

บทที่ 5 ความจุไฟฟ้า

ในบทเรียนจะประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

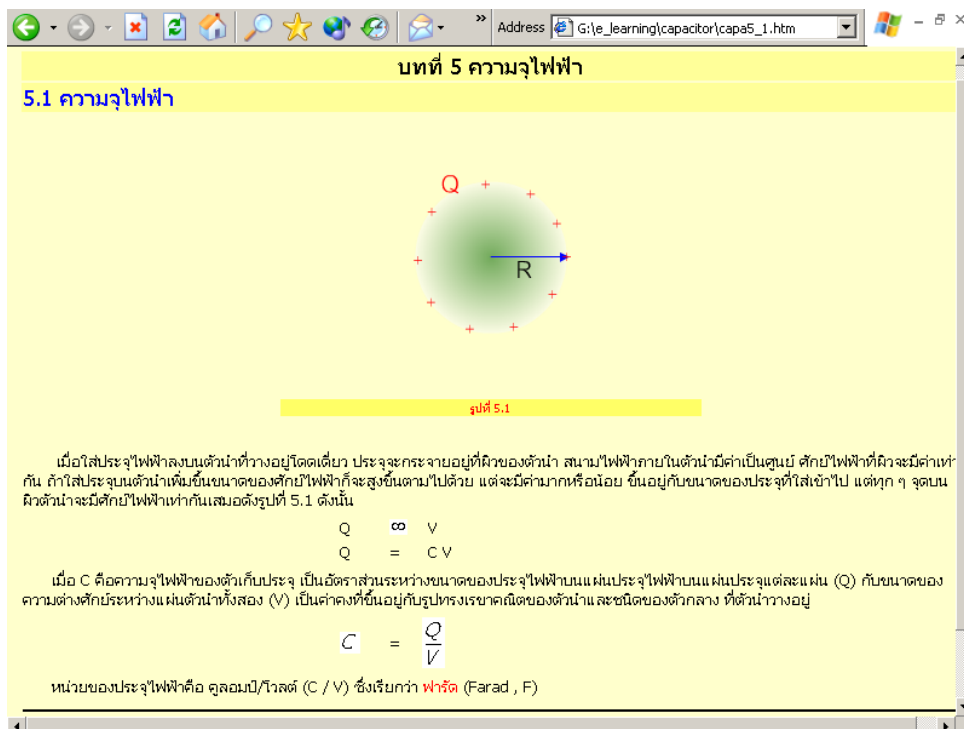
- 5.1 ความจุไฟฟ้า
- 5.2 ตัวเก็บประจุชนิดแผ่น โลหะคู่ขนาน
- 5.3 การต่อตัวเก็บประจุ
- 5.4 การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม
- 5.5 การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษาเรื่องนี้จะสามารถ

1. อธิบายความจุไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายตัวเก็บประจุชนิดแผ่น โลหะคู่ขนานได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายการต่อตัวเก็บประจุได้อย่างถูกต้อง
4. อธิบายการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมได้อย่างถูกต้อง
5. อธิบายการต่อตัวเก็บประจุแบบขนานได้อย่างถูกต้อง

5.1 ความจุไฟฟ้า

1. ที่หน้าจอหลักคลิกที่ “ความจุไฟฟ้า” จะปรากฏหน้าจอดังรูป



รูปที่ 5.1

เมื่อใส่ประจุไฟฟ้าลงบนตัวนำที่วางอยู่โดดเดี่ยว ประจุจะกระจายอยู่ที่ผิวของตัวนำ สนามไฟฟ้าภายในตัวนำมีค่าเป็นศูนย์ ศักย์ไฟฟ้าที่ผิวจะมีค่าเท่ากัน ถ้าใส่ประจุบนตัวนำเพิ่มขึ้นขนาดของศักย์ไฟฟ้าก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย แต่จะมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขนาดของประจุที่ใส่เข้าไป แต่ทุก ๆ จุดบนผิวตัวนำจะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันเสมอดังรูปที่ 5.1 ดังนั้น

$$Q = \infty V$$

$$Q = CV$$

เมื่อ C คือความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ เป็นอัตราส่วนระหว่างขนาดของประจุไฟฟ้าบนแผ่นประจุไฟฟ้าบนแผ่นประจุแต่ละแผ่น (Q) กับขนาดของความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง (V) เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับรูปทรงเรขาคณิตของตัวนำและชนิดของตัวกลาง ที่ตัวนำวางอยู่

$$C = \frac{Q}{V}$$

หน่วยของประจุไฟฟ้าคือ คูลอมป์/โวลต์ (C / V) ซึ่งเรียกว่า ฟารัด (Farad , F)

2. คลิกที่ [หน้าต่อไป](#) จะพบหน้าจอแสดงหัวข้อที่ 5.2 ตัวเก็บประจุชนิดแผ่นโลหะคู่ขนาน ดังรูป

5.2 ตัวเก็บประจุชนิดแผ่นโลหะคู่ขนาน

พิจารณาระบบตัวนำขนาดใหญ่มิมีพื้นที่เท่ากับ A แต่ละแผ่นมีความหนาแน่นประจุ c/m^2 วางห่างกันเป็นระยะทาง d ดังรูปที่ 5.2

$$C = \frac{q}{V_{ab}}$$

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$$\int_a^b dV = -E \int_a^b dr$$

$$V_b - V_a = -E(b - a)$$

$$V_{ab} = Ed \dots\dots\dots(1)$$

จากกฎของเกาส์สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นคู่ขนานคือ $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ เมื่อ σ คือความหนาแน่นประจุต่อหน่วยพื้นที่ซึ่ง $\sigma = \frac{q}{A}$ ดังนั้นจะได้ว่า

