




מה כדאי לי להיזהר?

פעילות סיכום באלקטרוסטטיקה - פתרון

לפניכם אוסף של תשובות שגויות של תלמידים.

א. סמנו את השגיאה ע"י צביעתה (העזרו בלחץ )

ב. הסבירו מדוע זו שגיאה

ג. הציעו תיקון

דוגמה מספר 1:

השאלה: * כדור מוליך שרדיוסו $R=10\text{cm}$ טעון במטען $Q = -2 \cdot 10^{-8}\text{C}$. חשב את גודל השדה החשמלי והפוטנציאל החשמלי בנקודות שמרחקן ממרכז הכדור הוא 20cm ו- 5cm .

* מתוך הספר של ד"ר דוד זינגר "חשמל ומגנטיות"

תשובתו של תלמיד:

$$|E| = \frac{KQ}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-8}}{0.2^2} = 4500\text{N/C}$$

בנקודה שמרחקה 20cm מ: גודל השדה החשמלי

$$V = \frac{KQ}{r} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-8})}{0.2} = -900\text{volt}$$

הפוטנציאל:

בנקודה שמרחקה 5cm מ: הנקודה נמצאת בתוך הכדור, השדה החשמלי אפס **ולכן הפוטנציאל החשמלי אפס.**

מדוע זו שגיאה:

היות שהשדה החשמלי בתוך כדור מוליך טעון הוא אפס, לא צריך לבצע עבודה כנגד שדה זה, כדי להביא מטען מפני הכדור אל תוך הכדור.

תיקון:

השדה בתוך הכדור אפס, אולם, הפוטנציאל בתוך הכדור **שונה מאפס**, הוא שווה לפוטנציאל שעל פני הכדור, -900 volt .

דוגמה מספר 2:

השאלה: חשב את גודל הכח החשמלי הפועל על מטען נקודתי $q = +2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ המוצב במרחק 20cm מלוח מישורי גדול הטעון בצפיפות מטען אחידה של $-4 \cdot 10^{-6}\text{C/m}^2$.

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



תשובתה של תלמידה:

$$E = \frac{KQ}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{0.2^2} = 9 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

$$F = qE = 2 \cdot 10^{-8} \cdot 9 \cdot 10^5 = 0.018 \text{ N}$$

מדוע זו שגיאה:

התלמידה עשתה שימוש בנוסחה לשדה שיוצר מטען נקודתי, שאינה תקפה במקרה שאת השדה יוצר לוח מישורי גדול.

תיקון:

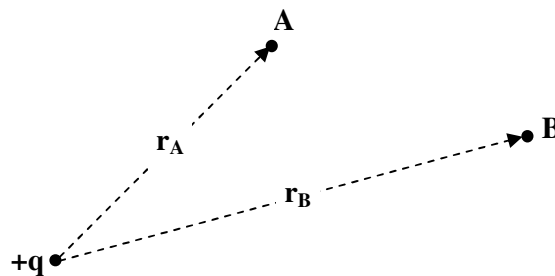
השדה החשמלי שיוצר לוח מישורי גדול הטעון בצפיפות מטען אחידה נתון ע"י $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, לכן:

$$|E| = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12}} = 2.26 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

$$|F| = qE = 2 \cdot 10^{-8} \cdot 2.26 \cdot 10^5 = 4.52 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

דוגמה מספר 3:

השאלה: נתון מטען נקודתי חיובי q , ושתי נקודות A ו-B, כמתואר בתרשים.



כאשר נקודת הייחוס נמצאת במרחק אינסופי מהמטען q , הפוטנציאל בנקודה A הוא V_A והפוטנציאל בנקודה B הוא V_B . הפרש הפוטנציאלים (המתח החשמלי) בין הנקודות A ו-B הוא V_{AB} .

משנים את נקודת הייחוס והיא נמצאת כעת בנקודה B. האם יחול שינוי ביחס למצב המקורי מבחינת: הפוטנציאל בנקודה A, הפוטנציאל בנקודה B, הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B

תשובתו של תלמיד:

הפוטנציאל בנקודות A ו-B ישתנה ולכן ישתנה גם הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B.

מדוע זו שגיאה:

הפוטנציאל תלוי בנקודת בייחוס, הפרש הפוטנציאלים (אינו תלוי בנקודת הייחוס).

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



תיקון:

שינוי מיקומה של נקודת הייחוס, משנה את ערכו של הפוטנציאל החשמלי בכל נקודה בשדה אלקטרוסטטי, אך לא את ערכו של הפרש הפוטנציאלים, בין כל שתי נקודות בשדה.

דוגמה מספר 4:

השאלה: אלקטרון משוחרר ממנוחה במרחב בו שורר שדה חשמלי אחיד שכיוונו מעלה. תאר את תנועת האלקטרון.

תשובתה של תלמידה:

האלקטרון משוחרר ממנוחה. השדה החשמלי מפעיל עליו כח חשמלי שכיוונו מעלה ולכן, והאלקטרון מתחיל לנוע מעלה בתנועה שוות תאוצה.

מדוע זו שגיאה:

כיוון השדה החשמלי, הוא ככיוון הכוח הפועל על מטען חיובי.

תיקון:

על מטען שלילי (האלקטרון למשל), מפעיל השדה החשמלי כוח, שכיוונו מנוגד לכיוון השדה. לכן האלקטרון ששוחרר ממנוחה ינוע בכיוון מטה בתנועה שוות תאוצה.

