה ל $3V$

ובהתאם לזרם למצוא

את ההתנגדות R_{MQ} .

דרך ב':

שתי משוואות בשני נעלמים:

משוואה א' – סכום

ההתנגדויות R_{QN} ו-

R_{MQ} שווה ל 40Ω .

משוואה ב'- במעגל טורי

יחס ההתנגדויות זהה

ליחס המתחים, במקרה

זה ההתנגדות R_{QN}

גדולה פי 3 מההתנגדות

של R_{MQ} .

ד- $L = 2.5cm$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- באיזה נקודה יש למקם את נקודת המגע Q כך שמד המתח יורה על המתח המינימאלי.

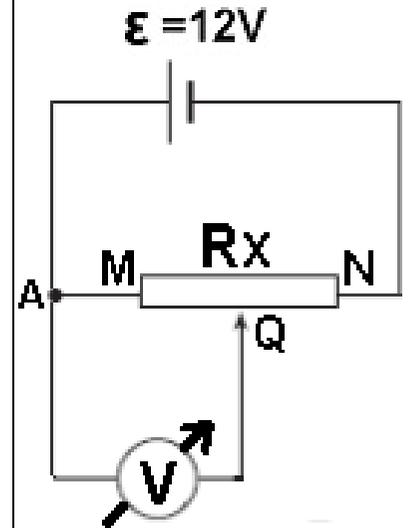
ב- באיזה נקודה יש למקם את נקודת המגע Q כך שמד המתח יורה על המתח המקסימאלי.

ג- חשב את ההתנגדות R_{QM} עבורה מד המתח יורה על מתח של $3V$.

ד- באיזה מרחק L מהנקודה M יש למקם את המגע הנייד כך שמד המתח יורה על מתח של $3V$.

7 – נתון מעגל המורכב מסוללה אידיאלית, מד מתח אידיאלי ונגד משתנה.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:

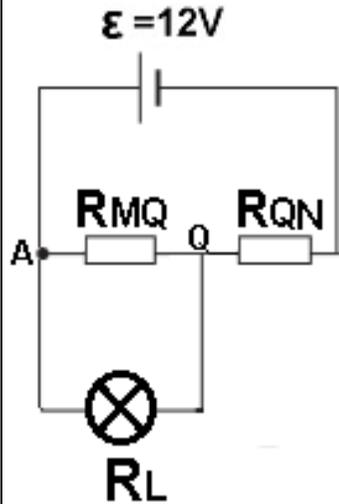


אורכו של הנגד המשתנה הוא $10cm$ והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω .

נסמן את ההתנגדות בין נקודת המגע Q לנקודה M ב R_{QM} . ואת ההתנגדות בין נקודת המגע Q לנקודה N ב R_{QN} .

1. הנגד המשתנה מחובר בחיבור פוטנציומטר.

2. במקרה זה, מכיוון שהתנגדות הנורה היא לא אינסופית, הזרם מתפצל בצומת A ומתקבל מעגל מעורב, כפי שניתן לראות באיור הבא:



3. במקרה הקודם שינוי מיקום נקודת המגע לא השפיע על ההתנגדות השקולה. במקרה זה שינוי מיקום הגרר גורם לשינוי בהתנגדות השקולה ובהתאם גם לשינוי בזרם המקור.

$$R_{MQ} = 20\Omega$$

הנחיות למציאת R_{MQ} :

דרך א': שתי משוואות בשני נעלמים: משוואת זרמים (מחוק הצומת) בתלות בהתנגדויות ומשוואה נוספת: סכום ההתנגדויות R_{QN} ו- R_{MQ} שווה 40Ω .

דרך ב': שתי משוואות משני נעלמים (בדומה לדרך ב' המופיעה בדף הקודם) ההתנגדות R_{QN} גדולה פי שלוש מהתנגדות השקולה של ההתנגדות R_{MQ} והנורה.

במעגל מעורב משתמים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = RI$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף: סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

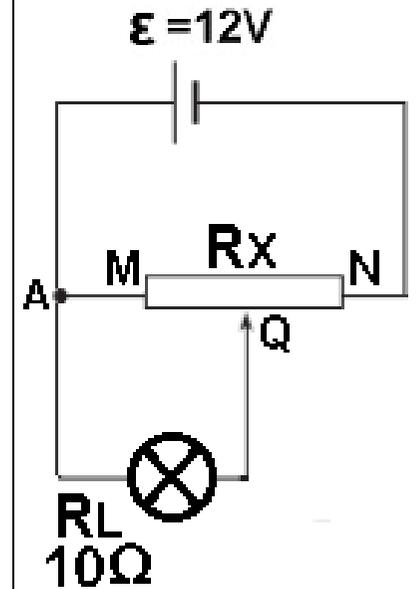
$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

חשב את ההתנגדות R_{MQ} של הנגד המשתנה עבורה המתח על הנורה יהיה $3V$.

8 - נתון מעגל המורכב מסוללה אידיאלית, נורה ונגד משתנה.

הנורה מיועדת למתח של $3V$ והתנגדותה 10Ω .

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



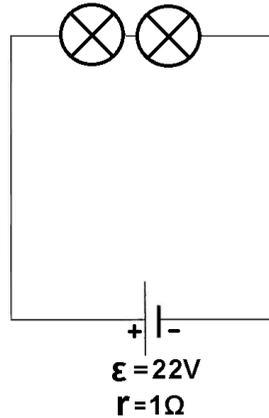
אורכו של הנגד המשתנה הוא 10cm והתנגדותו המקסימאלית היא 40Ω .

<https://mymoodle.youcubecollege.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=316>

הנורות מחוברות בטור, זרם זהה זורם דרך שלושת הנורות.

יש למצוא את מספר הנורות עבורם יזרום זרם המתאים לפעולה התקינה של כל אחת מהנורות.

1- יש לחבר שתי נורות בטור כמראה בתרשים הבא:



חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהופ:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהופ:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

1- התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו במעגל טורי, כך שכל הנורות תארנה באורן המלא.

כמה נורות עליו לחבר בטור למקור המתח?

9- לרשותו של תלמיד מספר נורות זהות ומקור מתח.

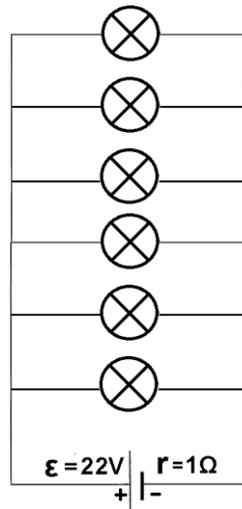
מקור המתח הוא בעל כא"מ של **22V**, והתנגדותו הפנימית **1Ω**.

התנגדותה של כל נורה **5Ω** והמתח הדרוש להפעלתה באורה המלא הוא **10V**.

הנורות מחוברות במקביל למקור המתח, המתח על הנורות זהה ושווה למתח ההדקים.

יש למצוא את מספר הנורות עבורם מתח ההדקים יהיה שווה למתח הדרוש לפעולה תקינה של כל אחת מהנורות.

2- יש לחבר שש נורות במקביל כמראה בתרשים הבא:



2 - התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו במעגל מקבילי, כך שכל הנורות תארנה באורן המלא.

כמה נורות עליו לחבר במקביל למקור המתח?

ד. מעגלים בחיבור מעורב

<https://mymoodle.youcubecol.com/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=317>

1. הנגדים R2 ו-R3 מחוברים בטור, הנגד השקול של שני נגדים אלו מחובר במקביל לנגד R1.

הנגד השקול של שלושת הנגדים מחובר בטור להתנגדות הפנימית של הסוללה.

2. המעגל השקול של מעגל זה הוא מעגל מקבילי המחובר למקור מתח לא אידיאלי.

א- $R_T = 7.66\Omega$

ב- $I = 1.57A$

ג- $V_{ab} = 10.43V$

ד- $U_{R2} = 5.21V$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$$V = RI$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:

סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים מחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

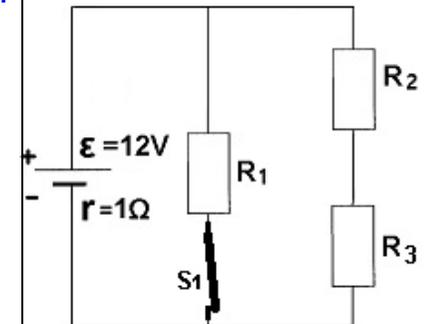
ג- חשב את מתח ההדקים.

