

ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

1-Digit Color Code	2-Digit Color Code	3-Digit Color Code	4-Digit Color Code	5-Digit Color Code
0 0 0	0 1 1	0 1 1	0 1 1	0 1 1
1 1 1	1 2 2	1 2 2	1 2 2	1 2 2
2 2 2	2 3 3	2 3 3	2 3 3	2 3 3
3 3 3	3 4 4	3 4 4	3 4 4	3 4 4
4 4 4	4 5 5	4 5 5	4 5 5	4 5 5
5 5 5	5 6 6	5 6 6	5 6 6	5 6 6
6 6 6	6 7 7	6 7 7	6 7 7	6 7 7
7 7 7	7 8 8	7 8 8	7 8 8	7 8 8
8 8 8	8 9 9	8 9 9	8 9 9	8 9 9
9 9 9	9 0 0	9 0 0	9 0 0	9 0 0



นายเกียรติ สุปรียธิตกุล

ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านหัวฝาย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 3

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดทำขึ้นตามกรอบ สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายสอดคล้องตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถสื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจและมีจิตวิทยาศาสตร์ ผู้ศึกษาได้ศึกษาวิธีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการใช้สื่อการเรียนการสอน ตลอดจนวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของสื่อการสอนแต่ละประเภท เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 6 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 เรื่อง ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
- ชุดที่ 2 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้าและกฎของโอห์ม
- ชุดที่ 3 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน
- ชุดที่ 4 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
- ชุดที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)
- ชุดที่ 6 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ไดโอด, ทรานซิสเตอร์)

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุดนี้ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจศึกษาที่นำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา ทั้งนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านหัวฝาย ตลอดจนผู้มีส่วนช่วยเหลือทุกคนที่ได้ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ ชี้แนะในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมชุดนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้เรียน ครูผู้สอน และผู้ที่สนใจนำไปใช้ในการพัฒนาเยาวชนไทย ให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ และมีความสุขในการดำรงชีวิตในอนาคต

กิริติ สุปรียธิกุล

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	
สารบัญ	
คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	1
ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	5
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	6
ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	7
แบบทดสอบก่อนเรียน	8
กระดาษคำตอบ	10
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	11
กิจกรรมที่ 1 ทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน	13
ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1	19
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 1	21
กิจกรรมที่ 2 ทดลองการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้	23
ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2	26
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 2	28
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ	30
ใบบันทึกกิจกรรมที่ 3	33
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 3	34
กิจกรรมที่ 4 ศึกษาใบความรู้ เรื่อง ตัวต้านทาน	39
ใบบันทึกกิจกรรมที่ 4	50
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 4	51
แบบทดสอบหลังเรียน	56
กระดาษคำตอบ	58
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	59
ภาคผนวก	60
แบบบันทึกผลการประเมิน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5	65
บรรณานุกรม	66

คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

1. ข้อเสนอแนะในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน) หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เวลา 2 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เวลา 1 ชั่วโมง

2. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน) ประกอบด้วย เอกสาร ดังนี้

- 2.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
- 2.2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
- 2.3 สาระการเรียนรู้ / สาระสำคัญ / จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.4 ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2.5 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 2.6 กิจกรรมที่ 1 ทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน
- 2.7 กิจกรรมที่ 2 ทดลองการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้
- 2.8 กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ
- 2.9 กิจกรรมที่ 4 ใบความรู้ เรื่อง ตัวต้านทาน(Resistor)
- 2.10 แบบทดสอบหลังเรียน
- 2.11 แบบบันทึกผลการประเมิน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5

3. ส่วนประกอบของกิจกรรม (กิจกรรมที่ 1 - 4)

- 3.1 ใบกิจกรรม / ใบความรู้
- 3.2 แบบบันทึกกิจกรรม
- 3.3 แนวคำตอบกิจกรรม
- 3.4 เกณฑ์การให้คะแนน

4. ส่วนประกอบของแบบทดสอบ

- 4.1 แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
- 4.2 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – แบบทดสอบหลังเรียน
- 4.3.กระดาษคำตอบ
- 4.4 เกณฑ์การให้คะแนน

คำชี้แจงสำหรับครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนศึกษาสาระการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยละเอียด ดังนี้
 - 1.1 ศึกษาคู่มือครูผู้สอน
 - 1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน
 - 1.3 จัดเตรียมสื่อและกิจกรรมตามลำดับการใช้ก่อน-หลัง
 - 1.4 คำชี้แจงในการปฏิบัติกิจกรรม
2. ครูผู้สอนควรตรวจสอบความพร้อม ความเรียบร้อยของสื่อการเรียนการสอน และทดลองใช้สื่อให้เกิดความชำนาญก่อนที่จะนำไปใช้จริง ตรวจสอบว่ามีความเรียบร้อยครบถ้วนตามที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมหรือไม่
3. จัดเตรียมห้องเรียนให้เอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่เรียน
4. ครูผู้สอนต้องศึกษาเนื้อหาที่จะสอนและศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยละเอียด
5. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติ ในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
6. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบต่อหน้าที่ และเน้นให้นักเรียนตั้งใจเรียนและระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยจากการใช้อุปกรณ์ที่มีไฟฟ้า
7. การสอนโดยครูผู้สอนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้
 - 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
 - 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
 - 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
 - 6.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
 - 6.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)
8. ขณะนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูเดินตรวจดูการทำงานของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม คอยตอบข้อซักถาม หากพบว่านักเรียนคนใดคนหนึ่งมีปัญหาเกิดขึ้น ครูต้องให้ความช่วยเหลือเพื่อให้ปัญหานั้นหมดไป
9. ครูผู้สอนควรดูแลนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมอย่างใกล้ชิดพร้อมกับประเมินทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
10. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมครบตามขั้นตอนแล้วครูเฉลยกิจกรรมร่วมกับนักเรียน
11. ครูผู้สอนบันทึกผลการประเมินทุกด้าน
12. เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนครูให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบและเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป

สิ่งที่ครูผู้สอนต้องเตรียมล่วงหน้า

1. ครูผู้สอนศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 และ 11 เพื่อเตรียมความพร้อม ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ครูผู้สอนเตรียมใบความรู้, ใบกิจกรรม, แนวคำตอบใบกิจกรรม และเกณฑ์การให้คะแนน
3. ครูผู้สอนเตรียมอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติกิจกรรมการทดลองไว้ล่วงหน้า
 - 3.1 ทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน
 - 3.2 ทดลองการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้

การวัดและประเมินผล (ถัดเกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 70)

1. ด้านความรู้
2. ด้านทักษะกระบวนการ
3. ด้านจิตวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบหลังเรียนแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน) ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

เพื่อน ๆ อ่านคำชี้แจงและลำดับขั้น
การเรียนรู้ให้เข้าใจก่อน จะลงมือ
ปฏิบัติกิจกรรมนะครับ



1. ฟังคำแนะนำในการปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน) จำนวน 10 ข้อ เสร็จแล้วแลกเปลี่ยนกันตรวจ พร้อมให้คะแนน แล้วจึงส่งให้ครูได้ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง
3. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม ไม่ชักชวนให้เพื่อนละเลยต่อการปฏิบัติงานหรือเล่นกันในระหว่างเรียน
4. เมื่อปฏิบัติตามกิจกรรมต่างๆตามใบกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ตรวจคำตอบได้จากใบเฉลยแนวคำตอบกิจกรรม
5. เมื่อศึกษาและปฏิบัติตามกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5 เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ
6. หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที



ลำดับขั้นการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

ศึกษาคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ทดสอบก่อนเรียน



ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษากิจกรรมที่ 1 ทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน
2. ปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1 พร้อมตรวจคำตอบจากแนวคำตอบกิจกรรม
3. ศึกษากิจกรรมที่ 2 ทดลองการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมตรวจคำตอบจากแนวคำตอบกิจกรรม
5. ศึกษากิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ
6. ปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 3 พร้อมตรวจคำตอบจากแนวคำตอบกิจกรรม
7. ศึกษากิจกรรมที่ 4 ใบความรู้ เรื่อง ตัวต้านทาน (Resistor)
8. ปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 4 พร้อมตรวจคำตอบจากแนวคำตอบกิจกรรม

ไม่ผ่านเกณฑ์

ทดสอบหลังเรียน

ผ่านเกณฑ์

ศึกษาชุดต่อไป



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มฐ ว 5.1 ม.3/5

อธิบายตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์และหลอดต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์

สาระการเรียนรู้

1. ตัวต้านทาน (Resistor)

สาระสำคัญ

ตัวต้านทาน (Resistor) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ควบคุม จำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ ได้รับกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในการทำงาน ตัวต้านทานมีหน่วยวัดเป็นโอห์ม (Ohm) โดยใช้สัญลักษณ์เป็นตัวอักษรกรีกชื่อ โอเมก้า (Ω) เครื่องมือที่ใช้วัดความต้านทานคือ โอห์มมิเตอร์ ตัวต้านทานมีหลายชนิด เช่น ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ ตัวต้านทานแบบพิเศษ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายสมบัติของตัวต้านทานและการทำงานของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าได้
2. อธิบายและสรุปหลักการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้
3. อ่านค่าความต้านทานและค่าความผิดพลาดจากแถบสีบนตัวต้านทานได้
4. อธิบายประโยชน์และประเภทของตัวต้านทานได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

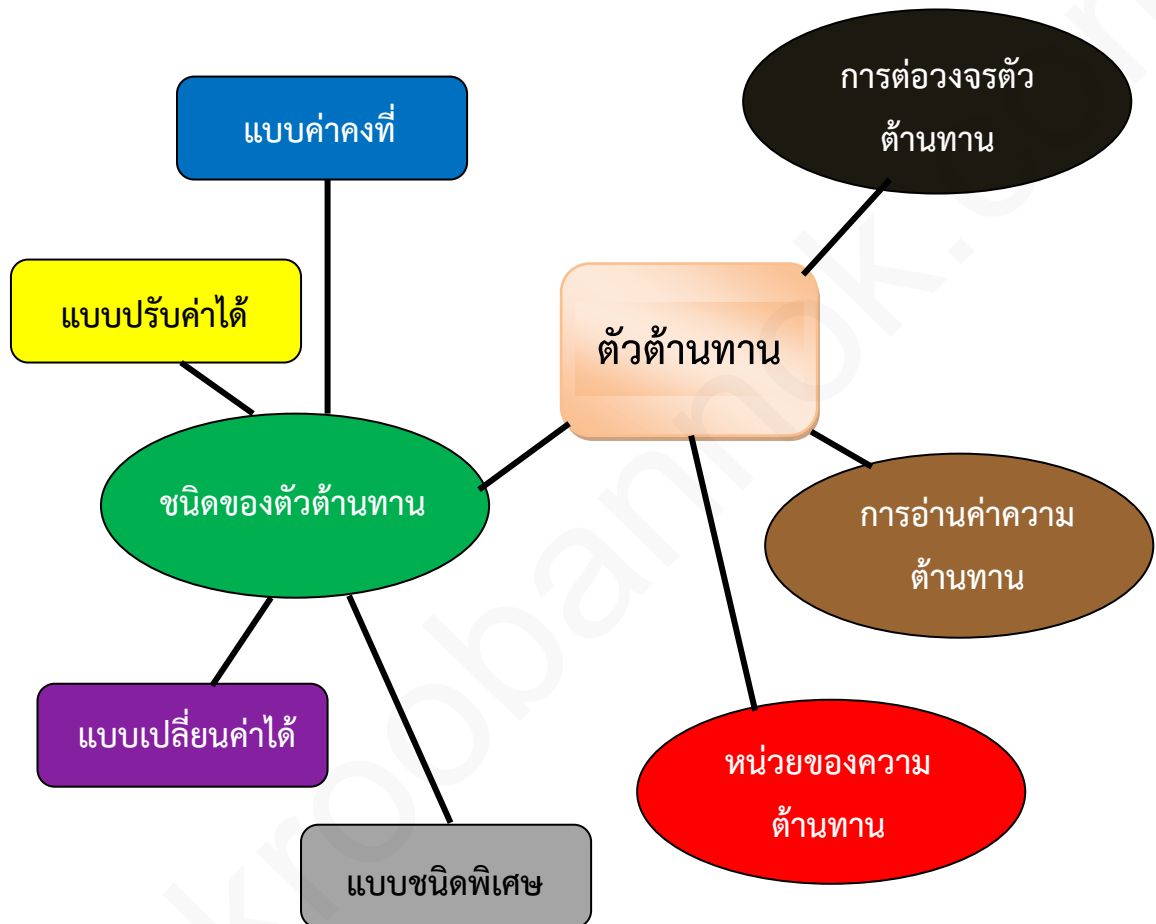
5. ทดสอบได้ว่าตัวต้านทานจำกัดปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรได้

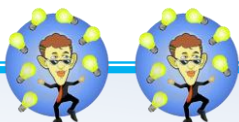
ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (A)

6. มีความสนใจใฝ่รู้
7. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน



ผังโน้ตค้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
 ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)





แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 5

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)



คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
ทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ (10 ข้อ 10 คะแนน)

1. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่แบบใดมีค่าผิดพลาดมากที่สุด
 - ก. แบบคาร์บอน
 - ข. แบบฟิล์มโลหะ
 - ค. แบบฟิล์มคาร์บอน
 - ง. แบบไวร์วาล์ว
2. ข้อใดคือหน่วยวัดความต้านทาน
 - ก. เบต้า
 - ข. โอห์ม
 - ค. วัตต์
 - ง. แอมแปร์
3. ตัวต้านทานแบบในข้อใดที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสง
 - ก. แอล ดี อาร์
 - ข. เทอร์มิสเตอร์
 - ค. ทริมพอร์ต
 - ง. วอลลุ่ม
4. วอลลุ่มวิทยุคือความต้านทานแบบใด
 - ก. แบบเปลี่ยนค่าได้
 - ข. แบบปรับค่าได้
 - ค. แบบฟิล์มบาง
 - ง. แบบฟิล์มหนา
5. ข้อความใดกล่าวถูกต้องที่สุด
 - ก. ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานน้อยจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก
 - ข. ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานมากจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก
 - ค. ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานน้อยจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย
 - ง. การยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากหรือน้อยไม่ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน



6. ตัวต้านทานทำหน้าที่อะไรในวงจรไฟฟ้า
 - ก. เพิ่มกระแสไฟฟ้าในวงจร
 - ข. เพิ่มแรงดันไฟฟ้าในวงจร
 - ค. เพิ่มความจุไฟฟ้าในวงจร
 - ง. จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร
7. เทอร์มิสเตอร์มีหลักการทำงานอย่างไร
 - ก. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามเวลา
 - ข. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามแรงดัน
 - ค. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามอุณหภูมิ
 - ง. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามแสง
8. ความต้านทาน 4 แถบสี มีค่า 100 Ω $\pm 5\%$ มีสีใดบ้าง
 - ก. น้ำตาล แดง ดำ ทอง
 - ข. น้ำตาล ดำ ดำ ทอง
 - ค. ดำ น้ำตาล น้ำตาล ทอง
 - ง. น้ำตาล ดำ น้ำตาล ทอง
9. ตัวต้านทาน 1.5 K Ω มีค่าเท่ากับกี่โอห์ม
 - ก. 150 Ω
 - ข. 1500 Ω
 - ค. 15000 Ω
 - ง. 150000 Ω
10. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้วัดความต้านทาน
 - ก. โอห์มมิเตอร์
 - ข. โวลต์มิเตอร์
 - ค. แอมมิเตอร์
 - ง. เทอร์มอมิเตอร์



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
 ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ว 23102 เวลา 10 นาที

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง		ข้อ	ก	ข	ค	ง
1						6				
2						7				
3						8				
4						9				
5						10				



เสร็จแล้ว!!!!
 ไปทำกิจกรรม
 ต่อไปกันเถอะ.....

คะแนน	
เต็ม	10
ได้	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



1. ก
2. ข
3. ก
4. ก
5. ก
6. ง
7. ก
8. ง
9. ข
10. ก



กิจกรรมที่ 1

ทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน

กิจกรรมที่ 2

ทดลองการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้

กิจกรรมที่ 3

มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ

กิจกรรมที่ 4

ใบความรู้ เรื่อง ตัวต้านทาน (Resistor)



ใบกิจกรรมที่

1

ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

หน้าที่ของตัวต้านทาน

จุดประสงค์การทำกิจกรรม

ศึกษาสมบัติของตัวต้านทานและการทำงานของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า



วัสดุอุปกรณ์ (ต่อ 1 กลุ่ม)

1. ตัวต้านทาน 500 Ω (เขียว ดำ น้ำตาล ทอง) จำนวน 1 ตัว
2. ตัวต้านทาน 1 K Ω (น้ำตาล ดำ แดง ทอง) จำนวน 1 ตัว
3. ตัวต้านทาน 3 K Ω (ส้ม ดำ แดง ทอง) จำนวน 1 ตัว
4. ตัวต้านทาน 5.6 K Ω (เขียว น้ำเงิน แดง ทอง) จำนวน 1 ตัว
5. ตัวต้านทาน 15 K Ω (น้ำตาล เขียว ส้ม ทอง) จำนวน 1 ตัว
6. ไดโอดเปล่งแสง (LED) จำนวน 2 ตัว
7. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ จำนวน 1 เครื่อง
8. สายไฟปากหนีบจระเข้ จำนวน 6 เส้น
9. มัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
10. แผ่นวงจร จำนวน 1 แผ่น
11. หัวแร้งบัดกรีขนาด 20 W พร้อมตะกั่วบัดกรี จำนวน 1 ชุด

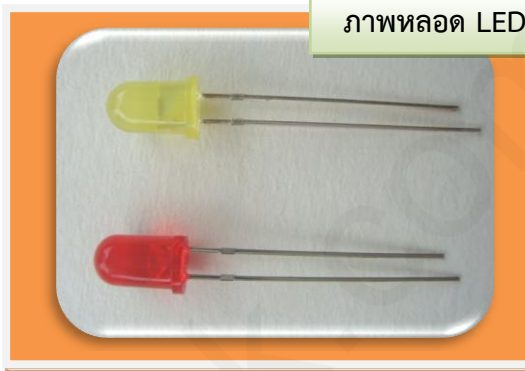


ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

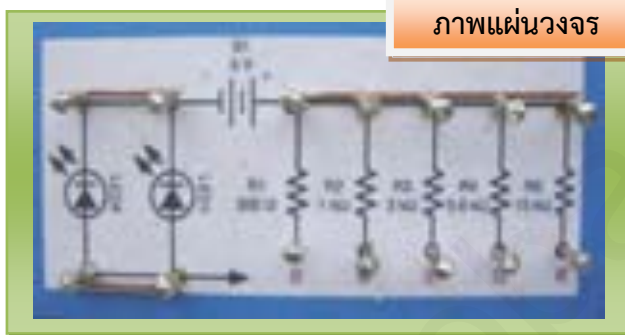
ภาพตัวต้านทาน



ภาพหลอด LED



ภาพแผ่นวงจร



ภาพหม้อแปลงไฟโวลต์ต่ำ



ภาพหัวแร้งบัดกรี, ตะกั่วบัดกรี



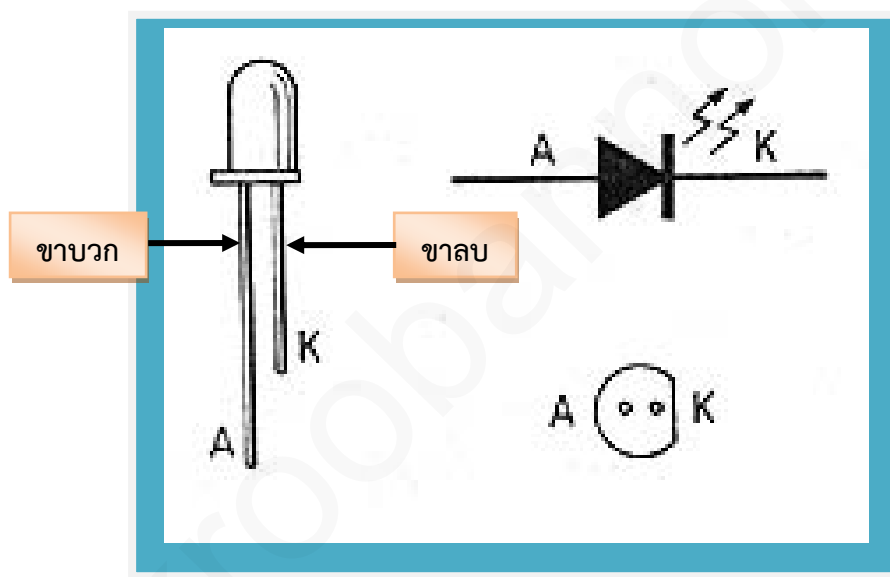
ภาพมัลติมิเตอร์



ภาพแสดง อุปกรณ์ทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน
ที่มา : กิรติ สุปรียธิติกุล, 2554.

ข้อเสนอแนะก่อนทำกิจกรรม

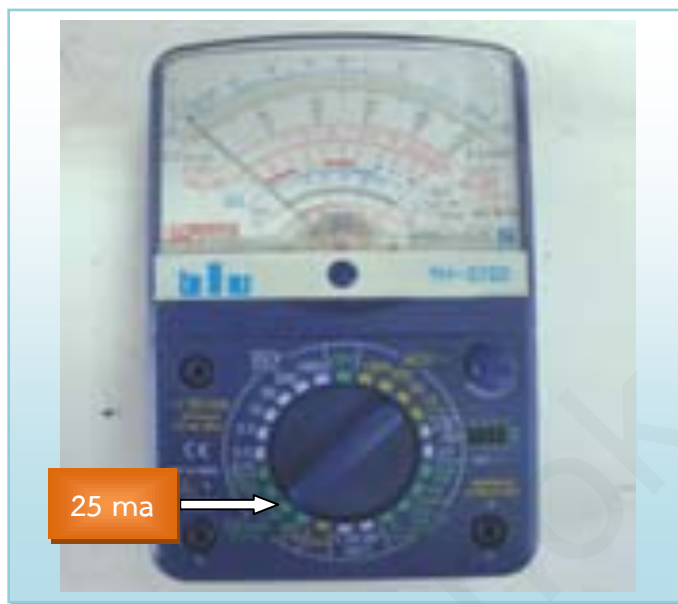
1. ในการปฏิบัติกิจกรรมให้นักเรียน ต่อกุญแจลงในวงจรด้วยการบัดกรีให้เรียบร้อย (ระมัดระวังเรื่องความร้อนจากหัวแร้งบัดกรี และควันที่เกิดจากตะกั่วบัดกรีห้ามสูดดมเข้าไป) ตรวจสอบความถูกต้องก่อนจะต่อไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำและให้นักเรียนใช้สวิตช์เพื่อปิด-เปิดวงจร เพราะถ้ามีความผิดพลาดอาจทำให้อุปกรณ์พังเสียหายได้
2. ให้นักเรียนสังเกตลักษณะภายนอกของ LED โดยที่ขั้วของไดโอดเปล่งแสงประกอบด้วย ขาของขั้วแอโนด(ขาบวก) จะยาวกว่าขาของขั้วแคโทด(ขาลบ) ดังภาพด้านล่าง



ภาพแสดง ตำแหน่งขาของไดโอดเปล่งแสง (LED)

ที่มา : http://www.kmitl.ac.th/~s2010395/BASIC%20ELECTRONICS%20FOR%20AUTOMATION%20ENGINEERING6_files/image043.jpg
(วันที่สืบค้น 20 มีนาคม 2554)

3. ให้นักเรียนระมัดระวังปากหนีบจะเขี่ยให้แตะกัน ซึ่งจะทำให้เกิดลัดวงจรได้
4. ตั้งสเกลมัลติมิเตอร์ไปที่ตำแหน่งวัดกระแสไฟฟ้า (ma) และต่ออนุกรมเข้ากับวงจร ตรงตำแหน่งในวงจรระมัดระวังการต่อผิดขั้ว อาจทำให้มัลติมิเตอร์เสียหาย โดยให้สายวัดสีแดงต่อกับขั้วบวก สายวัดสีดำต่อกับขั้วลบ



ภาพแสดง การตั้งสเกลมัลติมิเตอร์เพื่อวัดกระแสไฟฟ้า (ma)

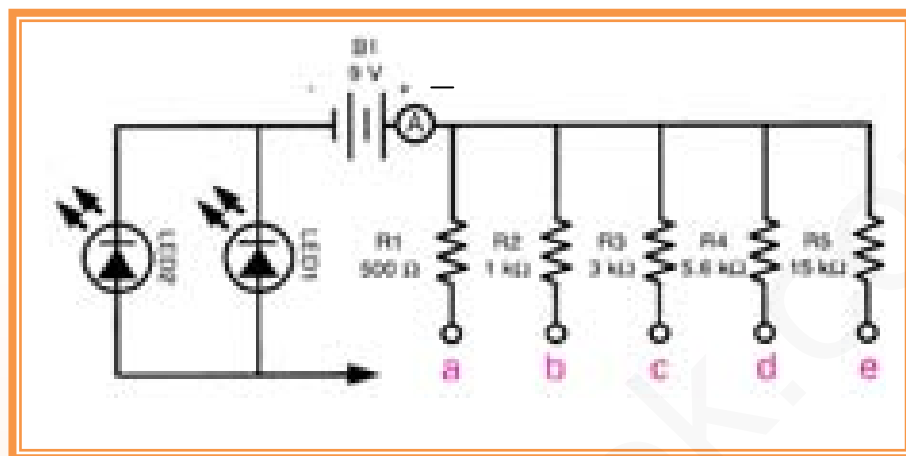
ที่มา : กิรติ สุปรียธิติกุล, 2554.

5. หลังจากทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายการผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดที่ผนังห้องและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรม

วิธีทำกิจกรรม

- 1.นักเรียนทุกกลุ่มรับและตรวจสอบ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้
 - 2.นักเรียนต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการบัดกรีอุปกรณ์เข้าในวงจร การต่อไดโอดเปล่งแสงเข้าไปในวงจรโดยให้ขาแอนด(ขายาว) ต่อตรงตำแหน่งขั้วบวก และต่อขาแคโทด(ขาสั้น) ตรงตำแหน่งขั้วไฟลบ (ต่อสลับขากันหลอดไดโอดเปล่งแสง LEDจะไม่สว่าง)
- ส่วนการประกอบตัวต้านทานเข้ากับวงจรให้นักเรียนดูจากแถบสีของตัวต้านทานและบัดกรีให้ตรงกับตำแหน่งในวงจร

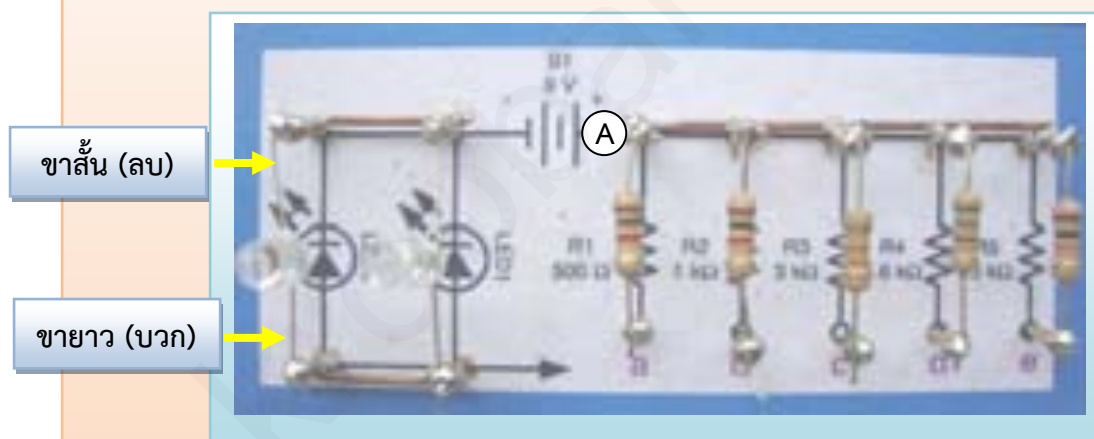




ภาพแสดง วงจรตัวต้านทาน

ที่มา : <http://www.slideshare.net/teachersittikon/ss-10717615>

(วันที่สืบค้น 20 มีนาคม 2554)

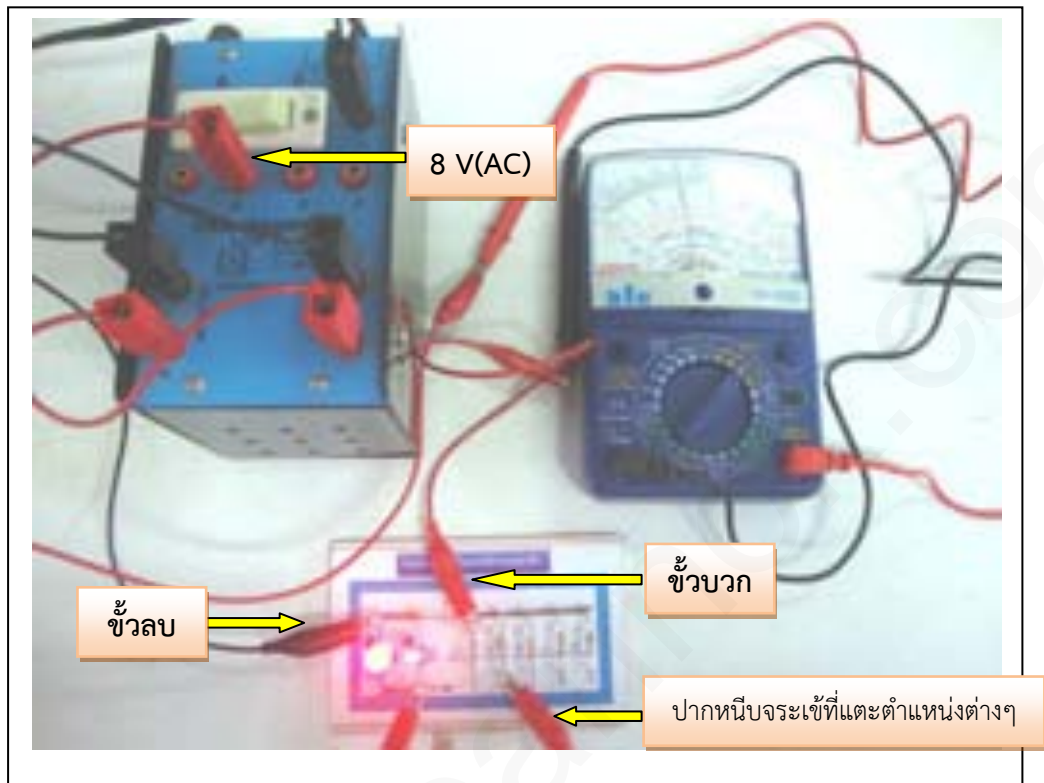


ภาพแสดง การต่อตัวต้านทานประกอบในวงจร

ที่มา : กิรติ สุปรียธิติกุล, 2554.

- 3.ต่อไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ 8 V ให้ตรงขั้วตามตำแหน่ง + และ - แล้วนำสายไฟปากหนีบจะเข้าแต่ละที่ปลายตัวต้านทาน R1 R2 R3 R4 และ R5 ที่ตำแหน่ง a b c d และ e ตามลำดับ สังเกตความสว่างของ LED1, LED2 และการเปลี่ยนแปลงของเข็มมัลติมิเตอร์ บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม
- 4.จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ให้เรียบร้อย





ภาพแสดง การทำงานของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า

ที่มา : กิรติ สุปรียธิกุล, 2554.



ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 1 หน้าที่ของตัวต้านทาน

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

1. ตารางบันทึกผลจากการทำกิจกรรม (5 คะแนน)

ที่	รายการ	กระแสไฟฟ้า (ma)	ระดับความสว่างของ LED1 LED2				
			น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 500Ω (จุด a)						
2	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 1KΩ (จุด b)						
3	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 3KΩ (จุด c)						
4	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 5.6KΩ (จุด d)						
5	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 15KΩ (จุด e)						

2. คำถามหลังทำกิจกรรม (3 คะแนน)

1. เมื่อเพิ่มความต้านทานเข้าในวงจร ระดับความสว่างของ LED 1 และ LED 2 เปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....
.....

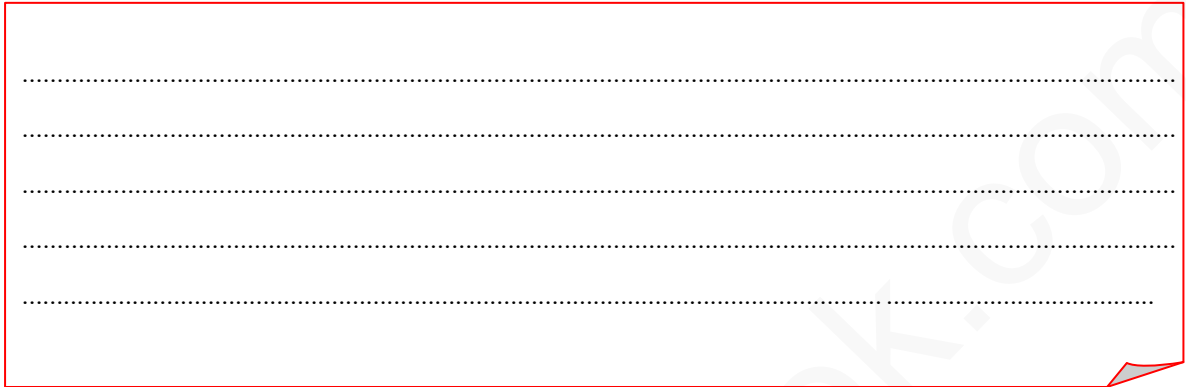
2. เมื่อเพิ่มความต้านทานเข้าในวงจร กระแสไฟฟ้าในวงจรเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....
.....

3. ตัวต้านทานทำหน้าที่อย่างไรในวงจรไฟฟ้า

ตอบ.....
.....

3. สรุปผลจากการทำกิจกรรม (3 คะแนน)



A rectangular box with a red border and a folded bottom-right corner, containing five horizontal dotted lines for writing.

แนวคำตอบกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 1 หน้าที่ของตัวต้านทาน



1. ตารางบันทึกผลจากการทำกิจกรรม (5 คะแนน)

ที่	รายการ	กระแสไฟฟ้า (ma)	ระดับความสว่างของ LED1 LED2				
			น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 500Ω (จุด a)	20					✓
2	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 1KΩ (จุด b)	10				✓	
3	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 3KΩ (จุด c)	4			✓		
4	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 5.6KΩ (จุด d)	2		✓			
5	เมื่อต่อวงจรกับความต้านทาน 15KΩ (จุด e)	0.5	✓				

2. คำถามหลังทำกิจกรรม (3 คะแนน)

1. เมื่อเพิ่มความต้านทานเข้าในวงจร ระดับความสว่างของ LED 1 และ LED 2 เปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....ระดับความสว่าง ของ LED 1 และ LED 2 ลดลง.....

2. เมื่อเพิ่มความต้านทานเข้าในวงจร กระแสไฟฟ้าในวงจรเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....กระแสไฟฟ้าในวงจรจะลดลง จาก 20 , 10 , 4 , 2 และ 0.5 ma.....

3. ตัวต้านทานทำหน้าที่อย่างไรในวงจรไฟฟ้า

ตอบ.....ทำหน้าที่จำกัดปริมาณของกระแสไฟฟ้าในวงจร.....

3. สรุปผลจากการทำกิจกรรม (3 คะแนน)

..... ตัวต้านทานมีสมบัติในการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่จำกัดปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร ถ้าตัวต้านทานมีค่ามาก กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้น้อย หลอด LED สว่างลดลง แต่ถ้าตัวต้านทานมีค่าน้อย กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้มาก หลอด LED ก็สว่างมากด้วย

ใบกิจกรรมที่

2

ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

การทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้

จุดประสงค์การทำกิจกรรม

เพื่อศึกษาหน้าที่และการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้



วัสดุอุปกรณ์ (ต่อ 1 กลุ่ม)

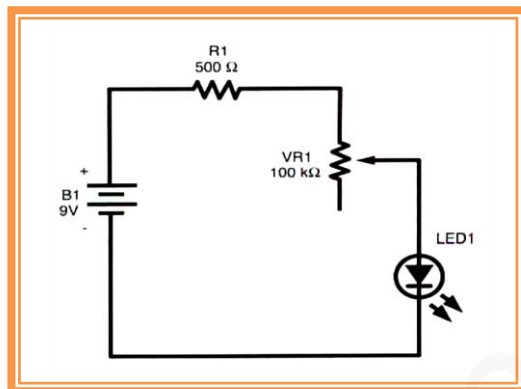
1. ตัวต้านทาน $500\ \Omega$ (เขียว ดำ น้ำตาล ทอง) จำนวน 1 ตัว
2. ตัวต้านทานแปรค่าได้ $100\ k\Omega$ จำนวน 1 ตัว
3. ตัวต้านทาน LDR จำนวน 1 ตัว
4. ไดโอดเปล่งแสง (LED) จำนวน 1 ตัว
5. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ จำนวน 1 เครื่อง
6. สายไฟปากหนีบจระเข้ จำนวน 6 เส้น

ข้อแนะนำก่อนทำกิจกรรม

1. ในการต่อวงจรนั้น ให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนจะต่อไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ เพราะถ้ามีความผิดพลาดอาจทำให้อุปกรณ์พังเสียหายได้
2. ให้นักเรียนระมัดระวังปากหนีบจระเข้อย่าให้แตะกัน ซึ่งจะทำให้เกิดลัดวงจรได้
3. ตั้งสเกลมัลติมิเตอร์ไปที่ตำแหน่งวัดกระแสไฟฟ้า (ma) และต่ออนุกรมเข้ากับวงจรตรงตำแหน่งในวงจร
4. หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทุกกลุ่มเขียนรายผลการทำกิจกรรม แล้วนำไปติดที่ผนังห้องและให้นักเรียนดูรายงานผลการทำกิจกรรมของกลุ่มอื่นทุกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรม

วิธีทำกิจกรรม

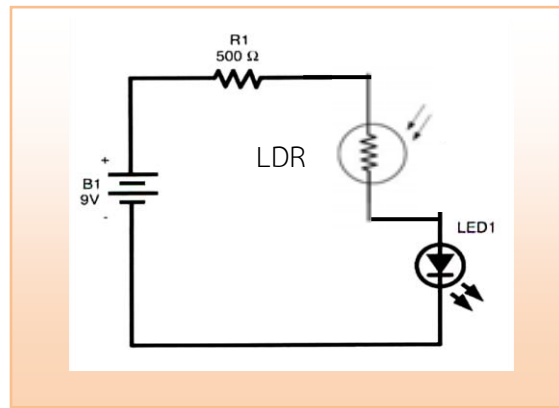
- 1.นักเรียนทุกกลุ่มรับและตรวจสอบ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้
- 2.นักเรียนต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพข้างล่าง (ตัวต้านทานแปรค่าได้จะมี 3 ขา ขาหนึ่งจะลอยไม่ได้ต่อในวงจร)



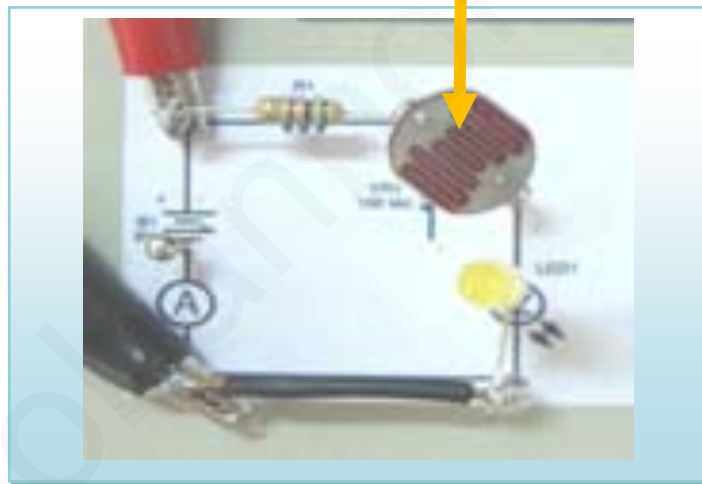
ภาพแสดง การต่อตัวต้านทานแปรค่าได้ประกอบในวงจร

ที่มา : กิรติ สุปรียธิกุล, 2554.

3. ต่อไฟจากเครื่องจ่ายไฟแรงดันต่ำ 8 V ให้ตรงขั้วตามตำแหน่ง + และ - เข้าในวงจร แล้วค่อย ๆ ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ VR ตามเข็มนาฬิกาพร้อมกับสังเกตความสว่างของ LED จากนั้นค่อย ๆ ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ VR ทวนเข็มนาฬิกา พร้อมกับสังเกตความสว่างของ LED บันทึกผลในตารางบันทึกผล
4. ถอดตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ออก ใส่ตัวต้านทาน LDR เข้าไปแทน ต่อไฟเข้าวงจร แล้วลองปล่อยให้แสงตกกระทบที่ LDR สังเกตการเปลี่ยนแปลง LED และลองไม่ให้แสงเข้าไปตกกระทบที่ตัวถังของ LDR โดยใช้นิ้วมือปิดที่ตัวถัง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลง LED บันทึกผล



บริเวณที่แสงตกกระทบ
บนตัว LDR



ภาพแสดง การต่อตัวต้านทานไวแสง (LDR) ในวงจร
ที่มา : กীরติ สุปรีย์ธิกุล, 2554.

- 4 . จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ให้เรียบร้อย
5. นักเรียนตอบคำถามหลังทำกิจกรรม



ตัว LDR ใช้เป็นสวิตช์อัตโนมัติ
ควบคุมการเปิด-ปิดไฟ
สาธารณะริมถนนนะคะ



ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 2 การทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

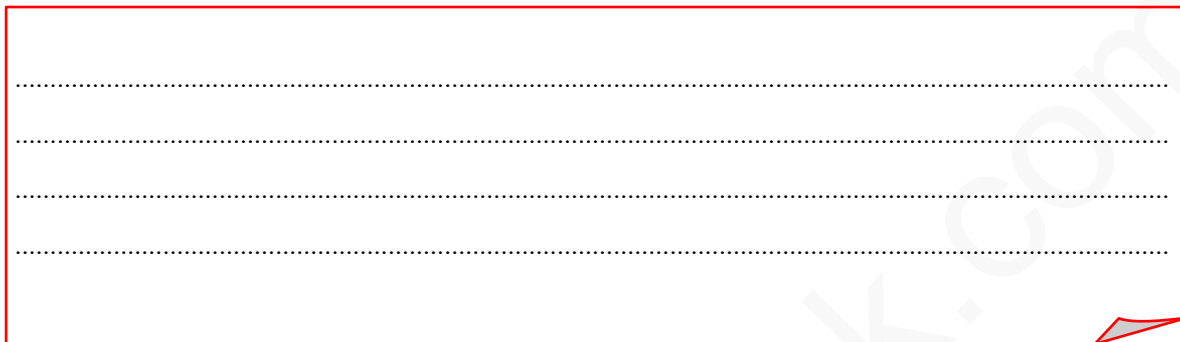
1. ตารางบันทึกผลจากการทำกิจกรรม (4 คะแนน)

วงจรที่	รายการ	ระดับความสว่างของ LED	
		น้อย	มาก
1	ปรับค่า VR1 ตามเข็มนาฬิกา		
	ปรับค่า VR1 ทวนเข็มนาฬิกา		
2	กระทบแสงมาก		
	กระทบแสงน้อย		

2. คำถามหลังทำกิจกรรม (3 คะแนน)

- เมื่อต่อวงจรกับตัวต้านชนิดปรับค่าได้ ตามวงจรที่ 1 ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ ตามเข็มนาฬิกา ระดับ ความสว่างของ LED เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
ตอบ.....
.....
- เมื่อต่อวงจรกับตัวต้านชนิดปรับค่าได้ ตามวงจรที่ 1 ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ ทวนเข็มนาฬิกา ระดับความสว่างของ LED เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
ตอบ.....
.....
- ตัวต้านทาน LDR มีวิธีการปรับค่าความต้านทานอย่างไร
ตอบ.....
.....

3. สรุปผลจากการทำกิจกรรม (3 คะแนน)



A rectangular box with a red border and a folded bottom-right corner, containing four horizontal dotted lines for writing.

แนวคำตอบกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 2 การทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้



1. ตารางบันทึกผลจากการทำกิจกรรม (4 คะแนน)

วงจรที่	รายการ	ระดับความสว่างของ LED	
		น้อย	มาก
1	ปรับค่า VR1 ตามเข็มนาฬิกา		✓
	ปรับค่า VR1 ทวนเข็มนาฬิกา	✓	
2	LDR กระทบแสงมาก		✓
	LDR กระทบแสงน้อย	✓	

2.คำถามหลังทำกิจกรรม (3 คะแนน)

- เมื่อต่อวงจรกับตัวต้านชนิดปรับค่าได้ ตามวงจรที่ 1 ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ ตามเข็มนาฬิกา ระดับ ความสว่างของ LED เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
ตอบ..... LED สว่างมาก เพราะความต้านทานลดลง กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก.....
- เมื่อต่อวงจรกับตัวต้านชนิดปรับค่าได้ ตามวงจรที่ 1 ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ ทวนเข็มนาฬิกา ระดับความสว่างของ LED เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
ตอบ..... LED สว่างน้อย เพราะความต้านทานเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย.....
- ตัวต้านทาน LDR มีวิธีการปรับค่าความต้านทานอย่างไร
ตอบ.....ควบคุมปริมาณแสงที่ตกกระทบ LDR ให้แสงมาตกกระทบมากหรือน้อย.....

3. สรุปผลจากการทำกิจกรรม (3 คะแนน)

.....ตัวต้านทานแปรค่าได้ ใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจรโดยปรับค่าตัวต้านทานในทิศทางตามเข็มนาฬิกาความต้านทานจะลดลง กระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าสูงสูงขึ้นทำให้หลอด LED สว่างมาก ถ้าปรับค่าตัวต้านทานทวนเข็มนาฬิกาความต้านทานจะเพิ่ม กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าลดลง หลอด LED สว่างน้อย ส่วน LDR มีวิธีปรับค่าความต้านทานโดยการควบคุมปริมาณแสงที่ตกกระทบ.....

ใบกิจกรรมที่

3

ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อศึกษาการอ่านค่าตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ตามรหัสสี



วัสดุอุปกรณ์ (ต่อ 1 กลุ่ม)

1. ตัวต้านทานค่าความต้านทาน จำนวน 6 ตัว
2. ตารางรหัสสีตัวต้านทาน จำนวน 1 แผ่น
3. แผ่นอ่านค่าความต้านทาน จำนวน 1 ชุด

Color	1st Band	2nd Band	3rd Band	Decimal Multiplier	Tolerance
Black	0	0	0	1	
Brown	1	1	1	10	± 1%
Red	2	2	2	100	± 2%
Orange	3	3	3	1,000	
Yellow	4	4	4	10,000	
Green	5	5	5	100,000	
Blue	6	6	6	1,000,000	
Violet	7	7	7	10,000,000	
Grey	8	8	8	100,000,000	
White	9	9	9	1,000,000,000	
Gold				0.1	± 5%
Silver				0.01	± 10%
None					± 20%

ภาพแสดง ตารางรหัสสีตัวต้านทาน

ที่มา : <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286>

/16/20/Resistor_Chart_1.gif

(วันที่สืบค้น 20 มีนาคม 2554)

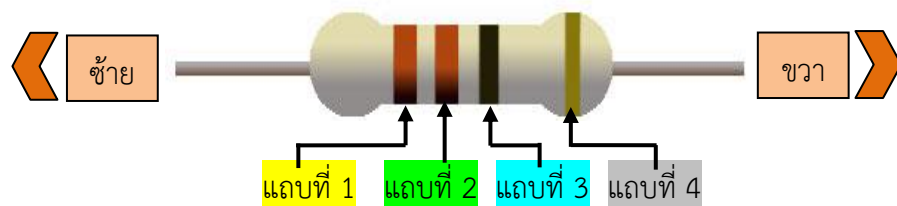


ภาพแสดง แผ่นอ่านค่าความต้านทาน

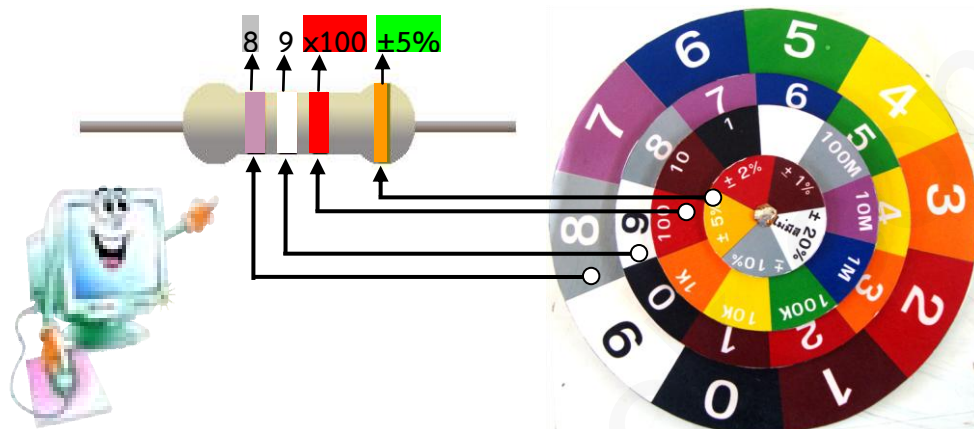
ที่มา : กิรติ สุปรียธิติกุล, 2554.

วิธีปฏิบัติกิจกรรม

- 1.ตัวแทนนักเรียนทุกกลุ่มรับและตรวจสอบ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้
- 2.ให้นักเรียนหยิบตัวต้านทานขึ้นมา 1 ตัว สังเกตแถบที่ 4 จะมีแค่สีทอง เงิน หรือไม่มีสีเท่านั้น เมื่อเจอแถบที่ 4 ให้แถบสีที่ 4 อยู่ขวาเสมอ แถบ 1 - 3 จะเรียงซ้ายมาขวา (ให้พิจารณาแถบสีที่ 1 , 2 และ 3 จะมีระยะห่างของช่องไฟเท่ากัน ส่วนแถบสีที่ 4 จะมีระยะห่างของช่องไฟมากกว่าเล็กน้อย) ดังภาพตัวอย่าง



3. ใช้แผ่นอ่านค่าความต้านทาน โดยวงนอกสุดเป็นค่าของแถบสีที่ 1 วงถัดไปเป็นค่าของแถบสีที่ 2 วงที่ 3 เป็นค่าตัวคูณ (แถบสีที่ 3) วงในสุดจะเป็นค่าความผิดพลาด (แถบสีที่ 4)



แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคูณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี	เทา	ขาว	แดง	ทอง	$89 \times 100 \pm 5\%$
ตัวเลขที่ได้	8	9	100	± 5	$8,900 \Omega \pm 445 \Omega$ $8.9 \text{ K}\Omega \pm 0.4 \text{ K}\Omega$

$1,000 \Omega = 1 \text{ K}\Omega$ (1 กิโลโอห์ม)
 $10,000 \Omega = 10 \text{ K}\Omega$ (10 กิโลโอห์ม)
 $100,000 \Omega = 100 \text{ K}\Omega$ (100 กิโลโอห์ม)
 $1,000,000 \Omega = 1,000 \text{ K}\Omega$ หรือ $1 \text{ M}\Omega$ (1 เมกกะโอห์ม)



3. ให้นักเรียนอ่านค่าความต้านทาน จำนวน 6 ตัว พร้อมบอกสี ตัวเลขความต้านทาน ค่าความคลาดเคลื่อน โดยใช้ตารางรหัสสีตัวต้านทานประกอบในการอ่านค่า แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกกิจกรรม
4. จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ ให้เรียบร้อย



ไปช่วงอ่านค่าความ
ต้านทานกันเลงนะเพื่อนๆ



ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

1. ตารางบันทึกผลจากการปฏิบัติกิจกรรม (6 คะแนน)

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคุณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี					
ตัวเลขที่ได้					

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคุณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี					
ตัวเลขที่ได้					

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคุณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี					
ตัวเลขที่ได้					

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคุณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี					
ตัวเลขที่ได้					

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคุณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี					
ตัวเลขที่ได้					

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคุณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี					
ตัวเลขที่ได้					

แนวคำตอบกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ



1. ตารางบันทึกผลจากการปฏิบัติกิจกรรม (6 คะแนน)

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคูณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี	เขียว	ดำ	น้ำตาล	ทอง	500 Ω
ตัวเลขที่ได้	5	0	10	± 5 %	500 Ω ค่าความผิดพลาด 5 %

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคูณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี	น้ำตาล	ดำ	แดง	เงิน	1000 Ω
ตัวเลขที่ได้	1	0	100	± 10 %	1 kΩ ค่าความผิดพลาด 10 %

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคูณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี	เทา	แดง	แดง	ทอง	8200 Ω
ตัวเลขที่ได้	8	2	100	± 5 %	8.2 kΩ ค่าความผิดพลาด 5 %

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคูณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี	น้ำเงิน	แดง	ส้ม	ทอง	62000 Ω
ตัวเลขที่ได้	6	2	1000	± 5 %	62 kΩ ค่าความผิดพลาด 5 %

แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคูณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี	ส้ม	ส้ม	เหลือง	เงิน	330000 Ω
ตัวเลขที่ได้	3	3	10000	± 10 %	330 kΩ ค่าความผิดพลาด 10 %

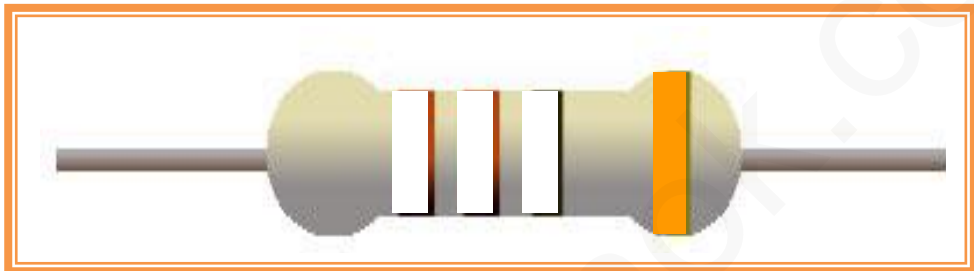
แถบสีที่	1	2	3 (ตัวคูณ)	4 (ความคลาดเคลื่อน)	ค่าที่อ่านได้
สี	เหลือง	ม่วง	เหลือง	ทอง	470000 Ω
ตัวเลขที่ได้	4	7	10000	± 5 %	470 kΩ ค่าความผิดพลาด 5 %



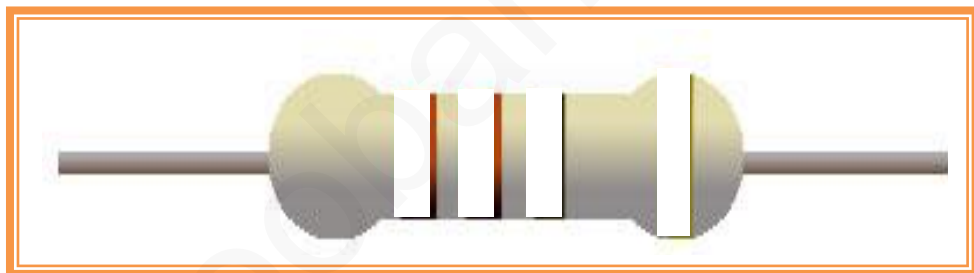
ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ

2. ให้นักเรียนระบายสีตัวต้านทานตามค่าที่กำหนดให้ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง(4 คะแนน)

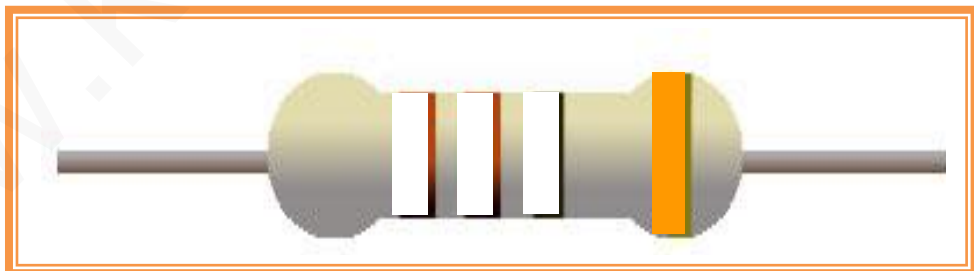
1. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $320\ \Omega$ ค่าความผิดพลาด 5%



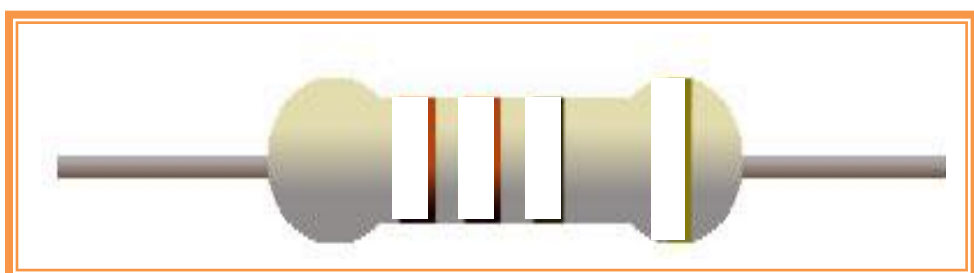
2. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $50\ K\Omega$ ค่าความผิดพลาด 1%



3. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $7.2\ M\Omega$ ค่าความผิดพลาด 5%



4. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $462\ \Omega$ ค่าความผิดพลาด 2%



แนวคำตอบกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ



2. ให้นักเรียนระบายสีตัวต้านทานตามค่าที่กำหนดให้ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง(4 คะแนน)

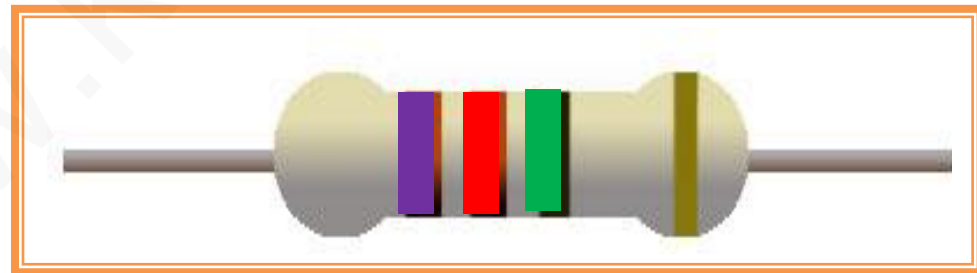
1. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $320\ \Omega$ ค่าความผิดพลาด 5%



2. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $50\ K\Omega$ ค่าความผิดพลาด 1%



3. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $7.2\ M\Omega$ ค่าความผิดพลาด 5%



4. ตัวต้านทาน มีความต้านทาน $462\ \Omega$ ค่าความผิดพลาด 2%



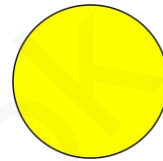


ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ

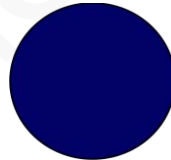
ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

3. ให้นักเรียนโยงเส้นจับคู่ตัวเลขกับรหัสสีให้สัมพันธ์กัน (7 คะแนน)

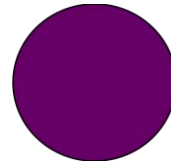
1



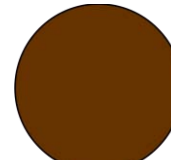
2



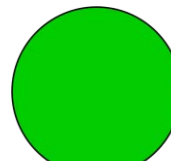
4



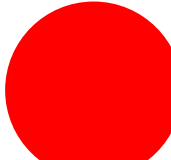
5



6



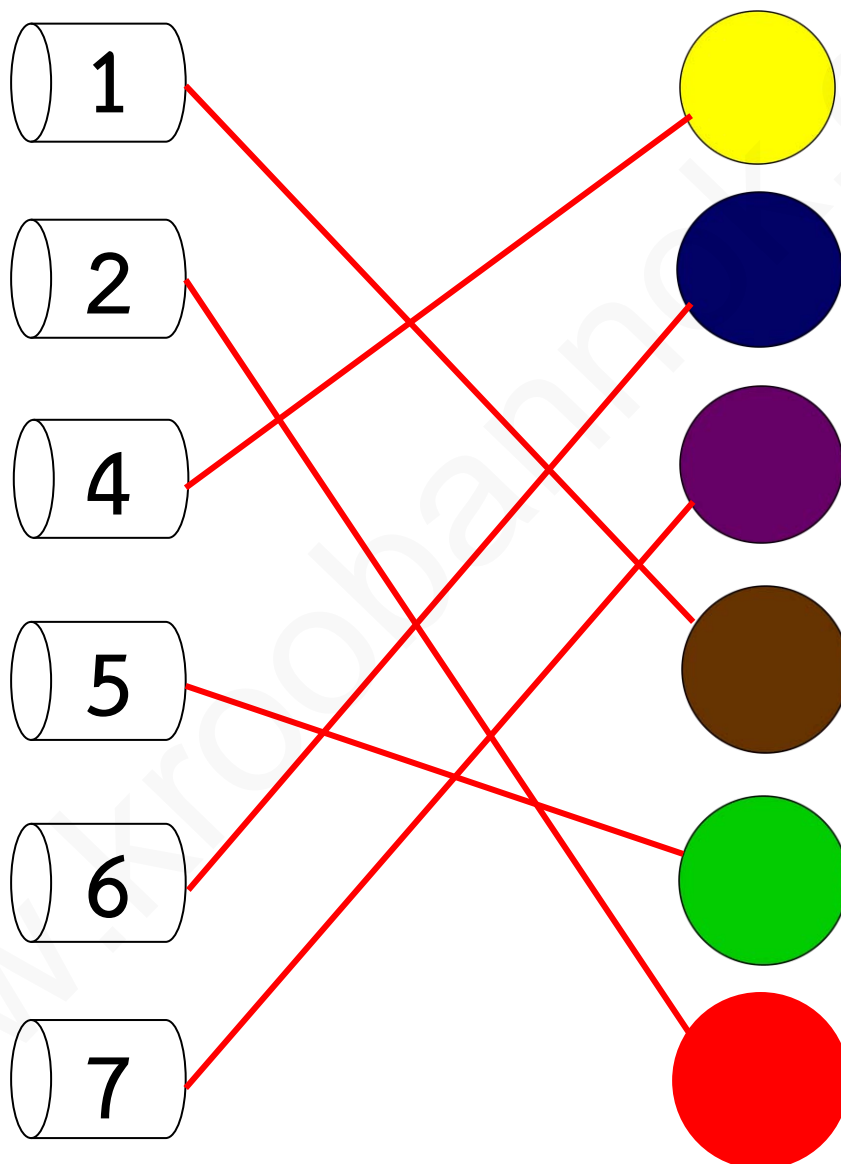
7



ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ



3. ให้นักเรียนโยงเส้นจับคู่ตัวเลขกับรหัสสีให้สัมพันธ์กัน (7 คะแนน)



ใบกิจกรรมที่

4

ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

ศึกษาใบความรู้เรื่อง ตัวต้านทาน (Resistor)



จุดประสงค์การทำกิจกรรม

สรุปและอธิบายหลักการทำงานของตัวต้านทานชนิดต่างๆได้

สื่อการเรียนรู้

- 1 . ใบความรู้ เรื่อง ตัวต้านทาน (Resistor)
- 2 . ใบบันทึกกิจกรรมที่ 4
3. แนวคำตอบกิจกรรมที่ 4
4. เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมที่ 4

ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

1. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบความรู้จากครู โดยแจกให้สมาชิกในกลุ่มให้ครบทุกคน
2. นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบความรู้ เรื่อง ตัวต้านทาน(Resistor) โดยใช้เวลา 20 นาที
3. ตัวแทนนักเรียนแจกใบบันทึกกิจกรรมที่ 4 ให้แก่นักเรียนทุกคน
4. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 โดยใช้เวลา 15 นาที ดังนี้
 - 4.1 ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทาน
 - 4.2 ให้นักเรียนนำตัวอักษรหน้าภาพตัวต้านทานทางซ้าย มาเติมลงในช่องว่างหน้าภาพเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทางขวาที่มีความสัมพันธ์กัน
 - 4.3 ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับตัวต้านทาน
5. นักเรียนตรวจใบบันทึกกิจกรรมตามแนวคำตอบกิจกรรม



ใบความรู้ชุดที่ **5**

เรื่อง ตัวต้านทาน (Resistor)

1. ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

ตัวต้านทาน (Resistor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า เพื่อให้กระแสและแรงดันภายในวงจรได้ขนาดตามที่ต้องการ เนื่องจากอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัวถูกออกแบบให้ใช้แรงดันและกระแสที่แตกต่างกัน ดังนั้นตัวต้านทานจึงเป็นอุปกรณ์ที่มีบทบาทและใช้กันมากในงานด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เครื่องขยายเสียง ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์



ภาพแสดง ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่

ที่มา : <http://www.afestlouis.org/resources/resistor.gif>

(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)

ตัวต้านทานจะมีหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการ คือ

- เป็นตัวควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า
- กำหนดค่าแรงดันไฟฟ้าตามจุดต่างๆที่ได้ทำการออกแบบไว้ในวงจร



ค่าความต้านทานจะมีหน่วยในการวัดเป็นโอห์ม และอาจเขียนแทนด้วยตัวโอเมก้า (Ω) แต่ค่าความต้านทานที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นมีค่าตั้งแต่ค่าต่ำสุดไปจน ถึงค่าสูงสุด จึงจำเป็นต้องมีการแปลงหน่วยเพื่อให้่ายต่อการเข้าใจดังนี้

1,000 โอห์ม = 1 K โอห์ม (1 กิโลโอห์ม)
 10,000 โอห์ม = 10 K โอห์ม (10 กิโลโอห์ม)
 100,000 โอห์ม = 100K โอห์ม (100 กิโลโอห์ม)
 1,000,000 โอห์ม = 1,000K โอห์ม หรือ 1M (1 เมกกะโอห์ม)

เฉลย



เครื่องมือที่ใช้วัดความต้านทาน คือ โอมมิเตอร์ (Ohmmeter) ภายในเครื่องโอมมิเตอร์จะมีแบตเตอรี่อยู่เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าในการวัดความต้านทาน และสเกลของมาตราวัดที่ใช้อ่านค่าความต้านทานจะต้องอ่านจากทางขวามือไปทางซ้ายมือเสมอ สเกลของมาตราวัดโอมมิเตอร์มีระยะห่างของสเกลไม่เท่ากัน สเกลทางขวามือจะมีค่าสเกลต่ำสุด (0 Ω) ช่องของสเกลจะมีระยะห่างประมาณเท่ากันส่วนสเกลทางซ้ายมือ ช่องของสเกลจะมีระยะที่ถี่มากขึ้นจนถึงค่าสเกลสูงสุด (∞)



ภาพแสดง โอมมิเตอร์

ที่มา : กิรติ สุปรียธิติกุล, 2554.



ชนิดของตัวต้านทาน

ตัวต้านทานที่ใช้งานในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายชนิดหลายรูปแบบสามารถจำแนกตัวต้านทานตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้



1. ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ (Fix Resistors)
2. ตัวต้านทานชนิดแบ่งค่าได้ (Tapped Resistors)
3. ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (Adjustment Resistors)
4. ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistors)
5. ตัวต้านทานความร้อน (Thermal Resistors)
6. ตัวต้านทานแสง (Photo Resistors)



ตัวต้านทานแบบค่าคงที่

ตัวต้านทานชนิดนี้ จะมีค่าความต้านทานเป็นค่าคงที่เปลี่ยนแปลงค่าไม่ได้ โดยจะมีแถบสีเป็นตัวบอกค่าความต้านทานอยู่บนตัวถัง และมีหลายขนาดให้เลือกใช้ เช่น $1/8$ วัตต์ , $1/4$ วัตต์ , 1 วัตต์ , 2 วัตต์ เป็นต้น ซึ่งเป็นค่าทนกระแสของตัวต้านทานมีหน่วยเป็นวัตต์ (W) จะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ขึ้นอยู่กับค่ากำลังวัตต์ ถ้ากำลังวัตต์ต่ำจะมีขนาดเล็กและถ้ากำลังวัตต์สูงจะมีขนาดใหญ่ ส่วนที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ $1/4$ วัตต์

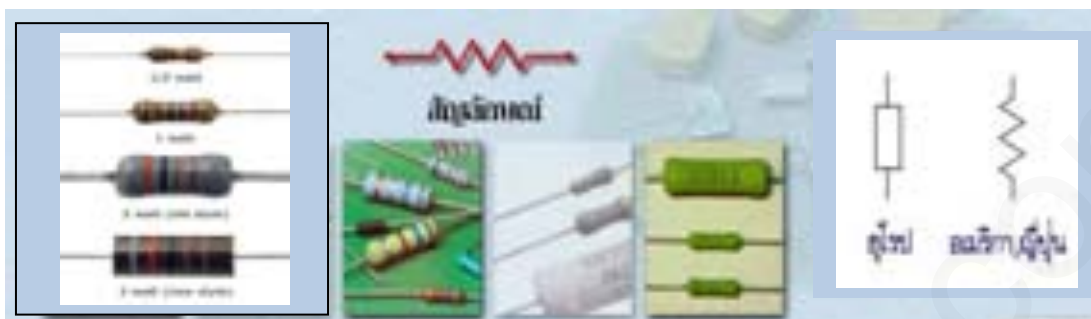


ภาพแสดง ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ขนาดต่าง ๆ

ที่มา : <http://phaithun.technicchan.ac.th/pic/ortherresis.JPG>

(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)

โดยทั่วไปตัวต้านทานชนิดค่าคงที่จะมีชื่อเรียกตามวัสดุที่นำมาใช้ทำ เช่น เส้นลวด คาร์บอน ฟิล์มคาร์บอน และฟิล์มโลหะ

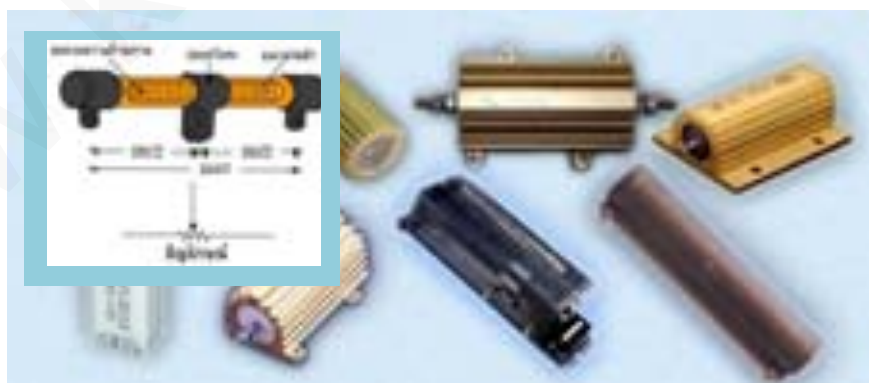


ภาพแสดง รูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบค่าคงที่ชนิดต่าง ๆ
ที่มา : http://www.audionote.co.uk/comp/images/resistors_tantalums_01.jpg
(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)



1. ตัวต้านทานเส้นลวด (Wire-Wound Resistors)

เป็นตัวต้านทานที่มีโครงสร้างทำด้วยโลหะผสม 2 หรือ 3 ชนิด อันได้แก่ เงิน (Silver) และ นิโครม (Nichrome) เพราะว่าเป็นโลหะที่มีการแปลงความต้านทานเพียงเล็กน้อย ขณะที่ตัวต้านทานมีความร้อนเกิดขึ้น เมื่อทำการพันเส้นลวดบนแท่งเซรามิกทรงกระบอกจะได้ตัวต้านทานแบบ เส้นลวดหรือบางครั้งเรียกว่า “ไวร์-วาวด์ รีซิสเตอร์” ซึ่งมีค่าความต้านทานที่เที่ยงตรงและมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด ตัวต้านทานแบบนี้จะมีค่าต่ำเพราะต้องการให้มีกระแสไหลได้สูง ทนความร้อนได้ดี



ภาพแสดง ตัวต้านทานเส้นลวด

ที่มา : https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_motorvehicles/wiki/36318/images/2b460.jpg
(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)



2. ตัวต้านทานแบบคาร์บอนผสม (Carbon Composition)

เป็นตัวต้านทานที่นิยมใช้กันแพร่หลายมาก มีราคาถูก โครงสร้างทำมาจากวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทานผสมกันระหว่างผงคาร์บอนและผงของฉนวน อัตราส่วนผสมของวัสดุทั้งสองชนิดนี้จะทำให้ค่าความต้านทานมีค่าน้อยเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ แต่มีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด



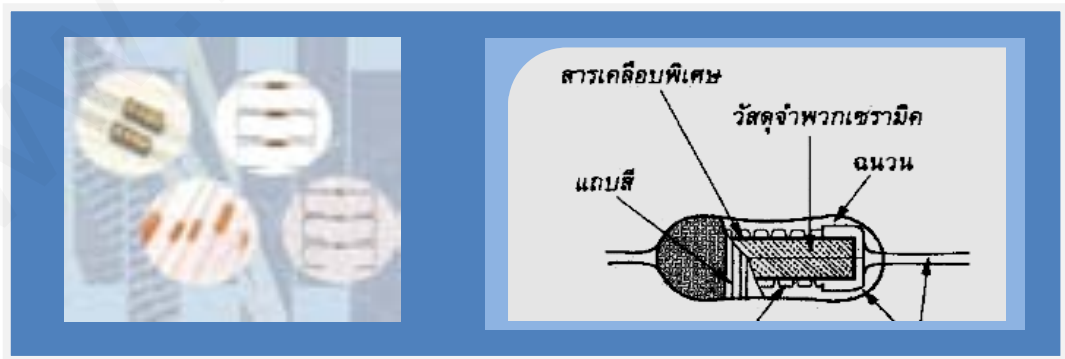
ภาพแสดง ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม

ที่มา : <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/HBASE/electronic/ietron2/resistcarb.gif>
(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)



3. ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน (Carbon Film Resistors)

เป็นตัวต้านทานที่มีการผลิตโดยการฉาบหมึกคาร์บอนลงบนแท่งแก้วหรือแท่งเซรามิกแล้วจึงนำไปเผาเพื่อให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มคาร์บอนขึ้นมา เมื่อได้แผ่นฟิล์มที่เคลือบอยู่บนแท่งเซรามิกแล้ว จึงต่อขาลโลหะที่จุดขั้วสัมผัสที่ปลายทั้งสองด้านของฟิล์มคาร์บอนออกมาใช้งาน ตัวต้านทานนี้จะถูกปรับให้มีค่าเที่ยงตรงแล้วจึงเคลือบด้วยสารที่เป็นฉนวนไฟฟ้า



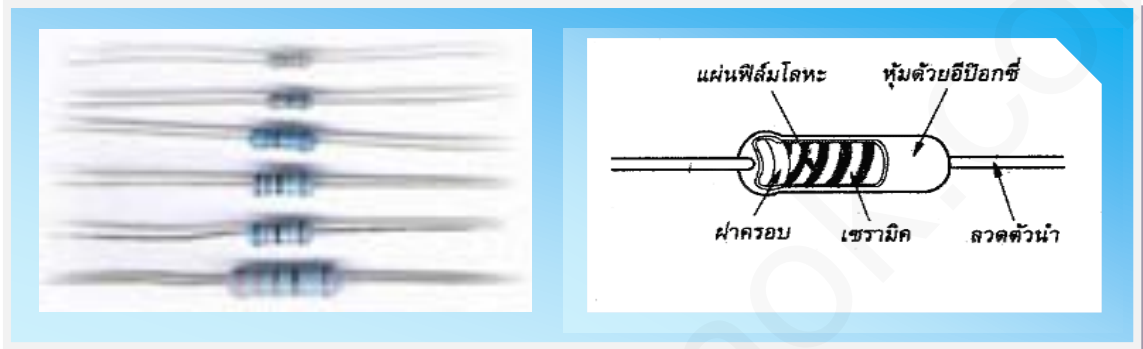
ภาพแสดง ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน

ที่มา : <http://www.tice.ac.th/Online/Online2-2549/electronic/Teerapong/16/007.files/image008.gif>
(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)



4. ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ (Metal Film Resistors)

ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะทำมาจากแผ่นฟิล์มบางขอบแก้วและโลหะหลอมเข้าด้วยกัน แล้วนำไปเคลือบที่เซรามิก ทำเป็นรูปทรงกระบอก แล้วตัดแผ่นฟิล์มที่เคลือบออกให้ได้ค่าความต้านทานตามที่ต้องการ



ภาพแสดง ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ

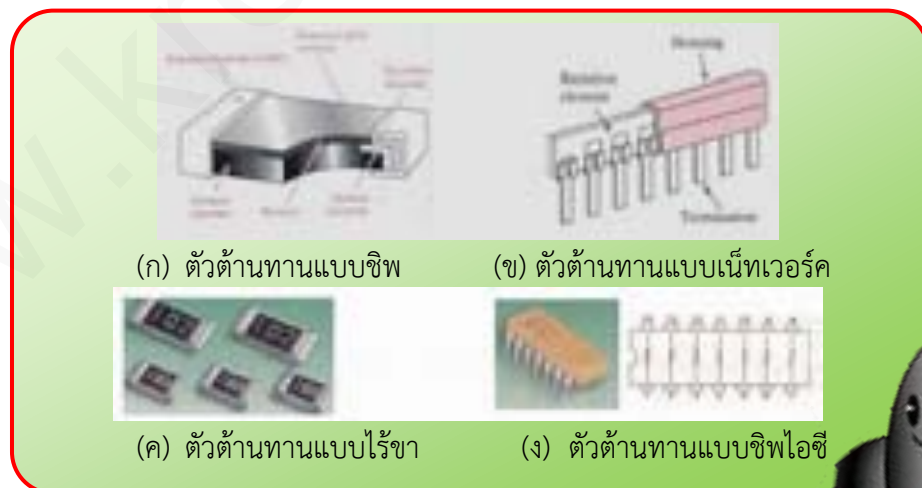
ที่มา : <http://www.tice.ac.th/Online/Online2-2549/electronic/Teerapong/16/007.files/image009.gif>

(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)



5. ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา (Thick Film Network)

โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้ทำมาจากแผ่นฟิล์มหนา มีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน



ภาพแสดง ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนาชนิดต่าง ๆ

ที่มา : <http://nirunpootoyaelectroniclearning.blogspot.com/resistors.html>

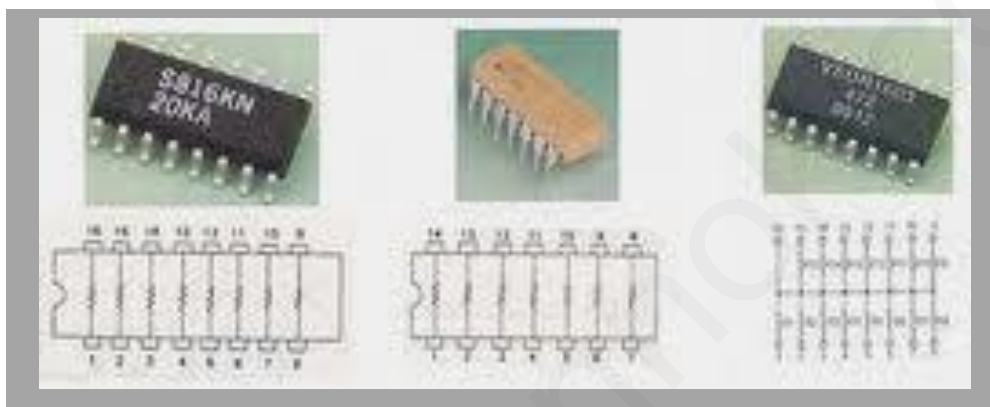
(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)





6. ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง (Thin Film Network)

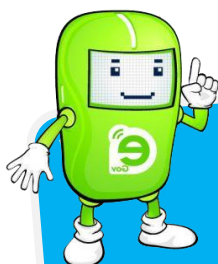
โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้ทำมาจากแผ่นฟิล์มบาง มีลักษณะรูปร่างเหมือนกับตัวไอซี (Integrate Circuit) ใช้เทคโนโลยี SMT (Surface Mount Technology) ในการผลิตเช่นเดียวกับตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา โดยส่วนใหญ่จะมีขาทั้งหมด 16 ขา การใช้งานต้องบัดกรีเข้ากับแผ่นลายวงจร



ภาพแสดง ลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง
ที่มา : http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/285/22/resistor1/pic8_new.jpg
(วันที่สืบค้น 22 มีนาคม 2554)



ได้ความรู้เยอะเลยใช้ไหมครับ
เพื่อน ๆ

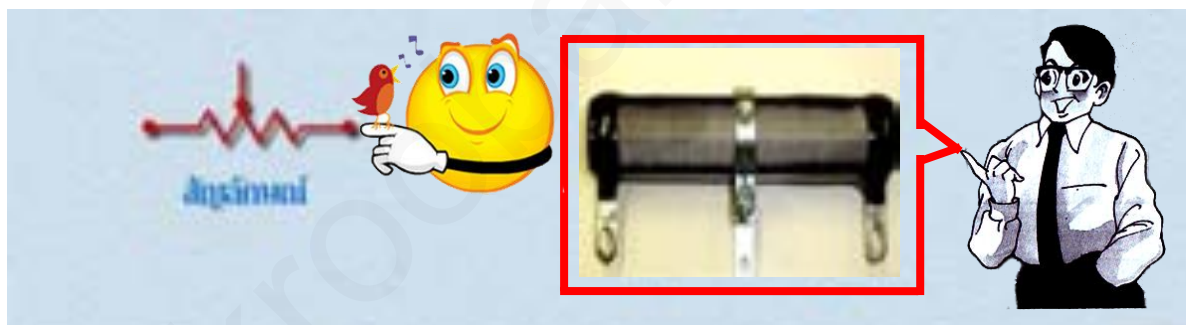


2 ตัวต้านทานชนิดแปรค่าได้



1. ตัวต้านทานชนิดแบ่งค่าได้ (Tapped Resistors)

เป็นตัวต้านทานแบบเส้นลวดที่แตะขดลวดความต้านทานออกเป็นความต้านทานสองหรือสามค่าภายในตัวต้านทานเพียงตัวเดียว เพื่อความสะดวกในการใช้งาน โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับแบบไวร์ววด ส่วนใหญ่มีค่าความต้านทานต่ำแต่อัตราทนกำลังวัตต์สูง การปรับค่าความต้านทานค่าใดค่าหนึ่งสามารถกระทำได้ในช่วงของความต้านทานตัว นั้น ๆ เหมาะกับงานที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเสมอ ๆ



ภาพแสดง ลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบแบ่งค่าได้

ที่มา : http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/738/16738/images/D50K1K0.jpg

(วันที่สืบค้น 24 มีนาคม 2554)



2. ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้

เป็นตัวต้านทานแบบเส้นลวดอีกชนิดหนึ่งที่สามารถปรับตำแหน่งค่าความต้านทานตามที่ต้องการได้ โดยที่บนตัวต้านทานชนิดนี้จะมีปอกโลหะสวมอยู่และสามารถเคลื่อนตำแหน่งเพื่อให้ได้ค่าความต้านทานตามที่ต้องการ เสร็จแล้วทำการขันสกรูล็อกให้จุดสัมผัสของปอกโลหะกดลงบนขดลวดความต้านทานให้แน่น เพื่อป้องกันการอาร์กของหน้าสัมผัสการใช้งานของตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้จะใช้ค่าความต้านทานเฉพาะค่าใดค่าหนึ่งที่ปรับไว้เท่านั้น



ภาพแสดงลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้
 ที่มา : [http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/533/16533/
 images/ist2_355335_rheostat.jpg](http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/533/16533/images/ist2_355335_rheostat.jpg)
 (วันที่สืบค้น 24 มีนาคม 2554)



3. ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistors)

โครงสร้างภายในทำมาจากคาร์บอนเซรามิกหรือพลาสติกตัวนำ ใช้ในงานที่ต้องการเปลี่ยนค่าความต้านทานบ่อย ๆ เช่น ในเครื่องรับวิทยุ โทรทัศน์ เพื่อปรับลดหรือเพิ่มเสียง ปรับลดหรือเพิ่มแสงในวงจรไฟฟ้ามืดอยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน



ภาพแสดงลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้
 ที่มา : http://sukanyalom.igetweb.com/article/art_42064424.jpg
 (วันที่สืบค้น 24 มีนาคม 2554)



4. ตัวต้านทานไวแสง (Light Dependent Resistor : LDR)

เป็นตัวต้านทานที่สามารถเปลี่ยนสภาพการนำไฟฟ้าได้ เมื่อมีความเข้มแสงมาตกกระทบตัวมัน คือ เมื่อแสงสว่างตกมากระทบน้อย LDR จะมีความต้านทานสูง และเมื่อแสงสว่างมาตกกระทบมาก LDR จะมีความต้านทานต่ำ ปกติเมื่ออยู่ในที่มืดจะมีค่าสูง 2 เมกะโอห์ม แต่ถ้ามีแสงตกกระทบความต้านทาน จะลดลงเหลือต่ำสุดประมาณ 100 โอห์ม ใช้เป็นสวิตช์อัตโนมัติสำหรับปิด-เปิดหลอดไฟฟ้สาธารณะริมถนน



ภาพแสดง รูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานไวแสง LDR
ที่มา : <http://202.143.156.146/~bse/image/ldr/ldr7.jpg>
(วันที่สืบค้น 24 มีนาคม 2554)



5. ตัวต้านทานไวความร้อน (Thermistor)

เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) เป็นอุปกรณ์ความต้านทานชนิดที่สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อได้รับความร้อน ถูกนำไปใช้งานในการตรวจสอบอุณหภูมิความร้อน เป็นตัวต้านทานที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิยิ่งสูง ความต้านทานยิ่งน้อย ทำให้กระแสไหลผ่านได้มากขึ้น ใช้สำหรับป้องกันกระแสเกินในสั้หลอดของโทรทัศน์, โปรเจกเตอร์ ทำให้ช่วยยืดอายุสั้หลอด เครื่องเตือนอัคคีภัย เครื่องอบอาหาร รูปร่างและสัญลักษณ์ของเทอร์มิสเตอร์แสดงดังภาพ คุณสมบัติของตัวเทอร์มิสเตอร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานมี 2 ชนิด คือ ชนิด NTC และชนิด PTC



ภาพแสดง ตัวต้านทานไวความร้อน
ที่มา : <http://www.inex.co.th/images/thermistor.gif>
(วันที่สืบค้น 24 มีนาคม 2554)

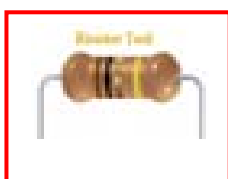


ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 4 ตัวต้านทาน (Resistor)

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

1. ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานต่อไปนี้ (4 คะแนน)

1.1 ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่



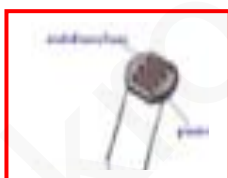
ตอบ.....
.....

1.2 ตัวต้านทานปรับค่าได้



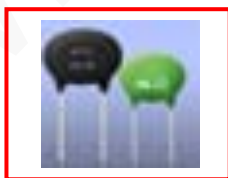
ตอบ.....
.....

1.3 ตัวต้านทานไวแสง



ตอบ.....
.....

1.4 ตัวต้านทานไวความร้อน



ตอบ.....
.....

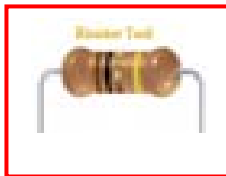
แนวคำตอบกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 4 ตัวต้านทาน (Resistor)



ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

1. ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานต่อไปนี้ (4 คะแนน)


1.1 ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่



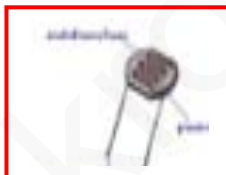
ตอบ..........
.....

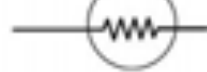
1.2 ตัวต้านทานปรับค่าได้



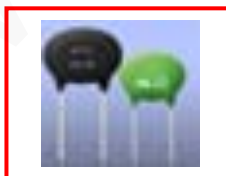
ตอบ..........
.....


1.3 ตัวต้านทานไวแสง



ตอบ.......
.....

1.4 ตัวต้านทานไวความร้อน



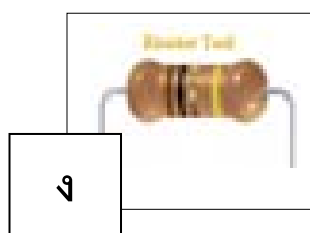
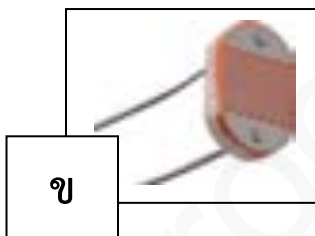
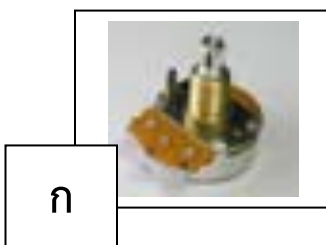
ตอบ..........
.....



ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 4 ตัวต้านทาน (Resistor)

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

2. ให้นักเรียนนำตัวอักษรหน้าภาพตัวต้านทานทางซ้าย มาเติมลงในช่องว่างหน้าภาพเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทางขวาให้สัมพันธ์กัน (4 คะแนน)

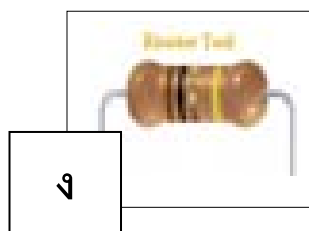
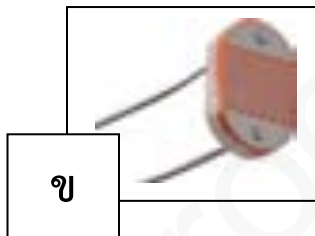
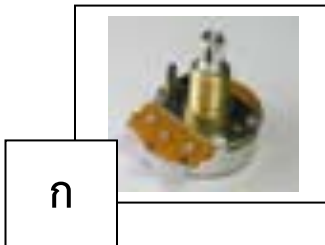


แนวคำตอบกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 4 ตัวต้านทาน (Resistor)



ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

2. ให้นักเรียนนำตัวอักษรหน้าภาพตัวต้านทานทางซ้าย มาเติมลงในช่องว่างหน้าภาพเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทางขวาให้สัมพันธ์กัน (4 คะแนน)





ใบบันทึกกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 4 ตัวต้านทาน (Resistor)

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

3. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (8 คะแนน)

1. ความต้านทานมีหน่วยเป็น

ตอบ.....
.....

2. ตัวต้านทานเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่อะไร และนำไปใช้งานใด

ตอบ.....
.....

3. ตัวต้านทานแบบค่าที่ที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง ให้บอกอย่างน้อย 4 ชนิด

ตอบ.....
.....

4. เครื่องมือที่ใช้ทดสอบวัดค่าความต้านทาน เรียกว่าอะไร

ตอบ.....
.....

5. ถ้าค่าความต้านทานมากจะมีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างไร

ตอบ.....
.....

6. ถ้าในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่มีตัวต้านทานอยู่เลยจะเกิดผลอะไรบ้าง

ตอบ.....
.....

7. ในเครื่องรับวิทยุและเครื่องขยายเสียง การปรับแรงและลดระดับความดังของเสียงจะใช้ตัวต้านทานชนิดอะไร

ตอบ.....
.....

8. ตัวต้านทานไวแสงเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอย่างไร

ตอบ.....
.....

แนวคำตอบกิจกรรม ชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 4 ตัวต้านทาน (Resistor)



ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่ม.....

3. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (8 คะแนน)

- ความต้านทานมีหน่วยเป็น
ตอบ.....โอห์ม Ω
- ตัวต้านทานเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่อะไร และนำไปใช้งานใด
ตอบ.....ต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า ใช้ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร
- ตัวต้านทานแบบค่าที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง ให้บอกอย่างน้อย 4 ชนิด
ตอบ...ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน.....
..ตัวต้านทานแบบไวร์วาร์ด ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา
- เครื่องมือที่ใช้ทดสอบวัดค่าความต้านทาน เรียกว่าอะไร
ตอบ...โอห์มมิเตอร์.....
- ถ้าค่าความต้านทานมากจะมีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างไร
ตอบ.....ทำให้การไหลของกระแสไฟฟ้าน้อยลง.....
- ถ้าในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่มีตัวต้านทานอยู่เลยจะเกิดผลอะไรบ้าง
ตอบ...ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัวต้องการกระแสไฟฟ้า
- ในเครื่องรับวิทยุและเครื่องขยายเสียง การปรับแรงและลดระดับความดังของเสียงจะใช้ตัวต้านทานชนิดอะไร
ตอบ.....ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้.....
- ตัวต้านทานไวแสงเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอย่างไร
ตอบ.....ความต้านทานน้อยเมื่อแสงมากระทบมาก และจะมีความต้านทานมากเมื่อแสงมากระทบน้อย



แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 5

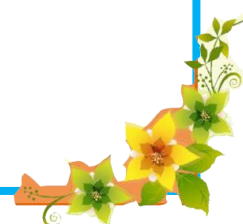
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)



คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ (10 ข้อ 10 คะแนน)

1. ตัวต้านทานทำหน้าที่อะไรในวงจรไฟฟ้า
 - ก. เพิ่มกระแสไฟฟ้าในวงจร
 - ข. เพิ่มแรงดันไฟฟ้าในวงจร
 - ค. เพิ่มความจุไฟฟ้าในวงจร
 - ง. จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร
2. ตัวต้านทานแบบในข้อใดที่มีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสง
 - ก. แอล ดี อาร์
 - ข. เทอร์มิสเตอร์
 - ค. ทริมพอร์ต
 - ง. วอลลุ่ม
3. ข้อความใดกล่าวถูกต้องที่สุด
 - ก. ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานน้อยจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย
 - ข. ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานมากจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก
 - ค. ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานน้อยจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก
 - ง. การยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากหรือน้อยไม่ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน
4. วอลลุ่มวิทยุคือความต้านทานแบบใด
 - ก. แบบเปลี่ยนค่าได้
 - ข. แบบปรับค่าได้
 - ค. แบบฟิล์มบาง
 - ง. แบบฟิล์มหนา
5. ข้อใดคือเครื่องมือที่ใช้วัดความต้านทาน
 - ก. โอห์มมิเตอร์
 - ข. โวลต์มิเตอร์
 - ค. แอมมิเตอร์
 - ง. เทอร์มอมิเตอร์



6. ตัวต้านทาน $1.5\text{ K}\Omega$ มีค่าเท่ากับกี่โอห์ม
- ก. $150\ \Omega$
 - ข. $1500\ \Omega$
 - ค. $15000\ \Omega$
 - ง. $150000\ \Omega$
7. เทอร์มิสเตอร์มีหลักการทำงานอย่างไร
- ก. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามเวลา
 - ข. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามแรงดัน
 - ค. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามอุณหภูมิ
 - ง. ค่าความต้านทานเปลี่ยนตามแสง
8. ข้อใดคือหน่วยวัดความต้านทาน
- ก. เบต้า
 - ข. โอห์ม
 - ค. วัตต์
 - ง. แอมแปร์
9. ความต้านทาน 4 แถบสี มีค่า $100\ \Omega \pm 5\%$ มีสีใดบ้าง
- ก. น้ำตาล แดง ดำ ทอง
 - ข. น้ำตาล ดำ ดำ ทอง
 - ค. ดำ น้ำตาล น้ำตาล ทอง
 - ง. น้ำตาล ดำ น้ำตาล ทอง
10. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่แบบใดมีค่าผิดพลาดมากที่สุด
- ก. แบบคาร์บอน
 - ข. แบบฟิล์มโลหะ
 - ค. แบบฟิล์มคาร์บอน
 - ง. แบบไวร์วาวด์



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว23102 เวลา 10 นาที

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง		ข้อ	ก	ข	ค	ง
1						6				
2						7				
3						8				
4						9				
5						10				

คะแนน	
เต็ม	10
ได้	



เพื่อน ๆ ได้คะแนน
เท่าไรละ...

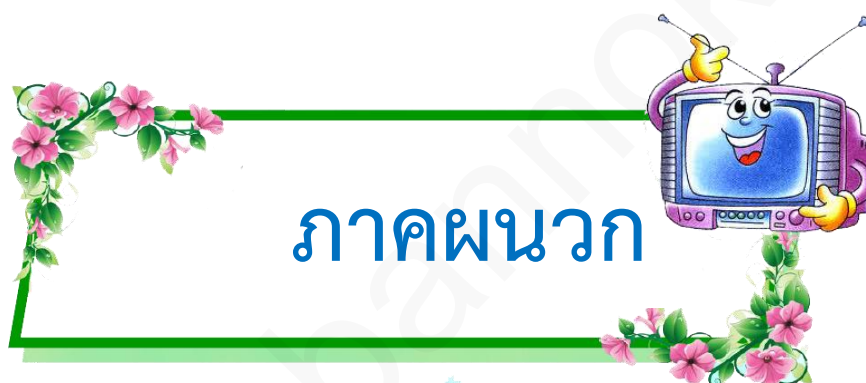
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

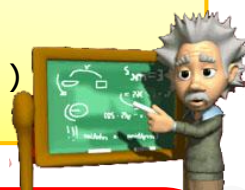


1. ง
2. ก
3. ค
4. ก
5. ก
6. ข
7. ก
8. ข
9. ง
10. ก





เกณฑ์การให้คะแนน กิจกรรมชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 1 ทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน (20 คะแนน)



ด้านความรู้ (K)

1. บันทึกผลการทำกิจกรรม (5 คะแนน)

บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้อง ข้อละ 1 คะแนน

2. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมที่ 1 (3 คะแนน)

ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมที่ 1 ถูกต้อง ข้อละ 1 คะแนน

3. สรุปผลจากการทำกิจกรรม (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้องกระชับ ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วน สมบูรณ์

ให้ 2 คะแนน สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์บางส่วน

ให้ 1 คะแนน สรุปผลการทดลองได้ตามความคิดเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลองตรงตามจุดประสงค์น้อยมาก

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

4. ปฏิบัติการทดลอง (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องมีการปรับปรุงแก้ไข เป็นระยะ

ให้ 2 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง

ให้ 1 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข

5. การใช้อุปกรณ์ (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ

ให้ 2 คะแนน ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว

ให้ 1 คะแนน ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือไม่ถูกต้อง

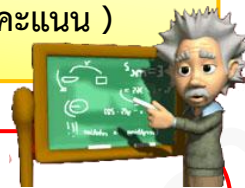
6. การจัดทำข้อมูลและการนำเสนอ (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่างๆอย่างชัดเจนถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่างๆแต่ยังไม่ถูกต้อง

ให้ 1 คะแนน ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล และนำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน

เกณฑ์การให้คะแนน กิจกรรมชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 2 ทดลองการทำงานของตัวต้านทานแปรค่าได้ (20 คะแนน)



ด้านความรู้ (K)

1. บันทึกผลการทำกิจกรรม (5 คะแนน)

บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้อง ข้อละ 1 คะแนน

2. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมที่ 1 (3 คะแนน)

ตอบคำถามหลังทำกิจกรรมที่ 1 ถูกต้อง ข้อละ 1 คะแนน

3. สรุปผลจากการทำกิจกรรม (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้องกระชับ ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ครบถ้วน สมบูรณ์

ให้ 2 คะแนน สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครอบคลุมตรงตามจุดประสงค์บางส่วน

ให้ 1 คะแนน สรุปผลการทดลองได้ตามความคิดเห็น โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทดลองตรงตามจุดประสงค์น้อยมาก

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

4. ปฏิบัติการทดลอง (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องมีการปรับปรุงแก้ไข เป็นระยะ

ให้ 2 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง

ให้ 1 คะแนน ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข

5. การใช้อุปกรณ์ (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ

ให้ 2 คะแนน ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว

ให้ 1 คะแนน ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือไม่ถูกต้อง

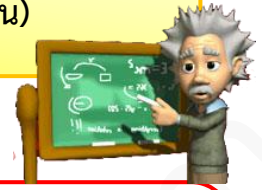
6. การจัดทำข้อมูลและการนำเสนอ (3 คะแนน)

ให้ 3 คะแนน จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่างๆอย่างชัดเจนถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่างๆแต่ยังไม่ถูกต้อง

ให้ 1 คะแนน ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล และนำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน

เกณฑ์การให้คะแนน กิจกรรมชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ (17 คะแนน)



ด้านความรู้ (K)

1. บันทึกผลจากการปฏิบัติกิจกรรม (6 คะแนน)
บันทึกข้อมูลการอ่านค่าตัวต้านทานได้ถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน
2. ให้นักเรียนระบายสีตัวต้านทานตามค่าที่กำหนดให้ (4 คะแนน)
ระบายสีตัวต้านทานได้ถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน
3. ให้นักเรียนโยงเส้นจับคู่ตัวเลขกับรหัสสีให้สัมพันธ์กัน (7 คะแนน)
โยงเส้นจับคู่ได้ถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน กิจกรรมชุดที่ 5
กิจกรรมที่ 4 ศึกษาใบความรู้ เรื่องตัวต้านทาน (16 คะแนน)



ด้านความรู้ (K)

1. ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทาน (4 คะแนน)
เขียนสัญลักษณ์ตัวต้านทานได้ถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน
2. ให้นักเรียนนำตัวอักษรหน้าภาพตัวต้านทาน มาเติมลงในช่องว่างหน้าภาพเครื่องใช้ไฟฟ้า
อิเล็กทรอนิกส์ทางขวาให้สัมพันธ์กัน (4 คะแนน)
นำตัวอักษรไปเติมได้ถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน
3. ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับตัวต้านทาน (8 คะแนน)
ตอบคำถามได้ถูกต้อง ให้ข้อละ 1 คะแนน

แบบบันทึกผลการประเมิน
ชุดที่ 5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ตัวต้านทาน)

เครื่องมือวัดผลและแสดงผลการเรียนรู้	คะแนน		ผลการประเมิน	
	เต็ม	ได้	ผ่าน	ไม่ผ่าน
กิจกรรมตามตัวชี้วัด ว. 5.1 ม. 3/5				
กิจกรรมที่ 1 การทดลองหน้าที่ของตัวต้านทาน	20			
กิจกรรมที่ 2 การทดลองการทำงานของตัวต้านทาน แบบแปรค่าได้	20			
กิจกรรมที่ 3 มาอ่านค่าความต้านทานกันเถอะ	17			
กิจกรรมที่ 4 ใบความรู้ เรื่อง ตัวต้านทาน (Resistor)	16			
คะแนนจิตวิทยาสาสตร์	27			
แบบทดสอบหลังเรียน	10			
รวมคะแนนทั้งหมด	110			

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป (77 คะแนนขึ้นไป)

บรรณานุกรม

- ณัฏศรี ศรีบุญเรือง และคณะ. สื่อการเรียนรู้สาระการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สัมฤทธิ์มาตรฐานวิทยาศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ :
 อักษรเจริญทัศน์. 2548.
- นาถวดี นันทาภินัย. เอกสารประกอบการสอนอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก
<http://www.slideshare.net/teachersittikon/ss-10717615> (18 มีนาคม 2554)
- บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. สื่อการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะพัฒนางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ. 2550.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์และคณะ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ :
 สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ. 2547.
- ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์และคณะ. สื่อการเรียนรู้และเสริมสร้างทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3
อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลนิยม
 วิทยา
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบัน. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ว 016 สนุกกับ
 อิเล็กทรอนิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
 ลาดพร้าว . 2536.
- สมศักดิ์ จันทรโพธิ์ศรี. **หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 5 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3.**กรุงเทพฯ :
 อมรการพิมพ์. 2537.
- อดุลย์ กัลยาแก้ว. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์
 ส่งเสริมอาชีพ. 2546.

ภาพประกอบจากเว็บไซต์

- ภาพตำแหน่งขาของไดโอดเปล่งแสง (LED) [ออนไลน์]
http://www.kmitl.ac.th/~s2010395/BASIC%20ELECTRONICS%20FOR%20AUTOMATION%20ENGINEERING6_files/image043.jpg (20 มีนาคม 2554)
- ภาพวงจรตัวต้านทาน [ออนไลน์]
<http://www.slideshare.net/teachersittikon/ss-10717615> (20 มีนาคม 2554)
- ภาพตารางรหัสสีตัวต้านทาน [ออนไลน์]
http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/16/20/Resistor_Chart_1.gif (20 มีนาคม 2554)
- ภาพตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ [ระบบออนไลน์]
<http://www.afestlouis.org/resources/resistor.gif> (22 มีนาคม 2554)
- ภาพตัวต้านทานแบบค่าคงที่ขนาดต่าง ๆ [ออนไลน์]
<http://phaithun.technicchan.ac.th/pic/ortherresis.JPG> (22 มีนาคม 2554)

ภาพรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบค่าคงที่ชนิดต่าง ๆ [ออนไลน์]

http://www.audionote.co.uk/comp/images/resistors_tantalums_01.jpg

(22 มีนาคม 2554)

ภาพตัวต้านทานเส้นลวด [ออนไลน์]

https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_motorvehicles/wiki/36318/images/2b460.jpg (22 มีนาคม 2554)

ภาพตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม [ออนไลน์]

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/HBASE/electronic/ietron2/resistcarb.gif>

(22 มีนาคม 2554)

ภาพตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน [ออนไลน์]

<http://www.tice.ac.th/Online/Online2-2549/electronic/Teerapong/16/007.files/image008.gif> (22 มีนาคม 2554)

ภาพตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ [ออนไลน์]

<http://www.tice.ac.th/Online/Online2-2549/electronic/Teerapong/16/007.files/image009.gif> (22 มีนาคม 2554)

ภาพตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนาชนิดต่าง ๆ [ออนไลน์]

<http://nirunpootoyaelectroniclearning.blogspot.com/resistors.html>

(22 มีนาคม 2554)

ภาพลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง [ระบบออนไลน์]

http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0_285/22/resistor1/pic8_new.jpg (22 มีนาคม 2554)

ภาพลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบแบ่งค่าได้ [ออนไลน์]

http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/738/16738/images/D50K1K0.jpg (24 มีนาคม 2554)

ภาพลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ [ออนไลน์]

http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/533/16533/images/ist2_355335_rheostat.jpg (24 มีนาคม 2554)

ภาพลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ [ออนไลน์]

http://sukanyalom.igetweb.com/article/art_42064424.jpg (24 มีนาคม 2554)

ภาพรูปร่างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานไวแสง LDR [ออนไลน์]

<http://202.143.156.146/~bse/image/ldr/ldr7.jpg> (24 มีนาคม 2554)

ภาพตัวต้านทานไวความร้อน [ออนไลน์]

<http://www.inex.co.th/images/thermistor.gif> (24 มีนาคม 2554)