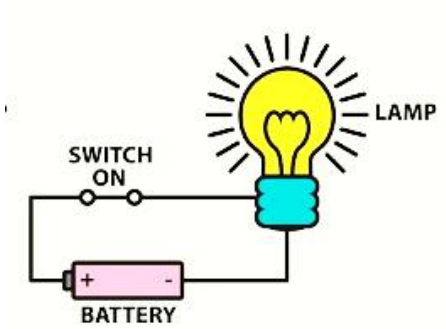
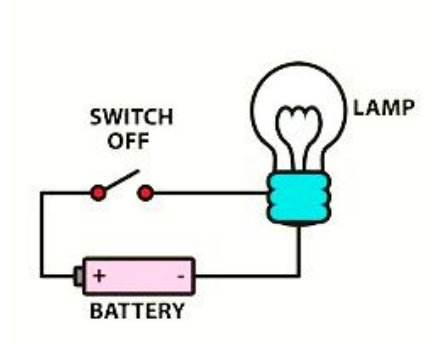


บทที่ 5

ไฟฟ้าเบื้องต้น

&

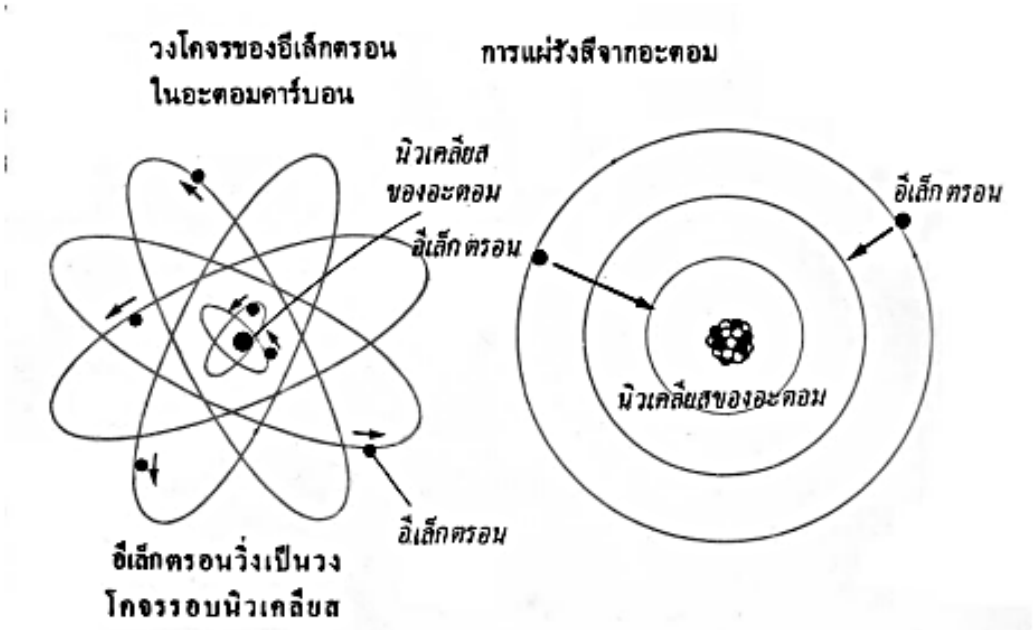
กระแสไฟฟ้า



สอนโดย อาจารย์ ดร. รูฮัยซา ดือราแม

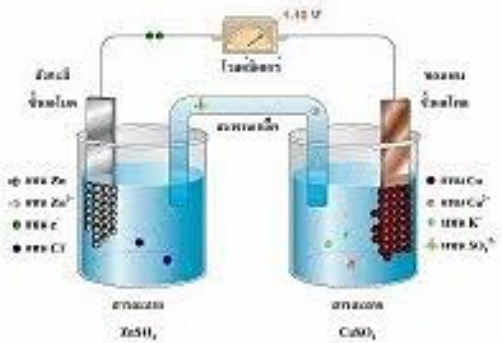
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง เป็นส่วนประกอบอยู่ในวัตถุ ธาตุทุกชนิด ตามข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่า วัตถุธาตุชนิดต่างๆที่มีอยู่ในโลก ประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆที่เรียกว่า "อะตอม" มากบ้างน้อยบ้างแล้วแต่ชนิดของวัตถุนั้นๆ ในแต่ละอะตอมยังประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอีเล็คตรอนอยู่มากมาย สำหรับโปรตอนกับนิวตรอนนั้น อยู่นิ่งไม่เคลื่อนไหว แต่อิเล็คตรอนนั้นสามารถเคลื่อนที่จากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่ง การเคลื่อนที่ของอีเล็คตรอนจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งนี้เองที่เราเรียกว่า "ไฟฟ้า"

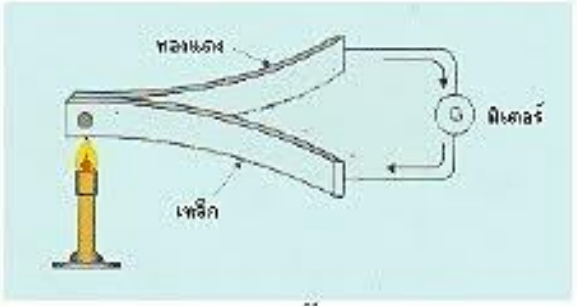


ภาพที่ 1.1 แสดงโครงสร้างของอะตอม

ความเสียดทานการขัดสี

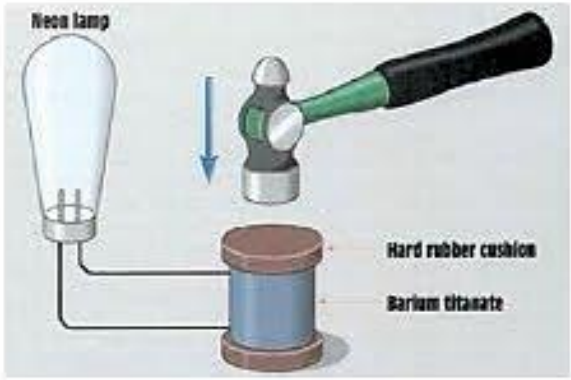


ปฏิกิริยาเคมี

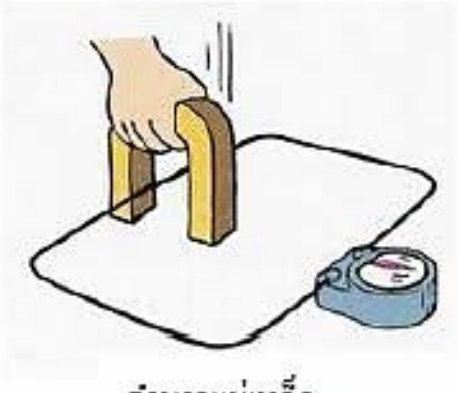


ความร้อน

แสง



ความกด

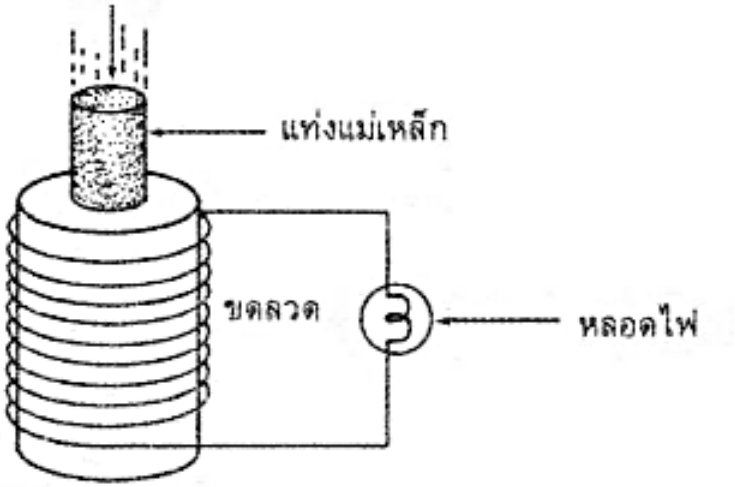


อำนาจแม่เหล็ก

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

1 ไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำ

เป็นแรงดันไฟฟ้าที่เกิดในขดลวดขณะที่เส้นแรงของสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวด จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมาระหว่างปลายทั้งสองของขดลวด

