

---

# תורת החשמל – תומר אריאל

## רשימת נושאים

ייתכנו שינויים בחלוקת הנושאים במהדורה הקרובה שתצא לאור

### אלקטרוסטטיקה

#### מושגי יסוד

1. האטום
2. המטען החשמלי
- 2.1 הגדרת יחידת המטען

#### הכוח החשמלי

3. חוק קולון

#### השדה החשמלי

4. השדה החשמלי של מטען נקודתי

#### עבודה ואנרגיה

#### הפוטנציאל החשמלי

5. הפוטנציאל החשמלי של מטען נקודתי
6. המתח החשמלי
7. ההבדל בין פוטנציאל למתח
8. הקשר בין השדה החשמלי למתח החשמלי
9. השדה החשמלי בין שני לוחות כתלות במתח ובמרחק

#### אלקטרוסטטיקה - הרחבה

10. שטף חשמלי
  11. חוק גאוס
  12. השדה החשמלי בתוך מוליך טעון
  13. הפוטנציאל בתוך מוליך טעון
  14. השדה החשמלי של לוח אינסופי טעון
-

- 
15. השדה החשמלי בין שני לוחות אינסופיים טעונים
  16. השדה החשמלי של כדור טעון
  17. השדה החשמלי של תיל אינסופי טעון
  18. הארקה

## מתח זרם והתנגדות

### המתח החשמלי

### הזרם החשמלי

1. מוליכים ומבודדים
2. מהות הזרם החשמלי
3. עוצמת הזרם החשמלי
  - 3.1 כיוון הזרם החשמלי
  - 3.2 יחידות המדידה של המטען
4. מקור הזרם

### התנגדות

5. תלות ההתנגדות בתכונות החומר
6. תלות ההתנגדות בטמפרטורה
7. תלות ההתנגדות הסגולית בטמפרטורה
8. מוליכות חשמלית ומוליכות סגולית
9. הנגד
10. מעגל סגור והתנגדות הקו

### חוק אום

11. התנגדות ליניארית
-

---

## מעגלי זרם ישר

### חוקי קירכהוף

1. חוק הזרמים של קירכהוף - KCL
2. חוק המתחים של קירכהוף - KVL

### מעגלים טוריים

3. חיבור נגדים בטור
4. חישוב מתחים במעגל הטורי
5. המחשת הקשר בין מתח זרם והתנגדות במעגל טורי
6. כלל מחלק המתח לשתי התנגדויות המחוברות בטור

### מעגלים מקביליים

7. חיבור נגדים במקביל
8. חישוב זרמים במעגל המקבילי
9. המחשת הקשר בין מתח זרם והתנגדות במעגל המקבילי
10. כלל מחלק הזרם לשתי התנגדויות המחוברות במקביל
11. יתרונותיו של החיבור המקבילי

### מעגלים מעורבים

12. ההתנגדות השקולה של המעגל המעורב
13. נגד משתנה
14. שיטת הצמתים הזהים לסידור מעגל חשמלי
15. רכיב מקוצר
16. טיפים הנוגעים לניתוח מעגלים חשמליים

### חישוב המתח בין שתי נקודות

17. שיטת המסלולים לחישוב מתח בין שתי נקודות במעגל חשמלי
18. תוצאה חיובית ותוצאה שלילית

### מעגלים המכילים כמה מקורות אנרגיה

19. חיבור שאינו מצריך שיטות פתרון מיוחדות
  - 19.1 מקורות מתח המחוברים בטור
  - 19.2 מקורות זרם המחוברים במקביל
-

- 
- 19.3 מקור מתח ומקור זרם המחוברים בטור
- 19.4 מקור מתח ומקור זרם המחוברים במקביל
20. חיבור המצריך שיטות פתרון מיוחדות
21. חיבור לא תקני של מקורות
- 21.1 מקורות מתח שונים המחוברים במקביל
- 21.2 מקורות זרם שונים המחוברים בטור

