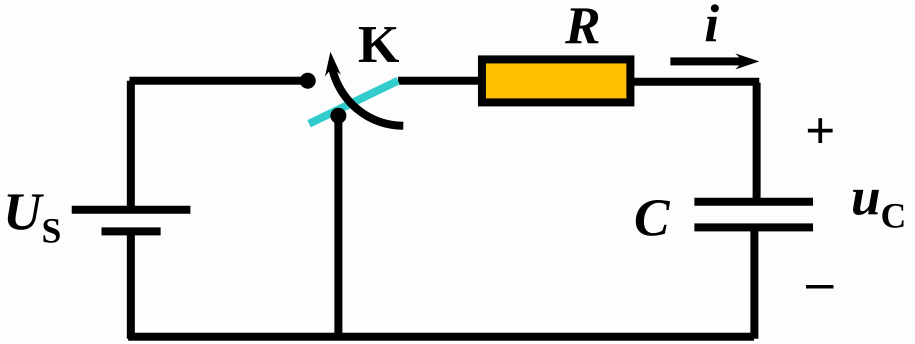
电路原理

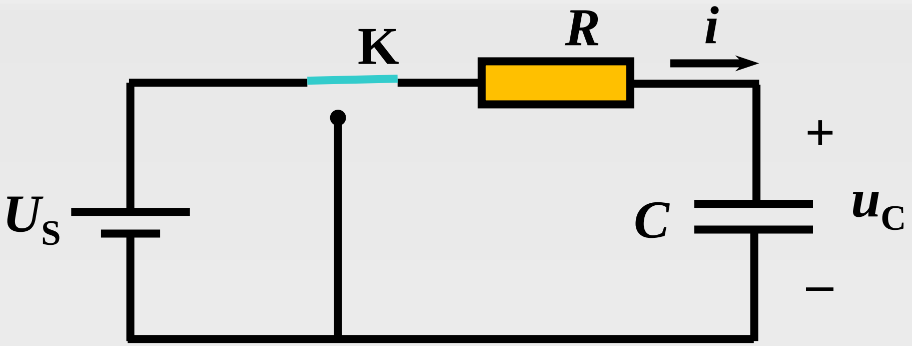
7.1 电路动态过程和初始条件

1. 电路的动态过程



K未动作前

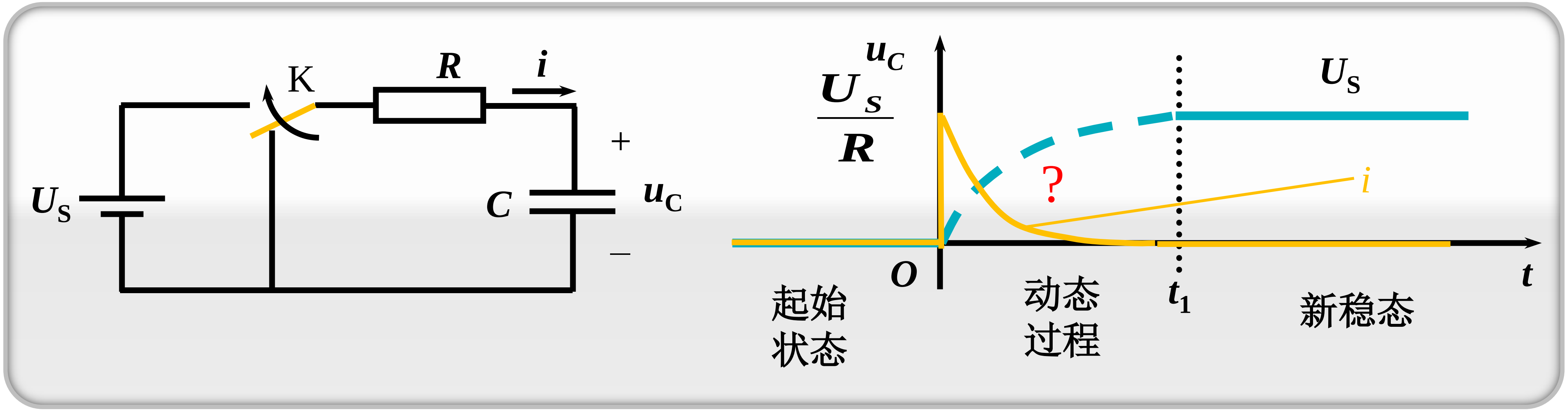
$i = 0,\quad u_C = 0$



K接通电源后进入另一稳态

$i = 0,\quad u_C = U_S$

动态过程：电路由一个稳态到另一个稳态经历的过程。



动态过程产生的原因

(1) 电路中含有储能元件(内因)

(2) 电路结构或电路参数发生变化(外因)

换路 { 支路的接入、断开；开路、短路等
参数变化

2. 换路定律

记： $t = 0$ — 表示换路时刻 (计时起点)；

$t = 0_-$ — 表示换路前的终了瞬间；

$t = 0_+$ — 表示换路后的初始瞬间.

换路定律：换路时电容上的电压，电感中的电流不能跃变.

