

[第 4 回目] 静電場のガウスの法則

考える内容

- ・ 水の流れ (速度場) と電場とが似ていること (湧き出し 正電荷, 吸い込み 負電荷)
- ・ 電気力線を作図して電場の求める方法に, 数学的表現を与えるにはどうするか

物理用語

- ・ 電荷(体積)密度 $\rho = \Delta Q / \Delta V$ (電荷が広がって分布している場合は密度で表す方が便利)
- ・ 電場の湧き出し $\text{div}E$: その場所で電気力線がどれくらい湧き出しているかを表す量

今日の授業の目標

「静電場のガウスの法則」の意味を理解する

ある閉曲面 S で囲まれた領域を考える

$$\int_S E_n \cdot dS = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad (\text{左辺}): \text{閉曲面 } S \text{ を通って流れ出る電場の流束 (電気力線の数)}$$

(意味は同じ)

ある場所 r で考える 電場や電荷密度は, $E(r), \rho(r)$ のように場所によって変わる
その場所での電場 E を表す法則を求めたい

$$\text{div}E = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (\text{左辺}): \text{ある場所での電場の湧き出し}$$

- ・ 電荷がない ($\rho = 0$) 場所では, 電場の湧き出し $\text{div}E$ はゼロ。その場所では, 電気力線の数が増えたり減ったりしない。
- ・ 電荷がある ($\rho \neq 0$) の場所では, 電気力線が湧き出す ($\rho > 0$) か, 吸い込まれる ($\rho < 0$)

次回予定 [第 5 回目] 電流とオームの法則 (教科書 108 ページ 7 行目まで)

レポート問題 第 4 回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつけること!

問 1 . $S = 1 \text{ cm}^2, d = 0.5 \text{ mm}$ の平行板コンデンサーの電気容量 C を求めよ。

$C = 2 \mu\text{F} = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$ のコンデンサーに, $V = 5 \text{ V}$ の電位差 (電圧) を与えるとき, 蓄えられる電荷 Q を求めなさい。

問 2 . 閉曲面 S の中に, $+3 \text{ C}, -1 \text{ C}, +5 \text{ C}, +1 \text{ C}, -4 \text{ C}$ の 5 個の電荷がある。 S の中にある全電荷 Q を求めなさい。

問 3 . 原点 O を中心とする半径 R の球の内部に, 電荷 Q が一様に分布している。教科書 95-96 ページの問 5.21 を参考にして, 以下の問に答えよ。

半径 R の球の体積 V を表す式を書け。 球の内部の電荷体積密度 ρ を式で表せ。

まず, 閉曲面 S を, O を中心とする半径 $r (> R)$ の球面にとる。

曲面 S の内部にある全電荷はどれだけか。 閉曲面 S の面積を式で表せ。

ガウスの法則を用いて, 中心 O から距離 $r (> R)$ だけ離れた位置での電場の強さ E を表す式を求めなさい。

次に, 閉曲面 S を, O を中心とする半径 $r (< R)$ の球面にとる。

閉曲面 S の内部にある全電荷 Q' を式で表せ。

ガウスの法則を用いて, 中心 O から距離 $r (< R)$ だけ離れた位置での電場の強さ E を求めなさい。

と の結果をもとに, $R = 3.0 \text{ m}, Q = 1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ として, 横軸に距離 r , 縦軸に電場の強さ E をとって, グラフに書きなさい。

第4回目

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____ 氏名 _____

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！

問1 . $C =$ []

$Q =$ []

問2 . 全電荷 $Q =$ []

問3 .

$V =$

$\rho =$

全電荷は

面積 $S =$

(計算)

$E =$

全電荷 $Q' =$

(計算)

$E =$

$R = 3.0 \text{ m}$, $Q = 1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ と置けば、

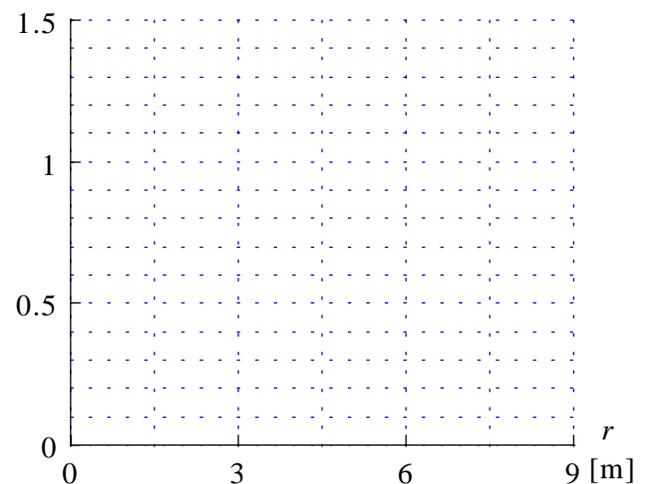
() $r < R$ のとき、より

$E =$

() $r > R$ のとき、より

$E =$

$E \text{ [N/C]}$



このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分、

それ以外に基礎物理 の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。