GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2024 מועד ב'
סמל השאלון: 97160
שם התלמיד/ה: _____

תורת החשמל

הנדסת חשמל · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה 10 שאלות. יש לענות על 5 שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות. סה"כ: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. חוברת עזר מקורית בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט: חוברת נקייה, שאין בה לא הערות או תוספות כלשהן, בין בכתב יד בין מודפסות. אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבונים בין הנבחנים.

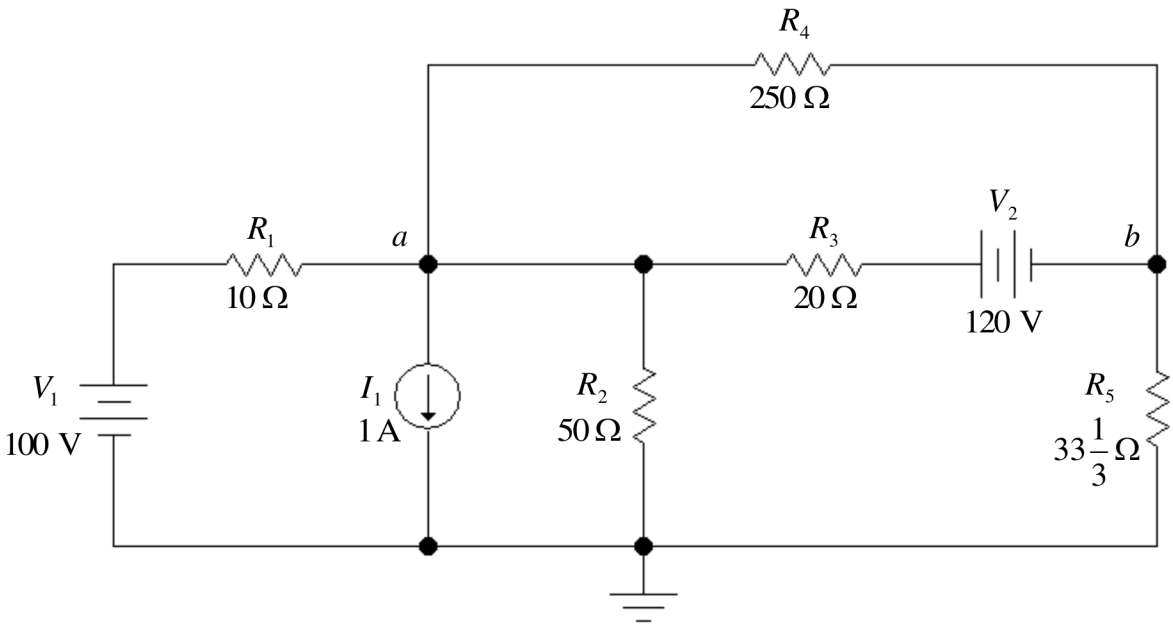
ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות. 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות. 3. יש לכתוב את התשובות בעט בלבד, בכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו על הכתוב כדי שלא ייבדק. 6. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת. 7. תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים המוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות. 8. כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה. 9. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי. 10. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה לא תזכה בניקוד כלל. 11. אם להערכתכם חסר נתון או קיים נתון שגוי בשאלה, עליכם לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי



א. חשבו את המתחים בצמתים a ו- b (V_a, V_b) ביחס לאדמה.

