ว.2
1730 ก
3

# การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ถนนสุขุมวิท 23 แขวงคลองเตย กรุงเทพฯ ๑๑ โทร. 3921676, 3915058

ปริญญานิพนธ์

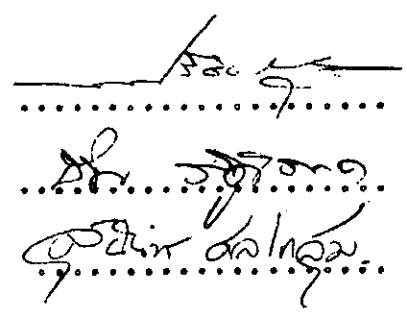
ของ

ปรียวรรณ ผู้มีโชคชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
มีนาคม 2520

62743

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้



..... ประธาน

..... กรรมการ

..... กรรมการ

# ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยความกรุณาจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เปรื่อง กุมุท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชม ภูมิภาค และอาจารย์สุนันท์ ศลโกสุม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณเอาจารย์ ชุมเจษฎ์ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ใหญ่โรงเรียนบ้านปึง "มนูญวิทยาคาร" และคณะครูที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสุเทพ หุ่นสวัสดิ์ คุณกอบกุล รัตนสุคนธ์อำไพ คุณปราณี เลี่ยมพุธทอง คุณจุฬาลักษณ์ บุญเจิม และอีกหลายท่านซึ่งไม่สามารถจะกล่าวนามได้หมดที่มีส่วนช่วยเหลือจนปริญญานิพนธ์สำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ ที่ได้สนับสนุนและให้กำลังใจอยู่ตลอดเวลาจนปริญญานิพนธ์สำเร็จลงด้วยดี.

ปรียวรรณ ผู้มีโชคชัย

สารบาญ


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | บทนำ ..... | 1 |
| | ความมุ่งหมายของการวิจัย ..... | 3 |
| | ความสำคัญของการวิจัย ..... | 3 |
| | ขอบเขตของการวิจัย ..... | 3 |
| | คำนิยามศัพท์เฉพาะ ..... | 4 |
| 2 | เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... | 6 |
| | สมมุติฐานของการวิจัย ..... | 16 |
| 3 | วิธีดำเนินการทดลอง ..... | 17 |
| | กลุ่มตัวอย่าง ..... | 17 |
| | การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ..... | 17 |
| | แบบการทดลอง ..... | 19 |
| | ระยะเวลาในการทดลอง ..... | 20 |
| | เครื่องมือในการทดลอง ..... | 20 |
| | การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลอง ..... | 21 |
| | การวิเคราะห์ข้อมูล ..... | 28 |
| 4 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... | 31 |
| 5 | สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ..... | 34 |
| | ความมุ่งหมายของการวิจัย ..... | 34 |
| | สมมุติฐานการวิจัย ..... | 34 |
| | กลุ่มตัวอย่าง ..... | 34 |
| | เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ..... | 34 |
| | ระยะเวลาในการทดลอง ..... | 35 |

| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| | เครื่องมือในการทดลอง ..... | 35 |
| | การทดลองใช้เครื่องมือ ..... | 35 |
| | การดำเนินการทดลอง ..... | 36 |
| | การวิเคราะห์ข้อมูล ..... | 36 |
| | ผลการทดลอง ..... | 37 |
| | อภิปรายผล ..... | 38 |
| | ข้อเสนอแนะ ..... | 39 |
| บรรณานุกรม ..... | | 40 |
| ภาคผนวก ..... | | 43 |

# บัญชีตาราง


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ..... | 17 |
| 2 | ค่าสถิติพื้นฐานจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน ..... | 18 |
| 3 | ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน ..... | 18 |
| 4 | ค่าสถิติแบบทดสอบ ..... | 24 |
| 5 | ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบด้านเนื้อหาและโครงสร้าง ..... | 25 |
| 6 | ค่าสถิติพื้นฐานของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ..... | 31 |
| 7 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการสอบหลังเรียน ..... | 32 |
| 8 | คะแนนทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อศูนย์การเรียน ..... | 33 |
| 9 | ค่า t และ SD. ของแบบสอบถามทัศนคติที่มีศูนย์การเรียน ..... | 45 |
| 10 | ค่า $p_H$, $p_L$, $p$, $r$ และ .. ของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้สอบก่อนและหลังเรียนจากศูนย์การเรียน ..... | 46 |

# บัญชีภาพ


| ภาพ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนและการใช้ชุดการสอน ..... | 8 |
| 2 | ความสัมพันธ์ของโครงสร้างการจัดระบบการสอน ..... | 14 |
| 3 | การวิเคราะห์ชุดการสอนและศูนย์การเรียน ..... | 23 |
| 4 | การจัดกลุ่มนักเรียนในห้องเรียน ..... | 27 |

# บทที่ 1

## บทนำ

การจัดการศึกษานับตั้งแต่ต้นมาจนถึงปัจจุบันนี้ นักการศึกษาทั้งหลายต่างยอมรับว่า ระบบการศึกษามักจะประสบปัญหาด้านเนื้อหาและกระบวนการเรียนตามหลักสูตร ( แนวทางปฏิรูปการศึกษา,2517: 18 ) ปัญหานี้สำคัญและได้รับการวิพากย์วิจารณ์อย่างกว้างขวางอยู่เสมอ การนำเอาหลักสูตรไปปฏิบัติโดยที่หลักสูตรมิได้ให้แบบอย่างวิธีสอน วิธีเรียนและกิจกรรมพอที่จะเป็นแนวทางให้ครูและนักเรียนนำไปปฏิบัติได้ เป็นสาเหตุที่ทำให้กระบวนการเรียนการสอนยุ่งยากเป็นอันมาก เมื่อใดที่มีการถกเถียงถึงปัญหาการศึกษาแล้ว เมื่อนั้นจะต้องมีปัญหาของเรื่องวิธีสอนของครูรวมอยู่ด้วยเสมอ โดยเฉพาะในแง่ที่ว่า ครูส่วนมากยังเน้นการสอนแบบบรรยายและยังนำสื่อการสอนมาใช้น้อยมาก ส่วนกระบวนการเรียนของนักเรียนก็คือ การนั่งเป็นแถวอยู่บนโต๊ะเรียนอย่างเรียบร้อย ฟังครูอธิบาย ความรู้ในเนื้อหา หลักการ กฎและสูตรได้จากการท่องจำเป็นส่วนใหญ่ ขาดการเน้นวิธีการที่จะสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ ขาดแนวทางในการชี้แนะให้ค้นพบความสามารถของตนเอง ขาดการฝึกให้เป็นคนคิดเป็น ทำเป็น ตลอดจนทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนการสอน การแก้ปัญหาดังกล่าวจึงขึ้นอยู่กับครูผู้สอน ที่จะต้องแก้ไขและพยายามปรับปรุงแก้ไขวิธีสอนให้เกิดผลในทางที่พึงปรารถนาเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว รู้จักคิดหาเหตุผลตลอดจนนำความรู้ที่ได้รับจากครูไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

นั่นก็คือ การแก้ปัญหาทางการศึกษาได้ตรงจุด น่าที่จะแก้ด้วยวิธีการปรับปรุงการเรียนการสอนเสียใหม่ วิธีการแก้วิธีหนึ่งก็คือ การนำเอานวกรรมทางการศึกษาที่เน้นกระบวนการเรียนมากกว่าเนื้อหา วิธีการเรียนจากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ( Learning Centers ) วิธีเน้นการกระทำกิจกรรมด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยอาศัยสื่อประสม ( Multi - Media Approach ) และกระบวนการกลุ่ม ( Group Process ) เป็นสำคัญ การสอนวิธีนี้เป็นการประสมประสานระหว่างเทคนิคหรือวิธีสอน การบริหารห้องเรียน การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนการสอน ตลอดจนการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของครูและของนักเรียนเข้าด้วยกัน

อย่างไรก็ตาม การนำเอาวิธีสอนต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น พบว่าไม่ประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ทั้งนี้เพราะขาดความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของวิชาที่สอนกับวิธีสอน วิธีสอนวิธีเดียวย่อมไม่บรรลุผลสำเร็จในทุกๆ วิชาหรือทุกสภาพการณ์ ด้วยเหตุนี้จึงมีผลงานการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนทั้งที่เป็นของต่างประเทศและของไทย ในอันที่จะแสวงหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับวิชานั้นๆ ถ้าทั้งวิธีสอนและเนื้อหาวิชาที่สอนต่างสนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการเรียนการสอนมากขึ้นแล้ว มักแสดงให้เห็นแนวทางที่จะปรับปรุงการเรียนการสอนอย่างมาก การเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีการสังเกต กล้าซักถามและสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างชาญฉลาด จะช่วยให้ผู้เรียนมีชีวิตอยู่ในสังคมประชาธิปไตยตามที่มุ่งหวังไว้

สำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น พบลักษณะของวิชาแล้วนักเรียนจะต้องทำการทดลองและค้นพบความรู้ทางทฤษฎีหรือกฎ สูตร ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ จากเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ ซึ่งกระบวนการเรียนของวิชานี้มีลักษณะเข้ากันได้กับลักษณะการเรียนจากศูนย์การเรียน จึงน่าจะก่อให้เกิดประสิทธิผลทางการเรียนตามเป้าหมายของวิชาได้เป็นอย่างดี

ถึงกระนั้นเราก็ยังแน่ใจไม่ได้ จนกว่าจะพิสูจน์ด้วยการปฏิบัติว่าเป็นไปตามความคาดหวังจริง และในเวลาเดียวกันเราก็ไม่อาจเสี่ยงต่อการแพร่ขยายวิธีการนี้ออกไปโดยมิได้วิจัยเสียก่อน เพราะการนำเอาวิธีการใหม่อะไรก็ตามมาใช้นั้นจำเป็นจะต้องได้รับการวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุงเสียก่อน การที่จะวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุงได้ เราจำต้องนำแผนของกระบวนการเรียนแบบศูนย์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ดูก่อน แล้วประเมินผลดูว่ามีข้อบกพร่องอะไร ในส่วนไหนของระบบ และกระบวนการมาง จะได้แก้ไขส่วนนั้นๆ จนพอใจและมั่นใจแล้วจึงจะนำออกไปใช้ได้ วิธีเช่นนี้เป็นวิธีการควบคุมคุณภาพของงานเป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์เขาใช้กัน เรียกว่าวิธีวิเคราะห์ระบบ ( Systems Analysis )

การวิจัยนี้จึงเป็นการประสมประสานของปัญหาที่เกี่ยวเนื่องด้วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียน และวิธีดังกล่าวได้ผ่านการวิเคราะห์ระบบและปรับปรุงแล้ว ส่วนผลของการเรียนรู้จะเกิดขึ้นประการใดและจะส่งผลต่อการมั่นใจในวิธีการดัง

กล่าวหรือไม่เป็นสิ่งที่จะต้องทดลองวิจัยกันต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

2. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการเสนอแนะให้มีการนำเอาวิธีสอนแบบศูนย์การเรียนไปใช้ในโอกาสต่อไป

2. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสร้างศูนย์การเรียนที่มีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาครั้งนี้ เป็นการทดลองใช้การเรียนแบบศูนย์การเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบและที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2519 เรื่อง น้ำและเรื่องแม่เหล็ก

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านบึงมนูญวิทยาคาร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน

3. ตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

3.1.2 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

3.2.3 ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนจากศูนย์การเรียนรวมกันทั้งวิเคราะห์ระบบและไม่วิเคราะห์ระบบ

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ศูนย์การเรียน ( Learning Centers ) หมายถึงการจัดห้องเรียนออกเป็นจุดๆ ตามเนื้อหาวิชาที่ต่อเนื่องกัน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อทำกิจกรรมการเรียนตามจุดๆ นั้น ซึ่งเรียกว่าศูนย์กิจกรรม แต่ละศูนย์กิจกรรมจะมีวัสดุอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะหาประสบการณ์การเรียนด้วยการประกอบกิจกรรมไปทีละศูนย์จนครบทุกศูนย์

ชุดการสอน ( Instructional Packages ) หมายถึง ชุดของบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย ภายในชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือครู คำสั่งให้ประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง เนื้อหาหรือประสบการณ์ในรูปสื่อการสอนต่างๆ งานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อช่วยในการพิจารณาวัดพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและเรื่องแม่เหล็ก ภายหลังจากการเรียน

วิธีวิเคราะห์ระบบ ( Systems Analysis ) หมายถึง กระบวนการในการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน อาศัยขั้นตอนในการทำงานด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยถือความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบที่ปฏิสัมพันธ์กัน และสามารถตรวจสอบกระบวนการได้ทุกขั้นตอน โดยอาศัยข้อมูลย้อนกลับ ( Feedback ) เพื่อผลิตผลที่มีประสิทธิภาพแน่นอน

<u>ทัศนคติต่อศูนย์การเรียน</u> หมายถึง ระดับความรู้สึกในทางบวกหรือในทางลบ ที่มีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน ซึ่งสามารถวัดหาค่าความรู้สึกนั้นจากแบบสอบถาม

# บทที่ 2
# เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นงานการวิจัยที่นำเอาวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้กับศูนย์การเรียน ดังนั้น เอกสารและผลงานการวิจัยจึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ตอนคือ เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การเรียน กับ เอกสารและการวิจัยเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ระบบ

## เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การเรียน

การเรียนแบบศูนย์การเรียน ( Learning Centers ) นับเป็นวิธีทางการสอนอย่างหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ศูนย์การเรียนเป็นลักษณะการเรียนการสอนที่ยึดหลักการใช้สื่อประสม ( Multi - Media Approach ) กับกระบวนการกลุ่ม ( Group Process ) เป็นหัวใจ ภายใต้พื้นฐานของความเชื่อที่ว่า สื่อประสมซึ่งประกอบไปด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ให้ประสมประสานเข้ากันได้อย่างเหมาะสม เพื่อใช้เป็นสื่อในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ฯลฯ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมถาวร สำหรับกระบวนการกลุ่มนั้นเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปร่วมมือกันกระทำกิจกรรม ซึ่งจะมีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และนอกจากนั้นกิจกรรมในกระบวนการกลุ่มยังเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยถือหลักที่ว่า การเรียนรู้เป็นผลมาจากผู้เรียนได้วิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจนสามารถรู้สึกนึกคิด เห็น และเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้

ในด้านผลดีของการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ( ชัยยงค์ พรหมวงศ์, เอกสารโรเนียว 2518: 12 ) กล่าวไว้ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศการเรียนตามความสนใจของนักเรียน
2. ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ส่งเสริมเสรีภาพของนักเรียนในการแสดงความคิดเห็น
4. ฝึกการทำงานเป็นหมู่ เคารพในสิทธิและฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. เปิดโอกาสให้ครูใกล้ชิดกับนักเรียนทุกๆ กลุ่ม ให้ครูสังเกตพัฒนาการของนักเรียน

6. ช่วยให้การถ่ายทอดความรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มิใช่ครูบังคับให้นักเรียนจดและท่องจำอย่างเดียว

7. ให้ครูตื่นตัวตลอดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้ในวิชาที่สอนเพิ่มเติม สำรวจแหล่งวัสดุอุปกรณ์และคิดค้นประดิษฐ์อุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นเอง

การจัดห้องเรียนและดำเนินการสอนแบบศูนย์การเรียนนั้น มีการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ 4 – 6 คน ครูเป็นผู้จัดเตรียมกิจกรรมวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้เหมาะสมกับบทเรียนให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนให้มากที่สุด ดังนั้นการจัดสภาพห้องของห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนจึงต้องแตกต่างไปจากห้องเรียนแบบธรรมดา โดยมีการจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มเรียกว่า ศูนย์กิจกรรม ส่วนมากจัดไว้ประมาณ 6 ศูนย์กิจกรรมรวมทั้งศูนย์สำรองด้วย ผู้เรียนจะทำกิจกรรมตามที่ศูนย์กำหนดให้ เมื่อทำกิจกรรมครบตามที่ศูนย์กำหนดไว้แล้ว จะต้องเปลี่ยนไปทำกิจกรรมในศูนย์อื่นที่ว่างต่อไป ในกรณีที่ยังไม่มีศูนย์ว่างก็ให้ผู้เรียนกลุ่มนั้นย้ายไปทำกิจกรรมที่ศูนย์สำรองก่อน ผู้เรียนจะเปลี่ยนกันทำกิจกรรมจนครบหมดทุกศูนย์กิจกรรม การเรียนในศูนย์การเรียนนี้ไม่จำเป็นว่า ผู้เรียนจะต้องเรียนตามลำดับจากศูนย์กิจกรรมที่ 1 ไปที่ 2 ที่ 3 ที่ 4 และที่ 5 ผู้เรียนสามารถเรียนจากศูนย์ที่ 3 หรือศูนย์หนึ่งก่อนก็ได้ ทั้งนี้เพราะเนื้อหาภายในศูนย์นั้นแยกจากกัน ผู้เรียนสามารถเรียนจากศูนย์ไหนก่อนหลังได้ แต่เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมครบหมดทุกศูนย์แล้ว ทุกคนก็จะมีความรู้ตามที่กำหนดไว้

ภายในศูนย์กิจกรรมจะประกอบด้วย

1. เนื้อหาของบทเรียน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นตอนๆ มีความแตกต่างกัน แต่มีส่วนที่จะสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

2. วัสดุอุปกรณ์ เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่จัดขึ้นให้สัมพันธ์กับเนื้อหาของบทเรียน ซึ่งจะมีวัสดุอุปกรณ์หลายๆ อย่างและเพียงพอสำหรับกลุ่มผู้เรียนในแต่ละศูนย์กิจกรรม

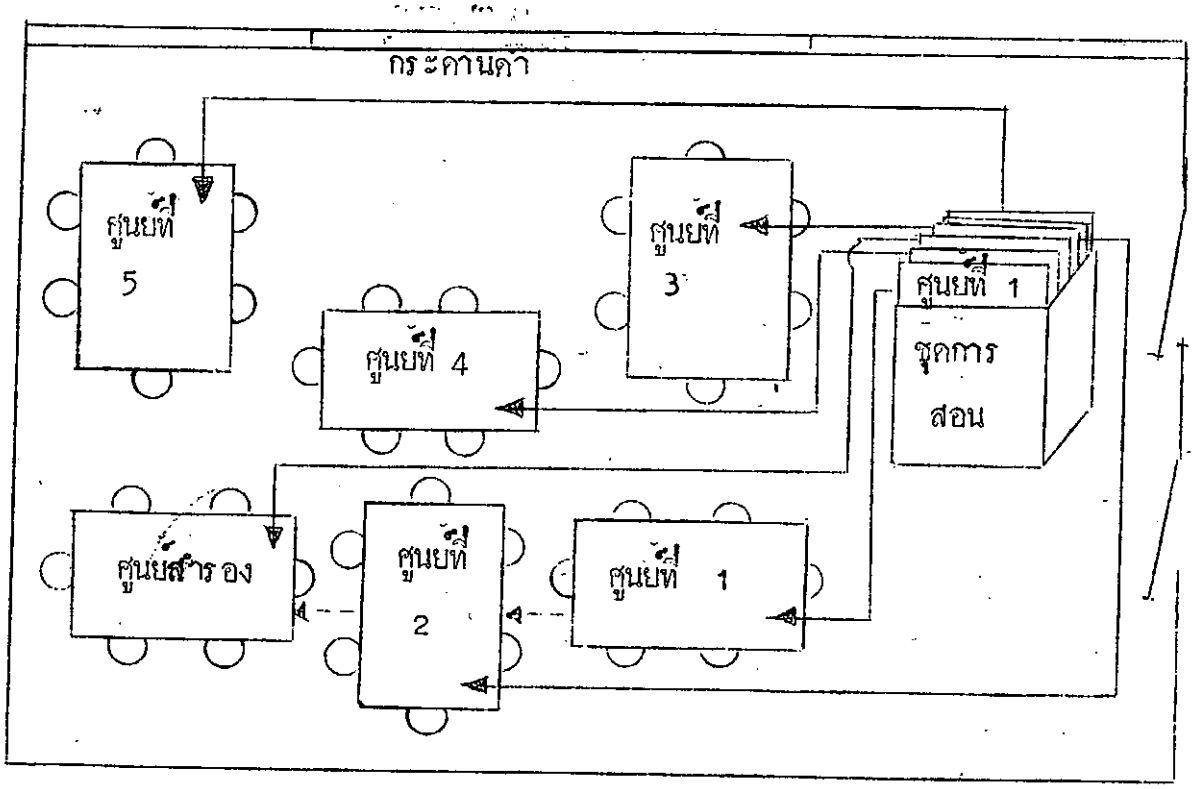
3. บัตรคำสั่ง ทำหน้าที่แทนครูในการอธิบาย หรือสั่งนักเรียนเป็นรายบุคคล ให้เข้าใจวิธีการเรียนในศูนย์กิจกรรมต่างๆ ตามลำดับขั้น รวมทั้งหัวข้อออภิปรายหรือคำถามที่ครูต้องการให้นักเรียนรายงาน ภายในบัตรคำสั่งมักประกอบด้วย คำแนะนำสั้นๆ คำสั่งให้ทำกิจกรรม

และหัวข้ออภิปรายหลังคำถาม

4. เครื่องเขียน หลังจากที่นักเรียนเสร็จสิ้นกิจกรรมที่กำหนดให้แล้ว ครูควรให้นักเรียนเขียนรายงานผล

ส่วนประกอบทั้ง 4 ประการนี้ ในศูนย์กิจกรรมจะจัดรวมเข้าไว้เป็นชุดๆ ที่เรียกว่า ชุดการสอน ( Instructional Packages ) และโดยเหตุที่ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่ม จึงต้องใช้ชุดการสอนประเภท ชุดการสอนแบบกลุ่ม ซึ่งทุกคนในกลุ่มจะได้ใช้ชุดการสอนร่วมกัน

การจัดห้องเรียนและใช้ชุดการสอนจะต้องดำเนินการให้ประสานกัน และควรจะมีแผนการจัดและการใช้ดังนี้




ภาพ 1 การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนและการใช้ชุดการสอน

ในการจัดกลุ่มนักเรียนเข้าประจำศูนย์นั้น ครูจะเป็นผู้จัด ควรจะให้มีการคละกันระหว่างนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ให้รวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และแต่ละกลุ่มเข้าเรียน

ในศูนย์กิจกรรมซึ่งครูจัดชุดการสอนไว้ประจำแต่ละศูนย์อย่างเรียบร้อยก่อนที่ผู้เรียนจะเข้าเรียนในศูนย์กิจกรรม

สำหรับกระบวนการกลุ่มและสื่อประสม ซึ่งเป็นหลักการที่เป็นหัวใจของศูนย์การเรียนนั้น มีการวิจัยที่ถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบอื่นก็ตาม แต่วิธีนี้ก็เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดี ดังเช่น การวิจัยของ ปัทมา เทพอัครพงศ์ ( ปัทมา เทพอัครพงศ์,2516: 182 ) เรื่องการสอนอ่านเอาเรื่องวิชาภาษาอังกฤษด้วยกระบวนการกลุ่ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการอ่านเอาเรื่องวิชาภาษาอังกฤษ โดยวิธีกระบวนการกลุ่มและวิธีแปล ยังได้ศึกษาถึงทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนแบบกระบวนการกลุ่มด้วย กลุ่มตัวอย่างในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจัดให้กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีกระบวนการกลุ่ม ส่วนกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีแปล ผลการวิจัยพบว่า สัมฤทธิ์ผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองวิธี ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการสอนแบบกระบวนการกลุ่ม

สำหรับการใช้ชุดการสอนและการใช้สื่อประสม ซึ่งเป็นหลักการอันสำคัญอีกอันหนึ่งของศูนย์การเรียนนั้น ผลการวิจัยพบว่า การใช้ชุดการสอนและสื่อประสมได้ผลดีกว่า การสอนแบบธรรมดาและแบบบรรยาย และยังส่งผลทางด้านการมีทัศนคติที่ดีเช่นเดียวกับการสอนแบบกระบวนการกลุ่ม ผลการวิจัยในลักษณะดังกล่าวเป็นผลการวิจัยของ เอลลียา บรุช มิดส์ ( Elija Bruce Meeks , 1971 : 4295 A ) ที่วิจัยเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดการเรียนกับวิธีสอนแบบธรรมดา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการตัดสินหรือดูว่า การใช้ชุดการสอนสำหรับใช้สอนนักศึกษาครูมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีสอนแบบธรรมดา ผู้วิจัยได้วิจัยกับนักศึกษาครูจำนวน 144 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองให้ใช้ชุดการเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมใช้เทคนิควิธีสอนแบบธรรมดา และทั้งสองกลุ่มนี้เรียนวิชาเดียวกัน ในการทดลองจะมีการทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อดูความก้าวหน้า ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนโดยใช้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญที่

ระดับ .01 นอกจากนั้นผู้เรียนยังมีพัฒนาการทางความคิดเพิ่มขึ้นอีกด้วย

แอลเลนยีน เบียร์ด แมกโดนัลท์ ( Ellen Jean Baird Mcdonall, 1973 : 1590 A ) ทำการวิจัยเรื่อง พัฒนาการและการประเมินค่าของชุดการเรียนการสอนแบบใช้สื่อประสมเพื่อเรียนด้วยตนเอง สำหรับใช้กับการสอนภาษาอังกฤษแบบซ่อมเสริมในวิทยาลัยชุมชนชานเมือง การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบเปรียบเทียบผลของความสำเร็จและทัศนคติที่มีต่อวิธีสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนแบบสื่อประสมเพื่อเรียนด้วยตนเอง กับวิธีสอนบรรยายและอภิปราย กลุ่มตัวอย่างมี 126 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาเดียวกัน กลุ่มควบคุมดำเนินการสอนโดยวิธีสอนแบบธรรมดา ส่วนกลุ่มทดลองดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่ใช้สื่อประสม 3 ชุด ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนโดยใช้สื่อประสมมีประสิทธิภาพกว่าการสอนแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เกี่ยวกับทัศนคติของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติในระดับที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในระดับ .05 จากการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การสอนโดยใช้ชุดการสอนแบบสื่อประสมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของนักเรียน

การวิจัยที่กล่าวมาแล้วเป็นการวิจัยที่เปรียบเทียบระหว่างกระบวนการเรียนการสอนสองแบบ คือการใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบธรรมดา และการใช้ชุดการสอนแบบสื่อประสมกับการสอนแบบธรรมดา ส่วนการวิจัยที่เปรียบเทียบกระบวนการสอนแบบบรรยาย แบบใช้สื่อประสมและชุดการสอนนั้น แพตซี่ แอลเอ บูลโดลส์ ( Patsy L.A. Boudreaux, 1975 ; 2119 – 2120 ) นำวิธีการทั้งสามมาเปรียบเทียบกัน โดยเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ระหว่างการสอนแบบบรรยาย แบบสื่อประสมและแบบชุดการสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 สอนแบบครูบรรยาย กลุ่ม 2 สอนโดยใช้สื่อประสม และกลุ่ม 3 สอนโดยใช้ชุดการสอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนกลุ่ม 2 และ 3 ดีกว่า กลุ่ม 1 แต่เมื่อมีการทบทวนความรู้อีกครั้งผลปรากฏว่า นักเรียนในกลุ่ม 1 ประสบผลสัมฤทธิ์มากกว่ากลุ่ม 2 ส่วนผลสัมฤทธิ์ของ

