

חשמל ומגנטיות - תרגיל בית 7

להגשה עד 12.5.17 בשעה 03:00, כלומר **שלוש בלילה שבין יום חמישי ויום שישי**

שאלה 1

מטען q נמצא ליד 2 מישורים אינסופיים, מוליכים ומוארקים, הניצבים זה לזה. המטען נמצא במרחק a מאחד המישורים ובמרחק b מהשני. כמה אנרגיה היתה דרושה כדי להביא את המטען מהאינסוף?

שאלה 2

א. מצאנו בכיתה את הפוטנציאל הנובע מקליפה כדורית מוליכה, **מוארקת**, ברדיוס R ומטען נקודתי q הנמצא בנקודה $\vec{r} = a\hat{z}$ מחוץ לכדור ($a > R$). כעת מצאו את הפוטנציאל בכל המרחב הנובע מאותה קונפיגורציה, רק שהפעם $a < R$. הסבירו במילים את הקשר בין התשובה שקיבלתם לתשובה שקיבלנו בכיתה עבור מטען נקודתי מחוץ לכדור מוליך.

ב. נתונה קליפה כדורית ברדיוס R שהפוטנציאל עליה הוא הקבוע ϕ_0 . מצאו את הפוטנציאל מחוץ לקליפה ע"י פתרון משוואת לפלס. (התייחסו לתנאי השפה. הניחו שהפוטנציאל מתאפס באינסוף).

ג. חזרו על סעיף א' עבור קליפה מוליכה **ולא מוארקת** הטעונה במטען Q .

הדרכה:

1. מחוץ לקליפה: העזרו בסעיף ב'.
2. מיצאו את הפוטנציאל על הקליפה.
3. בתוך הקליפה: העזרו בסעיף א'. איזה פתרון יקיים את תנאי השפה?
- ד. נתונה קליפה כדורית ברדיוס R שהפוטנציאל עליה הוא הקבוע ϕ_0 . מטען נקודתי q נמצא בנקודה $\vec{r} = a\hat{z}$ מחוץ לכדור ($a > R$). מצאו את השדה החשמלי בכל מקום במרחב. רמז: ייתכן שתצטרכו להשתמש ביותר ממטען דמות אחד.

שאלה 3

מטען בגודל 2.9 mC (2.9 מילי-קולון) נמצא במרחק 1.6 מטר ממרכז של מעטפת כדורית מוליכה ומוארקת ברדיוס 5.3 מטר. מהו הכוח בניוטון הפועל בין המטען והמעטפת הכדורית? (בערך מוחלט)

שאלה 4

2 כדורים **שאינם מוליכים** בעלי אותו רדיוס R ואותה מסה M טעונים בצורה אחידה במטען כולל $Q \pm$ (אחד טעון במטען Q והשני במטען $-Q$). הכדורים משוחררים ממנוחה במרחק D זה מזה כאשר $D > 2R$. מהירותם ברגע הפגיעה

אחד בשני נמדדת להיות V_1 . כעת חוזרים על הניסוי עם 2 כדורים זהים (רדיוסים זהים R , מסות זהות M ומטענים $(\pm Q)$, אך הפעם הכדורים עשויים מחומר מוליך. מהירותם ברגע הפגיעה כעת נמדדת להיות V_2 . איזו מהירות גדולה יותר?

שאלה 5

ניתן להגדיר דיפול נקודתי בנקודה \vec{r} באופן הבא: נשים מטען שלילי $-q$ בנקודה $\vec{r} - \frac{1}{2}\vec{d}$ ומטען חיובי q בנקודה $\vec{r} + \frac{1}{2}\vec{d}$ וניקח את הגבול $d \rightarrow 0, q \rightarrow \infty, q\vec{d} \rightarrow \vec{p} = \text{const}$.

- מהו הפוטנציאל החשמלי והשדה החשמלי בכל המרחב אשר משרה דיפול נקודתי \vec{p} הנמצא בראשית?
- נתון דיפול נקודתי $\vec{p} = p\hat{z}$ הנמצא בנקודה $\vec{r} = z_0\hat{z}$ מחוץ לכדור מוליך ומוארק ברדיוס R (כלומר $z_0 > R$) הממורכז בראשית. בעזרת שיטת הדמויות, מצאו את קונפיגורציית מטעני הדמות שיש לשים בתוך הכדור על מנת לקיים את תנאי השפה. הסבירו במילים את המשמעות הפיזיקלית של התוצאה שקיבלתם.

שאלה 6

שתי מעטפות גליליות דקות ואינסופיות, מוליכות ומוארקות, ברדיוסים a, b מונחות כך שציר הסימטריה שלהם מתלכד. לחלל בין המעטפות מכניסים מעטפת גלילית דקה ומוליכה נוספת ברדיוס R , כך ש- $a < R < b$. המעטפת החדשה טעונה בצפיפות מטען משטחית אחידה σ .

- מהו הפוטנציאל החשמלי בכל המרחב?
- מהי צפיפות המטען המושרית על כל אחת מהקליפות?
- בהנחה שהקליפות המקוריות אמנם דקות, אך בעלות עובי סופי Δa ו- Δb בהתאמה, מהי צפיפות המטען המשטחית המושרית בדופן הפנימית ובדופן החיצונית של כל קליפה?