

תורת החשמל

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לבחינה

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון: 10 שאלות. יש לענות על 5 שאלות.

ומפתח הערכה: ערך כל שאלה 20 נקודות.

סה"כ: 100 נקודות.

ג. חומר עזר: מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).

מותר לשימוש: 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 ומחשבוני 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 המוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת

באמצעות מספר ויחידות.

8. כל מספר המוצג 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.

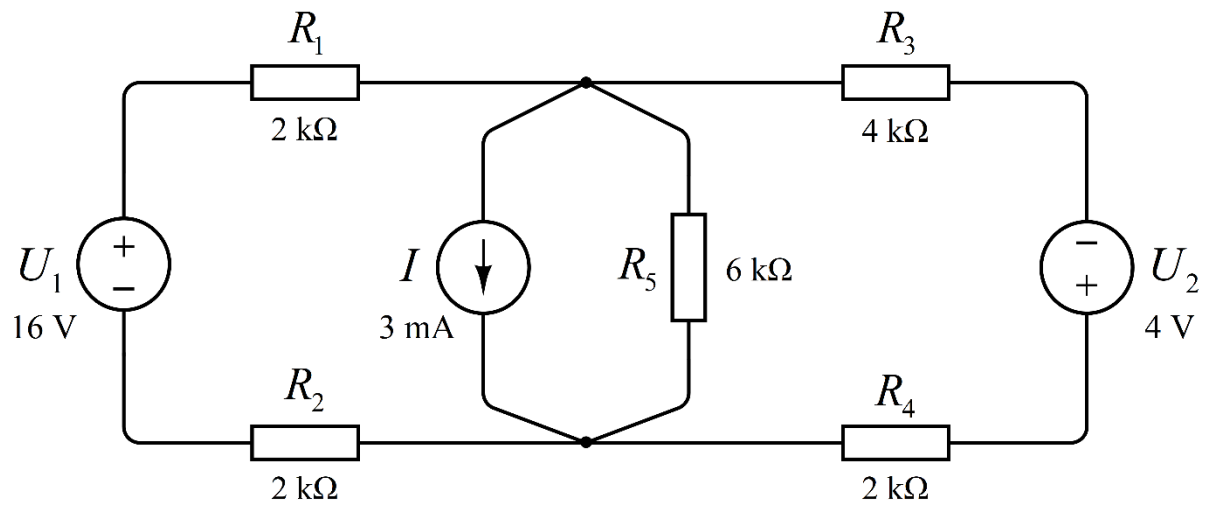
חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

בהצלחה.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי לזרם ישר.

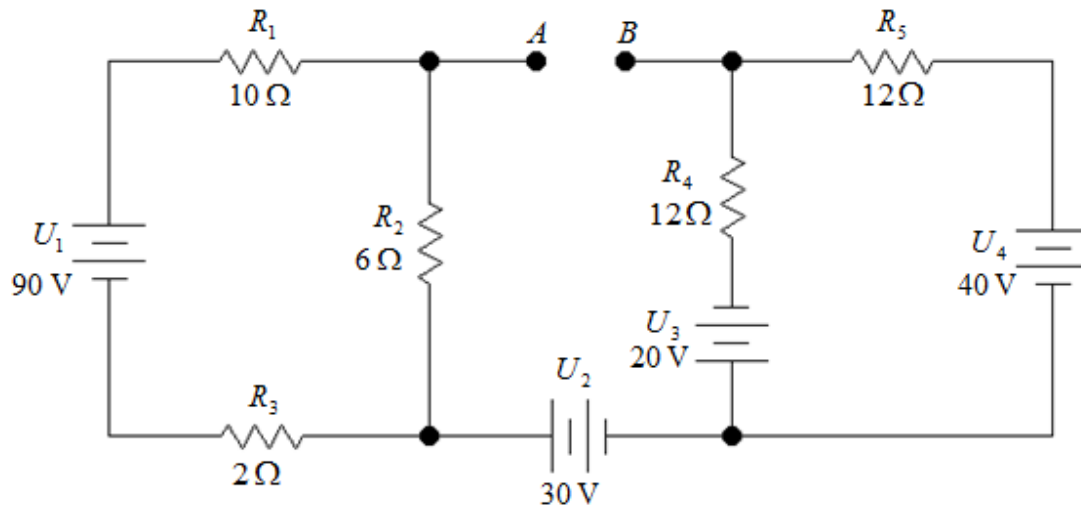


איור לשאלה 1

- א. (6 נק') מה גודל המתח בין קצותיו של מקור הזרם?
- ב. (7 נק') כמה הספק חשמלי מתפתח בכל אחד ממקורות האנרגיה?
- ג. (7 נק') הציגו את מאזן הספקים והראו כי ההספק הנצרך במעגל שווה להספק המסופק.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצגת רשת חשמלית:

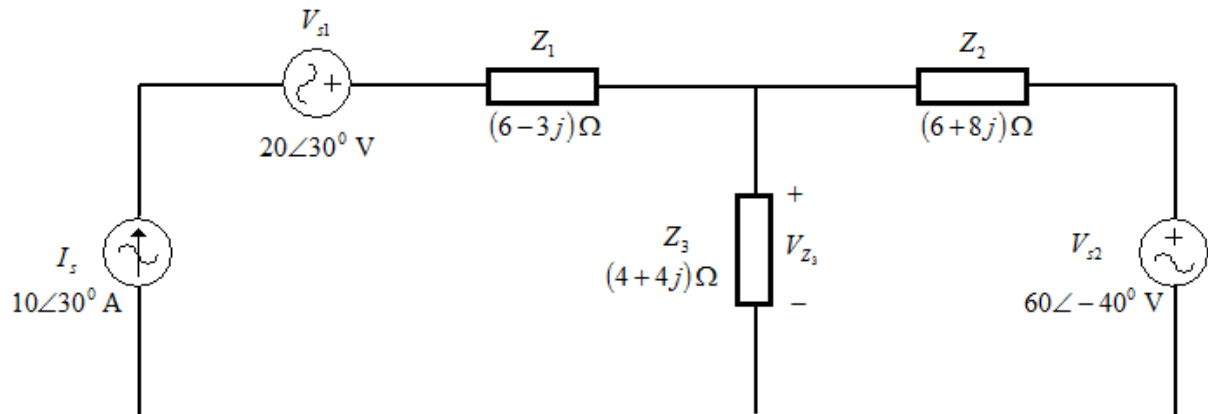


איור לשאלה 2

- א. (8 נק') חשבו את ערכי המעגל השקול בין ההדקים $A - B$ לפי משפט תבנין (Thevenin). סרטטו את המעגל השקול וציינו בו את ערכי הרכיבים.
- ב. (2 נק') חשבו את ערכי המעגל השקול בין ההדקים $A - B$ לפי משפט נורטון (Norton). סרטטו את המעגל השקול וציינו בו את ערכי הרכיבים.
- ג. (4 נק') מה צריך להיות ערכו של נגד עומס שיחובר בין ההדקים $A - B$ על מנת שיצרוך הספק מרבי מהרשת? חשבו את ההספק המרבי המתפתח בעומס.
- ד. (2 נק') מחברים בין ההדקים $A - B$ אמפרמטר לא אידיאלי שהתנגדותו R_A . הוריית מד הזרם 4A. מהי התנגדותו של האמפרמטר R_A ?
- ה. (4 נק') מחברים בין ההדקים $A - B$ מצבר שנתוניו: $E = 10\text{ V}$, $r = 2\ \Omega$ כאשר ההדק החיובי של המצבר מחובר להדק A של הרשת. חשבו את הזרם במצבר. האם המצבר נמצא במצב טעינה או במצב פריקה?

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מוצג מעגל חשמלי:

