

2018年度 第3回アセスメントテスト 電磁気学

2019年1月7日

注意事項 : 解答には単位をつけること。必要な計算過程を示すこと。

$\epsilon_0, \mu_0, \pi, \sqrt{\quad}$ などそのまま残してよい。解答欄が不足する場合は裏面も使用してよい。

[1] (1) 真空中に2つの単位磁荷1[Wb]を1[m]離して置いたとき、この磁極間に働く磁気力の大きさFを求めよ。

(2) 導体球表面の電位Vを求めよ。

(2) 磁界 $H=2 \times 10^{-2}$ [A/m]中に置かれた磁荷 $m=10^{-3}$ [Wb]に働く磁気力の大きさFを求めよ。

(3) この導体球の静電容量Cを求めよ。

(3) 次のマクスウェルの方程式の微分形を完成せよ。

ただし、電界を \mathbf{E} , 電束密度を \mathbf{D} , 磁界を \mathbf{H} , 磁束密度を \mathbf{B} , 電流密度を \mathbf{J} , 電荷密度を ρ とする。

$\text{rot } \mathbf{E} =$

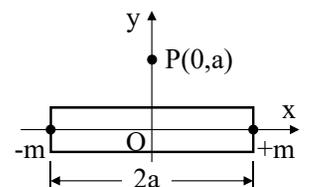
(4) 導体球に蓄えられる静電エネルギーWを求めよ。

$\text{rot } \mathbf{H} =$

$\text{div } \mathbf{D} =$

$\text{div } \mathbf{B} =$

[2] 長さ $2a$ [m], 磁極の強さ $\pm m$ [Wb]の棒磁石が図のように置かれているとき、磁石の中心Oから距離 a [m]の点Pにおける磁界Hの大きさを求めよ。

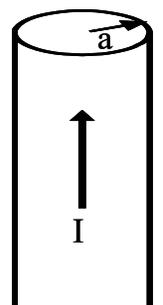


[2] 点 $P_1(1, 2, 1)$ [m], 点 $P_2(-3, -2, 1)$ [m]に大きさ q [C]の点電荷がそれぞれ1つずつ置かれている。

(1) 点 $P(-1, 0, 2)$ [m]における電界Eの大きさを求めよ

(2) 点Pの電位Vを求めよ。

[5] 図のような半径 a [m]の無限長円柱導体内を電流 I [A]が一様に流れている。このとき、無限長円柱導体内の磁界の大きさを求めよ。



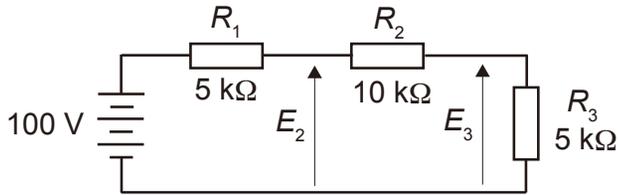
[3] 真空中に置かれた半径 a [m]の孤立導体球に電荷 Q [C]を与えたとき、次の各問いに答えよ。

(1) 導体球外の電界Eを、ガウス法則を用いて求めよ。

2018年度 アセスメントテスト (第3回) 電気回路

※ 解答上の注意：計算および解答は2桁精度で行って良い。√記号、分数は残しても良い。

1. 以下の回路について設問に答えよ。



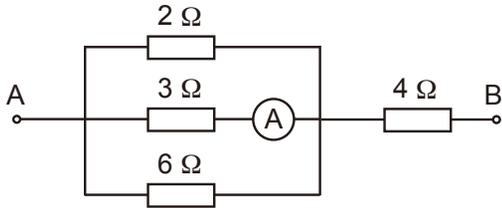
(1) 定常状態における E_3 は何 V か求めよ。

$E_3 =$ _____ [V]

(2) 抵抗 R_2 が断線した場合 E_2, E_3 にかかる電圧は何 V か答えよ。

$E_2 =$ _____ [V], $E_3 =$ _____ [V]

2. 以下の回路で電流計 A の読みが 4 [A] のとき、A-B 間の電圧降下を求めなさい。

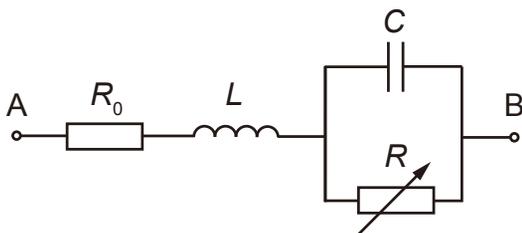


$V_{AB} =$ _____ [V]

