

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104-2002)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

DC
Electrical
Circuit

หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า (Basic knowledge about electrical circuits)

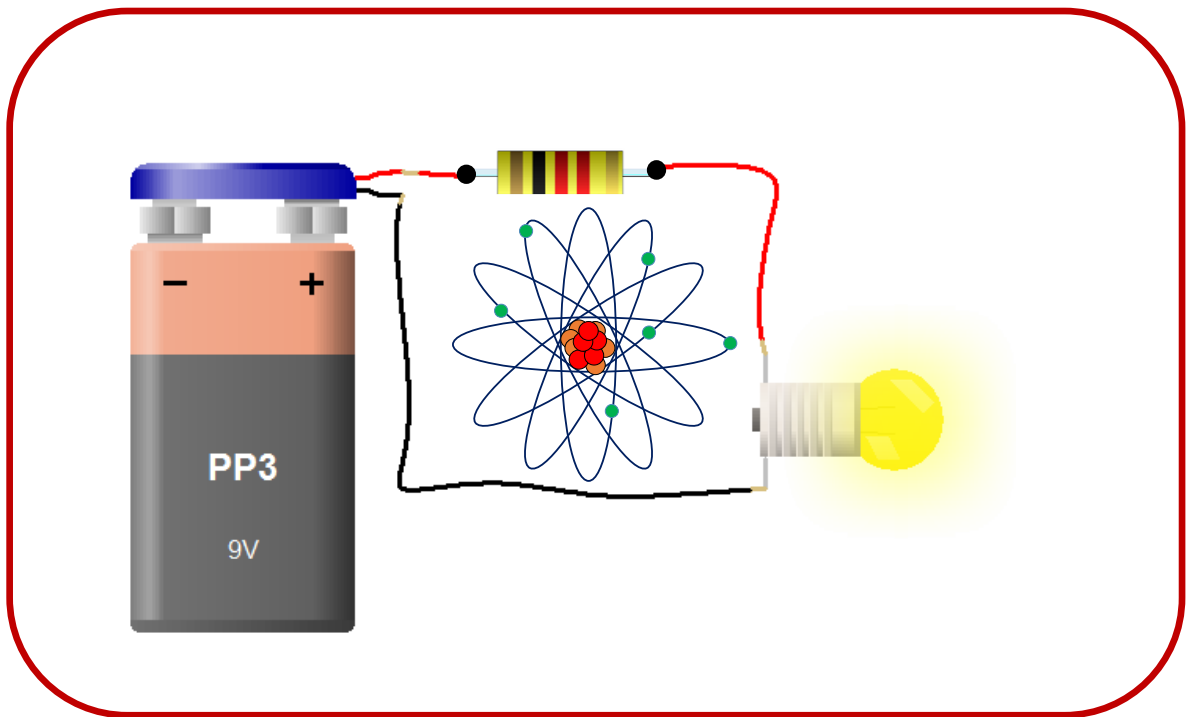
นายสุริยันต์ รักพวก

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการเรียนการสอน
วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
รหัสวิชา 2104-2002

หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม



โดย

สุริยันต์ รักพวง

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

การจัดการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาต่างๆ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 ของคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มุ่งเน้นการพัฒนานอกเหนือความรู้จากเนื้อหาแล้ว ยังต้องการพัฒนา ทักษะการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงได้เรียบเรียงเอกสารประกอบการเรียนการสอนขึ้นมาเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นสาระสำคัญเหมาะสมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพพร้อมกับสื่อการสอนที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการเรียนการสอนและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนโดยมีการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาแบ่งเนื้อหาออกเป็น 15 หน่วยการเรียนรู้ โดยแต่ละหน่วยมีการจัดทำ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบพร้อมใบงานภาคปฏิบัติ ทำการวัดผลและประเมินผลการเรียนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้ของเอกสารประกอบการเรียนการสอนฉบับนี้ประกอบด้วย

- หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า
- หน่วยที่ 2 กฎของโอห์ม กำลังงานและพลังงาน
- หน่วยที่ 3 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
- หน่วยที่ 4 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- หน่วยที่ 5 วงจรไฟฟ้าแบบผสม
- หน่วยที่ 6 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า
- หน่วยที่ 7 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า
- หน่วยที่ 8 การแปลงการต่อตัวต้านทานแบบวาย-เดลตา
- หน่วยที่ 9 วงจรบริดจ์
- หน่วยที่ 10 วิธีกระแสเมช
- หน่วยที่ 11 วิธีแรงดันโนด
- หน่วยที่ 12 ทฤษฎีการวางซ้อน
- หน่วยที่ 13 ทฤษฎีเทเวนิน
- หน่วยที่ 14 ทฤษฎีโนร์ตัน
- หน่วยที่ 15 ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

สำหรับความสำเร็จในการจัดเรียบเรียงเอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงนั้นส่วนหนึ่งได้รับคำแนะนำมาจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน หากผู้ที่ได้อ่านเอกสารฉบับนี้พบข้อบกพร่องผิดพลาดหรือมีข้อเสนอแนะ ผู้จัดทำยินดียอมรับและจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุริยันต์ รักพวก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูปภาพ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	ช
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนหน่วยที่ 1	ซ
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
ใบเนื้อหา	9
1.1 ระบบหน่วย	10
1.2 อะตอม	14
1.3 ประจุไฟฟ้า	17
1.4 แรงดันไฟฟ้า	19
1.5 กระแสไฟฟ้า	30
1.6 ความต้านทานไฟฟ้า	32
1.7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	45
1.8 การวัดทางไฟฟ้า	46
สรุป	48
ใบแบบฝึกหัด	53
ใบประเมินผลแบบฝึกหัด	56
ใบงานที่ 1	57
ใบประเมินผลใบงานที่ 1	79
เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 1	81
แบบทดสอบหลังเรียน	85
ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม	94
เอกสารอ้างอิง	95
ภาคผนวก	96

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เฉลยแบบฝึกหัด	97
เฉลยใบงานที่ 1	106
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	117
ใบสรุปการประเมินผล	118
สื่อ Power Point	119

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 ส่วนประกอบของอะตอม	15
1.2 ชั้นอิเล็กตรอนของอะตอมธาตุทองแดง	16
1.3 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน	16
1.4 แรงการดึงดูดและผลักกันของประจุไฟฟ้า	17
1.5 สนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าบวกและลบหนึ่งจุด	18
1.6 ความต่างศักย์ไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า)	19
1.7 เซลล์กัลวานิก	22
1.8 เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสีขนาดต่าง ๆ	22
1.9 เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ จากซ้ายไปขวา : C, AA, AAA, N, และ 9V	23
1.10 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมแบบกระดุม	23
1.11 เซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด	24
1.12 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม	25
1.13 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์	25
1.14 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออนแบบต่าง ๆ	26
1.15 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลิเมอร์	26
1.16 โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์	28
1.17 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ เครื่องปั่นไฟ	29
1.18 พาวเวอร์ซัพพลายแบบปรับค่าได้ 0 – 15 โวลต์	29
1.19 อิเล็กตรอนอิสระไหลจากด้านลบไปยังด้านบวกเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าคร่อมวัสดุตัวนำ	30
1.20 สัญลักษณ์ของความต้านทานไฟฟ้าหรือตัวต้านทาน	32
1.21 ขนาดอัตราทนกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานชนิดค่าคงที่	34
1.22 รูปโครงสร้างภายในตัวต้านทานแบบถ่าน	34
1.23 รูปโครงสร้างภายในตัวต้านทานแบบฟิล์มถ่าน	35
1.24 รูปโครงสร้างภายในตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ	35
1.25 ตัวอย่างตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์	36
1.26 สัญลักษณ์ของโพเทนชิโอมิเตอร์ รีโอสแตต และโครงสร้างโพเทนชิโอมิเตอร์	36
1.27 ชนิดของโพเทนชิโอมิเตอร์	37

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
1.28 ตัว LDR และส่วนประกอบ	38
1.29 เทอร์มิสเตอร์แบบต่างๆ	38
1.30 รหัสแถบสีของตัวต้านทาน	39
1.31 การอ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลข ตัวอักษร	43
1.32 วงจรไฟฟ้า	45
1.33 (ก) วงจรปิด มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร	45
1.33 (ข) วงจรเปิด ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร	46
1.34 มัลติมิเตอร์	46
1.35 การวัดกระแสไฟฟ้า	47
1.36 การวัดแรงดันไฟฟ้า	47
1.37 การวัดความต้านทานไฟฟ้า	48

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 หน่วยวัด SI พื้นฐาน	11
1.2 หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า	11
1.2 หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า (ต่อ)	12
1.3 ชื่อนำหน้าหน่วย	12
1.4 แสดงหน่วยของแรงดันไฟฟ้า	20
1.4 แสดงหน่วยของแรงดันไฟฟ้า (ต่อ)	21
1.5 แสดงหน่วยของกระแสไฟฟ้า	32
1.6 แสดงหน่วยของความต้านทานไฟฟ้า	39
1.7 แสดงค่าของ แอมป์ ตัวตั้ง และตัวคูณของค่าแอมป์ของตัวต้านทาน	40

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

รหัส 2104-2002

ระดับชั้น ปวช.

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

เวลาเรียนรวม 72 ชั่วโมง

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้ รู้ เข้าใจกฎและทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐาน
2. เพื่อให้มีทักษะต่อ การวัดประลอง และคำนวณค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีกิจนิสัยในการค้นคว้าเพิ่มเติม และการทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย

มาตรฐานรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการหาค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับกฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ กำลังไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบอนุกรม วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบขนาน วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า การแปลงวงจรความต้านทานสตาร์-เดลตา วงจรบริดจ์ ดีเทอร์มิแนนต์ การวิเคราะห์วงจรเครือข่าย โดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ เมชเคอเรนต์ โนดโวลเตจ ทฤษฎีการวางซ้อน เทเวนิน นอร์ตัน และการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด

คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน

การใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัสวิชา 2104-2002 หน่วยที่ 3 เรื่องวงจรอนุกรม ใช้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน 480 นาที (8 ชั่วโมง) เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอน เกิดประสิทธิผลของการเรียนรู้ ครูควรปฏิบัติตามคำแนะนำต่างๆ ในการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

หน่วยที่ 1 สัปดาห์ที่ 1 (240 นาที)

1. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมการสอน
2. ชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หน่วยที่ 1 เรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า เกณฑ์การประเมินผลในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและระเบียบต่างๆ ใช้เวลา 5 นาที
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที
4. สอนทฤษฎีตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 4 ด้วยสื่อ Power Point ในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอนทฤษฎี 110 นาที
5. สรุปสาระการเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 1 เรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าในหัวข้อพื้นฐานของระบบหน่วย อะตอมและความคิดรวบยอดของประจุไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นและการวัดทางไฟฟ้า ใช้เวลา 5 นาที
6. ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ใช้เวลา 45 นาที
7. เฉลย แบบฝึกหัด และแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 20 นาที
8. เก็บรวบรวม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบก่อนเรียน บันทึกคะแนนลงในแบบวัดผลประเมินผลหน่วยที่ 1 โดยใช้เวลา 5 นาที
9. สรุปผลการประเมินผล พร้อมชี้แนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนหน่วยที่ 1 ภาคปฏิบัติใบงานที่ 1 ทำความสะอาดห้องเรียน ตรวจสอบเครื่องแต่งกาย ก่อนออกจากห้องเรียนโดยใช้เวลา 10 นาที

หน่วยที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 (240 นาที)

1. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมการสอน
2. ชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หน่วยที่ 1 เรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าภาคปฏิบัติ เกณฑ์การประเมินผลในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและระเบียบต่างๆ ใช้เวลา 5 นาที

3. สอนทบทวนทฤษฎี สอนการใช้งานดิจิทัลมัลติมีเตอร์วัดค่าปริมาณทางไฟฟ้า และการต่อเซลล์ไฟฟ้า ด้วยสื่อ Power Point ในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอนทฤษฎี 50 นาที

4. สอนภาคปฏิบัติตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 1 ให้ผู้เรียนทำการทดลองใบงานที่ 1 ใช้เวลา 110 นาที

5. สรุปสาระการเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 1 ใบงาน เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้าใช้เวลา 10 นาที

6. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที

7. เฉลย ใบงานที่ 1 และแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เวลา 10 นาที

8. เก็บรวบรวม แบบทดสอบหลังเรียนและใบงานที่ 2 บันทึกคะแนนลงในแบบวัดผลประเมินผลหน่วยที่ 2 โดยใช้เวลา 5 นาที

9. สรุปผลการประเมินผล พร้อมชี้แนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนหน่วยที่ 2 เรื่องกฎของโอห์ม กำลังงานและพลังงาน ให้ผู้เรียนเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองใบงาน ทำความสะอาดห้องเรียน สำรวจเครื่องแต่งกาย ก่อนออกจากห้องเรียนโดยใช้เวลา 10 นาที

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นภาคทฤษฎีและปฏิบัติ บทบาทสำคัญของครูต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะ เกิดการเชื่อมโยงความรู้จากทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ ความสัมพันธ์ของเนื้อหาทั้งหมดที่เรียน สามารถขยายความรู้ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

คำชี้แจง

- จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- แบบทดสอบมีจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 40 นาที

- หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้าข้อใด**ไม่ถูกต้อง**
 - ความต้านทานไฟฟ้า (R) หน่วยคือ โอห์ม (Ω)
 - ความจุไฟฟ้า (Q) หน่วยคือ ฟารัด (F)
 - แรงดันไฟฟ้า (V) หน่วยคือ โวลต์ (V)
 - พลังงาน (P) หน่วยคือ วัตต์ (W)
- กระแสไฟฟ้า 0.02 A มีค่าเท่ากับกี่มิลลิแอมแปร์ (mA)
 - 2 mA
 - 20 mA
 - 200 mA
 - 2,000 mA
- ข้อใดคือส่วนประกอบของอะตอม
 - อิเล็กตรอนและนิวตรอน
 - โปรตอนและนิวตรอน
 - อิเล็กตรอนและโปรตอน
 - อิเล็กตรอน โปรตอนและนิวตรอน
- ข้อใดบอกประจุของโปรตอนและอิเล็กตรอนถูกต้อง
 - อิเล็กตรอนมีประจุบวกและโปรตอนมีประจุบวก
 - อิเล็กตรอนมีประจุลบและโปรตอนมีประจุลบ
 - อิเล็กตรอนมีประจุบวกและโปรตอนมีประจุลบ
 - อิเล็กตรอนมีประจุลบและโปรตอนมีประจุบวก
- จะเกิดผลอย่างไรถ้าโปรตอนเข้าใกล้อิเล็กตรอน
 - เกิดแรงผลักกัน
 - เกิดแรงดึงดูด
 - ไม่เกิดแรงผลักกันและไม่เกิดแรงดึงดูด
 - เกิดแรงผลักกันสลับกับเกิดแรงดึงดูด

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

6. อิเล็กตรอนอิสระคืออะไร

ก. อิเล็กตรอนที่โคจรอยู่ชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน

ข. อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน

ค. อิเล็กตรอนที่อยู่ในชั้นโคจรห่างจากนิวเคลียสมาก

ง. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส

7. สารแบ่งออกเป็นอะไรบ้างถ้ายึดตามการใช้ในงานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์

ก. ตัวนำและฉนวน

ข. ตัวนำและสารกึ่งตัวนำ

ค. สารกึ่งตัวนำและฉนวน

ง. ตัวนำ สารกึ่งตัวนำและฉนวน

8. ไอออนคืออะไร

ก. อะตอมที่เป็นกลาง

ข. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส

ค. อะตอมที่มีประจุบวกหรือลบ

ง. นิวเคลียสที่ประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน

9. แรงดันไฟฟ้าคืออะไร

ก. แรงที่มากระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้เกิดการไหล

ข. ความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้าไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด

ค. แรงที่ได้จากการสร้างให้เกิดแรงดันไฟฟ้าไปทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระตลอดเวลา

ง. ความแตกต่างของกระแสไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด

10. แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยวัดเป็นอะไร

ก. วัตต์

ข. โวลต์

ค. แอมแปร์

ง. คูลอมป์

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

11. แบตเตอรี่กำเนิดพลังงาน 100 จูล ในการผลิตประจุไฟฟ้า 10 coulomb ให้เกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่จะมีแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วทั้งสองเท่าไร

ก. 0.1 โวลต์

ข. 10 โวลต์

ค. 100 โวลต์

ง. 1,000 โวลต์

12. ข้อใดเป็นแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงทั้งหมด

ก. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DC) และเพาเวอร์ซัพพลาย

ข. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DC) และมอเตอร์ (DC)

ค. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (AC) และเพาเวอร์ซัพพลาย

ง. ง. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DC) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (AC) และเพาเวอร์ซัพพลาย

13. เซลล์ปฐมภูมิหมายถึงอะไร

ก. แบตเตอรี่

ข. ถ่านไฟฉาย

ค. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วสามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

ง. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

14. เซลล์ทุติยภูมิหมายถึงอะไร

ก. แบตเตอรี่

ข. ถ่านไฟฉาย

ค. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วสามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

ง. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

15. แบตเตอรี่ความจุ 80 Ah จ่ายไฟให้โหลด 4 A จะใช้ได้นานเท่าไร

ก. 2 ชั่วโมง

ข. 10 ชั่วโมง

ค. 20 ชั่วโมง

ง. 320 ชั่วโมง

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

16. ข้อใดเป็นหน้าที่ของเพาเวอร์ซัพพลาย

ก. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่าต่ำ

ข. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงค่าต่ำ

ค. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่าต่ำ

ง. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงค่าต่ำ

17. กระแสไฟฟ้าคืออะไร

ก. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ

ข. พลังงานที่ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเกิดการเคลื่อนที่

ค. แรงที่ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเกิดการเคลื่อนที่

ง. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบๆ นิวเคลียส

18. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน 3 mA มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.3 A

ข. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.03 A

ค. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.003 A

ง. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.0003 A

19. กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าไรเมื่อประจุไฟฟ้าจำนวน 20 coulomb ไหลผ่านจุดๆ หนึ่งในสายทองแดง ในเวลา 2 วินาที

ก. 40 แอมแปร์

ข. 22 แอมแปร์

ค. 18 แอมแปร์

ง. 10 แอมแปร์

20. ความหมายของความต้านทานไฟฟ้าข้อใดบอกได้ถูกต้อง

ก. สารที่มีความนำไฟฟ้าต่ำไม่ยอมให้กระแสไหลผ่านได้

ข. การยินยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสารได้ดีเยี่ยมของสารที่นำมาทำตัวต้านทาน

ค. การไม่ให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านสารที่นำมาทำตัวต้านทาน

ง. การจำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้าของสารที่นำมาทำตัวต้านทาน

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

21. ตัวต้านทานขนาด 50 กิโลโอห์ม มีความนำไฟฟ้าเท่าไร

ก. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 2 \mu\text{S}$

ข. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 0.02 \text{ mS}$

ค. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mS}$

ง. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 0.02 \text{ kS}$

22. ข้อใดบอกชนิดของตัวต้านทานได้ถูกต้องที่สุด

ก. ชนิดค่าคงที่ เช่น เทอร์มิสเตอร์ ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น โฟเทนซิโอมิเตอร์

ข. ชนิดค่าคงที่ เช่น ตัวต้านทานแบบถ่าน ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น โฟเทนซิโอมิเตอร์

ค. ชนิดค่าคงที่ เช่น เทอร์มิสเตอร์ ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ

ง. ชนิดค่าคงที่ เช่น รีโอสแตต ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ตัวต้านทานแบบไวร์ววด์

23. ตัวต้านทานมีค่า $3.5 \text{ G}\Omega$ มีค่าเท่ากับกี่โอห์ม

ก. $3.5 \times 10^3 \Omega$

ข. $3.5 \times 10^6 \Omega$

ค. $3.5 \times 10^9 \Omega$

ง. $3.5 \times 10^{12} \Omega$

24. ตัวต้านทานมีแถบสี เขียว น้ำเงิน ดำ ทอง อ่านค่าความต้านทานได้เท่าไร

ก. 56Ω ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$

ข. 56Ω ความคลาดเคลื่อน $\pm 10\%$

ค. 560Ω ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$

ง. 560Ω ความคลาดเคลื่อน $\pm 10\%$

25. มีรหัสตัวเลขตัวอักษรบนตัวต้านทานตัวหนึ่ง $4\text{W } 5\text{K}6\Omega \text{ J}$ อ่านค่าความต้านทานได้เท่าไร

ก. 6Ω ความคลาดเคลื่อน $\pm 4\%$ อัตราทนกำลังไฟฟ้า 5 kW

ข. $56 \text{ k}\Omega$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ อัตราทนกำลังไฟฟ้า 4 W

ค. $5.6 \text{ k}\Omega$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ อัตราทนกำลังไฟฟ้า 4 W

ง. $560 \text{ k}\Omega$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 10\%$ อัตราทนกำลังไฟฟ้า 4 W



แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 1

หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

26. จากรูป SMD Resistor

104

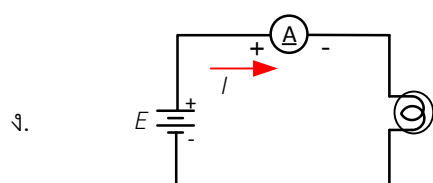
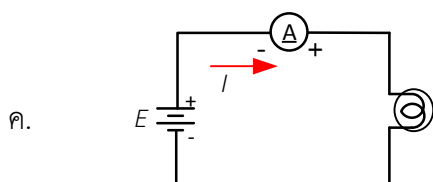
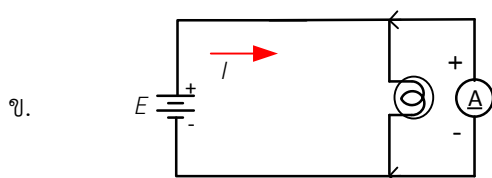
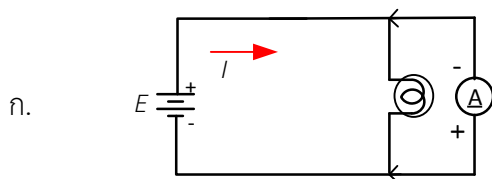
อ่านค่าความต้านทานได้เท่าไร

- ก. 104Ω
- ข. 10.4Ω
- ค. $100,000 \text{ k}\Omega$
- ง. $100 \text{ k}\Omega$

27. ข้อใดบอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องที่สุด

- ก. แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า สวิตช์ควบคุม โหลดไฟฟ้า
- ข. แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า โหลดไฟฟ้า
- ค. แหล่งจ่ายไฟฟ้า สวิตช์ควบคุม โหลดไฟฟ้า
- ง. แหล่งจ่ายไฟฟ้า โหลดไฟฟ้า

28. รูปข้อใดแสดงการใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง





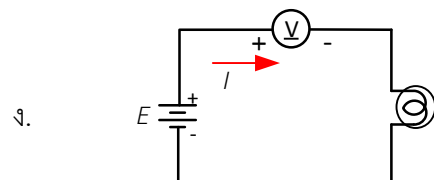
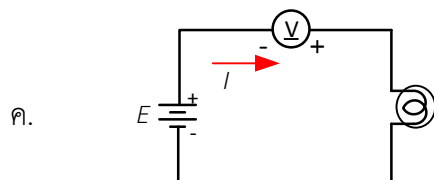
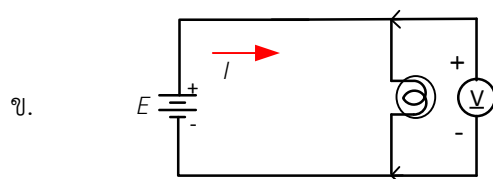
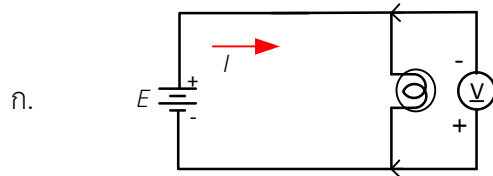
แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 1

หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

29. รูปข้อใดแสดงการใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง



30. ข้อใดบอกการใช้โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง

- ก. วัดคร่อมตัวต้านทาน แต่ต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน
- ข. วัดคร่อมตัวต้านทาน กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานขณะทำการวัดได้
- ค. วัดอนุกรมกับตัวต้านทาน แต่ต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน
- ง. วัดอนุกรมกับตัวต้านทาน กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานขณะทำการวัดได้

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในช่องของ
กระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					11					21				
2					12					22				
3					13					23				
4					14					24				
5					15					25				
6					16					26				
7					17					27				
8					18					28				
9					19					29				
10					20					30				

สรุปผล

เต็ม	30
ทำแบบทดสอบได้	
คะแนนเก็บ 10 คะแนนได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 23 – 00 คะแนน	ระดับคุณภาพ ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 15 – 22 คะแนน	ระดับคุณภาพ ดี
ทำแบบทดสอบได้ 7 – 14 คะแนน	ระดับคุณภาพ พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 6 คะแนน	ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
สาระสำคัญ ในการศึกษาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม และความคิดรวบยอดของประจุไฟฟ้าซึ่งจะช่วยให้เข้าใจ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้า รวมไปถึงปริมาณทางไฟฟ้าที่เป็นหน่วยพื้นฐาน ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานใช้ในการแก้ปัญหา ในทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานของระบบหน่วย อะตอมและความคิดรวบยอดของประจุไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นและการวัดทางไฟฟ้า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหน่วยต่างๆ ในระบบ SI ได้ 2. แปลงหน่วยวัดของปริมาณไฟฟ้าได้ 3. อธิบายความหมายและองค์ประกอบของอะตอมได้ 4. บอกการเกิดไอออนบวกและไอออนลบได้ 5. บอกประเภทของสารได้ 6. บอกความหมายของแรงดันไฟฟ้าได้ 7. อธิบายความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าได้ 8. บอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าได้ 9. อธิบายความหมายกระแสไฟฟ้าได้ 10. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าได้ 11. อธิบายความหมายความต้านทานไฟฟ้าได้ 12. คำนวณหาค่าความนำไฟฟ้าได้ 13. บอกชนิดของตัวต้านทานได้ 14. อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวต้านทานได้ 15. อธิบายความหมายวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นได้ 16. อธิบายการวัดทางไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ได้		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
คุณธรรม จริยธรรม 1. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1.1 ความรับผิดชอบ 1.2 ความมีวินัย 1.3 การตรงต่อเวลา 1.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 1.5 ความรู้และทักษะวิชาชีพ 1.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 2. การบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง 2.1 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ 2.2 ทำตามลำดับขั้น 2.3 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด 2.4 การมีส่วนร่วม สาระการเรียนรู้ 1.1 ระบบหน่วย 1.2 อะตอม 1.3 ประจุไฟฟ้า 1.4 แรงดันไฟฟ้า 1.5 กระแสไฟฟ้า 1.6 ความต้านทานไฟฟ้า 1.7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1.8 การวัดทางไฟฟ้า เนื้อหาสาระ ในหน่วยนี้จะกล่าวถึงพื้นฐานของระบบหน่วย อะตอมและความคิดรวบยอดของประจุไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นและการวัดทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไป 1.1 ระบบหน่วย หน่วยหรือยูนิตบอกให้ทราบถึงขนาดหรือจำนวนของปริมาณ ปริมาณที่เป็นตัวเลขทั้งหมดที่มีอยู่ในวงจรไฟฟ้าจะไม่มี ความหมายใดๆ ทั้งสิ้น ถ้าหากไม่ได้เขียนหน่วยกำกับเอาไว้ หน่วยจะบ่งบอกให้		

	ใบเนื้อหา		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1	
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง	

ทราบถึงค่าของปริมาณทางไฟฟ้าเช่น แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ เป็นต้น หน่วยมีหลายระบบที่แตกต่างกันการเขียนหน่วยของปริมาณต่างๆ นั้นสามารถที่จะเขียนได้ในหลายระบบ แต่ระบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายคือระบบหน่วย SI (System International Unit)

ในการประชุมนานาชาติทั่วไปครั้งที่ 11 เกี่ยวกับน้ำหนักและการวัดในปี ค.ศ. 1960 ได้ตกลงให้นำระบบหน่วย SI มาใช้โดยระบบหน่วย SI ประกอบด้วยหน่วยวัดพื้นฐาน (base units) 6 หน่วย แสดงดังตารางที่ 1.1 นอกจากนี้หน่วย SI ที่เราควรให้ความสนใจอีกสองหน่วยคือ เรเดียน (radian) ซึ่งเป็นหน่วยมุม และเคลวิน (Kelvin) เป็นหน่วยของอุณหภูมิ

ตารางที่ 1.1 หน่วยวัด SI พื้นฐาน

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
1. เวลา	t	วินาที	s
2. มวล	m	กิโลกรัม	Kg
3. ความยาว	l	เมตร	m
4. กระแสไฟฟ้า	I	แอมแปร์	A
5. อุณหภูมิ	T	เคลวิน	K
6. ความเข้มของแสงสว่าง	I_v	แคลเดลา	cd

ที่มา : ไมตรี วรวิจิตรยากุล, 2540 : 3

นอกจากหน่วยวัดพื้นฐานและหน่วยวัดเสริมแล้วยังมีหน่วยวัดที่ใช้บอกปริมาณทางไฟฟ้า ถูกนำไปใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้าอีก แสดงดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
1. ความต้านทานไฟฟ้า	R	โอห์ม	Ω
2. ความจุไฟฟ้า	Q	ฟารัด	F
3. แรงดันไฟฟ้า	V	โวลต์	V
4. กำลังไฟฟ้า	P	วัตต์	W
5. พลังงาน	W	จูล	J
6. ความถี่	f	เฮิรตซ์	Hz
7. เส้นแรงแม่เหล็ก	ϕ	เวเบอร์	Wb

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.2 หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า (ต่อ)

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
8. ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก	B	เทสลา	T
9. ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า	L	เฮนรี	H
10. ความนำไฟฟ้า	G	ซีเมนซ์	S
11. ประจุไฟฟ้า	Q	คูลอมบ์	C
12. แรง	N	นิวตัน	N

ที่มา : ไมตรี วรวิจิตรยากุล, 2540 : 6

ปริมาณไฟฟ้าแต่ละประเภทมีชื่อหน่วยวัด เช่น กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ ซึ่งเป็นหน่วยวัดในระบบ SI จะมีหน่วยที่เล็กกว่าโวลต์ เช่น มิลลิโวลต์ หรือหน่วยที่ใหญ่กว่าโวลต์ เช่น กิโลโวลต์ เป็นต้น คำว่า มิลลิ หรือ กิโล คือ ชื่อนำหน้าหน่วยซึ่งมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ชื่อนำหน้าหน่วย

ชื่อ	สัญลักษณ์	เลขยกกำลัง	ค่าตัวเลข
เทรา (tera)	T	10^{12}	1,000,000,000,000
จิกะ (giga)	G	10^9	1,000,000,000
เมกะ (mega)	M	10^6	1,000,000
กิโล (Kilo)	k	10^3	1,000
หน่วย (unit)	-	10^0	1
เซนติ (centi)	c	10^{-2}	0.01
มิลลิ (mili)	m	10^{-3}	0.001
ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}	0.000 001
นาโน (nano)	n	10^{-9}	0.000 000 001
พิโก (pico)	p	10^{-12}	0.000 000 000 001
เฟมโต (femto)	f	10^{-15}	0.000 000 000 000 001
แอทโต (atto)	a	10^{-18}	0.000 000 000 000 000 001

ที่มา : ไมตรี วรวิจิตรยากุล, 2540 : 7

	ใบเนื้อหา		
	รหัส 2104-2002	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า		จำนวน 4 ชั่วโมง

ความหมายของข้อมูลในตารางที่ 1.3 คือ การใช้ชื่อนำหน้าหน่วยเพื่อให้ การเขียน และการคำนวณ ปริมาณไฟฟ้าง่ายขึ้น

เช่น สัญลักษณ์ m คือ มิลลิ (mili) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^{-3} มีตัวเลข 0.001 หมายถึง 1 mV มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^{-3} \text{ V}$ หรือ 1 mA มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^{-3} \text{ A}$

สัญลักษณ์ μ คือ ไมโคร (mico) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^{-6} มีค่าตัวเลข 0.000 001 หมายถึง 1 μV มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^{-6} \text{ V}$ หรือ 1 μA มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^{-6} \text{ A}$

สัญลักษณ์ k คือ กิโล (kilo) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^3 มีตัวเลข 1,000 หมายถึง 1 kV มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^3 \text{ V}$ หรือ 1 k Ω มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^3 \Omega$ เป็นต้น

สัญลักษณ์ M คือ เมกะ (Mega) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^6 มีตัวเลข 1,000,000,000 หมายถึง 1 MV มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^6 \text{ V}$ หรือ 1 M Ω มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^6 \Omega$ เป็นต้น

ในการคำนวณหาค่าปริมาณไฟฟ้า ค่าปริมาณของหน่วยจะต้องมีขนาดเดียวกัน ถ้าหากว่าหน่วย ไม่เท่ากันจะต้องทำการแปลงหน่วยปริมาณไฟฟ้าต่างๆ เหล่านั้นให้เป็นหน่วยเดียวกันเสียก่อนแล้วจึงทำการ คำนวณหาค่าปริมาณไฟฟ้าได้

ตัวอย่างที่ 1.1 แปลงหน่วยกระแสไฟฟ้า 10 มิลลิแอมแปร์ (mA) ให้อยู่ในรูป แอมแปร์ (A)

วิธีทำ

จากตารางที่ 1.3	1 mA	=	$1 \times 10^{-3} \text{ A}$
ดังนั้น	10 mA	=	$10 \times 10^{-3} \text{ A}$
		=	$10 \times 0.001 \text{ A}$
$\therefore$	10 mA	=	0.01 A

ตัวอย่างที่ 1.2 แปลงหน่วยกระแสไฟฟ้า 0.01 แอมแปร์ (A) ให้อยู่ในรูป มิลลิแอมแปร์ (mA)

วิธีทำ

จากตารางที่ 1.3	1 mA	=	$1 \times 10^{-3} \text{ A}$
ดังนั้น	$1 \times 10^{-3} \text{ A}$	=	1 mA
ดังนั้น	1 A	=	$\frac{1}{1 \times 10^{-3}} \text{ mA}$
ดังนั้น	0.01 A	=	$\frac{0.01}{1 \times 10^{-3}} \text{ mA}$
		=	$\frac{0.01}{0.001} \text{ mA}$
$\therefore$	0.01 A	=	10 mA

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 1.3 แปลงหน่วยแรงดันไฟฟ้า 2.5 กิโลโวลต์ (kV) ให้อยู่ในรูป โวลต์ (V)

วิธีทำ

จากตารางที่ 1.3	1 kV	=	$1 \times 10^3 \text{ V}$
ดังนั้น	2.5 kV	=	$2.5 \times 10^3 \text{ V}$
		=	$2.5 \times 1,000 \text{ V}$
	$\therefore 2.5 \text{ kV}$	=	2,500 V

ตัวอย่างที่ 1.4 แปลงหน่วยแรงดันไฟฟ้า 2,500 โวลต์ (V) ให้อยู่ในรูป กิโลโวลต์ (kV)

วิธีทำ

จากตารางที่ 1.3	1 kV	=	$1 \times 10^3 \text{ V}$
นั่นคือ	$1 \times 10^3 \text{ V}$	=	1 kV
ดังนั้น	2,500 V	=	$\frac{2,500}{10^3} \text{ kV}$
		=	$\frac{2,500}{1,000} \text{ kV}$
	$\therefore 2,500 \text{ V}$	=	2.5 kV

ตัวอย่างที่ 1.5 แปลงหน่วยความต้านทานไฟฟ้า 2.75 กิโลโอห์ม (k Ω) ให้อยู่ในรูป โอห์ม (Ω)

วิธีทำ

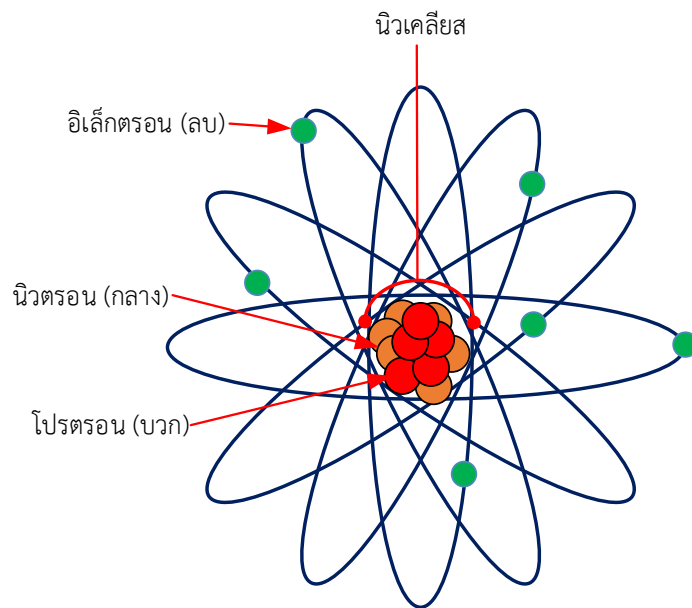
จากตารางที่ 1.3	1 k Ω	=	$1 \times 10^3 \Omega$
ดังนั้น	2.75 k Ω	=	$2.75 \times 10^3 \Omega$
	$\therefore 2.75 \text{ k}\Omega$	=	2,750 Ω

1.2 อะตอม

อะตอม (Atom) คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่สามารถแตกออกมาได้และยังคงรักษาคุณสมบัติของธาตุนั้นๆ ไว้ อะตอมเป็นหน่วยพื้นฐานของสสาร ประกอบด้วยส่วนของนิวเคลียส (Nucleus) ที่หนาแน่นมากอยู่ตรงศูนย์กลาง ล้อมรอบด้วยกลุ่มของอิเล็กตรอน (Electron) ที่มีประจุลบ นิวเคลียสของอะตอมประกอบด้วยโปรตอน (Proton) ที่มีประจุบวกกับนิวตรอน (Neutron) ซึ่งเป็นกลาง อิเล็กตรอนของอะตอมถูกดึงดูดอยู่กับนิวเคลียสด้วยแรงแม่เหล็กไฟฟ้า ในทำนองเดียวกัน กลุ่มของอะตอมสามารถดึงดูดกันและกันก่อตัวเป็นโมเลกุลได้ อะตอมที่มีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากันจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า มิฉะนั้นแล้วมันอาจมีประจุเป็นบวก (เพราะขาดอิเล็กตรอน) หรือลบ (เพราะมีอิเล็กตรอนเกิน) ซึ่งเรียกว่า

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ไอออน เราจัดประเภทของอะตอมด้วยจำนวนโปรตอนและนิวตรอนที่อยู่ในนิวเคลียส จำนวนโปรตอนเป็นตัวบ่งบอกชนิดของธาตุเคมี และจำนวนนิวตรอนบ่งบอกชนิดไอโซโทปของธาตุนั้น ดังรูปที่ 1.1

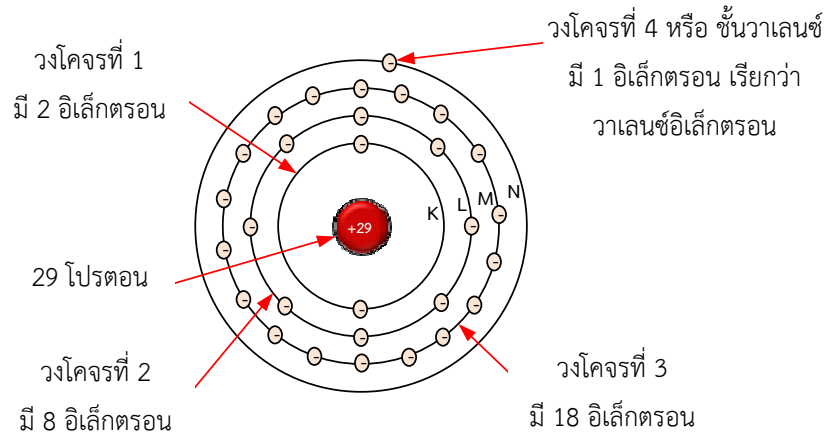


รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของอะตอม

1.2.1 ชั้นอิเล็กตรอน

ชั้นอิเล็กตรอน (electron shell) หรือ ระดับพลังงานหลัก (principal energy level) เข้าใจได้ว่าเป็นวงโคจรของอิเล็กตรอนที่หมุนวนอยู่รอบนิวเคลียสของอะตอม ชั้นที่ไกลนิวเคลียสที่สุดเรียกว่าเป็น ชั้นที่ 1 (วงโคจรที่ 1 หรือ K) ต่อมาจึงเป็น ชั้นที่ 2 (วงโคจรที่ 2 หรือ L), ชั้นที่ 3 (วงโคจรที่ 3 หรือ M) ไกลออกมาเรื่อย ๆ จากนิวเคลียส วงโคจรเหล่านั้นจะสอดคล้องกับเลขควอนตัมหลัก ($n = 1, 2, 3, 4 \dots$) หรือถูกตั้งชื่อเรียงตามลำดับตัวอักษรที่ใช้ในสัญลักษณ์ของรังสีเอกซ์ (K, L, M, N, O, ...) วงโคจรแต่ละชั้นจะสามารถมีจำนวนของอิเล็กตรอนเป็นค่าหนึ่งเท่านั้น สูตรทั่วไปก็คือชั้นพลังงานที่ n จะมีอิเล็กตรอนได้เป็นจำนวน $2(n^2)$ ตัว เช่น ชั้นที่ 1 ($2(1^2)=2$) มีอิเล็กตรอนได้ 2 ตัว, ชั้นที่ 2 ($2(2^2)=8$) มีอิเล็กตรอนได้ 8 ตัว, ชั้นที่ 3 ($2(3^2)=18$) มีอิเล็กตรอนได้ 18 ตัว และเรื่อยไป เนื่องจากอิเล็กตรอนนั้นถูกดึงดูดไว้กับนิวเคลียสด้วยแรงทางไฟฟ้า ดังนั้นอิเล็กตรอนของอะตอมหนึ่งๆ จะอยู่ในวงโคจรชั้นนอกก็ต่อเมื่อวงชั้นในมีอิเล็กตรอนเต็มแล้ว อย่างไรก็ตามได้เป็นกฎตายตัวเสมอไป อะตอมอาจมีชั้นพลังงานด้านนอก 2 หรือ 3 ชั้น โดยที่มีอิเล็กตรอนไม่เต็มตามจำนวนสูงสุดก็ได้ จำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในชั้นพลังงานด้านนอกไม่เต็มจำนวนนี้ เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณสมบัติเคมีของอะตอม เรียกชื่อว่า ชั้นวาเลนซ์ (valence shell) อิเล็กตรอนในชั้นวาเลนซ์เรียกว่า วาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electrons) ดังรูปที่ 1.2

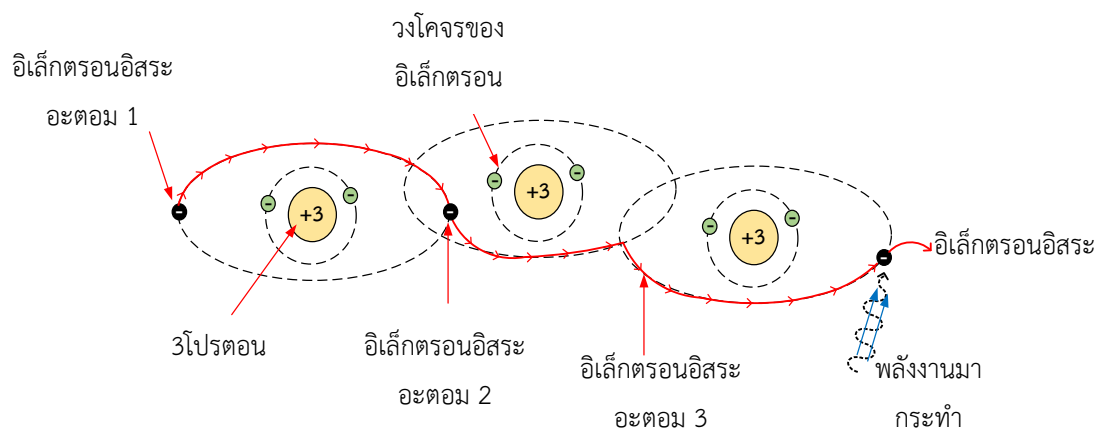
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.2 ชั้นอิเล็กตรอนของอะตอมธาตุทองแดง

1.2.2 อิเล็กตรอนอิสระ

อะตอมเมื่อได้รับพลังงานหรือแรงกระตุ้นมากจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนที่วิ่งเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรนอกสุดของอะตอม หรือชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน เกิดการเคลื่อนที่ของวาเลนซ์อิเล็กตรอน หลุดออกจากวงโคจรเดิมไปสู่วงโคจรของอะตอมข้างเคียง ทำให้ไม่เกิดความสมดุลของศักย์ไฟฟ้าขึ้นระหว่างประจุบวก (+) และประจุลบ (-) แต่จะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นระหว่างอะตอม คืออะตอมที่ขาดอิเล็กตรอนจะแสดงอำนาจไฟฟ้าออกมาเป็นบวก (+) อะตอมที่มีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจะแสดงอำนาจออกมาเป็นลบ (-) อิเล็กตรอนที่หลุดเคลื่อนที่ไปยังอะตอมอื่นๆ มีชื่อเรียกว่า “อิเล็กตรอนอิสระ” (Free Electron) ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน

1.2.3 ประเภทของสาร

ประเภทของสารที่ใช้ในทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ คือ ตัวนำ สารกึ่งตัวนำ และฉนวน

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.2.3.1 **ตัวนำ** (Conductors) คือ สารที่มีอิเล็กตรอนหลุดเป็นอิสระได้ง่าย อะตอมของตัวนำจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 1-3 ตัว อะตอมที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนตัวเดียวจะเป็นตัวนำทางไฟฟ้าที่ดีที่สุด ธาตุเงิน ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุด แต่ในสายไฟทั่วไปจะใช้ทองแดงเป็นตัวนำ เพราะตัวนำที่ทำจากเงินมีราคาแพง สาร วัตถุ วัสดุ หรือ อุปกรณ์ที่สามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย หรือวัตถุที่มีความต้านทานต่ำจึงเป็นตัวนำ

1.2.3.2 **สารกึ่งตัวนำ** (Semiconductor) คือ สารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว ซึ่งจะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าฉนวนแต่ไม่ดีเท่าตัวนำ เช่น เยอรมันเนียม ซิลิกอน เป็นต้น วัสดุสารกึ่งตัวนำนำมาผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไดโอด เป็นต้น

1.2.3.3 **ฉนวน** (Insulators) คือสารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนตั้งแต่ 5 ตัวขึ้นไป เป็นสารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนหลุดเป็นอิสระยากมาก เช่น นีออน อาร์กอน ฮีเลียมและเมก้า เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นวัสดุที่ต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ดีมีค่าความต้านทานมาก

1.3 ประจุไฟฟ้า

ประจุไฟฟ้า เป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ของสสาร ประจุไฟฟ้าแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ บวก และ ลบ ประจุเหมือนกันจะมีแรงผลักกัน ประจุต่างกันจะมีแรงดึงดูดกัน แรงที่เกิดขึ้นระหว่างประจุไฟฟ้า เรียกแรงนี้ว่า สนามไฟฟ้า (Electric Field) ซึ่งเป็นเส้นแรงที่มองไม่เห็นดังรูปที่ 1.4 และ รูปที่ 1.5 วัตถุจะมีประจุลบถ้ามันมีอิเล็กตรอนเกิน ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (Coulomb : C) ในระบบหน่วย SI ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สัญลักษณ์เป็น “Q” จะหมายถึงประจุไฟฟ้า


ก) ประจุบวกเหมือนกัน แรงผลักกัน

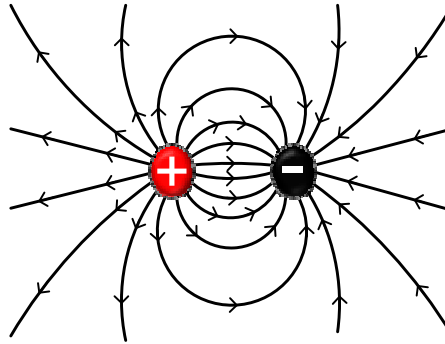

ข) ประจุลบเหมือนกัน แรงผลักกัน


ค) ประจุต่างกัน แรงดึงดูดกัน


ง) ไม่มีประจุไม่มีแรง

รูปที่ 1.4 แรงการดึงดูดและผลักรันของประจุไฟฟ้า

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.5 สนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าบวกและลบหนึ่งจุด

ประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ หมายถึง วัตถุได้รับอิเล็กตรอน (e) เพิ่มขึ้น 6.25×10^{18} e และในทำนองเดียวกันถ้าวัตถุมีประจุไฟฟ้าบวก 1 คูลอมบ์ หมายถึง วัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอน (e) ไป 6.25×10^{18} e นั่นคือ ประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ เท่ากับปริมาณประจุไฟฟ้าที่อยู่บนอิเล็กตรอนจำนวน 6.25×10^{18} e และอิเล็กตรอน 1 e จะมีประจุไฟฟ้า 1.6×10^{-19} คูลอมบ์

$$1e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad \text{เมื่อ } e \text{ คือ อิเล็กตรอน และ } C \text{ คือ คูลอมบ์}$$

$$1C = 6.25 \times 10^{18} e$$

$$Q = \frac{\text{จำนวนของ } e}{6.25 \times 10^{18} e/C} \quad (1-1)$$

ตัวอย่างที่ 1.6 คำนวณค่าประจุไฟฟ้าที่เกิดจากอิเล็กตรอนจำนวน 125×10^{10} e

วิธีทำ

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{จำนวนของ } e}{6.25 \times 10^{18} e/C} \\ &= \frac{125 \times 10^{10} e}{6.25 \times 10^{18} e/C} \\ &= 20 \times 10^{-8} \text{ C} \end{aligned}$$

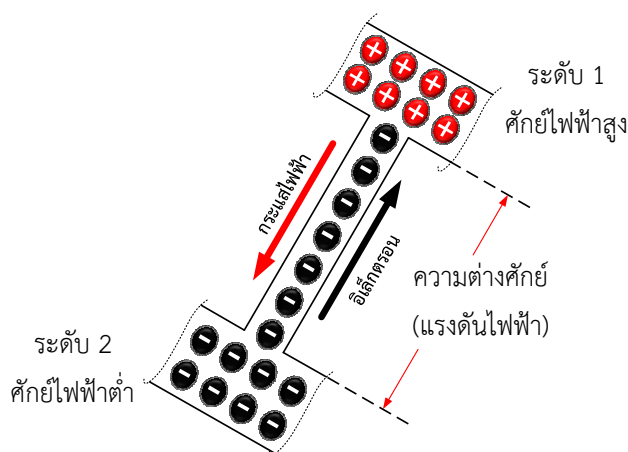
$$\therefore \text{ประจุไฟฟ้าที่เกิด} = 20 \times 10^{-8} \text{ คูลอมบ์}$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.4 แรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า (Voltage) หมายถึง แรงที่มากกระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้เกิดการไหลหรือเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน การเกิดกระแสไฟฟ้าเกิดจากการที่มีอิเล็กตรอนไหลในสายไฟ