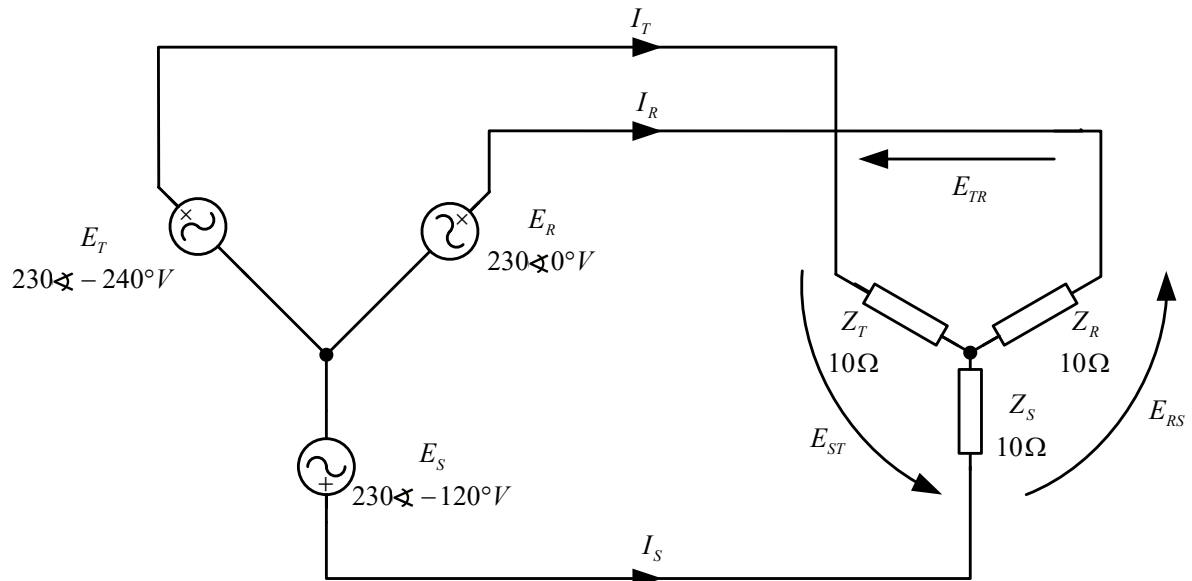


איור לשאלה 3

- א. (6 נק') מהו ערך המתח על העכבה Z_3 ? רשמו בהצגה פולארית (גודל וזווית).
- ב. (8 נק') מהו המתח בין הדקי מקור הזרם I_s ? רשמו בהצגה פולארית (גודל וזווית).
- ג. (6 נק') מהם ההספקים – הפעיל, ההיגבי והנדמה – המתפתחים במקור הזרם I_s ?

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצגת מערכת תלת פאזית:

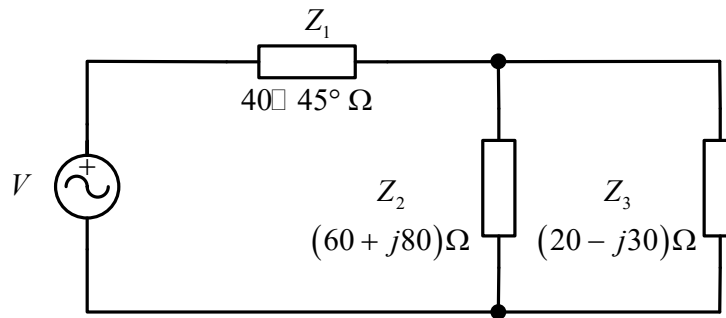


איור לשאלה 4

- (10 נק') חשבו את המתחים השלובים ואת הזרמים הפאזיים ורשמו אותם בהצגה פולארית (גודל וזווית).
- (4 נק') חשבו את ההספקים הפעיל, ההיגבי והנדמה, של המערכת.
- (6 נק') סרטטו דיאגרמה פולארית (פאזורית) של המתחים הפאזיים ושל המתחים השלובים.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 5

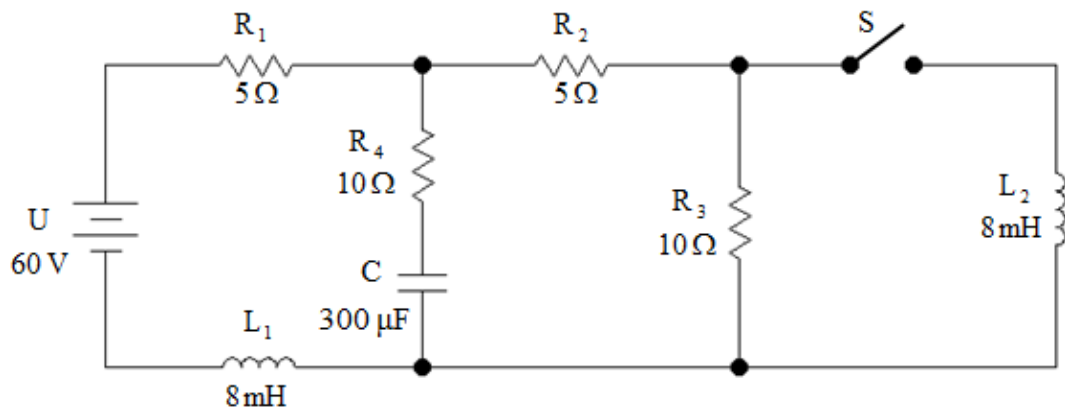
נתון שההספק הממשי (הפעיל) המתפזר בעכבה Z_2 הוא 240 W .

