

[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 ρ
- ・ 電場の湧き出し $\text{div}E$

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

$$\boxed{\int_S E_n \cdot dS = \frac{Q}{\epsilon_0}} \quad (\text{左辺}) = \text{閉曲面 } S \text{ を通って流れ出る電場の流束 (フラックス)}$$

↑ ↓ (意味は同じ)

ある場所 r で考える

電場や電荷密度は, $E(r)$, $\rho(r)$ と表されることに注意

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

- ・ 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 105 ページまで)

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 . 閉曲面 S の中に, $+3 \text{ C}$, -1 C , $+5 \text{ C}$, $+1 \text{ C}$, -4 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 2 . 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 92-93 ページの問 5.21 を見ながら, 以下の問に答えなさい。

半径 R の球の体積 V を求めなさい。

球の内部の電荷体積密度 ρ を求めなさい

まず, 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はいくらか。

閉曲面 S の面積を求めなさい。

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

ガウスの法則を用いて, 中心 O から距離 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, 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。

解答用紙 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 . 全電荷 $Q =$

問 2 .

$$V =$$

$$\rho =$$

$$\text{全電荷} =$$

$$\text{面積 } S =$$

(計算)

$$E =$$

$$\text{全電荷 } Q' =$$

(計算)

$$E =$$