ความต่างศักย์ไฟฟ้า เป็นอีกคำหนึ่งที่คล้ายกับแรงดันไฟฟ้า หมายถึง ระดับไฟฟ้าที่แตกต่างกัน เช่น ระดับที่ 1 มีประจุไฟฟ้าบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนระดับที่ 2 มีประจุไฟฟ้าลบจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ดังนั้น ระดับที่ 1 และ 2 จึงมีความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้า เรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 ความต่างศักย์ไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า)

แรงขับเคลื่อนทางไฟฟ้า หมายถึง แรงที่ได้จากการสร้างให้เกิดแรงดันไฟฟ้าไปทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระตลอดเวลา ก็จะสามารถทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ตลอดเวลา แรงขับเคลื่อนไฟฟ้านี้อาจเกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, แบตเตอรี่, ถ่านไฟฉาย, เซลล์แสงอาทิตย์ และเซลล์เชื้อเพลิง ฯลฯ

หน่วยของแรงดันไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้า หรือแรงขับเคลื่อนทางไฟฟ้า มีหน่วยเดียวกัน คือ โวลต์ (Voltage ซึ่งแทนด้วย V) แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ คือ แรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ไหลผ่านเข้าไปในความต้านทาน 1 โอห์ม

1.4.1 โวลต์ : หน่วยของแรงดันไฟฟ้า

โวลต์ (Volt) คือ ปริมาณของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย “V” เขียนสมการได้ดังนี้

$$V = \frac{W}{Q} \quad (1-2)$$

	ใบเนื้อหา																
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1															
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง															
หรือ 1 โวลต์ = 1 จูล/คูลอมบ์ (1 V = 1 J/C) เมื่อ V แทน แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (Volt: V) W แทน พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น จูล (Joule: J) Q แทน ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (Coulomb: C) <u>ตัวอย่างที่ 1.7</u> คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดที่ต้องใช้พลังงาน 150 จูล ในการแยกประจุไฟฟ้าบวกบวกและประจุไฟฟ้าลบ 50 คูลอมบ์ออกจากกัน <u>วิธีทำ</u> $V = \frac{W}{C}$ $= \frac{150 \text{ J}}{50 \text{ C}}$ $= 3 \text{ V}$ ∴ แรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด = 3 โวลต์ 1.4.2 ความสัมพันธ์ของหน่วยแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีขนาดที่แตกต่างกัน ในการคำนวณจำเป็นต้องมีการแปลงหน่วย เพื่อให้สามารถทำได้สะดวกและบอกผลลัพธ์เป็นส่วนขยายหน่วยให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือที่นิยมใช้กัน ซึ่งสามารถ ตารางที่ 1.4 แสดงหน่วยของแรงดันไฟฟ้า (ต่อ) ตารางที่ 1.4 แสดงหน่วยของแรงดันไฟฟ้า <table border="1"> <thead> <tr> <th>ชื่อ</th><th>สัญลักษณ์</th><th>ค่าเป็นโวลต์ (V)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 พิโกโวลต์</td><td>pV</td><td>$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$</td></tr> <tr> <td>1 นาโนโวลต์</td><td>nV</td><td>$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$</td></tr> <tr> <td>1 ไมโครโวลต์</td><td>μV</td><td>$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$</td></tr> <tr> <td>1 มิลลิโวลต์</td><td>mV</td><td>$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$</td></tr> </tbody> </table>			ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นโวลต์ (V)	1 พิโกโวลต์	pV	$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$	1 นาโนโวลต์	nV	$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$	1 ไมโครโวลต์	μV	$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$	1 มิลลิโวลต์	mV	$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$
ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นโวลต์ (V)															
1 พิโกโวลต์	pV	$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$															
1 นาโนโวลต์	nV	$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$															
1 ไมโครโวลต์	μV	$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$															
1 มิลลิโวลต์	mV	$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$															

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.4 (ต่อ) แสดงหน่วยของแรงดันไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นโวลต์ (V)
1 โวลต์	V	$10^0 = 1$
1 กิโลโวลต์	kV	$10^3 = 1,000$
1 เมกะโวลต์	MV	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะโวลต์	GV	$10^9 = 1,000,000,000$
1 ทิราโวลต์	TV	$10^{12} = 1,000,000,000,000$

ที่มา : อารงศักดิ์ หมินกำหริ่ม, 2556 : 10

การอ่านค่าจากตารางที่ 1.1 เช่น $1 \text{ MV} = 1 \times 10^6 \text{ V} = 1,000,000 \text{ V}$ เป็นต้น

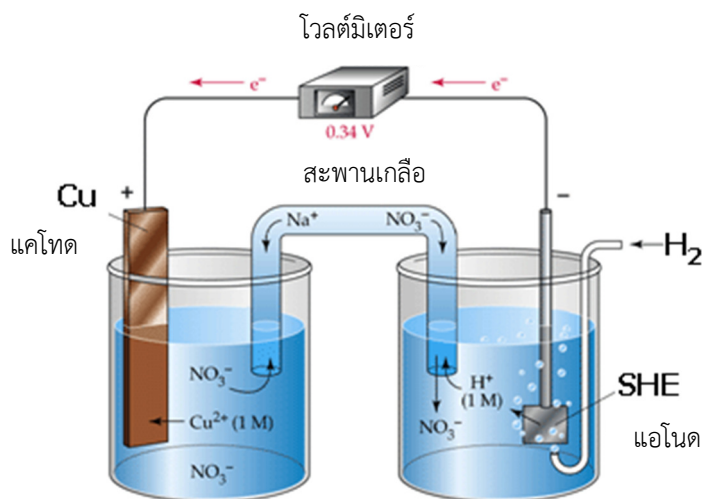
1.4.3 แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้า (Sources of Voltage) คือแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อใช้ป้อนให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เป็นการให้พลังงานแก่อิเล็กตรอนอิสระ ทำให้อิเล็กตรอนอิสระวิ่งเคลื่อนที่ไปตามอะตอมต่างๆ ได้ เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานไปในรูปต่างๆ เช่น พลังงานกล พลังงานความร้อน พลังงานแสง เป็นต้น แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้อยู่ทั่วไปได้แก่ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเพาเวอร์ซัพพลาย

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (Electric Cell) เกิดจากปฏิกิริยาเคมี แบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เซลล์กัลวานิก และเซลล์อิเล็กโทรไลต์

1) เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) หรือเซลล์โวลตาอิก (Voltaic Cell) เป็นเซลล์ที่สามารถผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยปฏิกิริยารีดอกซ์ เซลล์ไฟฟ้าประกอบด้วยแผ่นโลหะจุ่มอยู่ในสารละลายจะอยู่ต่างภาชนะกัน แล้วนำมาเชื่อมต่อกัน จึงประกอบด้วยภาชนะ 2 ใบ เรียกแต่ละใบว่า ครึ่งเซลล์ แผ่นโลหะที่จุ่มอยู่ในสารละลายของไอออนที่บรรจุอยู่ในภาชนะ เรียกว่า ขั้วไฟฟ้า เมื่อนำครึ่งเซลล์มาต่อเชื่อมกันด้วยสะพานไอออน (สะพานเกลือ) แล้วนำโหนดมาต่อเป็นวงจรภายนอก (โวลต์มิเตอร์) จะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนขึ้นดังรูปที่ 1.7 แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.7 เซลล์กัลวานิก

ที่มา: http://www.il.mahidol.ac.th/imedia/electrochemistry/web/electrode_potential.htm

(1) เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าที่เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะลดลง จนไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีหลายชนิดดังนี้

(1.1) เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสี หรือถ่านไฟฉายธรรมดาที่รู้จักกันโดยทั่วไป เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่มีการใช้งานมาก เช่น วิทยุ นาฬิกา กล้อง เป็นต้น โครงสร้างของถ่านไฟฉายประกอบด้วย โลหะสังกะสีที่ทำหน้าที่เป็นขั้วลบ ซึ่งเป็นตัวถังภายนอก มีแท่งคาร์บอนที่ทำหน้าที่เป็นขั้วบวกอยู่ภายในเป็นแกนกลางของถ่านไฟฉาย ใช้สารละลายแอมโมเนียคลอไรด์และแมงกานีสไดออกไซด์เป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์ ถ่านไฟฉายโดยทั่วไปจะมีแรงดัน 1.5 โวลต์ มีหลายขนาด ได้แก่ D , C , AA , AAA แต่ที่นิยมใช้ คือ AA และ AAA นอกจากนั้นยังมีแบบก้อนสี่เหลี่ยมที่มีแรงดันมาก เช่น ขนาดแรงดัน 9 โวลต์ และ 12 โวลต์ เป็นต้น ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสีขนาดต่าง ๆ

ที่มา : http://www.excelchoice.com/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/3/_/3_68.jpg

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

(1.2) เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ (Alkaline Cell) หรือถ่านไฟฉายอัลคาไลน์ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสี 4 – 9 เท่า ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการใช้งาน แต่มีราคาแพงกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสี เหมาะกับการใช้งานที่ต่อเนื่องยาวนาน มีลักษณะเหมือนกับถ่านไฟฉายทั่ว ๆ ไป ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ จากซ้ายไปขวา : C, AA, AAA, N, และ 9V

ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Alkaline_battery

(1.3) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียม (Lithium cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานไฟฟ้าสูง มีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าเซลล์ทั่ว ๆ ไป มีขนาดเล็กมาก รูปร่างคล้ายเม็ดกระดุม เหมาะสำหรับใช้กับงานหนักที่ต้องการแรงดันสูงกว่าปกติ นิยมใช้ในนาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เกมกต รีโมทรถยนต์ เป็นต้น ดังรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมแบบกระดุม

ที่มา : <https://www.amazon.es/PChero-CR2032-Coin-Bater%C3%ADa-distancia-b%C3%A1scula/dp/B01M3586CE>

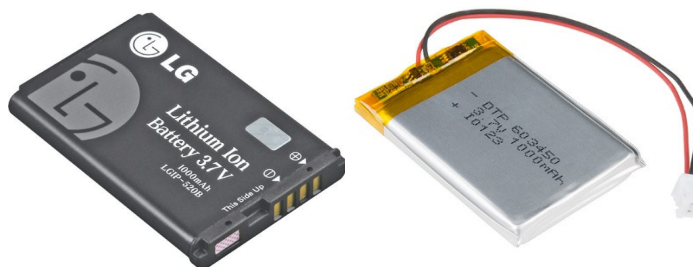
(2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นแล้วต้องนำไปประจุไฟหรือชาร์จไฟ (Charge) เสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้ และเมื่อใช้ไฟหมดแล้วสามารถทำให้ศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ โดยการนำไปชาร์จใหม่ และสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก และเพื่อให้มีกระแสไฟฟ้ามากจะต้องใช้เซลล์หลาย ๆ แผ่นต่อกันแบบขนาน แต่ถ้าต้องการให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นก็ต้องใช้เซลล์หลาย ๆ แผ่น ต่อกันแบบอนุกรม มีหลายชนิด ดังนี้

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
(2.1) เซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด หรือ แบตเตอรี่สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถชาร์จไฟเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์หรือจักรยานยนต์ โครงสร้างของแบตเตอรี่ประกอบด้วยโลหะที่ทำหน้าที่เป็นขั้วบวกและโลหะที่เป็นขั้วลบ แชนสารละลายกรดซัลฟิวริกซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยแต่ละเซลล์มีขนาด 2 โวลต์ ต่อกันแบบอนุกรมตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไป เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ 12 โวลต์ ได้จากการนำเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วซึ่งมีความต่างศักย์เซลล์ละ 2 โวลต์ มาต่อกันแบบอนุกรมจำนวน 6 เซลล์ ปัจจุบันแบตเตอรี่รถยนต์มีทั้งแบบที่ต้องเติมน้ำกลั่นและแบบที่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นปัจจุบันเซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด มี 2 ชนิด คือ (2.1.1) แบบเปียก หรือเซลล์เปิด (Open cell หรือ Unsealed battery) นิยมใช้กันมาก มีทั้งแบบที่ต้องเติมน้ำกลั่นบ่อย ๆ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง กับแบบที่ดูแลนาน ๆ ครั้ง โดยทั้งสองแบบนี้จะมีฝาปิด-เปิดสำหรับเติมน้ำกลั่น แบบแรกจะมีอายุการใช้งานประมาณ 1.5-2 ปี แต่ไม่ควรใช้งานนานเกิน 3 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน และการดูแลรักษา ดังรูปที่ 1.11 ก) (2.1.2) แบบแห้ง หรือแบบไม่ต้องดูแลรักษา (Maintenance free หรือ Sealed battery) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มีความทนทาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า แต่มีราคาแพง มีอายุการใช้งานประมาณ 5-10 ปี แบตเตอรี่แบบนี้ถูกปิดแน่น ไม่มีฝาปิด-เปิดสำหรับเติมน้ำกลั่น แต่จะมีตาแมวไว้สำหรับคอยตรวจเช็คระดับน้ำกรด ดังรูปที่ 1.11 ข)  ก) แบบต้องเติมน้ำกลั่น  ข) แบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น รูปที่ 1.11 เซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด ที่มา : http://thetricountypress.com/automotive-battery-market-opportunities-in-key-application-sectors-by-2021/50295 https://www.ebay.com/itm/BMW-WPS-NO-HAZARD-SEALED-BATTERY-61211459650-12V-25AH-CHARGED-MAINT-FREE-/262674612456		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
(2.2) เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม (Nickel-cadmium cell, Ni-cd) หรือเรียกว่า นิแคด เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถชาร์จใหม่ได้ ใช้แทนถ่านไฟฉายแบบธรรมดา มีแรงดันไฟฟ้า 1.2 โวลต์ สามารถชาร์จใหม่ได้นับร้อยครั้ง แต่ต้องใช้งานให้กระแสไฟฟ้าหมดเสียก่อน แล้วจึงนำไปชาร์จใหม่ หากชาร์จถ่านขณะที่กระแสไฟฟ้ายังไม่หมด จะทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์ไฟฟ้าลดลง หรือหากชาร์จนานเกินไปจะทำให้ร้อนมากและเสียหายได้ ดังรูปที่ 1.12 รูปที่ 1.12 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม ที่มา : https://www.ebay.co.uk/itm/Ni-Cd-AA-900mAh-6V-SM2P-Plug-Rechargeable-Battery-For-Remote-Control-Car-Toy-New (2.3) เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์ (Nickel-metal hydride cell, Ni-MH) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูง เช่น กล้องดิจิตอล เครื่องเล่น MP3 เป็นต้น มีแรงดันไฟฟ้า 1.2 โวลต์ สามารถชาร์จใหม่ได้นับร้อยครั้ง มีปัญหาเรื่องการชาร์จใหม่น้อยมาก มีความจุของกระแสสูงกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียมมาก แต่มีข้อเสียคือมีน้ำหนักมากกว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม ดังรูปที่ 1.13 รูปที่ 1.13 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์ ที่มา : https://www.amazon.it/Panasonic-hhr-75aaa-b-4-Ni-MH-ricaricabili-confezione/dp/B0081930RM https://tr.aliexpress.com/item/2400mah-7-2v-rechargeable-battery.html		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

(2.4) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออน (Lithium Ion cell , Li-Ion) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่นิยมนำมาใช้กับโทรศัพท์มือถือ เครื่อง PDA และคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เป็นต้น มีน้ำหนักเบา ไม่มีปัญหาเรื่องการชาร์จใหม่ ชาร์จเมื่อใดก็ได้ เพราะมีวงจรตัดไฟฟ้าป้องกันไฟเกินในตัวเอง มีระบบป้องกันการระเบิด และมีอัตราการสูญเสียประจุต่ำกว่าเซลล์ไฟฟ้าแบบเดิมมาก แต่เนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นของเซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้เริ่มที่ 3.6 โวลต์ ดังรูปที่ 1.14



รูปที่ 1.14 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออนแบบต่าง ๆ

ที่มา : <https://www.amazon.com/LG-LGIP-520B-Lithium-Phone-Battery/dp/B0015A4TQK>

(2.5) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลิเมอร์ (Lithium Polymer cell, Li-Po) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่นิยมใช้กันมากในโทรศัพท์มือถือ เครื่อง PDA คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เครื่องมือแพทย์ และเครื่องบินเล็ก เป็นต้น มีข้อดีคือมีน้ำหนักที่เบากว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออน ให้พลังงานไฟฟ้าสูง ไม่มีปัญหาเรื่องการชาร์จใหม่ สามารถชาร์จได้ตามต้องการ ให้แรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นประมาณ 3.7 โวลต์ ดังรูปที่ 1.15



รูปที่ 1.15 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลิเมอร์

ที่มา : https://www.banggood.com/th/ZNTER-S19-9V-400mAh-USB-Rechargeable-9V-Lipo-Battery-p-1070703.html?cur_warehouse=CN
<http://doc.inex.co.th/lipo-batt-ep01/>

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

แบตเตอรี่ (เซลล์ทุติยภูมิ) ผู้ผลิตจะนิยามกำหนดความจุพลังงานไฟฟ้าเป็น แอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-hour: Ah) เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 12 โวลต์ มีความจุ 80 แอมแปร์-ชั่วโมง เป็นต้น เมื่อใช้งานจนหมดสามารถอัดประจุไฟฟ้า (Charge) ใหม่ได้ แต่จะมีช่วงเวลาในการนำไปใช้งานจนหมดก่อนนำไปอัดประจุไฟฟ้าใหม่ หาช่วงเวลาได้จากสมการที่ 1.3

$$\text{ช่วงเวลาที่ใช้งาน (X)} = \frac{\text{ความจุของแบตเตอรี่ (Ah)}}{\text{กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งาน (A)}} \quad (1-3)$$

ตัวอย่างที่ 1.8 เด็กชายชาติชายนำแบตเตอรี่ขนาด 12 V 4500 mAh ใส่ในรถบังคับด้วยวิทยุ กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งานขณะเล่นรถอย่างต่อเนื่อง 500 mA เด็กชายชาติชายจะสามารถเล่นรถบังคับด้วยวิทยุได้นานเท่าไร

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{ช่วงเวลาที่ใช้งาน (X)} &= \frac{\text{ความจุของแบตเตอรี่ (Ah)}}{\text{กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งาน (A)}} \\ &= \frac{4500 \text{ mAh}}{500 \text{ mA}} \\ &= \frac{4500 \times 10^{-3} \text{ Ah}}{500 \times 10^{-3} \text{ A}} \\ &= 9 \text{ h} \end{aligned}$$

∴ เด็กชายชาติชายจะสามารถเล่นรถบังคับด้วยวิทยุได้ = 9 ชั่วโมง

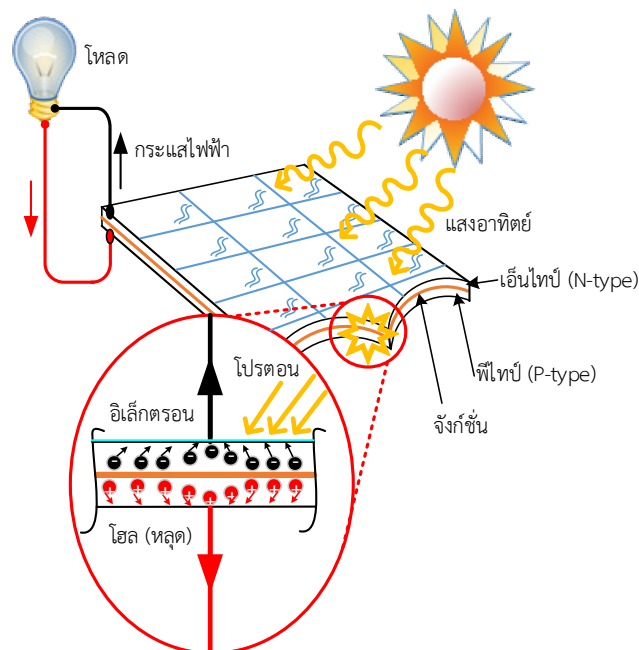
2) เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic Cells) เป็นเซลล์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเคมี ได้แก่ กระบวนการทำสารให้บริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้า หรือการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า ทำให้โลหะคงทนสวยงาม และการแยกสารบริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้า เช่น การทำทองแดงให้บริสุทธิ์ การผลิตโลหะแมกนีเซียม เป็นต้น

1.4.3.2 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) ทำจากซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโด๊ป (doped คือ กระบวนการทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอน โปรตอนและนิวเคลียส) จนได้เป็นเอ็นไทป์ (n-type) และพีไทป์ (p-type) โดยมีส่วนที่เป็นจังก์ชันอยู่ระหว่างกลาง ด้านบนที่รับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ (เอ็นไทป์) จะ

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

เป็นขั้วลบ ส่วนด้านล่างของเซลล์แสงอาทิตย์ (พีไทป์) จะเป็นขั้วบวก ในสภาวะปกติอิเล็กตรอนจะคงสถานะไว้ไม่เคลื่อนไหว เมื่อมีแสงมาตกกระทบพลังงานจะผลักอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่ผ่านชั้นจังก์ชันซึ่งอยู่ระหว่างกลางได้ ถ้าต่อวงจรระหว่างเอ็นไทป์กับพีไทป์เข้าด้วยกันจะทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนเกิดขึ้นได้ การไหลของอิเล็กตรอนนี้ เรียกว่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้สามารถนำไปจ่ายให้กับโหลดโดยตรงหรือเก็บประจุอิเล็กตรอนเข้าแบตเตอรี่เพื่อสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ได้ ดังรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.3.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) หรือ เครื่องปั่นไฟ คืออุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์นี้จะผลิตกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านไปสู่วงจรไฟฟ้าภายนอก โดยอาศัยหลักการที่หมุนขดลวดตัวนำให้ตัดกับสนามแม่เหล็กทำให้เกิดการเหนี่ยวนำเกิดเป็นแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำนั้นและจะถูกส่งผ่านคอมมิวเตเตอร์เพื่อนำไปแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง นำไปใช้งานกับโหลดได้ ซึ่งที่มาของพลังงานอาจจะเป็นลูกสูบหรือเครื่องยนต์ กังหันไอน้ำ แร่น้ำตกผ่านกังหันน้ำหรือลื่อน้ำ เครื่องยนต์สันดาปภายใน กังหันลม ขี่เหวี่ยงมือ หรือแหล่งพลังงานกลอื่นๆ ตัวอย่างดังรูปที่ 1.17

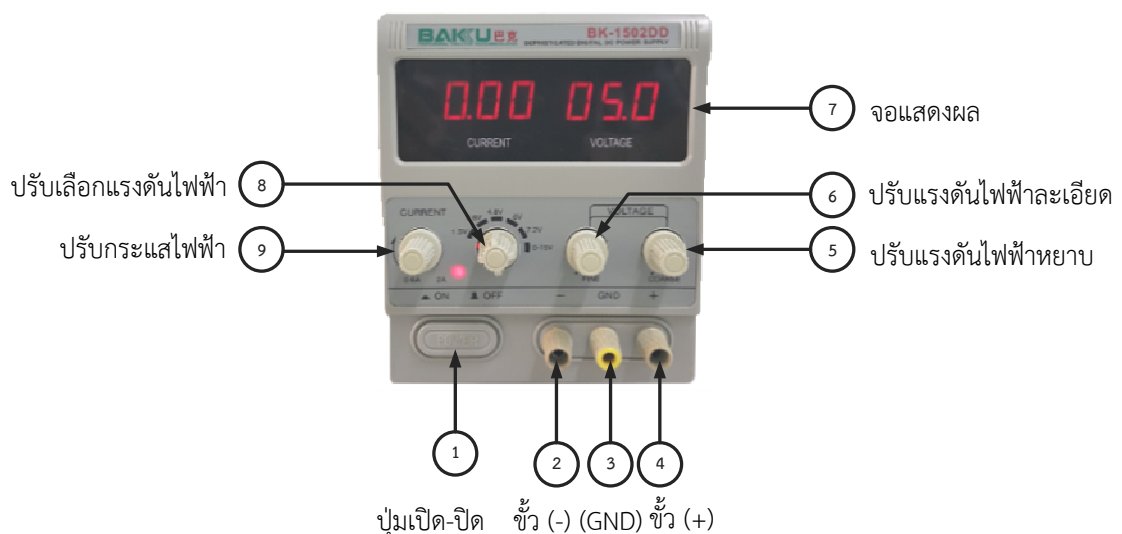
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 1.17 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ เครื่องปั่นไฟ

1.4.3.4 เพาเวอร์ซัพพลาย

พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) มีการทำงาน คือรับแรงดันไฟฟ้าจาก 220-240 โวลต์ โดยผ่านการควบคุมด้วยสวิตช์ เข้าสู่หน่วยการทำงานที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 300 โวลต์ โดยไม่ผ่านหม้อแปลงไฟ ระบบนี้เรียกว่า (Switching power supply) และมีทั้งชนิดที่ผ่านหม้อแปลงที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าสูงให้เป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำ โดยจะผ่านชุดอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งจะกำหนดแรงดันไฟฟ้าแบ่งให้เป็น 5 โวลต์ 12 โวลต์ หรือค่าอื่นๆ แล้วแต่การออกแบบจะนำไปใช้งาน ก่อนที่จะส่งไปยังสายไฟและจ่ายไปยังโหลดต่างๆ โดยความสามารถพิเศษของ Switching power supply ก็คือ มีชุด Switching ที่จะทำการตัดไฟเลี้ยงออกทันทีเมื่อมีโหลดตัวใดตัวหนึ่งชำรุดเสียหาย หรือมีการลัดวงจรเกิดขึ้น ตัวอย่างดังรูปที่ 1.18



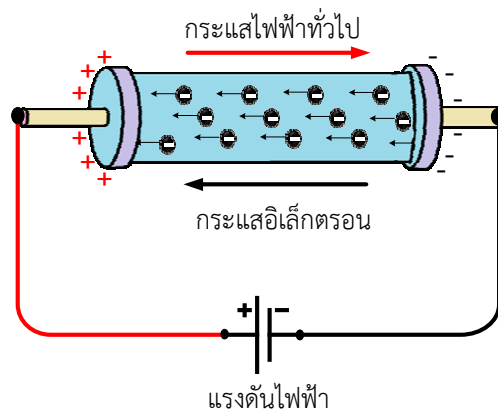
รูปที่ 1.18 พาวเวอร์ซัพพลายแบบปรับค่าได้ 0 – 15 โวลต์

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.5 กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า (Electric current) คือการไหลของ ประจุไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เกิดขึ้นจากการไหลของอิเล็กตรอน ผ่านวัสดุชนิดหนึ่งนั้นคือการถ่ายโอนประจุไฟฟ้า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ถ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า คืออยู่ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า ระหว่างสองบริเวณ เพราะฉะนั้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าแบบปิด ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน กระแสไฟฟ้าก่อให้เกิดผลหลายอย่าง เช่น ความร้อน (Joule heating) ซึ่งผลิต แสงสว่าง ในหลอดไฟ และยังก่อให้เกิด สนามแม่เหล็ก อีกด้วย ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายใน มอเตอร์, ตัวเหนี่ยวนำ, และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น กระแสไฟฟ้าหน่วยวัดในระบบ SI เป็น แอมแปร์ (A) กระแสไฟฟ้าสามารถวัดได้โดยใช้ แอมป์มิเตอร์

ทิศทางของกระแสไฟฟ้ามักมี 2 ทิศทาง คือ ทิศทางของกระแสอิเล็กตรอน เป็นการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า (ขั้วลบ) ผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง (ขั้วบวก) และทิศทางกระแสไฟฟ้าทั่วไป (กระแสนิยม หรือ กระแสสมมุติตามตำราหลายเล่มเรียกกัน) กำหนดให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า (ขั้วบวก) ผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ (ขั้วลบ) ดังรูปที่ 1.19 ทิศทางที่กำหนดเป็นมาตรฐานเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและง่ายต่อการคำนวณทางไฟฟ้าจะกำหนดใช้เป็นกระแสไฟฟ้าทั่วไป



รูปที่ 1.19 อิเล็กตรอนอิสระไหลจากด้านลบไปยังด้านบวก
เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าคร่อมวัสดุตัวนำ

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.5.1 แอมแปร์: หน่วยของกระแสไฟฟ้า

แอมแปร์ (Ampere: A) เป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้า Ampere ตั้งชื่อตามผู้ค้นพบ คือ Andre Marie Ampere เป็นนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ หมายถึง การไหลของประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ (C) เคลื่อนที่ผ่านจุดๆ หนึ่งในตัว ในเวลา 1 วินาที (s) ใช้สัญลักษณ์ “A” และกำหนดให้อักษรย่อของกระแสไฟฟ้าใช้เป็นตัว “I” ซึ่งเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 1.4

$$I = \frac{Q}{t} \tag{1-4}$$

หรือ 1 แอมแปร์ = 1 C/s

เมื่อ	I	แทน	กระแสไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น	แอมแปร์ (Ampere: A)
	Q	แทน	ประจุไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น	คูลอมบ์ (Coulomb: C)
	T	แทน	เวลา	มีหน่วยเป็น	วินาที (second: s)

ตัวอย่างที่ 1.9 คำนวณค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าไรเมื่อประจุไฟฟ้าจำนวน 20 คูลอมบ์ ไหลผ่านจุดๆ หนึ่ง ในสายทองแดง ในเวลา 5 วินาที

วิธีทำ

$$\begin{aligned} I &= \frac{Q}{t} \\ &= \frac{20\text{ C}}{5\text{ s}} \\ &= 4\text{ A} \end{aligned}$$

∴ กระแสไฟฟ้ามีค่า = 4 แอมแปร์

1.5.2 หน่วยของกระแสไฟฟ้า

ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดอาจมีค่าแตกต่างกันออกไป ในการคำนวณบางครั้งต้องแปลงหน่วย ซึ่งสามารถใช้ความสัมพันธ์ของหน่วยกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางที่ 1.5

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.5 แสดงหน่วยของกระแสไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นแอมแปร์ (A)
1 พิโกแอมแปร์	pA	$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$
1 นาโนแอมแปร์	nA	$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$
1 ไมโครแอมแปร์	μ A	$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$
1 มิลลิแอมแปร์	mA	$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$
1 แอมแปร์	A	$10^0 = 1$
1 กิโลแอมแปร์	kA	$10^3 = 1,000$
1 เมกะแอมแปร์	MA	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะแอมแปร์	GA	$10^9 = 1,000,000,000$
1 ทิราแอมแปร์	TA	$10^{12} = 1,000,000,000,000$

ที่มา : ชำรงค์ดี หมินก้าหริม, 2556 : 21

1.6 ความต้านทานไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าไหลในสาร อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านได้ไม่ทั้งหมดบางครั้งชนกับอะตอม การชนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไป การเคลื่อนที่จึงถูกจำกัดให้ผ่านได้ลดลง การจำกัดขึ้นกับชนิดของสาร คุณสมบัติของสารที่จำกัดการไหลของอิเล็กตรอน เรียกว่า ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance) อิเล็กตรอนสามารถไหลได้อย่างอิสระและง่ายดายผ่านสายทองแดง แต่ไม่สามารถไหลได้อย่างง่ายดายผ่านลวดเหล็ก ที่มีรูปร่างและขนาดเดียวกัน และที่สำคัญกระแสไม่สามารถไหลผ่าน ฉนวนได้ เช่น ยาง โดยไม่ต้องคำนึงถึงรูปร่างของมัน ความแตกต่างระหว่างทองแดง, เหล็ก, และยางจะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างโมเลกุลและรูปแบบการเรียงตัวของ อิเล็กตรอน ของสารนั้นๆ และความต้านทานไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ดังรูปที่ 1.20

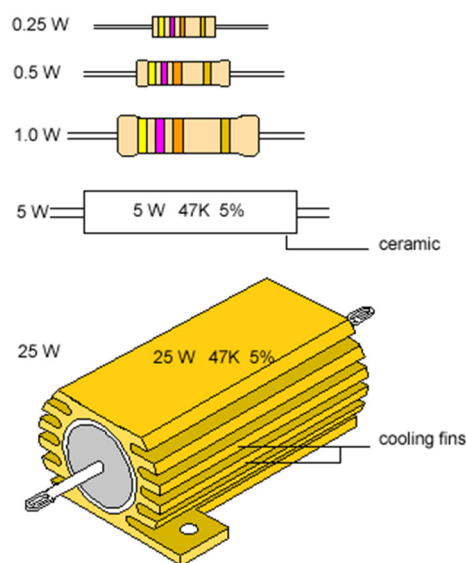


รูปที่ 1.20 สัญลักษณ์ ของความต้านทานไฟฟ้าหรือตัวต้านทาน

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
1.6.1 โอห์ม: หน่วยของความต้านทานไฟฟ้า ต้านทานไฟฟ้าในระบบหน่วย SI มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ohms) ใช้สัญลักษณ์เป็นอักษรกรีกเรียกว่า โอเมกา (Omega) เขียนแทนด้วย “Ω” และกำหนดให้อักษรย่อของความต้านทานไฟฟ้าใช้เป็นตัว “R” ค่าความต้านทานไฟฟ้า 1 โอห์ม หมายถึง ค่าความต้านทานไฟฟ้าของสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสารนั้นเท่ากับ 1 โวลต์ ในขณะที่ความนำไฟฟ้า (Conductance) สัญลักษณ์ “G” มีหน่วยเป็น ซีเมนส์ (S) จะบอกคุณสมบัติของสารว่าจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากน้อยเพียงใด สารที่มีความนำไฟฟ้าสูงกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ดีกว่าสารที่มีความนำไฟฟ้าต่ำ ซึ่งสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความนำไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้ดังสมการที่ 1.5 $G = \frac{1}{R} \text{ หรือ } R = \frac{1}{G} \quad (1-5)$ เมื่อ G แทน ความนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็น ซีเมนส์ (Siemens : S) R แทน ความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ohms : Ω) <u>ตัวอย่างที่ 1.10</u> ตัวต้านทานมีค่าความต้านทานไฟฟ้า 5.6 กิโลโอห์ม จะมีค่าความนำไฟฟ้าเท่าไร <u>วิธีทำ</u> $ \begin{aligned} G &= \frac{1}{R} \\ &= \frac{1}{5.6 \times 10^3 \Omega} \\ &= 0.18 \times 10^{-3} \text{ S} \\ &= 0.18 \text{ mS} \\ \therefore \text{ความนำไฟฟ้า} &= 0.18 \text{ มิลลิซีเมนส์} \end{aligned} $ 1.6.2 ตัวต้านทาน อุปกรณ์ที่สร้างมาเป็นพิเศษให้มีความสามารถในการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า เรียกว่า ตัวต้านทาน (Resistor) ชนิดของตัวต้านทานมีหลายชนิด หลายขนาดและหลายรูปแบบ โดยมากแล้วแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดค่าคงที่และชนิดที่เปลี่ยนแปลงค่าได้		

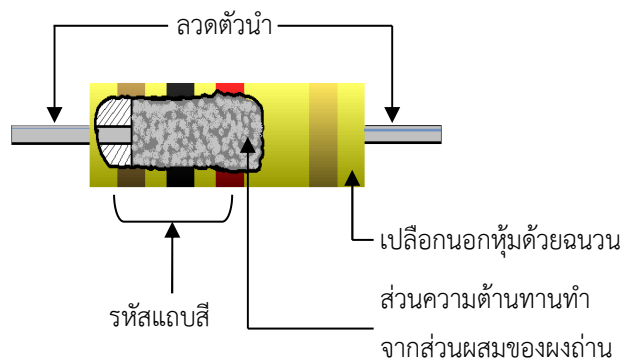
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.6.2.1 ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ (Fixed Resistor) มีหลายชนิด โครงสร้างออกแบบเปลี่ยนแปลงไปตามการนำไปใช้งานและสารที่ใช้ทำ มีขนาดอัตราทนกำลังที่แตกต่างกัน ค่าความต้านทานเท่ากันก็ได้ แล้วแต่การเลือกไปใช้งาน ถ้าเลือกตัวต้านทานที่มีอัตราทนกำลังต่ำไปใช้กับงานที่มีกระแสไฟฟ้าสูงผลที่เกิดขึ้นคือตัวต้านทานจะทนกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไม่ได้ทำให้เกิดความร้อนและไหม้ชำรุดเสียหายได้ ขนาดอัตราทนกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานแสดงดังรูปที่ 1.21



รูปที่ 1.21 ขนาดอัตราทนกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานชนิดค่าคงที่
ที่มา: <http://electroshop.pbdp.co AA.html>

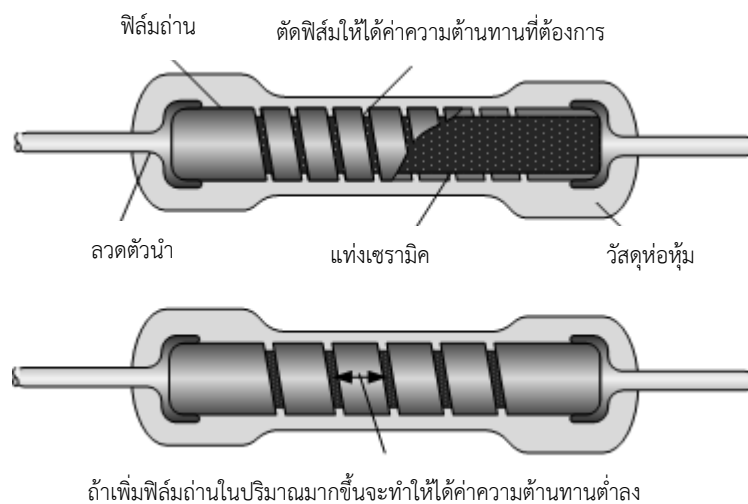
1) ตัวต้านทานแบบถ่าน (Carbon-composition Resistor) ส่วนที่ให้ความต้านทานทำมาจากสารผสมของผงถ่านหรือกราฟต์กับผงฝุ่นของสารที่เป็นฉนวนแล้วอัดเป็นแท่ง ตัวต้านทานแบบนี้นิยมใช้มากที่สุดในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างดังรูปที่ 1.22



รูปที่ 1.22 รูปโครงสร้างภายในตัวต้านทานแบบถ่าน

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

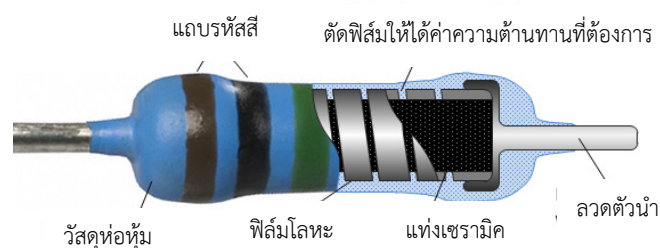
2) ตัวต้านทานแบบฟิล์ม (Film type Resistor) ตัวต้านทานแบบนี้อาจเป็นแบบถ่าน (ฟิล์มถ่าน) หรือนิกเกิลโครเมียม (ฟิล์มโลหะ) ตัวต้านทานแบบฟิล์มถ่านทำโดยการฉาบผงถ่านลงบนแท่งเซรามิกซึ่งเป็นฉนวน หลังจากทำการเคลือบแล้วจะตัดฟิล์มเป็นวงแหวนเหมือนเกลียวน็อต ในกรณีที่เคลือบฟิล์มถ่านในปริมาณน้อยจะทำให้ได้ค่าความต้านทานสูง แต่ถ้าเพิ่มฟิล์มถ่านในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ได้ค่าความต้านทานต่ำ ตัวต้านทานแบบฟิล์มถ่านมีค่าความผิดพลาด บวกลบ 5% ถึง บวกลบ 20% ทนกำลังวัตต์ตั้งแต่ 1/8 วัตต์ ถึง 2 วัตต์ มีค่าความต้านทานตั้งแต่ 1 ถึง 100M ดังรูปที่ 1.23



รูปที่ 1.23 รูปโครงสร้างภายในตัวต้านทานแบบฟิล์มถ่าน

ที่มา: <http://www.resistorguide.com/carbon-film-resistor/>

ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะทำมาจากแผ่นฟิล์มบางของแก้วและโลหะหลอมเข้าด้วยกันแล้วนำไปเคลือบที่เซรามิก ทำเป็นรูปทรงกระบอก แล้วตัดแผ่นฟิล์มที่เคลือบออกให้ได้ค่าความต้านทานตามที่ต้องการ ขั้นตอนสุดท้ายจะทำการเคลือบด้วยสารอีพ็อกซี (Epoxy) ตัวต้านทานชนิดนี้มีค่าความผิดพลาดบวกลบ 0.1% ถึงประมาณบวกลบ 2% ซึ่งถือว่ามีความผิดพลาดน้อยมาก นอกจากนี้ยังทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากภายนอกได้ดี สัญญาณรบกวนน้อยเมื่อเทียบกับตัวต้านทานชนิดอื่น ๆ ดังรูปที่ 1.24



รูปที่ 1.24 รูปโครงสร้างภายในตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ

ที่มา: http://www.resistorguide.com/materials/metal-film/metal_film_resistor_schematic/

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

3) ตัวต้านทานแบบไวร์ววด (Wire Wound Resistor) มีโครงสร้างพันด้วยลวดพันรอบแท่งฉนวน ใช้กับงานที่ต้องทนกระแสได้สูงๆ จึงมีอัตราทนกำลังไฟฟ้าสูง ความยาวของลวดและความต้านทานจำเพาะจะเป็นตัวกำหนดค่าความต้านทาน ตัวอย่างดังรูปที่ 1.25



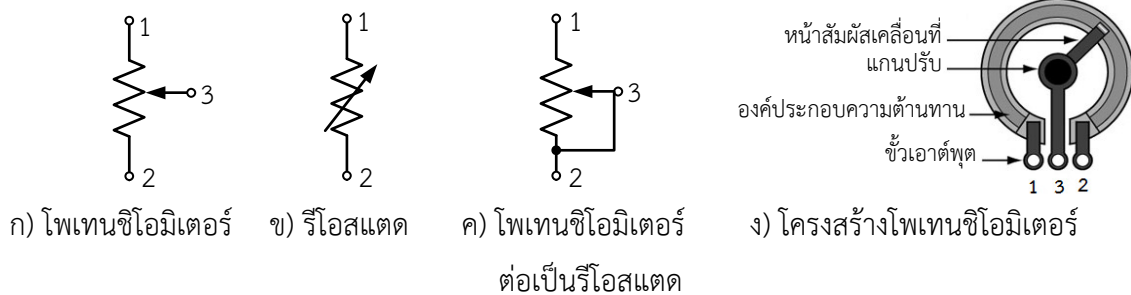
ที่มา: http://www.learnabout-electronics.org/Resistors/resistors_08.php



ที่มา: <https://www.electrical4u.com/types-of-resistor-carbon-composition-and-wire-wound-resistor/>

รูปที่ 1.25 ตัวอย่างตัวต้านทานแบบไวร์ววด

1.6.2.2 ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้ (Variable Resistors) ตัวต้านทานนี้ผลิตมาเพื่อให้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ด้วยมือ หรือเปลี่ยนได้อัตโนมัติการนำไปใช้งานมี 2 รูปแบบ คือ ควบคุมกระแสไฟฟ้าและแบ่งแรงดันไฟฟ้า ถ้าใช้ควบคุมกระแสเรียกว่า รีโอสแตต (Rheostat) ถ้าใช้แบ่งแรงดันไฟฟ้า เรียกว่า โปเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) มีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 1.26



รูปที่ 1.26 สัญลักษณ์ของโปเทนชิโอมิเตอร์ รีโอสแตต และโครงสร้างโปเทนชิโอมิเตอร์

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

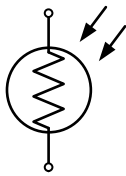
1) ตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าด้วยมือ โพลเทนซิโอมิเตอร์ รีโอสแตด สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานด้วยการปรับด้วยมือ มีทั้งที่เปลี่ยนค่าแบบเชิงเส้น และไม่เป็นแบบเชิงเส้น รีโอสแตดใช้กับงานที่ต้องใช้กระแสสูงๆ โพลเทนซิโอมิเตอร์ ใช้ควบคุมการแบ่งแรงดันไฟฟ้า มักจะใช้กับงานที่มีกระแสไฟฟ้าน้อยๆ ทั้ง 2 ชนิดมีส่วนประกอบ ลักษณะการใช้งานคล้ายกัน ตัวอย่างโพลเทนซิโอมิเตอร์ดังรูปที่ 1.27



รูปที่ 1.27 ชนิดของโพลเทนซิโอมิเตอร์
ที่มา: <http://www.servoinstrument.com/>

2) ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้อัตโนมัติ ตัวต้านทานที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ ตัว LDR (Light Dependent Resistor) ว่าที่จริงแล้วมีเรียกกันอีกหลายชื่อ เช่น โฟโตคอนดักทีฟ-เซลล์ (photoconductive cell) หรือ ตัวต้านทานไวแสง (LSR - light sensitive resistor) ส่วนใหญ่จะ ทำ ด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือไมกซ์แคดเมียมซีไนไนด์ (CdSe) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภท กึ่ง ตัวนำ เอา มาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อ ขาจากสารที่ฉาบ ไว้ออกมา จะเปลี่ยนแปลง ค่าความต้านทานอัตโนมัติตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบ ถ้าแสงสว่างมากค่าความต้านทานจะลดลง ถ้า แสงน้อยค่าจะเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 1.28

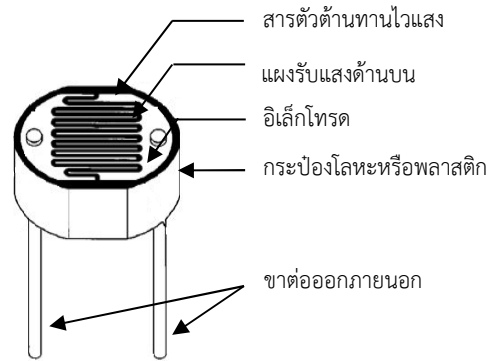
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง



ก) สัญลักษณ์ ตัว LDR



ข) ตัว LDR



ค) ส่วนประกอบของตัว LDR

รูปที่ 1.28 ตัว LDR และส่วนประกอบ

ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้อัตโนมัติอีกชนิดคือเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) จะทำงานโดยอาศัยอุณหภูมิโดยรอบตัวที่เปลี่ยนแปลงไป ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าความต้านทานสูงขึ้นตามไปด้วย มีรูปแบบหลากหลายดังรูปที่ 1.29



ก) สัญลักษณ์ ตัวเทอร์มิสเตอร์



ข) ตัวเทอร์มิสเตอร์

รูปที่ 1.29 เทอร์มิสเตอร์แบบต่างๆ

ที่มา: <http://www.vtsensor.com/prolist/14.html>

1.6.3 ความสัมพันธ์หน่วยของความต้านทาน

ขนาดของความต้านไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอาจมีค่าแตกต่างกันออกไป ในการคำนวณบางครั้งต้องแปลงหน่วย ซึ่งสามารถใช้ความสัมพันธ์ของหน่วยความต้านทานไฟฟ้าได้ตามตารางที่ 1.6

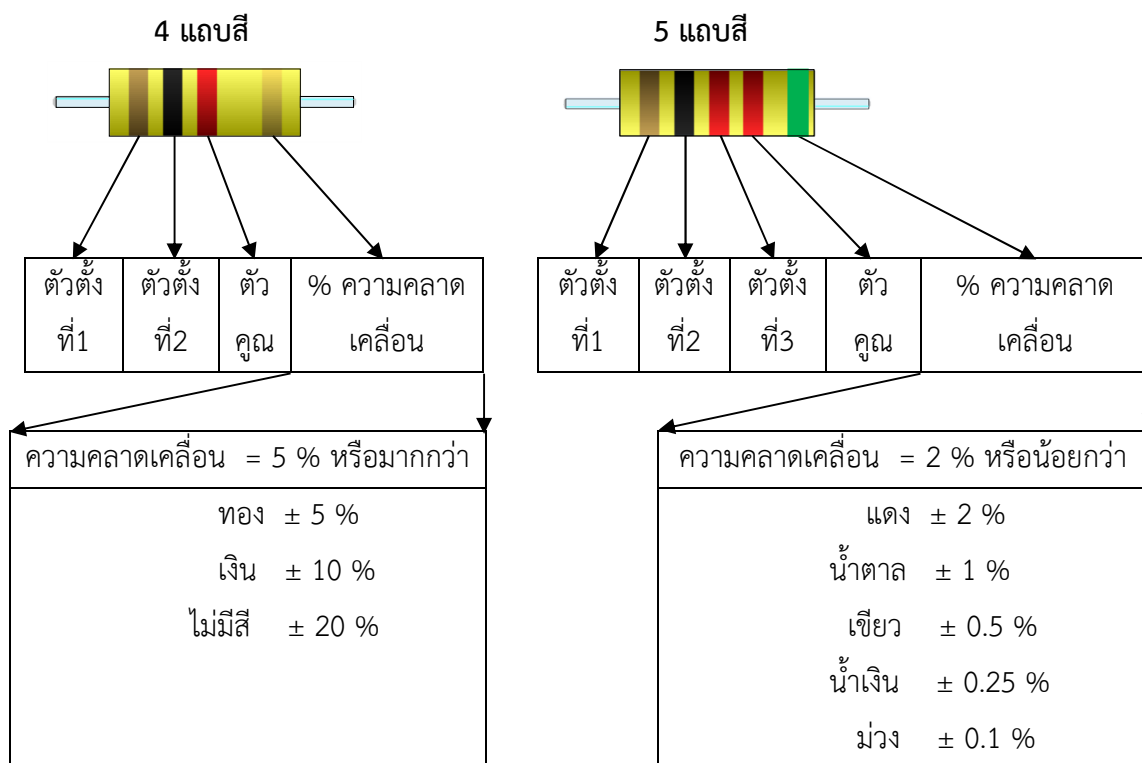
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.6 แสดงหน่วยของความต้านทานไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นโอห์ม (Ω)
1 มิลลิโอห์ม	$m\Omega$	$10^{-3} = \frac{1}{1,000} = 0.001$
1 โอห์ม	Ω	$10^0 = 1$
1 กิโลโอห์ม	$k\Omega$	$10^3 = 1,000$
1 เมกะโอห์ม	$M\Omega$	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะโอห์ม	$G\Omega$	$10^9 = 1,000,000,000$

ที่มา : ตำราศักดิ์ หมินกำหริ่ม, 2556 : 26

1.6.4 การอ่านค่ารหัสแถบสีของตัวต้านทาน



รูปที่ 1.30 รหัสแถบสีของตัวต้านทาน

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

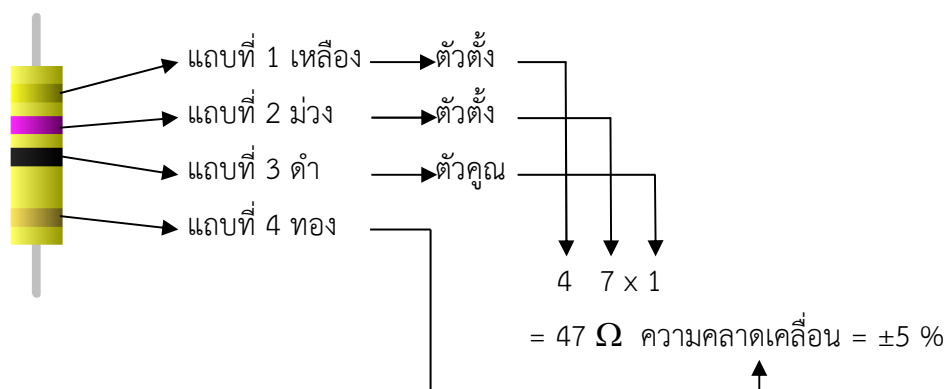
ตารางที่ 1.7 แสดงค่าของ แถบสี ตัวตั้ง และตัวคูณของค่าแถบสีของตัวต้านทาน