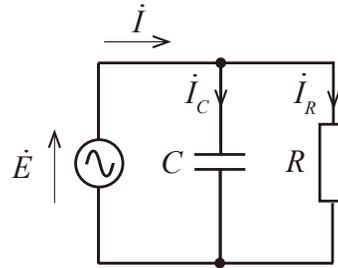
3. 電圧 $e = 200\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$ と、電流 $i = 100\sqrt{2} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ との位相差を求めなさい。

位相差 = _____

4. 以下の回路において、角周波数 ω の正弦波交流電圧 \dot{E} を端子 AB 間に印加するとき、抵抗 R_0 を流れる電流を \dot{E} と同相にするためには R をどのようにすればよいか答えよ。ただし、 $\omega^2 LC < 1$ とする。



6. 以下の回路における電圧 \dot{E} と電流 $\dot{I}, \dot{I}_C, \dot{I}_R$ の関係をフェーザ図に表せ。



回路図

フェーザ図

7. ある単相交流回路において、負荷の電圧 \dot{V} と電流 \dot{I} がそれぞれ、 $\dot{V} = 120 + j60$ [V], $\dot{I} = 30 + j20$ [A] であるとき、この負荷の有効電力と無効電力を求めよ。尚、それぞれの単位も答えよ。

有効電力 = _____ []

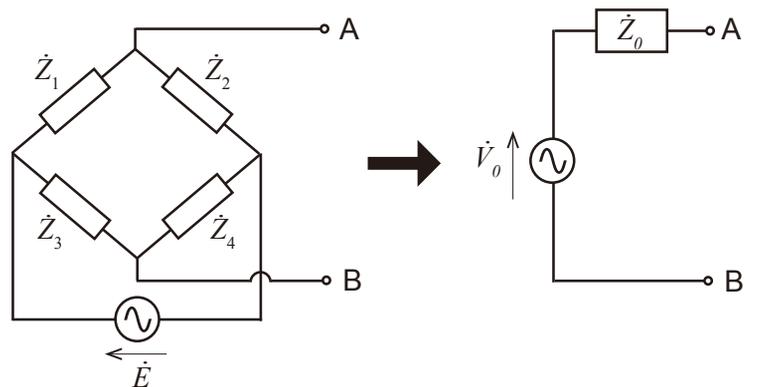
無効電力 = _____ []

8. $R = 10$ [kΩ], $L = 10$ [mH], $C = 1$ [μF] の RLC 直列回路に対して $|E| = 100$ [V] の正弦波交流電圧を加え、その周波数を変化させるとき、最大電流を流す周波数 f_0 [Hz] と最大電流 I_0 を求めなさい。

周波数 _____ [Hz]

最大電流 _____ [A]

9. 下左図の回路について、この回路と等価な電圧源 (下右図) の \dot{V}_0 と \dot{Z}_0 を求めよ。



$\dot{V}_0 =$ _____

$\dot{Z}_0 =$ _____

2018年度 第3回 アセスメントテスト 電子回路

1 図1の回路に小信号 v_{in} を入力し、そのときの小信号出力が v_{out} であるとする。次の間に答えよ。

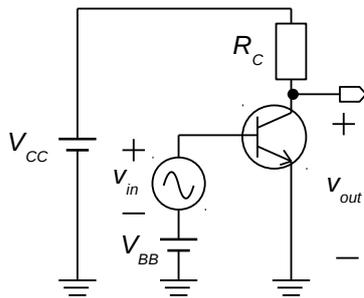


図1 増幅回路

- (1) この回路の名称（～接地増幅回路）を答えよ。
- (2) トランジスタの h パラメータ ($h_{ie} \cdot h_{fe} \cdot h_{oe}$) を用いてこの回路の小信号等価回路を示せ。
- (3) この回路の電圧増幅度 $A_v (= v_{out}/v_{in})$ を求めよ。ただし、 $1/h_{oe} \gg R_C$ とする。

2 演算増幅器を用いた回路（図2）に小信号 v_{in} を入力し、そのときの小信号出力が v_{out} であるとする。次の間に答えよ。ここで、演算増幅器の入力インピーダンスは非常に高いとする。

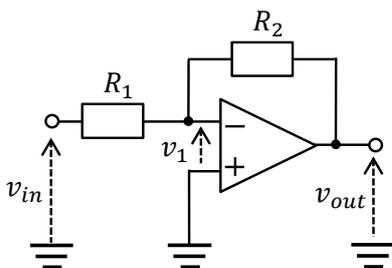


図2 演算増幅器を用いた回路

- (1) 演算増幅器の電圧増幅度 A とする。この回路全体の電圧増幅度 $A_{all} (= v_{out}/v_{in})$ を A と抵抗 (R_1 と R_2) を用いて表せ。
- (2) 演算増幅器の電圧利得 A が非常に大きい場合、問(1)の式はどのように近似できるか答えよ。
- (3) 問(2)のとき、演算増幅器の入力電圧 v_1 は0になる。この現象の名称を答えよ。
- (4) この回路の入力インピーダンスを求めよ。
- (5) この回路の名称（～増幅回路）を答えよ。

