

מועד הבחינה :
אביב תשפ"ה – 2025 – מועד ב'
מספר השאלון : 90611, 92023, 93611,
90711, 93711
נספח : נוסחאון

_____	מספר מחברת :
_____	מספר ת"ז :

תורת החשמל

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לבחינה

- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון זה 8 שאלות. יש לענות על 5 שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות.
סה"כ: 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש :
 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).
 2. נוסחאון בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט : נוסחאון, שאין בו לא הערות או תוספות כלשהן, בין בכתב יד בין מודפסות.
אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבוניס 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.

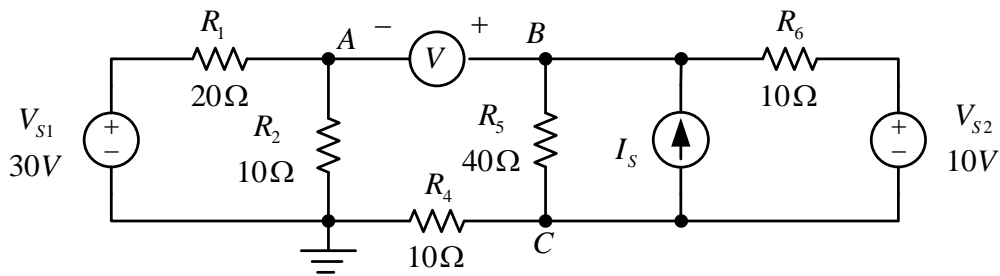
חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

בהצלחה!

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי.

בין הנקודות A ו-B מחובר מד מתח אידיאלי (שימו לב לקוטביות החיבור של מד המתח).



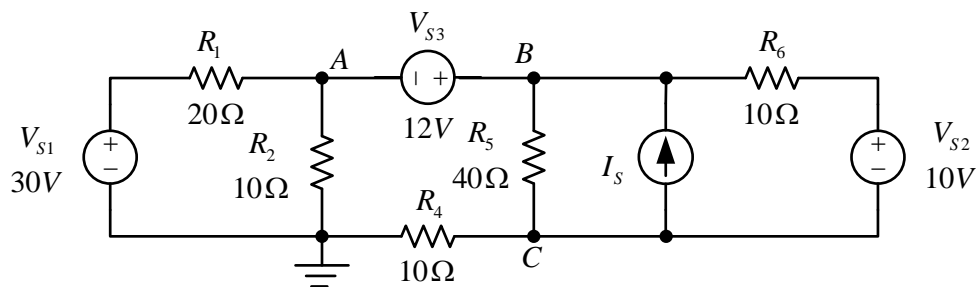
איור א' לשאלה 1

הוריית מד המתח $12V$.

3 נק' א. חשבו את המתח בצומת A ביחס לאדמה.

7 נק' ב. חשבו את ערך מקור הזרם I_S .

10 נק' ג. מנתקים את מד המתח ומחברים במקומו מקור מתח $V_{S3} = 12V$ כמוצג באיור ב' לשאלה 1:

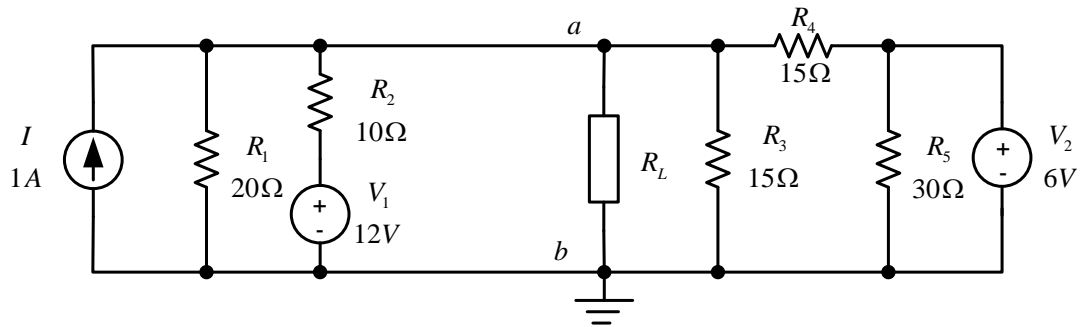


איור ב' לשאלה 1

חשבו את ההספק המתפתח בנגד R_5 .