הניחו שזווית המופע של הזרם הזורם דרך Z_2 היא אפס.

- חשבו את הזרם הזורם דרך העכבה Z_2 ואת המתח בין ההדקים שלה. (5 נק')
- חשבו את מתח המקור. (5 נק')
- חשבו את ההספקים הפעיל, ההיגבי והנדמה המתפתחים במקור המתח. (5 נק')
- סרטטו את משולש הספקים וחשבו את גורם ההספק של המעגל. (5 נק')

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל חשמלי.



איור לשאלה 6

המתג S פתוח (מצב מופסק, off) וכל תופעות המעבר חלפו. בסליל L_2 לא אגורה אנרגיה.

- כמה אנרגיה אגורה בסליל L_1 ? (4 נק')
- כמה אנרגיה אגורה בקבל? (4 נק')
- כמה אנרגיה חשמלית (KWh) צורך המעגל במשך עשר שעות? (3 נק')

סוגרים את המתג S, מעבירים אותו למצב מחובר on :

- כמה אנרגיה אגורה בקבל ובכל אחד מהסלילים במצב המתמיד (בחלוף כל תופעות המעבר)? (6 נק')
- מחליפים את הנגד R_1 בקבל C_x וממתינים עד אשר כל תופעות המעבר תחלוףנה. מהו המתח על הקבל C_x ? נדרש להציג מעגל תמורה במצב המתמיד ולהציג את הפתרון. (3 נק')

שאלה 7

באיור א' לשאלה 7 מוצגת ליבה מגנטית עשויה משלושה סוגים שונים של ברזל בעלי חללויות יחסיות שונות. על הליבה מלופף סליל L בעל 800 כריכות. באיור ב' לשאלה 7 מוצגים שלושה עקומי המגנוט של שלושת סוגי הברזל מהם עשויה הליבה המגנטית. שני חלקי הליבה העליונים, A ו- B , זהים בצורתם ובגודלם.

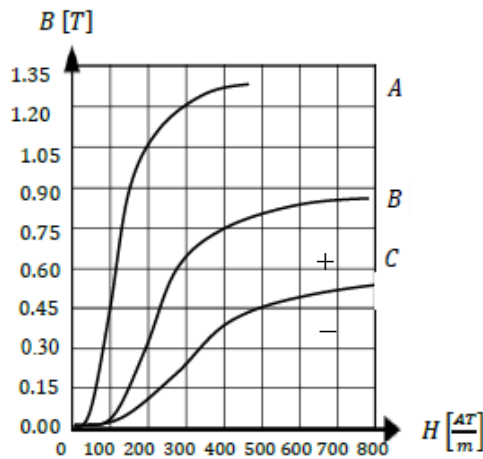
נתון: אורך הליבה החיצוני $l_a = 22 \text{ cm}$. אורך הליבה הפנימי $l_b = 18 \text{ cm}$.

רוחב הליבה הפנימי $l_c = 10 \text{ cm}$.

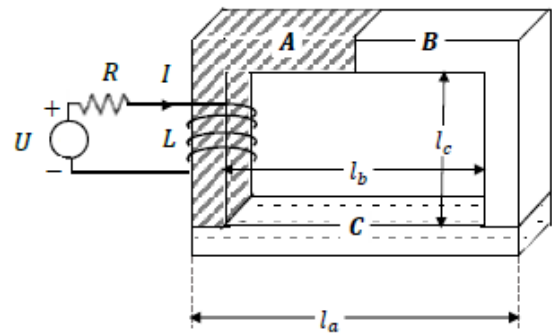
שטח חתך הליבה הוא ריבועי ואחיד בכל צלעותיה $A = x \cdot x \text{ [cm}^2\text{]}$.

