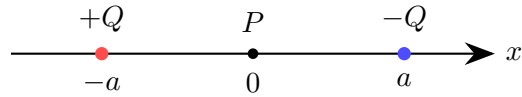

問題

問題 1

真空中の一直線上に、点電荷 $+Q$ と $-Q$ が置かれている。点電荷 $+Q$ は座標 $x = -a$ 、点電荷 $-Q$ は座標 $x = a$ にある。ただし、 $Q > 0$ 、 $a > 0$ とする。また、点 P は座標 $x = 0$ にある。

静電気力定数を k とする。電位の基準は無限遠とする。



1. 点 P における電位 V_P を求めよ。
2. 点 P における電界の向きと大きさ E_P を求めよ。
3. この結果から、電位と電界の違いを簡潔に説明せよ。

[20 点]

解答・解説

問題 1 の解答

1. 点 P における電位 V_P を求める。

電位はスカラー量であり、各点電荷による電位をそのまま足し合わせる。

点電荷 $+Q$ から点 P までの距離は a であるから、 $+Q$ による電位は

$$V_+ = k \frac{Q}{a}$$

である。

点電荷 $-Q$ から点 P までの距離も a であるから、 $-Q$ による電位は

$$V_- = k \frac{-Q}{a}$$

である。

よって、点 P における電位は

$$\begin{aligned} V_P &= V_+ + V_- \\ V_P &= k \frac{Q}{a} + k \frac{-Q}{a} \\ V_P &= 0 \end{aligned}$$

したがって、

$$V_P = 0$$

である。

2. 点 P における電界の向きと大きさ E_P を求める。

電界はベクトル量であるため、向きを考えて足し合わせる。

まず、点電荷 $+Q$ が点 P につくる電界を考える。正の点電荷がつくる電界は、電荷から遠ざかる向きである。点 P は $+Q$ の右側にあるので、 $+Q$ による電界は x 軸の正の向きである。その大きさは

$$E_+ = k \frac{Q}{a^2}$$

である。

次に、点電荷 $-Q$ が点 P につくる電界を考える。負の点電荷がつくる電界は、電荷へ向かう向きである。点 P から見ると $-Q$ は右側にあるので、 $-Q$ による電界も x 軸の正の向き

である。その大きさは

$$E_- = k \frac{Q}{a^2}$$

である。

したがって、2つの電界は同じ向きに加わるので、

$$E_P = E_+ + E_-$$

$$E_P = k \frac{Q}{a^2} + k \frac{Q}{a^2}$$

$$E_P = \frac{2kQ}{a^2}$$

よって、点 P における電界は x 軸の正の向きであり、大きさは

$$E_P = \frac{2kQ}{a^2}$$

である。

3. 電位と電界の違いを説明する。

電位はスカラー量であるため、正負の符号を含めて代数的に足し合わせる。そのため、今回のように $+Q$ と $-Q$ が点 P から同じ距離にある場合、電位は

$$k \frac{Q}{a} + k \frac{-Q}{a} = 0$$

となり、打ち消し合う。

一方、電界はベクトル量であるため、向きを考えて足し合わせる。今回、点 P では $+Q$ による電界も $-Q$ による電界も x 軸の正の向きである。したがって、電界は打ち消されず、

$$\frac{2kQ}{a^2}$$

となる。

つまり、この問題では

$$V_P = 0, \quad E_P = \frac{2kQ}{a^2} \text{ で向きは } x \text{ 軸の正の向き}$$

である。

電位は「位置がもつ単位電荷あたりの位置エネルギー」を表し、電界は「正の単位電荷にはたらく力の向きと大きさ」を表す。したがって、電位が 0 であっても、電界が 0 であるとは限らない。