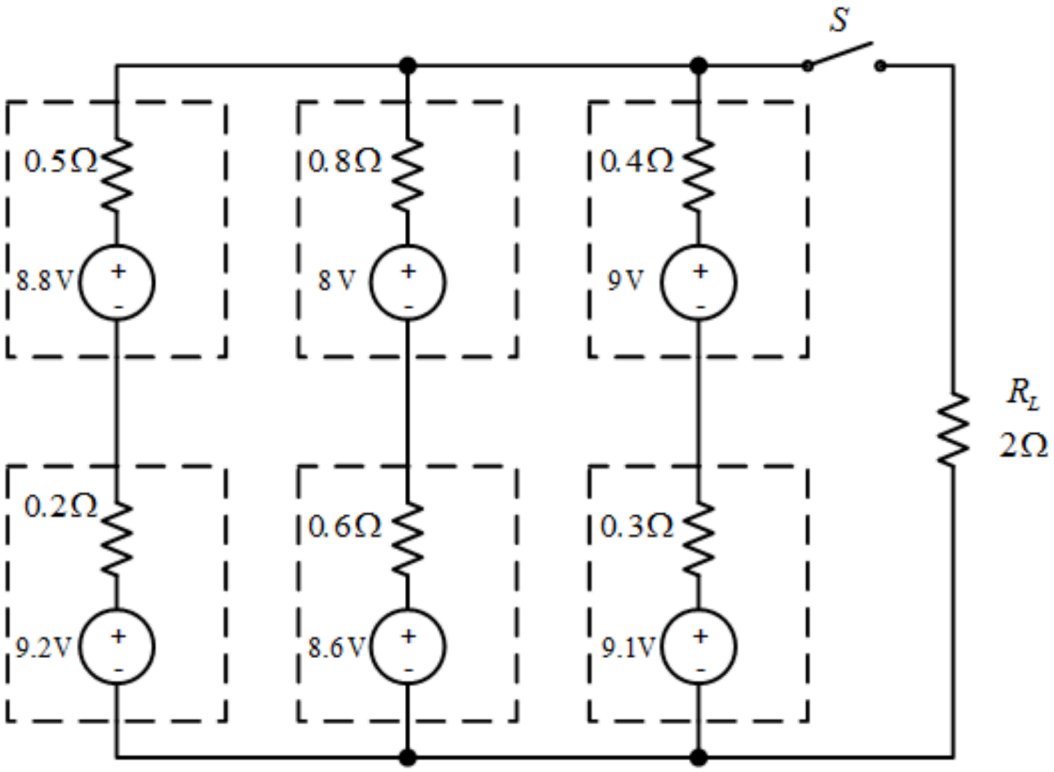
(14 נקודות)

ב. חשבו את ההספקים המתפזרים במקורות המתח ובמקור הזרם. קבעו עבור כ"א מהמקורות אם הוא מתפקד כצרכן אנרגיה או כספק אנרגיה.

(6 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

2. באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי המתאר חיבור של שישה תאים במעורב:



א. חשבו את המתח בין הדקי הסוללה כאשר המפסק פתוח.

(4 נקודות)

ב. סוגרים את המפסק S, חשבו את הזרם דרך נגד העומס R_L .

(8 נקודות)

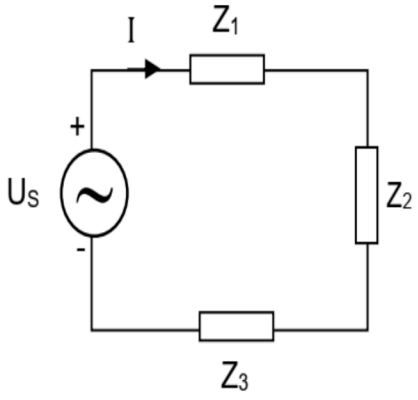
ג. חשבו את ערך התנגדות העומס המכסימלית כדי שכל התאים יפעלו כספקי אנרגיה.

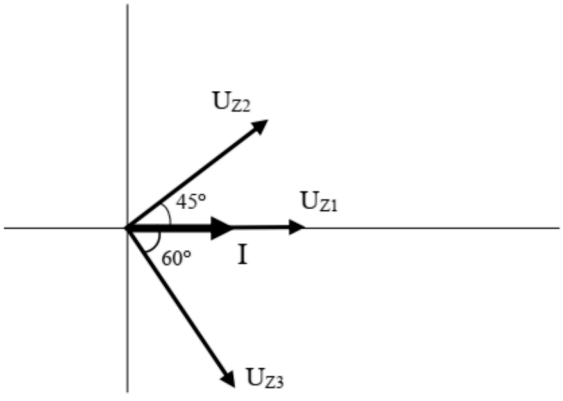
(6 נקודות)

ד. חשבו את ערך התנגדות העומס R_L כדי שהעברת האנרגיה לעומס תהיה מרבית.

(2 נקודות)

3. באיור א' לשאלה 3 מוצג מעגל חשמלי טורי הפועל בזרם חילופין. באיור ב' לשאלה 3 מוצג תרשים מחוגים (דיאגרמת פאזורים) של המתחים במעגל ביחס לזרם הזורם במעגל.





נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. על סמך דיאגרמת המחוגים שבאיור ב' בלבד, מהו האופי של כל אחת מהעכבות Z_1 , Z_2 , Z_3 ? יש לנמק בצורה מפורטת.

(6 נקודות)

ב. נתון **שגודל** המתחים והזרם שבדיאגרמה הם:

$$I = 2\,\text{A} \;,\; U_{Z3} = 18\,\text{V} \;,\; U_{Z2} = 12\,\text{V} \;,\; U_{Z1} = 10\,\text{V}$$

חשבו את הערך של כל עכבה, הציגו אותה בצורה קרטזית (כמספר מרוכב $a \pm jb$) וציינו מהו אופי המעגל.

(8 נקודות)

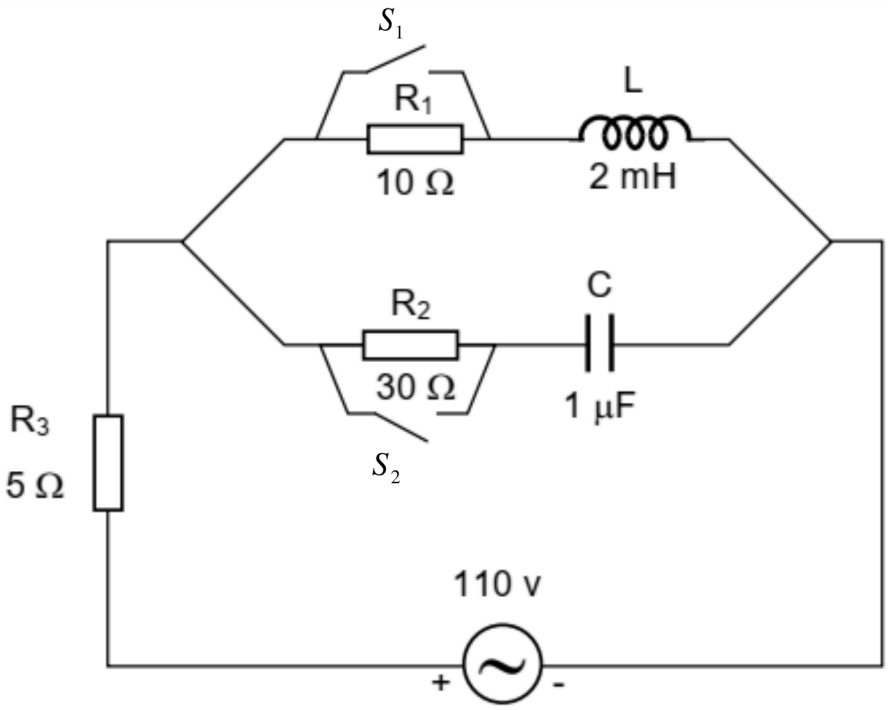
ג. חשבו את מתח המקור ואת ההספק הפעיל שהוא מספק למעגל.

(3 נקודות)

ד. איזה רכיב יש לחבר בטור למעגל כדי שאופי המעגל יהיה אוהמי טהור? חשבו את ערך הרכיב (התנגדות, השראות או קיבול). נתון שתדר המעגל הוא $500\,\text{Hz}$.

(3 נקודות)

4. באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין. במעגל מחוברים שני מפסקים S_1 ו- S_2 .



שני המפסקים S_1 ו- S_2 סגורים (on) והנגדים מקוצרים.

א. באיזה תדר יזרום במקור זרם מזערי.

(3 נקודות)

ב. חשבו את הזרם המזערי במקור ואת המתח השורר על הקבל.

(3 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

שני המפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים (off).

ג. מהו התדר (ביחידות Hz) שבו למעגל יש אופי אוהמי טהור?

(5 נקודות)

ד. מהו הזרם שמספק המקור למעגל בתדר שחושב בסעיף ג'?

