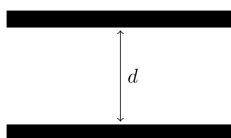


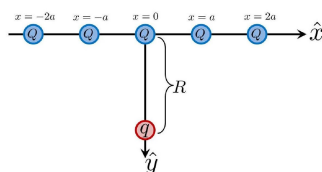
# חשמל ומגנטיות – תרגיל 1

14 במרץ 2023

1. מוט עם מטען כולל  $Q$  ואורך  $L$  מונח על שולחן. מוט זה מונח במקביל למוט הראשון במרחק  $d$  ממנו. מה הכוח הכולל הפועל על כל אחת מהמוטות? מה הכוח בגבול  $\frac{L}{d} \ll 1$ ?

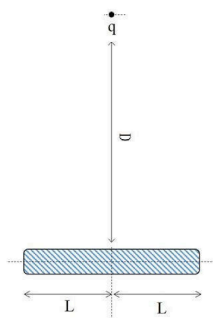


2. נתונה שרשרת אינסופית של מטענים לאורך ציר ה- $x$ . גודלו של כל מטען הוא  $Q$ , והמרחק בין זוג מטענים שכנים הוא  $a$ . במרחק  $R$  מאחד מהם, לאורך ציר ה- $y$  מונח מטען  $q$ .



- (א) מצאו ביטוי לכוח הפועל על המטען  $q$  כטור הכולל סכימה מאחד עד אינסוף.  
 (ב) הניחו כי המטענים רחוקים מאוד זה מזה ביחס ל- $R$ , כלומר  $R \ll a$ . פתחו את הביטוי מהסעיף הקודם בשלושת הסדרים הראשונים לפי  $\frac{R}{a}$ .  
הדרכה: השתמשו בעובדה שהטור  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^k}$  מתכנס לכל  $k \geq 2$  ובטאו את תשובתכם במונחי  $\zeta_k := \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^k}$ .  
 (ג) כעת הניחו כי המטענים קרובים מאוד זה לזה ביחס למרחק  $R$ , כלומר  $a \ll R$ . הראו כי מתקבלת התוצאה שראיתם בכיתה עבור תיל טעון אחיד.  
הדרכה: בגבול זה לא תוכלו להשתמש בשיטה הרגילה של פיתוח לטור טיילור. נסו להשתמש בקירוב אחר (למשל, סכום רימן).

3. נתון מוט טעון באורך  $2L$  שמרכזו בראשית הצירים. חצי מהמוט (קטע באורך  $L$ ) טעון באופן אחיד במטען כולל  $Q$ , והחצי השני באופן אחיד במטען כולל  $-Q$ . במרחק  $D$  מראש הצירים, בניצב לציר המוט (לאורך ציר  $z$ ), מונח מטען  $q$  (כלומר, מיקומו הוא  $(0, 0, D)$ ).



- (א) מצאו ביטוי כללי לכוח הפועל על  $q$ .
- (ב) מצאו את הקירוב המוביל לכוח בגבול  $D \gg L$ . מהו הסדר המוביל (מונופול, דיפול, קוואדרופול...)?
- (ג) הסבירו מטעמי סימטריה מדוע לא יכול לפעול על החלקיק כוח בציר  $z$ . (רמז: דמיינו פעולה גאומטרית שהופכת את סימן המטען בכל חלק).
- (ד) מצאו את הקירוב המוביל לכוח בגבול ההפוך  $L \gg D$ .
4. נתונים שני מטענים,  $Q$  ו- $-Q$ . הראשון ממוקם ב- $(-\frac{d}{2}, 0)$  והשני ב- $(\frac{d}{2}, 0)$ .
- (א) חשבו את העבודה הדרושה להבאת מטען  $q$  מאינסוף לנקודה  $(0, 0)$  לאורך ציר ה- $y$ .
- (ב) כתבו ביטוי לעבודה הדרושה להבאת מטען מאינסוף לנקודה  $(x, y)$ .
- הנחייה: כוח קולון משמר, ולכן ניתן להניח כי העבודה אינה תלויה במסלול.
5. נתונים שלושה מטענים: שניים במטען  $q$ , בנקודות  $(\frac{d}{2}, 0)$  ו- $(-\frac{d}{2}, 0)$  והשלישי במטען  $Q$  בראשית.
- (א) חשבו את הכוח הפועל על מטען  $q_0$  שנמצא בנקודה  $(0, y)$ .
- (ב) כתבו את שני האיברים המובילים בפיתוח לטור של הכוח על  $q_0$  עבור  $\frac{d}{y} \ll 1$ . מה הסדר של האיבר המוביל ב- $d$  (כלומר, האיבר הראשון שתלוי ב- $d$ )?
- (ג) כעת נניח כי  $Q = -2q$ . מה הכוח על המטען לסדר מוביל בגבול  $\frac{d}{y} \ll 1$ ?