

## บทที่ 6 กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน

ในบทเรียนจะประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

6.1 คำจำกัดความของกระแสไฟฟ้าและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า

6.2 สภาพต้านทานและกฎของโอห์ม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษาเรื่องนี้จะสามารถ

1. อธิบายคำจำกัดความของกระแสไฟฟ้าและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายสภาพต้านทานและกฎของโอห์มได้อย่างถูกต้อง

### 6.1 คำจำกัดความของกระแสไฟฟ้าและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า

1. ที่หน้าจอหลักคลิกที่ “คำจำกัดความของกระแสไฟฟ้าและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า” จะปรากฏหน้าจอดังรูป

บทที่ 6 กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน

6.1 คำจำกัดความของกระแสไฟฟ้าและความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 6.1 แสดงทิศการเคลื่อนที่ของประจุบวกและอิเล็กตรอน

เมื่อเกิดสนามไฟฟ้าภายในตัวนำจะทำให้ประจุบวกเคลื่อนที่ทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับ สนามไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุบวกหรือทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า

รูปที่ 6.2 แสดงทิศการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

กระแสไฟฟ้าคือจำนวนประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ตัดขวางของลวดตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลา

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

หน่วยของกระแสไฟฟ้า  $I = \frac{Q}{t} = \frac{1 \text{Coulomb}}{\text{sec and}} = 1 \text{Ampere} = 1A$

2. คลิกที่ [หน้าต่อไป](#) ปรากฏหน้าจอแสดงการเคลื่อนที่ของประจุบววิ่งผ่านพื้นที่หน้าตัดของลวด ดังรูป

พิจารณาเส้นลวดตัวนำที่มีหน้าตัด  $A$  ยาว  $l$  ความเร็วของอิเล็กตรอน  $v = \frac{l}{t}$  เวลาสามารถหาได้จากสมการ  $I = \frac{dQ}{dt}$  จะได้

$$\int_0^{Ne} dQ = \int_0^t I dt$$

$$Ne = It$$

$$t = \frac{Ne}{I}$$

แทนค่า  $t$  จะได้  $v = \frac{Il}{Ne}$  เขียนใหม่

$$v = \left(\frac{lA}{N}\right)\left(\frac{I}{A}\right)\left(\frac{1}{e}\right)$$

ให้  $n$  แทนจำนวนอิเล็กตรอนต่อปริมาตรหรือความหนาแน่นอิเล็กตรอนอิสระ เมื่อ  $n = \frac{N}{Vol} = \frac{N}{lA}$

ให้  $J$  แทนความหนาแน่นกระแสเมื่อ  $J = \frac{I}{A}$  ดังนั้นความเร็วของอิเล็กตรอนในเชิงปริมาณสามารถเขียนได้เป็น  $v = \frac{J}{ne}$  เรียกว่า ความเร็วลอยเลื่อน

3. คลิกที่ [หน้าต่อไป](#) ปรากฏหน้าจอแสดง หัวข้อที่ 6.2 สภาพต้านทานและกฎของโอห์ม โดยการต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับตัวนำทำให้ประจุลบนในตัวนำเคลื่อนที่ ดังรูป

6.2 สภาพต้านทานและกฎของโอห์ม

พิจารณาการไหลของกระแสไฟฟ้า เมื่อประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จากกฎข้อสองของนิวตัน  $\sum F = ma$  จะได้

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{eV}{ml}$$

เนื่องจาก  $V = E \int dl$  จะได้ว่า  $V = E l$

4. เมื่อเลื่อนหน้าจอลง จะพบกับปุ่มตัวอย่างการอ่านค่าความต้านทาน java-script , ปุ่มกฎของโอห์ม applet 1 และปุ่มกฎของโอห์ม applet 2 ดังรูป

ตัวอย่างการอ่านค่าความต้านทาน java-script

$V = IR$

คือกฎของโอห์ม หน่วยของความต้านทาน  $R = \frac{V}{I} = \frac{1\text{Volt}}{1\text{Amp}} = 1\text{Ohm} = 1\Omega$