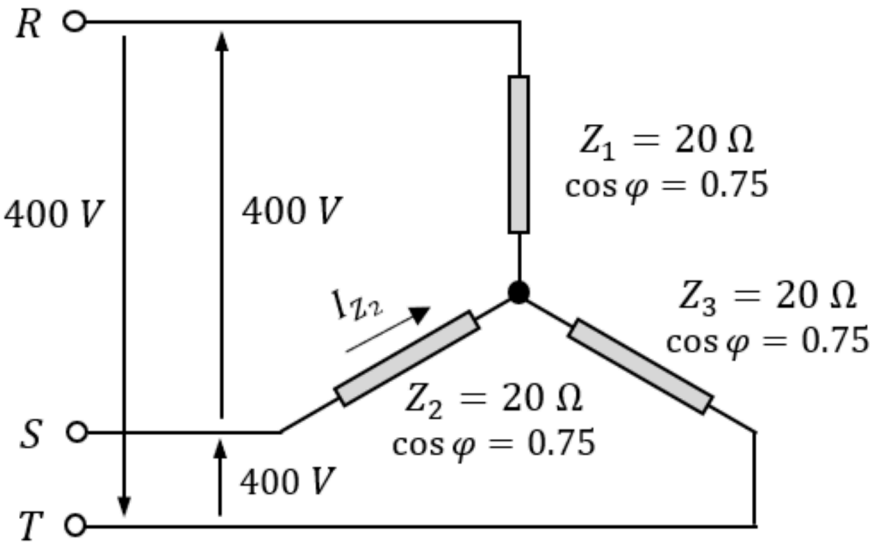
(5 נקודות)

ה. המפסק S_1 פתוח והמפסק S_2 סגור (רק R_2 מקוצר), חשבו את תדר התהודה הזוויתי של המעגל.

(4 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מוצג צרכן תלת מופעי המחובר בצורת כוכב, הבנוי משלוש עכבות שכל אחת מכילה נגד ומשרן.

הצרכן ניזון מרשת תלת מופעית המחוברת בצורת כוכב.



א. מהו גודל הזרם הקווי I_L ?

(5 נקודות)

ב. מהו ההספק הפעיל P המתפתח בצרכן?

(5 נקודות)

ג. חשבו וסרטטו את משולש ההספקים המתפתחים בצרכן.

(5 נקודות)

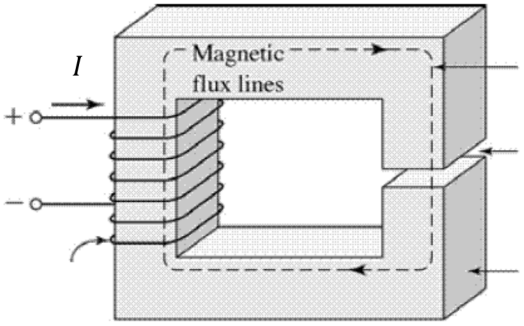
ד. מה יהיה ערכו של הזרם I_{Z_2} כאשר המופע של העכבה Z_1 ינותק?

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

6. באיור לשאלה 6 מוצגת ליבה מגנטית. על הליבה מלופף סליל בעל 125 ליפופים. אורך חריץ האוויר: $l_g = 2.1\,\text{mm}$

נתון: אורך המסלול המגנטי של הליבה הוא: $l_e = 30\,\text{cm}$. $I = 1.6\,\text{A}$. שטח חתך של הליבה הוא: $A = 9\,\text{cm}^2$.



א. מהו מיאון הליבה R_e ? ומהו מיאון חריץ האוויר R_g ? בפתרונכם, הניחו כי החלחלות של הליבה שואפת לאין-סוף, $\mu \to \infty$.

(5 נקודות)

ב. מהו השטף המגנטי ($Magnetic\ flux$) Φ_1 בליבה?

(5 נקודות)

ג. מהי ההשראות העצמית L_1 של הסליל?

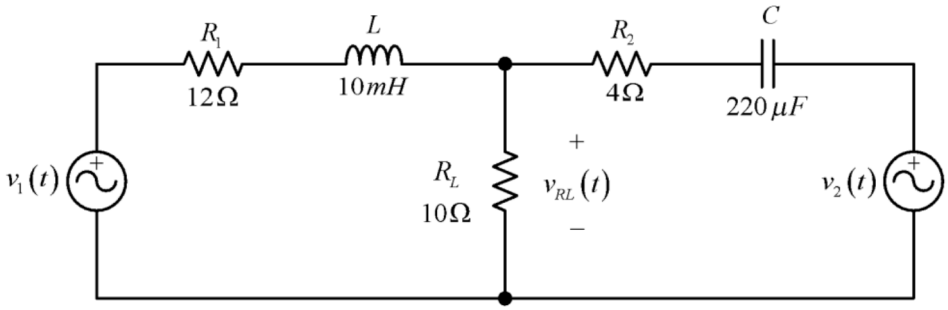
(5 נקודות)

ד. מהי ההשראות העצמית L_2 של הסליל כאשר החלחלות היחסית של הליבה היא $\mu_r = 250$?

