บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาขอเสนอรายละเอียดตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้ แสง สมบัติของแสง ค่าดัชนีหักเห การออกแบบและสร้างชุดทดลอง การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เครื่องมือการวิจัยกับการเก็บรวบรวมข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แสง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นที่สายตามนุษย์มองเห็น เดินทางด้วยอัตราเร็วเท่ากับ $3x10^8$ m/s แหล่งกำเนิดแสงมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ดวงอาทิตย์ และแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แสงจากหลอดไฟ ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าแสงมีสมบัติเป็นทวิภาวะ (Duality) คือเป็นทั้งคลื่น (Wave) และอนุภาค (Particle) กล่าวคือ

1. แสงเป็นคลื่น ในศตวรรษที่ 18 แมกซ์เวลล์ (James C. Maxwell) พบว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับคลื่นไมโครเวฟ คลื่นวิทยุ รังสียูวี รังสีเอกซ์เรย์และรังสีแกมมา คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละชนิดแตกต่างกันที่ความยาวคลื่น เรียกว่า แถบสเปคตรัม โดยที่ระนาบการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับระนาบการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้า และตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น สมบัติสำคัญของคลื่น คือ ความยาวคลื่น (Wavelength) แอมปลิจูด (Amplitude) และเฟส (Phase) ซึ่งทำให้คลื่นสามารถแสดงสมบัติที่สำคัญคือการหักเห (Reflection) การสะท้อน (Refraction) การแทรกสอด (Interference) และการเลี้ยวเบน (Diffraction)

2. แสงเป็นอนุภาค ไอน์สไตน์ (A. Einstein) เป็นบุคคลแรกที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเลคตริก (Photoelectric Effects) โดยพิจารณาว่าแสงมีลักษณะเป็นก้อน ๆ เรียกว่าโฟตอน (Photon) มีค่าพลังงานเท่ากับ $E = h\nu$ โดยที่ h คือค่าคงตัวของพลังค์ และ ν คือความถี่ของแสง เรียกอนุภาคแสงว่าโฟตอน เมื่อฉายแสงไปตกกระทบที่ผิวของโลหะแล้วทำให้อิเลคตรอนหลุดออกมา โดยที่พลังงานจลน์ของอิเลคตรอนที่หลุดออกมาจะไม่ขึ้นอยู่กับความเข้ม (แอมพลิจูด) ของแสง แต่จะขึ้นอยู่กับความถี่ เรียกปรากฏการณ์ดังกล่าวว่า “ปรากฏการณ์โฟโตอิเลคตริค”

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สมบัติของแสง

แสงมีสมบัติสำคัญ 4 ประการ ดังนี้คือ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

1. การสะท้อนของแสง เมื่อแสงตกกระทบผิวของวัตถุใด ๆ ถ้าผิวของวัตถุไม่ดูดกลืนพลังงานแสงทั้งหมด พลังงานที่เหลือจะสะท้อนออกจากผิวของวัตถุนั้น ๆ การสะท้อนของแสงเป็นไปตามกฎการสะท้อนแสง คือ รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่บนระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เมื่อรังสีของแสงตกกระทบผิววัตถุที่จุดใด ถ้าลากเส้นตั้งฉากกับผิววัตถุนั้น เส้นตั้งฉากที่ลากนี้ เรียกว่า เส้นแนวฉาก และเรียกมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉากว่า มุมตกกระทบ มุมที่รังสีสะท้อนทำกับแนวฉาก เรียกว่า มุมสะท้อน

2. การหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางพบรอยต่อระหว่างตัวกลางหรือแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันจะทำให้ทางเดินของแสงเปลี่ยนไปและเกิดการหักเห การหักเหจะเกิดขึ้นเฉพาะผิวรอยต่อของตัวกลางเท่านั้น เงื่อนไขของการหักเห คือ แสงผ่านตัวกลางสองชนิด แสงผ่านผิวรอยต่อของตัวกลาง และแนวทางเดินของแสงต้องไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อของตัวกลางคู่แสงจึงจะเกิดการหักเหขึ้น

3. การแทรกสอดของแสง เกิดได้ต่อเมื่อคลื่นแสง 2 ขบวนเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการรวมตัวกันและแทรกสอดกันเกิดเป็นแถบมืดและแถบสว่างบนฉาก โดยแหล่งกำเนิดแสงจะต้องเป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ (Coherent Source) คือเป็นแหล่งกำเนิดที่ให้คลื่นแสงที่มีความถี่ความยาวคลื่น และแอมพลิจูดเท่ากัน แถบสว่างบนฉากเกิดจากการแทรกสอดแบบเสริมและแถบมืดเกิดจากการแทรกสอดแบบหักล้าง

4. การเลี้ยวเบนของแสง การเลี้ยวเบนแสงเป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่ เมื่อผ่านสิ่งกีดขวางขนาดเล็กหรือที่ทึบหรือช่องเปิดขนาดเล็ก การเลี้ยวเบนสามารถเกิดได้ดีเมื่อสิ่งกีดขวางหรือช่องเปิดมีขนาดเท่ากับหรือน้อยกว่าความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบ ถ้าสลิตเดี่ยวมีความกว้างใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบ จะเกิดการแทรกสอดเป็นแถบมืดและแถบสว่างสลับกัน ส่วนการเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ เมื่อคลื่นเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ไปจะเกิดการแทรกสอดกัน และเป็นไปตามเงื่อนไขการแทรกสอด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ค่าดัชนีหักเห