กลุ่ม 3 คงที่

การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ทดลองอยู่ในประเทศ เป็นแนวความคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ซึ่งประยุกต์มาจากการจัดศูนย์การเรียนเอกเทศซึ่งทำกันแพร่หลายในสหรัฐอเมริกาในระหว่างปี 1967 – 1972 สำหรับในประเทศไทยเริ่มทำการทดลองจัดห้องเรียนเป็นแบบศูนย์การเรียนขึ้นตั้งแต่ปี 2516 การวิจัยออกมาในรูปการสร้างชุดการสอนและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน เช่น ปรัชญา ใจสะอาด ( ปรัชญา ใจสะอาด ,2519 : 237 ) สร้างชุดการสอนสำหรับศูนย์การเรียนวิชาภูมิ–ศาสตร์ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา และหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น โดยการแบ่งเนื้อหาวิชาภูมิศาสตร์ออกเป็น 15 หน่วย แล้วเลือกมาทำเป็นชุดการสอน 4 ชุด โดยเน้นการใช้สื่อประสมแล้วนำไปทดลองหาประสิทธิภาพตามลำดับขั้นคือ ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดสอบแบบกลุ่มเล็กและทดสอบสนามกับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปี 1 ของวิทยาลัยครูเทพสตรี ลพบุรี จำนวน 40 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนทั้ง 4 ชุดมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนทั้ง 4 ชุดแล้วมีความรู้เพิ่มขึ้น

นอกจากรูปแบบดังกล่าวแล้วงานวิจัยศูนย์การเรียนนี้ ยังวิจัยในรูปการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างศูนย์การเรียนกับการสอนด้วยวิธีอื่นดังเช่นการวิจัยของ เสริมแสง พันธุมสุต ( เสริมแสง พันธุมสุต,2518: 340 ) วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนราชาศัพท์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในห้องเรียนแบบครูเป็นศูนย์กลางและแบบศูนย์การเรียน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 30 คน ใช้เวลาในการทดลอง 10 ชั่วโมง โดยแบ่งเนื้อหาราชาศัพท์ออกเป็นราชาศัพท์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนราชาศัพท์ชุดที่ 1 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนราชาศัพท์ชุดที่ 2 ของนักเรียนที่เรียนจากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบครูเป็น

ศูนย์กลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่เรียนจากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน มีความคิดทนหรือความจำในเนื้อหาวิชามากกว่านักเรียนที่เรียนจากห้องเรียนแบบครูเป็นศูนย์กลาง

วนิดา นิ่มเสมอ ( วนิดา นิ่มเสมอ ,2516 : 82 ) วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนกับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองแบบไม่แตกต่างกันที่ระดับ .01 แต่การเรียนจากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนให้ความคงทนในเนื้อหามากกว่าการสอนแบบบรรยาย/ ผลการวิจัยนี้ตรงกันกับที่แสงอรุณ โปร่งชุระ ( แสงอรุณ โปร่งชุระ , 2517: 95 ) ซึ่งทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จากห้องเรียนแบบธรรมดาที่มีครูเป็นศูนย์กลาง กับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนไม่แตกต่างจากการสอนแบบธรรมดาที่ใช้สื่อการสอนสามัญ เช่น แผนที่ ลูกโลก รูปภาพ ฯลฯ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แต่ผลทางด้านความคงทนในการจำเนื้อหาได้ยาวนานกว่าผู้ที่เรียนจากห้องเรียนแบบธรรมดา และนอกจากนั้นนักเรียนยังมีโอกาสฝึกแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ การทำงานร่วมกับผู้อื่น การแสวงหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง และความรับผิดชอบอีกด้วย

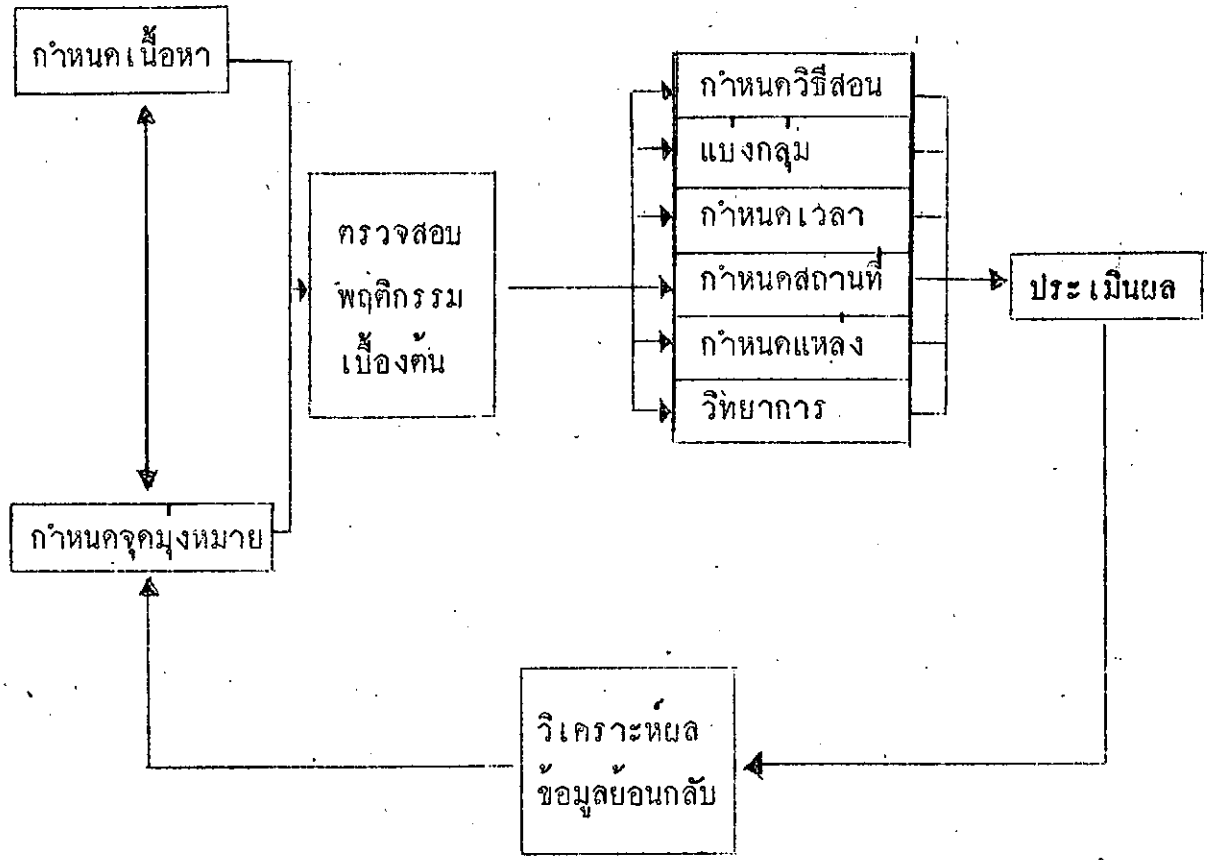
ผลการวิจัยดังกล่าว ทำให้สรุปลงไปไม่ได้ว่า การสอนแบบศูนย์การเรียนเป็นวิธีสอนที่ได้ผลดี และสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าวิธีสอนแบบอื่น อย่างไรก็ตามก็ยังลงสรุปไม่ได้อีกเหมือนกันว่า การเรียนแบบศูนย์การเรียนนั้นดีเท่าเทียมกับวิธีสอนแบบอื่น เพราะผลการวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมด จะพบว่าการเรียนในศูนย์การเรียนให้ความคงทนในการเรียนรู้ที่ยาวนานและมากกว่าแบบอื่น ทำให้ผู้วิจัยมีความคิดว่า น่าจะหาวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่จะนำมาใช้กับศูนย์การเรียน เพื่อจะส่งเสริมและปรับปรุงศูนย์การเรียนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และวิธีการที่ผู้วิจัยคิดว่าจะเป็นวิธีการที่นำมาใช้แล้ว บังเกิดผลดีควรจะเป็นวิธีวิเคราะห์ระบบ ( System Approach ) ซึ่งเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาทั้งหลายเชื่อว่าการนำเอาวิธีการนี้มาใช้ในวงการศึกษา ทั้งในด้านการวางแผนหลักสูตรและด้านการเรียนการ

สอน จะช่วยให้การศึกษาบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ และจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้ดีขึ้น ด้วยถ้าได้มีการวิเคราะห์ระบบด้วยแล้ว ยิ่งทำให้ได้ผลดีกว่าที่ไม่มีการวิเคราะห์ระบบเลย ทั้งนี้เพราะวิธีวิเคราะห์ระบบสามารถวัดเป้าหมายได้แน่นอน ทำให้บรรลุเป้าประสงค์ได้ทั้งในแง่การปฏิบัติ การกำหนดขอบเขต ระดับของการนำเอาไปใช้ประโยชน์และการรวบรวมส่วนประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างองค์ประกอบที่สามารถปฏิบัติได้อย่างสมเหตุสมผล การวิเคราะห์ระบบเป็นเครื่องมือทางสติปัญญาอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำให้กิจกรรมทางการศึกษาในระดับต่างๆ ทันสมัยยิ่งขึ้น

สำหรับแนวความคิดที่จะนำวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้กับการศึกษานั้น เกอร์ลาชและอีลาย ( Gerlach and Ely , 1971 : 13) เสนอให้นำเอาวิธีระบบมาใช้จัดระบบการสอนโดยกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญขึ้น 10 ประการคือ

1. การกำหนดเนื้อหาที่จะสอน ( Specification of Content )
2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย ( Specification of Objectives )
3. การตรวจสอบพฤติกรรมและความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ( Assessment of Entering behaavior )
4. การกำหนดยุทธศาสตร์การสอน ( Determination of Strategy )
5. การจัดกลุ่มผู้เรียน ( Organization of Group )
6. การจัดเวลาเรียน ( Allocation of Time )
7. การกำหนดสถานที่เรียน ( Allocation of Place )
8. การเลือกแหล่งวิทยาการ ( Selection of Resources )
9. การประเมินผลการสอน ( Evaluation of Performance )
10. การวิเคราะห์ผลจากข้อมูลย้อนกลับ ( Analysis of Feedback )

องค์ประกอบทั้ง 10 นี้ เกอร์ลาชและอีลาย ( Gerlach and Ely, 1971 : 13 ) ได้นำมาจัดระบบแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ในรูปโครงสร้างตามภาพ 2




ภาพ 2 ความสัมพันธ์ของโครงสร้างการจัดระบบการสอน

จากภาพ 2 เมื่อกำหนดเนื้อหาและจุดมุ่งหมายแล้ว ก่อนดำเนินการสอนจะต้องตรวจสอบพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้เรียน เพื่อให้ทราบพื้นฐานของผู้เรียน ต่อไปก็กำหนดวิธีสอนขึ้นตามความเหมาะสมเพื่อจะให้บังเกิดผลดีตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และจะทราบได้ก็โดยการประเมินผลและนำผลนั้นมาวิเคราะห์ตามลำดับขั้นที่ได้ดำเนินไว้ การดำเนินการสอนแต่ละครั้งจำเป็นที่จะต้องอาศัยข้อมูลย้อนกลับที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ผลงานการเรียนการสอน มิฉนั้น เราจะไม่ทราบได้เลยว่า การสอนที่ดำเนินไปนั้นบังเกิดผลดีหรือไม่ดีเพียงใด

ผลงานการวิจัยที่นำเอาวิธีระบบไปใช้แล้ว ได้รับผลดีได้แก่วิจัยของ เชฟเวลสัน และมูนเกอร์ ( Shavelson and Munger, 1971:134) ทำการทดลองเปรียบเทียบวิธีสอนที่ครูมีวัสดุอุปกรณ์พร้อมกับการเรียนด้วยตนเอง โดยอาศัยการจัดอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการจัดระบบ ในวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างมี 4 กลุ่มๆ ละ 24 คน

กลุ่มที่ 1 สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์

กลุ่มที่ 2 สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์พร้อมแบบเดียวกับกลุ่มที่ 1 แต่ห้องเรียนใหญ่กว่า และแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มย่อย

กลุ่มที่ 3 เรียนด้วยอุปกรณ์เหมือนกลุ่ม 1 และ 2 แต่อุปกรณ์และวิธีสอนจัดตามวิธีระบบ และให้มีการเรียนด้วยตนเอง

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม สอนโดยไม่ใช้อุปกรณ์ใดเลย

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนในกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 และใช้เวลาน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่ม 1 และ 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ .01

วิธีวิเคราะห์ระบบแม้ว่าจะเป็นของใหม่ในวงการศึกษาของไทย แต่ก็มีการวิจัยที่นำเอาวิธีนี้ไปใช้กันมากขึ้น และปรากฏผลในทำนองเดียวกันว่า วิธีวิเคราะห์ระบบใช้ได้ผลดีมีคุณค่าต่อการนำไปใช้อย่างยิ่ง การวิจัยดังกล่าวเป็นการวิจัยของ ประหยัด จิระวรพงศ์ และคณะ ( ประหยัด จิระวรพงศ์ , 2519 : 156 ) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับลักษณะความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง โครงการนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนในจังหวัดกาญจนบุรี ระดับชั้นประถมปีที่ 2, 3 และ 4 จัดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน โดยให้กลุ่มทดลองเรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้นตามหลักการวิเคราะห์ระบบ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนปกติ ผลการวิจัยปรากฏในทำนองเดียวกันว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนที่สร้างขึ้นให้สัมพันธ์กับท้องถิ่น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การใช้วิธีสอนแบบใดก็ตาม ผลที่ตามมาภายหลังก็คือ ผลทางด้านการเกิดทัศนคติ ทัศนคติจัดได้ว่าเป็นสภาพทางจิตใจของบุคคลที่เกิดจากประสบการณ์ ซึ่งจะเป็นผลให้บุคคลมีท่าทีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางบวกหรือลบก็ได้ ทัศนคตินับได้ว่าเป็นสภาพความพร้อมทางจิตที่มองไม่เห็น แต่มีพลังที่จะแสดงปฏิกริยาต่อบุคคลหรือต่อสถานการณ์ในทำนองสนับสนุนหรือไม่เห็นด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทัศนคตินั้นจะต้องเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ของบุคคล ไม่ใช่เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด ด้านการเรียนการสอนนั้น ทัศนคติมีผลต่อการเรียนการสอนอยู่มาก การเรียนจากศูนย์การเรียนน่าจะก่อให้เกิดทัศนคติที่ดีได้ จากการวิจัยเกี่ยวกับการใช้สื่อประสมและกระบวนการกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิธีการทั้งสอง ดังนั้นศูนย์การเรียนซึ่งอาศัยวิธีการทั้งสอง ย่อมทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีได้เช่นกัน ไม่ว่าจะใช้วิธีวิเคราะห์ระบบหรือไม่ก็ตาม

<u>สมมุติฐานการวิจัย</u>

1. นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

2. นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียน มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน

# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2519 ของโรงเรียนบ้านบึงมนูญวิทยาคาร อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 60 คน เป็นชาย 39 คน หญิง 21 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่าย

### การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยนำกลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คนมาแบ่งโดยใช้ตารางสุ่มอย่างง่าย ออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

| กลุ่ม / เพศ | ทดลอง | ควบคุม | รวม |
|---|---|---|---|
| ชาย | 18 | 21 | 39 |
| หญิง | 12 | 9 | 21 |
| รวม | 30 | 30 | 60 |

เพื่อให้ทราบแน่นอนว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีพื้นความรู้ในเรื่องที่จะทำการทดลองในระดับเดียวกันหรือไม่ จึงได้ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้ข้อทดสอบวิทยาศาสตร์ แล้วหาคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่ม ดังผลที่แสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

| สถิติ \ กลุ่ม | ทดลอง | ควบคุม |
|---|---|---|
| N | 30 | 30 |
| $\bar{X}$ | 16.76 | 16.70 |
| $S^2$ | 1.63 | 3.94 |
| S | 1.28 | 1.99 |

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 2 ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน และเพื่อศึกษาว่า ทั้งสองกลุ่มมีความรู้ทัดเทียมกันหรือไม่ จึงได้วิเคราะห์ความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่ม ดังปรากฏผลในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

| แหล่งความแปรปรวน | df | ผลบวกกำลังสอง | ค่าเฉลี่ยกำลังสอง | F |
|---|---|---|---|---|
| ระหว่างกลุ่ม | 1 | .70 | .70 | .025 |
| ภายในกลุ่ม | 58 | 161.67 | 2.79 | |
| รวม | 59 | 161.74 | | |

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 ปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพื้นความรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีพื้นความรู้พอๆ กัน

แบบของการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest ซึ่งมีแผนแบบการทดลองดังนี้

| กลุ่ม | สอบก่อน | ทดลอง | สอบหลัง |
|---|---|---|---|
| [R] E | $T_{E1}$ | X | $T_{E2}$ |
| [R] C | $T_{C1}$ | $\sim$ X | $T_{C2}$ |

วิธีดำเนินการทดลอง

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างจากมวลประชากรแบบสุ่มโดยใช้ตารางสุ่ม มาจำนวน 60 คน

2. แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน กำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ทำการทดสอบพื้นความรู้ก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน โดยจัดสภาพทุกอย่างให้เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ยกเว้นตัวแปรในการทดลองที่จะจัดกระทำกับกลุ่มทดลองเท่านั้น แต่ไม่ให้เกิดกับกลุ่มควบคุม

5. สังเกตผลเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ แล้วทดสอบอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้เครื่องมือชุดเดียวกับตอนแรกที่ทดสอบความรู้ก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย

6. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่เป็นผลต่างระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรกกับครั้งหลัง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และทดสอบนัยสำคัญดังนี้

ให้ $\bar{X}ET_2 - \bar{X}ET_2 = D_E$ , $\bar{X}CT_2 - \bar{X}CT_2 = D_C$

ถ้า $D_E$ ต่างกับ $D_C$ อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเป็นผลจากการกระทำ ( X ) ที่ทำการทดลอง

7. วิเคราะห์ผลเกี่ยวกับทัศนคติของกลุ่มทดลอง ที่มีต่อสภาพที่จัดให้ จากแบบสอบถาม

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 เรื่องคือ เรื่องน้ำ และเรื่องแม่เหล็ก

ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองทั้งสองเรื่อง ใช้เวลาในการสอนและทดสอบทั้งสองกลุ่มเท่ากัน คือ ใช้เวลากลุ่มละ 3 ครั้งๆ ละ 2 ชั่วโมง รวมเป็น 6 ชั่วโมง กำหนดระยะเวลาทำการทดลองปรากฏดังตารางเวลาต่อไปนี้

| เรื่อง | กลุ่มทดลอง | กลุ่มควบคุม |
|---|---|---|
| น้ำ | วันที่ 5 พฤศจิกายน 2519 | วันที่ 5 พฤศจิกายน 2519 |
| แม่เหล็ก | วันที่ 12 พฤศจิกายน 2519 | วันที่ 12 พฤศจิกายน 2519 |
| แม่เหล็ก | วันที่ 19 พฤศจิกายน 2519 | วันที่ 19 พฤศจิกายน 2519 |

เครื่องมือในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

1. ชุดการสอนในศูนย์การเรียน 2 ชุด

ชุดที่ 1 เป็นชุดการสอนในศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ

ชุดที่ 2 เป็นชุดการสอนในศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นโดยไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

ชุดการสอนในศูนย์การเรียนทั้ง 2 ชุดนี้ ได้แบ่งออกเป็นชุดละ 3 หน่วยคือ

หน่วยที่ 1 เรื่องน้ำ 2 ชั่วโมง

หน่วยที่ 2 เรื่องแม่เหล็ก 2 ชั่วโมง

หน่วยที่ 3 เรื่องแม่เหล็ก 2 ชั่วโมง

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3021676, 3915080


2. อุปกรณ์การเรียนที่ใช้ในศูนย์การเรียน ได้แก่ ของจริง ของจำลอง รูปภาพ แบบเรียนโปรแกรม และอุปกรณ์ในการทดลอง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ 5 ตัวเลือก มีจำนวน 50 ข้อ และแบบฝึกหัดประจำศูนย์ฯ ละ 5 ข้อรวม 75 ข้อ

4. แบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน จำนวน 20 ข้อ

<u>การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูล</u>

1. สร้างชุดการสอนในศูนย์การเรียน ซึ่งกระทำตามลำดับขั้นดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งหมด

1.2 จำแนกเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยใหญ่จากเรื่องที่นำมาใช้ทดลอง ซึ่งในแต่ละหน่วยกำหนดให้ศึกษาภายใน 1 ช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

1.3 จำแนกแต่ละหน่วยของเนื้อหาวิชาออกเป็นหัวเรื่อง ซึ่งแต่ละหัวเรื่องนำไปทำเป็นศูนย์กิจกรรม ซึ่งมีหัวเรื่องหน่วยละ 5 หัวเรื่องทั้งนี้ไม่นับรวมหัวเรื่องสำรอง

1.4 นำแต่ละหน่วยที่ได้กำหนดเป็นหัวเรื่องหรือศูนย์กิจกรรมมาศึกษา เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.5 ทำบันทึกการสอนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

1.6 จัดทำบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาวิชา แบบทดสอบประจำศูนย์ กิจกรรมที่จะให้ทำแต่ละศูนย์กิจกรรม

1.7 จัดทำและจัดหาอุปกรณ์การสอนต่างๆ โดยยึดหลักของสื่อประสม

1.8 เขียนข้อสอบตามเนื้อหาวิชาและกิจกรรมของทุกศูนย์ แล้วนำข้อสอบไปทดสอบนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ความยาก และความเชื่อมั่น

1.9 จัดทำคู่มือครู ซึ่งประกอบด้วย

1.9.1 คำนำ

1.9.2 คำชี้แจงสำหรับครู

62743

1.9.3 สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1.9.4 บทบาทของนักเรียน

1.9.5 การจัดชั้นเรียน

1.9.6 หลักสูตรของวิชา

1.9.7 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.9.8 บันทึกการสอน

1.9.9 แบบทดสอบและกระดาษคำตอบขณะเรียนของแต่ละศูนย์กิจกรรม

1.10 จัดชุดการเรียนเป็นชุดๆ ตามศูนย์กิจกรรม

1.11 ชี้แจงหน้าที่ของครูในขณะทำการทดลองให้ครูที่จะทำการทดลองจริง เข้าใจ และให้ทดลองปฏิบัติตามนั้นกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง ทั้งกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่

1.12 นำชุดการสอนที่จะวิเคราะห์ระบบออกทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เพื่อหาข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามวิธีวิเคราะห์ระบบ ซึ่งมีการทดลองดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 1 กลุ่มกิจกรรม ซึ่งมีจำนวน 6 คน และดำเนินการตามลำดับดังนี้

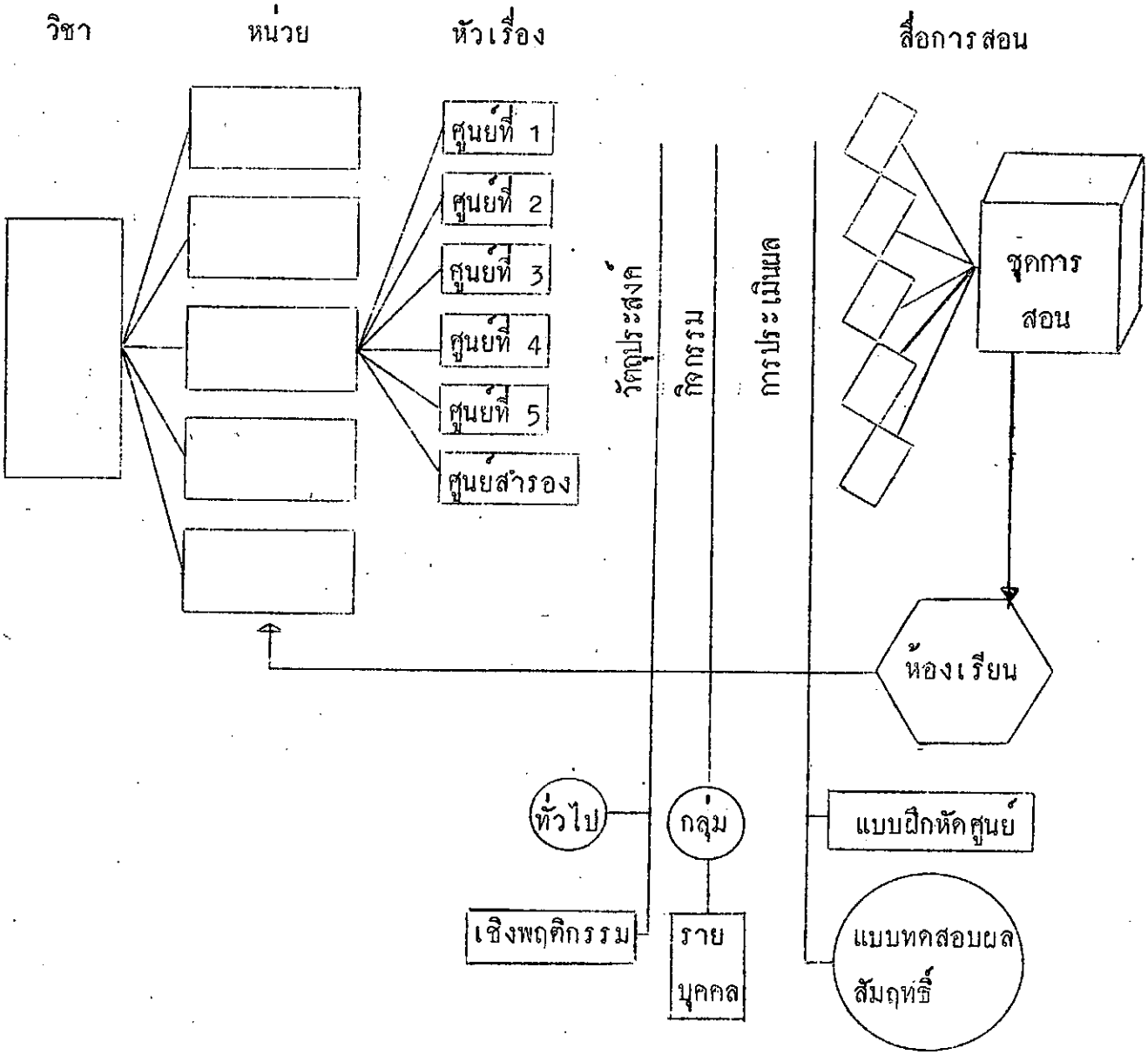
1. ทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม
2. ให้เรียนไปตามกลุ่มกิจกรรมจนครบทุกศูนย์
3. ทดสอบผลการเรียน
4. ทำการแก้ไขศูนย์การเรียนที่มีข้อบกพร่อง

ครั้งที่ 2 ทดลองเป็นกลุ่มใหญ่จากสภาพที่เป็นจริง หลังจากทำการปรับปรุงครั้งที่ 1 แล้ว ซึ่งมีการดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม
2. ให้นักเรียนเข้าเรียนตามศูนย์กิจกรรมต่างๆ ศูนย์ละ 1 กลุ่มกิจกรรม หมุนเวียนไปจนครบทุกศูนย์การเรียน
3. ทดสอบผลการเรียนเพื่อวิเคราะห์ผล

4. ทำการปรับปรุงศูนย์การเรียน

ชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ จะมีแบบจำลองการผลิตดังภาพ 3




ภาพ 3 แสดงการวิเคราะห์ชุดการสอนและศูนย์การเรียน

2. การสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัยแบบ 5 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาที่สอน จำนวน 50 ข้อ โดยมีวิธีสร้างดังนี้คือ

