

2012 今週の工学の基礎 第 20 回特別編

丸山大介*

2012 年 6 月 23 日

【No.1】 真空である xyz 空間上の点 $(0,0,0)$ に、電気量 Q の点電荷が置かれており、このときの点 $(2,0,0)$ における電界の大きさを E_0 とする。さらに、点 $(3,0,0)$ にも電気量 $2Q$ の点電荷を置いた。このときの点 $(2,0,0)$ における電界の大きさとして最も妥当なのはどれか。(H.24 国家一般職)

1. $3E_0$ 2. $4E_0$ 3. $5E_0$ 4. $6E_0$ 5. $7E_0$

【No.2】 断面積が一定で均質な材質でできた長さ 15m の金属棒の両端に、電圧 E の直流電源を接続したところ、4A の電流が流れた。

いま、この金属棒を長さ 5m と 10m の 2 本に切断し、この 2 本の金属棒の両端を、導線を用いて並列接続して、電圧 E の直流電源に接続したとき、電源から流れ出る電流はいくらか。(H.24 国家一般職)

1. 10A 2. 12A 3. 15A 4. 16A 5. 18A

* ©MARUYAMA Daisuke 2012 <http://www.maru-will.com/>

【解答 1】 正解 5 難易度 B

クーロンの法則より、点電荷 Q が距離 r の位置に作る電界 E は、

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

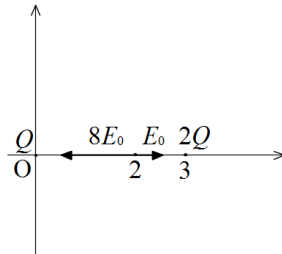
となる。したがって、本問では、原点と $(2,0,0)$ の距離 $r = 2$ なので、

$$E_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{2^2} = \frac{Q}{16\pi\epsilon_0}$$

次に $(3,0,0)$ と $(2,0,0)$ の距離は $r = 1$ なので、 $2Q$ によって作られる電界は、

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{1^2} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} = 8E_0$$

ここで作られる電界の方向を考えると、次のようになる。(正の電荷から離れる向きに電界が発生することに注意する)



これより、求める電界は、

$$8E_0 - E_0 = 7E_0$$

ポイント

電界の大きさは距離の 2 乗に反比例すること、電界はベクトル量であることに注意が必要です。もっとも電界をただ加えると $9E_0$ になりますが、この選択肢がありませんので、間違いに気付くかと思いますが。なお、電位はスカラー量ですので、ただ加えるだけでじゅうぶんです。最初に Q を置いたときに $(2,0,0)$ にできる電位（無限遠点を正とする）を V_0 とすると、 $2Q$ によって $4V_0$ の電位が作られますので、合計 $5V_0$ で正解になります。この違いに注意してください。

【解答 2】 正解 5 難易度 A

5m 辺りの金属棒の抵抗を仮に 1Ω とする。15m の金属棒は、5m の金属棒を 3 つ直列に並べたことと同じなので、全体で 3Ω となる。ここに 4A の電流が流れたので、オームの法則から $E = 12V$ である。

次に、10m の金属棒の抵抗は 2Ω となるので、これと 5m の金属棒を並列接続すると、全体の抵抗は、

$$\frac{1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2}} = \frac{2}{3}\Omega$$

となるので、オームの法則から、流れる電流は、

$$\frac{12}{\frac{2}{3}} = 18A$$

ポイント

数値を当てはめましたが、要するに抵抗の比を求めれば十分です。抵抗は長さに比例することに注意しましょう。