ค่าดัชนีหักเห (Refractive Index) คือ อัตราส่วนของอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ ซึ่งมีค่าคงตัวประมาณ 2.99792458×10^8 m/s กับอัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ ตัวเลขค่าดัชนีหักเหนั้น โดยทั่วไปมีค่ามากกว่าหนึ่ง โดยยิ่งวัสดุมีความหนาแน่นมากกว่าเท่าไหร่ แสงก็จะเดินทางได้ช้าลงเท่านั้น ดังนั้นค่าดัชนีในวัตถุหนึ่ง ๆ คือ ค่าที่บอกว่ารังสีของแสงมีการเบี่ยงเบนไปมากหรือน้อย เมื่อแสงผ่านเข้าไปในวัตถุนั้น ค่าดัชนีหักเหยิ่งสูง แสงยิ่งเบนมาก ตัวอย่างเช่น แสงจะเบนในตัวกลางที่เป็นแก้วมากกว่าในตัวกลางที่เป็นอากาศ หรือในน้ำ เพราะว่าแก้วหักเหแสงได้ดีกว่า หรืออาจกล่าวได้ว่าแก้วมีค่าดัชนีหักเหสูงกว่าอากาศหรือน้ำ ซึ่งหาค่าได้ดังสมการ

$$n = \frac{c}{v} \tag{2-1}$$

โดยที่ n คือ ค่าดัชนีหักเหของตัวกลาง

c คือ อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (m/s)

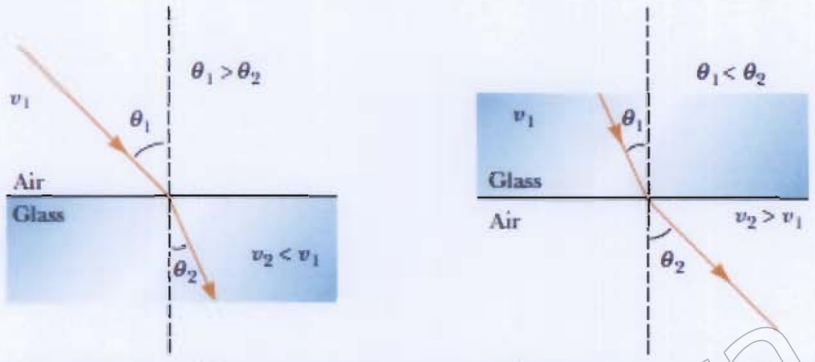
v คือ อัตราเร็วของแสงในตัวกลาง (m/s)

ดัชนีหักเหของวัสดุทำให้เกิดปรากฏการณ์สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การหักเหของแสง ทั้งนี้การหักเหของแสง คือ การที่รังสีของแสงตกกระทบและเข้าสู่ตัวกลางใหม่โดยทำมุมมุมหนึ่ง โดยรังสีของแสงนี้เมื่อเปลี่ยนตัวกลาง ความเร็วและทิศทางจะเปลี่ยน รังสีที่หักเหออกมาจะเรียกว่ารังสีหักเห (Refracted Ray) การหักเหของแสงนั้นแบ่งออกตามการเบี่ยงเบนของรังสีหักเหได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การหักเหเข้า คือ การที่รังสีหักเหเบนเข้าหาเส้นปกติ เกิดจากการที่รังสีของแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า เช่น เดินทางจากอากาศไปสู่น้ำ เป็นต้น

2. การหักเหออก คือ การที่รังสีหักเบนออกจากส้นปกติ เกิดจากการที่รังสีของแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่ความหนาแน่นน้อยกว่า เช่น เดินทางจากน้ำไปสู่อากาศ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-1 การหักเหเข้าและหักเหออกของแสง จากแกนตั้งฉาก (ปวีณา ธารรักษ์, 2551)

โดยการหักเหที่มีการเชื่อมต่อของตัวกลางนี้ เกิดขึ้นเนื่องจากเมื่อคลื่นแสงเดินทางกระทบเข้าสู่ตัวกลางใหม่ มันจะเปลี่ยนความเร็วและความยาวคลื่น แต่ความถี่ของแสงยังคงเดิม ซึ่งการหักเหจะเป็นไปตามกฎของสเนลล์ (Snell's law)

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} \qquad (2\text{-}2)$$

โดยที่ n_1 คือ ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1

n_2 คือ ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2

θ_1 คือ มุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1

θ_2 คือ มุมหักเหในตัวกลางที่ 2

ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางใด ๆ จะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ความยาวคลื่นแสง ความยาวคลื่นแสงมีความสำคัญกับค่าดัชนีหักเห เนื่องจากเมื่อแสงเดินทางตกกระทบเข้าสู่ตัวกลางใหม่ มันจะเปลี่ยนอัตราเร็วและความยาวคลื่น แต่ความถี่ของแสงยังคงเดิม ซึ่งจะเกิดการหักเหขึ้น

2. อุณหภูมิของตัวกลาง อุณหภูมิของตัวกลางเป็นปัจจัยที่สำคัญ อันเนื่องมาจากการที่ตัวกลางหนึ่งได้รับความร้อนมากขึ้น มีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นสะเทือนและเคลื่อนที่มากขึ้น จึงเกิดการขยายตัวของตัวกลางทำให้ความหนาแน่นของตัวกลางลดลง ดังนั้นแสงจะเดินทางในตัวกลางได้เร็วขึ้น จะเกิดการเบี่ยงเบนแสงน้อยกว่าตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ชนิดของตัวกลาง แสงเดินทางในตัวกลางใด ๆ ด้วยความเร็วที่ต่างกัน และในตัวกลางที่มีสถานะก๊าซ แสงจะเดินทางได้เร็วที่สุด และในตัวกลางที่มีสถานะเป็นของแข็ง แสงจะเดินทางได้ช้าที่สุด จึงเป็นผลให้ค่าดัชนีหักเหของตัวกลางต่างชนิดกันมีค่าต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 2-1