ד- חשב את המתח על הנגד R2.

1- נתון מעגל מעורב המורכב מסוללה לא אידיאלית מפסק סגור ושלושה נגדים זהים.

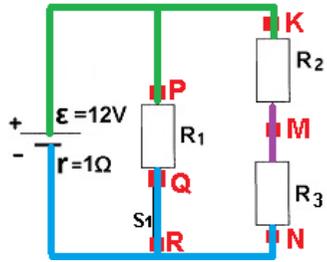
התנגדות כל נגד 10Ω .

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



1. בכל המעגל יש רק שלושה פוטנציאלים שונים.

במעגל הבא מתוארים שלושת הפוטנציאלים השונים בשלושה צבעים שונים: ירוק, סגול וכחול.



בכל נקודה במוליכים המסומנים בירוק יש פוטנציאל זהה, הפוטנציאל הגבוה ביותר.

בכל נקודה במוליכים המסומנים בכחול יש פוטנציאל זהה, הפוטנציאל הנמוך ביותר.

בכל נקודה במוליך הסגול יש פוטנציאל זהה, פוטנציאל ביניים.

2. בהתאם למתח המקור ומתחי הצרכנים, כדי למצוא את הפוטנציאל בכל נקודה במעגל מספיק לדעת את ערך הפוטנציאל בנקודה אחת במעגל.

- א.1- נכון.
- א.2- לא נכון.
- א.3- לא נכון.

- ב.1- נכון.
- ב.2- לא נכון.
- ב.3- נכון.

ג. $V_K > V_M > V_N$
 $V_P = V_K$
 $V_Q = V_R = V_N$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
 סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א-קבע עבור כל אחת משלושת המשוואות של הפוטנציאלים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

1. $V_R = V_Q$

2. $V_P = V_Q$

3. $V_P = V_M$

ב-קבע עבור כל אחת משלושת המשוואות של המתחים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

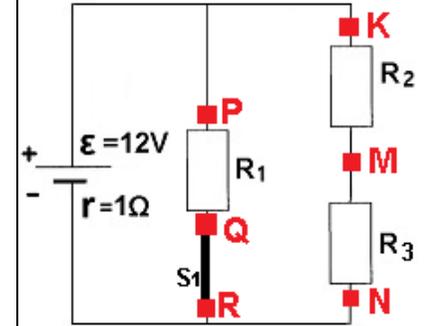
1. $V_{PQ} = V_{KM} + V_{MN}$

2. $V_{ab} = V_{QR}$

3. $V_{ab} = V_{PQ}$

ג-דרג את הפוטנציאלים מהפוטנציאל הגבוה ביותר לפוטנציאל הנמוך ביותר.

2- על המעגל מהסעיף הקודם מוסיפים שש נקודות: P, Q, R, K, M, N



נסמן את מתח ההדקים ב V_{ab} .

הנח כי למעט התנגדות הנגדים וההתנגדות הפנימית, כל שאר ההתנגדויות במעגל זניחות.

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=319>

כתוצאה מפתיחת המפסק מתקבל מעגל טורי.

ההתנגדות השקולה של המעגל גדלה וזרם המקור יקטן.

אומנם זרם המקור קטן יותר אך הוא לא מתפצל. כול זרם המקור יזרום דרך R2. לכן המתח על 2R יגדל.

א- מתח ההדקים יגדל.

ב- המתח על הנגד R2 יגדל.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V=RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

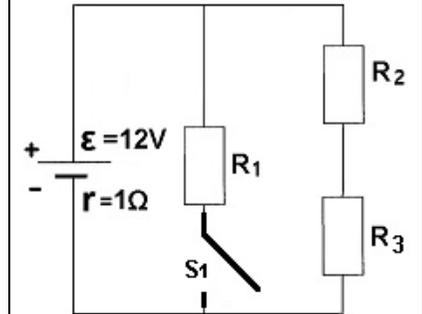
$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\varepsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- כיצד ישתנה ערכו של מתח ההדקים כתוצאה מפתיחת המפסק? השתדלו לנמק ללא חישוב.

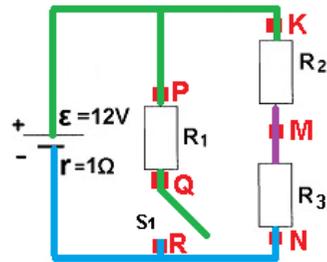
ב- כיצד ישתנה המתח על הנגד R2 כתוצאה מפתיחת המספק?



3- פותחים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם.

1. כתוצאה מפתחת המפסק מתקבל מעגל טורי.
2. גם לאחר פתיחת המפסק קיימים במעגל שלושה פוטנציאלים שונים.

במעגל הבא מתוארים שלושת הפוטנציאלים השונים בשלושה צבעים שונים: ירוק, סגול וכחול.



3. כאשר המפסק סגור הפוטנציאל בנקודה Q שווה לפוטנציאל ההדק השלילי של הסוללה.

וכאשר המפסק פתוח, לא זורם דרך R_1 , המתח על R_1 שווה לאפס. הפוטנציאל בנקודה Q יהיה שווה לפוטנציאל ההדק החיובי של הסוללה.

- א.1- לא נכון.
- א.2- נכון.
- א.3- לא נכון.

- ב.1- לא נכון.
- ב.2- נכון.
- ב.3- לא נכון.

ג.

$$V_K > V_M > V_N$$

$$V_P = V_K = V_Q$$

$$V_R = V_N$$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א-קבע עבור כל אחת מהמשוואות של הפוטנציאלים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

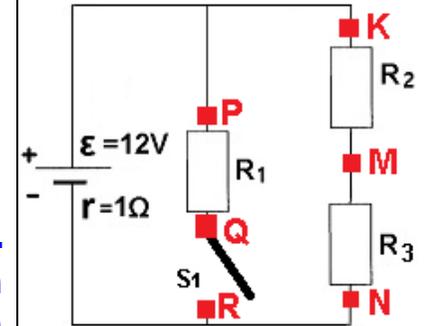
1. $V_R = V_Q$
2. $V_P = V_Q$
3. $V_P = V_M$

ב-קבע עבור כל אחת מהמשוואות של המתחים הבאות אם היא נכונה או לא נכונה.

1. $V_{PQ} = V_{KM} + V_{MN}$
2. $V_{ab} = V_{QR}$
3. $V_{ab} = V_{PQ}$

ג-דרג את הפוטנציאלים בנקודות, מהפוטנציאל הגבוה ביותר לפוטנציאל הנמוך ביותר.

4 - על המעגל מהסעיף הקודם מוסיפים את ששת הנקודות: P,Q,R,K,M,N



נסמן את מתח ההדקים ב V_{ab} .

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=321>

1. הנגדים R2 ו-R3 מחוברים במקביל, הנגד השקול של שני נגדים אלו מחובר בטור לנגד R1.

2. המעגל השקול של מעגל זה הוא מעגל טורי המחובר למקור מתח לא אידיאלי.

א- $R_T = 16\Omega$

ב- $I = 0.75A$

ג- $V_{AB} = 11.25V$

ד- $UR_2 = 3.75V$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = UR_1 = UR_2 = UR_3$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = UR_1 + UR_2 + \dots$$

$$I = IR_1 = IR_2 = \dots$$

א- חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

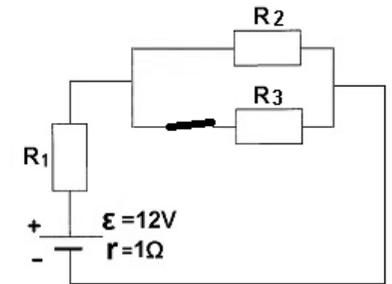
ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג- חשב את מתח ההדקים.

ד - חשב את המתח על הנגד R2.

5- נתון מעגל מעורב המורכב מסוללה לא אידיאלית מפסק סגור ושלושה נגדים זהים. התנגדות כל נגד 10Ω .

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



<https://moodle.youcubeco.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=332>

1. כתוצאה מפתיחת המפסק מתקבל מעגל טורי.

ההתנגדות השקולה של המעגל גדלה וזרם המקור יקטן. אך הזרם לא מתפצל. כול זרם המקור יזרום דרך R_2 .

2. כדי לענות על סעיף ב' יש לבצע חישוב.

א - מתח ההדקים יגדל.

ב - המתח על הנגד R_2 יגדל.