## הספק ואנרגיה

### הספק

1. הגדרת ההספק
2. ההספק החשמלי
3. יחידות המדידה של ההספק
4. מאזן הספקים
5. מקורות מספקים ומקורות צורכים
  - 5.1 מקור מתח צרכן או ספק
  - 5.2 מקור זרם צרכן או ספק
- 5.3 שיטה נוספת לקביעת היותו של מקור ספק או צרכן
6. נצילות
7. הספק ממוצע והספק רגעי

### עבודה ואנרגיה

8. יחידות המדידה של האנרגיה
  9. חשבון החשמל
-

---

## מקורות אנרגיה

### מקור המתח

1. עיקרון הפעולה של מקור המתח
2. ההתנגדות הפנימית של מקור המתח
3. כא"מ ומתח ההדקים
4. האופיין של מקור מתח אידיאלי ומעשי
5. הקיבול של מקור המתח
6. מקור מתח משותק

### מקור הזרם

7. ההתנגדות הפנימית של מקור הזרם
8. האופיין של מקור זרם אידיאלי ומעשי
9. מקור זרם משותק

### תאים

10. חיבור תאים בטור
  - 10.1 המתח וההתנגדות השקולים של תאים המחוברים בטור
  - 10.2 הקיבול השקול של תאים המחוברים בטור
  11. חיבור תאים במקביל
  - 11.1 המתח וההתנגדות השקולים של תאים המחוברים במקביל
  - 11.2 הקיבול השקול של תאים המחוברים במקביל
  12. חיבור מעורב של תאים
-

---

## קבל וקיבול

### קיבול

1. מהות הקיבול
2. הגדרת הקיבול
3. קבל הלוחות
4. הקיבול של קבל הלוחות
5. טעינת קבל הלוחות
6. פריקת קבל הלוחות
7. ההספק של הקבל
8. האנרגיה האגורה בקבל
9. תלות הקיבול בתכונות החומר
- 9.1 שטח הלוחות והמרחק בין הלוחות
10. דיאלקטריים
11. מתח הפריצה של הקבל והחוזק הדיאלקטרי
12. השדה החשמלי והכוח החשמלי בין לוחות הקבל

### סוגי קבלים

13. קבל הלוחות
14. קבל גלילי
- 14.1 אופן חיבור קבל גלילי למעגל
15. קבל כדורי

### חיבור קבלים

16. חיבור קבלים בטור
  - 16.1 המטען של קבלים המחוברים בטור
  - 16.2 הקיבול השקול של קבלים המחוברים בטור
  17. חיבור קבלים במקביל
  - 17.1 המטען של קבלים המחוברים במקביל
  - 17.2 הקיבול השקול של קבלים המחוברים במקביל
  18. קבל שיש בו כמה סוגים של חומר דיאלקטרי
-

---

## הקשר בין מתח וזרם בקבל

19. זרם הקבל כתלות במתח שעליו

20. מתח הקבל כתלות בזרם דרכו

## מגנטיות

### השדה המגנטי

1. רקע כללי

2. כיצד נוצר שדה מגנטי?

3. צורת השדה המגנטי – ביאור כללי

4. כללים הנוגעים לתיאור השדה המגנטי במרחב

5. גודל השדה המגנטי – ביאור כללי

5.1 חוק ביו-סבר

5.2 חוק אמפר

6. השדה המגנטי של תיל אינסופי נושא זרם

6.1 השדה המגנטי בתוך התיל

6.2 השדה המגנטי על שפת התיל

6.3 כלל יד ימין

7. השדה המגנטי במרכז של כריכה מעגלית נושאת זרם

8. השדה המגנטי בתוך סולנואיד

8.1 כלל יד ימין לסולנואיד

9. השדה המגנטי בתוך טורואיד

10. השדה המגנטי של כדור הארץ

11. שטף מגנטי

### הכוח המגנטי

12. רקע כללי

13. הכוח הפועל על מטען הנע בשדה מגנטי

13.1 כלל יד שמאל

---

- 
14. הכוח הפועל על תיל נושא זרם הנמצא בשדה מגנטי
  15. הכוח המגנטי בין שני תילים מקבילים נושאי זרם
  16. המומנט על כריכה נושאת זרם, הנמצאת בשדה מגנטי