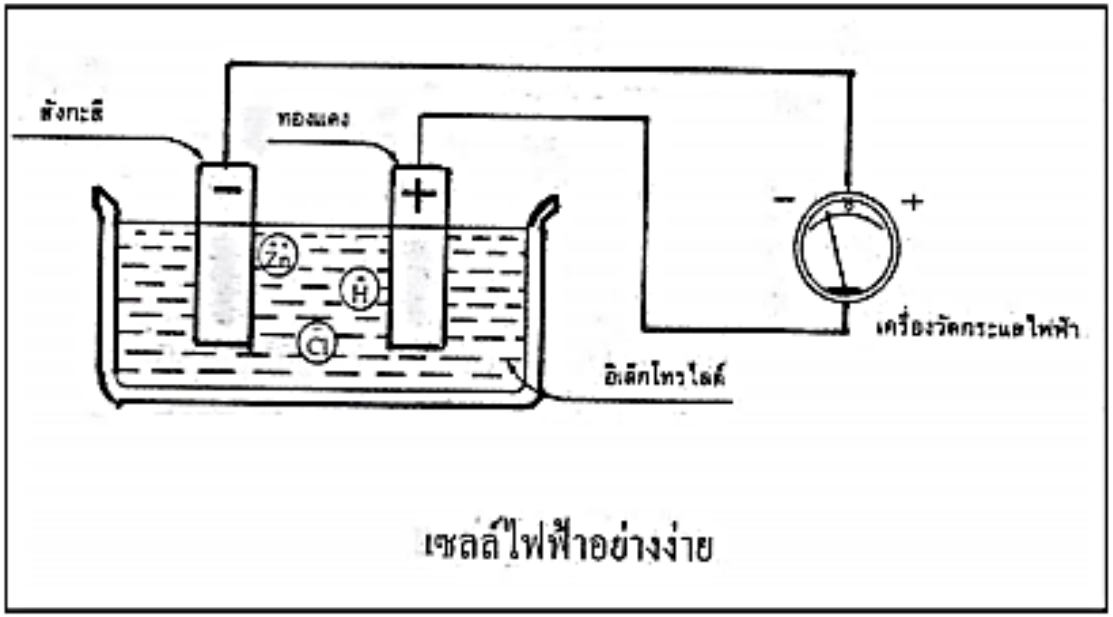


ภาพที่ 1.2 แสดงการเกิดกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำ

ที่มา : เดชา ภัทรมูล. 2547 หน้า 19

2 ไฟฟ้าจากปฏิกริยาเคมี

ต้นกำเนิดไฟฟ้าจากปฏิกริยาเคมี เรียกว่า เซลล์ไฟฟ้า ซึ่งมีใช้อยู่ 2 แบบ คือ เซลล์ปฐมภูมิ และเซลล์ทุติยภูมิ เซลล์ไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแผ่นทองแดงกับแผ่นสังกะสี แช่ในน้ำยาหรืออิเล็กโทรไลต์ ซึ่งเป็นกรดเจือจางบรรจุในถ้วยแก้ว เมื่อนำเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าต่อระหว่างแผ่นทองแดงกับแผ่นสังกะสีแล้ว เข็มของเครื่องวัดจะเบนขึ้น แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (ดังรูป) แสดงว่ากระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร



ภาพที่ 1.3 แสดงเซลล์ไฟฟ้าอย่างง่าย

ที่มา : เดชา ภัทรมูล. 2547 หน้า 22

เซลล์ไฟฟ้า หมายถึงหน่วยของต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า สามารถจ่ายแรงดันหรือระแสไฟฟ้าได้ เซลล์ไฟฟ้าที่พบเห็นทั่วไป ได้แก่ ถ่านไฟฉาย ซึ่งจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมา 1.5 Volt ซึ่งถ่านไฟฉายมีหลายขนาด ถ่านไฟฉายขนาดใหญ่เรียกว่า size D ก้อนขนาดกลางเรียกว่า size C ก้อนขนาดเล็กเรียกว่า size A ซึ่งแบ่งเป็น size AA และ size AAA เซลล์ไฟฟ้าที่สร้างมาเพื่อใช้งานในนาฬิกาข้อมือ หรือเครื่องคิดเลข จะมีขนาดเล็กมาก ก้อนถ่านจะแบนสั้น เรียกเซลล์แบบนี้ว่าแบบกระดุม ซึ่งได้มีการพัฒนาให้มีขนาดเล็ก ไม่มีการรั่วซึม ใช้งานได้ทนไม่มีการผุกร่อน

เซลล์ปฐมภูมิ หมายถึงเซลล์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมาแล้วนำไปใช้งานได้โดยตรง เมื่อใช้ไประยะหนึ่งแล้ว แรงดันและกระแสไฟจะลดต่ำลงจนไม่สามารถใช้การได้ต้องทิ้งไป

เซลล์ทุติยภูมิ หมายถึงเซลล์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมาแล้วต้องนำไปประจุไฟ (Charge) เสียก่อนจึงจะนำไปใช้ได้ เช่น แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ แบตเตอรี่ที่ใช้กับโทรศัพท์มือถือ เมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง แรงดันและกระแสอ่อนลง ก็สามารถนำไปประจุให้คืนสภาพที่ใช้ได้เหมือนเดิม

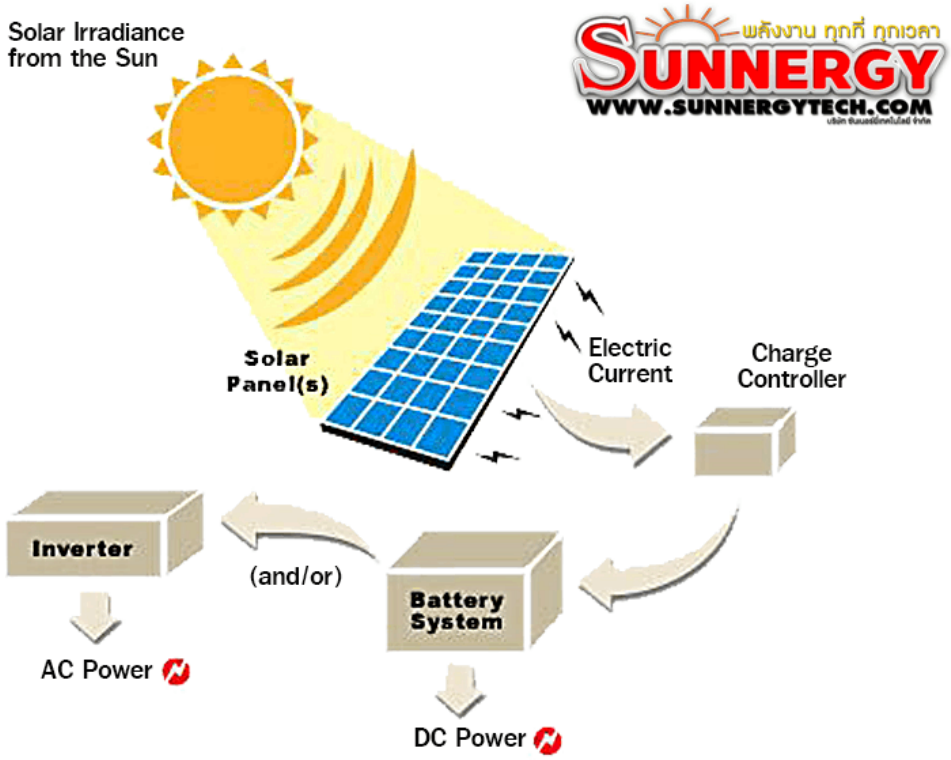
เซลล์ไฟฟ้าที่ใช้กับถ่านไฟฉายส่วนใหญ่ ประกอบด้วย แท่งถ่านเป็นขั้วบวก และแผ่นสังกะสีเป็นขั้วลบ สารเคมีภายในก้อนถ่านมีลักษณะเปียก ถ้าสารเคมีภายในเซลล์แห้ง เซลล์ก้อนนั้นจะเสื่อมสภาพไป ถ่านไฟฉายก้อนเล็กจะเสื่อมสภาพเร็วกว่าถ่านก้อนใหญ่

ivate
Go to Settir

3 พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)