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V=RI$

עקרונות מעגל מקבילי:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\varepsilon = UR_1 = UR_2 = UR_3$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות המעגל הטורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

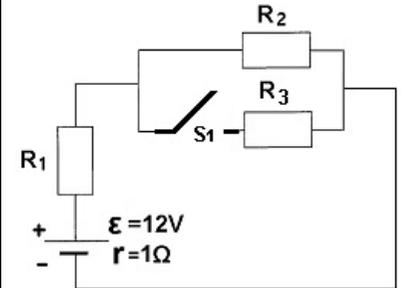
$$\varepsilon = UR_1 + UR_2 + \dots$$

$$I = IR_1 = IR_2 = \dots$$

א - כיצד ישתנה ערכו של מתח ההדקים כתוצאה מסגירת המפסק? השתדלו לנמק ללא חישוב.

ב - כיצד ישתנה המתח על הנגד R_2 כתוצאה מסגירת המפסק?

6 – פותחים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם.



<https://mymoodle.youcubeco.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3323>

1. חשוב להבחין בתצורת חיבור הנגד המשתנה, במקרה זה הוא מחובר בתצורת ריאוסטט ולא בתצורת פוטנציומטר.

2. הנורות מחוברות אחת לשנייה במקביל, המעגל השקול של מעגל מעורב זה הוא מעגל טורי המחובר למקור מתח לא אידיאלי.

3. יש לשנות את מיקום נקודת המגע כך שהזרם יתחיל מעוצמה מינימאלית ויגדל עד לערך הדרוש. אחרת, אם הזרם יתחיל מערך מקסימאלי הנורות עלולות להישרף.

4. כדי שהנורה תפעל בצורה תקינה המתח על הנורה צריך להיות 3V. לכן, כדי למצוא את התנגדות הנגד המשתנה שבה הנורות יאירו באורן המלא, יש להניח שהמתח על כל נורה הוא 3V.

א- יש להזיז את נקודת המגע מהקצה N.

ב- $R_x = 8\Omega$

ג- $V_{AB} = 11V$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

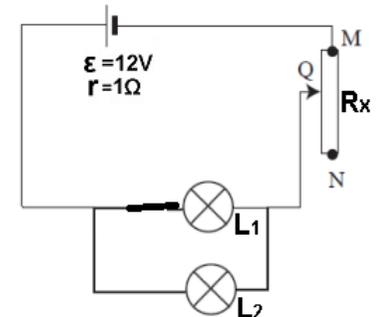
א- מאיזה קצה על התלמיד להתחיל בהזזת נקודת המגע Q, מהקצה M או מהקצה N?

ב- חשב את התנגדות הנגד המשתנה כאשר הנורות מאירות באורן המלא.

ג- חשב את ערך מתח ההדקים.

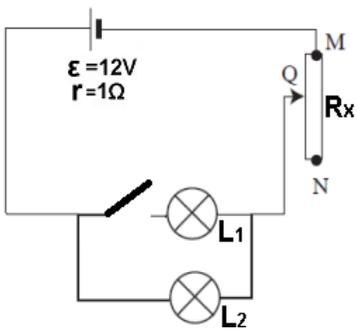
7- נתון מעגל מעורב המורכב מסוללה לא אידיאלית, שתי נורות זהות ונגד משתנה R_x

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



התנגדות של כל נורה 6Ω , והיא מיועדת למתח של $3V$.

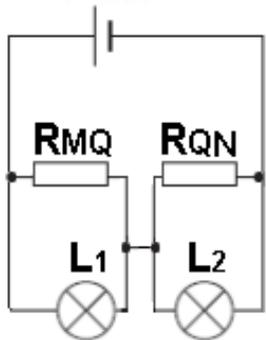
תלמיד מזיז את נקודת המגע Q מהקצה הנגד המשתנה ועד לנקודה בה האורות מאירות באורן המלא.

<p>https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3324</p>	<p>1. כתוצאה מפתחת המפסק מתקבל מעגל טורי. בו הנורה L1 מנותקת מהמעגל.</p> <p>2. התנגדות הנורות לא משתנה כתוצאה מפתחת המפסק. ההתנגדות השקולה משתנה מכיוון שהמעגל החשמלי משתנה ממעגל מעורב למעגל טורי.</p> <p>3. פתיחת המפסק גורמת להגדלת ההתנגדות השקולה, לכן זרם המקור קטן. אך הפעם הוא לא מתפצל, כולו זורם דרך הנורה L2.</p> <p>4. פתיחת המפסק גורמת לשינויים רבים ובקלות ניתן להגיע למסקנות שגויות. לכן, מומלץ לחשב את התנגדות הנגד המשתנה לאחר פתיחת המפסק. ובהתאם להחליט כיצד לשנות את מיקום נקודת המגע Q.</p>	<p>א- לכיוון הקצה N.</p> <p>ב- מתח ההדקים יגדל.</p> <p>ג- כן.</p>	<p>במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".</p> <p>חוק אוהם $V=RI$</p> <p>עקרונות מעגל מקבילי</p> $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ $\mathcal{E} = U_{R_1} = U_{R_2} = U_{R_3}$ <p>חוק הזרמים של קרכהוף: $I = I_1 + I_2$</p> <p>חוק המתחים של קרכהוף: סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.</p> <p>התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל</p> $R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$	<p>א- לאיזה כיוון יש להזיז את נקודת המגע Q, (לאחר פתיחת המפסק) כדי שהנורה L2 תאיר באורה המלא, לאחר פתיחת המפסק.</p> <p>ב- כיצד ישתנה מתח ההדקים כתוצאה מפתחת המפסק?</p> <p>ג- האם כתוצאה מפתחת המפסק הנורה עלולה להישרף</p>	<p>8- פותחים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם.</p>  <p>התנגדות של כל נורה 6Ω, והיא מיועדת למתח של $3V$.</p>
--	---	--	---	--	---

1. הנגד המשתנה מחובר בתצורה של פוטנציומטר.

2. מעגל שקול למעגל הנתון מתואר בתרשים הבא:

$$\mathcal{E} = 12V$$



בצד הימני: L1 ו-RMQ מחוברים במקביל.

בצד השמאלי: L2 ו-RQN מחוברים במקביל.

3. מטעמי סימטריה המתח בכל צד (ובכל נורה) זהה ושווה 6V.

4. נורה שרופה היא נורה הנמצאת במצב של נתק.

5. כשנורה L2 בנתק התנגדות הצד הימני גדולה יותר, וכאשר נורה L2 בקצר אין התנגדות בצד הימני.

6. שינוי ערך התנגדות הנגד המשתנה לא תשפיע על הסימטריה, לכן לא תשפיע על המתחים בנורות.

א- $R_T = 6.66\Omega$

ב- כן, המתח על כל נורה יהיה 6V.

ג- המתח יקטן.

ד- המתח יגדל.

ה- כן.

ו- לא.

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + ..$$

$$\mathcal{E} = U_{R1} + U_{R2} + ..$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = ..$$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ..$$

$$\mathcal{E} = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים מחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

א- חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל.

ב- האם הנורות יאירו באורן המלא?

ג-זמן רב לאחר הפעלת המעגל הנורה L2 "נשרפה" (נוצר נתק בנורה) האם המתח על נורה L1 יגדל יקטן או לא ישתנה?

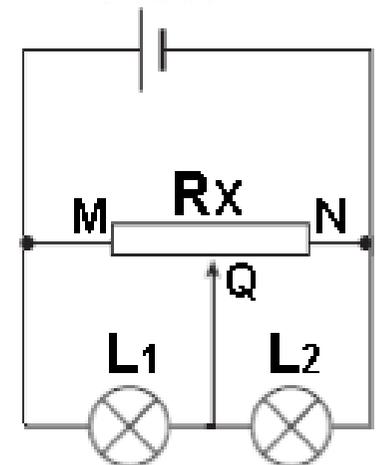
ד-תלמיד חיבר מוליך בין הדקי הנורה L2 (נוצר קצר על הנורה השרופה). האם המתח על נורה L1 יגדל יקטן או לא ישתנה?

ה- מחזירים את המעגל לקדמותו, מחליפים את הנגד המשתנה בנגד משתנה אחר שהתנגדותו המקסימאלית היא 200Ω, האם הנורות יאירו באורן המלא?

ו- מחליפים את הסוללה בסוללה לא אידיאלית, האם הנורות יאירו באורן המלא?

9- נתון מעגל חשמלי המורכב מסוללה אידיאלית, שתי נורות זהות, ונגד משתנה RX. המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:

$$\mathcal{E} = 12V$$



התנגדותו המקסימאלית של הנגד המשתנה היא 20Ω.