### **התכונות המגנטיות של החומר**

17. השפעת חומרים שונים על השדה המגנטי
18. מגנטים טבעיים
19. חלחלות מגנטית
20. עוצמת השדה המגנטי
21. עקום המגנט
22. החשל המגנטי

## **כא"מ מושרה והשראות**

### **כא"מ מושרה**

1. חוק פאראדיי
2. חוק לנץ
3. ניסויים הממחישים את חוק פאראדיי וחוק לנץ
4. הכללת מושג הכא"מ

### **השראות**

5. מהות ההשראות
  6. הגדרת ההשראות
  7. ההשראות העצמית של סליל
  8. השראות הדדית
  9. הקשר בין ההשראות ההדדית להשראות העצמית
  10. הכא"מ המושרה בסליל - סיכום
  11. הקבלה בין התנגדות קיבול והשראות
  12. התנגדות המשרן
  13. ההספק של המשרן
-



---

14. האנרגיה האגורה במשרן

### חיבור משרנים

15. חיבור משרנים שאין ביניהם צימוד מגנטי

15.1 חיבור משרנים בטור

15.2 חיבור משרנים במקביל

16. חיבור משרנים שיש ביניהם צימוד מגנטי

16.1 ההשראות השקולה של שני משרנים מצומדים

המחוברים בטור

16.2 ההשראות השקולה של שני משרנים מצומדים

המחוברים במקביל

16.3 חוק הנקודה למשרנים מצומדים

### הקשר בין מתח וזרם במשרן

17. מתח המשרן כתלות בזרם דרכו

18. זרם המשרן כתלות במתח שעליו

## קבלים וסלילים במעגלי זרם ישר

### מעגלי RC

1. טעינת קבל במעגל RC טורי

2. פריקת קבל במעגל RC טורי

3. ערכו הסופי של מתח הקבל במעגלי DC מורכבים

4. מעגלי RC המוזנים על ידי מקור זרם ישר

5. כלל מחלק המתח לקבלים המחוברים בטור

6. כלל מחלק המטען לקבלים המחוברים במקביל

7. קבוע הזמן במעגלי RC

7.1 קבוע הזמן במעגלי RC מורכבים

---

---

## מעגלי $RL$

8. עליית הזרם במעגל  $RL$  טורי
9. דעיכת הזרם במעגל  $RL$  טורי
10. ערכו הסופי של זרם הסליל במעגלי  $DC$  מורכבים
11. כלל מחלק המתח למשרנים המחוברים בטור
12. קבוע הזמן במעגלי  $RL$

## מעגלים הכוללים נגדים קבלים וסלילים

### מעגלים הכוללים קבלים בלבד

### התפלגות המטען בין קבלים שנותקו מהמקור

13. התפלגות המטען במקרה בו אחד מהקבלים היה טעון
14. התפלגות המטען במקרה בו שני הקבלים היו טעונים
15. פרדוקס שני הקבלים

### תופעות מעבר במעגלי $RC$

### תופעות מעבר במעגלי $RL$

### תגובת הקבל והסליל במעגלי $DC$ שונים

16. מעגלים שניתן להביאם לצורה של מעגלי  $RC$  ו- $RL$  טוריים בסיסיים
  17. מעגלים שלא ניתן להביאם לצורה של מעגלי  $RC$  ו- $RL$  טוריים בסיסיים
  18. קבל המחובר במקביל למקור מתח ישר
  19. סליל המחובר במקביל למקור מתח ישר
  20. קבל המחובר בטור למקור זרם ישר
  21. סליל המחובר בטור למקור זרם ישר
-