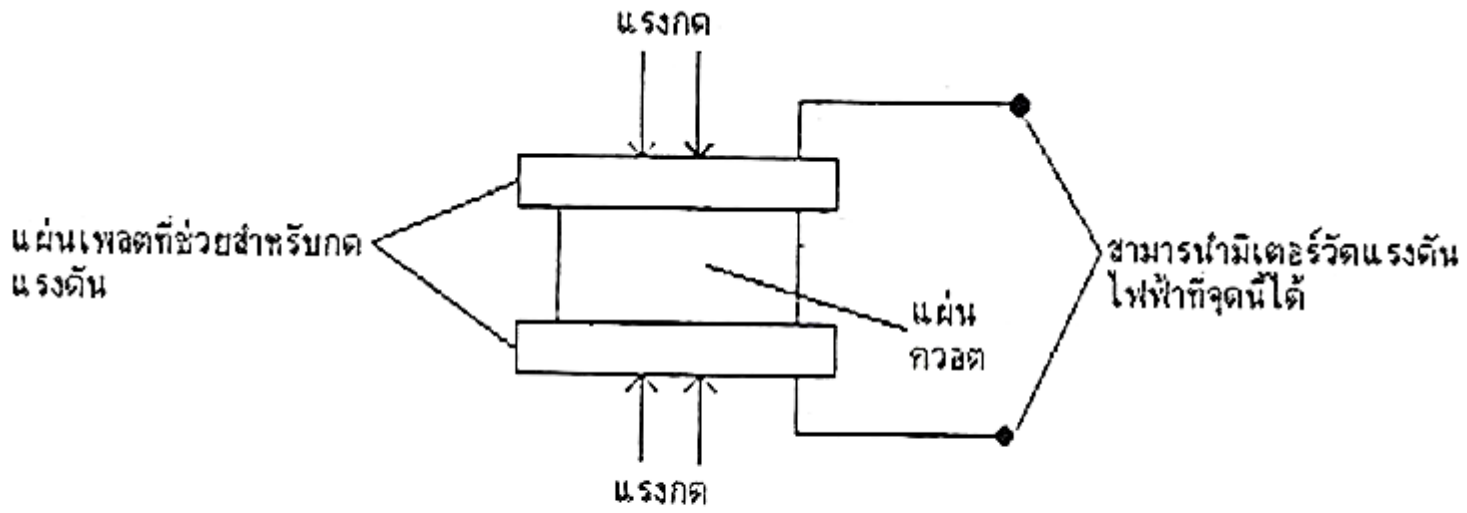
เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ที่อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิด เชื่อมกันเพื่อให้เกิดรอยต่อ สารที่นิยมทำเป็นโซล่าเซลล์ได้แก่ ซิลิกอน (Si) หรือสารซิลีเนียม (Se) เมื่อผิวของสารกึ่งตัวนำด้านหนึ่งถูกแสง จะทำให้อิเล็กตรอนได้รับพลังงานเพียงพอจะทำให้อะตอมเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า

โดยทั่วไปโซล่าเซลล์ จะสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ประมาณ 0.25 - 0.6 Volt และมีกระแสไหลได้ประมาณ 50 ตA



4 พลังงานไฟฟ้าจากแรงกดหรือยืดตัว

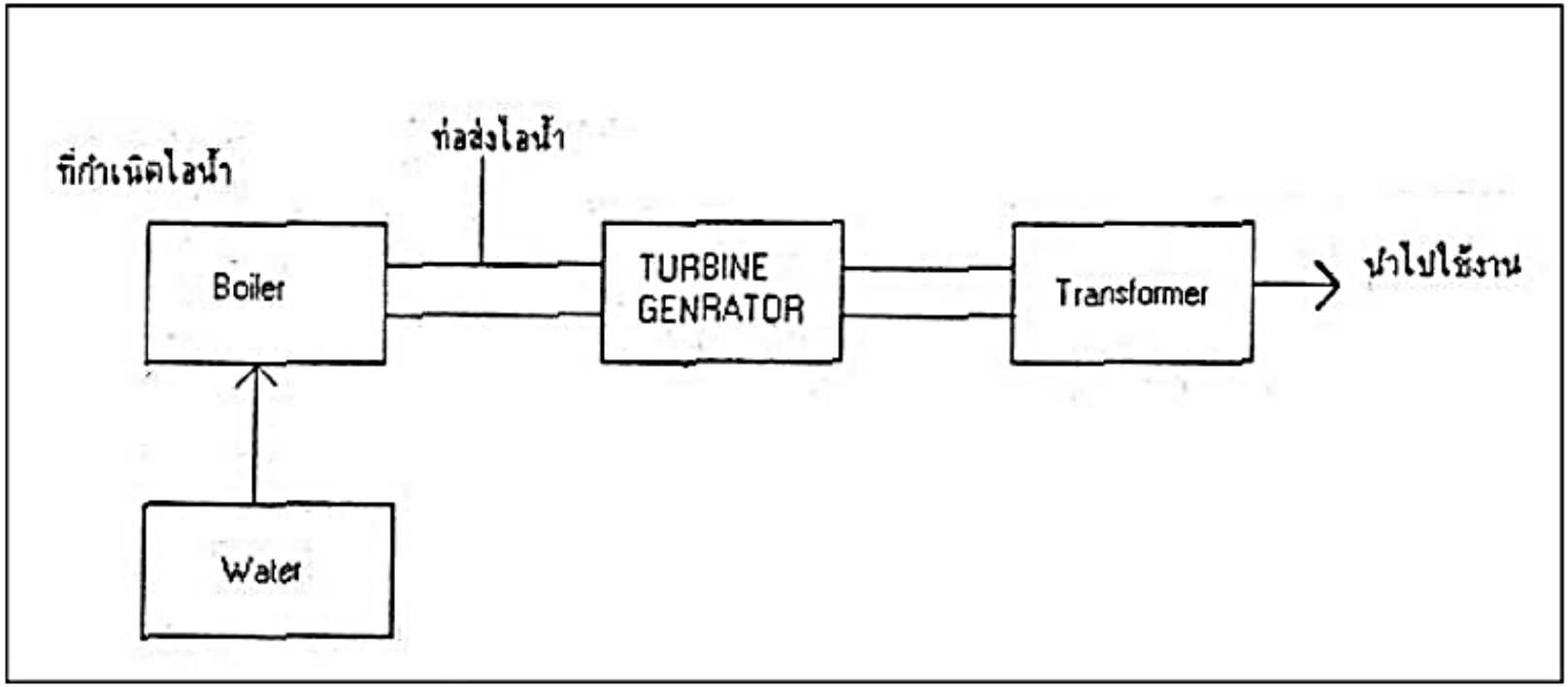
สารพิโซอิเล็กทริกซิตี้ (Piezo electricity) เป็นสารประเภทที่เมื่อเกิดแรงกดหรืออัด จะเกิดกระแสไฟฟ้า พลังงานเหล่านี้คือ คริสตัลไมโครโฟน ผลึกควอตซ์ และอื่นๆ



แสดงผลึกควอตซเมื่อถูกแรงกดจะเกิดพลังงานไฟฟ้า

5 พลังงานไฟฟ้าที่มาจากความร้อน

พลังงานความร้อนสามารถนำไปต้มน้ำให้กลายเป็นไอและนำมาปั่นให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้

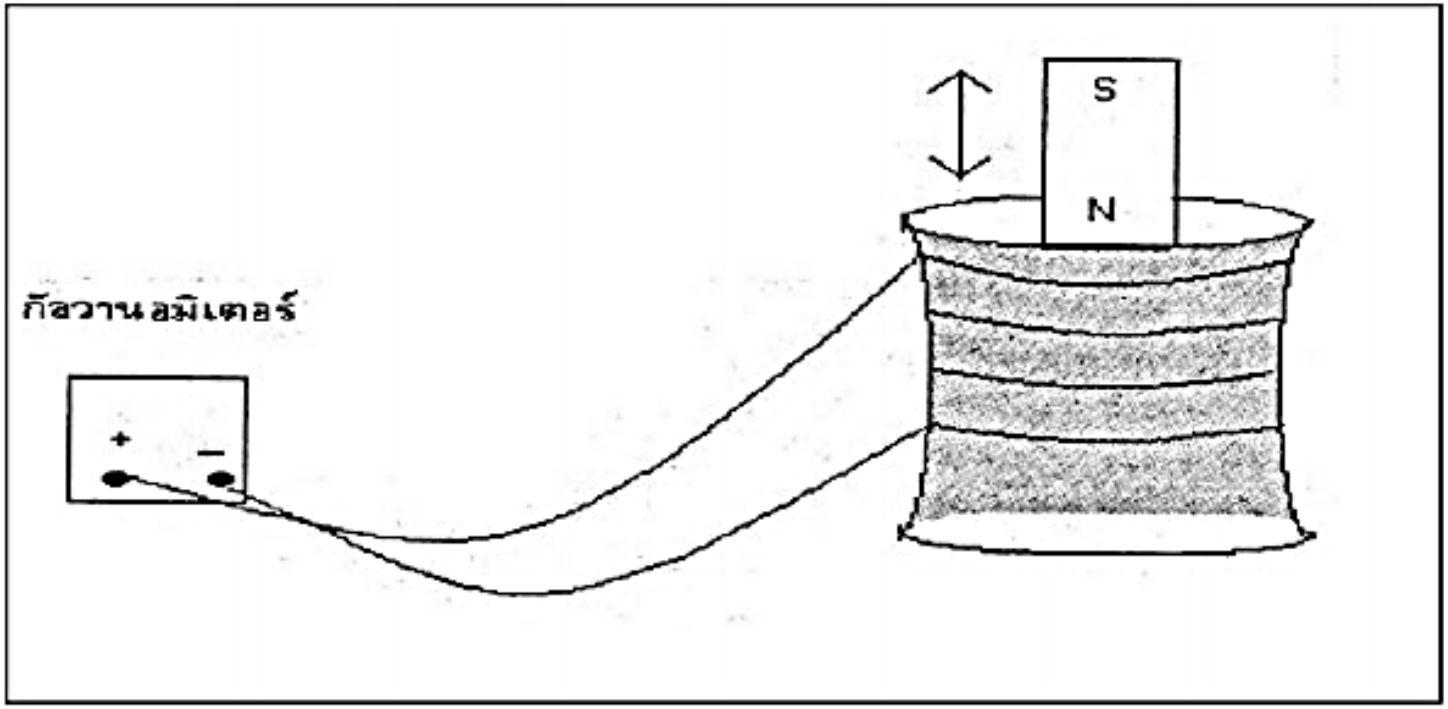


แสดงการเกิดไฟฟ้าจากความร้อน

ที่มา : เดชา ภัทรมูล. 2547 หน้า 28

6 พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากแม่เหล็ก

โดยการทำให้ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวด



แสดงไฟฟ้าที่เกิดจากสนามแม่เหล็ก

ที่มา : เดชา ภัทรมูล, 2547 หน้า 29

ชนิดของไฟฟ้า (Kind of Electricity)

ไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

.1 ไฟฟ้าสถิต (Statics Electricity)

เป็นไฟฟ้าที่อยู่ในสภาพที่ไม่เคลื่อนที่ เกิดจากการนำเอาวัตถุสองสิ่งมาถูกัน เช่น แท่งอำพันถูกับผ้าสักหลาด จะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น ไฟฟ้าสถิตถ่ายทอดประจุจากที่มีความต่างศักย์สูงไปยังที่มีความต่างศักย์ต่ำ เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฯลฯ

.2 ไฟฟ้ากระแส (Current Electricity)

เป็นไฟฟ้าชนิดไหล คือ Electron จะเคลื่อนที่ไป และ Electron ตัวต่อๆไปจะเคลื่อนที่มาแทน ทำให้เกิดการไหลหมุนเวียน เมื่อเกิดการไหลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เราเรียกการไหลของไฟฟ้านี้ว่า "กระแสไฟฟ้า"

ในวงจรไฟฟ้า (Electric Circuit) จะมีองค์ประกอบสำคัญที่มีความสัมพันธ์กัน คือ

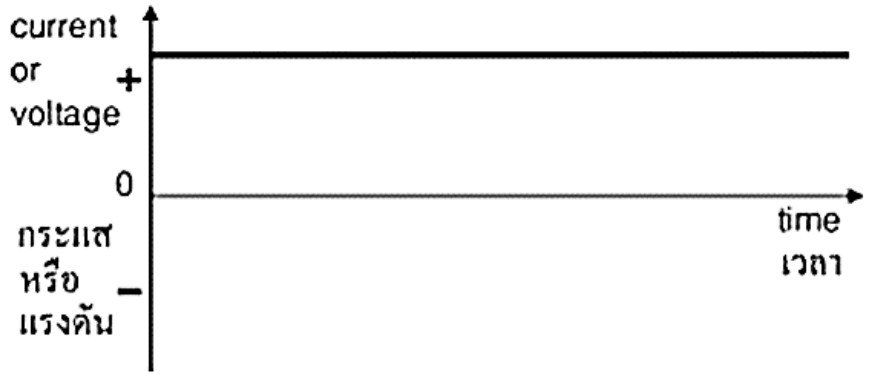
ก. แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive force) มีหน่วยวัดเป็น โวลท์ (Volt)

ข. ความต้านทาน (Resistance) มีหน่วยวัดเป็น โอห์ม (Ohm)

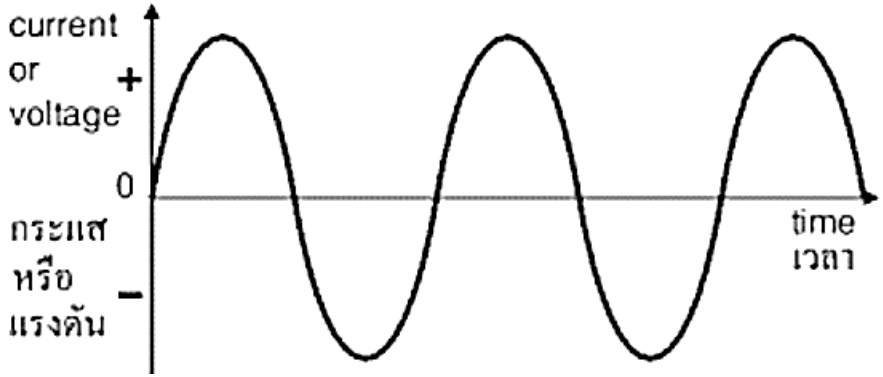
ค. กระแสไฟฟ้า (Electric Current) มีหน่วยวัดเป็น แอมแปร์ (ampere)

ไฟฟ้ากระแส แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

- ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) ใช้เรียกย่อๆ ว่า D.C. เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลหรือเดินทางเดียวตลอดเวลา คือ ไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ เช่น กระแสที่เกิดจากแบตเตอรี่



- ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current)ใช้เรียกย่อๆ ว่า A.C. ไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลเพียงทิศทางเดียวจากขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า แล้วไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วกลับเข้าไปยังขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอีกครั้ง ภาพด้านล่างเป็นภาพลักษณะรูปคลื่นไฟฟ้าของไฟฟ้ากระแสตรง



ความสัมพันธ์ของไฟฟ้า และการหาความสัมพันธ์ระหว่าง Factor ต่างๆ

George Simon Ohm ชาวเยอรมันเป็นผู้สรุปปรากฏการณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งต่อมานิยมเรียกว่า กฎของโอห์ม (Ohm's law) โดยสามารถเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

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

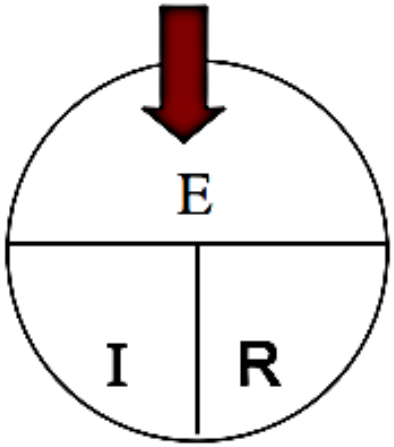
$$E = IR$$

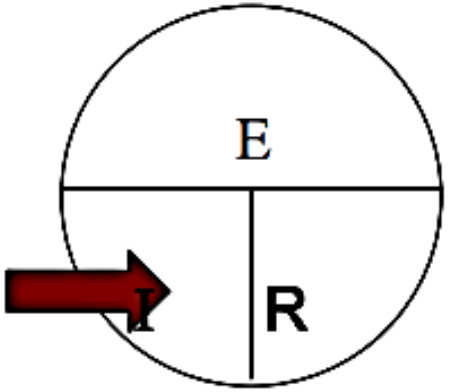
$$R = \frac{E}{I}$$

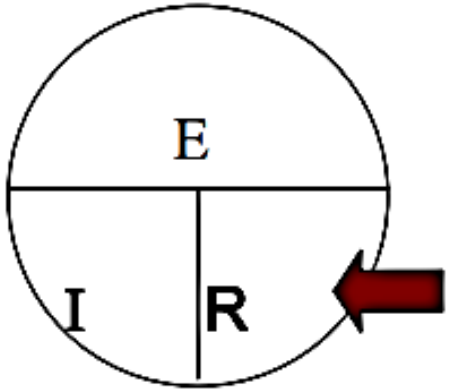
E = EMF or Voltage แรงดันหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า มีหน่วยเป็น Volt

R = Resistance ความต้านทานของวงจร มีหน่วยเป็น Ohm

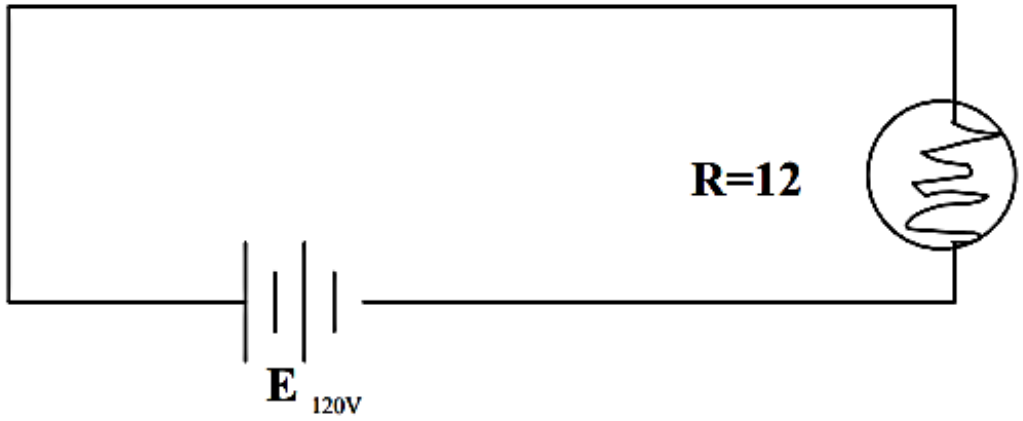
I = Current or Ampere กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น Ampere







ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาปริมาณของกระแสในวงจร ซึ่งมีแหล่งจ่ายแรงดัน จำนวน 120 โวลท์ มีค่าความต้านทาน 12 โอห์ม



$$I = \frac{E}{R} = \frac{120}{12}$$

$$= 10A$$

กำลังไฟฟ้า (Electric Power)

กำลังไฟฟ้า หมายถึง การป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าไปในโหลด เพื่อทำให้เกิดพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานแสงสว่าง พลังงานความร้อน พลังงานกล เป็นต้น กำลังไฟฟ้ามีหน่วยวัดเป็น Watt (W)

$$P = EI$$

P = กำลังไฟฟ้า

E = แรงดันไฟฟ้า

I = กระแสไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 2 รถยนต์มีแหล่งจ่ายแรงดันแบตเตอรี่ 48 โวลท์ จ่ายกระแสให้กับมอเตอร์ 10 แอมแปร์ ต้องการทราบว่ามอเตอร์ใช้กำลังเท่าใด

$$P = E \times I$$

$$= 48\ V \times 10A$$

$$= 480\ W$$

ไฟฟ้าที่ใช้อยู่ตามบ้าน จะมีมิเตอร์ติดอยู่เพื่อแจ้งให้เจ้าของบ้านทราบว่า ในแต่ละเดือนใช้ไฟฟ้าไปเท่าใด มิเตอร์ที่ติดตั้งไว้มีหน่วยวัดเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งหมายถึง การใช้ไฟฟ้า 1000 วัตต์ใน 1 ชั่วโมง เครื่องมือชนิดนี้เรียกว่า กิโลวัตต์-ชั่วโมง มิเตอร์ (Kilowatt Hour Meter) โดยมีการหาค่าดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (KWh) = กำลังไฟฟ้า (KW) x (h)

$$W = P \times t$$

เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง

P = กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์

T = เวลา มีหน่วยเป็นวินาที

ตัวอย่างที่ 2 เตารีดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งมีกำลังไฟฟ้า 1000 วัตต์ ใช้รีดผ้า 2 ชั่วโมง อยากทราบว่าใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าใด (1000 วัตต์ มีค่าเท่ากับ 1 กิโลวัตต์)

สูตร พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (KWh) = กำลังไฟฟ้า (KW) x เวลา(h)

W = P x t

= 1 กิโลวัตต์ x 2 ชั่วโมง

= 2 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 3 ในโรงงานแห่งหนึ่ง ใช้ฮีทเตอร์ที่มีกำลังไฟฟ้า 1.5 KW ต้มน้ำเป็นเวลา 45 นาที หลอดแสงสว่างขนาด 100 วัตต์ เปิดทิ้งไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โรงงานแห่งนี้ใช้พลังงานไปทั้งหมดเท่าใด (1.5 KW = 1500 วัตต์ และ 45 นาที = 0.75 ชั่วโมง)

W = P x t

= (1500 W x 0.75) + (100 W x 12 h)

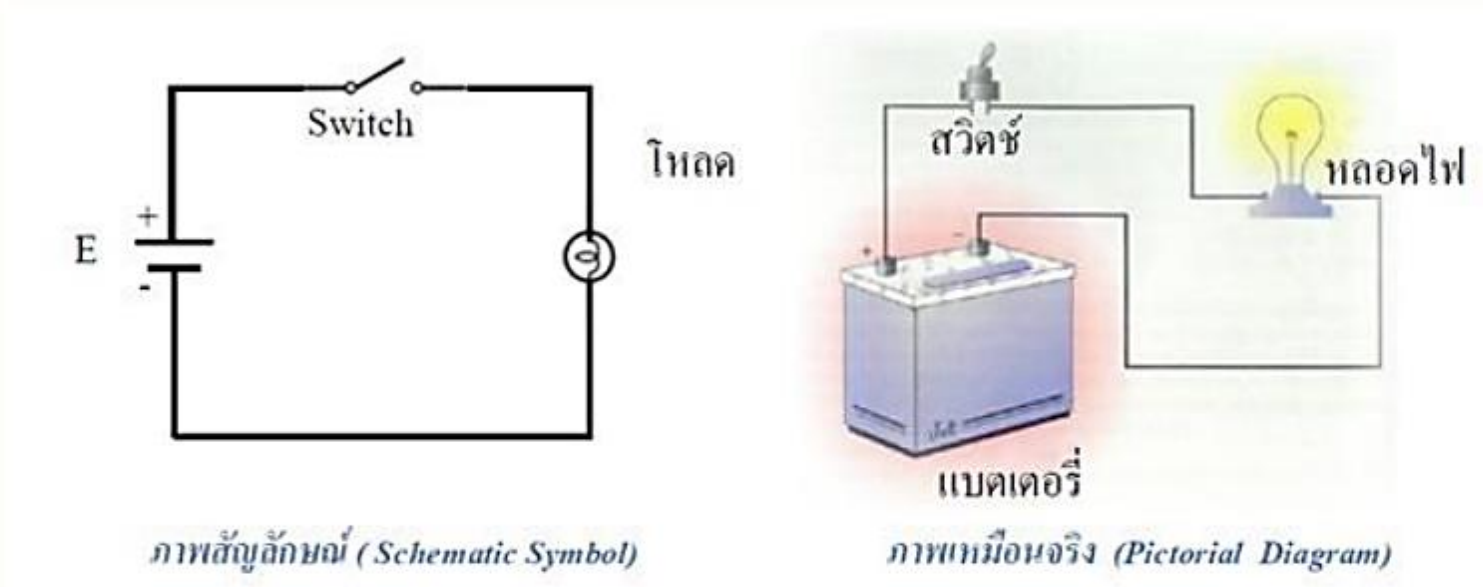
= 2,325 Wh

= 2.325 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

วงจรไฟฟ้า (Electrical Circuit)

วงจรไฟฟ้า คือทางเดินของไฟฟ้าเป็นวง คือไฟฟ้าจะไหลไปตามตัวนำ ได้แก่สายไฟ จนกระทั่งไหลกลับตามสายมายังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นวงครบรอบ คือออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วกลับมายังเครื่องกำเนิดอีกครั้งหนึ่ง จนครบ 1 เที่ยว เรียกว่า 1 วงจร หรือ 1 Cycle

วงจรไฟฟ้าคือการนำแหล่งจ่ายไฟฟ้า จ่ายแรงดันและกระแสให้กับโหลดโดยใช้ลวดตัวนำ



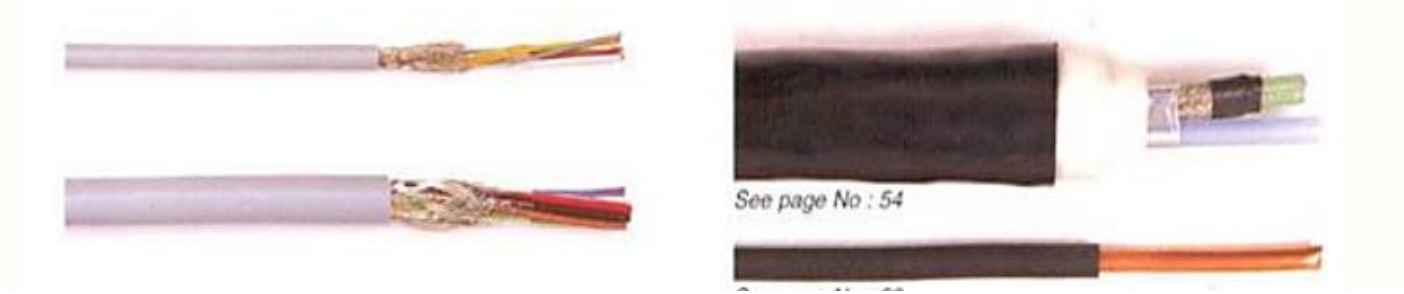
แสดงองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จะต่อจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ และใช้สวิตช์ เป็นตัวเปิดปิดการไหลของกระแสไฟฟ้า การที่จะทำให้แรงดัน และกระแสไหลผ่านโหลดได้ จะต้องมีองค์ประกอบ ของวงจรไฟฟ้าดังนี้

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันและกระแสให้กับวงจร เช่น แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย ไดนาโม และ เจนเนอร์เรเตอร์ เป็นต้น

แสดงแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบต่างๆ

2. ลวดตัวนำ คือ อุปกรณ์ที่นำมาต่อกับแหล่งจ่ายไฟ จากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง เพื่อจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด ลวดตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้าที่ดีที่สุด คือ เงิน แต่เงินราคาแพงเลยนิยมใช้ทองแดง นอกจากนี้ยังมีโลหะชนิดอื่นๆ ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ เช่น ทองคำ ดีบุก เหล็ก อลูมิเนียม นิเกิล เป็นต้น



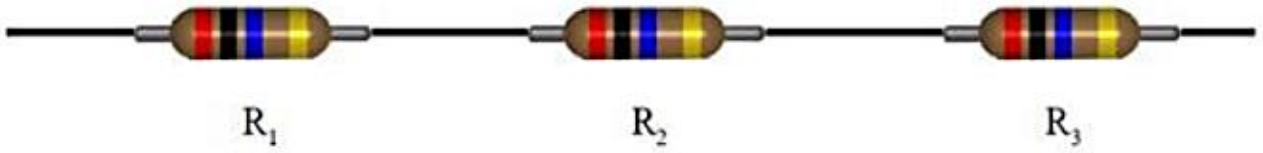
3. โหลดหรือภาระทางไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่นำมาต่อในวงจร เพื่อใช้งาน เช่น ตู้เย็น โทรทัศน์ เครื่องปรับอากาศ เตารีด หลอดไฟ ตัวต้านทาน เป็นต้น

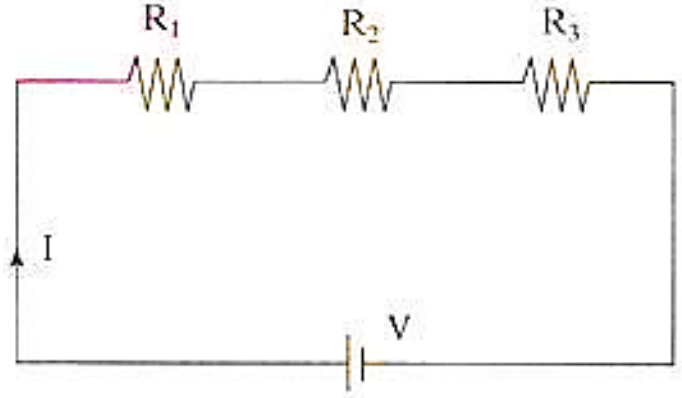
4. สวิตซ์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปิดหรือเปิดวงจร ในกรณีที่เปิดวงจรก็จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับโหลด ในทางปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้า จะต้องต่อสวิตซ์เข้าไปในวงจร เพื่อทำหน้าที่ตัดต่อและควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า

5. ฟิวส์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้วงจรไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ได้รับความเสียหาย เนื่องจากทำงานผิดปกติของวงจร เช่น โหลดเกิน หรือ เกิดการลัดวงจร เมื่อเกิดผิดปกติฟิวส์จะทำหน้าที่ในการปิดวงจรที่เรียกว่า ฟิวส์ขาดนั่นเอง

การต่อวงจรทางไฟฟ้า

1. วงจรอนุกรม คือ การนำโหลดมาต่อเรียงกัน โดยให้ปลายของโหลดตัวแรกต่อกับปลายโหลดตัวถัดไป หรือการนำโหลดตั้งแต่สองตัวมาต่อเรียงกันไปแบบอันดับ ทำให้กระแสไหลทิศทางเดียวกัน

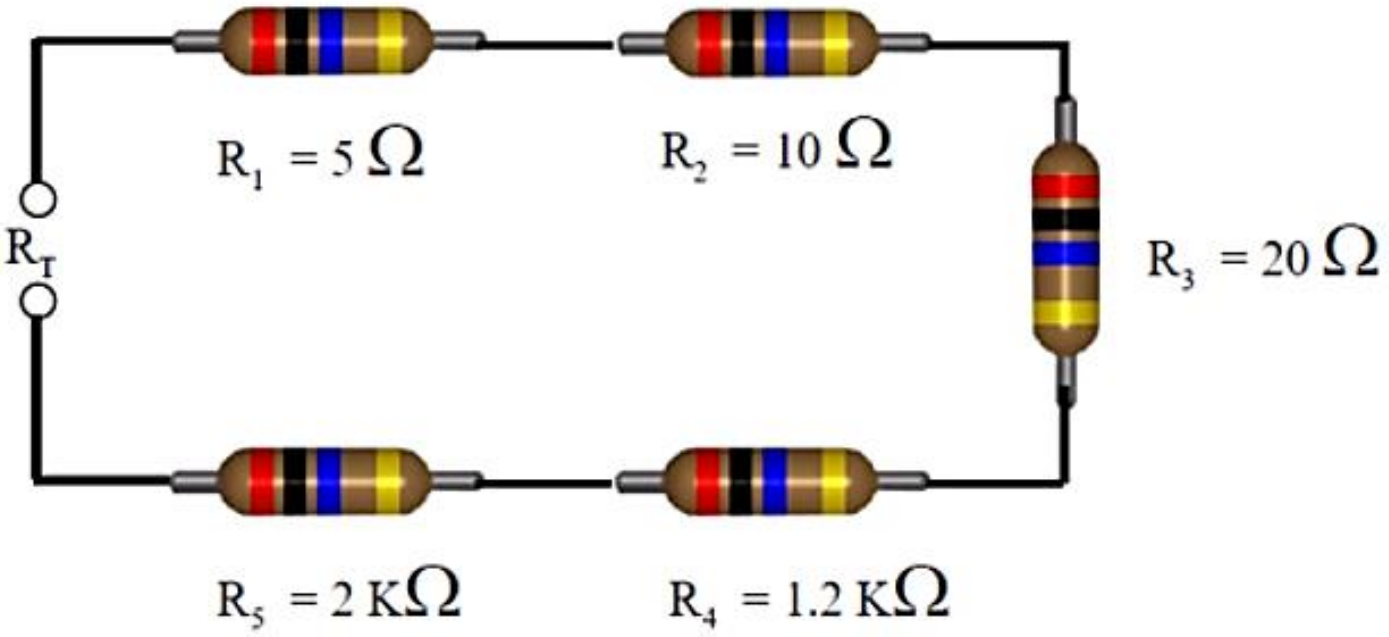




$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \ldots\ldots R_n$

R_T = ค่าความต้านทานรวมของวงจร

R_n = ค่าความต้านทานตัวสุดท้ายของวงจร



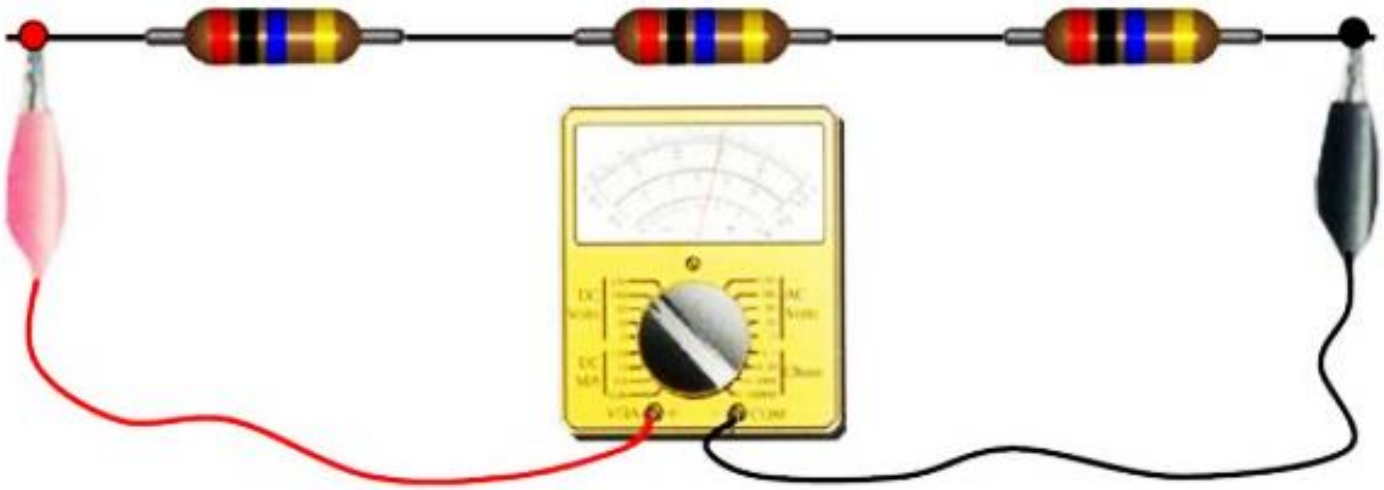
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$= 5 + 10 + 20 + 1200 + 2000$$