התנגדות כל נורה 5Ω, והיא מיועדת למתח של 6V.

נקודת המגע Q ממוקמת באמצע הנגד המשתנה.

<https://mymoodle.youcubecol.com/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3326>

1. המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי.

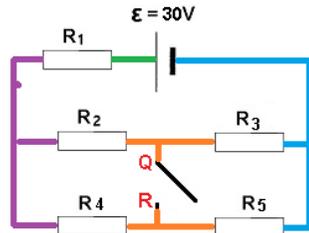
הנגדים R2 ו-R3 מחוברים בטור.
והנגדים R4 ו-R5 מחוברים בטור.

ההתנגדות השקולה של R2 ו-R3 מחוברת במקביל להתנגדות השקולה של R4 ו-R5.

2. בד"כ בין קצותיו של מפסק פתוח הפרש הפוטנציאלים שונה מאפס.

במקרה מיוחד זה קיים פוטנציאל זהה בשני צידי המפסק, לכן הפרש הפוטנציאלים שווה לאפס.

3. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים בצבעים שונים:



א- $R_T = 20\Omega$

ב- $I = 1.5A$

ג- $U_{R1} = 15V$

ד- $V_{QR} = 0V$

עקרונות מעגל טורי

$R_T = R_1 + R_2 + ..$

$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + ..$

$I = I_{R1} = I_{R2} = ..$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם

$V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ..$

$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$I = I_1 + I_2$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים מחוברים במקביל

$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

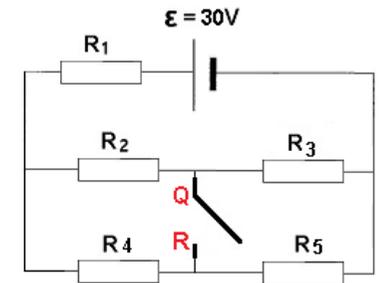
ג- חשב את המתח על R1.

ד- חשב את המתח בין הדקי המפסק הפתוח.

10- נתון מעגל חשמלי המורכב מסוללה אידיאלית פתוח.

התנגדותו של כל נגד 10Ω , כא"מ הסוללה $30V$.

המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3327>

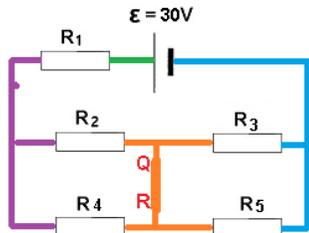
1. המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי.

הנגדים R2 ו-R4 מחוברים במקביל. והנגדים R3 ו-R5 מחוברים במקביל. ההתנגדות השקולה של R2 ו-R4 מחוברת בטור להתנגדות השקולה של R3 ו-R5.

2. במקרה זה סגירת המפסק לא משנה את ההתנגדות השקולה. לכן, גם עוצמת זרם המקור לא משתנה.

סגירת המפסק אומנם לא משנה את ההתנגדות השקולה, אך היא כן משנה את התצורה החשמלית של המעגל.

3. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים בצבעים שונים:



4. מכיוון שאין הפרש פוטנציאלים בין הנקודה Q לנקודה R, לא זורם זרם דרך המפסק.

א- $R_T = 20\Omega$

ב- $I = 1.5A$

ג- $U_{R1} = 15V$

ד- $V_{QR} = 0V$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

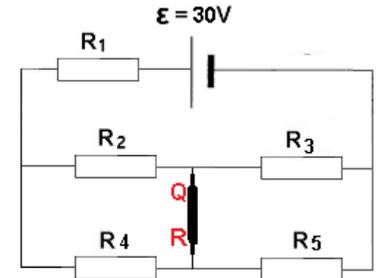
א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג- חשב את המתח על R1.

ד- חשב את המתח בין הדקי המפסק הסגור.

11 - סוגרים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם

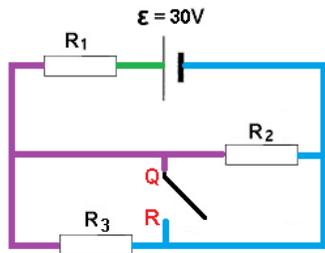


<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3328>

1. המעגל השקול למעגל הנתון הוא מעגל טורי.

הנגדים R2 ו-R3 מחוברים במקביל, ההתנגדות השקולה שלהם מחוברת בטור ל R1.

2. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים במעגל בצבעים שונים.



א- $R_T = 15\Omega$

ב- $I = 2A$

ג- $U_{R1} = 20V$

ד- $V_{QR} = 10V$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

חוק אוהם
 $V = RI$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

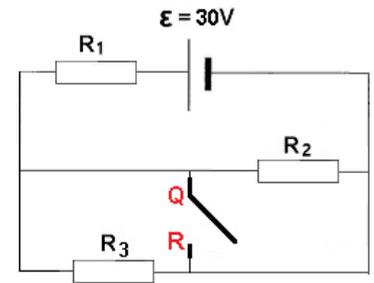
ג- חשב את המתח על R1.

ד- חשב את המתח בין הדקי המפסק הפתוח.

12- נתון מעגל חשמלי המורכב מסוללה אידיאלית שלושה נגדים זהים ומפסק פתוח.

התנגדותו של כל נגד 10Ω , כא"מ הסוללה $30V$.

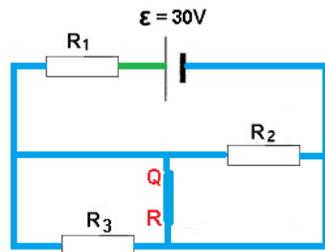
המעגל החשמלי מתואר בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcubecol.com/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3329>

1. כתוצאה מסגירת המפסק הנגדים R2 ו-R3 מקוצרים. ההתנגדות השקולה של המעגל היא רק התנגדותו של הנגד R1.

2. באיור הבא מתוארים הפוטנציאלים השונים בעזרת צבעים שונים.



3. בכל מעגל חשמלי הפרש הפוטנציאלים בין הדקיו של מפסק סגור שווה לאפס.

$$\text{א- } R_T = 10\Omega$$

$$\text{ב- } I = 3A$$

$$\text{ג- } U_{R1} = 30V$$

$$\text{ד- } V_{QR} = 0V$$

במעגל מעורב משתמשים בעקרונות המעגל הטורי והמקבילי בצורה "מקומית".

$$\text{חוק אוהם} \\ V = RI$$

עקרונות מעגל מקבילי

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

חוק הזרמים של קרכהוף:

$$I = I_1 + I_2$$

חוק המתחים של קרכהוף:
סכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

התנגדות שקולה של שני נגדים המחוברים במקביל

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

עקרונות מעגל טורי

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots$$

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

$$I = I_{R1} = I_{R2} = \dots$$

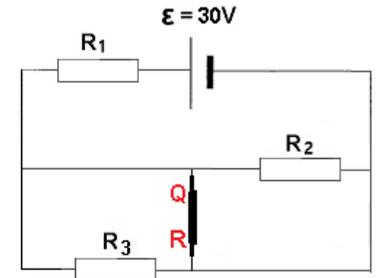
א- חשב את ההתנגדות השקולה.

ב- חשב את עוצמת זרם המקור.

ג- חשב את המתח על R1.

ד- חשב את המתח בין הדקיי המפסק הפתוח.

13 - סוגרים את המפסק במעגל המופיע בסעיף הקודם



ה. הספק ונצילות

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=330>

1. מביטוי מתח ההדקים :
 $V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$
 מתח ההדקים של הסוללה שווה לכא"מ הסוללה, מכיוון שאין לסוללה התנגדות פנימית.

2. הצרכן מחובר ישירות להדקי הסוללה לכן המתח על הצרכן שווה למתח ההדקים.

3. לחישוב הספק הצרכן ניתן להשתמש בחוק ג'אול:

$$P_R = V \cdot I$$

או בחוק ג'אול המורחב:

$$P_R = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$$

מומלץ להכיר את כל האפשרויות לחישוב ההספק.

4. את הספק המקור ניתן לחשב רק בעזרת חוק ג'אול:

$$P = \varepsilon \cdot I$$

5. לסוללה אידאלית אין התנגדות פנימית, היא לא מתחממת. כל האנרגיה המושקעת על ידי המקור מגיעה לצרכן. נצילות המעגל היא 100 אחוז.

$$U_R = 12V \text{ - א}$$

$$I = 1.2A \text{ - ב}$$

$$P_R = 14.4W \text{ - ג}$$

$$P = 14.4W \text{ - ד מקור}$$

$$\eta = 100\% \text{ - ה}$$

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

נצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

א- מצא את המתח על הצרכן.

