פיזיקה כללית חשמל ואופטיקה לתלמידי ביולוגיה

פרק 12 - מטעני דמות

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים 1

הרצאות ותרגילים:

רקע:

שיטת מטעני דמות היא שיטה למצא פוטנציאל בבעיות בהם יש מוליכים עם התפלגות מטען שאינה אחידה.

השיטה:

נבנה בעיה מקבילה ללא המוליך.

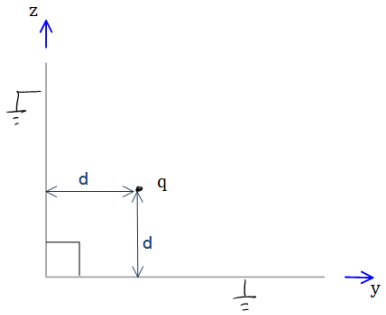
בבעיה המקבילה נשאיר את אותה התפלגות המטען שיש בתחום בו אנחנו מחפשים את הפוטנציאל.

בתחום הנוסף (שבו אנחנו לא מחפשים את הפוטנציאל) נוסיף מטענים כך שתנאי השפה בבעיה המקבילה יהיו זהים לתנאי השפה בבעיה המקורית.

לפי משפט הקיום והיחידות הפוטנציאל בבעיה המקבילה (בתחום שאנחנו מחפשים) זהה לפוטנציאל בבעיה המקורית.

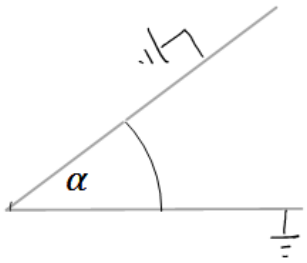
שאלות:

1) לוחות בזווית 90 מעלות



נתונים שני מישורים מוארכים המחוברים בזווית ישרה. במרחק d משני המישורים ממוקם חלקיק בעל מטען q כמתואר בשרטוט.
מצאו את מטעני הדמות שמהם ניתן להסיק את פונקציית הפוטנציאל במרחב.

2) לוחות בזווית אלפה

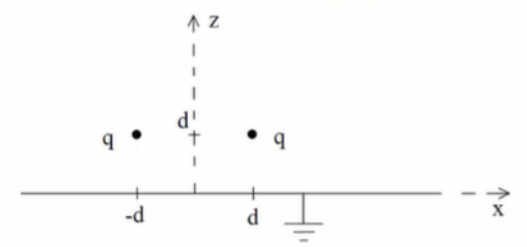


נתונים שני מישורים מוארכים המחוברים בזווית α. במרחק d משני המישורים ממוקם חלקיק בעל מטען q כמתואר בשרטוט.
מצאו את מטעני הדמות שמהם ניתן להסיק את פונקציית הפוטנציאל במרחב.

3) כוח ואנרגיה במטעני דמות

נתון מישור אינסופי מוארק ובמרחק z מעליו נמצא חלקיק בעל מטען q.
מהו הכוח שמרגיש החלקיק?

4) שני מטענים מעל מישור



נתונים שני מטענים q במיקומים $(d,0,d)$ ו-$(-d,0,d)$ מעל משטח אינסופי מוארק כבאיור.

א. אילו מטעני שיקוף דרושים כדי לבטא פוטנציאל ושדה ב-$z>0$?

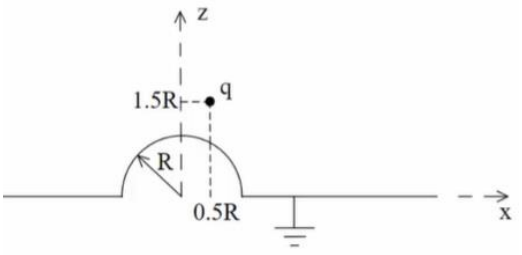
ב. איזה כוח ירגיש המטען הימני (גודל וכיוון)?

יש לנרמל $\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 d^2}=1$ ולהגיע לתשובה מספרית.

ג. מהי התפלגות המטען על המוליך?
ומהו המטען הכולל על המוליך?

ד. מהי האנרגיה הדרושה לבניית המערכת?

5) מטען מעל חצי ספירה ולא במרכז



נתון חצי כדור מוליך מושלם בעל רדיוס R המונח על חצי מרחב מישור מוליך מושלם, כבאיור.
מעל המוליך יש מטען q בקואורדינטה $(0.5R,0,1.5R)$.

א. מצאו את גודל ומיקום מטעני השיקוף הדרושים בשביל לבטא את הפוטנציאל במרחב שמעל המבנה.