4. ความเข้มข้นของตัวกลาง (ความหนาแน่นของตัวกลาง) ถ้าความหนาแน่นของตัวกลางลดลง แสงจะเดินทางในตัวกลางได้เร็วขึ้น และเกิดการเบี่ยงเบนแสงน้อยกว่าตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า

ตารางที่ 2-1 ค่าดัชนีหักเหของสารต่างชนิดต่าง ๆ (วัชระ รอดสัมฤทธิ์, 2553)

ชื่อสาร	ค่าดัชนีหักเห
สุญญากาศ	1.0
อากาศ	1.00029
คาร์บอนไดออกไซด์	1.00045
ฮีเลียม	1.000034
น้ำ (20 °C)	1.3330
กลีเซอรีน	1.4700
เอทิลแอลกอฮอล์	1.3617
เมทิลแอลกอฮอล์	1.3292
เบนซิน	1.5014
คาร์บอนไดซัลไฟด์	1.6279
น้ำเชื่อม 50%	1.4200
แก้ว, light crown	1.517
แก้ว, dense crown	1.588
แก้ว, heavy crown	1.579
ฟลูออไรท์	1.434
เพชร	2.417

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

วัลลภ จันทร์ตระกูล (2543, หน้า 110) กล่าวไว้ว่า การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิต ได้นำหลักวิชาการทางด้านการออกแบบสร้างมาประยุกต์และหน่วยงานออกแบบแต่ละหน่วย ก็อาจมีแนวทางแตกต่างกันออกไป แต่จะเห็นว่าหลักการคล้ายคลึงกัน ซึ่งได้แบ่งขั้นตอนในการออกแบบดังต่อไปนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองไปใช้ในการสอน
2. กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์
3. ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่
4. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนอุปกรณ์
5. สร้างต้นแบบและตรวจสอบ
6. เขียนแบบงาน
7. การเตรียมเอกสารประกอบ

การออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ องค์ประกอบที่สำคัญด้านต่าง ๆ รวมถึงดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์ โดยพิจารณาจากคำอธิบายและมาตรฐานรายวิชา
2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และจัดหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตร
3. กำหนดรูปแบบการทดลอง ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
4. ศึกษาข้อมูล เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้ทดลองตามที่กำหนดไว้
5. ทำการออกแบบ ลอกเลียนแบบ หรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
6. สร้างต้นแบบ
7. ทดลองใช้ และปรับปรุงแก้ไข
8. ประเมินผล
9. จัดทำคู่มือ
10. นำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงและประเมินผล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มนต์ชัย เทียนทอง (2530, หน้า 69 – 71) กล่าวถึง การออกแบบสร้างชุดทดลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก และค่อนข้างละเอียด ผู้สร้างจะต้องพิจารณาองค์ประกอบทุก ๆ ด้านที่เกี่ยวข้องประการแรกที่สำคัญ ได้แก่ การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของบทเรียนว่าเนื้อหาหลักต้องการอะไร ผู้เรียนต้องมีกิจกรรมอย่างไรจึงจะแสดงว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ ถ้าต้องการการแสดงออกด้วยผลการทดลองค้นคว้า หรือหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ชุดทดลอง ประกอบ หรือใช้สื่อความหมาย ก็จะต้องสร้างชุดทดลองโดยออกแบบขึ้นเอง หรือดัดแปลงแก้ไขตามแบบที่มีอยู่ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างพอสรุปดังนี้

ในการออกแบบสร้างชุดทดลองขึ้นใหม่โดยการลอกเลียนแบบจากหนังสือ หรือจากชุดทดลองอื่น ๆ ที่มีอยู่ ควรพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530)

1. ชุดทดลองสำหรับผู้สอนใช้สาธิตหน้าชั้นเรียนต้องมีขนาดเหมาะสม การแสดงผลเห็นได้ทั่วถึงชัดเจน

