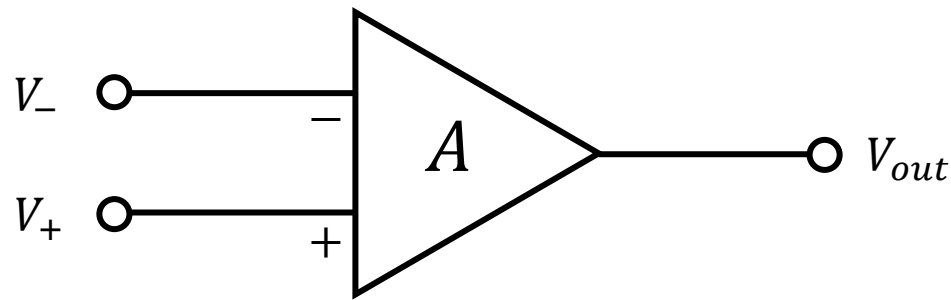


# 電験二種 オンライン講座

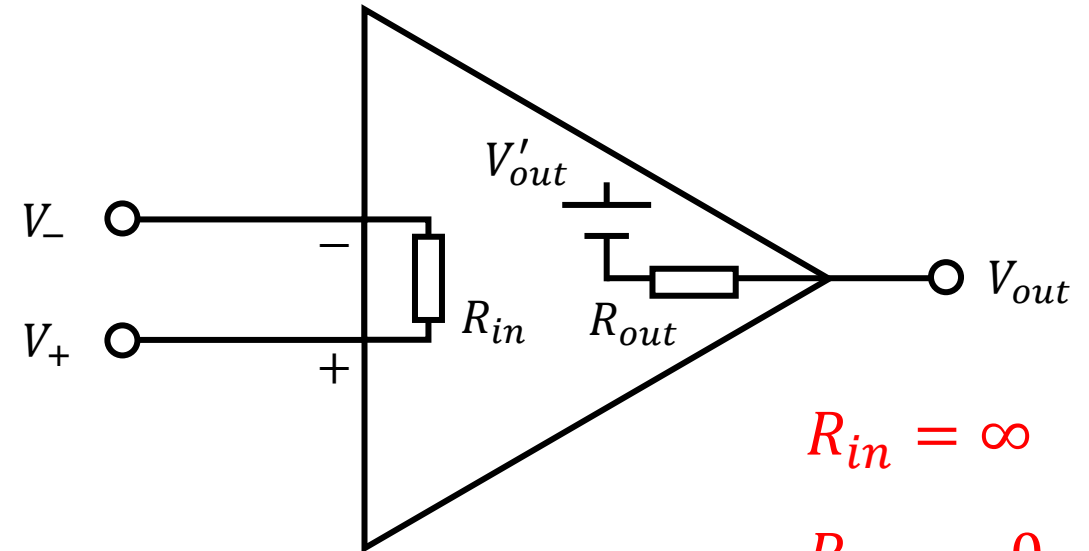
## 二種理論 電子回路(1)

# 演算増幅器 (オペアンプ)

- ・オペアンプは増幅率 $A$ がすごく大きい差動増幅回路
- ・入力インピーダンス $R_{in}$ が非常に大きい
- ・出力インピーダンス $R_{out}$ が非常に小さい



$$V_{out} = A(V_+ - V_-)$$



$$R_{in} = \infty$$

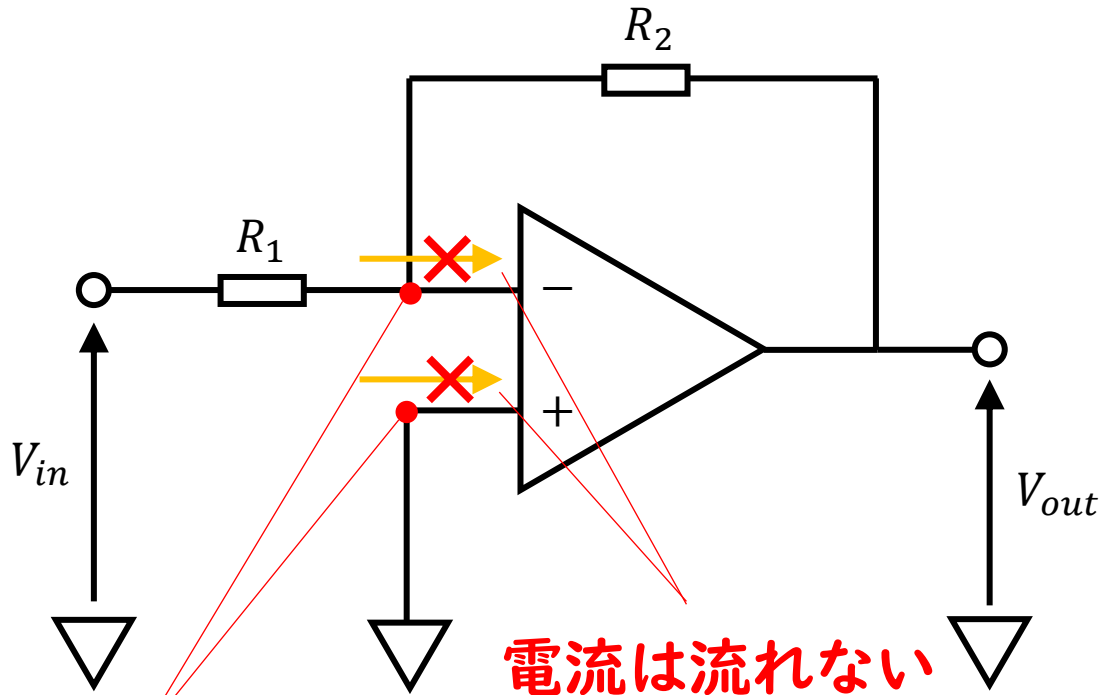
$$R_{out} \sim 0$$

# 演算増幅器（オペアンプ）の特徴

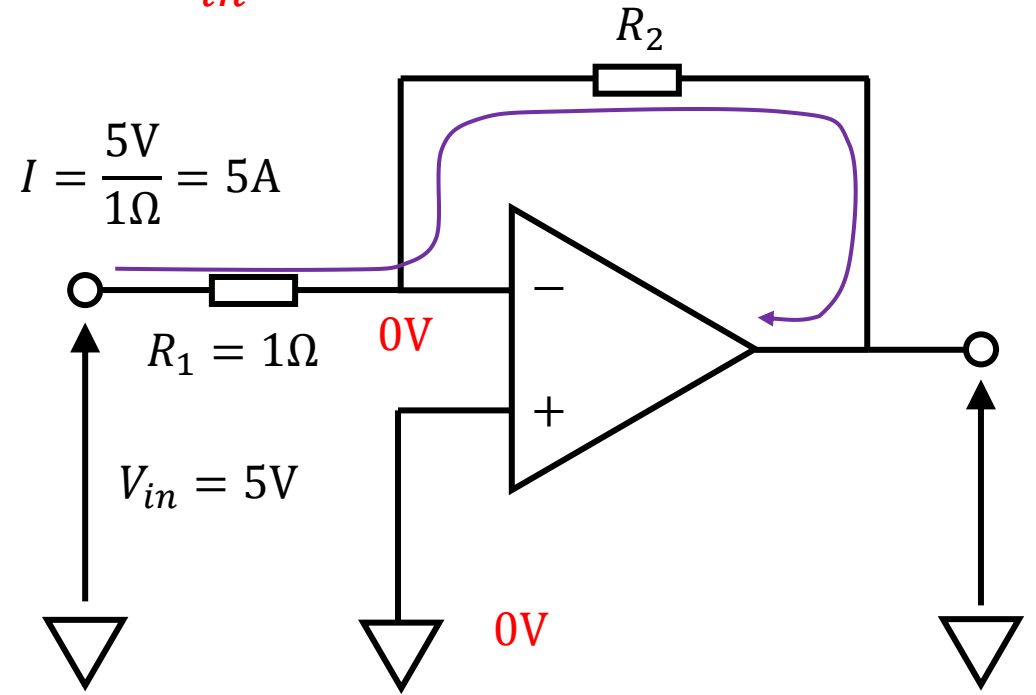
- ・入力電圧を増幅したり、複数の入力電圧の足算や引算を行う
- ・**イマジナリーショート（仮想短絡）**が成り立つ
  - +端子と-端子は電圧が同じ
  - +端子と-端子の間には電流が流れない

$$V_+ = V_-$$

$$R_{in} = \infty$$



同じ電圧



# 三種 H22 問18

問18 演算増幅器(オペアンプ)について、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 演算増幅器の特徴に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 反転増幅と非反転増幅の二つの入力端子と一つの出力端子がある。
- (2) 直流を増幅できる。
- (3) 入出力インピーダンスが大きい。
- (4) 入力端子間の電圧のみを増幅して出力する一種の差動増幅器である。
- (5) 増幅度が非常に大きい。

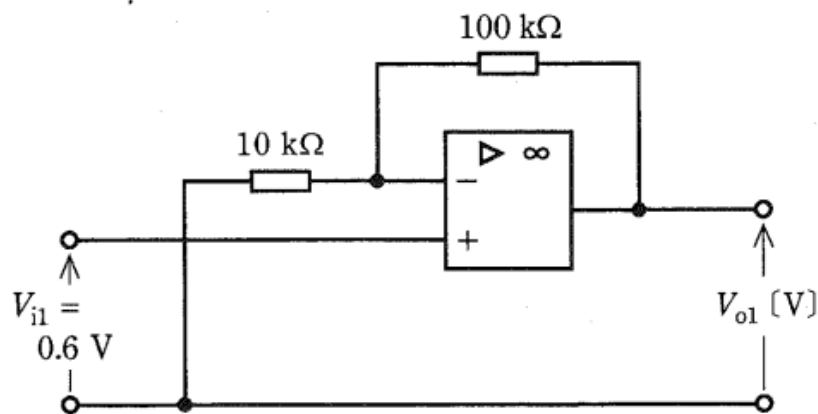


図 1

(b) 図1及び図2のような直流増幅回路がある。それぞれの出力電圧  $V_{o1}$  [V] ,  $V_{o2}$  [V] の値として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

ただし、演算増幅器は理想的なものとし、 $V_{i1} = 0.6$  [V] 及び  $V_{i2} = 0.45$  [V] は入力電圧である。

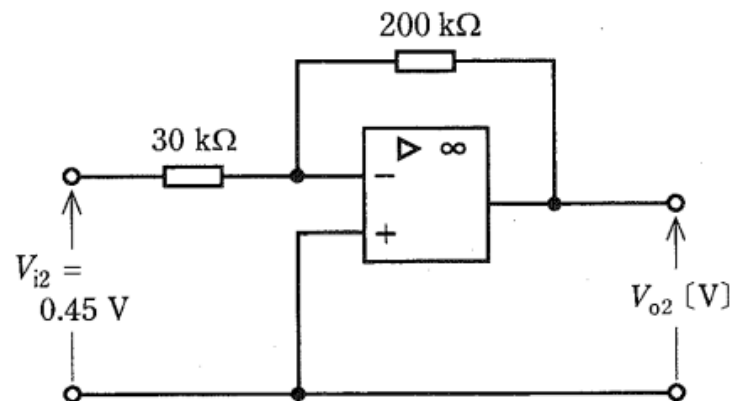


図 2

	$V_{o1}$	$V_{o2}$
(1)	6.6	3.0
(2)	6.6	-3.0
(3)	-6.6	3.0
(4)	-4.5	9.0
(5)	4.5	-9.0

# 三種 H22 問18

問18 演算増幅器(オペアンプ)について、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 演算増幅器の特徴に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) 反転増幅と非反転増幅の二つの入力端子と一つの出力端子がある。
- (2) 直流を増幅できる。
- (3) 入出力インピーダンスが大きい。
- (4) 入力端子間の電圧のみを増幅して出力する一種の差動増幅器である。
- (5) 増幅度が非常に大きい。

入力インピーダンス → 大  
出力インピーダンス → 小

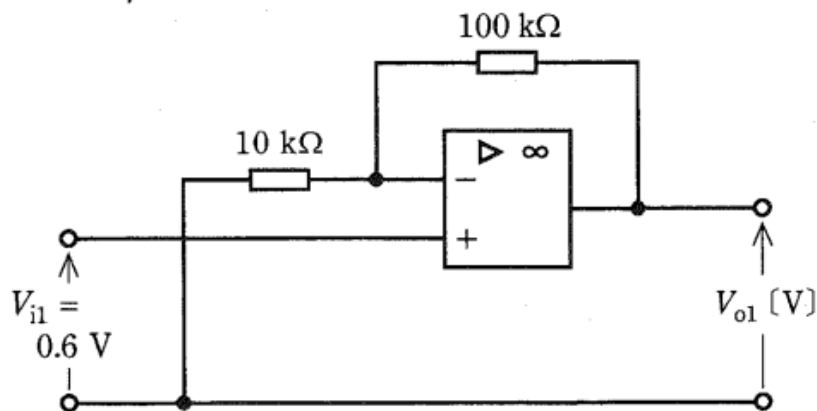
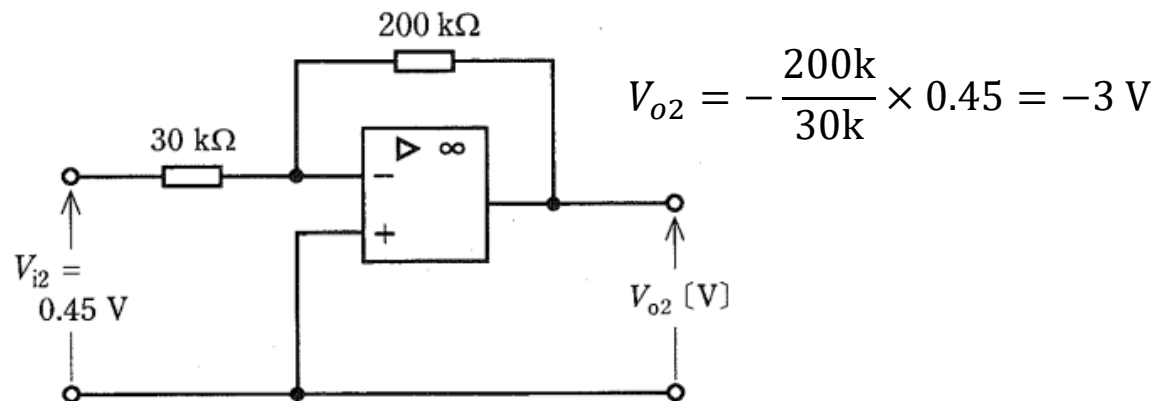


図 1

$$V_{o1} = \left( \frac{100\text{k}}{10\text{k}} + 1 \right) \times 0.6 = 11 \times 0.6 = 6.6 \text{ V}$$

(b) 図1及び図2のような直流増幅回路がある。それぞれの出力電圧  $V_{o1}$  [V] ,  $V_{o2}$  [V] の値として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

ただし、演算増幅器は理想的なものとし、 $V_{i1} = 0.6$  [V] 及び  $V_{i2} = 0.45$  [V] は入力電圧である。



$$V_{o2} = -\frac{200\text{k}}{30\text{k}} \times 0.45 = -3 \text{ V}$$

図 2

	$V_{o1}$	$V_{o2}$
(1)	6.6	3.0
(2)	6.6	-3.0
(3)	-6.6	3.0
(4)	-4.5	9.0
(5)	4.5	-9.0

# 三種 H27 問18

問18 演算増幅器（オペアンプ）について、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

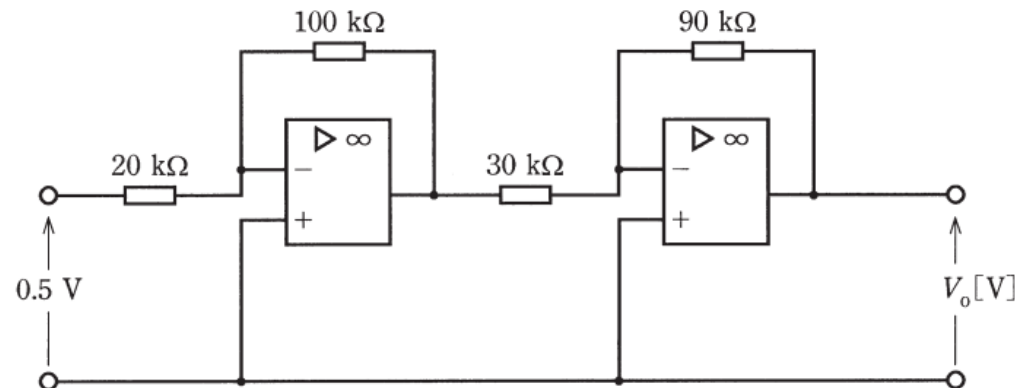
(a) 演算増幅器は、その二つの入力端子に加えられた信号の (ア) を高い利得で増幅する回路である。演算増幅器の入力インピーダンスは極めて (イ) ため、入力端子電流は (ウ) とみなしてよい。一方、演算増幅器の出力インピーダンスは非常に (エ) ため、その出力端子電圧は負荷による影響を (オ)。さらに、演算増幅器は利得が非常に大きいため、抵抗などの部品を用いて負帰還をかけたときに安定した有限の電圧利得が得られる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	差動成分	大きい	ほぼ零	小さい	受けにくい
(2)	差動成分	小さい	ほぼ零	大きい	受けやすい
(3)	差動成分	大きい	極めて大きな値	大きい	受けやすい
(4)	同相成分	大きい	ほぼ零	小さい	受けやすい
(5)	同相成分	小さい	極めて大きな値	大きい	受けにくい

(b) 図のような直流増幅回路がある。この回路に入力電圧 0.5 V を加えたとき、出力電圧  $V_o$  の値 [V] と電圧利得  $A_V$  の値 [dB] の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、演算増幅器は理想的なものとし、 $\log_{10}2 = 0.301$ 、 $\log_{10}3 = 0.477$  とする。



	$V_o$	$A_V$
(1)	7.5	12
(2)	-15	12
(3)	-7.5	24
(4)	15	24
(5)	7.5	24

# 三種 H27 問18



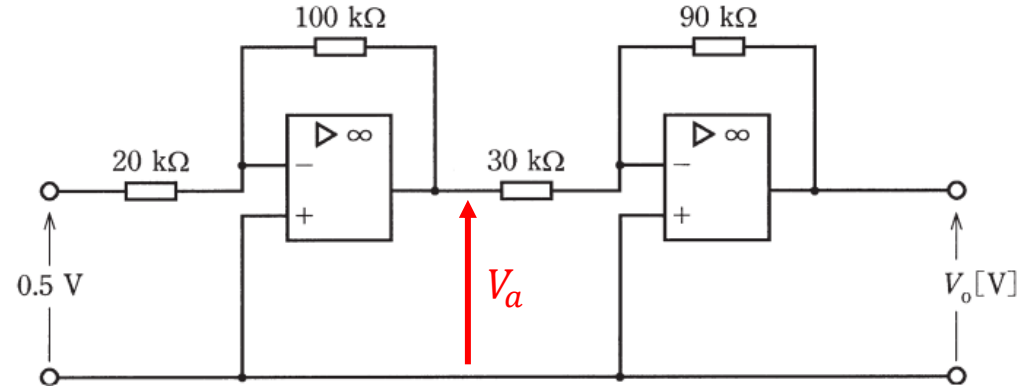
問18 演算増幅器（オペアンプ）について、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 演算増幅器は、その二つの入力端子に加えられた信号の (ア) を高い利得で増幅する回路である。演算増幅器の入力インピーダンスは極めて (イ) ため、入力端子電流は (ウ) とみなしてよい。一方、演算増幅器の出力インピーダンスは非常に (エ) ため、その出力端子電圧は負荷による影響を (オ)。さらに、演算増幅器は利得が非常に大きいため、抵抗などの部品を用いて負帰還をかけたときに安定した有限の電圧利得が得られる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	差動成分	大きい	ほぼ零	小さい	受けにくい
(2)	差動成分	小さい	ほぼ零	大きい	受けやすい
(3)	差動成分	大きい	極めて大きな値	大きい	受けやすい
(4)	同相成分	大きい	ほぼ零	小さい	受けやすい
(5)	同相成分	小さい	極めて大きな値	大きい	受けにくい

(b) 図のような直流増幅回路がある。この回路に入力電圧 0.5 V を加えたとき、出力電圧  $V_o$  の値 [V] と電圧利得  $A_V$  の値 [dB] の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。  
ただし、演算増幅器は理想的なものとし、 $\log_{10} 2 = 0.301$ 、 $\log_{10} 3 = 0.477$  とする。



$$V_a = -\frac{100}{20} \times 0.5 = -2.5 \text{ V}$$

$$V_o = -\frac{90}{30} \times V_a = -3 \times (-2.5) = 7.5 \text{ V}$$

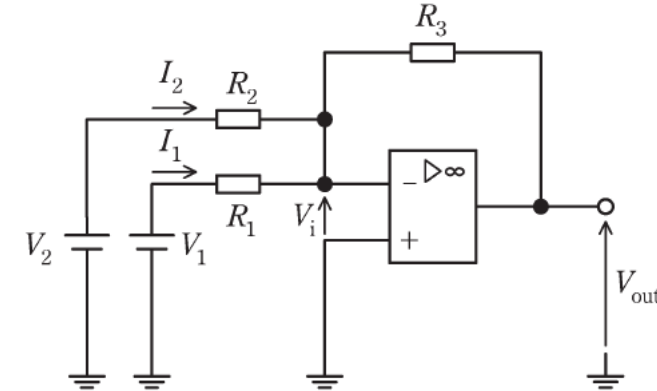
$$\begin{aligned}
 A_V &= 20 \log_{10} \left| \frac{V_o}{V_i} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{7.5}{0.5} \right| \\
 &= 20 \log_{10} |15| = 20 \log_{10} \left| 3 \times \frac{10}{2} \right| \\
 &= 20 \log_{10} 3 + 20 \log_{10} 10 - 20 \log_{10} 2 \\
 &= 20 \times 0.477 + 20 - 20 \times 0.301 \\
 &= 23.52 \sim 24 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

	$V_o$	$A_V$
(1)	7.5	12
(2)	-15	12
(3)	-7.5	24
(4)	15	24
(5)	7.5	24

# R01 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。ただし、演算増幅器は理想的であるとする。

図の回路において演算増幅器の入力端子間の電圧を  $V_i$  とすると、演算増幅器の電圧増幅度が無限大であるとき  $V_i$  は  (1) となる。これより、抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_1$  は、 $I_1 =$   (2) と求められる。演算増幅器の入力端子には電流が流れないことから、抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_1$  と抵抗  $R_2$  を流れる電流  $I_2$  は抵抗  $R_3$  を流れる。その結果、 $R_3$  の両端には大きさが  (3) の電圧が現れる。 $R_1 = R_2 = R_3 = R$  とすると、出力電圧は  $V_{out} =$   (4) となる。この出力電圧より、この回路は  (5) と呼ばれる。



[問8の解答群]

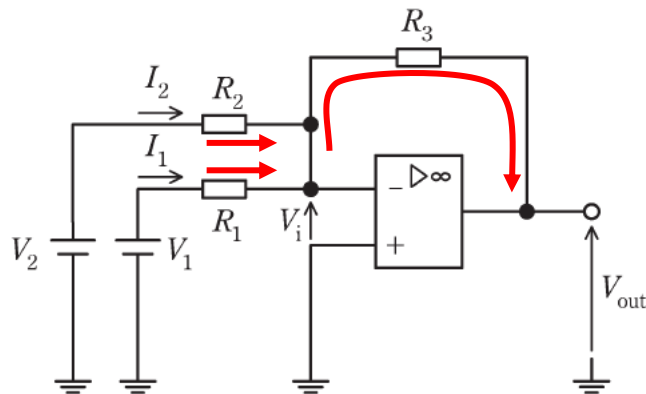
- |                       |                       |                             |                      |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|
| (イ) $\frac{V_1}{R_1}$ | (ロ) $-(V_1 + V_2)$    | (ハ) 1                       | (ニ) $R_3(I_1 - I_2)$ |
| (ホ) $R_3 I_1 I_2$     | (ヘ) $\frac{R_1}{V_1}$ | (ト) $R_3(I_1 + I_2)$        | (チ) 積分回路             |
| (リ) $-V_1 V_2$        | (ス) 乗算回路              | (ル) $\frac{V_1}{R_1 + R_3}$ | (ツ) 加算回路             |
| (レ) $-(V_1 - V_2)$    | (カ) 無限大               | (コ) 0                       |                      |

# R01 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。ただし、演算増幅器は理想的であるとする。

図の回路において演算増幅器の入力端子間の電圧を  $V_i$  とすると、演算増幅器の電圧増幅度が無限大であるとき  $V_i$  は  (1)  $0$  となる。これより、抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_1$  は、 $I_1 =$   (2)  $\frac{V_1}{R_1}$  を求められる。演算増幅器の入力端子には電流が流れないことから、抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_1$  と抵抗  $R_2$  を流れる電流  $I_2$  は抵抗  $R_3$  を流れる。その結果、 $R_3$  の両端には大きさが  (3)  $R_3(I_1 + I_2)$  の電圧が現れる。  
 $R_1 = R_2 = R_3 = R$  とすると、出力電圧は  $V_{out} =$   (4)  $-(V_1 + V_2)$  となる。この出力電圧より、この回路は  (5) と呼ばれる。

加算回路



加算回路

イマジナリーショートより、 $V_i = 0$

$$I_1 = \frac{V_1 - V_-}{R_1} = \frac{V_1 - 0}{R_1} = \frac{V_1}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_2 - V_-}{R_2} = \frac{V_2 - 0}{R_2} = \frac{V_2}{R_2}$$

$$R_3(I_1 + I_2) = V_- - V_{out} = -V_{out}$$

$$\rightarrow V_{out} = -R_3(I_1 + I_2) = -R_3 \left( \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right) = -R \left( \frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R} \right)$$

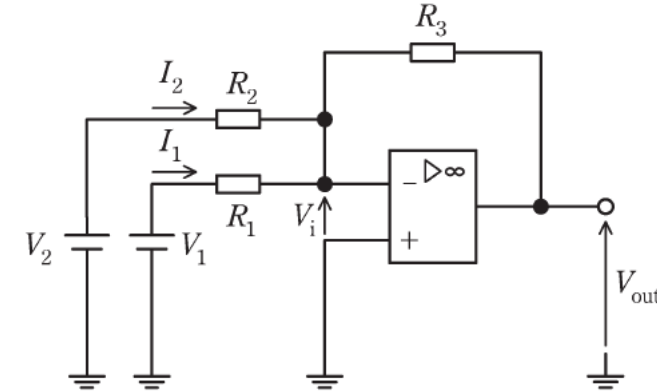
$$V_{out} = -(V_1 + V_2)$$

# R01 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。ただし、演算増幅器は理想的であるとする。

図の回路において演算増幅器の入力端子間の電圧を  $V_i$  とすると、演算増幅器の電圧増幅度が無限大であるとき  $V_i$  は  (1)  $0$  となる。これより、抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_1$  は、 $I_1 =$   (2)  $\frac{V_1}{R_1}$  と求められる。演算増幅器の入力端子には電流が流れないことから、抵抗  $R_1$  を流れる電流  $I_1$  と抵抗  $R_2$  を流れる電流  $I_2$  は抵抗  $R_3$  を流れる。その結果、 $R_3$  の両端には大きさが  (3)  $R_3(I_1 + I_2)$  の電圧が現れる。  
 $R_1 = R_2 = R_3 = R$  とすると、出力電圧は  $V_{out} =$   (4)  $-(V_1 + V_2)$  となる。この出力電圧より、この回路は  (5) と呼ばれる。

**加算回路**



[問8の解答群]

- |                           |                        |                             |                      |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|
| (イ) $\frac{V_1}{R_1}$ (2) | (ロ) $-(V_1 + V_2)$ (4) | (ハ) 1                       | (ニ) $R_3(I_1 - I_2)$ |
| (ホ) $R_3 I_1 I_2$         | (ヘ) $\frac{R_1}{V_1}$  | (ト) $R_3(I_1 + I_2)$ (3)    | (チ) 積分回路             |
| (リ) $-V_1 V_2$            | (ヌ) 乗算回路               | (ル) $\frac{V_1}{R_1 + R_3}$ | (テ) 加算回路 (5)         |
| (ワ) $-(V_1 - V_2)$        | (カ) 無限大                | (コ) 0 (1)                   |                      |

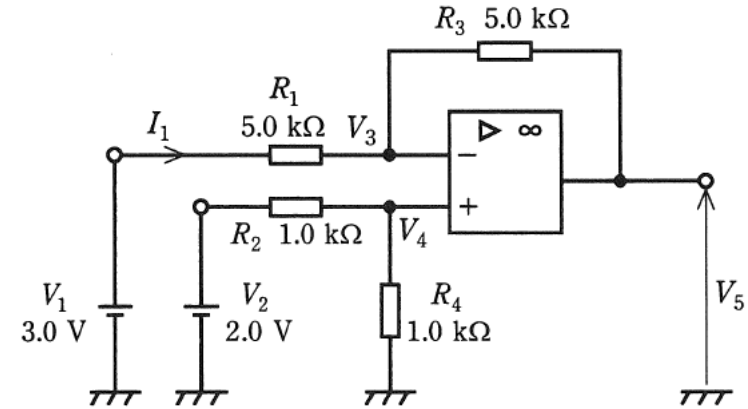
# H23 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

図の回路において、入力電圧  $V_1$  が 3.0 [V]、入力電圧  $V_2$  が 2.0 [V] のときの出力電圧  $V_5$  を求める。

まず、演算増幅器の入力端子には電流は流れ込まないので  $V_4$  は  (1) [V] であり、 $V_3$  も  (1) [V] である。このことから、 $I_1$  は  (2) [mA] となる。 $I_1$  はすべて抵抗  $R_3$  に流れ込むので  $R_3$  の電圧降下は  (3) [V] である。 $V_3$  が  (1) [V] であるので、 $V_5$  が  (4) [V] と求められる。

また、入力電圧  $V_1$  を 3.0 [V] のままに保ち、もう一つの入力電圧  $V_2$  を  (5) [V] とすると、出力電圧  $V_5$  は 0 [V] となる。



[問8の解答群]

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| (イ) -5.0 | (ロ) -3.0 | (ハ) -2.0 | (ニ) -1.0 |
| (ホ) 0.20 | (ヘ) 0.25 | (ト) 0.40 | (チ) 0.50 |
| (リ) 0.80 | (ヌ) 1.0  | (ル) 2.0  | (テ) 3.0  |
| (ワ) 4.0  | (カ) 5.0  | (コ) 6.0  |          |

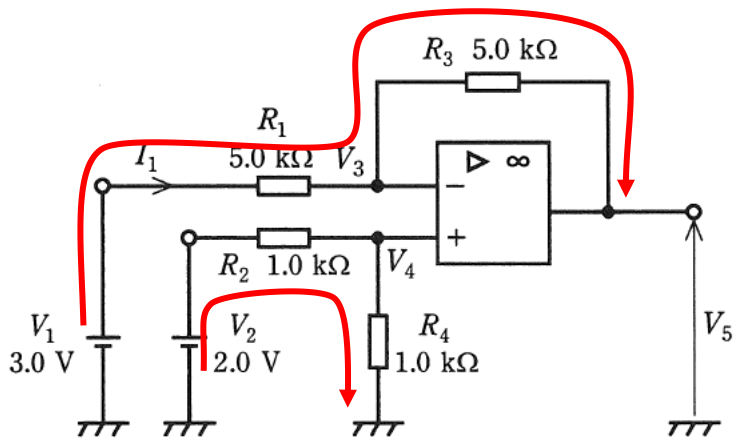
# H23 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

図の回路において、入力電圧  $V_1$  が 3.0 [V]，入力電圧  $V_2$  が 2.0 [V] のときの出力電圧  $V_5$  を求める。

まず、演算増幅器の入力端子には電流は流れ込まないので  $V_4$  は  (1)  1 [V] であり、 $V_3$  も  (1)  1 [V] である。このことから、 $I_1$  は  (2)  0.4 [mA] となる。 $I_1$  はすべて抵抗  $R_3$  に流れ込むので  $R_3$  の電圧降下は  (3)  2 [V] である。 $V_3$  が  (1)  1 [V] であるので、 $V_5$  が  (4)  -1 [V] と求められる。

また、入力電圧  $V_1$  を 3.0 [V] のままに保ち、もう一つの入力電圧  $V_2$  を  (5)  3 [V] とすると、出力電圧  $V_5$  は 0 [V] となる。



$$V_4 = \frac{R_4}{R_2 + R_4} V_2 = \frac{1\text{k}}{1\text{k} + 1\text{k}} \cdot 2 = 1\text{ V}$$

イマジナリーショートより、 $V_3 = V_4 = 1\text{ V}$

$$I_1 = \frac{V_1 - V_3}{R_1} = \frac{3 - 1}{5\text{k}} = 0.4\text{ mA}$$

$$R_3 I_1 = 5\text{k} \times 0.4\text{ mA} = 2\text{ V}$$

$$V_3 - V_5 = R_3 I_1 = 2\text{ V} \\ \rightarrow V_5 = V_3 - 2 = 1 - 2 = -1\text{ V}$$

$V'_5 = 0\text{ V}$  とすると、

$$V'_3 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} V_1 = \frac{5}{5 + 5} \cdot 3 = 1.5\text{ V} \quad V'_3 = V'_4 = \frac{R_4}{R_2 + R_4} V'_2 = \frac{1}{2} V'_2$$

$$\rightarrow V'_2 = 2V'_3 = 2 \times 1.5 = 3\text{ V}$$

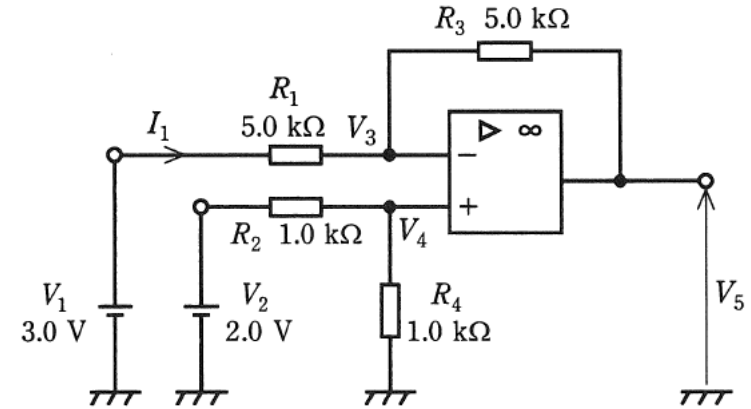
# H23 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

図の回路において、入力電圧  $V_1$  が 3.0 [V]、入力電圧  $V_2$  が 2.0 [V] のときの出力電圧  $V_5$  を求める。

まず、演算増幅器の入力端子には電流は流れ込まないので  $V_4$  は  (1) 1 [V] であり、 $V_3$  も  (1) 1 [V] である。このことから、 $I_1$  は  (2) 0.4 [mA] となる。 $I_1$  はすべて抵抗  $R_3$  に流れ込むので  $R_3$  の電圧降下は  (3) 2 [V] である。 $V_3$  が  (1) 1 [V] であるので、 $V_5$  が  (4) -1 [V] と求められる。

また、入力電圧  $V_1$  を 3.0 [V] のままに保ち、もう一つの入力電圧  $V_2$  を  (5) 3 [V] とすると、出力電圧  $V_5$  は 0 [V] となる。



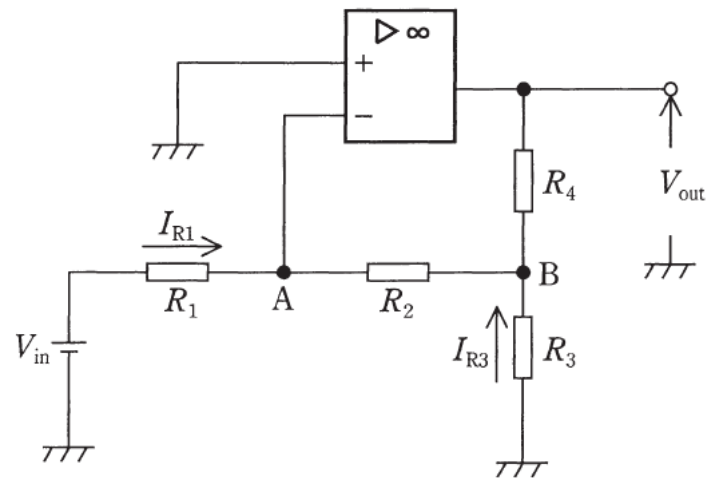
[問8の解答群]

- |          |             |              |              |
|----------|-------------|--------------|--------------|
| (イ) -5.0 | (ロ) -3.0    | (ハ) -2.0     | (ニ) -1.0 (4) |
| (ホ) 0.20 | (ヘ) 0.25    | (ト) 0.40 (2) | (チ) 0.50     |
| (リ) 0.80 | (ヌ) 1.0 (1) | (ル) 2.0 (3)  | (テ) 3.0 (5)  |
| (ワ) 4.0  | (カ) 5.0     | (コ) 6.0      |              |

# H29 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。ただし、演算増幅器は理想的であるとする。

負帰還がかけられた演算増幅器の入力端子間の電位差は零となるため、A 点の電位は零となる。いま、回路に正の入力電圧  $V_{in}$  が入力されるとすると、 $R_1$  を流れる電流  $I_{R1}$  は  (1) となる。この電流は全て  $R_2$  を流れるため、B 点の電位は  (2) となる。このとき、 $R_3$  には接地された端子から B 点に向かって  (3) で表される電流  $I_{R3}$  が流れる。 $R_4$  を流れる電流は  $I_{R1}$  と  $I_{R3}$  の和になるため、 $R_4$  の両端に現れる電圧の大きさは  (4) となる。出力端子の電圧  $V_{out}$  は B 点の電位から  (4) だけ低い電位となるため、この回路の電圧利得  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$  は  (5) となる。



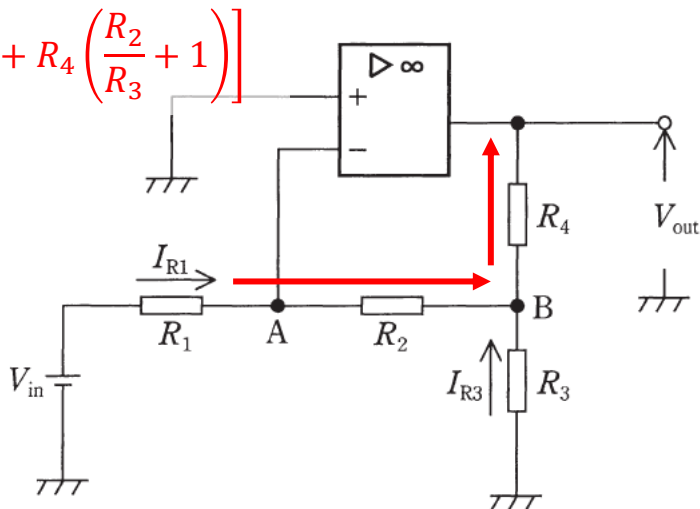
[問8の解答群]

- |     |  |     |   |     |  |
|-----|--|-----|---|-----|--|
| (イ) | $-\frac{1}{R_1} \left[ R_2 - R_4 \left( 1 + \frac{R_2}{R_3} \right) \right]$ | (ロ) | $\frac{R_2}{R_1 R_3} V_{in}$                                | (ハ) | $-\frac{R_2}{R_1} V_{in}$  |
| (ニ) | $\frac{V_{out} - V_{in}}{R_1 + R_2 + R_4}$                                   | (ホ) | $\frac{R_4}{R_1} \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) V_{in}$ | (ヘ) | $-\frac{1}{R_1} \left[ R_2 + R_4 \left( 1 + \frac{R_2}{R_3} \right) \right]$ |
| (ト) | $-\frac{R_2}{R_3} V_{in}$  | (フ) | $\frac{V_{in}}{R_1 + R_2 + R_3}$                            | (ロ) | $\frac{R_1}{R_2} + R_4 \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_1} \right)$         |
| (ヌ) | $\frac{V_{in}}{R_3}$   | (ル) | $R_4 \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_1} \right) V_{in}$   | (ヲ) | $\frac{R_1}{R_2 R_3} V_{in}$   |
| (リ) | $\frac{R_1}{R_2} V_{in}$   | (カ) | $\frac{V_{in}}{R_1}$  | (ヱ) | $R_4 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{R_1}{R_2 R_3} \right) V_{in}$              |

# H29 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。ただし、演算増幅器は理想的であるとする。

負帰還がかけられた演算増幅器の入力端子間の電位差は零となるため、A 点の電位は零となる。いま、回路に正の入力電圧  $V_{in}$  が入力されるとすると、 $R_1$  を流れる電流  $I_{R1}$  は  (1)  $\frac{V_{in}}{R_1}$  となる。この電流は全て  $R_2$  を流れるため、B 点の電位は  (2)  $-\frac{R_2}{R_1}V_{in}$  なる。このとき、 $R_3$  には接地された端子から B 点に向かって  (3)  $\frac{R_2}{R_1 R_3}V_{in}$  で表される電流  $I_{R3}$  が流れる。 $R_4$  を流れる電流は  $I_{R1}$  と  $I_{R3}$  の和になるため  $\frac{R_2}{R_1 R_3}V_{in}$  両端に現れる電圧の大きさは  (4)  $\frac{R_4}{R_1} \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) V_{in}$  端子の電圧  $V_{out}$  は B 点の電位から  (4)  $\frac{R_4}{R_1} \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) V_{in}$  だけ低い電位となるため、この回路の電圧利得  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$  は  (5)  $-\frac{1}{R_1} \left[ R_2 + R_4 \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) \right]$  となる。



$$I_{R1} = \frac{V_{in} - V_-}{R_1} = \frac{V_{in} - 0}{R_1} = \frac{V_{in}}{R_1}$$

$$V_B = V_- - R_2 I_{R1} = 0 - R_2 \left( \frac{V_{in}}{R_1} \right) = -\frac{R_2}{R_1} V_{in}$$

$$0 - V_B = R_3 I_{R3} \rightarrow -\left( -\frac{R_2}{R_1} V_{in} \right) = R_3 I_{R3}$$

$$\rightarrow I_{R3} = \frac{R_2}{R_1 R_3} V_{in}$$

$$V_{R4} = R_4 (I_{R3} + I_{R1}) = R_4 \left( \frac{R_2}{R_1 R_3} V_{in} + \frac{V_{in}}{R_1} \right)$$

$$\rightarrow V_{R4} = \frac{R_4}{R_1} \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) V_{in}$$

$$V_B - V_{out} = V_{R4} \rightarrow V_{out} = V_B - V_{R4}$$

$$\rightarrow V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{in} - \frac{R_4}{R_1} \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) V_{in} = -\frac{1}{R_1} \left[ R_2 + R_4 \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) \right] V_{in}$$

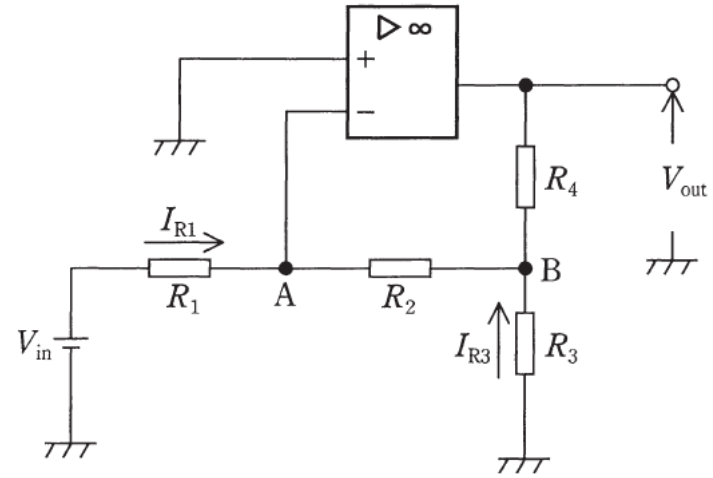
$$\rightarrow \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{1}{R_1} \left[ R_2 + R_4 \left( \frac{R_2}{R_3} + 1 \right) \right]$$

# H29 問8

問8 次の文章は、演算増幅器を用いた回路に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。ただし、演算増幅器は理想的であるとする。

負帰還がかけられた演算増幅器の入力端子間の電位差は零となるため、A 点の電位は零となる。いま、 $V_{in}$ 路に正の入力電圧  $V_{in}$  が入力されるとすると、 $R_1$  を流れる電流  $I_{R1}$  は  (1)  $\frac{V_{in}}{R_1}$  となる。この電流は全て  $R_2$  を流れるため、B 点の電位は  (2)  $-\frac{R_2}{R_1}V_{in}$ 。このとき、 $R_3$  には接地された端子から B 点に向かって  (3)  $\frac{R_2}{R_1}$  で表される電流  $I_{R3}$  が流れる。 $R_4$  を流れる電流は  $I_{R1}$  と  $I_{R3}$  の和になるため、 $R_1R_3$  の両端に現れる電圧の大きさは  (4)  $\frac{R_4}{R_1}\left(\frac{R_2}{R_3}+1\right)V_{in}$  となる。出力端子の電圧  $V_{out}$  は B 点の電位から  (4)  $\frac{R_4}{R_1}\left(\frac{R_2}{R_3}+1\right)V_{in}$  となるため、この回路の電圧利

得  $\frac{V_{out}}{V_{in}}$  は  (5)  $-\frac{1}{R_1}\left[R_2+R_4\left(\frac{R_2}{R_3}+1\right)\right]$  となる。



[問8の解答群]

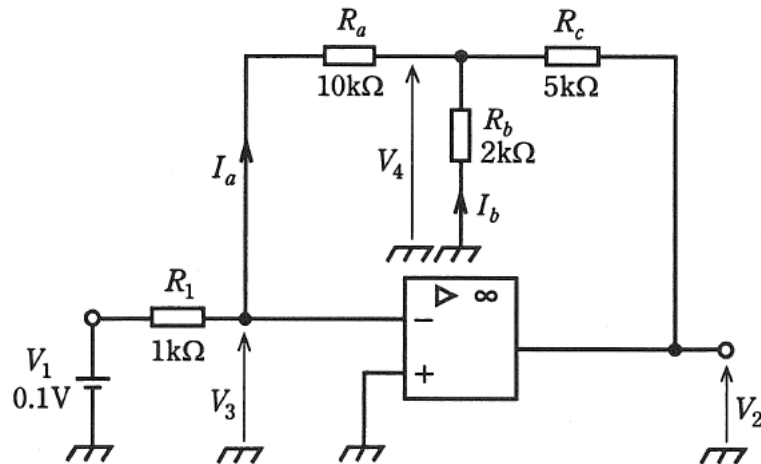
- |     |  |     |   |     |  |
|-----|--|-----|---|-----|--|
| (イ) | $-\frac{1}{R_1}\left[R_2-R_4\left(1+\frac{R_2}{R_3}\right)\right]$ | (ロ) | $\frac{R_2}{R_1R_3}V_{in}$                                | (ハ) | $-\frac{R_2}{R_1}V_{in}$ (2)   |
| (ニ) | $\frac{V_{out}-V_{in}}{R_1+R_2+R_4}$                               | (ホ) | $\frac{R_4}{R_1}\left(\frac{R_2}{R_3}+1\right)V_{in}$ (4) | (ヘ) | $-\frac{1}{R_1}\left[R_2+R_4\left(1+\frac{R_2}{R_3}\right)\right]$ (5) |
| (ト) | $-\frac{R_2}{R_3}V_{in}$   | (フ) | $\frac{V_{in}}{R_1+R_2+R_3}$                              | (ロ) | $\frac{R_1}{R_2}+R_4\left(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_1}\right)$          |
| (チ) | $\frac{V_{in}}{R_3}$   | (ル) | $R_4\left(\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_1}\right)V_{in}$       | (ヲ) | $\frac{R_1}{R_2R_3}V_{in}$ (3)   |
| (リ) | $\frac{R_1}{R_2}V_{in}$  | (カ) | $\frac{V_{in}}{R_1}$ (1)                                  | (ヱ) | $R_4\left(\frac{1}{R_1}+\frac{R_1}{R_2R_3}\right)V_{in}$               |

# H21 問8

問8 次の文章は、図に示す演算増幅器を用いた増幅回路に関する記述である。

文中の  に当てはまる数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図の増幅回路において、 $V_1$  が 0.1 [V] のときの出力直流電圧  $V_2$  を求める。  
 まず、演算増幅器の性質から  $V_3$  は  (1) [V] であり、反転入力端子には電流は流れ込まない。このことから  $I_a$  は  (2) [mA] となる。したがって、 $V_4$  は  (3) [V] であり、 $I_b$  が  (4) [mA] であることがわかる。 $I_a$  と  $I_b$  の和が抵抗  $R_c$  に流れるので  $V_2$  は  (5) [V] となる。



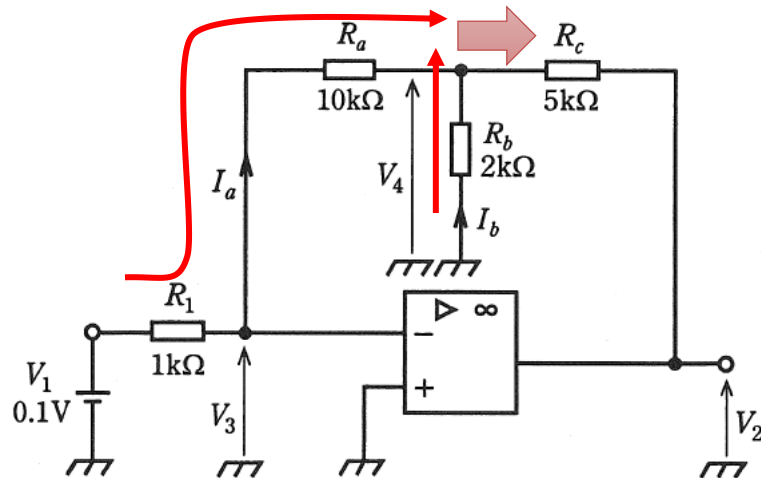
〔問8の解答群〕

- |          |         |          |
|----------|---------|----------|
| (イ) 2    | (ロ) 10  | (ハ) 0.5  |
| (ニ) 0.1  | (ホ) -1  | (ヘ) 1    |
| (ヒ) -5   | (フ) -4  | (ロ) 5    |
| (ヌ) -0.1 | (ル) 0   | (ヲ) -0.5 |
| (リ) 0.2  | (カ) -10 | (コ) -0.2 |

# H21 問8

問8 次の文章は、図に示す演算増幅器を用いた増幅回路に関する記述である。  
文中の  に当てはまる数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図の増幅回路において、 $V_1$  が  $0.1$  [V] のときの出力直流電圧  $V_2$  を求める。  
まず、演算増幅器の性質から  $V_3$  は  (1)  $0$  [V] であり、反転入力端子には電流は流れ込まない。このことから  $I_a$  は  (2)  $0.1$  [mA] となる。したがって、 $V_4$  は  (3)  $-1$  [V] であり、 $I_b$  が  (4)  $0.5$  [mA] であることがわかる。 $I_a$  と  $I_b$  の和が抵抗  $R_c$  に流れるので  $V_2$  は  (5)  $-4$  [V] となる。



イマジナリーショートより、 $V_3 = 0$

$$I_a = \frac{V_1 - V_-}{R_1} = \frac{0.1 - 0}{1k} = 0.1 \text{ mA}$$

$$V_4 = V_3 - R_a I_a = 0 - 10k \times 0.1m = -1 \text{ V}$$

$$V_4 = -R_b I_b \rightarrow I_b = -\frac{V_4}{R_b} = -\frac{-1}{2k} = 0.5 \text{ mA}$$

$$V_4 - V_2 = R_c (I_a + I_b) \rightarrow V_2 = V_4 - R_c (I_a + I_b)$$

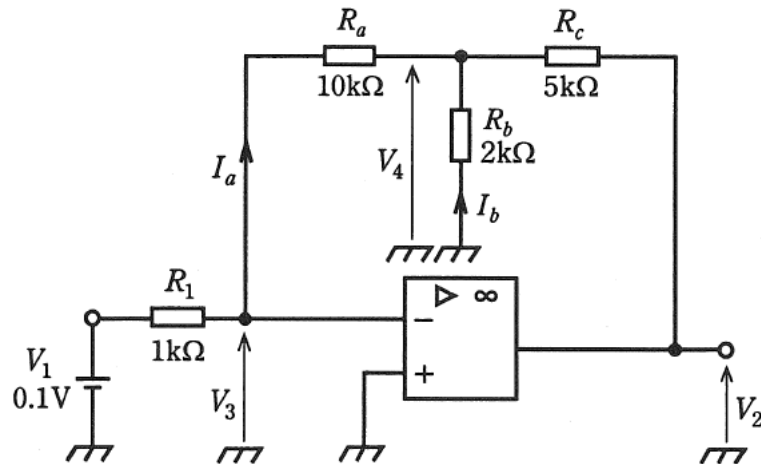
$$V_2 = -1 - 5k(0.1m + 0.5m) = -1 - 3 = -4 \text{ V}$$

# H21 問8

問8 次の文章は、図に示す演算増幅器を用いた増幅回路に関する記述である。

文中の  に当てはまる数値を解答群の中から選び、その記号をマークシートに記入しなさい。

図の増幅回路において、 $V_1$  が  $0.1$  [V] のときの出力直流電圧  $V_2$  を求める。  
 まず、演算増幅器の性質から  $V_3$  は  (1)  $0$  [V] であり、反転入力端子には電流は流れ込まない。このことから  $I_a$  は  (2)  $0.1$  [mA] となる。したがって、 $V_4$  は  (3)  $-1$  [V] であり、 $I_b$  が  (4)  $0.5$  [mA] であることがわかる。 $I_a$  と  $I_b$  の和が抵抗  $R_c$  に流れるので  $V_2$  は  (5)  $-4$  [V] となる。



〔問8の解答群〕

- |             |            |             |
|-------------|------------|-------------|
| (イ) 2       | (ロ) 10     | (ハ) 0.5 (4) |
| (ニ) 0.1 (2) | (ホ) -1 (3) | (ヘ) 1       |
| (ヒ) -5      | (フ) -4 (5) | (ロ) 5       |
| (ヌ) -0.1    | (ル) 0 (1)  | (セ) -0.5    |
| (リ) 0.2     | (カ) -10    | (コ) -0.2    |

ご聴講ありがとうございました!!