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก ( ชวาล แพรัตกุล, 2516 : 110 – 283 ) แล้วนำแบบทดสอบไปทดสอบนักเรียนโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน

2.2 นำแบบทดสอบที่ทดลองแล้ว มาวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้หลักการคัดกลุ่ม 27 % และตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน ( Fan Chung – Teh , 1952 : 6 – 32 ) เพื่อหาความยากง่าย ( p ) ค่าอำนาจจำแนก ( r )

2.3 จากการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ คูเดอร์ริชาร์ดสัน 20 ( Ferguson , 1954 : 379 ) รายละเอียดของคุณภาพของแบบทดสอบแสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าสถิติของแบบทดสอบ

| แบบทดสอบ | ค่าความยากทั้งฉบับ | ค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับ | ความเชื่อมั่น | $SE_{meas}$ |
|---|---|---|---|---|
| | .5054 | .4216 | .6498 | ± 3.14 |

2.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทางด้านเนื้อหา ( Content ) และโครงสร้าง ( Construct ) ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งด้านเนื้อหาและโครงสร้าง

| เนื้อหา \ โครงสร้าง | ความจำ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | ประเมินค่า | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ความสำคัญของน้ำ | 1 | 2 | 2 | 1 | – | 2 | 8 |
| สมบัติของน้ำ | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 15 |
| แม่เหล็กธรรมชาติ | 3 | 2 | – | – | – | – | 5 |
| แม่เหล็กประดิษฐ์ | 1 | 1 | 2 | 1 | – | – | 5 |
| สมบัติแม่เหล็ก | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 10 |
| การทำแม่เหล็กประดิษฐ์ | 2 | 1 | 2 | – | – | – | 5 |
| ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก | 1 | – | – | 1 | – | – | 2 |

3. การสร้างแบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน

3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบสอบถามและสเกลวัดทัศนคติ ( กมล สุดประเสริฐ, 2516: 146 – 149 ) ใช้สเกลประมาณค่าแบบรวม ( Summated rating scale ) จำนวน 30 ข้อ แล้วนำแบบสอบถามนี้ไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีสิ่งแวดล้อมเหมือนกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

3.2 การตรวจให้คะแนน กำหนดน้ำหนักแต่ละช่วงความคิดเห็นเป็นน้ำหนักสมมุติ ( Arbitrary Weighting ) จาก 1 หน่วยถึง 5 หน่วยดังนี้

3.2.1 ข้อคำถามที่เป็นบวกให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 คะแนน

เห็นด้วย 4 คะแนน

ไม่แน่ใจ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1 คะแนน

3.2.2 ข้อความที่เป็นลบให้คะแนนกลับกันดังนี้

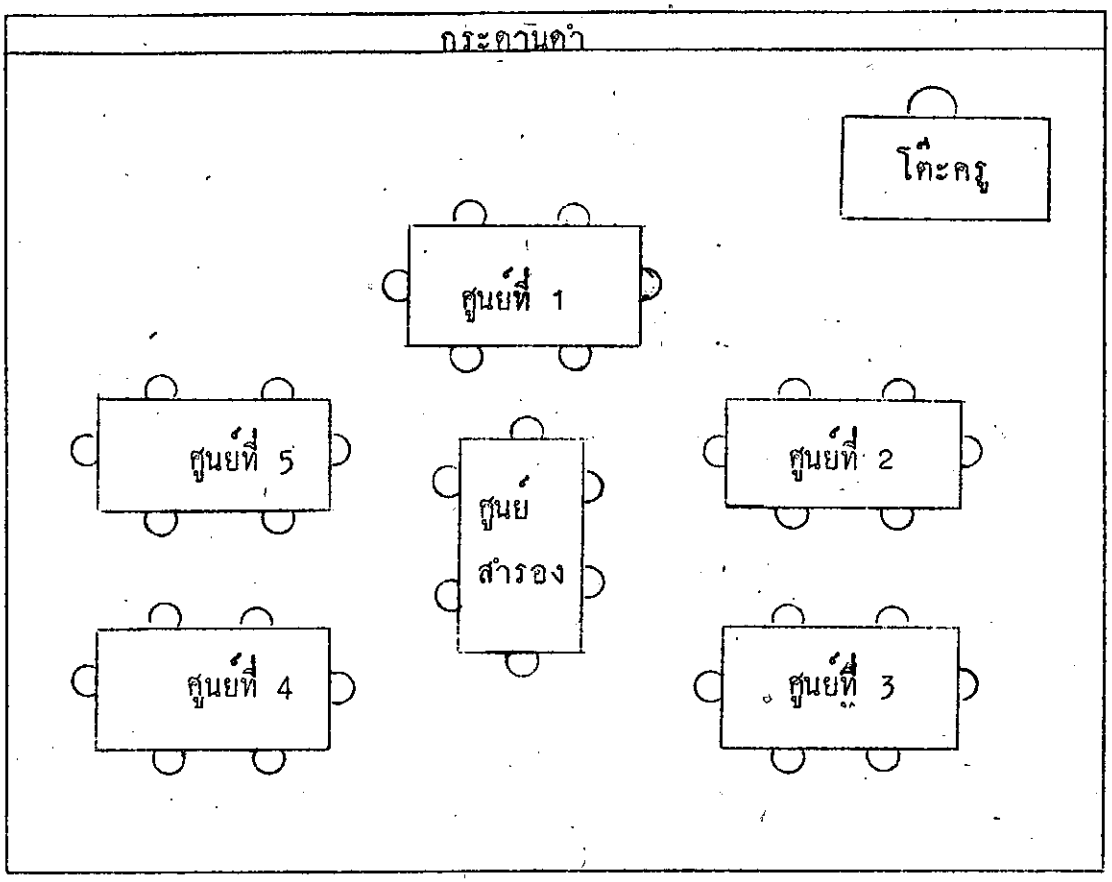
เห็นด้วยอย่างยิ่ง 1 คะแนน
เห็นด้วย 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 5 คะแนน

3.3 นำแบบสอบถามที่ทดลองแล้วมาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ดูค่าจำแนกตัวแบบสอบถามแต่ละข้อ โดยใช้หลักการตัดกลุ่ม 25% ( พจน์ สะเพียรชัย, 2519: 59 – 63 ) คำนวณหาค่ารายเฉลี่ยและความแปรปรวน แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้ t-test แล้วนำเอาเฉพาะข้อที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นจำนวน 20 ข้อ ดังรายละเอียดในภาคผนวก

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

ในการดำเนินการทดลองมีลำดับขั้นดังนี้คือ

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนในแต่ละศูนย์การเรียน กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 30 คนจะแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 6 คน โดยใช้ตารางสุ่ม ทุกกลุ่มจะเข้าเรียนในศูนย์กิจกรรมกลุ่มละศูนย์ดังภาพ 3




ภาพ 4 แสดงการจัดกลุ่มของการทดลองในห้องเรียน

2. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

3. ให้นักเรียนทุกๆ ศูนย์กิจกรรมของทุกๆ หน่วยวิชาในชุดการเรียน ตามศูนย์การเรียน และมีการทดสอบขณะเรียนทุกๆ ศูนย์กิจกรรม

4. หลังจากเรียนจนครบทุกหน่วยแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม

5. ทดสอบวัดทัศนคติที่มีต่อศูนย์การเรียน ซึ่งดำเนินการดังนี้

5.1 ให้ตอบแบบทดสอบวัดทัศนคติที่มีต่อศูนย์การ เรียน หลังจากที่เรียนจากศูนย์การ-เรียนจบแล้ว โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

5.2 นำแบบสอบถามมาตรวจวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อศูนย์การ เรียนโดยถือเกณฑ์ดังนี้

ทัศนคติสูง คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.00 – 5.00

ทัศนคติต่ำ คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 3.00

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้คำนวณค่าสถิติพื้นฐานและเทคนิคสถิติดังนี้

1. ค่ารายเฉลี่ยของคะแนน คำนวณจากสูตร ( Garrette, 1966 : 27)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

$\Sigma X$ = ผลรวมของคะแนน

$N$ = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( Standard Deviation ) คำนวณได้จากสูตร (Ferguson, 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ $S$ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\Sigma X$ = ผลรวมของคะแนน

$\Sigma X^2$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$N$ = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( Reliability ) คำนวณจากสูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 ( Ferguson, 1954 : 379)

$$r_{tt} = \left\{\frac{N}{N-1}\right\} \frac{S_x^2 - \sum_i^N p_i q_i}{S_x^2}$$

เมื่อ $N$ = จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ

$S_x^2$ = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$p$ = สัดส่วนของคนที่ตอบถูกต่อจำนวนคนทั้งหมด

$q$ = $( 1 - p )$

4. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ( Standard Error of Measurement ) คำนวณโดยใช้สูตร ( Gullikson , 1967 : 631 )

$$SE_{meas} = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ

$SE_{meas}$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

$S_x$ = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัด

$r_{tt}$ = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ One Way ( Garrette , 1966 : 279-295 )

| Source of Variation | df | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| Between Groups | K-1 | $\frac{(\Sigma X_1)^2}{N_1} + \frac{(\Sigma X_2)^2}{N_2} + \ldots + \frac{(\Sigma X_n)^2}{Nn} - C$ | $\frac{SSb}{K-1}$ | $\frac{MSb}{MSw}$ |
| Within Group | N-K | SSt - SSb | $\frac{SSw}{N-K}$ | |
| Total | N-1 | $X^2 - C$ | | |

Correction Term ( C ) = $\frac{(\Sigma X)^2}{N}$

$N$ = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$n$ = จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

$K$ = จำนวนกลุ่ม

$(\Sigma X)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\Sigma X^2$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\Sigma X_n)^2$ = ผลรวมของคะแนนในแต่ละกลุ่มยกกำลังสอง

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

<u>การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม</u>

การทดลองครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบกับศูนย์การเรียนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ หลังจากการทดลองแล้ว ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์และแบบสอบถามภายหลังจากการเรียนจากศูนย์การเรียนแล้ว มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาดูว่า กลุ่มใดจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากัน และทั้งสองกลุ่มมีทัศนคติอย่างไรต่อศูนย์การเรียน

ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

| กลุ่ม / สถิติ | ทดลอง | | ควบคุม | |
|---|---|---|---|---|
| | ก่อนเรียน | หลังเรียน | ก่อนเรียน | หลังเรียน |
| N | 30 | 30 | 30 | 30 |
| $\bar{X}$ | 16.76 | 35.53 | 16.70 | 31.43 |
| $S^2$ | 1.63 | 3.81 | 3.94 | 10.15 |
| S | 1.28 | 1.95 | 1.98 | 3.19 |

จากตาราง 7 จากการทดสอบในบทที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันตามที่ได้ทดลองมาแล้ว ภายหลังที่เรียนจากศูนย์การเรียนแล้ว ปรากฏ

ว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

เพื่อให้ทราบว่า คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงได้วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสอบหลังเรียนแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการสอบหลังเรียน

| แหล่งความแปรปรวน | df | ผลบวกกำลังสอง | ค่าเฉลี่ยกำลังสอง | F |
|---|---|---|---|---|
| ระหว่างกลุ่ม | 1 | 252.15 | 252.15 | 36.13** |
| ภายในกลุ่ม | 58 | 404.83 | 6.98 | |
| รวม | 59 | 656.98 | | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 $F(\alpha = .01, df\ 58) = 7.08$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 8 แสดงว่า การสอบหลังจากการสอนแล้วทดสอบครั้งสุดท้ายของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

ในการศึกษาทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อศูนย์การเรียนนั้น ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ย และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดังปรากฏในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงคะแนนทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อศูนย์การเรียน

| ทัศนคติ | N | X | $\bar{X}$ | ค่าของทัศนคติ |
|---|---|---|---|---|
| วิธีการเรียนการสอน | 60 | 2388 | 3.98 | สูง |
| กระบวนการกลุ่ม | 60 | 1366 | 3.79 | สูง |
| การใช้สื่อประสม | 60 | 945 | 3.94 | สูง |
| รวม | 60 | 4699 | 3.92 | สูง |

จากตาราง 9 ค่าคะแนนเฉลี่ยเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ปรากฏผลว่า คะแนนเฉลี่ยของทัศนคติทางด้านวิธีการเรียนการสอน กระบวนการกลุ่ม การใช้สื่อประสม และทัศนคติรวมอยู่ในเกณฑ์ที่มีทัศนคติสูง แสดงว่า ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียนตามที่คาดหวังไว้

# บทที่ 5

## สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

2. เพื่อศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน

### สมมุติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

2. นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียน มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนบ้านบึงมนุญวิทยาคาร อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี โดยสุ่มมาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีใช้ตารางสุ่ม จำนวน 60 คน เป็นชาย 39 คน หญิง 21 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย การกำหนดกลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มใดเป็นกลุ่มควบคุม ใช้วิธีสุ่มโดยการจับฉลาก

### เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 เรื่อง เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนไม่เคยเรียนมาก่อน คือเรื่อง น้ำ และเรื่องแม่เหล็ก

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการสอนสัปดาห์ละครั้งๆ ละ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ รวมเวลาทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง เมื่อเรียนเนื้อหาทั้งสองเรื่องจบแล้ว ทดสอบทันที

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดการสอนที่ใช้ในศูนย์การเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง 2 ชุด

1.1 ชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยไม่ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ

1.2 ชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ

ชุดการสอนทั้งสองชุดนี้ แบ่งเนื้อหาออกเป็นชุดละ 3 หน่วยคือ

หน่วยที่ 1 เรื่อง น้ำ

หน่วยที่ 2 เรื่อง แม่เหล็ก

หน่วยที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก

2. แบบทดสอบเพื่อใช้วัดและประเมินผล ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบสองประเภท คือ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ฉบับ มีจำนวน 50 ข้อ

2.2 แบบทดสอบขณะเรียนในศูนย์กิจกรรม เป็นแบบฝึกหัดตอบคำถามของเนื้อหาของแต่ละศูนย์ๆ ละ 5 ข้อ จำนวน 75 ข้อ

3. แบบสอบถามวัดทัศนคติ เป็นแบบสอบถามที่ถามในด้านวิธีการเรียน การสอนกระบวนการกลุ่ม และการใช้สื่อประสม จำนวน 20 ข้อ

การทดลองใช้เครื่องมือ

หลังจากสร้างเครื่องมือแล้ว ผู้วิจัยได้ทดลองใช้เครื่องมือก่อนที่จะทดลองจริง ดังต่อไปนี้

1. ทดลองชุดการสอน ซึ่งดำเนินการทดลอง 2 ครั้งคือ

1.1 ทดลองใช้กับนักเรียนหนึ่งกลุ่มกิจกรรม ( Group try - out ) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 6 คน

1.2 ทดลองใช้กับกลุ่มใหญ่ ( Field try - out ) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ จำนวน 30 คน

ในการทดลองใช้เครื่องมือนี้ได้ให้ครูที่จะเป็นผู้ทดลองจริง ได้ทดลองทั้งแบบกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ก่อนที่จะได้ทดลองใช้จริง การทดลองแต่ละครั้งได้มีการวิเคราะห์ปัญหา ตรวจหาข้อบกพร่องของศูนย์กิจกรรมทุกๆ ศูนย์ และทำการปรับปรุงแก้ไขตามวิธีการของการวิเคราะห์ระบบ จนเป็นที่พอใจแล้วจึงนำออกทดลองจริง

สำหรับชุดการสอนของศูนย์กิจกรรมที่ไม่วิเคราะห์ระบบ จะไม่ทำการทดลองแก้ไขอย่างใดทั้งสิ้น

2. แบบทดสอบได้ดำเนินการทดลองก่อนใช้ดังนี้

2.1 ทำการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยใช้นักเรียนโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมเหมือนกับโรงเรียนที่ใช้ทำการทดลอง ทำการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายทั้งฉบับเท่ากับ .5054 และค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับเท่ากับ .4216 สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นเท่ากับ .6498

2.2 วิเคราะห์แบบฝึกหัดในแต่ละศูนย์กิจกรรม ให้เหมาะสมกับเนื้อหาในศูนย์กิจกรรม

3. แบบสอบถาม ได้ดำเนินการทดลองดังนี้

3.1 ทดลองใช้แบบสอบถามกับนักเรียนโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์

3.2 นำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ดูค่าจำแนกจากค่าความแตกต่างของกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ โดยใช้ t - test เลือกข้อที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 20 ข้อ

<u>การดำเนินการทดลอง</u>

1. ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

2. ให้กลุ่มทดลองเข้าเรียนในศูนย์การเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ระบบมาแล้ว โดยมีครูที่ผ่านการทดลองจากการทดลองมาแล้ว เป็นผู้ช่วยเหลือแนะนำขณะที่เรียนและกระทำกิจกรรมในศูนย์การเรียน

3. ให้กลุ่มควบคุมเรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ผ่านการวิเคราะห์ระบบ โดยมีครูที่มีความเข้าใจวิธีการของการเรียนแบบศูนย์การเรียนมาแล้ว เป็นผู้ช่วยเหลือแนะนำขณะเรียน

4. ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที หลังจากเสร็จสิ้นการสอนทั้งสองเรื่อง และให้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติด้วยทั้งสองกลุ่ม

5. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

6. ตรวจให้คะแนนแบบสอบถาม แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ย

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลได้แก่

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย

1.2 ค่าความแปรปรวน

1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ( ANOVA )

3. วิเคราะห์ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อศูนย์การเรียน จากคะแนนเฉลี่ย

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

1. นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. หลังจากที่เรียนจากศูนย์การเรียนแล้ว นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียน

อภิปรายผล

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ กระทำกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพียงบางหัวข้อเท่านั้น และทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ผลของการศึกษาและอภิปรายผล จึงจำกัดอยู่เฉพาะกับการทดลองครั้งนี้เท่านั้น

จากผลที่ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้น นับว่าเป็นไปตามสมมุติฐานและผลดังกล่าวนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปราณี เสี่ยมพุธทอง ( ปราณี เสี่ยมพุธทอง , 2520 : 154 ) และณะในชั้นอื่นและวิชาอื่น

การที่ศูนย์การเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ระบบมาแล้ว ให้ผลทางการเรียนสูงกว่าเช่นนั้น เป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ระบบ เพราะการที่ได้นำเอาระบบการเรียนแบบศูนย์การเรียนทดลองใช้เสียก่อน แล้วหาข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุง ระบบการเรียนที่แก้ไขแล้วย่อมเป็นที่แน่นอนว่าจะต้องดีกว่า ระบบการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ไม่ได้ถูกทดลองและแก้ไขปรับปรุง นั่นเป็นข้อดีอันเนื่องมาจากการใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ

สำหรับการทดสอบทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อศูนย์การเรียนนั้น ปรากฏว่า การเรียนในศูนย์การเรียน ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนแบบนี้ การที่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทัศนคติที่ดีเนื่องมาจาก การเรียนในศูนย์การเรียนเป็นการเรียนที่แปลกใหม่ เป็นวิธีการที่ต่างออกไปจากการเรียนแบบเดิมที่นักเรียนเคยเรียนมา-เพราะผู้เรียนแทนที่จะฟังครูอธิบายเป็นส่วนใหญ่ กลับได้มีโอกาสศึกษาด้วนตนเอง และร่วมกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน นักเรียนมีความรู้สึกพอใจกับการเรียนและเรียนโดยไม่เบื่อหน่าย และเท่าที่สังเกตเห็นตลอดระยะเวลาการทดลอง นักเรียนไม่เคยขาดเรียน นอกจากนั้นยังแสดงความสนใจติดตามไต่ ถามถึงบทเรียนอันใหม่ที่เขาจะเรียนต่อไปด้วย นี่ย่อมเป็นพฤติกรรมที่ยืนยันผลทางสถิติอันแสดงถึงทัศนคติที่ดี-ซึ่งนักเรียนมีต่อการเรียนแบบศูนย์การเรียนนี้

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ซึ่งทำการวิจัยกันหลายการวิจัย ดังเช่น ของปราณี เลี่ยมพุธทอง ( ปราณี เลี่ยมพุธทอง , 2520 : 154 ) และคณะที่ทำการวิจัย ต่างชั้นและต่างวิชากัน แต่ได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกันว่า การเรียนในศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่า ศูนย์การเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ระบบมาแล้ว เป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งที่สมควรจะนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างยิ่ง

2. การจัดศูนย์การเรียน จะต้องศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เวลา กิจกรรม และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้อย่างรอบคอบ ทุกอย่างจะต้องจัดให้เหมาะสมสอดคล้องกัน เนื้อหาต้องให้เหมาะสมกับเวลา กิจกรรมต้องให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลา หรือสื่อประสมก็ต้องให้เหมาะสมสัมพันธ์กันทุกอย่าง

3. ก่อนที่จะนำศูนย์การเรียนไปใช้กับนักเรียนจริงๆ ต้องทำการทดลองทุกครั้ง เพื่อป้องกันปัญหาทางด้านการเรียนการสอนที่จะเกิดขึ้น ทั้งนี้เพราะผู้สร้างศูนย์การเรียนไม่ได้เป็นผู้เรียนเอง การตัดสินใจต่างๆ นั้นอาศัยประสบการณ์เดิมของผู้สร้าง จึงไม่คาดคิดว่าจะเกิดปัญหาในขณะเรียน จึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนในระดับเดียวกันเป็นผู้ทดลองเรียนเสียก่อน แล้วนำปัญหานั้นๆ มาแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมที่สุด

4. สำหรับการเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จะต้องคำนึงถึงและศึกษาด้านวุฒิภาวะของผู้เรียนด้วย เพราะการเรียนแบบศูนย์การเรียนนั้น ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง จนเกิดการเรียนรู้ขึ้น จึงนับได้ว่า การเรียนแบบศูนย์การเรียนได้ผลดี

5. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักและได้ทดลองเรียนจากศูนย์การเรียนบ้าง ก่อนที่จะให้นักเรียนได้เรียนโดยตรง เพื่อให้ผู้เรียนรู้วิธีการและเพื่อให้ชินกับวิธีการเรียนแบบนี้

6. ควรใช้การสอนแบบนี้สลับกับการสอนแบบอื่นด้วย

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กมล สุดประเสริฐ เทคนิคการวิจัย วัฒนาพานิช 2516, 288 หน้า.

คณะกรรมการวางพื้นฐานการปฏิรูปการศึกษา แนวทางปฏิรูปการศึกษา 2517 โรงพิมพ์โปรดักชั่น 2518, 68 หน้า.

ชวาล แพรัตกุล เทคนิคการวัดผล อักษรเจริญทัศน์ 2517, 425 หน้า.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "แนวทางใหม่สำหรับการปฏิรูประบบห้องเรียน" เอกสารโรเนียว 2518.

ชุลี ชัยพิพัฒน์ และคนอื่นๆ วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไทยวัฒนาพานิช 2518,250 หน้า.

บุญถิ่น อัตถากร วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไทยวัฒนาพานิช 2503, 248 หน้า.

ปัทมา เทพอัครพงศ์ การสอนอ่านเอาเรื่องภาษาอังกฤษด้วยกระบวนการกลุ่ม วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย 2516, 182 หน้า.

ประชุมสุข อาชวบำรุง และคนอื่นๆ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักพิมพ์นิยมวิทยา 2519, 320 หน้า.

ประหยัด จิระวรพงศ์ การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 55 หน้า.

ปรัชญา ใจสะอาด การสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนวิชาภูมิศาสตร์ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย 2519, 237 หน้า.

พจน์ สะเพียรชัย การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 210 หน้า.

วนิดา นิ่มเสมอ การสอนชีววิทยาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย 2516.

ศึกษาธิการ, กระทรวง กรมวิชาการ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2513, 272 หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น 2517, 182 หน้า.

เสริมแสง พันธุมสุต, มล. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนราชาศัพท์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในห้องเรียนแบบครูเป็นศูนย์กลางและแบบศูนย์การเรียน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 340 หน้า.

แสงอรุณ โปร่งธุระ ประสิทธิภาพการสอนวิชาสังคมศึกษาในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนและห้องเรียนแบบธรรมดาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2517, 96 หน้า.

Boudreaux, Patsy L.A. " A Comparison of the Effectiveness of Teaching Ninth-Grade Earth Science by a Traditional Approach, A Multi-Media Approach, and A Multi-Media Activity Packages Approach, Dissertation Abstracts Vol. 36 No. 4 p. 2119 - 2120.

Fan Chung - Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service prince, New Jersey, 1952, 32 pp.

Ferguson, George A,, Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw - Hill Book Co., New York, 1966, 446 pp.

Garrette, Henry E., Statistics in Psychology and Education,Bombay Vakil, Feffer and Simons Private Ltd., 1966, 491 pp,.

Mc Donall, Ellen Jean Baird , The Development and Evaluation of a set of Multi - Media Self Instruction Learning Activity Packages for use in Remedial English at an Urbarn Community College, Dissertation Abstracts , Vol. 34 No. 4 , 1590 - A .

Meeks, Elija Bruce, " Learning Packages Versus Conventional Methods of Instructional ", Dissertation Abstracts , Vol. 32 , No. 8, p.4295 A.