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 2

- (10 נק') א. סרטטו את מעגל התמורה של נורטון עבור הנגד R_L המחובר בין הנקודות a ו- b .
- (6 נק') ב. מהם שני הערכים של העומס, הנגד R_L , שעבורם ההספק שיתפתח יהיה רבע מההספק המרבי?
- (4 נק') ג. מנתקים את הנגד R_L . חשבו את המתח הנמדד בין הנקודות a ו- b (V_{ab}).

שאלה 3

סוללה מורכבת מ-40 תאים זהים בחיבור מעורב.

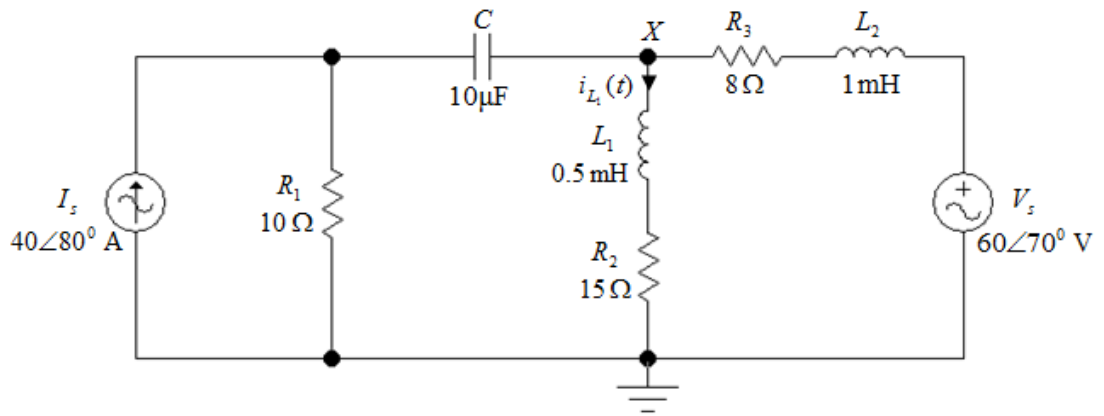
נתוני תא בודד: $Q = 0.25 \text{ Ah}$, $E = 1.2 \text{ V}$, $r = 0.1 \Omega$

נדרש להזרים זרם של 2 A דרך עומס $R_L = 5.75 \Omega$

- (10 נק') א. חשבו את מספר הענפים במקביל (m) ואת מספר התאים בכל טור (n) כדי שנגד העומס יפעל כנדרש.
- (2 נק') ב. בהנחה שהזרם דרך העומס קבוע. כמה זמן תספק הסוללה הספק לעומס עד שתתרוקן?
- (2 נק') ג. מהי נצילות הסוללה בתנאים המתוארים בשאלה?
- (6 נק') ד. בענף מסוים התקצרו כל הכא"מ ללא ההתנגדויות הפנימיות חשבו את הזרם הזורם דרך נגד העומס $R_L = 5.75 \Omega$ המחובר לסוללה.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 4

התדירות הזוויתית של המקורות שווה ל - $\omega = 10000 \text{ rad / sec}$

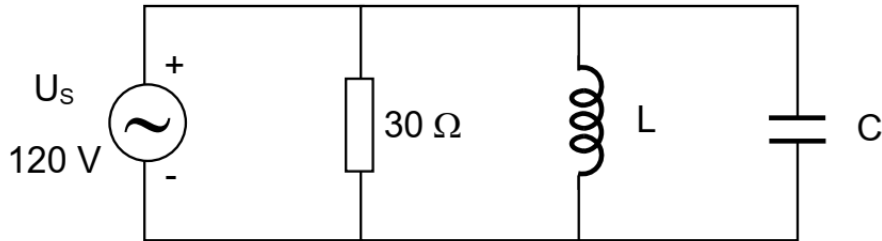
8 נק' א. מהו ערך המתח (גודל וזווית) בנקודה X ביחס לאדמה?

6 נק' ב. חשבו והציגו את אות הזרם הזורם בסליל L_1 בתלות בזמן, $i_{L_1}(t)$.