ב- חשב את עוצמת הזרם דרך הצרכן.

ג- חשב את הספק הצרכן. בעזרת כל אחד משלושת הביטויים הבאים:

$$P_R = V \cdot I$$

$$P_R = \frac{V^2}{R}$$

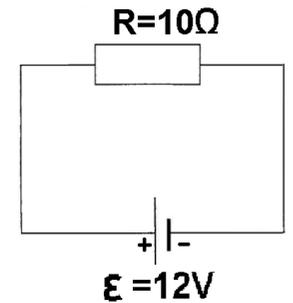
$$P_R = I^2 \cdot R$$

ד- חשב את הספק מקור המתח.

ה- חשב את נצילות המעגל.

1- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ומקור מתח אידיאלי. ($r=0\Omega$)

המעגל מתואר בתרשים הבא:



<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=331>

1. מביטוי מתח ההדקים:
 $V_{ab} = \varepsilon - I \cdot r$
 מתח ההדקים קטן מכא"מ הסוללה, מכיוון שהסוללה לא אידיאלית.

2. הסוללה מתחממת בגלל התנגדות הפנימית. האנרגיה הגורמת להתחממות הסוללה מוגדרת כאנרגיה מבוזבזת.

3. הספק הצרכן מתאר את קצב ביצוע עבודת הצרכן. במעגל החשמלי עבודת הצרכן מוגדרת כאנרגיה המתקבלת.

4. הספק מקור המתח מתאר את קצב ביצוע העבודה של מקור המתח, עבודת מקור המתח היא הנעת מטענים במעגל בין הדקי המקור. עבודת מקור המתח מוגדרת כאנרגיה מושקעת.

5. כדי לייצג את הנצילות באחוזים יש להכפיל את היחס המתקבל ב 100%.

א- $I = 1A$

ב- $U_R = 10V$

ג- $P_R = 10W$

ד- $P_r = 2W$

ה- $P_{\text{מקור}} = 12W$

ו- $\eta = 83.33\%$

חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול
 $P = V \cdot I$

נצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

א- חשב את עוצמת הזרם דרך הצרכן.

ב- מצא את המתח על הצרכן.

ג- חשב את הספק הצרכן.

ד- חשב את הספק ההתנגדות הפנימית של הסוללה.

ה- חשב את הספק מקור המתח.

ו- חשב את נצילות המעגל בעזרת כל אחד משלושת הביטויים הבאים:

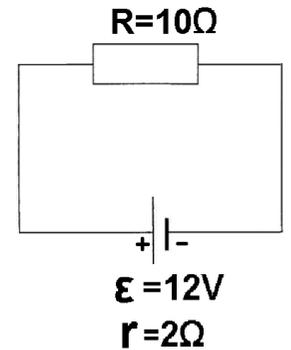
$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

$$\eta = \frac{R}{R + r}$$

$$\eta = \frac{V_{ab}}{\varepsilon}$$

2- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ומקור מתח לא אידיאלי.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcubeco.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=332>

1. בכל ביטויי הנצילות אין תלות בזמן פעולת המעגל, זמן פעולת המעגל אינו משפיע על נצילות המעגל.

כמות האנרגיה המושקעת תלויה ביחס ישר במשך זמן פעולת המעגל. גם כמות האנרגיה המתקבלת תלויה ביחס ישר במשך זמן פעולת המעגל. לכן היחס בין שתי אנרגיות אלו לא תלוי בזמן פעולת המעגל.

2. בדפי הנוסחאות מופיע רק ביטוי הנצילות בתלות ביחס ההספקים.

ביטויי הנצילות האחרים לא מופיעים בדפי הנוסחאות.

חשוב להכיר את כל ביטויי הנצילות ולדעת לפתח אותם.

הנושא נלמד בהרחבה בקיוב :43

<https://mymoodle.youcubeco.il/mod/quiz/view.php?id=643>

א- נצילות המעגל לא תלויה בזמן פעולת המעגל.

$$\text{ב- } E_R = 1,800\text{J}$$

$$\text{ג- } E_{\text{מקור}} = 2160\text{J}$$

$$\text{ד- } \eta = 83.33\%$$

חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול
 $P = V \cdot I$

נצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

המעגל פועל במשך שלוש דקות. לאחר שלוש דקות המפסק נפתח ופעולת המעגל מופסקת.

א- כיצד משתנה נצילות המעגל כתלות בזמן פעולת המעגל.

ב- חשב את האנרגיה המתקבלת בצרכן, כל זמן פעולת המעגל?

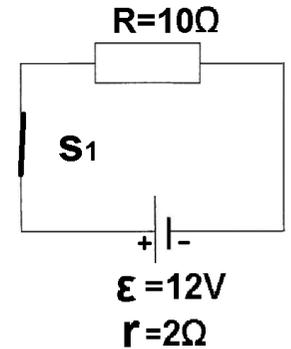
ג- חשב את האנרגיה המושקעת על ידי מקור המתח, כל זמן פעולת המעגל?

ד- חשב את נצילות המעגל בעזרת היחס שבין האנרגיה המתקבלת לאנרגיה המושקעת.

$$\eta = \frac{E_{\text{מתקבלת}}}{E_{\text{מושקעת}}}$$

3 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן, מפסק ומקור מתח לא אידיאלי.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcubeco.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=333>

הספק הצרכן גדול יותר ככל שהתנגדותו קרובה יותר להתנגדות הפנימית של הסוללה.

הוכחה: הספק הצרכן שווה למכפלת מתח ההדקים בזרם. ביטוי הספק הצרכן הוא:

$$P_R = (\epsilon - I \cdot r) \cdot I$$

$$P_R = \epsilon \cdot I - I^2 \cdot r$$

מביטוי זה ניתן לראות שבגרף הספק הצרכן בתלות בזרם, מתקבלת פרבולה הפוכה.

אם נגזור את הביטוי ונשווה אותו לאפס, נמצא את "נקודת הקיצון" זרם שבו ההספק הוא מקסימאלי. ביטוי זרם זה הוא:

$$I = \frac{\epsilon}{2 \cdot r}$$

חוק אוהם על כל המעגל הוא:

$$I = \frac{\epsilon}{r + R}$$

מכיוון ששני הביטויים מתקיימים, ההספק הוא מקסימאלי, כאשר: $R = r$

א- יש להקטין את התנגדות הצרכן.

ב- $R = 2\Omega$

ג- לא.

ד- לא.

חוק אוהם

$$V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול

$$P = V \cdot I$$

נצילות

$$\eta = \frac{P_{eff}}{P_{in}}$$

תלמיד חישב את הספק הצרכן ומצא שהספקו 10W.

א- התלמיד מעוניין להגדיל את הספק הצרכן.

לשם כך הוא מתכוון לשנות את התנגדות הצרכן.

האם עליו להגדיל את התנגדות הצרכן או להקטין אותה?

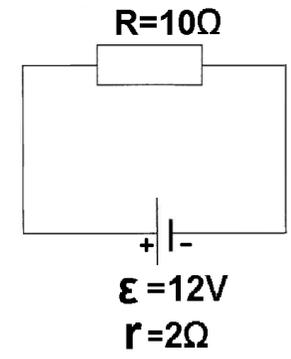
ב- מצא את התנגדות הצרכן עבורה הספק הצרכן יהיה מקסימאלי.

ג- האם כאשר הספק הצרכן הוא מקסימאלי נצילות המעגל היא מקסימאלית?

ד- האם כאשר הספק הצרכן הוא מקסימאלי, הזרם הזורם במעגל הוא הזרם המקסימאלי שהסוללה יכולה לספק?

4 - נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ומקור מתח לא אידיאלי.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=334>

1. גם בשאלות הבגרות מופיעים רק ערכי המתח וההספק של הנורה, יש לחשב את התנגדות הנורה בעזרת חוק ג'אול המורחב.

2. משיקולי שימור אנרגיה, האנרגיה המוענקת ע"י מקור המתח שווה לסכום כל האנרגיות המתקבלות במעגל.

3. התלמיד משתמש בנגד המשתנה כדי שהמתח על הנורה יהיה 3V כנדרש. עבודת הנגד המשתנה נחשבת כאנרגיה מבוזבת. (בדומה להתנגדות הפנימית של הסוללה).