---

## אותות מחזוריים

### מאפיינים כלליים של אותות מחזוריים

1. זמן מחזור
2. תדר
3. ניסוח משוואת האות כתלות בזמן
  - 3.1 גל שן מסור
  - 3.2 גל משולש
  - 3.3 גל ריבועי
4. ערך רגעי
5. ערך שיא

### ערכים ממוצעים ויעילים

6. ערך ממוצע
    - 6.1 רקע
    - 6.2 ערך ממוצע של אות מחזורי
    - 6.3 הקשר בין מתח ממוצע וזרם ממוצע בנגד
    - 6.4 שימושים של הערך הממוצע
  7. ערך יעיל
    - 7.1 רקע
    - 7.2 ערך יעיל של אות מחזורי
    - 7.3 הקשר בין מתח יעיל וזרם יעיל בנגד
    - 7.4 שימושים של הערך היעיל
  8. חישוב ערך ממוצע וערך יעיל, כאשר מחזור האות בנוי מכמה קטעים
  9. ערכים ממוצעים ויעילים של אותות מורכבים
  10. גורם צורה
  11. ערכים ממוצעים ויעילים עבור אותות שאינם מחזוריים (הרחבה למתקדמים)
  12. מדוע מחשבים מטען דווקא בעזרת הערך הממוצע (הרחבה למתקדמים)
-

---

13. מדוע מחשבים הספק ממוצע דווקא בעזרת הערך היעיל (הרחבה למתקדמים)

14. זרם ומטען, אנרגיה והספק (הרחבה למתקדמים)

### **מאפיינים של אותות סינוסואידליים**

15. רקע

16. תדירות זוויתית

17. תנופה, ערך שיא, וערך שיא לשיא

18. זווית המופע והפרש מופע

18.1 זווית המופע

18.2 קביעת זווית המופע לפי הערך המינימלי

18.3 חישוב זווית המופע

18.4 הפרש מופע

19. הייצוג המתמטי של אותות סינוסואידליים

19.1 משוואת אות הסינוס כתלות בזמן

19.2 משוואת אות הסינוס כתלות בזווית (למתקדמים)

20. ערך רגעי של אות הסינוס

21. ערך ממוצע וערך יעיל של אות הסינוס

### **אותות סינוסואידליים מיוחדים**

22. רקע

23. אות סינוסואידלי מיושר חצי גל

24. אות סינוסואידלי מיושר גל שלם

25. אותות סינוסואידליים עם רמת DC

---

---

## יסודות מעגלי זרם חילופין

### מתח וזרם סינוסואידליים

1. הפקת מתח חילופין
2. הצורך בפיתוח משוואה מפורטת יותר
3. ביטוי זווית המופע של האות במשוואת האות
4. ביטוי תדירות האות במשוואת האות
5. הייצוג המתמטי המלא של אותות סינוסואידליים
6. הפרש מופע
7. ייצוג אות הסינוס על ידי פונקציית קוסינוס
8. ייצוג מלא של אות הסינוס באמצעות פאזור
9. ייצוג חלקי של אות הסינוס באמצעות פאזור

### מספרים מרוכבים

10. מבוא
  11. המישור המרוכב
  12. הצגה קרטזית והצגה פולארית של המספר המרוכב
    - 12.1 הצגה קרטזית של מספר מרוכב
    - 12.2 הצגה פולארית של מספר מרוכב
  13. המספר המדומה  $j$
  14. מעבר מהצגה קרטזית להצגה פולארית ולהיפך
  15. צמוד של מספר מרוכב
  16. ערך מוחלט של מספר מרוכב
  17. פעולות חשבוניות במספרים מרוכבים
    - 17.1 חיבור וחסור בהצגה קרטזית
    - 17.2 כפל בהצגה קרטזית
    - 17.3 חילוק בהצגה קרטזית
    - 17.4 כפל וחילוק בהצגה פולארית
  18. שוויון בין מספרים מרוכבים
-