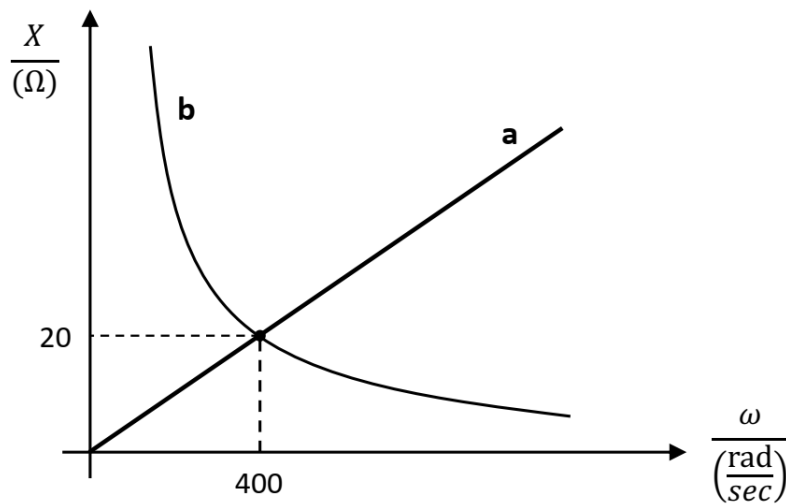
6 נק' ג. חשבו את ההספקים - הפעיל, ההיגבי והנדמה - המתפתחים במקור המתח V_s וסרטטו את משולש ההספקים עבורו.

שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי מקבילי. באיור ב' לשאלה 5 מוצגים שני אופיינים של היגבי הקבל והסליל כתלות בתדר הזוויתי.



איור א' לשאלה 5



איור ב' לשאלה 5

4 נק' א. התבוננו באיור ב'. איזה גרף (a או b) מתאים לקבל ואיזה גרף מתאים לסליל? יש לנמק ולרשום נוסחה מתאימה.

6 נק' ב. חשבו את ערך ההשראות L ואת ערך הקיבולת C.

4 נק' ג. חשבו את הזרם הזורם דרך מקור המתח ואת ההספק שמתפתח בו כאשר המעגל נמצא בתהודה.

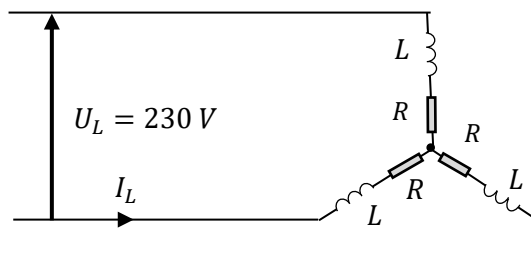
6 נק' ד. חשבו את הזרם הזורם בכל רכיב במעגל וסרטטו דיאגרמת מחוגים (פאזורים) של כל הזרמים במעגל.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצג עומס תלת מופעי בחיבור כוכב והניזון מרשת תלת מופעית בחיבור כוכב.

בעומס מתפתח הספק פעיל של: $P = 3.6 \text{ kW}$.

גורם ההספק של העומס: $P_{fs} = \cos \varphi = 0.55$. תדר הרשת: $f = 60 \text{ Hz}$.



איור לשאלה 6: עומס תלת מופעי בחיבור כוכב

א. (6 נק') מהו הגודל של הזרם I_L ?

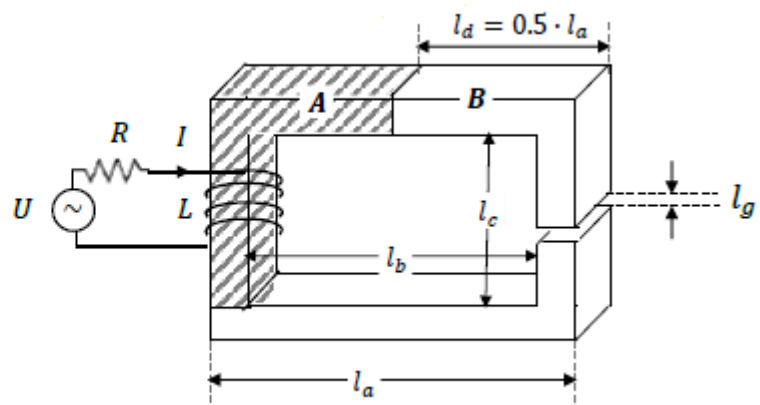
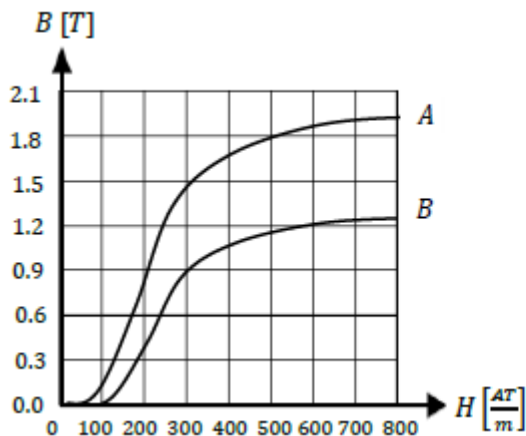
ב. (6 נק') מהו הגודל של העכבה בכל מופע של העומס Z_{PH} ?

