

מבחן סיום

משך הבחינה: שלוש שעות
 בחינה בחומר פתוח (ניתן להשתמש במחברות)

ענו על ארבע מתוך שש השאלות הבאות

(אם עניתם על יותר מארבע שאלות, ציינו אילו שאלות אתם מגישים לבדיקה)

בהצלחה!

1. מעשה בשלושה חרוזים

שני חרוזים זהים בצורתם נטענים במטענים q_1 ו- q_2 מושחלים על מוט ארוך ואנכי. החרוז q_1 קשור בקצה התחתון של המוט והחרוז q_2 מרחף במרחק של 40cm מעליו.

הניחו כי $g = 10 \text{ m/sec}^2$ (התאוצה על-פני כדור הארץ).

א. ידוע שמסת כל חרוז 0.9 גרם. **חשבו מהו** ערכה של המכפלה $q_1 \cdot q_2$.

ב. חרוז זהה שלישי נטען במטען מדוד של $q_3 = 2.08 \times 10^{-7} \text{ C}$ ומושחל גם הוא על המוט. החרוזים מתייצבים כך שהשני מרחף 30.5cm מעל לתחתון, והעליון מרחף 30.5cm (מרחק שווה) מעל לאמצעי. **חשבו את ערכי** המטענים q_1 ו- q_2 . **הציעו (במילים)** שיקול המאשר כי הסימנים של q_1 ו- q_2 שמצאתם נכונים.

ג. נקשור את כל שלושת החרוזים למקומם (הנתונים בסעיף ב'). עכשיו נחבר את החרוז התחתון ואת החרוז האמצעי בעזרת תיל מוליך, כך שמטען יכול לעבור ביניהם. בעזרת שיקול של שיווין פוטנציאלים **מצאו** את ערכיהם החדשים של המטענים על הכדור התחתון ועל הכדור האמצעי. הזניחו לצורך החישוב את המטען שמצטבר על התיל עצמו.

2. מארז לוחות

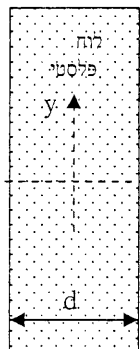
נתון לוח גדול מאוד (אורך ורוחב גדולים מאוד) ודק מאוד מחומר לא מוליך. מדידה מראה שהשדה החשמלי במרחק 3cm מהלוח הוא $2.26 \times 10^6 \text{ N/C}$, ומכוון בניצב מהלוח בכיוון המתרחק ממנו.

א. **מצאו** מהי צפיפות המטען ליחידת שטח על הלוח, **כולל הסימן**.

ב. **הסבירו במילים**: בהנחה שהלוח אכן גדול מאוד, מה יהיה השדה במרחק 10cm מהלוח?

ג. מצרפים ללוח עוד לוחות זהים נוספים, עד שמתקבל עובי כולל של $d = 2 \text{ cm}$ (ראו בציור). נניח שהמטען מהלוח הראשון מתפזר באופן אחיד בכל הנפח. **מצאו** מהי צפיפות המטען החשמלי ליחידת נפח במצב החדש.

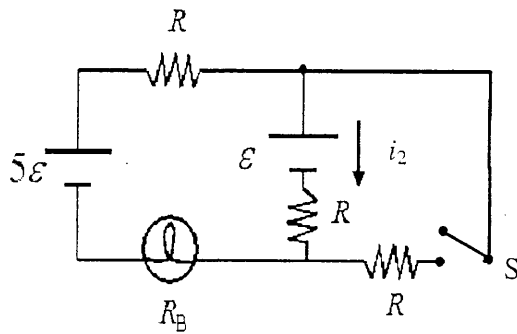
ד. **חשבו וציירו** בגרף את השדה החשמלי כפונקציה של המרחק x ממרכז מארז הלוחות בכל המרחב (לפני הלוח, בתוכו ומאחוריו).



3. קול קורא במדבר

- במהלך טיול חבר שהולך לפניכם מתרחק ואתם רוצים לקרוא לו.
- א. הצעקה החזקה ביותר שלכם היא בהספק של $1.54 \times 10^{-2} \text{ Watt}$. **חשבו**: מהו המרחק שבו ישמע אתכם החבר בעוצמה של 40dB? (הניחו שהקול מתפשט באוויר בלבד לפי שטח הפנים של כדור - התעלמו מנוכחותה של הקרקע). **עגלו את המספר** שמצאתם למטרים שלמים.
- ב. נניח שהצעקה שלכם היא בתדירות יחידה של 100Hz ושמהירות הקול באוויר היא 350m/sec. **מצאו** מהו אורך הגל של הצעקה שלכם.
- ג. **חשבו** מהי האמפליטודה המקסימאלית של תנודת האוויר ליד החבר הרחוק בגלל הצעקה שלכם (צפיפות האוויר 1.3 kg/m^3).
- ד. עורב שנמצא 35m מהחבר הרחוק מתחיל לצרוח יחד עמכם. גם העורב צורח בתדירות של 100Hz. בהנחה שגם הקול שלכם וגם צרחת העורב הם גלים סינוסואדאליים, **הסבירו** אם הרעש הכולל שישמע החבר הרחוק יהיה בעוצמה חלשה או חזקה מאשר אילו העורב היה שותק.