עוצמת השדה המגנטי של חלק הליבה המסומן ב- A היא $H_A = 300 \left[\frac{\text{AT}}{\text{m}} \right]$.

וזו של חלק B היא $H_B = 400 \left[\frac{\text{AT}}{\text{m}} \right]$, וכן, $H_C = 500 \left[\frac{\text{AT}}{\text{m}} \right]$.



איור ב' לשאלה 7: עקומי המגנוט של חומרי הליבה



איור א' לשאלה 7: ליבה מגנטית

- (6 נק') מהן החללויות היחסיות μ_{rA} , μ_{rB} , μ_{rC} של כל אחת מסוגי הברזל A, B, C מהם עשויה הליבה?
- (8 נק') מהם המיאונים המגנטיים R_{mA} , R_{mB} , R_{mC} של חלקי הליבה A, B, C ? מהו המאון השקיל?
- (6 נק') מהו הזרם I בסליל?

Question 8

In the diagram for question 8, an electrical circuit is shown:

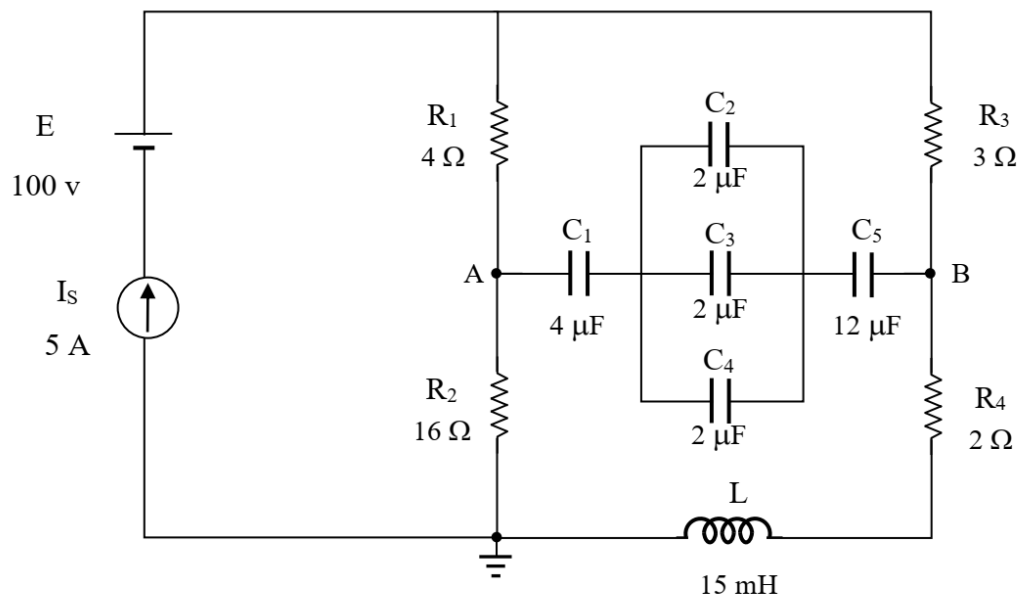
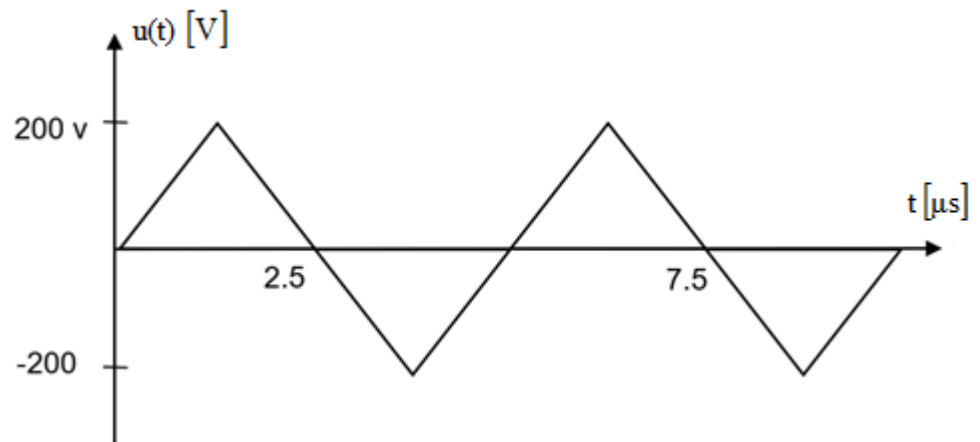