Shavelson, R.J. and Munger,M.R., " Individualized Instruction " A Systems Approach , Lockheed Missiles and space Company, Sunnyvale, California, 1971, 153 pp.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก.
# การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 9 ค่า t และ SD. ของแบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อศูนย์การเรียน

| ข้อที่ | t | SD. | ข้อที่ | t | SD. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.8939 | .3244 | 11 | 5.1608 | .2964 |
| 2 | 4.1378 | .3746 | 12 | 7.7821 | .2570 |
| 3 | 4.8544 | .3193 | 13 | 7.9618 | .2826 |
| 4 | 4.3626 | .4126 | 14 | 5.3476 | .2805 |
| 5 | 6.8376 | .2340 | 15 | 8.5422 | .2634 |
| 6 | 4.3070 | .3831 | 16 | 6.9210 | .3251 |
| 7 | 5.6703 | .3439 | 17 | 4.9886 | .3508 |
| 8 | 9.9721 | .2507 | 18 | 5.6440 | .3455 |
| 9 | 5.3259 | .3192 | 19 | 6.041-4 | .3026 |
| 10 | 8.0936 | .2780 | 20 | 6.8376 | .2340 |

ตาราง 10 ค่า $p_H$ $p_L$ p r และ △ ของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้สอบก่อนและหลังเรียนจากศูนย์การเรียน

| ข้อที่ | $p_H$ | $p_L$ | p | r | △ | ข้อที่ | $p_H$ | $p_L$ | p | r | △ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .94 | .81 | .88 | .27 | 8.3 | 26 | .69 | .13 | .39 | .58 | 14.1 |
| 2 | .94 | .37 | .69 | .64 | 11.0 | 27 | .63 | .25 | .44 | .39 | 13.6 |
| 3 | .75 | .37 | .56 | .39 | 12.4 | 28 | .37 | .13 | .24 | .31 | 15.8 |
| 4 | .88 | .54 | .72 | .41 | 10.6 | 29 | .65 | .31 | .48 | .34 | 13.2 |
| 5 | .94 | .81 | .88 | .27 | 8.3 | 30 | .94 | .37 | .69 | .64 | 11.0 |
| 6 | .94 | .81 | .88 | .27 | 8.3 | 31 | .69 | .25 | .47 | .44 | 13.3 |
| 7 | .88 | .63 | .76 | .33 | 10.1 | 32 | .94 | .69 | .83 | .40 | 9.2 |
| 8 | .88 | .27 | .59 | .62 | 12.1 | 33 | .69 | .19 | .43 | .51 | 13.7 |
| 9 | .25 | .06 | .14 | .34 | 17.3 | 34 | .81 | .26 | .54 | .55 | 12.6 |
| 10 | .67 | .21 | .43 | .47 | 13.7 | 35 | .94 | .31 | .66 | .67 | 11.3 |
| 11 | .54 | .06 | .27 | .58 | 15.5 | 36 | .88 | .25 | .58 | .63 | 12.2 |
| 12 | .81 | .44 | .63 | .40 | 11.6 | 37 | .94 | .44 | .72 | .59 | 10.6 |
| 13 | .75 | .19 | .46 | .56 | 13.4 | 38 | .99 | .69 | .88 | .62 | 8.3 |
| 14 | .82 | .31 | .57 | .51 | 12.3 | 39 | .81 | .63 | .72 | .22 | 10.6 |
| 15 | .75 | .54 | .65 | .23 | 11.5 | 40 | .69 | .37 | .53 | .32 | 12.7 |
| 16 | .50 | .13 | .30 | .43 | 15.1 | 41 | .63 | .25 | .44 | .39 | 13.6 |
| 17 | .75 | .23 | .49 | .52 | 13.1 | 42 | .50 | .06 | .25 | .56 | 15.7 |
| 18 | .54 | .06 | .27 | .58 | 15.5 | 43 | .63 | .13 | .36 | .53 | 14.4 |
| 19 | .50 | .31 | .40 | .20 | 14.0 | 44 | .44 | .19 | .31 | .29 | 15.0 |
| 20 | .69 | .25 | .47 | .44 | 13.3 | 45 | .94 | .50 | .75 | .56 | 10.3 |

| ข้อที่ | $P_H$ | $P_L$ | p | r | △ | ข้อที่ | $P_H$ | $P_L$ | p | r | △ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | .44 | .25 | .34 | .21 | 14.6 | 46 | .31 | .13 | .21 | .25 | 16.2 |
| 22 | .75 | .25 | .50 | .50 | 13.0 | 47 | .49 | .26 | .37 | .25 | 14.3 |
| 23 | .94 | .81 | .88 | .27 | 8.3 | 48 | .37 | .19 | .28 | .22 | 15.4 |
| 24 | .50 | .25 | .37 | .27 | 14.3 | 49 | .31 | ,13 | .21 | .25 | 16.2 |
| 25 | .37 | .06 | .19 | .46 | 16.5 | 50 | .31 | .06 | .17 | .40 | 16.8 |

# ภาคผนวก ข.

## แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

# แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจงในการตอบ</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อให้เวลาทำ 60 นาที
2. คำถามแต่ละข้อมีตัวเลือก 5 ตัวเลือก คือ ก ข ค ง และ จ ให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X บนตัวอักษรข้อที่ถูกในกระดาษคำตอบ

   <u>ตัวอย่าง</u> ข้อ(0) อาหารหลักของคนไทยส่วนใหญ่คือข้อใด

   ก. ขนมปัง
   ข. ข้าว
   ค. ผลไม้
   ง. ผัก
   จ. ก๋วยเตี๋ยว

ถ้านักเรียนเลือกข้อ ข. ก็ทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบดังนี้

(0) ก ⊗ ค ง จ

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย + ทับเครื่องหมายเดิม

ถ้านักเรียนเปลี่ยนจากข้อ ข เป็นข้อ ง

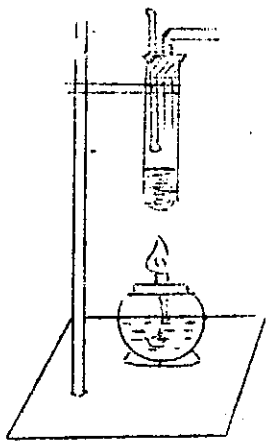
(0) ก ✳ ค ⊗ จ

4. อย่าเขียนสิ่งใดๆลงในกระดาษคำถามโดยเด็ดขาด

# แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

1. ประโยชน์ของน้ำข้อใดสำคัญมากที่สุด
   ก. ชำระล้างสิ่งต่างๆ
   ข. เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ
   ค. ทำให้ร่างกายสดชื่น
   ง. ช่วยละลายสารอาหาร
   จ. เป็นวัตถุดิบอย่างหนึ่งในโรงงาน
2. ข้อความเกี่ยวกับน้ำต่อไปนี้ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
   ก. น้ำสามารถละลายสารอาหารต่างๆ ได้
   ข. ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบ
   ค. น้ำมีประโยชน์มากมายส่วนโทษนั้นแทบกล่าวได้ว่าไม่มีเลย
   ง. เมื่อน้ำออกจากร่างกายแล้วจะทำให้ร่างกายรู้สึกเย็น
   จ. น้ำที่เราใช้ในชีวิตประจำวันอยู่ในสถานะเป็นของเหลวกับของแข็ง
3. ข้อความเกี่ยวกับน้ำต่อไปนี้ข้อใดถูกต้องมากที่สุด
   ก. น้ำเป็นสิ่งเดียวที่มีแต่คุณไม่มีโทษ
   ข. น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่หาค่ามิได้
   ค. น้ำทั่วไปในธรรมชาติจะเป็นน้ำที่บริสุทธิ์
   ง. น้ำมีคุณต่อสัตว์เล็กเพียงน้อยนิดเท่านั้น
   จ. น้ำจะมีคุณค่าหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับความรู้สึกทางใจ
4. ถ้านายดำมีน้ำหนัก 90 กก. ส่วนหนึ่งของน้ำหนักจะเป็นไปตามข้อใด
   ก. น้ำหนักประมาณ 60 กก. จะเป็นน้ำหนักของไขมันในร่างกาย
   ข. น้ำหนักประมาณ 60 กก. จะเป็นโปรตีนในร่างกาย
   ค. น้ำหนักประมาณ 60 กก. จะเป็นน้ำหนักน้ำในร่างกาย
   ง. น้ำหนักประมาณ 60 กก. จะเป็นน้ำหนักกระดูกในร่างกาย
   จ. น้ำหนักประมาณ 60 กก.จะเป็นน้ำหนักของโปรตีนและไขมันในร่างกาย
5. การระเหยหมายถึงอะไร
   ก. การที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ
   ข. การที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอโดยไม่ใช้ความร้อนเลย
   ค. การที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ
   ง. การที่ของแข็งกลายเป็นของเหลวแล้วกลายเป็นกาซโดยไม่มีความร้อนออกมา
   จ. การที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นกาซโดยใช้ความกดดันสูง

6. เสียบเทอร์โมมิเตอร์ไว้ในหลอดทดลอง ให้ความร้อนแก่หลอดทดลองจะเห็นระดับปรอทสูงขึ้นเรื่อยๆจนหยุดอยู่ที่ระดับหนึ่ง ตลอดเวลาที่น้ำยังเดือดอยู่ ปรอทหยุดนิ่งอยู่ ณ ที่เดิม การแสดงนี้แสดงถึงอะไร



ก. น้ำได้รับความร้อนถึงจุดอิ่มตัว

ข. น้ำต้องการความร้อนจำนวนหนึ่ง เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ

ค. เมื่อไอน้ำรวมตัวจะคายความร้อน ทำให้อุณหภูมิไม่สูงขึ้น

ง. ปรอทมีข้อจำกัดการขยายตัวอยู่ระดับหนึ่งเท่านั้น

จ. การเปลี่ยนแปลงของระดับปรอทต้องการความร้อนเพิ่ม

7. จากรูปข้อ 6 เป็นการทดลองเกี่ยวกับเรื่องใด

ก. การกลั่นน้ำ

ข. การหาจุดเดือดของน้ำ

ค. การหาจุดกลายเป็นไอของน้ำ

ง. การหาจุดหลอมเหลวของน้ำ

จ. การหาค่าคงที่ของเทอร์โมมิเตอร์

8. เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง น้ำจะเดือด จะสังเกตเห็นอุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิขณะนั้นเรียกว่าอะไร

ก. จุดอุณหภูมิต่ำ

ข. จุดคงที่ของน้ำร้อน

ค. จุดเดือดของน้ำ

ง. จุดระเหยของน้ำ

จ. จุดเปลี่ยนสถานะของน้ำ

9. การที่สสารเปลี่ยนสถานะจะเป็นไปตามทฤษฎีข้อใด

ก. เมื่อมีความร้อนย่อมมีพลังงานจลน์

ข. เมื่อมีความร้อนเพิ่มขึ้นโมเลกุลจะมีการเคลื่อนที่มากขึ้น

ค. เมื่อมีการเคลื่อนที่ของโมเลกุลย่อมเกิดพลังงานจลน์

ง. เมื่อพลังงานจลน์มากขึ้นย่อมพยายามเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุล

10. ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการที่น้ำแข็งได้รับความร้อนแล้วเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำ

ก. น้ำแข็งทรงรูปอยู่ได้เนื่องจากน้ำแข็งมีอนุภาคของน้ำรวมกันอยู่

ข. โมเลกุลของน้ำแข็งมีแรงยึดเหนี่ยวและเรียงกันอย่างมีระเบียบ

ค. ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำเคลื่อนไหวมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดน้อยลง

ง. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดน้อยลง โครงสร้างของน้ำแข็งจึงเปลี่ยนไป

จ. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดน้อยลง โมเลกุลจะหลุดกระเด็น

11. เมื่อน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำและไอน้ำนั้น เกิดขึ้นตามกฎเกณฑ์ในข้อใด

ก. ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำแปรสภาพไป

ข. ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำแตกออกไป

ค. ความร้อนทำให้โครงสร้างของโมเลกุลสลายตัวไป

ง. ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำสั่นสะเทือนและเคลื่อนที่ไป

จ. ความร้อนทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดลง

12. ท่านคิดว่าพลังงานจลน์จะเพิ่มขึ้นเมื่อใด

ก. เมื่อเพิ่มจำนวนโมเลกุล

ข. เมื่อเพิ่มจำนวนความร้อน

ค. พลังงานจะเกิดขึ้นเอง

ง. เมื่อวัตถุเตรียมเคลื่อนที่

จ. วัตถุกำลังจะหยุดนิ่ง

13. โมเลกุลของน้ำที่มีพลังงานสูงจะอยู่ในสถานะใด

ก. สถานะของแข็งและของเหลว

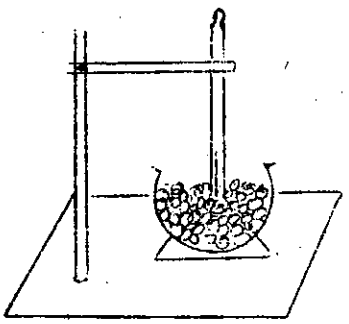
ข. สถานะของเหลวและก๊าซ

ค. สถานะของแข็งและก๊าซ

ง. สถานะของแข็ง ของเหลวและก๊าซ

จ. สถานะก๊าซ

14. จากภาพเป็นการทดลองเรื่องใด



ก. การหาจุดกลางที่ของน้ำแข็ง

ข. การหาจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง

ค. การหาจุดอิ่มตัวของน้ำแข็ง

ง. การหาจุดแข็งตัวของปรอท

จ. การวัดอุณหภูมิของน้ำแข็ง

15. จากการทดลองในข้อ 14. ควรระมัดระวังในเรื่องใดมากที่สุด

ก. เทอร์โมมิเตอร์ต้องไม่ให้สัมผัสกับถ้วยพลาสติก

ข. ความบริสุทธิ์ของน้ำแข็ง

ค. การตั้งเทอร์โมมิเตอร์

ง. การใช้มือจับเทอร์โมมิเตอร์ไม่ถูกที่

จ. ความร้อนจากภายนอกถ้วยพลาสติก

16. เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็งจะมีลักษณะอย่างไร

ก. น้ำหนักเพิ่มขึ้น

ข. น้ำหนักลดลง

ค. ปริมาตรเพิ่มขึ้น

ง. ปริมาตรลดลง

จ. ปริมาตรคงที่

17. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของน้ำ

ก. มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดที่อุณหภูมิเดียวกัน

ข. มีจุดเดือดและจุดที่กลายเป็นไอที่อุณหภูมิเดียวกัน

ค. มีจุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิเดียวกัน

ง. มีจุดเยือกแข็งและจุดเปลี่ยนสถานะที่อุณหภูมิเดียวกัน

จ. มีจุดเยือกแข็ง จุดหลอมเหลวและจุดเปลี่ยนสถานะที่อุณหภูมิเดียวกัน

18. น้ำบริสุทธิ์ที่ 4 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติอย่างไร

ก. มีน้ำหนักเบาที่สุด

ข. มีปริมาตรมากที่สุด

ค. มีความหนาแน่นน้อยที่สุด

ง. มีความหนาแน่นมากที่สุด

จ. มีความหนาแน่นเท่ากับน้ำที่ 0 องศาเซลเซียส

19. น้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจะเป็นอย่างไร

ก. มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

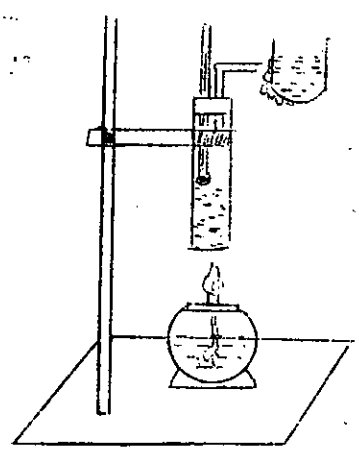
ข. มีปริมาตรเพิ่มขึ้น

ค. มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

ง. มีจำนวนโมเลกุลเพิ่มขึ้น

จ. มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเพิ่มขึ้น

20. จากภาพข้างล่างนี้ถ้าไม่มีท่อปล่อยไอน้ำจะเกิดผลอย่างไร



ก. อุณหภูมิของน้ำจะเกิน 100 องศาเซลเซียส

ข. น้ำจะเดือดก่อน 100 องศาเซลเซียส

ค. อุณหภูมิของไอน้ำจะไม่คงที่

ง. เทอร์โมมิเตอร์อาจละลาย

จ. จะทำให้หลอดแก้วระเบิด

21. ในการทดลองแสดงอุณหภูมิระหว่างน้ำกำลังเดือด ถ้าเขียนกราฟจะมีลักษณะอย่างไร

ก. เป็นเส้นตรงขนานกับแกนตั้ง

ข. เป็นเส้นตรงขนานกับแนวนอน

ค. เป็นเส้นตรงเบนออกจากแกนตั้ง

ง. เส้นกราฟมีลักษณะเป็นคลื่น

จ. เส้นกราฟไม่คงที่ตามการเดือดของน้ำ

22. จากรูปข้อ 20. ปรากฏการณ์ที่เกิดเป็นหยดน้ำที่ภาชนะเย็นเมื่อนำไปใกล้ท่อปล่อยไอน้ำเรียกว่าอะไร

ก. การจับตัวของไอน้ำ

ข. การรวมตัวของไอน้ำ

ค. การควบแน่นของไอน้ำ

ง. การระเหยของไอน้ำ

จ. การอิ่มตัวของไอน้ำ

23. สารอะไรที่ดูดกับแม่เหล็ก

ก. ผ้า

ข. ไม้

ค. แก้ว

ง. เข็มหมุด

จ. พลาสติก

24. ข้อใดเป็นผลงานของวิลเลี่ยมกิลเบิต

ก. สร้างแม่เหล็กประดิษฐ์

ข. ทำเหล็กให้เป็นแม่เหล็ก

ค. ค้นพบแม่เหล็กธรรมชาติ

ง. นำแม่เหล็กธรรมชาติมาใช้ในโรงงาน

จ. นำแม่เหล็กธรรมชาติมาเป็นหินนำทาง

25. สารใดที่ทำแม่เหล็กไม่ได้

ก. นิเกิล

ข. บิสมัส

ค. โคบอล

ง. โครเมี่ยม

จ. เหล็กอ่อน

26. สารแมกเนไทต์( megnetite ) มีสูตรทางเคมีว่าอย่างไร

ก. $Fe_4O_4$

ข. $Fe_4O_3$

ค. $Fe_3O_4$

ง. $Fe_3O_2$

จ. $Fe_2O_4$

27. แม่เหล็กไฟฟ้าเป็นแม่เหล็กชนิดใด

ก. แม่เหล็กถาวร

ข. แม่เหล็กประดิษฐ์

ค. แม่เหล็กอัตโนมัติ

ง. แม่เหล็กชั่วเดียว

จ. แม่เหล็กธรรมชาติ

28. ข้อใดที่อธิบายถึงลักษณะของขั้วแม่เหล็ก ( megnetic poles )ได้ชัดเจนที่สุด
ก. จุดที่จะทำหน้าที่เป็นแม่เหล็ก
ข. จุดรวมแรงที่อยู่บริเวณปลายแท่งแม่เหล็ก
ค. จุดที่มีสัญญลักษณ์เป็นอักษร และ
ง. จุดที่แนวแรงแม่เหล็กมาตัดกัน
จ. จุดที่แนวแรงแม่เหล็กทั้งแท่งมารวมกัน

29. เหตุใดแม่เหล็กจึงมีแรงดึงดูด
ก. โมเลกุลไม่เรียงตัวกัน
ข. เกิดจากอำนาจในเนื้อเหล็ก
ค. โมเลกุลเรียงตัวทิศทางเดียวกัน
ง. โมเลกุลหนาแน่นมากจึงมีแรงดึงดูด
จ. มีโมเลกุลของสารแม่เหล็กผสมอยู่

30. แม่เหล็กในมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นผลจากข้อใดถูกต้องที่สุด
ก. แม่เหล็กถาวร
ข. แม่เหล็กประดิษฐ์
ค. แม่เหล็กธรรมชาติ
ง. แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
จ. แมคเนติคดีเทคเตอร์ (megnetic detector)

31. แท่งโลหะแท่งหนึ่งถูกดูดไว้ด้วยแท่งแม่เหล็ก แสดงว่าโลหะนั้นเป็นอย่างไร
ก. แม่เหล็ก
ข. เหล็กกล้า
ค. สารแม่เหล็ก
ง. เหล็กอ่อน
จ. ถูกทุกข้อ

32. อำนาจแม่เหล็กถูกทำลายได้อย่างไร
ก. แช่น้ำแข็ง
ข. ทุบตีที่ขั้วแม่เหล็ก
ค. มีเหล็กคุมตลอดเวลา
ง. เอาสารแม่เหล็กมาดูดที่ขั้วบ่อยเกินไป
จ. ไม่มีข้อใดถูก

33. ถ้าตัดแม่เหล็กตรงแท่งหนึ่งออกเป็น 3 ท่อน จะปรากฏขั้วแม่เหล็กเหนือ-ใต้เพิ่มขึ้นอีกกี่ขั้ว
ก. 2 ขั้ว
ข. 3 ขั้ว
ค. 4 ขั้ว
ง. 5 ขั้ว
จ. 6 ขั้ว

34. ถ้าใช้แม่เหล็กถูสารนอนแมคเนติกจะเป็นอย่างไร
ก. ไม่เกิดปฏิกิริยาทางแม่เหล็ก
ข. สารนั้นจะมีอำนาจดูดสารแมคเนติก
ค. สารนั้นจะมีอำนาจดูดสารแมคเนติก
ง. สารนั้นจะกลายสภาพเป็นแม่เหล็กถาวร

จ. สารนั้นจะกลายสภาพเป็นแม่เหล็กชั่วคราว

35. การที่แม่เหล็กเสื่อมอำนาจหมายความว่าอย่างไร

ก. โมเลกุลในแม่เหล็กลดจำนวนลง

ข. โมเลกุลของแม่เหล็กสั่นสะเทือน

ค. โมเลกุลของแม่เหล็กได้รับความร้อนสูง

ง. โมเลกุลของแม่เหล็กเบี่ยงเสียดยัดเยียดกันมากเกินไป

จ. โมเลกุลของแม่เหล็กวางตัวไม่เป็นระเบียบเหมือนเดิม

36. เหตุใดจึงนิยมใช้เหล็กอ่อนทำแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. มีน้ำหนักเบา

ข. คงทนต่อการใช้งาน

ค. มีความเหนียวกว่าเหล็กกล้า

ง. เป็นแม่เหล็กยากและเสื่อมสภาพยาก

จ. ทำเป็นแม่เหล็กได้เร็วและเสื่อมสภาพทันทีเมื่อตัดกระแสไฟฟ้า

37. สาเหตุที่ทำให้สารแมคเนติกมีอำนาจแม่เหล็กขึ้นได้เป็นเพราะเหตุใด

ก. ในโมเลกุลมีช่องว่าง

ข. โมเลกุลทับกันระเกะระกะ

ค. โมเลกุลไม่ยัดเยียดกันแน่น

ง. โมเลกุลถูกจัดให้เป็นระเบียบ

จ. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเพิ่มขึ้น

38. แม่เหล็กให้ประโยชน์แก่ชีวิตประจำวันมากที่สุดในข้อใด

ก. ทำเข็มทิศ

ข. ทำของเล่น

ค. ทำเครื่องแยกแร่

ง. ทำอุปกรณ์การศึกษา

จ. เป็นส่วนประกอบในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

39. การทำเหล็กให้เป็นแม่เหล็กโดยวิธีใดที่ต้องใช้เศษไม้คั่นระหว่างขั้วแม่เหล็ก

ก. วิธีถูคู่

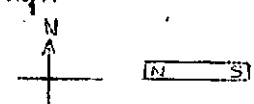
ข. วิธีถูแยก

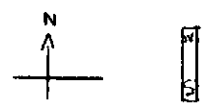
ค. วิธีถูซ้ำทาง

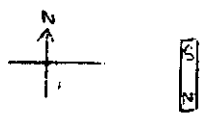
ง. วิธีถูทางเดียว

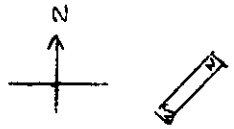
จ. วิธีถูสามทาง

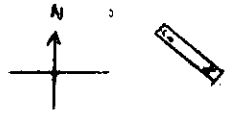
40. ในการทำลายอำนาจแม่เหล็กโดยวิธีเผาให้ร้อนแล้วเคาะแท่งแม่เหล็กควรวางแท่งแม่เหล็กในทิศทางใด ในขณะที่เคาะจึงจะทำลายอำนาจแม่เหล็กได้เร็วที่สุด

ก. 


ข. 


ค. 

ง. 


จ. 


41. แม่เหล็กที่ทำด้วยเหล็กกล้าจะเป็นแม่เหล็กชนิดใด
ก. แม่เหล็กถาวร
ข. แม่เหล็กไฟฟ้า
ค. แม่เหล็กชั่วคราว
ง. แม่เหล็กกันสนิม
จ. แม่เหล็กธรรมชาติ

42. ใครเป็นผู้ตั้งทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก
ก. คัลตัน
ข. แมกเนต
ค. ชเวเบอร์
ง. ฟาราเดย์
จ. วิลเลียม กิลเบิต

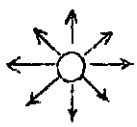
43. แม่เหล็กที่ทำด้วยโลหะเจืออัลนิโค ( alnico ) มีสมบัติอย่างไร
ก. ทำเป็นแม่เหล็กได้ง่าย
ข. รักษาอำนาจแม่เหล็กไว้ได้นาน
ค. มีสีสวยงามจึงนิยมใช้เป็นอุปกรณ์ประดับบ้าน
ง. ทำเป็นแม่เหล็กได้ง่ายและเสื่อมอำนาจเร็ว
จ. ทำเป็นแม่เหล็กถาวรที่ไม่มีวันเสื่อมอำนาจ

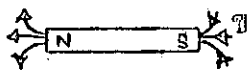
44. ข้อใดนับว่าเป็นประโยชน์จากแมกเนติกดีเทคเตอร์
ก. การหาเรือดำน้ำ
ข. การสำรวจแหล่งน้ำ
ค. การวัดความลึกทะเล
ง. ตรวจสอบสภาพแม่เหล็ก
จ. การหาทิศทางของเครื่องบินข้าศึก

45. สนามแม่เหล็ก( m egnetic field ) หมายถึงอะไร
ก. พื้นที่ของแม่เหล็ก
ข. บริเวณขั้วแม่เหล็ก
ค. บริเวณรอบ ๆ แท่งแม่เหล็ก
ง. เขตที่แม่เหล็กส่งแรงไปถึง
จ. บริเวณที่เส้นแรงแม่เหล็กตัดกัน

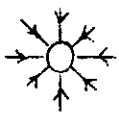
46. ข้อใดที่ไม่เกี่ยวกับทฤษฎีโมเลกุล
ก. สารไดอะแมกเนติกเป็นสารที่ไม่ดูดกันแม่เหล็กและยังเบนหนีอีกด้วย
ข. สารแมกเนติกทุกชนิดมีคุณสมบัติที่จะเป็นแม่เหล็กอยู่แล้ว
ค. การที่สารแมกเนติกไม่แสดงอำนาจแม่เหล็กเพราะขั้วเหนือใต้ทับกัน
ง. โมเลกุลของสารแมกเนติกจะมีขั้วเหนือและขั้วใต้อยู่แล้ว
จ. โมเลกุลของแม่เหล็กจะเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ

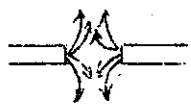
รูปข้างล่างนี้สำหรับตอบคำถามข้อ 47–49


ก.



ข.


ค.


ง.

47. รูป ก. แสดงอะไร

ก. เส้นแรงของขั้วเหนือเดี่ยว

ข. เส้นแรงของขั้วใต้เดี่ยว

ค. เส้นแรงของแท่งแม่เหล็ก

ง. อำนาจของแรงแม่เหล็ก

จ. ลักษณะโมเลกุลของแม่เหล็ก

48. รูป ง. แสดงอะไร

ก. เส้นแรงแม่เหล็กของขั้วเหนือ 2 ขั้ว วางในแนวเดียวกัน

ข. เส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็ก 2 แท่ง วางในทิศทางเดียวกัน

ค. เส้นแรงของแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง วางไว้ขนานกัน

ง. เส้นแรงของขั้วแม่เหล็กเข้าใกล้สารนอนแมคเนติก

จ. เส้นแรงแม่เหล็กที่ขั้วต่างกันเข้าใกล้กัน

49. รูปใดแสดงเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็ก 1 แท่ง

ก. รูป ก.

ข. รูป ข.

ค. รูป ค.

ง. รูป ง.