- 
19. חיבור גראפי של פאזורים
  20. הייצוגים השונים של אות הסינוס – סיכום
  - נגד משרן וקבל, במעגלי זרם חילופין**
  21. הפרשי המופע בין המתח לזרם, בנגד משרן וקבל
  22. היגב
  23. עכבה
  24. חוק אוס המורחב
  25. מקור זרם חילופין בעל תדירות אפס

## מעגלי זרם חילופין

### מבוא למעגלי זרם חילופין

### מעגלי זרם חילופין טוריים

1. חיבור עכבות בטור
2. חישוב הזרם והמתחים במעגל AC טורי
3. כלל מחלק המתח לשתי עכבות המחוברות בטור
4. זווית המופע של המעגל
5. אופי המעגל
6. ההצגה הגראפית של העכבות במעגל AC טורי
7. ההצגה הגראפית של המתחים במעגל AC טורי
8. דיאגרמות העכבות והמתחים לעכבות מרוכבות
9. מצב מעבר ומצב מתמיד במעגלי זרם חילופין

### מעגלי זרם חילופין מקביליים

10. חיבור עכבות במקביל
  11. חישוב הזרמים במעגל AC מקבילי
  12. כלל מחלק הזרם לשתי עכבות המחוברות במקביל
  13. ההצגה הגראפית של הזרמים במעגל AC מקבילי
  14. מוליכות, מניחות ומתירות
-

- 
- 14.1 זווית המופע של המתירות
- 14.2 אופי המתירות
- 14.3 חיבור מתירויות
- 14.4 הקשר בין הביטויים האלגבריים של העכבה והמתירות, לבין ייצוגם כרכיבים במעגל חשמלי
15. ההצגה הגראפית של מתירויות במעגל AC מקבילי
16. המרת עכבה טורי-מקבילי
- מעגלי זרם חילופין מעורבים**
17. סימון כיווני מתחים וזרמים במעגלי זרם חילופין
18. תוצאות שונות של הזוויות במעגלי זרם חילופין
19. מעגלי זרם חילופין הכוללים כמה מקורות אנרגיה
20. חישוב המתח בין שתי נקודות במעגלי זרם חילופין
21. קיבול והשראות שקולים במעגלי זרם חילופין
- 22.

## הספק ואנרגיה במעגלי זרם חילופין

### הספקים במעגלי זרם חילופין

1. סוגי ההספקים במעגלי זרם חילופין
  2. משולש ההספקים
  3. אופן חישוב ההספקים במעגלי זרם חילופין
    - 3.1 דרך א' – בעזרת ההספק המרוכב S
    - 3.2 דרך ב' – בעזרת משוואות ההספק המוכרות
    - 3.3 דרך ג' – בעזרת זווית המופע של המעגל
    - 3.4 דרך ד' – בעזרת משולש ההספקים
  4. נצילות במעגלי זרם חילופין
  5. מקדם ההספק
    - 5.1 חשיבותו של מקדם ההספק
-

- 
- 5.2 שיפור מקדם ההספק
6. הקשר בין הספקי הרכיבים השונים לבין ההספקים הכלליים של המעגל, במעגלי זרם חילופין
7. מאזן הספקים במעגלי זרם חילופין
8. ספק וצרכן במעגלי זרם חילופין
- 8.1 מבוא ורקע
- 8.2 אופן קביעת מקור כספק או צרכן במעגלי AC
- 8.3 מאזן הספקים עבור מעגלים הכוללים יותר ממקור אחד
- אנרגיה במעגלי זרם חילופין**
9. האנרגיה בנגד
10. האנרגיה בסליל ובקבל