แถบสี	ตัวตั้ง	ตัวคูณ	จำนวนเลขศูนย์	หน่วยตัวคูณ
ดำ	0	1	-	1
น้ำตาล	1	10	1	10
แดง	2	100	2	100
ส้ม	3	1,000	3	1 k
เหลือง	4	10,000	4	10 k
เขียว	5	100,000	5	100 k
น้ำเงิน	6	1,000,000	6	1 M
ม่วง	7	10,000,000	7	10 M
เทา	8	-	-	
ขาว	9	-	-	
เงิน	-	10^{-2} หรือ 0.01	-	1/100
ทอง	-	10^{-1} หรือ 0.1	-	1/10

ที่มา : อารังศักดิ์ หมินก้าหริม, 2556 : 27

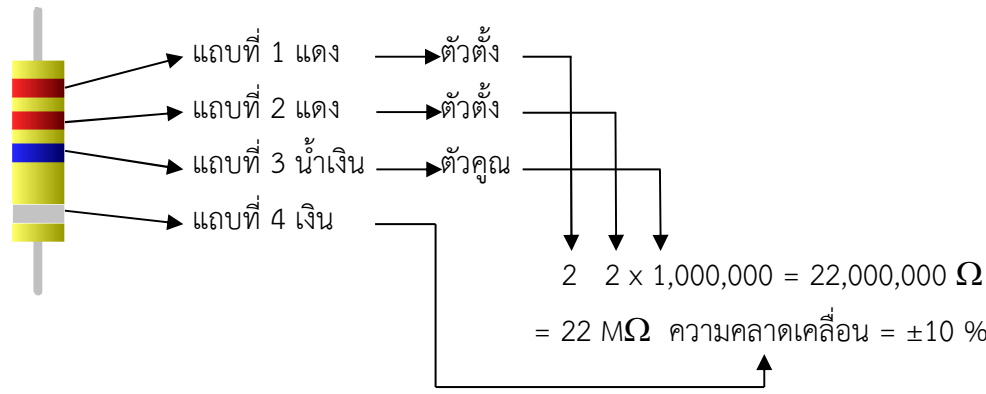
ตัวอย่างที่ 1.11 จากรูป แสดงวิธีอ่านค่าแถบสีของตัวต้านทาน

ก)



	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

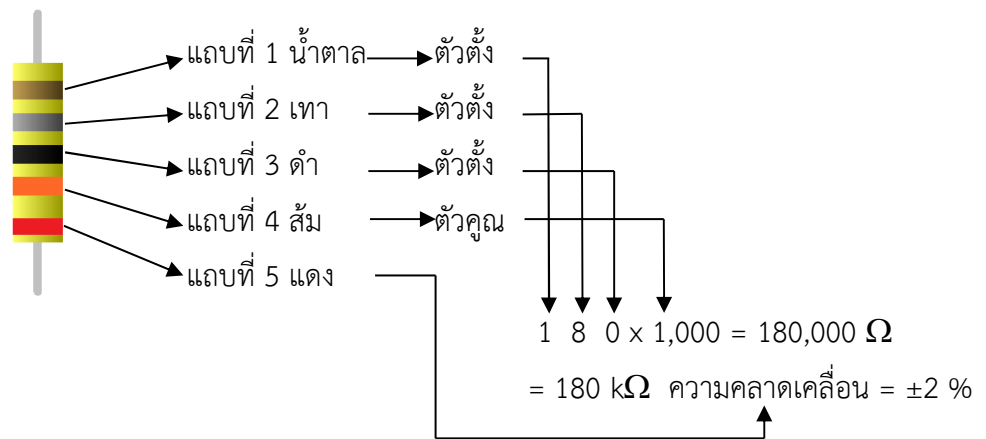
ข)



แฉกที่ 1 แดง → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 2 แดง → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 3 น้ำเงิน → ตัวคูณ
 แฉกที่ 4 เงิน → ตัวคูณ

$2 \ 2 \times 1,000,000 = 22,000,000 \ \Omega$
 $= 22 \text{ M}\Omega$ ความคลาดเคลื่อน = $\pm 10 \%$

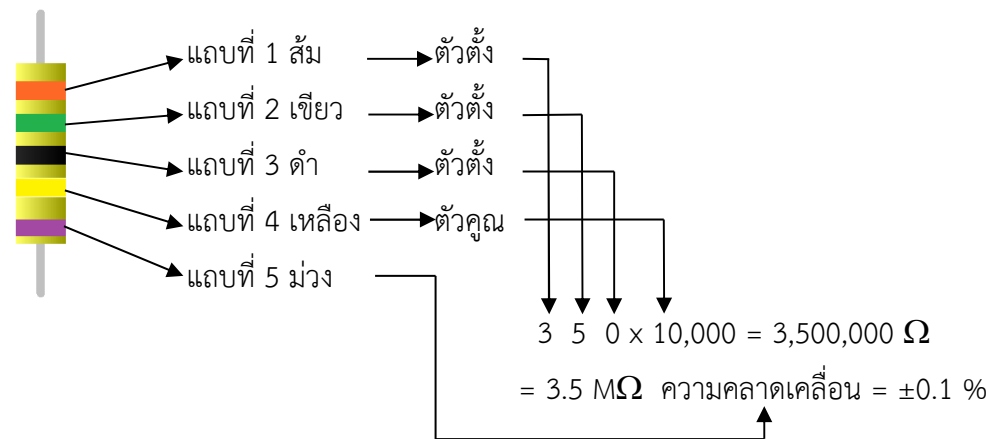
ค)



แฉกที่ 1 น้ำตาล → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 2 เทา → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 3 ดำ → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 4 ส้ม → ตัวคูณ
 แฉกที่ 5 แดง → ตัวคูณ

$1 \ 8 \ 0 \times 1,000 = 180,000 \ \Omega$
 $= 180 \text{ k}\Omega$ ความคลาดเคลื่อน = $\pm 2 \%$

ง)



แฉกที่ 1 ส้ม → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 2 เขียว → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 3 ดำ → ตัวตั้ง
 แฉกที่ 4 เหลือง → ตัวคูณ
 แฉกที่ 5 ม่วง → ตัวคูณ

$3 \ 5 \ 0 \times 10,000 = 3,500,000 \ \Omega$
 $= 3.5 \text{ M}\Omega$ ความคลาดเคลื่อน = $\pm 0.1 \%$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ข้อสังเกต การวางตัวต้านทานเพื่อทำการอ่านค่าต้องให้แถบสุดท้ายตรงที่เป็นค่าของความคลาดเคลื่อนนั้น แถบสีจะอยู่ห่างจากแถบอื่นๆ ให้วางหันไปทางขวามือ ทั้งแบบ 4 แถบสี และ 5 แถบสี ก็เช่นกัน และสีต้องเป็นสีของความคลาดเคลื่อนตามรูปที่ 1.31

1.6.5 การอ่านรหัสตัวเลข ตัวอักษรของตัวต้านทาน

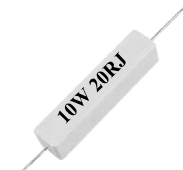
รหัสตัวเลข ตัวอักษรที่พิมพ์ติดไว้ที่ตัวต้านทานเพื่อบอกค่าความต้านทานไฟฟ้า วิธีการอ่านมี 2 วิธี ดังนี้

1.6.5.1 การอ่านค่าโดยตรง อ่านตัวเลข ตัวอักษรที่พิมพ์ติดไว้ได้เลย ซึ่งจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าความคลาดเคลื่อน ในส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนจะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

F	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 1 \%$
G	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 2 \%$
J	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 5 \%$
K	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 10 \%$
L	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 15 \%$
M	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 20 \%$

อาจจะมีตัวอักษรตัว R,K และ Ω อยู่ในกลุ่มตัวเลข ถ้ามีตัวอักษรนี้อยู่ค่าความต้านทานที่อ่านได้จะมีจุดทศนิยม เช่น $56KJ = 56 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$, $3K5J = 3.5 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$, $3\Omega 9M = 3.9 \Omega \pm 20 \%$ เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1.12 จากรูป อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากตัวต้านทานต่อไปนี้

ก) 	ค่าความต้านทานได้ = 20Ω อัตราทนกำลังไฟฟ้า = 10 W ความคลาดเคลื่อน = $\pm 5 \%$
ข) 	ค่าความต้านทานได้ = 0.22Ω อัตราทนกำลังไฟฟ้า = 5 W ความคลาดเคลื่อน = $\pm 10 \%$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

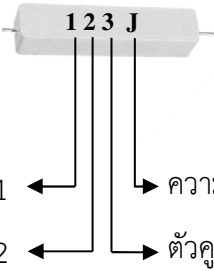
ค) 	ค่าความต้านทานได้ = 2.2Ω อัตราทนกำลังไฟฟ้า = 3 W ความคลาดเคลื่อน = $\pm 15 \%$
ง) 	ค่าความต้านทานได้ = $4.7 \text{ k}\Omega$ อัตราทนกำลังไฟฟ้า = 4 W ความคลาดเคลื่อน = $\pm 1 \%$
จ) 	ค่าความต้านทานได้ = 120Ω ความคลาดเคลื่อน = $\pm 5 \%$

1.6.5.2 การอ่านค่าจากรหัสตัวเลข ตัวอักษร

แบบที่เป็นตัวเลขทั้งหมด จะพบมากที่สุด มี 2 แบบ คือ แบบตัวเลข 3 หลัก และแบบตัวเลข 4 หลัก หลักการอ่านค่าเบื้องต้น สำหรับแบบตัวเลข 3 หลักและแบบตัวเลข 4 หลักคือ

1. ตัวเลขหลักสุดท้าย จะบอกจำนวนเลขศูนย์ที่ต่อท้าย หรือ ตัวคูณ 10 ยกกำลังแบบเดียวกับการอ่านรหัสสี แต่การอ่านค่าแบบนี้จะบอกเป็นตัวเลขมาให้ ไม่ต้องแปลความหมายอีก
2. ตัวเลขข้างหน้าที่เหลือ 2 หรือ 3 หลักก็เอามาเรียงต่อกันเหมือนแถบสีนำมาเป็นตัวตั้ง มีข้อยกเว้นอยู่ว่า กรณีที่ตัวต้านทาน ตัวนั้นมีค่าน้อยกว่า 10 โอห์มจะไม่มีตัวคูณ แต่จะใช้ตัวอักษร R เข้ามาปนด้วยและจะเปลี่ยนวิธีการอ่านใหม่โดยอ่านเรียงตัวเลขทั้งหมดตรงตัว R ให้แทนด้วยจุดหรืออ่านว่า จุด แทน นั่นคือ ตัวเลขก่อนตัวอักษร R เป็นเลขหน้าจุดทศนิยม ตัวเลขหลังตัวอักษร R เป็นตัวเลขหลังจุดทศนิยม

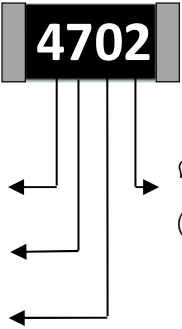
การอ่านแบบเลข 3 หลัก



ตัวตั้งที่ 1 ←
ตัวตั้งที่ 2 ←

← ความคลาดเคลื่อน
← ตัวคูณ (จำนวนของศูนย์)

การอ่านแบบเลข 4 หลัก



← ตัวตั้งที่ 1
← ตัวตั้งที่ 2
← ตัวตั้งที่ 3

← ตัวคูณ (จำนวนของศูนย์)

รูปที่ 1.31 การอ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลข ตัวอักษร

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 1.13 จากรูป อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากตัวต้านทานต่อไปนี้

ก)		68 เป็นตัวตั้ง, 0 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย ศูนย์ตัวคือ 68_ โอห์ม หรือ $68 \times 10^0 = 68$ โอห์ม ความคลาดเคลื่อน = $\pm 1\%$
ข)	Trimpot Potentiometer 	10 เป็นตัวตั้ง, 3 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย 3 ตัวคือ 10 000 โอห์ม หรือ $10 \times 10^3 = 10,000$ โอห์ม ดังนั้นค่าคือ 10 กิโลโอห์ม ($1\text{ k}\Omega$)
ค)	SMD Resistor 	10 เป็นตัวตั้ง, 2 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย 2 ตัวคือ 10 00 โอห์ม หรือ $10 \times 10^2 = 1,000$ โอห์ม ดังนั้นค่าคือ 1 กิโลโอห์ม ($1\text{ k}\Omega$)
ง)		R คือ จุด ก็อ่านเรียงไปเป็น 3 จุด 3 ดังนั้นค่าคือ 3.3 โอห์ม
จ)		R คือ จุด ก็อ่านเรียงไปเป็น จุด 47 ดังนั้นค่าคือ 0.47 โอห์ม ความคลาดเคลื่อน = $\pm 1\%$

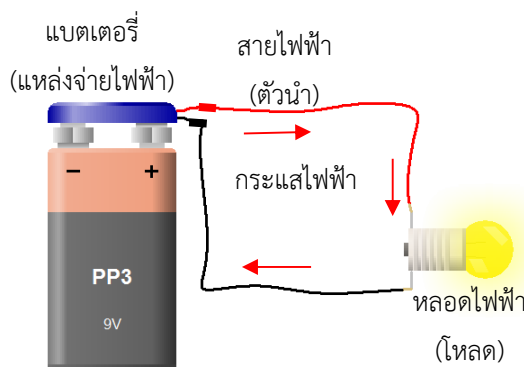
ตัวอย่างที่ 1.14 จากรูป อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากตัวต้านทานต่อไปนี้

ก)	SMD Resistor 	470 เป็นตัวตั้ง, 2 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย 2 ตัวคือ 47000 หรือ $470 \times 10^2 = 47,000$ โอห์ม ดังนั้นค่าคือ 47 กิโลโอห์ม ($47\text{ k}\Omega$)
ข)	SMD Resistor 	R คือ จุด ก็อ่านเรียงไปเป็น 0 จุด 10 ดังนั้นค่าคือ 0.1 โอห์ม

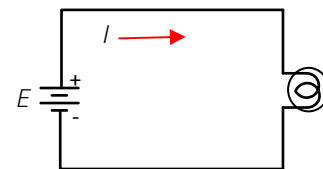
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

วงจรไฟฟ้าประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า และภาระทางไฟฟ้า หรือที่เรียกกันว่า “โหลด” ซึ่งหมายถึง เครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆ ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบอื่น เช่น เตาไรต์เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน หลอดไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง เป็นต้น วงจรไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 1.32



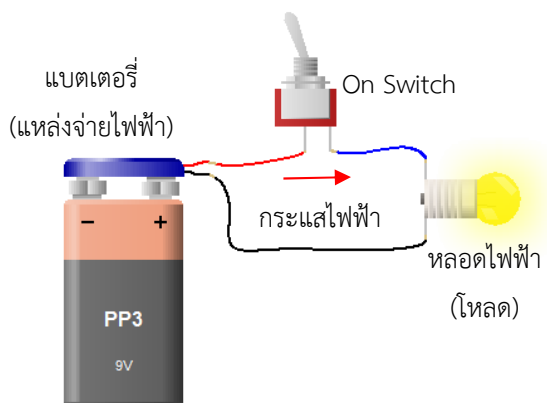
ก) ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า



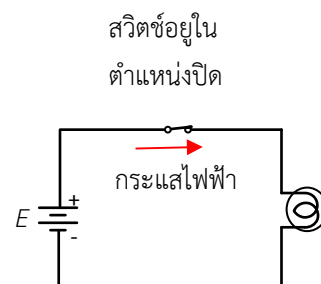
ข) วงจรไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

รูปที่ 1.32 วงจรไฟฟ้า

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1.32 ถ้ามีตัวควบคุมการทำงานเพิ่มเติม (สวิตช์) ก็สามารถควบคุมการทำงานของวงจรไฟฟ้าได้ ถ้าเปิดสวิตช์ (On Switch) กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้ทำให้โหลดทำงานได้ ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรปิด” (Closed Circuit) แต่ถ้าปิดสวิตช์ (Off Switch) กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลในวงจรได้ทำให้โหลดไม่ทำงานได้ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรเปิด” (Open Circuit) ดังรูปที่ 1.33



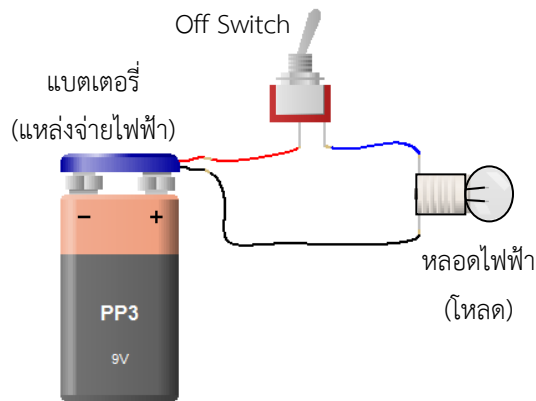
ก) ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าปิด



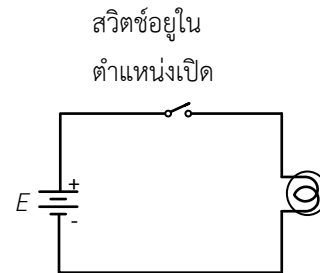
ข) วงจรไฟฟ้าปิดแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

(ก) วงจรปิด มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง



ก) ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าเปิด



ข) วงจรไฟฟ้าเปิดแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

(ข) วงจรเปิด ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

รูปที่ 1.33 วงจรปิดและวงจรเปิด

1.8 การวัดทางไฟฟ้า

การวัดทางไฟฟ้าจะทำการวัดเพื่อให้ทราบค่าปริมาณ จึงต้องใช้เครื่องทางการวัดที่มีมาตรฐานและเชื่อถือได้ มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่เป็นพื้นฐานในการวัด สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้ มัลติมิเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปมี 2 แบบ คือ มัลติมิเตอร์แบบแอนะล็อก (Analog Multimeter) เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลของการวัด ผ่านเข็มชี้บนสเกลหน้าปัดของเครื่องวัดไฟฟ้า และมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeter) เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลของการวัดเป็นตัวเลข แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 1.34



ก) มัลติมิเตอร์แบบแอนะล็อก



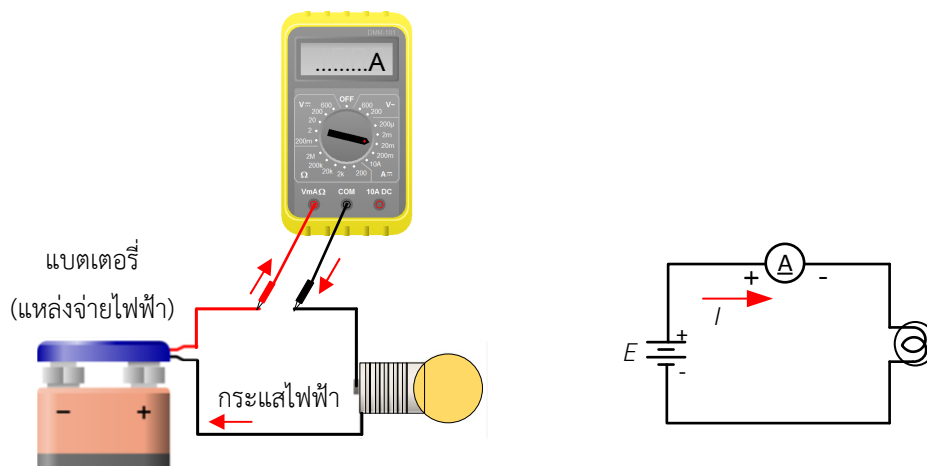
ข) มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล

รูปที่ 1.34 มัลติมิเตอร์

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.8.1 การวัดกระแสไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าเรียกว่า แอมมิเตอร์ (Ampere meter) ตัวอย่างการวัด นำปลายสายวัดสีแดง (+) ของแอมมิเตอร์ต่อกับขั้วบวก (+) ของแบตเตอรี่ และนำปลายสายวัดสีดำ (-) ของแอมมิเตอร์ต่อกับขั้วหลอดไฟฟ้าขนาดเล็ก และต่ออีกขั้วของหลอดไฟเข้ากับขั้วลบ (-) ของแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 1.35



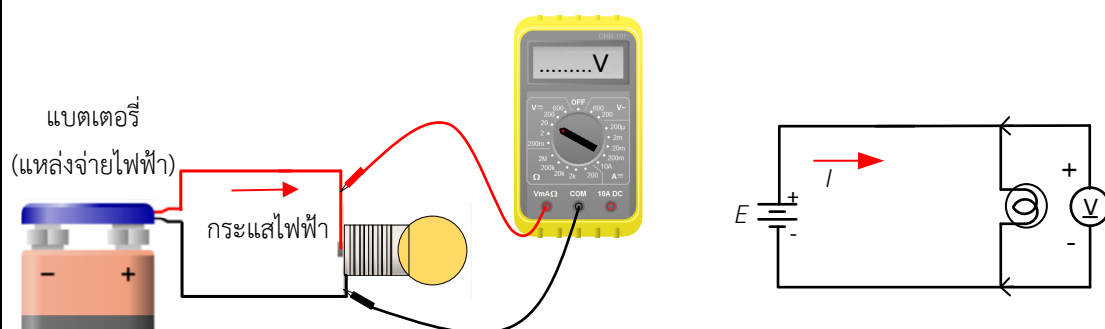
ก) การวัดกระแสไฟฟ้าแสดงภาพเสมือน

ข) การวัดกระแสไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

รูปที่ 1.35 การวัดกระแสไฟฟ้า

1.8.2 การวัดแรงดันไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าเรียกว่า โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) ตัวอย่างการวัด ทำการต่อหลอดไฟฟ้าขนาดเล็กเข้ากับแบตเตอรี่ และวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมหลอดไฟฟ้า โดยต่อโวลต์มิเตอร์ขนานกับหลอดไฟฟ้า ปลายสายวัดสีแดง (+) ของโวลต์มิเตอร์ต่อกับขั้วบวก (+) ของแบตเตอรี่ และปลายสายวัดสีดำ (-) ของโวลต์มิเตอร์ต่อกับขั้วลบ (-) ของแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 1.36



ก) การวัดแรงดันไฟฟ้าแสดงภาพเสมือน

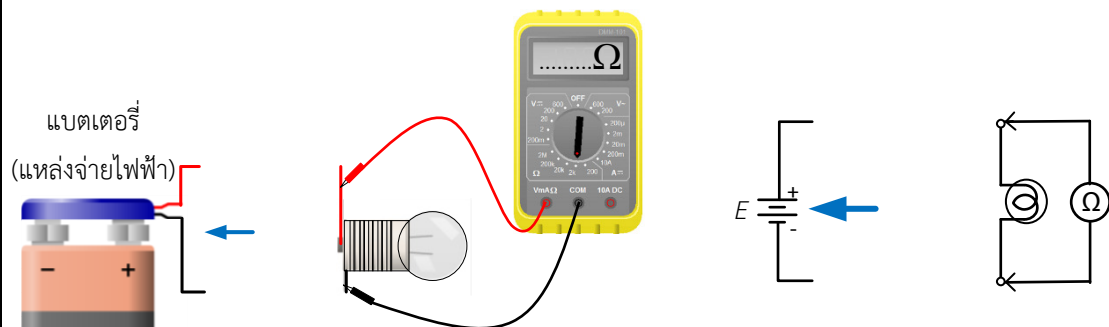
ข) การวัดแรงดันไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

รูปที่ 1.36 การวัดแรงดันไฟฟ้า

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.8.3 การวัดความต้านทานต้นไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความต้านทานไฟฟ้าเรียกว่า โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) ตัวอย่างการวัด ต้องวัดคร่อมหลอดไฟ ข้อควรระวังคือต้องถอดหลอดไฟออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือต้องไม่มีกระแสไหลผ่านหลอดนั้นและไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกขั้วลบขณะทำการวัด ดังรูปที่ 1.37



ก) การวัดความต้านทานไฟฟ้าแสดงภาพเสมือน ข) การวัดความต้านทานไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์
รูปที่ 1.37 การวัดความต้านทานไฟฟ้า

สรุป

หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
ความต้านทานไฟฟ้า	R	โอห์ม	Ω
ความจุไฟฟ้า	Q	ฟารัด	F
แรงดันไฟฟ้า	V	โวลต์	V
กำลังไฟฟ้า	P	วัตต์	W
พลังงาน	W	จูล	J
ความนำไฟฟ้า	G	ซีเมนซ์	S
ประจุไฟฟ้า	Q	คูลอมบ์	C

	ใบเนื้อหา																																								
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1																																							
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง																																							
ชื่อนำหน้าหน่วย <table> <tr> <th>ชื่อ</th><th>สัญลักษณ์</th><th>เลขยกกำลัง</th></tr> <tr> <td>เทรา (tera)</td><td>T</td><td>10^{12}</td></tr> <tr> <td>จิกะ (giga)</td><td>G</td><td>10^9</td></tr> <tr> <td>เมกะ (mega)</td><td>M</td><td>10^6</td></tr> <tr> <td>กิโล (Kilo)</td><td>k</td><td>10^3</td></tr> <tr> <td>หน่วย (unit)</td><td>-</td><td>10^0</td></tr> <tr> <td>เซนติ (centi)</td><td>c</td><td>10^{-2}</td></tr> <tr> <td>มิลลิ (mili)</td><td>m</td><td>10^{-3}</td></tr> <tr> <td>ไมโคร (micro)</td><td>μ</td><td>10^{-6}</td></tr> <tr> <td>นาโน (nano)</td><td>n</td><td>10^{-9}</td></tr> <tr> <td>พิโก (pico)</td><td>p</td><td>10^{-12}</td></tr> <tr> <td>เฟมโต (femto)</td><td>f</td><td>10^{-15}</td></tr> <tr> <td>แอตโต (atto)</td><td>a</td><td>10^{-18}</td></tr> </table> อะตอม (Atom) คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่สามารถแตกออกมาได้ ประกอบด้วยส่วนของนิวเคลียส (Nucleus) อยู่ตรงศูนย์กลาง ล้อมรอบด้วยอิเล็กตรอน (Electron) ที่มีประจุลบ นิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอน (Proton) ที่มีประจุบวกกับนิวตรอน (Neutron) ซึ่งเป็นกลาง อะตอมที่มีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากันจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ บวก และ ลบ ประจุเหมือนกันจะมีแรงผลักกัน ประจุต่างกันจะมีแรงดึงดูดกัน แรงที่เกิดขึ้นระหว่างประจุไฟฟ้า เรียกแรงนี้ว่า สนามไฟฟ้า ประจุไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (Coulomb : C) ในระบบหน่วย SI สัญลักษณ์เป็น “Q” แรงดันไฟฟ้า คือแรงที่มากกระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้เกิดการไหล หน่วยของแรงดันไฟฟ้า, ความต่างศักย์ไฟฟ้า หรือแรงขับเคลื่อนทางไฟฟ้า มีหน่วยเดียวกัน คือ โวลต์ (Voltage ซึ่งแทนด้วย V) แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ คือ แรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ไหลผ่านเข้าไปในความต้านทาน 1 โอห์ม แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้า คือแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อใช้ป้อนให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานไปในรูปต่างๆ เช่น พลังงานกล พลังงานความร้อน พลังงานแสง เป็นต้น แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้อยู่ทั่วไปได้แก่ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเพาเวอร์ซัพพลาย			ชื่อ	สัญลักษณ์	เลขยกกำลัง	เทรา (tera)	T	10^{12}	จิกะ (giga)	G	10^9	เมกะ (mega)	M	10^6	กิโล (Kilo)	k	10^3	หน่วย (unit)	-	10^0	เซนติ (centi)	c	10^{-2}	มิลลิ (mili)	m	10^{-3}	ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}	นาโน (nano)	n	10^{-9}	พิโก (pico)	p	10^{-12}	เฟมโต (femto)	f	10^{-15}	แอตโต (atto)	a	10^{-18}
ชื่อ	สัญลักษณ์	เลขยกกำลัง																																							
เทรา (tera)	T	10^{12}																																							
จิกะ (giga)	G	10^9																																							
เมกะ (mega)	M	10^6																																							
กิโล (Kilo)	k	10^3																																							
หน่วย (unit)	-	10^0																																							
เซนติ (centi)	c	10^{-2}																																							
มิลลิ (mili)	m	10^{-3}																																							
ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}																																							
นาโน (nano)	n	10^{-9}																																							
พิโก (pico)	p	10^{-12}																																							
เฟมโต (femto)	f	10^{-15}																																							
แอตโต (atto)	a	10^{-18}																																							

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

เซลล์ไฟฟ้า เกิดจากปฏิกิริยาเคมี แบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เซลล์กัลวานิก และเซลล์อิเล็กโทรไลต์ เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) หรือเซลล์โวลตาอิก (Voltaic Cell) เป็นเซลล์ที่สามารถผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยปฏิกิริยารีดอกซ์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

เซลล์ปฐมภูมิ คือ เซลล์ไฟฟ้าที่เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะลดลง จนไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) คือ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นแล้วต้องนำไปประจุไฟหรือชาร์จไฟ (Charge) เสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้ และเมื่อใช้ไฟหมดแล้วสามารถทำให้ศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ โดยการนำไปชาร์จใหม่ และสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) ทำจากซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโด๊ป ได้เป็นเอ็นไทป์ (n-type) จะเป็นขั้วลบ และพีไทป์ (p-type) จะเป็นขั้วบวก มีส่วนที่เป็นจังก์ชันอยู่ระหว่างกลาง เมื่อมีแสงมาตกกระทบ จะทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนเกิดขึ้นได้ การไหลของอิเล็กตรอนนี้ เรียกว่ากระแสไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) หรือ เครื่องปั่นไฟ คืออุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) มีการทำงาน คือรับแรงดันไฟฟ้าจาก 220-240 โวลต์ โดยผ่านการควบคุมด้วยสวิตช์ เข้าสู่หน่วยการทำงานที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันต่ำ

กระแสไฟฟ้า (Electric current) คือการไหลของ ประจุไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการไหลของอิเล็กตรอน มีหน่วยวัด SI เป็น แอมแปร์ (A) กระแสไฟฟ้าสามารถวัดได้โดยใช้แอมป์มิเตอร์

ทิศทางของกระแสไฟฟ้ามี 2 ทิศทาง คือ ทิศทางของกระแสอิเล็กตรอน เป็นการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงและทิศทางกระแสไฟฟ้าทั่วไป (กระแสนิยม) กำหนดให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า ไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำเป็นทิศทางที่กำหนดเป็นมาตรฐานเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ จะกำหนดใช้เป็นกระแสไฟฟ้าทั่วไป

ความต้านทานไฟฟ้า คือ คุณสมบัติของสารที่จำกัดการไหลของอิเล็กตรอน มีหน่วยในระบบ SI เป็น โอห์ม (Ohms) ใช้สัญลักษณ์เรียกว่า โอเมกา (Omega) เขียนแทนด้วย “ Ω ” ค่าความต้านทานไฟฟ้า 1 โอห์ม หมายถึง ค่าความต้านทานไฟฟ้าของสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสารนั้นเท่ากับ 1 โวลต์

ตัวต้านทาน (Resistor) เป็นอุปกรณ์ที่สร้างให้มีความสามารถในการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า โดยมากแล้วแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดค่าคงที่และชนิดที่เปลี่ยนแปลงค่าได้

ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ (Fixed Resistor) มีหลายชนิด

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

- ตัวต้านทานแบบถ่าน (Carbon-composition Resistor)
- ตัวต้านทานแบบฟิล์ม (Film type Resistor)
- ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ (Wire Wound Resistor)

ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้ (Variable Resistors)

- ตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าด้วยมือ โปเทนซิโอมิเตอร์ รีโอสแตด
- ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าได้อัตโนมัติ หัวไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ ตัว LDR (Light Dependent Resistor) จะเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานอัตโนมัติตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบและเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) จะเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานอัตโนมัติโดยอาศัยอุณหภูมิโดยรอบตัวที่เปลี่ยนแปลง

การอ่านค่ารหัสแถบสีของตัวต้านทาน

แบบ 4 แถบสี แถบที่ 1 และ 2 เป็นตัวตั้ง แถบที่ 3 เป็นตัวคูณ และแถบที่ 4 เป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

แบบ 5 แถบสี แถบที่ 1, 2 และ 3 เป็นตัวตั้ง แถบที่ 4 เป็นตัวคูณ และแถบที่ 5 เป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

การอ่านค่าโดยตรง อ่านตัวเลข ตัวอักษรที่พิมพ์ติดไว้ได้เลย ซึ่งจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าความคลาดเคลื่อน

การอ่านค่าจากรหัสตัวเลข ตัวอักษร มี 2 แบบ คือ แบบตัวเลข 3 หลัก และแบบตัวเลข 4 หลัก หลักการอ่านค่าเบื้องต้น คือ

- ตัวเลขหลักสุดท้าย จะบอกจำนวนเลขศูนย์ที่ต่อท้าย หรือ ตัวคูณ 10 ยกกำลัง
- ตัวเลขข้างหน้าที่เหลือ 2 หรือ 3 หลักก็เอามาเรียงต่อกันเป็นตัวตั้ง มีข้อยกเว้นอยู่ว่า ตัวนั้นมีค่าน้อยกว่า 10 โอห์มจะไม่มีตัวคูณ แต่จะใช้ตัวอักษร R เข้ามาปนด้วยและจะเปลี่ยนวิธีการอ่านใหม่โดยอ่านเรียงตัวเลขทั้งหมดตรงตัว R ให้แทนด้วยจุดหรืออ่านว่าจุด แทน นั่นคือ ตัวเลขก่อนตัวอักษร R เป็นเลขหน้าจุดทศนิยม ตัวเลขหลังตัวอักษร R เป็นตัวเลขหลังจุดทศนิยม

วงจรไฟฟ้าประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า และภาระทางไฟฟ้า หรือที่เรียกกันว่า “โหลด” ถ้ามีสวิตช์ก็สามารถควบคุมการทำงานได้ ถ้าเปิดสวิตช์ (On Switch) กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้ทำให้โหลดทำงานได้ ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรปิด” (Closed Circuit) แต่ถ้าปิดสวิตช์ (Off Switch) กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลในวงจรได้ทำให้โหลดไม่สามารถทำงานได้ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรเปิด” (Open Circuit)

การวัดทางไฟฟ้าจะทำการวัดเพื่อให้ทราบค่าปริมาณ จึงต้องใช้ มัลติมิเตอร์ (Multimeter) สามารถวัดค่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้ มัลติมิเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปมี 2 แบบ คือ มัลติ

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
มิเตอร์แบบแอนะล็อก (Analog Multimeter) แสดงผลของการวัด ผ่านเข็มชี้บนสเกลหน้าปัด และมัลติ-มิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeter) ที่แสดงผลของการวัดเป็นตัวเลข การวัดกระแสไฟฟ้าเครื่องมือวัดเรียกว่า แอมมิเตอร์ (Ampere meter) โดยต่ออนุกรมกับโหลดที่จะวัด ขณะวัดต้องคำนึงถึงขั้วบวก ขั้วลบ การวัดแรงดันไฟฟ้าเครื่องมือวัดเรียกว่า โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) โดยต่อคร่อม (ขนาน) กับโหลดที่จะวัด ขณะวัดต้องคำนึงถึงขั้วบวก ขั้วลบ การวัดความต้านทานต้นไฟฟ้าเครื่องมือวัดเรียกว่า โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) โดยวัดคร่อม (ขนาน) กับโหลดที่ต้องการวัด ข้อควรระวังคือต้องถอดโหลดออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโหลดนั้นและไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกขั้วลบขณะทำการวัด		



ใบแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 1

หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

จำนวน 4 ชั่วโมง

คำสั่ง จงตอบคำถามและแสดงวิธีทำให้สมบูรณ์ถูกต้อง (45 นาที)

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. จงเขียนหน่วยวัดพื้นฐานของระบบ SI ลงในตารางที่ 1 และหน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้าของระบบ SI ตารางที่ 2 (15 คะแนน)

ตารางที่ 1 หน่วยวัด SI พื้นฐาน

[illegible]

ตารางที่ 2 หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า

[illegible]

	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

2. จงแปลงหน่วยปริมาณไฟฟ้าต่อไปนี้ให้อยู่ในหน่วยที่กำหนด (10 คะแนน)

2.1	1,200 Ω	=	_____ $k\Omega$
2.2	3,200 Ω	=	_____ $k\Omega$
2.3	220,000 Ω	=	_____ $k\Omega$
2.4	25 mA	=	_____ A
2.5	3.8 mA	=	_____ A
2.6	1.7 A	=	_____ mA
2.7	0.45 A	=	_____ mA
2.8	62 V	=	_____ μV
2.9	0.0095 V	=	_____ μV
2.10	2,500 V	=	_____ MV

3. จงอธิบายความหมายของอะตอม (3 คะแนน)

.....

.....

4. องค์ประกอบของอะตอมมีอะไรบ้างและแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าอย่างไร (4 คะแนน)

.....

.....

5. จงบอกความหมายของ ตัวนำ สารกึ่งตัวนำและฉนวน (5 คะแนน)

.....

.....

6. ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าเป็นอย่างไร (5 คะแนน)

.....

.....

7. จงอธิบายความหมายของเซลล์ไฟฟ้าแบบกัลวานิก พร้อมยกตัวอย่างเซลล์แต่ละประเภท (5 คะแนน)

.....

.....

8. ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าและเวลาเป็นอย่างไร (4 คะแนน)

.....

.....

	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
9. จงอธิบายความหมายของความต้านทานไฟฟ้า (4 คะแนน) 10. จงบอกชนิดของตัวต้านทานพร้อมยกตัวอย่าง (5 คะแนน) 11. วงจรไฟฟ้ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง (4 คะแนน) 12. จงอธิบายวิธีการวัด แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าพร้อมวาดรูปประกอบ (6 คะแนน) ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ 1. อิเล็กตรอนจำนวน $100 \times 10^{16}e$ ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าเท่าไร (3 คะแนน) 2. แบตเตอรี่ลูกหนึ่งกำเนิดพลังงาน 120 จูล ในการผลิตไฟฟ้า 10 คูลอมป์ จะเกิดแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วแบตเตอรี่เท่าไร (3 คะแนน) 3. แบตเตอรี่ลูกหนึ่งมีความจุ 100 แอมแปร์-ชั่วโมง เฉลี่ยจ่ายโหลด 10 แอมแปร์ จะจ่ายโหลดได้นานเท่าไร (3 คะแนน) 4. ประจุไฟฟ้า 20 คูลอมป์ ไหลผ่านจุด ๆ หนึ่งในสายไฟในเวลา 5 นาที จะมีกระแสไฟฟ้าไหลเท่าไร (3 คะแนน) 5. ตัวต้านทานมีค่า 22 กิโลโอห์ม จะมีความนำไฟฟ้าเท่าไร (3 คะแนน) 6. จงอ่านค่าความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานต่อไปนี้ (5 คะแนน) ก) น้ำตาล เทา ดำ ทอง ข) เหลือง ม่วง แดง ทอง ค) แดง ดำ ส้ม ทอง ง) น้ำเงิน แดง ส้ม เงิน จ) แดง แดง เขียว แดง เขียว 7. จงอ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลขตัวอักษรต่อไปนี้ (5 คะแนน) ก) 58R ข) 5K8 ค) 800J ง) 0R47 จ) 4580		

	ใบประเมินผลแบบฝึกหัด		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1	
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง	

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ตอนที่ 1			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1.	15		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2.	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 3.	4		
แบบฝึกหัดข้อที่ 4.	4		
แบบฝึกหัดข้อที่ 5.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 6.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 7.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 8.	4		
แบบฝึกหัดข้อที่ 9.	4		
แบบฝึกหัดข้อที่ 10.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 11.	4		
แบบฝึกหัดข้อที่ 12.	5		
ตอนที่ 2			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1.	3		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2.	3		
แบบฝึกหัดข้อที่ 3.	3		
แบบฝึกหัดข้อที่ 4.	3		
แบบฝึกหัดข้อที่ 5.	3		
แบบฝึกหัดข้อที่ 6.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 7.	5		
รวมคะแนน	95		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	
คำสั่ง จงต่อวงจร วัด ค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการต่อเซลล์ไฟฟ้าโดยใช้มัลติมิเตอร์ จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน 1. จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีทักษะและเจตคติที่ดีต่อการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการต่อเซลล์ไฟฟ้า 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อผู้เรียนปฏิบัติ เรื่องเซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้าจบแล้ว ผู้เรียนสามารถ 2.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนานและผสมได้ถูกต้อง 2.2 วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าตามการทดลองเซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.3 คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานรวมตามการทดลองเซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.4 ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกจนิสัยในการปฏิบัติงานที่ดีได้ 3. เจตคติ คุณธรรม ค่านิยมอันพึงประสงค์ 3.1 ความรับผิดชอบ 3.2 ความมีวินัย 3.3 การตรงต่อเวลา 3.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 3.5 ความรู้ทักษะและวิชาชีพ 3.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 3.7 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ 3.8 ทำตามลำดับขั้น 3.9 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด 3.10 การมีส่วนร่วม		

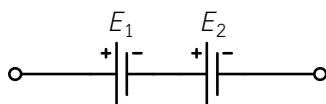
	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

เนื้อหาสาระ

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้า

1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม คือ การนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเรียงกัน

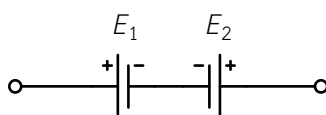
1.1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าที่แรงดันมีทิศทางเดียวกัน ดังรูปที่ 1.1 แรงดันไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์รวมกัน



รูปที่ 1.1 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมที่แรงดันมีทิศทางเดียวกัน

จะได้
$$E_T = E_1 + E_2$$

1.1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าที่แรงดันมีทิศทางตรงข้ามกัน ดังรูปที่ 1.2 แรงดันไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของเซลล์หักล้างกัน



รูปที่ 1.2 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมที่แรงดันมีทิศทางตรงข้ามกัน

จะได้
$$E_T = E_1 - E_2 \quad (\text{กรณีที่ } E_1 > E_2)$$

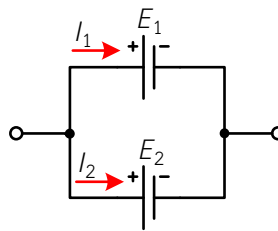
$$E_T = E_2 - E_1 \quad (\text{กรณีที่ } E_2 > E_1)$$

1.1.3 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแต่ละเซลล์มีค่าเท่ากัน โดยความจุของกระแสไฟฟ้าแบตเตอรี่มีค่าเท่ากับความจุของกระแสไฟฟ้าเซลล์เดียว (หากแต่ละเซลล์มีความจุกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน ความจุของกระแสไฟฟ้าแบตเตอรี่จะเท่ากับความจุกระแสไฟฟ้าของเซลล์ที่มีความจุกระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด) จะได้

$$I_T = \text{กระแสไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าที่มีค่าน้อยที่สุด}$$

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน คือ การต่อขั้วบวกของเซลล์ทุกเซลล์เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับโหนดด้านหนึ่ง และต่อขั้วลบของเซลล์ทุกเซลล์เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับโหนดอีกด้านหนึ่ง โดยการต่อแบบนี้จะทำให้แรงดันไฟฟ้ารวมเท่าเดิม แต่กระแสไฟฟ้าในวงจรจะมากขึ้น



รูปที่ 1.3 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

หาแรงดันไฟฟ้ารวม ได้จาก

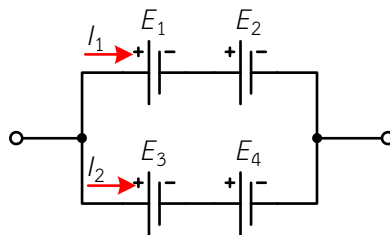
$$E_T = E_1 = E_2$$

หากระแสไฟฟ้ารวม ได้จาก

$$I_T = I_1 + I_2$$

1.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม เป็นการต่อทั้งแบบอนุกรมและขนานรวมกัน จึงต้องใช้ลักษณะสมบัติของการต่อเซลล์ทั้งแบบอนุกรมและขนานมาใช้ในการคำนวณหาค่าต่าง ๆ การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1.3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน เป็นการต่อเซลล์แบบอนุกรมก่อน จากนั้นจึงนำมาขนานกัน ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

หาแรงดันไฟฟ้ารวม

$$E_T = E_1 + E_2$$

หรือ

$$E_T = E_3 + E_4$$

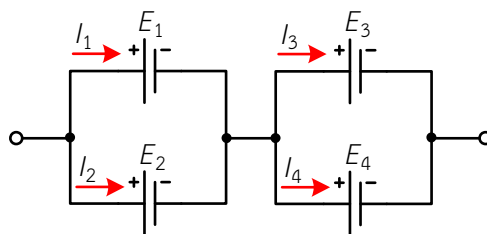
กระแสไฟฟ้ารวมที่สามารถจ่ายออกมาได้

$$I_1 = I_{E_1} = I_{E_2}$$

$$I_2 = I_{E_3} = I_{E_4}$$

$$I_T = I_1 + I_2$$

1.3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม เป็นการต่อเซลล์แบบขนานก่อน จากนั้นจึงนำมาอนุกรมกัน ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

หาแรงดันไฟฟ้ารวม

$$E_{T_1} = E_1 = E_2$$

$$E_{T_2} = E_3 = E_4$$

$$E_T = E_{T_1} + E_{T_2}$$

กระแสไฟฟ้ารวมที่สามารถจ่ายออกมาได้

$$I_{T_1} = I_1 + I_2$$

$$I_{T_2} = I_3 + I_4$$

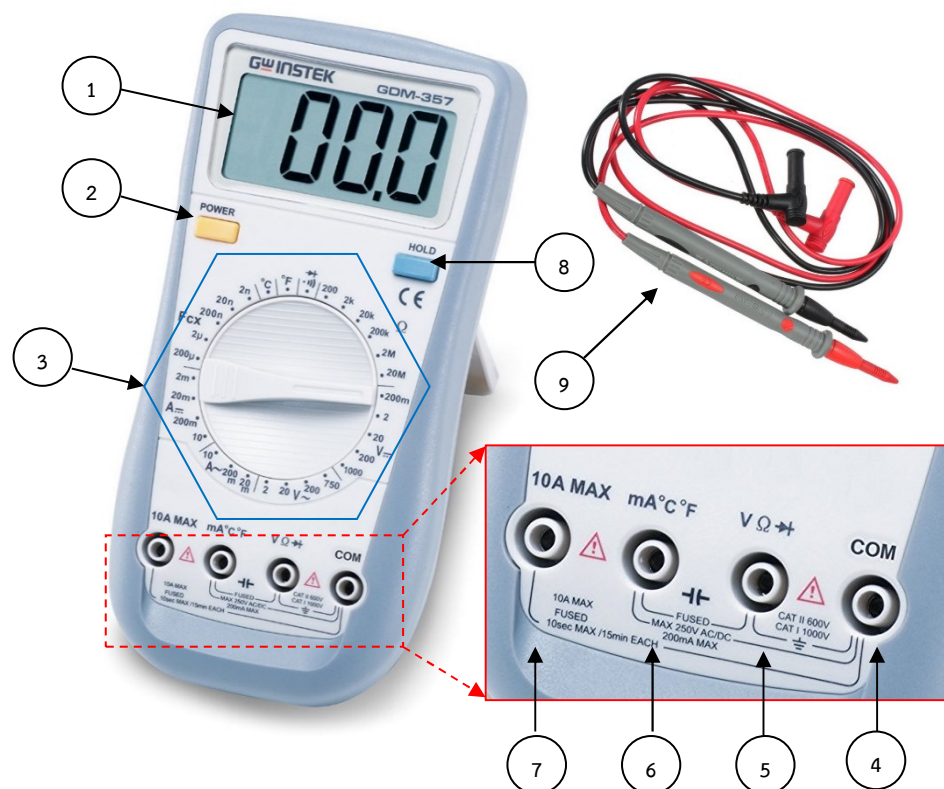
$$I_T = I_{T_1} = I_{T_2}$$

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

2. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่รวมฟังก์ชันของ โวลต์มิเตอร์ (Volt Meter) แอมป์มิเตอร์ (Amp Meter) และ โอห์มมิเตอร์ (Ohm meter) เข้าด้วยกัน ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานค่อนข้างครอบคลุม ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในส่วนของการเช็คแผงวงจร การเช็คระบบตู้ไฟฟ้า หรือการตรวจสอบเครื่องไฟฟ้าภายในบ้าน มัลติมิเตอร์จะตอบโจทย์งานประเภทนี้ได้อย่างดี

2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล

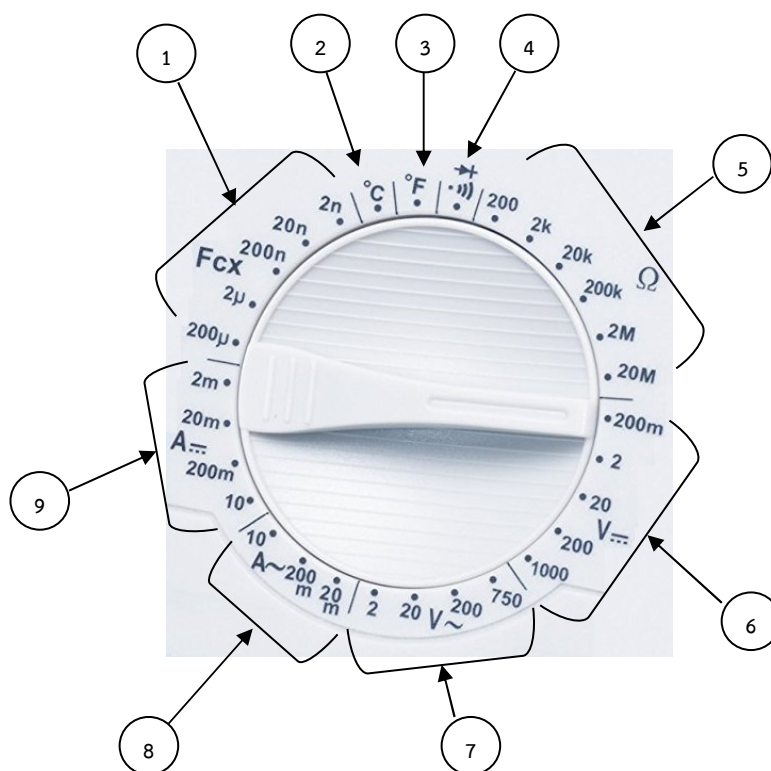


รูปที่ 1.6 ส่วนประกอบที่สำคัญของมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล

1. จอแสดงผล (display)
2. สวิตช์เปิด-ปิด (ON-OFF)

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

3. สวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดและช่วงการวัด (range selector switch) สามารถเลือกการวัดได้ 8 อย่าง ดังนี้



รูปที่ 1.7 สวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดและช่วงการวัด

- 3.1 FcX สำหรับการวัดความจุไฟฟ้า มี 5 ช่วงการวัด
- 3.2 °C สำหรับการวัดอุณหภูมิ เป็นองศา เซลเซียส
- 3.3 °F สำหรับการวัดอุณหภูมิ เป็นองศา ฟาเรนไฮต์
- 3.4 $\rightarrow \bullet \curvearrowright$ สำหรับการตรวจสอบไดโอด และความต่อเนื่อง (กำเนิดสัญญาณเสียง)
- 3.5 Ω สำหรับการวัดความต้านทาน มี 6 ช่วงการวัด
- 3.6 DCV สำหรับการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง มี 5 ช่วงการวัด
- 3.7 ACV สำหรับการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ มี 4 ช่วงการวัด
- 3.8 ACA สำหรับการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ มี 3 ช่วงการวัด
- 3.9 DCA สำหรับการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้ากระแสตรง มี 4 ช่วงการวัด

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

4. ช่องเสียบสายวัดร่วม (COM) ใช้เป็นช่องเสียบร่วมสำหรับการวัดทั้งหมด (ยกเว้นการวัด CX)

5. ช่องเสียบสายวัด V สำหรับวัด DCV และ ACV เสียบสายวัดวัดความต้านทาน (Ω) เสียบสายวัดสำหรับตรวจสอบไดโอด ($\rightarrow$) และตรวจสอบความต่อเนื่อง ($\rightarrow$))

6. ช่องเสียบสายวัด mA สำหรับวัด DCA และ ACA ที่มีขนาด 0-200 mA และเสียบสายวัดอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$ และ $^{\circ}\text{F}$)

7. ช่องเสียบสายวัด 10A สำหรับวัด DCA และ ACA ที่มีขนาด 200 mA-10A

8. ปุ่ม HOLD ไว้กดล็อกค่าการวัด ให้แสดงผลค้างที่จอแสดงผล

9. เช็มวัด (Test lead) ไว้เสียบช่องเสียบเพื่อวัดค่าต่างๆ

จากภาพ ใช้ผลิตภัณฑ์ของ GW Instek GDM-357 Handheld Digital Multimeter, 3-1/2 Digit เพื่อใช้เป็นโมเดลสำหรับการอธิบายในหัวข้อนี้ สำหรับดิจิตอลมัลติมิเตอร์โมเดลอื่นๆ ก็จะมีฟังก์ชันที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมของดิจิตอลมัลติมิเตอร์โมเดลอื่นๆ ได้

นอกจากนี้บนแผงหน้าปัดของมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลยังมีสัญลักษณ์เพื่อความปลอดภัย (safety symbols) กำกับไว้ ซึ่งเป็นสัญลักษณ์สากลสำหรับผู้ให้มีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือ เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานและให้เครื่องมืออยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้เสมอ สัญลักษณ์ที่กล่าวนี้ได้แก่

 หมายถึง ให้ดูคำอธิบายในคู่มือ

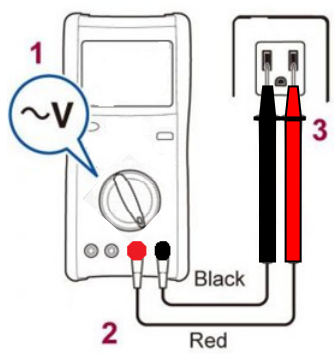
 หมายถึง ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง

2.2 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์: การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Current)

ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น จาก ช่องเสียบปลั๊กไฟ, ตู้จ่ายไฟ หรือ ช่องเสียบอุปกรณ์จ่ายไฟ มีวิธีการตั้งค่างานดังนี้

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ V~ (หมายเลข “1” ดังรูปที่ 1.8) เลือกช่วงการวัดให้สูงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด ถ้าไม่ทราบให้เลือกค่าสูงก่อน แล้วค่อยลดลง ถ้าเลือกช่วงการวัดต่ำกว่าค่าที่วัด จอแสดงผลจะมีเลข 1 ขึ้นตัวเดียว บอกให้ทราบว่าไม่สามารถวัดค่าได้
2. ต่อเช็มวัด (Test lead) เข้ากับดิจิตอลมัลติมิเตอร์: สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องเสียบที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อที่ช่องเสียบที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า (V Ω $\rightarrow$) (หมายเลข “2” ดังรูปที่ 1.8)
3. ต่อเช็มวัดเข้ากับจุดที่ต้องการวัดค่า (หมายเลข “3” ดังรูป 1.8)

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	



รูปที่ 1.8 การใช้มัลติมิเตอร์ การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

ข้อควรระวัง : ห้ามต่อเข็มวัดที่ช่องวัดกระแสไฟฟ้า (“A” Terminal) ในกรณีที่เราไม่ใช้ฟังก์ชันวัดกระแสไฟฟ้า สำหรับดิจิตอลมัลติมิเตอร์บางรุ่นถูกออกแบบมาให้มีกลไกการปิดช่องวัดกระแสไฟฟ้า เพื่อป้องกันการเชื่อมต่อที่ผิดพลาดหรือไม่ได้ตั้งใจ และบางรุ่นก็ไม่มีช่องวัดกระแสไฟฟ้าเลย (จงใจนำออกไป) ในขณะที่ดิจิตอลมัลติมิเตอร์หลายรุ่น นั้น ได้ติดตั้งฟิวส์เข้าไปเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการเชื่อมต่อเข็มวัดโดยไม่ตั้งใจที่อาจเกิดขึ้นได้

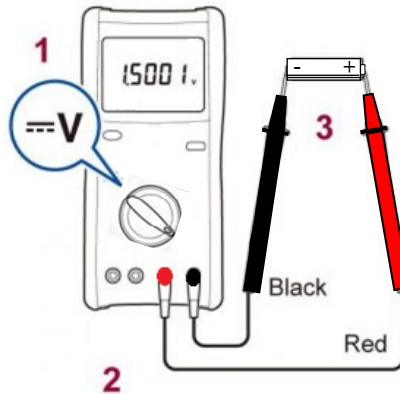
2.3 การใช้มัลติมิเตอร์: การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current)

ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ หรือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ มีวิธีการตั้งค่าก่อนการใช้งานดังนี้

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ $\text{---}V$ (หมายเลข “1” ดังรูปที่ 1.9) เลือกช่วงการวัดให้สูงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด ถ้าไม่ทราบให้เลือกค่าสูงก่อน แล้วค่อยลดลง ถ้าเลือกช่วงการวัดต่ำกว่าค่าที่วัด จอแสดงผลจะมีเลข 1 ขึ้นตัวเดียว บอกให้ทราบว่าไม่สามารถวัดค่าได้
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) เข้ากับดิจิตอลมัลติมิเตอร์: สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อที่ช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า $(V \ \Omega \ \rightarrow)$ (หมายเลข “2” ดังรูปที่ 1.9)
3. ต่อเข็มวัดกับจุดที่ต้องการวัดโดยให้เข็มวัดสีดำต่อในด้านที่เป็นลบ และ สีแดงต่อในด้านที่เป็นบวก

ข้อควรระวัง : ห้ามต่อเข็มวัดที่ช่องวัดกระแสไฟฟ้า (“A” Terminal)

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	



รูปที่ 1.9 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

2.4 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์: ฟังก์ชันเช็คความต่อเนื่อง (Checking Continuity)

ในการตรวจสอบการขาดของสายไฟ หรือ ตรวจสอบต้นทาง/ปลายทางของชุดสายไฟ (Wire harness cable) มีวิธีการตั้งค่าก่อนการใช้นี้

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ Ω ตามหมายเลข “1” ดังรูปที่ 1.10

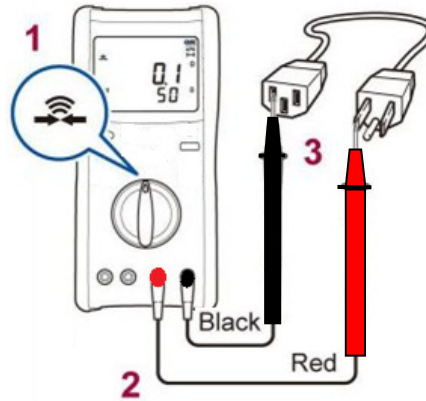
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) เข้ากับดิจิตอลมัลติมิเตอร์: สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อที่ช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า (V Ω $\rightarrow$) (หมายเลข “2” ดังรูปที่ 1.10)

3. ต่อเข็มวัดกับจุดที่ต้องการวัด โดยต่อระหว่างต้นสายและปลายสาย (ไม่จำเป็นต้องดูเรื่องขั้ว)

ถ้ามีการเชื่อมต่อจริง ดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะตอบสนองโดยการแสดงบนหน้าจอพร้อมมีเสียงแจ้ง แต่ถ้าไม่พบการเชื่อมต่อเกิดขึ้น (เช่น ในกรณีที่สายไฟขาดอยู่ภายใน) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะไม่ตอบสนองใดๆบนหน้าจอและไม่มีเสียงการแจ้งเตือน

ข้อควรระวัง : ก่อนจะลงมือตรวจสอบความต่อเนื่อง ต้องปิดแหล่งจ่ายไฟ หรือ ตัดแหล่งจ่ายไฟที่ไปยังจุดที่จะเช็คทุกครั้ง

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

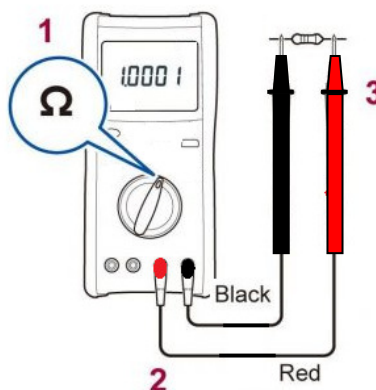


รูปที่ 1.10 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ การวัดเช็คความต่อเนื่อง

2.5 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์: ฟังก์ชันการวัดความต้านทาน (Resistance measurement) ในการวัดความต้านทาน มีวิธีการตั้งค่าก่อนการใช้งานดังนี้

1. หมุนสวิทช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ Ω (ตามหมายเลข “1” ดังรูปที่ 1.11) เลือกช่วงการวัดให้เหมาะสมกับค่าจะวัด ถ้าไม่ทราบให้เลือกค่าสูงก่อน แล้วค่อยลดลง ถ้าเลือกช่วงการวัดต่ำกว่าค่าที่วัด จอแสดงผลจะมีเลข 1 ขึ้นตัวเดียว บอกให้ทราบว่าไม่สามารถวัดค่าได้
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) เข้ากับดิจิตอลมัลติมิเตอร์: สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อที่ช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า (V Ω $\rightarrow$) (หมายเลข “2” ดังรูปที่ 1.11)
3. นำเข็มวัดไปเชื่อมต่อกับตัวต้านทาน (Resistor) (หมายเลข “3” ดังรูปที่ 1.11 ไม่จำเป็นต้องดูเรื่องขั้ว)

ข้อควรระวัง : ก่อนจะลงมือตรวจสอบความต้านทาน ต้องปิดแหล่งจ่ายไฟ หรือ ตัดแหล่งจ่ายไฟที่ไปยังจุดที่จะเช็คทุกครั้ง



รูปที่ 1.11 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ การวัดความต้านทาน

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

2.6 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์: การวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (0-200 mA DC current)

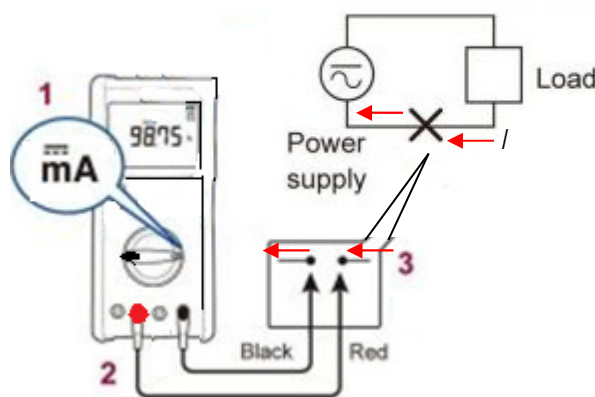
ในการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีวิธีการตั้งค่าก่อนการใช้งานดังต่อไปนี้สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะต้องเชื่อมต่อแบบอนุกรมระหว่างแหล่งจ่ายไฟและโหลด ซึ่งเราต้องตัดสายไฟระหว่างแหล่งจ่ายไฟกับโหลดออกก่อนแล้วนำเข็มวัดทำการเชื่อมต่อในจุดที่มีเครื่องหมาย “X” ดังรูป

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ A $\cdots$ (ตามหมายเลข “1” ดังรูปที่ 1.12) เลือกช่วงการวัดให้สูงกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่จะวัด ถ้าไม่ทราบให้เลือกค่าสูงก่อน แล้วค่อยลดลง ถ้าเลือกช่วงการวัดต่ำกว่าค่าที่วัด จอแสดงผลจะมีเลข 1 ขึ้นตัวเดียว บอกให้ทราบว่าไม่สามารถวัดค่าได้

2. ต่อเข็มวัด (Test lead) เข้ากับดิจิตอลมัลติมิเตอร์: สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “mA $^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{F}$ ” (หมายเลข “2” ดังรูปที่ 1.12)

3. เชื่อมต่อเข็มวัดเข้ากับวงจร โดย ให้สีแดงต่อกับจุดที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าให้ และเข็มวัดสีดำต่อกับจุดที่กระแสไฟฟ้าไหลออก (หมายเลข “3” ดังรูปที่ 1.12) การเชื่อมต่อลักษณะนี้จะทำให้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เชื่อมต่อแบบอนุกรมระหว่างแหล่งจ่ายไฟและโหลด

ข้อควรระวัง : ปิดแหล่งจ่ายไฟไปสักระยะก่อนทำการเชื่อมต่อ และ ทำการเปิดเมื่อเชื่อมต่อมัลติมิเตอร์เสร็จแล้ว ระวังเรื่องแรงดันที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟ (ไม่ควรเชื่อมต่อดิจิตอลมัลติมิเตอร์กับแหล่งจ่ายไฟในแบบขนาน) รวมถึงตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่วัดได้ของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ และ ใช้เพื่อวัดกับวงจรที่มีค่ากระแสที่น้อยกว่าหรือเท่ากับที่ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เรามีเท่านั้น



รูปที่ 1.12 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (0-200 mA)

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

2.7 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์: การวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (200 mA – 10 A

DC current)

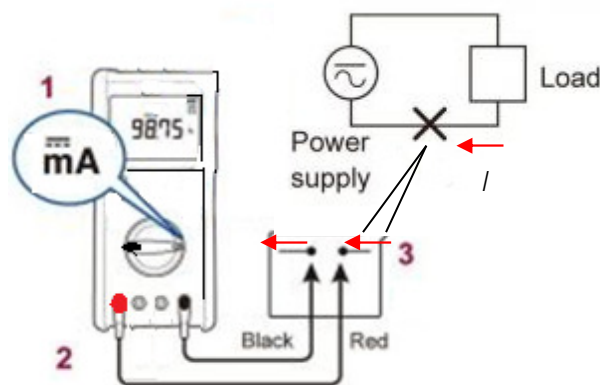
ในการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีวิธีการตั้งค่าก่อนการใช้งานดังต่อไปนี้ สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะต้องเชื่อมต่อแบบอนุกรมระหว่างแหล่งจ่ายไฟและโหลด ซึ่งเราต้องตัดสายไฟระหว่างแหล่งจ่ายไฟกับโหลดออกก่อนแล้วนำเข็มวัดทำการเชื่อมต่อในจุดที่มีเครื่องหมาย “X” ดังรูปที่ 1.13

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ A $\cdots$ (ตามหมายเลข “1” ดังรูปที่ 1.13) เลือกช่วงการวัดให้สูงกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่จะวัด ถ้าไม่ทราบให้เลือกค่าสูงก่อน แล้วค่อยลดลง ถ้าเลือกช่วงการวัดต่ำกว่าค่าที่วัด จอแสดงผลจะมีเลข 1 ขึ้นตัวเดียว บอกให้ทราบว่าไม่สามารถวัดค่าได้

2. ต่อเข็มวัด (Test lead) เข้ากับดิจิตอลมัลติมิเตอร์: สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “10 A MAX” (หมายเลข “2” ดังรูปที่ 1.13)

3. เชื่อมต่อเข็มวัดเข้ากับวงจร โดย ให้สีแดงต่อกับจุดที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าให้ และเข็มวัดสีดำต่อกับจุดที่กระแสไฟฟ้าไหลออก (หมายเลข “3” ดังรูปที่ 1.13) การเชื่อมต่อลักษณะนี้จะทำให้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เชื่อมต่อแบบอนุกรมระหว่างแหล่งจ่ายไฟและโหลด

ข้อควรระวัง : ปิดแหล่งจ่ายไฟไปสักระยะก่อนทำการเชื่อมต่อ และ ทำการเปิดเมื่อเชื่อมต่อมัลติมิเตอร์เสร็จแล้ว ระวังเรื่องแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟ (ไม่ควรเชื่อมต่อดิจิตอลมัลติมิเตอร์กับแหล่งจ่ายไฟในแบบขนาน) รวมถึงตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่วัดได้ของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ และ ใช้เพื่อวัดกับวงจรที่มีค่ากระแสไฟฟ้าที่น้อยกว่าหรือเท่ากับที่ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เรามีเท่านั้น



รูปที่ 1.13 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ วัดกระแส DC (200 mA – 10 A)

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

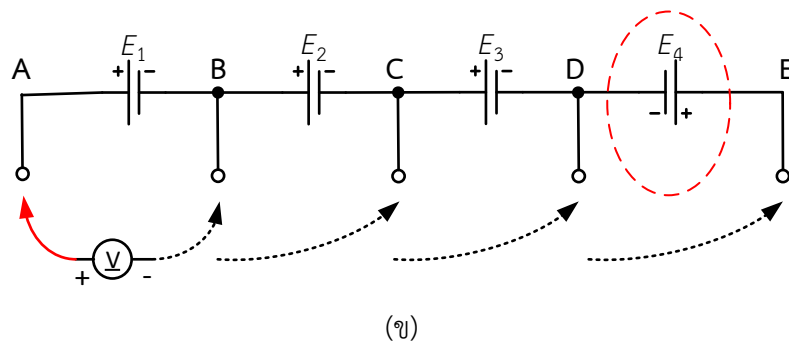
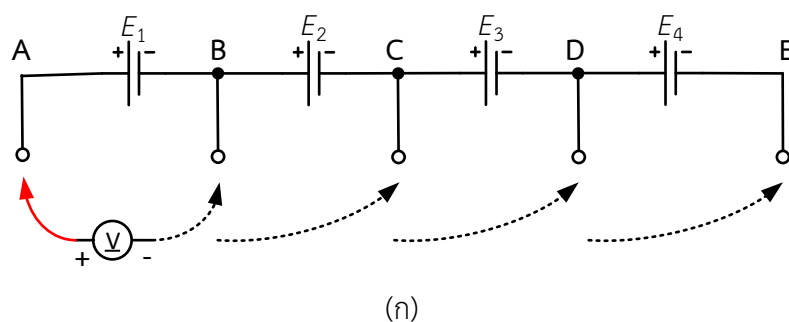
เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	จำนวน	1	เครื่อง
2. รางถ่านไฟฉาย แบบใส่ 1 ก้อน ขนาด AA (1.5 V)	จำนวน	4	อัน
3. ถ่านไฟฉาย ขนาด AA (1.5 V)	จำนวน	4	ก้อน
4. ตัวต้านทาน 6.8Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
5. สายปากคีบ	จำนวน	10	เส้น

1. การทดลองที่ 1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

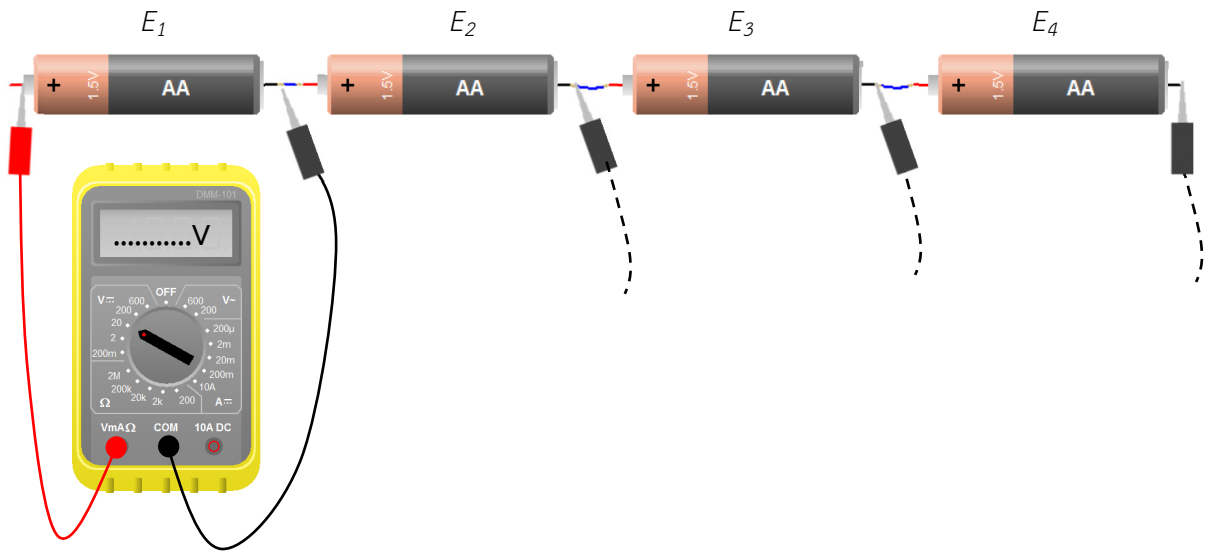
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ก)



รูปที่ 1.14 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	



รูปที่ 1.15 ตัวอย่างวัดแรงดันไฟฟ้าแสดงเป็นรูปเสมือน

1.2 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ปรับไปที่ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B, A-C, A-D และ A-E บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 1.1 ทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.1

1.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าในตารางที่ 1.1 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

.....

1.4 กลับขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่ 4 ดังรูปที่ 1.14 (ข) แล้วทำซ้ำข้อ 1.2 และ ข้อ1.3

1.5 คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณได้ บันทึกค่าในตารางที่ 1.1

.....

.....

.....

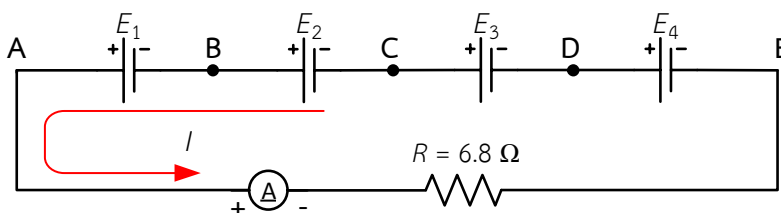
.....

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

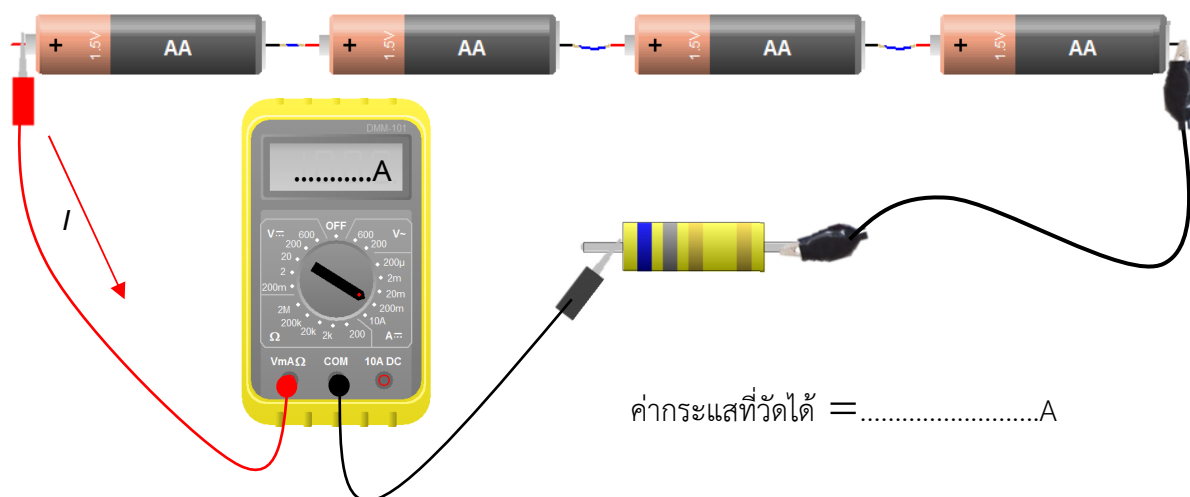
ตารางที่ 1.1 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

		V_{A-B}	V_{A-C}	V_{A-D}	V_{A-E}	หน่วย
ต่อเซลล์ไฟฟ้า ปกติ	ค่าที่วัดได้					V
	ค่าที่คำนวณ					V
	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง					%
กลับขั้ว เซลล์ไฟฟ้า ที่ 4	ค่าที่วัดได้					V
	ค่าที่คำนวณ					V
	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง					%

1.6 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8Ω มาต่ออนุกรม ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 วงจรไฟฟ้าการทดลองที่ 1.1



ค่ากระแสที่วัดได้ =A

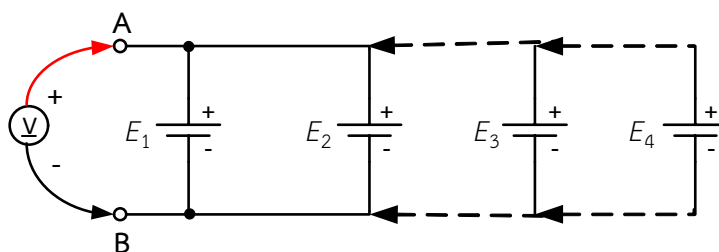
รูปที่ 1.17 ตัวอย่างวัดกระแสไฟฟ้าแสดงเป็นรูปเสมือน

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

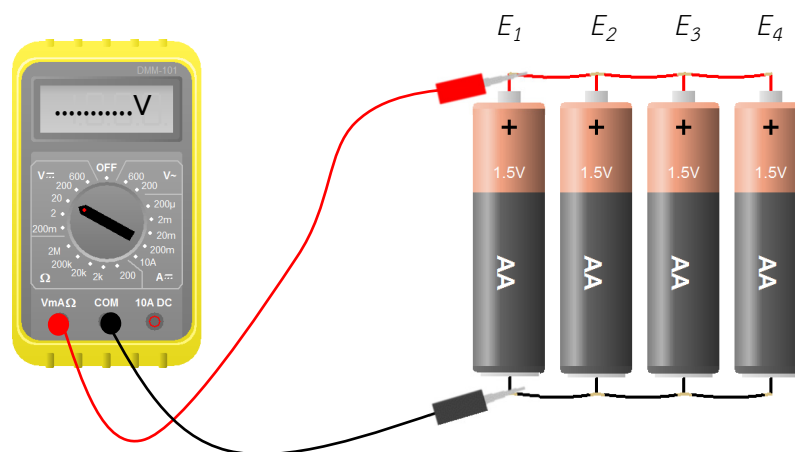
1. การทดลองที่ 1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

2.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน



รูปที่ 1.19 ตัวอย่างวัดแรงดันไฟฟ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานแสดงเป็นรูปเสมือน

2.2 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ปรับไปที่ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 1.2

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

	V_{A-B} เซลล์ไฟฟ้า ขนานกัน 2 เซลล์	V_{A-B} เซลล์ไฟฟ้า ขนานกัน 3 เซลล์	V_{A-B} เซลล์ไฟฟ้า ขนานกัน 4 เซลล์	หน่วย
ค่าที่วัดได้				V
ค่าที่คำนวณ				V
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง				%

2.3 ต่อเซลล์ไฟฟ้าขนานเพิ่มอีก 1 เซลล์ (ขนานกัน 3 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2

2.4 ต่อเซลล์ไฟฟ้าขนานเพิ่มอีก 1 เซลล์ (ขนานกัน 4 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2

2.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 2, 3 และ 4 เซลล์ บันทึกลงตารางที่ 1.2 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

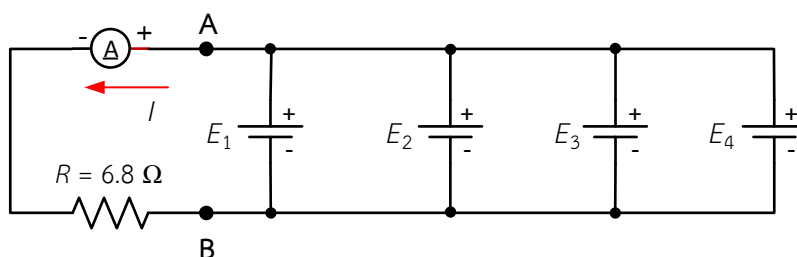
2.6 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ บันทึกลงตารางที่ 1.2

.....

.....

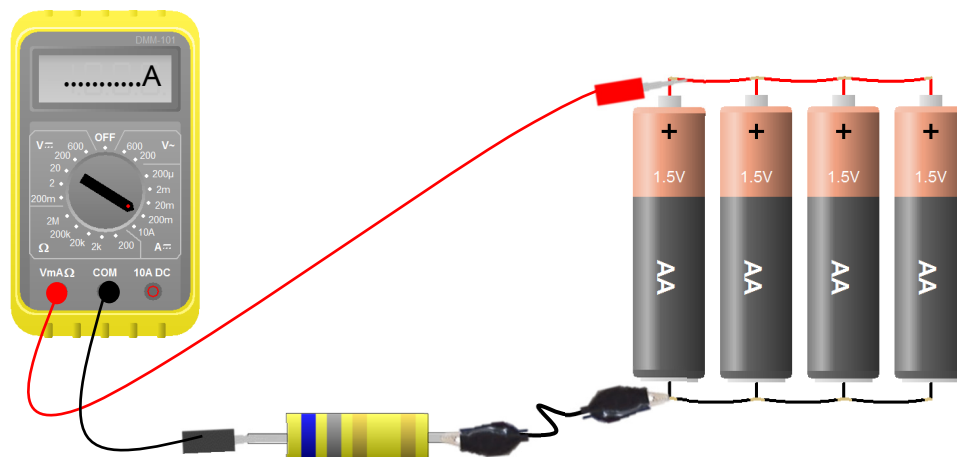
.....

2.7 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8Ω มาต่อเข้ากับวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 วงจรไฟฟ้าการทดลองที่ 1.2

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	



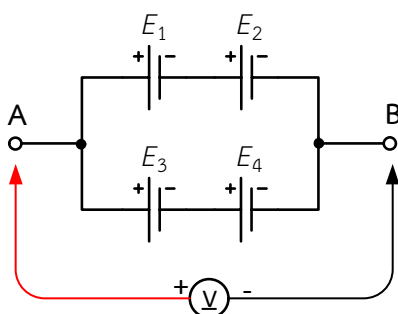
รูปที่ 1.21 ตัวอย่างวัดกระแสไฟฟ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานแสดงเป็นรูปเสมือน

ค่ากระแสที่วัดได้ =A

3. การทดลองที่ 1.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

3.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.22



รูปที่ 1.22 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

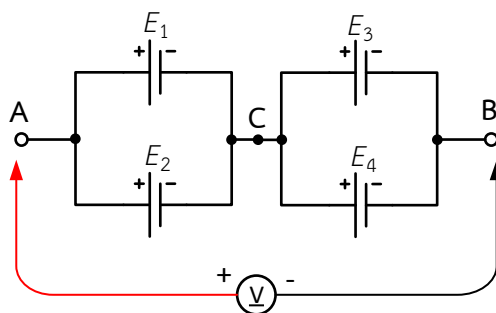
3.2 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกผลตารางที่ 1.3

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

ตารางที่ 1.3 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

	V_{A-B} การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบอนุกรม-ขนาน	V_{A-B} การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบขนาน-อนุกรม	หน่วย
ค่าที่วัดได้			V
ค่าที่คำนวณ			V
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง			%

3.3 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.23



รูปที่ 1.23 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

3.4 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกผลตารางที่ 1.3

3.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม จากรูปที่ 1.22 และ 1.23 บันทึกผลตารางที่ 1.3 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

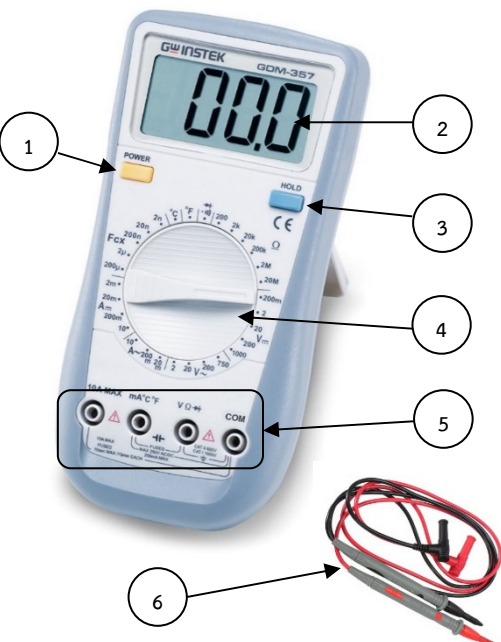
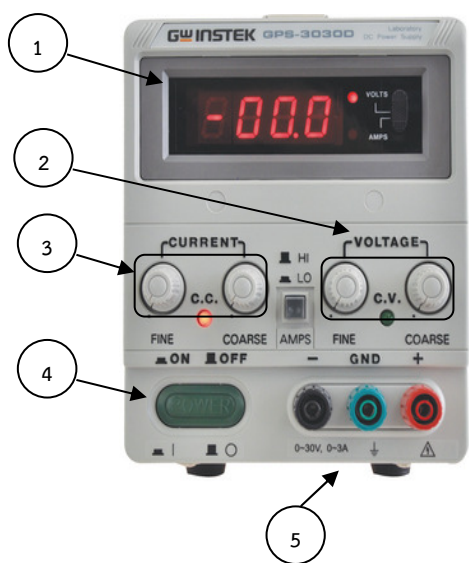
.....

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	
คำถามท้ายการทดลอง 1. จากค่าที่วัดได้ในตาราง 1.1 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ที่ต่ออนุกรม เป็นไปตามสมการที่ให้มาหรือไม่ อย่างไร $E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$ 2. จากค่าที่วัดได้ในตาราง 1.2 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ มีค่าเท่ากันจริงหรือไม่ อย่างไร 3. จากตารางที่ 1.3 จงอธิบายการทดลอง เป็นไปตามคุณสมบัติของการต่อเซลล์แบบอนุกรม-ขนาน และขนาน -อนุกรม หรือไม่ อย่างไร 4. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัดจากการทดลองตามรูปที่ 1.16 และรูปที่ 2.20 มีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร 		

	ใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

ใบตรวจสอบสภาพเครื่องมือ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ปวช 1. กลุ่ม.....เลขที่

ข้อมูลมัลติมิเตอร์ ☐ ใช้ทดลอง ☐ ไม่ใช้ในการทดลอง ยี่ห้อ.....รุ่น.....						รูปภาพดิจิตอลมัลติมิเตอร์																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ตำแหน่ง</th> <th rowspan="2">รายการตรวจสอบสภาพ</th> <th colspan="2">สภาพก่อนใช้งาน</th> <th colspan="2">สภาพหลังใช้งาน</th> </tr> <tr> <th>ดี</th> <th>เสีย</th> <th>ดี</th> <th>เสีย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>สวิตช์เปิดปิดเครื่อง</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>จอแสดงผล</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ปุ่มลือคค่า</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>สวิตช์เลือกย่านวัด</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>ขั้วเสียบสายวัด</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>สายวัด</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน		ดี	เสีย	ดี	เสีย	1	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง					2	จอแสดงผล					3	ปุ่มลือคค่า					4	สวิตช์เลือกย่านวัด					5	ขั้วเสียบสายวัด					6	สายวัด						
ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน																																																	
		ดี	เสีย	ดี	เสีย																																																
1	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง																																																				
2	จอแสดงผล																																																				
3	ปุ่มลือคค่า																																																				
4	สวิตช์เลือกย่านวัด																																																				
5	ขั้วเสียบสายวัด																																																				
6	สายวัด																																																				
สรุปการตรวจสอบสภาพมัลติมิเตอร์ ☐ ใช้งานได้ ☐ ใช้งานไม่ได้						รูปภาพแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC)																																															
ข้อมูลแหล่งจ่ายไฟ DC ☐ ใช้ทดลอง ☐ ไม่ใช้ในการทดลอง ยี่ห้อ.....รุ่น.....																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ตำแหน่ง</th> <th rowspan="2">รายการตรวจสอบสภาพ</th> <th colspan="2">สภาพก่อนใช้งาน</th> <th colspan="2">สภาพหลังใช้งาน</th> </tr> <tr> <th>ดี</th> <th>เสีย</th> <th>ดี</th> <th>เสีย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>จอแสดงผล</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ชุดปุ่มปรับแรงดัน</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ชุดปุ่มปรับกระแส</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>สวิตช์เปิดปิดเครื่อง</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>ขั้ว บวก กราวด์ ลบ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน		ดี	เสีย	ดี	เสีย	1	จอแสดงผล					2	ชุดปุ่มปรับแรงดัน					3	ชุดปุ่มปรับกระแส					4	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง					5	ขั้ว บวก กราวด์ ลบ					สรุปการตรวจสอบสภาพแหล่งจ่ายไฟ ☐ ใช้งานได้ ☐ ใช้งานไม่ได้							
ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน																																																	
		ดี	เสีย	ดี	เสีย																																																
1	จอแสดงผล																																																				
2	ชุดปุ่มปรับแรงดัน																																																				
3	ชุดปุ่มปรับกระแส																																																				
4	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง																																																				
5	ขั้ว บวก กราวด์ ลบ																																																				

	ใบประเมินผลใบงานที่ 1																																																																																										
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2																																																																																									
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	คะแนนเต็ม																																																																																									
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	145 คะแนน																																																																																									
ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>รายการประเมินผล</th> <th>คะแนนเต็ม</th> <th>คะแนนที่ได้</th> <th>หมายเหตุ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. ขั้นตอนการทดลอง</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>การทดลองที่ 1.1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ก)</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B, A-C, A-D และ A-E</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.4 กลับขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่ 4 ดังรูปที่ 1.14 (ข) แล้วทำซ้ำข้อ 1.2 และ ข้อ 1.3</td> <td>15</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.5 คำนวณร้อยละของความแตกต่าง ค่าที่วัดกับค่าที่คำนวณ</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.6 วัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>การทดลองที่ 1.2</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.18</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.3 (ขนานกัน 3 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.4 (ขนานกัน 4 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.6 คำนวณร้อยละของความแตกต่าง ค่าที่วัดกับค่าที่คำนวณ</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.7 วัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>การทดลองที่ 1.3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.22</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.23</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ	1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5			2. ขั้นตอนการทดลอง	-	-		การทดลองที่ 1.1	-	-		1.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ก)	5			1.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B, A-C, A-D และ A-E	5			1.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด	5			1.4 กลับขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่ 4 ดังรูปที่ 1.14 (ข) แล้วทำซ้ำข้อ 1.2 และ ข้อ 1.3	15			1.5 คำนวณร้อยละของความแตกต่าง ค่าที่วัดกับค่าที่คำนวณ	5			1.6 วัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16	5			การทดลองที่ 1.2	-	-		2.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.18	5			2.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B	5			2.3 (ขนานกัน 3 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2	5			2.4 (ขนานกัน 4 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2	5			2.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน	5			2.6 คำนวณร้อยละของความแตกต่าง ค่าที่วัดกับค่าที่คำนวณ	5			2.7 วัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20	5			การทดลองที่ 1.3	-	-		3.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.22	5			3.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B	5			3.3 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.23	5		
รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ																																																																																								
1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5																																																																																										
2. ขั้นตอนการทดลอง	-	-																																																																																									
การทดลองที่ 1.1	-	-																																																																																									
1.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ก)	5																																																																																										
1.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B, A-C, A-D และ A-E	5																																																																																										
1.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด	5																																																																																										
1.4 กลับขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่ 4 ดังรูปที่ 1.14 (ข) แล้วทำซ้ำข้อ 1.2 และ ข้อ 1.3	15																																																																																										
1.5 คำนวณร้อยละของความแตกต่าง ค่าที่วัดกับค่าที่คำนวณ	5																																																																																										
1.6 วัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16	5																																																																																										
การทดลองที่ 1.2	-	-																																																																																									
2.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.18	5																																																																																										
2.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B	5																																																																																										
2.3 (ขนานกัน 3 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2	5																																																																																										
2.4 (ขนานกัน 4 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2	5																																																																																										
2.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน	5																																																																																										
2.6 คำนวณร้อยละของความแตกต่าง ค่าที่วัดกับค่าที่คำนวณ	5																																																																																										
2.7 วัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20	5																																																																																										
การทดลองที่ 1.3	-	-																																																																																									
3.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.22	5																																																																																										
3.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B	5																																																																																										
3.3 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.23	5																																																																																										

	ใบประเมินผลใบงานที่ 1		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง		สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า		คะแนนเต็ม
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า		145 คะแนน

รายการประเมินผล (ต่อ)	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
3.4 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B	5		
3.5 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้า จากรูปที่ 1.22 และ 1.23	5		
3.6 คำนวณร้อยละของความแตกต่าง ค่าที่วัดกับค่าที่คำนวณ	5		
4. สรุปผลการทดลอง	10		
5. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	20		
6. การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5		
รวมคะแนน	145		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	คะแนนเต็ม
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	145 คะแนน
รายการประเมินผล 1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนชิ้นละ 1 คะแนน 2. ขั้นตอนการทดลอง การทดลองที่ 1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 1.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ก) คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ก) ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนชิ้นละ 1 คะแนน 1.2 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ปรับไปที่ย่านวัด แรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B, A-C, A-D และ A-E บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 1.1 ทิกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ปรับไปที่ย่านวัด แรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B, A-C, A-D และ A-E บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 1.1 ทิกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.1 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 1 คะแนน 1.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าในตารางที่ 1.1 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ คะแนนเต็ม 5 คะแนน คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าในตารางที่ 1.1 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 1 คะแนน 1.4 กลับขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่ 4 ดังรูปที่ 1.14 (ข) แล้วทำซ้ำข้อ 1.2 และ ข้อ 1.3 คะแนนเต็ม 15 คะแนน กลับขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่ 4 ดังรูปที่ 1.14 (ข) แล้วทำซ้ำข้อ 1.2 และ ข้อ 1.3 ครบตามที่กำหนดให้ 15 คะแนน ถูกต้องให้ 15 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 5 คะแนน 1.5 คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณได้ บันทึกค่าในตารางที่ 1.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณได้ บันทึกค่าในตารางที่ 1.1 ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 1 คะแนน 1.6 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8 Ω มาต่ออนุกรม ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16 คะแนนเต็ม 5 คะแนน		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	คะแนนเต็ม
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	145 คะแนน
ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8Ω มาต่ออนุกรม ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน การทดลองที่ 1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 2.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.18 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.18 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนชิ้นละ 1 คะแนน 2.2 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ปรับไปที่ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 1.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ปรับไปที่ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 1.2 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 2.3 ต่อเซลล์ไฟฟ้าขนานเพิ่มอีก 1 เซลล์ (ขนานกัน 3 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อเซลล์ไฟฟ้าขนานเพิ่มอีก 1 เซลล์ (ขนานกัน 3 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 2.4 ต่อเซลล์ไฟฟ้าขนานเพิ่มอีก 1 เซลล์ (ขนานกัน 4 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อเซลล์ไฟฟ้าขนานเพิ่มอีก 1 เซลล์ (ขนานกัน 4 เซลล์) แล้วทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.2 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 2.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 2, 3 และ 4 เซลล์ บันทึกลงในตารางที่ 1.2 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ คะแนนเต็ม 5 คะแนน คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 2, 3 และ 4 เซลล์ บันทึกลงในตารางที่ 1.2 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 1.5 คะแนน		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	คะแนนเต็ม
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	145 คะแนน
2.6 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ บันทึกลงตารางที่ 1.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ บันทึกลงตารางที่ 1.2 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 2.7 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8Ω มาต่อเข้ากับวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8Ω มาต่อเข้ากับวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน การทดลองที่ 1.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม 3.1 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.22 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.22 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 3.2 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกลงตารางที่ 1.3 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกลงตารางที่ 1.3 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 3.3 ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.23 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.23 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 3.4 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกลงตารางที่ 1.3 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโวลต์มิเตอร์ ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B บันทึกลงตารางที่ 1.3 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	คะแนนเต็ม
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	145 คะแนน
3.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม จากรูปที่ 1.22 และ 1.23 บันทึกผลตารางที่ 1.3 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ คะแนนเต็ม 5 คะแนน คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม จากรูปที่ 1.22 และ 1.23 บันทึกผลตารางที่ 1.3 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 3.6 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ บันทึกผลตารางที่ 1.3 คะแนนเต็ม 5 คะแนน คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ บันทึกผลตารางที่ 1.3 ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 4. สรุปผลการทดลอง คะแนนเต็ม 10 คะแนน สรุปผลการทดลองครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ 10 คะแนน ไม่ครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตัดคะแนนข้อละ 3 คะแนน 5. ตอบคำถามท้ายการทดลอง คะแนนเต็ม 20 คะแนน ตอบคำถามท้ายการทดลองถูกทุกข้อให้ 20 คะแนน ผิด ตัดคะแนนข้อละ 5 คะแนน 6. การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน เก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครอบคลุมที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนข้อละ 1 คะแนน		

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

คำชี้แจง

1. จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

2. แบบทดสอบมีจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 40 นาที

.....