Diagram for question 8

- (8 points)** Calculate the energy stored in the coil and the voltage between the points A-B.
- (4 points)** What is the voltage on the current source and how much power is developed in it?
- (8 points)** Calculate the voltage on each capacitor and the charge stored in it.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצג אות מתח על נגד שערכו 500Ω .

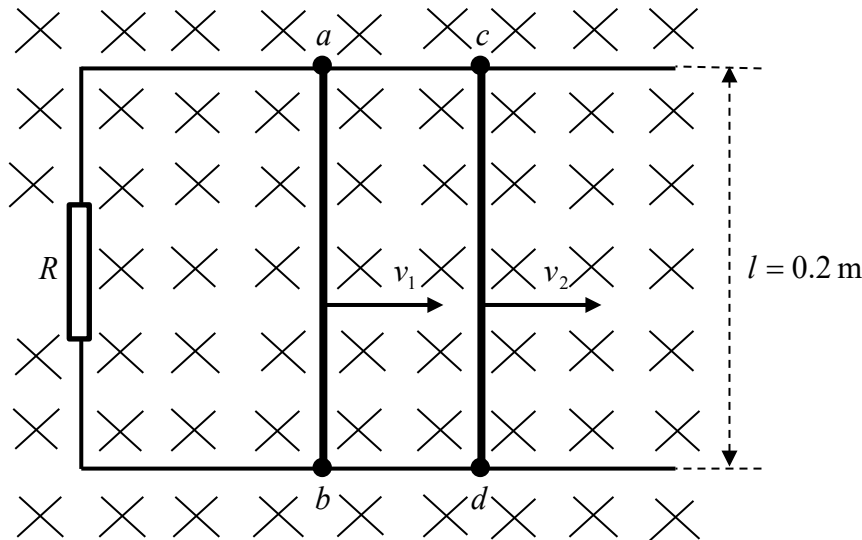


איור לשאלה 9

- א. (4 נק') מהו סוג האות? חשבו את תדירותו.
- ב. (4 נק') מהו המתח הממוצע בין הדקי הנגד, ומהו הזרם הממוצע הזורם דרכו?
- ג. (4 נק') מהו המתח היעיל RMS בין הדקי הנגד, ומהו הזרם היעיל הזורם דרכו?
- ד. (3 נק') מהו ההספק הממוצע המתפזר בנגד?
- ה. (5 נק') מוסיפים בטור למקור המתח המוצג באיור אות מתח DC בעוצמה של $50 V$. מהו ההספק המתפתח בנגד?

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מוצג שדה מגנטי אחיד שעוצמתו $B = 0.6 \text{ T}$, מאונך למישור הדף וכיוונו פנימה. במישור הדף ממוקמת מסילה אופקית מוליכה חסרת התנגדות שבסופה מחובר נגד שהתנגדותו $R = 0.4 \Omega$. שני מוטות מוליכים זהים שאורכם $l_{ab} = l_{cd} = 0.2 \text{ m}$ והתנגדותם $R_{ab} = R_{cd} = 0.5 \Omega$ נוגעים במסילה ונעים ימינה במהירות קבועה. המוט ab נע במהירות $v_1 = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ והמוט cd נע במהירות $v_2 = 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



איור לשאלה 10

הערה: הניחו כיוון זרם מוסכם (תנועת מטענים חיוביים).

- (6 נק') מהו ערך הכא"מ המושרה בכל מוט?
- (8 נק') מהי עוצמת הזרם הזורם בנגד?
- (6 נק') כמה עבודה מושקעת בהנעת שני המוטות ימינה במשך ארבע שניות?

בהצלחה!

כל הזכויות שמורות למה"ט ©