Ex. ตัวเก็บประจุขนาด 12 μF ต่ออนุกรมกับตัวต้านทานขนาด 1 MΩ และมีความต่างศักย์ 60 V คร่อมวงจร (ก) จงหาค่าประจุไฟฟ้าที่มากที่สุด, (ข) ค่าคงตัวเวลาของวงจร, และ (ค) กระแสไฟฟ้าเมื่อเวลาผ่านไป 20 และ 100 วินาที

วิธีทำ (ก) ประจุไฟฟ้ามากสุด $Q_{\max}$ หาจาก

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= CV_{\max} \\ &= (12 \times 10^{-6})(60) \\ \therefore Q_{\max} &= 7.2 \times 10^{-4} \text{ C} \end{aligned}$$

(ข) ค่าคงตัวเวลา τ หาจาก

$$\begin{aligned} \tau &= RC \\ &= (1 \times 10^{6})(12 \times 10^{-6}) \\ \therefore \tau &= 12 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

(ค) ขณะอัดประจุ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรคือ $i(t) = Ie^{-t/RC}$ โดย $I = V_{\max}/R$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} i(t) &= \left(\frac{V_{\max}}{R}\right) e^{-t/RC} \\ &= \left(\frac{60}{1 \times 10^{6}}\right) e^{-t/12} \\ &= (6 \times 10^{-5}) e^{-t/12} \end{aligned}$$

เมื่อ $t = 20$ วินาที จะได้

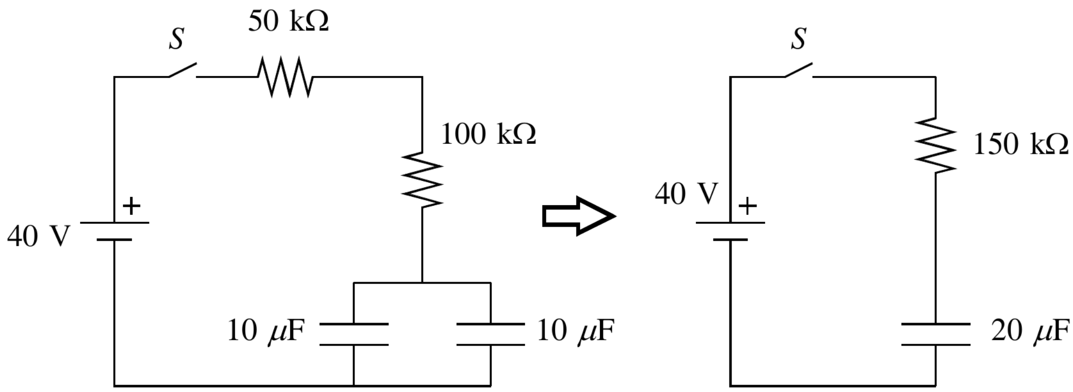
$$\begin{aligned} i(20) &= (6 \times 10^{-5}) e^{-20/12} \\ \therefore i(20) &= 1.13 \times 10^{-5} \text{ A} \end{aligned}$$

เมื่อ $t = 100$ วินาที จะได้

$$\begin{aligned} i(100) &= (6 \times 10^{-5}) e^{-100/12} \\ \therefore i(100) &= 1.44 \times 10^{-8} \text{ A} \end{aligned}$$

Ex. จากวงจรข้างล่างนี้ ตัวเก็บประจุไม่มีประจุอยู่เลย จากนั้นสับสวิทช์ลงเพื่ออัดประจุ จงหาว่านานเท่าใดความต่างศักย์ตกคร่อมตัวเก็บประจุจึงจะมีค่าเป็น 25 V

วิธีทำ



จากวงจรที่ให้มา เราต้องรวมตัวต้านทาน (อนุกรมกันอยู่) และรวมตัวเก็บประจุ (ขนานกันอยู่) ให้เป็นดังรูป ดังนั้น ค่าคงตัวเวลา τ ของวงจรนี้ คือ

$$\tau = RC = (150\times10^{3})(20\times10^{-6}) = 3 \text{ s}$$

ค่า $V_{\max}$ ของวงจรคือ ความต่างศักย์ของแหล่งจ่าย ดังนั้น

$$V_{\max} = 40 \text{ V}$$

จากข้อมูลนี้ เราจะเขียนฟังก์ชันของความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุขณะอัดประจุได้ดังนี้

จาก $v = V_{\max}(1-e^{-t/RC})$ จะได้

$$v = 40(1-e^{-t/3})$$

โจทย์ถามว่า v จะมีค่าเป็น 25 V เมื่อ t เป็นเท่าใด ดังนั้น

$$25 = 40(1-e^{-t/3})$$

$$\frac{25}{40} = 1-e^{-t/3}$$

$$e^{-t/3} = 1-\frac{25}{40}$$

$$e^{-t/3} = 0.375$$

$$\boxed{\ln e^{x} = x} \longrightarrow \ln(e^{-t/3}) = \ln(0.375)$$

$$-\frac{t}{3}(\ln e) = -0.981 \longleftarrow \boxed{\ln e = 1}$$

$$t = (-3)(-0.981)$$

$$t = 2.942 \text{ s}$$