รูปที่ 6.5 กฎของโอห์ม

คลิกเพื่อศึกษา การอ่านค่า ความต้านทาน

คลิกเพื่อแสดง applet

กฎของโอห์ม applet1    กฎของโอห์ม applet2

5. เมื่อคลิกปุ่ม ตัวอย่างการอ่านค่าความต้านทาน java-script จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป


การอ่านค่าตัวต้านทาน

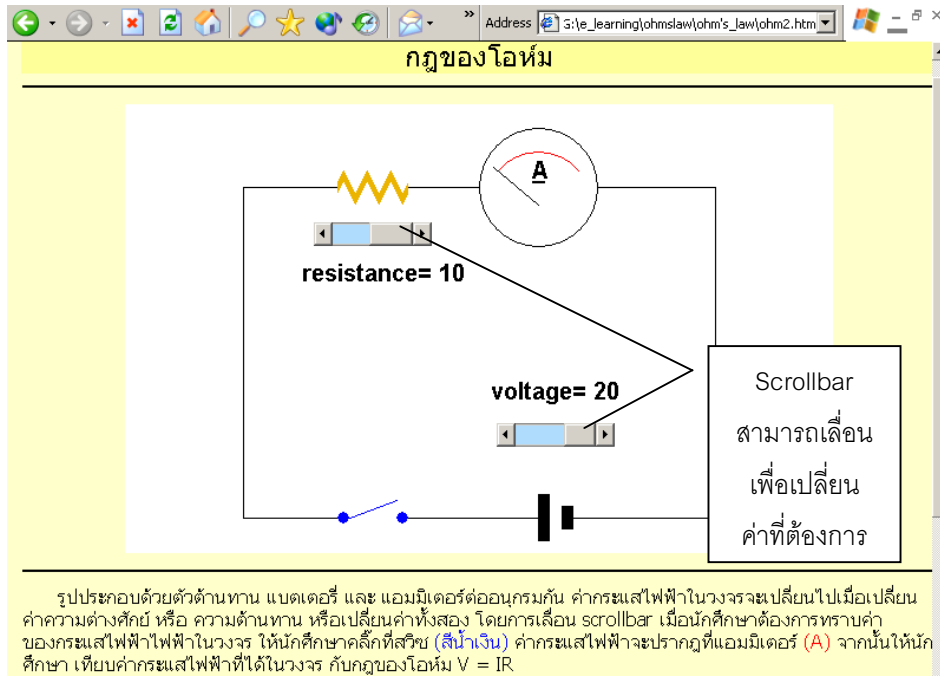
ให้นักศึกษา click เลือกที่ radio buttons เพื่ออ่านค่าตัวต้านทาน  
แถบสีที่ปรากฏเมื่อนักศึกษาเลือก


