קורס קדם במכניקה 140001

פרק 19 - חוק גאוס

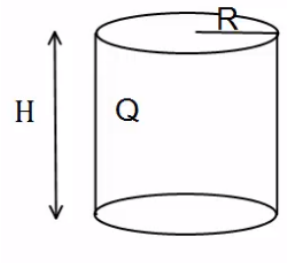
תוכן העניינים

1. צפיפות מטען 1
2. חוק גאוס 2

צפיפות מטען:

שאלות:

1) גליל עם חור



גליל בעל רדיוס R וגובה H, טעון במטען Q המתפלג בצורה אחידה.
קודחים בגליל חור ברדיוס $r < R$, לכל אורכו.
מהו המטען שיצא מהגליל?
(נוסחה לנפח גליל: $\pi r^2 h$).

תשובות סופיות:

1) $q = \frac{Qr^2}{R^2}$

חוק גאוס:

רקע:

הקבוע הדיאלקטרי של הריק:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85\frac{c^2}{N\cdot m^2}$$

ניתן לרשום את כל הנוסחאות עם k או עם ε_0.

השטף דרך משטח בשדה אחיד:

$$\phi_E = E_\perp \cdot s$$

$E_\perp$ - הוא רכיב השדה שמאונך למעטפת.

s - הוא שטח המשטח

אם השדה לא אחיד על המשטח ניתן לחלק את המשטח לחתיכות שבהן השדה אחיד ולסכום את השטף דרך כל חתיכה.

חוק גאוס:

$$\phi_E = 4\pi k Q_{in}$$

ϕ_E - שטף דרך משטח סגור

Q_{in} - סך המטען הכלוא בנפח שסוגר המשטח

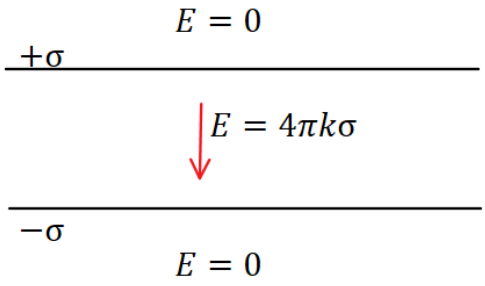
שדה של מישור אינסופי:

$$E = 2\pi k\sigma$$

σ - צפיפות המטען המשטחית על המישור.

כיוון השדה הוא במאונך למישור והרחק מהמישור עבור מטען חיובי, לכיוון המישור עבור מטען שלילי.

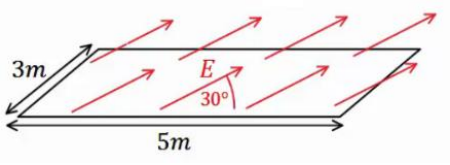
השדה של שני מישורים אינסופיים עם צפיפות הפוכה הוא $4\pi k\sigma$ בין המישורים ואפס מחוץ



קליפה כדורית – השדה בתוך קליפה כדורית (אחידה) מתאפס. מחוץ לקליפה השדה הוא כמו של מטען נקודתי: $E = \frac{kQ}{r^2}$

שאלות:

1) שדה באלכסון



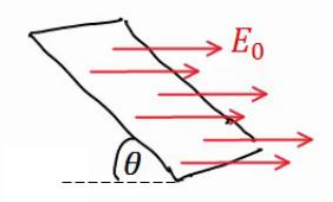
באיור הבא נתון כי השדה החשמלי על המשטח זהה בכל נקודה (שדה אחיד).

גודלו הוא $E = 2\frac{N}{c}$ והזווית בינו למשטח היא $30°$.

אורך המשטח הוא $5m$ ורוחבו הוא $3m$.

מצא מהו השטף דרך המשטח.

2) משטח באלכסון



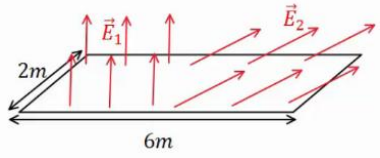
שדה חשמלי אחיד נמצא בכל המרחב בכיוון ציר ה-x,

גודלו הוא E_0.

מצא מה השטף דרך משטח המונח בזווית θ ביחס לציר ה-x.

אורך המשטח הוא a ורוחבו הוא b.

3) שדה מפוצל



באיור הבא נתון כי השדה החשמלי על המשטח,

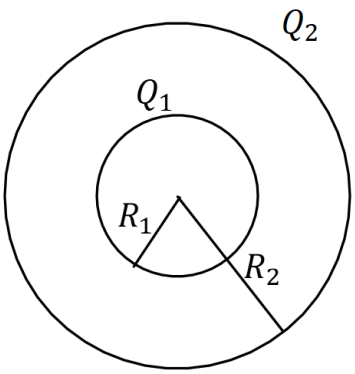
בחציו השמאלי, הוא: $\vec{E}_1 = 2\frac{N}{c}\hat{y}$ (שדה אחיד).

בחציו הימני של המשטח, השדה הוא: $\vec{E}_2 = 7\frac{N}{c}\hat{x} + 3\frac{N}{c}\hat{y}$.

אורך המשטח הוא $6m$ ורוחבו הוא $2m$.

מצא מהו השטף דרך המשטח.

4) שתי קליפות קונצנטריות



במערכת הבאה שתי קליפות (חלולות) בעלות מרכז משותף (קונצנטריות). רדיוס הקליפה הפנימית הוא $R_1 = 3cm$, והמטען עליה הוא $Q_1 = 2\mu C$,

רדיוס הקליפה החיצונית הוא $R_2 = 6cm$

והמטען עליה הוא $Q_2 = 5\mu C$.

א. חשבו את פונקציות השדה החשמלי בכל המרחב.

רמז: סופרפוזיציה.

ב. מה הכוח (גודל וכיוון) שירגיש מטען בגודל $Q_3 = 0.03\mu C$ הנמצא במרחק $r = 8cm$ ממרכז הכדור?

תשובות סופיות:

1) $\Phi_E = 15 \cdot \frac{m^2 N}{C}$

2) $\Phi_E = E_0 \sin\theta \cdot a \cdot b$

3) $\Phi_E = 30 \frac{N \cdot m^2}{C}$

4) א.

$$E = \begin{cases} \frac{63 \cdot 10^3 \frac{N \cdot m^2}{C}}{r^2} & 6cm < r \\ \frac{18 \cdot 10^3 \frac{N \cdot m^2}{C}}{r^2} & 3cm < r < 6cm \\ 0 & r < 3cm \end{cases}$$

בכיוון רדיאלי.

ב. 0.295N בכיוון רדיאלי.