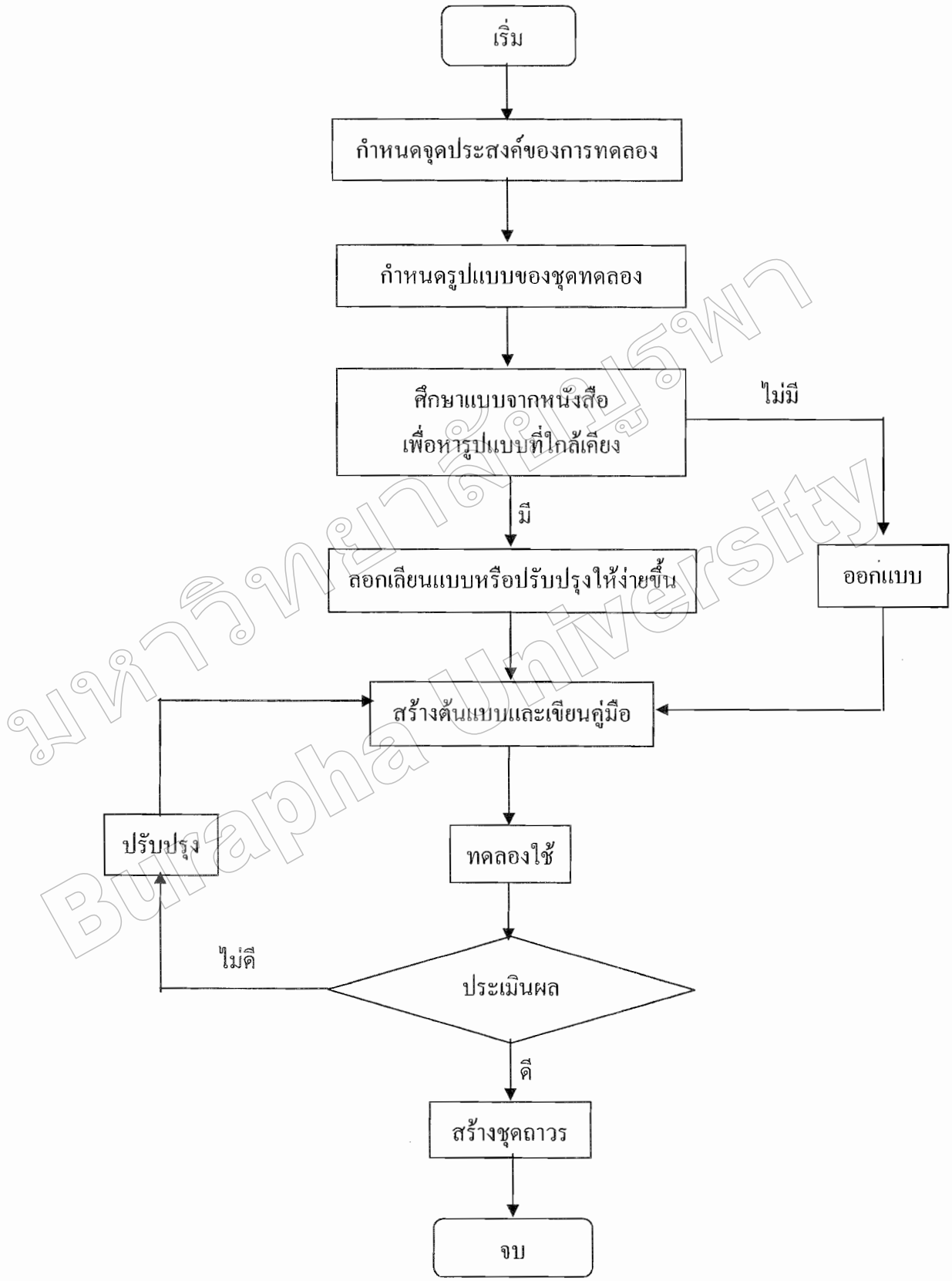
2. ความปลอดภัยในการใช้ โดยเฉพาะชุดทดลองสำหรับผู้เรียน เช่น ขนาดแรงดันสวิทซ์ป้องกันอุปกรณ์ตัดวงจร เป็นต้น

3. มีความสะดวกในการใช้งาน ไม่ต้องใช้ประกอบกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยไม่จำเป็น

4. มีโครงสร้างง่าย และใช้วัสดุที่หาได้ทั่วไป เพื่อความสะดวกต่อการซ่อมแซม

5. มีความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้กับวัตถุประสงค์อื่นได้ โดยการเพิ่มรายละเอียดบางส่วน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-2 ผังงานการออกแบบและสร้างชุดทดลอง (มนต์ชัย เทียนทอง, 2530)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง การจัดการศึกษาที่ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีหลายรูปแบบ ดังนี้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้ (สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ

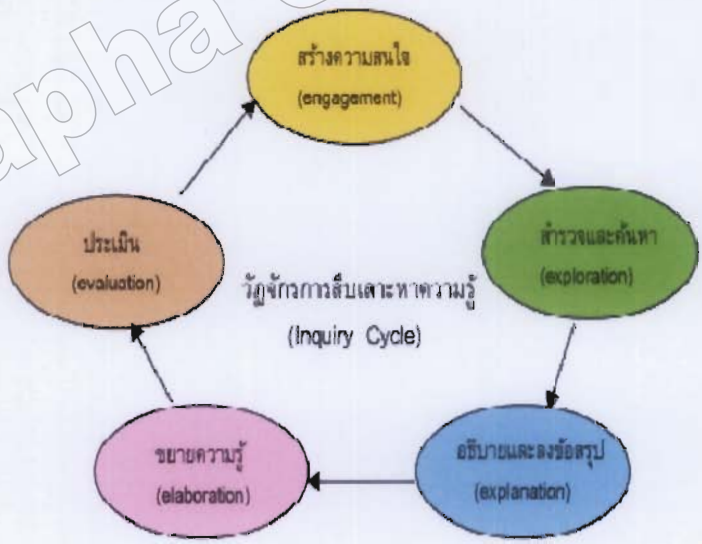
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพที่ 2-3 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การสอนแบบทดลอง

การสอนแบบทดลองเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียน เรียนโดยการกระทำหรือปฏิบัติจริง เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายเป็นนามธรรม นักเรียนจะค้นหาข้อสรุปจากการทดลองนั้นด้วยตนเอง การเรียนการสอนแบบทดลอง จะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง อาจจะทดลองเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ขึ้นกับเนื้อหาและความเหมาะสม แนวคิดหรือหลักการสอนแบบทดลองมีดังนี้ (สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