$$= 3235\,\Omega \text{ หรือ } 3.235\,K\Omega$$

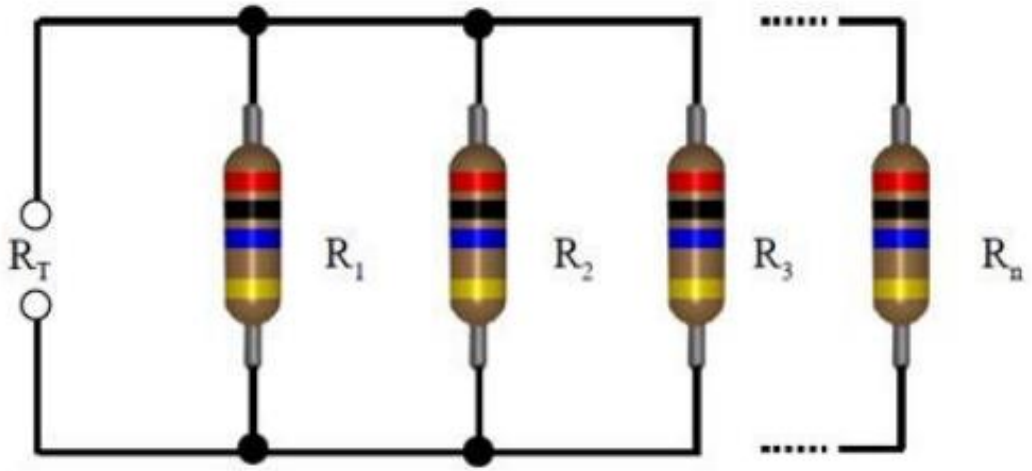
การวัดค่าความต้านทานรวมของวงจร

1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดโอห์ม แล้วทำการปรับค่าศูนย์ (Zero Ohm Adjust)
2. นำสายวัดของมัลติมิเตอร์เส้นที่หนึ่งสัมผัสกับขาของความต้านทานตัวแรก
3. นำสายวัดของมัลติมิเตอร์เส้นที่สองสัมผัสกับขาของความต้านทานตัวสุดท้าย
4. อ่านค่าความต้านทาน



แสดงการวัดค่าความต้านทาน

2. วงจรขนาน คือ การนำโหลดมาต่อขนานกันหรือต่อคร่อมตั้งแต่สองตัวขึ้นไป โดยนำจุดต่อของปลายทั้งสองข้างของโหลดแต่ละตัวมาต่อร่วมกัน



$$R_T = R_1 // R_2 // R_3 // \ldots\ldots // R_n$$

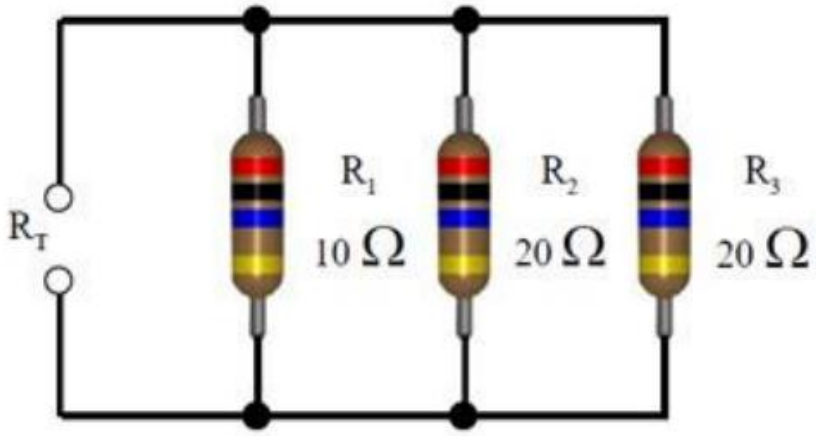
$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$ (ในกรณีที่มีตัวต้านทานต่อขนานกัน2 ตัว)

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \ldots\ldots + \frac{1}{Rn}$$

R_T = ค่าความต้านทานรวมของวงจร

R_n = ค่าความต้านทานตัวสุดท้าย

// = เครื่องหมายแสดงการต่อแบบขนาน



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{2+1+1}{20}$$

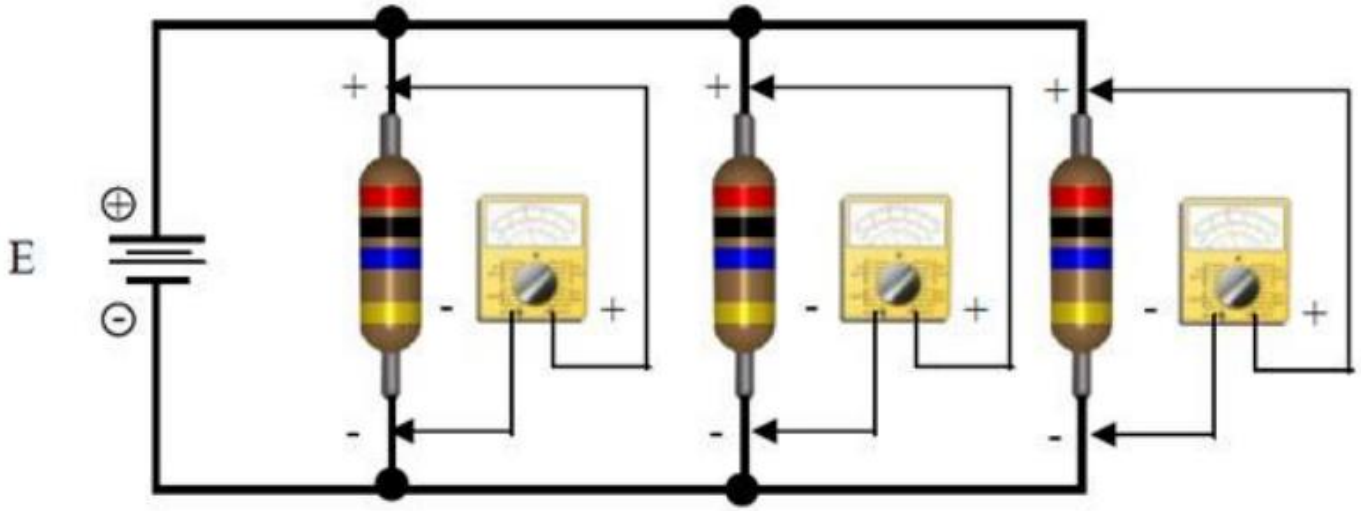
$$\frac{1}{R_T} = \frac{4}{20}$$

$$R_T = \frac{20}{4}$$

$$R_T = 5\ \Omega$$

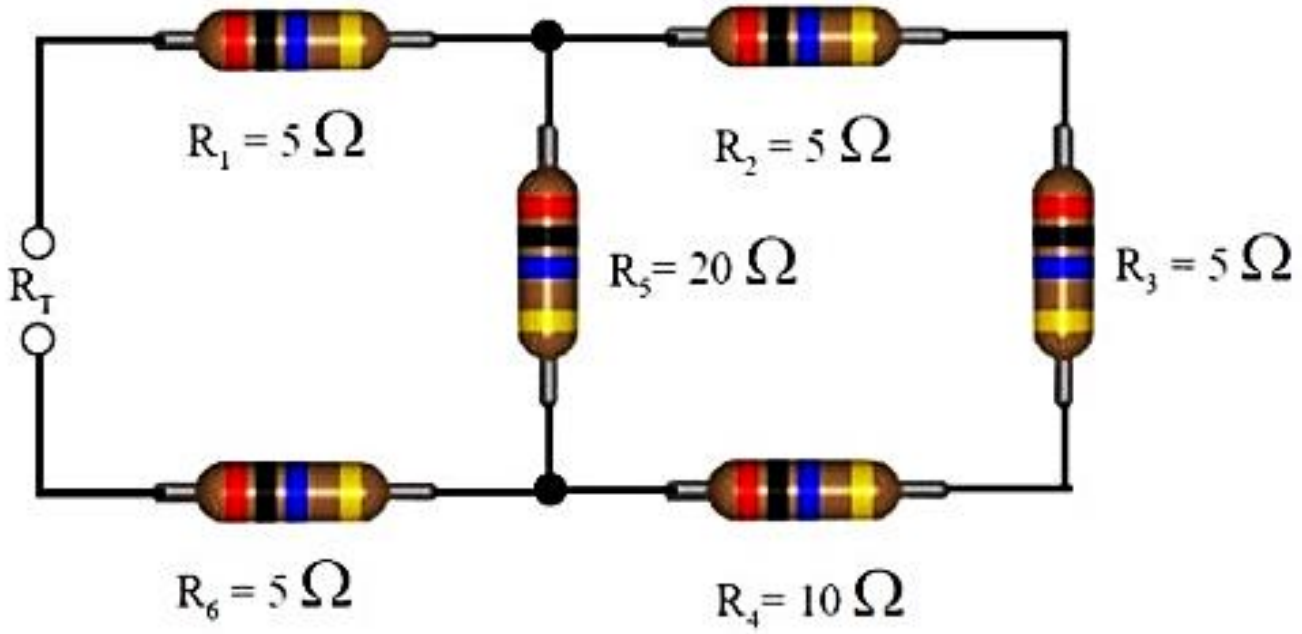
การวัดค่าแรงดันตกคร่อมในวงจรขนาน

1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดแรงดันไฟตรง (DCV) ให้มากกว่าแหล่งจ่าย (E)
2. นำสายด้านไฟบวกของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟบวกของตัวต้านทาน R1
3. นำสายด้านไฟลบของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟลบของตัวต้านทาน R1
4. อ่านค่าแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R1
5. ทำขั้นตอนที่ 1-4 เพื่อวัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R2 และ R3



แสดงการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

3. วงจรผสม คือ การนำโหลดมาต่ออนุกรมและขนานร่วมกันภายในวงจรเดียวกัน

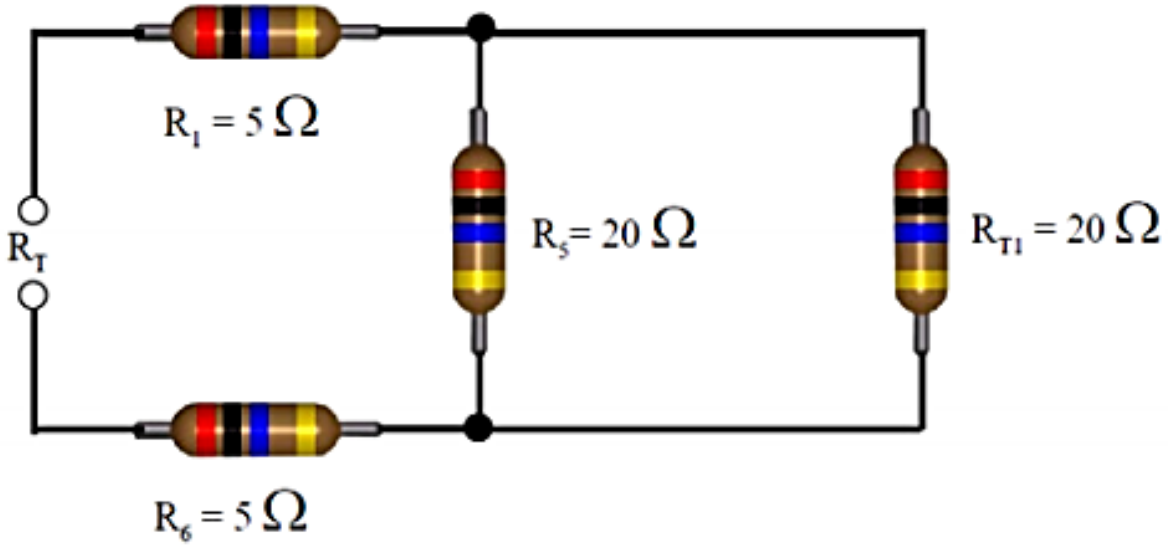


$$R_{T1} = R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_{T1} = 5 + 5 + 10$$

$$R_{T1} = 20\,\Omega$$

จัดวงจรใหม่



$$R_{T2} = R_{T1} \,//\, R_5$$

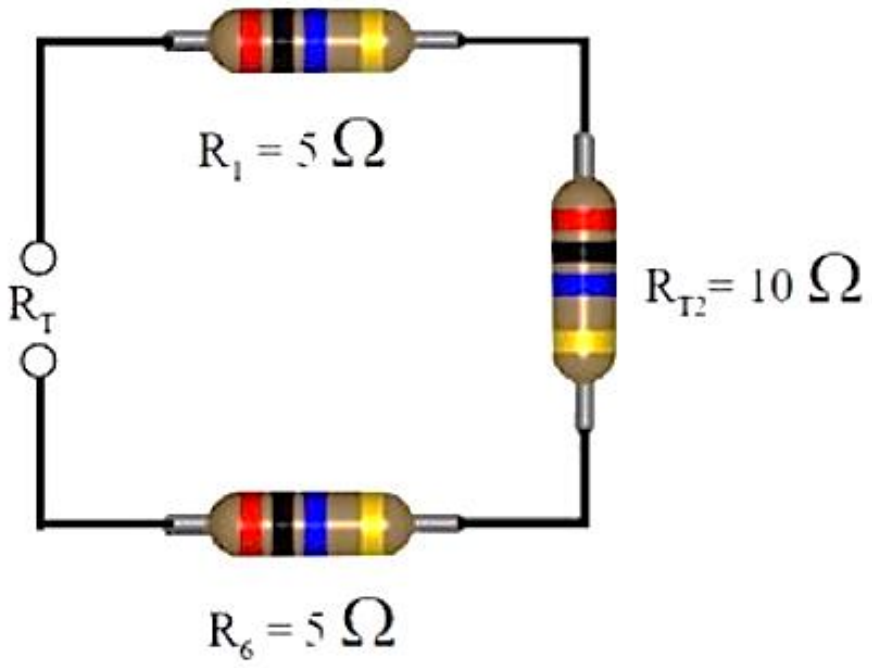
$$R_{T2} = \frac{R_{T1} \cdot R_5}{R_{T1} + R_5}$$

$$R_{T2} = \frac{20 \cdot 20}{20 + 20}$$

$$R_{T2} = \frac{400}{40}$$

$$R_{T2} = 10\,\Omega$$

จัดวงจรใหม่

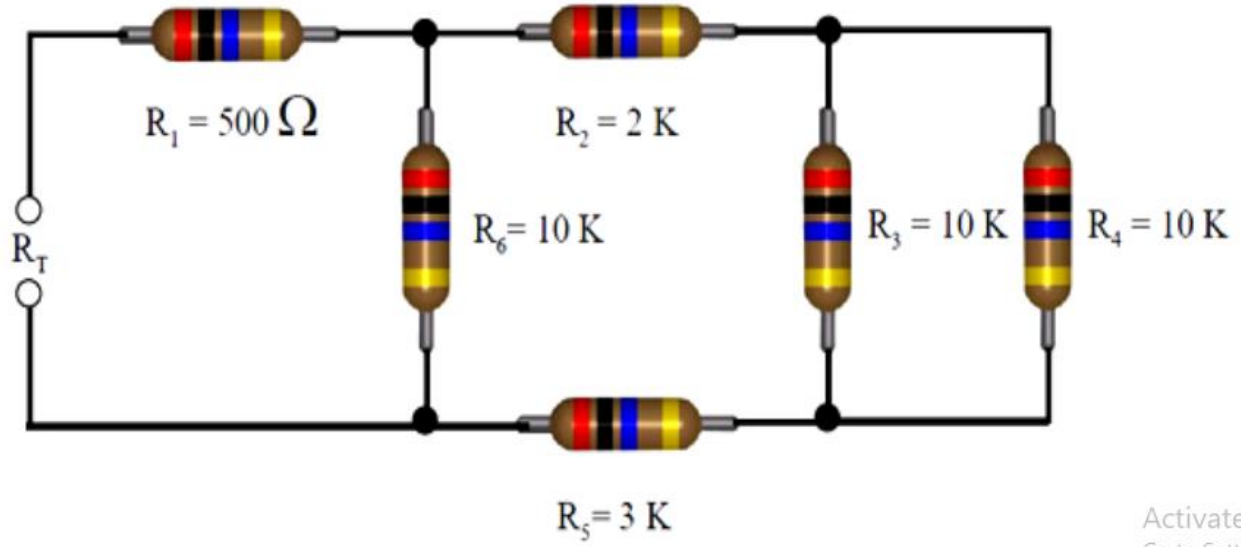


$$R_T = R_1 + R_{T2} + R_6$$

$$R_T = 5 + 10 + 5$$

$$R_T = 20\ \Omega$$

แบบฝึกหัดที่ 1 จงหาความต้านทานรวมของวงจรดังรูป



Activate
Go to Setti

คำถามท้ายบท

1. เซลล์ไฟฟ้ามีกี่ชนิด ต่างกันอย่าไร
2. ไฟฟ้าแบ่งกี่ชนิด จงอธิบายอย่างละเอียด
3. จงบอกความแตกต่างระหว่างไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ
4. จงเขียนสมการตามกฎของโอห์ม ในการหาแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแส และความต้านทาน
5. จงคำนวณหาค่าใช้ไฟฟ้า 1 เดือน จากอุปกรณ์ต่อไปนี้ เตารีด 1500 วัตต์ ใช้วันละ 1 ชั่วโมง หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 3 ดวง ใช้วันละ 6 ชั่วโมง กาต้มน้ำ 600 วัตต์ ใช้งานวันละ 1 ชั่วโมง 30 นาที
6. การต่อวงจรไฟฟ้าต่อได้กี่แบบ จงอธิบายอย่างละเอียด