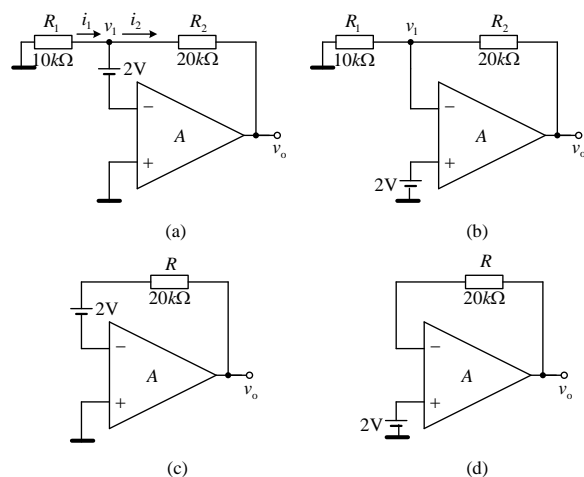


## 9 信号的运算和处理

### 习题

9.1 设图题 9.1 中的 A 为理想器件，试求出图 a、b、c、d 中电路输出电压  $v_o$  的值。



图题 9.1

解：

- (a) 
$$i_1 = i_2, \quad \frac{0 - v_1}{R_1} = \frac{v_1 - v_o}{R_2}$$
$$v_1 = 2V$$
$$\frac{0 - 2V}{10 \text{ k}\Omega} = \frac{2V - v_o}{20 \text{ k}\Omega}, \quad v_o = 6V$$
- (b) 
$$v_o = (1 + \frac{R_2}{R_1})v_p = (1 + \frac{20}{10}) \times 2V = 6V$$
- (c) 
$$v_n = v_p = 0, \quad v_o = +2V$$
- (d) 
$$v_n = v_p = +2V, \quad v_o = +2V$$

9.6 图题 9.6 所示放大电路中，已知  $A_1$ 、 $A_2$  都是理想运算放大器。

- (1) 写出输出电压  $v_o$  的表达式。
- (2) 已知输出电压  $v_o = -5.2V$ ，问输入电压  $v_{i1} = ?$  电阻  $R_6$  中的电流  $i = ?$



调。

**9.9** 设计一反相加法器，使其输出电压  $v_o = -(7v_{i1} + 14v_{i2} + 3.5v_{i3} + 10v_{i4})$ ，允许使用的最大电阻为  $280\text{k}\Omega$ ，求各支路的电阻。

**解：** 设反相加法器各支路的电阻为  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ ，反馈支路电阻为  $R_5$ 。由  $v_o = -(7v_{i1} + 14v_{i2} + 3.5v_{i3} + 10v_{i4})$  可写为

$$v_o = -\left(\frac{R_5}{R_1}v_{i1} + \frac{R_5}{R_2}v_{i2} + \frac{R_5}{R_3}v_{i3} + \frac{R_5}{R_4}v_{i4}\right)$$

最大电阻应为  $R_5$ ，故选  $R_5 = 280\text{k}\Omega$ ，所以各支路电阻分别为

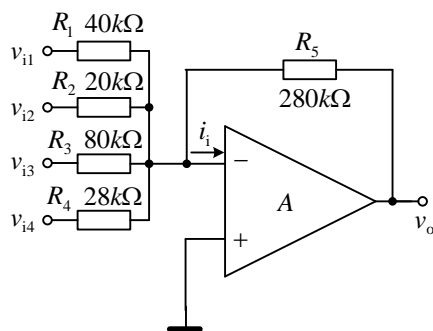
$$R_1 = \frac{R_5}{7} = \frac{280\text{k}\Omega}{7} = 40\text{k}\Omega$$

$$R_2 = \frac{R_5}{14} = \frac{280\text{k}\Omega}{14} = 20\text{k}\Omega$$

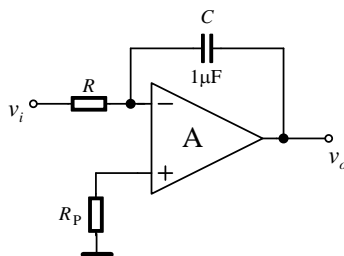
$$R_3 = \frac{R_5}{3.5} = \frac{280\text{k}\Omega}{3.5} = 80\text{k}\Omega$$

$$R_4 = \frac{R_5}{10} = \frac{280\text{k}\Omega}{10} = 28\text{k}\Omega$$

由已计算出的电阻值，可画出设计的反相加法器如下图所示。



**9.13** 图题 9.13 所示积分电路中，已知 A 为理想运算放大器，初始状态为  $t=0$  时， $v_o(0)=1\text{V}$ 。若突然加  $2\text{V}$  的输入电压  $v_i$ ，经  $0.1\text{s}$  输出电压  $v_o = -1\text{V}$ ，问电阻  $R = ?$



图题 9.13

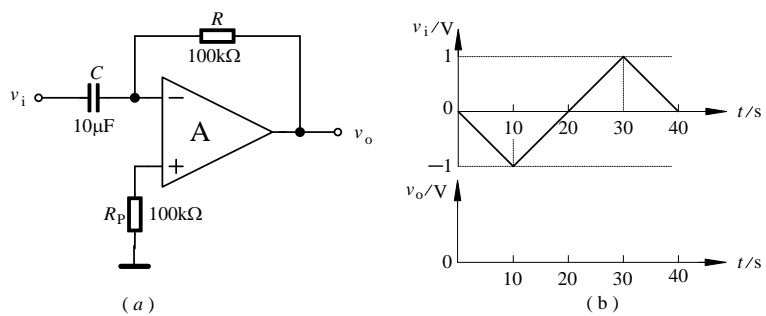
**解：**

$$v_o = -\frac{1}{RC} \int_0^t v_i dt + v_o(0) = -\frac{V_i t}{RC} + v_o(0)$$

故

$$R = \frac{V_i t}{[v_o(t) - v_o(0)]C} = 100\text{k}\Omega$$

**9.16** 微分运算电路如图题 9.16 (a) 所示, 图题 9.16 (b) 为输入电压  $v_i$  波形图, A 为理想运算放大器。试画出输出电压  $v_o$  的波形, 并标明有关数值。



图题 9.16

**解:**

$$v_o = -RC \frac{dv_i}{dt} = -\frac{dv_i}{dt}$$

波形如下图所示