## מעגלי תהודה

### מהות מושג התהודה

1. התדר העצמי של מערכת
2. תהודה
3. תהודה חשמלית

### תהודה במעגל טורי

4. התנאי לתהודה במעגל טורי
  5. תדר התהודה במעגל טורי
  6. עכבה וזרם כתלות בתדר, במעגל טורי
  7. מתחי הרכיבים במעגל תהודה טורי
  8. זווית מופע והיגבים כתלות בתדר, במעגל טורי
  9. גורם האיכות במעגל תהודה טורי
  10. רוחב הסרט ותדרי מחצית ההספק במעגל טורי
  - 10.1 הקשר בין גורם האיכות ורוחב הסרט
  - 10.2 הקשר בין תדר התהודה ותדרי מחצית ההספק
-



---

### **תהודה במעגל מקבילי אידיאלי**

11. התנאי לתהודה במעגל מקבילי אידיאלי
12. תדר התהודה במעגל מקבילי אידיאלי
13. עכבה וזרם כתלות בתדר, במעגל מקבילי אידיאלי
14. זרמי הרכיבים במעגל תהודה מקבילי אידיאלי
15. זווית מופע ומתירויות כתלות בתדר, במעגל מקבילי
16. גורם האיכות במעגל תהודה מקבילי אידיאלי
17. רוחב הסרט ותדרי מחצית ההספק במעגל מקבילי אידיאלי

### **תהודה במעגל מקבילי מעשי**

18. התנאי לתהודה במעגל מקבילי מעשי
19. תדר התהודה במעגל מקבילי מעשי
20. תהודה במעגל מקבילי מעשי, בעל קבל אידיאלי
21. עכבה וזרם כתלות בתדר, במעגל מקבילי מעשי

### **תהודה טורית ומקבילית במעגלים מורכבים**

22. מעגלים הכוללים מספר רב של רכיבים
23. תהודה טורית ומקבילית בתוך מעגל מעורב
24. תהודה מקבילית בענפים מורכבים

### **תהודה במעגל מעורב**

---

## **שיטות לפתרון מעגלים**

### **המרת מקורות**

1. מבוא להמרת מקורות
2. אופן המרת המקורות
3. המרת מקורות במעגלי AC

### **זרמי החוגים**

4. מבוא לשיטת זרמי החוגים
  5. גדר חוג
  6. שלבי שיטת זרמי החוגים
-

- 
- 6.1 שלב ראשון – הגדרה וסימון של זרמי החוגים
  - 6.2 שלב שני – ניסוח משוואות החוגים ופתרון
  - 6.3 שלב שלישי – פתרון המעגל בעזרת התוצאות שקיבלנו
  7. זרמי חוגים עבור שאלות בהן יש זרם אחד נתון
  8. זרמי חוגים למעגל עם מקור זרם
  9. צורות שימוש נוספות של שיטת זרמי החוגים
  10. זרמי חוגים במעגלי AC

### **מתחי הצמתים**

11. מבוא לשיטת מתחי הצמתים
12. גדר צומת
13. שלבי שיטת מתחי הצמתים
- 13.1 שלב ראשון – זיהוי הצמתים במעגל, וקביעת אחד מהם כצומת ייחוס (אדמה)
- 13.2 שלב שני – ניסוח משוואות זרמים לכל הצמתים מלבד לצומת הייחוס, ופתרון
- 13.3 שלב שלישי – פתרון המעגל בעזרת תוצאות מתחי הצמתים שקיבלנו
14. מתחי צמתים למעגל עם מקור זרם
15. מתחי צמתים למעגל עם מקור מתח אידיאלי
- 15.1 מעגלים בהם מקור המתח האידיאלי מגלה לנו מתח צומת
- 15.2 מעגלים בהם מקור המתח האידיאלי אינו מגלה לנו מתח צומת (שיטת סופר צומת)
16. מתחי צמתים עם שימוש בצמתים עודפים
17. מתחי צמתים במעגלי AC

### **משפט מילמן**

18. מבוא למשפט מילמן
  19. ביאור משפט מילמן
-

---

## משפטי רשת

### משפט ההרכבה – סופרפוזיציה

1. מבוא והסבר למשפט ההרכבה/סופרפוזיציה
2. משפט ההרכבה במעגלי DC
3. משפט ההרכבה במעגלי AC
4. משפט ההרכבה במעגלים עם מקורות מסוגים שונים