จ. ไม่มีคำตอบข้อใดถูก

50. ท่านคิดว่าข้อใดไม่สมควรที่จะนำมาใช้ในการตรวจสมบัติแม่เหล็กของสารต่าง ๆ

ก. นำแม่เหล็กเข้ามาตรวจดู

ข. ผูกเชือกแล้วแขวนไว้ให้พ้นจากสนามแม่เหล็ก

ค. นำเข็มทิศเข้ามาทดสอบ

ง. เอามาใกล้เข็มทิศ

จ. นำสารนอนแมคเนติกเข้ามาตรวจดู

- - - - - - - - - - - - - - - - -

# ภาคผนวก ค

## แบบสอบถามทัศนคติ

## คำชี้แจงสำหรับแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้ต้องการถามเกี่ยวกับความรู้สึกและความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการเรียนที่ครูนำมาใช้ในครั้งนี้ นักเรียนมีความคิดเห็นหรือมีความรู้สึกต่อวิธีการเรียนอย่างไร ขอให้ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน การตอบขึ้นอยู่กับนักเรียนเพราะแต่ละคนย่อมมีความรู้สึกนึกคิดไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด ข้อสำคัญขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามนี้ให้ตรงกับสภาพความรู้สึกจริง ๆ ของนักเรียนให้มากที่สุด

ตัวอย่างการทำแบบสอบถาม

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องขวามือเพียงช่องใดช่องหนึ่งตามความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

| | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|
| (0) การสอบปลายปีเป็นสิ่งจำเป็น | | | | | |

ถ้านักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องเห็นด้วยอย่างยิ่ง แสดงว่านักเรียนมีความเห็นด้วยว่าการสอบปลายปีเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ถ้านักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แสดงว่านักเรียนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งว่าการสอบปลายปีเป็นสิ่งจำเป็น

ถ้านักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องไม่แน่ใจ แสดงว่านักเรียนยังไม่แน่ใจว่าการสอบปลายปีเป็นสิ่งจำเป็น

คำชี้แจง ถ้านักเรียนเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้เพียงใดโปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหลังข้อความนั้น

| | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. การเรียนแบบศูนย์การเรียนที่แยกเนื้อหาเป็นตอน ๆ ทำให้บทเรียนง่าย | | | | | |
| 2. การเรียนในศูนย์การเรียนช่วยทำให้นักเรียนพอใจและเข้าร่วมทำงานด้วยความเต็มใจ | | | | | |
| 3. การทำงานในศูนย์การเรียนทำให้นักเรียนเรียนได้ดีขึ้น | | | | | |
| 4. การเรียนในศูนย์การเรียนทำให้นักเรียนได้ทำงานด้วยตนเอง | | | | | |
| 5. หลังจากเรียนในศูนย์การเรียนแล้วทำให้ต้องการที่จะค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมมากขึ้น | | | | | |
| 6. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในศูนย์การเรียนทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนดียิ่งขึ้น | | | | | |
| 7. การเรียนในศูนย์การเรียนทำให้นักเรียนทำงานกลุ่มได้ดีขึ้น | | | | | |
| 8. การอภิปรายกลุ่มเพื่อสรุปผลการทดลองเป็นสิ่งดี | | | | | |
| 9. เนื้อเรื่องที่เรียนในศูนย์การเรียนมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันดี | | | | | |

| | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|
| 10. การสรุปเนื้อเรื่องของแต่ละกลุ่มก่อนการเรียนเรื่องใหม่เป็นสิ่งจำเป็น | 5 | 6 | | | |
| 11. การเรียนแบบศูนย์การเรียนทำให้บทเรียนน่าสนใจ เพราะได้ใช้อุปกรณ์ด้วยตนเอง | 10 | 8 | | | |
| 12. อุปกรณ์ที่จัดในศูนย์การเรียนเหมาะกับเนื้อหาดี | - | | | | |
| 13. การเรียนแบบศูนย์การเรียนควรจัดสอนกับทุกวิชา | | | | | |
| 14. การเรียนแบบศูนย์การเรียนควรจัดสอนเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| 15. การเรียนในศูนย์การเรียนทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้อุปกรณ์หลาย ๆ ชนิดในบทเรียนหนึ่ง ๆ | | | | | |
| 16. การเรียนในศูนย์การเรียนส่งเสริมการเป็นประชาธิปไตยดี | | | | | |
| 17. การเรียนศูนย์การเรียนเป็นการเรียนที่น่าตื่นเต้นทำให้ไม่เบื่อที่จะเรียน | | | | | |
| 18. การเรียนในศูนย์การเรียนทำให้การเรียนเป็นไปตามลำดับขั้นทำให้อยากเรียนต่ออีก | | | | | |

$\bar{X} = 5$ $\quad S^2 = 9$

| | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|
| 19. ครูควรมีส่วนร่วมในการสรุปผลการอภิปรายเกี่ยวกับงานในแต่ละศูนย์การเรียน | | | | | |
| 20. การเรียนในศูนย์การเรียนช่วยให้ครูได้มีโอกาสช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิด | | | | | |

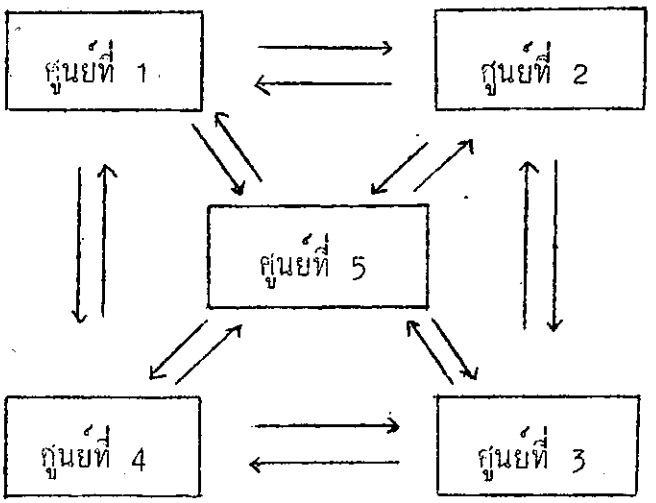
# ภาคผนวก ง.
# ชุดการสอนในศูนย์การเรียน

คำชี้แจง

การสอนด้วยชุดการสอนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน

1. ครูจะต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ซึ่งมิได้จัดเตรียมไว้ในชุดการสอน ( ดูสิ่งที่ครูต้องเตรียม )
2. ครูจะต้องจัดชั้นเรียนตามข้อเสนอแนะที่ให้ไว้
3. ครูจะต้องศึกษาเนื้อหาที่ต้องสอนโดยละเอียดพอสมควร และศึกษาชุดการสอนในศูนย์-การเรียนอย่างรอบคอบ
4. ก่อนสอนครูต้องเตรียมชุดการสอนไว้บนโต๊ะประจำกลุ่มไว้อย่างเรียบร้อย โดยให้นักเรียนแต่ละคนได้รับหนึ่งชุด เว้นแต่สื่อการสอนที่ต้องใช้ร่วมกันในกลุ่ม
5. ก่อนสอนครูต้องให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสียก่อน โดยใช้ข้อสอบที่จัดเตรียมไว้ให้
6. ก่อนสอนถ้าเป็นการเรียนโดยการจัดชั้นเรียนแบบศูนย์การเรียนเป็นครั้งแรก ให้ครูชี้แจงให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนโดยวิธีนี้
7. การสอนแบ่งออกเป็น 3 ลำดับขั้นคือ
   - 7.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
   - 7.2 ขั้นเข้าสู่กิจกรรม
   - 7.3 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล
8. เมื่อทันทีที่นักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรม ครูไม่ควรพูดดังจนเกินควร
9. ขณะที่เด็กประกอบกิจกรรม ครูต้องเดินดูการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด หากมีนักเรียนคนใดมีปัญหาครูควรเข้าไปให้ความช่วยเหลือจนปัญหานั้นคลี่คลาย
10. หากมีนักเรียนคนใดทำงานช้าจนเกินไป ครูต้องดึงออกมาทำกิจกรรมพิเศษ ซึ่งเตรียมไว้สำหรับนักเรียนที่เรียนช้า
11. ถ้าหากนักเรียนคนใด กลุ่มใดทำงานได้เร็วจนเกินไป ครูต้องเตรียมกิจกรรมพิเศษไว้เผื่อด้วยทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

12. การเปลี่ยนกลุ่มจะกระทำได้ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว หรืออย่างน้อย 2 กลุ่มก็จะเปลี่ยนกันได้เลย หรือถ้าหากว่ามีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเสร็จก่อนโดยที่ยังไม่มีกลุ่มอื่นเสร็จ ก็ให้เปลี่ยนไปยังศูนย์สำรองทันที และเมื่อมีกลุ่มใดว่างก็ให้ละจากกลุ่มกิจกรรมไปยังกลุ่มนั้น ดังแผนผังการเปลี่ยนกลุ่ม




13. ก่อนบอกให้เปลี่ยนกลุ่ม ครูจะต้องเน้นให้นักเรียนเก็บชุดการสอนของกลุ่มตนไว้ในสภาพเรียบร้อย ห้ามฉีกติดมือไปด้วย ยกเว้นกระดาษคำตอบของนักเรียนเองและขอให้เปลี่ยนอย่างช้าๆ เป็นระเบียบเรียบร้อย
14. การสรุปบทเรียนควรจะเน้นกิจกรรมของทุกกลุ่มหรือตัวแทนของกลุ่มมารวมกัน
15. หลังจากการสอนเสร็จสิ้นลงเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำข้อสอบหลังการเรียน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับข้อสอบก่อนการเรียน
16. ในกรณีที่นักเรียนคนใดขาดการเรียนในหน่วยใดหน่วยหนึ่ง ให้นักเรียนเรียนเป็นรายบุคคลจากชุดการสอนที่เตรียมไว้ โดยครูอาจแยกมาอย่างละหนึ่งชุดสำหรับนักเรียนคนนั้น
17. หลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาทุกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดาษคำตอบของนักเรียนไว้ในแฟ้มของนักเรียนแต่ละคน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความ

ก้าวหน้าของผู้เรียน

หมายเหตุ

ก. กิจกรรมสำรองจะต้องเตรียมไว้ 2 ประเภท สำหรับนักเรียนที่เรียนช้าและสำหรับนักเรียนที่เรียนเร็ว ซึ่งอาจจะออกมาในรูปของการสอนแบบต่างๆ และชุดการสอน

ข. ครูจะต้องให้นักเรียนรู้จักหยิ่งในเกียรติ โดยไม่ลอกหรือแอบดูคำตอบในกรณีที่บทเรียนนั้นมีคำตอบเฉลยไว้

ค. สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมต้องกำหนดไว้ให้ละเอียด โดยเฉพาะสิ่งที่ต้องมีไว้ในชุดการสอน

บทบาทของผู้เรียน

ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของผู้เรียนดังต่อไปนี้

1. อ่านบัตรคำสั่งหรือคำแนะนำและปฏิบัติตามขั้นอย่างระมัดระวัง
2. พยายามตอบคำถามหรืออภิปรายอย่างสุดความสามารถ คำถามที่ปรากฏไว้ในชุดการสอนไม่ใช่ข้อสอบ แต่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้
3. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติงาน อภิปรายอย่างจริงจังและไม่ซักชวนเพื่อแเพื่อชักใบให้เรือเสีย ไม่ออกนอกลู่นอกทาง
4. เวลาเปลี่ยนกลุ่มขอให้จัดบัตรคำสั่งและสื่อการสอนอย่างอื่นๆ ให้เรียบร้อยเพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นมาใช้ได้ทันที ถ้าหากมีอะไรชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อลุกจากศูนย์กิจกรรมต้องจัดเก้าอี้ให้เรียบร้อย และเปลี่ยนไปยังอีกกลุ่มหนึ่งด้วยความเป็นระเบียบ
6. นักเรียนต้องใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวัง
7. เนื่องจากการทำกิจกรรมแต่ละกลุ่มมีเวลาจำกัด และต้องเปลี่ยนไปทำกลุ่มอื่นอีก นักเรียนจะต้องตั้งใจทำให้เสร็จอย่างรวดเร็ว

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ชุดการสอนตามจำนวนกลุ่มนักเรียน
2. อุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ซึ่งระบุไว้ในแต่ละชุดการสอน
3. ข้อสอบก่อนและหลังการเรียนเพื่อทดสอบผลของการเรียนรู้ ซึ่งมีจำนวนเท่ากับนักเรียน
4. กระดาษคำตอบแบบทดสอบ จำนวน 2 เท่าของนักเรียน
5. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 6 คน
6. จัดโต๊ะศูนย์การเรียนเป็น 6 ศูนย์ โดยให้ศูนย์ที่ 6 เป็นศูนย์สำรองเพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากที่มีในศูนย์อื่น สำหรับคนหรือกลุ่มที่เรียนเร็ว
7. กระดาษจดบันทึกช่วยความจำ ( เมื่อนักเรียนต้องการ )
8. กระดาษตอบแบบฝึกหัดในศูนย์กิจกรรมตามจำนวนนักเรียน
9. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มเท่ากับจำนวนนักเรียน
10. ป้ายประจำศูนย์ 6 ป้าย

กิจกรรมก่อนการเรียนแบบศูนย์การเรียน

1. ครูให้นักเรียนเข้านั่งประจำศูนย์ตามกลุ่มที่แบ่งไว้
2. แจกแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้นักเรียนทำ หากการเรียนครั้งนั้นเป็นครั้งแรก
3. เมื่อนักเรียนทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดาษคำตอบและข้อสอบคืน
4. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนอย่างคร่าวๆ
5. ครูให้นักเรียนอ่านคำแนะนำในแต่ละศูนย์อย่างระมัดระวัง
6. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้ภาพประกอบของเนื้อหาแต่ละหน่วย

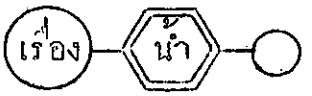
# จุดมุ่งหมาย

## จุดมุ่งหมายทั่วไป

1. เพื่อฝึกฝนให้เป็นผู้สนใจและรู้จักสังเกตธรรมชาติที่แวดล้อมอยู่
2. ให้มีความรู้ในสิ่งทั้งหลายและปรากฏการณ์รอบตัวว่าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
3. ให้นำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนและชุมชนให้ดีขึ้นเสมอ
4. ให้รู้จักวิธีการวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนได้
5. ให้มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องคุณสมบัติและคุณประโยชน์ของน้ำ
6. ให้มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องแม่เหล็ก ธรรมชาติแม่เหล็กและคุณสมบัติแม่เหล็ก
7. ให้มีความเข้าใจถึงคุณประโยชน์ของแม่เหล็กที่นำไปใช้เป็นส่วนประกอบของสิ่งต่างๆ

## จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

1. ให้นักเรียนสามารถทำการทดลองตามคำสั่งได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้น
2. ให้นักเรียนสามารถบอกผลสรุปของการทดลองในแต่ละการทดลองได้อย่างถูกต้อง
3. ให้นักเรียนสามารถบอกคุณประโยชน์ของน้ำได้ถูกต้อง
4. ให้นักเรียนสามารถอ่านค่าจากกราฟและจากตารางได้อย่างถูกต้อง
5. ให้นักเรียนสามารถอ้างเหตุผลเพื่อใช้ในการอภิปรายผลได้ถูกต้อง
6. ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะทำการทดลองได้ด้วยตนเอง
7. ให้สามารถตอบคำถามในแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง
8. ให้สามารถจดบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง

วัสดุอุปกรณ์สำหรับหน่วยที่ 1 


ศูนย์กิจกรรมที่ 1

- ภาพชุดประโยชน์ของน้ำ
- แบบเรียนโปรแกรมเรื่องประโยชน์ของน้ำ

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

- ภาพแสดงการทดลองการเปลี่ยนสถานะจุดหลอมเหลว
- ขาตั้งสำหรับจับเทอร์โมมิเตอร์
- เทอร์โมมิเตอร์
- แก้วน้ำพลาสติค
- น้ำแข็งทุบละเอียด
- กระดาษกราฟ

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

- ภาพแสดงการทดลองหาจุดเดือดของน้ำ
- ขาตั้งสำหรับจับหลอดทดลอง
- หลอดทดลองขนาดใหญ่
- จุกยางเสียบเทอร์โมมิเตอร์และหลอดตัววีนำกาซ
- ตะเกียงแอลกอฮอล์
- บีกเกอร์ใส่น้ำเย็น
- กระดาษกราฟ

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

- ภาพแบบจำลองแสดงอนุภาคในสถานต่าง ๆ
- ลูกปัดสี
- กล่องพลาสติค

ศูนย์สำรอง

- กล่องพลาสติคเส้นผ่าศูนย์กลาง 6" สูง 4"
- ท่อพลาสติคเส้นผ่าศูนย์กลาง 1" ยาว 6"
- ก้อนกรวดหรือก้อนหินขนาดเล็ก ๆ

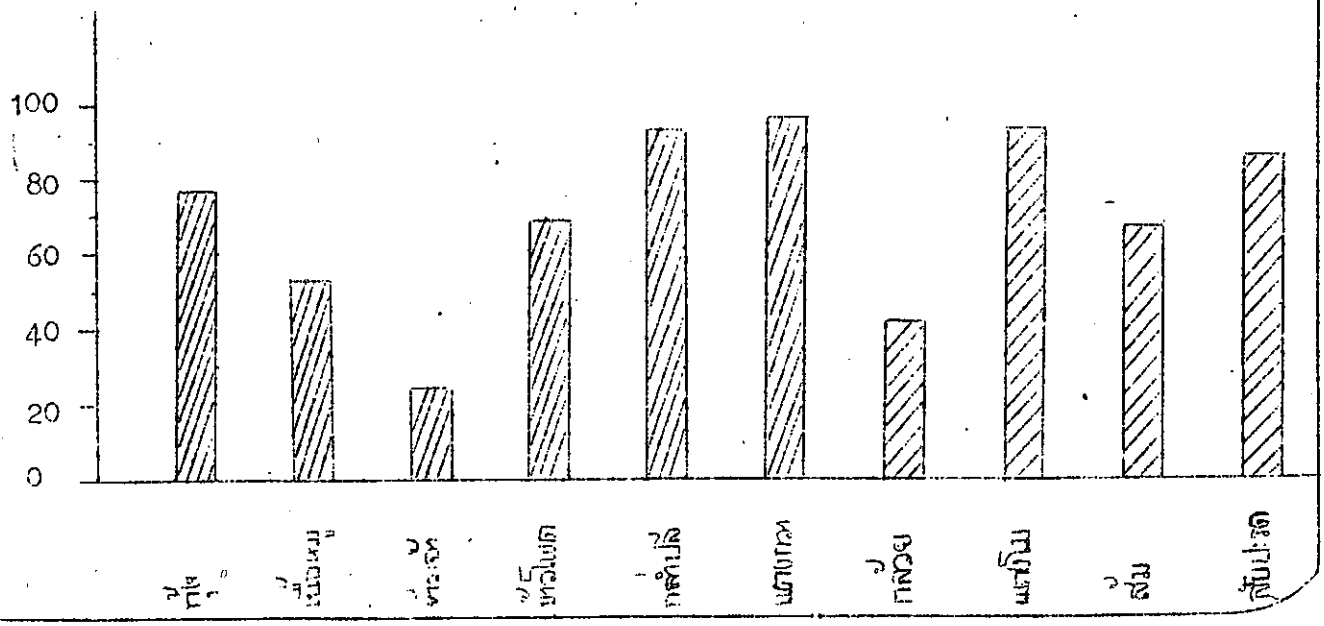
ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. อ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. อภิปราย สรุปความรู้
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
4. ย้ายไปทำศูนย์กิจกรรมอื่น

น้ำมีความสำคัญต่อชีวิต

ในชีวิตประจำวันเราต้องใช้น้ำกันตั้งแต่ตื่นนอนจนกระทั่งก่อนนอน เราคงปฏิเสธไม่ได้ว่าน้ำเกี่ยวข้องกับชีวิตของเราอยู่ตลอดเวลา เพราะนอกจากใช้ดื่ม อาบ ซักล้างและประกอบอาหารแล้ว ในร่างกายของคนเรายังมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว ในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ต่างก็ต้องการน้ำในการดำรงชีวิตและมีน้ำเป็นองค์ประกอบของร่างกายด้วยกันทั้งสิ้น

สิ่งมีชีวิตต้องการน้ำและมีน้ำเป็นองค์ประกอบของร่างกายในขณะเดียวกันก็ต้องมีการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายเช่นเดียวกัน ตามปกติร่างกายคนเราจะต้องสูญเสียน้ำไปเฉลี่ยวันละ 2.5–3.2 ลิตร เพื่อชดเชยกับการสูญเสียนี้ร่างกายจะต้องได้น้ำมาแทน การจะได้น้ำมาแทนนี้อาจจะได้มาในรูปของการดื่มโดยตรงหรืออาจได้มาในรูปของอาหารที่รับประทานก็ได้ ในอาหารนั้นแต่ละชนิดจะมีปริมาณน้ำไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารนั้น ๆ ดังตัวอย่างที่แสดงในกราฟข้างล่างนี้



ประโยชน์โดยทั่วไปของน้ำ

1. ใช้ทำความสะอาดเช่น ใช้อาบ ซักล้างทุกชนิด
2. ใช้ในการปรุงและหุงต้มอาหาร
3. เป็นที่อยู่ของสัตว์และพืช เช่น ปลา หอย และสาหร่ายทะเลบางชนิด
4. ในทะเลมีแร่ต่าง ๆ หลายชนิดถ้าเคี่ยวน้ำให้แห้งจะมีกากเหลือ 3% โดยน้ำหนัก ของแข็งนี้ส่วนใหญ่เป็นเกลือธรรมดา
5. น้ำมีความสำคัญต่อการอุตสาหกรรมต่าง ๆ ขบวนการต่าง ๆ ต้องอาศัยน้ำ บางโรงงานยังต้องใช้พลังงานจากน้ำโดยตรง พลังน้ำตกผลิตไฟฟ้าใช้เอง
6. เป็นทางคมนาคมขนส่ง ใช้ในการขนส่งทั่วไป
7. ช่วยให้พลเมืองมีอาชีพ การเกษตร การประมงจะต้องอาศัยน้ำ
8. น้ำให้ความชุ่มชื้น สดชื่น และความบันเทิง เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ
9. น้ำมีบทบาทสำคัญทางการแพทย์ ยาที่กิน ยาที่ฉีด หรือน้ำเกลือที่ให้แก่คนไข้จะต้องอยู่ในสภาพที่ละลายน้ำเป็นส่วนใหญ่ บางชนิดต้องดื่มน้ำตามเข้าไปมาก ๆ เพื่อช่วยการทำงานของยาให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

ดังที่กล่าวมานี้เราจะเห็นได้ว่าน้ำมีความสำคัญสำหรับชีวิตเป็นอันมาก

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 1

จงขีดเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. เด็กชายแดงมีน้ำหนักตัว 35 กิโลกรัม ควรจะเป็นน้ำหนักของน้ำในตัวแดง เท่าใด ?

   ก. 5.25 กิโลกรัม ข. 11.66 กิโลกรัม

   ค. 22.33 กิโลกรัม ง. 23.34 กิโลกรัม

2. สมมุติว่านักเรียนไปเที่ยวสวนเกิดหิวน้ำขึ้นมาอย่างมาก ไม่มีน้ำดื่มมีแต่ผลไม้ให้เลือก นักเรียนควรจะเลือกผลไม้ชนิดใดจึงจะเหมาะกับร่างกายในขณะนั้น

   ก. กล้วย ข. แตงโม

   ค. ขนุน ง. ทุเรียน

3. ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน้ำไม่มีความจำเป็น

   ก. การงอกของเมล็ด ข. การหายใจของพืช

   ค. ขบวนการออสโมซิส ง. การส่งอาหารของพืช

4. สิ่งใดที่จำเป็นก่อนสิ่งอื่น

   ก. เครื่องนุ่งห่ม ข. ที่อยู่อาศัย

   ค. อาหาร ง. น้ำ

5. ข้อใดที่ท่านคิดว่าไม่ได้แสดงถึงความสามารถของมนุษย์ในด้านการดัดแปลงพลังงานธรรมชาติเพื่อก่อประโยชน์

   ก. ความงามของน้ำตก ข. การสร้างฝายเพื่อการเพาะปลูก

   ค. การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า ง. การสร้างกังหันลมชักระหัดวิดน้ำ

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมภายในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ให้นักเรียนช่วยกันปฏิบัติหน้าที่ในการทดลองต่อไปนี้
    1. ทำหน้าที่ในการอ่านวิธีการทดลองและควบคุมการทดลองให้เป็นไปตามลำดับขั้น
    2. ทำหน้าที่เป็นผู้ทดลอง
    3. ทำหน้าที่ในการจดบันทึกอุณหภูมิของการทดลอง
    4. ทำหน้าที่ควบคุมเวลาในการทดลองและช่วยทำการทดลอง
    5. ทำหน้าที่ดูอุณหภูมิในการทดลอง
    6. ทำหน้าที่ในการเขียนกราฟ
3. อภิปรายกลุ่มตามหัวข้อที่กำหนดให้และสรุปผล
4. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบเฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

เนื้อเรื่องประจำศูนย์

สมบัติของน้ำ

สมบัติของสารใดเราหมายถึงลักษณะต่าง ๆ ประจำของสารนั้น เช่น สถานะ สี กลิ่น ความหนาแน่น เป็นต้น น้ำที่เราใช้อยู่ในชีวิตประจำวันคือน้ำที่มีสถานะเป็นของเหลวกับของแข็ง

สถานะจุดหลอมเหลว

การทดลอง การเปลี่ยนสถานะจุดหลอมเหลว

1. หุบน้ำแข็งให้ละเอียดใส่ลงในกล่องให้เต็ม
2. เสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในน้ำแข็ง ให้กระเปาะปรอทอยู่ระหว่างก้อนน้ำแข็ง (ดังรูป) ระวังอย่าให้กระเปาะแตะกับข้างหรือก้นกล่องทดลอง
3. หลังจากเสียบเทอร์โมมิเตอร์แล้ว 2 นาทีจึงอ่านและบันทึกอุณหภูมิ ต่อไปอ่านและบันทึกทุก 1 นาที จนน้ำแข็งละลายหมด ทำเครื่องหมายในตารางบันทึกแสดงเวลาที่น้ำแข็งละลายหมด
4. หลังจากที่น้ำแข็งละลายหมดแล้ว อ่านและบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที ต่อไปอีก 7 นาที
5. นำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลาโดยให้เวลาเป็นแกนนอนและอุณหภูมิเป็นแกนตั้ง

ข้อควรพิจารณาและอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

- เมื่อใส่เทอร์โมมิเตอร์ไว้ในน้ำแข็งนาน 2 นาทีแล้ว นักเรียนอ่านอุณหภูมิได้กี่องศาเซลเซียส
- เมื่อน้ำแข็งยังละลายไม่หมด อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เพิ่มหรือไม่อย่างไร
- ใช้เวลากี่นาทีน้ำแข็งจึงจะละลายหมด
- เมื่อน้ำแข็งละลายหมดแล้วอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

จากการทดลองนักเรียนทราบหรือไม่ว่าจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งอยู่ที่อุณหภูมิกี่องศาเซล–เซียส จุดหลอมเหลวนี้บางทีเราอาจจะเรียกว่า จุดเยือกแข็งก็ได้ เพราะถ้านำน้ำมาทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมินี้ น้ำจะเริ่มกลายเป็นของแข็ง โดยปกติแล้วจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็งจะอยู่ที่ 0 องศาเซลเซียส

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 2

จงชีดเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้องมากที่สุด

1. เมื่อน้ำแข็ง เปลี่ยนสถานะจะพบว่าอุณหภูมิเป็นอย่างไร ?

ก. ต่ำลง ข. คงที่

ค. สูงขึ้น ง. ไม่แน่นอนขึ้น ๆ ลง ๆ

2. จากผลของข้อ 1 เส้นกราฟที่ได้ขณะนี้จะเป็นอย่างไร ?

ก. ต่ำลง ข. ขนานกับแกนนอน

ค. สูงขึ้น ง. เส้นกราฟขึ้น ๆ ลง ๆ

3. จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิในขณะที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว เป็นเท่าใด ?

ก. ต่ำกว่า 0°ซ ข. 0°ซ

ค. มากกว่า 0°ซ ง. ไม่แน่นอนสูง ๆ ต่ำ ๆ กว่า 0°ซ

4. ข้อใดที่ท่านคิดว่าน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของน้ำน้ำเปลี่ยนจากปกติ

ก. ความสะอาดของน้ำแข็ง ข. ความผิดพลาดของเทอร์โมมิเตอร์

ค. อ่านเทอร์โมมิเตอร์ไม่ถูกวิธี ง. ถูกทุกข้อ

5. จากกราฟที่ได้จากการทดลองพบว่ายิ่งใช้เวลาในการทดลองมากขึ้นอุณหภูมิจะเป็นอย่างไร?