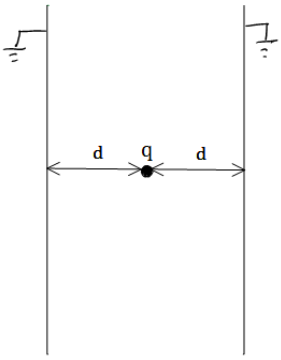
ב. מצאו את הפוטנציאל בנקודות $(0,0,1.5R)$, $(0,0,0.5R)$.

ג. מהי צפיפות המטען המשטחית על שפת המוליך בנקודה $\left(\frac{\sqrt{3}R}{2},0,\frac{R}{2}\right)$?

ד. מה הכוח הפועל על המטען?

ה. מהי האנרגיה הדרושה לבניית המערכת?

6) מטען בין שני לוחות אינסופיים



נתונים שני לוחות אינסופיים מוארקים במרחק 2d זה מזה.
בדיוק באמצע ביניהם ממוקם חלקיק בעל מטען q כמתואר בשרטוט.

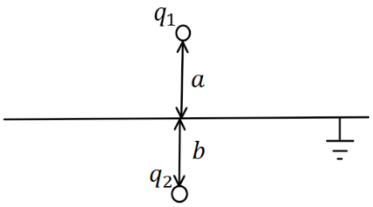
א. מצאו את פונקציית הפוטנציאל במרחב.

ב. מצאו את העבודה הדרושה לבניית המערכת.

7) מטענים משני צידי מישור מוארק

מטען q_1 נמצא במרחק a מעל מישור אינסופי מוארק.

מטען q_2 נמצא במרחק b מתחת למישור.



א. מצאו את השדה והפוטנציאל בכל המרחב.

ב. מהי התפלגות המטען על המישור? ומהו המטען הכולל על המישור?

8) דיפול מעל מישור



דיפול מונח במרחק z_0 מלוח אינסופי מוארק.
מומנט הדיפול הוא: $\vec{p}=(0,0,p)$.



א. מצאו את השדה בכל המרחב.

ב. מצאו את צפיפות המטען על המישור.

ג. מצאו את סך המטען על המישור.

תשובות סופיות:

1) $\varphi = \frac{kq}{r_1} - \frac{kq}{r_2}$

2) ראה סרטון

3) $F = -\frac{q^2}{(2d)^2}$

4) א. $(-d,0,d)$, $(d,0,-d)$ ב. $-0.338\hat{z} + 0.162\hat{x}$

ג. $\sigma = -\frac{1}{2\pi} qd \left(\frac{1}{\left((x-d)^2 + y^2 + d^2\right)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{\left((x+d)^2 + y^2 + d^2\right)^{\frac{3}{2}}} \right)$, $Q_T = -2q$

ד. $U = \frac{-kq^2}{\sqrt{2} \cdot 2d}$

5) א. $q_3 = \sqrt{\frac{2}{5}} q$, $\vec{r}_3 = \left(\frac{R}{5}, 0, -\frac{3}{5}R \right)$, $q_4 = -q$, $\vec{r}_4 = (0.5R, 0, -1.5R)$

ב. $(0,0,1.5R)$: $\varphi \approx 0.71 \frac{kq}{R}$, $(0,0,0.5R)$: 0 ג. $\frac{kq}{R^2} 1.04\varepsilon_0$

ד. $\vec{F} = \frac{kq^2}{R^2}(-0.2, 0, -0.64)$ ה. $U = \frac{kq^2}{2R}(-0.7)$

6) א. $V_T = \frac{k(-1)^n q}{\left((x-2dn)^2 + y^2 + z^2\right)^{\frac{1}{2}}}$ ב. $\frac{kq^2}{2d}(-\ln(2))$

7) א. $E_{up} = \frac{kq_1}{|r_+|^2}\hat{r}_+ + \frac{-kq_1}{|r_-|^2}\hat{r}_-$ ב. $\sigma_T = \frac{-1}{2\pi} \left(\frac{q_1 a}{\left(r^2 + a^2\right)^{\frac{3}{2}}} + \frac{q_2 b}{\left(r^2 + a^2\right)^{\frac{3}{2}}} \right)$

8) א. $\vec{E}_T = \frac{k\left(3p(z-z_0)r, 0, -pr^2 + 2p(z-z_0)^2\right)}{\left(r^2 + (z-z_0)^2\right)^{\frac{5}{2}}} + \frac{k\left(3p(z+z_0)r, 0, -pr^2 + 2p(z+z_0)^2\right)}{\left(r^2 + (z+z_0)^2\right)^{\frac{5}{2}}}$

ב. $\sigma(r) = \frac{\left(-2pr^2 + 4pz_0^2\right)}{4\pi\left(r^2 + z_0^2\right)^{\frac{5}{2}}}$ ג. 0