4. במקרה זה לא ניתן לחשב את הנצילות מהיחס שבין מתח ההדקים לכא"מ הסוללה מכיוון שהנגד המשתנה לא נחשב כצרכן.

5. כדי להשתמש בביטוי הנצילות בתלות ב r ו R יש להתייחס להתנגדות הנגד המשתנה כאל התנגדות פנימית.

א- הנורה מיועדת למתח של 3V, כאשר המתח על הנורה הוא 3V הספק הנורה 0.9W

$$\text{ב- } R_L = 10\Omega$$

$$\text{ג- } R_x = 28\Omega$$

$$\text{ד- } P_{RX} = 2.52W$$

$$P_{RL} = 0.9W$$

$$P_r = 0.18 W$$

$$P_{\text{מקור}} = 3.6W$$

$$P_{\text{מקור}} = P_r + P_{RL} + P_{RX}$$

ה- בכל מעגל.

$$\text{ו- } \eta = 25\%$$

$$\text{חוק אוהם} \\ V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

$$\text{חוק ג'אול} \\ P = V \cdot I$$

נצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

$$\eta = \frac{R}{R + r}$$

א- מה המשמעות של הכיתוב 3V/0.9W?

ב- חשב את התנגדות הנורה?

ג- חשב את התנגדות הנגד המשתנה עבורה הנורה תאיר באורה המלא.

ד- קובעים את התנגדותו של הנגד המשתנה לערך שמצאת בסעיף ג', כך שהנורה מאירה באורה המלא.

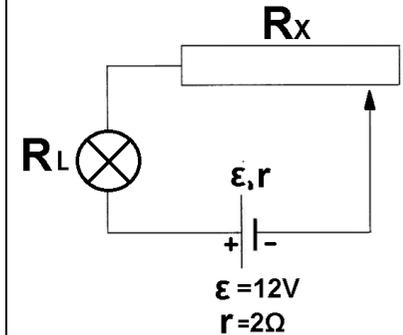
חשב במצב זה, את כל ההספקים המתקבלים במעגל והראה שסכומם שווה להספק המקור.

ה- באיזה סוג מעגל ההספק המושקע על ידי המקור שווה לסכום ההספקים המתקבלים במעגל.

ו- חשב את נצילות המעגל, כאשר הנורה מאירה באורה המלא. (התייחס רק להספק הנורה כהספק המתקבל).

5 - על נורה מופיע הכיתוב 3V/0.9W

תלמיד מעוניין להפעיל את הנורה בעזרת סוללה לא אידיאלית בעלת כא"מ של 12V, לשם כך התלמיד משתמש בריאוסטט כמתואר בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=335>

1. במקרה זה הזזת המגע הנייד לקצה M גורמת להקטנת התנגדות הנגד המשתנה, כתוצאה מכך ההתנגדות השקולה תקטן והזרם במעגל יגדל. מביטוי חוק ג'אול המורחב

$$P_R = I^2 \cdot R$$

כאשר הזרם דרך הנורה גדל גם הספקה גדל.

2. מתח מעט גדול מהמתח הדרוש לנורה יגרום לנורה להאיר באור מעט חזק יותר, מכיוון שהיא עובדת במתח גדול מהמתח אליו היא מיועדת, אולם היא "תשרף" יותר מהר.

3. הגדלת הספק הנורה לא משפיעה על התנגדותה. (בפועל ככל שהנורה חמה יותר כך התנגדותה גדלה, אך אנחנו לא עוסקים בשינוי התנגדות הנורה).

א- לכיוון הקצה M.

$$R_x = 25.94 \Omega$$

$$U_{RL} = 3.16V$$

ד- נצילות המעגל תגדל.

$$\eta = 26.3\%$$

$$\text{חוק אוהם} \\ V = R \cdot I$$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

$$\text{חוק ג'אול} \\ P = V \cdot I$$

נצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

$$\eta = \frac{R}{R + r}$$

א- התלמיד מעוניין להגביר במעט את הספק הנורה.

לאיזה כיוון עליו להזיז את המגע הנייד? לכיוון הקצה M או לכיוון הקצה N?

ב- חשב את התנגדות הנגד המשתנה עבורה הספק הנורה יהיה 1W.

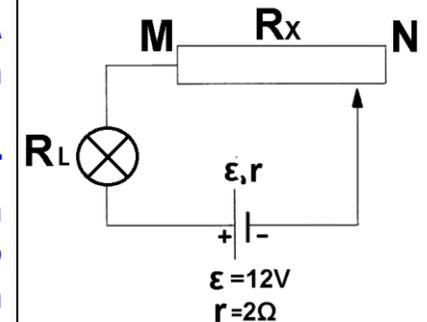
ג- חשב את המתח על הנורה כאשר הספקה 1W?

ד- האם נצילות המעגל תגדל תקטן או לא תשתנה כתוצאה מהזזת המגע הנייד?

ה- חשב את נצילות המעגל במצב החדש.

6 - תלמיד השתמש במעגל המופיע בסעיף הקודם, הוא קבע את התנגדות הנגד המשתנה ל 28Ω.

במצב זה המתח על הנורה היה 3V והספק הנורה 0.9W, בהתאם להוראות היצור.



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=336>

1. כל הצרכנים במעגל החשמלי משתמשים באנרגיה חשמלית.

בהתאם לסוג עבודת הצרכנים הם ממירים את האנרגיה החשמלית לצורות שונות של אנרגיה.

כך למשל, גוף חימום ממיר אנרגיה חשמלית לאנרגיית חום, והנורה ממירה אנרגיה חשמלית לאור.

2. ההספק מתאר את כמות העבודה המבוצעת על ידי הצרכן בשנייה ללא כל קשר לסוג עבודת הצרכן.

3. מבחינה מעשית לא כל האנרגיה המגיעה לצרכן מגיעה לייעודה. לדוגמה נורה לא רק פולטת אור היא גם מתחממת.

באופן כללי, שאלות הבגרות עוסקות בצרכנים אידיאליים, צרכנים שכל האנרגיה המושקעת בהם מגיעה לייעודה.

4. כמות העבודה המושקעת על ידי מקור המתח בזמן מסוים שווה לסכום כל העבודות המתקבלות באותו זמן.

$$Q = 32.4 \text{ J} \text{ -א}$$

$$Q_{RX} = 453.6 \text{ J} \text{ -ב}$$

$$W = 162 \text{ J} \text{ -ג}$$

$$W = 648 \text{ J} \text{ -ד}$$

חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

חוק ג'אול
 $P = V \cdot I$

נצילות

$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

המעגל פועל במשך שלוש דקות.

לאחר שלוש דקות המפסק נפתח ופעולת המעגל מופסקת.

א- חשב את כמות החום Q המתפתחת בסוללה בזמן פעולת המעגל.

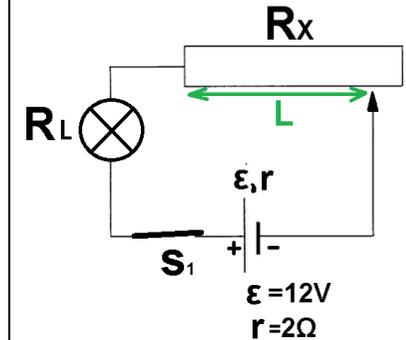
ב- חשב את כמות

החום Q_{RX} המתפתח בנגד המשתנה בזמן פעולת המעגל.

ג- חשב את עבודת הנורה.

ד- חשב את עבודת מקור המתח W כל זמן פעולת המעגל.

7 – מוסיפים למעגל המופיע בסעיפים הקודמים מפסק S1 כמתואר בתרשים הבא:



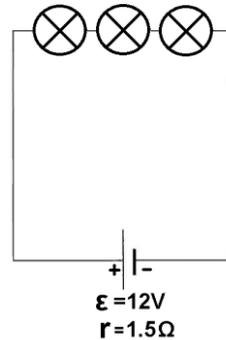
תלמיד קבע את התנגדות הנגד המשתנה 28Ω , כדי שהמתח על הנורה יהיה 3V והנורה תאיר באורה המלא.

<https://moodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=337>

הנורות מחוברות בטור למקור המתח, זרם זהה זורם דרך שלושת הנורות.

יש למצוא את מספר הנורות עבורם יזרום זרם המתאים לפעולה התקינה של כל אחת מהנורות.

א- יש לחבר שלוש נורות בטור כמראה בתרשים הבא:



חוק אוהם
 $V = R \cdot I$

הגדרת ההספק

$$P = \frac{W}{t}$$

א- התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו **במעגל טורי**, כך שכל הנורות תארנה באורן המלא.