ก. ต่ำลง ข. คงที่

ค. สูงขึ้น ง. ไม่แน่นอน

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมภายในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ให้นักเรียนช่วยกันปฏิบัติหน้าที่ในการทดลองต่อไปนี้
    1. ทำหน้าที่ในการอ่านวิธีการทดลองและควบคุมการทดลองให้เป็นไปตามลำดับขั้น
    2. ทำหน้าที่เป็นผู้ทดลอง
    3. ทำหน้าที่ในการจดบันทึกอุณหภูมิของการทดลอง
    4. ทำหน้าที่ควบคุมเวลาในการทดลองและช่วยทำการทดลอง
    5. ทำหน้าที่ดูอุณหภูมิในการทดลอง
    6. ทำหน้าที่ในการเขียนกราฟ
3. อภิปรายกลุ่มตามหัวข้อที่กำหนดให้และสรุปผล
4. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบเฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

เนื้อหาประจำศูนย์

สมบัติของน้ำ

สถานะจุดเดือด

การทดลองหาจุดเดือดของน้ำ

1. ใช้หลอดทดลองขนาดใหญ่ใส่น้ำกลั่นประมาณ $\frac{1}{2}$ ของหลอด
2. ใช้จุกคอร์กที่มีเทอร์โมมิเตอร์และหลอดแก้วเสียบอยู่ปิดปากหลอดทดลองดังรูป ระวังอย่าให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำอ่านและบันทึกอุณหภูมิ
3. ต้มน้ำในหลอดประมาณ 1 นาที จึงเริ่มอ่านและบันทึกอุณหภูมิไว้ทุก ๆ 1 นาที จนถึงนาทีที่ 10
4. สังเกตหลอดแก้วว่ามีอะไร เกิดขึ้น
5. นำปีกเกอร์ใส่น้ำเย็นไปรอที่ปลายหลอดแก้ว
6. บันทึกผลที่ได้นำไปเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยให้เวลาเป็นแกนนอน และอุณหภูมิเป็นแกนตั้ง

ข้อควรพิจารณาและอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม

- ก่อนต้มน้ำ อ่านอุณหภูมิได้กี่องศาเซลเซียส
- เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำ อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ?
- หลังจากน้ำเดือดแล้ว แต่ยังคงให้ความร้อนแก่น้ำต่อไป นักเรียนสังเกตว่าอุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ?
- นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นที่ปลายหลอดแก้ว
- เมื่อเอาปีกเกอร์ใส่น้ำเย็นไปรอที่ปลายหลอดแก้ว สังเกตเห็นอะไร?
- เมื่อนำผลที่บันทึกไว้มาเขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยให้เวลาเป็นแกนนอนและอุณหภูมิเป็นแกนตั้ง จะได้เส้นกราฟมีลักษณะอย่างไร ?

จากการทดลองและกราฟที่ได้ นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า เมื่อให้ความร้อนปริมาณหนึ่งของน้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้นและสังเกตเห็นได้ว่ามีไอน้ำเกิดขึ้นด้วย เราเรียกปรากฏการณ์

ที่ของเหลวได้รับความร้อนแล้วกลายเป็นไอน้ำว่า "การระเหย" หรือการกลายเป็นไอ และถ้าให้ความร้อนแก่น้ำเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งน้ำจะเดือด ขณะนั้นจะสังเกตเห็นอุณหภูมิของน้ำคงที่ เราเรียกอุณหภูมิของน้ำขณะนั้นว่า "จุดเดือดของน้ำ"

# แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 3

จงขีดเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. ในขณะที่ต้มน้ำอุณหภูมิของน้ำจะสูงเรื่อย ๆ เมื่อนำไปเขียนกราฟจะมีลักษณะอย่างไร ?
   - ก. กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงขนานกันกับแกนนอน
   - ข. กราฟจะเป็นเส้นโค้งลง
   - ค. กราฟจะชันเป็นเส้นตรง
   - ง. กราฟไม่ได้ระดับที่แน่นอน
2. หลังจากที่มีไอน้ำออกมาทางหลอดนำกาซ น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นกาซ อุณหภูมิคงที่ เส้นกราฟจะมีลักษณะอย่างไร ?
   - ก. เส้นตรงชันขึ้น
   - ข. เส้นตรงขนานกับแกนนอน
   - ค. เส้นตรงขนานกับแกนตั้ง
   - ง. เส้นโค้งเบนจากแกนตั้ง
3. อุณหภูมิของจุดเดือดที่หาได้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเท่าใด ?
   - ก. ต่ำกว่า 100° ซ
   - ข. 100°ซ พอดี
   - ค. สูงกว่า 100°ซ
   - ง. วัดได้ไม่แน่นอน
4. ถ้าการทดลองได้ต่ำกว่าหรือสูงกว่า 100°ซ น่าจะมาจากสาเหตุใด ?
   - ก. ความบริสุทธิ์ของน้ำ
   - ข. ความผิดพลาดของเทอร์โมมิเตอร์
   - ค. อ่านเทอร์โมมิเตอร์ไม่ถูกวิธี
   - ง. ถูกทุกข้อ
5. เมื่อนำกาซนะใส่น้ำเย็นไปรอที่ทางออกทางหลอดแก้วเกิดเป็นหยดน้ำจับที่ภาชนะนั้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร ?
   - ก. การจับตัวของไอน้ำ
   - ข. การเกาะกันเป็นหยดน้ำ
   - ค. การรวมตัวกันของไอน้ำ
   - ง. การควบแน่นของไอน้ำ

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบ เฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

เนื้อเรื่องประจำศูนย์

การเปลี่ยนสถานะของน้ำ

นักเรียนได้ทดลองและสังเกตด้วยตนเองแล้วว่า น้ำอยู่ได้ทั้งสามสถานะ คือสถานะของแข็ง สถานะของเหลว และสถานะก๊าซ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ลองทำการทดลองต่อไปแล้วนักเรียนจะหาเหตุผลอธิบายได้

การทดลอง น้ำเปลี่ยนสถานะได้อย่างไร

1. เรียงเม็ดลูกปัดสีเดียวกัน 1 ชั้น ลงในกล่องพลาสติก
2. เขย่ากล่องค่อย ๆ สังเกตดูว่าเม็ดลูกปัดมีการเคลื่อนไหวอย่างไร
3. เขย่าแรงขึ้น จนเม็ดลูกปัดกระเด็นหลุดออกจากกล่อง

ข้อควรพิจารณาและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

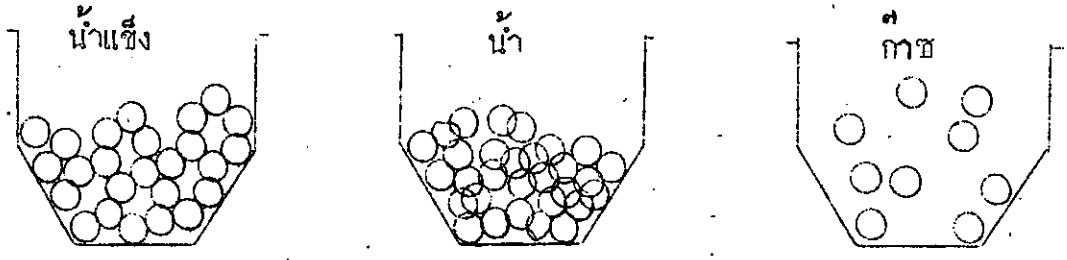
- เมื่อเขย่ากล่องค่อย ๆ ลูกปัดยังคงอยู่ชิดกันและยังคงเป็นระเบียบเช่นเดิมอีกหรือไม่
- ลักษณะการเรียงตัวของลูกปัดจะยังคงเรียงอยู่ใน 1 ชั้น เช่นเดิมหรือไม่

จากการทดลอง นักเรียนจะเห็นว่าเมื่อไม่เขย่ากล่อง ลูกปัดเรียงตัวชิดกันอยู่อย่างเป็นระเบียบ แต่เมื่อเริ่มเขย่ากล่องค่อย ๆ เม็ดลูกปัดจะเคลื่อนที่ไม่อยู่ชิดกันเหมือนเช่นตอนแรกและการเรียงตัวก็เริ่มไม่เป็นระเบียบ ครั้นเมื่อเขย่ามากขึ้น ๆ ลูกปัดเคลื่อนที่แรงมากขึ้นจนไม่มีระเบียบและบางเม็ดกระเด็นหลุดออกไปนอกกล่องก็มี ฉะนั้นถ้าจะเปรียบเทียบการทดลองเช่นเดียวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำ โดยเปรียบเทียบกับลูกปัด 1 เม็ดเทียบอนุภาคของน้ำ และเปรียบการเรียงตัวของอนุภาคของน้ำเมื่ออยู่ในสภาวะของแข็ง นั่นคือ การที่น้ำแข็งทรงรูปอยู่ได้เนื่องจากน้ำแข็งมีอนุภาคของน้ำรวมกันอยู่โดยมีแรงยึดเหนี่ยวและเรียงกันอย่างมีระเบียบ เมื่อน้ำแข็งได้รับความร้อนจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำ เพราะความร้อนไปทำให้อนุภาคของน้ำเคลื่อนไหวมากขึ้นทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดน้อยลง โครงสร้างของน้ำแข็งจึงเปลี่ยนไปเปรียบได้ชัดกับการเขย่าลูกปัดซึ่งทำให้เม็ดลูกปัดเคลื่อนไหวได้มากขึ้นและแรงขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลก็ลดน้อยลงมากที่สุดจนกระทั่งบางอนุภาคของน้ำหลุด

ไปจากกัน นั่นคือ น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ เปรียบได้กับการเขย่าเม็ดลูกปัดให้แรงขึ้นจนกระทั่งเม็ดลูกปัดบางเม็ดหลุดไปจากกล่อง

สิ่งที่กล่าวมาแล้วในตอนนี้เป็นแต่เพียงแบบจำลองที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์บางอย่างที่เรามองไม่เห็น เช่น การนำเอาเม็ดลูกปัดมาเป็นแบบจำลองแทนอนุภาคของน้ำที่มองไม่เห็น เป็นต้น และทั้งผลการทดลองที่เกิดจากการเขย่าเม็ดลูกปัดนี้ยังสามารถนำมาอธิบายเรื่องการเปลี่ยนสถานะของน้ำให้เข้าใจได้อีกด้วย นักเรียนอาจจะหาแบบจำลองอื่น ๆ ที่สามารถอธิบายในเรื่องนี้ได้อีก

แบบจำลองแสดงอนุภาคในสถานะต่าง ๆ




จากแบบจำลองนี้ใช้อธิบายได้ว่า น้ำแข็งมีอนุภาคของน้ำอยู่รวมกันโดยมีแรงยึดเหนี่ยวยึดกันอยู่ในลักษณะโครงรูปเรขาคณิตที่เป็นโพรง ส่วนน้ำมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของน้ำน้อยลงและโครงสร้างมีระเบียบน้อยกว่าน้ำแข็ง เพราะโครงสร้างรูปเรขาคณิตสลายตัวลง เมื่อน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ ครั้นเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นไออนุภาคของน้ำไม่ได้อยู่รวมกันแต่จะกระจายออกห่างจากกันมากมายหลายเท่าเมื่อเทียบกับอนุภาคของน้ำในสถานะของเหลว อนุภาคของน้ำที่เล็กที่สุด เรียกว่า โมเลกุลของน้ำ เราจะใช้คำว่าโมเลกุลแทนอนุภาคของน้ำ การเปลี่ยนสถานะของน้ำถือว่า โมเลกุลของน้ำมีการสั่นสะเทือนและเคลื่อนไหว โมเลกุลที่เคลื่อนที่เร็วจะมีพลังงานสูงกว่าโมเลกุลที่เคลื่อนที่ช้า พลังงานในการเคลื่อนที่เรียกว่า <u>พลังงานจลน์</u>

โมเลกุลของน้ำในสถานะของแข็ง สถานะของเหลวและสถานะก๊าซอย่างไหนจะมีพลังงานจลน์มากกว่ากัน

ในขณะที่น้ำได้รับความร้อน โมเลกุลของน้ำมีการเคลื่อนที่มากขึ้นและพลังงานจลน์ยิ่งมากขึ้นด้วย ถ้าพลังงานจลน์มีมากพอที่จะเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำได้ โมเลกุลก็จะถูกผลักดันให้หลุดออกไปยิ่งอนุภาคอยู่ใกล้ผิวหน้ามากเท่าไรยิ่งมีโอกาสหลุดลอย

ออกไปได้มากเท่านั้น ขณะที่โมเลกุลถูกผลักให้ลอยขึ้นไปนี้เราเรียกว่า น้ำระเหย หรือ กลายเป็นไอ การระเหยอาจจะเกิดขึ้นได้ทุกอุณหภูมิ แต่ถ้าเห็นว่าน้ำเคลื่อนที่พ่านไปทั้งภาชนะหรือน้ำเดือดนั่นเอง ขณะนี้จะมีการระเหยเกิดขึ้นมากที่สุด

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 4

จงขีดเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. ข้อใดอธิบายปรากฏการณ์เมื่อน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำและไอน้ำได้ถูกต้องที่สุด
   ก. ความร้อนทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหมดลง
   ข. ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำสั่นสะเทือนและเคลื่อนที่ไป
   ค. ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำแปรสภาพไป
   ง. ความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำแตกออก
2. ในสถานะใดที่โมเลกุลของน้ำมีพลังงานสูง
   ก. สถานของเหลว ข. สถานะของแข็ง
   ค. สถานะกาซ ง. เท่ากันทุกสถานะ
3. ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบการทดลองการใช้ลูกปัดการเปลี่ยนสถานะของน้ำ
   ก. ลูกปัด 1 เม็ดเทียบกับอนุภาคของน้ำ
   ข. การเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบของลูกปัดเทียบเท่ากับการเรียงตัวของน้ำ
   ค. แรงเชย่าเทียบกับพลังงานความร้อน
   ง. การเคลื่อนไหวของตัวลูกปัดขึ้นอยู่กับความลื่นของลูกปัด
4. พลังงานจลน์จะลดลง เมื่อใด ?
   ก. ลดจำนวนโมเลกุลลง ข. ลดจำนวนความร้อนลง
   ค. ไม่ต้องลดโมเลกุลลงพลังงานจลน์จะหมดไปเอง
   ง. ไม่มีข้อใดถูก
5. จากการอธิบายตามทฤษฎีการเปลี่ยนสถานะข้อใดที่ไม่ถูกต้องตามทฤษฎี
   ก. ความร้อนเพิ่มขึ้นโมเลกุลมีการเคลื่อนที่มากขึ้น
   ข. โมเลกุลเคลื่อนที่ย่อมเกิดพลังงานจลน์
   ค. พลังงานจลน์มากขึ้นย่อมพยายามเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล
   ง. ต้องอุณหภูมิถึงจุดเดือดเท่านั้นที่พลังงานจลน์จะชนะแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลได้จนเป็นผลให้เกิดการระเหย

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมศูนย์ที่ 5

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ศึกษาความหนาแน่นของน้ำจากตารางที่ให้
3. อภิปรายผลจากตารางความหนาแน่นของน้ำตามหัวข้อดังนี้
   - ณ อุณหภูมิใด น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุดและมีค่าเท่าใด
   - ที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้ ความหนาแน่นของน้ำเปลี่ยนไปอย่างไร
   - น้ำที่ศูนย์องศาเซลเซียสเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งมีความหนาแน่นต่างกันหรือไม่ อย่างไหนมีความหนาแน่นมากกว่ากัน
   - น้ำ 1 กรัม ที่ศูนย์องศาเซลเซียสจะมีปริมาตรมากหรือน้อยกว่าน้ำแข็ง 1 กรัม ที่ศูนย์องศาเซลเซียส
   - น้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ศูนย์องศาเซลเซียสจะมีน้ำหนักมากหรือน้อยกว่าน้ำแข็ง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่ศูนย์องศาเซลเซียส
   - เหตุใดน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้
   - เหตุใดขวดซึ่งมีน้ำแช่เย็นจัดจนกลายเป็นน้ำแข็งจะแตกได้
4. ตอบคำถามลงในกระดาษคำตอบเฉพาะช่องที่เป็นคำตอบของศูนย์เท่านั้น

เนื้อเรื่องประจำศูนย์

ความหนาแน่นของน้ำ

นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าความหนาแน่นของสารใด ๆ คือมวลสารนั้นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และก็คงตอบได้ว่าความหนาแน่นของน้ำ คืออะไร แต่เนื่องจากน้ำมีสถานะต่าง ๆ ได้ถึง 3 สถานะ นักเรียนอยากทราบไหมว่า น้ำในแต่ละสถานะมีความหนาแน่นแตกต่างกันหรือเท่ากันอย่างไร

ถ้าเรามีอุปกรณ์ที่ละเอียดและถูกต้อง เราจะหาความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ ดังแสดงไว้ในตาราง

ตาราง แสดงค่าความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ

| อุณหภูมิ °ซ | สถานะ | ความหนาแน่น |
|---|---|---|
| 100 | ของเหลว | 0.9583 |
| 50 | ของเหลว | 0.9880 |
| 25 | ของเหลว | 0.9970 |
| 4 | ของเหลว | 1.0000 |
| 0 | ของเหลว | 0.9998 |
| 0 | ของแข็ง | 0.9168 |

จากข้อมูลในตาราง ให้นักเรียนพิจารณาและอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่อไปนี้

- ณ อุณหภูมิใด น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุดและมีค่าเท่าใด
- ที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้ ความหนาแน่นของน้ำเปลี่ยนไปอย่างไร

- น้ำที่ศูนย์องศา เซลเซียส เมื่อเปลี่ยนสถานะ เป็นน้ำแข็ง มีความหนาแน่นต่างกันหรือไม่ อย่างไหนมีความหนาแน่นมากกว่ากัน
- น้ำ 1 กรัม ที่ศูนย์องศา เซลเซียส จะมีปริมาตรมากหรือน้อยกว่าน้ำแข็ง 1 กรัมที่ศูนย์องศา เซลเซียส
- น้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ศูนย์องศา เซลเซียสจะมีน้ำหนักมากหรือน้อยกว่าน้ำแข็ง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่ศูนย์องศา เซลเซียส
- เหตุใดน้ำแข็งจึงลอยน้ำได้
- เหตุใดขวดซึ่งมีน้ำแช่เย็นจัดจนกลายเป็นน้ำแข็งจะแตกได้

จากตารางค่าความหนาแน่นและการตอบคำถามของนักเรียน

จะพบว่าน้ำมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ 4 องศา เซลเซียสและ เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้ ความหนาแน่นจะลดลง นักเรียนสามารถนำเอา เรื่องของพลังงานจลน์มาอธิบายปรากฏการณ์นี้ ได้หรือไม่ อย่างไร ในขณะที่เป็นน้ำแข็งโมเลกุลยึดกันอยู่เป็นแบบโครงสร้างรูป เรขาคณิตและมีลักษณะที่โปร่ง เป็นโพรงอยู่ตรงกลาง เมื่อได้รับความร้อนโมเลกุลจะสั่นเสทือนทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดน้อยลง โครงสร้างที่เป็นโพรงจึงถูกทำลายและลักษณะที่โปร่ง เป็นโพรงจะหายไปจึง เป็นเหตุให้ปริมาตรลดลง นั่นคือทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ๆ จนถึงอุณหภูมิ 4 องศา เซลเซียส ครั้นเมื่อน้ำได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นตั้งแต่เหนือ 4 องศา เซลเซียส โมเลกุลมีการสั่นเสทือนมากขึ้น ๆ ทำให้แรงยึดเหนี่ยวลดน้อยลงอีกและจะ เริ่มอยู่ห่างกระจัดกระจายออกจากกัน ทำให้ปริมาตรมากขึ้น ๆ นั่นคือทำให้ความหนาแน่นลดลง ๆ และจะลดลงไป เรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ ซึ่งในสถานะนี้โมเลกุลของน้ำอยู่กระจัดกระจายห่างจากกันมากมายหลายเท่ากว่าของ เดิม

# แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 5

จงขีดเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้องมากที่สุด

1. จากตารางที่แสดง อุณหภูมิใดที่น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุด

   ก. 100°ซ ข. 50° ซ

   ค. 4°ซ ง. 0° ซ

2. ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าหรือสูงกว่า 4°ซ ความหนาแน่นของน้ำจะเป็นอย่างไร?

   ก. เพิ่มขึ้น ข. ลดลง

   ค. ไม่ต่างจาก 4° ซ ง. ยังตอบไม่ได้

3. น้ำ 1 กรัมที่ 0°ซ เมื่อเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง 1 กรัม 0°ซ มีความหนาแน่นต่างกันหรือไม่?

   ก. ไม่ต่างกัน ข. ต่างกัน น้ำมีความหนาแน่นมากกว่า

   ค. น้ำแข็งมีความหนาแน่นกว่า ง. ไม่มีข้อถูก

4. ข้อใดที่ไม่ใช้คุณสมบัติเฉพาะตัวของน้ำ

   ก. เมื่อเป็นของแข็งจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

   ข. เมื่อเป็นของแข็งความหนาแน่นจะน้อยลง

   ค. เปลี่ยนสถานะเป็นไอได้ทุกอุณหภูมิ

   ง. จะกลายเป็นไอได้ก็ต่อเมื่อถึงจุดเดือดเท่านั้น

5. ขวดซึ่งมีน้ำแช่เย็นจัดจนกลายเป็นน้ำแข็งจะแตกได้เพราะเหตุใด?

   ก. ขวดหดตัว

   ข. ขวดขยายตัวไม่ทันการขยายตัวของน้ำ

   ค. น้ำแข็งขยายตัว

   ง. ไม่มีข้อถูก

วัสดุอุปกรณ์สำหรับหน่วยที่ 2


ศูนย์กิจกรรมที่ 1

- ภาพชุดประวัติแม่เหล็ก
- ภาพชุดแม่เหล็กแบบต่าง ๆ
- แม่เหล็กชนิดต่าง ๆ

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

- ภาพแสดงสมบัติของแม่เหล็ก
- แท่งแม่เหล็กแบบต่าง ๆ
- วัสดุต่าง ๆ สำหรับตรวจสอบสมบัติแม่เหล็ก

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

- ภาพชุดแสดงสมบัติของแรงแม่เหล็ก
- แท่งแม่เหล็ก
- อ่างน้ำ
- เข็ม
- วัสดุสำหรับทำเรือใบ
- เชือกสำหรับแขวนแม่เหล็ก

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

- ภาพชุดแสดงวิธีการทำแม่เหล็กประดิษฐ์
- แท่งแม่เหล็ก
- ตะปูขนาด 4 นิ้ว 4 ตัว
- ผงตะไบเหล็ก
- แท่งไม้ชิ้นเล็ก ๆ

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

- ภาพการทำแม่เหล็กประดิษฐ์ด้วยกระแสไฟฟ้า
- ลวดทองแดง
- ผงตะไบเหล็ก
- ถ่านไฟฉาย
- ตะปูขนาด 4 นิ้ว 4 ตัว

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. อ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. อภิปราย สรุปความรู้
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
4. ย้ายไปทำศูนย์กิจกรรมอื่น

แม่เหล็กธรรมชาติ

ชาวจีนเป็นชาติแรกที่เคยเลือกหินที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวสีน้ำตาลเข้มเกือบดำชนิดหนึ่งมาผูกแขวนไว้ในเรือหรือเกวียนสังเกตเห็นว่าหินชิ้นในแนวเหนือใต้อยู่เสมอ จึงใช้เป็นเครื่องสังเกตทิศช่วยในการเดินทางข้ามน้ำข้ามทะเลไปถึงตำบลที่หมายได้ ชาวแองโกลแซกซอนได้เคยนำหินชิ้นไปใกล้เหล็กปรากฏว่ามันมีแรงหรืออำนาจดึงดูดเหล็กได้ แต่ก็ใช้ประโยชน์เป็นเครื่องนำทางอย่างเดียวจึงเรียกว่าหินนำทาง ( Leading Stone หรือ Lodestone ) ต่อมาปรากฏว่าหินที่มีแรงดึงดูดเหล็กเป็นหินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจึงเรียกว่า แม่เหล็กธรรมชาติ

คนโบราณไม่เข้าใจและไม่ทราบว่าแม่เหล็กธรรมชาติมีอำนาจอะไรจึงชี้ไปในแนวเหนือใต้อย่างนั้น จึงเคยนำอำนาจเร้นลับของแม่เหล็กธรรมชาตินี้ไปรักษาโรคปวดตามข้อ บางคนก็นำไปสร้างเป็นเรื่องเล่าต่อ ๆ กันมามีผู้เล่าถึงการที่เรียกชื่อ หินนำทางนี้ว่า แมกเนต( Magnet ) ก็เพราะมีเด็กเลี้ยงแกะชื่อแมกเนตเป็นคนค้นพบ กล่าวคือขณะที่นั่งพักเหนื่อยเขาได้วางไม้มีปลายเป็นขอเหล็กพิงก้อนหินก้อนหนึ่งไว้ พอลุกขึ้นหยิบไม้นั้นปรากฏว่าปลายขอเหล็กติดแน่นอยู่กับก้อนเหล็กนั้นเมื่อขุดหินนั้นขึ้นมาดูปรากฏว่ามีลักษณะเหมือนหินนำทางทุกประการ จึงเรียกหินนั้นว่าแมกเนต เพื่อเป็นเกียรติแก่แมกเนตผู้ค้นพบหินนี้ ที่จริงแล้วแหล่งที่พบหินนำทางนี้จะทราบกันเมื่อราวศตวรรษที่ 1 ว่าอยู่ใกล้เมืองโบราณชื่อ แมกเนเซีย ( Magnesia ) ประเทศตุรกีในแหลมเอเชียไมเนอร์ ชาวกรีกเคยเรียกหินนี้ว่า แมกเนไทต์ อันเป็นคำที่ชาวอังกฤษเรียกว่าแมกเนต เพื่อเป็นเกียรติแก่เมืองแมกเนเซีย คนเชื่อว่าคำ แมกเนตมาจากชื่อเมืองมากกว่า เมื่อวิชาเคมีเจริญขึ้นนักเคมีได้นำแม่เหล็กธรรมชาติหรือหินนำทางมาวิเคราะห์ดูพบว่าเป็นสารประกอบระหว่างธาตุเหล็กกับออกซิเจน จึงตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า แมกเนติค-ออกไซด์ ( Magnetic Oxide ) เขียนเป็นสูตรเคมีว่า $Fe_3O_4$

แม่เหล็กประดิษฐ์

เนื่องจากมนุษย์ในสมัยก่อนได้เคยใช้แม่เหล็กธรรมชาติเป็นประโยชน์ช่วยในการเดินทางบกและทางน้ำมาแล้ว แต่แม่เหล็กธรรมชาติมีแรงดึงดูดน้อยและมีรูปร่างไม่เหมาะสมกับที่จะใช้

ประโยชน์อย่างอื่นจึงมีคนพยายามคิดค้นทำแม่เหล็กประดิษฐ์เพื่อให้มีแรงดึงดูดมากและมีรูปร่างที่เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น

