

פרופ' יהודה ייבין ד"ר ניר שביב
מכון רקח לפיזיקה
טלפון פנימי: 84521 85807

מבחן מועד א' בחשמל וגלים לתלמידי ביולוגיה (77304) (תשס"ד).

- המבחן מחולק לשני חלקים. בחלק א' יש לענות על 2 מתוך 3 שאלות (60 נק').
בחלק ב' יש לענות על 8 מתוך 12 השאלות (40 נק').
- משך המבחן 2.5 שעות ומותר להשתמש בשני דפי נוסחאות (4 עמודים) ומחשבוני. בהצלחה!

חלק א'

יש לענות על שתים מתוך שלוש השאלות. ערכם של הסעיפים מופיע בצד.

שאלה מס' 1

אנו דנים בשני מטענים נקודתיים חיוביים, Q_1 ו- Q_2 ($Q_2 = \beta Q_1 > Q_1$), שהמרחק ביניהם הוא a.

א. (6 נק') מה הכוח שמפעיל כל מטען על משנהו?

ב. (6 נק') מה עוצמת השדה החשמלי, ומה כיוונו, במרכז הציר המחבר את שני המטענים?

ג. (6 נק') מהי הנקודה שבה השדה החשמלי מתאפס?

(רמז/תזכורת: פתרונות המשוואה הריבועית $ax^2 + 2bx + c = 0$ הם $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - ac}}{a}$)

ד. (3 נק') מה עוצמת השדה בנקודה הנמצאת על הציר במרחק a מהמטען Q_2 ובמרחק $2a$

מהמטען Q_1 ?

ה. (3 נק') בנקודה זאת (שקבעת בסעיף ד') מניחים כדורון שהמסה שלו m, והנושא מטען שלילי

q. מה התאוצה של הכדורון ברגע שמשחררים אותו והוא חופשי לנוע בשדה שמשאירים

שני המטענים הקבועים במקומם?

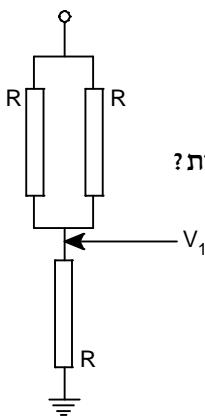
ו. (6 נק') הערכים המספריים של הנתונים בחמשת הסעיפים הראשונים הם:--

$$Q_1 = 6.3 \times 10^{-6} \text{ coul}, \quad \beta = 1.21, \quad a = 6.3 \text{ cm}, \quad m = 1 \text{ g}, \quad q = 9.6 \times 10^{-7} \text{ coul}.$$

מה ערכי חמש התשובות המבוקשות? יש לציין את היחידות לכל תשובה מספרית.

שאלה מס' 2

נתונה רשת הנגדים המתוארת בתרשים. שלושת הנגדים שווים וההתנגדות R של כל אחד מהם היא 20 קילו-אום. המתח V על-פני הרשת כולה הוא 30 וולט.



א. (6 נק') מהי ההתנגדות הכוללת של המערכת?

ב. (6 נק') ומה הזרם הכולל דרכה?

ג. (6 נק') מהו המתח V_1 , לאמור המתח בנקודה כלשהי בין שתי חוליות הרשת?

את אחד הנגדים בחוליית הנגדים המקבילים מחליפים בנגד שהתנגדותו R'

התוצאה היא שהמתח V_1 יורד, וערכו עכשיו $16\frac{2}{3}$ וולט.

ד. (4 נק') מהו כעת הזרם הכולל במערכת?

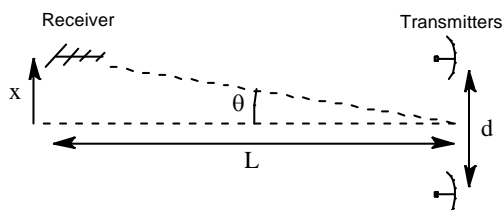
ה. (4 נק') ומה המתח על-פני חוליית שני הנגדים המקבילים?

ו. (2 נק') מהי ההתנגדות R' ?

שאלה מס' 3

6 נק') נתונות שתי אנטנות המשדרות גלי רדיו (קרינה א"מ) בתדירות של 100MHz. מרחקן זו מזו

הוא d ואילו במרחק L ישנו מקלט. מקלט זה נמצא במרחק x מהציר הניצב לקו האנטנות כמתואר



בציור. הניחו כי מהירות האור $3 \cdot 10^8$ מטר לשניה

וש- $d \ll L$ (בכל הסעיפים).