1. จุดประสงค์

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าสรุปด้วยตนเอง

1.2 เพื่อให้สำรวจตรวจดูงานที่ทำไปแล้วด้วยการทดลอง

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักทำงานกลุ่มด้วยการทดลองร่วมกัน

1.4 เพื่อฝึกการทำงานแบบประชาธิปไตย

1.5 เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกตและจดบันทึก

2.1.6 เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระ

2.1.7 เพื่อสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

2. บทบาทของครู

2.1 ครูต้องเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม

2.2 ครูต้องเตรียมคำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าจะต้องใช้อุปกรณ์อะไร จะทดลองอย่างไร

2.3 ครูจะต้องจัดห้องเรียนไว้ให้พร้อมเพื่อใช้ในการทดลอง

2.4 บอกผู้เรียนให้ทราบล่วงหน้าถ้าจะให้เตรียมอุปกรณ์มา

3. บทบาทนักเรียน

3.1 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์มาให้พร้อมตามคำสั่งของผู้สอน

3.2 ศึกษาคู่มือทดลองให้ละเอียดก่อนทำการทดลอง

3.3 ถ้าทดลองเป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้ทุก ๆ คนมีส่วนร่วมในการทำงาน

4. ขั้นตอนการสอน

4.1 ขั้นนำ ผู้สอนเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม บอกจุดประสงค์ให้แน่นอนว่า เมื่อทำการทดลองแล้วจะให้ผู้เรียนทำอะไร แจกเอกสารปฏิบัติการและให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น

4.2 ขั้นทำงาน ผู้เรียนทำกิจกรรมการทดลองในปัญหาเดียวกันหรือต่างกัน เป็นกลุ่มหรือรายบุคคลตามเนื้อหาและผู้สอนเห็นสมควร ระหว่างทำการทดลองให้อิสระแก่ผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.3 กิจกรรมขั้นสุดท้าย เมื่อทำการทดลองเสร็จอาจนำมาอธิบายกันในชั้น ดังนี้

4.3.1 อธิบายความสำคัญของปัญหาซึ่งได้ทดลอง

4.3.2 รายงานข้อมูลที่ได้รับ

4.3.3 แสดงวัสดุที่ทดลอง

4.3.4 ทำรายงานพิเศษหรือนิทรรศการ

4.3.5 นิทรรศการโครงการต่าง ๆ และอธิบายโดยผู้รับผิดชอบ

4.4. ทำให้ผู้เรียนรักและสนใจในบทเรียนเพราะเป็นการเรียนจากสิ่งที่เป็นจริง

4.5. ทำให้ผู้เรียนพัฒนาในด้านทักษะการใช้เครื่องมือ

4.6. เรียนรู้ได้แจ่มแจ้ง แม่นยำ สามารถไปใช้ประโยชน์ได้

4.7. ทำให้ผู้เรียนเป็นคนเชื่อมั่นในตนเอง

4.8. ทำให้ผู้เรียนสังเกตพิจารณาหาเหตุผลจากสิ่งแวดล้อม

5. ข้อจำกัด

5.1 ไม่สามารถใช้ได้กับทุกบทเรียน

5.2 ถ้าแบ่งนักเรียนเป็นหลายกลุ่มผู้สอนจะต้องเตรียมอุปกรณ์มาก

5.3 ถ้าผู้สอนไม่ควบคุม ผู้เรียนอาจจะเล่นสื่อการเรียน ไม่พยายามค้นหาความจริงจากการทดลอง

5.4 ถ้าบทเรียนนั้นยาว ผู้เรียนที่อ่อนจะไม่ประสบความสำเร็จในการทดลอง

เครื่องมือการวิจัยกับการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากอีกขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการวิจัย ผลการวิจัยจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดีจะทำให้ได้ข้อมูลที่ดี คือ ข้อมูลที่มีความถูกต้อง (Validity) และความเชื่อถือได้ (Reliability) อันจะนำมาซึ่งผลการวิจัยที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดีจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่เหมาะสมและมีคุณภาพดี ดังนั้นก่อนการลงมือดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย จึงจำเป็นต้องจัดหาเครื่องมือการวิจัยไว้ให้พร้อม หากไม่มีเครื่องมือตรงกับที่ต้องการใช้ผู้วิจัยก็ต้องดำเนินการสร้างเครื่องมือเสียก่อน และโดยทั่วไปในการวิจัยทางการศึกษาและสังคมศาสตร์ ผู้วิจัยมักจำเป็นต้องสร้างเครื่องมือการวิจัยขึ้นใหม่สำหรับการวิจัยแต่ละเรื่องโดยเฉพาะ แต่มีบางกรณีที่ใช้เครื่องมือการวิจัยที่ผู้อื่นสร้างไว้แล้วซึ่งควรได้รับการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำมาใช้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประเภทของเครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีหลากหลายชนิด อาจจัดเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภท คือเครื่องมือที่เป็นสิ่งทดลอง และเครื่องมือวัด (พรรณี ลีกิจวัฒนะ, 2553)

1. เครื่องมือที่เป็นสิ่งทดลอง (Treatment) หมายถึง วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นสิ่งเร้าสำหรับกลุ่มตัวอย่างเรียนรู้หรือทำกิจกรรมในการวิจัยเชิงทดลอง วัสดุอุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ สื่อที่สามารถรับรู้ได้โดยผ่านประสาทสัมผัสทางตาและหู เช่น รูปภาพ วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ หนังสือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนผ่านเว็บ แผนการสอน โปรแกรมพจนานุกรม เป็นต้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องจัดหาหรือสร้างเครื่องมือที่เป็นสิ่งทดลองให้มีคุณภาพตามหลักวิชาของการสร้างสื่อชนิดนั้น ๆ ซึ่งผู้วิจัยสามารถศึกษาได้จากหนังสือ ตำราเฉพาะทาง ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. เครื่องมือวัด (Measure) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรที่ศึกษา สิ่งที่ได้จากการวัดคือข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้คำตอบของการวิจัย เครื่องมือวัดเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ทั้งที่เป็นการวิจัยเชิงทดลองและการวิจัยที่ไม่ใช่เชิงทดลอง เครื่องมือวัดที่ใช้ในทางการศึกษามีลักษณะที่หลากหลายมาก เช่น แบบสอบถาม แบบวัดเจตคติ และการสังเกต เป็นต้น รายละเอียดดังนี้

2.1 แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นชุดของข้อคำถามที่เป็นข้อความหรือบางครั้งใช้ภาพเป็นข้อคำถาม สำหรับให้ผู้ตอบตอบโดยการเขียน ซึ่งอาจเขียนตอบเป็นข้อความหรือเป็นเครื่องหมายตามเงื่อนไขที่กำหนด ข้อมูลที่วัดโดยใช้แบบสอบถามมีทั้งข้อเท็จจริง ความรู้ ความคิดเห็น การปฏิบัติ ถ้าเป็นแบบสอบถามที่มุ่งถามความคิดเห็น มีชื่อเรียกเฉพาะว่า แบบสอบถามความคิดเห็น (Opinionnaire) แบบสอบถามจำแนกตามลักษณะของข้อคำถามได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบสอบถามแบบเปิด และ แบบสอบถามแบบปิด

2.1.1 แบบสอบถามแบบเปิด (Opened form Questionnaire) เป็นแบบสอบถามที่ข้อคำถามมีลักษณะเปิดกว้างให้ผู้ตอบตอบอย่างอิสระ ในขอบเขตคำถาม โดยไม่มีการแนะแนวทางในการตอบ ตัวอย่างเช่น ถามว่าทำไมจึงเลือกเรียนสาขาวิชานี้ ผู้ตอบสามารถตอบได้หลากหลายตามเหตุผลที่แท้จริงของผู้ตอบ ซึ่งคำตอบของแต่ละคนไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน

2.1.2 แบบสอบถามแบบปิด (Closed form Questionnaire) เป็นแบบสอบถามที่ข้อคำถามมีลักษณะจำกัดให้ตอบ ลักษณะของข้อคำถามแบบปิดมีหลายแบบ เช่น แบบถูกผิด (True - False) แบบเติมคำ (Completion) แบบจับคู่ (Matching) แบบตรวจสอบรายการ (Check List) แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบบจัดลำดับ (Ranking) แบบเลือกคำตอบเดียว และแบบเลือกคำตอบหลายคำตอบ (Multiple Choices)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2 การสังเกต (Observation) เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยการใช้ประสาทสัมผัสของผู้สังเกต แล้วผู้สังเกตเป็นฝ่ายบันทึกสิ่งที่สังเกตได้ อาจบันทึกได้หลายวิธี เช่น การเขียน การอัดเสียงด้วยเครื่องบันทึกเสียง บันทึกเหตุการณ์ไว้ด้วยกล้องถ่ายภาพ หรือกล้องวีดิโอ วิธีการสังเกตเหมาะสำหรับการศึกษาพฤติกรรม และปรากฏการณ์ต่าง ๆ การสังเกตสามารถแบ่งประเภทได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้ คือ

2.2.1 การสังเกตแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Observation) เป็นการสังเกตที่ไม่ได้กำหนดรายการสิ่งที่จะต้องสังเกตไว้อย่างแน่นอน แต่ผู้สังเกตมีอิสระที่จะสังเกตพฤติกรรมหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีอะไรเกิดขึ้นก็บันทึกเอาไว้ บางครั้งเรื่องราวที่จะสังเกตนั้นไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าจะเกิดอะไรบ้าง หรือเป็นเรื่องใหม่ที่ยังไม่ค่อยมีผู้ศึกษาไว้ก็ใช้วิธีการสังเกตแบบนี้ นอกจากนี้ ผลการสังเกตแบบนี้อาจนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างแบบสังเกตสำหรับใช้ในการสังเกตแบบมีโครงสร้างในครั้งต่อ ๆ ไป

2.2.2 การสังเกตแบบมีโครงสร้าง (Structured Observation) เป็นการสังเกตที่มีการกำหนดรายการสิ่งที่จะต้องสังเกตไว้ล่วงหน้า ว่าจะสังเกตอะไรบ้าง จะสังเกตเมื่อไร ดังนั้นการสังเกตแบบนี้จำเป็นต้องใช้แบบสังเกตที่จัดเตรียมไว้ก่อน แบบสังเกตเป็นเครื่องมือช่วยในการสังเกต ซึ่งจะช่วยให้ผู้สังเกตสามารถสังเกตพฤติกรรมได้อย่างเป็นระบบ

2.2.3 การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Non – participant Observation) เป็นการสังเกตที่ผู้สังเกตจะอยู่นอกวงผู้ถูกสังเกตทำตนเป็นบุคคลภายนอก ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมกับผู้ถูกสังเกตเลยขณะสังเกตผู้สังเกตอาจจะอยู่ในบริเวณเดียวกันหรืออยู่นอกบริเวณเหตุการณ์ที่สังเกตก็ได้ และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมนี้ก็มีทั้งแบบที่ผู้สังเกตรู้ตัวและไม่รู้ตัวว่ากำลังถูกสังเกต

2.2.4 การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) เป็นการสังเกตที่ผู้สังเกตเข้าไปมีส่วนร่วมอยู่ในเหตุการณ์หรือกิจกรรมนั้น ๆ การสังเกตแบบมีส่วนร่วมนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสังเกตแบบมีส่วนร่วมโดยสมบูรณ์ (Complete Participant Observation) ผู้สังเกตจะเข้าไปเป็นสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มและเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ของกลุ่มเช่นเดียวกับผู้ถูกสังเกต การมีส่วนร่วมโดยสมบูรณ์ผู้ถูกสังเกตจะไม่รู้ตัวว่ากำลังถูกสังเกต จึงมีพฤติกรรมตามปกติ และการสังเกตแบบมีส่วนร่วมโดยไม่สมบูรณ์ (Incomplete Participant Observation) ผู้สังเกตจะเข้าไปร่วมกิจกรรมบ้างตามสมควร เพื่อสร้างความสัมพันธ์กับกลุ่มถูกสังเกต ผู้ถูกสังเกตจะรู้ว่ากกำลังถูกสังเกต

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว ซึ่งต้องเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ แนวทางและการนำไปใช้ของชุดการทดลองเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดทดลอง เพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว ดังนี้

กัลยณัฐ แสงสุริยา (2553) ได้ออกแบบและสร้างชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง และหาค่าดัชนีหักเหของน้ำ และสารละลายน้ำตาล พบว่าค่าดัชนีหักเหของน้ำมีค่าประมาณ 1.29 -1.37 และเมื่อนำไปวัดค่าดัชนีหักเหของสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ค่าดัชนีหักเหของน้ำตาลสัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำตาลแบบเชิงเส้น ตามสมการ $n_{Sugar} = 0.0049x + 1.247$ ($R^2 = 0.9954$)

ปิยะพงศ์ หนูดำ (2553) ได้ออกแบบเครื่องมือวัดค่าดัชนีหักเหของของเหลวโดยใช้เลเซอร์และเลซี่ซูซาน สำหรับการวัดค่าดัชนีหักเหของแสง โดยอาศัยกฎของสเนลล์ เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้สามารถหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.15% เป็นเทคนิคที่ไม่ซับซ้อน เห็นภาพได้ชัดเจน มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สาธิตสำหรับนักเรียนในการทดลองฟิสิกส์พื้นฐาน

ปวีณา ธารรักษ์ (2551) ได้ศึกษาการสร้างชุดทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวโดยใช้เลเซอร์ โดยอาศัยหลักการการหักเหของแสงและกฎของสเนลล์ จากผลการทดลองพบว่าค่าดัชนีหักเหของสารตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 0.7 % ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นเทคนิคที่น่าเชื่อถือสำหรับนำไปหาค่าดัชนีหักเหของแสงได้อย่างรวดเร็ว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับหาค่าความเข้มข้นของสารละลายทางอ้อมโดยการวัดค่าดัชนีหักเหของสารละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ปฐมพงษ์ ชุ่มมงคล (2549) ได้สร้างมาตรวัดดัชนีหักเห โดยอาศัยหลักการมุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุด ชุดทดลองประกอบด้วยแผ่นกระจกสไลด์มาประกอบเป็นรูปตัววีประกบด้านข้างทั้งสองด้านด้วยแผ่นพลาสติกใส ทำให้เมื่อใส่ของเหลวลงในแผ่นกระจกสไลด์รูปตัววีของเหลวดังกล่าวจะเป็นปริซึมที่ทำจากของเหลวนั้น ที่มุมด้านล่างของตัววีได้เจาะยึดกับแผ่นโลหะในแนวดิ่ง เพื่อที่จะทำให้สามารถหมุนตัววีเอียงทำมุมกับแนวดิ่งที่มุมต่าง ๆ ตามต้องการในการทดลองได้ใช้แสงเลเซอร์แทนลำแสงตกกระทบในแนวราบ และแสงเลเซอร์ที่ผ่านปริซึมสามารถเห็นได้บนฉากหรือผนังตึก จากการหมุนปริซึมรอบจุดยึดจะทำให้สามารถปรับมุมตกกระทบเพื่อให้ได้มุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดได้ จากค่ามุมยอดของปริซึมที่สร้างขึ้นและค่ามุมเบี่ยงเบนน้อยที่สุดสำหรับของเหลวที่บรรจุในปริซึมทำให้สามารถหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวได้จากการทดลองพบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถหาค่าดัชนีได้อย่างถูกต้องแม่นยำถึงทศนิยมตำแหน่งที่สาม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบทดลอง คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าหาความรู้และทำการทดลองด้วยตนเอง เพื่อทำการพิสูจน์หลักการ ทฤษฎี หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐานในการทดลอง ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการเรียนที่ได้จากการทดลองภายใต้การแนะนำ ดูแล ให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดจากครูผู้สอน

ปิยะรัตน์ พราหมณี (2531) ได้ทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของแผ่นวัตถุบางและโปร่งใสด้วย Michelson interferometer โดยวางแผ่นวัตถุไว้ที่ด้านหนึ่งของเครื่องมือนี้ และหมุนแผ่นวัตถุเพื่อให้ลำแสงในด้านนั้นทำมุมตกกระทบ φ_i กับแผ่นวัตถุ ทำการทดลองโดยเปลี่ยนค่า φ_i และผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีหักเหในช่วง φ_i จาก 20^0 ถึง 30^0 ใกล้เคียงกับค่าที่วัดด้วยเครื่อง Abbe refractometer

ปิยะรัตน์ พราหมณี (2531) ได้ทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวโดยการส่องลำแสงเลเซอร์ผ่านปริซึมแก้วรูปสี่เหลี่ยมคางหมูและเซลล์สี่เหลี่ยมซึ่งเชื่อมติดกัน (โดยที่ด้านยาวด้านหนึ่งของเซลล์สี่เหลี่ยมเป็นปริซึม) ภายในเซลล์สี่เหลี่ยมนี้บรรจุของเหลวที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเห ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดด้วยเครื่อง Abbe refractometer ที่ความยาวคลื่นเดียวกัน พบว่าค่าที่ได้เป็นที่น่าพอใจ

ปิยะรัตน์ พราหมณี (2530) ได้ทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยวิธีตรึงมุมตกกระทบ โดยให้แสงโซเดียมส่องผ่านปริซึมกลวงรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ของเหลวที่ต้องหาดัชนีหักเหบรรจุอยู่ภายในปริซึม มุมตกกระทบของลำแสงจากหลอดโซเดียมเท่ากับมุมของปริซึม (ϕ) วัดมุมเบี่ยงเบน (δ) แล้วคำนวณหาค่าดัชนีหักเห เพื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีหักเหที่ได้จากการทดลองกับค่าที่วัดจาก Abbe refractometer พบว่าได้ค่าใกล้เคียงกันมาก

มนต์ชัย เทียนทอง (2530) กล่าวถึงชุดทดลอง (Experiment Set) เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อแสดงเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตร หรือทฤษฎีที่กำหนดไว้แล้ว หรือใช้เพื่อทดลองหาความสัมพันธ์สร้างกฎเกณฑ์ขึ้นใหม่ โดยแสดงผลให้เห็นจริงได้ในรูปของค่าที่แสดงความร้อนแสง เสียง หรือปฏิกิริยาอื่น ๆ ปัจจุบันได้มีการใช้ชุดทดลองในลักษณะของการสาธิตหน้าชั้นเรียนหรือเป็นชุดฝึกสำหรับการเรียนรายบุคคลกันแพร่หลาย โดยเฉพาะการเรียนการสอนวิชาประลอง (Laboratory) แม้แต่การเรียนวิชาปกติในชั้นเรียนก็ตาม เนื่องจากผู้สอนได้เล็งเห็นประโยชน์ที่แท้จริงของชุดทดลองที่มีต่อการเรียนการสอนว่า ทำให้การเรียนรู้เห็นจริงได้นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนค่อนข้างสูงด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปิยะรัตน์ พราหมณี และสมบูรณ์ เอกปิยะพรชัย (2527) ได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของน้ำโดยการส่องลำแสงเลเซอร์ผ่านขวดทรงกลมขนาด 1 ลิตร ซึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ครึ่งหนึ่ง และวัดกำลังของลำแสงสะท้อน ลำแสงหักเห และลำแสงสะท้องกลับที่มุมตกกระทบต่าง ๆ โดยใช้เครื่อง Radiometer/Photometer นอกจากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบ normalized fluxes ของลำแสงต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองกับผลการคำนวณทางทฤษฎี

Tarnrux et al. (2009) ได้ทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว ในการดำเนินการทดลองได้จัดทำการทดลองวัดระยะมุมตกกระทบและมุมหักเหของแสงโดยใช้หลักการทางตรีโกณมิติและคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวโดยไม่ต้องใช้ n_1 ใช้แสงเลเซอร์ He-Ne เพื่อให้การทดลองมีความแม่นยำมากขึ้น ชนิดของของเหลวที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้ คลอโรฟอร์ม เอทานอล เมธิลแอลกอฮอล์ และ 2, 2, 4- ไตรเมธิลเปปไทน์ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลองน้อยกว่า 0.42% วิธีการนี้สามารถหาค่าดัชนีหักเหแสงของของเหลวได้โดยไม่ต้องใช้ค่า n_1 ดังนั้นจึงวัดค่าดัชนีหักเหได้อย่างรวดเร็ว

Ouseph (1998) ได้ทำการทดลองการเปลี่ยนแปลงความยาวคลื่นน้ำ และแสดงให้เห็นว่าความยาวคลื่นของแสงในน้ำเท่ากับ $\frac{\lambda_{air}}{n_w}$ หาค่าความยาวคลื่นของแสงในน้ำด้วยวิธีการเลี้ยวเบนแสงผ่านเกรตติง วัดระยะระหว่างแถบสว่างกลางเมื่อเติมน้ำและไม่เติมน้ำลงในกล่อง Plexiglas สามารถนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของน้ำและค่าความยาวคลื่นของแสงในน้ำได้ จากการคำนวณค่าดัชนีหักเหของน้ำที่ได้มีค่า 1.35 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงมากกับค่าดัชนีหักเหของน้ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.33

Wolff – Michael Roth (1994) ที่ศึกษาการใช้กิจกรรมการทดลอง (Physics Laboratory) ในโรงเรียนมัธยม ซึ่งผลจากงานวิจัยของ Wolff แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีส่วนร่วมในการเรียนโดยการทำกิจกรรมการทดลองจะมีประสิทธิภาพในการเรียนเพิ่มมากขึ้น เพราะการทดลอง เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์มากขึ้น เนื่องจากได้เห็นและลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University