

[第 4 回目] 静電場のガウスの法則

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

- ・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

ある閉曲面 S で囲まれた領域を考える

$$\int_S \mathbf{E}_n \cdot d\mathbf{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

閉曲面 S を通って出ていく電気力線の数 (電場の流束)

$$= (\text{閉曲面 } S \text{ の内部にある全電荷 } Q) / \epsilon_0$$

- ・電荷がない ($\rho = 0$) 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 x 軸上で， $x = 0$ に $Q = 1 \times 10^{-9} \text{ C}$ の点電荷を固定して置いた。無限遠を電位の基準点とする。座標の長さの単位は [m] とする。

A 点 $x = 3$ での電位 ϕ_A を求めよ。B 点 $x = 1$ での電位 ϕ_B を求めよ。A に $q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ の点電荷を静かに置いたとき，A から B まで移動する間に点電荷 q が得る運動エネルギー K を求めよ。 x 軸上での電位 ϕ の変化をグラフに表せ。

問 2 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 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 (電荷球)。電荷球の中心 O から r の位置での電場を求めよ。(教科書 96 ページの問 5.21 参照)

半径 R の球の体積 V を R で表せ。球の内部の電荷体積密度 $\rho = \frac{Q}{V}$ を Q ， R で表せ。電荷球の外部 ($r > R$) の電場を求める。 O を中心とする半径 r の球面を閉曲面 S にとる。閉曲面 S の内部にある全電荷を Q で表せ。閉曲面 S の面積を r で表せ。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 を求めよ。電荷球の内部 ($r < R$) の電場を求める。 O を中心とする半径 r の球面を閉曲面 S' にとる。閉曲面 S' の内部にある全電荷 Q' を Q ， R ， r で表せ。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 を求めよ。電荷球の内部と外部にできる電場は，中心から距離 r とともに次のように変化する。

$Q = 1 \times 10^{-9} \text{ C}$ ， $R = 3 \text{ m}$ の電荷球の場合に，(外部)と(内部)の結果を用い，横軸が距離 r ，縦軸が電場の強さ E のグラフを書け。

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

$\phi_A =$ _____ , $\phi_B =$ _____

$K =$ _____

問 2 全電荷 $Q =$ _____

問 3

$V =$ _____ $\rho =$ _____

全電荷 = _____ 面積 $S =$ _____

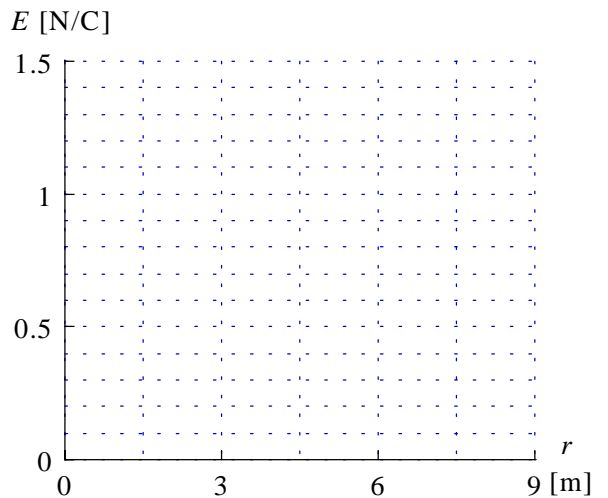
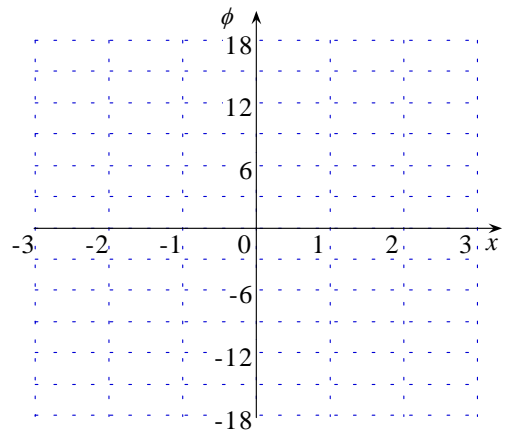
(計算)

$E =$ _____

全電荷 $Q' =$ _____

(計算)

$E =$ _____



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。