วิลเลี่ยม กิลเบิต ( William Gilbert ) เป็นคนแรกที่ค้นพบการทำเหล็กธรรมดาให้กลายเป็นแม่เหล็กโดยการทดลองด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น เอาแม่เหล็กธรรมชาติถูกับดาบปรากฏว่าดาบนั้นมีอำนาจดึงดูดเหล็กอื่นได้ และการทุบที่เหล็กที่เผาจนร้อนแดงซึ่งตรึงไว้ในแนวเหนือใต้ พ็อแท่งแม่เหล็กนั้นเย็นก็จะมีแรงดึงดูดเหล็กอื่นได้ เหล็กธรรมดาที่ทำให้มีสมบัติดึงดูดเหล็กอื่นเรียกว่า แม่เหล็กประดิษฐ์ หลังจากที่กิลเบิตค้นพบวิธีทำเหล็กธรรมดาให้เป็นแม่เหล็กประดิษฐ์แล้วจึงมีการผลิตแม่เหล็กประดิษฐ์เป็นรูปต่าง ๆ ดังนี้

1. ทำเป็นรูปเข็มขนาดใหญ่ เพื่อนำไปติดบนเดือยให้หมุนได้รอบสำหรับใช้เป็นเข็มทิศขนาดใหญ่ ใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หรือเก็บไว้ในคลับใช้เป็นเข็มทิศสำหรับเดินทาง

2. ทำเป็นแท่ง อาจเป็นแท่งกลมหรือเหลี่ยมเพื่อใช้ในการตรวจสมบัติของแม่เหล็กได้สะดวกเรียกว่า แม่เหล็กแท่ง ( Bar Magnet )

3. ทำเป็นรูปเกือกม้า ( Horse-shoe magnet ) มีลักษณะโค้งปลายทั้งสองอยู่ใกล้กันเพื่อรวมแรงที่ปลายให้มากขึ้นสำหรับใช้แยกผงเหล็กออกจากสารอื่น บางทีก็เป็นรูปตัว U หรือครึ่งวงกลม สำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น

แม่เหล็กประดิษฐ์นี้ปลายใดชี้ไปทางเหนือเรียกว่า ขั้วเหนือ มักเขียนเป็นตัว N หรือทาสีแดงกำกับไว้ ปลายใดที่ชี้ไปทางใต้เรียกว่า ขั้วใต้ มักเขียนเป็นตัว S หรือทาสีน้ำเงินกำกับไว้

# แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 1

จงกาเครื่องหมาย × บนข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. คำว่าแมกเนต ( Magnet ) ตั้งขึ้นเป็นเกียรติชื่อใด?
   ก. คนเลี้ยงแกะ
   ข. วิลเลี่ยม กิลเบิต
   ค. ชาวแมกเนเซีย
   ง. เมืองแมกเนเซีย
2. ตามการวิเคราะห์สารทางเคมีพบว่าแม่เหล็กประกอบด้วยธาตุอะไร ?
   ก. เหล็กกับทองแดง
   ข. เหล็กกับออกซิเจน
   ค. เหล็กกับแมกเนเซียม
   ง. เหล็กกับไฮโดรเจน
3. ใครเป็นผู้ค้นพบการทำแม่เหล็กประดิษฐ์ด้วยการถู
   ก. ชาวแมกเนเซีย
   ข. วิลเลี่ยมสก๊อต
   ค. วิลเลี่ยม กิลเบิต
   ง. แมกเนตคนเลี้ยงแกะ
4. แม่เหล็กประดิษฐ์ชนิดใดที่ให้ประโยชน์มากในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
   ก. แม่เหล็กแท่งเหลี่ยม
   ข. แม่เหล็กรูปเกือกม้า
   ค. แม่เหล็กแท่งกลม
   ง. ใช้ได้เท่าเทียมกัน

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. อ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ร่วมกันดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้
3. ตรวจดูรายชื่อของสารที่ทำการทดลอง
4. อ่านเนื้อเรื่องในหัวข้อการแบ่งสารตามสมบัติแม่เหล็ก จดโน๊ตย่อลงสมุดของนักเรียน
5. เก็บอุปกรณ์เข้าที่ให้เรียบร้อย
6. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบของศูนย์เท่านั้น
7. คำถามทุกข้อจะมีคำตอบไว้ข้างหลัง

เนื้อหาประจำศูนย์

การแบ่งสารแม่เหล็กตามสมบัติแม่เหล็ก

แม่เหล็กอาจจะดูดหรือผลักสารต่าง ๆ ได้ เพื่อเป็นการพิสูจน์อำนาจแม่เหล็กในการทดลองต่อไปนี้ นักเรียนจะได้ค้นพบว่าแม่เหล็กจะดูดสารอะไรและผลักสารอะไร

การทดลอง

1. ในกล่องนักเรียนจะพบว่ามีชิ้นวัตถุเป็นจำนวนมาก
2. ให้นักเรียนนำแม่เหล็กมาใกล้วัตถุเหล่านี้ ตรวจดูว่ามีวัตถุใดที่แม่เหล็กดูด วัตถุใดที่แม่เหล็กไม่ดูดและวัตถุใดที่เบนหนีแม่เหล็ก
3. แยกวัตถุที่ได้จากการทดลองในขั้นที่ 2 ไว้คนละพวก (นักเรียนจะทราบชื่อของวัตถุเหล่านี้จากบัตรเฉลย)
4. จดรายชื่อวัตถุที่ได้ในขั้นที่ 3 ลงในบัตรแบบฝึกหัดและทำแบบฝึกหัดให้สมบูรณ์

การแบ่งสารตามสมบัติแม่เหล็ก

สารต่าง ๆ แบ่งตามสมบัติของแม่เหล็กออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. สารแมกเนติค ( Magnetic Substance ) ได้แก่ สารที่แม่เหล็กดึงดูดได้และสามารถนำมาทำเป็นแม่เหล็กได้ เช่น เหล็ก นิเกิล โคบัลต์ มังกานีส เป็นต้น
2. สารนอนแมกเนติค ( Non-magnetic Substance ) ได้แก่สารที่แม่เหล็กดึงดูดไม่ได้และเอามาทำเป็นแม่เหล็กไม่ได้ เช่น กระดาษ แก้ว ไม้ ทองเหลือง ตะกั่ว เป็นต้น
3. สารไดอะแมกเนติค ( Diamagnetic Substance) ได้แก่สารที่เอามาทำเป็นแม่เหล็กไม่ได้ และเมื่อนำเข้ามาอยู่ในแรงแม่เหล็กยังเบนหนีแม่เหล็กอีกด้วย เช่น แอนติโมนี บิสมัท สังกะสี ทองแดง ปรอท เป็นต้น

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 2

จงขีดเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้องมากที่สุดในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดที่ไม่ใช่สารประเภทแมกเนติค
   ก. กระดาษ
   ข. เหล็ก
   ค. นิเกิล
   ง. มังกานีส
2. ข้อใดที่ไม่ใช่สารประเภทนอนแมกเนติค
   ก. แก้ว
   ข. ทองเหลือง
   ค. ตะกั่ว
   ง. ปรอท
3. ข้อใดที่ไม่ใช่สารประเภทไดอะแมกเนติค
   ก. บิสมัท
   ข. สังกะสี
   ค. ปรอท
   ง. โคบัลต์
4. มีสาร ก. ตัวหนึ่ง เมื่อนำเข้ามาใกล้แม่เหล็กนอกจากไม่ดูดกับแม่เหล็กแล้วสารนั้นยังเบนหนีจากแม่เหล็กอีกด้วย ท่านคิดว่าสาร ก. นี้จะอยู่ในประเภทใด ?
   ก. สารแมกเนติค
   ข. สารไดอะแมกเนติค
   ค. สารนอนแมกเนติค
   ง. บอกได้ไม่แน่นอน
5. มีสาร ข. ตัวหนึ่ง เมื่อนำมาใกล้ แม่เหล็กปรากฏว่าแม่เหล็กดูดสารนั้นท่านคิดว่าสารนี้ควรจะเป็นสารประเภทใด ?
   ก. สารแมกเนติค
   ข. สารไดอะแมกเนติค
   ค. สารนอนแมกเนติค
   ง. บอกไม่ได้แน่นอน

- - - - - - - -

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบ เฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

ความรู้เดิมที่ควรทราบ

การแบ่งสารตามคุณสมบัติแม่เหล็ก

1. สารแมกเนติค ( Magnetic Substance ) เป็นสารที่แม่เหล็กดึงดูดได้นำมาทำเป็นแม่เหล็กได้ เช่น เหล็ก นิเกิล โคบัลต์ มังกานีส เป็นต้น

2. สารนอนแมกเนติค ( Non-magnetic Substance ) เป็นสารที่นำเอามาทำเป็นแม่เหล็กไม่ได้และแม่เหล็กก็ไม่ดึงดูดสารชนิดนี้ เช่น กระดาษ ตะกั่ว แก้ว ไม้ ทองเหลือง เป็นต้น

3. สารไดอะแมกเนติค (Dimagnetic Substance ) ได้แก่สารที่เอามาทำเป็นแม่เหล็กไม่ได้และแม่เหล็กก็ไม่ดึงดูดสารชนิดนี้ นอกจากนี้เมื่อนำมาอยู่ในแรงแม่เหล็กยังเบนหนีแม่เหล็กอีกด้วย เช่น แอนติโมนี บิสมัส สังกะสี ทองแดง ปรอท เป็นต้น

เนื้อเรื่องประจำศูนย์

สมบัติของแรงแม่เหล็ก

แท่งแม่เหล็กย่อมส่งแรงออกมาภายนอก แรงนี้มีสมบัติ 4 ประการคือ

1. สามารถดึงดูดสารแมกเนติคได้

การทดลอง 1

1. ให้นักเรียนประกอบเรือเล็ก ๆ ขึ้นจากวัสดุที่เตรียมไว้ให้

2. นำเรือลงลอยในอ่างน้ำจะเห็นว่าเรือลอยหันเหทางใดก็ได้

3. ให้นักเรียนยื่นแม่เหล็กเข้าไปใกล้เสาใบ สังเกตดูการหันเหของเรือ เรือจะเบนลอยตามแม่เหล็กทันทีเพราะแรงแม่เหล็กดึงดูดเข็มจึงบังคับให้เรือลอยตามแม่เหล็ก

2. ถ้าผูกตรงกลางแม่เหล็กให้หมุนได้อิสระเมื่อหยุดหมุนแรงแม่เหล็กจะทำให้ปลายชี้ในแนวเหนือใต้เสมอ

การทดลอง 2

1. ใช้ด้ายผูกตรงกลางของแท่งแม่เหล็ก

2. แขวนแม่เหล็กไว้และใช้มือหมุนเบา ๆ

3. ปล่อยให้แท่งแม่เหล็กหยุดนิ่ง

4. ใช้เข็มทิศตรวจดูว่าปลายแม่เหล็กชี้แนวเหนือ–ใต้หรือไม่

3. <u>แรงแม่เหล็กดึงดูดและผลักกันเองได้</u>

<u>การทดลอง 3</u>

ให้นักเรียนผูกกึ่งกลางแท่งแม่เหล็กแล้วแขวนให้หมุนรอบตัวโดยอิสระ เมื่อหยุดนิ่งจึงเอาขั้วแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่งมาใกล้ขั้วทั้งสองดังนี้

1. เอาขั้วเหนือเข้าใกล้ขั้วเหนือ

2. เอาขั้วเหนือเข้าใกล้ขั้วใต้

3. เอาขั้วใต้เข้าใกล้ขั้วใต้

4. เอาขั้วใต้เข้าใกล้ขั้วเหนือ

4. <u>แรงแม่เหล็กสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้า</u> ดังจะได้ทราบรายละเอียดต่อไป

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 3

จงกาเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. ข้อใดที่ท่านคิดว่าไม่สมควรที่จะนำมาใช้ตรวจสมบัติแม่เหล็ก
   ก. ใช้เชือกผูกตรงกลางแล้วแขวน
   ข. นำแม่เหล็กเข้ามาตรวจดู
   ค. นำเข็มทิศเข้ามาทดสอบ
   ง. นำสารแมกเนติคเข้ามาใกล้สารนั้น
2. จากการทดสอบคุณสมบัติแม่เหล็กสรุปได้อย่างไร ?
   ก. ขั้วแม่เหล็กเหมือนกันย่อมดูดกัน
   ข. ขั้วแม่เหล็กต่างกันย่อมผลักกัน
   ค. ขั้วแม่เหล็กเหมือนกันย่อมผลักกัน
   ง. การผลักกันหรือดูดกันขึ้นอยู่กับแรงแม่เหล็ก
3. แรงแม่เหล็กมีสมบัติอย่างใด
   ก. ดึงดูดสารแมกเนติค
   ข. มีแรงดึงดูดและผลักกันเอง
   ค. ทำให้แม่เหล็กที่แขวนไว้ชี้ในแนวเหนือใต้
   ง. ดูดสารแมกเนติคมีแรงดูดและผลักกันเอง
4. แรงแม่เหล็กจะดึงดูดอะไร ?
   ก. ดีบุก
   ข. กระดาษ
   ค. เหล็ก
   ง. สังกะสี
5. ถ้ามีแม่เหล็กรูปเกือกม้าอันหนึ่งแต่ไม่ทราบว่าปลายใดเป็นขั้วเหนือหรือขั้วใต้ จะเลือกวิธีใด ?
   ก. เอาเชือกผูกแขวน
   ข. เอาสารแมกเนติคตรวจ
   ค. เอาสารไดอะแมกเนติคตรวจ
   ง. เอาแม่เหล็กที่ทราบขั้วที่แน่นอนตรวจดู

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบเฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

เนื้อเรื่องประจำศูนย์

วิธีทำ แม่เหล็กประดิษฐ์

แม่เหล็กประดิษฐ์ คือแม่เหล็กที่มนุษย์ทำขึ้นจากเหล็กหรือสารแมกเนติก เพื่อใช้ในกิจการต่าง ๆ ซึ่งอาจจะกระทำได้หลายวิธี เฉพาะที่นักเรียนจะศึกษาตอนนี้มี 2 วิธี คือ

1. โดยการถู
2. โดยการใช้กระแสไฟฟ้า

โดยการถู คือ การใช้แม่เหล็กถูกับแท่งเหล็ก หรือแท่งสารแมกเนติดตามวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

1. วิธีถูเดี่ยว ( Single Touch) ใช้ปลายหนึ่งของแม่เหล็กแท่งหนึ่งแตะลงที่ปลายหนึ่งของแท่งเหล็กลากถูไปตามความยาวตลอดแท่งแล้วแยกแท่งแม่เหล็กมาเริ่มถู ตรงที่เดิมไปตามรอยเดิม อย่าถูครูดไปมา เมื่อถูเสร็จไปครั้งหนึ่ง ๆ ลองนำแท่งแม่เหล็กดูดผงตะไบดู จะเห็นว่ามันสามารถดูดผงตะไบได้มากขึ้น ๆ ถ้ามันไม่ดูดผงตะไบมากขึ้นอีกแสดงว่ามันอิ่มตัวด้วยแรงแม่เหล็กแล้วและกลายเป็นแม่เหล็ก มีปลายตรงที่แม่เหล็กแตะเป็นขั้วเหมือนกับขั้วแม่เหล็กที่นำมาแตะ วิธีนี้มีข้อเสียก็คือ ปลายสุดของการถูจะมีแรงมากกว่าปลายที่ตั้งต้นถู

2. วิธีถูแยก ( Separate Touch ) โดยวางขั้วต่างกันของแม่เหล็กสองแท่งลงกึ่งกลางของแท่งแม่เหล็ก แล้วถูแยกจากกันช้า ๆ เมื่อไปสุดปลายแท่งแม่เหล็กก็ยกกลับมาตั้งต้นใหม่ตรงกลางคล้ายวิธีถูเดี่ยวหลาย ๆ ครั้ง แท่งเหล็กนั้นจะกลายเป็นแท่งเหล็กนั้นจะกลายเป็นแท่งแม่เหล็ก ที่มีอำนาจแรงกว่าวิธีถูเดี่ยวและปลายทั้งสองจะมีขั้วที่ต่างกันกับขั้วแม่เหล็กที่ใช้ถู การถูแบบนี้บางทีเรียกว่า วิธีถูแยกรอย

3. วิธีถูคู่ ( Double Touch ) เครื่องใช้ต่าง ๆ ก็เหมือนกับวิธีถูแยก แต่มีไม้สอดคั่นมีให้ปลายแม่เหล็กทั้งสองแตะกันและถูครูดไปครูดมา จนถึงปลายแท่งเหล็กหลาย ๆ ครั้งและก่อนจะยกแท่งแม่เหล็กออกก็ให้ถูมาอยู่กึ่งกลางแท่งเหล็กก่อน แล้วแท่งเหล็กก็จะกลายเป็นแม่เหล็ก มีขั้วเหมือนขั้วแม่เหล็กที่อยู่ใกล้มันนั่นเอง

การทำแม่เหล็กด้วยวิธีดังกล่าวเรียกว่า การทำแม่เหล็กประดิษฐ์ แต่โดยวิธีดังกล่าว

มักได้ผลช้าจึงอาจใช้แม่เหล็กอีก 2 แท่งช่วยให้เร็วขึ้น โดยคิดให้แน่ก่อนว่าจะทำปลายไหน ของแท่งเหล็กให้เป็นขั้วอะไร แล้วใช้ขั้วแม่เหล็กที่มีลักษณะตรงกันข้ามรองไว้ข้างล่างจะช่วยให้แท่งเหล็กกลายเป็นแม่เหล็กรวดเร็วขึ้น

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 4

จงกาเครื่องหมาย X บนข้อที่ถูกที่สุด

1. วิธีทำแม่เหล็กประดิษฐ์วิธีใดที่ได้ผลเร็ว
   ก. วิธีถูเดี่ยว
   ข. วิธีถูคู่
   ค. วิธีถูแยก
   ง. โดยการใช้กระแสไฟฟ้า
2. วิธีถูคู่กับวิธีถูแยกต่างกันหรือไม่อย่างไร
   ก. ไม่ต่างกัน
   ข. ต่างกันที่วิธีการถู
   ค. ต่างกันที่วิธีการถูและการมีไม้คั่นกลาง
   ง. ต่างกันที่วิธีการถู การวางแท่งแม่เหล็กและแท่งเหล็กอ่อน
3. วิธีการทำแม่เหล็กประดิษฐ์วิธีใดที่ทันสมัยที่สุด
   ก. วิธีถูเดี่ยว
   ข. วิธีถูคู่
   ค. วิธีถูแยก
   ง. ใช้กระแสไฟฟ้า
4. วิลเลี่ยม กิลเบิต ค้นพบวิธีการอะไร ?
   ก. แม่เหล็กธรรมชาติ
   ข. การทำแม่เหล็กประดิษฐ์ด้วยวิธีการถู
   ค. การทำแม่เหล็กประดิษฐ์ด้วยกระแสไฟฟ้า
   ง. การทำเข็มทิศสำหรับเดินทางขนาดเล็ก
5. การที่แม่เหล็กประดิษฐ์ไม่ดูดผงตะไบเหล็กเพิ่มอีกเพราะอะไร ?
   ก. แม่เหล็กอ่อนอำนาจลง
   ข. แม่เหล็กหมดอำนาจลง
   ค. ผงตะไบเหล็กหนักมาก
   ง. แม่เหล็กอิ่มตัวด้วยแรงแม่เหล็ก

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบ เฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

ความรู้เดิมที่ควรทราบ

วิธีทำแม่เหล็กประดิษฐ์ แม่เหล็กประดิษฐ์มีวิธีทำได้หลายวิธี วิธีง่าย ๆ ที่เราจะกระทำได้มี 2 วิธี

1. โดยการถู
   1) วิธีถูเดี่ยว
   2) วิธีถูคู่
   3) วิธีถูแยก
2. โดยการใช้กระแสไฟฟ้า

---

เนื้อหาประจำศูนย์

วิธีทำแม่เหล็กประดิษฐ์โดยการใช้กระแสไฟฟ้า

ถ้าปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดมีฉนวนหุ้มพันอยู่รอบแท่ง แท่งเหล็กนั้นจะกลายเป็นแม่เหล็ก เมื่อปลดกระแสไฟฟ้าออกแท่งเหล็กจะหมดสมบัติแม่เหล็กทันที วิธีนี้ใช้แม่เหล็กประดิษฐ์ด้วยอำนาจกระแสไฟฟ้าได้และเรียกว่า แม่เหล็กไฟฟ้า ( Electromagnet ) บัดนี้เราได้ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าทำเป็นส่วนประกอบสำคัญของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กระดิ่งไฟฟ้า พัดลม โทรเลข โทรศัพท์ วิทยุ ฯลฯ เป็นประโยชน์แพร่หลายยิ่งกว่าแม่เหล็กชนิดใด ๆ

การทดลอง

ใช้ลวดไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีฉนวนหุ้มหรือที่อาบน้ำยาที่เป็นฉนวนพันรอบตะปูที่ทำด้วยเหล็กอ่อนสัก 50 รอบ ต่อปลายลวดทั้งสองเข้ากับถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่รถยนต์พอปล่อยให้กระแสไฟฟ้าเดินผ่านลวด ตะปูนั้นจะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าทันที เมื่อตัดกระแสไฟฟ้าให้หยุดไหลมันจะหมดอำนาจแม่เหล็กเหมือนกัน เราจึงกล่าวว่าแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นแม่เหล็กชั่วคราว ไม่เหมือนแม่เหล็กที่ทำขึ้นด้วยการถูซึ่งคงอำนาจแม่เหล็กไว้ได้นาน เรียกว่า แม่เหล็กถาวร เมื่อนักเรียนทำการทดลองตามนี้แล้วให้ลองพันลวดหลายรอบขึ้นและเปลี่ยนใช้ถ่านไฟฉายหลายก้อนขึ้นแล้วสังเกตว่าตะปูจะมีอำนาจแม่เหล็กมากขึ้นหรือไม่

## แม่เหล็กชั่วคราวและแม่เหล็กถาวร

เนื่องจากเวลาจะใช้แม่เหล็กจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะจึงจะได้ประโยชน์ตามต้องการ ฉะนั้นก่อนจะทำแม่เหล็กประดิษฐ์จำต้องเลือกเหล็กหรือสารแมกเนติคที่มีเนื้อให้เหมาะ เช่น ถ้าใช้เหล็กธรรมดาหรือเหล็กอ่อนมาทำแม่เหล็กจะเห็นว่ามันเป็นแม่เหล็กง่าย แต่ก็เสื่อมสมบัติหรือหมดอำนาจแม่เหล็กง่ายเหมือนกัน แม่เหล็กที่ทำด้วยเหล็กอ่อนมีอำนาจชั่วขณะ เรียกว่าแม่เหล็กชั่วคราว ( Temporary magnet ) ซึ่งนิยมใช้ในการทำแม่เหล็กไฟฟ้า เพราะต้องการให้หมดอำนาจทันทีเมื่อกระแสไฟฟ้าหยุดไหล

แม่เหล็กถาวร ( Permanent magnet ) นั่นคือแม่เหล็กทำด้วยเหล็กกล้าสามารถรักษาอำนาจแม่เหล็กไว้ได้นาน ปัจจุบันนี้นิยมใช้โลหะผสม เช่นโลหะผสมของอาลูมิเนียม นิเกิล และโคบัลต์ เรียกว่า อัลนิโก ( Alnico ) ทำเป็นแม่เหล็กมีอำนาจแรงและคงสมบัติความเป็นแม่เหล็กได้ถาวรกว่าเหล็กกล้า

# แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 5

จงชีดเครื่องหมาย X บนข้อที่ถูกที่สุด

1. ถ้าต้องการที่จะทำแม่เหล็กไฟฟ้าให้มีอำนาจมาก ๆ ควรทำอะไร ?
   ก. เพิ่มกระแสไฟฟ้า
   ข. เพิ่มขนาดแท่งเหล็ก
   ค. เพิ่มจำนวนรอบเส้นลวด
   ง. เพิ่มจำนวนเส้นลวดและขนาดแท่งเหล็ก
2. ข้อใดที่ไม่ใช่แม่เหล็กไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบ
   ก. วิทยุ
   ข. โทรเลข
   ค. โทรศัพท์
   ง. เครื่องพิมพ์
3. เหตุใดจึงใช้เหล็กอ่อนทำแม่เหล็กไฟฟ้า
   ก. เบาดี
   ข. เสื่อมสมบัติช้า
   ค. ทำเป็นแม่เหล็กง่าย
   ง. ทำเป็นแม่เหล็กได้เร็วและเสื่อมสมบัติทันทีเมื่อตัดกระแสไฟฟ้า
4. ปัจจุบันแม่เหล็กถาวรทำด้วยอะไร ?
   ก. เหล็ก
   ข. โคบัลต์
   ค. อัลนิโค
   ง. เหล็กกล้า
5. ข้อใดที่แม่เหล็กถาวรทำด้วยอะไร ?
   ก. ทำเข็มทิศ
   ข. ทำของเล่น
   ค. ทำเครื่องแยกแร่
   ง. เป็นส่วนประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- - - - - - - - - - - - - - -

วัสดุอุปกรณ์สำหรับหน่วยที่ 3 เรื่องแม่เหล็ก

ศูนย์กิจกรรมที่ 1

- ภาพชุดการเรียงตัวของแม่เหล็กตามทฤษฎีแม่เหล็ก
- ภาพแสดงการทดลองทฤษฎีแม่เหล็ก
- หลอดทดลองขนาดเล็กบรรจุผงตะไบเหล็กอยู่เต็ม
- แท่งแม่เหล็ก
- เข็มเย็บผ้าขนาดเล็ก
- เข็มทิศขนาดเล็ก

ศูนย์กิจกรรมที่ 2

- ภาพแสดงทดลองธรรมชาติของเหล็กตามทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก
- ใบเลื่อย
- แท่งแม่เหล็ก

ศูนย์กิจกรรมที่ 3

- ภาพชุดแสดงการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก
- ตะปูขนาดต่าง ๆ
- เข็มหมุด
- แท่งแม่เหล็กแบบต่าง ๆ

ศูนย์กิจกรรมที่ 4

- ภาพชุดการเก็บรักษาและการทำลายอำนาจแม่เหล็ก
- ภาพชุดประโยชน์ของแม่เหล็ก
- แม่เหล็กแบบต่าง ๆ
- เหล็กคุม

ศูนย์กิจกรรมที่ 5

- ภาพชุดแสดงเส้นแรงแม่เหล็กในลักษณะต่าง ๆ
- แท่งแม่เหล็กแบบต่าง ๆ
- ผงตะไบเหล็ก
- กระดาษแข็ง
- เข็มทิศ

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบ เฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

## ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก

ศูนย์ที่ 1 ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก

นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ ชเวเบอร์ ( Schweber ) ได้ตั้งทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็กขึ้น เพื่ออธิบายธรรมชาติและปรากฏการณ์ของแม่เหล็กดังนี้

1. สารแมกเนติคทุกชนิดย่อมมีโมเลกุลเป็นแม่เหล็ก โดยปลายข้างหนึ่งเป็นขั้วเหนือ และอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วใต้อยู่โดยธรรมชาติพร้อมแล้ว

2. การที่สารแมกเนติคไม่แสดงอำนาจแม่เหล็กออกมาก็เพราะปลายโมเลกุลซึ่งเป็นขั้วเหนือขั้วใต้หันกันระเกะระกะหรืออยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กปิดจึงไม่แสดงแรงแม่เหล็ก

3. ถ้าทำให้โมเลกุลของสารแมกเนติคเรียงตัวกันเป็นระเบียบหรืออยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กเปิดเมื่อใด จะแสดงแรงแม่เหล็กทันที

การทดลอง แสดงว่าทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็กเป็นความจริง

