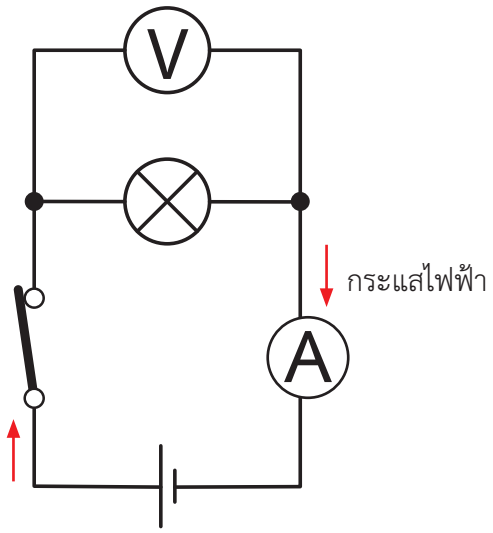
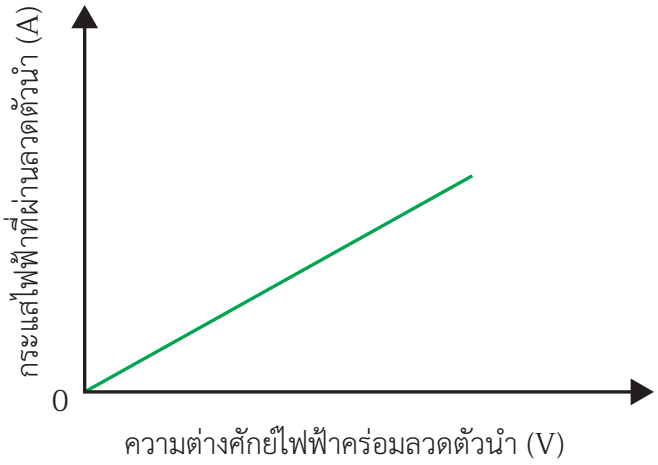
ใบความรู้ที่ 1 ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้า

ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ จะมีกระแสไฟฟ้าในวงจรนั้นได้ ต้องมีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าหรือความต่างศักย์ไฟฟ้าจากภายนอกมาจ่ายให้กับระบบของวงจรไฟฟ้า และต้องมีค่าความต้านทานทำหน้าที่เป็นภาระ (load) ให้กับวงจร ซึ่งทั้ง 3 สิ่ง ดังที่กล่าวมา ทำให้เกิดงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หลอดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความต้านทานไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าจึงจัดเป็นตัวต้านทานตัวหนึ่งในวงจรไฟฟ้าที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานแสง ทำให้เกิดความสว่างแก่บ้านเรือนและที่พักอาศัย



ภาพที่ 1 วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

จากการศึกษาสมบัติของตัวนำไฟฟ้า โดยใช้ตัวนำไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นลวดตัวนำเส้นหนึ่งต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง จะพบว่ามีความต่างศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่างปลายของลวดตัวนำ จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำนั้น หากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายของลวดตัวนำเปลี่ยนแปลงไป ค่ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำก็จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของลวดตัวนำ

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ได้เป็นกราฟเส้นตรงที่ผ่านจุดกำเนิด ซึ่งแสดงว่า ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่ม กระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\frac{\text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)}}{\text{กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)}} = \text{ค่าคงที่ของตัวนำไฟฟ้านั้น ๆ}$$

หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ได้ดังนี้

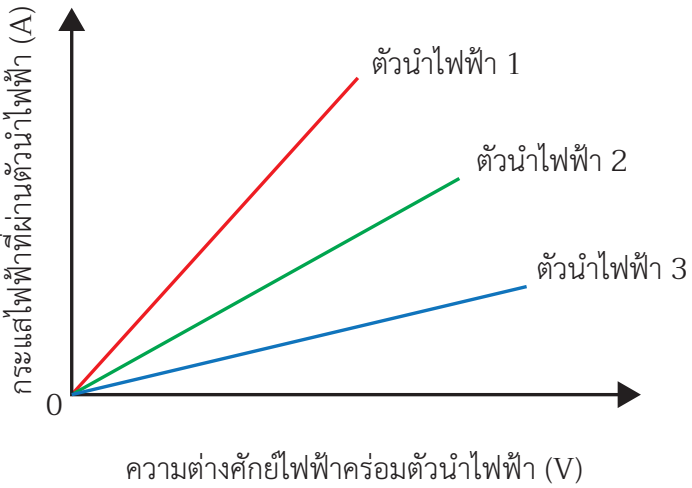
$$\frac{V}{I} = \text{ค่าคงที่ของตัวนำไฟฟ้านั้น ๆ}$$

เรียกค่าคงที่นี้ว่า **ความต้านทานไฟฟ้า (resistance)** ใช้สัญลักษณ์ R มีหน่วยเป็นโวลต์ต่อแอมแปร์หรือ**โอห์ม (Ω)** ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ใหม่ได้ว่า

$$\frac{V}{I} = R \text{ หรือ } V = IR$$

โดย I แทน กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
R แทน ความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)
V แทน ความต่างศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

ถ้าเปลี่ยนตัวนำไฟฟ้าที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่างกัน จะพบว่าอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าก็จะต่างกันไปด้วย ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้าที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่างกัน

จากความสัมพันธ์ของสมการ $V = IR$ สามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าได้ดังตัวอย่าง

1. หลอดไฟฟ้าแบบไส้มีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้ว 50 โวลต์ ไส้หลอดมีความต้านทานไฟฟ้า 100 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านกี่แอมแปร์

   แนวคิด หากระแสไฟฟ้า

   โจทย์กำหนด $V = 50\ \text{V}$ และ $R = 100\ \Omega$

   จากความสัมพันธ์ $V = IR$

   $$I = \frac{V}{R}$$

   $$I = \frac{50\ \text{V}}{100\ \Omega}$$

   $$I = 0.5\ \text{A}$$

   ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 0.5 แอมแปร์

2. เมื่อนำลวดต้านทานเส้นหนึ่งต่อกับเซลล์ไฟฟ้าพบว่ามีความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ปลายทั้งสองข้างของลวดต้านทาน 4 โวลต์ และมีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดต้านทานนี้ 0.5 แอมแปร์ ความต้านทานไฟฟ้าของลวดต้านทานนี้เท่ากับเท่าใด

แนวคิด หาความต้านทานไฟฟ้า

โจทย์กำหนด $V = 0.5\ \text{A}$ และ $V = 4\ \text{V}$

จากความสัมพันธ์ $V = IR$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{4\ \text{V}}{0.5\ \text{A}}$$

$$R = 8\ \Omega$$

ดังนั้น ความต้านทานไฟฟ้าของลวดต้านทานนี้มีค่าเท่ากับ 8 โอห์ม

3. เมื่อต่อลวดเงินเข้ากับเซลล์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง พบว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านลวดเงินขนาด 0.1 แอมแปร์ ถ้าลวดเงินมีความต้านทานไฟฟ้า 40 โอห์ม ความต่างศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้ามีขนาดเท่าใด

แนวคิด หาความต่างศักย์ไฟฟ้า

โจทย์กำหนด $I = 0.1\ \text{A}$ และ $R = 40\ \Omega$

จากความสัมพันธ์ $V = IR$

$$V = 0.1\ \text{A} \times 40\ \Omega$$

$$V = 4\ \text{V}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้ามีขนาดเท่ากับ 4 โวลต์