Value = 00 Ohms

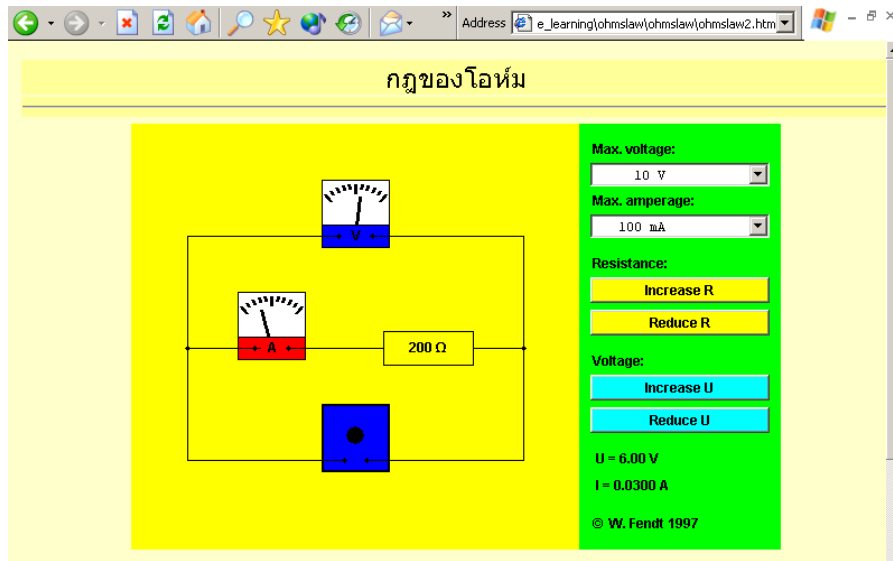
<b>1st Digit:</b>	<b>2nd Digit:</b>	<b>Multiplier:</b>	<b>Tolerance:</b>
<input checked="" type="radio"/> 0 (Black)	<input checked="" type="radio"/> 0	<input checked="" type="radio"/> x1	<input checked="" type="radio"/> 5% (Gold)
<input type="radio"/> 1 (Brown)	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> x10	<input type="radio"/> 10% (Silver)
<input type="radio"/> 2 (Red)	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> x100	<input type="radio"/> 20% (none)
<input type="radio"/> 3 (Orange)	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> x1K	
<input type="radio"/> 4 (Yellow)	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> x10K	
<input type="radio"/> 5 (Green)	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> x100K	
<input type="radio"/> 6 (Blue)	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> x1M	
<input type="radio"/> 7 (Violet)	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> x10M	
<input type="radio"/> 8 (Gray)	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> x100M	
<input type="radio"/> 9 (White)	<input type="radio"/> 9	<input type="radio"/> x1000M	


Note: ให้นักศึกษาตรวจสอบค่าที่อ่านได้กับคู่มือปฏิบัติการอีกครั้ง

6. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอก่อนหน้านี้
7. เมื่อคลิก ปุ่มกฎของ โอห์ม applet 1 จะปรากฏหน้าจอดังรูป



8. ภาพหน้าจอประกอบด้วยตัวต้านทาน แบตเตอรี่ และ แอมมิเตอร์ต่ออนุกรมกัน ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรจะเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ หรือ ความต้านทาน หรือเปลี่ยนค่าทั้งสอง โดยการเลื่อน scrollbar เมื่อนักศึกษาต้องการทราบค่าของกระแสไฟฟ้าในวงจร ให้นักศึกษาคลิกที่สวิช (สีน้ำเงิน) ค่ากระแสไฟฟ้าจะปรากฏที่แอมมิเตอร์ (A) จากนั้นให้นักศึกษา เทียบค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้ในวงจร กับกฎของโอห์ม  $V = IR$
9. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอก่อนหน้านี้
10. เมื่อคลิก ปุ่มกฎของ โอห์ม applet 2 จะปรากฏหน้าจอดังรูป



11. จากภาพหน้าจอแสดงวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทาน 1 ตัว โวลต์มิเตอร์ (ต่อขนานกับตัวต้านทาน) สำหรับอ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน และแอมมิเตอร์ (ต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน) สำหรับอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน นักศึกษาสามารถเลือกค่าความต่างศักย์และค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่เครื่องวัดรับได้ จากช่อง list box ได้คำว่า " Max. voltage:" และ "Max. amperage:" เมื่อเลือกแล้วถ้าเห็นคำเตือน "Maximum exceeded!" สีแดงปรากฏขึ้นมา ได้โวลต์มิเตอร์ หรือแอมมิเตอร์ นักศึกษาต้องเลือกค่าใหม่ โดยที่ค่าความต้านทาน (R) และค่าความต่างศักย์ (U) สามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยกดปุ่มเพิ่ม (Increase) หรือลด (Reduce) ปริมาณที่ต้องการเปลี่ยนทางด้านล่างขวามือสุดจะแสดงค่าของโวลเตจ(U) และกระแสไฟฟ้า(I) ให้นักศึกษาเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกฎของโอห์ม
12. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอก่อนหน้านี้