כמה נורות עליו לחבר בטור למקור המתח?

8- לרשותו של תלמיד מוליכים שהתנגדותם זניחה, מספר נורות זהות, ומקור מתח לא אידיאלי.

התנגדות כל נורה 1.5Ω , המתח הדרוש להפעלת הנורה באורה המלא הוא $3V$

כא"מ מקור המתח הוא $12V$, והתנגדותו הפנימית 1.5Ω

הנורות מחוברות במקביל למקור המתח, המתח על הנורות זהה ושווה למתח ההדקים.

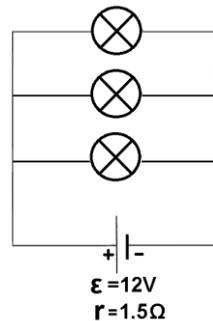
יש למצוא את מספר הנורות עבורם מתח ההדקים יהיה שווה למתח הדרוש לפעולה תקינה של כל אחת מהנורות.

2. בשני המקרים מספר הנורות הוא זהה, למרות שמבחינה חשמלית המעגלים שונים.

1. ההספק המתקבל הוא הספק שלושת הנורות.

2. בשני המעגלים ההספק המתקבל הוא זהה, הספק המקור במעגל המקבילי הוא גדול יותר, לכן נצילות המעגל המקבילי קטנה יותר.

ב- יש לחבר שלוש נורות במקביל כמראה בתרשים הבא:



ג-

$$\eta_1 = 75\%$$

$$\eta_2 = 25\%$$

חוק ג'אול
 $P = V \cdot I$

נצילות

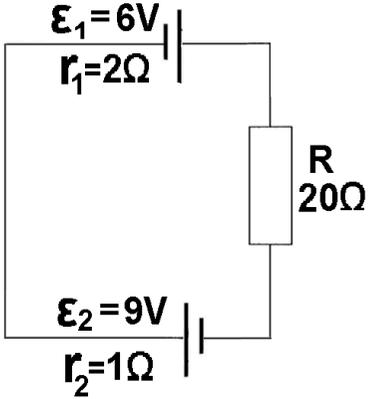
$$\eta = \frac{P_{\text{eff}}}{P_{\text{in}}}$$

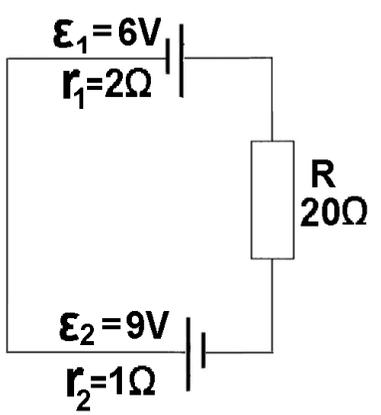
ב- התלמיד מעוניין להשתמש ברכיבים אלו **במעגל מקבילי**, כך שכל הנורות תארנה אורן המלא.

כמה נורות עליו לחבר במקביל למקור המתח?

ג-חשב את הנצילות כל אחד משני המעגלים.

1 - מעגל בעל שני מקורות מתח

<p>https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=338</p>	<p>1. במקרה זה אין צומת חשמלית במעגל, לכן חוק הצומת הוא לא רלוונטי.</p> <p>2. במעגל קיימת רק לולאה אחת, מחוק המתחים של קרכהוף מתקבלת רק משוואה אחת.</p> <p>3. לאחר כתיבת משוואת המתחים יש לבטא את המתחים על הצרכן ועל ההתנגדויות הפנימיות בעזרת חוק אוהם, ולפתור משוואה בנעלם אחד.</p> <p>4. במעגל לא מופיעים ההתנגדויות הפנימיות, לכתיבת משוואות המתחים של קרכהוף יש להוסיף את ההתנגדויות הפנימיות ולסמן את חצי המתח.</p> <p>5. נושא שני מקורות המתח הוא נושא הדורש זמן ותרגול רב, מצד שני הוא יחסית די נדיר בשאלות הבגרות.</p> <p>תלמיד שלא מרגיש מוכן לבגרות מוטב שיתמקד בנושאים הבסיסיים.</p>	<p>א- הזרמים נוצרים בכיוונים משלימים.</p> <p>ב- במעגל יזרום זרם בכיוון השעון.</p> <p>ג- $I=0.65A$</p>	<p>חוק הזרמים של קרכהוף (חוק בצומת) קובע שסכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים מהצומת.</p> <p>חוק המתחים של קרכהוף קובע שסכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.</p> <p>לכתיבת משוואות המתחים של קרכהוף, נוח להשתמש בחצי מתח כדי לתאר את קוטביות המתחים. (ראו פתרון מלא)</p> <p>לאחר כתיבת משוואת המתחים, ניתן לבטא את המתחים על הצרכנים בעזרת חוק אוהם ולקבל משוואת זרמים.</p> <p>מתמטית ניתן למצוא ממשוואות הזרמים את הזרמים המבוקשים.</p>	<p>א- האם מקורות המתח יוצרים זרמים בכיוונים משלימים או בכיוונים מנוגדים?</p> <p>ב- מה כיוון הזרם שיזרום במעגל, בכיוון השעון או נגד כיוון השעון?</p> <p>ג- חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת חוקי קרכהוף</p>	<p>1- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מקור מתח לא אידיאליים.</p> <p>המעגל מתואר בתרשים הבא:</p> 
--	---	---	---	--	---

<p>https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=339</p>	<p>1. אם נקצר מקור מתח בפועל אנחנו "נבטל" את כ"מ המקור וגם את התנגדותו הפנימית.</p> <p>שיטת הסופרפוזיציה היא שיטה מתמטית, כאשר אנחנו משתמשים בשיטת הסופרפוזיציה קיצור מקור המתח היא פעולה תיאורטית שלא מבטלת את ההתנגדות הפנימית.</p> <p>2. שאלות בגרות העוסקות בשני מקורות מתח הן שאלות נדירות. מומלץ להכיר ולשלוט באחת השיטות סופרפוזיציה או קרכהוף.</p> <p>3. קיימות שיטות נוספות לניתוח מעגל מרובה מקורות(זרמי חוגים, משפט תבנין, משפט נורטון) בדפי פרקטיקות אלו נפתור כל שאלה בעזרת חוקי קרכהוף ועיקרון הסופרפוזיציה, לא נשתמש בשיטות נוספות.</p>	<p style="text-align: center;">$I=0.65A$</p>	<p>ע"פי עיקרון הסופרפוזיציה סכום הזרמים הנוצרים כאשר כל אחד מהמקורות עובד לבד(מקור שני מקוצר) שווה לזרם הנוצר במעגל כאשר שני המקורות עובדים ביחד.</p>	<p>חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת עיקרון הסופרפוזיציה.</p>	<p>2- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרין ושני מקורות מקור מתח לא אידיאלי.</p> <p>המעגל מתואר בתרשים הבא:</p> 
--	--	--	---	---	--

<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=3340>

1. שאלה זו זהה לשאלה הקודמת, למעט קוטביות מקור 2.

2. עוצמת הזרם הנוצר ממקור 2 גדול יותר מעוצמת הזרם הנוצר ממקור 1. לכן הזרם במעגל יזרום בהתאם לכיוון הזרם הנוצר ממקור 2, נגד כיוון השעון.

2. כיוון הזרם במעגל נקבע בהתאם לכא"מ של מקורות המתח, וקוטביות מקור המתח והוא לא תלוי בהתנגדות הפנימית של מקורות המתח.

3. במקרה זה ניתן לחשב את עוצמת הזרם בעזרת חוק אוהם באופן הבא:

$$I = \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{R_T}$$

4. במעגל הזה כיוון הזרם דרך מקור 1 הפוך לכיוון הזרם

א- הזרמים נוצרים בכיוונים משלימים.

ב- במעגל יזרום זרם נגד כיוון השעון.

$$I = 0.13 \text{ A}$$

חוק הזרמים של קרכהוף (חוק בצומת) קובע שסכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים מהצומת.

חוק המתחים של קרכהוף קובע שסכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

לכתיבת משוואות המתחים של קרכהוף, נוח להשתמש בחצי מתח כדי לתאר את קוטביות המתחים. (ראו פתרון מלא)

לאחר כתיבת משוואות המתחים, ניתן לבטא את המתחים על הצרכנים בעזרת חוק אוהם ולקבל משוואת זרמים.