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1. บอกหน่วยต่างๆ ในระบบ SI ได้

1. หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้าข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. ความต้านทานไฟฟ้า	(R)	หน่วยคือ	โอห์ม	(Ω)
ข. กระแสไฟฟ้า	(A)	หน่วยคือ	แอมแปร์	(I)
ค. แรงดันไฟฟ้า	(V)	หน่วยคือ	โวลต์	(V)
ง. กำลังไฟฟ้า	(P)	หน่วยคือ	วัตต์	(W)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. แปลงหน่วยวัดของปริมาณไฟฟ้าได้

2. แรงดันไฟฟ้า 500 mV มีค่าเท่ากับกี่โวลต์ (V)

ก. 0.5 V

ข. 5 V

ค. 500 V

ง. 0.005 V

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. อธิบายความหมายและองค์ประกอบของอะตอมได้

3. ข้อใดคือส่วนประกอบของอะตอม

ก. อิเล็กตรอนและนิวตรอน

ข. โปรตอนและนิวตรอน

ค. อิเล็กตรอนและโปรตอนและนิวตรอน

ง. อิเล็กตรอน และโปรตอน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. อธิบายความหมายและองค์ประกอบของอะตอมได้

4. ข้อใดบอกประจุของโปรตอนและอิเล็กตรอนถูกต้อง

ก. อิเล็กตรอนมีประจุลบและโปรตอนมีประจุบวก

ข. อิเล็กตรอนมีประจุลบและโปรตอนมีประจุลบ

ค. อิเล็กตรอนมีประจุบวกและโปรตอนมีประจุลบ

ง. อิเล็กตรอนมีประจุบวกและโปรตอนมีประจุบวก

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. อธิบายความหมายและองค์ประกอบของอะตอมได้

5. จะเกิดผลอย่างไรถ้านำโปรตอนเข้าใกล้อิเล็กตรอน

ก. เกิดแรงผลักกัน

ข. เกิดแรงดึงดูด

ค. ไม่เกิดแรงผลักกันและไม่เกิดแรงดึงดูด

ง. เกิดแรงผลักกันสลับกับเกิดแรงดึงดูด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. อธิบายความหมายและองค์ประกอบของอะตอมได้

6. อิเล็กตรอนอิสระคืออะไร

ก. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส

ข. อิเล็กตรอนที่อยู่ในชั้นโคจรห่างจากนิวเคลียสมาก

ค. อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน

ง. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5. บอกประเภทของสารได้

7. สารแบ่งออกเป็นอะไรบ้างถ้ายึดตามการใช้งานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์

ก. ตัวนำและฉนวน

ข. ตัวนำ สารกึ่งตัวนำและฉนวน

ค. สารกึ่งตัวนำและฉนวน

ง. ตัวนำและสารกึ่งตัวนำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. บอกการเกิดไอออนบวกและไอออนลบได้

8. ไอออนคืออะไร

ก. อะตอมที่เป็นกลาง

ข. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส

ค. นิวเคลียสที่ประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน

ง. อะตอมที่มีประจุบวกหรือลบ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 6. บอกความหมายของแรงดันไฟฟ้าได้

9. แรงดันไฟฟ้าคืออะไร

ก. ความแตกต่างของกระแสไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด

ข. ความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด

ค. แรงที่ได้จากการสร้างให้เกิดแรงดันไฟฟ้าไปทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระตลอดเวลา

ง. แรงที่มากกระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้เกิดการไหล

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 6. บอกความหมายของแรงดันไฟฟ้าได้

10. แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยวัดเป็นอะไร

ก. โวลต์

ข. วัตต์

ค. แอมแปร์

ง. คูลอมป์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 7. อธิบายความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าได้

11. แบตเตอรี่กำเนิดพลังงาน 200 จูล ในการผลิตประจุไฟฟ้า 20 คูลอมป์ ให้เกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่จะมีแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วทั้งสองเท่าไร

ก. 1,000 โวลต์

ข. 100 โวลต์

ค. 10 โวลต์

ง. 0.1 โวลต์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 8. บอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าได้

12. ข้อใดเป็นแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงทั้งหมด

ก. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DC) และมอเตอร์ (DC)

ข. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DC) และเพาเวอร์ซัพพลาย

ค. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (AC) และเพาเวอร์ซัพพลาย

ง. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (DC) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (AC) และเพาเวอร์ซัพพลาย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 8. บอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าได้

13. เซลล์ปฐมภูมิหมายถึงอะไร

ก. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

ข. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วสามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

ค. ถ่านไฟฉาย

ง. แบตเตอรี่

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 8. บอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าได้

14. เซลล์ทุติยภูมิหมายถึงอะไร

ก. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

ข. เซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วสามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้

ค. ถ่านไฟฉาย

ง. แบตเตอรี่

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 8. บอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าได้

15. แบตเตอรี่ความจุ 100 Ah จ่ายไฟให้โหลด 10 A จะใช้ได้นานเท่าไร

ก. 2 ชั่วโมง

ข. 10 ชั่วโมง

ค. 20 ชั่วโมง

ง. 320 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 8. บอกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าได้

16. ข้อใดเป็นหน้าที่ของเพาเวอร์ซัพพลาย

ก. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่าต่ำ

ข. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงค่าต่ำ

ค. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่าต่ำ

ง. รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V แปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงค่าต่ำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 9. อธิบายความหมายกระแสไฟฟ้าได้

17. กระแสไฟฟ้าคืออะไร

ก. อิเล็กตรอนที่โคจรรอบๆ นิวเคลียส

ข. พลังงานที่ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเกิดการเคลื่อนที่

ค. แรงที่ทำให้อิเล็กตรอนอิสระเกิดการเคลื่อนที่

ง. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 9. อธิบายความหมายกระแสไฟฟ้าได้

18. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน 30 mA มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.3 A

ข. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.03 A

ค. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.003 A

ง. ตัวต้านทานนี้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 0.0003 A

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 9. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าได้

19. กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าไรเมื่อประจุไฟฟ้าจำนวน 30 คูอมบ์ ไหลผ่านจุดๆ หนึ่งในสายทองแดง ในเวลา 3 วินาที

ก. 10 แอมแปร์

ข. 27 แอมแปร์

ค. 33 แอมแปร์

ง. 90 แอมแปร์

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 11. อธิบายความหมายความต้านทานไฟฟ้าได้

20. ความหมายของความต้านทานไฟฟ้าข้อใดบอกได้ถูกต้อง

ก. สารที่มีความนำไฟฟ้าต่ำไม่ยอมให้กระแสไหลผ่านได้

ข. การจำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้าของสารที่นำมาทำตัวต้านทาน

ค. การไม่ให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านสารที่นำมาทำตัวต้านทาน

ง. การยินยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสารได้ดีเยี่ยมของสารที่นำมาทำตัวต้านทาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 12. คำนวณหาความนำไฟฟ้าได้

21. ตัวต้านทานขนาด 50 กิโลโอห์ม มีความนำไฟฟ้าเท่าไร

ก. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 0.02 \text{ kS}$

ข. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mS}$

ค. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 0.02 \text{ mS}$

ง. $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{50 \text{ k}\Omega} = 2 \mu\text{S}$

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 13. บอกชนิดของตัวต้านทานได้

22. ข้อใดบอกชนิดของตัวต้านทานได้ถูกต้องที่สุด

ก. ชนิดค่าคงที่ เช่น เทอร์มิสเตอร์ ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น โฟเทนซิโอมิเตอร์

ข. ชนิดค่าคงที่ เช่น รีโอสแตต ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์

ค. ชนิดค่าคงที่ เช่น เทอร์มิสเตอร์ ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ

ง. ชนิดค่าคงที่ เช่น ตัวต้านทานแบบถ่าน ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น โฟเทนซิโอมิเตอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. แปลงหน่วยวัดของปริมาณไฟฟ้าได้

23. ตัวต้านทานมีค่า 3.5 MΩ มีค่าเท่ากับกี่โอห์ม

ก. $3.5 \times 10^3 \Omega$

ข. $3.5 \times 10^6 \Omega$

ค. $3.5 \times 10^9 \Omega$

ง. $3.5 \times 10^{12} \Omega$

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 14. อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวต้านทานได้

24. ตัวต้านทานมีแถบสี เขียว น้ำเงิน น้ำตาล ทอง อ่านค่าความต้านทานได้เท่าไร

ก. 56 Ω ความคลาดเคลื่อน ± 5%

ข. 56 Ω ความคลาดเคลื่อน ± 10%

ค. 560 Ω ความคลาดเคลื่อน ± 5%

ง. 560 Ω ความคลาดเคลื่อน ± 10%

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 14. อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวต้านทานได้

25. มีรหัสตัวเลขตัวอักษรบนตัวต้านทานตัวหนึ่ง 4W 0Ω56K อ่านค่าความต้านทานได้เท่าไร

ก. 56 kΩ ความคลาดเคลื่อน ± 5% อัตราทนกำลังไฟฟ้า 4 W

ข. 0.56 kΩ ความคลาดเคลื่อน ± 4% อัตราทนกำลังไฟฟ้า 5 kW

ค. 56 Ω ความคลาดเคลื่อน ± 5% อัตราทนกำลังไฟฟ้า 4 W

ง. 0.56 Ω ความคลาดเคลื่อน ± 10% อัตราทนกำลังไฟฟ้า 4 W

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 14. อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวต้านทานได้

26. จากรูป SMD Resistor  อ่านค่าความต้านทานได้เท่าไร

ก. 0.1 Ω

ข. 10 Ω

ค. 0.1 kΩ

ง. 10 kΩ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 15. อธิบายความหมายวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นได้

27. ข้อใดอธิบายส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้องที่สุด

ก. แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า สวิตช์ควบคุม โหลดไฟฟ้า

ข. แหล่งจ่ายไฟฟ้า สวิตช์ควบคุม โหลดไฟฟ้า

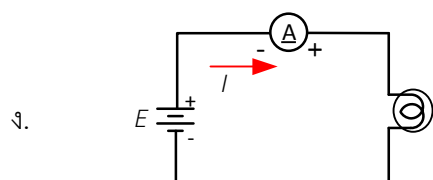
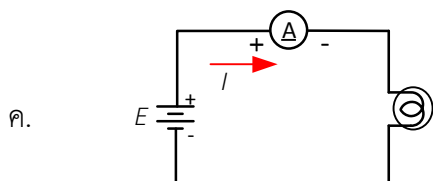
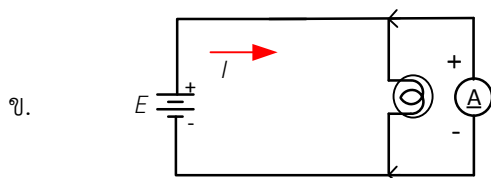
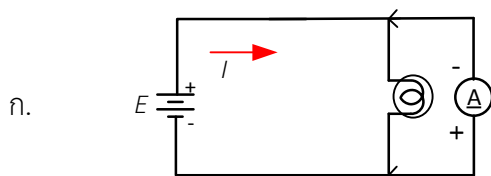
ค. แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า โหลดไฟฟ้า

ง. แหล่งจ่ายไฟฟ้า โหลดไฟฟ้า

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

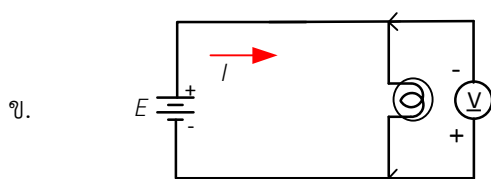
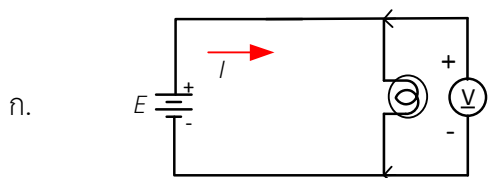
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 16. อธิบายการวัดทางไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ได้

28. รูปข้อใดแสดงการใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง

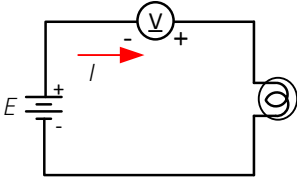


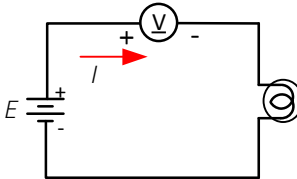
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 16. อธิบายการวัดทางไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ได้

29. รูปข้อใดแสดงการใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง



	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

ค. 

ง. 

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 16. อธิบายการวัดทางไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ได้

30. ข้อใดบอกการใช้โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง

ก. วัดคร่อมตัวต้านทาน กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานขณะทำการวัดได้

ข. วัดคร่อมตัวต้านทาน แต่ต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน

ค. วัดอนุกรมกับตัวต้านทาน แต่ต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน

ง. วัดอนุกรมกับตัวต้านทาน กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานขณะทำการวัดได้

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในช่องของ
กระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					11					21				
2					12					22				
3					13					23				
4					14					24				
5					15					25				
6					16					26				
7					17					27				
8					18					28				
9					19					29				
10					20					30				

สรุปผล

เต็ม	30
ทำแบบทดสอบได้	
คะแนนเก็บ 10 คะแนนได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 23 – 30 คะแนน	ระดับคุณภาพ ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 15 – 22 คะแนน	ระดับคุณภาพ ดี
ทำแบบทดสอบได้ 7 – 14 คะแนน	ระดับคุณภาพ พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 6 คะแนน	ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

	ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม		
	รหัส 2104-2002	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า		จำนวน 4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			หมายเหตุ
คุณธรรม จริยธรรม	30	1	2	3	
1. ความรับผิดชอบ : มีอุปกรณ์การเรียนครบถ้วน ส่งงานครบ	3				
2. ความมีวินัย : ปฏิบัติตามกฎระเบียบ แต่งกายเรียบร้อย	3				
3. การตรงต่อเวลา : เข้าเรียนตรงเวลา ทำงานส่งตามกำหนด	3				
4. ความมีมนุษยสัมพันธ์ : มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น	3				
5. ความรู้ทักษะและวิชาชีพ : ปฏิบัติงานได้	3				
6. ความสนใจใฝ่หาความรู้ : ขยันและสนใจในการเรียน	3				
7. ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ : ทำความเข้าใจก่อนปฏิบัติ	3				
8. ทำตามลำดับขั้น : ทำตามลำดับขั้นตอนความสำคัญ	3				
9. ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด : แก้ปัญหาด้วยความ ความเรียบง่ายและประหยัด	3				
10. การมีส่วนร่วม : มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	3				
รวมคะแนน	30				

หมายเหตุ การประเมินสามารถทำได้ตั้งแต่ข้อหรือหลายข้อและทำได้ทั้งขณะก่อนหรือระหว่าง หรือหลังเรียน
เกณฑ์การประเมิน

- 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 3 หมายถึง ดี

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	เอกสารอ้างอิง	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	4 ชั่วโมง
ชัด อินทะสี. (2540). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพรินติ้ง. อารังศักดิ์ หมิ่นกำหริ่ม. (2556). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย. บรรจง จันทมาศ. (2557). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์. บุญเรือง วังศิลาบัตร. (2555). วงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ธนภัทร (2006) พรินติ้ง. บุญล้ำ ศักดิภัทรนนท์. (2558). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย. ไมตรี วรภูมิจรรยากุล. (2553). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุงใหม่). พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส. วราภรณ์ ทุมชาติ. (2556). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: รัตนโรจน์การพิมพ์. วิษณุ บัวเทศ. (2558). การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ปัญญาชน. วิโรจน์ รัตนวิจารณ์. (2557). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น. ไวกงษ์ ศรีธัญ และคณิศร จันทโรสดา. (2558). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: เอสเคเอส อินเตอร์ การพิมพ์ ศรีศักดิ์ น้อยไร่ภูมิ. (2557). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. Charles K. Alexander, Matthew N.O. Sadiku. (2004). Fundamentals of Electric Circuits. Second Edition. Singapore : McGraw-Hill. J. David Irwin and R. Mark Nelms. (2008). Basic Engineering Circuit Analysis. Ninth Edition. John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd. Meade, Russell. (2005). Foundations of Electronics : Circuits and Devices. Singapore : Thomson Learning. Thomas L. Floyd.(2003). Principles of Electric Circuits Conventional Current. (7th ed). New Jersey : Prentice-Hall. Tony R. Kuphaldt. Lessons In Electric Circuits, Volume I-DC. [online]. Available from : http://www.openbookproject.net//electricCircuits/DC/DC.pdf (12 Mar 2016).		

ภาคผนวก

เฉลยแบบฝึกหัด

เฉลยใบงาน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

ใบสรุปการประเมินผล

สื่อ Power Point

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด		
	รหัส 2104-2002	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า		จำนวน 4 ชั่วโมง

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. จงเขียนหน่วยวัดพื้นฐานของระบบ SI ลงในตารางที่ 1 และหน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้าของระบบ SI ตารางที่ 2 (15 คะแนน)

ตารางที่ 1 หน่วยวัด SI พื้นฐาน

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
1. เวลา	t	วินาที	s
2. มวล	m	กิโลกรัม	Kg
3. ความยาว	l	เมตร	m
4. กระแสไฟฟ้า	I	แอมแปร์	A
5. อุณหภูมิ	T	เคลวิน	K
6. ความเข้มของแสงสว่าง	I_v	แคนเดลา	cd

ตารางที่ 2 หน่วยวัดที่ใช้งานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติในงานไฟฟ้า

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
1. ความต้านทานไฟฟ้า	R	โอห์ม	Ω
2. ความจุไฟฟ้า	Q	ฟารัด	F
3. แรงดันไฟฟ้า	V	โวลต์	V
4. กำลังไฟฟ้า	P	วัตต์	W
5. พลังงาน	W	จูล	J
6. ความถี่	f	เฮิรตซ์	Hz
7. เส้นแรงแม่เหล็ก	ϕ	เวเบอร์	Wb
8. ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก	B	เทสลา	T
9. ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า	L	เฮนรี่	H
10. ความนำไฟฟ้า	G	ซีเมนซ์	S
11. ประจุไฟฟ้า	Q	คูลอมบ์	C
12. แรง	N	นิวตัน	N

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด			
	รหัส 2104-2002	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า			จำนวน 4 ชั่วโมง

2. จงแปลงหน่วยปริมาณไฟฟ้าต่อไปนี้ให้อยู่ในหน่วยที่กำหนด (10 คะแนน)

2.1	1,200 Ω	=	1.2	kΩ
2.2	3,200 Ω	=	3.2	kΩ
2.3	220,000 Ω	=	220	kΩ
2.4	25 mA	=	0.025	A
2.5	3.8 mA	=	0.0038	A
2.6	1.7 A	=	1,700	mA
2.7	0.45 A	=	450	mA
2.8	62 V	=	62,000,000	μV
2.9	0.0095 V	=	9,500	μV
2.10	2,500 V	=	0.0025	MV

3. จงอธิบายความหมายของอะตอม (3 คะแนน)

อะตอม (Atom) คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่สามารถแตกออกมาได้และยังคงรักษาคุณสมบัติของธาตุนั้นๆ ไว้

4. องค์ประกอบของอะตอมมีอะไรบ้างและแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าอย่างไร (4 คะแนน)

อะตอมเป็นหน่วยพื้นฐานของสสาร ประกอบด้วยส่วนของนิวเคลียส (Nucleus) ที่หนาแน่นมากอยู่ตรงศูนย์กลาง ล้อมรอบด้วยกลุ่มของอิเล็กตรอน (Electron) ที่มีประจุลบ นิวเคลียสของอะตอมประกอบด้วยโปรตอน (Proton) ที่มีประจุบวกกับนิวตรอน (Neutron) ซึ่งมีสถานะเป็นกลางทางไฟฟ้า

5. จงบอกความหมายของ ตัวนำ สารกึ่งตัวนำและฉนวน (5 คะแนน)

1. **ตัวนำ (Conductors)** คือ สารที่มีอิเล็กตรอนหลุดเป็นอิสระได้ง่าย อะตอมของตัวนำจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 1-3 ตัว อะตอมที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนตัวเดียวจะเป็นตัวนำทางไฟฟ้าที่ดีที่สุด ธาตุเงิน ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุด แต่ในสายไฟทั่วไปจะใช้ทองแดงเป็นตัวนำ เพราะตัวนำที่ทำจากเงินมีราคาแพง สารวัตถุ วัสดุ หรือ อุปกรณ์ที่สามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย หรือวัตถุที่มีความต้านทานต่ำจึงเป็นตัวนำ

2. **สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor)** คือ สารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว ซึ่งจะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าฉนวนแต่ไม่ดีเท่าตัวนำ เช่น เยอรมันเนียม ซิลิกอน เป็นต้น วัสดุสารกึ่งตัวนำนำมาผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไดโอด เป็นต้น

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

3. ฉนวน (Insulators) คือสารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนตั้งแต่ 5 ตัวขึ้นไป เป็นสารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนหลุดเป็นอิสระยากมาก เช่น นีออน อาร์กอน ฮีเลียมและไมก้า เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นวัสดุที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ดีมีความต้านทานมาก

6. ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าเป็นอย่างไร (5 คะแนน)

โวลต์ (Volt) คือ ปริมาณของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย “V” เขียนสมการได้ดังนี้

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

หรือ 1 โวลต์ = 1 จูล/คูลอมบ์ (1 V = 1 J/C)

เมื่อ	V	แทน	แรงดันไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น	โวลต์ (Volt: V)
	W	แทน	พลังงานไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น	จูล (Joule: J)
	Q	แทน	ประจุไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น	คูลอมบ์ (Coulomb: C)

7. จงอธิบายความหมายของเซลล์ไฟฟ้าแบบกัลวานิก พร้อมยกตัวอย่างเซลล์แต่ละประเภท (5 คะแนน)

เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) หรือเซลล์โวลตาอิก (Voltaic Cell) เป็นเซลล์ที่สามารถผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยปฏิกิริยารีดอกซ์ เซลล์ไฟฟ้าประกอบด้วยแผ่นโลหะจุ่มอยู่ในสารละลายจะอยู่ต่างภาชนะกัน แล้วนำมาเชื่อมต่อกัน จึงประกอบด้วยภาชนะ 2 ใบ เรียกแต่ละใบว่า ครึ่งเซลล์ แผ่นโลหะที่จุ่มอยู่ในสารละลายของไอออนที่บรรจุอยู่ในภาชนะ เรียกว่า ขั้วไฟฟ้า เมื่อนำครึ่งเซลล์มาต่อเชื่อมกันด้วยสะพานไอออน (สะพานเกลือ) แล้วนำโหนดมาต่อเป็นวงจรภายนอก (โวลต์มิเตอร์) จะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าที่เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะลดลง จนไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีหลายชนิด ดังนี้

1.1 เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสี หรือถ่านไฟฉายธรรมดา

1.2 เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ (Alkaline Cell) หรือถ่านไฟฉายอัลคาไลน์

1.3 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียม

2. เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) คือ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นแล้วต้องนำไปประจุไฟหรือชาร์จไฟ (Charge) ก่อนจึงจะนำมาใช้ได้

2.1 เซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด หรือ แบตเตอรี่สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

2.2 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม

2.3 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์

2.4 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออน

2.5 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลีเมอร์

8. ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าและเวลาเป็นอย่างไร (4 คะแนน)

กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ หมายถึง การไหลของประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ (C) เคลื่อนที่ผ่านจุดๆ หนึ่ง ในวัสดุ ในเวลา 1 วินาที ดังสมการ

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

หรือ 1 แอมแปร์ = 1 C/s

เมื่อ	I	แทน	กระแสไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น	แอมแปร์ (Ampere: A)
	Q	แทน	ประจุไฟฟ้า	มีหน่วยเป็น	คูลอมบ์ (Coulomb: C)
	T	แทน	เวลา	มีหน่วยเป็น	วินาที (second: s)

9. จงอธิบายความหมายของความต้านทานไฟฟ้า (4 คะแนน)

กระแสไฟฟ้าไหลในสาร อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านได้ไม่ทั้งหมดบางครั้งชนกับอะตอม การชนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไป การเคลื่อนที่จึงถูกจำกัดให้ผ่านได้ลดลง การจำกัดขึ้นกับชนิดของสาร คุณสมบัติของสารที่จำกัดการไหลของอิเล็กตรอน เรียกว่า ความต้านทานไฟฟ้า

10. จงบอกชนิดของตัวต้านทานพร้อมยกตัวอย่าง (5 คะแนน)

ชนิดของตัวต้านทานมีหลายชนิด หลายขนาดและหลายรูปแบบ โดยมากแล้วแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดค่าคงที่และชนิดที่เปลี่ยนแปลงค่าได้

1. ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

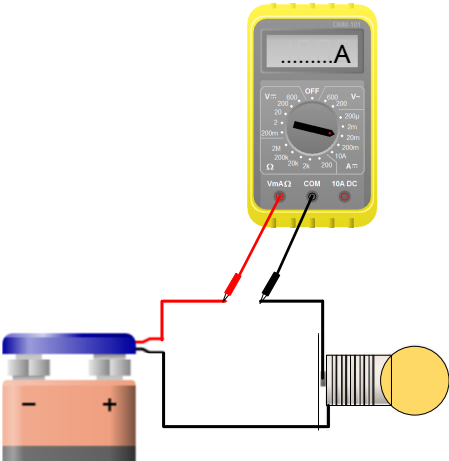
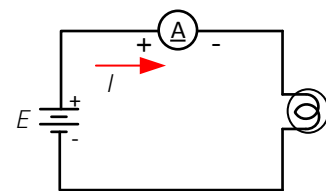
1.1 ตัวต้านทานแบบถ่าน (Carbon-composition Resistor)

1.2 ตัวต้านทานแบบฟิล์ม (Film type Resistor)

1.3 ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ (Wire Wound Resistor)

2 ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้

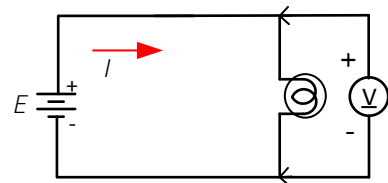
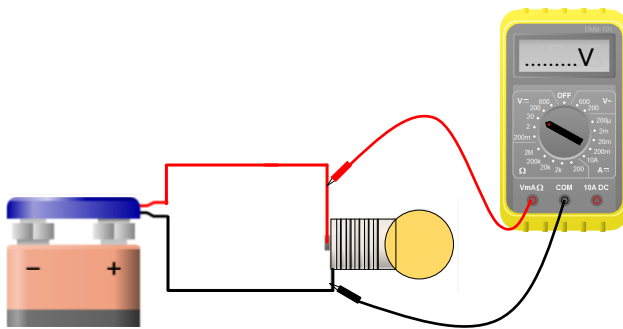
2.1 ตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าด้วยมือ โปเทนซิโอมิเตอร์ รีโอสแตด

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
2.2 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้อัตโนมัติ 2.2.1 ตัว LDR (Light Dependent Resistor) 2.2.2 เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) 11. วงจรไฟฟ้ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง (4 คะแนน) วงจรไฟฟ้าประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า และภาระทางไฟฟ้า หรือที่เรียกกันว่า “โหลด” 12. จงอธิบายวิธีการวัด แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าพร้อมวาดรูปประกอบ (6 คะแนน) 1. การวัดกระแสไฟฟ้า เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าเรียกว่า แอมมิเตอร์ (Ampere meter) ตัวอย่างการวัด นำปลายสายวัดสีแดง (+) ของแอมมิเตอร์ต่อกับขั้วบวก (+) ของแบตเตอรี่ และนำปลายสายวัดสีดำ (-) ของแอมมิเตอร์ต่อกับขั้วหลอดไฟฟ้าขนาดเล็ก และต่ออีกขั้วของหลอดไฟเข้ากับขั้วลบ (-) ของแบตเตอรี่ดังรูปที่ 1  ก) การวัดกระแสไฟฟ้าแสดงภาพเสมือน  ข) การวัดกระแสไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์ รูปที่1 การวัดกระแสไฟฟ้า		

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

2. การวัดแรงดันไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าเรียกว่า โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) ตัวอย่างการวัด ทำการต่อหลอดไฟขนาดเล็กเข้ากับแบตเตอรี่ และวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมหลอดไฟ โดยต่อโวลต์มิเตอร์ ขนานกับหลอดไฟ ปลายสายวัดสีแดง (+) ของโวลต์มิเตอร์ต่อกับขั้วบวก (+) ของแบตเตอรี่ และปลายสายวัดสีดำ (-) ของโวลต์มิเตอร์ต่อกับขั้วลบ (-) ของแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 2



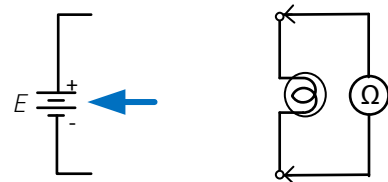
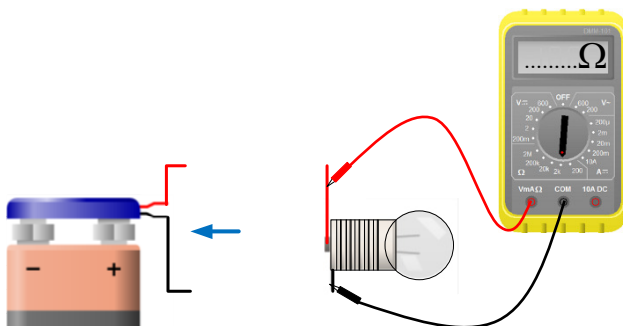
ก) การวัดแรงดันไฟฟ้าแสดงภาพเสมือน

ข) การวัดแรงดันไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

รูปที่ 2 การวัดแรงดันไฟฟ้า

3. การวัดความต้านทานไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความต้านทานไฟฟ้าเรียกว่า โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) ตัวอย่างการวัด ต้องวัดคร่อมหลอดไฟ ข้อควรระวังคือต้องถอดหลอดไฟออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือต้องไม่มีกระแสไหลผ่านหลอดนั้นและไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกขั้วลบขณะทำการวัด ดังรูปที่ 3



ก) การวัดความต้านทานไฟฟ้าแสดงภาพเสมือน

ข) การวัดความต้านทานไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

รูปที่ 3 การวัดความต้านทานไฟฟ้า

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ 1. อิเล็กตรอนจำนวน $300 \times 10^{16}e$ ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าเท่าไร (3 คะแนน) <u>วิธีทำ</u> $Q = \frac{\text{จำนวนของ } e}{6.25 \times 10^{18} e/C}$ $= \frac{300 \times 10^{16} e}{6.25 \times 10^{18} e/C}$ $= 48 \times 10^{-2} C$ $\therefore$ ประจุไฟฟ้าที่เกิด = 48×10^{-8} คูลอมบ์ 2. แบตเตอรี่ลูกหนึ่งกำเนิดพลังงาน 450 จูล ในการผลิตไฟฟ้า 10 คูลอมบ์ จะเกิดแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วแบตเตอรี่เท่าไร (3 คะแนน) <u>วิธีทำ</u> $V = \frac{W}{C}$ $= \frac{450 J}{10 C}$ $= 45 V$ $\therefore$ แรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด = 45 โวลต์ 3. แบตเตอรี่ลูกหนึ่งมีความจุ 80 แอมแปร์-ชั่วโมง เกลี่ยจ่ายโหลด 2.5 แอมแปร์ จะจ่ายโหลดได้นานเท่าไร (3 คะแนน) <u>วิธีทำ</u> $\text{ช่วงเวลาที่ใช้งาน (X)} = \frac{\text{ความจุของแบตเตอรี่ (Ah)}}{\text{กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งาน (A)}}$ $= \frac{80 Ah}{2.5 A}$ $= 32 h$ $\therefore$ จ่ายโหลดได้นาน = 9 ชั่วโมง		

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

4. ประจุไฟฟ้า 20 คูลอมป์ ไหลผ่านจุด ๆ หนึ่งบนสายไฟในเวลา 1 นาที จะมีกระแสไฟฟ้าไหลเท่าไร (3 คะแนน)

วิธีทำ

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

$$= \frac{20 \text{ C}}{1 \times 60 \text{ s}}$$

$$= 0.333 \text{ A}$$

∴ กระแสไฟฟ้ามีค่า = 0.333 แอมแปร์ หรือ 333 มิลลิแอมแปร์

5. ตัวต้านทานมีค่า 22 กิโลโอห์ม จะมีความนำไฟฟ้าเท่าไร (3 คะแนน)

วิธีทำ

$$G = \frac{1}{R}$$

$$= \frac{1}{22 \times 10^3 \Omega}$$

$$= 0.045 \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$= 45 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ S}$$

$$= 45 \mu\text{S}$$

∴ ความนำไฟฟ้า = 45 ไมโครซีเมนส์

6. จงอ่านค่าความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานต่อไปนี้ (5 คะแนน)

ก) น้ำตาล เทา ดำ ทอง	=	18×10^0	=	$18 \Omega \pm 5\%$
ข) เหลือง ม่วง แดง ทอง	=	47×10^2	=	$4.7 \text{ k}\Omega \pm 5\%$
ค) แดง ดำ ส้ม ทอง	=	20×10^3	=	$20 \text{ k}\Omega \pm 5\%$
ง) น้ำเงิน แดง เหลือง เงิน	=	62×10^4	=	$620 \text{ k}\Omega \pm 10\%$
จ) แดง แดง เขียว แดง เขียว	=	225×10^2	=	$22.5 \text{ k}\Omega \pm 0.5\%$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
7. จงอ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลขตัวอักษรต่อไปนี้ (5 คะแนน) ก) 58R = 58 Ω ข) 5K8 = 5.8 Ω ค) 800J = 80×10^0 = 80 $\Omega \pm 0.5\%$ ง) 0R47 = 0.47 Ω จ) 4582 = 458×10^2 = 45.8 Ω		

	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

หมายเหตุ: ถ่านไฟฉายที่ใช้ในการทดลองไม่ได้เป็นถ่านไฟฉายใหม่ซึ่งแต่ละก้อนมีแรงดันดังนี้

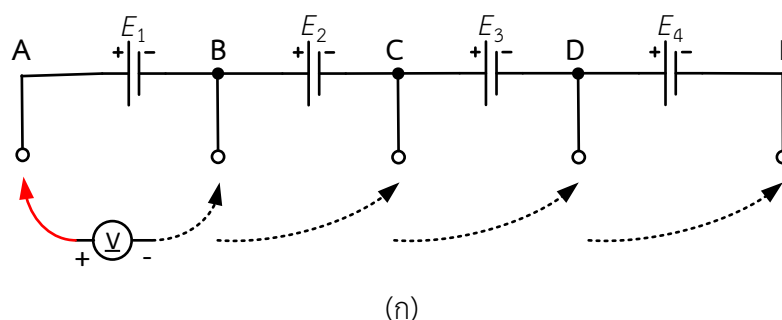
$$E_1 = 1.45 \text{ V}, E_2 = 1.43 \text{ V}, E_3 = 1.45 \text{ V}, E_4 = 1.48 \text{ V}$$

1. การทดลองที่ 1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

เฉลยการทดลองลำดับข้อที่

1.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าในตารางที่ 1.1 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ
ต่อเซลล์ไฟฟ้าปกติ

ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ก)



(ก)

รูปที่ 1.14 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B

$$\begin{aligned} V_{A-B} &= E_1 \\ &= 1.5 \\ &= 1.5 \text{ V} \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-C

$$\begin{aligned} V_{A-C} &= E_1 + E_2 \\ &= 1.5 + 1.5 \\ &= 3 \text{ V} \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-D

$$\begin{aligned} V_{A-D} &= E_1 + E_2 + E_3 \\ &= 1.5 + 1.5 + 1.5 \\ &= 4.5 \text{ V} \end{aligned}$$

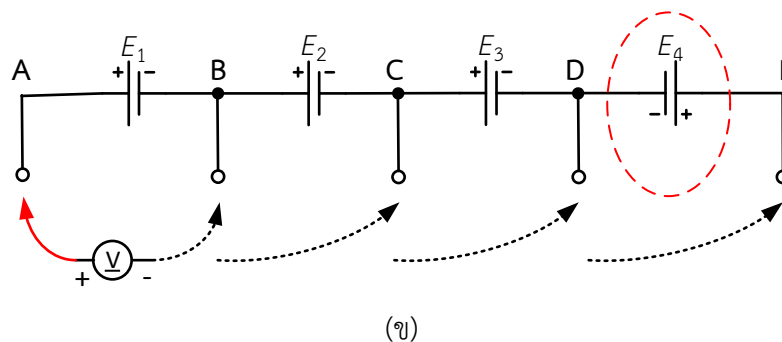
	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-E

$$\begin{aligned}
 V_{A-E} &= E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \\
 &= 1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5 \\
 &= 6 \text{ V}
 \end{aligned}$$

กลับขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่ 4

ต่อเซลล์ไฟฟ้าตามรูปที่ 1.14 (ข)



รูปที่ 1.14 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-B

$$\begin{aligned}
 V_{A-B} &= E_1 \\
 &= 1.5 \\
 &= 1.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-C

$$\begin{aligned}
 V_{A-C} &= E_1 + E_2 \\
 &= 1.5 + 1.5 \\
 &= 3 \text{ V}
 \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-D

$$\begin{aligned}
 V_{A-D} &= E_1 + E_2 + E_3 \\
 &= 1.5 + 1.5 + 1.5 \\
 &= 4.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

	เฉลยใบงานที่ 1				
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง				สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า				จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า				

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A-E

$$\begin{aligned} V_{A-E} &= E_1 + E_2 + E_3 - E_4 \\ &= 1.5 + 1.5 + 1.5 - 1.5 \\ &= 3\text{ V} \end{aligned}$$

1.5 คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณได้ บันทึกค่าในตารางที่ 1.1

การทดลอง	V _{A-B}	V _{A-C}	V _{A-D}	V _{A-E}	หน่วย
ค่าที่วัดได้	1.45	2.88	4.33	5.81	V
ค่าที่คำนวณ	1.5	3	4.5	6	V

การทดลอง	V _{A-B}	V _{A-C}	V _{A-D}	V _{A-E}	หน่วย
ความแตกต่าง คือ (ค่าที่คำนวณ-ค่าที่วัดได้)	0.05	0.12	0.17	0.19	V
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง คือ $\frac{(\text{ค่าที่คำนวณ} - \text{ค่าที่วัดได้})}{\text{ค่าที่คำนวณ}} \times 100$	3.33	4	3.78	3.17	%

เช่น เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง $V_{A-B} = \frac{(\text{ค่าที่คำนวณ} - \text{ค่าที่วัดได้})}{\text{ค่าที่คำนวณ}} \times 100$

$$\begin{aligned} &= \frac{(1.5 - 1.45)}{1.5} \times 100 \\ &= \frac{(0.05)}{1.5} \times 100 \\ &= 3.33\% \end{aligned}$$

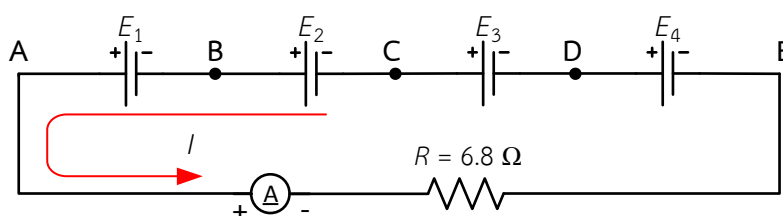
∴ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง $V_{A-B} = 3.33$ เปอร์เซ็นต์

	เจเลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

การต่อ เซลล์ไฟฟ้า	การทดลอง	V_{A-B}	V_{A-C}	V_{A-D}	V_{A-E}	หน่วย
ต่อเซลล์ไฟฟ้า ปกติ	ค่าที่วัดได้	1.45	2.88	4.33	5.81	V
	ค่าที่คำนวณ	1.5	3	4.5	6	V
	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	3.33	4	3.78	3.17	%
กลับขั้ว เซลล์ไฟฟ้า ที่ 4	ค่าที่วัดได้	1.45	2.88	4.33	2.85	V
	ค่าที่คำนวณ	1.5	3	4.5	3	V
	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	3.33	4	3.78	5	%

1.6 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8Ω มาต่ออนุกรม ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 วงจรไฟฟ้าการทดลองที่ 1.1

$$\text{ค่ากระแสที่วัดได้} = 860 \text{ mA}$$

	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

2. การทดลองที่ 1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

เฉลยการทดลองลำดับข้อที่

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

การต่อเซลล์ไฟฟ้า การทดลอง	V_{A-B} ขนานกัน 2 เซลล์	V_{A-B} ขนานกัน 3 เซลล์	V_{A-B} ขนานกัน 4 เซลล์	หน่วย
ค่าที่วัดได้	1.45	1.45	1.48	V
ค่าที่คำนวณ	1.5	1.5	1.5	V
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	3.33	3.33	1.33	%

2.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 2, 3 และ 4 เซลล์ บันทึกผลตารางที่ 1.2 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ

วิธีทำ เซลล์ไฟฟ้าขนานกัน 2 เซลล์

$$V_{A-B} = E_1 = E_2 = 1.5 \text{ V}$$

เซลล์ไฟฟ้าขนานกัน 3 เซลล์

$$V_{A-B} = E_1 = E_2 = E_3 = 1.5 \text{ V}$$

เซลล์ไฟฟ้าขนานกัน 4 เซลล์

$$V_{A-B} = E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = 1.5 \text{ V}$$

2.6 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ บันทึกผลตารางที่ 1.2

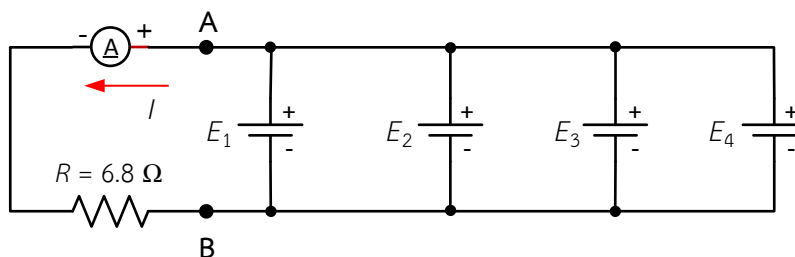
การต่อเซลล์ไฟฟ้า การทดลอง	V_{A-B} ขนานกัน 2 เซลล์	V_{A-B} ขนานกัน 3 เซลล์	V_{A-B} ขนานกัน 4 เซลล์	หน่วย
ค่าที่วัดได้	1.45	1.45	1.48	V
ค่าที่คำนวณ	1.5	1.5	1.5	V
ความแตกต่าง คือ (ค่าที่คำนวณ - ค่าที่วัดได้)	0.05	0.05	0.02	V
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง คือ $\frac{\text{ค่าที่คำนวณ} - \text{ค่าที่วัดได้}}{\text{ค่าที่คำนวณ}} \times 100$	3.33	3.33	1.33	%

	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

$$\begin{aligned}
 \text{เช่น } V_{A-B} \text{ เซลล์ไฟฟ้าขนานกัน 3 เซลล์} &= \frac{(\text{ค่าที่คำนวณ} - \text{ค่าที่วัดได้})}{\text{ค่าที่คำนวณ}} \times 100 \\
 &= \frac{(1.5 - 1.48)}{1.5} \times 100 \\
 &= \frac{(0.02)}{1.5} \times 100 \\
 &= 1.33\%
 \end{aligned}$$

∴ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง $V_{A-B} = 1.33$ เปอร์เซ็นต์

2.7 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 6.8Ω มาต่อเข้ากับวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นแอมป์มิเตอร์ ทำการวัดกระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 วงจรไฟฟ้าการทดลองที่ 1.2

ค่ากระแสที่วัดได้ = 220 mA

3. การทดลองที่ 1.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

เฉลยการทดลองลำดับข้อที่

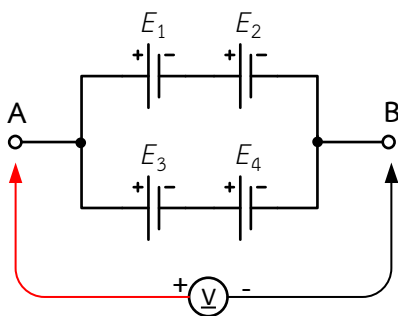
ตารางที่ 1.3 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

การต่อเซลล์ไฟฟ้า	V_{A-B} (รูปที่ 1.22) การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบอนุกรม-ขนาน	V_{A-B} (รูปที่ 1.23) การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบขนาน-อนุกรม	หน่วย
การทดลอง			
ค่าที่วัดได้	2.93	1.48	V
ค่าที่คำนวณ	3	1.5	V
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	2.33	1.33	%

	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

3.5 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าจากการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม จากรูปที่ 1.22 และ 1.23 บันทึกผลตารางที่ 1.3 พร้อมแสดงวิธีคำนวณ

จากรูปที่ 1.22



รูปที่ 1.22 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

วิธีทำ

$$\begin{aligned}(V_{A-B})_1 &= E_1 + E_2 && \text{(อนุกรม)} \\ &= 1.5V + 1.5V \\ &= 3V\end{aligned}$$

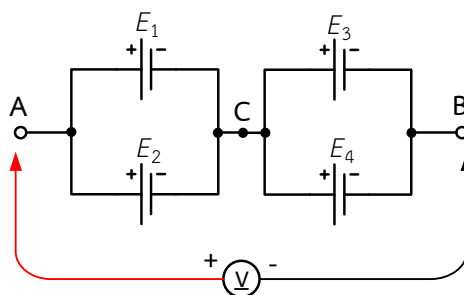
$$\begin{aligned}(V_{A-B})_2 &= E_3 + E_4 && \text{(อนุกรม)} \\ &= 1.5V + 1.5V \\ &= 3V\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(V_{A-B})_1 &= (V_{A-B})_2 \\ &= 3V && \text{(ขนาน)}\end{aligned}$$

∴ จากรูปที่ 1.22 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน = 3 V

	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

จากรูปที่ 1.23



รูปที่ 1.23 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 V_{A-C} &= E_1 = E_2 \\
 &= 1.5\text{ V} = 1.5\text{ V} \\
 &= 1.5\text{ V} \\
 V_{C-B} &= E_3 = E_4 \\
 &= 1.5\text{ V} = 1.5\text{ V} \\
 &= 1.5\text{ V} \\
 V_{A-B} &= (V_{A-C}) + (V_{C-B}) \\
 &= 1.5\text{ V} + 1.5\text{ V} \\
 &= 3\text{ V}
 \end{aligned}$$

∴ จากรูปที่ 1.23 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม = 3 V

3.6 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ บันทึกผลตารางที่ 1.3

การต่อเซลล์ไฟฟ้า	V_{A-B} (รูปที่ 1.22) การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบอนุกรม-ขนาน	V_{A-B} (รูปที่ 1.23) การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบขนาน-อนุกรม	หน่วย
การทดลอง			
ค่าที่วัดได้	2.93	1.48	V
ค่าที่คำนวณ	3	1.5	V

	เจลยใบงานที่ 1		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2	
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง	
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า		

การทดลอง	การต่อเซลล์ไฟฟ้า VA-B (รูปที่1.22) การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบอนุกรม-ขนาน	การต่อเซลล์ไฟฟ้า VA-B (รูปที่1.23) การต่อเซลล์ไฟฟ้า แบบขนาน-อนุกรม	หน่วย
ความแตกต่าง คือ (ค่าที่คำนวณ-ค่าที่วัดได้)	0.07	0.02	V
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง คือ $\frac{(\text{ค่าที่คำนวณ} - \text{ค่าที่วัดได้})}{\text{ค่าที่คำนวณ}} \times 100$	2.33	1.33	%

เช่น เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง V_{A-B} (รูปที่1.22) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{ค่าที่คำนวณ} - \text{ค่าที่วัดได้})}{\text{ค่าที่คำนวณ}} \times 100 \\
 &= \frac{(3 - 2.93)}{3} \times 100 \\
 &= \frac{(0.07)}{3} \times 100 \\
 &= 2.33 \%
 \end{aligned}$$

∴ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง V_{A-B} (รูปที่1.22) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน = 2.33 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลอง

การต่อเซลล์ไฟฟ้าต่อได้ 3 ลักษณะ คือ การต่อแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสม โดยการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมจะทำให้แรงดันไฟฟ้ารวมเพิ่มขึ้น แต่กระแสไฟฟ้ารวมจะเท่ากับค่าของกระแสไฟฟ้าเซลล์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานจะทำให้แรงดันไฟฟ้ารวมเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ ๆ เดียว แต่กระแสไฟฟ้ารวมจะเพิ่มขึ้น หากต้องการให้ทั้งกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นต้องต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากค่าที่วัดได้ในตาราง 1.1 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ที่ต่ออนุกรม เป็นไปตามสมการที่ให้มาหรือไม่ อย่างไร

$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

	เฉลยใบงานที่ 1		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2	
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง	
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า		

ถ่ายไฟฉายที่ใช้ในการทดลองไม่ได้เป็นถ่านไฟฉายใหม่ซึ่งแต่ละก้อนมีแรงดันดังนี้
 $(E_1 = 1.45 \text{ V}, E_2 = 1.43 \text{ V}, E_3 = 1.45 \text{ V}, E_4 = 1.48 \text{ V})$
 $E_T = 1.45 + 1.43 + 1.45 + 1.48 = 5.81 \text{ V}$
 ฉะนั้นค่าที่วัดได้ในตาราง 1.1 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ที่ต่ออนุกรม เป็นไปตามสมการข้างต้นจริง
 2. จากค่าที่วัดได้ในตาราง 1.2 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ มีค่าเท่ากันจริง หรือไม่ อย่างไร
 ถ่ายไฟฉายที่ใช้ในการทดลองไม่ได้เป็นถ่านไฟฉายใหม่ซึ่งแต่ละก้อนมีแรงดันดังนี้
 $(E_1 = 1.45 \text{ V}, E_2 = 1.43 \text{ V}, E_3 = 1.45 \text{ V}, E_4 = 1.48 \text{ V})$

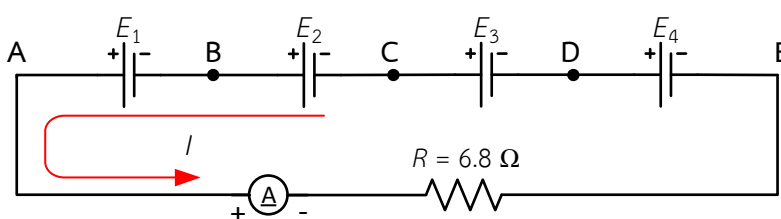
	V_{A-B} ขนานกัน 2 เซลล์	V_{A-B} ขนานกัน 3 เซลล์	V_{A-B} ขนานกัน 4 เซลล์	หน่วย
ค่าที่วัดได้	1.45	1.45	1.48	V

จากค่าที่วัดได้ในตาราง 1.2 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ เช่น V_{A-B} ขนานกัน 2 เซลล์ จาก $E_1 = 1.45 \text{ V}$, $E_2 = 1.43 \text{ V}$ ขนานกัน จะมีค่าเท่ากับ เซลล์ที่มีค่าสูงกว่า ซึ่งเซลล์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน จึงถือว่ามีค่าเท่ากันจริง
 3. จากตารางที่ 1.3 จงอธิบายการทดลอง เป็นไปตามคุณสมบัติของการต่อเซลล์แบบอนุกรม-ขนาน และขนาน - อนุกรม หรือไม่ อย่างไร
 จากรูปที่ 1.22 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน ซึ่งเป็นการอนุกรมกันก่อนสองเซลล์ $1.45 \text{ V} + 1.43 \text{ V}$ ได้ 2.88 V และอีกชุดหนึ่ง $1.45 \text{ V} + 1.48 \text{ V}$ ได้ 2.93 V หลังจากนั้นค่อยมาขนานกัน คือ 2.88 V ขนานกับ 2.93 V ผลที่ได้แรงดันคือ 2.93 V (การขนานกัน จะมีค่าเท่ากับ เซลล์ที่มีค่าสูงกว่า ซึ่งเซลล์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน จึงถือว่ามีค่าเท่ากันจริง) ดังนั้นการทดลองนี้เป็นไปตามคุณสมบัติของการต่อเซลล์แบบอนุกรม-ขนานจริง
 จากรูปที่ 1.23 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม ซึ่งเป็นการขนานกันก่อนสองเซลล์ 1.45 V ขนานกับ 1.43 V ได้ 1.45 V และอีกชุดหนึ่ง 1.45 V ขนานกับ 1.48 V ได้ 1.48 V (การขนานกัน จะมีค่าเท่ากับ เซลล์ที่มีค่าสูงกว่า ซึ่งเซลล์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน จึงถือว่ามีค่าเท่ากันจริง) หลังจากนั้นค่อยมาต่ออนุกรมกัน คือ $1.45 \text{ V} + 1.48 \text{ V}$ ผลที่ได้แรงดันคือ 2.93 V ดังนั้นการทดลองนี้เป็นไปตามคุณสมบัติของการต่อเซลล์แบบขนาน-อนุกรมจริง

	เฉลยใบงานที่ 1	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า	

4. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัดจากการทดลองตามรูปที่ 1.16 และตามรูปที่ 1.20 มีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร

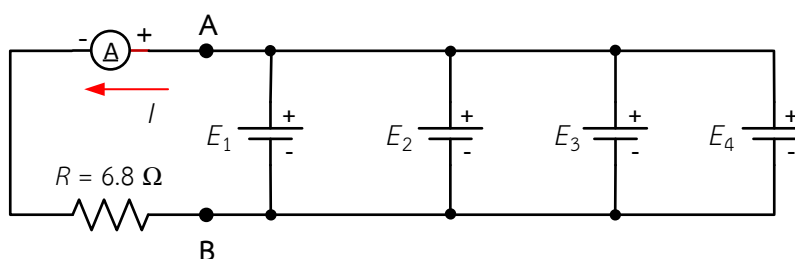
กระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 วงจรไฟฟ้าการทดลองที่ 1.1

$$\text{ค่ากระแสที่วัดได้} = 860 \text{ mA}$$

กระแสไฟฟ้า ตามรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 วงจรไฟฟ้าการทดลองที่ 1.2

$$\text{ค่ากระแสที่วัดได้} = 220 \text{ mA}$$

กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากรูปทั้งสองรูปมีค่าไม่เท่ากันเพราะ E_T ของทั้งสองรูปมีค่าไม่เท่ากัน ทั้งที่ตัวต้านทานมีค่าเท่ากัน E_T ในรูปที่ 1.16 ($E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$) มีค่ามากกว่า E_T ในรูปที่ 1.20 ($E_T = E_1 = E_2 = E_3 = E_4$) จึงทำให้กระแสไฟฟ้า ในรูปที่ 1.16 มีค่ามากกว่า ในรูปที่ 1.20 ด้วยเช่นกัน



ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

รหัสวิชา 2104-2002 วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

หน่วยที่ 1

หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

จำนวน 30 ข้อ

ก่อนเรียน

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ง	11	ข	21	ข
2	ข	12	ก	22	ข
3	ง	13	ง	23	ค
4	ง	14	ค	24	ก
5	ข	15	ค	25	ค
6	ข	16	ข	26	ง
7	ง	17	ก	27	ข
8	ค	18	ค	28	ง
9	ก	19	ง	29	ข
10	ข	20	ง	30	ก

หลังเรียน

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ข	11	ค	21	ค
2	ก	12	ข	22	ง
3	ค	13	ก	23	ข
4	ก	14	ข	24	ค
5	ก	15	ข	25	ง
6	ค	16	ง	26	ก
7	ข	17	ง	27	ค
8	ง	18	ข	28	ค
9	ง	19	ก	29	ก
10	ก	20	ข	30	ข

	ใบสรุปการประเมินผล	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 1-2
	หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	30	
2. ใบแบบฝึกหัด	95	
3. ใบงาน	145	
4. แบบทดสอบหลังเรียน	30	
5. คุณธรรม จริยธรรม	30	
รวมคะแนน	330	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

