

受験番号

氏名

## 筆記試験解答用紙 (解答例)

問題番号 【1】

(1) アンペアの周回積分の法則より、紙面の裏から表の向きを  $Z$  方向とすると、

$$I_A \text{ が点 } O \text{ に作る磁界の大きさは } 2\pi L \cdot H_A = I_A \text{ より } H_A = \frac{I_A}{2\pi L} \text{ で } -Z \text{ 方向}$$

$$I_B \text{ が点 } O \text{ に作る磁界の大きさは } 2\pi L \cdot H_B = I_B \text{ より } H_B = \frac{I_B}{2\pi L} \text{ で } +Z \text{ 方向}$$

$$\text{となるので合成磁界は } H_{AB} = |-H_A + H_B| = \left| -\frac{I_A}{2\pi L} + \frac{I_B}{2\pi L} \right| = \left| \frac{1}{2\pi L} (I_B - I_A) \right| \quad [\text{A/m}]$$

(2)  $I_A = 4\text{ A}$  が導線 B 上に作る磁界は  $H' = \frac{4}{2\pi \cdot 2L} = \frac{1}{\pi L}$  なので、ローレンツ力は

$$F = I_B \times B' \times 1 [\text{m}] = 2\mu_0 H' = \frac{2\mu_0}{\pi L} \text{ N/m, で吸引力}$$

(3) ビオ・サバールの法則  $dH = \frac{Ids \sin \theta}{4\pi r^2}$ ,  $\sin \theta = 1$  より、

$$H_C = \int_0^\pi \frac{I_C}{4\pi r^2} r d\theta = \frac{\pi I_C}{4\pi r} = \frac{I_C}{4r} \quad [\text{A/m}], \quad +Z \text{ 方向}$$

 $H_{AB}$  は、 $-Z$  方向なので

$$-H_{AB} + H_C = 0$$

$$-\frac{1}{\pi L} + \frac{I_C}{4r} = 0$$

$$\text{より, } I_C = \frac{4r}{\pi L} \quad [\text{A}]$$

## 筆記試験解答用紙

問題番号 【2】

(1)

(i) 単位長さの半径  $r$  の円柱状の領域に含まれる電荷は  $\pi r^2 \sigma$  [C/m]。対称性より電界の向きは円柱側面の法線方向で大きさは等しい。よって、ガウスの法則より、

$$\oint_S \mathbf{E}_i \cdot d\mathbf{s} = \frac{\pi r^2 \sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore 2\pi r E_i(r) = \frac{\pi r^2 \sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore E_i(r) = \frac{r\sigma}{2\epsilon_0} \text{ [V/m]}$$

(ii) 同様に、

$$\oint_S \mathbf{E}_{ii} \cdot d\mathbf{s} = \frac{\pi\sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore 2\pi r E_{ii}(r) = \frac{\pi\sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore E_{ii}(r) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0 r} \text{ [V/m]}$$

(iii) 単位長さの半径  $r$  の円柱状の領域に含まれる電荷は

$\pi\sigma - \pi(r^2 - 2)\sigma = \pi(3 - r^2)\sigma$  [C/m]。よって

$$\oint_S \mathbf{E}_{iii} \cdot d\mathbf{s} = \frac{\pi(3 - r^2)\sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore 2\pi r E_{iii}(r) = \frac{\pi(3 - r^2)\sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore E_{iii}(r) = \frac{(3 - r^2)\sigma}{2\epsilon_0 r} \text{ [V/m]}$$

(iv) 同様に、

$$\oint_S \mathbf{E}_{iv} \cdot d\mathbf{s} = \frac{-\pi\sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore 2\pi r E_{iv}(r) = -\frac{\pi\sigma}{\epsilon_0} \quad \therefore E_{iv}(r) = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0 r} \text{ [V/m]}$$