(5 נקודות)

7. In the diagram for question 7, an electrical circuit is shown:

Given: $v_1(t) = 20 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(1000 \cdot t + 45°)\ V$,
$v_2(t) = 10 + 10 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(500 \cdot t - 75°)\ V$



א. Present an expression for the voltage across the resistor as a function of time $v_{R_L}(t)$.

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. Calculate the average value of the voltage $v_{R_L}(t)$.

(2 נקודות)

ג. Calculate the effective value of the voltage $v_{R_L}(t)$.

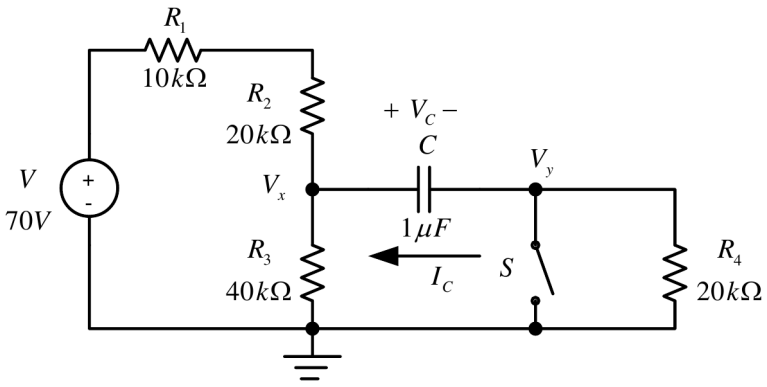
(8 נקודות)

ד. Calculate the average power dissipated in the load resistor R_L .

(2 נקודות)

8. **באיור לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי**

המפסק S סגור זמן רב וכל תופעות המעבר חלפו.



א. **חשבו את:**

(1) **המתח על הדקי הקבל.**

(2) **המתחים V_x ו- V_y ביחס לאדמה במצב המתמיד.**

(6 נקודות)

ב. **בתום כל תופעות המעבר המפסק S נפתח. חשבו את:**

(1) **הזרם הזורם דרך הקבל מיד עם פתיחת המפסק.**

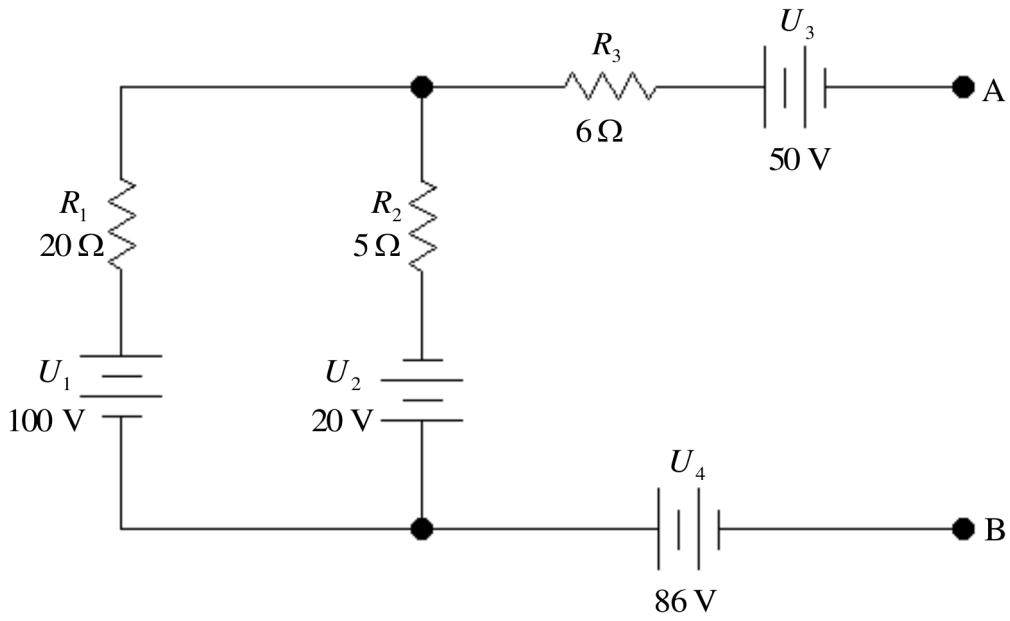
(2) **המתחים V_x ו- V_y ביחס לאדמה במצב המתמיד.**

(3) **המתח על הדקי הקבל במצב המתמיד.**

(14 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

9. באיור לשאלה 9 מוצג מעגל חשמלי בעל הדקים פתוחים A ו-B.