1. เหยงตะไบใส่หลอดทดสอบไว้เกือบเต็มแล้วปิดจุกให้แน่น สังเกตยงตะไบซึ่งถือเสมือนว่าเป็นโมเลกุลของแม่เหล็กแต่ละชิ้นจะเห็นว่าต่างก็เบียดเสียดกันอยู่ไม่เป็นระเบียบ

2. นำเข็มเย็บผ้ามาใกล้ปลายหลอด จะไม่มีอำนาจแม่เหล็กเลย

3. หยิบแท่งแม่เหล็กมาถูตามทางยาวของหลอด จะเห็นว่าผงตะไบภายในหลอดขยับเคลื่อนที่และเรียงเป็นระเบียบขึ้น

4. นำเข็มเย็บผ้ามาใกล้ ๆ อีกครั้งสังเกตดูจะมีอำนาจแม่เหล็ก

5. จับหลอดเขย่าให้ผงตะไบทับกันเหมือนอย่างเดิมแล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติดูจะเห็นว่ามันหมดอำนาจแม่เหล็กไปทันที

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 1

1. สารแมกเนติคมีแรงแม่เหล็กขึ้นได้เพราะเหตุใด ?
   ก. ในโมเลกุลมีช่องว่าง
   ข. โมเลกุลทับกันระเกะระกะ
   ค. โมเลกุลไม่ยึดเยี่ยดกัน
   ง. โมเลกุลถูกจัดให้เป็นระเบียบ
2. แม่เหล็กสำแดงอำนาจได้เพราะอะไร ?
   ก. มีเหล็กคุม
   ข. มีเหล็กอื่นล่อ
   ค. อยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กเปิด
   ง. อยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กปิด
3. ข้อใดไม่ใช่ผลที่อธิบายจากทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก
   ก. เราสามารถทำแม่เหล็กจากเหล็กที่เป็นรูปวงแหวนเปิด
   ข. จากแม่เหล็กแท่งเดียว เราสามารถทำแม่เหล็กได้หลายแท่ง
   ค. ห่วงวงแหวนที่มีการจัดเรียงโมเลกุลภายในแล้วถ้าตัดออกก็จะสำแดงอำนาจแม่เหล็ก
   ง. แม่เหล็กแท่งเล็ก ๆ ที่แยกมาจากแม่เหล็กแท่งใหญ่ย่อมแสดงขั้วเหมือนเดิม
4. ข้อใดเป็นผลมาจากทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก
   ก. โดยปกติแล้วตะปูย่อมจะเป็นแม่เหล็กอยู่แล้ว
   ข. แท่งทองแดงจะมีขั้วเหนือขั้วใต้อยู่แล้ว
   ค. แผ่นสังกะสีไม่แสดงอำนาจแม่เหล็กก็เพราะโทเลกุลทับกันระเกะระกะ
   ง. ถ้าโมเลกุลของตะกั่วเรียงกันเป็นระเบียบเมื่อใดมันจะแสดงอำนาจแม่เหล็กได้ทันที
5. ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองใช้ผงตะไบเหล็กใส่หลอดแล้วใช้แม่เหล็ก
   ก. อำนาจแม่เหล็กทำให้โมเลกุลของผงตะไบเหล็กเรียงตัว
   ข. ผงตะไบเหล็กถูกเหนี่ยวนำจนมีอำนาจแม่เหล็ก
   ค. ผงตะไบเหล็กไม่มีอำนาจแม่เหล็กไม่ว่ากรณีใด ๆ
   ง. เราสามารถทดสอบได้ว่าเมื่อโมเลกุลจัดเรียงตัวเป็นระเบียบแล้วจะแสดงอำนาจแม่เหล็ก

## ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบ เฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

## ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก

ศูนย์ที่ 1 ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็กกล่าวไว้ว่า

1. สารแมกเนติคทุกชนิดย่อมมีโมเลกุลเป็นแม่เหล็ก โดยปลายข้างหนึ่งเป็นขั้วเหนือ และปลายอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วใต้อยู่โดยธรรมชาติแล้ว

2. สารแมกเนติคไม่แสดงอำนาจแม่เหล็กออกมาก็เพราะปลายโมเลกุลซึ่งเป็นขั้วเหนือขั้วใต้หันกันระเกะระกะหรืออยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กปิดจึงไม่แสดงแรงแม่เหล็ก

3. ถ้าให้โมเลกุลของสารแมกเนติคเรียงตัวกันเป็นระเบียบหรืออยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กเปิดเมื่อใดจะแสดงแรงแม่เหล็กทันที

ศูนย์ที่ 2. ธรรมชาติของเหล็กตามทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก

1. เมื่อนำแม่เหล็กแท่งหนึ่งมาหักออกเป็น 2 แท่งก็จะได้แม่เหล็ก 2 แท่งหรือถ้าหักออกเป็นชิ้นย่อย ๆ หลายชิ้นแต่ละชิ้นก็จะมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กอย่างเดิม

การทดลอง

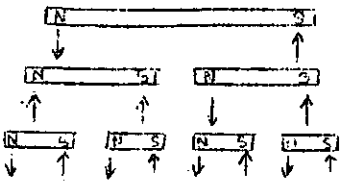
1. วางใบเลื่อยเล็ก ๆ ที่ไม่เป็นแม่เหล็กอยู่ก่อนใบหนึ่งไว้บนโต๊ะเพื่อทำเป็นแม่เหล็กโดยวิธีถูเดี่ยว โดยใช้ขั้วเหนือของแม่เหล็กแท่งหนึ่งจดลงที่ปลายซ้ายถูไปจนจดปลายขวาแล้วยกขึ้นถูซ้ำหลาย ๆ ครั้ง นำเข็มทิศมาใกล้ใบเลื่อยจะเห็นว่าใบเลื่อยกลายเป็นแม่เหล็ก ปลายซ้ายมีคุณสมบัติเป็นขั้วเหนือและปลายขวามีคุณสมบัติเป็นขั้วใต้

2. ตัดใบเลื่อยเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กันแล้วนำเข็มทิศมาใกล้ปลายของแต่ละส่วนก็จะเห็นว่าต่างก็มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก แม้จะตัดแต่ละส่วนออกเป็นชิ้นย่อย ๆ ลงไปอีก นำเข็มทิศมาตรวจดูสมบัติจะเห็นว่าแต่ละชิ้นยังคงมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กมีขั้วเหนือขั้วใต้เหมือนเดิมทุกประการ (ดูภาพขยาย)

2. เมื่อพิจารณาดูรูปร่างของแม่เหล็กจะเห็นว่ามีรูปร่างต่างกันไปตามความสะดวกที่จะใช้แม่เหล็กนั้น แต่จะไม่มีแม่เหล็กใดมีรูปร่างเป็นห่วงวงแหวนปิดสนิทเลยเพราะโมเลกุลของวงแหวนนั้นเมื่อแรงเป็นระเบียบกันเข้าก็จะอยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กปิดหมด จึงไม่อาจแสดงอำนาจออกมานอกวงแหวนได้ แต่ถ้าตัดวงแหวนให้ขาดแล้วดึงปลายที่ขาดให้ห่างจากกันหรือทำให้อยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กเปิดเมื่อใด ตรงรอยตัดจะแสดงอำนาจแม่เหล็กออกมาได้

แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 2

1. จากภาพแสดงเรื่องอะไร ?



ก. ธรรมชาติของแม่เหล็กตามทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก

ข. การดึงดูดของแม่เหล็ก

ค. การแตกตัวของแม่เหล็ก ง. การเรียงกันของแม่เหล็ก

2. เราจะทดสอบแม่เหล็กที่ถูกตัดออกมาจากแม่เหล็กแท่งเดิมได้หรือไม่อย่างไร ?

ก. ทดสอบไม่ได้ ข. ทดสอบได้ใช้วิธีการทดสอบแม่เหล็ก

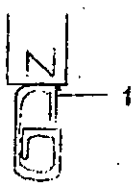
ค. ในทางทฤษฎีแล้วย่อมได้แต่ตอนปฏิบัติไม่ได้ ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

3. ข้อใดที่ไม่สามารถยืนยันทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก

ก. การทำแม่เหล็กประดิษฐ์โดยการถู ข. การหักใบเลื่อยออกเป็นท่อน ๆ

ค. การใช้สายไฟพันและผ่านกระแสไฟฟ้าทำให้โมเลกุลเรียงตัว

4. จากรูปหมายเลข 1 ควรจะมีขั้วหรือไม่ ถ้ามีเป็นขั้วอะไร ?



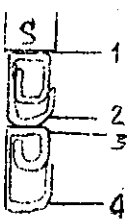

ก. มี และจะเป็นขั้วเหนือ

ข. มี และจะเป็นขั้วใต้

ค. ไม่มี

ง. พิสูจน์ไม่ได้

5. จากรูปหมายเลข 4 ควรจะมีขั้วหรือไม่ ถ้ามีเป็นขั้วอะไร ?




ก. มี และจะเป็นขั้วเหนือ

ข. มีและเป็นขั้วใต้

ค. ไม่มี

ง. พิสูจน์ไม่ได้

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบเฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

## การเหนี่ยวนำของแม่เหล็ก

ศูนย์ที่ 3 การเหนี่ยวนำของแม่เหล็ก

ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็กทำให้เข้าใจว่า สารแมกเนติกเป็นสารที่มีโมเลกุลเป็นแม่เหล็กมีขั้วเหนือขั้วใต้อยู่พร้อมแล้ว ฉะนั้นเมื่อนำแม่เหล็กไปแตะกับสารแมกเนติกใดแรงแม่เหล็กจากแท่งแม่เหล็กก็จะเหนี่ยวนำโมเลกุลของสารแมกเนติกนั้นให้เรียงตัวเป็นระเบียบขึ้น และเนื่องจากแรงแม่เหล็กเป็นแรงที่ส่งผ่านอากาศได้ ฉนั้นแม้จะวางแม่เหล็กห่างจากสารแมกเนติกแรงจากแท่งแม่เหล็กก็จะเหนี่ยวนำโมเลกุลของสารแมกเนติกนั้นให้เรียงตัวเป็นระเบียบได้เช่นเดียวกัน และขณะที่โมเลกุลของสารแมกเนติกถูกเหนี่ยวนำให้เรียงตัวเป็นระเบียบอยู่ มันก็จะมีอำนาจแม่เหล็กชั่วคราวได้

การทดลอง แสดงการเหนี่ยวนำของแม่เหล็ก

การทดลองที่ 1

1. หยิบตะปูไปแตะติดที่ปลายทั้งสองของแม่เหล็กแท่งหนึ่งให้ติดอยู่ได้
2. หยิบตะปูตัวที่ 2 แตะต่อตัวที่ 1 ก็จะเห็นว่าตะปูตัวที่ 1 เหนี่ยวนำแล้วก็มีอำนาจแม่เหล็กขึ้นจึงดูดตะปูตัวที่ 2 ให้ติดอยู่ได้
3. ลองหยิบตะปูต่อปลายตัวที่ 2 ต่อไปอีกก็จะพบว่าตะปูตัวที่ 2 ก็จะดึงตะปูตัวที่ 3 ไว้ได้อีก เมื่อปลดตะปูตัวที่ 1 ออกจากปลายแม่เหล็ก ตะปูตัวรองก็จะหลุดออกไป

การทดลองที่ 2

วางปลายเหล็กแท่งหนึ่งไว้ห่างจากแม่เหล็กเล็กน้อยหยิบตะปูไปล่ออีกปลายหนึ่งของแท่งเหล็กจะเห็นว่ามันดึงดูดตะปูให้ติดอยู่ได้ ครั้นยกแม่เหล็กไปที่อื่นตะปูก็จะร่วงหลุดไป

การทดลองทั้งสองนี้แสดงว่า แม่เหล็กสามารถเหนี่ยวนำตะปูและแท่งเหล็กให้มีสมบัติแม่เหล็กได้ จึงจำกัดหรือให้นิยามการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กได้ว่าคือ "การที่แม่เหล็กส่งอำนาจหรือแรงจากขั้วอิสระไปบังคับโมเลกุลของสารแมกเนติกที่แตะติดหรืออยู่ห่างให้เป็นระเบียบขึ้น"

# แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 3

1. จากภาพแสดงถึงเรื่องอะไร ?

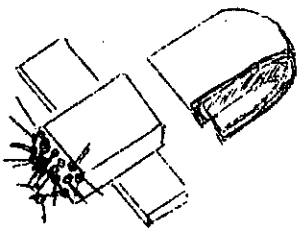
ก. การต่อกันของตะปู

ข. การทำงานของแม่เหล็ก

ค. การจัดเรียงตัวของตะปู

ง. การเหนี่ยวนำของแม่เหล็ก

2. จากภาพถ้าเอาแม่เหล็กรูปเกือกม้าออกผลจะเป็นอย่างไร ?



ก. ตะปูยังเกาะอยู่เหมือนเดิม

ข. ตะปูหลุดออกมาบางตัว

ค. ตะปูหลุดหมด

ง. ถ้าเอาตะปูมาอยู่ใกล้ ๆ จะดูดได้อีก

3. ข้อใดที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

ก. แม่เหล็กยิ่งมีกำลังสูงการเหนี่ยวนำจะน้อยลง

ข. แม่เหล็กมีกำลังอ่อนจะมีอำนาจเหนี่ยวนำน้อย

ค. แม่เหล็กสามารถส่งอำนาจแม่เหล็กไปเหนี่ยวนำโมเลกุลของสารแมกเนติคได้

ง. ต้องเป็นสารแมกเนติคเท่านั้นที่จะก่อให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

4. ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. อำนาจแม่เหล็กสามารถส่งผ่านกระดาษบาง ๆ ได้

ข. อำนาจแม่เหล็กจะไม่สามารถผ่านไม้

ค. อำนาจแม่เหล็กจะสามารถบังคับโมเลกุลของแผ่นทองแดงให้จัดเรียงตัวใหม่ได้

ง. ทุกข้อที่กล่าวถูกต้องหมด

5. ข้อใดที่ไม่ถูกต้อง

ก. การเหนี่ยวนำจะทำได้ดีถ้าแม่เหล็กมีกำลังแรง

ข. การเหนี่ยวนำสามารถทำได้เรื่อย ๆ ไม่มีขีดจำกัด

ค. การเหนี่ยวนำจะทำได้เฉพาะสารแมกเนติคเท่านั้น

ง. ถ้าสารแมกเนติคชนิดใหญ่มากแม่เหล็กจะไม่สามารถเหนี่ยวนำได้

ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. อ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. อภิปราย สรุปความรู้
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
4. ย้ายไปทำศูนย์กิจกรรมอื่น

## การเก็บรักษาแม่เหล็กและการทำลายอำนาจแม่เหล็ก

ศูนย์ที่ 4 การเก็บรักษาแม่เหล็ก

เนื่องจากขั้วแม่เหล็กอิสระส่งอำนาจแม่เหล็กออกไปเหนี่ยวนำสารแมกเนติคต่าง ๆ เมื่อแท่งของมันเองก็เป็นสารแมกเนติค ฉนั้นถ้าเราปล่อยทิ้งแม่เหล็กให้มีขั้วอิสระเปิดอยู่นาน ๆ ขั้วนี้ก็จะเหนี่ยวนำให้แนวโมเลกุลที่เป็นระเบียบอยู่ภายในแท่งรวนเรหรือเกิดมีสภาพห่วงแม่เหล็กปิดขึ้นได้ อันเป็นผลให้แม่เหล็กเสื่อมอำนาจลงเรื่อย ๆ ในที่สุดก็จะกลายเป็นเหล็กธรรมดาไป

การจะเก็บรักษาให้แม่เหล็กมีอำนาจถาวรอยู่เสมอจะต้องใช้เหล็กอ่อนมาประกับปลายทั้งสอง เพื่อคุมโมเลกุลของแม่เหล็กให้เรียงตัวเป็นระเบียบหรือปิดขั้วอิสระไว้เสมอ เหล็กอ่อนที่ใช้ประกับเพื่อรักษาอำนาจแม่เหล็กเรียกว่า เหล็กพี่เลี้ยงหรือเหล็กคุม ( Keeper )

<u>การทำลายอำนาจแม่เหล็ก</u>

การทำลายอำนาจแม่เหล็กให้เสื่อมลงอย่างรวดเร็ว มีวิธีทำให้ง่ายโดยการทุบตีแม่เหล็กแรง ๆ หรือนำแม่เหล็กมาเผาไฟ เพราะการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 วิธีนี้ย่อมทำให้โมเลกุลที่เรียงเป็นระเบียบอยู่เกิดการระส่ำระสายหรือตกอยู่ในสภาพห่วงแม่เหล็กปิดอย่างรวดเร็ว แม่เหล็กจึงเสื่อมอำนาจลงได้ทันที

<u>ประโยชน์ของแม่เหล็ก</u>

1. ทำเข็มทิศธรรมดาและเข็มทิศเดินเรือ ในเข็มทิศเดินเรือได้ดัดแปลงส่วนรองรับเดือยของเข็มอยู่ในแนวราบเสมอไม่ว่าเรือจะโคลงเคลงเพียงใดเข็มทิศจึงหมุนรอบเดือยชี้ตามแนวเหนือใต้ถูกต้องเสมอ

2. ทำเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับยกวัตถุที่ทำด้วยเหล็กหนัก ๆ เมื่อลูดยกวัตถุขึ้นถึงที่ต้องการขนถ่ายก็ตัดกระแสไฟฟ้า แม่เหล็กไฟฟ้าก็จะหมดอำนาจแม่เหล็กและปล่อยให้วัตถุหลุดหล่นลงมาเองโดยง่ายดาย

3. ทำเครื่องแยกสารแมกเนติคออกจากสารอื่น ๆ เช่น โรงถลุงแร่ใช้เครื่องมือสำหรับแยกแร่ต่าง ๆ ด้วยอำนาจแม่เหล็กกันอย่างแพร่หลาย

4. ใช้ในการสำรวจต่าง ๆ เช่นสำรวจเรือคำน้ำ เราทราบแล้วว่าเรือคำน้ำทำด้วยเหล็ก เมื่อแล่นอยู่ในสนามแม่เหล็กโลกนาน ๆ ก็จะถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นแม่เหล็ก จึงใช้เครื่องบินติดอุปกรณ์ชนิดหนึ่งเรียกว่า แมกเนติคดีเทคเตอร์ สำหรับตรวจค้นเมื่อเครื่องบินนี้ผ่านบริเวณที่มีเรือคำน้ำอยู่ แมกเนติคดีเทคเตอร์ก็จะส่งสัญญาณให้นักบินทราบทันที นับว่าเป็นอุปกรณ์ใช้ค้นเรือคำน้ำของข้าศึก ได้ดี

ในยามปกติก็ได้ใช้เครื่องบินติดแมกเนติคดีเทคเตอร์บินผ่านท้องที่ที่ต้องการสำรวจแหล่งน้ำมัน ซึ่งมักอยู่ใต้หินแม่เหล็กถ้าจับเสียงสัญญาณในบริเวณใดได้ก็สันนิฐานไว้ได้ว่าบริเวณนั้นมีหินแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะมีน้ำมันซึงอยู่ภายใต้หินนั้นด้วย

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า เราใช้แม่เหล็กเป็นชิ้นส่วนสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้ามากมายหลายชนิด เช่น โทรเลข โทรศัพท์ วิทยุ โทรทัศน์ อัมมิเตอร์ โวลมิเตอร์ เครื่องขยายเสียง พัดลม เครื่องดูดฝุ่น ฯลฯ

# แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 4

1. อำนาจแม่เหล็กจะถูกทำลายลงได้รวดเร็วโดยวิธีใด ?

   ก. การถูแรง ๆ ข. การทุบตีแรง ๆ

   ค. การวางไว้เฉย ๆ ง. การวางให้ขั้วเดียวกันเข้าหากัน

2. ข้อใดที่ไม่ทำให้อำนาจแม่เหล็กเสื่อมลง

   ก. ทิ้งไว้เฉย ๆ ข. วางไว้ข้าง ๆ เตาไฟ

   ค. ใช้ย่างไม่ถนอมปล่อยให้ตก ๆ หล่น ๆ ง. เวลาเก็บมีเหล็กคุม

3. เหล็กคุม คืออะไร ?

   ก. เหล็กอ่อนที่ใช้ประกับแม่เหล็ก ข. เหล็กที่ใช้ทำแม่เหล็ก

   ค. เหล็กที่ใช้เฉพาะตอนแสดงการเหนี่ยวนำของแม่เหล็ก

   ง. เหล็กที่กันไม่ให้อำนาจแม่เหล็กส่งออกมาจากแท่งแม่เหล็กได้เลย

4. แม่เหล็กต้องสูญเสียอะไรจึงทำให้หมดอำนาจการดึงดูดลง

   ก. สูญเสียโมเลกุลของแม่เหล็กไป ข. สูญเสียขั้วแม่เหล็กไป

   ค. สูญเสียความเป็นระเบียบของโมเลกุลลง ง. ถูกทุกข้อ

5. เหล็กที่นำมาทำเป็นเหล็กคุมมักใช้โลหะประเภทใด?

   ก. เหล็กกล้า ข. โลหะผสม

   ค. เหล็กอ่อน ง. อัลนิโค

## ลำดับขั้นในการปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์

1. ให้นักเรียนอ่านเนื้อเรื่องให้เข้าใจ
2. ผลัดกันทำการทดลองโดยปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด เมื่อปฏิบัติแล้วให้เก็บเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองมาอภิปราย
4. อ่านบทสรุปผลการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจ
5. ตอบคำถามลงในบัตรคำตอบ เฉพาะช่องที่เป็นคำตอบประจำศูนย์

ศูนย์ที่ 5. เส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

เส้นแรงแม่เหล็กคือ เส้นแนวและทิศทางของแรงที่ส่งออกมาจากขั้วแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กนั้นเรามองไม่เห็นแต่ก็สามารถทำการทดลองตรวจและหาทิศทางของมันได้

การทดลอง ตรวจเส้นแรงจากขั้วแม่เหล็ก

วางแม่เหล็กไว้ใต้กระดาษให้ขั้วเหนือตั้งชันขึ้นค่อย ๆ โรยผงตะไบเหล็กลงบนกระดาษให้ทั่วบริเวณขั้ว แล้วเคาะแผ่นกระดาษเบา ๆ จะเห็นว่าตะไบเกาะกันเป็นเส้น ๆ ให้เห็นได้ เส้นเหล่านี้แสดงเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งจะจับกลุ่มหนาแน่นเป็นกระจุกอยู่ตรงขั้ว

หมายเหตุ การทดลองนี้เราใช้กระดาษรับผงตะไบเหล็กในระนาบเดียว เส้นแรงแม่เหล็กที่ปรากฏบนกระดาษจึงเป็นเส้นในระนาบเดียว ซึ่งความจริงแล้วเส้นเหล่านี้กระจายออกมาทั่วโดยรอบทิศ (คล้ายดอกกระถินที่ติดรอบก้านจนเราเห็นเป็นก้อนกลม)

ถ้านักเรียนใช้แม่เหล็กรูปต่าง ๆ เช่นแม่เหล็กรูปเกือกม้าและแม่เหล็กแท่งมาวางไว้ใต้กระดาษในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น วางขั้วเหมือนกันอยู่ใกล้กันบ้าง ขั้วต่างกันอยู่ใกล้กันบ้าง ฯลฯ เมื่อโรยผงตะไบบนกระดาษและเคาะแผ่นกระดาษก็จะเห็นเส้นแรงแม่เหล็กเหล่านั้นมีแนวและทิศทางต่าง ๆ กัน และได้สนามแม่เหล็กมีอำนาจเป็นบริเวณกว้างขวางต่างกันตามกำลังของแท่งแม่เหล็กนั้น

สนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กคือ อาณาเขตโดยรอบที่แรงจากขั้วแม่เหล็กส่งอำนาจไปถึง เราทดลองหาสนามแม่เหล็กได้โดยใช้ผงตะไบเหล็กหรือเขียนเส้นแรงในสนามแม่เหล็กโดยใช้เข็มทิศวางรอบขั้วหรือแท่งแม่เหล็กนั้น

การทดลอง เขียนเส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กโดยใช้เข็มทิศ

1. วางแท่งแม่เหล็กบนกระดาษใช้ดินสอลากเส้นขอบเป็นรูปของแม่เหล็ก
2. วางเข็มทิศเล็ก ๆ อันหนึ่งให้ชิดขั้วแม่เหล็กนั้นจะเห็นขั้วใต้ของเข็มทิศถูกดูดไว้
3. ใช้ดินสอทำจุดที่หนึ่งตรงขั้วเหนือที่ชี้อิสระอยู่
4. ยกเข็มทิศขึ้นวางให้ปลายหนึ่งอยู่ตรงจุดที่ 1 แล้วทำจุดที่ 2 ไว้ที่ปลายอิสระอีกทำเช่นนี้

เรื่อยไปก็จะได้จุดที่ 3 ที่ 4 5 จนกระทั่งปลายเข็มเลื่อนมาจดขั้วใต้ของแม่เหล็กนั้น เมื่อต่อจุดที่ 1 ที่ 2 ที่ 3 ที่ 4 เข้ากับปลายแม่เหล็กบนกระดาษก็จะได้เส้นโค้งเส้นหนึ่ง เส้นนี้เป็นเส้นแรงของแม่เหล็กเส้นหนึ่ง

ถ้าดำเนินการเช่นนี้ก็จะได้เส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กตามภาพ

# แบบฝึกหัดศูนย์ที่ 5

1. เส้นแรงแม่เหล็ก คือข้อใด ?
   ก. เส้นที่เขียนรอบขั้วแม่เหล็ก ข. เส้นที่เขียนรอบแม่เหล็ก
   ค. เส้นแสดงแนวและทิศทางของแรงที่ส่งออกมาจากขั้วแม่เหล็ก
   ง. เส้นแสดงแนวและทิศทางการเคลื่อนที่ของขั้วใต้
2. สนามแม่เหล็กคือบริเวณใด
   ก. ภายในแม่เหล็ก ข. ภายนอกแม่เหล็ก
   ค. เขตที่เส้นแรงแม่เหล็กส่งอำนาจไปถึง ง. ข้อ ก. และ ข.
3. ข้อใดที่ใช้แสดงเส้นแรงแม่เหล็กได้รวดเร็ว
   ก. โรยผงตะไบเหล็กบนกระดาษที่มีแท่งแม่เหล็กอยู่ข้างใต้
   ข. ใช้เข็มทิศต่อ ๆ กัน
   ค. ใช้เข็มเย็บผ้าเสียบไม่คอร์กลอยน้ำให้อยู่ในแนวแรงแม่เหล็ก
   ง. ใช้ดินสอลากเอาเลย
4. ข้อใดที่ไม่เกี่ยวกับการส่งอำนาจแม่เหล็ก
   ก. เส้นแรงแม่เหล็กจะกระจายไปโดยรอบขั้ว
   ข. เมื่อเอาขั้วเหมือนกันเข้าใกล้กันเส้นแรงแม่เหล็กจะเบนจากกัน
   ค. เส้นแรงแม่เหล็กสามารถมองเห็นได้
   ง. เส้นแรงแม่เหล็กมองไม่เห็นแต่สามารถพิสูจน์ได้
5. ข้อใดที่มีความสัมพันธ์กัน
   ก. เหล็กคุมกับการรักษาอำนาจแม่เหล็ก
   ข. เส้นแรงแม่เหล็กกับขนาดของแม่เหล็ก
   ค. การทุบตีเหล็กกับการทำแม่เหล็กประดิษฐ์
   ง. ข้อ ข. และ ค.