דוגמה מספר 5:

השאלה: **אלקטרון משוחרר ממנוחה מנקודה A הנמצאת במרחק של 20 ס"מ ממרכז של קליפה כדורית שרדיוסה 10 ס"מ הטעונה במטען אחיד של 10^{-8}C . חשב באיזו מהירות פוגע האלקטרון בקליפה.

** מתוך בגרות 1997

תשובתו של תלמיד:

$$E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8}}{0.2^2} = 2250 \text{ N/C}$$

גודל הכח החשמלי הפועל על האלקטרון:

$$F = qE = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 2250 = 3.6 \cdot 10^{-16} \text{ N}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{3.6 \cdot 10^{-16}}{9.11 \cdot 10^{-31}} = 3.95 \cdot 10^{14} \text{ m/sec}^2$$

גודל תאוצת האלקטרון:

לכן:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$v^2 = 0 + 2 \cdot 3.95 \cdot 10^{14} \cdot 0.1$$

$$v = 8.89 \cdot 10^6 \text{ m/sec}$$

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



מדוע זו שגיאה:

התלמיד הניח כי האלקטרון נע בתאוצה קבועה שגודלה שווה לגודל התאוצה בנקודה בה שוחרר האלקטרון ממנוחה, אולם אלקטרון המתקרב אל הקליפה הטעונה, נע בשדה חשמלי שאינו אחיד, אלא ביחס הפוך ל- r^2 . לכן, הכוח הפועל עליו אינו כוח קבוע ותנועת האלקטרון היא תנועה בתאוצה משתנה.

תיקון:

נחשב את המהירות בה פוגע האלקטרון ע"י שיקולי שימור אנרגיה מכנית היות והכח היחיד שמבצע עבודה הוא הכח החשמלי וכח זה הוא משמר.

$$\frac{m_e V_0^2}{2} + q_e V_1 = \frac{m_e V^2}{2} + q_e V_2$$

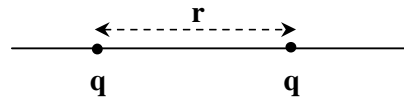
$$0 + q_e \left(\frac{KQ}{r} \right) = \frac{m_e v^2}{2} + q_e \left(\frac{KQ}{R} \right)$$

$$(-1.6 \cdot 10^{-19}) \left(\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8}}{0.2} \right) = \frac{9.11 \cdot 10^{-31} v^2}{2} + (-1.6 \cdot 10^{-19}) \left(\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8}}{0.1} \right)$$

$$v = 1.28 \cdot 10^7 \text{ m/sec}$$

דוגמה מספר 6:

השאלה: שני מטענים נקודתיים חיוביים שווים q נמצאים במרחק r זה מזה.



האם קיימת נקודה על הקו המחבר אותם, פרט לנקודת האינסוף, בה הפוטנציאל הוא אפס? אם כן – מהי?

תשובתה של תלמידה:

כן, בנקודה שבין המטענים, הנמצאת במרחק שווה בין המטענים, הפוטנציאלים "מקזזים" זה את זה ולכן הפוטנציאל בנקודה זו הוא אפס.

מדוע זו שגיאה:

התלמידה חישה את הפוטנציאל כסכום וקטורי של הפוטנציאלים, בעוד פוטנציאל הוא גודל סקלארי (שדה חשמלי הוא גודל וקטורי).

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

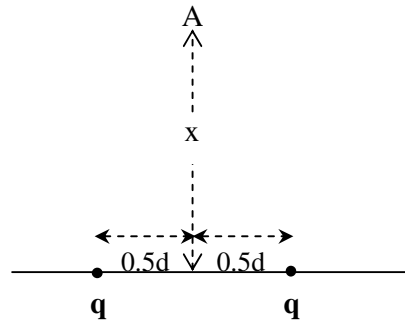


תיקון:

על הקו המחבר שני מטענים חיוביים לא קיימת נקודה שהפוטנציאל שלה אפס.

דוגמה מספר 7:

השאלה: נתונים שני מטענים זהים שמטען כל אחד מהם הוא q במרחק d זה מזה. חשב את הפוטנציאל החשמלי הנוצר בנקודה A הנמצאת על האנך המרכזי לקטע המחבר את המטענים ובמרחק x ממנו, כמראה בתרשים.



תשובתו של תלמיד:

הפוטנציאל שיוצר כל אחד מהמטענים בנקודה A הוא: $V = \frac{Kq}{x^2 + d^2}$ לכן הפוטנציאל בנקודה A הוא

$$V_A = \frac{2Kq}{x^2 + d^2}$$

מדוע זו שגיאה:

הביטוי שהתקבל תלוי ביחס הפוך ב r^2 , כפי שנכון לשדה וכוח, אך לא לפוטנציאל.

תיקון:

הפוטנציאל שיוצר כל אחד מהמטענים בנקודה A נתון ע"י הנוסחה: $V = \frac{Kq}{r}$

לפי פיתגורס:

$$r^2 = x^2 + d^2$$

$$r = \sqrt{x^2 + d^2}$$

לכן כל אחד מהמטענים יוצר בנקודה A פוטנציאל:

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



$$V = \frac{Kq}{\sqrt{x^2 + d^2}}$$

ומשום שמטענם זהה ומרחקם מ-A זהה מתקבל:

$$V_A = \frac{2Kq}{\sqrt{x^2 + d^2}}$$

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.