(2)

$$\begin{aligned} V_{AB} &= -\int_2^{\sqrt{2}} E_{iii}(r) dr - \int_{\sqrt{2}}^1 E_{ii}(r) dr = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \int_2^{\sqrt{2}} \left(\frac{3}{r} - r\right) dr - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \int_{\sqrt{2}}^1 \frac{1}{r} dr \\ &= -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( \left[ 3 \ln r - \frac{1}{2} r^2 \right]_2^{\sqrt{2}} + [\ln r]_{\sqrt{2}}^1 \right) = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( 3 \ln \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2} \times (2 - 4) + \ln \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\ln 4 - 1) \text{ [V]} \end{aligned}$$

受験番号

氏名

筆記試験解答用紙

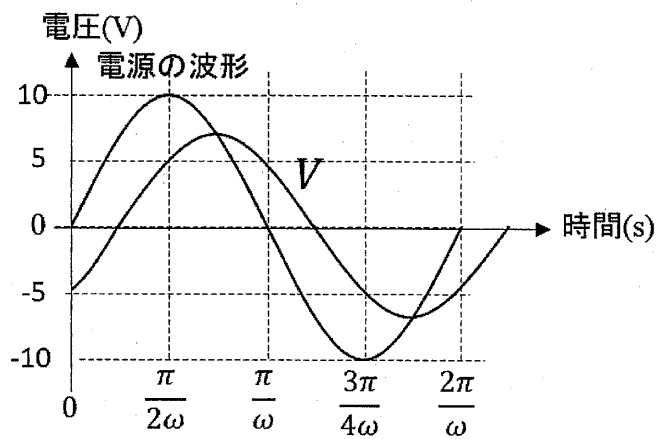
問題番号 【3】

解答例：

(1)

$$V = \frac{E}{1 + j\omega L/R}$$

(2)



振幅が約 0.7 倍になっていること

位相が約  $\pi/4$  遅れていること

受験番号

氏名

## 筆記試験解答用紙

問題番号 【4】

## 解答例：

(1)

$$\therefore i(t) = \frac{E}{R_1}$$

(2)

$$\therefore L \frac{di(t)}{dt} + (R_1 + R_2)i(t) = E$$

(3)

一般解は

$$i(t) = \frac{E}{R_1 + R_2} + Ae^{-\frac{R_1 + R_2}{L}t}$$

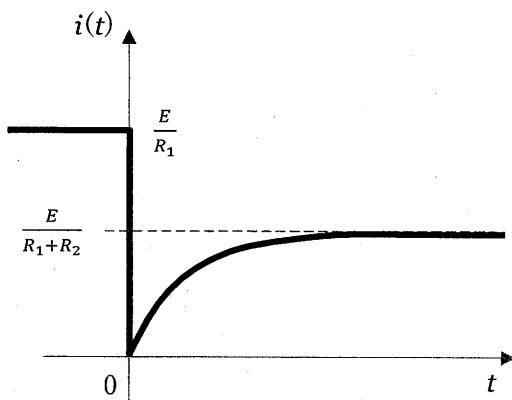
A:未定定数

初期条件は  $t=+0$  で  $i(+0)=0$  なので、

$$A = -\frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$\therefore i(t) = \frac{E}{R_1 + R_2} \left(1 - e^{-\frac{R_1 + R_2}{L}t}\right)$$

(4)



受験番号	氏名
------	----

筆記試験解答用紙

問題番号 【5】

(1) 今日, Peloton 社はコンピュータ, センサ, 車両間通信 (V2V) を利用して, 1人の運転手が2台別々のトラックを運転できる技術を発表した。

(2) 昨年の技術では2台目のトラックにもハンドルを操作する運転手が必要だったが, 新技術ではその運転手が不要となる。

(3) Digital details describing that action are wirelessly transmitted to the computer in the following truck.

受験番号	氏名
------	----

筆記試験解答用紙

問題番号 【6】
----------

(1)

アミノ酸は地球上の生命の構成要素であるが、小惑星探査機はやぶさ2によって小惑星リュウグウで採取され2020年に持ち帰られた砂のサンプルから発見された。

(2)

過去に地球に落下してきた隕石。

(3)

生命の起源が、隕石もしくはその他の方法で地球外の他の場所からもたらされたとする学説。