แบบรายงานผลการดำเนินโครงการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาท้องถิ่น
โดยมีสถาบันอุดมศึกษาเป็นพี่เลี้ยง เครือข่ายอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่าง
โดย (ชื่อสถาบันอุดมศึกษา)

<u>คำชี้แจง</u> แบบรายงานผลการดำเนินโครงการ/กิจกรรม ใช้สำหรับสถาบันอุดมศึกษารายงานผลการดำเนินโครงการ/กิจกรรม โดยรายงานเป็น<u>รายโครงการ</u>ให้กับสถาบันอุดมศึกษาแม่ข่าย และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยส่งเป็นไฟล์ข้อมูล (Word Document) รายละเอียดดังนี้

1. **ชื่อโครงการ** โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์”.....

2. **ผู้รับผิดชอบ**.....

1. ดร. รัตนา	รุ่งศิริสกุล	หัวหน้าโครงการ
2. ดร.กรุณา	ปริปุรณะ	ที่ปรึกษา
3. อาจารย์ละเอียด	เพ็งโสภา	คณะทำงาน
4. ดร.กัลย์ธีรา	สุนทราภิรักษ์กุล	คณะทำงาน
5. ผศ.ดร.มนัญญา	เพียรเจริญ	คณะทำงาน
6. ดร.จิรศักดิ์	ศรีรัตน์	คณะทำงาน
7. ดร.ทรงพล	ชื่นคำ	คณะทำงาน
8. ดร.ธัญญารัตน์	คงขุนเทียน	คณะทำงาน
9. ดร.บัญญัติ	เล็กประเสริฐ	คณะทำงาน
10. ดร.ภัทรศักดิ์	ชีวะเกตุ	คณะทำงาน
11. ดร.วรากร	รัตนอารีกุล	คณะทำงาน
12. ดร.สุกัญญา	เอี่ยมลออ	คณะทำงาน
13. ดร.ชวิน	จองวรรณศิริ	คณะทำงาน
14. ดร.พรพรรณ	สิระมนต์	คณะทำงาน
15. นายทองไส	ช่วยชู	คณะทำงาน
16. นางสาวณัฐกานต์	จงประจิต	คณะทำงาน
17. นางสาวธิดาพร	เถื่อนเภา	คณะทำงาน
18. นางสาวสาวินี	วุฒิสกุลวงศ์	คณะทำงาน
19. นายภัทรดนัย	นันยา	คณะทำงาน

3. **โรงเรียนที่ร่วมโครงการ จำนวน** 12 **โรงเรียน ได้แก่**

1. โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนตะโกปิดทอง
2. โรงเรียนบ้านตะโกล่าง
3. โรงเรียนบ้านห้วยผาก
4. โรงเรียนกลุ่มนักข่าวหญิง 2 (บ้านบ่อหวี)

5. โรงเรียนธรรมศาสตร์-จุฬา 2

6. โรงเรียนสมนึกวิทิศวรการ

7. โรงเรียนวัดรางเสน่ห์นครจันทร์

8. โรงเรียนอนุบาลสวนผึ้ง

9. โรงเรียนบ้านชัฏหนองหมี

10. โรงเรียนบ้านทุ่งศาลา

11. โรงเรียนบ้านสวนผึ้ง

12. โรงเรียนสินแร่สยาม

4. วัตถุประสงค์โครงการ/กิจกรรม

1. เพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดแก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดความน่าสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้ครูสามารถบูรณาการการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เข้ากับสาระวิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้อื่นๆ

5. งบประมาณที่ได้รับ ปีงบประมาณ 2561 จำนวน 90,000 **บาท**

6. ขั้นตอนวิธีดำเนินการ

1. ดำเนินการจัดอบรมการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่คุณครูวิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับประถมศึกษา โดยเน้นการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์มาทำการทดลองให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ซึ่งแบ่งเนื้อหาการอบรมเป็น 4 หมวด ได้แก่ ฟิสิกส์ทั่วไป ฟิสิกส์ไฟฟ้า เคมี และชีววิทยา รูปแบบการจัดอบรมเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ (workshop) ในวันที่ 21-22 กุมภาพันธ์ 2561
2. ดำเนินการส่งแบบสอบถามติดตามผลหลังการอบรมให้แก่ผู้เข้าอบรม และได้เข้าไปสังเกตการณ์การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของครูที่เข้าร่วมอบรมที่สะดวกให้เข้าไปสังเกตการณ์ เพื่อติดตามการนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนกับครูที่เข้าร่วมอบรม

7. กิจกรรมที่ดำเนินการพัฒนา

คุณครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาได้เรียนรู้และเห็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM) โดยให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ จากการลงมือปฏิบัติจริง และทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์

8. ผลผลิตโครงการฯ (เช่น คู่มือ สื่อนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอน เป็นต้น) จากการจัดกิจกรรม

ได้แก่ คู่มือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 50 เล่ม (โปรดแนบผลผลิตโครงการฯ ในภาคผนวก)

9. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ

ครู: คุณครูที่สอนวิทยาศาสตร์ เห็นความสำคัญในการจัดกิจกรรมการทดลองในชั้นเรียน เพื่อให้เด็กเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และคุณครูได้เห็นการประยุกต์ใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น มาใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน คุณครูจึงทำการทดลองในชั้นเรียนมากขึ้น ควบคู่กับการสอนเนื้อหา

นักเรียน: นักเรียนสนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ได้ลงมือทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์จริง และนักเรียนได้เห็นว่า “วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว” ซึ่งจะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ที่เจอในชีวิตประจำวันกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

โรงเรียน: โรงเรียนสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพของครูที่สอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้เกิดการเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่อยู่ในท้องถิ่นห่างไกล

10. ตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลง เช่น ผลการประเมินโดยเปรียบเทียบระหว่าง Pre-test /Post-test/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

- ใช้แบบทดสอบ วัดความเข้าใจและทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์หลังอบรม พบว่าครูที่เข้าร่วมอบรมเข้าใจและมีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบหลังจากผ่านการอบรม ดังนี้

คะแนนทดสอบคิดเป็นร้อยละ	**จำนวน (คน)**
85	3
80	3
75	5
70	1
65	6
60	2
55	2
50	1
รวม	**23**

ครูที่เข้าร่วมอบรมที่มีคะแนนแบบทดสอบมากกว่า ร้อยละ 60 คิดเป็น ร้อยละ 86.96 ที่ผ่านการอบรม

โดยภาพรวมของการจัดอบรม พบว่าครูที่เข้าร่วมอบรมมีความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมขณะเข้าร่วมอบรมเป็นอย่างมาก

หมายเหตุ: จำนวนครูที่เข้าร่วมอบรมทั้งหมด 23 คน (จบสาขาวิทยาศาสตร์ 4 คน และสาขาอื่นๆ 19 คน) แต่ครูที่ไม่ได้จบสาขาวิทยาศาสตร์ต้องสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก จำนวนครูวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ

- ได้ให้ครูที่เข้าร่วมอบรมทำแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อนำมาประเมินโครงการว่าต้องพัฒนาและปรับปรุงการจัดอบรมให้ดีขึ้นได้อย่างไร

ข้อ	ประเด็น	น้อยที่สุด 1	น้อย 2	ปานกลาง 3	มาก 4	มากที่สุด 5	เฉลี่ย
1.	ความเหมาะสมของกิจกรรม				10 (คน)	13 (คน)	4.57
2.	ความเหมาะสมของเนื้อหาในกิจกรรม				11 (คน)	12 (คน)	4.52
3.	กิจกรรมเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์				4 (คน)	19 (คน)	4.83
4.	ความน่าสนใจของกิจกรรม				6 (คน)	17 (คน)	4.74
5.	ความเหมาะสมของสถานที่ในการจัดกิจกรรม			1 (คน)	7 (คน)	15 (คน)	4.61
6.	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดกิจกรรม		1 (คน)		12 (คน)	10 (คน)	4.35
7.	ความพึงพอใจต่อกิจกรรมโดยภาพรวม				8 (คน)	15 (คน)	4.65

จากผลของแบบประเมินความพึงพอใจ พบว่าครูที่เข้าร่วมอบรมจำนวนรวม 23 คน ประเมินผลความพึงพอใจทั้ง 7 ประเด็น ในระดับมากและมากที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ครูที่เข้าร่วมอบรมร้อยละ 57 ประเมินว่า กิจกรรมมีความเหมาะสม ในระดับมากที่สุด
- ครูที่เข้าร่วมอบรมร้อยละ 52 ประเมินว่า เนื้อหาในกิจกรรมมีความเหมาะสม ในระดับมากที่สุด
- ครูที่เข้าร่วมอบรมร้อยละ 83 ประเมินว่า กิจกรรมเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับมากที่สุด
- ครูที่เข้าร่วมอบรมร้อยละ 74 ประเมินว่า กิจกรรมมีความน่าสนใจ ในระดับมากที่สุด
- ครูที่เข้าร่วมอบรมร้อยละ 65 ประเมินว่า สถานที่จัดกิจกรรมมีความเหมาะสม ในระดับมากที่สุด
- ครูที่เข้าร่วมอบรมร้อยละ 43 ประเมินว่า ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม ในระดับมากที่สุด
- ครูที่เข้าร่วมอบรมร้อยละ 65 ประเมินว่า มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมโดยภาพรวม ในระดับมากที่สุด

นอกจากนี้ ครูจำนวน 4 คน ยังได้ให้ข้อเสนอแนะ และแสดงความคิดเห็น ดังนี้

ก. อยากให้จัดกิจกรรมครบทุกสาระการเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ยังขาดเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ (โรงเรียนอนุบาลสวนผึ้ง)

ข. อยากให้มีการจัดกิจกรรมการอบรมวิทยาศาสตร์อีก เพราะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ดี (โรงเรียนบ้านสวนผึ้ง)

ค. ชอบมากค่ะ (โรงเรียนบ้านทุ่งศาลา)

ง. ดีมากค่ะ ได้รับความรู้ในสิ่งที่ไม่รู้ (โรงเรียนบ้านทุ่งศาลา)

- ใช้แบบสอบถามติดตามผลหลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์” และการสังเกตการณ์การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน โดยประเมินจากจำนวนครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่นำความรู้ที่ได้ไปจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และ จำนวนครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่สามารถบูรณาการการเรียนการสอนภายในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเชื่อมโยงสู่สาระอื่น ๆ ได้

จากแบบสอบถามติดตามผลหลังการอบรม พบว่า

1. หลังจากได้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์” มีครูที่นำความรู้ไปบูรณาการหรือไปใช้ประโยชน์ โดยนำไปพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ดังนี้

1) หัวข้อ โครงสร้างดอก ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน
2) หัวข้อ ระบบการลำเลียง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน
3) หัวข้อ การดูดน้ำของรากและการลำเลียงน้ำของลำต้น ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน
4) หัวข้อ การดูเซลล์คุมของพืช ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน
5) หัวข้อ การเดินทางของแสง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คน
6) หัวข้อ สมบัติของวัสดุ (ความแข็ง, ความเหนียว, ความยืดหยุ่น, การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 คน
7) หัวข้อ วงจรไฟฟ้า ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
8) หัวข้อ แม่เหล็กและไฟฟ้า ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 คน

2. ครูได้นำไปวางแผนจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ ดังนี้

1) หัวข้อ หน้าที่ของใบ (การสร้างอาหารและการคายน้ำ) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน
2) หัวข้อ การแยกสาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
3) หัวข้อ สถานะของสาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 คน
4) หัวข้อ วงจรไฟฟ้า ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 คน
5) หัวข้อ แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน
6) หัวข้อ การถ่ายโอนความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 คน
7) หัวข้อ ระบบการลำเลียงของพืช ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน
8) หัวข้อ แสงกับการมองเห็น ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน
9) หัวข้อ แม่เหล็กและไฟฟ้า ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน

3. ครูได้มีการวางแผนหรือจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นๆ ดังนี้

1) วิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน
2) วิชา สังคมศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน
3) วิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน

4) วิชา ภาษาไทย ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 คน
5) วิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
6) วิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี (โครงงาน) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
7) วิชา คณิตศาสตร์ (โครงงาน) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
8) วิชา ภาษาไทย (โครงงาน) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
9) วิชา สังคม (โครงงาน) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
10) วิชา ภาษาอังกฤษ (โครงงาน) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
11) กิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 คน
12) กิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน
13) กิจกรรมชุมนุม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 คน

11. ประโยชน์ที่โรงเรียนและชุมชนได้รับจากการดำเนินโครงการฯ

โรงเรียนได้ประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพของครูวิทยาศาสตร์ (ครูปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา) และทำให้เกิดการเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่อยู่ในท้องถิ่นห่างไกล ชุมชนได้ประโยชน์ที่ลูกหลานของคนในชุมชนเข้าใจวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างคนให้มีกระบวนการคิด มีเหตุมีผล ไม่หลงงมงายในสิ่งที่ไร้สาระ ฝึกเรื่องการสังเกต การจดบันทึก

12. ประโยชน์ที่สถาบันอุดมศึกษาได้รับจากการดำเนินโครงการฯ

1) คณาจารย์ และ บุคลากร ได้เรียนรู้จากสภาพความเป็นจริง เพิ่มประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับชุมชนและสถานศึกษาในท้องถิ่น
2) มหาวิทยาลัยได้ทำภารกิจตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และ “มจธ.กับชุมชน” ในเรื่อง การจัดการเรียนการสอนสะเต็มในสถานศึกษา และการพัฒนาศักยภาพครู
3) คณาจารย์ และบุคลากรมีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน และการวิจัยให้สอดคล้องกับความเป็นจริงและการพัฒนาชุมชนมากขึ้น

13. ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ

(โปรดระบุปัญหาด้านการดำเนินโครงการฯ และปัญหาที่ค้นพบจากการดำเนินการ)

การติดตามผลหลังการอบรม ได้รับแบบประเมินกลับมาไม่ครบ ดังนั้น คณะทำงานจะต้องดำเนินการติดตามแบบประเมินให้ได้ครบ เพื่อจะได้วิเคราะห์ผลว่ามีการนำความรู้ที่ได้จากการอบรมไปใช้ในระยะยาวหรือไม่ และยังคงติดตามผลกับทางโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง ว่ามีปัญหาทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทางมหาวิทยาลัยสามารถช่วยเหลือทางโรงเรียนได้

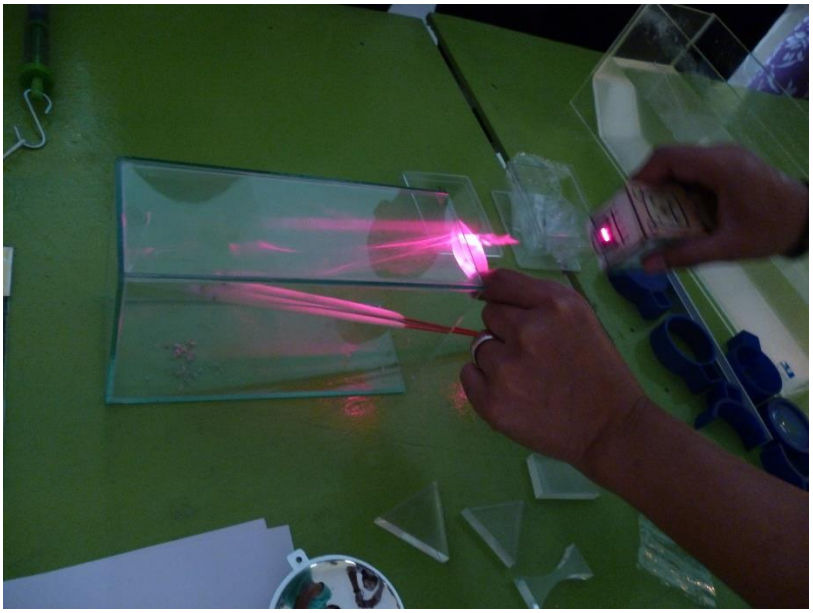
ลงชื่อ.....**ผู้รายงาน**

(ดร. รัตนา รุ่งศิริสกุล)

ตำแหน่ง อาจารย์

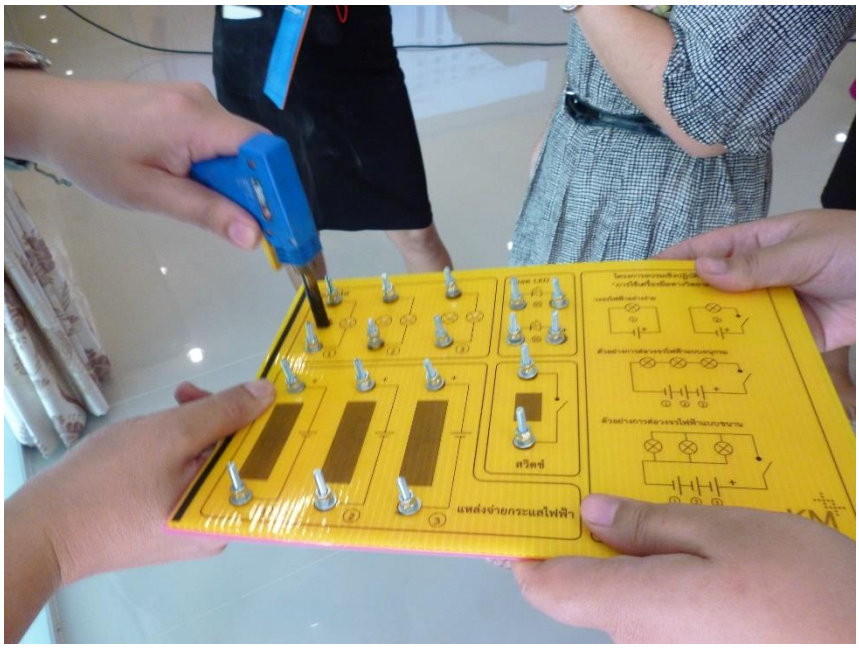
14. ภาคผนวก (ภาพกิจกรรม ผลผลิตโครงการ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น)

ภาพกิจกรรมการอบรม

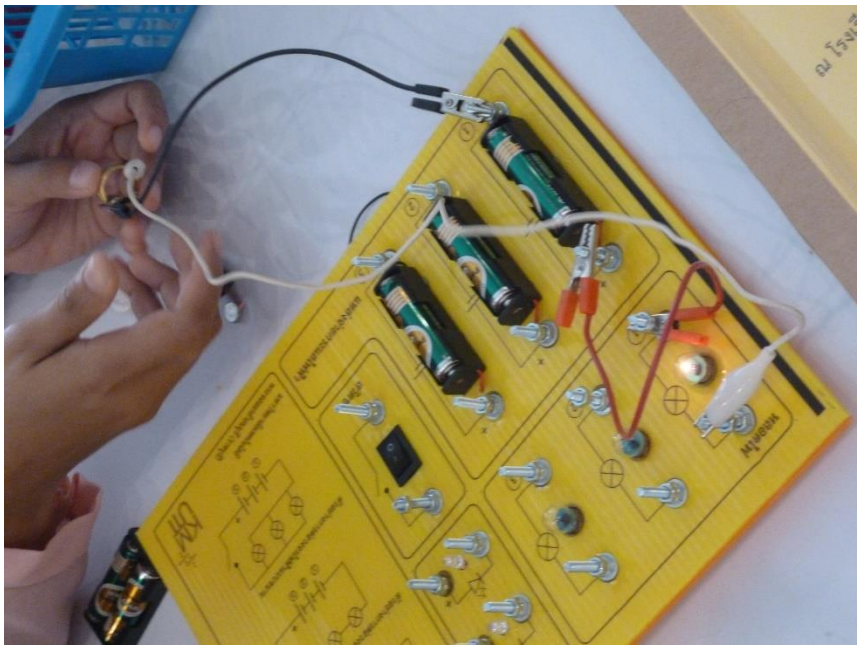


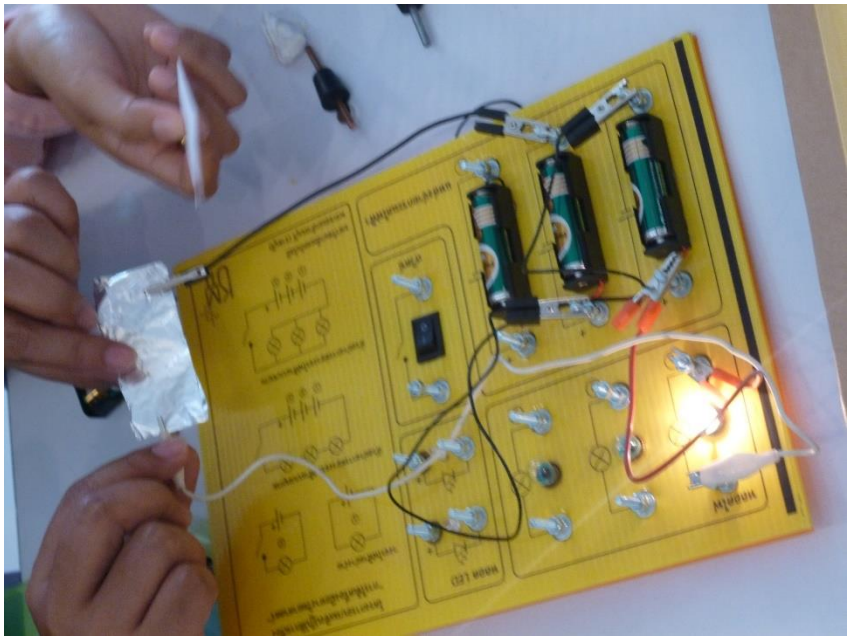
500 กรัม

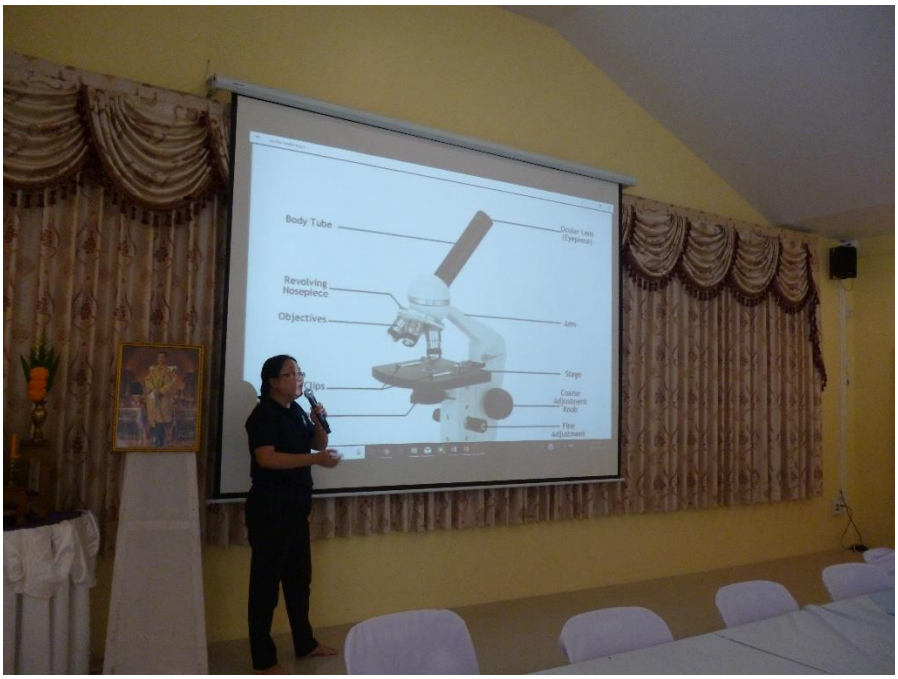
กลุ่มที่ 3


สวิตช์
แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า

กลุ่มที่ 2





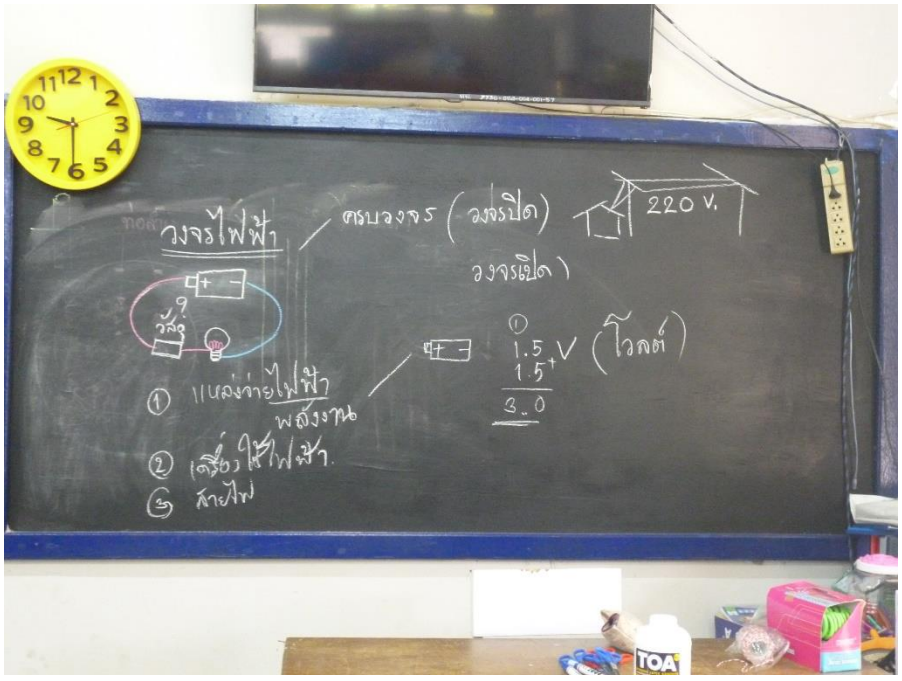

Body Tube
Revolving Nosepiece
Objectives
Stage
Coarse Adjustment
Fine Adjustment

11-03

กลุ่มที่ 1

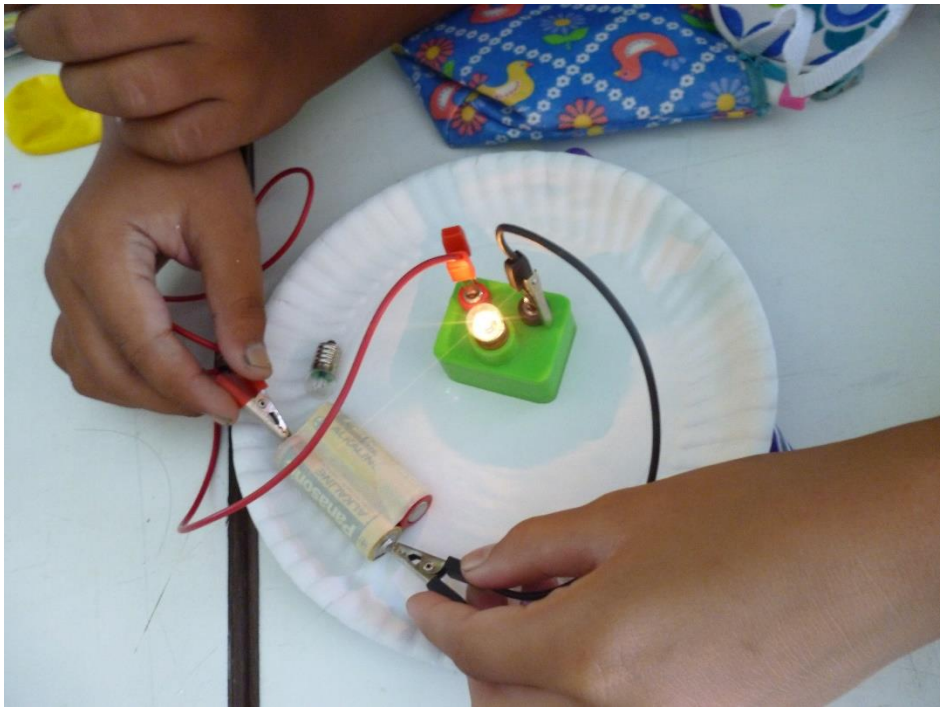
โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

ภาพกิจกรรมการสังเกตการณ์การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน


วงจรไฟฟ้า
ครบวงจร (วงจรปิด)
วงจรเปิด)
220 V.
วัสดุ
1.5 V (โวลต์)
1.5
3.0
① แหล่งจ่ายไฟฟ้า
พลังงาน
② เสียงไฟฟ้า
③ สายไฟ
TOA

วงจรไฟฟ้า
220 V
1.5
1.5
3.0
V (โวลต์)

220 V.



คู่มือปฏิบัติการ
เรื่อง “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์”

ภายใต้โครงการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและ
การพัฒนาท้องถิ่น โดยมีสถาบันอุดมศึกษา
เป็นพี่เลี้ยง ปีงบประมาณ 2561

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี)

ตำบลจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี

คำนำ

คู่มือปฏิบัติการเรื่อง “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์” เป็นผลผลิต (output) ที่เกิดจากการร่วมมือกันทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา ของกลุ่มอาจารย์ด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี) ด้วยการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์” ให้กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาชายขอบขนาดเล็กของอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 12 โรงเรียน โดยเฉพาะกับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้จบการศึกษาด้านการสอนวิทยาศาสตร์โดยตรง ให้สามารถคิดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาเป็นสื่อการสอนให้นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติจริง

การจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการและการจัดทำคู่มือปฏิบัติการดังกล่าวนับเป็นงานบริการวิชาการแก่สังคมซึ่งเป็นมาตรฐาน 1 ใน 5 ด้านของสถาบันอุดมศึกษา ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องมาตรฐานการอุดมศึกษา พ.ศ. 2561 ที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความยั่งยืนของผู้เรียน ครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี) หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือปฏิบัติการเรื่อง “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์” ฉบับนี้ จะเป็นแนวทางและแรงบันดาลใจ ให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาได้อย่างหลากหลายมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาต่อและใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของตน ครอบครัว ชุมชน และสังคม ตามความสามารถของแต่ละบุคคล

กรุณา ปริปุรณะ

คำชี้แจงการใช้คู่มือ

คู่มือเล่มนี้ จัดทำขึ้นสำหรับให้คุณครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM) โดยให้นักเรียนทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ จากการลงมือปฏิบัติจริง และทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเห็นว่า “วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว” ซึ่งจะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ที่เจอในชีวิตประจำวันกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

สิ่งที่ผู้ใช้คู่มือควรทราบในการใช้คู่มือฉบับนี้ ได้แก่

1. เนื้อหาในคู่มือเล่มนี้ ประกอบด้วย 4 หมวด ดังนี้ 1. วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ทั่วไป 2. วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ไฟฟ้า 3. วิทยาศาสตร์เคมี 4. วิทยาศาสตร์ชีววิทยา

2. ในแต่ละหมวดจะอธิบายถึงหลักการ/เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีตัวอย่างการจัดกิจกรรมการทดลองที่สอดคล้องกับสาระวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว และระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการจัดกิจกรรมการทดลองด้วย ซึ่งคุณครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

3. คุณครูสามารถปรับใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่โรงเรียนมีอยู่หรือวัสดุที่หาได้ง่าย ในท้องถิ่น

4. คุณครูควรศึกษาและทำความเข้าใจ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม การใช้อุปกรณ์ ของแต่ละกิจกรรมการทดลอง ก่อนการจัดกิจกรรม

5. ทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การทดลองทางวิทยาศาสตร์มาเป็นสื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และสนใจเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ตามคู่มือนี้ คือ การตั้งคำถามชวนให้นักเรียนคิด การใช้คำถามและการลงมือทดลองมากระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และการสรุปประเด็นสำคัญที่ได้จากการทดลองร่วมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนจากการทำการทดลอง

รัตนา รุ่งศิริสกุล

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
คำชี้แจง	ข
สารบัญ	ค
วิทยาศาสตร์เคมี	1
วิทยาศาสตร์ชีววิทยา	18
วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ทั่วไป	30
วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ไฟฟ้า	43
ภาคผนวก	
คณะทำงานโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์” ภายใต้โครงการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาท้องถิ่น โดยมีสถาบันอุดมศึกษาเป็นพี่เลี้ยง” ประจำปีงบประมาณ 2561	57

วิทยาศาสตร์เคมี

แผนการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ปฐมวัย

ตัวชี้วัดตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้
ว. 3.1 ป.6/1, ว. 3.1 ป.6/2
ว. 3.1 ป.6/3,
ผู้ออกแบบแผน
ชื่อ ดร.รัตนา รุ่งศิริสกุล
สังกัด มจธ. ราชบุรี

การบูรณาการ
ภาษาไทย: การเขียนสรุปการผลทดลอง

สาระที่ควรเรียนรู้ สพฐ

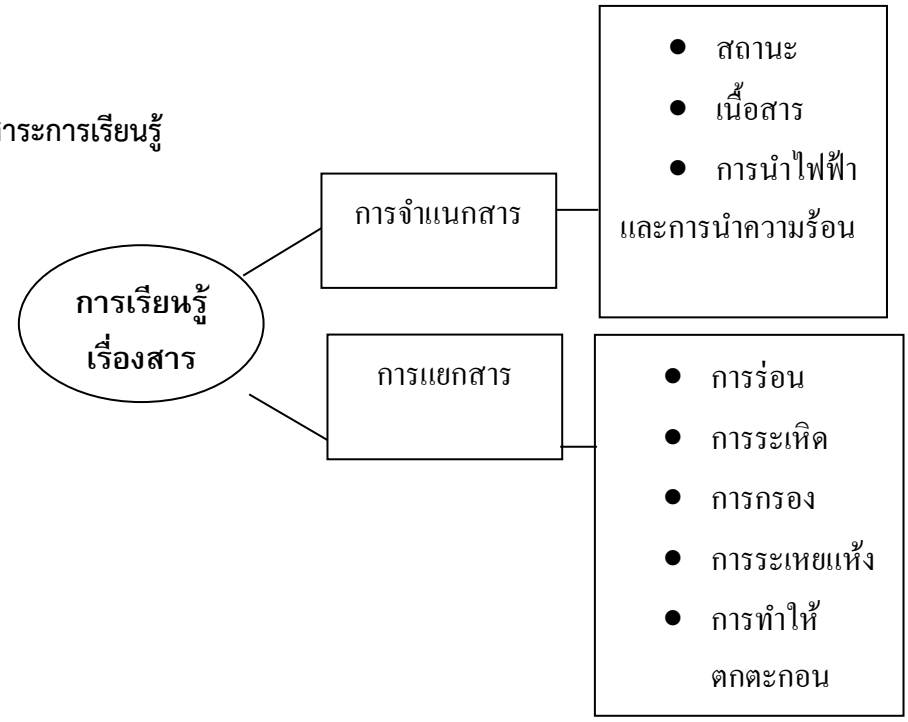
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การเรียนรู้เรื่องสาร

หน่วยการเรียนรู้ สารรอบตัว

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. นักเรียนสามารถจำแนกสารโดยใช้เกณฑ์ (สถานะ เนื้อสาร การนำไฟฟ้าและการนำความร้อน) ได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแยกสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

สาระการเรียนรู้



แนวความคิดหลัก

สารรอบตัวเรามีมากมายหลายชนิด สารแต่ละชนิดอยู่ในสถานะที่ต่างกัน สารบางชนิดอยู่ในสถานะของแข็ง เช่น น้ำแข็ง น้ำตาลทราย ลูกเหม็น สารบางชนิดอยู่ในสถานะของเหลว เช่น น้ำ นมสด น้ำเชื่อม และสารบางชนิดอยู่ในสถานะแก๊ส เช่น ไอน้ำ ออกซิเจน เป็นต้น

การจำแนกสารนอกจากจะใช้สถานะเป็นเกณฑ์ได้แล้ว ยังสามารถใช้เกณฑ์อื่นๆในการจำแนกสารได้อีก ดังนั้น สารรอบตัวเรา จึงมีเกณฑ์ในการจำแนกสารต่างๆ ได้ดังนี้

1. สถานะ แบ่งได้เป็น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. เนื้อสาร แบ่งได้เป็น สารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม
3. การนำไฟฟ้า และการนำความร้อน แบ่งได้เป็น โลหะ และอโลหะ

การแยกสารทำได้หลายวิธี ดังนี้

การร่อน ใช้แยกสารที่มีสถานะของแข็งออกจากกัน
การกรอง ใช้แยกสารที่มีสถานะของเหลวออกจากของแข็ง
การทำให้ตกตะกอน ใช้แยกสารที่มีสถานะเป็นของเหลวที่มีลักษณะขุ่น เนื่องจากมีสารแขวนลอยอยู่
การระเหิด ใช้แยกสารที่มีสถานะของแข็งที่ระเหิดได้กับของแข็งที่ระเหิดไม่ได้

การระเหยแห้ง ใช้แยกสารผสมที่เป็นของเหลวซึ่งมีของแข็งละลายอยู่ ในรูปของสารละลาย

เนื้อหา

สมบัติของสารในสถานะต่างๆ สรุปได้ดังนี้

ของแข็ง	■ มีมวล ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้ ■ มีรูปร่างแน่นอน มีปริมาตรคงที่ ■ มีอนุภาคจับกันแน่นจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้
ของเหลว	■ มีมวล ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้ ■ มีรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรคงที่ ■ มีอนุภาคจับตัวกันอย่างหลวมๆ มีช่องว่างสามารถเคลื่อนที่ได้
แก๊ส	■ มีมวล ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้ ■ มีรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรไม่คงที่ ■ มีอนุภาคอยู่ห่างกันมาก ทำให้เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

การจำแนกสารนอกจากจะใช้สถานะเป็นเกณฑ์ได้แล้ว ยังสามารถใช้เกณฑ์อื่นๆในการจำแนกสารได้อีก ได้แก่

1. ลักษณะของเนื้อสาร แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

สารเนื้อเดียว คือ สารที่มีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว หรือมีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ผสมกันจนมองเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำใส่สีผสมอาหาร เป็นต้น

ตัวอย่างสารเนื้อเดียว

สารเนื้อผสม คือ สารที่มีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ผสมกันโดยที่เราสามารถมองเห็นองค์ประกอบของสารชนิดนั้นได้อย่างชัดเจน เช่น น้ำกับน้ำมัน พริกเกลือ น้ำจิ้มไก่ เป็นต้น

ตัวอย่างสารเนื้อผสม

2. การนำไฟฟ้าและการนำความร้อนของสาร จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

สารที่มีสมบัติการนำไฟฟ้า (ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน) และนำความร้อน (ยอมให้ความร้อนไหลผ่าน) เช่น เหล็ก เงิน ตะกั่ว ทองแดง เป็นต้น เรียกสารประเภทนี้ว่า โลหะ

ตัวอย่างโลหะต่างๆ สามารถนำไฟฟ้าและนำความร้อนได้

สารที่ไม่นำไฟฟ้า (ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน) และไม่นำความร้อน (ไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่าน) เช่น ไม้ พลาสติก แก้ว เป็นต้น เรียกสารประเภทนี้ว่า อโลหะ (ฉนวนไฟฟ้า ฉนวนความร้อน)

ประสบการณ์สำคัญ	คำศัพท์ที่ควรรู้
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - การสำรวจ สังเกต - การเปรียบเทียบ **ทักษะการสื่อสาร** - การอธิบายผลการทดลอง	สถานะของสาร สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม การนำไฟฟ้า การนำความร้อน การร่อน การกรอง การทำให้ตกตะกอน การระเหิด การระเหยแห้ง

ภาพรวมแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

ลำดับ	เวลา (นาที)	ชื่อกิจกรรม	จุดประสงค์หลักของกิจกรรม	สื่อ / แหล่งเรียนรู้
1	10 นาที	เล่นได้ถ้ามีอากาศ	สังเกตและบอกว่าจากสิ่งของใด ที่ต้องอาศัยอากาศจึงนำไปเล่นได้	ลูกโป่งที่ยังไม่ได้เป่า, ลูกโป่งที่เป่าแล้ว, ลูกฟุตบอล, ห่วงยาง , รถเด็กเล่น, ตัวต่อ
2	20 นาที	สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	1. สังเกตลักษณะของของแข็ง ของเหลว และแก๊สจากการทดลอง 2. สามารถบอกความแตกต่างของสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้	การทดลองการเปลี่ยนสถานะของสาร 1. บีกเกอร์ที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ 2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมตะแกรง 3. ถุงพลาสติก
3	20 นาที	การจำแนกสาร โดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์	1. สังเกตและบอกสถานะของสารได้ 2. สังเกตและเปรียบเทียบความแตกต่างของสารแต่ละสถานะ	รูปภาพ: น้ำแข็ง, น้ำส้ม, น้ำปลา, น้ำตาลทราย, ลูกเหม็น, ออกซิเจน, ไอน้ำ, นมสด, คาร์บอนไดออกไซด์
4	20 นาที	สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม	1. สังเกตลักษณะเนื้อสารในแต่ละแก้วแตกต่างกันอย่างไร 2. สังเกตและสรุปลักษณะของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม	การทดลองเรื่องเนื้อสาร 1. แก้วที่บรรจุน้ำเปล่า 2 ใบ 2. เกลือ 3. น้ำมันพืช
5	30 นาที	นำหรือไม่นำความร้อน	1. สังเกตและบอกความแตกต่างของวัตถุที่นำความร้อนและไม่นำความร้อนได้ 2. จำแนกได้ว่าวัสดุใดนำความร้อนหรือไม่นำความร้อน	การทดลองนำหรือไม่นำความร้อน 1. แท่งไม้ 2. แท่งพลาสติก 3. แท่งเหล็ก 4. แท่งทองแดง 5. แท่งอลูมิเนียม 6. น้ำร้อน 7. เทียนไขหั่นขนาดเท่าๆกัน 5 ชิ้น 8. ชุดการนำความร้อน

6	30 นาที	นำหรือไม่นำไฟฟ้า	1. สังเกตและบอกความแตกต่างของวัตถุที่นำไฟฟ้าและไฟฟ้าได้ 2. จำแนกได้ว่าวัสดุใดนำไฟฟ้าหรือไม่นำไฟฟ้า	1. แท่งไม้ 2. แท่งพลาสติก 3. แท่งเหล็ก 4. แท่งทองแดง 5. กล่องถ่าน AA คู่พร้อมถ่านไฟฉายขนาด AA 6. หลอดไฟ 2.5 V 0.5 A 7. สายไฟพร้อมคลิบปากจระเข้สองข้าง 3 เส้น

ข้อเสนอแนะการจัดกิจกรรม / ข้อควรระวัง

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 : เล่นได้ถ้ามีอากาศ

จุดประสงค์หลักของกิจกรรม

1. สังเกตและบอกว่าจากสิ่งของใด ที่ต้องอาศัยอากาศจึงนำไปเล่นได้

ขั้นสอน (ลำดับกิจกรรม)

1. ครูสนทนากับเด็กเกี่ยวกับลักษะณะของอากาศโดยถามว่า “ทำอย่างไรให้ลูกโป่งพองตัวจนเล่นได้”
2. แบ่งเด็กเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจของเล่นแต่ละชิ้น ว่าชิ้นใดต้องอาศัยอากาศจึงนำไปเล่นได้บ้าง

3. ให้เด็กๆ แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสังเกต
4. ครูสรุปลักษณะของอากาศที่มีสถานะเป็นแก๊ส

ขั้นสรุป

ครูกับเด็กร่วมกันสรุปว่าสารที่มีสถานะแก๊สมีลักษณะอย่างไร

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 : สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

จุดประสงค์หลักของกิจกรรม

1. สังเกตลักษณะของของแข็ง ของเหลว และแก๊สจากการทดลอง
2. สามารถบอกความแตกต่างของสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้

ขั้นสอน (ลำดับกิจกรรม)

1. สังเกตลักษณะของน้ำแข็งก่อนละลาย แล้วให้เด็กๆ อภิปรายลักษณะของน้ำแข็งและบันทึกผล

น้ำแข็งก่อนที่จะละลาย มีสมบัติอย่างไร?

2. ตั้งบีกเกอร์ใส่น้ำแข็งทิ้งไว้ 5-10 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตั้งบีกเกอร์ใส่น้ำแข็งทิ้งไว้ 5-10 นาที
สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

3. นำบีกเกอร์ใส่น้ำแข็งที่ละลายแล้ว มาให้ความร้อน แล้วนำถุงพลาสติกใสครอบปากบีกเกอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในถุง และบันทึกผล

นำบีกเกอร์มาให้ความร้อน สังเกตไอน้ำที่เกิดขึ้น โดยนำถุงพลาสติกใสครอบปากบีกเกอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

4. ครูและเด็กร่วมกันสนทนาถึงลักษณะของของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยครูตั้งคำถามว่า

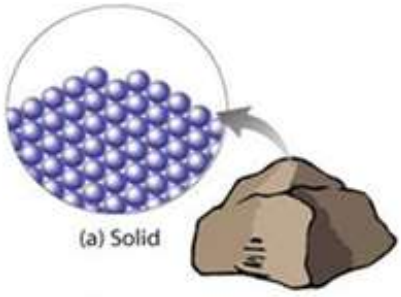
“ให้ยกตัวอย่าง ของแข็งที่เด็กๆ รู้จัก และบอกลักษณะของของแข็ง”
“ให้ยกตัวอย่าง ของเหลวที่เด็กๆ รู้จัก และบอกลักษณะของของเหลว”
“ให้ยกตัวอย่าง แก๊สที่เด็กๆ รู้จัก และบอกลักษณะของแก๊ส”

ภาพตัวอย่างกิจกรรมแนะนำ: การเป่าลูกโป่งด้วยน้ำร้อน (ลูกโป่งพองตัวขึ้นด้วยไอน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนสถานะของน้ำกลายเป็นไอ)

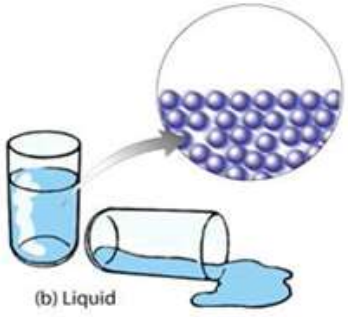
ขั้นสรุป

ครูสรุปร่วมกับเด็กว่าของแข็ง ของเหลว แก๊สต่างกันอย่างไร และสรุปสมบัติของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส

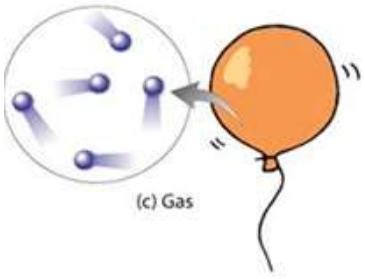
สถานะของสาร	สมบัติของสาร				
	มวล (มี/ไม่มี)	รูปร่าง (แน่นอน/ไม่แน่นอน)	ที่อยู่ (ต้องการ/ไม่ต้องการ)	ปริมาตร (คงที่/ไม่คงที่)	อนุภาค
ของแข็ง	มี	แน่นอน	ต้องการ	คงที่	จับกันแน่น
ของเหลว	มี	ไม่แน่นอน	ต้องการ	คงที่	จับกันหลวมๆ มีช่องว่าง
แก๊ส	มี	ไม่แน่นอน	ต้องการ	ไม่คงที่	อยู่ห่างกันมาก



อนุภาคของของแข็ง



อนุภาคของของเหลว



อนุภาคของแก๊ส

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 : การจำแนกสาร โดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์

จุดประสงค์หลักของกิจกรรม

1. สังเกตและบอกสถานะของสารได้
2. สังเกตและเปรียบเทียบความแตกต่างของสารแต่ละสถานะ

ขั้นสอน (ลำดับกิจกรรม)

1. ให้เด็กๆ ดูรูปภาพสารต่างๆ: น้ำแข็ง, น้ำส้ม, น้ำปลา, น้ำตาลทราย, ลูกเหม็น, ออกซิเจน, ไอน้ำ, นมสด, คาร์บอนไดออกไซด์

2. ครูถามนักเรียนว่ารูปภาพสารที่เห็นมีอะไรต่างกัน
3. ครูเฉลยสิ่งที่ต่างกันของสารคือ “สถานะ” และครูถามนักเรียนต่อไปว่า สถานะของสารมีอะไรบ้าง
4. ครูให้นักเรียนเขียนตารางการจำแนกสารโดยใช้สถานะ

การจำแนกสารโดยใช้สถานะ		
ของแข็ง	ของเหลว	แก๊ส

5. ครูให้เด็กๆ แยกสถานะของสารในแต่ละรูป
6. ครูเฉลยคำตอบ

การจำแนกสารโดยใช้สถานะ		
ของแข็ง	ของเหลว	แก๊ส
น้ำแข็ง	น้ำส้ม	ออกซิเจน
น้ำตาลทราย	น้ำปลา	ไอน้ำ
ลูกเหม็น	นมสด	คาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นสรุป

ครูกับนักเรียนช่วยกันสรุปว่าเราสามารถจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ แบ่งสารออกเป็น 1. สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง 2. สารที่มีสถานะเป็นของเหลว 3. สารที่มีสถานะเป็นแก๊ส

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4: สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม

จุดประสงค์หลักของกิจกรรม

1. สังเกตลักษณะเนื้อสารในแต่ละแก้วแตกต่างกันอย่างไร
2. สังเกตและสรุปลักษณะของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม

ขั้นสอน (ลำดับกิจกรรม)

1. นำแก้วที่บรรจุน้ำเปล่ามา 2 ใบ แก้วใบที่ 1 เติมเกลือลงไปแล้วใช้ช้อนคน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

2. แก้วใบที่ 2 เติมน้ำมันลงไปแล้วใช้ช้อนคน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

3. ครูให้นักเรียนอภิปรายเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นว่าต่างกันหรือไม่อย่างไร

ผลการทดลอง

การทดลอง	**สิ่งที่สังเกตได้**
เมื่อเติมเกลือลงในน้ำ	เกลือหายไป และรวมตัวกับน้ำได้น้ำเกลือใสไม่มีสี
เมื่อเติมน้ำมันลงในน้ำ	น้ำมันพืชจะไม่รวมตัวกับน้ำแต่จะลอยอยู่เหนือผิวหน้าของน้ำ

ขั้นสรุป

ครูสรุปร่วมกับเด็กว่าเกลือและน้ำมันเมื่อละลายในน้ำแล้วเกิดอะไรขึ้น และครูสรุปลักษณะของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมให้นักเรียนเข้าใจ

ลักษณะของสาร	
สารเนื้อเดียว	**สารเนื้อผสม**
สารที่มีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว หรือ สารที่มีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป	สารที่มีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน	มองเห็นองค์ประกอบของสารนั้นได้อย่างชัดเจน
ตัวอย่างเช่น น้ำส้ม น้ำเชื่อม น้ำเกลือ น้ำอัดลม	ตัวอย่างเช่น พริกกับเกลือ น้ำจิ้มไก่ น้ำกับน้ำมัน

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5: นำหรือไม่นำความร้อน

จุดประสงค์หลักของกิจกรรม

1. สังเกตและบอกความแตกต่างของวัตถุที่นำความร้อนและไม่นำความร้อนได้
2. จำแนกได้ว่าวัสดุใดนำความร้อนหรือไม่นำความร้อน

ขั้นสอน (ลำดับกิจกรรม)

1. นำแท่งวัสดุได้แก่ ไม้ แก้ว อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง มาประกอบเข้ากับชุดการนำความร้อน
2. นำเทียนขนาดเท่าๆกันมาวางไว้ที่ปลายวัสดุทั้ง 5 ชนิด จากนั้นเทน้ำร้อนลงในชุดการนำความร้อนให้ท่วมแท่งวัสดุทั้ง 5 ชนิด

3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงการหลอมเหลวของเทียนที่ปลายแท่งวัสดุแต่ละชนิด โดยให้นักเรียนสังเกตว่าเทียนบนแท่งวัสดุใดหลอมละลายก่อนกัน และบันทึกผลการทดลอง

4. ครูให้นักเรียนอภิปรายเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นว่าวัสดุแต่ละชนิดนำความร้อนต่างกันหรือไม่อย่างไร

ผลการทดลอง

ชนิดของวัสดุ	**การหลอมเหลวของเทียน**
แท่งไม้	ไม่หลอมละลาย
แท่งแก้ว	ไม่หลอมละลาย
แท่งอลูมิเนียม	หลอมละลาย อันดับ 2
แท่งเหล็ก	หลอมละลาย อันดับ 3
แท่งทองแดง	หลอมละลาย อันดับ 1

ขั้นสรุป

ครูสรุปร่วมกับเด็กถึงความแตกต่างของวัสดุที่นำความร้อนกับวัสดุที่ไม่นำความร้อน

- วัสดุที่แช่ในน้ำร้อนแล้ว เทียนที่วางอยู่ปลายวัสดุหลอมละลาย ได้แก่ ทองแดง เหล็ก อลูมิเนียม แสดงว่าความร้อนจากน้ำร้อนสามารถผ่านวัสดุเหล่านี้ได้ เรียนวัสดุนี้ว่า ตัวนำความร้อน เป็นพวกโลหะ

- วัสดุที่แช่ในน้ำร้อนแล้ว เทียนที่วางอยู่ปลายวัสดุไม่หลอมละลาย ได้แก่ ไม้ พลาสติก แสดงว่า ความร้อนจากน้ำร้อนไม่สามารถผ่านวัสดุเหล่านี้ได้ เรียนวัสดุนี้ว่า ฉนวนความร้อน เป็นพวกอโลหะ

ชวนนักเรียนคิด ถ้าเทียนบนแท่งวัสดุใดหลอมเหลวก่อน แสดงว่าวัสดุนั้น?

ตอบ วัสดุนั้นร้อนเร็วกว่าวัสดุอื่นๆ หมายความว่า วัสดุนั้นนำความร้อนได้ดี ดังนั้นลำดับการหลอมละลายของเทียนบอกลำดับความสามารถในการนำความร้อนได้

ครูสรุปร่วมกับเด็กว่า “วัสดุใดนำความร้อนหรือไม่นำความร้อน”

- วัสดุที่เป็นตัวนำความร้อนได้แก่ ทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก โดยเรียงลำดับการนำความร้อนได้ดังนี้
  ทองแดง > อลูมิเนียม > เหล็ก
- วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนได้แก่ ไม้ พลาสติก

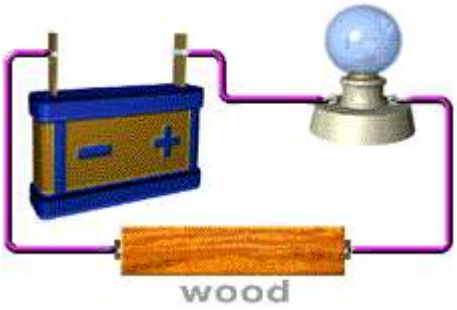
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6: นำหรือไม่นำไฟฟ้า

จุดประสงค์หลักของกิจกรรม

1. สังเกตและบอกความแตกต่างของวัสดุที่นำไฟฟ้าและไม่นำไฟฟ้าได้
2. จำแนกได้ว่าวัสดุใดนำไฟฟ้าหรือไม่นำไฟฟ้า

ขั้นสอน (ลำดับกิจกรรม)

รูป A



รูป B

1. ต่อวงจรไฟฟ้าตามรูป A สังเกตหลอดไฟ ว่ามีแสงสว่างเกิดขึ้น (มีกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร)
2. ต่อวงจรไฟฟ้าตามรูป B โดยนำแท่งไม้มาประกอบเข้ากับวงจรไฟฟ้า ให้สังเกตความสว่างของหลอดไฟและบันทึกผล
3. จากนั้นทำการทดลองตามข้อ 2 แต่เปลี่ยนแท่งวัสดุเป็นแก้ว อลูมิเนียม เหล็ก และทองแดง ตามลำดับ
4. ครูให้นักเรียนอภิปรายเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นว่าวัสดุแต่ละชนิดนำไฟฟ้าต่างกันหรือไม่อย่างไร

ผลการทดลอง ✓ หลอดไฟสว่าง ✗ หลอดไฟไม่สว่าง

ชนิดของวัสดุ	**ความสว่างของหลอดไฟ**
แท่งไม้	✗
แท่งแก้ว	✗
แท่งอลูมิเนียม	✓
แท่งเหล็ก	✓
แท่งทองแดง	✓

ขั้นสรุป

ครูสรุปร่วมกับเด็กถึงความแตกต่างของวัสดุที่นำไฟฟ้ากับวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า

- วัสดุที่ประกอบเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้ว ทำให้หลอดไฟสว่าง ได้แก่ ทองแดง เหล็ก อลูมิเนียม แสดงว่ากระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายสามารถผ่านวัสดุเหล่านี้ได้ เรียนวัสดุนี้ว่า ตัวนำไฟฟ้า เป็นพวกโลหะ

- วัสดุที่ประกอบเข้ากับวงจรไฟฟ้าแล้ว ทำให้หลอดไฟไม่สว่าง ได้แก่ ไม้ พลาสติก แสดงว่า กระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายไม่สามารถผ่านวัสดุเหล่านี้ได้ เรียนวัสดุนี้ว่า ฉนวนไฟฟ้า เป็นพวกอโลหะ

ครูสรุปร่วมกับเด็กว่า “วัสดุใดนำไฟฟ้าหรือไม่นำไฟฟ้า”

- วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่ ทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก
- วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนได้แก่ ไม้ พลาสติก

กิจกรรมเสริมเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การทดลองที่ 1 เป่าลูกโป่งด้วยผงฟู

จุดประสงค์

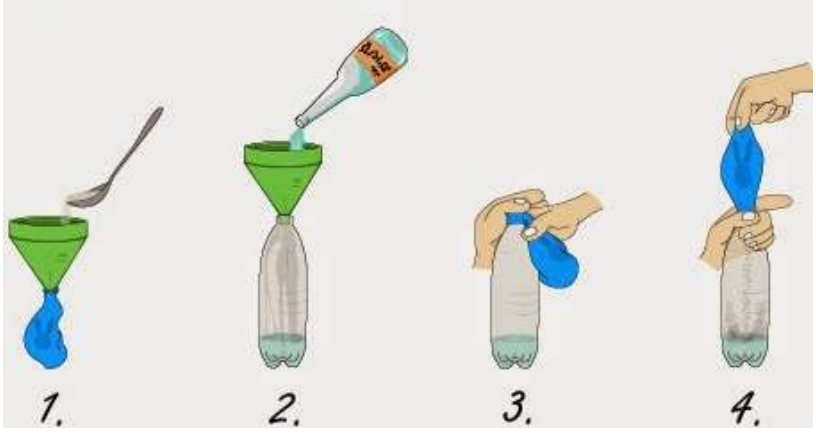
1. เพื่อให้นักเรียนเห็นและเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีสารใหม่เกิดขึ้น
2. เพื่อบอกสมบัติของแก๊สได้

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1) ขวดน้ำพลาสติกสะอาด ขนาด 600 มิลลิลิตร
2) น้ำส้มสายชู 50 มิลลิลิตร
3) ลูกโป่ง จำนวน 1 ใบ
4) ผงฟู จำนวน 1 ช้อนโต๊ะ
5) กรวยกรอง 1 อัน
6) ช้อนสำหรับตักผงฟู 1 อัน

ขั้นตอนทำการทดลอง

1. บรรจุผงฟูลงในลูกโป่ง
2. บรรจุน้ำส้มสายชูลงในขวดพลาสติก
3. นำลูกโป่งที่บรรจุผงฟูครอบลงบนปากขวด
4. ดึงลูกโป่งให้แน่น เพื่อให้ผงฟูหล่นลงในน้ำส้มสายชู สังเกตผลการทดลอง



บันทึกการทดลอง: เป่าลูกโป่งด้วยผงฟู

การศึกษา	ลักษณะของลูกโป่ง
ก่อนผงฟูหล่นลงในน้ำส้มสายชู	ลูกโป่งแฟบ
หลังผงฟูหล่นลงในน้ำส้มสายชู	ฟองแก๊สเกิดขึ้นภายในขวด ลูกโป่งเกิดการพองตัว

1. สังเกตเห็นอะไรเกิดขึ้นภายในขวด

.....

2. ลูกโป่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

3. มีสารใหม่เกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

สรุปผลการทดลอง: เป่าลูกโป่งด้วยผงฟู

ก่อนผงฟูหล่นลงในน้ำส้มสายชู ลักษณะของลูกโป่งแฟบ แต่หลังผงฟูหล่นลงในน้ำส้มสายชู จะมีฟองแก๊สเกิดขึ้นภายในขวด ลูกโป่งเกิดการพองตัว ซึ่งสิ่งที่อยู่ในลูกโป่งคือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (เป็นสารใหม่ที่เกิดขึ้น) แก๊สไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีรูปร่างและปริมาตรเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

น้ำส้มสายชู + ผงฟู $\longrightarrow$ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้น สังเกตจาก “ลูกโป่งพองตัวขึ้น”

การทดลองที่ 2 ลูกบอลเด้งดึ๋ง

จุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนเห็นและเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่มีสารใหม่เกิดขึ้น

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1) กะละมัง 1 ใบ
2) สารละลายบอแร็กซ์ (ผงบอแร็กซ์ 1 ช้อนโต๊ะ ผสมลงไปในน้ำอุ่น 1 ลิตรและคนให้ละลาย)
3) แก้วพลาสติกใส 1 ใบ
4) สีผสมอาหาร 3 หยด
5) ตะเกียบไม้ 1 อัน
6) กาวน้ำ 50 มิลลิลิตร

ขั้นตอนทำการทดลอง

1. เทสารละลายบอแร็กซ์ลงในกะละมัง
2. เทกาวน้ำลงในแก้วแล้วหยดสีผสมอาหารลงไปผสมให้เข้ากันด้วยตะเกียบไม้

รูปแสดงอุปกรณ์ในการทดลอง ประกอบด้วย กะละมังที่บรรจุสารละลายบอแร็กซ์ แก้วพลาสติกที่บรรจุกาวน้ำผสมสีผสมอาหาร และตะเกียบไม้

3. เทกาวในแก้วลงในสารละลายบอแร็กซ์ พร้อมกับใช้ตะเกียบไม้คนให้กาวทำปฏิกิริยากับสารละลายบอแร็กซ์ (สังเกตจะมีสารเหนียวเกาะที่ตะเกียบไม้)

4. นำสารเหนียวที่เกาะตะเกียบไม้ออก และใช้มือบีบคลึงจนมีลักษณะเป็นลูกบอลกลม

5. ทดสอบการเด๋งของลูกบอล

บันทึกการทดลอง: ลูกบอลเด้งดึ๋ง

การศึกษา	สิ่งที่เกิดขึ้น
เมื่อกาวน้ำทำปฏิกิริยาสารละลายบอแร็กซ์	กาวน้ำจะจับตัวกันกลายเป็นสารเหนียว

จากการทดลองกาวน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

สรุปผลการทดลอง: ลูกบอลเด้งดึ๋ง

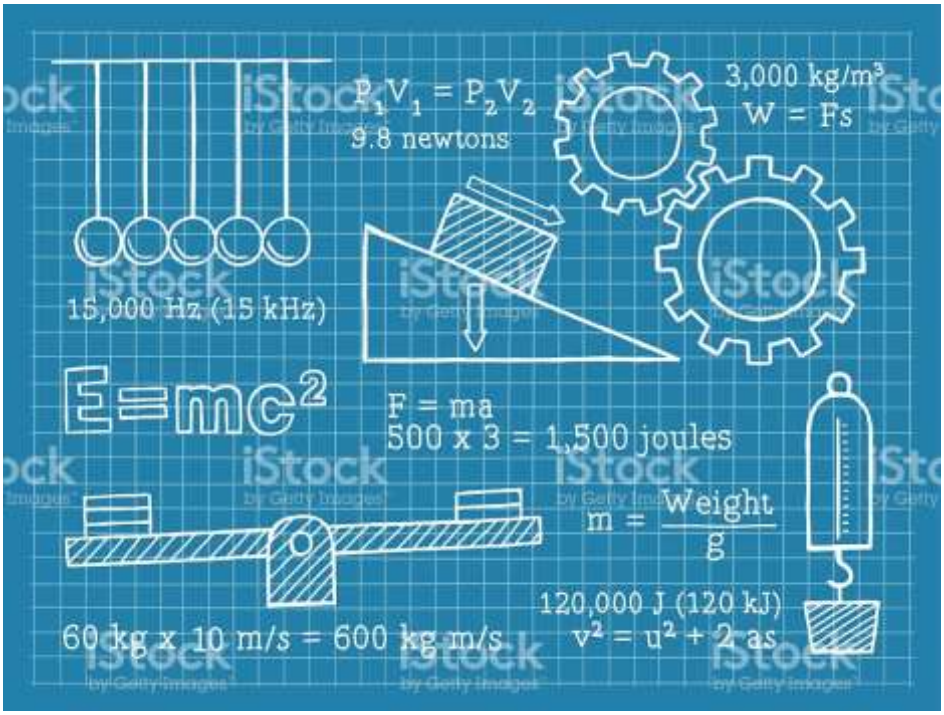
เมื่อกาวน้ำทำปฏิกิริยาสารละลายบอแร็กซ์ กาวน้ำจะจับตัวกันกลายเป็นสารเหนียว (โพลิเมอร์)

กาวน้ำ + บอแรกซ์ ⟶ โพลิเมอร์ (ลูกบอลเด้งดึ๋ง)

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้น สังเกตจาก "กาวน้ำ เปลี่ยนเป็นลูกบอล"

มีการนำสารบอแร็กซ์ผสมลงไปในลูกชิ้น หมูยอ ทอดมัน ไส้กรอก เพื่อให้อาหารเหล่านั้น มีลักษณะกรอบ แข็ง คงตัวอยู่ได้นาน แต่สารบอแร็กซ์เป็นอันตรายต่อร่างกาย

วิทยาศาสตร์ชีววิทยา



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ การดูดน้ำของรากและการลำเลียงน้ำของลำต้น

สาระสำคัญ

พืชมีระบบการลำเลียงน้ำจากรากผ่านทางเซลล์ขนราก ขึ้นสู่ลำต้นโดยมีกลุ่มเซลล์ท่อลำเลียงส่งน้ำไปยังใบและส่วนต่างๆ ของพืช

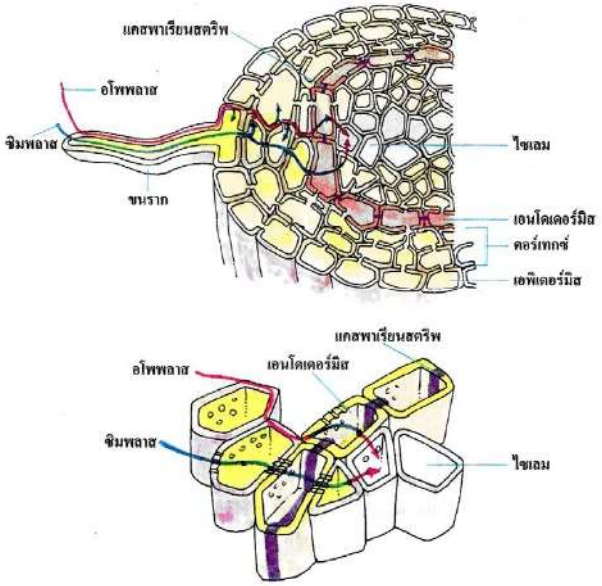
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลองและอธิบายหน้าที่ของรากได้
2. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบลำเลียงน้ำได้
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของท่อลำเลียงน้ำของพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวได้

สาระการเรียนรู้

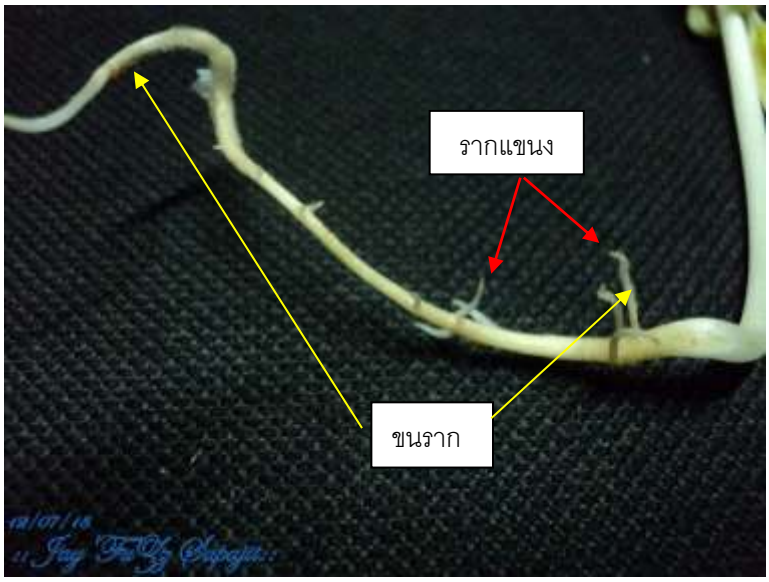
การดูดน้ำของราก

รากพืชโดยทั่วไปจะแตกออกเป็นรากแขนงเล็ก ๆ ที่บริเวณส่วนปลายของรากเรียกว่า บริเวณขนราก รากมีกลุ่มเซลล์ท่อลำเลียงน้ำทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุโดยเฉพาะ เรียกว่าไซเลม ขนรากดูดน้ำโดยกระบวนการออสโมซิส ปัจจัยสำคัญที่ทำให้น้ำจากดินเข้าสู่รากหรือออกจากรากสู่ดินได้แก่ ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารละลายในดินกับในราก



ภาพที่ 1 แสดงการเคลื่อนที่ของน้ำของน้ำเข้าสู่ไซเลมภายในรากพืช

แหล่งที่มา : https://sidthikorn5651.wordpress.com/การลำเลียงน้ำของพืช/



ภาพที่ 2 รากแขนงและขนรากในต้นถั่วเขียวงอก

แหล่งที่มา : http://jayfuzzfridayart.blogspot.com/2012/07/blog-post.html

กลไกการลำเลียงน้ำของลำต้นพืช

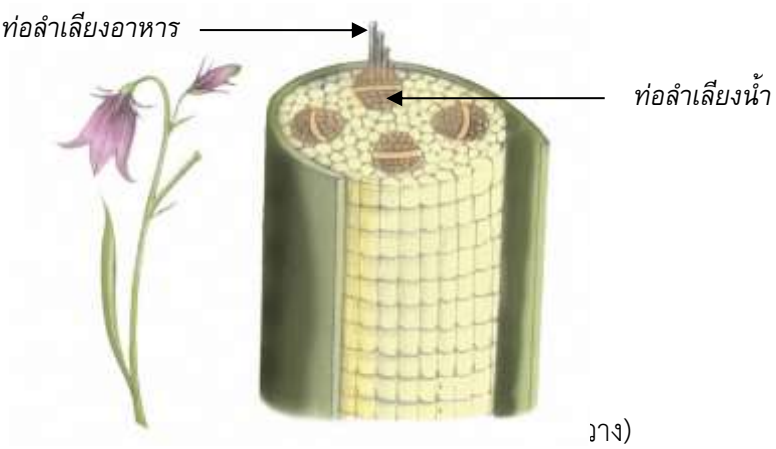
ขนรากของพืชดูดน้ำจากในดินผ่านเข้าสู่ไซเล็มของรากต่อจากนั้นจะเคลื่อนเข้าสู่ไซเล็มภายในลำต้นซึ่งเชื่อมต่อกับไซเล็มของราก การเคลื่อนที่จะเป็นแบบออสโมซิสพืชที่มีลำต้นสูงๆ ต้องอาศัยแรงจำนวนมากในการลำเลียงน้ำทั้งแรงดันจากรากและรากดึงจากใบ

การลำเลียงน้ำอาศัยปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงดันและแรงดึง

1.แรงดันราก(Root pressure) เมื่อเราตัดต้นพืชบางชนิดที่ปลูกในที่มีน้ำชุ่มให้ติดโคนต้นจะพบว่ามีน้ำใสๆไหลซึมออกมาตรงบริเวณที่ตัด ซึ่งเกิดจากความเข้มข้นของน้ำในดินกับน้ำในท่อไซเล็ม โดยน้ำในท่อไซเล็มมีความเข้มข้นสูงกว่าน้ำในดินเพราะมีพวกแร่ธาตุและสารต่างๆอยู่มากจึงเกิดกระบวนการออสโมซิสของน้ำในดินสู่รากได้เรื่อยๆจึงเกิดแรงดันในท่อไซเล็มจึงดันให้น้ำเข้าไปในท่อไซเล็มได้

2. แรงแคพิลลารี (Capillary force) เมื่อเราเอาหลอดแก้วเล็กๆ หลายๆหลอดที่มีขนาดของรูต่างๆกันจุ่มลงในอ่างน้ำ การที่น้ำผ่านขึ้นไปในหลอดแก้วได้เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านข้างของหลอดแก้วนอกจากนี้น้ำยังมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเอง ทำให้น้ำขึ้นไปได้สูงและต่อเนื่องกันตลอด

3. แรงดึงจากการคายน้ำหรือทรานสพิเรชันพูล (Transpiration pull) หมายถึง แรงดึงที่เกิดขึ้นจากการคายน้ำของพืช ใบจะคายน้ำออกไปเรื่อยๆทำให้เซลล์ของใบขาดน้ำไป จึงเกิดแรงดึงน้ำทำให้น้ำเคลื่อนที่ต่อเนื่อง ซึ่งการคายน้ำของพืชจะเกิดจากปากใบของพืชมีการเปิดเพื่อคายน้ำ



งาง)

แหล่งที่มา : http://iclassroom.obec.go.th/cop/rangsischool/wp/content/uploads/sites/9/2017/08/แผนการจัดการเรียนรู้ป4.-4-การลำเลียงน้ำและอาหาร.docx

การจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงน้ำและอาหารในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ จะแตกต่างกัน ในลำต้นสามารถสังเกตได้ง่ายๆ โดยส่วนในลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่จะเรียงกันเป็นวงเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกันอยู่ใต้เปลือกไม้ ในขณะที่การจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะกระจายอยู่ทั่วไป

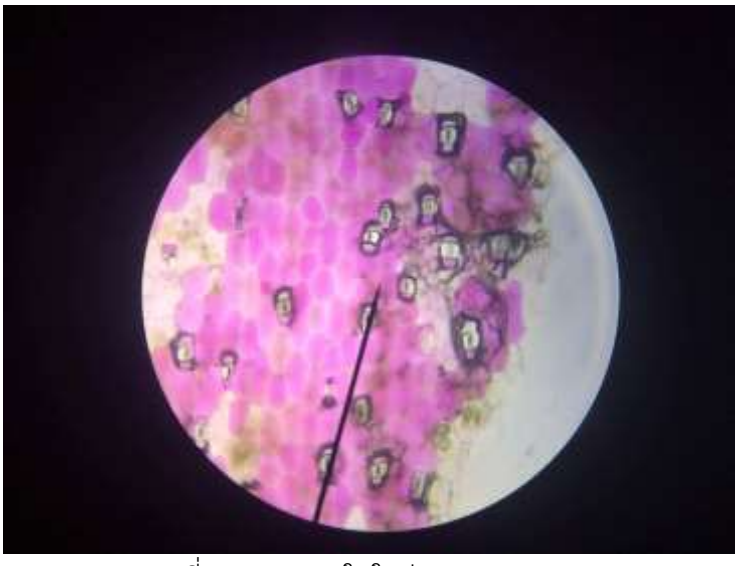
ภาพที่ 4 แสดงการกระจายตัวของท่อลำเลียงในต้นพืช (ตัดตามขวาง) ย้อมด้วยสีซาฟรานิน โอ (ซ้าย) พืชใบเลี้ยงคู่ และ (ขวา) พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

แหล่งที่มา : https://pantip.com/topic/33186714

การที่พืชมีแรงดึงน้ำสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีโคฮีชันเทนชัน (cohesion-tension theory) หรือทรานสไพเรชันพูล (transpiration pull) เป็นแรงดึงที่เกิดจากการคายน้ำออกจากปากใบของพืช เนื่องจาก

โมเลกุลของน้ำในเซลล์ใบได้รับความร้อนจากแสงแดดจึงระเหยออกไปทางปากใบ แต่เนื่องจากโมเลกุลน้ำมีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน (cohesive force) และมีแรงยึดแน่นกับผนังเซลล์ของท่อลำเลียงน้ำ (adhesive force) จึงทำให้เกิดแรงดึงอย่างแรง (tension) ดึงโมเลกุลของน้ำจากส่วนที่อยู่ต่ำลงไปให้ขึ้นแทน นอกจากนี้เมื่อเซลล์ภายใบเสียน้ำไป ก็จะทำให้ความเข้มข้นภายในเซลล์เข้มข้นขึ้นเกิดแรงดึงน้ำเข้าเซลล์ที่สูญเสียน้ำนี้ด้วยด้วยหลักการออสโมซิส แรงต่างๆ ที่ประกอบกันนี้ ทำให้เกิดเป็นแรงดึงน้ำจำนวนมากให้ลำเลียงขึ้นสู่ยอด และแรงดึงนี้ก็ยังดึงไปถึงโมเลกุลน้ำที่อยู่นอกรากให้เคลื่อนที่เข้าสู่รากอีกด้วย

ปากใบประกอบด้วยเซลล์คุม (Guard cell) จำนวน 2 เซลล์ และช่องเปิด (pore) ตรงกลางระหว่างเซลล์คุมอีก 1 ช่อง เซลล์คุมสามารถสังเกตได้ง่ายโดยจะมีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่ว เมื่อน้ำแพร่เข้าสู่เซลล์คุมด้วยวิธีการออสโมซิสเซลล์ก็จะเกิดแรงดันภายใน ที่เรียกว่าแรงดันเต่ง (turgor pressure) ทำให้เซลล์คุมขยายตัว แต่เซลล์ไม่ขยายตัวไปทุกทิศทุกทางเท่าๆ กัน เนื่องจากผนังเซลล์ของเซลล์คุมด้านในหรือด้านที่ติดกับเซลล์คุมอีกเซลล์หนึ่งจะมีความหนามากกว่า เลยทำให้เซลล์คุมขยายออกทางด้านนอกมากกว่าด้านรูปปากใบ ส่งผลให้ปากใบเปิด เมื่อน้ำในเซลล์คุมน้อยลงเซลล์คุมจะบวมน้อยลงและส่งผลให้ปากใบปิด



ภาพที่ 5 แสดงปากใบในว่านกาบหอยแครง

แหล่งที่มา : http://instarix.com/tag/ว่านกาบหอย

กิจกรรมการเรียนรู้

ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง ดังนี้

<u>วัสดุอุปกรณ์และการทดลอง</u>

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
1.	พืชที่ต้องการศึกษา	
2.	สีผสมอาหาร	¼ ช้อนชา
3.	น้ำ	1 ลิตร
4.	ขวดปากกว้างสูงประมาณ 10 - 15 เซนติเมตร	1 ใบ
5.	ใบมีดโกน	1 ใบ
6.	สไลด์และกระจกปิดสไลด์	1 ชุด
7.	กล้องจุลทรรศน์	1 ตัว
8.	หลอดหยด	1 อัน
9.	แว่นขยาย	1 อัน

หมายเหตุ : ตัวอย่างต้นพืชที่นำมาใช้ในการสังเกตราก ได้แก่ ถั่วงอก (ใบเลี้ยงคู่) ต้นอ่อนข้าว (ใบเลี้ยงเดี่ยว) ต้นอ่อนข้าวโพด (ใบเลี้ยงเดี่ยว) (ควรจะเพาะเอง)

ตัวอย่างต้นพืชที่นำมาใช้ในการสังเกตท่อลำเลียงน้ำในลำต้น ได้แก่ ผักกระสัง (ใบเลี้ยงคู่) หมอน้อย (ใบเลี้ยงคู่) ต้นอ่อนข้าวโพด (ใบเลี้ยงเดี่ยว)

ตัวอย่างต้นพืชที่นำมาสังเกตท่อลำเลียงน้ำในก้านใบ ได้แก่ ผักกาดขาว ผักกวางตุ้ง คื่นไช่

ตัวอย่างต้นพืชที่นำมาสังเกตปากใบ ได้แก่ ว่านกาบหอย คื่นไช่

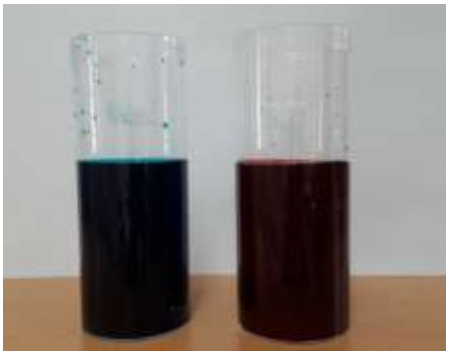
<u>วิธีการทดลอง</u>

<u>การศึกษาโครงสร้างภายนอกของราก</u>

1. เพาะต้นอ่อนของพืชที่ต้องการศึกษาบนกระดาษทิชชูเปียก ประมาณ 2-3 วัน โดยไม่ให้โดนแสง
2. นำต้นอ่อนที่ได้มาสังเกตลักษณะราก รากแขนง และขนราก โดยใช้แว่นขยาย บันทึกผลการสังเกต

<u>การศึกษาตำแหน่งของท่อลำเลียงน้ำ</u>

1. รินน้ำใส่ขวดปากกว้างประมาณ 3/4 ของขวด เติมสารละลายสี (สามารถใช้ได้ทั้งสีน้ำเงินและแดง แต่สีแดงจะติดทนกว่า) ลงไป 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ภาพที่ 6 แสดงการเตรียมน้ำสารละลายสีใส่ลงในภาชนะ

2. จุ่มต้นพืชให้ปลายรากแช่อยู่ในน้ำสี แล้วนำไปวางไว้กลางแดด 30 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ภาพที่ 7 แสดงการนำต้นพืชจุ่มน้ำสารละลายสี

ภาพที่ 8 แสดงลักษณะต้นพืชภายหลังจากจุ่มน้ำสารละลายสี

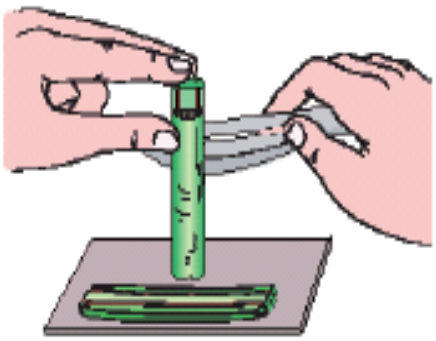
ภาพที่ 9 แสดงการนำต้นพืชชนิดต่างๆมาทำการทดลอง

3. นำต้นพืชออกมาล้างน้ำ ใช้ใบมีดโกนตัดลำต้นตามขวางออกเป็นท่อนยาว 3 เซนติเมตร

4. นำส่วนที่ตัดออกมาตัดตามขวางให้บางที่สุด แล้วนำไปวางบนสไลด์ หยดน้ำ 1-2 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ สังเกต วาดรูปแสดงตำแหน่งที่เห็นสีและบันทึกผลที่ได้จากการสังเกต

5. นำส่วนที่ตัดออกมาตัดตามยาวบางๆ ยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนข้อ 4.

ภาพที่ 10 แสดงการตัดลำต้นพืชตามขวาง



ภาพที่ 11 แสดงการตัดลำต้นพืชตามยาว

แหล่งที่มา : http://www.xn--m3cdha6bhpklu9aa3dbz1yueg.com/worksheetp-4/

6. สังเกตและบันทึกผล

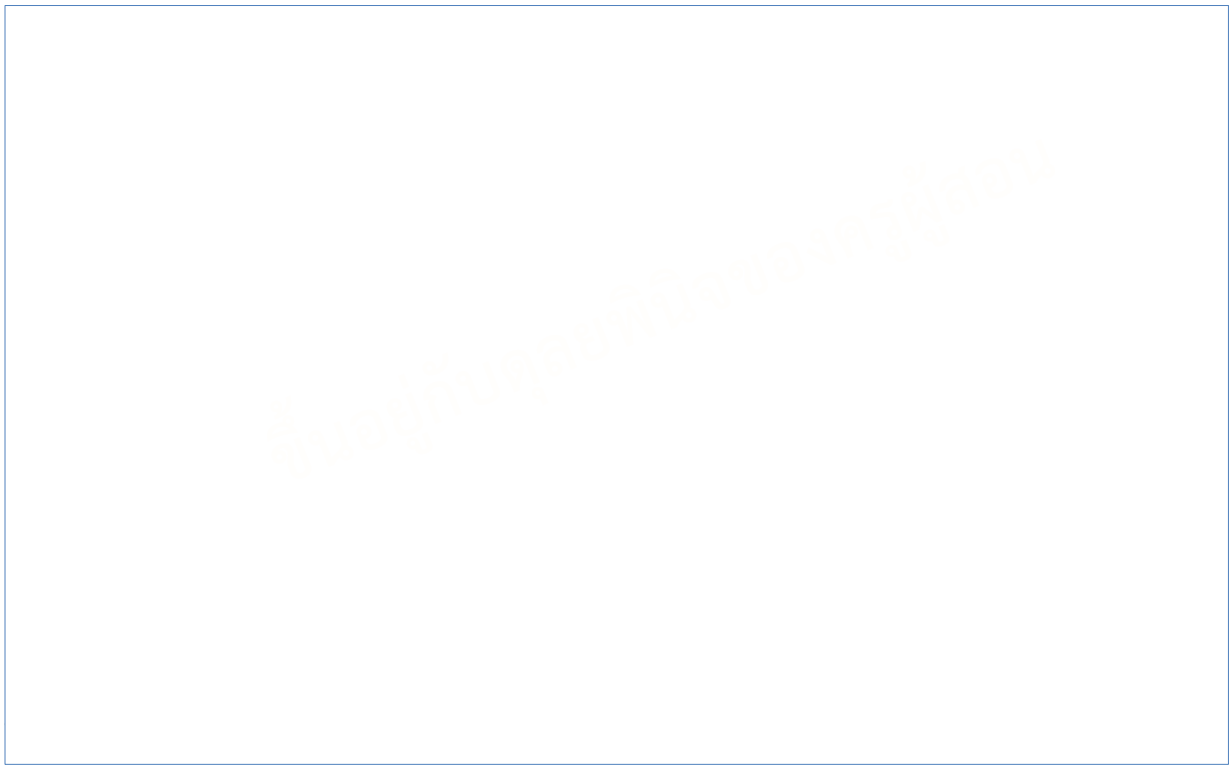
<u>การศึกษาลักษณะของปากใบ</u>

1. นำใบสดของว่านกาบหอยหรือคื่นไช่ มาฉีกตามแนวทแยง ให้เห็นเยื่อด้านใต้ใบเป็นแผ่นบางๆ
2. วางส่วนของใบที่มีเยื่อดังกล่าวลงบนหยดน้ำบนสไลด์ พยายามทำให้เยื่อด้านใต้ใบแผ่เป็นแผ่นบางๆ อย่าให้ทับซ้อนกัน ใช้ใบมีดโกนตัดเฉพาะส่วนที่บางใสแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
3. สังเกตและบันทึกภาพจากกล้องจุลทรรศน์

ใบงานที่ 1.1เรื่อง ลักษณะของราก

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วิธีทำ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ให้แต่ละกลุ่มนำต้นอ่อนที่ได้รับมาสังเกตลักษณะราก รากแขนง และขนราก โดยใช้แว่นขยาย บันทึกผลการสังเกตและวาดภาพลงในใบงาน



1. จากการสังเกต ขนรากจะอยู่ที่ตำแหน่งใดของรากแขนงและรากแก้ว.....(อยู่บริเวณเหนือปลายรากเล็กน้อย).....
2. รากมีหน้าที่.....*ดูดน้ำและแร่ธาตุ*.....
3. ส่วนใดของรากที่พืชใช้ดูดน้ำและแร่ธาตุ โดยวงคำตอบที่นักเรียนคิดว่าถูกต้อง
   รากทั้งหมด ปลายราก รากแขนง รากแก้ว ขนราก

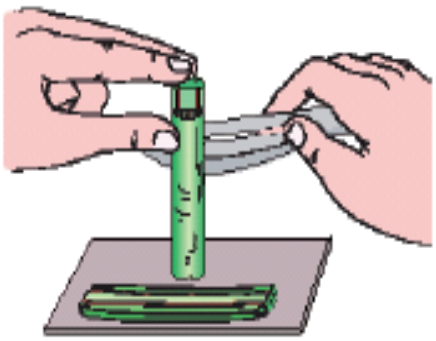
ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ท่อลำเลียงในลำต้น

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วิธีทำ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ให้แต่ละกลุ่มนำต้นพืชที่จุ่มสีแล้วมาทำการทดลองดังนี้

1. นำต้นพืชออกมาล้างน้ำ ใช้ใบมีดโกนตัดลำต้นตามขวางออกเป็นท่อนยาว 3 เซนติเมตร
2. นำส่วนที่ตัดออกมาตัดตามขวางให้บางที่สุด แล้วนำไปวางบนสไลด์ หยดน้ำ 1-2 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ สังเกต วาดรูปแสดงตำแหน่งที่เห็นสีและบันทึกผลที่ได้จากการสังเกต
3. นำส่วนที่ตัดออกมาตัดตามยาวบางๆ ยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนข้อ 2.

ภาพแสดงการตัดลำต้นพืชตามขวาง



ภาพแสดงการตัดลำต้นพืชตามยาว

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. จากการสังเกตลำต้นที่ตัดขวาง จะเห็นสีเป็นจุดๆ จุดสีนี้เกิดจาก .....(พืชดูดน้ำสีขึ้นสู่ลำต้นพืชด้วยการคายน้ำเมื่ออยู่กลางแดด).....

2. ตำแหน่งของสีเมื่อหั่นลำต้นตามยาวอยู่ที่.....(ใต้ผิวของลำต้น-สำหรับพืชใบเลี้ยงคู่ หรือ อยู่กระจายทั่วไป-สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยว).....

2. ภายในลำต้นมีท่อเล็กๆ อยู่ภายใน เห็นเป็นจุดสี ส่วนนี้เรียกว่า.....(ท่อลำเลียง)..... มีหน้าที่.....(นำน้ำและธาตุอาหารขึ้นไปสู่ใบ และนำอาหารจากใบไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆของพืช).....

3. ลำต้นมีหน้าที่.....(ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช).....

4. รากและลำต้น ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกัน คือ ....(รากจะดูดน้ำและแร่ธาตุ แล้วลำต้นจะทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหารที่รากดูดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช).....

ใบงานที่ 1.3 ลักษณะของปากใบ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วิธีทำ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ให้แต่ละกลุ่มนำใบสดของว่านกาบหอยหรือคื่นไช่ มาทดลองดังนี้

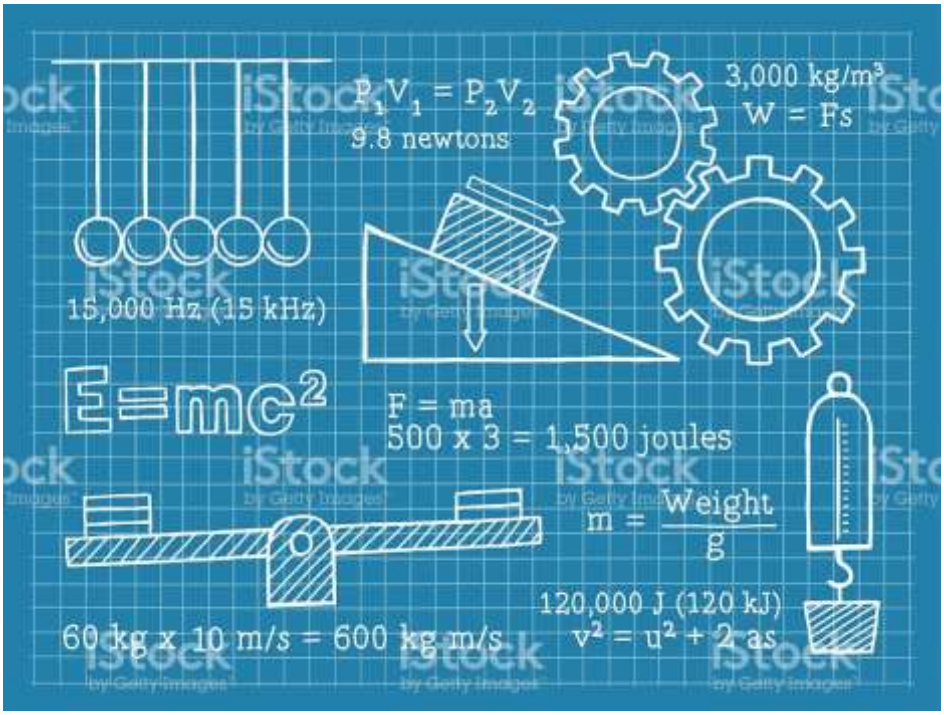
1. ฉีกตามแนวทแยง ให้เห็นเยื่อด้านใต้ใบเป็นแผ่นบางๆ
2. วางส่วนของใบที่มีเยื่อดังกล่าวลงบนหยดน้ำบนสไลด์ พยายามทำให้เยื่อด้านใต้ใบแผ่เป็นแผ่นบางๆ อย่าให้ทับซ้อนกัน ใช้ใบมีดโกนตัดเฉพาะส่วนที่บางใสแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
3. สังเกตและบันทึกภาพจากกล้องจุลทรรศน์

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. เซลล์คุมมีลักษณะ.....(คล้ายเมล็ดถั่ว).....
2. ปากใบประกอบด้วย.....(2 เซลล์คุม และ 1 ช่องเปิด).....
3. นักเรียนคิดว่าส่วนใดของปากใบที่น้ำสามารถระเหยออกมาได้ จงวงคำตอบที่คิดว่าถูกต้อง

เซลล์คุม ช่องเปิด ตรงไหนก็ได้

วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์



ชุดการทดลองเรื่อง แรงดันอากาศ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แรงดันอากาศคือแรงที่อากาศกระทำต่อวัตถุต่างๆเกิดขึ้นจากน้ำหนักของอากาศที่กดทับลงมา เพื่อเปรียบเทียบแรงดันอากาศในที่ต่างๆ เราจึงหาแรงที่อากาศกระทำตั้งฉากต่อ 1 หน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันอากาศ

$$\text{ความดันอากาศ} = \frac{\text{แรงดันอากาศ}}{\text{พื้นที่}}$$

โดยทั่วไปความดันบรรยากาศที่ผิวโลกจะประมาณ 1 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร และเมื่อยิ่งสูงขึ้นปริมาณอากาศที่กดทับก็จะน้อยลงทำให้ความดันน้อยลงด้วย

กิจกรรมที่ 1 เป่าลูกโป่งในขวดพลาสติก

อุปกรณ์

1. ขวดน้ำอัดลมหรือขวดน้ำพลาสติก
2. ลูกโป่ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพิสูจน์ว่าอากาศมีแรงดัน
2. เพื่อทดสอบผลของแรงดันอากาศที่มีต่อวัตถุต่างๆ

วิธีการทดลอง

1. นำขวดพลาสติกมา 2 ใบ ใบที่ 1 ไม่เจาะรู ใบที่ 2 เจาะรู
2. นำลูกโป่ง 1 ลูกใส่ลงไปในขวดแต่ละใบ จากนั้นรัดลูกโป่งไว้ที่ปากขวด
3. เป่าลูกโป่งที่อยู่ในขวดแต่ละใบ

สิ่งที่ได้เรียนรู้

เมื่อนำลูกโป่งรัดปากขวดไว้แล้ว ลูกโป่งจะพองขึ้น ในกรณีของขวดใบที่ 1 อากาศที่อยู่ในขวดไม่รั่วไหลออกจากขวด ดังนั้นจะมีแรงดันของอากาศดันลูกโป่งไว้ จึงทำให้ลูกโป่งไม่พองในขวดเมื่อเราทำการเป่า ส่วนขวดที่ 2 ที่เจาะรูไว้ แล้วทำการเป่า ลูกโป่งจะพองในขวด เนื่องจากอากาศที่เราเป่าเข้าไปในลูกโป่งจะดันอากาศที่อยู่ในขวดออกไปทางรูที่เจาะไว้

กิจกรรมที่ 2 ดึงกระดาษ (แผ่นใส) ออกจากพื้นเรียบ

อุปกรณ์

1. กระดาษแผ่นใหญ่ หรือแผ่นใสขนาดใหญ่
2. เชือกเส้นเล็ก
3. เทปใส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอากาศกับพื้นที่ที่กระทำ

วิธีการทดลอง

1. ตัดกระดาษ หรือแผ่นใสให้มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด เล็ก กลาง ใหญ่
2. ใช้เทปติดเชือกไว้ตรงกลางของกระดาษ หรือแผ่นใส แต่ละแผ่น
3. วางกระดาษ หรือแผ่นใสบนพื้นราบเรียบ โดยพยายามไม่ให้มีอากาศ (ช่องว่าง) อยู่ระหว่างกระดาษหรือแผ่นใสกับพื้น
4. กระตุกเชือกที่ติดไว้บนกระดาษ หรือแผ่นใสทีละเส้น สังเกตแรงที่ใช้และแรงต้านจากกระดาษหรือแผ่นใส

สิ่งที่ได้เรียนรู้

บนพื้นผิวโลกจะมีความดันอากาศเฉลี่ยที่เท่ากันโดยประมาณ และมีค่าประมาณ 760 มิลลิเมตรปรอท หรือ 1 atm แต่เพื่อความเข้าใจง่ายๆ ความดันอากาศที่พื้นผิวโลกจะมีค่าประมาณ 1 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร จากสมการของความดันอากาศ

$$\text{ความดันอากาศ} = \frac{\text{แรงดันอากาศ}}{\text{พื้นที่}}$$

ดังนั้นแรงดันอากาศที่กระทำต่อวัตถุใดๆจะเท่ากับความดันอากาศคูณกับพื้นที่ของวัตถุนั้น ถ้าวัตถุมีพื้นที่เล็กก็จะมีแรงดันอากาศน้อย และวัตถุที่มีพื้นที่มากก็จะมีแรงดันอากาศมาก

ชุดการทดลองเรื่อง แรงดันของเหลว

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แรงดันของเหลวคือแรงที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักของของเหลวที่กดทับลงมาบนวัตถุ และแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อ 1 หน่วยพื้นที่ เรียกว่า ความดันของเหลว

$$\text{ความดันของของเหลว} = \frac{\text{แรงดันของเหลว}}{\text{พื้นที่}}$$

โดยที่ความดันของของเหลวจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของเหลวและความลึกของของเหลวแต่ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาตรของของเหลวดังสมการข้างล่างนี้

$$P = \rho gh$$

โดยที่ P = ความดันของของเหลว ρ = ความหนาแน่นของของเหลว g = ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก ค่าประมาณ 10 m/s^2 และ h = ลึกของของเหลว

กิจกรรมที่ 1 แรงดันน้ำกับระดับความลึก

อุปกรณ์

1. ขวดพลาสติกหรือภาชนะพลาสติกสำหรับใส่น้ำที่มีขนาดที่แตกต่างกัน
2. ตะปูหรือเหล็กแหลมขนาดเล็ก
3. ไม้บรรทัดหรือสายวัด
4. เทปใส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบว่าความดันของน้ำขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ
2. เพื่อทดสอบว่าความดันของน้ำไม่ขึ้นอยู่กับปริมาตรหรือรูปทรงของภาชนะที่ใส่น้ำ

วิธีการทดลอง

การเตรียมอุปกรณ์

1. นำขวดพลาสติกมาเจาะเป็นรูขนาดเล็ก 3 รูในระดับความสูงที่ต่างกัน โดยแต่ละระดับต่างกันประมาณ 5 ซม. และทำเครื่องหมายที่ตำแหน่งของแต่ละรู
2. นำขวดพลาสติกใบที่ 2 ที่มีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างจากขวดใบที่ 1 มาเจาะรู 3 รูโดยให้ระดับของแต่ละรูเท่ากับขวดใบที่ 1 และทำเครื่องหมายที่ตำแหน่งของแต่ละรู
3. ใช้เทปใสปิดรูทุกรูที่ขวดทั้ง 2 ใบ

การทดลอง

1. เติมน้ำในขวดใบที่ 1 และเปิดเทปใสที่ปิดรูทั้ง 3 ออก สังเกตความแรงของน้ำที่พุ่งออกมาจากรู
2. เติมน้ำในขวดใบที่ 1 และ 2 ในระดับที่เท่ากัน เปิดเทปใสที่ปิดรูทั้ง 3 ออก สังเกตความแรงของน้ำที่พุ่งออกมาจากรูของทั้ง 2 ขวด

สิ่งที่ได้เรียนรู้

ของเหลวไมวาจะอยู่ในภาชนะรูปรางใดก็ตาม หรือมีปริมาตรที่ไม่เท่ากัน แต่ถาที่ระดับความลึกเดียวกัน ความดันของของเหลวจะเทากัน ที่ระดับความลึกเดียวกันน้ำจะมีความดันเทากัน และของเหลวที่มีระดับความลึกตางกัน ของเหลวที่อยูระดับลึกกวา จะมีความดันมากกวาดังสมการ $P = \rho gh$

กิจกรรมที่ 2 แรงดันน้ำกับความหนาแน่นของน้ำ

อุปกรณ์

1. ขวดพลาสติกที่มีขนาดเท่ากัน 2 ใบ
2. ตะปูหรือเหล็กแหลมขนาดเล็ก
3. ไม้บรรทัดหรือสายวัด
4. เทปใส
5. เกลือป่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบว่าความดันของน้ำขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของน้ำ

วิธีการทดลอง

การเตรียมอุปกรณ์

1. นำขวดพลาสติกทั้ง 2 ใบมาเจาะเป็นรูขนาดเล็ก 1 รูในระดับความสูงที่เท่ากัน และทำเครื่องหมายที่ตำแหน่งของแต่ละรู
2. ใช้เทปใสปิดรูที่ขวดทั้ง 2 ใบ
3. เตรียมน้ำเกลือโดยผสมเกลือลงไปในน้ำ

การทดลอง

1. เติมน้ำในขวดใบที่ 1 และเติมน้ำเกลือลงในขวดใบที่ 2 ในระดับที่เท่ากัน
2. เปิดเทปใสที่ปิดรูของขวดทั้ง 2 ออก สังเกตความแรงของน้ำที่พุ่งออกมาจากรู

สิ่งที่ได้เรียนรู้

ของเหลวตางชนิดกันจะมีความดันตางกัน โดยของเหลวที่มีความหนาแนนมาก จะมีความดันสูงกวาของเหลวที่มีความหนาแนนนอย ดังสมการ $P = \rho gh$ *ดังนั้นน้ำที่พุ่งออกจากรูของขวดน้ำเกลือซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจึงมีแรงมากกว่าน้ำที่พุ่งออกจากขวดน้ำธรรมดา*

ชุดการทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แรงเสียดทาน (friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งพยายามเคลื่อนที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ เนื่องจากมีแรงมากระทำ มีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ
2. มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่หรือตรงข้ามทิศทางของแรงที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส ถ้าแรงกดตัวฉากกับผิวสัมผัสมากจะเกิดแรงเสียดทานมาก ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยจะเกิดแรงเสียดทานน้อย
2. ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสหยาบ ขรุขระจะเกิดแรงเสียดทานมาก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบผลของน้ำหนักที่กดลงบนพื้นที่มีต่อแรงเสียดทาน
2. เพื่อทดสอบผลของสภาพพื้นผิวสัมผัสที่มีต่อแรงเสียดทาน
3. เพื่อหาวิธีในการลดแรงเสียดทาน

อุปกรณ์

1. ถุงทราย (น้ำหนักมาตรฐาน) ที่แต่ละถุงหนักเท่ากัน 4-5 ถุง
2. เครื่องชั่งสปริง
3. ฐานที่มีพื้นผิวต่างกันสำหรับวางถุงทรายที่มีหูไว้ให้เครื่องชั่งสปริงคล้อง 3 ชนิด
4. ไม้ตะเกียบ ลูกปัด หรือลูกแก้วลูกเล็ก

วิธีการทดลอง

ทดสอบผลของน้ำหนักที่มีต่อแรงเสียดทาน

1. วางฐานไว้บนโต๊ะพร้อมกับคล้องเครื่องชั่งสปริงไว้กับฐาน

2. วางถุงทราย 1 ถุงบนฐานแล้วค่อยๆลากเครื่องชั่งปริงในแนวราบช้าๆ สังเกตค่าของแรงที่ปรากฏบนเครื่องชั่ง
3. ทำการทดลองข้อที่ 2 ซ้ำโดยเพิ่มจำนวนถุงทรายทีละถุง

สิ่งที่ได้เรียนรู้

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนถุงทรายเพิ่มขึ้นแรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริงก็เพิ่มขึ้นด้วยเนื่องด้วยแรงเสียดทานเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแรงเสียดทานขึ้นอยู่น้ำหนักที่กดลงบนพื้น ถ้าพื้นที่สัมผัสเท่ากันของที่หนักกว่าจะมีแรงเสียดทานที่มากกว่า

ทดสอบผลของลักษณะของพื้นผิวที่มีต่อแรงเสียดทาน

1. วางฐานไว้บนโต๊ะพร้อมกับคล้องเครื่องชั่งสปริงไว้กับฐาน
2. วางถุงทราย 1 ถุงบนฐานแล้วค่อยๆลากเครื่องชั่งปริงในแนวราบช้าๆ สังเกตค่าของแรงที่ปรากฏบนเครื่องชั่ง
3. ทำการทดลองข้อที่ 2 ซ้ำโดยเปลี่ยนชนิดของพื้นผิวของฐาน

สิ่งที่ได้เรียนรู้

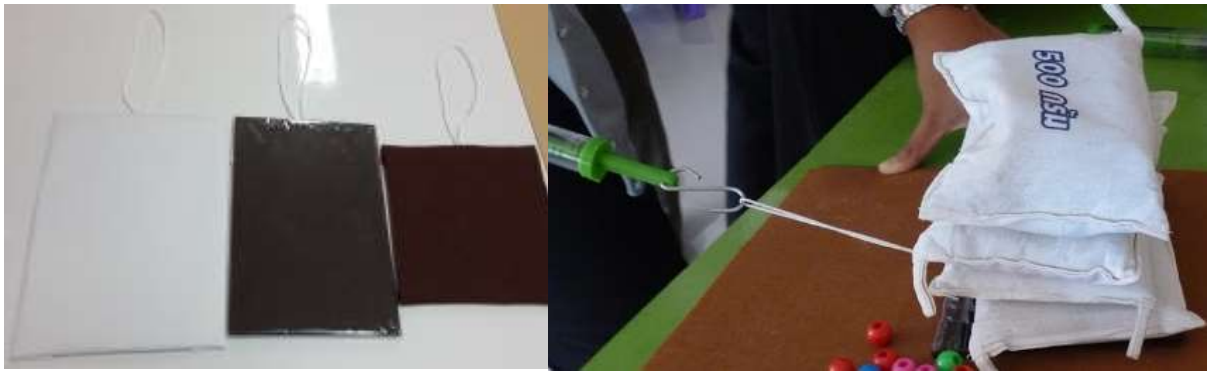
เมื่อใช้พื้นผิวที่ขรุขระ เช่น พื้นผิวผ้าสักหลาด หรือกระดาษทราย แรงดึงบนเครื่องชั่งสปริงจะมีค่ามากกว่าพื้นผิวที่เรียบ เช่น ถุงพลาสติก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าลักษณะของพื้นผิวจะมีผลต่อแรงเสียดทานโดยพื้นผิวที่ขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าพื้นผิวที่เรียบ

ทดสอบการลดแรงเสียดทาน

1. วางฐานไว้บนโต๊ะพร้อมกับคล้องเครื่องชั่งสปริงไว้กับฐาน
2. วางถุงทราย 1 ถุงบนฐานแล้วค่อยๆลากเครื่องชั่งปริงในแนวราบช้าๆ สังเกตค่าของแรงที่ปรากฏบนเครื่องชั่ง
3. ทำการทดลองข้อที่ 2 ซ้ำโดยนำตะเกียบหลายๆข้างมาวางเรียงไว้ด้านใต้ฐาน
4. ทำการทดลองข้อที่ 2 ซ้ำโดยนำลูกปัดหรือลูกแก้วหลายๆลูกมาวางไว้ด้านใต้ฐาน

สิ่งที่ได้เรียนรู้

เมื่อนำตะเกียบหรือลูกปัดมาเรียงกันไว้ที่ใต้พื้นผิวจะทำให้แรงที่ใช้ดึงเครื่องชั่งสปริงลดลงเนื่องจากแรงเสียดทานลดลง เหตุผลเพราะแรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดจากการสัมผัสกันระหว่าง 2 พื้นผิว การนำตะเกียบหรือลูกปัดมาวางระหว่าง 2 พื้นผิวทำให้การสัมผัสกันของ 2 พื้นผิวลดลง ดังนั้นแรงเสียดทานจึงลดลงด้วย



ชุดการทดลองเรื่อง คุณสมบัติของแสง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แสงจะมีคุณสมบัติที่สำคัญ 4 ข้อ ได้แก่

1. เดินทางเป็นเส้นตรง (Rectilinear propagation)
2. การหักเห (Refraction)
3. การสะท้อน (Reflection)
4. การกระจาย (Dispersion)

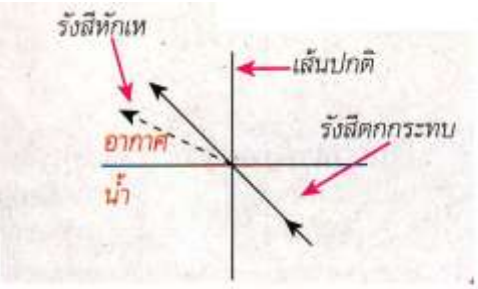
การเดินทางเป็นเส้นตรง

การเดินทางของแสงในตัวกลางที่มีค่าดัชนีการหักเห (refractive index ; n) ของแสงเท่ากันหรือตัวกลางชนิดเดียวกัน แสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง เช่น แสงเดินทางเป็นเส้นตรงในอากาศ

การหักเห

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง แสงบางส่วนสะท้อนกลับไปในตัวกลางเดิม ส่วนแสงที่เหลือจะหักเหเข้าไปในตัวกลางใหม่ โดยถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีการหักเหมากกว่า (หนาแน่นมากกว่า) ไปยังตัวกลางที่น้อยกว่าแสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ และถ้าจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีการหักเหน้อยกว่าไปมากกว่าจะหักเหออกจากเส้นปกติ ดังรูป

แสงจากตัวกลาง n น้อยไปตัวกลาง n มาก



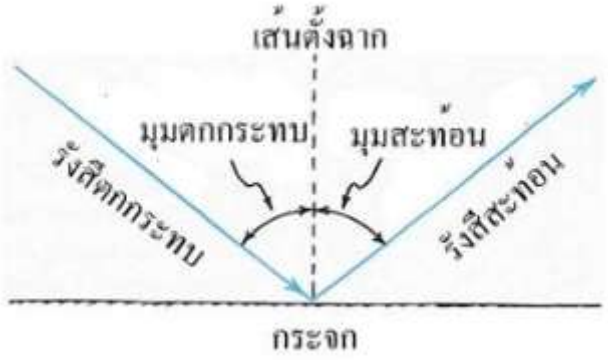
แสงจากตัวกลาง n มากไปตัวกลาง n น้อย

การสะท้อน

เมื่อแสงเดินทางไปเจอขอบเขตระหว่างตัวกลางสองตัวกลาง แสงบางส่วนสะท้อนกลับ และบางส่วนก็จะเคลื่อนที่ต่อไปในตัวกลางถัดไป โดยกฎการสะท้อนของแสงดังนี้

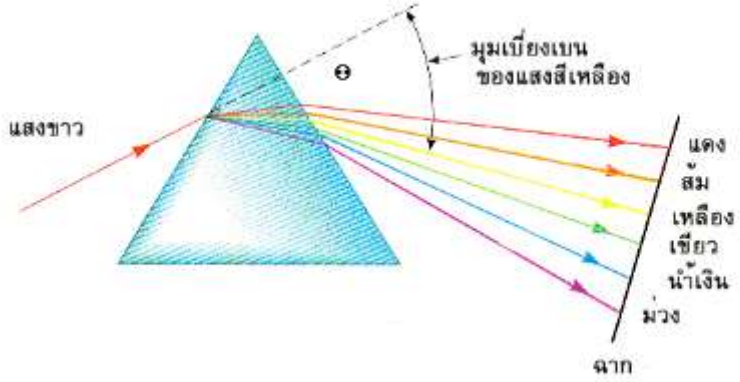
1. เส้นปกติ รังสีตกกระทบ และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

เส้นปกติคือเส้นที่ลากขึ้นมาตั้งฉากกับผิวการสะท้อนนั่นเอง ส่วนมุมตกกระทบกับมุมสะท้อนนั้น เวลาวัดมุมให้วัดเทียบกับเส้นปกติเท่านั้น



การกระจาย

แสงที่เราเห็นในธรรมชาติทุกๆวันเป็นแสงอาทิตย์และแสงจากหลอดไฟ เป็นแสงขาว (white light) โดยแสงขาวที่ประกอบด้วยแสงสีต่างๆได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง เมื่อผ่านแสงเข้าไปในตัวกลาง ที่ยอมให้แสงผ่านได้ เช่น แก้ว หรือน้ำ จะเกิดการหักเหของแสงขึ้น ทั้งนี้ สารชนิดเดียวกันจะมีดรรชนีหักเหของแสงขึ้นอยู่ กับแสงสีต่างๆไม่เท่ากันดังนั้นเมื่อแสงผ่านเข้าไปในอุปกรณ์เช่น ปริซึม(Prism) ซึ่งก็จะเห็นแสงกระจายออกเป็นสีต่างๆ และเรียก แสงที่การกระจายออกมาจากแสงขาวว่าสเปกตรัมของแสงขาว

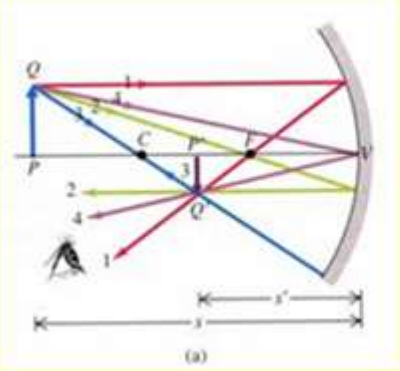


จากรูปเมื่อฉากแสงขาวผ่านปริซึมและทำให้แสงขาวนั้นกระจายออกเป็นสีต่างมุมในรูปเรียกว่ามุมเบี่ยงเบน สังเกตได้ว่ามุมของแสงสีแดงจะมีค่าน้อยที่สุด และมุมเบี่ยงเบนของสีม่วงมีค่ามากที่สุด

เลนส์และกระจก

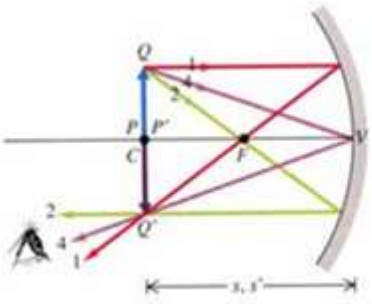
1. **กระจกเว้า**

1.



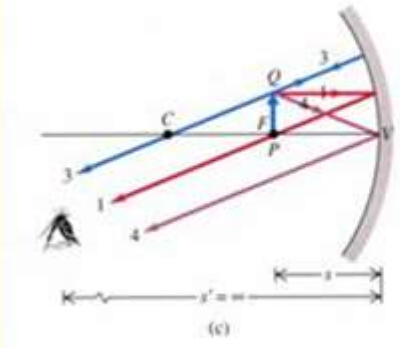
วัตถุอยู่นอกจุด C จะได้ภาพจริงหัวกลับขนาด เล็กกว่าวัตถุ โดย วัตถุอยู่ระหว่างจุด C กับ F

2.



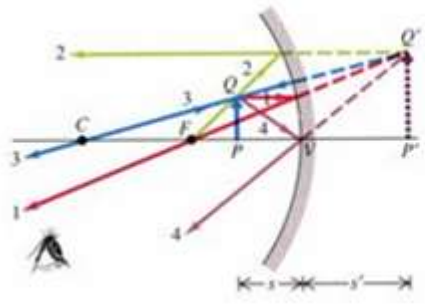
วัตถุอยู่ที่จุด C จะได้ภาพจริงหัวกลับขนาดเท่า กับวัตถุ และอยู่ที่ ตำแหน่งเดียวกันกับวัตถุ

3.



วัตถุอยู่ที่จุด F จะได้ภาพจริงหัวกลับหรือ ภาพเสมือนหัวตั้ง อยู่ที่ระยะอนันต์

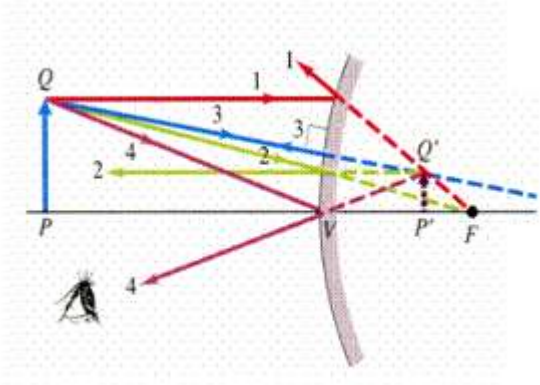
4.



วัตถุอยู่ระหว่างจุด F กับกระจก จะได้ภาพ เสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่ กว่าวัตถุ โดยได้ภาพ อยู่หลังกระจก

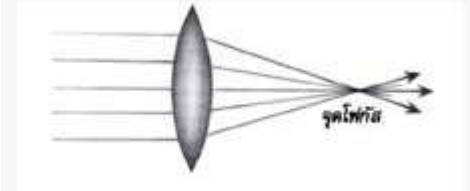
หมายเหตุ จุด C คือ จุดศูนย์กลางของกระจก และจุด F คือ จุดโฟกัสของกระจก

2. กระจกนูน

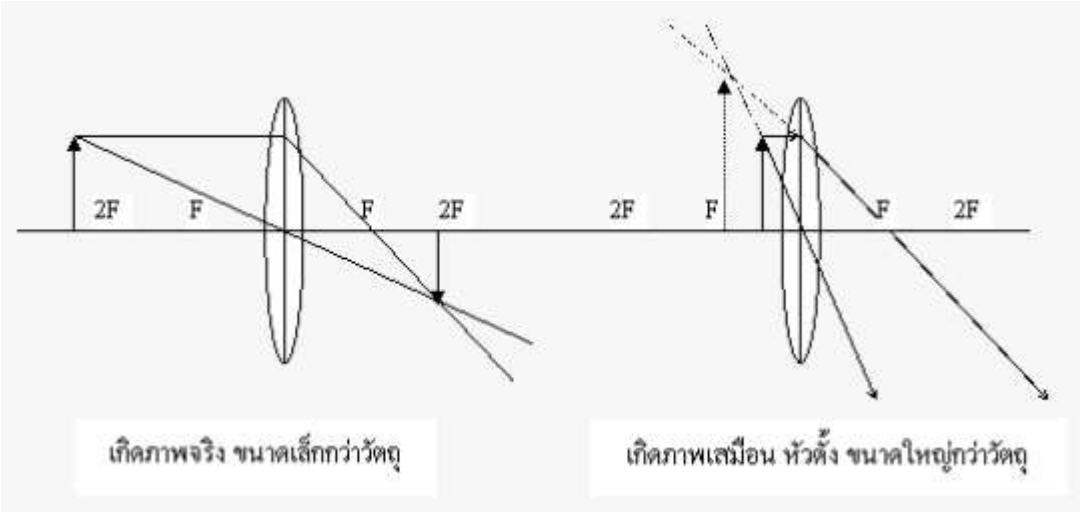


ภาพที่ได้จากกระจกนูนจะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

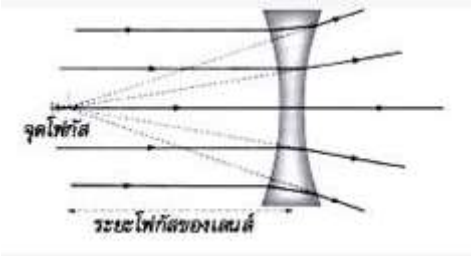
3. เลนส์นูน ทำหน้าที่รวมแสง หรือลู่แสงให้เข้ามารวมกันที่จุดจุดหนึ่งเรียกว่า จุดรวมแสง หรือ จุดโฟกัส



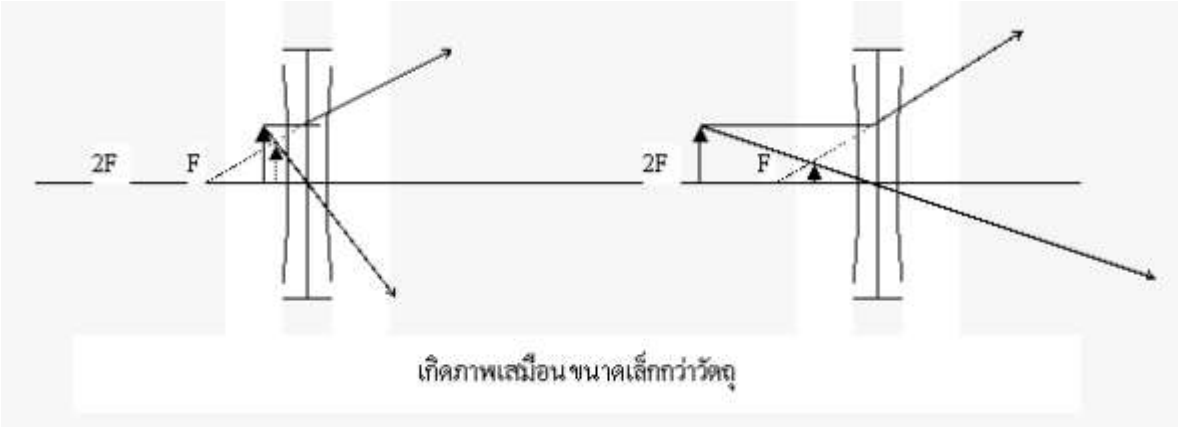
ภาพที่เกิดจากเลนส์นูนมีทั้งภาพจริงและภาพเสมือน



4. **เลนส์เว้า** ทำหน้าที่กระจายแสง หรือ ถ่างแสงออก เสมือนกับแสงมาจากจุดโฟกัสเสมือนของเลนส์เว้า



เลนส์เว้าให้ภาพเสมือนเพียงอย่างเดียว ไม่ว่าระยะวัตถุจะมากหรือน้อยกว่าความยาวโฟกัส และขนาดภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น



กิจกรรมที่ 1 การสะท้อนและการหักเหของแสง

อุปกรณ์

1. เลเซอร์พอยเตอร์
2. ตู้ปลาขนาดเล็กหรือตู้กระจกขนาดเล็ก (หรืออุปกรณ์ที่คล้ายๆกัน)
3. ธูป
4. ชุดกระจกนูน กระจกเว้า แก้วปริซึมรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม เลนส์เว้าและเลนส์นูน
5. แป้งทาตัว

วัตถุประสงค์

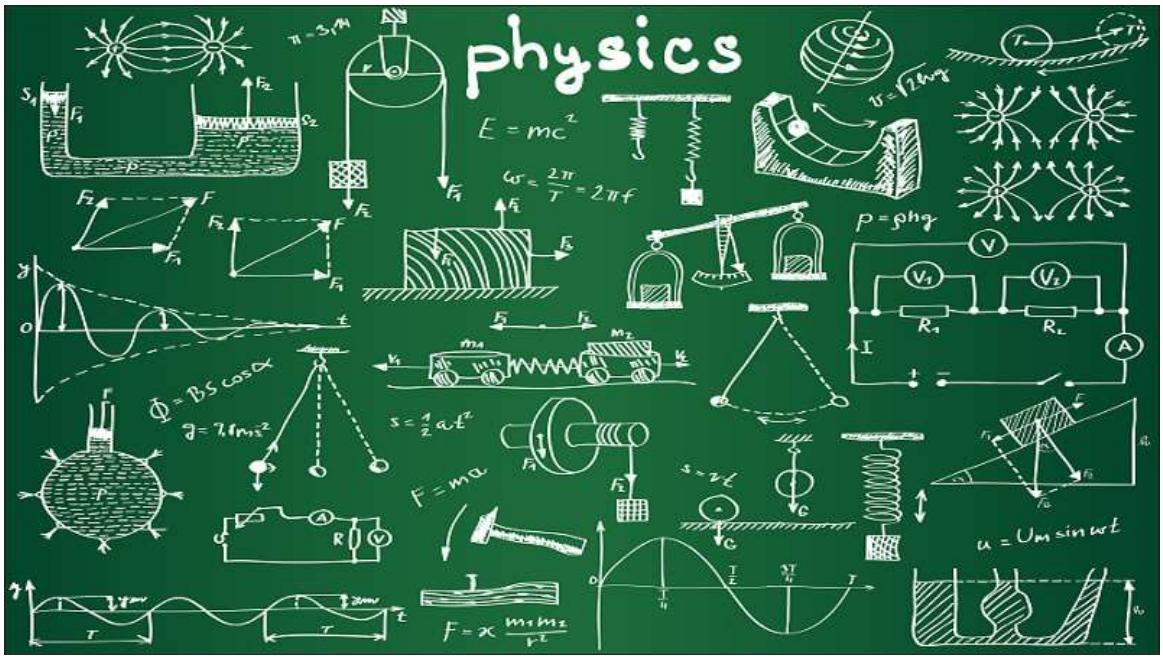
1. เพื่อทดสอบการเดินทางของแสงว่าเป็นเส้นตรง
2. เพื่อทดสอบการสะท้อนและหักเหของแสง

วิธีการทดลอง

ทดลองยิงเลเซอร์ผ่านปริซึม กระจกเว้า กระจกนูน เลนส์เว้าและเลนส์นูนในมุมที่แตกต่างกันและสังเกตผลของการสะท้อนและหักเหของแสง เพื่อช่วยในการมองเห็นลำของแสงเลเซอร์ให้จุดธูปใส่ตู้ปลาโดยปิดฝาเอาไว้ เมื่อมีควันธูปอยู่ในตู้ปลาพอสมควรให้ทดสอบด้วยการยิงเลเซอร์ผ่านตู้ปลา เราจะมองเห็นลำของแสงเลเซอร์ และถ้าต้องการทดลองการหักเหของแสงระหว่างตัวกลางน้ำและอากาศให้เติมน้ำในตู้ปลาและผสม

แป้งทาตัวลงเล็กน้อยเพื่อให้เห็นลำของแสงเลเซอร์ (อาจจะต้องคนน้ำเพื่อให้น้ำดูขุ่นเล็กน้อย)และด้านบนอากาศก็จุดธูปใส่พร้อมปิดฝาเพื่อให้มีควันอยู่ในตู้ปลา ทดลองยิงเลเซอร์จากอากาศลงไปในน้ำหรือยิงจากน้ำขึ้นไปอากาศ สังเกตลำของแสงเลเซอร์

วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ไฟฟ้า



การใช้เครื่องมือวัดพื้นฐาน

ทุกครั้งที่มีการวัดปริมาณทางวิทยาศาสตร์ ผู้วัดจะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับ หน่วย (Unit) และคำนำหน้าหน่วย (Prefixs) โดยหน่วยที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในทางวิทยาศาสตร์ คือ ระบบหน่วยพื้นฐานเอสไอ (SI units) ซึ่งย่อมาจากคำว่า “The International System of Units” ซึ่งในหน่วยวัด ระบบเอสไอจะประกอบด้วย

1. หน่วยพื้นฐานในระบบเอสไอ (SI Base Units) เป็นหน่วยการวัดพื้นฐานของหน่วยวัดอื่นๆ ทั้งหมด ซึ่งสามารถสอบกลับได้ (Traceability) โดยหน่วยพื้นฐานเอสไอมีทั้งหมด 7 หน่วย แสดงในตารางที่ 1
2. หน่วยอนุพันธ์เอสไอ (SI Derived Units) เป็นหน่วยที่เกิดจากการพิสูจน์ทางพีชคณิตระหว่างหน่วยพื้นฐาน หรือระหว่างหน่วยอนุพันธ์ โดยตัวอย่างของหน่วยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 2
3. คำนำหน้าหน่วย (SI Prefixes) คือ สัญลักษณ์ที่ถูกนำมาวางไว้หน้าหน่วยเพื่อเพิ่มหรือลดขนาด ของหน่วย ทำให้การแสดงปริมาณมีความเหมาะสมมากขึ้น โดยตัวอย่างของคำนำหน้าหน่วยแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 หน่วยพื้นฐานในระบบเอสไอ

ปริมาณ (Quantity)	หน่วยพื้นฐาน (Base Unit)	สัญลักษณ์ (Symbol)
ความยาว (length)	เมตร (metre)	m
มวล (mass)	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา (time)	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า (electric current)	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิ (Thermodynamic temperature)	เคลวิน (kelvin)	K
ปริมาณสาร (amount of substance)	โมล (mole)	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง (luminous intensity)	แคนเดลา (candela)	cd

ตารางที่ 2 หน่วยอนุพันธ์เอสไอ (SI Derived Units)

ปริมาณอนุพันธ์ (Derived quantity)	หน่วยอนุพันธ์ (Derived unit)	สัญลักษณ์ (Symbol)
พื้นที่ (area)	ตารางเมตร (square metre)	m^2
ปริมาตร (Volume)	ลูกบาศก์เมตร (cubic metre)	m^3
อัตราเร็ว, ความเร็ว (speed, velocity)	เมตรต่อวินาที (metre per second)	m/s

ความเร่ง (acceleration)	เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (metre per second squared)	m/s^2
แรง (force)	กิโลกรัม-เมตรต่อวินาทีกำลังสอง, นิวตัน (kilogram-metre per second squared, Newton)	kg m/s^2, N
ความหนาแน่นกระแส (current density)	แอมแปร์ต่อตารางเมตร (ampere per metre squared)	A/m^2
ความเข้มสนามไฟฟ้า (electric field strength)	โวลต์ต่อเมตร (volt per metre)	V/m^1
ความซึมผ่านได้ของแม่เหล็ก (permeability)	เฮนรีต่อเมตร (henry per metre)	H/m^1
กำลัง (power)	นิวตัน-เมตร, วัตต์ (Newton-metre, Watt)	N m, W
ความเข้มข้นเชิงปริมาณสาร (amount-of-substance concentration)	โมลต่อลูกบาศก์เมตร (mole per cubic metre)	mol/m^3

ตารางที่ 3 คำนำหน้าหน่วยในระบบเอสไอ (SI Prefixes)

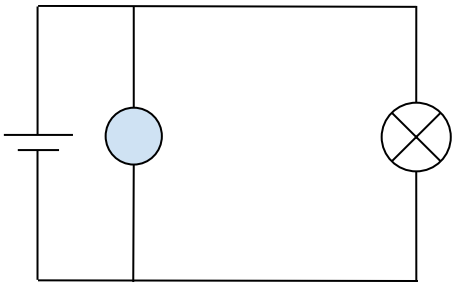
ตัวประกอบ (Factor)	**ชื่อคำนำหน้าหน่วย (Prefix Name)**	**สัญลักษณ์ (Symbol)**	**ตัวประกอบ (Factor)**	**ชื่อคำนำหน้าหน่วย (Prefix Name)**	**สัญลักษณ์ (Symbol)**
10^1	เดคะ (deka)	da	10^{-1}	เดซิ (deci)	d
10^2	เฮกโต (hecto)	h	10^{-2}	เซนติ (centi)	c
10^3	กิโล (kilo)	k	10^{-3}	มิลลิ (milli)	m
10^6	เมกะ (mega)	M	10^{-6}	ไมโคร (micro)	μ
10^9	กิกะ (giga)	G	10^{-9}	นาโน (nano)	n
10^{12}	เทระ (tera)	T	10^{-12}	พิโก (pico)	P
10^{15}	เพตะ (peta)	P	10^{-15}	เฟมโต (femto)	f
10^{18}	เอกซะ (exa)	E	10^{-18}	อัตโต (atto)	a
10^{21}	เซตตะ (zetta)	Z	10^{-21}	เซปโต (zepto)	z
10^{24}	ยอตตะ (yotta)	Y	10^{-24}	ยอกโต (yocto)	y

ตัวอย่างของการบอกปริมาณต่างๆ ที่พบได้ในชีวิตประจำวันโดยใช้หน่วยเอสไอ เช่น ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนเป็น 3 กิโลเมตร (km) น้ำหนักของปลาที่ซื้อจากตลาดเป็น 1.2 กิโลกรัม (kg) ปริมาณนมในกล่องเป็น 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm^3 หรือ cc) ถ่านไฟฉาย 1 ก้อนมีแรงดันไฟฟ้า 1.5 โวลต์ (V) เป็นต้น

เครื่องมือวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า

โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดศักย์ไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า) ระหว่างจุดที่สนใจเทียบกับจุดอ้างอิงในวงจร หากเป็นการวัดในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือจะเป็นค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root mean square, RMS) ของแรงดันไฟฟ้า โดยมีหน่วยของแรงดันไฟฟ้า คือ โวลต์ (Volt, V) ตัวอย่างของโวลต์มิเตอร์ กระแสตรง แสดงดังรูปที่ 1

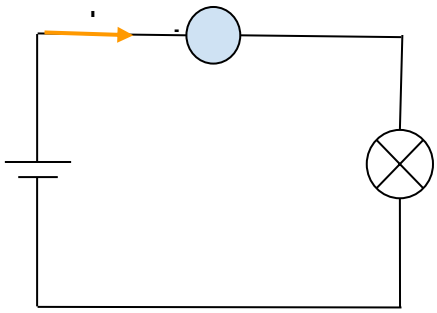


รูปที่ 1 โวลต์มิเตอร์และการต่อโวลต์มิเตอร์ในวงจร

วิธีการใช้งาน: ต่อเครื่องวัดขนานกับจุดในวงจรที่ต้องการทราบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เทียบกับจุดอ้างอิงในวงจร การวัดความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หากเข็มของโวลต์มิเตอร์ตีกลับด้าน จะต้องสลับสายต่อโวลต์มิเตอร์ให้ถูกขั้ว จึงจะอ่านค่าได้ถูกต้อง

แอมมิเตอร์ (Ammeter)

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลในส่วนของวงจรไฟฟ้า หากเป็นการวัดในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ค่าที่อ่านได้ จากเครื่องมือ จะเป็นค่าเฉลี่ยกำลังสองของกระแสไฟฟ้า (I_{rms}) ที่ไหลผ่านตัวเครื่องวัด โดยมีหน่วยของ กระแสไฟฟ้า คือ แอมแปร์ (Ampere, A) ตัวอย่างของแอมมิเตอร์ กระแสตรง แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แอมมิเตอร์และการต่อแอมมิเตอร์ในวงจร

วิธีการใช้งาน: ต่อเครื่องวัดอนุกรมกับส่วนของวงจรที่ต้องการทราบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในวงจรส่วนนั้น การวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หากเข็มของแอมมิเตอร์ตีกลับด้าน จะต้องสลับสายต่อให้ถูกขั้ว จึงจะอ่านค่าได้ถูกต้อง

มัลติมิเตอร์ (Multimeter)

เป็นเครื่องมือที่รวมเครื่องวัดทางไฟฟ้าหลายชนิดเข้าด้วยกัน โดยในมัลติมิเตอร์ 1 เครื่องอาจประกอบไปด้วย โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) และแอมมิเตอร์ (Ammeter) สำหรับวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้ทั้งในวงจรไฟฟ้า กระแสตรง (DC) และวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และโอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) สำหรับวัดค่าความต้านทาน เป็นต้น

วิธีการใช้งาน:

1. ตรวจสอบเข็มชี้ค่าบนหน้าปัดให้ชี้ที่ 0 ซึ่งสามารถปรับตั้งเข็มได้โดยใช้ไขควงปรับบนหน้าปัด
2. ปรับสวิตช์เลือกการวัดเพื่อเลือกระบบการวัดที่ต้องการ เช่น วัดศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) หรือวัดศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (DC) หรือต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า หรือต้องการ วัดค่าความต้านทาน เป็นต้น จากนั้นเลือกย่านการวัดให้เหมาะสม หากไม่ทราบค่าที่ต้องการวัด ให้เลือกย่านการวัดที่ลำดับสูงก่อน หลังจากวัดและ ทราบค่าโดยประมาณแล้วจึงเลือกย่านการวัดที่ เหมาะสมภายหลัง
3. ก่อนการวัดค่าความต้านทาน จะต้องตั้งค่าความต้านทานเป็นศูนย์ โดยการนำปลายสายวัดทั้งสองเส้นมาแตะกัน แล้วหมุนตัวปรับศูนย์โอห์ม (0 Ohm ADJ) จนเข็มชี้ค่าไปที่ 0 โอห์ม

รูปที่ 3 มัลติมิเตอร์

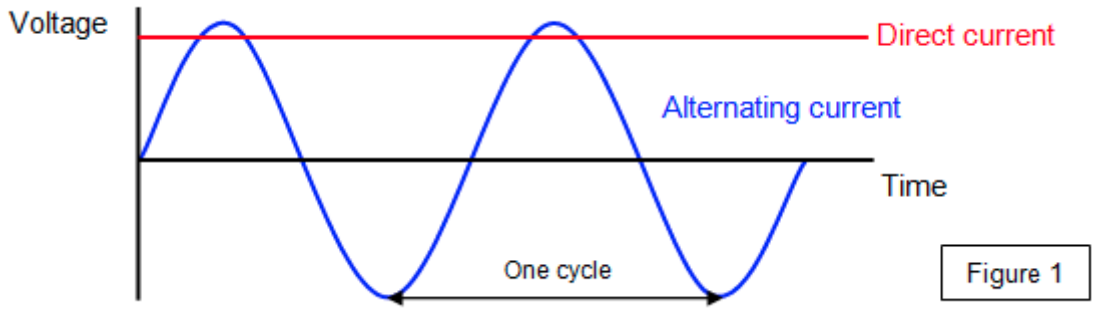
ความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า

ไฟฟ้ากระแส (electric current)

ไฟฟ้ากระแส เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ โดยทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า (I) จะไหลในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของพาหะที่มีประจุลบ หรือไหลในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของพาหะที่มีประจุบวก ซึ่งในวงจรไฟฟ้าโดยทั่วไป การไหลของกระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่เป็นประจุลบ ทิศของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจึงมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตอนที่เคลื่อนที่ในวงจร ไฟฟ้ากระแสแบ่งออกได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (direct-current, dc) และไฟฟ้ากระแสสลับ (alternating current, ac)

ไฟฟ้ากระแสตรง (dc) จะมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่แน่นอนและไม่เปลี่ยนตามเวลา รูปแบบของกระแสไฟฟ้าชนิดนี้ มีการใช้งานในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้แก่ โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ รถยนต์ ตัวอย่าง ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรรี เซลแสงอาทิตย์ เป็นต้น

ไฟฟ้ากระแสสลับ (ac) จะมีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้ากลับไป-มา ทำให้ขั้วไฟฟ้ามีการ กลับไป-มาระหว่างบวกและลบตลอดเวลา แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจะทำงานโดยมีพื้นฐานมาจากหลักการเหนี่ยวนำของไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) ซึ่งกล่าวว่า หากมีการเปลี่ยนแปลงของ สนามแม่เหล็ก (magnetic flux) ที่ตัดผ่านขดลวดตัวนำ (coil) จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (electromotive force) ขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจะต้องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก ตัดผ่านขดลวดตัวนำตลอดเวลา ข้อดีของไฟฟ้ากระแสสลับ คือ สามารถส่งผ่านสาย ตัวนำจากแหล่งกำเนิด ไปสู่ที่หมายที่ไกลออกไป โดยสูญเสียพลังงานในสายตัวนำน้อย นอกจากนี้ยังสามารถแปลงความต่างศักย์ ได้ง่ายโดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้า จึงถูกใช้งานตามบ้านเรือนและเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าตามเวลาของไฟฟ้ากระแสตรง (dc) และไฟฟ้ากระแสสลับ (ac) [3]

ตัวนำและฉนวน (electrical conductor and electrical insulator)

ตัวนำไฟฟ้า คือ วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในหนึ่งหรือหลายทิศทาง ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวัสดุนั้น อาจเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (electron) ที่เป็นประจุลบ หรือการเคลื่อนที่ของโฮล

(hole) ที่มีประจุบวก หรือเกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออน (ion) ที่มีประจุทั้งบวกและลบ เป็นต้น วัสดุที่เป็นโลหะโดยส่วนใหญ่ เช่น เงิน ทอง ทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก ตะกั่ว ปรอท จะมีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้า

ฉนวนไฟฟ้า คือ วัสดุที่มีประจุไฟฟ้าอิสระในตัวน้อยมาก จึงเกิดการนำกระแสไฟฟ้าภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้า ได้น้อยมากหรือเกือบจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเลย อย่างไรก็ตามไม่มีวัสดุชนิดไหนที่เป็นฉนวนไฟฟ้าสมบูรณ์แบบ หากเกิดความต่างศักย์ที่สูงมากพอ วัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าเหล่านั้นก็จะสามารถนำไฟฟ้าได้เช่นกัน เนื่องจากสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จะฉีกให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม เกิดเป็นอิเล็กตรอนอิสระ ที่สามารถเคลื่อนที่และทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัววัสดุนั้นได้ ศักย์ไฟฟ้าดังกล่าวเรียกว่าแรงดันพังทะลาย (breakdown voltage) ตัวอย่างเช่น อากาศมีแรงดันพังทะลายประมาณ 3 MV/m หรือ ประมาณ 3 kV/mm หากเกิดศักย์ไฟฟ้ามากกว่าค่าดังกล่าว อากาศระหว่างขั้วไฟฟ้านั้นจะเกิด การแตกตัวและเกิดกระแส ไฟฟ้าไหลผ่านได้

คุณสมบัติที่ทำให้ฉนวนไฟฟ้าต่างจากตัวนำไฟฟ้า คือ สภาพต้านทานไฟฟ้า (electrical resistivity) ซึ่งเป็นการวัด ปริมาณการต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวัสดุ วัสดุที่ค่าสภาพต้านาทานไฟฟ้าต่ำจะยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ง่าย ซึ่งวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจะมีค่าความต้านทานที่ต่ำกว่าวัสดุที่เป็นฉนวน โดยในปี ค.ศ. 1826 (พ.ศ. 2369 - รัชกาลที่ 3 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน จอร์จ ซีโมน โอห์ม (Geoge Simon Ohm) ได้ค้นพบว่าวัสดุบางชนิดโดยเฉพาะโลหะ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (**J**, A/m^2) ที่ไหลผ่านระหว่างสองตำแหน่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ สนามไฟฟ้า (**E**, V/m) ระหว่งสองตำแหน่งนั้น โดยสัดส่วนระหว่างปริมาณทั้งสองนั้นเป็นค่าคงที่ เรียกว่า ความต้านทาน (resistance) และความสัมพันธ์ดังกล่าว เรียกว่า กฎของโอห์ม (Ohm's law)

เมื่อพิจารณาลวดตัวนำชนิดเดียวกัน เส้นลวดตัวนำที่ยาวกว่าก็จะมีค่าความต้านทานสูงกว่าลวดตัวนำที่สั้นกว่าและ ลวดตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าก็จะมีค่าความต้านทานต่ำกว่า ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า มีหน่วย การวัดเป็น โอห์ม-เมตร (Ω.m)

ความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance)

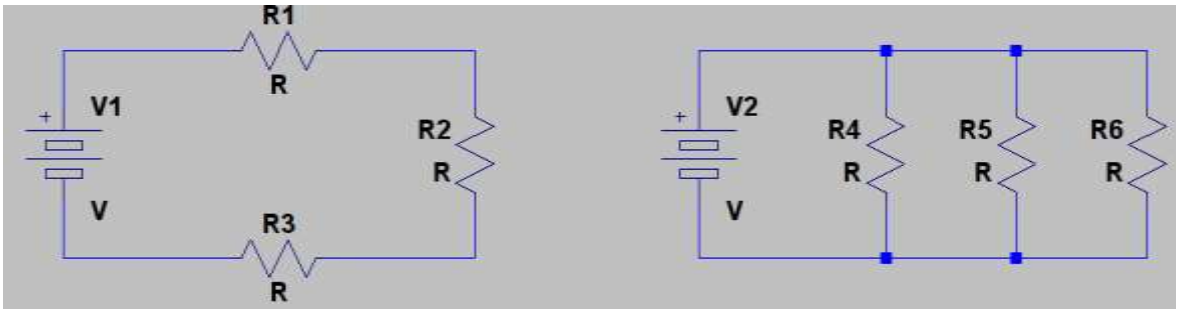
ความต้านทานไฟฟ้า คือ สภาพที่ต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าของวัสดุ โดยจากกฎของโอห์ม (Ohm's law) จะหาค่าความต้านทานไฟฟ้า (R) ได้จากอัตราส่วนระหว่างแรงดันไฟฟ้า (V) ที่ให้ต่อกระแสไฟฟ้า (I) ที่ไหลผ่าน ตามความสัมพันธ์ในสมการที่ 1 ค่าของความต้านทานจะถูกวัดในหน่วย โอห์ม (Ohm, Ω) หรือ โวลต์ต่อแอมแปร์ (Volt/Ampere)

$$R = V/I \quad \text{หรือ} \quad V = I*R \quad \text{หรือ} \quad I = V/R \qquad (1)$$

ความต้านทาน เป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่พบทั่วไปในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด เช่น หลอดไฟฟ้า เตาไฟฟ้า สายไฟ เป็นส่วนประกอบในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในวงจรจึงอาจ ทำให้อยู่ในรูปอย่างง่ายโดยการ สมมติให้อุปกรณ์เหล่านั้นเป็นเพียงตัวต้านทานที่ต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้า การทำความเข้าใจถึงความต้านทานที่ต่อในวงจรรวมถึง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ ไหลในวงจร

ที่มีตัวต้านทานนั้นเป็นส่วนประกอบอยู่ จึงมีความสำคัญ และเป็นพื้นฐานการต่อยอดความรู้ด้าน วงจรไฟฟ้าที่สูงขึ้น

ในวงจรไฟฟ้า จะมีการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในแบบต่างๆ เช่น การต่อแบบอนุกรม (series) การต่อแบบขนาน (parallel) หรืออาจเป็นการต่อผสมทั้งสองแบบ ตัวอย่างการต่อตัวต้านทานในวงจร แสดงอยู่ ในรูปที่ 5 โดยวงจรที่ต่อ แบบอนุกรม (รูปซ้าย) จะมีตัวต้านทาน R1, R2 และ R3 ต่ออนุกรมกับแบตเตอรี V1 และวงจรที่ต่อแบบขนาน (รูปขวา) จะมีตัวต้านทาน R4, R5 และ R6 ต่อขนานอยู่กับแบตเตอรี V2



รูปที่ 5 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม (ซ้าย) และการต่อตัวต้านทานแบบขนาน (ขวา)

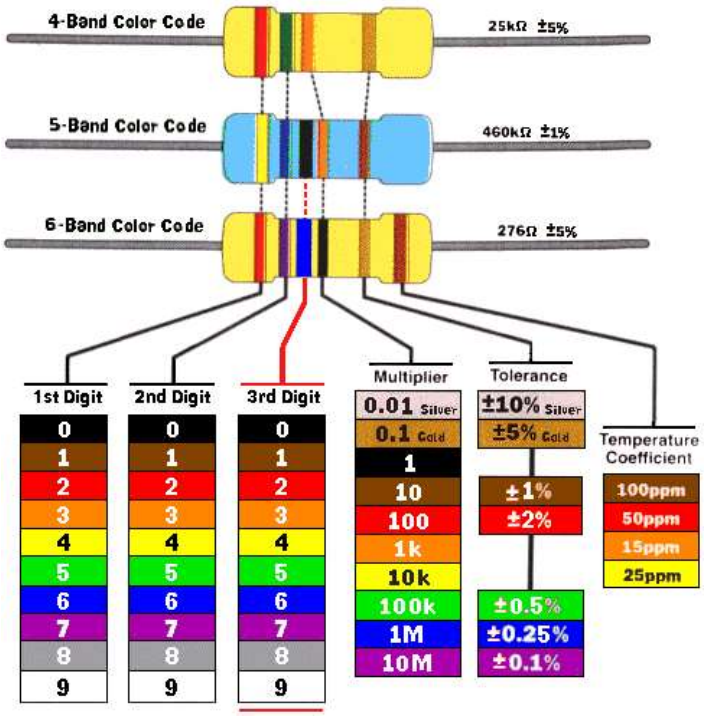
วงจรที่ต่อแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากันตลอดทั้งวงจร แต่ศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าไม่เท่ากัน ขณะที่วงจรไฟฟ้าที่ต่อแบบขนาน ศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละ ตัวจะเท่ากันและมีค่าเท่ากับ V2 แต่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวในวงจร จะไม่เท่ากัน การหาค่า ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน หรือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจร สามารถทำได้โดยใช้กฎของโอห์ม ตามความสัมพันธ์ในสมการที่ 1

การอ่านค่าตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน (resistor) ที่เป็นส่วนประกอบในวงจรไฟฟ้า จะใช้รหัสแถบสีเพื่อบอกค่าความต้านทาน แสดงค่าตาม ตารางที่ 4 ซึ่งตัวตานทานที่พบโดยทั่วไป จะมี 4 แถบสี โดยแถบสีแรกจะแสดงตัวเลขตัวแรก แถบสีที่สองจะแสดงตัวเลข ตัวที่สอง แถบสีที่สามจะแสดงจำนวนเลขศูนย์ที่ตามมา (แสดงตัวคูณ, multiplier) และแถบสีสุดท้ายจะแสดงค่าความ คลาดเคลื่อน (tolerance) ตัวอย่างเช่น หากตัวต้านทานมีรหัสสีปรากฏ คือ แดง (2) ม่วง (7) ส้ม (3) ทอง (5%) ตามลำดับ จะสามารถอ่านค่าได้ คือ 27 000 (±5%) หรือ ตัวต้านทานนั้นมีค่า 27kΩ ±5% เป็นต้น

ตารางที่ 4 รหัสสีและการอ่านค่ารหัสสีของตัวต้านทาน

รหัสสี	ค่า
ดำ	0
น้ำตาล	1
แดง	2
ส้ม	3
เหลือง	4
เขียว	5
ฟ้า	6
ม่วง	7
เทา	8
ขาว	9



ตารางรหัสสีและการอ่านค่าตัวต้านทาน [4]

เอกสารอ้างอิง

1. สุกัลยา พลเดช, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที 60 ฉบับที่ 189 **[online]** [cite dated 14 Febuary. 2018] Available from internet: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2555_189_60_p44-46.pdf
2. ปิยะ บุญลอย, ความรู้พื้นฐานในการศึกษาเครื่องวัดเครื่องวัดไฟฟ้า **[online]** [cite dated 14 Febuary 2018] Available from internet: http://www.ytc.ac.th/ytc2014/ytc/research_public/Piya/%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%201%20%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A8%E0%B8%B6%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2.pdf

3. schoolphysics [**online**] [cite dated 16 Febuary 2018] Available from internet: http://www.schoolphysics.co.uk/age14-16/Electricity%20and%20magnetism/Current%20electricity/text/Direct_and_alternating_current/index.html
4. instructables [**online**] [cite dated 16 Fetuary 2018] Available from internet: http://www.instructables.com/id/Resistor-Color-Code-Guide/
5. Hugh D. Young, Roger A. Freedman, A. Lewis Ford, University Physics with Modern Physics 14th edition, Pearson Education Limited, 2016

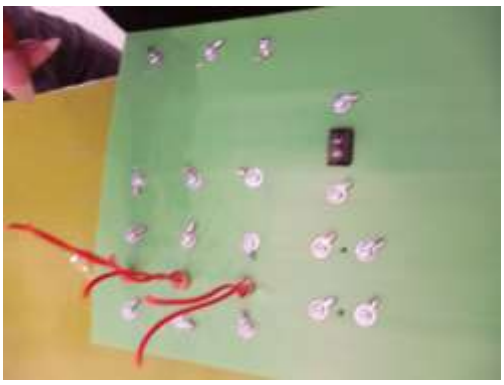
สื่อการเรียนรู้วงจรไฟฟ้า

อุปกรณ์

1	แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดขนาด A4	2	แผ่น
2	แผ่นพิมพ์สติกเกอร์ขนาด A4	1	แผ่น
3	ขั้วพร้อมหลอดไฟฉายขนาด 3 โวลต์	3	ชุด
4	หลอด LED	3	หลอด
5	รังถ่าน AA	3	อัน
6	แจ็ค BNC ดำ-แดง พร้อมแหวนรองและน็อต	20	คู่
7	ขั้วต่อหางปลา	50	ตัว
8	สายไฟพร้อมปากคีบ	12	คู่
9	สายไฟยาว	1	เมตร
10	สวิตช์	1	ตัว
11	กาวยาง	1	หลอด
12	ชุดบัดกรี (ตะกั่ว, น้ำยาฟลักซ์ ,หัวแร้ง)	1	ชุด
13	ชุดอุปกรณ์ เช่น ไม้บรรทัด, แผ่นรองตัด, กรรไกร, มีดคัทเตอร์	1	ชุด

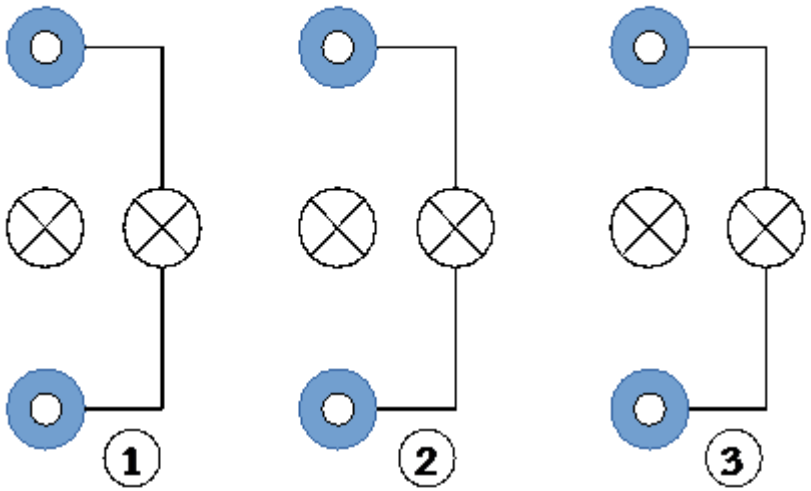
การสร้างสื่อการเรียนรู้

1. พิมพ์แผ่นภาพแผงวงจรบนสติกเกอร์ใส
2. นำแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดขนาด A4 สองแผ่น ทากาวและประกบเข้าด้วยกันเพื่อความแข็งแรง จากนั้นติดสติกเกอร์ใสลงบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด
3. เจาะรูบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดตามภาพที่ปรากฏ สำหรับใส่ขั้วหลอดไฟฉาย หลอด LED สวิตช์ และแจ็ค BNC
4. ใส่ขั้วหลอดไฟฉาย และหลอด LED ลงบนแผ่นบอร์ด
5. ใส่แจ็ค BNC พร้อมขั้วต่อหางปลาลงบนบอร์ดตามตำแหน่ง โดยให้ขั้วต่อหางปลาอยู่ด้านล่างของบอร์ด

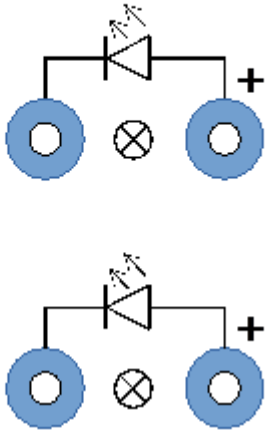


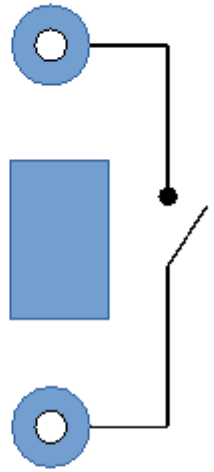
6. ใส่สวิตช์ตัดสายไฟให้ได้ความยาวตามระยะระหว่างแจ็ค BNC และขั้วหลอดไฟ หรือหลอด LED
7. บัดกรีขั้วหลอดไฟฉาย หลอด LED สวิตช์ ติดกับแจ็ค BNC
8. เมื่อติดตั้งทุกอย่างเสร็จสมบูรณ์ บอร์ดวงจรไฟฟ้าก็พร้อมใช้งาน

หลอดไฟ

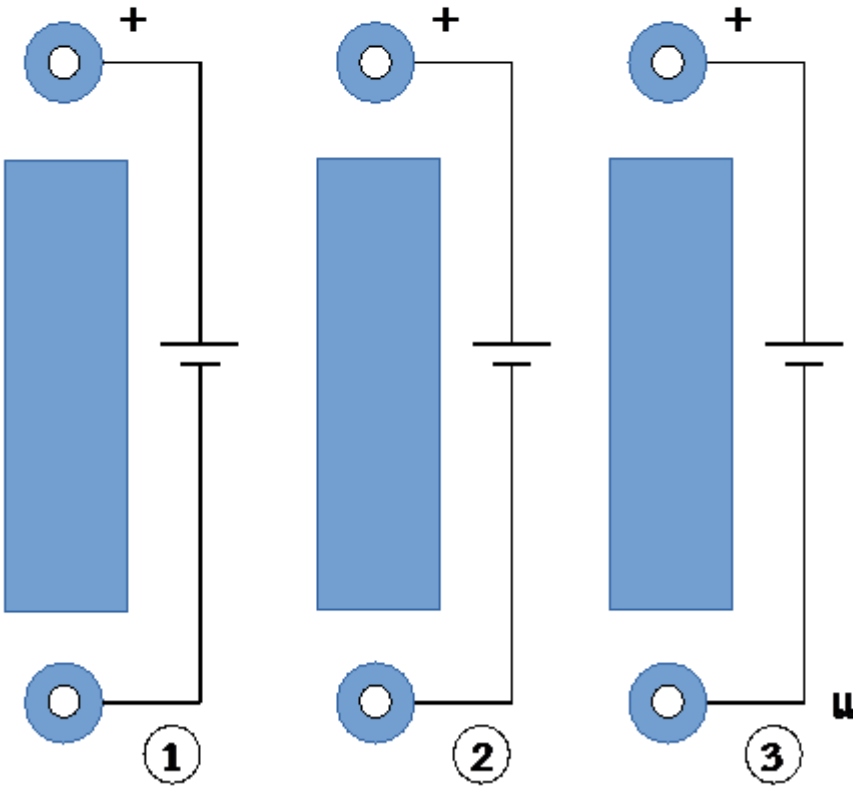


หลอด LED





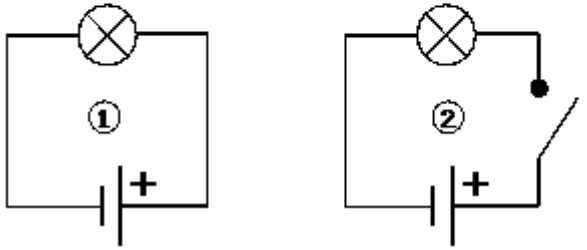
สวิตช์



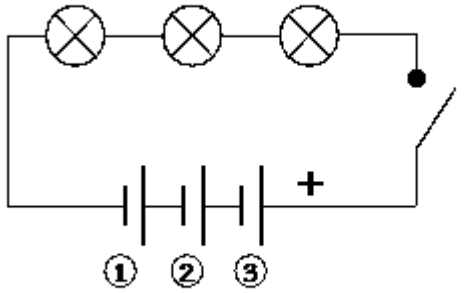
แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์"

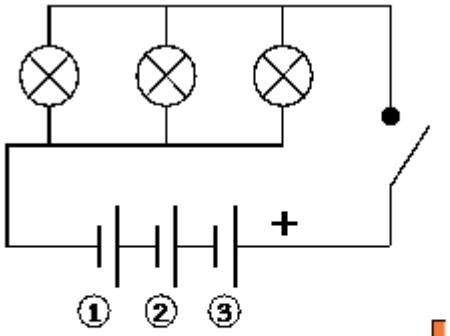
วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย



ตัวอย่างการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม



ตัวอย่างการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี (ราชบุรี)

ภาคผนวก

คณะทำงานโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์”
ภายใต้โครงการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาท้องถิ่น
โดยมีสถาบันอุดมศึกษาเป็นพี่เลี้ยง” ประจำปีงบประมาณ 2561

1	ดร.กรุณา	ปริปุรณะ	ที่ปรึกษา
2	อาจารย์ละเอียด	เพ็งโสภา	ที่ปรึกษา
3	ดร.รัตนา	รุ่งศิริสกุล	หัวหน้าโครงการ
4	ผศ.ดร.มนัญญา	เพียรเจริญ	คณะทำงาน
5	ดร.กัลย์ธีรา	สุนทราภิรักษ์กุล	คณะทำงาน
6	ดร.จิรศักดิ์	ศรีรัตน์	คณะทำงาน
7	ดร.ทรงพล	ชื่นคำ	คณะทำงาน
8	ดร.ธัญญารัตน์	คงขุนเทียน	คณะทำงาน
9	ดร.บัญญัติ	เล็กประเสริฐ	คณะทำงาน
10	ดร.พรพรรณ	สิระมนต์	คณะทำงาน
11	ดร.วรากร	รัตนอารีกุล	คณะทำงาน
12	ดร.สุกัญญา	เอี่ยมลออ	คณะทำงาน
13	ดร.ชวิน	จองวรรณศิริ	คณะทำงาน
14	ดร.ภัทรศักดิ์	ชีวะเกตุ	คณะทำงาน
15	นายทองไส	ช่วยชู	คณะทำงาน
16	นางสาวณัฐกานต์	จงประจิต	คณะทำงาน
17	นางสาวธิดาพร	เถื่อนเภา	คณะทำงาน
18	นางสาวสาวินี	วุฒิสกุลวงศ์	คณะทำงาน
19	นายภัทรดนัย	นันยา	คณะทำงาน