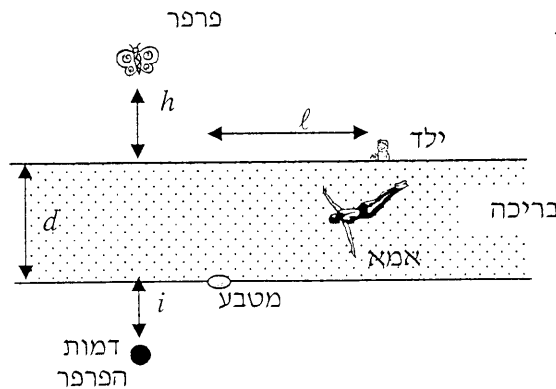
4. נורה וחוקי קירכהוף



- נתון המעגל החשמלי המתואר בצור, המכיל שתי סוללות, שלושה נגדים זהים, ונורה, שגם לה התנגדות, R_B . הערכים המספריים במעגל הם $R=2\Omega$, $R_B=4\Omega$ ו- $\varepsilon=12V$ (התנגדות הנורה). את המפסק המסומן ב-S אפשר לפתוח ולסגור.
- א. אם המפסק S פתוח, **מצאו** מהו הזרם i_2 הזורם על התיל המרכזי (ערך חיובי=זורם מלמעלה למטה).
- ב. **חשבו גם**: מהו ההספק שצורכת הנורה במצב זה?
- ג. עכשיו סוגרים את המפסק S. **מצאו** שוב את ההספק שצורכת הנורה.
- ד. **ענו במילים בלבד** (בלי לחשב דבר): נניח שמחליפים את הנגד בצד ימין למטה (הסמוך למפסק) בנגד של 200Ω ; האם האור בנורה יתחזק או יחלש? **נמקו** את טענתכם.

5. מפגש בבריכה

נתונה בריכה בעומק $d=2\text{m}$ שקרקעיתה עשויה ממראה מישורית מחזירה. על קרקעית הבריכה נמצא מטבע נוצץ.



א. **חשבו** מהו המרחק האופקי המקסימאלי ℓ יחסית למיקום המטבע (ראו בציור) שממנו יוכל ילד השוחה בגלגל ים לראות את המטבע שעל הקרקעית. הניחו שהילד מקפיד לשמור את ראשו מעל לפני המים.

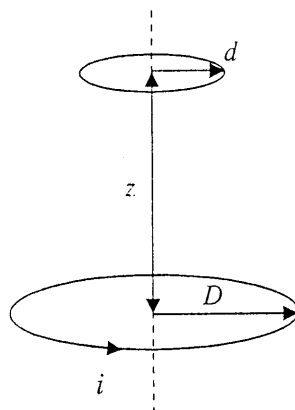
ב. אמו של הילד צוללת בתוך הבריכה, בעומק מטר אחד. **הסבירו במילים**: האם גם לאמא יש מרחק מקסימאלי שממנו תוכל לראות את המטבע?

ג. בלי קשר לשאר המשתתפים בשאלה, מרחף לו פרפר בגובה של מטר אחד מעל לבריכה (ראו בציור). **ענו במילים**: האם הדמות של הפרפר במראה על הקרקעית היא ממשית או מדומה? (התעלמו מהשפעת המטבע על היווצרות הדמות).

ד. **חשבו את המיקום i** של הדמות של הפרפר יחסית לקרקעית הבריכה. הניחו כי אינדקס השבירה של האוויר הוא 1 ואילו אינדקס השבירה של המים הוא $n=4/3$. השתמשו בקרוב של זווית קטנות ($\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$).

6. לולאות זרם

בציור משמאל מוצגות שתי לולאות מתכת מקבילות בעלות ציר משותף. הלולאה הקטנה (בעלת רדיוס d) נמצאת מעל הלולאה הגדולה (בעלת רדיוס D) במרחק $z \gg D$. בלולאה הגדולה זרם חשמלי i בכיוון המצוין בציור.



א. **חשבו** את השטף המגנטי דרך הלולאה הקטנה. הדרכה: השתמשו בנוסחה שפותחה בכיתה למקרה $z \gg D$ עבור השדה במרכז הלולאה הקטנה, והניחו כי מאחר ש- $z \gg D \gg d$ השדה המגנטי באזור הלולאה הקטנה אחיד.

ב. כעת מרחיקים את הלולאה הקטנה מהגדולה במהירות $v = dz/dt$. **מצאו ביטוי** לכא"מ המושרה בלולאה הקטנה.

ג. **צינו** את כיוון הזרם המושרה בלולאה הקטנה ו**נמקו** את תשובתכם.

ד. נניח שללולאה הקטנה התנגדות R . **מצאו** ביטוי עבור המומנט המגנטי שלה.