

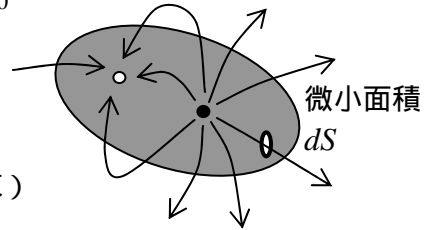
[第 4 回目] 静電場のガウスの法則

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 ($ES = N = \frac{Q}{\epsilon_0}$) 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

$$\int_S E_n \cdot dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$$



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 $Q = 1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 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。

- B... A 点 $x = 3.0$ での電位 ϕ_A を求めよ。B 点 $x = 1.0$ での電位 ϕ_B を求めよ。
- B... A に $q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ の点電荷 (電子) 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。
- C... x 軸上での電位 ϕ の変化をグラフに表せ。

B... 問 2 $V = 1.5 \text{ [V]}$ の電圧の電池がある。この電池のプラス極からマイナス極へ、 $Q = 1.0 \text{ [C]}$ の電荷が移動した (電流)。移動する間に電気力が電荷にする仕事 W を数値で求めよ。

A... 問 3 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 4 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る。(教科書 96 ページの問 5.21 参照)

- A... 半径 R の球の体積 V を R で表せ。 B... 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。

- B... 閉曲面 S の内部にある全電荷を Q で表せ。 A... 閉曲面 S の面積を r で表せ。
- B... 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。

- C... 閉曲面 S' の内部にある全電荷 Q' を Q, R, r で表せ。
- C... 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、 のように変化する。

- B... $Q = 1.0 \times 10^{-9} \text{ [C]}$ 、 $R = 3.0 \text{ [m]}$ 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 $W =$ _____ [_____]

問3 全電荷 $Q =$ _____

問4

$V =$ _____ $\rho =$ _____

全電荷 $=$ _____ 面積 $S =$ _____

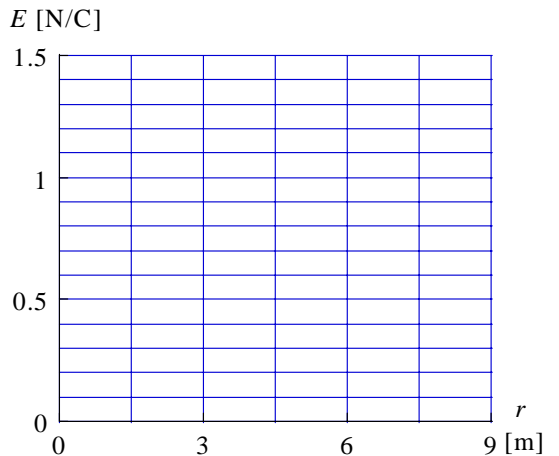
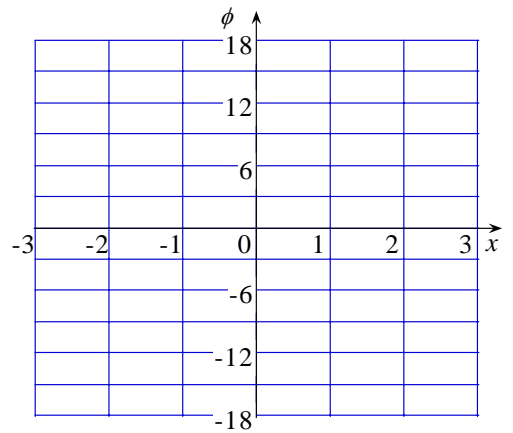
(計算)

$E =$ _____

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。