מתמטית ניתן למצוא ממשוואות הזרמים את הזרמים המבוקשים.

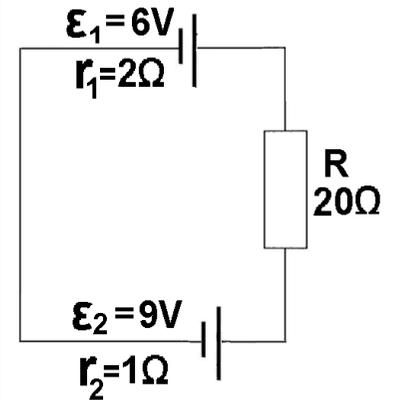
א- האם מקורות המתח יוצרים זרמים בכיוונים משלימים או בכיוונים מנוגדים?

ב- מה כיוון הזרם שיזרום במעגל, בכיוון השעון או נגד כיוון השעון?

ג- חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת חוקי קרכהוף.

3- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מתח לא אידיאליים.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=341>

השאלה הזו היא יחסית פשוטה, אנחנו משתמשים בחוקי קרכהוף ובשיטת הסופרפוזיציה כתרגול במקרים פשוטים, למרות שאין צורך להשתמש בהם.

במקרים הבאים נראה שלא ניתן להשתמש רק בחוק אום על כל המעגל למציאת הזרם. נצטרף להשתמש בקרכהוף או בסופרפוזיציה.

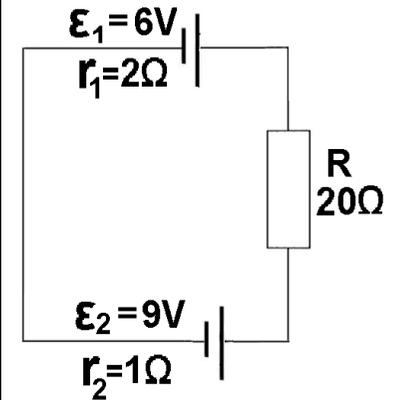
$$I=0.13 \text{ A}$$

ע"פי עיקרון הסופרפוזיציה סכום הזרמים הנוצרים כאשר כל אחד מהמקורות עובד לבד (מקור שני מקוצר) שווה לזרם הנוצר במעגל כאשר שני המקורות עובדים ביחד.

חשב את עוצמת הזרם במעגל בעזרת עיקרון הסופרפוזיציה.

4- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מתח לא אידיאלי.

המעגל מתואר בתרשים הבא:



<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=342>

1. במעגל הנתון המקורות הם זהים לכן ניתן להניח שכיווני הזרמים שהם יוצרים הם לא הפוכים לכיווני הזרמים שכל אחד מהם יוצר כמקור יחיד.

2. במעגל זה יש שתי לולאות, מקרהוץ למתחים מתקבלות שתי משוואות של מתחים.

יחד עם חוק הצומת מתקבלות שלוש משוואות.

משלושת משוואות אלו ניתן למצוא מתמטית את הזרם דרך הצרן R.

א- כיוון הזרם בנגד הוא מנקודה M לנקודה N.

$$I = 0.44A$$

חוק הזרמים של קרכהוף (חוק בצומת) קובע שסכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים מהצומת.

חוק המתחים של קרכהוף קובע שסכום המתחים בלולאה סגורה שווה לאפס.

לכתיבת משוואות המתחים של קרכהוף, נוח להשתמש בחצי מתח כדי לתאר את קוטביות המתחים. (ראו פתרון מלא)

לאחר כתיבת משוואות המתחים, ניתן לבטא את המתחים על הצרכנים בעזרת חוק אוהם ולקבל משוואת זרמים.

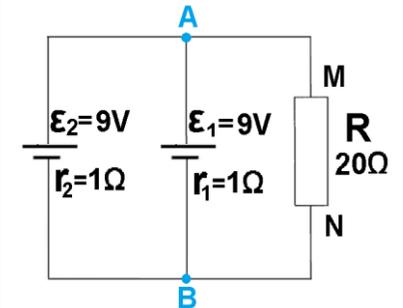
מתמטית ניתן למצוא ממשוואות הזרמים את הזרמים המבוקשים.

א- מה כיוון הזרם שיזרום בצרן, מהנקודה M לנקודה N או מהנקודה N לנקודה M?

ב- חשב את עוצמת הזרם בצרן בעזרת חוקי קרכהוף

5- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרן ושני מקורות מקור מתח לא אידיאליים.

נקודות הצומת במעגל מסומנות ב A ו B.



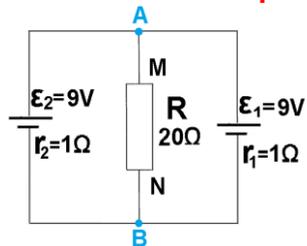
<https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=343>

1. כדי לחשב את הזרם דרך הצרכן יש לסכום את הזרמים שכל מקור יוצר בצרכן R, ולא את סכום זרמי המקור.

2. כאשר מקור 1 פעיל קיימים כיווני זרמים מסוימים בצומת A. וכאשר מקור 2 פעיל קיימים כיווני זרמים אחרים.

3. לפני ניתוח המעגל, ניתן לשנות את המעגל הנתון למעגל אחר, נוח יותר להבנה.

המעגל הבא שקול למעגל הנתון בשאלה.



4. לאחר מציאת הזרם הנוצר ממקור 1 בצרכן, ניתן לקבוע שמקור 2 יוצר זרם זהה בגודלו ובכיוונו מטעמי סימטריה.

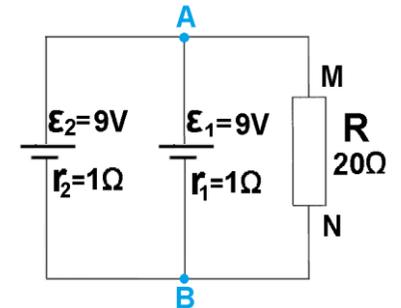
$$I = 0.44A$$

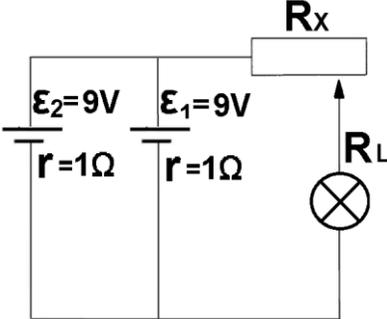
ע"פי עיקרון הסופרפוזיציה סכום הזרמים הנוצרים כאשר כל אחד מהמקורות עובד לבד (מקור שני מקוצר) שווה לזרם הנוצר במעגל כאשר שני המקורות עובדים ביחד.

חשב את עוצמת הזרם בצרכן בעזרת עיקרון סופרפוזיציה.

6- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מקור מתח לא אידיאליים.

נקודות הצומת במעגל מסומנות ב A ו- B.



<p>https://mymoodle.youcube.co.il/mod/book/view.php?id=2027&chapterid=334</p>	<p>1. כדי למצוא את התנגדות הנגד המשתנה עבורה הנורה מאירה באורה המלא, יש להניח שהנורה פועלת באורה המלא.</p> <p>2. ניתן לפתור את השאלה בעזרת חוקי קירכהוף.</p> <p>3. שיטת הסופרפוזיציה פחות מתאימה לפתרון שאלה זו.</p> <p>4. שאלות הבגרות במעגלי זרם מצריכות יותר הבנה עקרונית פחות פעולות מתמטיות.</p> <p>בשאלות הבגרות לא תהיינה שאלות המכילות יותר משתי צמתים.</p>	<p>$R_x = 19.5\Omega$</p>	<p>הנחיה לפתרון: בהתאם לנתוני הנורה ניתן למצוא את הזרם דרכה כאשר היא פועלת באורה המלא.</p> <p>דרך כל אחד ממקורות המתח זורם זרם השווה למחצית הזרם דרך הנורה.</p> <p>ניתן לחשב את מתח הדקי הסוללות ובהתאם למתח על הנורה ומתחי ההדקים לחשב את המתח על הנגד המשתנה.</p>	<p>חשב את התנגדות הנגד המשתנה, עבורה הנורה תאיר באורה המלא.</p>	<p>7- נתון מעגל חשמלי המורכב מצרכן ושני מקורות מתח שונים לא אידיאליים.</p> <p>המעגל מתואר בתרשים הבא:</p>  <p>על הנורה מופיע הכיתוב $3V/0.9W$</p>
--	---	--------------------------------------	---	---	---