א. חשבו את הזרם במעגל וציינו את כיוונו.

(3 נקודות)

ב. חשבו את ערכי המעגל השקול בין ההדקים A-B לפי משפט תבנין (Thevenin).
סרטטו את המעגל השקול וציינו בו את ערכי הרכיבים.

(8 נקודות)

ג. חשבו את ערכי המעגל השקול בין ההדקים A-B לפי משפט נורטון (Norton).
סרטטו את המעגל השקול וציינו בו את ערכי הרכיבים.

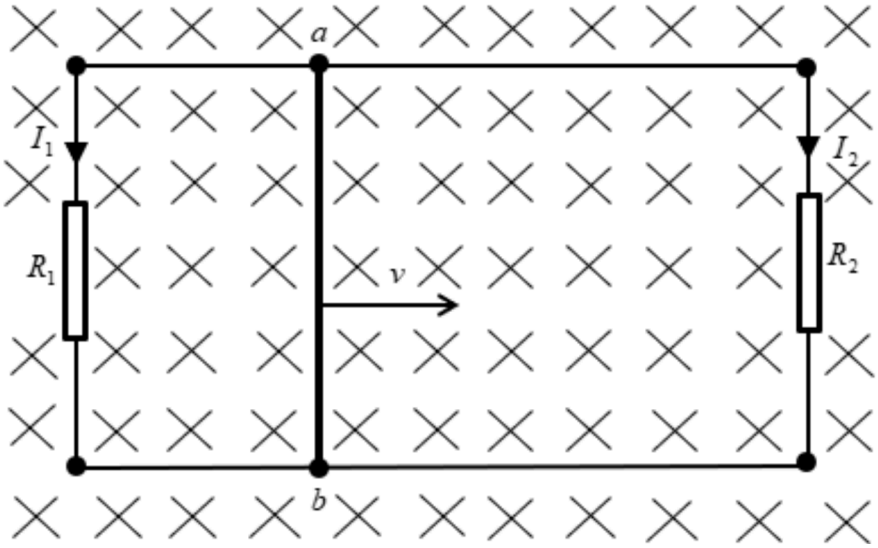
(3 נקודות)

ד. מה צריך להיות ערכו של נגד עומס שיחובר בין ההדקים כדי שיצרוך הספק מרבי מהרשת?
חשבו את ההספק המרבי המתפתח בעומס.

(6 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

10. באיור לשאלה 10 מוצג שדה מגנטי אחיד שעוצמתו $0.6\,\mathrm{T}$, מאונך למישור הדף וכיוונו פנימה.
מוט מוליך אידיאלי שאורכו $l_{ab}=0.2\,\mathrm{m}$ מאונך לשדה המגנטי, נוגע במסילה אופקית מוליכה חסרת התנגדות.
המוט נע במקביל למישור הדף במהירות קבועה v .
בקצה האחד של המסילה מחובר נגד שהתנגדותו $R_1=0.5\,\Omega$ ובקצה השני מחובר נגד שהתנגדותו $R_2=1\,\Omega$.
בנגד R_2 זורם זרם שערכו $I_2=10\,\mathrm{mA}$ וכיוונו מוצג באיור.
הערה: הניחו כיוון זרם מוסכם (תנועת מטענים חיוביים).



א. מהו ערך הכא"מ המושרה במוט?

(3 נקודות)

ב. מהי מהירות המוט, v ?

(5 נקודות)

ג. מה כיוון תנועת המוט במסילה, ימינה או שמאלה (לכיוון R_2 או לכיוון R_1)?
תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

(5 נקודות)

ד. כמה עבודה מושקעת בהנעת המוט במשך חמש שניות?

(7 נקודות)

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat