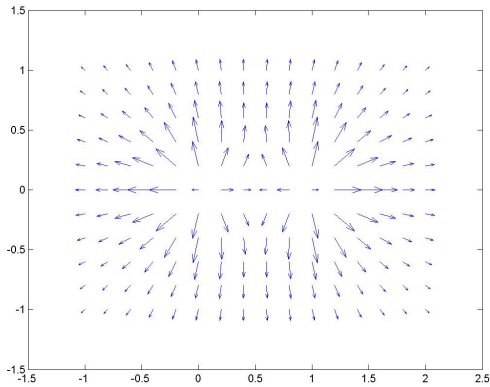


חשמל וגלים לביולוגיה חישובית – תרגיל 2



1. השדה החשמלי עבור 2 מטענים חיוביים המונחים בקרבה זה לזה יראה כפי שמופיע בציור. אם רוצים לצייר גם את קווי השדה צריך לחבר את החצים. חשוב מאוד לשים לב שאין קווים שחוצים זה את זה, למרות שממבט ראשון זה נראה כאילו ישנה נקודה (במקרה זה בדיוק בין 2 המטענים) שאליה מגיעים שני קווים היוצאים מהמטענים ויוצאים משם שני קווים ניצבים אל האניסוף. האמת היא שבנקודה הזו השדה הוא אפס באופן זהותי, ולכן לא ייתכן שיהיה שם קו שדה כלשהו. זה עוד חסרון של ציור קווי שדה במקום ציור השדה עצמו, כי אין אפשרות לראות שינוי בעוצמת השדה לאורך קו השדה עצמו.

2. כדור ברדיוס R טעון בצפיפות מטען נפחית ρ (כלומר כולו טעון). מטעמי סימטרייה השדה יהיה רדיאלי, ולכן כדאי לבחור מעטפת גאוס כדורית סביב מרכז הכדור. כיוון שעצמת השדה יכולה להיות תלויה רק ברדיוס, וכיוון השדה ניצב למשטח שבחרנו אז השטף הוא עצמת השדה מוכפל בשטח הכדור, כלומר את המטען הנמצא בתוך הקליפה הכדורית נחלק לשני מקרים:

א. בתוך הכדור
$$Q(r) = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$$

כאשר המטען הכולל הוא
$$Q = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$$

ולכן לפי חוק גאוס
$$4\pi r^2 E(r) = 4\pi K \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$$

ומכאן
$$E(r) = \frac{4}{3}\pi K r \rho = \frac{KQr}{R^3}$$

ב. מחוץ לכדור המטען הוא המטען הכולל, ולפי חוק גאוס

כלומר
$$E(r) = \frac{KQ}{r^2}$$

3. שתי קליפות כדוריות קונצנטריות ברדיוס r_1 ו r_2 טעונות באופן אחיד במטענים q_1 ו q_2 בהתאמה ($r_1 < r_2$).

א. כוון השדה שיוצרת כל אחת מהקליפות הוא רדיאלי סביב אותו מרכז, ולכן החיבור הווקטורי של שני השדות הופך להיות חיבור אלגברי. לכן השדה החשמלי בכל חלק במרחב הוא חיבור השדות החשמליים של קליפה מוליכה טעונה באופן אחיד, כלומר

שבתוך שני הכדורים נקבל שדה 0. בין 2 הכדורים נקבל רק את השדה של הכדור הפנימי ומחוץ לשני הכדורים נקבל שדה

$$\vec{E} = \frac{K(q_1 + q_2)}{r^2} \hat{r}$$

ב. אם $q_1 = -q_2$ או השדה מחוץ לשני הכדורים מתאפס, וזהו מצב של סיכוך.

4. בניסוי הטיפות של מיליקן יש טיפות שמן עם רדיוס של עשירית מילימטר וצפיפות השמן היא 700 ק"ג לקוב.

א. בהזנחת כוח העילוי ובהנחה שעל כל טיפה יש n אלקטרונים תנאי שווי המשקל הוא שכח המשיכה הפועל על הטיפה כלפי מטה ישתווה לכוח החשמלי הפועל עליה כלפי מעלה.

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Kg}$$

מסת הטיפה היא

$$, Ene = mg$$

ולכן נדרוש

$$. E = \frac{1}{n} 1.8 \cdot 10^{11} \text{ N / C}$$

כלומר

ב. אם נצטרך להוסיף את כוח העילוי משוואת הש"מ תהיה

$$. E = \frac{1}{n} \left(\frac{mg}{e} - \frac{F_u}{e} \right)$$

כלומר נקבל

המסקנה מכך היא שההבדל יהיה שנקבל קבוע שונה ואם ננסה לחשב מתוך הניסוי את מטען האלקטרון נקבל טעות שהדרך היחידה לגלות אותה היא לדעת בדיוק טוב מהו כוח העילוי, כלומר צריך לדעת בדיוק טוב מה רדיוס הטיפה ומכאן מה מסת הטיפה ומה נפחה (כי הצפיפות ידועה) ואז ידוע כוח העילוי.