א. מה ה- x הקטן ביותר, בערך אבסולוטי, בו

תופיע ההתאבכות ההורסת הראשונה?

(דהיינו, שלא יקלט דבר).

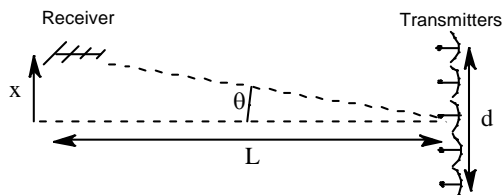
ב. (6 נק') אם משנים את תדר השידור של מקלט אחד (רק לסעיף זה!) ל-100.5 MHz, תארו את

הסיגנל שיקלט במקלט הנמצא ב- $x=0$.

ג. (6 נק') משנים את פאזת המשדר התחתון כך שזה ישדר באיחור פאזה של 90° יחסית למשדר

העליון. מהו ה- x החיובי הקטן ביותר בו תופיע התאבכות הורסת? מהו ה- x השלילי הגדול

ביותר (קטן ביותר בערך אבסולוטי) בו תופיע התאבכות בונה?



ד. (6 נק') משנים את המערכת מסעיף א' בכך

שממלאים את המרחק בין האנטנה העליונה

לתחתונה ב- $N \gg 1$ אנטנות משדרות. היכן

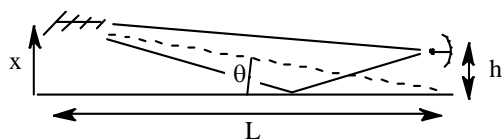
תופיע כעת ההתאבכות הראשונה ב- x ?

ה. (6 נק') במקום שתי אנטנות, שמים אנטנה משדרת אחת בגובה h מעל משטח מחזיר גלים (כגון

הים). באיזה גובה יתקבל המינימום הראשון

(אחרי $x=0$). יש להניח כי $x, h \ll L$ וכן שפאזת

הגל משתנה ב- 180° בעת ההחזרה מהמשטח.

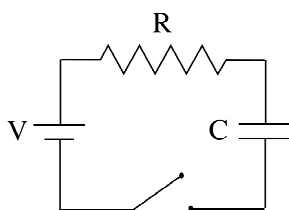


מספר זהות: _____

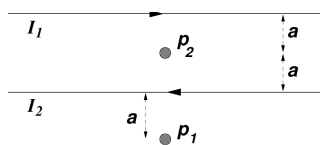
חלק ב'

יש לרשום תשובה סופית במשבצות הנתונות (או להקיף תשובה נכונה אם השאלה "אמריקאית"). ניתן לרשום תשובה מלאה גם במחברת ולקבל ניקוד חלקי במידה והתשובה הסופית שגויה. יש לענות על 8 מתוך 12 השאלות. ערכה של כל שאלה 5 נקודות.

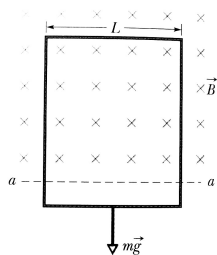
1. נתונים N קבלים זהים. יחס הקיבולת בין המעגל בו הקבלים מחוברים במקביל לבין מעגל בו הקבלים מחוברים בטור הוא 100. למה שווה N ? באיזה מעגל הקיבולת גבוהה יותר? ערכו של N : _____ המעגל עם C השקול הגבוה: _____



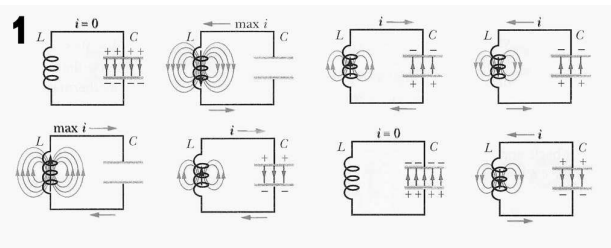
2. ב- $t < 0$ המעגל המתואר בצירוף פתוח והקבל מרוקן. ב- $t=0$ נסגר המעגל. תוך כמה זמן תגיעה כמות המטען על-פני הקבל לכדי מאית מערכה ב- $t \rightarrow \infty$? תשובה: _____



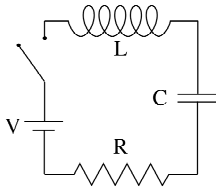
3. נתונה מערכת כבצירוף. התיל התחתון נושא זרם של $I_2=8A$. התיל העליון נושא זרם בכיוון ההפוך. כמו כן, נתון שהשדה המגנטי מתאפס בנקודה P_1 . מהו הזרם בתיל העליון? תשובה: _____



4. לולאה מוליכה ברוחב L , ובהתנגדות R ומסה m נופלת נפילה בשדה מגנטי אחיד, הקיים רק מעל לקו נתון. במהלך נפילתה הלולאה מאיצה ומגיעה למהירות סופית v . ללא התנגדות אוויר, למה שווה מהירות זו? תשובה: _____ כיוון: _____



5. סדרו את מצבי המעגל לפי הסדר הכרונולוגי המתאים. (רשמו 2 עד 8 ליד הציורים המתאימים).