หน่วยที่ 1 : ความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2104-2002

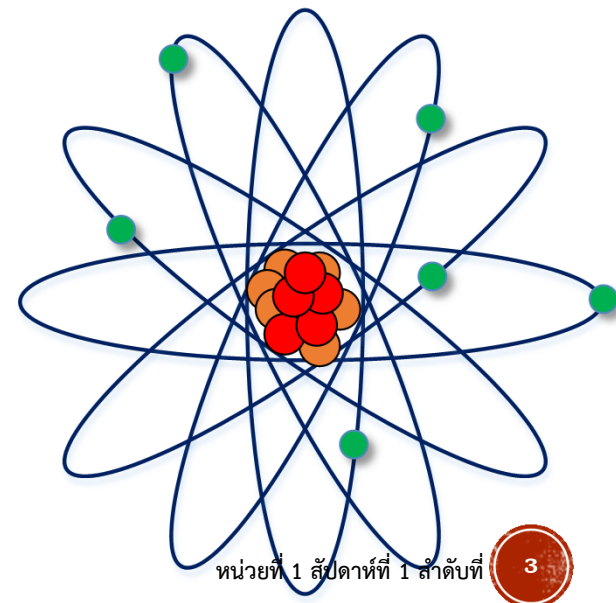
1

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานของระบบหน่วย อะตอม และความถี่รอบยอดของประจุไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นและการวัดทางไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหน่วยต่างๆ ในระบบ SI ได้
2. แปลงหน่วยของปริมาณไฟฟ้าได้
3. อธิบายความหมายและองค์ประกอบของอะตอมได้
4. อธิบายความหมายประจุไฟฟ้าได้
5. อธิบายความหมายแรงดันไฟฟ้าได้
6. บอกแหล่งกำเนิดของแรงดันไฟฟ้าได้
7. อธิบายความหมายกระแสไฟฟ้าได้
8. อธิบายความหมายความต้านทานไฟฟ้าได้
9. อ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวต้านทานได้
10. อธิบายความหมายวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นได้
11. อธิบายการวัดทางไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ได้



1.1 ระบบหน่วย

ตารางที่ 1.1 หน่วยวัด SI พื้นฐาน

ปริมาณ	ตัวย่อ	หน่วย	อักษรย่อแทนหน่วย
1. เวลา	t	วินาที	s
2. มวล	m	กิโลกรัม	Kg
3. ความยาว	l	เมตร	m
4. กระแสไฟฟ้า	I	แอมแปร์	A
5. อุณหภูมิ	T	เคลวิน	K
6. ความเข้มของแสงสว่าง	I_v	แคนเดลา	cd

ที่มา : ไมตรี วรุฒิจรรยากุล, 2540 : 3

1.1 ระบบหน่วย

ตารางที่ 1.3 ชื่อนำหน้าหน่วย

ชื่อ	สัญลักษณ์	เลขยกกำลัง	ค่าตัวเลข
เทรา (tera)	<i>T</i>	10^{12}	1,000,000,000,000
จิกะ (giga)	<i>G</i>	10^9	1,000,000,000
เมกะ (mega)	<i>M</i>	10^6	1,000,000
กิโล (Kilo)	<i>k</i>	10^3	1,000
หน่วย (unit)	-	10^0	1
เซนติ (centi)	<i>c</i>	10^{-2}	0.01
มิลลิ (mili)	<i>m</i>	10^{-3}	0.001
ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}	0.000 001
นาโน (nano)	<i>n</i>	10^{-9}	0.000 000 001
พิโก (pico)	<i>p</i>	10^{-12}	0.000 000 000 001
เฟมโต (femto)	<i>f</i>	10^{-15}	0.000 000 000 000 001
แอทโต (atto)	<i>a</i>	10^{-18}	0.000 000 000 000 000 001

ที่มา : ไมตรี วรวิจิตรยากุล, 2540 : 7

1.1 ระบบหน่วย

ความหมายของข้อมูลในตารางที่ 1.3

เช่น สัญลักษณ์ **m** คือ มิลลิ (mili) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^{-3} มีตัวเลข 0.001 หมายถึง 1 mV มีค่าเท่ากับ 1×10^{-3} V หรือ 1 mA มีค่าเท่ากับ 1×10^{-3} A

เช่น สัญลักษณ์ **μ** คือ ไมโคร (mico) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^{-6} มีค่าตัวเลข 0.000 001 หมายถึง 1 μ V มีค่าเท่ากับ 1×10^{-6} V หรือ 1 μ A มีค่าเท่ากับ 1×10^{-6} A

เช่น สัญลักษณ์ **k** คือ กิโล (kilo) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^3 มีตัวเลข 1,000 หมายถึง 1 kV มีค่าเท่ากับ 1×10^3 V หรือ 1 k Ω มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^3 \Omega$ เป็นต้น

เช่น สัญลักษณ์ **M** คือ เมกะ (Mega) ซึ่งมีเลขยกกำลัง 10^6 มีตัวเลข 1,000,000,000 หมายถึง 1 MV มีค่าเท่ากับ 1×10^6 V หรือ 1 M Ω มีค่าเท่ากับ $1 \times 10^6 \Omega$ เป็นต้น

➡ ตัวอย่างที่ 1.1 จงแปลง 10 มิลลิแอมแปร์ (mA) ให้อยู่ในรูป แอมแปร์ (A)

วิธีทำ

$$\begin{array}{llll} \text{จากตารางที่ 1.3} & 1 \text{ mA} & = & 1 \times 10^{-3} \text{ A} \\ \text{ดังนั้น} & 10 \text{ mA} & = & 10 \times 10^{-3} \text{ A} \\ & & = & 10 \times 0.001 \text{ A} \\ & \therefore 10 \text{ mA} & = & 0.01 \text{ A} \end{array}$$

➡ ตัวอย่างที่ 1.2 จงแปลง 0.01 แอมแปร์ (A) ให้อยู่ในรูป มิลลิแอมแปร์ (mA)

วิธีทำ

$$\text{จากตารางที่ 1.3} \quad 1 \text{ mA} = 1 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad 1 \times 10^{-3} \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad 1 \text{ A} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} \text{ mA}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad 0.01 \text{ A} = \frac{0.01}{1 \times 10^{-3}} \text{ mA}$$

$$= \frac{0.01}{0.001} \text{ mA}$$

$$\therefore 0.01 \text{ A} = 10 \text{ mA}$$

➡ ตัวอย่างที่ 1.3 จงแปลง 2.5 กิโลโวลต์ (kV) ให้อยู่ในรูป โวลต์ (V)

วิธีทำ

$$\begin{array}{llll} \text{จากตารางที่ 1.3} & 1 \text{ kV} & = & 1 \times 10^3 \text{ V} \\ \text{ดังนั้น} & 2.5 \text{ kV} & = & 2.5 \times 10^3 \text{ V} \\ & & = & 2.5 \times 1,000 \text{ V} \\ \therefore & 2.5 \text{ kV} & = & 2,500 \text{ V} \end{array}$$

➡ ตัวอย่างที่ 1.4 จงแปลง 2,500 โวลต์ (V) ให้อยู่ในรูป กิโลโวลต์ (kV)

วิธีทำ

$$\text{จากตารางที่ 1.3} \quad 1 \text{ kV} = 1 \times 10^3 \text{ V}$$

$$\text{นั่นคือ} \quad 1 \times 10^3 \text{ V} = 1 \text{ kV}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad 2,500 \text{ V} = \frac{2,500}{10^3} \text{ kV}$$

$$= \frac{2,500}{1,000} \text{ kV}$$

$$\therefore 2,500 \text{ V} = 2.5 \text{ kV}$$

➔ ตัวอย่างที่ 1.5 จงแปลง 2.75 กิโลโอห์ม (kΩ) ให้อยู่ในรูป โอห์ม (Ω)

วิธีทำ

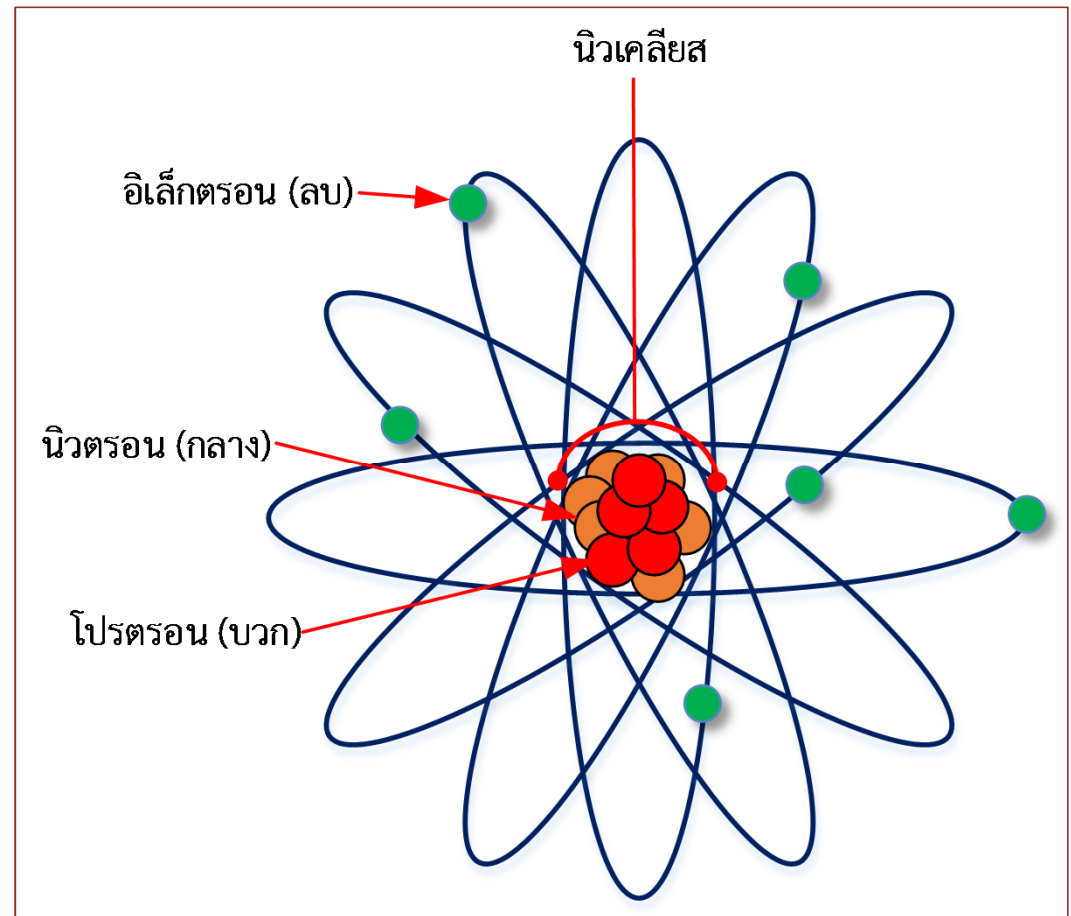
$$\begin{array}{llll} \text{จากตารางที่ 1.3} & 1 \text{ k}\Omega & = & 1 \times 10^3 \Omega \\ \text{ดังนั้น} & 2.75 \text{ k}\Omega & = & 2.75 \times 10^3 \Omega \\ & \therefore 2.75 \text{ k}\Omega & = & 2,750 \Omega \end{array}$$

1.2 อะตอม

อะตอม (Atom) คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่สามารถแตกออกมาได้และยังคงรักษาคุณสมบัติของธาตุนั้นๆไว้

ประกอบด้วยส่วนของนิวเคลียส (Nucleus) ที่หนาแน่นมากอยู่ตรงศูนย์กลาง ล้อมรอบด้วยกลุ่มของอิเล็กตรอน (Electron) ที่มีประจุลบ

นิวเคลียสของอะตอมประกอบด้วย โปรตอน (Proton) ที่มีประจุบวกกับนิวตรอน (Neutron) ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของอะตอม
ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559

1.2.1 ชั้นอิเล็กตรอน

ชั้นอิเล็กตรอน (electron shell) เป็นวงโคจรของอิเล็กตรอนที่หมุนวนอยู่รอบนิวเคลียสของอะตอม

ชั้นที่ไกลนิวเคลียสที่สุดเรียกว่าเป็น

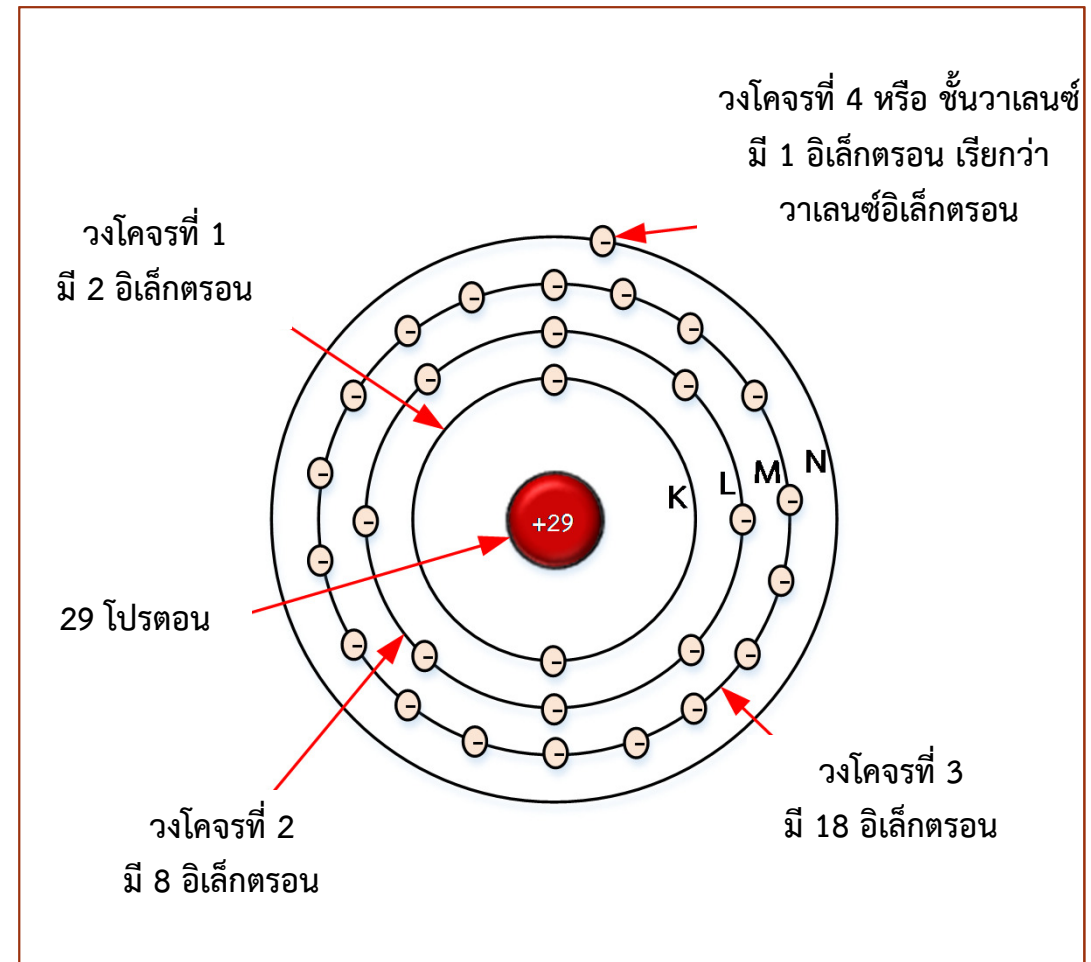
- ชั้นที่ 1 (วงโคจรที่ 1 หรือ K)
- ชั้นที่ 2 (วงโคจรที่ 2 หรือ L)
- ชั้นที่ 3 (วงโคจรที่ 3 หรือ M) ไกลออกมาเรื่อย ๆ จาก(K,L,M,N,O,...)

- จำนวนอิเล็กตรอน = $2(n^2)$ ตัว เช่น

ชั้นที่ 1 ($2(1^2)=2$) มีอิเล็กตรอนได้ 2 ตัว

ชั้นที่ 2 ($2(2^2)=8$) มีอิเล็กตรอนได้ 8 ตัว

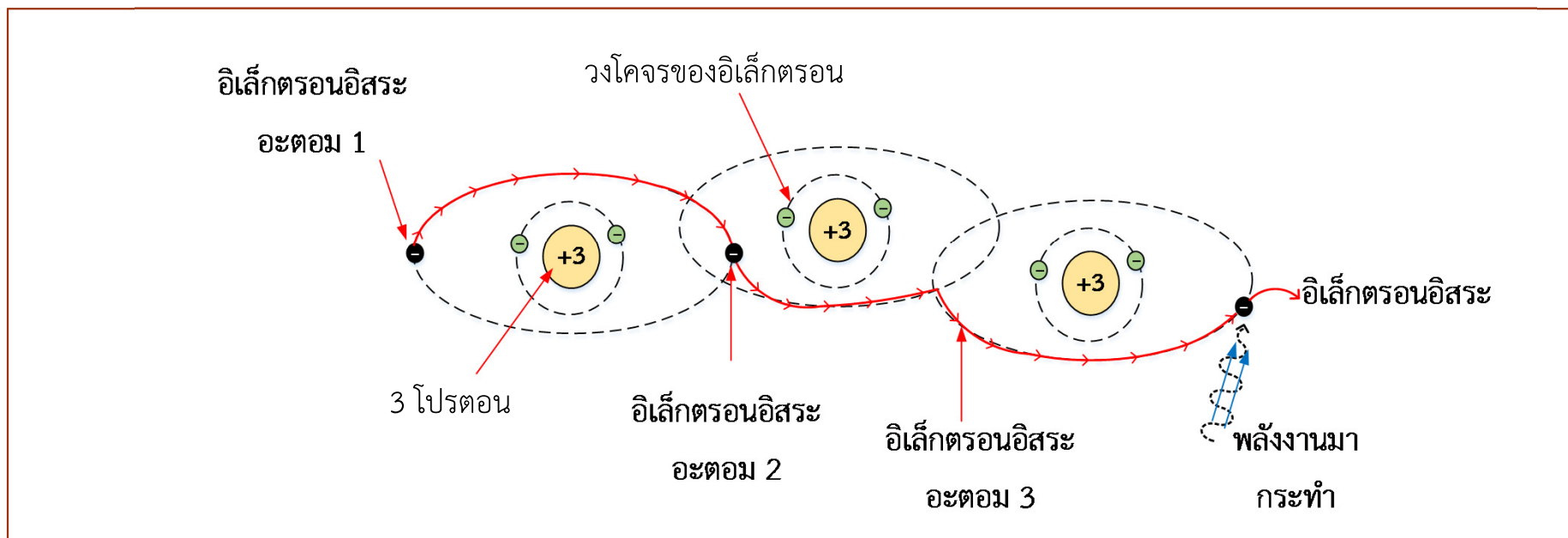
ชั้นที่ 3 ($2(3^2)=18$) มีอิเล็กตรอนได้ 18 ตัว
และเรื่อยไป



รูปที่ 1.2 ชั้นอิเล็กตรอนของอะตอมธาตุทองแดง
ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559

1.2.2 อิเล็กตรอนอิสระ

อะตอมเมื่อได้รับพลังงานหรือแรงกระตุ้นจะทำให้อิเล็กตรอนที่วิ่งเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน หลุดออกจากวงโคจรเดิมไปสู่วงโคจรของอะตอมข้างเคียง เรียกว่า “อิเล็กตรอนอิสระ” (Free Electron)



รูปที่ 1.3 การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในชั้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน
ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559

1.2.3 ประเภทของสาร

ตัวนำ

(Conductors)

- คือ อุปกรณ์ที่สามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย ตัวนำทางไฟฟ้าที่ดีที่สุด ธาตุเงิน

สารกึ่งตัวนำ

(Semiconductor)

- คือ สารที่นำไฟฟ้าได้ดีกว่าฉนวนแต่ไม่ดีเท่าตัวนำ

ฉนวน

(Insulators)

- คือ เป็นวัสดุที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ดี มีค่าความต้านทานมาก

1.3 ประจุไฟฟ้า

ประจุไฟฟ้าแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ บวก และ ลบ

ประจุ มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (Coulomb : C) ในระบบหน่วย SI

สัญลักษณ์เป็น “Q”



ก) ประจุบวกเหมือนกัน แรงแผลกกัน



ข) ประจุลบเหมือนกัน แรงแผลกกัน



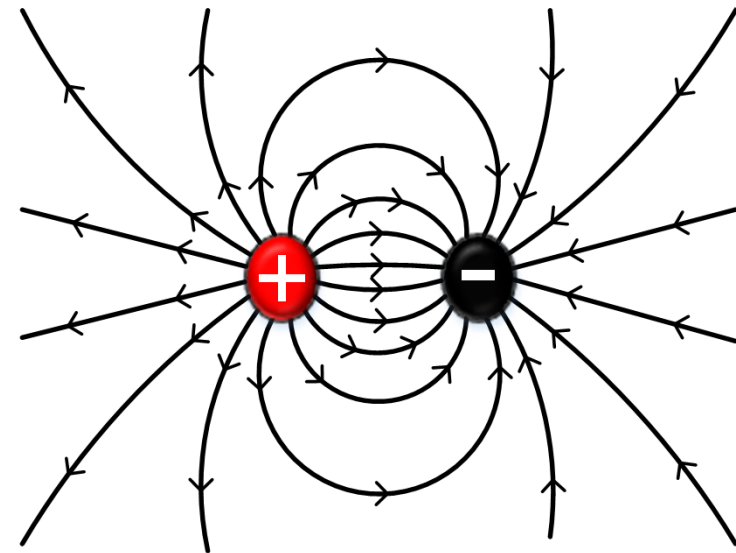
ค) ประจุต่างกัน แรงแดึงดูดกัน



ง) ไม่มีประจุไม่มีแรง

รูปที่ 1.4 แรงการดึงดูดและผลักกันของประจุไฟฟ้า

ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559



รูปที่ 1.5 สนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าบวกและลบหนึ่งจุด

ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559

1.3 ประจุไฟฟ้า

ประจุไฟฟ้า 1 คูลอมป์ เท่ากับปริมาณประจุไฟฟ้าที่อยู่บนอิเล็กตรอนจำนวน 6.25×10^{18} e และอิเล็กตรอน 1 e จะมีประจุไฟฟ้า 1.6×10^{-19} คูลอมป์

$$1e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$1\text{C} = 6.25 \times 10^{18} e$$

เมื่อ e คือ อิเล็กตรอน และ C คือ คูลอมป์

ในการหาประจุไฟฟ้ารวม (Q) ได้ดังนี้

$$Q = \frac{\text{จำนวนของ } e}{6.25 \times 10^{18} e/\text{C}}$$

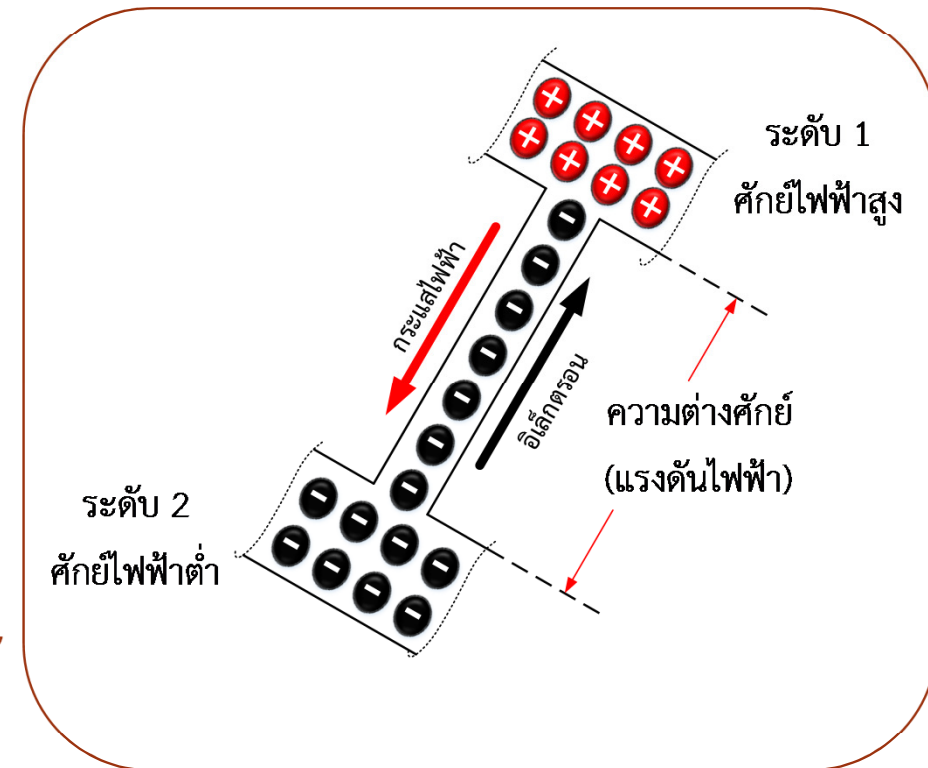
➡ ตัวอย่างที่ 1.6 จงหาประจุไฟฟ้าที่เกิดจากอิเล็กตรอนจำนวน $125 \times 10^{10} \text{ e}$
วิธีทำ

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{จำนวนของ e}}{6.25 \times 10^{18} \text{ e/C}} \\ &= \frac{125 \times 10^{10} \text{ e}}{6.25 \times 10^{18} \text{ e/C}} \\ &= 20 \times 10^{-8} \text{ C} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ประจุไฟฟ้าที่เกิด} = 20 \times 10^{-8} \text{ คูลอมบ์}$$

1.4 แรงดันไฟฟ้า

- ❑ **แรงดันไฟฟ้า** (Voltage) หมายถึง แรงที่มากกระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้เกิดการไหล
- ❑ **ความต่างศักย์ไฟฟ้า** หมายถึง ระดับไฟฟ้าที่แตกต่างกัน เช่น ระดับที่ 1 มีประจุไฟฟ้าบวกจะมีศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนระดับที่ 2 มีประจุไฟฟ้าลบจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำ
- ❑ **แรงขับเคลื่อนทางไฟฟ้า** หมายถึง แรงที่ได้จากการสร้างให้เกิดแรงดันไฟฟ้าไปทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระเกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, แบตเตอรี่, ถ่านไฟฉาย, เซลล์แสงอาทิตย์ และเซลล์เชื้อเพลิง ฯลฯ



รูปที่ 1.6 ความต่างศักย์ไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า)
ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559

1.4.1 โวลต์ : หน่วยของแรงดันไฟฟ้า

- โวลต์ (Volt) คือ ปริมาณของพลังงานต่อหนึ่ง
หน่วยประจุไฟฟ้า เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย “V”
เขียนสมการได้ดังนี้

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

หรือ 1 โวลต์ = 1 จูล/คูลอมบ์ ($1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$)

เมื่อ V แทน แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (Volt: V)

W แทน พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น จูล (Joule: J)

Q แทน ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (Coulomb: C)

➡ ตัวอย่างที่ 1.7 จงหาแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดที่ต้องใช้พลังงาน 150 จูล ในการแยกประจุไฟฟ้าบวกบวกและประจุไฟฟ้าลบ 50 coulomb ออกจากกัน

วิธีทำ

$$\begin{aligned} V &= \frac{W}{C} \\ &= \frac{150 \text{ J}}{50 \text{ C}} \\ &= 3 \text{ V} \end{aligned}$$

∴ แรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด = 3 โวลต์

1.4.2 ความสัมพันธ์ของหน่วยแรงดันไฟฟ้า

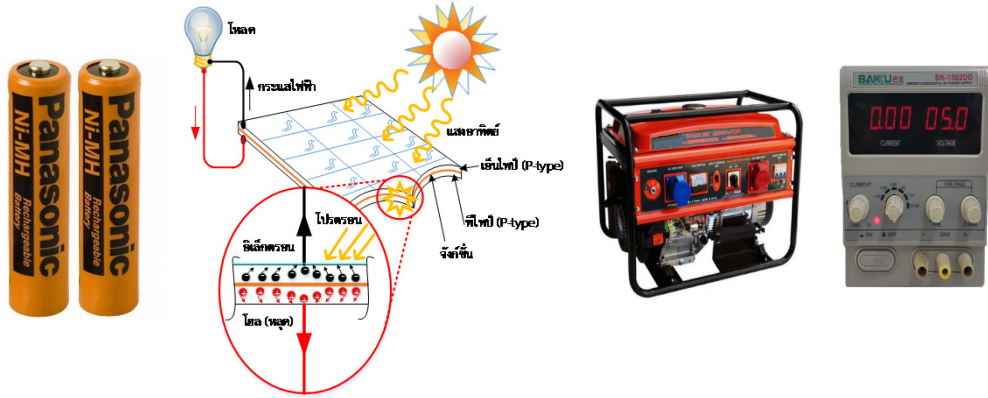
ตารางที่ 1.4 แสดงหน่วยของแรงดันไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นโวลต์ (V)
1 พิโกโวลต์	pV	$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$
1 นาโนโวลต์	nV	$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$
1 ไมโครโวลต์	μ V	$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$
1 มิลลิโวลต์	mV	$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$
1 โวลต์	V	$10^0 = 1$
1 กิโลโวลต์	kV	$10^3 = 1,000$
1 เมกะโวลต์	MV	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะโวลต์	GV	$10^9 = 1,000,000,000$
1 ทิราโวลต์	TV	$10^{12} = 1,000,000,000,000$

ที่มา : อารังศักดิ์ หมินก้าหริ่ม, 2556 : 10

1.4.3 แหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้า (SOURCES OF VOLTAGE)

- 1. เซลล์ไฟฟ้า (Electric Cell)
- 2. เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)
- 3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)
- 4. เพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply)



ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

(1) เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell)

- (1.1) เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสี
- (1.2) เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์
- (1.3) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียม

(2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell)

- (2.1) เซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด
- (2.2) เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม
- (2.3) เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์
- (2.4) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออน
- (2.5) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลีเมอร์

ข. เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic)

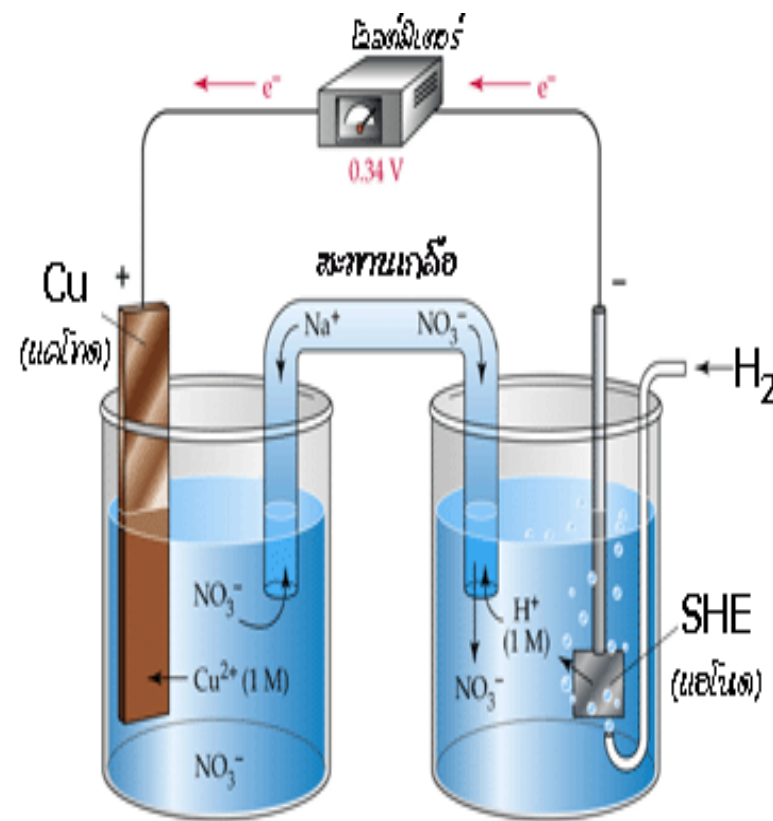
1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

หรือเซลล์โวลตาอิก (Voltaic Cell) ผลิตไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ด้วยปฏิกิริยารีดอกซ์ ดังรูปที่ 1.7

ข. เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic)

เป็นเซลล์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเคมี ได้แก่ การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นต้น



รูปที่ 1.7 เซลล์กัลวานิก

ที่มา: http://www.il.mahidol.ac.th/emediac/electrochemistry/web/electrode_potential.htm

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

(1) เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell)

(1.1) เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสี

หรือถ่านไฟฉายธรรมดา โครงสร้างประกอบด้วย โลหะสังกะสีเป็นขั้วลบ แท่งคาร์บอนที่ทำเป็นขั้วบวกเป็นแกนกลางของถ่าน ใช้สารละลายเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์ ทั่วไปจะมีแรงดัน 1.5 โวลต์ มีขนาดได้แก่ D , C , AA , AAA นิยมใช้ คือ AA และ AAA ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสีขนาดต่าง ๆ

ที่มา : http://www.excelchoice.com/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/3/_/3_68.jpg

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

(1) เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell)

(1.2) เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ (Alkaline Cell)

หรือ ถ่านไฟฉายอัลคาไลน์ ให้พลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่า
เซลล์ไฟฟ้าชนิดคาร์บอน-สังกะสี 4 – 9 เท่า เหมาะกับการใช้
งานที่ต่อเนื่องยาวนาน มีลักษณะเหมือนกับถ่านไฟฉายทั่ว ๆ ไป
ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 เซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ จากซ้ายไปขวา : C, AA, AAA, N, และ 9V
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Alkaline_battery

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

→ (1) เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell)

(1.3) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียม (Lithium cell)

เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานไฟฟ้าสูง มีขนาดเล็กมาก รูปร่างคล้ายเม็ดกระดุม นิยมใช้ในนาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เกมกด รีโมทรถยนต์ เป็นต้น ดังรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมแบบกระดุม
ที่มา : <https://www.amazon.es/PChero-CR2032-Coin-Bater%C3%ADa-distancia-%C3%A1scula/dp/B01M3586CE>

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

(2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell)

(2.1) เซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด
เป็นเซลล์ที่สามารถชาร์จไฟเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้

(2.1.1) แบบเปียก หรือเซลล์เปิด

(Open cell หรือ Unsealed battery) ต้องเติมน้ำ ดังรูปที่ 1.11 (ก)

(2.1.2) แบบแห้ง หรือแบบไม่ต้องดูแล

รักษา (Maintenance free หรือ Sealed battery) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มีความทนทาน แต่มีราคาแพง มีอายุการใช้งานประมาณ 5-10 ปี ดังรูปที่ 1.11 (ข)



(ก) แบบต้องเติมน้ำกลั่น



(ข) แบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น

รูปที่ 1.11 เซลล์ไฟฟ้าชนิดสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว-กรด

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

→ (2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell)

(2.2) เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม

(Nickel-cadmium cell, Ni-cd)

หรือเรียกว่า นิแคด เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถชาร์จใหม่
มีแรงดัน ไฟฟ้า 1.2 โวลต์ แต่ต้องใช้งานให้กระแสไฟฟ้า
หมดเสียก่อน แล้วจึงนำไปชาร์จใหม่ ดังรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลแคดเมียม

ที่มา : <https://www.ebay.co.uk/itm/Ni-Cd-AA-900mAh-6V>

-SM2P-Plug-Rechargeable-Battery-For-Remote-Control-Car-Toy-New

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

→ (2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell)

(2.3) เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์

(Nickel-metal hydride cell, Ni-MH)

เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูง เช่น กล้องดิจิทัล เครื่องเล่น MP3 เป็นต้น มีแรงดันไฟฟ้า 1.2 โวลต์ สามารถชาร์จใหม่นับร้อย ครั้ง
รูปที่ 1.13



รูปที่ 1.13 เซลล์ไฟฟ้าชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์

ที่มา : <https://www.amazon.it/Panasonic>

<https://tr.aliexpress.com/item/2400mah-7-2v-rechargeable.html>

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

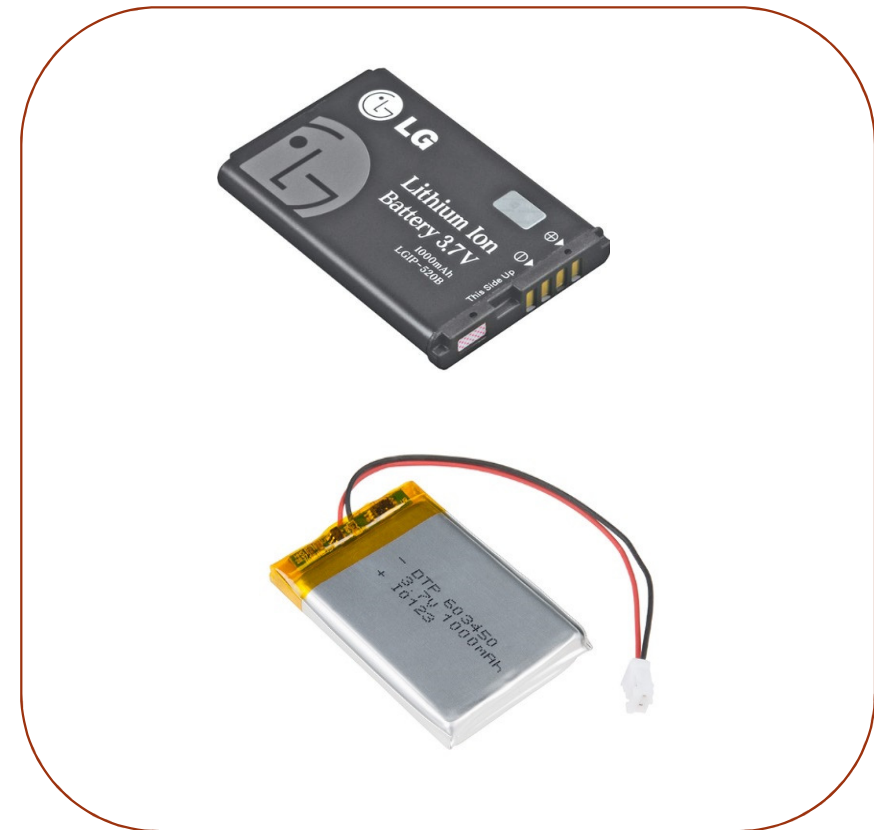
ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

(2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell)

(2.4) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออน

(Lithium Ion cell , Li-Ion)

เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่นิยมนำมาใช้กับโทรศัพท์มือถือ เครื่อง PDA และคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เป็นต้น มีน้ำหนักเบา ไม่มีปัญหาเรื่องการชาร์จใหม่ **ชาร์จเมื่อใดก็ได้** ค่าแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นของเซลล์ไฟฟ้านี้เริ่มที่ 3.6 โวลต์ ดังรูปที่ 1.14



รูปที่ 1.14 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออนแบบต่าง ๆ

ที่มา : <https://www.amazon.com/LG-LGIP-520B-Lithium-Phone-Battery/dp/B0015A4TQK>

1.4.3.1 เซลล์ไฟฟ้า (ELECTRIC CELL)

ก. เซลล์กัลวานิก (Galvanic)

→ (2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell)

(2.5) เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลีเมอร์

(Lithium Polymer cell, Li-Po)

นิยมใช้กันมากในโทรศัพท์มือถือ เครื่องมือแพทย์ และเครื่องบินเล็ก เป็นต้น มีข้อดีคือมีน้ำหนักที่เบาว่าเซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมไอออน ให้พลังงานไฟฟ้าสูง **สามารถชาร์จได้ตามต้องการ** ให้แรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นประมาณ 3.7 โวลต์ ดังรูปที่ 1.15



รูปที่ 1.15 เซลล์ไฟฟ้าชนิดลิเทียมโพลีเมอร์

ที่มา : <https://www.banggood.com/th/ZNTER-S19-9V-400mAh-USB-Rechargeable-9V-Lipo-Battery-p-1070703.html>
<http://doc.inex.co.th/lipo-batt-ep01/>

เซลล์ทุติยภูมิ (SECONDARY CELL)

ผู้ผลิตจะนิยามกำหนดความจุพลังงานไฟฟ้าเป็น

แอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-hour: Ah)

เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 12 โวลต์ มีความจุ 80
แอมแปร์-ชั่วโมง เป็นต้น

หาช่วงเวลาดำเนินงานได้จากสมการที่ 1.3



$$\text{ช่วงเวลาที่ใช้งาน (X)} = \frac{\text{ความจุของแบตเตอรี่ (Ah)}}{\text{กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งาน (A)}}$$

➡ ตัวอย่างที่ 1.8 เด็กชายชาติชายนำแบตเตอรี่ขนาด 12 V 4500 mAh ใส่ในรถบังคับด้วยวิทยุ กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งานขณะเล่นรถอย่างต่อเนื่อง 500 mA เด็กชายชาติชายจะสามารถเล่นรถบังคับด้วยวิทยุได้นานเท่าไร

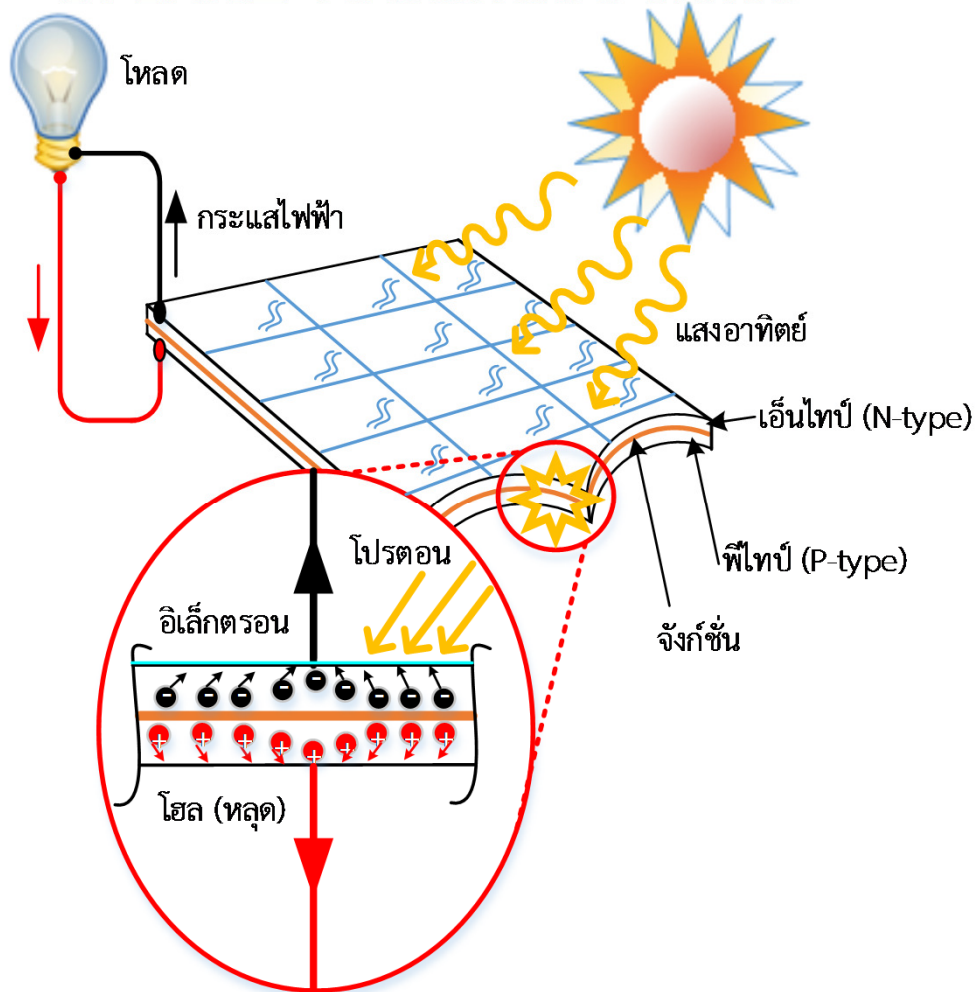
วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{ช่วงเวลาที่ใช้งาน (X)} &= \frac{\text{ความจุของแบตเตอรี่ (Ah)}}{\text{กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้งาน (A)}} \\ &= \frac{4500 \text{ mAh}}{500 \text{ mA}} \\ &= \frac{4500 \times 10^{-3} \text{ Ah}}{500 \times 10^{-3} \text{ A}} \\ &= 9 \text{ h}\end{aligned}$$

∴ เด็กชายชาติชายจะสามารถเล่นรถบังคับด้วยวิทยุได้ = 9 ชั่วโมง

หน่วยที่ 1 สัปดาห์ที่ 1 ลำดับที่

1.4.3.2 เซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 1.16 โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา : สุรียนต์ รักพวก. 2559

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

มีสารเอ็นไทป์ (n-type) ด้านบนที่รับแสงจะเป็น
ซิลิคอน พีไทป์ (p-type) อยู่ด้านล่างจะเป็นซิลิคอน
โดยมีส่วนที่เป็นจังก์ชันอยู่ระหว่าง

เมื่อมีแสงมาตกกระทบพลังงานจะผลัก
อิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่จะทำให้เกิดการไหลของ
อิเล็กตรอนเกิดขึ้นได้ เรียกว่ากระแสไฟฟ้า ดังรูป
ที่ 1.16

1.4.3.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)



รูปที่ 1.17 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ เครื่องปั่นไฟ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ เครื่องปั่นไฟ คืออุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

โดยอาศัยหลักการที่หมุนขดลวดตัวนำให้ตัดกับสนามแม่เหล็กทำให้เกิดการเหนี่ยวนำเกิดเป็นแรงดันไฟฟ้า ซึ่งที่มาของพลังงานอาจจะเป็นลูกสูบหรือเครื่องยนต์ กังหันไอน้ำ แร่น้ำตกผ่านกังหันน้ำหรือลื่อน้ำ เครื่องยนต์สันดาปภายใน กังหันลม ช้อเหวี่ยงมือ หรือแหล่งพลังงานกลอื่น ๆ ตัวอย่างดังรูปที่ 1.17

1.4.3.4 เพาเวอร์ซัพพลาย (POWER SUPPLY)



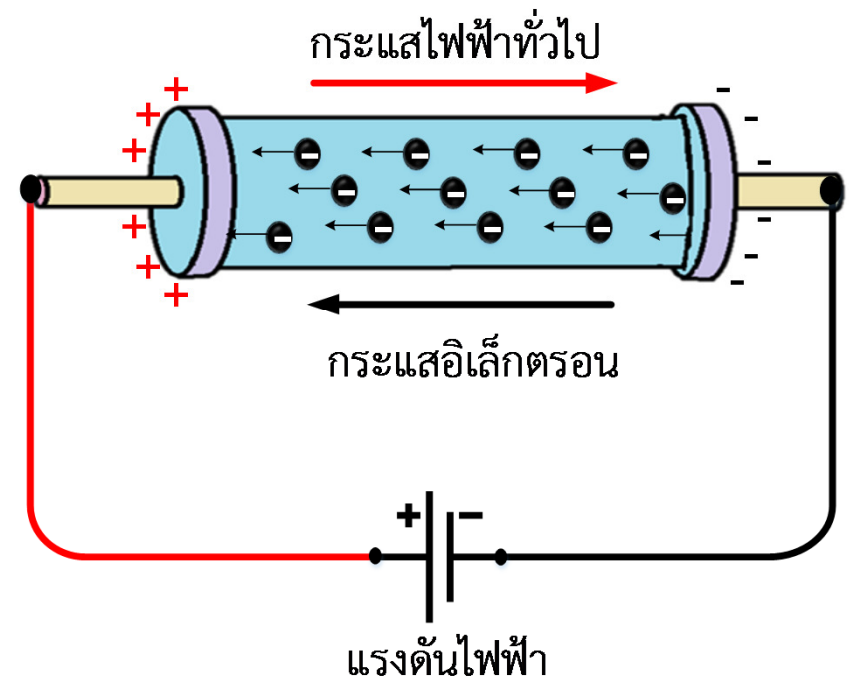
รูปที่ 1.18 พาวเวอร์ซัพพลายแบบปรับค่าได้ 0 – 15 โวลต์
ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559

มีการทำงาน คือรับแรงดันไฟฟ้าจาก 220-240 โวลต์ โดยผ่านการควบคุมด้วยสวิตช์เข้าสู่หน่วยการทำงานที่**ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง** ซึ่งจะกำหนดแรงดันไฟฟ้าแบ่งให้เป็น 5 โวลต์ 12 โวลต์ หรือค่าอื่น ๆ แล้วแต่การออกแบบจะนำไปใช้งาน ตัวอย่างดังรูปที่ 1.18

1.5 กระแสไฟฟ้า (ELECTRIC CURRENT)

คือการไหลของ ประจุไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้า
กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้ามีหน่วยวัด SI เป็น แอมแปร์ (A)
อักษรย่อของกระแสไฟฟ้าใช้เป็นตัว “I”
กระแสไฟฟ้าสามารถวัดได้โดยใช้ แอมป์มิเตอร์



รูปที่ 1.19 อิเล็กตรอนอิสระไหลจากด้านลบไปยังด้านบวก
เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าคร่อมวัสดุตัวนำ
ที่มา : สุริยันต์ รักพวก. 2559

1.5.1 แอมแปร์: หน่วยของกระแสไฟฟ้า

หน่วยของกระแสไฟฟ้า แอมแปร์ (Ampere: A)

กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ หมายถึง การไหลของ
ประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ (C) เคลื่อนที่ผ่านจุดๆ
หนึ่งในวัสดุ ในเวลา 1 วินาที (s)

ซึ่งเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 1.4

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

I แทน	กระแสไฟฟ้า (Ampere: A)
Q แทน	ประจุไฟฟ้า (Coulomb: C)
T แทน	เวลา (second: s)

➔ ตัวอย่างที่ 1.9 จงหากระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าไรเมื่อประจุไฟฟ้าจำนวน 20 coulomb ไหลผ่านจุดๆ หนึ่งในสายทองแดง ในเวลา 5 วินาที

วิธีทำ

$$\begin{aligned} I &= \frac{Q}{t} \\ &= \frac{20C}{5s} \\ &= 4A \end{aligned}$$

∴ กระแสไฟฟ้ามีค่า = 4 แอมแปร์

1.5.2 หน่วยของกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 1.5 แสดงหน่วยของกระแสไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นแอมแปร์ (A)
1 พิโกแอมแปร์	pA	$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$
1 นาโนแอมแปร์	nA	$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$
1 ไมโครแอมแปร์	μ A	$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$
1 มิลลิแอมแปร์	mA	$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$
1 แอมแปร์	A	$10^0 = 1$
1 กิโลแอมแปร์	kA	$10^3 = 1,000$
1 เมกะแอมแปร์	MA	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะแอมแปร์	GA	$10^9 = 1,000,000,000$
1 ทีราแอมแปร์	TA	$10^{12} = 1,000,000,000,000$

1.6 ความต้านทานไฟฟ้า (RESISTANCE)

ค่าความต้านทานไฟฟ้า 1 โอห์ม

หมายถึง ค่าความต้านทานไฟฟ้าของสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสารนั้นเท่ากับ 1 โวลต์

ความนำไฟฟ้า (Conductance) สัญลักษณ์ “G” มีหน่วยเป็น ซีเมนส์ (S) จะบอกคุณสมบัติของสารว่าจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากน้อยเพียงใด

$$G = \frac{1}{R} \text{ หรือ } R = \frac{1}{G}$$



รูปที่ 1.20 สัญลักษณ์ของความต้านทานไฟฟ้า
หรือตัวต้านทาน

หน่วย SI ของความต้านทาน
ไฟฟ้าจะเป็น โอห์ม (Ohms)