3 図に示す各Dフリップ・フロップ（DFF）の入出力波形 ($Q_1 \cdot D_2 \cdot Q_2$) を描け。ただし、DFFはクロック信号の立ち上がりで動作するとする。

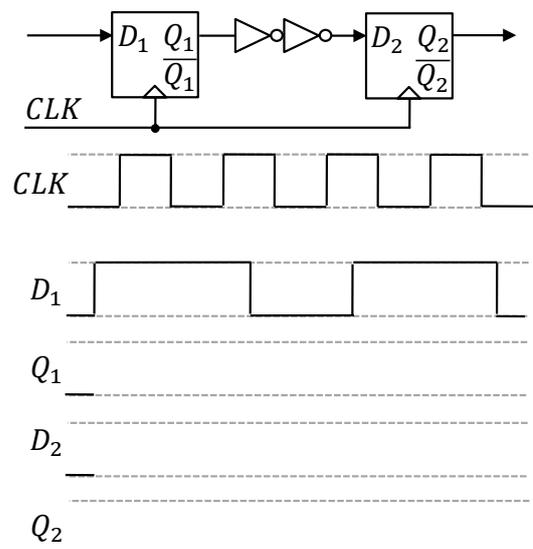


図3 DFFを用いた回路とタイミングチャート

第3回 アセスメントテスト 電気数学 2019/1/7

【直交座標系 (x, y, z) の x, y, z 軸正方向の単位ベクトルを i, j, k とする. 虚数単位を j で表す.】

1. ベクトル $A = 3i - j + 2k, B = 2j + 5k$ に対して, 次の値を求めよ. [各3点]

(1) $A \cdot B$

(2) $A \times B$

2. 次の関数の微分を行え. (a, b は定数)[各3点]

(1) $a \sin bx$

(2) $e^x \cos x$

3. 次にスカラー関数 ϕ ならびにベクトル関数 A が与えられているとき, 以下の各問に答えよ. [各3点]

$$\phi = 3x^2y, \quad A = xyz\mathbf{i} + (3x^2 + y)\mathbf{j} + 2x^2\mathbf{k},$$

$$\nabla = \mathbf{i} \frac{\partial}{\partial x} + \mathbf{j} \frac{\partial}{\partial y} + \mathbf{k} \frac{\partial}{\partial z}$$

(1) $\nabla \phi$

(2) $\nabla \cdot A$

(3) $\nabla \times A$

4. 次の不定積分を行え. [各3点]

(1) $\int \sin(10x + 2) dx$

(2) $\int 4x \cdot e^x dx$

5. 次の積分を計算せよ. [各3点]

(1) $\int_D (x^2 + 3xy + 4) dS \quad (D: 1 \leq x \leq 3, 0 \leq y \leq 3)$

(2) $\int_D x^2 dS \quad (D: -a \leq x \leq a, -b \leq y \leq b)$

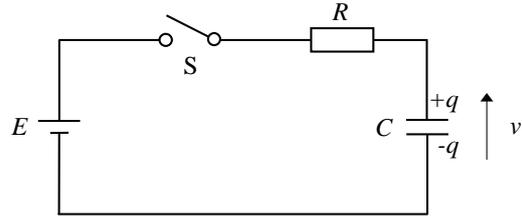
6. 次の複素数の計算を行い, $a + jb$ と $r \angle \theta$ の形式で示せ.

[各形式3点, 計12点]

(1) $\left\{ 2 \angle \left(\frac{\pi}{6} \right) \right\} \left\{ 3 \angle \left(\frac{\pi}{2} \right) \right\}$

(2) $\frac{2-j2}{1+j}$

7. 図に示すような RC 回路がある. $t = 0$ でスイッチ S を閉じたとする. 時刻 t におけるキャパシタの電荷 q を求めよ. ただし, $t = 0$ でキャパシタの電荷は 0 とする. [5点]



解答欄

| | | |
|---|--------------|-------------------|
| 1 | (1) | |
| | (2) | |
| 2 | (1) | |
| | (2) | |
| 3 | (1) | |
| | (2) | |
| | (3) | |
| 4 | (1) | |
| | (2) | |
| 5 | (1) | |
| | (2) | |
| 6 | (1) $a + jb$ | $r \angle \theta$ |
| | (2) $a + jb$ | $r \angle \theta$ |
| 7 | | |