6. נתון המעגל RLC כמתואר בציור. המעגל נסגר לאחר שהיה פתוח זמן רב (כך שהקבל מפורק ממטען). אילו מהמשפטים הבאים נכונים? (הקיפו בעיגול את התשובה הנכונה)

א. ברגע שהמעגל נסגר, המתח על הסליל שווה למתח על פני הסוללה.

נכון לא נכון

ב. ברגע שלאחר סגירת המעגל, המתח על הקבל שווה למתח על פני הסוללה.

נכון לא נכון

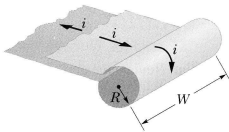
ג. זמן רב לאחר סגירת המעגל, המתח על פני הקבל שווה למתח על פני הסוללה.

נכון לא נכון

ד. זמן רב לאחר סגירת המעגל, הזרם דרך הנגד שווה לאפס.

נכון לא נכון

7. חלקיק בעל מסה m ומטען $+q$ נע במהירות v_0 לא ידועה. הוא עובר דרך חריץ בקיר, נכנס לאזור עם שדה מגנטי B , ויוצא מחריץ נוסף הנמצא במרחק d מהחריץ הראשון כמתואר בציור. כעת חוזרים על הניסוי עם שדה חשמלי E בנוסף לשדה המגנטי ומתקבל כי תנועת החלקיק היא קו ישר מהחריץ הראשון. מה ערכו וכיוונו של E ? ערכו של E : _____ כיוונו של E : _____



8. נתון פס נחושת ברוחב w כמתואר בציור, היוצר "צינור" ברדיוס R ושני משטחים מקבילים קרובים מאד.

א. למה שווה השדה המגנטי בתוך הצינור? (הניחו כי הוא זניח בחוץ). גודל וכיוון כמובן!

תשובה: _____

ב. למה שווה השראות פס מתכת זה?

תשובה: _____



9. חוט מתוח בין מתנד הרמוני בנקודה P לבין הנקודה Q ממנה ממשיך החוט למסה תלויה m . נתון כי המרחק בין P ו-Q הוא

1.2m, צפיפות החוט $\mu=1.6 \text{ g/m}$ ואילו המתנד קבוע בתדירות 120 Hz. האמפליטודה ב-P קטנה מספיק כדי שזו תחשב לנקודת צומת, כמו הנקודה Q. מה המסה הדרושה על-מנת שהגל העומד עם $n=4$ (כמתואר בציור) יעורער?

מסה דרושה: _____

מה המסה הדרושה על-מנת שהגל העומד עם $n=4$ (כמתואר בציור) יעורער?

מסה דרושה: _____

10. נתונים שני סדקים במרחק של 0.2mm זה מזה. קרן לייזר באורח גל של 500nm מוקרנת דרך הסדקים ומופיע פס התאבכות בונה "הראשונה" מול הסדקים בזווית של $\theta = 0$ (דהיינו סדר 0). מה תהיה הזווית θ בה תופיע ההתאבכות הבונה הרביעית (דהיינו סדר 3)? (הניחו קירוב של זוויות קטנות).
תשובה: _____

11. מהו הפרש הפאזה בין שני גלים זהים (פרט לפאזה) אם סכומם נותן גל עם אמפליטודה הקטנה פי 2 מכל גל בנפרד?
הפרש במעלות: _____ הפרש באורכי גל: _____

12. טיל נע במהירות 240 מטר לשניה, לכיוון מקלט. הטיל משמיע צליל בתדירות $f=1250\text{Hz}$. הניחו כי מהירות הקול היא 340 מטר לשניה.
א. איזו תדירות תיקלט במקלט, לפני המעבר ולאחריו?
לפני מעבר הטיל: _____ אחרי המעבר: _____
ב. המקלט משדר חזרה הד בתדירות זהה לזו שמגיעה אליו. הד זה נקלט בטייל. מהי התדירות הנקלטת?
תדירות קליטה בטייל: _____