- สัญลักษณ์เป็นอักษรกรีก
เรียกว่า โอเมกา(Omega)
เขียนแทนด้วย “ Ω ”
- อักษรย่อของความต้านทาน
ไฟฟ้าใช้เป็นตัว “R”

➡ ตัวอย่างที่ 1.10 ตัวต้านทานมีค่าความต้านทานไฟฟ้า 5.6 กิโลโอห์ม จะมีค่าความนำไฟฟ้าเท่าไร
วิธีทำ

$$\begin{aligned} G &= \frac{1}{R} \\ &= \frac{1}{5.6 \times 10^3 \Omega} \\ &= 0.18 \times 10^{-3} \text{ S} \\ &= 0.18 \text{ mS} \end{aligned}$$

∴ ความนำไฟฟ้า = 0.18 ซีเมนส์

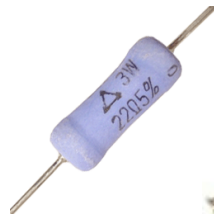
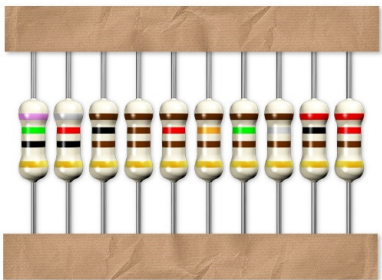
1.6.2 ตัวต้านทาน (RESISTOR)

○ 1. ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ (Fixed Resistor)

- (ก) ตัวต้านทานแบบถ่าน
- (ข) ตัวต้านทานแบบฟิล์ม
- (ค) ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์

○ 2 ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้ (Variable Resistors)

- (ก) ตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าด้วยมือ
- (ข) ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าได้อัตโนมัติ



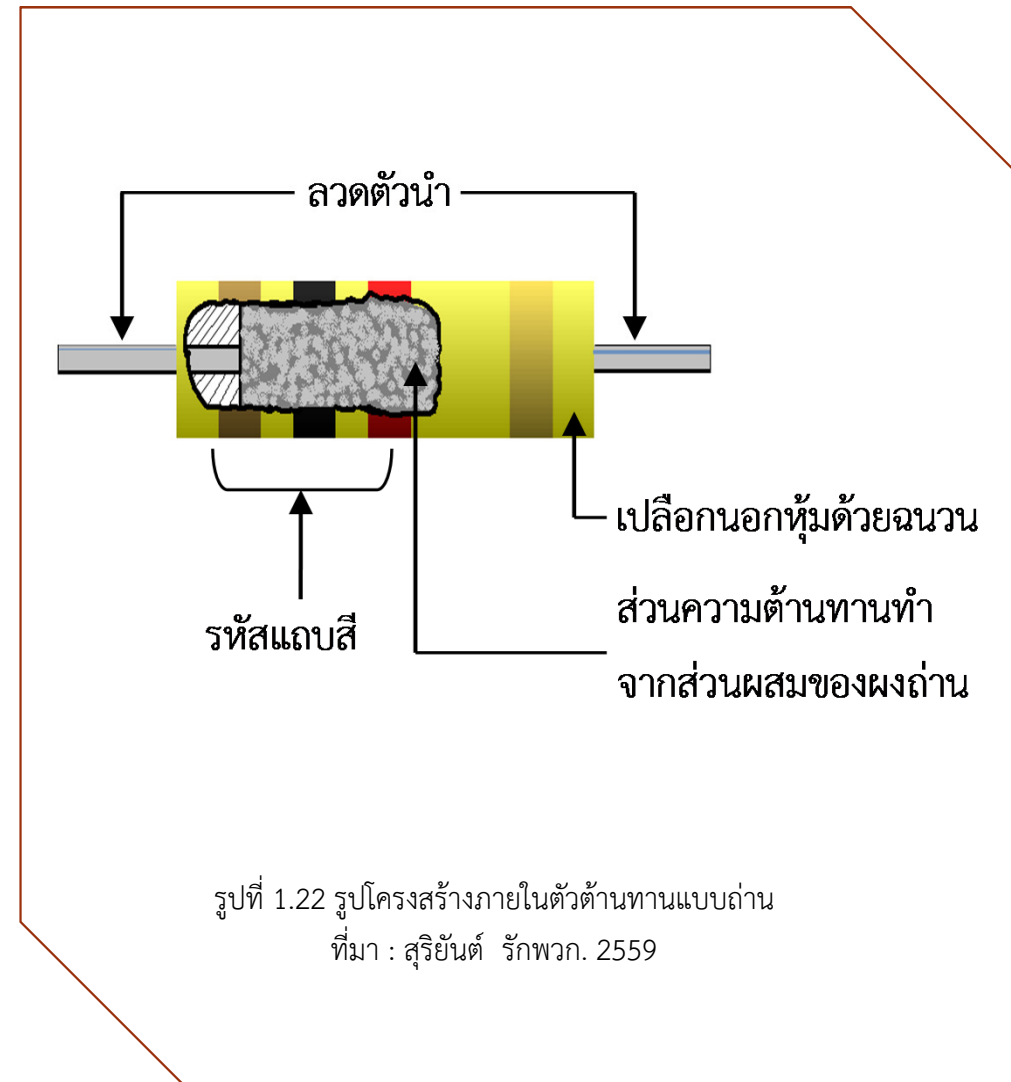
1.6.2 ตัวต้านทาน

1. ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

(ก) ตัวต้านทานแบบถ่าน

(Carbon-composition Resistor)

ส่วนที่ให้ความต้านทานทำมาจากสารผสมของผงถ่านหรือกราไฟต์กับผงฝุ่นของสารที่เป็นฉนวนแล้วอัดเป็นแท่ง ตัวต้านทานแบบนี้นิยมใช้มากที่สุดในงานวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างดังรูปที่ 1.22



1.6.2 ตัวต้านทาน

1. ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

(ข) ตัวต้านทานแบบฟิล์ม

(Film type Resistor)

ตัวต้านทานแบบฟิล์มถ่านทำโดยการฉาบผงถ่านลงบนแท่งเซรามิกซึ่งเป็นฉนวน แล้วจะตัดฟิล์มเป็นวงแหวนเหมือนเกลียวน็อต เคลือบฟิล์มถ่านในปริมาณน้อยจะทำให้ได้ค่าความต้านทานสูง แต่ถ้าเพิ่มฟิล์มถ่านในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ได้ค่าความต้านทานต่ำ ดังรูปที่ 1.23

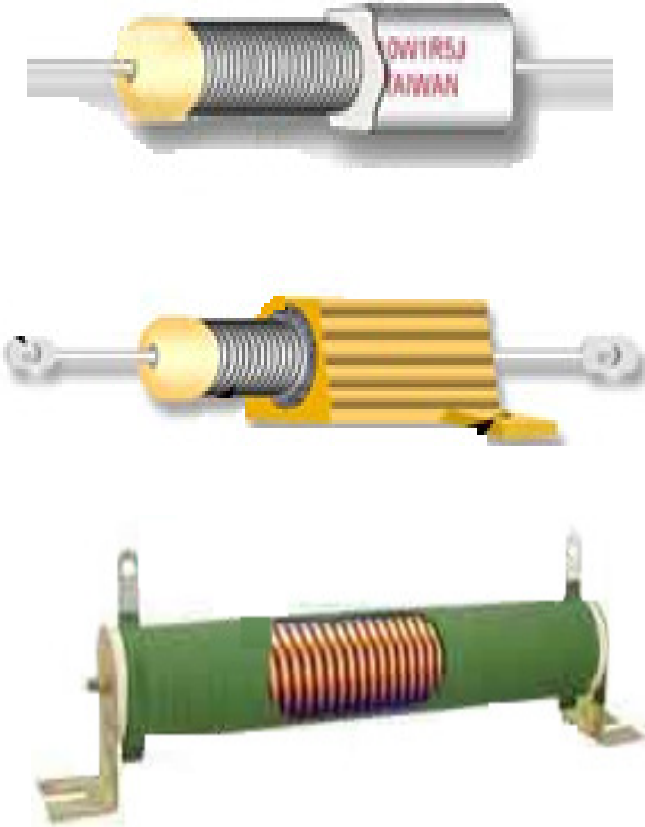


1.6.2 ตัวต้านทาน

1. ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

(ค) ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ (Wire Wound Resistor)

มีโครงสร้างพันด้วยลวดพันรอบแท่ง
ฉนวน ใช้กับงานที่ต้องทนกระแสได้สูงๆ
จึงมีอัตราทนกำลังไฟฟ้าสูง ความยาวของ
ลวดและความต้านทานจำเพาะจะเป็นตัว
กำหนดค่าความต้านทาน ตัวอย่างดังรูปที่
1.25



รูปที่ 1.25 ตัวอย่างตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์

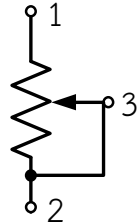
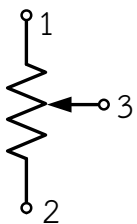
1.6.2 ตัวต้านทาน

2. ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้

(ก) ตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าด้วยมือ

โพเทนชิโอมิเตอร์ รีโอสแตต สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานด้วยการปรับด้วยมือมีทั้งที่เปลี่ยนค่าแบบเชิงเส้น และไม่เป็นแบบเชิงดังรูปที่

1.27

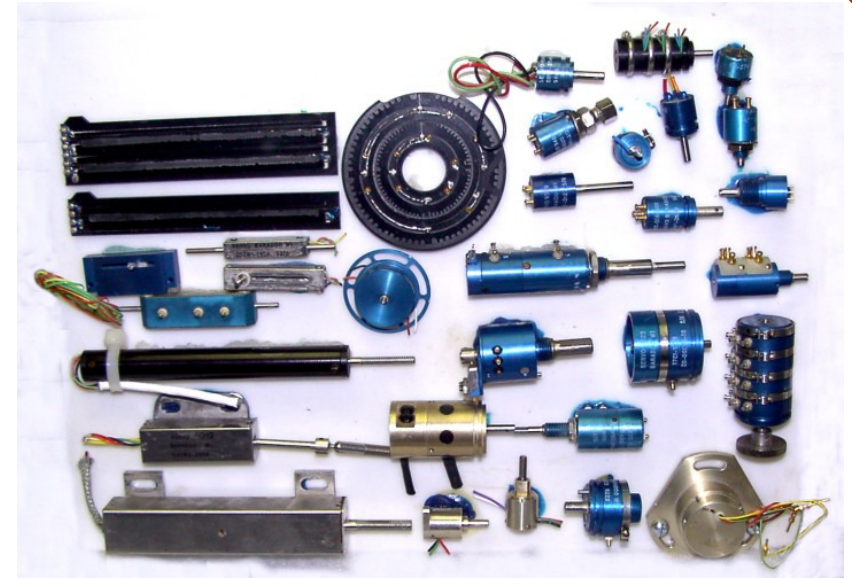


ก) โพเทนชิโอมิเตอร์

ข) รีโอสแตต

ค) โพเทนชิโอมิเตอร์
ต่อเป็นรีโอสแตต

ง) โครงสร้างโพเทนชิโอมิเตอร์



รูปที่ 1.27 ชนิดของโพเทนชิโอมิเตอร์
ที่มา: <http://www.servoinstrument.com/>

1.6.2 ตัวต้านทาน

2. ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้

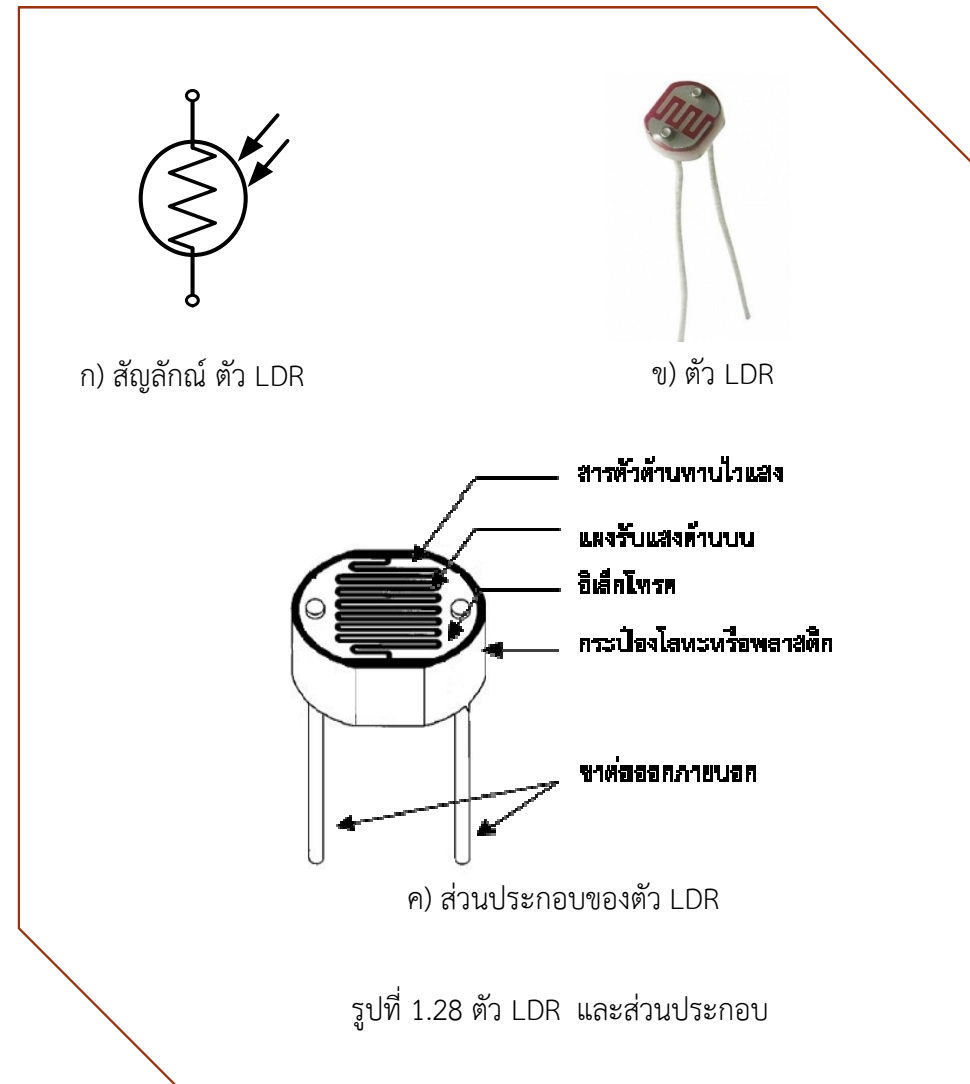
(ข) ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าได้อัตโนมัติ

มีอยู่ 2 ชนิด คือ

❖ 1. ตัว LDR (Light Dependent Resistor)

หรือ โฟโตคอนดักทีฟเซลล์ (photoconductive cell) หรือ ตัวต้านทานไวแสง (LSR - light sensitive resistor)

จะเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานอัตโนมัติตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบ ถ้าแสงสว่างมากค่าความต้านทานจะลดลง ถ้าแสงน้อยค่าจะเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 1.28



1.6.2 ตัวต้านทาน

2. ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้

(ข) ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าได้อัตโนมัติ

มีอยู่ 2 ชนิด คือ

❖ 2. เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor)

จะทำงานโดยอาศัยอุณหภูมิโดยรอบตัวที่เปลี่ยนแปลงไป *ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าความต้านทานสูงขึ้นตามไปด้วย* มีรูปแบบหลากหลายดังรูปที่ 1.29



ก) สัญลักษณ์ ตัวเทอร์มิสเตอร์



ข) ตัวเทอร์มิสเตอร์

รูปที่ 1.29 เทอร์มิสเตอร์แบบต่างๆ

ที่มา: <http://www.vtsensor.com/prolist/14.html>

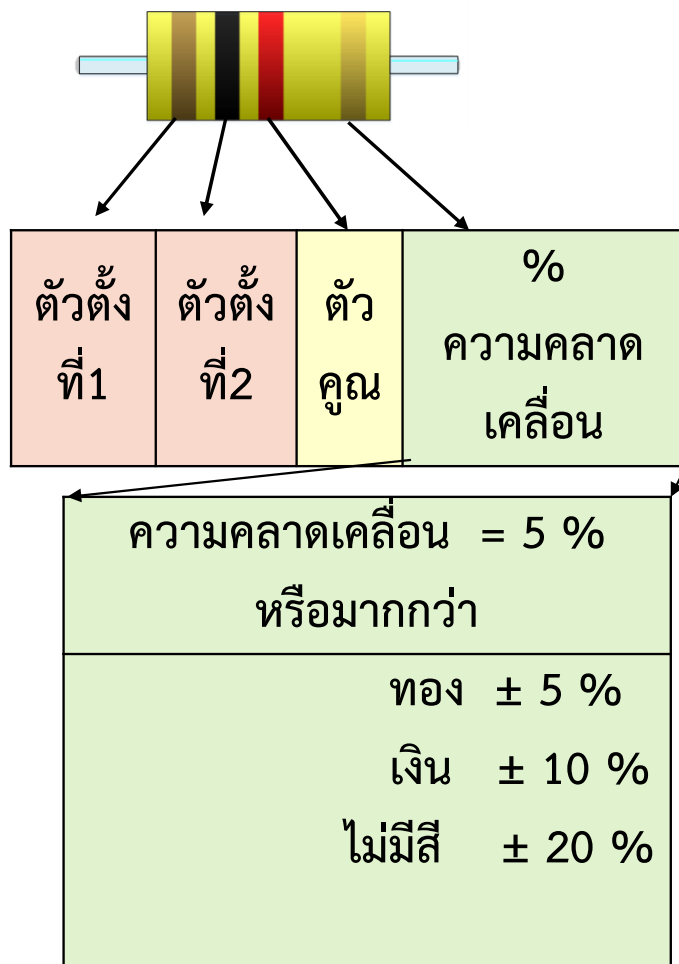
1.6.3 ความสัมพันธ์หน่วยของความต้านทาน

ตารางที่ 1.6 แสดงหน่วยของความต้านทานไฟฟ้า

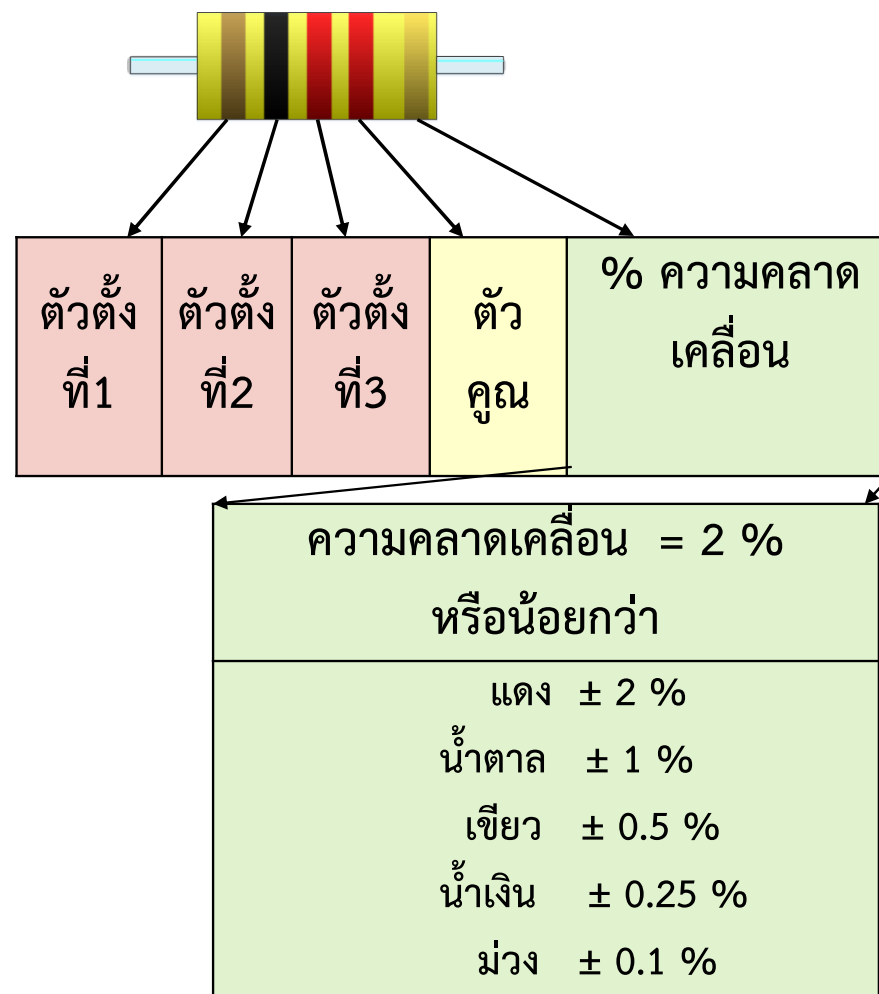
ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็นโอห์ม (Ω)
1 มิลลิโอห์ม	$\text{m}\Omega$	$10^{-3} = \frac{1}{1,000} = 0.001$
1 โอห์ม	Ω	$10^0 = 1$
1 กิโลโอห์ม	$\text{k}\Omega$	$10^3 = 1,000$
1 เมกะโอห์ม	$\text{M}\Omega$	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะโอห์ม	$\text{G}\Omega$	$10^9 = 1,000,000,000$

1.6.4 การอ่านค่ารหัสแถบสีของตัวต้านทาน

4 แถบสี



5 แถบสี



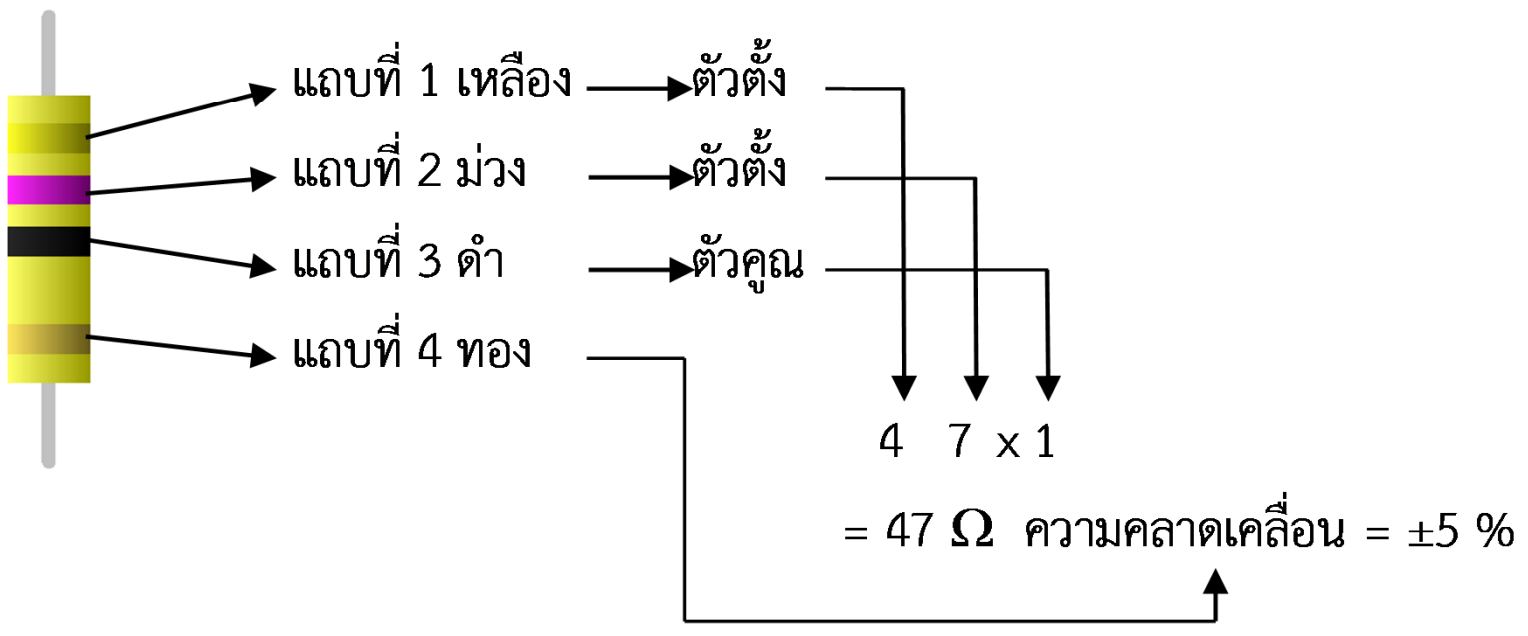
1.6.4 การอ่านค่ารหัสแถบสีของตัวต้านทาน

ตารางที่ 1.7 แสดงค่าของ แถบสี ตัวตั้ง และตัวคูณของค่าแถบสีของตัวต้านทาน

แถบสี	ตัวตั้ง	ตัวคูณ	จำนวนเลขศูนย์	หน่วยตัวคูณ
ดำ	0	1	-	1
น้ำตาล	1	10	1	10
แดง	2	100	2	100
ส้ม	3	1,000	3	1 k
เหลือง	4	10,000	4	10 k
เขียว	5	100,000	5	100 k
น้ำเงิน	6	1,000,000	6	1 M
ม่วง	7	10,000,000	7	10 M
เทา	8	-	-	
ขาว	9	-	-	
เงิน	-	10^{-2} หรือ 0.01	-	1/100
ทอง	-	10^{-1} หรือ 0.1	-	1/10

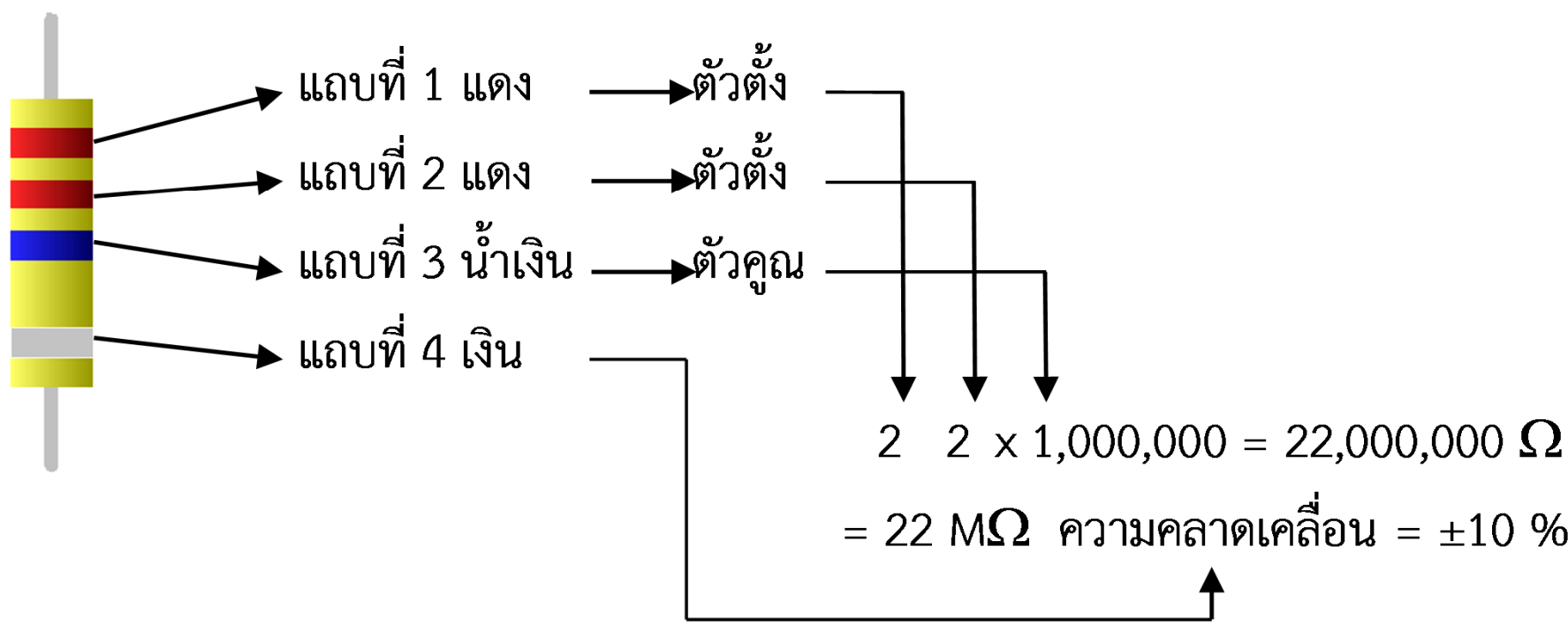
➡ ตัวอย่างที่ 1.11 จากรูป จงแสดงวิธีอ่านค่าแถบสีของตัวต้านทาน

ก)



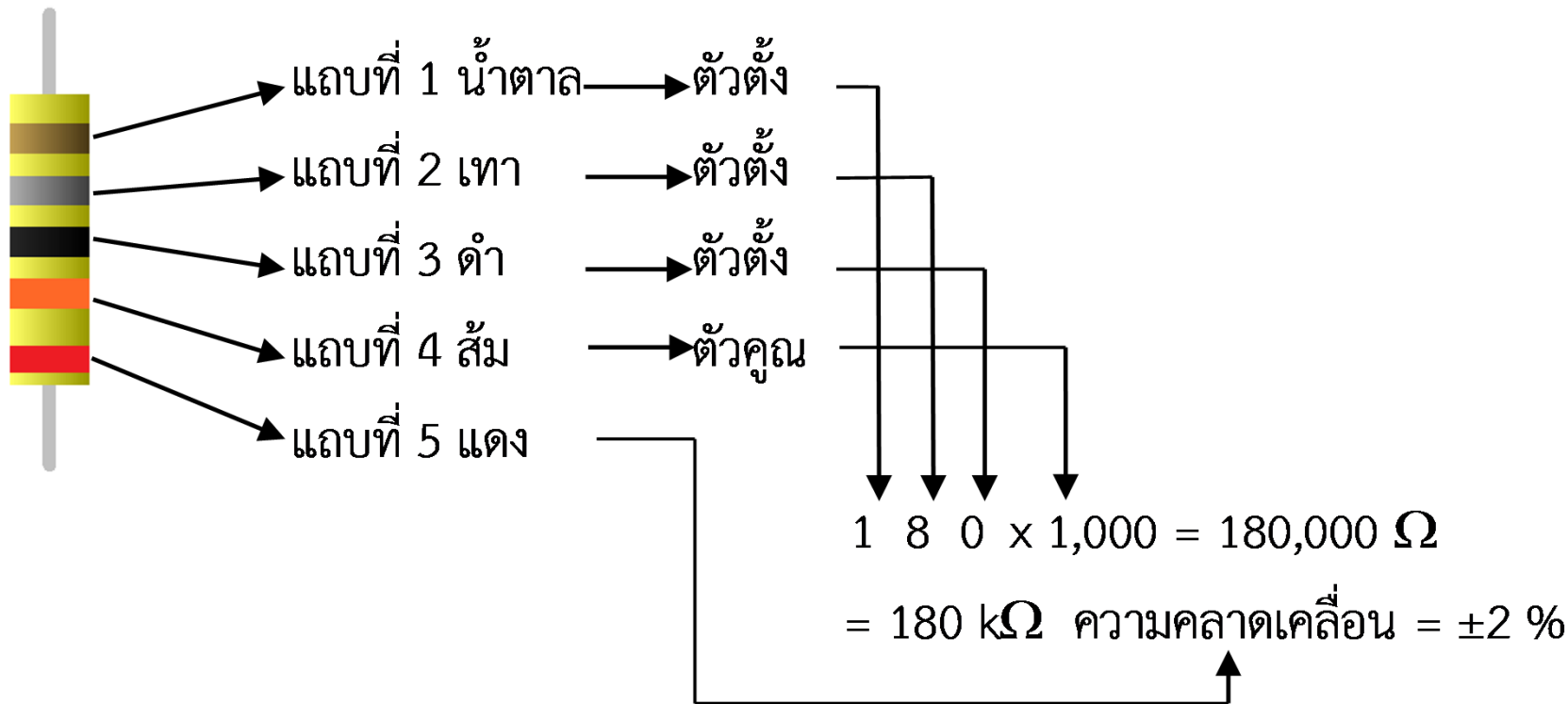
➡ ตัวอย่างที่ 1.11 จากรูป จงแสดงวิธีอ่านค่าแถบสีของตัวต้านทาน

ข)



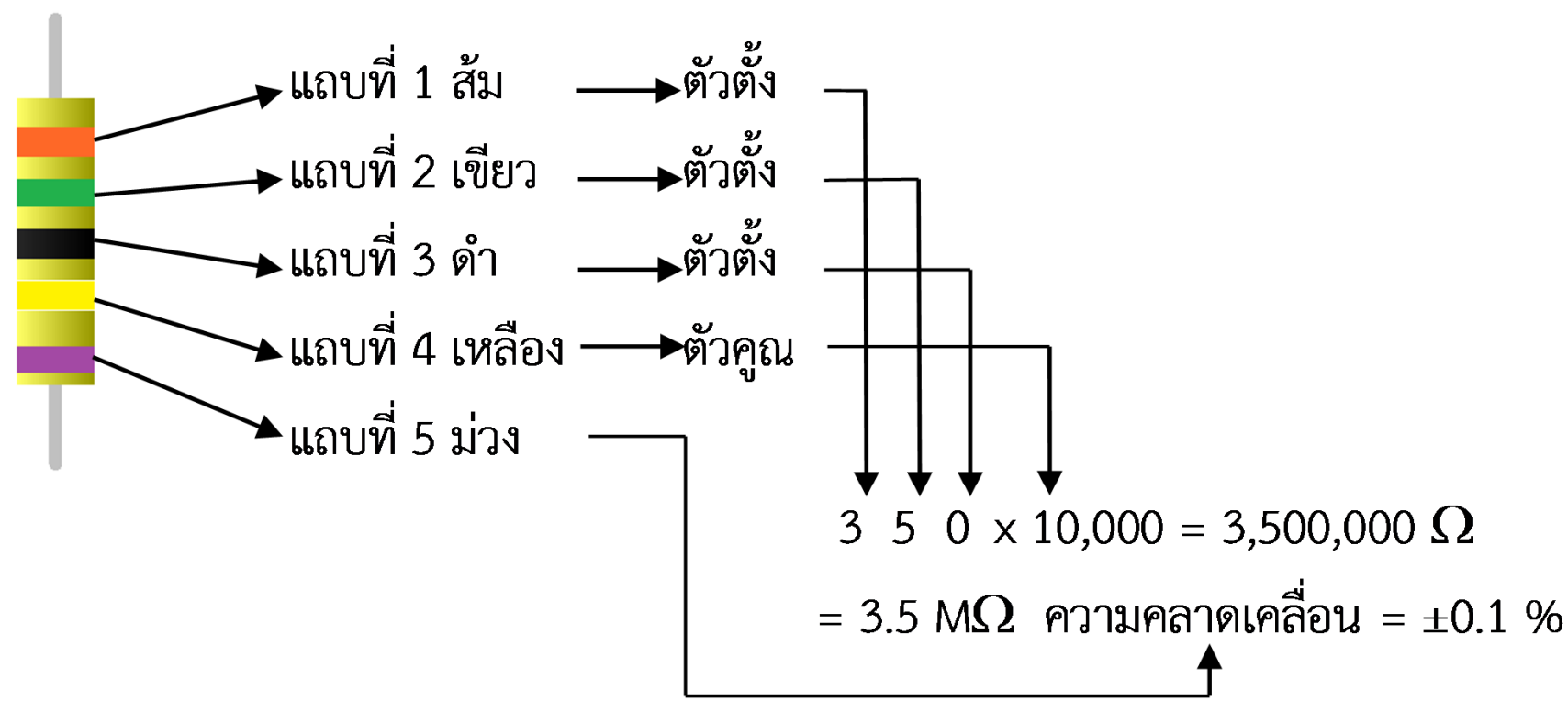
➡ ตัวอย่างที่ 1.11 จากรูป จงแสดงวิธีอ่านค่าแถบสีของตัวต้านทาน

ค)

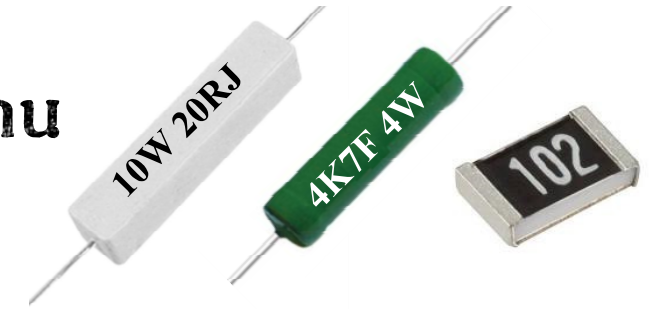


➡ ตัวอย่างที่ 1.11 จากรูป จงแสดงวิธีอ่านค่าแถบสีของตัวต้านทาน

ง)



1.6.5 การอ่านรหัสตัวเลข ตัวอักษรของตัวต้านทาน



1.6.5.1 การอ่านค่าโดยตรง

อ่านตัวเลข ตัวอักษรที่พิมพ์ติดไว้ได้เลย ซึ่งจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าความคลาดเคลื่อน ในส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนจะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

F	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 1 \%$
G	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 2 \%$
J	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 5 \%$
K	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 10 \%$
L	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 15 \%$
M	มีค่าความคลาดเคลื่อน	$\pm 20 \%$

อาจจะมีตัวอักษรตัว R, K และ Ω อยู่ในกลุ่มตัวเลข ถ้ามีตัวอักษรนี้อยู่ค่าความต้านทานที่อ่านได้จะมีจุดทศนิยมเช่น

$$56KJ = 56 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$$

$$3K5J = 3.5 \text{ k}\Omega \pm 5 \%,$$

$$3\Omega 9M = 3.9 \Omega \pm 20 \%$$

เป็นต้น

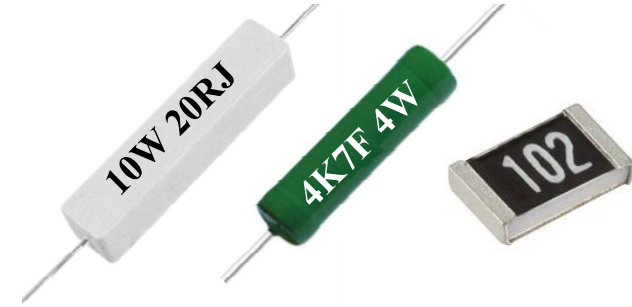
ตัวอย่างที่ 1.12 จากรูป จงอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากตัวต้านทานต่อไปนี้

The diagram shows five resistors with their color codes and corresponding specifications in a table. The resistors are arranged vertically, and arrows point from each resistor to its corresponding row in the table.

10W 20RJ	ค่าความต้านทานได้	20 Ω
	ก) อัตราทนกำลังไฟฟ้า	10 W
	ความคลาดเคลื่อน	$\pm 5 \%$
5W 0 Ω 22K	ข) ค่าความต้านทานได้	0.22 Ω
	อัตราทนกำลังไฟฟ้า	5 W
	ความคลาดเคลื่อน	$\pm 10 \%$
3W 2R2L	ค) ค่าความต้านทานได้	2.2 Ω
	อัตราทนกำลังไฟฟ้า	3 W
	ความคลาดเคลื่อน	$\pm 15 \%$
4K7F 4W	ง) ค่าความต้านทานได้	4.7 k Ω
	อัตราทนกำลังไฟฟ้า	4 W
	ความคลาดเคลื่อน	$\pm 1 \%$
120RJ	จ) ค่าความต้านทานได้	120 Ω
	ความคลาดเคลื่อน	$\pm 5 \%$

1.6.5 การอ่านรหัสตัวเลข ตัวอักษรของตัวต้านทาน

1.6.5.2 การอ่านค่าจากรหัสตัวเลข ตัวอักษร



จะพบมากที่สุด มี 2 แบบ คือ แบบตัวเลข 3 หลัก และแบบตัวเลข 4 หลัก หลักการอ่านค่าเบื้องต้น

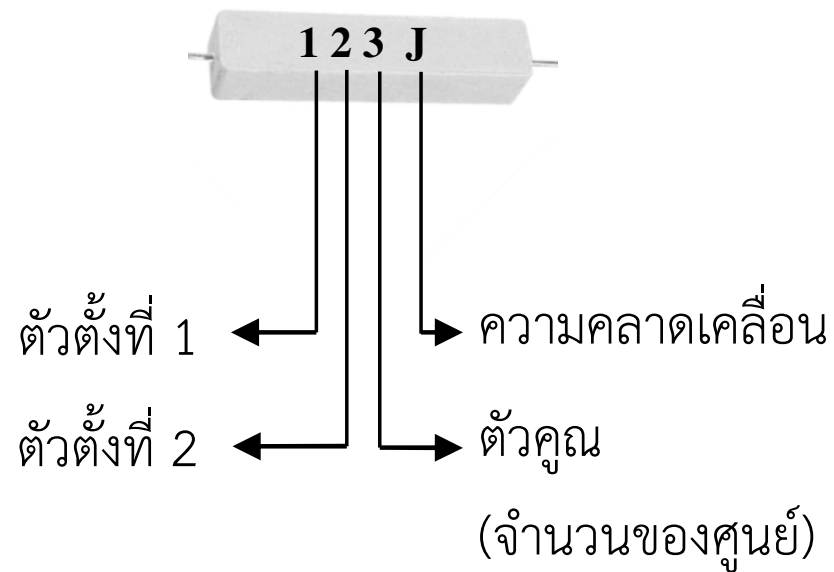
1. ตัวเลขหลักสุดท้าย จะบอกจำนวนเลขศูนย์ที่ต่อท้าย หรือ ตัวคูณ 10 ยกกำลัง

2. ตัวเลขข้างหน้าที่เหลือ 2 หรือ 3 ตัว เป็นตัวตั้ง มีข้อยกเว้นอยู่ว่า แต่จะใช้ตัวอักษร R เข้ามาปนด้วยและจะเปลี่ยนวิธีการอ่านใหม่โดยอ่านเรียงตัวเลขทั้งหมดตรงตัว R ให้แทนด้วยจุดหรืออ่านว่าจุด แทน นั่นคือ ตัวเลขก่อนตัวอักษร R เป็นเลขหน้าจุดทศนิยม ตัวเลขหลังตัวอักษร R เป็นตัวเลขหลังจุดทศนิยม

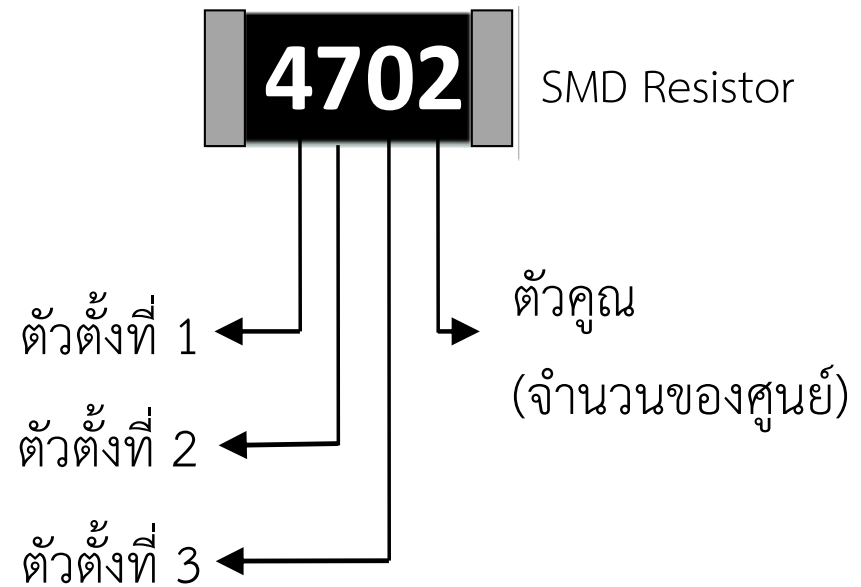
1.6.5 การอ่านรหัสตัวเลข ตัวอักษรของตัวต้านทาน

1.6.5.2 การอ่านค่าจากรหัสตัวเลข ตัวอักษร

การอ่านแบบเลข 3 หลัก

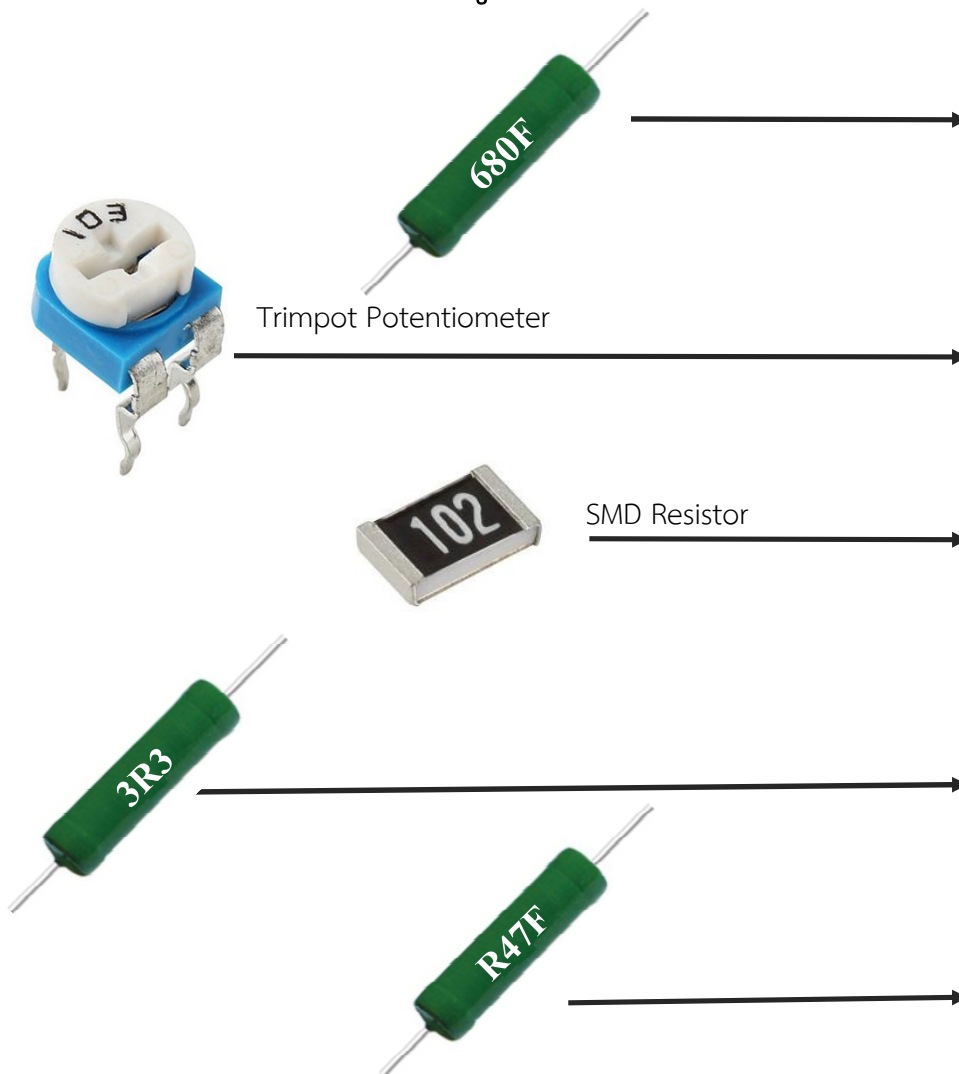


การอ่านแบบเลข 4 หลัก



รูปที่ 1.31 การอ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลข ตัวอักษร

ตัวอย่างที่ 1.13 จากรูป จงอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากตัวต้านทานต่อไปนี้



68 เป็นตัวตั้ง, 0 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย ศูนย์ตัว ดังคือ
ก) ~~68~~ โอห์ม หรือ $68 \times 10^0 = 68$ โอห์ม
ความคลาดเคลื่อน $\pm 1 \%$

10 เป็นตัวตั้ง, 3 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย 3 ตัว
ข) คือ 10 000 โอห์ม หรือ $10 \times 10^3 = 10,000$ โอห์ม
ดังนั้นค่าคือ 10 กิโลโอห์ม ($1 \text{ k}\Omega$)

10 เป็นตัวตั้ง, 2 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย 2 ตัว
ค) คือ 10 00 โอห์ม หรือ $10 \times 10^2 = 1,000$ โอห์ม
ดังนั้นค่าคือ 1 กิโลโอห์ม ($1 \text{ k}\Omega$)

ง) R คือ จุด ก็อ่านเรียงไปเป็น 3 จุด 3
ดังนั้นค่าคือ 3.3 โอห์ม

จ) R คือ จุด ก็อ่านเรียงไปเป็น จุด 47
ดังนั้นค่าคือ 0.47 โอห์ม
ความคลาดเคลื่อน $\pm 1 \%$

➔ ตัวอย่างที่ 1.14 จากรูป จงอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าจากตัวต้านทานต่อไปนี้



- 470 เป็นตัวตั้ง, 2 บอกว่ามีศูนย์ต่อท้าย 2 ตัว
- ก) คือ 47000 หรือ $470 \times 10^2 = 47,000$ โอห์ม
ดังนั้นค่าคือ 47 กิโลโอห์ม (47 kΩ)



- R คือ จุด ก็อ่านเรียงไปเป็น 0 จุด 10
- ข) ดังนั้นค่าคือ 0.1 โอห์ม

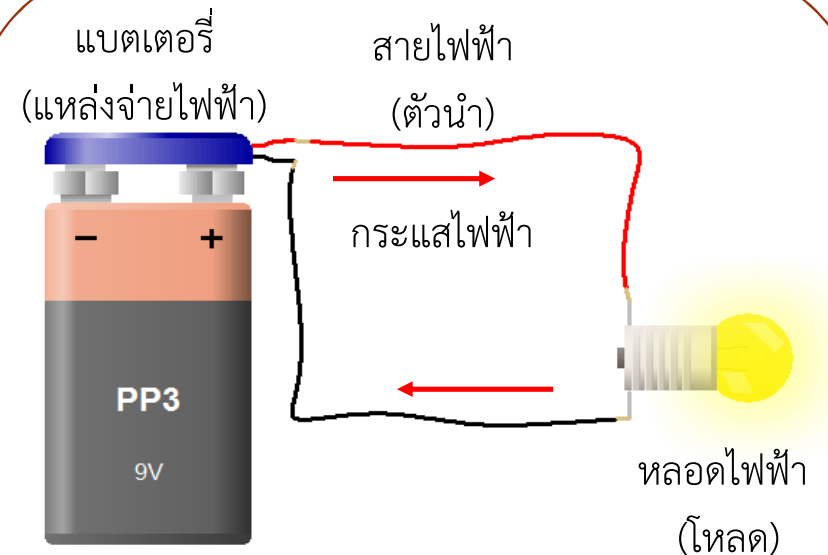
1.7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

วงจรไฟฟ้าประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ

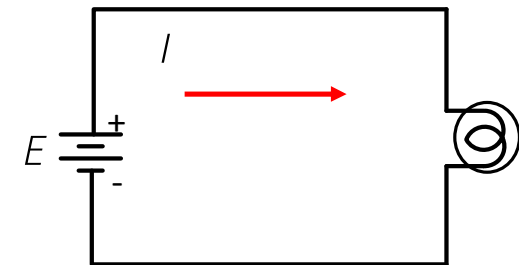
- ☐ แหล่งจ่ายไฟฟ้า
- ☐ ตัวนำไฟฟ้า
- ☐ ภาระทางไฟฟ้า หรือที่เรียกกันว่า “โหลด”

โหลด หมายถึง เครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆ ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบอื่น เช่น

- เตาปิ้งเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
 - หลอดไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง
- เป็นต้น วงจรไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 1.32



ก) ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า

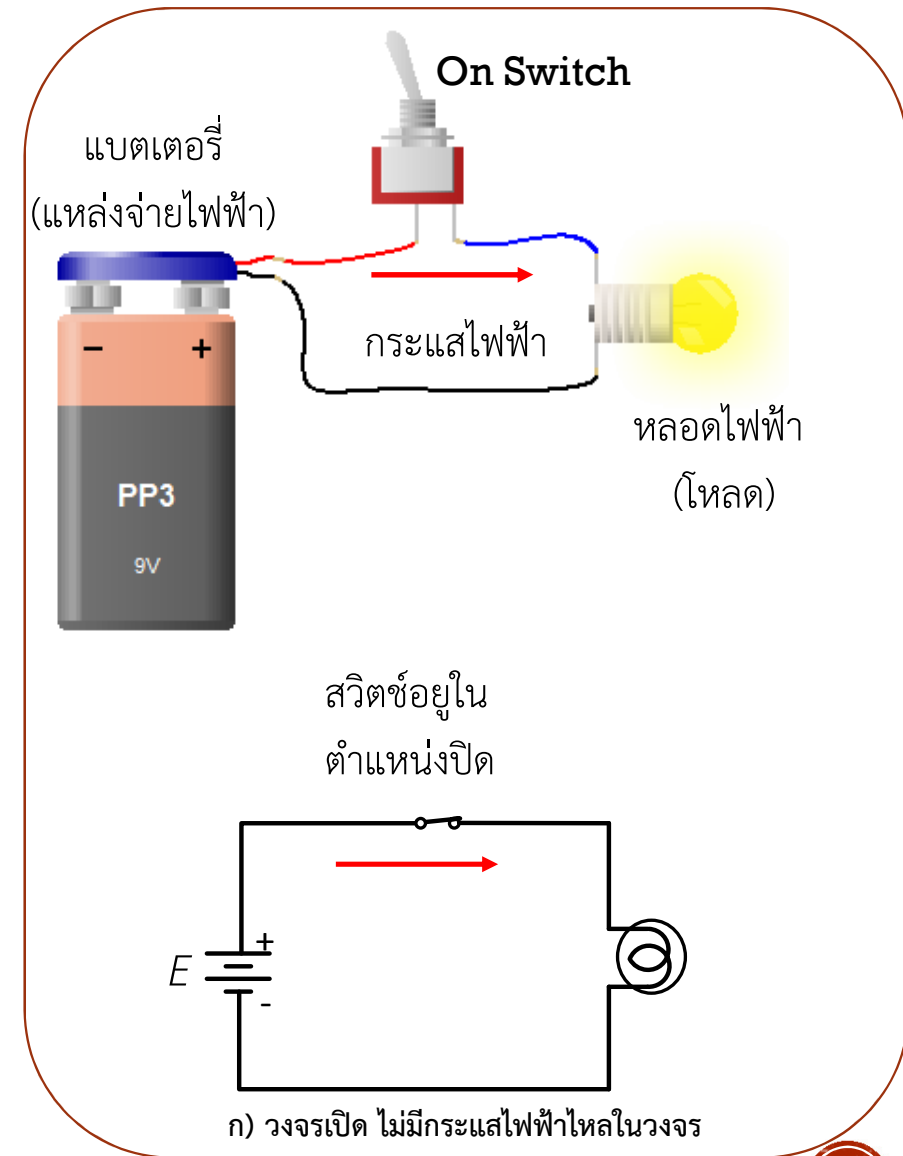


ข) วงจรไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์

รูปที่ 1.32 วงจรไฟฟ้า

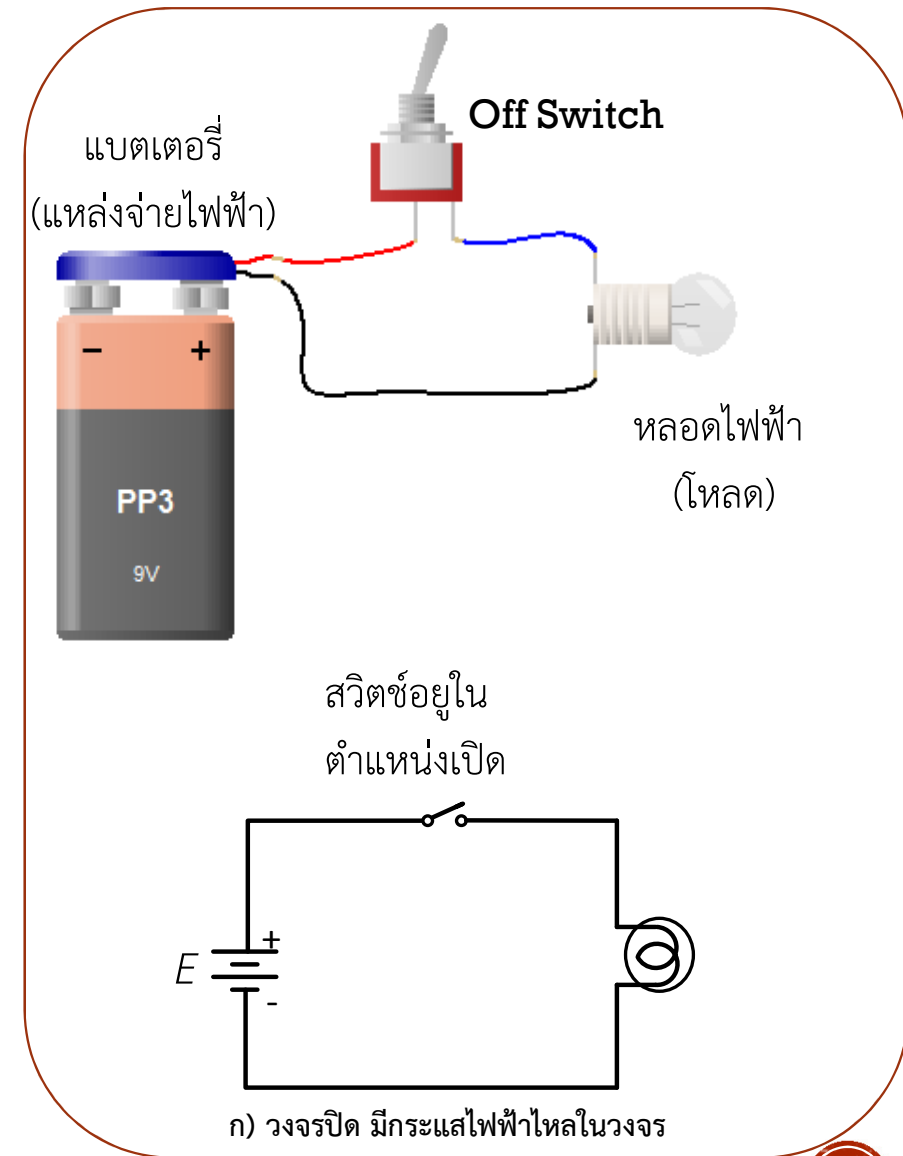
1.7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ถ้าเปิดสวิตช์ (On Switch)
กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้ทำให้หลอดทำงานได้
ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรปิด”
(Closed Circuit)



1.7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ถ้าปิดสวิตช์ (**Off Switch**) กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลในวงจรได้ทำให้หลอดไม่ทำงานได้
ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรเปิด”
(**Open Circuit**)



1.8 การวัดทางไฟฟ้า

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) สามารถวัดค่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้

มัลติมิเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปมี 2 แบบ

- มัลติมิเตอร์แบบแอนะล็อก (Analog Multimeter) เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลของการวัด ผ่านเข็มชี้บนสเกลหน้าปัดของเครื่องวัดไฟฟ้า
- มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeter) เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าที่แสดงผลของการวัดเป็นตัวเลข แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 1.34



ก) มัลติมิเตอร์แบบแอนะล็อก



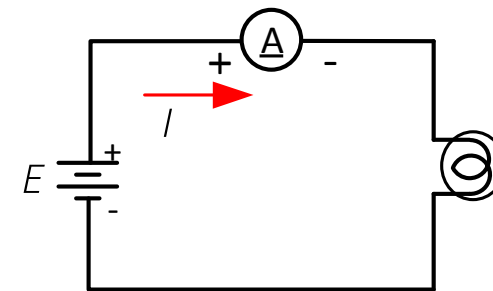
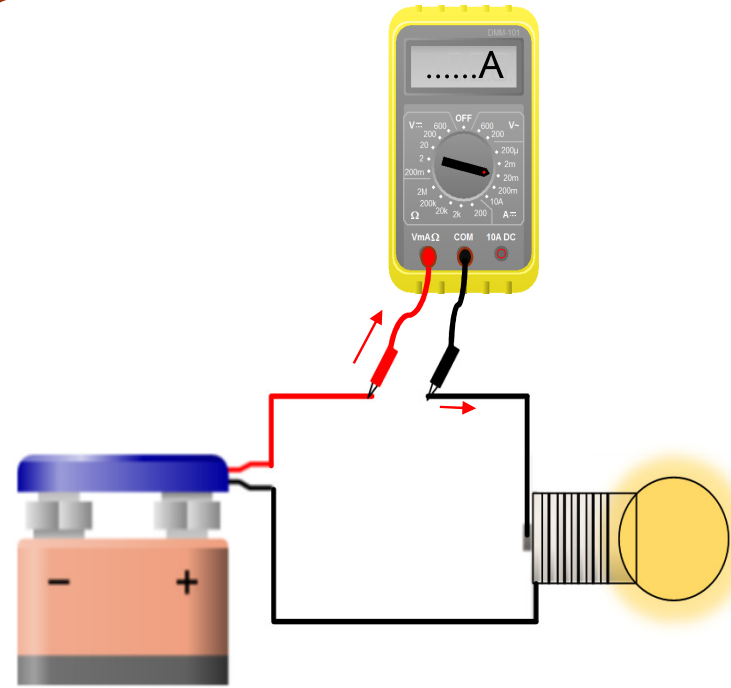
ข) มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล

รูปที่ 1.34 มัลติมิเตอร์

1.8 การวัดทางไฟฟ้า

1.8.1 การวัดกระแสไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าเรียกว่า
แอมมิเตอร์ (Ampere meter)

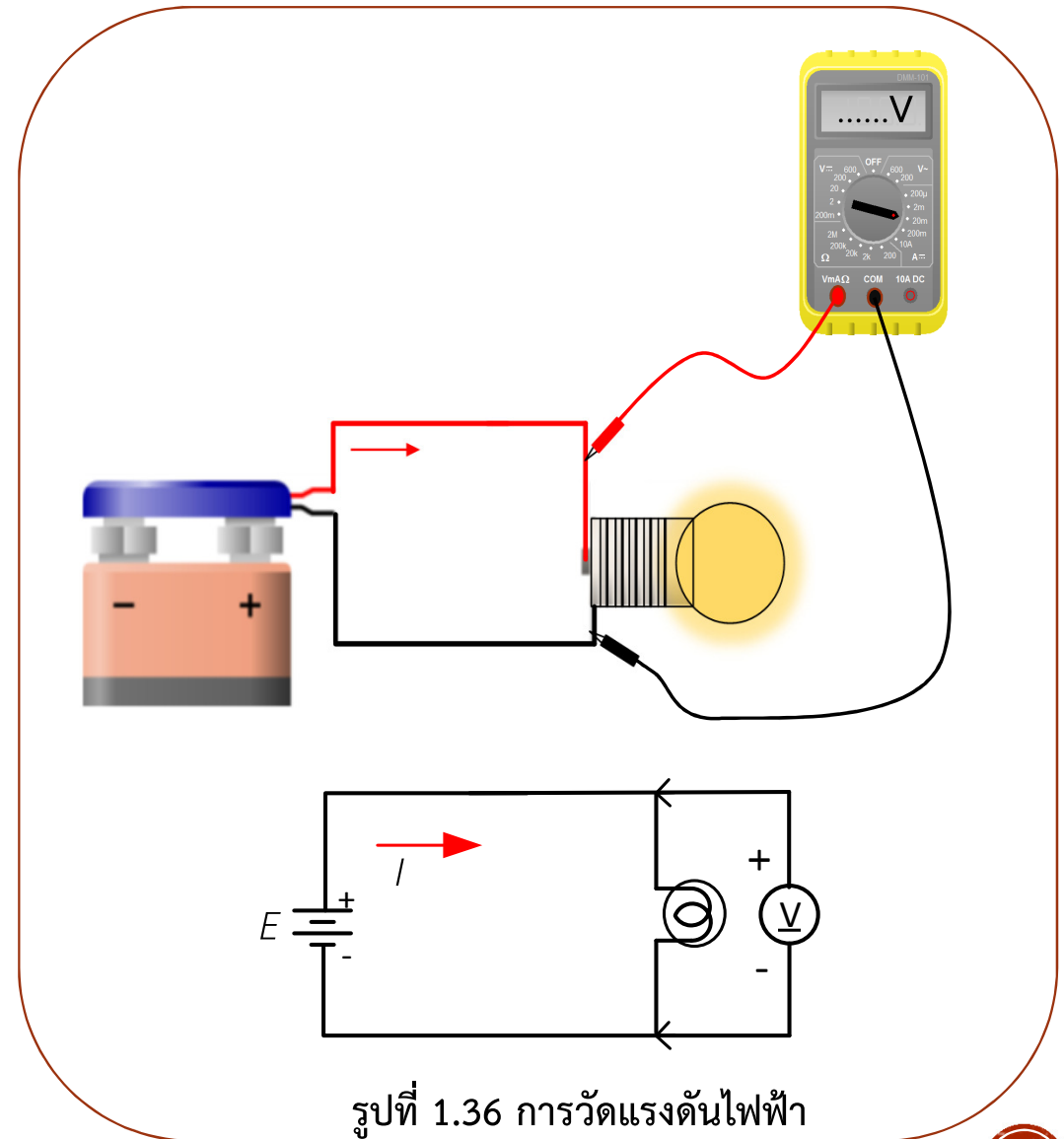


รูปที่ 1.35 การวัดกระแสไฟฟ้า

1.8 การวัดทางไฟฟ้า

1.8.2 การวัดแรงดันไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า
เรียกว่า โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

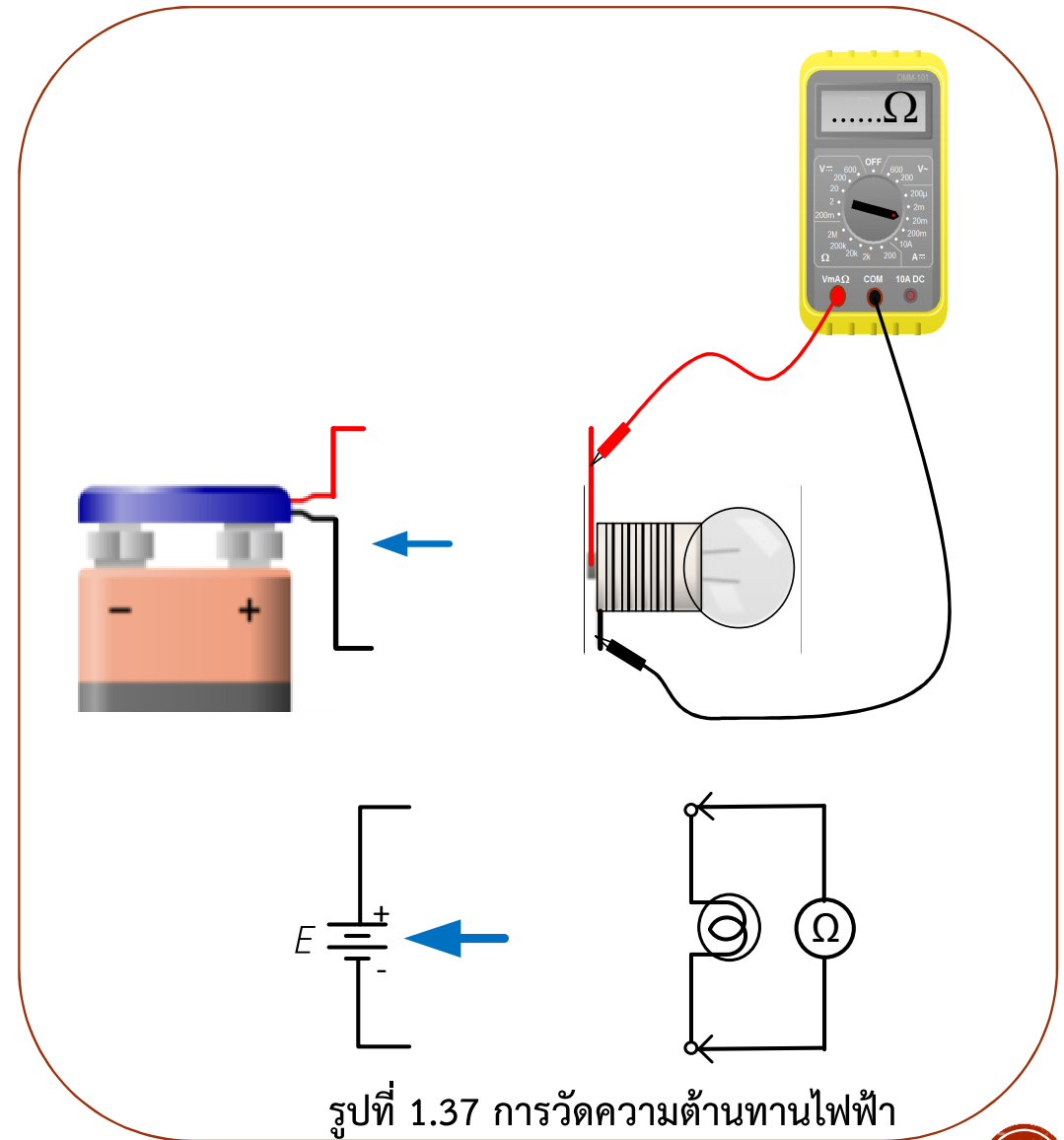


รูปที่ 1.36 การวัดแรงดันไฟฟ้า

1.8 การวัดทางไฟฟ้า

1.8.3 การวัดความต้านทานดันไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความต้านทาน
ไฟฟ้าเรียกว่า โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter)



รูปที่ 1.37 การวัดความต้านทานไฟฟ้า

หน่วยที่ 1 : (ภาคปฏิบัติ)

ความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2104-2002

71

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

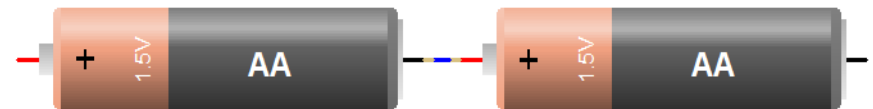
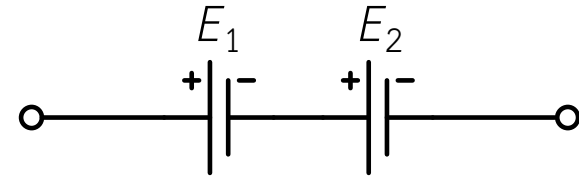
1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

คือ การนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเรียงกัน

1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าที่แรงดันมีทิศทางเดียวกัน

$$E_T = E_1 + E_2$$

$I_T =$ กระแสของเซลล์ไฟฟ้าที่มีค่าน้อยที่สุด



รูปที่ 1.1 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมที่แรงดันมีทิศทางเดียวกัน

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

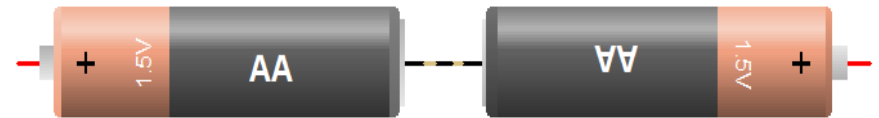
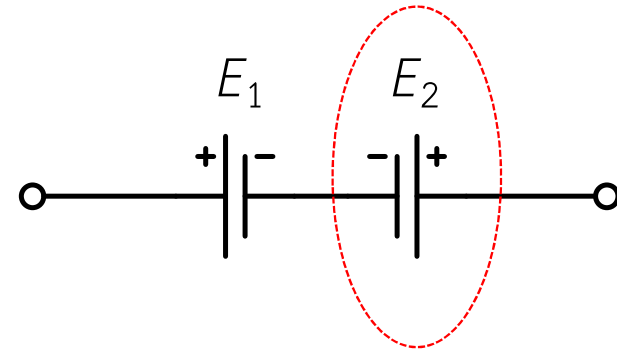
1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

คือ การนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเรียงกัน

1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าที่แรงดันมีทิศทางตรงข้ามกัน

$$E_T = E_1 - E_2 \quad (\text{กรณีที่ } E_1 > E_2)$$

$$E_T = E_2 - E_1 \quad (\text{กรณีที่ } E_2 > E_1)$$



รูปที่ 1.2 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมที่แรงดันมีทิศทางตรงข้ามกัน

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

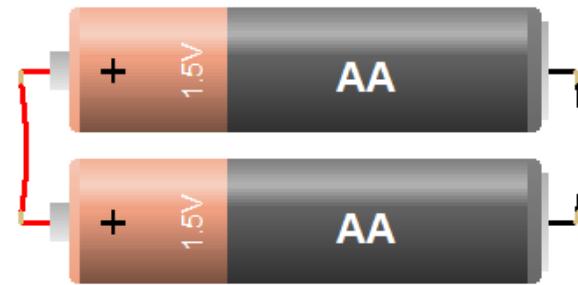
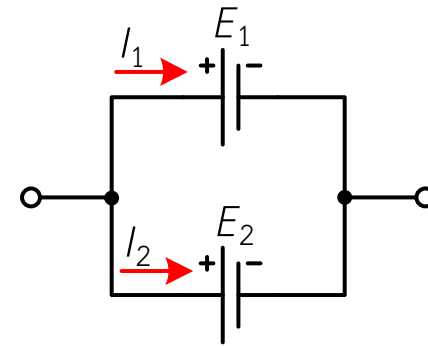
แรงดันไฟฟ้ารวมเท่าเดิม แต่กระแสไฟฟ้า
ในวงจรจะมากขึ้น

หาแรงดันไฟฟ้ารวม ได้จาก

$$E_T = E_1 = E_2$$

หากระแสไฟฟ้ารวม ได้จาก

$$I_T = I_1 + I_2$$



รูปที่ 1.3 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

3.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

หาแรงดันไฟฟ้ารวม

$$E_T = E_1 + E_2$$

หรือ

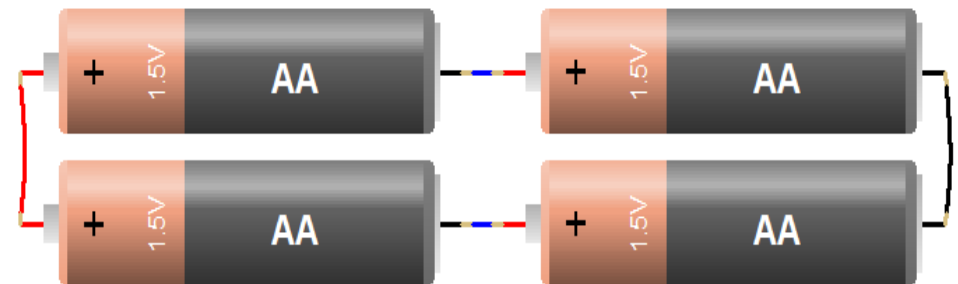
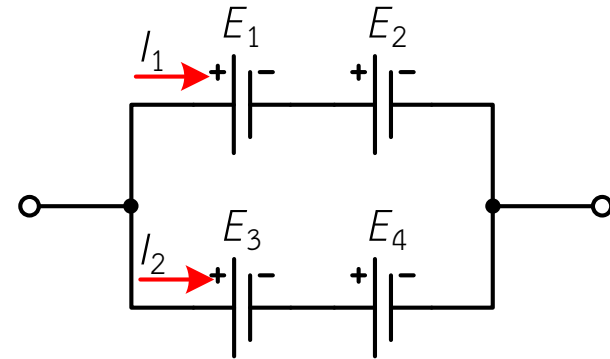
$$E_T = E_3 + E_4$$

กระแสไฟฟ้ารวมที่สามารถจ่ายออกมาได้

$$I_1 = I_{E_1} = I_{E_2}$$

$$I_2 = I_{E_3} = I_{E_4}$$

$$I_T = I_1 + I_2$$



รูปที่ 1.4 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

3.การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

3.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

หาแรงดันไฟฟ้ารวม

$$E_{T_1} = E_1 = E_2$$

$$E_{T_2} = E_3 = E_4$$

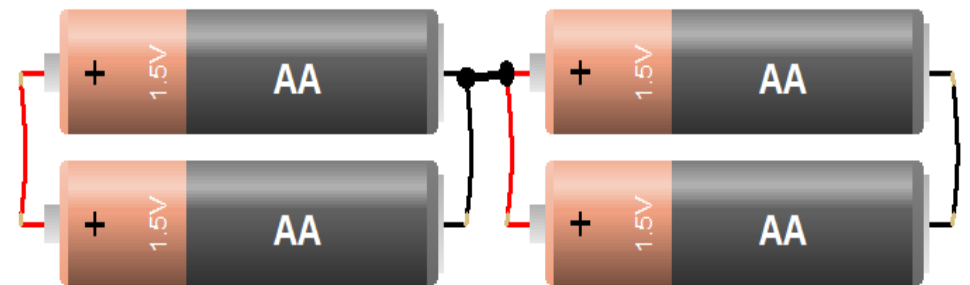
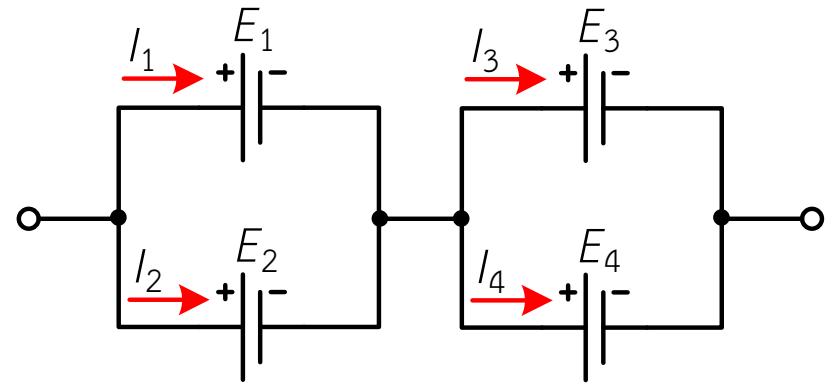
$$E_T = E_{T_1} + E_{T_2}$$

กระแสไฟฟ้ารวมที่สามารถจ่ายออกมาได้

$$I_{T_1} = I_1 + I_2$$

$$I_{T_2} = I_3 + I_4$$

$$I_T = I_{T_1} = I_{T_2}$$

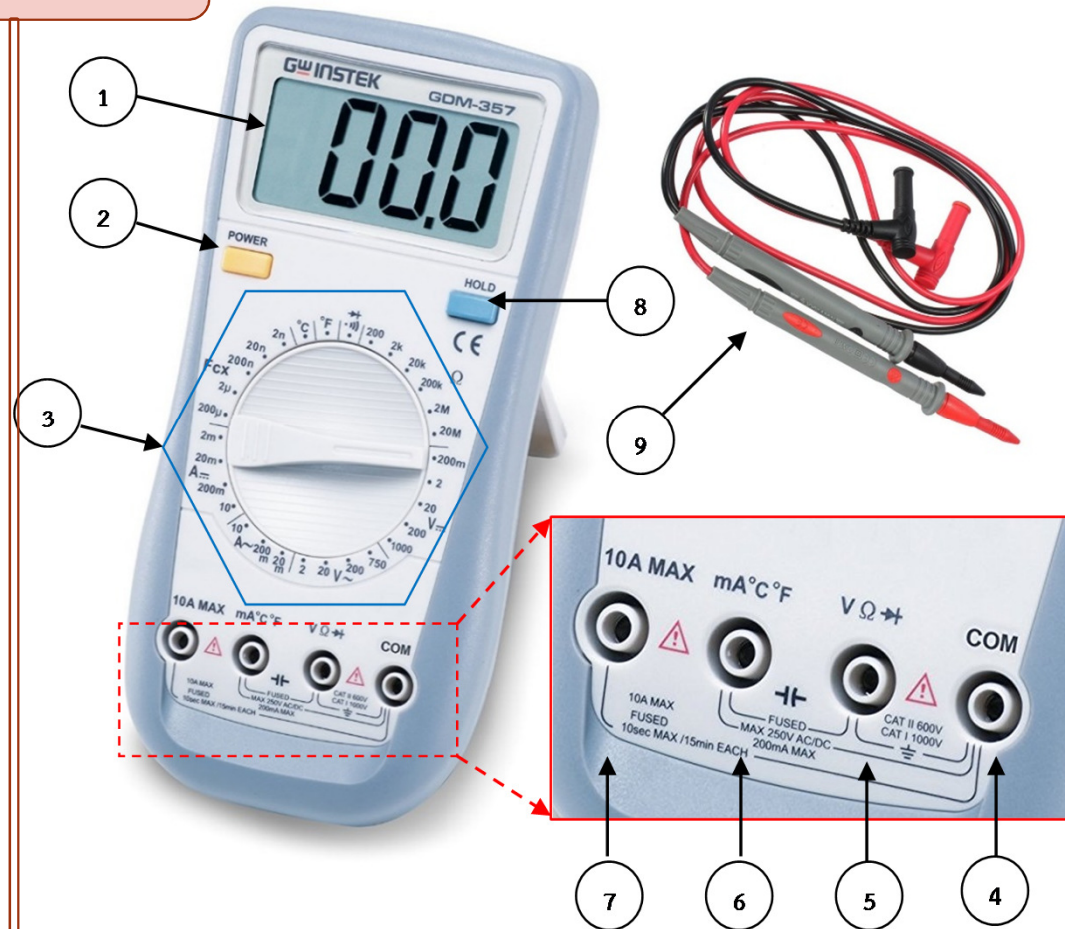


รูปที่ 1.5 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

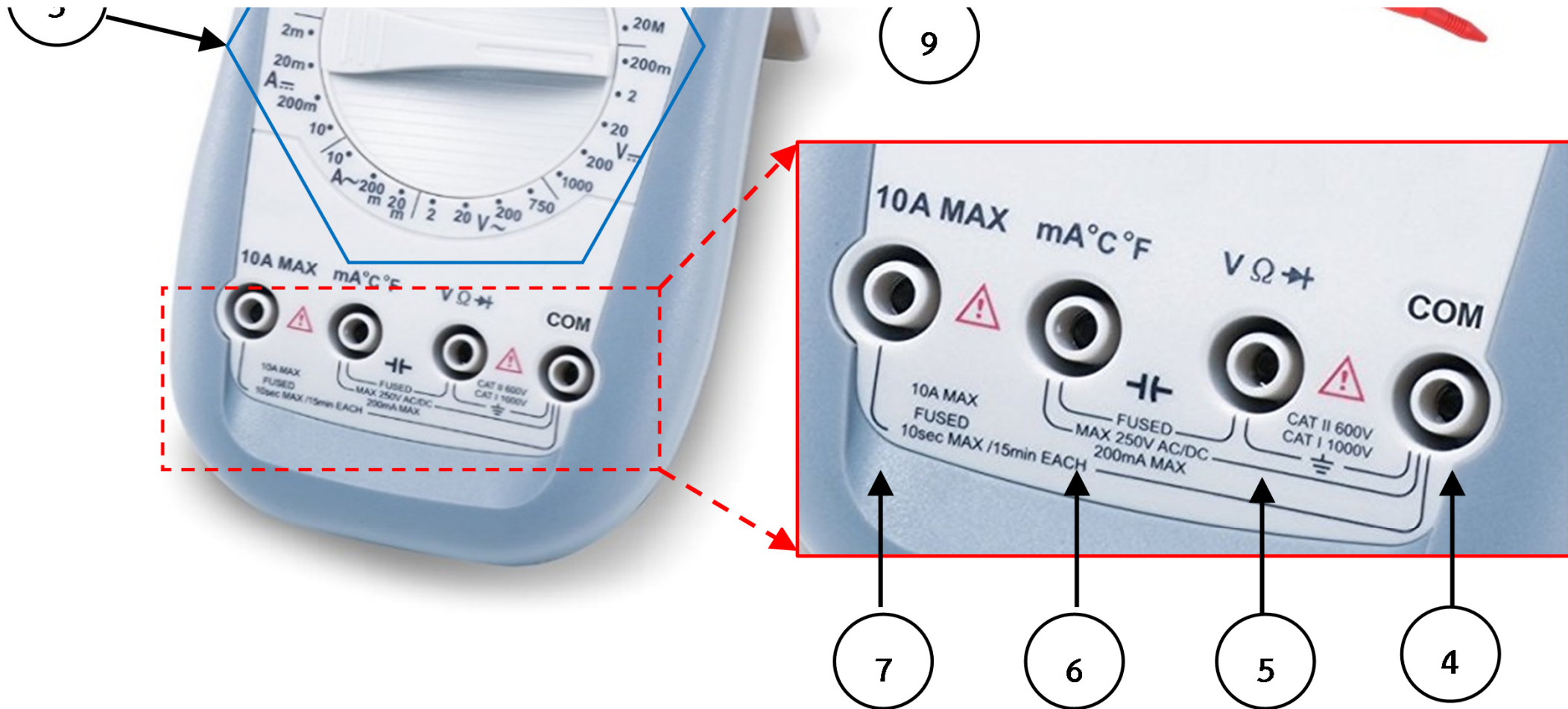
ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

1. ส่วนประกอบมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล

1. จอแสดงผล (display)
2. สวิตช์เปิด-ปิด (ON-OFF)
3. สวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดและช่วงการวัด (range selector switch)
4. ช่องเสียบสายวัดร่วม (COM)
5. ช่องเสียบสายวัด V
สำหรับวัด DCV และ ACV เสียบสายวัดวัดความต้านทาน (Ω)
เสียบสายวัดสำหรับตรวจสอบไดโอด ($\rightarrow|$)
และตรวจสอบความต่อเนื่อง ($\bullet|$)
6. ช่องเสียบสายวัด mA สำหรับวัด DCA และ ACA ที่มีขนาด 0-200 mA และเสียบสายวัดอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$ และ $^{\circ}\text{F}$)
7. ช่องเสียบสายวัด 10A สำหรับวัด DCA และ ACA ที่มีขนาด 200 mA-10A
8. ปุ่ม HOLD ไว้กดล็อกค่าการวัด ให้แสดงผลค้างที่จอแสดงผล
9. เข็มวัด (Test lead) ไว้เสียบช่องเสียบเพื่อวัดค่าต่างๆ



ผลิตภัณฑ์ของ GW Instek GDM-357



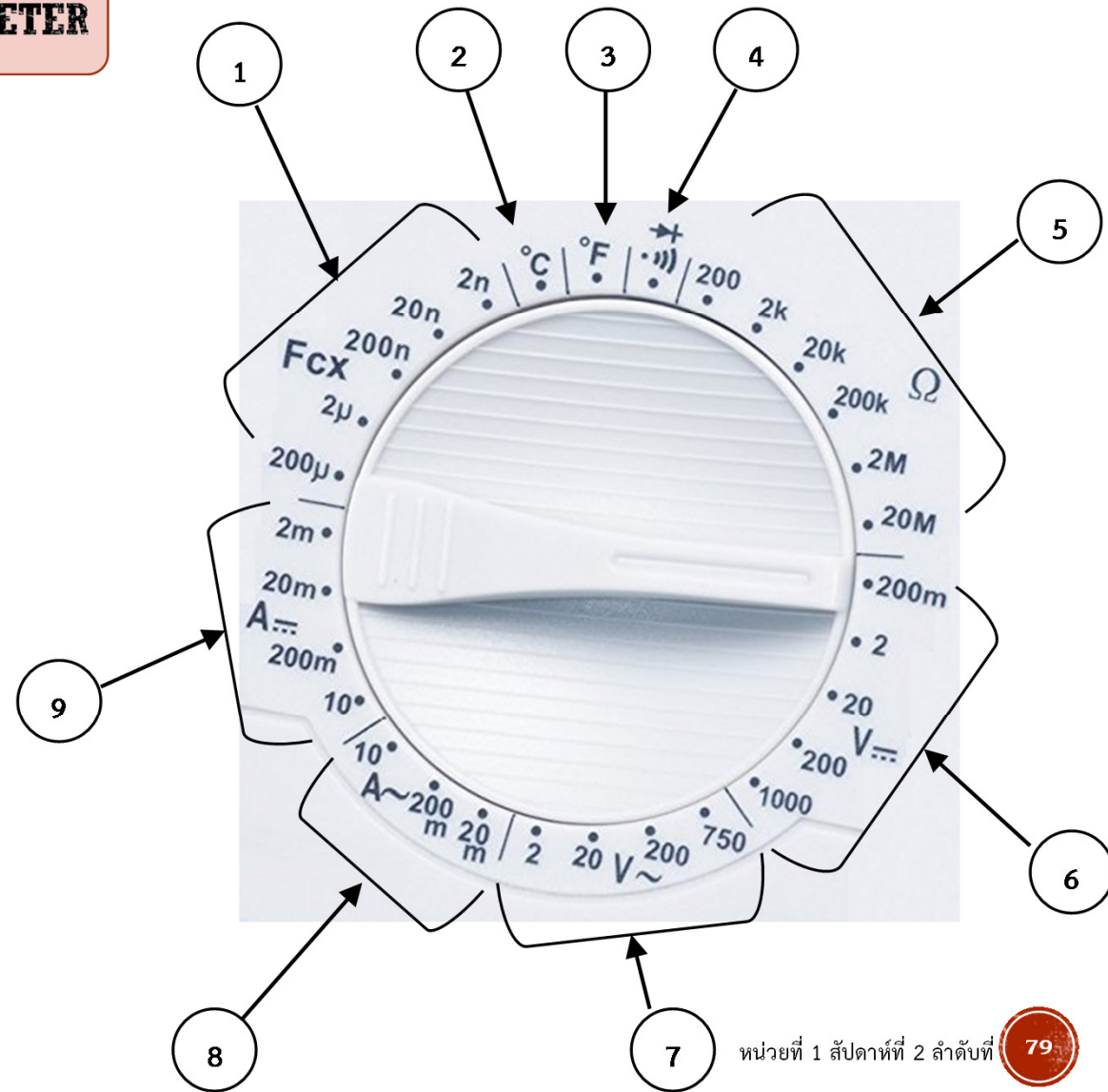
ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

สวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดและช่วงการวัด

(range selector switch)

1. Fcx วัดความจุไฟฟ้า มี 5 ช่วงการวัด
2. °C วัดอุณหภูมิ เป็นองศา เซลเซียส
3. °F วัดอุณหภูมิ เป็นองศา ฟาเรนไฮต์
4. $\rightarrow$ ตรวจสอบไดโอด และความต่อเนื่อง (กำเนิดสัญญาณเสียง)
5. Ω วัดความต้านทาน มี 6 ช่วงการวัด
6. DCV วัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง มี 5 ช่วงการวัด
7. ACV วัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ มี 4 ช่วงการวัด
8. ACA วัดปริมาณกระแสสลับ มี 3 ช่วงการวัด
9. DCA วัดปริมาณกระแสตรง มี 4 ช่วงการวัด

ผลิตภัณฑ์ของ GW Instek GDM-357

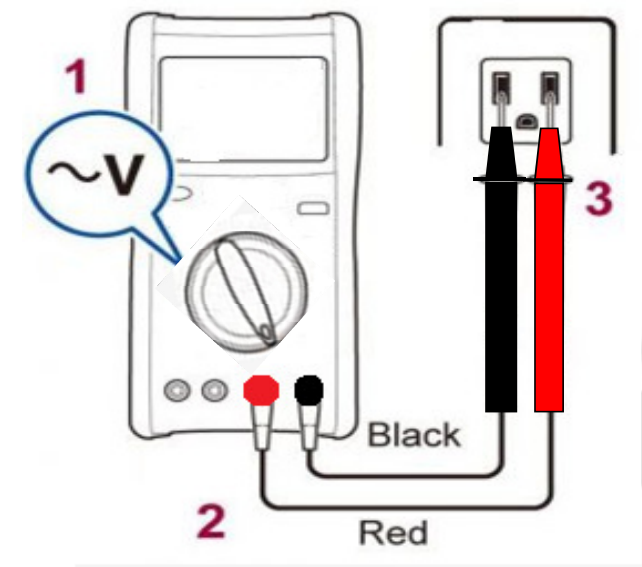


ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

2. การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์

การวัดแรงดัน AC (AC Current)

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ $V\sim$
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่อง “COM” สีแดง (ขั้วบวก) ต่อที่ช่องเสียบที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า $(V \ \Omega \ \rightarrow)$
3. ต่อเข็มวัดเข้ากับจุดที่ต้องการวัดค่า



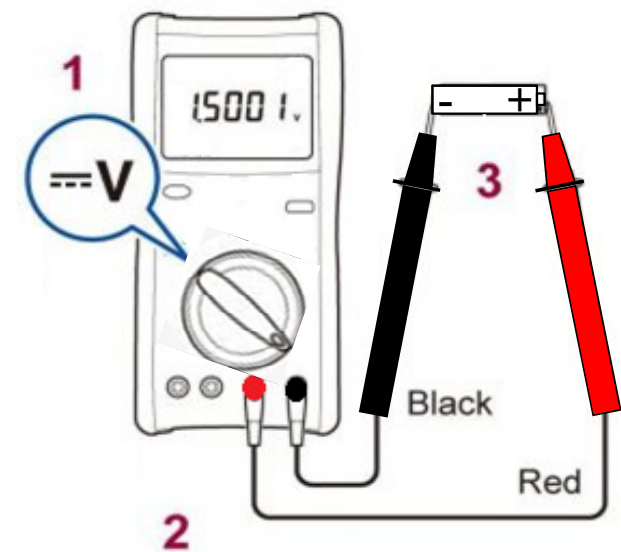
รูปที่ 1.8 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ การวัดแรงดันไฟฟ้า AC

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

3. การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์

การวัดแรงดัน DC (DC Current)

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ DC V (หมายเลข “1”)
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) : สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่อง “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ($\text{V } \Omega \text{ } \rightarrow \text{+}$) (หมายเลข “2”)
3. ต่อเข็มวัดกับจุดที่ต้องการวัดโดยให้เข็มวัดสีดำต่อในด้านที่เป็นลบ และ สีแดงต่อในด้านที่เป็นบวก



รูปที่ 1.9 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ การวัดแรงดันไฟฟ้า DC

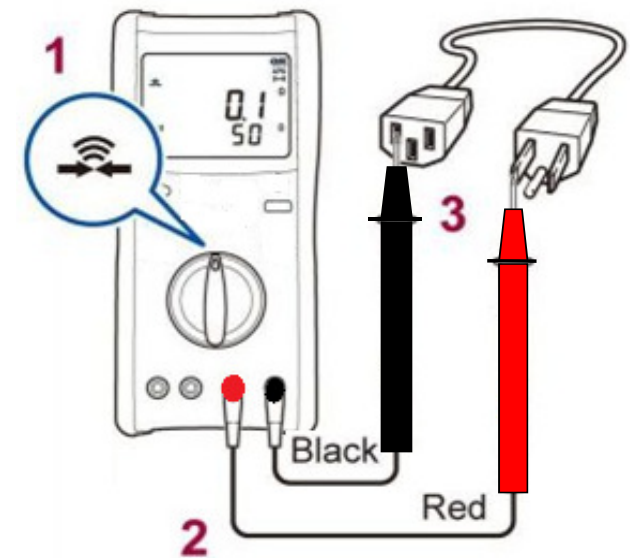
ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

4 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ฟังก์ชันเช็คความต่อเนื่อง (Checking Continuity)

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ $\rightarrow$) ตามหมายเลข “1”
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) : สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่ “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อที่ช่องที่ (V Ω $\rightarrow$) (หมายเลข “2”)
3. ต่อเข็มวัดกับจุดที่ต้องการวัด โดยต่อระหว่างต้นสายและปลายสาย (ไม่จำเป็นต้องดูเรื่องขั้ว)

ถ้ามีการเชื่อมต่อจริง มีการแสดงบนหน้าจอ พร้อมมีเสียงแฉิ่ง



รูปที่ 1.10 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ การวัดเช็คความต่อเนื่อง

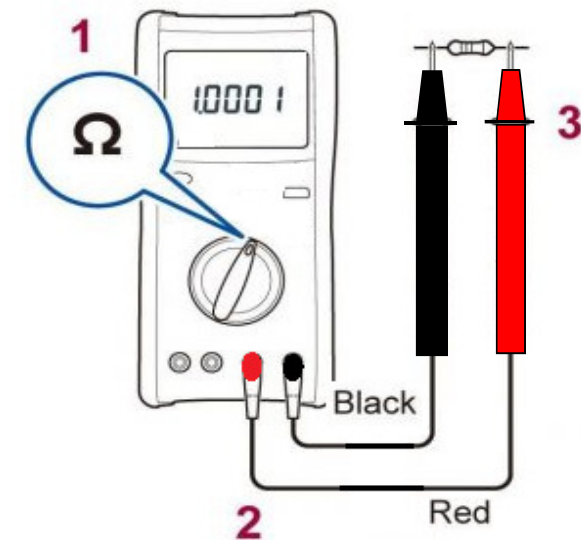
ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

5. การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ฟังก์ชันการวัดความต้านทาน (Resistance)

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ Ω (ตามหมายเลข “1”)
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) : สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) (V Ω $\rightarrow$) (หมายเลข “2”)
3. นำเข็มวัดไปเชื่อมต่อกับตัวต้านทาน (หมายเลข “3”
ไม่จำเป็นต้องดูเรื่องขั้ว)

ข้อควรระวัง : ก่อนจะลงมือตรวจสอบความต้านทาน ต้องปิดแหล่งจ่ายไฟ หรือ ตัดแหล่งจ่ายไฟที่ไปยังจุดที่จะเช็คทุกครั้ง



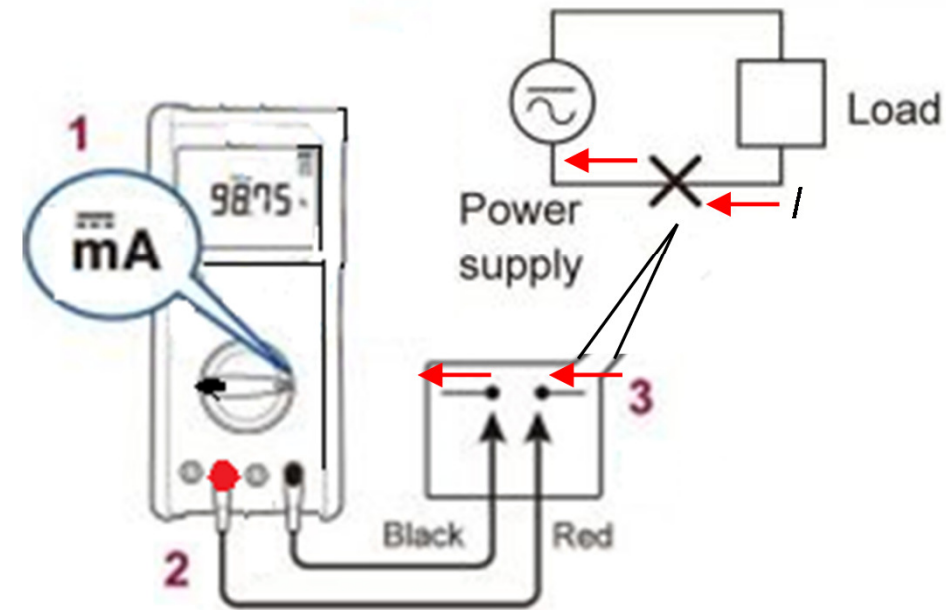
รูปที่ 1.11 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ การวัดความต้านทาน

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

6. การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์

การวัดกระแส DC (0-200 mA DC current)

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ A:: (ตามหมายเลข “1”)
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) : สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่อง “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) “mA °C °F” (หมายเลข “2”)
3. เชื่อมต่อเข็มวัดเข้ากับวงจร โดย ให้สีแดงต่อกับจุดที่กระแสไหลเข้าให้ และเข็มวัดสีดำต่อกับจุดที่กระแสไหลออก (หมายเลข “3”)



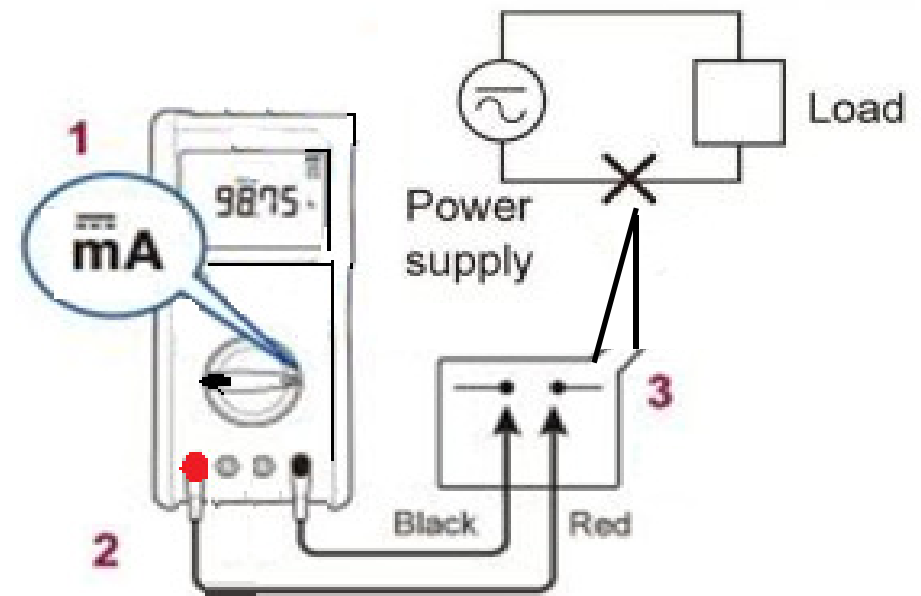
รูปที่ 1.12 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ วัดกระแส DC (0-200 mA)

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ DIGITAL MULTIMETER

7. การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์

การวัดกระแส DC (200 mA – 10 A DC current)

1. หมุนสวิตช์เลือกปริมาณที่จะวัดไปที่สัญลักษณ์ A:: (ตามหมายเลข “1”)
2. ต่อเข็มวัด (Test lead) : สีดำ (ขั้วลบ) ต่อกับช่องที่มีสัญลักษณ์เขียนว่า “COM” และ สีแดง (ขั้วบวก) ต่อที่ “10 A MAX” (หมายเลข “2”)
3. เชื่อมต่อเข็มวัดเข้ากับวงจร โดย ให้สีแดงต่อกับจุดที่กระแสไหลเข้าให้ และเข็มวัดสีดำต่อกับจุดที่กระแสไหลออก (หมายเลข “3”)



รูปที่ 1.13 การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ วัดกระแส DC (200 mA – 10 A)