3. คลิกที่ [หน้าต่อไป](#) จะพบหน้าจอแสดงหัวข้อที่ 5.3 การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

5.3 การต่อตัวเก็บประจุ

การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม

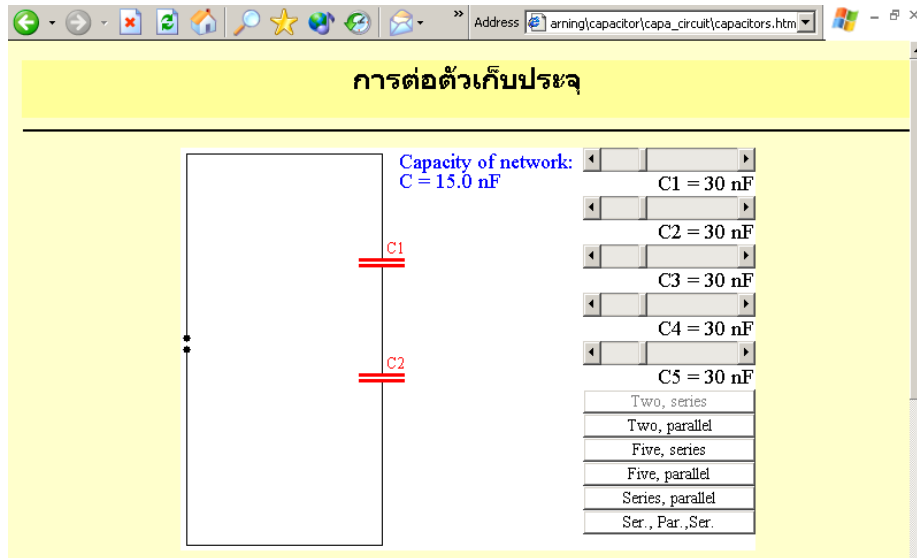
รูปที่ 5.3 (a) การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรม (b) วงจรเทียบเท่า


จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน ผลรวมของความต่างศักย์บนตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับความต่างศักย์รวมในวงจรนั้นคือ

$$V_{ab} = V = V_1 + V_2 + \dots + V_N$$

จากรูปที่ 5.3 จะได้ว่า

4. ที่ด้านล่างของหน้าจอจะมีปุ่ม ตัวอย่าง applet แสดงการต่อตัวเก็บประจุ ซึ่งถ้าต้องการเข้าไปศึกษาสามารถคลิกที่ปุ่มนี้ จะปรากฏหน้าจอดังรูป



5. ที่หน้าจอนี้นักศึกษาสามารถเลือกการต่อตัวเก็บประจุ แบบอนุกรม หรือ แบบขนาน ได้โดยคลิกเลือกตามปุ่มที่กำหนดให้ จากนั้นเมื่อปรากฏ วงจรแสดงการต่อตัวเก็บประจุดังรูปทางด้านบน นักศึกษาสามารถปรับเปลี่ยนค่า C ได้ โดยการ เลื่อน scrollbar โดยค่า C ที่ปรับต้องสอดคล้องกับรูปที่ปรากฏตามวงจร **จึงจะปรากฏผลลัพธ์** ซึ่งอยู่ใต้คำว่า **Capacity of network**
6. คลิกที่ปุ่ม  สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอก่อนหน้านี้
7. คลิกที่ หน้าต่อไป จะพบหน้าจอการต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน ดังรูป

รูปที่ 5.4 (a) การต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน (b) วงจรเทียบเท่า

จากกฎการอนุรักษ์ประจุ ผลรวมของประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับประจุทั้งหมดนั่นคือ

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_N$$

จากรูปที่ 5.4 จะได้ว่า

$$C_{eq}V = C_1V_1 + C_2V_2$$

จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน ความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากันคือ $V = V_1 = V_2 = \dots = V_N$

$$C_{eq}V = C_1V + C_2V$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$= \sum C_i$$

ตัวอย่าง applet ตัวอย่างที่ 5.1

8. จากภาพด้านล่างหน้าจอก็จะมีปุ่ม ตัวอย่าง applet และปุ่มตัวอย่างที่ 5.1 ซึ่งนักศึกษาสามารถคลิกที่ปุ่มทั้งสองเพื่อศึกษารายละเอียดได้ โดยเมื่อคลิกแล้วจะปรากฏหน้าจอของตัวอย่าง applet ดังรูปข้างบน และตัวอย่างที่ 5.1 ดังภาพข้างล่างนี้

ตัวอย่างที่ 5.1 จากรูปกำหนดให้ $V = 1.5V$; $C_1 = 4, \mu F$; $C_2 = 8, \mu F$ และ $C_3 = 6, \mu F$ จงคำนวณหา

รูปแสดงการต่อตัวเก็บประจุแบบผสม

ก. ความจุไฟฟ้ารวมในวงจร
 ข. ประจุบนตัวเก็บประจุแต่ละตัว
 ค. ความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุแต่ละตัว

วิธีทำ ก. C_1 ต่อขนานกับ C_2

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 4, \mu F + 8, \mu F = 12, \mu F$$

9. คลิกที่ปุ่ม สีเขียวด้านบนมุมซ้าย จะกลับไปหน้าจอก่อนหน้านี้