ג. (8 נק') מהו ערך הנגד R ומהו ערך הסליל L ?

שאלה 7

באיור א' לשאלה 7 מוצגת ליבה מגנטית עשויה משני סוגים שונים של פלדה בעלי חלחלויות יחסיות שונות. על הליבה מלופף סליל L בעל 700 כריכות. באיור ב' לשאלה 7 מוצגים שני עקומי המגנוט של שני סוגי הפלדה מהם עשויה הליבה המגנטית. שטח חתך הליבה הוא ריבועי ואחיד בכל צלעותיה $A = x \cdot x$ [cm²]. עוצמת השדה המגנטי של חלק הליבה המסומן ב- A היא $H_A = 200$ [AT/m] וזו של חלק B היא $H_B = 300$ [AT/m]. נתון: אורך הליבה החיצוני $l_a = 24$ cm. אורך הליבה הפנימי $l_b = 20$ cm. רוחב הליבה הפנימי $l_c = 10$ cm. אורך חריץ האוויר $l_g = 3$ mm. צפיפות השטף המגנטי במעגל הטורי B .

הערה: בחישובכם, הזניחו את אורך חריץ האוויר יחסית לאורכי המסלולים המגנטיים בליבה.



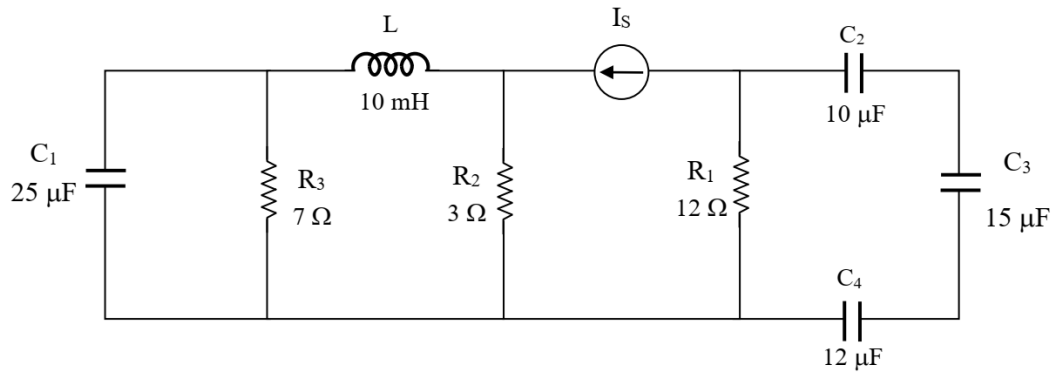
איור ב' לשאלה 7: עקומי המגנוט של חומרי הליבה

איור א' לשאלה 7: ליבה מגנטית

- א. (4 נק') מהן החלחלויות היחסיות μ_{rA} , μ_{rB} של כל אחת מסוגי הפלדה A, B מהם בנויה הליבה?
- ב. (8 נק') מהם המיאונים המגנטיים R_{mA} , R_{mB} של חלקי הליבה A, B ? מהו המאון השקיל?
- ג. (8 נק') מהו הזרם I הדרוש לשטף מגנטי של 0.5 mWb? הנח כי השטף המגנטי אחיד בכל חלקי הליבה.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי :



איור לשאלה 8

בסליל המחובר במעגל אגורה אנרגיה של $W_L = 11.25 \text{ mJ}$.

8 נק' א. חשבו את ערך מקור הזרם I_s .

8 נק' ב. חשבו את המתח על כל אחד מהקבלים ואת האנרגיה האגורה בכל אחד מהם.

4 נק' ג. מהו ההספק המתפתח במקור הזרם I_s ?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט