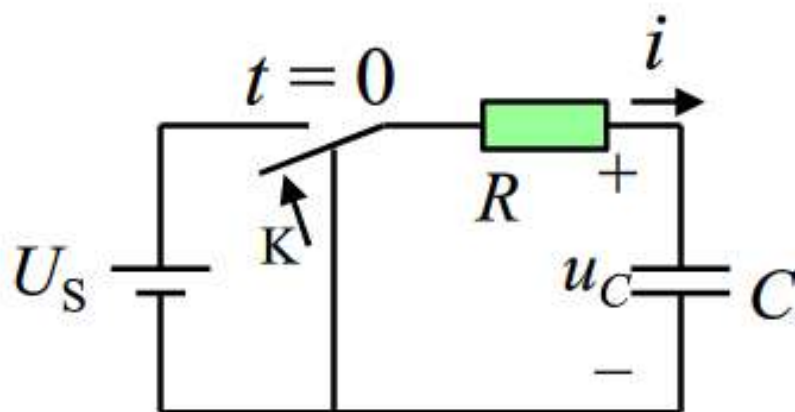


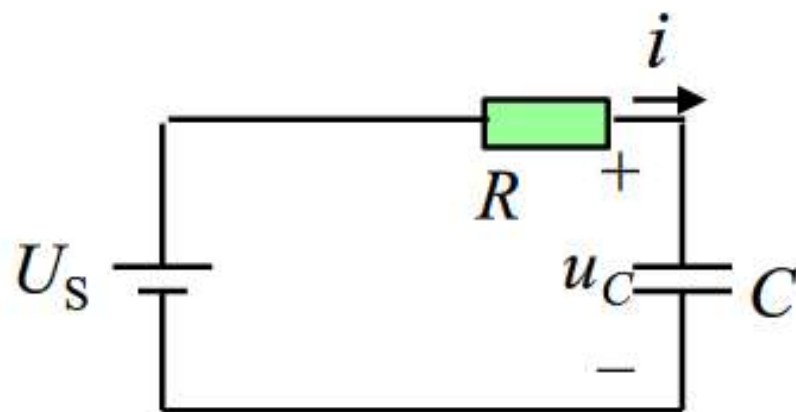
● 动态电路重要特征

➤ 存在过渡过程



Before K switches on

$$i = 0, \quad u_C = 0$$

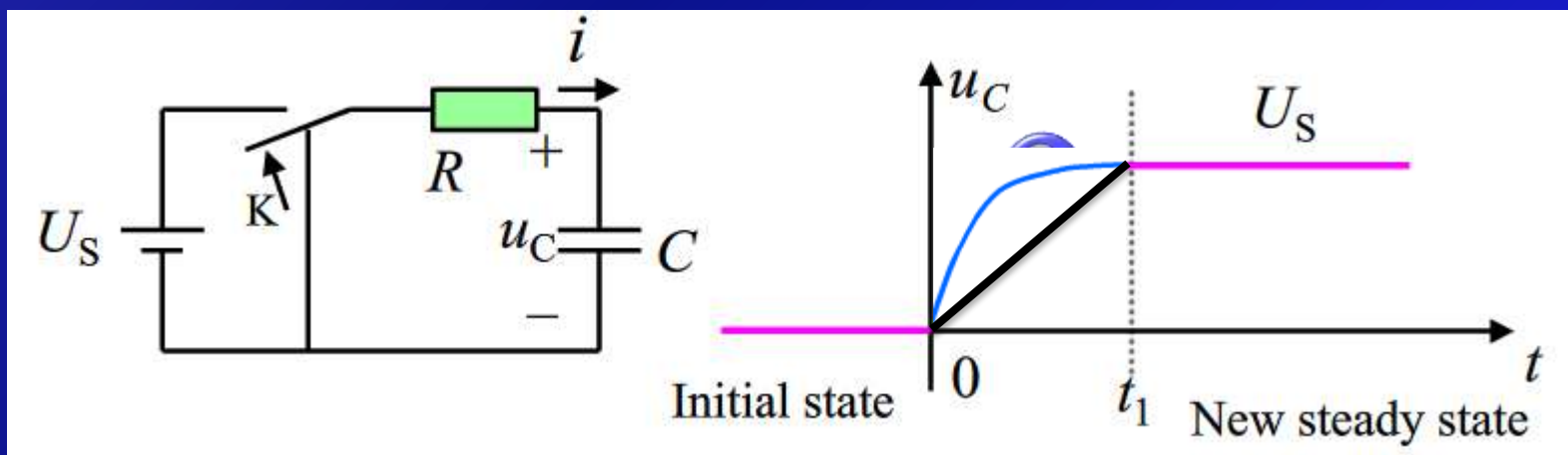


After K switches on

$$i = 0, \quad u_C = U_S$$

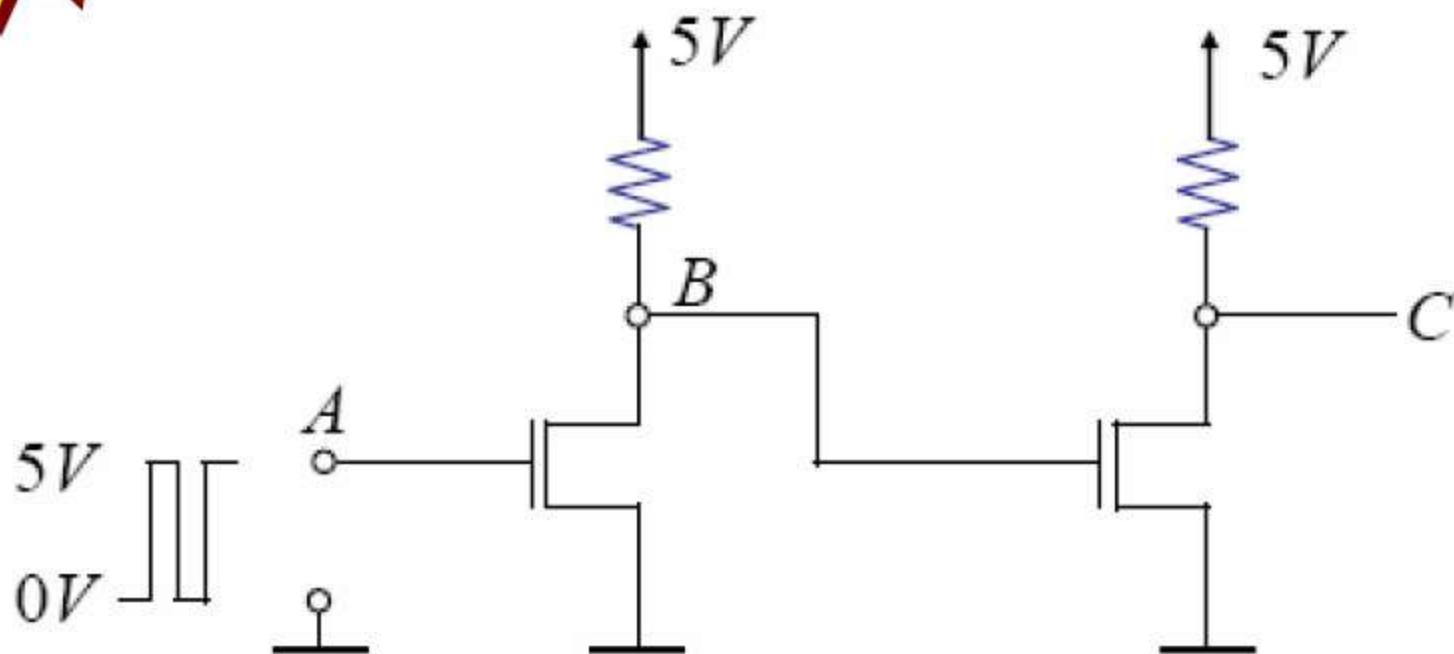
● 动态电路重要特征

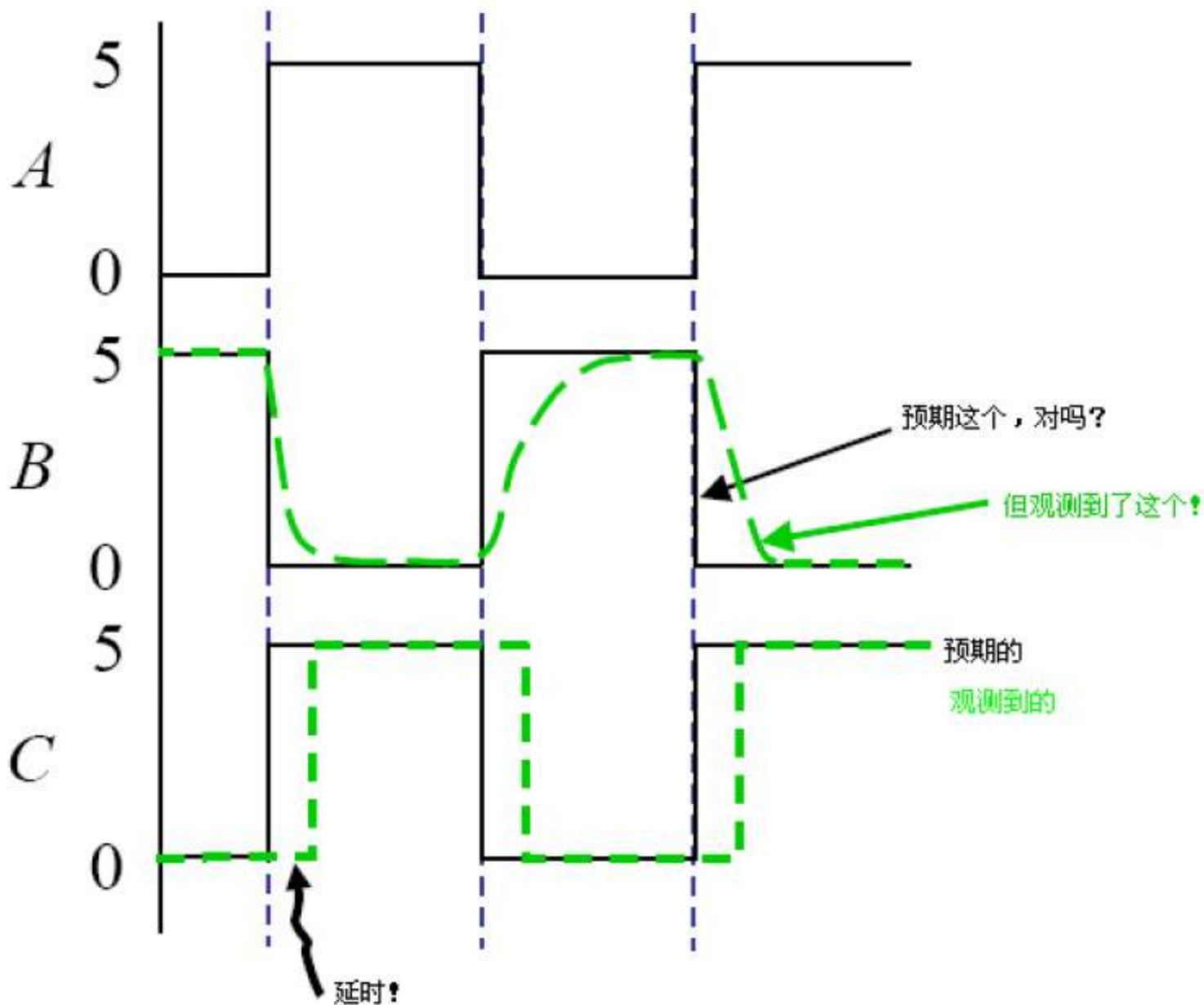
➤ 存在过渡过程



演
示

问题的引出







中央处理器（CPU，Central Processing Unit）是一块超大规模的集成电路。

计算机的性能在很大程度上由CPU的性能决定，而CPU的性能主要体现在其运行程序的速度上。

影响运行速度的性能指标包括CPU的工作频率、Cache容量、指令系统和逻辑结构等参数。



● 动态电路重要特征

➤ **过渡过程**：电路从一种稳定工作状态转变到另一种稳定状态的过程。

➤ **过渡过程产生原因**：

- ① 电路中**存在动态元件**；
- ② 电路的**结构**或元件**参数**发生**变化**使电路的工作状态发生变化。



● 换路定则及初始值计算

换路：动态电路的元件连接方式或参数的突然改变所导致的电路工作状态的改变。

换路前

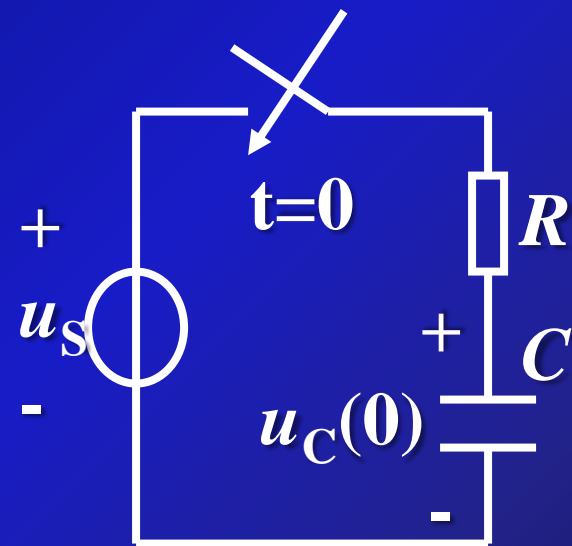
$t=0^-$

- 初始状态
- $u_C(0^-)$ 、 $i_L(0^-)$

换路后

$t=0^+$

- 初始值
- $u_C(0^+)$ 、 $i_L(0^+)$





● 换路定则

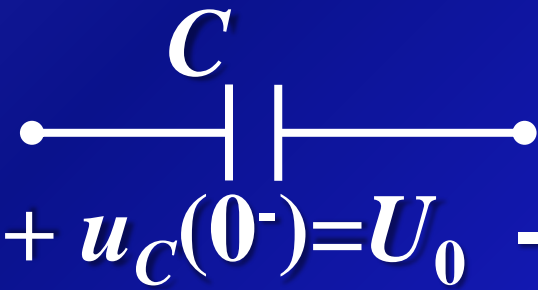
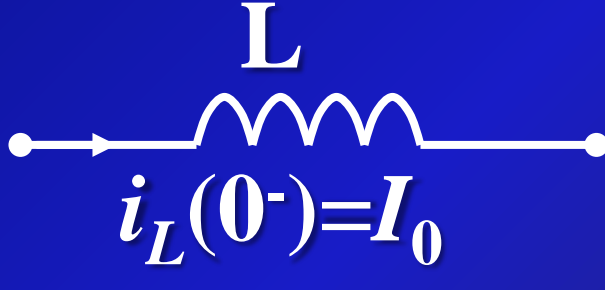
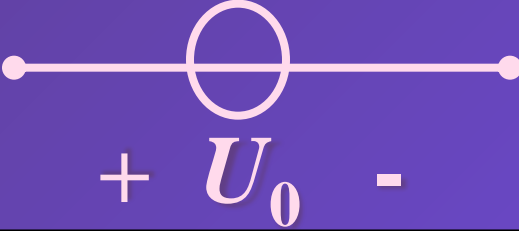
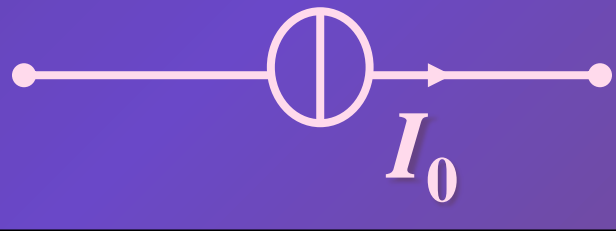
- ①若电容中电流不为无穷大，
则电容电压不会跳变，即：

$$u_C(0^+) = u_C(0^-);$$

- ②若电感中电压不为无穷大，
则电感电流不会跳变，即：

$$i_L(0^+) = i_L(0^-)。$$



元 件	电 容	电 感
数学式	$u_C(0^+) = u_C(0^-)$ $q_C(0^+) = q_C(0^-)$	$i_L(0^+) = i_L(0^-)$ $\psi_L(0^+) = \psi_L(0^-)$
$t=0^-$		
等效图 $t=0^+$		
应用条件	i_C 有限	u_L 有限



● 换路后初始值的计算

1. 求换路前的初始状态 $u_C(0^-)$ 及 $i_L(0^-)$;

对于直流电源激励的电路，在 $t = 0^-$ 时电路处于稳态，则电容等效为开路，电感等效为短路，然后用直流电路分析方法，确定初始状态的值。



● 换路后初始值的计算

2. 由换路定则，求换路后的初始值
 $u_C(0^+)$ 及 $i_L(0^+)$;

$$u_C(0^+) = u_C(0^-);$$

$$i_L(0^+) = i_L(0^-)$$



● 换路后初始值的计算

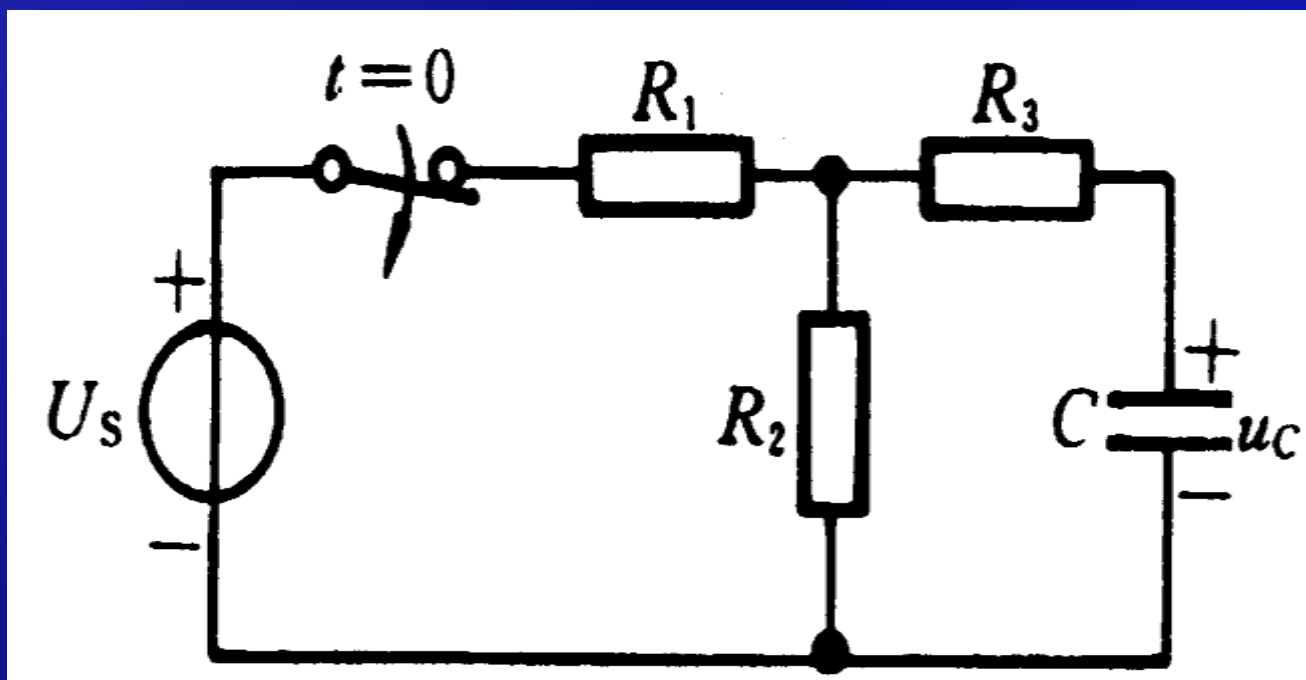
3. 画出 $t=0^+$ 时的等效电路;

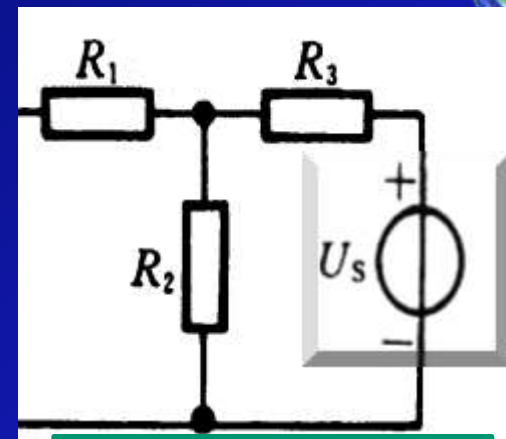
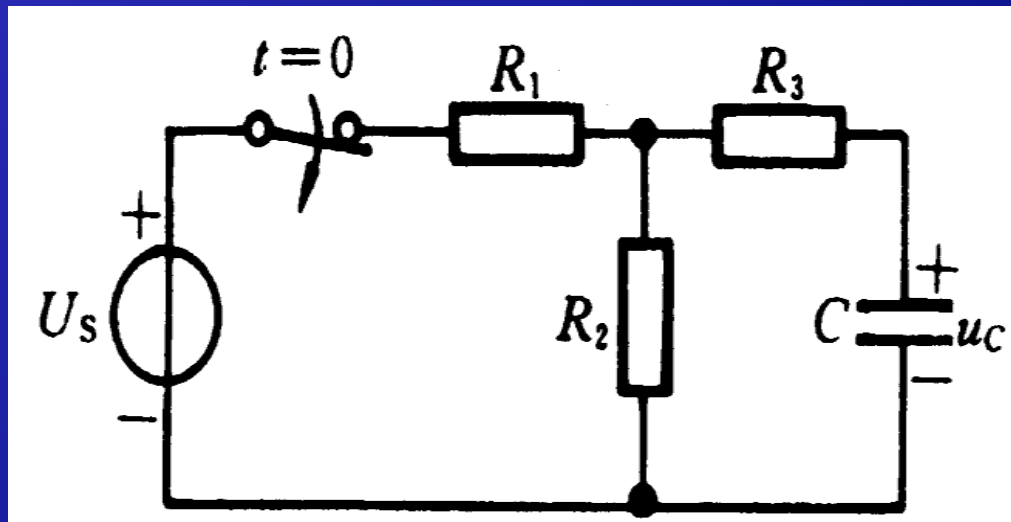
电容用 $u_C(0^+)$ 的电压源替代, 电感用 $i_L(0^+)$ 的电流源替代, 其他元件保留。

4. 求其他响应电压和电流的初始值;

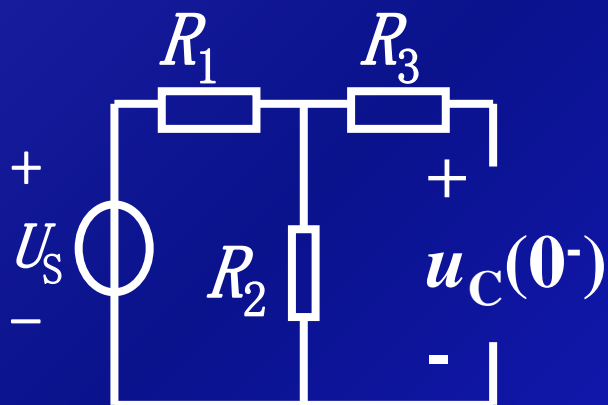


例5 开关闭合已久, 求电容初始值 $u_C(0^+)$





$t=0^+$ 等效图



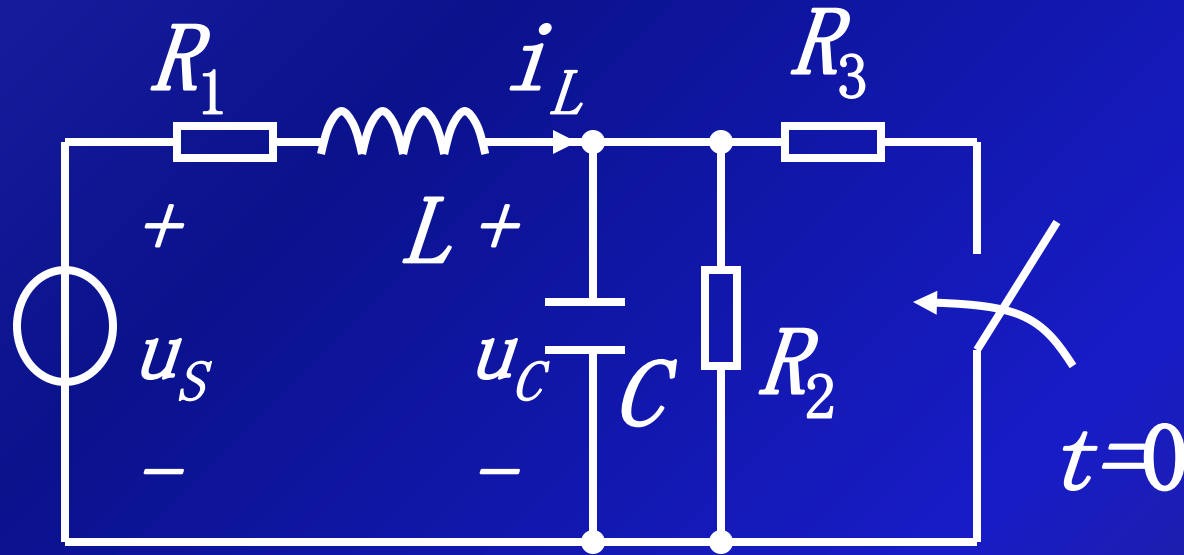
$t=0^-$ 等效图

$$u_C(0_-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_s$$

$$u_C(0^+) = u_C(0^-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_s$$



例6 (P135例6-4) 开关闭合前电路已稳定, $u_S = 10\text{V}$, $R_1 = 30\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 40\Omega$ 求开关闭合时各电压、电流的初始值。





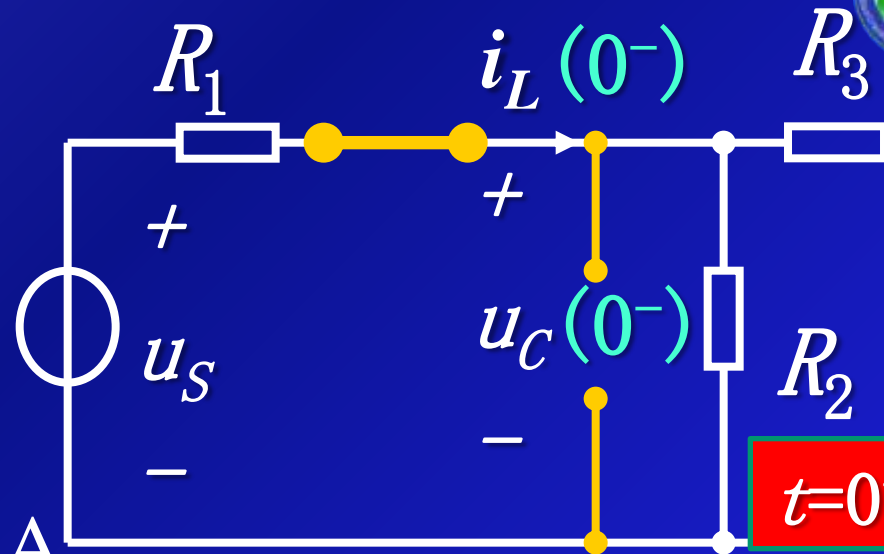
解：(1) 先求初始状态 $u_C(0^-)$ 及 $i_L(0^-)$

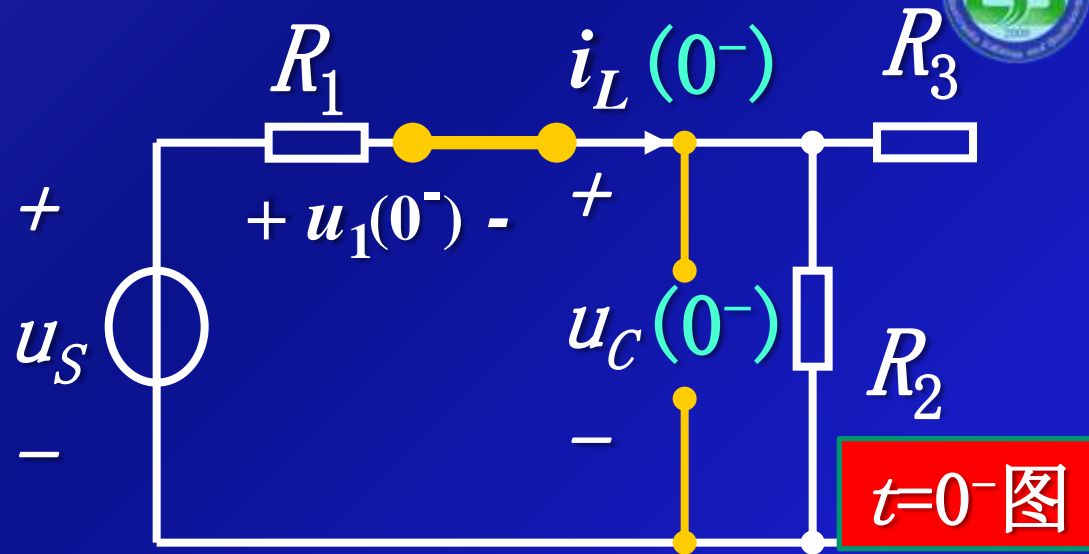
$$i_L(0^-) = \frac{u_S}{R_1 + R_2} = 0.2 \text{ A}$$

$$u_C(0^-) = i_L(0^-) R_2 = 4 \text{ V}$$

(2) 由换路定则： $i_L(0^+) = i_L(0^-) = 0.2 \text{ A}$,

$$u_C(0^+) = u_C(0^-) = 4 \text{ V}$$





求初始状态

$$u_1(0^-) = i(0^-)R_1 = 0.2 \times 30 = 6\Omega$$

由换路定则: $u_1(0^+) = u_1(0^-) = 6\Omega$

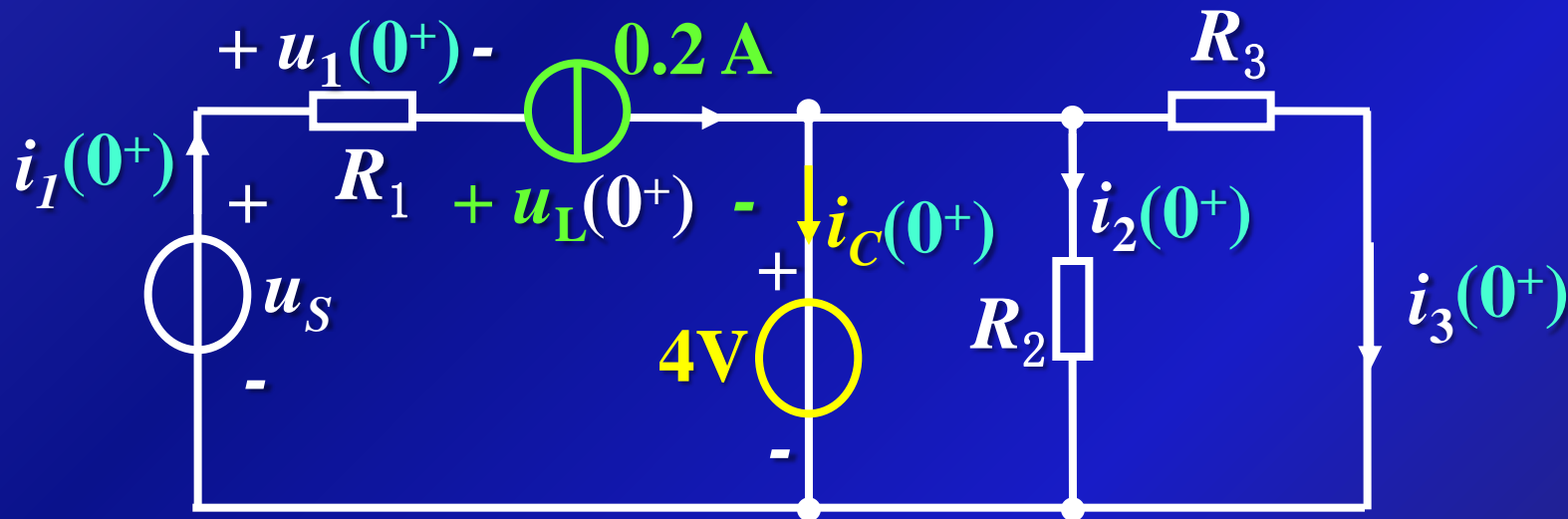




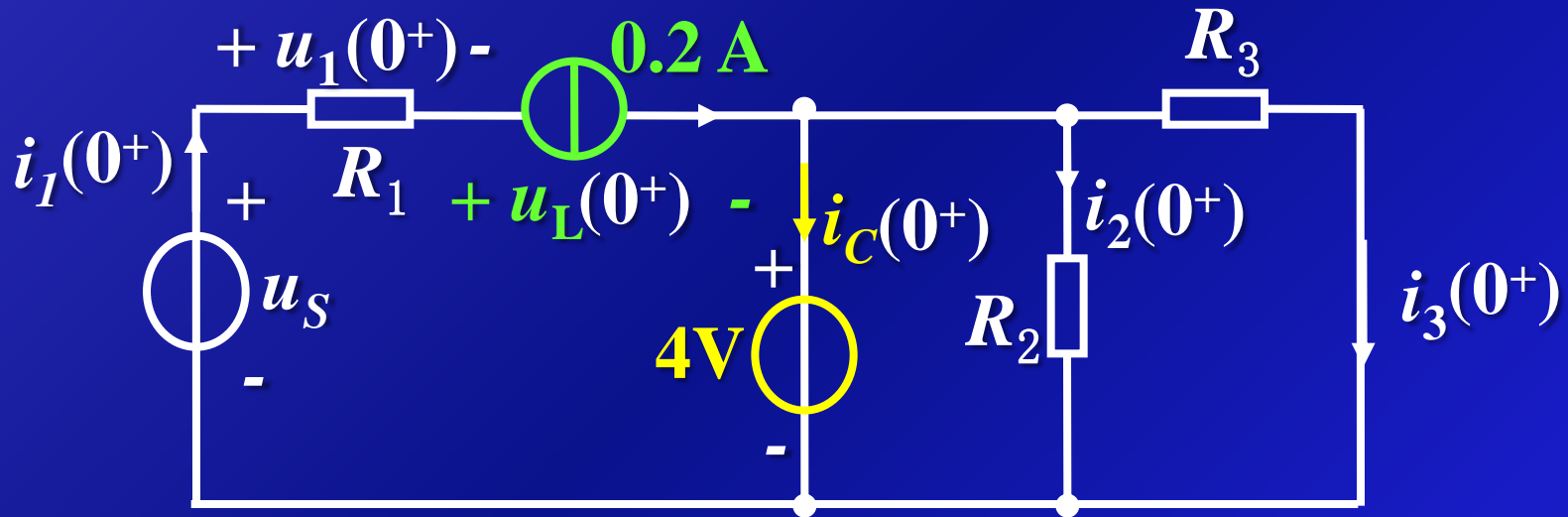
(3) 求其他初始值:

✓ 作 $t = ?$ 时的等效电路图

✓ 其中: 电感? 电容?



$t=0^+$ 图

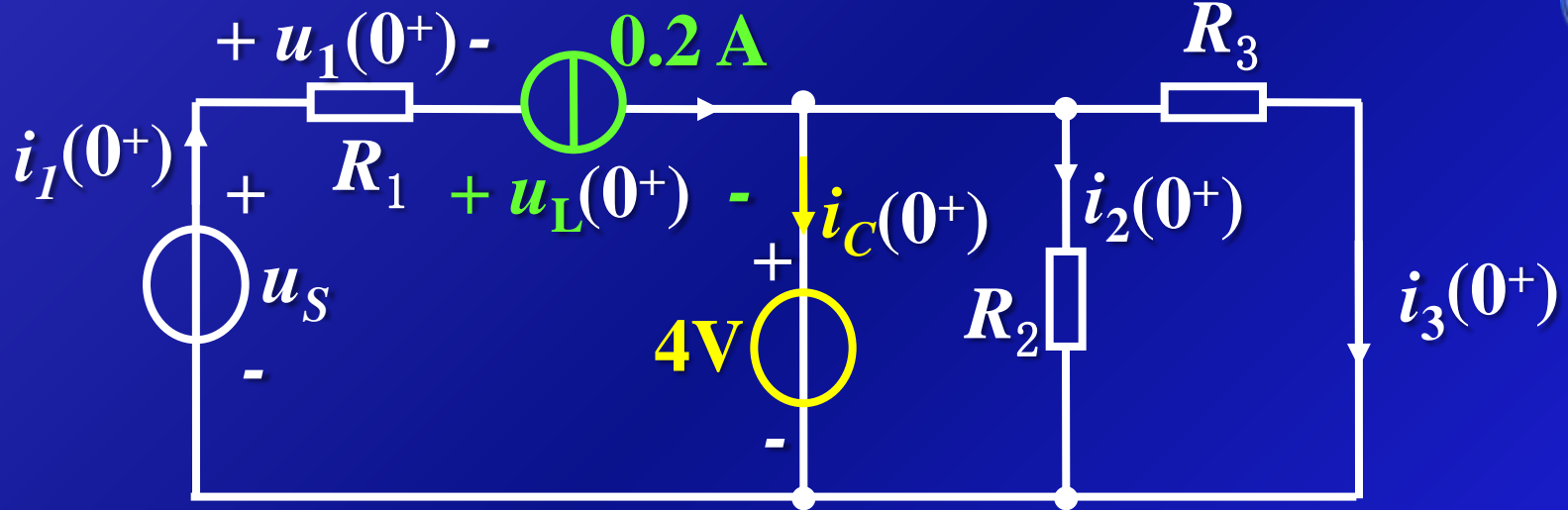


$t=0^+$ 图

$$i_1(0^+) = i_L(0^+) = 0.2\text{ A}$$

$$u_1(0^+) = i_1(0^+)R_1 = 6\text{ V}$$

$$u_L(0^+) = u_s - u_1(0^+) - 4 = 0$$



$t=0^+$ 图

$$u_2(0^+) = u_3(0^+) = u_C(0^+) = 4 \text{ V}$$

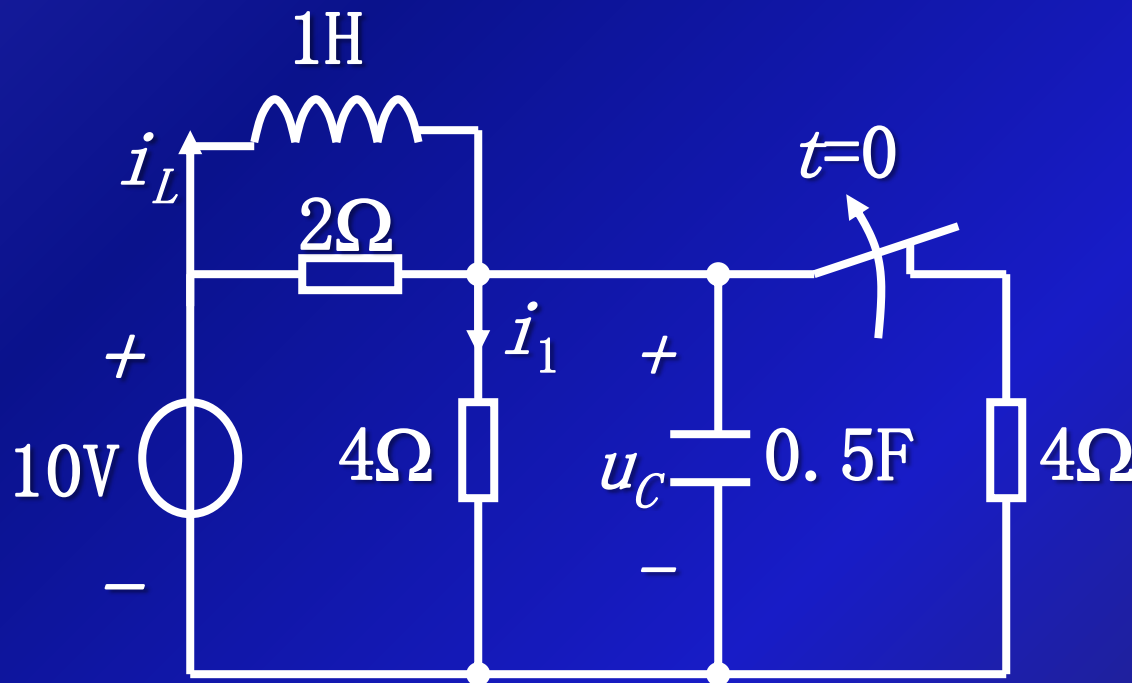
$$i_2(0^+) = u_2(0^+) / R_2 = 0.2 \text{ A}$$

$$i_3(0^+) = u_3(0^+) / R_3 = 0.1 \text{ A}$$

$$i_C(0^+) = i_L(0^+) - i_2(0^+) - i_3(0^+) = -0.1 \text{ A}$$

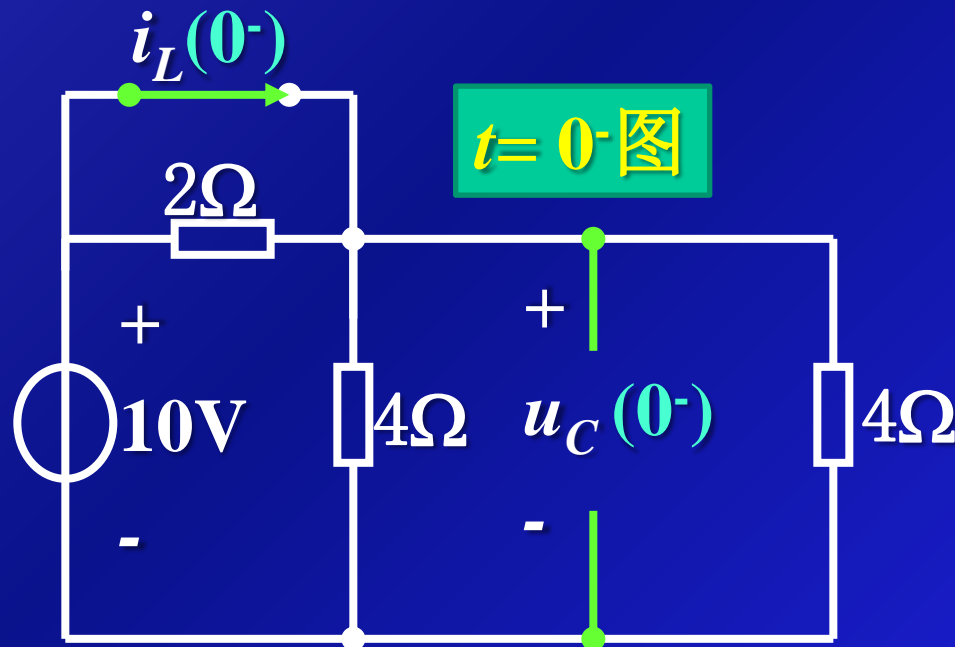
例7 (P136例6-5) 开关打开前电路已稳定, 求初始值

$i_C(0^+), u_L(0^+), i_1(0^+), \frac{di_L(0^+)}{dt}$ 和 $\frac{du_C(0^+)}{dt}$





解：(1) 求初始状态 $u_C(0^-)$ 及 $i_L(0^-)$



$$u_C(0^-) = 10 \text{ V}$$

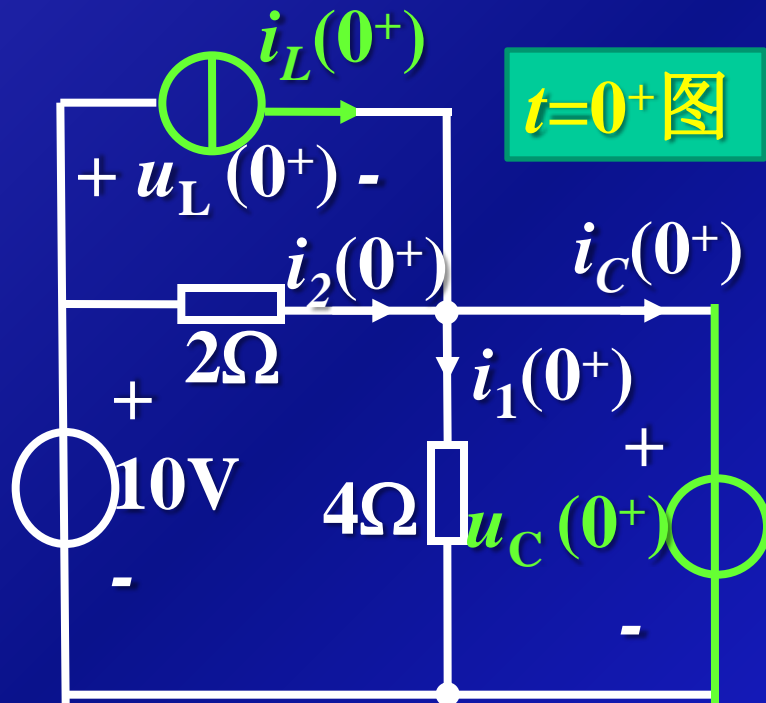
$$i_L(0^-) = \frac{u_s}{R_1 // R_2} = 5 \text{ A}$$



(2) 由换路定则, $u_C(0^+) = u_C(0^-) = 10 \text{ V}$

$$i_L(0^+) = i_L(0^-) = 5 \text{ A}$$

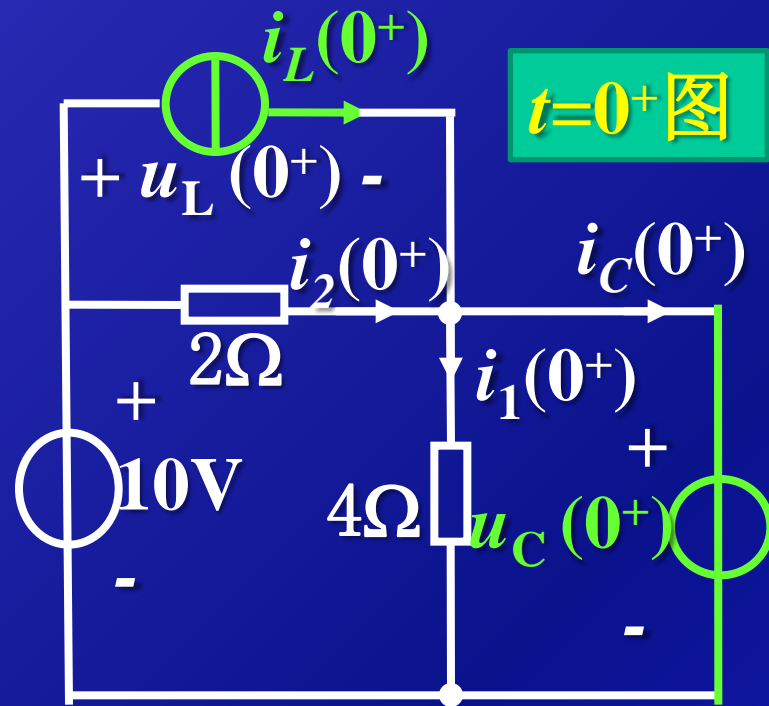
(3) 求其他初始值: 作 $t = 0^+$ 等效图;



$$i_1(0^+) = u_C(0^+) / 4 = 2.5 \text{ A}$$

$$u_L(0^+) = 10 - u_C(0^+) = 0$$

$$\begin{aligned} i_C(0^+) &= i_L(0^+) + i_2(0^+) - i_1(0^+) \\ &= 5 - 2.5 = 2.5 \text{ A} \end{aligned}$$



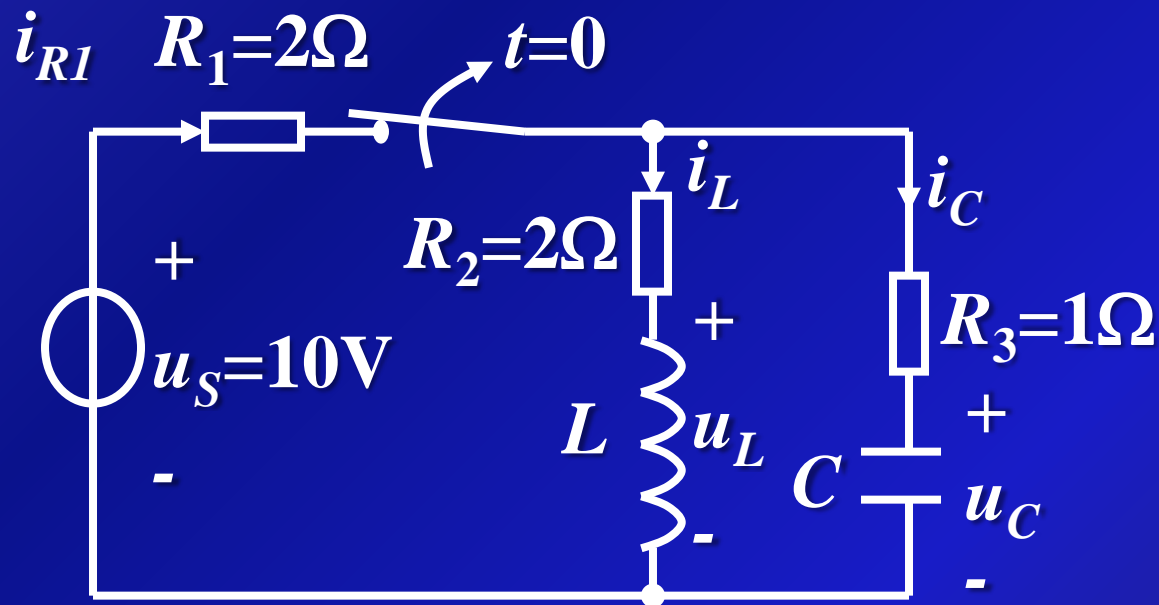
$$\frac{du_C(0^+)}{dt} = \frac{i_C(0^+)}{C}$$

$$= \frac{2.5}{0.5} = 5 \text{ V/s}$$

$$\frac{di_L(0^+)}{dt} = \frac{u_L(0^+)}{L} = 0 \text{ A/s}$$

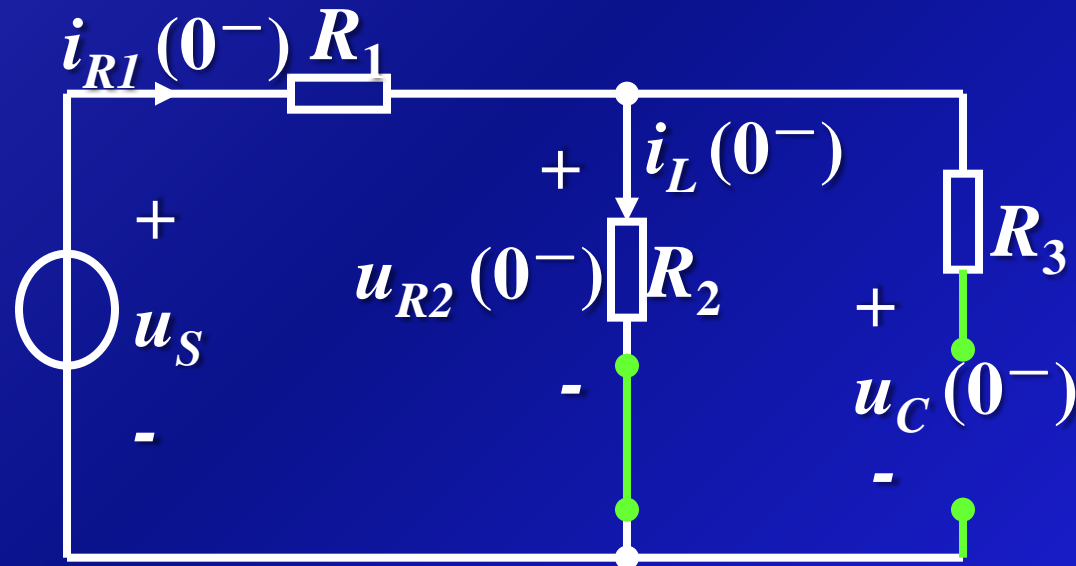


例8原电路已稳定, 求开关打开时各电压、电流的初始值。 $C=0.1\text{F}$, $L=0.1\text{H}$ 。





解：(1)求初始状态 $u_C(0^-)$ 及 $i_L(0^-)$



可得：

$t=0^-$ 图

$$i_L(0^-) = \frac{u_S}{R_1 + R_2} = \frac{10}{2+3} = 2 \text{ A}$$

$$u_C(0^-) = i_L(0^-)R_2 = 2 \times 3 = 6 \text{ V}$$



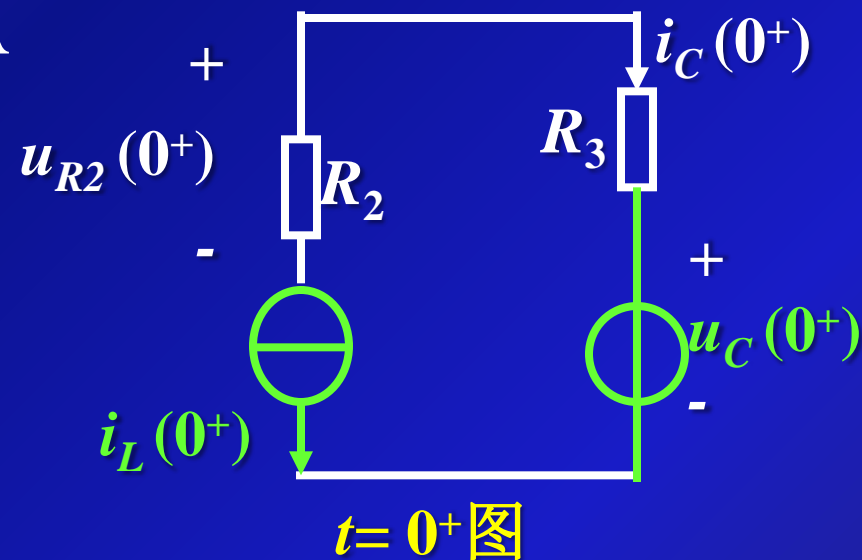
(2) 由换路定则，得： $u_C(0^+) = u_C(0^-) = 6\text{ V}$

$$i_L(0^+) = i_L(0^-) = 2\text{ A}$$

(3) 作 $t=0^+$ 等效图

求初始值：

$$i_C(0^+) = -i_L(0^+) = -2\text{ A}$$



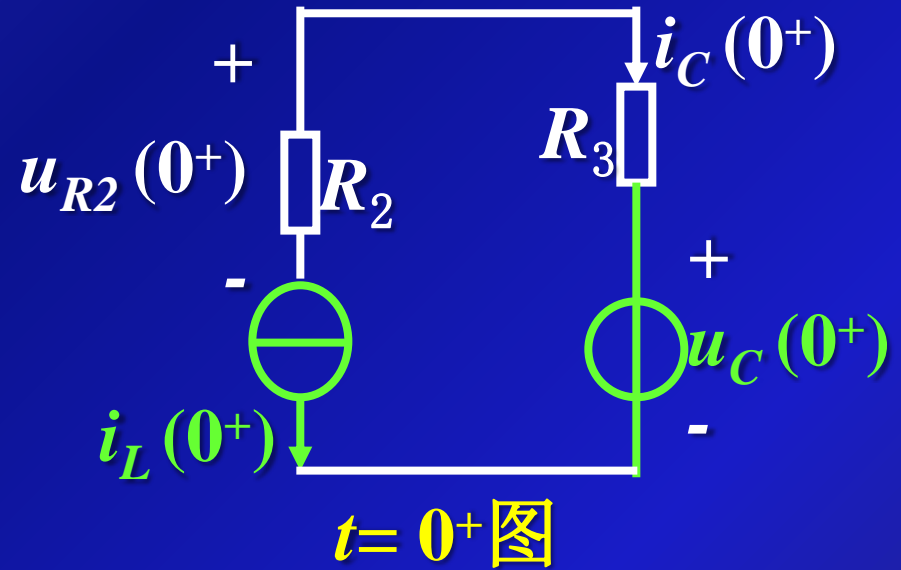
$$u_{R2}(0^+) = i_L(0^+) R_2 = 2 \times 3 = 6\text{ V}$$

$$u_{R3}(0^+) = i_C(0^+) R_3 = -2 \times 1 = -2\text{ V}$$

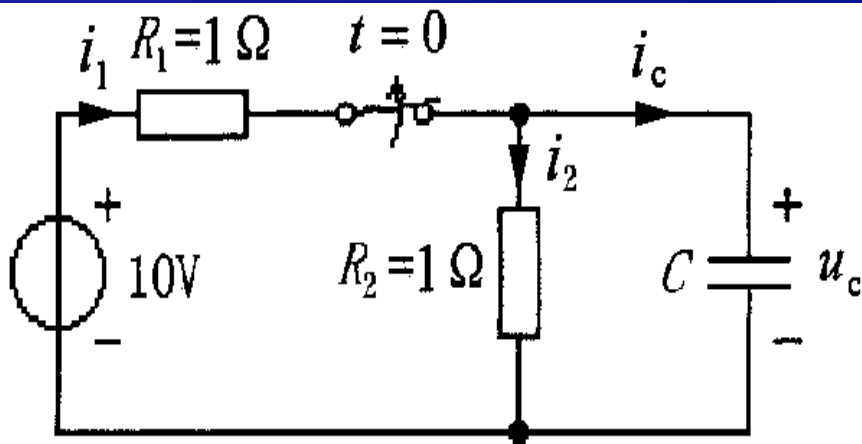
$$u_L(0^+) = -u_{R2}(0^+) + u_C(0^+) + u_{R3}(0^+) = -2\text{ V}$$



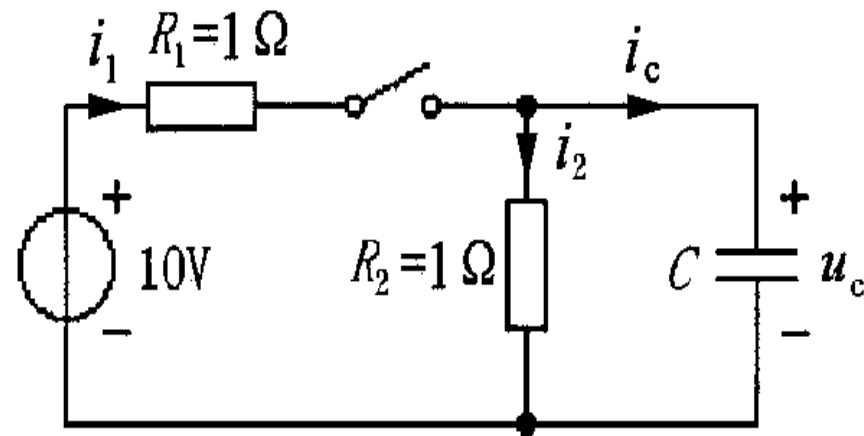
✓换路时，电容
电流、电感电压、
电阻电流及电压
有无跳变？



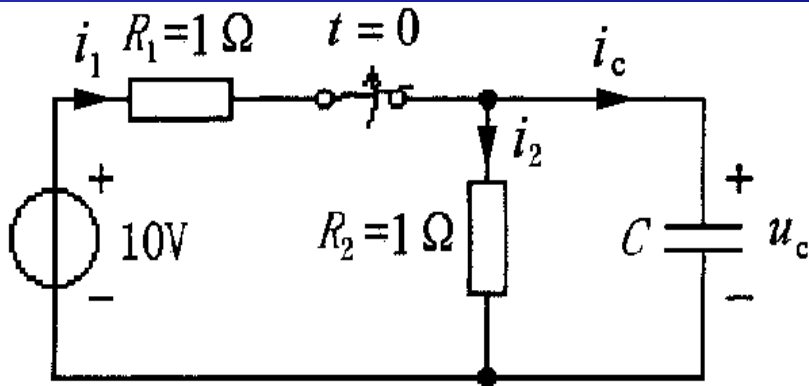
例9 图(a)电路中的开关闭合已久， $t=0$ 时断开开关，试求开关转换前和转换后瞬间的电容电压和电容电流。



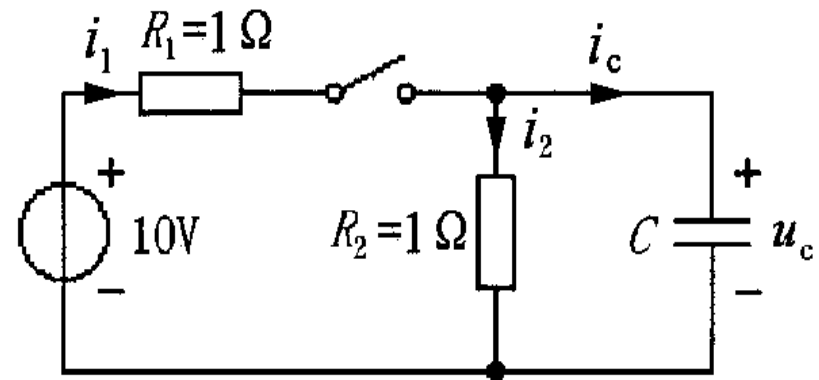
(a)



(b)



(a)

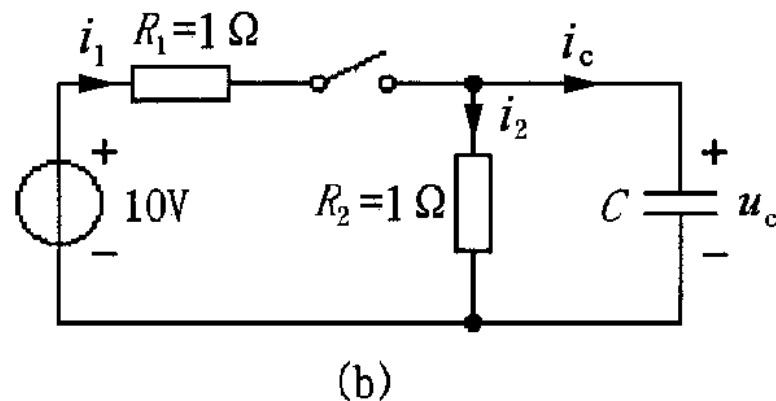
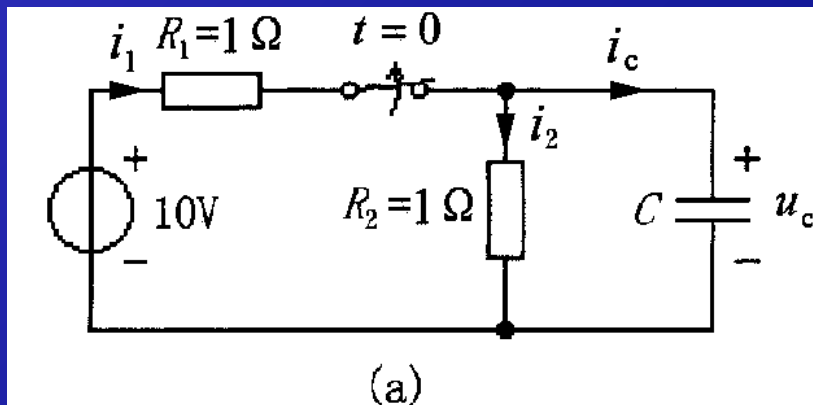


(b)

解：图(a)电路， $t=0^-$ 时，电容相当于开路， $i_C(0^-)=0$ ；用分压公式得：

$$u_C(0^-) = u_{R_2}(0^-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 10 = \frac{1}{2} \times 10 = 5\text{V}$$

电阻 R_1 和 R_2 的电流 $i_1(0^-) = i_2(0^-) = 10/2 = 5\text{A}$



开关断开后如图(b)。电压源对电容不再起作用，由于 $t=0$ 时刻电容电流有界，电容电压不能跃变，由此得 $u_C(0^+) = u_C(0^-) = 5V$

此时电容电流与电阻 R_2 的电流值相同：

$$i_C(0^+) = -i_2(0^+) = -\frac{u_C(0^+)}{R_2} = -5A$$

电容电流由 $i_C(0^-) = 0A$ 变化到 $i_C(0^+) = -5A$ ；

电阻 R_1 的电流由 $i_1(0^-) = 5A$ 变化到 $i_1(0^+) = 0A$ ；