### משפט תבנין

5. מבוא והסבר למשפט תבנין
6. אופן החישוב של מעגל תבנין
  - 6.1 חישוב מתח תבנין
  - 6.2 חישוב התנגדות תבנין
7. משפט תבנין במעגלי DC
8. משפט תבנין במעגלי AC

### משפט נורטון

9. מבוא והסבר למשפט נורטון
10. אופן החישוב של מעגל נורטון
  - 10.1 דרך א' – בעזרת משפט נורטון
  - 10.2 דרך ב' – בעזרת משפט תבנין
11. משפט נורטון במעגלי DC
12. משפט נורטון במעגלי AC

### משפט העברת הספק מקסימלי

13. משפט העברת הספק מקסימלי במעגלי DC
    - 13.1 האופן שבו חל משפט העברת הספק מקסימלי
    - 13.2 נצילות המעגל כתלות בהתנגדות העומס
  14. הקשר בין משפט העברת הספק מקסימלי ומשפט תבנין
  15. משפט העברת הספק מקסימלי במעגלי AC
    - 15.1 מקרה 1 – העומס הוא עכבה מרוכבת
-

---

15.2 מקרה 2 – העומס הוא בעל אופי התנגדותי טהור

### **המרת כוכב-משולש**

16. מבוא ורקע
17. אופן ההמרה מכוכב למשולש, וממשולש לכוכב
18. האם היכן שיש כוכב יש גם משולש?

## מעגלים מגנטיים

### **מבוא כללי**

### **המעגל המגנטי**

1. השדה המגנטי של סליל המלופף סביב ליבה
  2. כוח מגנטו מניע (כמ"מ)
  3. מיאון מגנטי
  4. חוק אום המגנטי
  5. ההשראות העצמית של סליל המלופף סביב ליבה
  6. חישוב האורך ושטח החתך של הליבה
  - חוק המתחים וחוק הזרמים למעגלים מגנטיים**
  7. חוק המתחים למעגלים מגנטיים
  8. חוק הזרמים למעגלים מגנטיים
  - מעגלים מגנטיים טוריים מקביליים ומעורבים**
  9. שרטוט המעגל המגנטי בצורה של מעגל חשמלי
  10. מעגלים מגנטיים טוריים
  - 10.1 המיאון השקול של מעגל מגנטי טורי
  11. מעגלים מגנטיים מקביליים
  - 11.1 מפל המתח המגנטי על עמודים מקביליים
  - 11.2 המיאון השקול של ענפים מקביליים
  12. מעגלים מגנטיים מעורבים
  13. השפעת חריץ האוויר על המעגל המגנטי
-

---

## המעגל החשמלי המזין את המעגל המגנטי

14. מעגל מגנטי המוזן על ידי מעגל זרם ישר DC
15. מעגל מגנטי המוזן על ידי מעגל זרם חילופין AC
16. מעגל מגנטי המוזן על ידי מקור זרם משתנה בזמן
17. מעגל מגנטי המוזן על ידי מעגל זרם ישר DC, ללא נגד R

## כא"מ מושרה

### האלקטרומגנט וכוח המשיכה שלו

### מעגלים מגנטיים עם יותר מסליל אחד

18. המיאון של מעגל מגנטי עם כמה סלילים
19. השטף של מעגל מגנטי עם כמה סלילים
20. הכמ"מ של מעגל מגנטי עם כמה סלילים
21. ההשראות העצמית של מעגל מגנטי עם כמה סלילים
22. ההשראות ההדדית של מעגל מגנטי עם כמה סלילים
23. ההשראות השקולה של שני סלילים מצומדים
24. הכא"מ המושרה בסלילים במעגל מגנטי הכולל כמה סלילים

## השנאי

### זרמי מערבולת

---