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) \quad 或 \quad q_C(0_+) = q_C(0_-)$$

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) \quad 或 \quad \psi_L(0_+) = \psi_L(0_-)$$

换路定律的适用条件:非跃变电路。

即，在换路时电容电压和电感电流连续变化。

因为 $i_C = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$， $u_L = L\dfrac{\mathrm{d}i_L}{\mathrm{d}t}$

所以 $u_C(t) = u_C(t_0) + \dfrac{1}{C}\int_{t_0}^{t} i(\xi)\mathrm{d}\xi$

$$i_L(t) = i_L(t_0) + \frac{1}{L}\int_{t_0}^{t} u(\xi)\mathrm{d}\xi$$

换路时 $u_C(0_+) = u_C(0_-) + \dfrac{1}{C}\int_{0_-}^{0_+} i(\xi)\mathrm{d}\xi$

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) + \frac{1}{L}\int_{0_-}^{0_+} u(\xi)\mathrm{d}\xi$$

换路瞬间，若电容的 i，电感的 u 为有限值，则

$$\int_{0_-}^{0_+} i\,\mathrm{d}t = 0 \qquad \int_{0_-}^{0_+} u\,\mathrm{d}t = 0$$

故 $u_C(0_+) = u_C(0_-)$， $i_L(0_+) = i_L(0_-)$

3. 初始条件

电路状态变量（u，i）及其各阶导数在换路结束瞬间(0_+)的值。

独立变量：电容电压u_C和电感电流i_L。

非独立变量：除了u_C和i_L的其他变量。

求初始值的一般方法：(1) 由换路前电路求$u_C(0_-)$和$i_L(0_-)$；

(2) 由换路定律，确定$u_C(0_+)$和$i_L(0_+)$；

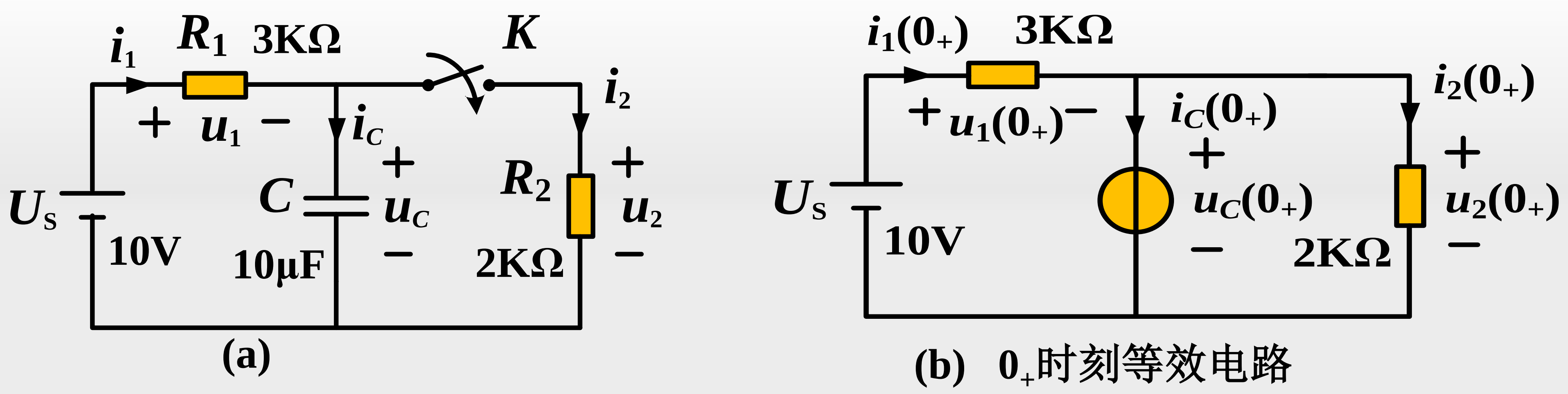
(3) 画0_+时刻等效电路：

电容用电压值为$u_C(0_+)$的电压源替代；

电感用电流值为$i_L(0_+)$的电流源替代。

(4) 由0_+等效电路求其他变量的 (0_+)值。

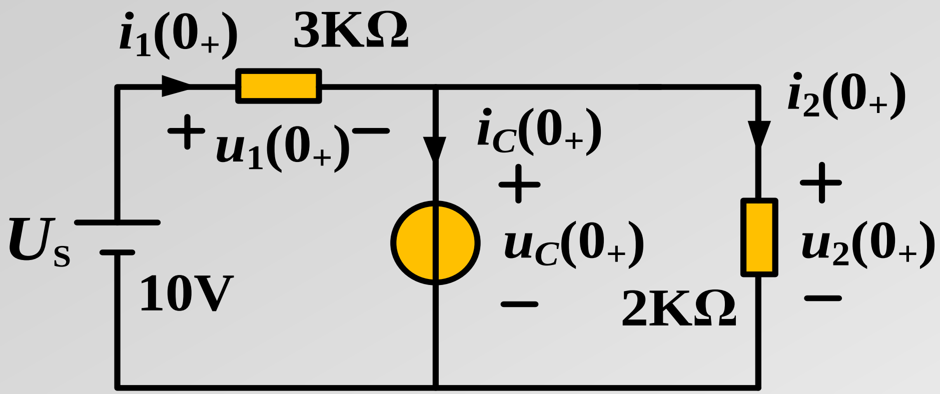
例 图(a)电路，t=0 时将开关K闭合，t<0时电路已达稳态，试求各元件电流、电压初始值.



解 t<0时稳态电路，电容支路电流为0，所以 $u_C(0_-)=U_S=10\text{V}$

由换路定律有 $u_C(0_+)=u_C(0_-)=10\text{V}$

0_+等效电路如图(c)所示。



(b) 0_+时刻等效电路

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

$$u_1(0_+) = U_S - u_C(0_+) = 0$$

$$i_1(0_+) = u_1(0_+)/R_1 = 0$$

$$u_2(0_+) = u_C(0_+) = 10\text{V}$$

$$i_2(0_+) = u_2(0_+)/R_2 = 5\text{mA}$$

$$i_C(0_+) = i_1(0_+) - i_2(0_+) = -5\text{mA}$$

比较：

$$u_1(0_-) = 0$$

$$i_1(0_-) = 0$$

$$u_2(0_-) = 0$$

$$i_2(0_-) = 0$$

$$i_C(0_-) = 0$$

谢谢